

MCF8315C-Q1 センサレス フィールド オリエンテッド コントロール (FOC)、内蔵 FET BLDC ドライバ

1 特長

- センサレス モーター制御アルゴリズムを統合した 3 相 BLDC モーター ドライバ
 - コード フリー フィールド オリエンテッド コントロール (FOC)
 - モーター パラメータ抽出ツール (MPET) を使用したオフライン モーター パラメータ測定
 - 設定可能な 5 点速度プロファイルをサポート
 - 順方向再同期と反転駆動による風車制御のサポート
 - アナログ、PWM、周波数、または I²C ベースの速度入力
 - モータの起動と停止に関する設定可能なオプション
 - アンチ電圧サージ (AVS) 保護機能により、
 - 自動デッドタイム補償により音響性能を向上
 - DACOUT ピンを介しての変数の監視
- 動作電圧: 4.5V ~ 35V (絶対最大定格 40V)
- 高 (ピーク) 出力電流能力: 4A
- 低い MOSFET オンステート抵抗
 - RGF: T_J = 25°C での R_{DS(ON)}(H+L): 240mΩ (標準値)
 - RRY: T_J = 25°C での R_{DS(ON)}(H+L): 250mΩ (標準値)
- 低消費電力スリープ モード: 表 6-7 を参照
 - 5μA (最大値) (V_{VM} = 24V, T_A = 25°C)
- 速度ループの精度: 内部クロック使用時に 3%、外部クロックを基準とする場合は 1%
- 構成可能不揮発性メモリ (EEPROM) にデバイス構成を保存
- 低インダクタンスのモータをサポートするため、最大 60kHz の PWM 周波数に対応
- 電流検出機能を内蔵、外付け電流検出抵抗が不要
- 3.3V、20mA LDO レギュレータ内蔵
- 3.3V/5V、170mA 降圧レギュレータ内蔵
- 専用 DRVOFF ピンによる出力の無効化 (ハイインピーダンス)
- 拡散スペクトラムとスルーレート設定は EMI 低減に貢献
- 各種保護機能を内蔵
 - 電源低電圧誤動作防止 (UVLO)
 - 電源過電圧保護 (OVP)
 - モーター ロック検出 (5 つの異なる種類)
 - 過電流保護 (OCP)

- 熱警告およびシャットダウン (OTW/TSD)
- フォルト状況表示ピン (nFAULT)
- I²C インターフェイスによるフォルト診断 (オプション)

2 アプリケーション

- ブラシレス DC (BLDC) モーター モジュール
- 二輪車燃料ポンプ
- シート冷却ファン
- 車載クーラントポンプ

3 説明

MCF8315C-Q1 は、速度制御された 12 ~ 24V ブラシレス DC モーター (BLDC) または永久磁石同期モーター (PMSM) を、最大 4A のピーク電流で駆動するための、シングルチップでコード フリーのセンサレス FOC 設計を提供します。MCF8315C-Q1 は、絶対最大定格が 40V で、R_{DS(ON)} が 240/250mΩ (ハイサイドとローサイド FET の合計) という低い値のハーフブリッジを 3 つ内蔵しています。MCF8315C-Q1 には、電圧調整可能な降圧レギュレータ (3.3V/5V、170mA) および LDO (3.3V、20mA) を含む電源管理回路が内蔵されており、外部回路に電源を供給できます。

FOC アルゴリズムの構成は不揮発性 EEPROM に保存できるため、デバイスの構成後はスタンドアロンで動作できます。デバイスは、PWM 入力、アナログ電圧、可変周波数の方形波、I²C コマンドによって速度コマンドを受信します。MCF8315C-Q1 は、本デバイス自身、モーター、システムをフォルト イベントから保護するための多くの保護機能を内蔵しています。

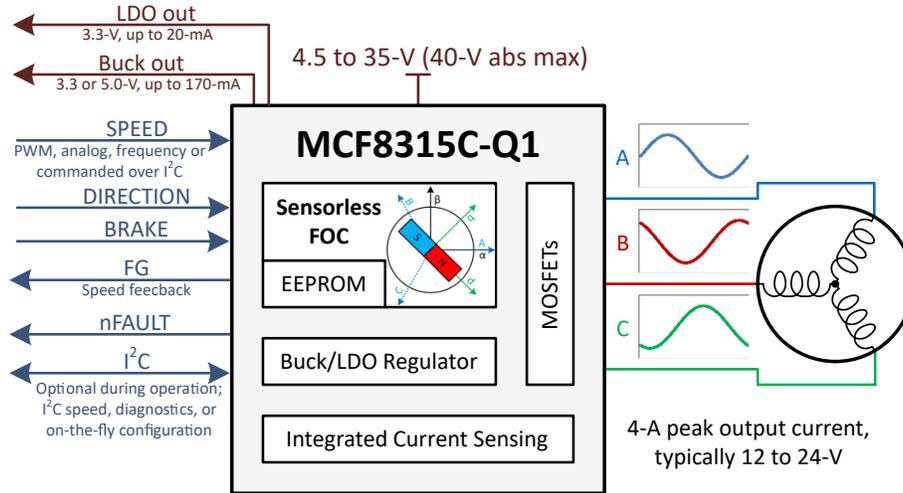
MCF8315C-Q1 は、2 つのパッケージで供給されます。40 ピン、7mm × 5mm ウェットダブル フランク QFN (RGF) および 32 ピン、6mm × 4mm ウェットダブル フランク QFN (RRY)。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ (2)
MCF8315C1VQRGFRQ1	RGF (VQFN, 40)	7.00mm × 5.00mm
MCF8315C1VQRRYRQ1	RRY (WQFN, 32)	6.00mm × 4.00mm

- 詳細については、[セクション 12](#) を参照してください。
- パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。





概略回路図

目次

1 特長	1	7.3 Hardware_Configuration レジスタ.....	125
2 アプリケーション	1	7.4 Internal_Algorithm_Configuration レジスタ.....	137
3 説明	1	8 RAM (揮発性) レジスタ マップ	143
4 ピン構成および機能	4	8.1 Fault_Status レジスタ.....	143
5 仕様	8	8.2 System_Status レジスタ.....	147
5.1 絶対最大定格.....	8	8.3 Device_Control レジスタ.....	151
5.2 ESD 定格 (車載機器).....	8	8.4 Algorithm_Control レジスタ.....	153
5.3 推奨動作条件.....	8	8.5 Algorithm_Variables レジスタ.....	164
5.4 熱に関する情報.....	9	9 アプリケーションと実装	202
5.5 電気的特性.....	9	9.1 アプリケーション情報.....	202
5.6 標準モードとファースト モードの SDA および SCL バスの特性.....	16	9.2 代表的なアプリケーション.....	202
6 詳細説明	18	9.3 電源に関する推奨事項.....	208
6.1 概要.....	18	9.4 レイアウト.....	209
6.2 機能ブロック図.....	19	10 デバイスおよびドキュメントのサポート	211
6.3 機能説明.....	21	10.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	211
6.4 デバイスの機能モード.....	79	10.2 サポート・リソース.....	211
6.5 外部インターフェイス.....	80	10.3 商標.....	211
6.6 EEPROM アクセスと I ² C インターフェイス.....	82	10.4 静電気放電に関する注意事項.....	211
7 EEPROM (不揮発性) レジスタ マップ	89	10.5 用語集.....	211
7.1 Algorithm_Configuration レジスタ.....	89	11 改訂履歴	211
7.2 Fault_Configuration レジスタ.....	116	12 メカニカル、パッケージ、および注文情報	212

4 ピン構成および機能

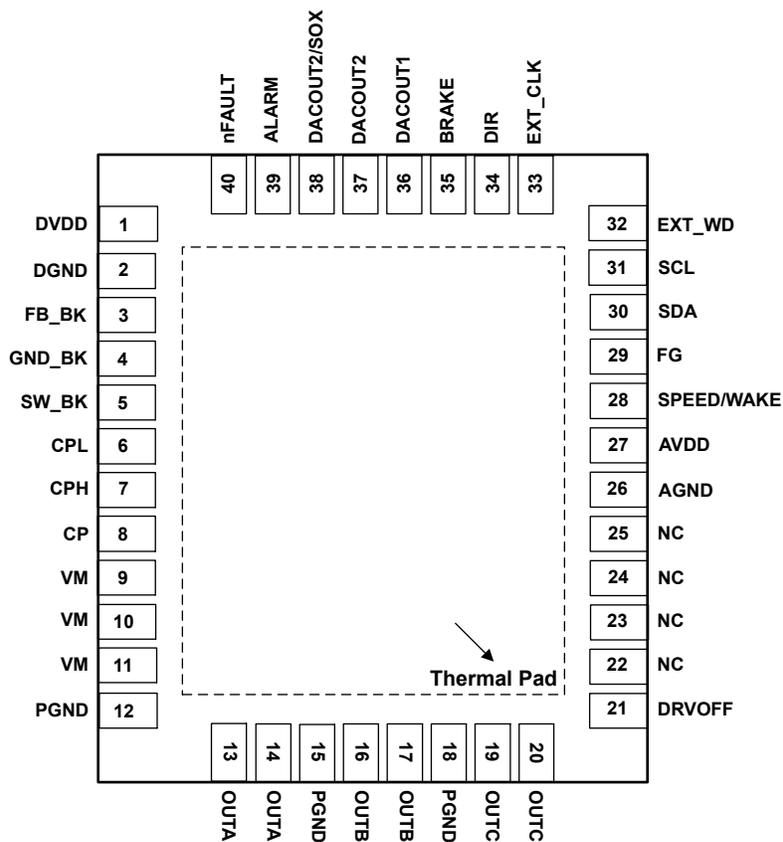


図 4-1. MCF8315C-Q1 40 ピン RGF VQFN (露出サーマルパッド付き) 上面図

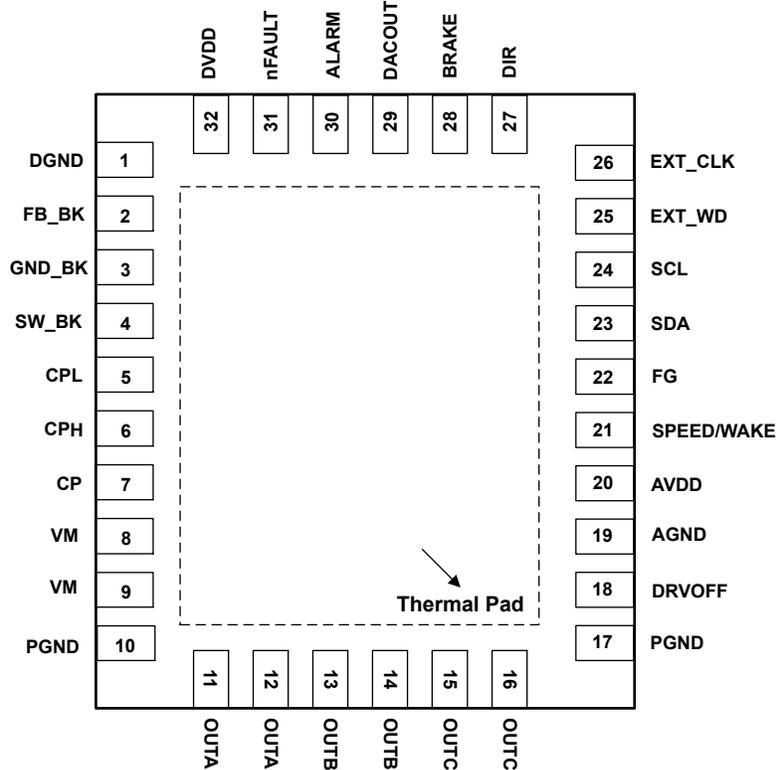


図 4-2. MCF8315C-Q1 32 ピン RRY WQFN (露出サーマルパッド付き) 上面図

表 4-1. ピンの機能

ピン	40-PIN パッケージ	32-PIN パッケージ	タイプ ⁽¹⁾	説明
名称	MCF8315C-Q1	MCF8315C-Q1		
AGND	26	19	GND	デバイスのアナログ グランド。接続の推奨事項については、「 レイアウトのガイドライン 」を参照。
ALARM	39	30	O	アラーム信号:プッシュプル出力。イネーブルされている場合、フォルト条件時にロジック High にプルされます。 ALARM ピンを使用しない場合は、フローティングのままにします。
AVDD	27	20	PWR O	3.3V 内部レギュレータ出力。X5R または X7R、1 μ F、6.3V セラミック コンデンサを AVDD ピンと AGND ピンの間に接続します。このレギュレータは最大 20mA を外部回路に供給できます。
BRAKE	35	28	I	High → モーターにブレーキをかける。 Low → 通常のモーター動作 BRAKE ピンを使用しない場合は、AGND に直接接続します。 BRAKE ピンを使用してモーターにブレーキをかける場合は、(オプションの) 外部 10k Ω プルダウン抵抗を (AGND との間に) 使用すると、ノイズ除去性能が向上します。
CP	8	7	PWR	チャージポンプ出力。X5R または X7R、1 μ F、16V セラミック コンデンサを CP ピンと VM ピンの間に接続します。
CPH	7	6	PWR	チャージポンプのスイッチング ノード。X5R または X7R、47nF、セラミック コンデンサを CPH ピンと CPL ピンの間に接続します。コンデンサの電圧定格は、デバイスの通常動作電圧の 2 倍以上とすることを推奨します。
CPL	6	5	PWR	
DACOUT1	36	29	O	DAC 出力 DACOUT1
DACOUT2	37	-	O	DAC 出力 DACOUT2

表 4-1. ピンの機能 (続き)

ピン	40-PIN パッケージ	32-PIN パッケージ	タイプ ⁽¹⁾	説明
名称	MCF8315C-Q1	MCF8315C-Q1		
DACOUT2/ SOX	38	-	O	多用途ピン: DAC 出力 (DACOUT2 として設定されている場合) CSA 出力 (SOX として設定されている場合)
DGND	2	1	GND	デバイス デジタル グランド。接続の推奨事項については、「 レイアウトのガイドライン 」を参照してください。
DIR	34	27	I	モーターの回転方向。 Low の場合、位相駆動シーケンスは OUT A → OUT C → OUT B High の場合、位相駆動シーケンスは OUT A → OUT B → OUT C DIR ピンを使用しない場合は、必要な相駆動シーケンスに応じて、AGND または AVDD に直接接続します。 DIR ピンを使用してモーターの回転方向を変更する場合は、(オプションの) 外部 10kΩ プルダウン抵抗を (AGND との間に) 使用すると、ノイズ除去性能が向上します。
DRVOFF	21	18	I	DRVOFF が High である場合、6 つの MOSFET はすべてコースト (ハイインピーダンス)。 DRVOFF ピンを使用しない場合は、AGND に直接接続します。 DRVOFF ピンを使用して MOSFET を直ちにコースト (ハイインピーダンス) する場合は、外部 10kΩ プルダウン抵抗を (AGND との間に) 使用すると、ノイズ除去性能が向上します。
DVDD	1	32	PWR	1.5V 内部レギュレータ出力。X5R または X7R、2.2μF、6.3V セラミック コンデンサを DVDD ピンと DGND ピンの間に接続します。
EXT_CLK	33	26	I	外部クロック基準モードの外部クロック基準入力。
EXT_WD	32	25	I	外部ウォッチドッグ入力。
FB_BK	3	2	PWR I/O	降圧レギュレータの出力制御用フィードバック。降圧レギュレータ出力のインダクタ / 抵抗の後に接続します。
FG	29	22	O	モーター速度インジケータ: 1.8V ~ 5.0V への外部プルアップ抵抗を必要とするオープンドレイン出力。PULLUP_ENABLE を 1b に設定することで、オプションの AVDD への内部プルアップ抵抗が有効になります。内部プルアップ抵抗が有効の場合、外部プルアップ抵抗は使用できません。
GND_BK	4	3	GND	Buck regulator ground。接続の推奨事項については、「 レイアウトのガイドライン 」を参照してください。
NC	22、23、24、 25	-	-	接続なし。放熱性能を高めるため、これらのピンはフローティングのままにするか、サーマルパッドに接続します。
nFAULT	40	31	O	フォルト インジケータ。フォルト状態の間はロジック Low にプルされます。1.8V ~ 5.0V への外部プルアップ抵抗を必要とするオープンドレイン出力。PULLUP_ENABLE を 1b に設定することで、オプションの AVDD への内部プルアップ抵抗が有効になります。内部プルアップ抵抗が有効の場合、外部プルアップ抵抗は使用できません。
OUTA	13、14	11、12	PWR O	ハーフブリッジ出力 A
OUTB	16、17	13、14	PWR O	ハーフブリッジ出力 B
OUTC	19、20	15、16	PWR O	ハーフブリッジ出力 C
PGND	12、15、18	10、17	GND	デバイスの電源グランド。接続の推奨事項については、「 レイアウトのガイドライン 」を参照してください。
SCL	31	24	I	I ² C クロック入力
SDA	30	23	I/O	I ² C データライン
SPEED/ WAKE	28	21	I	デバイス速度入力。アナログ、PWM、周波数方式の速度入力をサポートしています。 SPEED ピン入力は、SPEED_MODE によって設定できます。
SW_BK	5	4	PWR	Buck switch node。このピンはインダクタまたは抵抗に接続します。

表 4-1. ピンの機能 (続き)

ピン	40-PIN パッケージ	32-PIN パッケージ	タイプ ⁽¹⁾	説明
名称	MCF8315C-Q1	MCF8315C-Q1		
VM	9, 10, 11	8, 9	PWR I	デバイスおよびモーターの電源。モータ電源電圧に接続し、1つの 0.1μF セラミックコンデンサ および 1つのバルクコンデンサを使用して PGND にバイパスします。コンデンサの電圧定格は、デバイスの通常動作電圧の 2 倍以上とすることを推奨します。
サーマルパッド			GND	AGND に接続してください。

(1) I = 入力、O = 出力、GND = グランド、PWR = 電源、NC = 未接続

5 仕様

5.1 絶対最大定格

動作時周囲温度範囲内 (特に記述のない限り)⁽¹⁾

	最小値	最大値	単位
電源ピン電圧 (VM)	-0.3	40	V
グランドピン (GND_BK, DGND, PGND, AGND) 間の電圧差	-0.3	0.3	V
チャージポンプ電圧 (CPH, CP)	-0.3	$V_{VM} + 6$	V
チャージポンプ負スイッチングピン電圧 (CPL)	-0.3	$V_{VM} + 0.3$	V
スイッチングレギュレータピン電圧 (FB_BK)	-0.3	6	V
スイッチングノードピン電圧 (SW_BK)	-0.3	$V_{VM} + 0.3$	V
アナログレギュレータピン電圧 (AVDD)	-0.3	4	V
アナログレギュレータピン電圧 (DVDD)	-0.3	1.7	V
ロジックピン入力電圧 (BRAKE, DRVOFF, DIR, EXT_CLK, EXT_WD, SCL, SDA, SPEED)	-0.3	6	V
オープンドレイン出力電圧 (nFAULT, FG)	-0.3	6	V
出力ピン電圧 (OUTA, OUTB, OUTC)	-1	$V_{VM} + 1$	V
周囲温度、 T_A	-40	125	°C
接合部温度、 T_J	-40	150	°C
保管温度、 T_{stg}	-65	150	°C

(1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを意味するものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用した場合、本デバイスは完全に機能するとは限りません。またその結果、本デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、本デバイスの寿命を縮める可能性があります

5.2 ESD 定格 (車載機器)

		値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 ⁽¹⁾ HBM ESD 分類レベル 2 準拠	V
		荷電デバイスモデル (CDM)、AEC Q100-011 CDM ESD 分類レベル C4B 準拠	
		角のピン その他のピン	
		± 2000	
		± 750	
		± 750	

(1) AEC Q100-002 は、HBM ストレス試験を ANSI / ESDA / JEDEC JS-001 仕様に従って実施しなければならないと規定しています。

5.3 推奨動作条件

動作時周囲温度範囲内 (特に記述のない限り)

	最小値	公称値	最大値	単位
V_{VM}	4.5	24	35	V
I_{OUT} ⁽¹⁾			4	A
V_{IN_LOGIC}	-0.1		5.5	V
V_{OD}	-0.1		5.5	V
I_{OD}			5	mA
T_A	-40		125	°C
T_J	-40		150	°C

(1) 消費電力および温度の制限に従う必要があります。

5.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		MCF8315C-Q1	MCF8315C-Q1	単位
		RGF (VQFN)	RRY (WQFN)	
		40ピン	32ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	28	30.7	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	16.7	18.6	°C/W
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	8.9	9.6	°C/W
Ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	1.8	1.6	°C/W
Ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	8.9	9.6	°C/W
R _{θJC(bot)}	接合部からケース (底面) への熱抵抗	3.5	3.4	°C/W

(1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーションレポートを参照してください。

5.5 電気的特性

T_J = -40°C ~ +150°C、V_{VM} = 4.5 ~ 35V (特に記述のない限り)。標準値には T_A = 25°C、V_{VM} = 24V が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電源						
I _{VMQ}	VM スリープ モード電流	V _{VM} > 6V、V _{SPEED} = 0、T _A = 25°C		3	5	μA
		V _{SPEED} = 0、T _A = 125°C		3.5	7	μA
I _{VMS}	VM スタンバイ モード電流	V _{VM} ≥ 12V、スタンバイ モード、DRVOFF = High、T _A = 25°C、L _{BK} = 47μH、C _{BK} = 22μF		8	16	mA
		V _{VM} ≥ 12V、スタンバイ モード、DRVOFF = High、T _A = 25°C、R _{BK} = 22Ω、C _{BK} = 22μF		25	29	mA
		V _{VM} ≥ 12V、スタンバイ モード、DRVOFF = High、L _{BK} = 47μH、C _{BK} = 22μF、		8	16.5	mA
		V _{VM} ≥ 12V、スタンバイ モード、DRVOFF = High、R _{BK} = 22Ω、C _{BK} = 22μF、		25	29	mA
I _{VM}	VM 動作モード電流	V _{VM} ≥ 12V、V _{SPEED} > V _{EX_SL} 、PWM_FREQ_OUT = 0011b (25kHz)、T _A = 25°C、L _{BK} = 47μH、C _{BK} = 22μF、モーター接続なし		11	18	mA
		V _{VM} ≥ 12V、V _{SPEED} > V _{EX_SL} 、PWM_FREQ_OUT = 0011b (25kHz)、T _A = 25°C、R _{BK} = 22Ω、C _{BK} = 22μF、モーター接続なし		27	31.5	mA
		V _{VM} ≥ 12V、V _{SPEED} > V _{EX_SL} 、PWM_FREQ_OUT = 0011b (25kHz)、L _{BK} = 47μH、C _{BK} = 22μF、モーター接続なし		11	18	mA
		V _{VM} ≥ 12V、V _{SPEED} > V _{EX_SL} 、PWM_FREQ_OUT = 0011b (25kHz)、R _{BK} = 22Ω、C _{BK} = 22μF、モーター接続なし		28	32	mA
V _{AVDD}	アナログ レギュレータの電圧	0mA ≤ I _{AVDD} ≤ 20mA	3.125	3.3	3.465	V
I _{AVDD}	外部アナログ レギュレータの負荷				20	mA
V _{DVDD}	デジタル レギュレータ電圧		1.4	1.55	1.65	V
V _{VCP}	チャージポンプ レギュレータ電圧	VM を基準とした VCP	4.0	4.7	5.5	V

5.5 電気的特性 (続き)

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 4.5 \sim 35\text{V}$ (特に記述のない限り)。標準値には $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$ が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
降圧レギュレータ						
V_{BK}	降圧レギュレータの平均電圧 ($L_{BK} = 47\mu\text{H}$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$)	$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 170\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 00b	3.1	3.3	3.5	V
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 170\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 01b	4.6	5.0	5.4	V
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 170\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 10b	3.7	4.0	4.3	V
		$V_{VM} > 6.7\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 170\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 11b	5.2	5.7	5.8	V
		$V_{VM} < 6.0\text{V}$ (BUCK_SEL = 00b、01b、 10b、11b)、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 170\text{mA}$	$V_{VM} - I_{BK} \cdot (R_{LBK} + 2)^{\dagger 1}$			V
V_{BK}	降圧レギュレータの平均電圧 ($L_{BK} = 22\mu\text{H}$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$)	$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 20\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 00b	3.1	3.3	3.5	V
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 20\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 01b	4.6	5.0	5.4	V
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 20\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 10b	3.7	4.0	4.3	V
		$V_{VM} > 6.7\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 20\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 11b	5.2	5.7	5.8	V
		$V_{VM} < 6.0\text{V}$ (BUCK_SEL = 00b、01b、 10b、11b)、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 20\text{mA}$	$V_{VM} - I_{BK} \cdot (R_{LBK} + 2)^{\dagger 1}$			V
V_{BK}	降圧レギュレータの平均電圧 ($R_{BK} = 22\Omega$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$)	$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 10\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 00b	3.1	3.3	3.5	V
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 10\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 01b	4.6	5.0	5.4	V
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 10\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 10b	3.7	4.0	4.3	V
		$V_{VM} > 6.7\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 10\text{mA}$ 、 BUCK_SEL = 11b	5.2	5.7	5.8	V
		$V_{VM} < 6.0\text{V}$ (BUCK_SEL = 00b、01b、 10b、11b)、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 10\text{mA}$	$V_{VM} - I_{BK} \cdot (R_{BK} + 2)$			V
V_{BK_RIP}	降圧レギュレータのリプル電圧	$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 170\text{mA}$ 、インダク タ付き降圧レギュレータ、 $L_{BK} = 47\mu\text{H}$ 、 C_{BK} = $22\mu\text{F}$	-100		100	mV
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 20\text{mA}$ 、インダク タ付き降圧レギュレータ、 $L_{BK} = 22\mu\text{H}$ 、 C_{BK} = $22\mu\text{F}$	-100		100	mV
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $0\text{mA} \leq I_{BK} \leq 10\text{mA}$ 、抵抗付き降 圧レギュレータ、 $R_{BK} = 22\Omega$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$	-100		100	mV

5.5 電気的特性 (続き)

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 4.5 \sim 35\text{V}$ (特に記述のない限り)。標準値には $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$ が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_{BK}	外部降圧レギュレータの負荷	$L_{BK} = 47\mu\text{H}$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$ 、 $\text{BUCK_PS_DIS} = 1\text{b}$			170	mA
		$L_{BK} = 47\mu\text{H}$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$ 、 $\text{BUCK_PS_DIS} = 0\text{b}$			170 - I_{AVDD}	mA
		$L_{BK} = 22\mu\text{H}$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$ 、 $\text{BUCK_PS_DIS} = 1\text{b}$			20	mA
		$L_{BK} = 22\mu\text{H}$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$ 、 $\text{BUCK_PS_DIS} = 0\text{b}$			20 - I_{AVDD}	mA
		$R_{BK} = 22\Omega$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$ 、 $\text{BUCK_PS_DIS} = 1\text{b}$			10	mA
		$R_{BK} = 22\Omega$ 、 $C_{BK} = 22\mu\text{F}$ 、 $\text{BUCK_PS_DIS} = 0\text{b}$			10 - I_{AVDD}	mA
$f_{\text{SW_BK}}$	降圧レギュレータのスイッチング周波数	レギュレーション モード	20		535	kHz
		リニア モード	20		535	kHz
V_{BK_UVLO}	降圧レギュレータ低電圧誤動作防止	V_{BK} 立ち上がり、 $\text{BUCK_SEL} = 00\text{b}$	2.7	2.8	2.95	V
		V_{BK} 立ち下がり、 $\text{BUCK_SEL} = 00\text{b}$	2.5	2.6	2.7	V
		V_{BK} 立ち上がり、 $\text{BUCK_SEL} = 01\text{b}$	4.3	4.4	4.55	V
		V_{BK} 立ち下がり、 $\text{BUCK_SEL} = 01\text{b}$	4.1	4.2	4.42	V
		V_{BK} 立ち上がり、 $\text{BUCK_SEL} = 10\text{b}$	2.7	2.8	2.95	V
		V_{BK} 立ち下がり、 $\text{BUCK_SEL} = 10\text{b}$	2.5	2.6	2.7	V
		V_{BK} 立ち上がり、 $\text{BUCK_SEL} = 11\text{b}$	4.3	4.4	4.55	V
		V_{BK} 立ち下がり、 $\text{BUCK_SEL} = 11\text{b}$	4.1	4.2	4.42	V
$V_{BK_UVLO_HYS}$	降圧レギュレータ低電圧誤動作防止のヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、 $\text{BUCK_SEL} = 00\text{b}$	90	200	400	mV
		立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、 $\text{BUCK_SEL} = 01\text{b}$	70	200	400	mV
		立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、 $\text{BUCK_SEL} = 10\text{b}$	90	200	400	mV
		立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、 $\text{BUCK_SEL} = 11\text{b}$	70	200	400	mV
I_{BK_CL}	降圧レギュレータ電流制限スレッショルド	$\text{BUCK_CL} = 0\text{b}$	360	600	910	mA
		$\text{BUCK_CL} = 1\text{b}$	80	150	250	mA
I_{BK_OCP}	降圧レギュレータ過電流保護トリップ ポイント		2	3	4	A
t_{BK_RETRY}	過電流保護リトライ時間		0.7	1	1.3	ms
ドライブ出力						
$R_{DS(ON)}(RGF)$	全 MOSFET オン抵抗 (ハイサイド + ローサイド)	$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{A}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		240	260	m Ω
		$V_{VM} < 6\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{A}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		250	270	m Ω
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{A}$ 、 $T_A = 150^{\circ}\text{C}$		360	400	m Ω
		$V_{VM} < 6\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{A}$ 、 $T_A = 150^{\circ}\text{C}$		370	415	m Ω
$R_{DS(ON)}(RRY)$	全 MOSFET オン抵抗 (ハイサイド + ローサイド)	$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{A}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		250	270	m Ω
		$V_{VM} < 6\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{A}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		260	280	m Ω
		$V_{VM} > 6\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{A}$ 、 $T_J = 150^{\circ}\text{C}$		375	415	m Ω
		$V_{VM} < 6\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{A}$ 、 $T_J = 150^{\circ}\text{C}$		385	425	m Ω

5.5 電気的特性 (続き)

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 4.5 \sim 35\text{V}$ (特に記述のない限り)。標準値には $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$ が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
SR	Low から High へのスイッチング (20% から 80% への立ち上がり) 時の位相ピンのスルーレート	$V_{VM} = 24\text{V}$, SLEW_RATE = 10b	80	125	210	V/ μs
		$V_{VM} = 24\text{V}$, SLEW_RATE = 11b	130	200	315	V/ μs
SR	High から Low へスイッチングする位相ピンのスルーレート (80% から 20% への立ち下がり)	$V_{VM} = 24\text{V}$, SLEW_RATE = 10b	80	125	235	V/ μs
		$V_{VM} = 24\text{V}$, SLEW_RATE = 11b	130	200	345	V/ μs
t_{DEAD}	出力デッドタイム (High から Low / Low から High)	$V_{VM} = 24\text{V}$, SR = 125V/ μs		650	850	ns
		$V_{VM} = 24\text{V}$, SR = 200V/ μs		500	550	ns
SPEED 入力 - PWM モード						
f_{PWM}	PWM 入力周波数		0.01		100	kHz
Res _{PWM}	PWM 入力分解能	$f_{\text{PWM}} = 0.01 \sim 0.35\text{kHz}$	11	12	13	ビット
		$f_{\text{PWM}} = 0.35 \sim 2\text{kHz}$	11	13	14	ビット
		$f_{\text{PWM}} = 2 \sim 3.5\text{kHz}$	11	11.5	12	ビット
		$f_{\text{PWM}} = 3.5 \sim 7\text{kHz}$	12	13	13.5	ビット
		$f_{\text{PWM}} = 7 \sim 14\text{kHz}$	11	12	12.5	ビット
		$f_{\text{PWM}} = 14 \sim 29.2\text{kHz}$	10	11.5	12	ビット
		$f_{\text{PWM}} = 29.3 \sim 60\text{kHz}$	9	10.5	11	ビット
		$f_{\text{PWM}} = 60 \sim 100\text{kHz}$	8	9	10	ビット
SPEED 入力 - アナログ モード						
$V_{\text{ANA_FS}}$	アナログ フルスPEED電圧		2.95	3	3.05	V
$V_{\text{ANA_RES}}$	アナログ電圧分解能			732		μV
SPEED 入力 - 周波数モード						
$f_{\text{PWM_FREQ}}$	PWM 入力周波数範囲	デューティ サイクル = 50%	3		32767	Hz
スリープ モード						
$V_{\text{EN_SL}}$	スリープ モードに移行するためのアナログ電圧	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード)			40	mV
$V_{\text{EX_SL}}$	スリープ モードを終了するためのアナログ電圧	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード)	2.2			V
$t_{\text{DET_ANA}}$	SPEED ピンでウェークアップ信号を検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 00b (アナログモード) $V_{\text{SPEED}} > V_{\text{EX_SL}}$	0.5	1	1.5	μs
t_{WAKE}	スリープ状態からのウェークアップ時間	$V_{\text{SPEED}} > V_{\text{EX_SL}}$ から DVDD 電圧利用可能、SPEED_MODE = 00b (アナログモード)		3	5	ms
$t_{\text{EX_SL_DR_ANA}}$	スリープ状態から復帰後、モーターを駆動するために必要な時間	SPEED_MODE = 00b (アナログモード)、最初の PWM パルスを出力するために DVDD 電圧が使用可能、ISD 検出はディスエーブル			30	ms
$t_{\text{DET_PWM}}$	SPEED ピンでウェークアップ信号を検出するために必要な時間	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} > V_{\text{IH}}$	0.5	1	1.5	μs
$t_{\text{WAKE_PWM}}$	スリープ状態からのウェークアップ時間	$V_{\text{SPEED/WAKE}} > V_{\text{IH}}$ から DVDD 電圧利用可能、SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)		3	5	ms
$t_{\text{EX_SL_DR_PWM}}$	スリープ状態から復帰後、モーターを駆動するために必要な時間	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、最初の PWM パルスを出力するために DVDD 電圧が利用可能、ISD 検出はディスエーブル			30	ms

5.5 電気的特性 (続き)

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 4.5 \sim 35\text{V}$ (特に記述のない限り)。標準値には $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$ が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{\text{DET_SL_ANA}}$	スリープ コマンドを検出するために必要な時間、アナログ モード	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{EN_SL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 00b	0.035	0.05	0.065	ms
		SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{EN_SL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 00b または 01b	0.14	0.2	0.26	ms
		SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{EN_SL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 10b	14	20	26	ms
		SPEED_MODE = 00b (アナログ モード) $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{EN_SL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 11b	140	200	260	ms
$t_{\text{DET_SL_PWM}}$	スリープコマンドを検出するために必要な時間、PWM または周波数モード	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 00b	0.035	0.05	0.065	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 01b	0.14	0.2	0.26	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 10b	14	20	26	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 11b	140	200	260	ms
$t_{\text{EN_SL}}$	スリープ コマンドの検出後、モーターの駆動を停止するために必要な時間	SPEED < $V_{\text{EN_SL}}$ (アナログ モード) または $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ (PWM モードまたは周波数モード) または $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ および DIGITAL_SPEED_CTRL = 0b (I2C モード)		1	2	ms
スタンバイ モード						
$t_{\text{EX_SB_DR_ANA}}$	スタンバイ モードを終了した後、モーターを駆動するために必要な時間、アナログ モード	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード)、 $V_{\text{SPEED}} > V_{\text{EX_SB}}$ 、ISD 検出はディスエーブル			6	ms
$t_{\text{EX_SB_DR_PWM}}$	スタンバイ モードを終了した後、モーターを駆動するために必要な時間、PWM モード	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) $V_{\text{SPEED}} > V_{\text{IH}}$ 、ISD 検出は無効化			6	ms
$t_{\text{DET_SB_ANA}}$	スタンバイ コマンドを検出するために必要な時間、アナログ モード	SPEED_MODE = 00b (アナログ モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{EN_SB}}$	0.5	1	2	ms

5.5 電気的特性 (続き)

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 4.5 \sim 35\text{V}$ (特に記述のない限り)。標準値には $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$ が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
$t_{\text{DET_SB_PWM}}$	スタンバイコマンドを検出するために必要な時間、PWM または周波数モード	SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または SPEED_MODE = 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 00b	0.035	0.05	0.065	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または SPEED_MODE = 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 01b	0.14	0.2	0.26	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または SPEED_MODE = 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 10b	14	20	26	ms
		SPEED_MODE = 01b (PWM モード) または SPEED_MODE = 11b (周波数モード)、 $V_{\text{SPEED}} < V_{\text{IL}}$ 、SLEEP_ENTRY_TIME = 11b	140	200	260	ms
$t_{\text{DET_SB_DIG}}$	スタンバイ モードの検出に必要な時間、I ² C モード	SPEED_MODE = 10b (I ² C モード)、DIGITAL_SPEED_CTRL = 0b		1	2	ms
$t_{\text{EN_SB}}$	スタンバイ コマンドの検出後、モーターの駆動を停止するために必要な時間	すべてのリファレンス入力モード		1	2	ms
ロジック レベル入力 (BRAKE、DIR、EXT_CLK、EXT_WD、SPEED)						
V_{IL}	入力ロジック Low 電圧	AVDD = 3~3.6V			0.25*AVDD	V
V_{IH}	入力ロジック High 電圧	AVDD = 3~3.6V			0.65*AVDD	V
V_{HYS}	入力ヒステリシス		50	500	800	mV
I_{IL}	入力ロジック Low 電流	AVDD = 3~3.6V	-0.15		0.15	μA
I_{IH}	入力ロジック High 電流	AVDD = 3~3.6V	-0.3		0	μA
$R_{\text{PD_SPEED}}$	入力プルダウン抵抗	SPEED ピンから GND に対して	0.6	1	1.4	MΩ
オープンドレイン出力 (nFAULT、FG)						
V_{OL}	出力ロジック Low 電圧	$I_{\text{OD}} = -5\text{mA}$			0.4	V
I_{OZ}	出力ロジック High 電流	$V_{\text{OD}} = 3.3\text{V}$	0		0.5	μA
I²C シリアル インターフェイス						
$V_{\text{I2C_L}}$	入力ロジック Low 電圧		-0.5		0.3*AVDD	V
$V_{\text{I2C_H}}$	入力ロジック High 電圧		0.7*AVDD		5.5	V
$V_{\text{I2C_HYS}}$	ヒステリシス		0.05*AVDD			V
$V_{\text{I2C_OL}}$	出力ロジック Low 電圧	オープンドレイン (2mA のシンク電流)	0		0.4	V
$I_{\text{I2C_OL}}$	出力ロジック Low 電流	$V_{\text{I2C_OL}} = 0.6\text{V}$			6	mA
$I_{\text{I2C_IL}}$	SDA と SCL の入力電流		-10 ²		10 ²	μA
C_i	SDA と SCL の容量				10	pF
t_{of}	出力立ち下がり時間 ($V_{\text{I2C_H}}(\text{min})$ から $V_{\text{I2C_L}}(\text{max})$ まで)	スタンダード モード			250 ³	ns
		ファースト モード			250 ³	ns
t_{SP}	入力フィルタにより抑制されるスパイクの幅	ファースト モード	0		50 ⁴	ns
発振器						

5.5 電気的特性 (続き)

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 4.5 \sim 35\text{V}$ (特に記述のない限り)。標準値には $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$ が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
f_{OSCREF}	外部クロック基準	EXT_CLK_CONFIG = 000b		8		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 001b		16		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 010b		32		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 011b		64		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 100b		128		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 101b		256		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 110b		512		kHz
		EXT_CLK_CONFIG = 111b		1024		kHz
EEPROM						
EE_{Prog}	プログラミング電圧		1.35	1.5	1.65	V
EE_{RET}	保持	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$		100		年
		$T_J = -40 \sim 150^{\circ}\text{C}$		10		年
EE_{END}	耐久性	$T_J = -40 \sim 150^{\circ}\text{C}$		1000		サイクル
		$T_J = -40 \sim 85^{\circ}\text{C}$		20000		サイクル
保護回路						
V_{UVLO}	電源低電圧誤動作防止 (UVLO)	VM 立ち上がり	4.3	4.4	4.51	V
		VM 立ち下がり	4.1	4.2	4.32	V
$V_{\text{UVLO_HYS}}$	電源低電圧誤動作防止のヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりへのスレッショルド	90	200	350	mV
t_{UVLO}	電源低電圧グリッチ除去時間		3	5	7	μs
V_{OVP}	電源の過電圧保護 (OVP) スレッショルド	電源立ち上がり、OVP_EN = 1、OVP_SEL = 0	32.5	34	35	V
		電源立ち下がり、OVP_EN = 1、OVP_SEL = 0	31.8	33	34.3	V
		電源立ち上がり、OVP_EN = 1、OVP_SEL = 1	20	22	23	V
		電源立ち下がり、OVP_EN = 1、OVP_SEL = 1	19	21	22	V
$V_{\text{OVP_HYS}}$	電源の過電圧保護のヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、OVP_SEL = 1	0.9	1	1.15	V
		立ち上がりから立ち下がりまでのスレッショルド、OVP_SEL = 0	0.7	0.8	0.9	V
t_{OVP}	電源過電圧グリッチ除去時間		2.5	5	7	μs
V_{CPUV}	チャージポンプ低電圧誤動作防止 (VM より上)	電源立ち上がり	2.25	2.5	2.75	V
		電源立ち下がり	2.2	2.4	2.6	V
$V_{\text{CPUV_HYS}}$	チャージポンプ UVLO のヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりへのスレッショルド	65	100	150	mV
$V_{\text{AVDD_UV}}$	アナログレギュレータ (AVDD) 低電圧誤動作防止	電源立ち上がり	2.7	2.85	3	V
		電源立ち下がり	2.48	2.65	2.8	V
$V_{\text{AVDD_UV_HYS}}$	アナログレギュレータ低電圧誤動作防止のヒステリシス	立ち上がりから立ち下がりへのスレッショルド	180	200	240	mV
I_{OCP}	過電流保護トリップポイント	OCP_LVL = 0b	5.5	9	12	A
		OCP_LVL = 1b	9	13	18	A

5.5 電気的特性 (続き)

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 4.5 \sim 35\text{V}$ (特に記述のない限り)。標準値には $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{VM} = 24\text{V}$ が適用されます。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
t_{OCP}	過電流保護グリッチ除去時間	OCP_DEG = 00b	0.02	0.2	0.4	μs
		OCP_DEG = 01b	0.2	0.6	1.2	μs
		OCP_DEG = 10b	0.5	1.2	1.8	μs
		OCP_DEG = 11b	0.9	1.6	2.5	μs
t_{RETRY}	過電流保護リトライ時間		425	500	575	ms
T_{OTW}	過熱警告温度	ダイ温度 (T_J)	135	145	155	$^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{OTW_HYS}}$	過熱警告ヒステリシス	ダイ温度 (T_J)	15	20	30	$^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{TSD_BUCK}}$	サーマル シャットダウン温度 (降圧)	ダイ温度 (T_J)	170	180	190	$^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{TSD_BUCK_HYS}}$	サーマル シャットダウンのヒステリシス (降圧)	ダイ温度 (T_J)	15	20	30	$^{\circ}\text{C}$
T_{TSD}	サーマル シャットダウン温度 (FET)	ダイ温度 (T_J)	165	175	185	$^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{TSD_HYS}}$	サーマル シャットダウンのヒステリシス (FET)	ダイ温度 (T_J)	15	20	30	$^{\circ}\text{C}$

- R_{LBK} はインダクタ L_{BK} の抵抗です。
- AVDD がオフの場合、I/O ピンが SDA および SCL ラインを妨げないようにする必要があります。
- SDA および SCL バスラインの t_f の最大値 (300ns) は、出力段の t_{of} の最大値の規定値 (250ns) より大きいです。そのため、SDA/SCL ピンと SDA/SCL バスラインとの間に直列保護抵抗 (R_s) を接続しても、 t_f の最大値の規定値を超えません。
- SDA および SCL 入力の入力フィルタは 50ns 未満のノイズスパイクを抑制します。

5.6 標準モードとファースト モードの SDA および SCL バスの特性

外気温度範囲での動作時 (特に記述がない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
スタンダード モード						
f_{SCL}	SCL クロック周波数		0		100	kHz
$t_{\text{HD_STA}}$	(繰り返し) START 条件のホールド時間	この時間が経過すると、最初のクロック パルスが生成されます	4			μs
t_{LOW}	SCL クロック Low 期間		4.7			μs
t_{HIGH}	SCL クロックの High の時間		4			μs
$t_{\text{SU_STA}}$	繰り返し START 条件のセットアップ時間		4.7			μs
$t_{\text{HD_DAT}}$	データ ホールド時間 (2)	I2C バス デバイス	0 (3)		(4)	μs
$t_{\text{SU_DAT}}$	データ セットアップ時間		250			ns
t_r	SDA 信号と SCL 信号の両方の立ち上がり時間				1000	ns
t_f	SDA 信号と SCL 信号の両方の立ち下がり時間 (3) (6) (7) (8)				300	ns
$t_{\text{SU_STO}}$	STOP 条件のセットアップ時間		4			μs
t_{BUF}	STOP 条件と START 条件の間のバス解放時間		4.7			μs
C_b	各バスラインの容量性負荷 (9)				400	pF
$t_{\text{VD_DAT}}$	データ有効時間 (10)				3.45 (4)	μs
$t_{\text{VD_ACK}}$	データ有効アクリッジ時間 (11)				3.45 (4)	μs
V_{nL}	Low レベルでのノイズ マージン	接続された各デバイスに対して (ヒステリシスを含む)	0.1*AVD D			V
V_{nh}	High レベルでのノイズ マージン	接続された各デバイスに対して (ヒステリシスを含む)	0.2*AVD D			V

外気温度範囲での動作時 (特に記述がない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	公称値	最大値	単位
ファースト モード						
f _{SCL}	SCL クロック周波数		0		400	KHz
t _{HD_STA}	(繰り返し) START 条件のホールド時間	この時間が経過すると、最初のクロック パルスが生成されます	0.6			μs
t _{LOW}	SCL クロック Low 期間		1.3			μs
t _{HIGH}	SCL クロックの High の時間		0.6			μs
t _{SU_STA}	繰り返し START 条件のセットアップ時間		0.6			μs
t _{HD_DAT}	データ ホールド時間 (2)		0 (3)		(4)	μs
t _{SU_DAT}	データ セットアップ時間		100 (5)			ns
t _r	SDA 信号と SCL 信号の両方の立ち上がり時間		20		300	ns
t _f	SDA 信号と SCL 信号の両方の立ち下がり時間 (3) (6) (7) (8)		20 x (AVDD / 5.5V)		300	ns
t _{SU_STO}	STOP 条件のセットアップ時間		0.6			μs
t _{BUF}	STOP 条件と START 条件の間のバス解放時間		1.3			μs
C _b	各バスラインの容量性負荷 (9)				400	pF
t _{VD_DAT}	データ有効時間 (10)				0.9 (4)	μs
t _{VD_ACK}	データ有効アクリッジ時間 (11)				0.9 (4)	μs
V _{nL}	Low レベルでのノイズ マージン	接続された各デバイスに対して (ヒステリシスを含む)	0.1*AVD D			V
V _{nh}	High レベルでのノイズ マージン	接続された各デバイスに対して (ヒステリシスを含む)	0.2*AVD D			V

- (1) すべての値は V_{IH(min)} (0.3V_{DD}) および V_{IL(max)} レベルを基準としています
- (2) t_{HD_DAT} は、SCL の立ち下がりエッジから測定されたデータ ホールド時間であり、送信中のデータとアクリッジに適用されます。
- (3) SCL 信号の立ち下がりエッジの未定義領域をブリッジするため、デバイスは SDA 信号のために (SCL 信号の V_{IH(min)} を基準として) 300ns 以上のホールド時間を内部的に確保する必要があります。
- (4) t_{HD_DAT} の最大値は、スタンダード モードで 3.45μs、ファースト モードで 0.9μs ですが、t_{VD_DAT} と t_{VD_ACK} の大きい方より遷移時間の分だけ小さくする必要があります。この最大値を満たす必要があるのは、SCL 信号の Low 期間 (t_{LOW}) を本デバイスがストレッチ (延長) しない場合に限られます。クロックが SCL をストレッチした場合、クロックが解放されることからセットアップ時間の分だけ前に、データが有効になっている必要があります。
- (5) ファースト モード I2C バス デバイスは、スタンダード モード I2C バス システムでも使えますが、その場合、t_{SU_DAT} 250ns の要件を満たす必要があります。本デバイスが SCL 信号の Low 期間をストレッチしない場合、これは自動的に当てはまります。そのようなデバイスが SCL 信号の Low 期間を延長する場合、SCL ラインが解放されるときより 1250ns (t_{r(max)} + t_{SU_DAT} = 1000ns + 250ns) だけ前に、次のデータビットを SDA ラインに出力する必要があります (スタンダード モード I2C バス仕様に従って)。アクリッジのタイミングもこのセットアップ時間を満たす必要があります。
- (6) HS モード デバイスと混在させる場合、より速い立ち下がり時間 (表 10 を参照) が許容されます。
- (7) SDA および SCL バスラインの立ち下がり時間 (t_f) の最大値は 300ns と規定されています。SDA 出力段の立ち下がり時間 (t_f) の最大値は 250ns と規定されています。そのため、SDA/SCL ピンと SDA/SCL バスラインとの間に直列保護抵抗 (Rs) を接続しても、t_f の最大値の規定値を超えません。
- (8) ファースト モード プラスでは、出力段とバス タイミングの立ち下がり時間が同じに規定されています。直列抵抗を使用する場合、バスのタイミングを検討する際に設計者はこのことを見込む必要があります。
- (9) 許容される最大バス容量は、そのアプリケーションの実際の動作電圧および周波数に応じて、規定値と異なる場合があります。
- (10) t_{VD_DAT} = データ信号が必要とする SCL Low から SDA 出力 (High または Low、どちらか長い方) までの時間。
- (11) t_{VD_ACK} = アクリッジ信号が必要とする SCL Low から SDA 出力 (High または Low、どちらか長い方) までの時間。

6 詳細説明

6.1 概要

MCF8315C-Q1 は、最大 4A のピーク位相電流を必要とする速度制御された 12V ~ 24V ブラシレス DC モーターを駆動するための、シングルチップでコードフリーのセンサレス FOC 設計を提供します。

MCF8315C-Q1 は、大電力駆動を可能にするために、40V の絶対最大定格と 240mΩ(RGF)/250mΩ(RRY) (ハイサイド + ローサイド) という小さい $R_{DS(ON)}$ を備えた 3 つのハーフブリッジを内蔵しています。内蔵の電流検出回路を使用して電流を検出するので、外付けの検出抵抗は不要です。調整可能な降圧レギュレータと LDO で構成された電源管理機能は、デバイスに必要な電圧レールを生成し、外部回路に電力を供給するためにも使用できます。

MCF8315C-Q1 はセンサレス FOC を実装しているため、ブラシレス DC モーターを回転させるのに外部マイクロコントローラは不要です。このアルゴリズムは固定機能のステートマシンとして実装されているため、コードを作成する必要はありません。このアルゴリズムは、モーター起動動作から閉ループ動作まで、レジスタ設定によって詳細に設定できます。これらのレジスタ設定は不揮発性 EEPROM に保存されるため、デバイスの構成後はデバイスをスタンドアロンで動作させることができます。本デバイスは、PWM 入力、アナログ電圧、周波数入力、I²C コマンドによって速度コマンドを受信します。

内蔵保護機能には、電源の低電圧誤動作防止 (UVLO)、チャージポンプの低電圧誤動作防止 (CPUV)、過電流保護 (OCP)、AVDD 低電圧誤動作防止 (AVDD_UV)、降圧レギュレータ UVLO、モーターロック検出、過熱警告とシャットダウン (OTW と TSD) などが挙げられます。フォルトイベントは nFAULT ピンによって示され、詳細なフォルト情報はレジスタで取得できます。

MCF8315C-Q1 デバイスは、2 つのパッケージで供給されます。

1. RGF: 40 ピン、7mm x 5mm、0.5mm ピンピッチ、高さ 1mm の VQFN
2. RRY: 32 ピン、6mm x 4mm、0.5mm ピンピッチ、高さ 0.8mm の WQFN

6.2 機能ブロック図

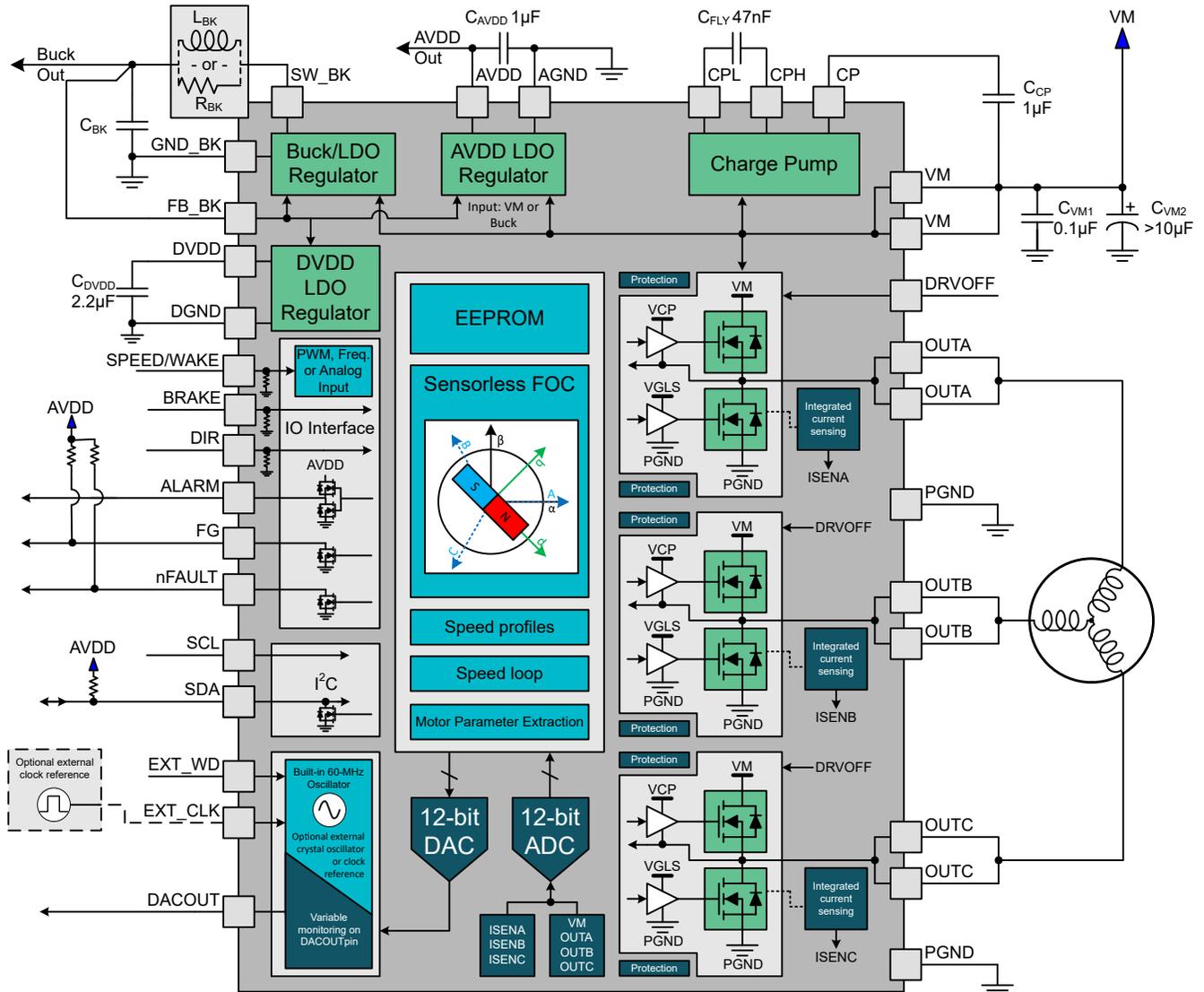


図 6-1. MCF8315C-Q1 (RGF) 機能ブロック図

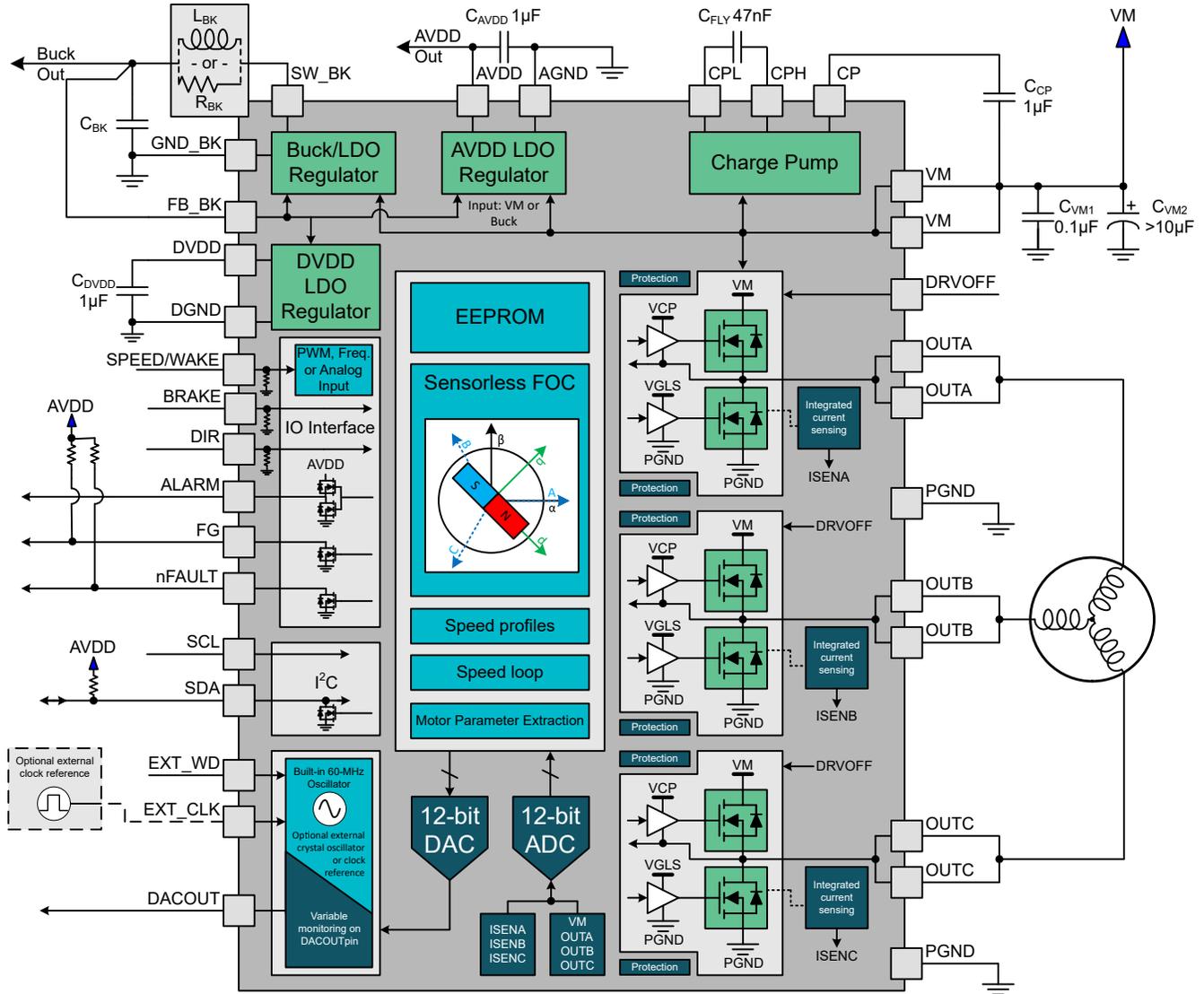


図 6-2. MCF8315C-Q1 (RRY) 機能ブロック図

6.3 機能説明

6.3.1 出カステージ

MCF8315C-Q1 は、3 相ブリッジ構成で接続された統合型 240mΩ/250mΩ (ハイサイドとローサイドの各 FET のオン抵抗の合計) の NMOS FET で構成されています。ダブル チャージ ポンプが、100% のデューティ サイクルをサポートしつつ、広い動作電圧範囲にわたって適切なゲート バイアス電圧をハイサイド NMOS FET に供給します。ローサイド MOSFET 用のゲート バイアス電圧は、内部リニアレギュレータが供給します。

6.3.2 デバイス インターフェイス

MCF8315C-Q1 は、I²C インターフェイスをサポートしており、最終アプリケーションの設計に十分な柔軟性を提供しています。MCF8315C-Q1 は、BRAKE、DRVOFF、DIR、EXT_CLK、EXT_WD、SPEED/WAKE ピンによってモーターの動作とシステムを制御できます。また、MCF8315C-Q1 は、DACOUT、FG、nFAULT、ALARM ピンによって、システム変数、速度、フォルト、位相電流のフィードバックを監視するためのさまざまな信号も提供します。

6.3.2.1 インターフェイス - 制御と監視

モーター制御信号

- SPEED/WAKE ピンは、モーター速度を制御し、MCF8315C-Q1 をスリープからウェークアップするために使われます。SPEED ピンは、PWM、周波数、またはアナログ入力信号を入力するように設定できます。また、このピンはスリープおよびスタンバイモードの開始と終了にも使われます (表 6-7 を参照)。
- BRAKE ピンが「High」に駆動されると、MCF8315C-Q1 はブレーキ状態に移行します。MCF8315C-Q1 は、ブレーキ状態に移行する前に、BRAKE_SPEED_THRESHOLD で定義された値まで出力速度を下げます。BRAKE が High に駆動されている間、MCF8315C-Q1 はブレーキ状態にとどまります。BRAKE ピン入力は、I²C インターフェイスを介して BRAKE_INPUT を設定することで上書きできます。
- DIR ピンはモーターの回転方向を決定します。High に駆動すると、シーケンスは OUT A → OUT B → OUT C となり、Low に駆動すると、シーケンスは OUT A → OUT C → OUT B となります。DIR ピン入力は、I²C インターフェイスを介して DIR_INPUT を設定することで上書きできます。
- DRVOFF ピンを High に駆動すると、MCF8315C-Q1 は、すべての MOSFET をオフにすることでモーターの駆動を停止します (コースト状態)。これにより、モーターなしフォルトまたは異常 BEMF フォルトなどが発生する可能性があります。DRVOFF を Low に駆動すると、モーターを再始動させる場合と同様に、MCF8315C-Q1 は通常の動作状態に戻ります (DRVOFF 機能を参照)。DRVOFF は、本デバイスがスリープモードにもスタンバイモードにも移行する原因にはなりません (デジタル コアはアクティブに維持されます)。スリープまたはスタンバイ状態の開始と終了は、SPEED ピンまたは I²C 速度コマンドによって制御されます。

外部発振器とウォッチドッグの信号

- EXT_CLK ピンは、外部クロックリファレンスを供給するために使用できます (外部クロックソースを参照)。
- EXT_WD ピンは、外部ウォッチドッグ信号を供給するために使用できます (外部ウォッチドッグを参照)。

出力信号

- DACOUT1 は、レジスタ DACOUT1_VAR_ADDR にあるアドレスで定義された内部変数を出力します。DACOUT1 は、PWM サイクルごとにリフレッシュされます (DAC 出力を参照)。
- DACOUT2 は、レジスタ DACOUT2_VAR_ADDR にあるアドレスで定義された内部変数を出力します。DACOUT2 は、PWM サイクルごとにリフレッシュされます (DAC 出力を参照)。
- FG ピンは、モーター速度に比例するパルスを出力します (FG の構成を参照)。
- nFAULT (アクティブ Low) ピンは、デバイスまたはモーター動作のフォルトステータスを示します。
- ALARM ピンは、ALARM_PIN_EN を使用して有効化にすると、デバイスまたはモーター動作のフォルトステータスをアクティブ High 信号として提示します。ALARM ピンがイネーブルの場合、通知のみのフォルトは ALARM ピンでのみ (ロジック High として) 通知され、nFAULT ピンでは (ロジック Low として) 通知されません。ALARM ピンがイネーブルの場合、動作につながるフォルトは ALARM ピン (ロジック High として) および nFAULT ピン (ロジック Low として) で通知されます。ALARM ピンがディセーブルの場合、ALARM ピンはハイインピーダンス状態であり、すべての

フォルト (動作につながるフォルトおよび通知のみのフォルト) は nFAULT でロジック Low として通知されます。未使用またはディセーブルの場合、ALARM ピンはフローティングのままにする必要があります。

- SOX ピンは、電流検出アンプのいずれか 1 つの出力を提供します。

注

1. FG ピンと nFAULT ピンの内部プルアップ抵抗 (対 AVDD) はどちらも、PULLUP_ENABLE を 1b に設定することで有効化できます。このビットに対するすべての変更は、EEPROM に書き込む必要があります。その後、その変更を有効にするため、電源を入れ直す必要があります。PULLUP_ENABLE が 1b に設定されている場合、外部プルアップ抵抗を接続しないでください。
2. DIR ピンと BRAKE ピンは、それぞれ 100kΩ の内部プルダウン抵抗を備えています。これらのピンを使用する場合、ノイズ耐性を高めるために、さらに 10kΩ のプルダウン抵抗を外部に追加できます。
3. SPEED ピンには、1MΩ の内部プルダウン抵抗があります。アナログ速度入力モードでは、ノイズを低減するため、適切な R-C フィルタを外部に追加できます。PWM 速度入力モードでは、グリッチ除去するため、SPEED_PIN_GLITCH_FILTER を適切に設定できます。

6.3.2.2 I²C インターフェイス

MCF8315C-Q1 は、それによって外部コントローラがデータを送受信できる I²C シリアル通信インターフェイスをサポートしています。この I²C インターフェイスにより、外部コントローラは EEPROM を設定し、フォルトとモーターの状態の詳細な情報を読み出すことができます。I²C ピンのプルダウン強度は、SLEW_RATE_I2C_PINS によって設定できます。I²C バスは、以下に説明するような、SCL および SDA ピンを使用する 2 線式インターフェイスです。

- SCL ピンはクロック信号入力です。
- SDA ピンはデータ入力および出力です。

6.3.3 降圧混在モード降圧レギュレータ

MCF8315C-Q1 には、混在モード降圧レギュレータが内蔵されており、外部コントローラやシステムの電圧レールに 3.3V または 5V の規定電源を供給します。さらに、降圧出力を 4V または 5.7V に設定することで、3.3V または 5V の電源を生成する外部 LDO をサポートするための十分な余裕を確保できます。降圧の出力電圧は、BUCK_SEL によって設定されます。

降圧レギュレータは、バッテリー寿命を延ばすために、軽負荷時には静止電流が 1~2mA と低くなっています。このデバイスは、パルス周波数電流モード制御を実装しており、出力容量の低減や周波数補償設計の簡素化により、ラインおよび負荷の過渡状態における性能を向上させます。

表 6-1. 降圧レギュレータの推奨設定

降圧モード	降圧出力電圧	AVDD からの最大出力電流 (I _{AVDD_MAX})	降圧からの最大出力電流 (I _{BK_MAX})	降圧電流制限	AVDD 電源シーケンス
インダクタ - 47μH	3.3V, 4V, 5V, 5.7V	20mA	170mA	600mA (BUCK_CL = 0b)	サポートなし (BUCK_PS_DIS = 1b)
インダクタ - 47μH	5V または 5.7V	20mA	170mA - I _{AVDD}	600mA (BUCK_CL = 0b)	サポートあり (BUCK_PS_DIS = 0b)
インダクタ - 22μH	3.3V, 4V, 5V, 5.7V	20mA	20mA	150mA (BUCK_CL = 1b)	サポートなし (BUCK_PS_DIS = 1b)
インダクタ - 22μH	5V または 5.7V	20mA	20mA - I _{AVDD}	150mA (BUCK_CL = 1b)	サポートあり (BUCK_PS_DIS = 0b)
抵抗 - 22Ω	3.3V, 4V, 5V, 5.7V	20mA	10mA	150mA (BUCK_CL = 1b)	サポートなし (BUCK_PS_DIS = 1b)
抵抗 - 22Ω	5V または 5.7V	20mA	10mA - I _{AVDD}	150mA (BUCK_CL = 1b)	サポートあり (BUCK_PS_DIS = 0b)

6.3.3.1 インダクタ モードの降圧

MCF8315C-Q1 の降圧レギュレータは、主に $47\mu\text{H}$ および $22\mu\text{H}$ の低インダクタンスに対応するように設計されています。 $47\mu\text{H}$ インダクタにより、降圧レギュレータは最大 170mA の負荷電流サポートで動作しますが、最大 20mA の電流を必要とするアプリケーションでは部品サイズを節約できる $22\mu\text{H}$ インダクタを使用できます。

図 6-3 に、インダクタ モードでの降圧レギュレータの接続を示します。

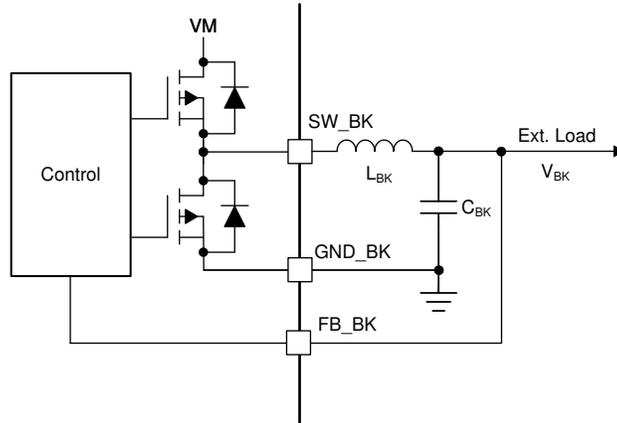


図 6-3. 降圧 (インダクタ モード)

6.3.3.2 抵抗モードの降圧

外部負荷要件が 10mA 未満の場合、インダクタを抵抗に置き換えることができます。抵抗モードでは、外部抵抗で電力が消費されるので、インダクタ モードでの降圧よりも効率が低くなります。

図 6-4 に、抵抗モードでの降圧の接続を示します。

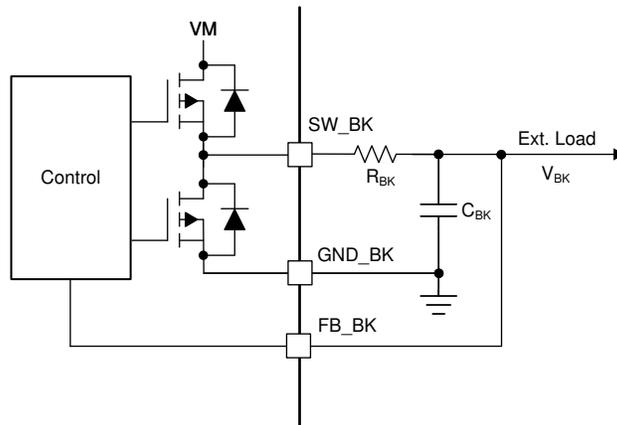


図 6-4. 降圧 (抵抗モード)

6.3.3.3 外部 LDO を使った降圧レギュレータ

この降圧レギュレータは、より高い精度で標準の 3.3V または 5V 出力レールを生成するために、外部 LDO に供給する電圧要件にも対応しています。降圧出力電圧は、 3.3V または 5V レールを生成する外部 LDO をサポートするための余裕を持たせるために、 4V または 5.7V に設定する必要があります (図 6-5 を参照)。これにより、低電圧の LDO 設計が可能になり、コスト削減と、低ドロップアウト電圧による熱管理の向上を実現できます。

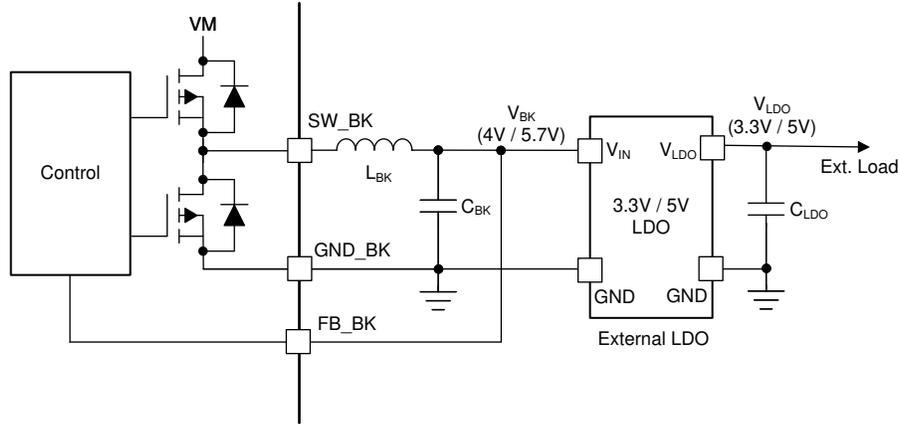


図 6-5. 外部 LDO を使った降圧レギュレータ

6.3.3.4 降圧レギュレータからの AVDD 電源シーケンス

AVDD LDO には、混在モードの降圧レギュレータからの電源を使用して、デバイスの消費電力を低減するオプションがあります。電源シーケンス モードを使用すると、図 6-6 に示すように、AVDD LDO 入力を DC 電源 (VM) から降圧出力 (V_{BK}) にオンザフライで切り替えることができます。このシーケンスは、BUCK_PS_DIS ビットにより構成できます。電源シーケンスは、降圧出力電圧が 5V または 5.7V に設定されているときのみサポートされます。

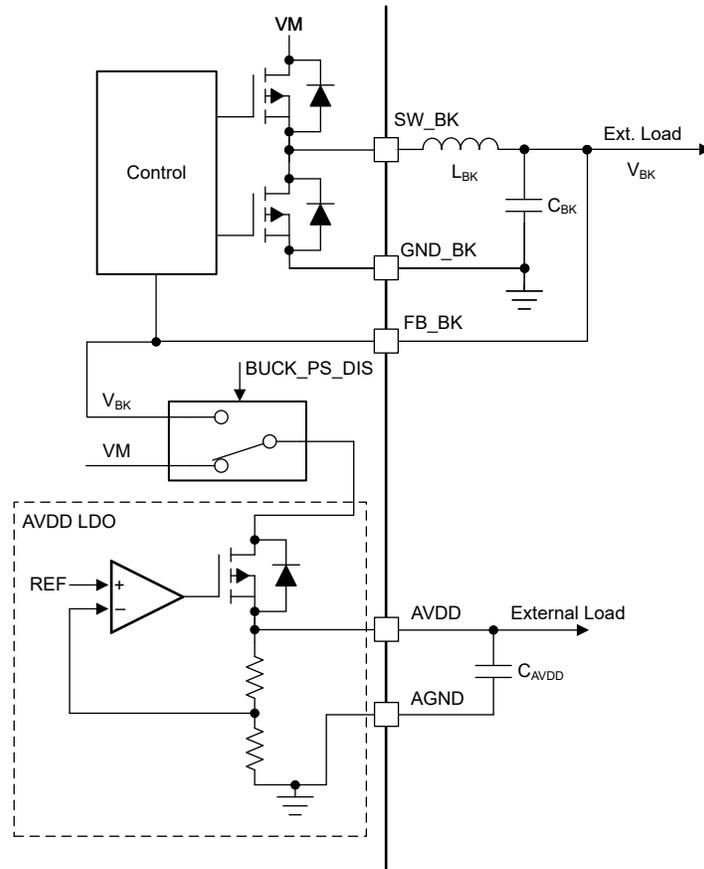


図 6-6. 混在モードの降圧レギュレータからの AVDD 電源シーケンス

6.3.3.5 混在モードでの降圧動作と制御

降圧レギュレータは、ピーク電流モード制御によるパルス周波数変調 (PFM) アーキテクチャを実装しています。降圧レギュレータの出力電圧は、外側の電圧制御ループを構成する降圧出力電圧設定 (BUCK_SEL) に応じて内部で生成される内部リファレンス電圧 (V_{BK_REF}) と比較されます。コンパレータ出力が High ($V_{BK} < V_{BK_REF}$) または Low ($V_{BK} > V_{BK_REF}$) になることによって、降圧コンバータのハイサイド パワー FET はそれぞれオンまたはオフになります。独立した電流制御ループは、ハイサイド パワー FET の電流 (I_{BK}) を監視し、電流が降圧電流制限 (BUCK_CL で設定された I_{BK_CL}) を上回るとハイサイド FET をオフにします。これにより、降圧レギュレータの電流制限制御を実行します。図 6-7 に降圧のアーキテクチャと、各種の制御 / 保護ループを示します。

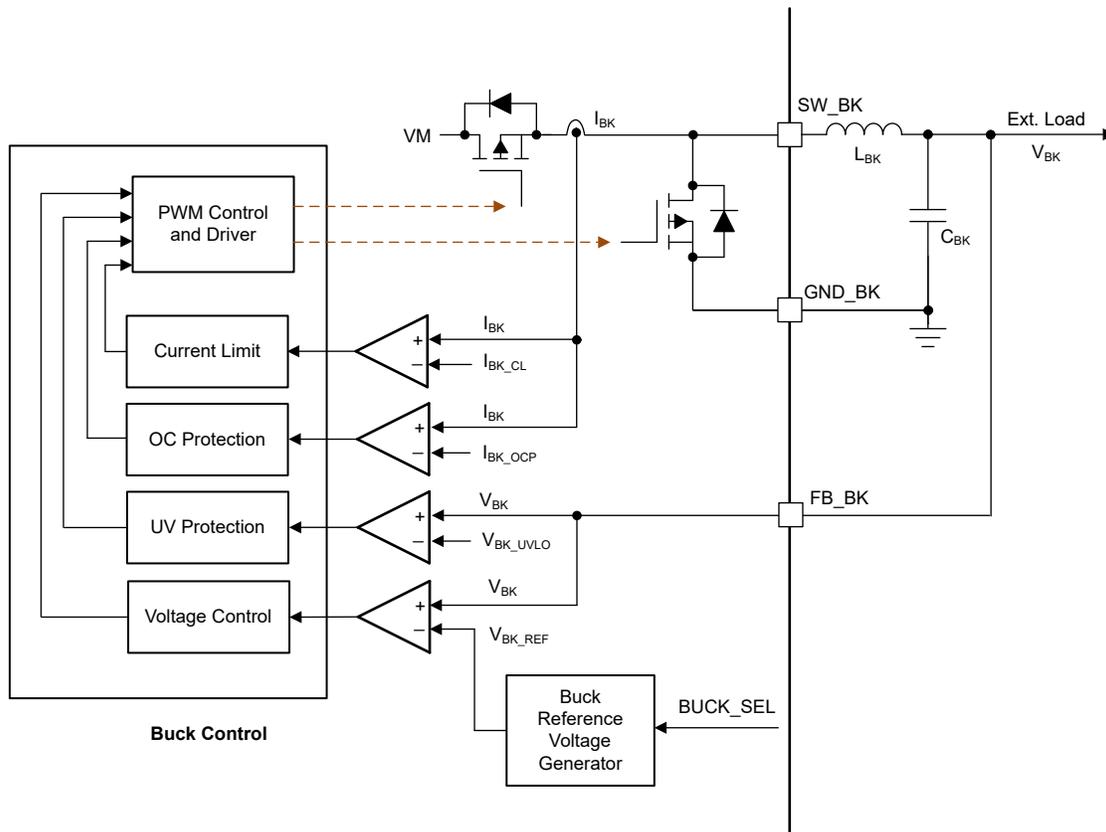


図 6-7. 降圧動作および制御ループ

6.3.3.6 降圧低電圧保護

FB_BK ピン (降圧レギュレータ出力) の電圧が V_{BK_UV} スレッショルドを下回っても、降圧レギュレータは動作を継続しますが、nFAULT は Low に駆動され、DRIVER_FAULT、BUCK_UV ビットが 1b に設定されます。MCF8315C-Q1 は、降圧 UV イベントが発生するとリセット状態になることがあります。これは、MCF8315C-Q1 の内部回路には降圧レギュレータ出力から電力が供給されているためです。この場合、nFAULT およびフォルト ステータスレジスタがリセット時に降圧 UV フォルトを通知しなくなる可能性があります。

6.3.3.7 降圧過電流保護

降圧過電流イベントは、降圧レギュレータのハイサイド MOSFET を流れる電流を監視することで検出されます。ハイサイド MOSFET を流れる電流が、スレッショルドを上回ると、降圧 OCP イベントが発生し、降圧レギュレータのハイサイドとローサイドの MOSFET が無効化されます。MCF8315C-Q1 の内部回路には降圧レギュレータ出力から電力が供給されているので、MCF8315C-Q1 は降圧 OCP イベントが発生すると常にリセット状態になります。

6.3.4 AVDD リニア電圧レギュレータ

MCF8315C-Q1 には 3.3V のリニア レギュレータが内蔵されており、外部回路から使用できます。この AVDD LDO レギュレータは、デバイスの内部回路への電源供給に使用されます。また、低消費電力の MCU やその他、最大 20mA をサポートする外部回路にも電源電圧を供給できます。AVDD レギュレータの出力は AVDD ピン付近で X5R または X7R の 1 μ F、6.3V セラミックコンデンサを使用してバイパスし、隣接する AGND グランドピンに直接配線する必要があります。

AVDD の公称無負荷出力電圧は 3.3V です。

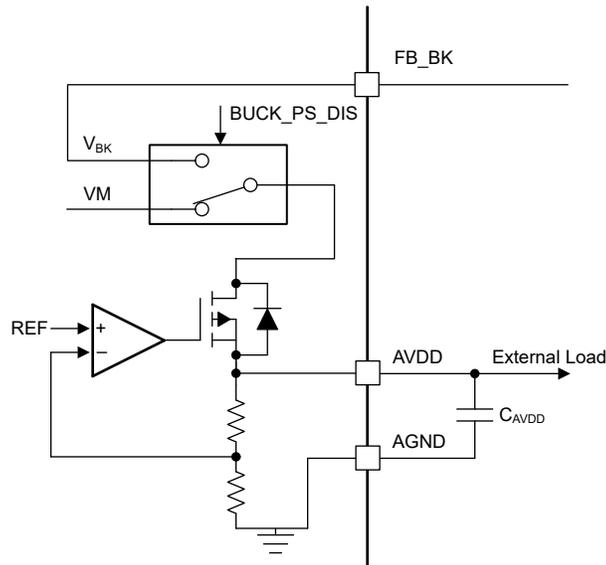


図 6-8. AVDD リニア レギュレータのブロック図

VM を電源とする AVDD リニア レギュレータによってデバイス内で消費される電力を計算するには、式 1 を使用します (BUCK_PS_DIS = 1b)。

$$P = (V_{VM} - V_{AVDD}) \times I_{AVDD} \quad (1)$$

たとえば、24V の V_{VM} で、AVDD から 20mA の電流が流れると、消費電力は式 2 のようになります。

$$P_{LDO} = (V_{VM} - V_{AVDD}) \times I_{AVDD} = (24 - 3.3)V \times 20mA = 414mW \quad (2)$$

降圧出力を電源とする AVDD リニア レギュレータによってデバイス内で消費される電力を計算するには、式 3 を使用します (BUCK_PS_DIS = 0b)。

$$P = (V_{FB_BK} - V_{AVDD}) \times I_{AVDD} \quad (3)$$

たとえば、 $V_{FB_BK} = 5V$ の場合、AVDD から 20mA の電流が流れると、LDO 消費電力は式 4 のようになります。

$$P_{LDO} = (V_{FB_BK} - V_{AVDD}) \times I_{AVDD} = (5 - 3.3)V \times 20mA = 34mW \quad (4)$$

6.3.5 チャージポンプ

出力段では N チャネル FET を使用しているため、ハイサイド FET をオンにするには、VM 電源よりも高いゲート駆動電圧が必要です。MCF8315C-Q1 は、この目的のために、VM 電源よりも高い電圧を生成するチャージポンプ回路を内蔵しています。

チャージポンプを動作させるには、2 つの外付けコンデンサ (C_{CP} 、 C_{FLY}) が必要です。これらのコンデンサ (値、接続など) の詳細については、図 6-1、図 6-2 および セクション 4 を参照してください。

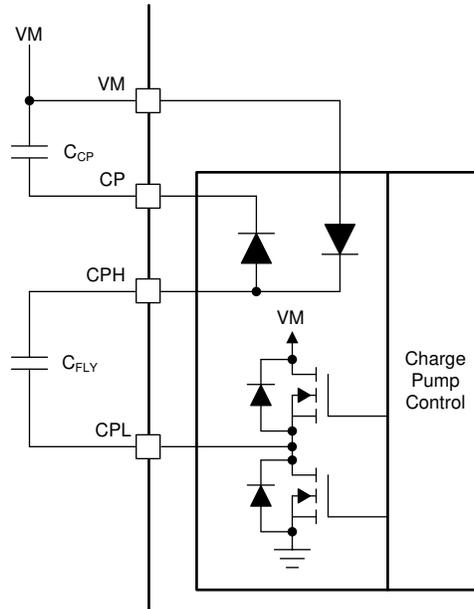


図 6-9. チャージ ポンプ

6.3.6 スルー レート制御

出力段の MOSFET には調整可能なゲートドライブ電流制御が実装されており、EMI を低減するためにスルーレートを設定できます。MOSFET の VDS スルーレートは、放射エミッション、ダイオードの回復スパイクの総エネルギーと持続時間、ならびに PCB の寄生要素に関連するスイッチング電圧過渡を最適化するための重要な要因です。このスルーレートは主に、内部 MOSFET ゲート電流の制御によって決定されます (図 6-10 を参照)。

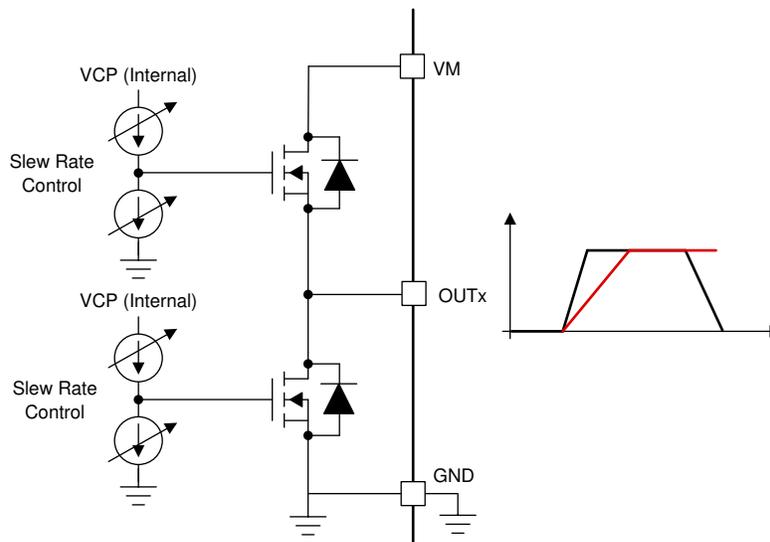


図 6-10. スルーレート回路の実装

各ハーフブリッジのスルーレートは、SLEW_RATE 設定で調整できます。スルーレートは、125V/ μ s または 200V/ μ s に設定できます。スルーレートは、OUTx ピンの電圧の立ち上がり時間と立ち下がり時間によって計算されます (図 6-11 を参照)。

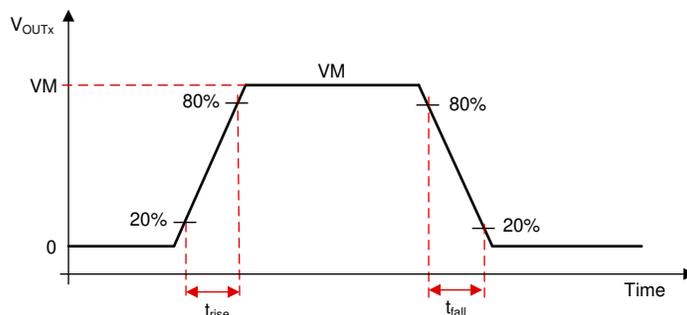


図 6-11. スルーレート タイミング

6.3.7 クロス導通 (デッドタイム)

本デバイスは、MOSFET のあらゆるクロス導通から完全に保護されています。ハイサイド MOSFET とローサイド MOSFET のスイッチング中、MCF8315C-Q1 はデッドタイム (t_{dead}) を挿入することで貫通電流イベントを防止します。これは、ハイサイドおよびローサイド MOSFET のゲート - ソース電圧 (V_{GS}) を検出することで実行され、同じハーフブリッジのローサイド MOSFET (またはその逆) をオンにする前に、ハイサイド MOSFET の V_{GS} がターンオフレベルを確実に下回るようにしています (図 6-12 と図 6-13 を参照)。ハイサイドおよびローサイド MOSFET の V_{GS} (V_{GS_HS} と V_{GS_LS}) (図 6-13 を参照) は内部信号です。

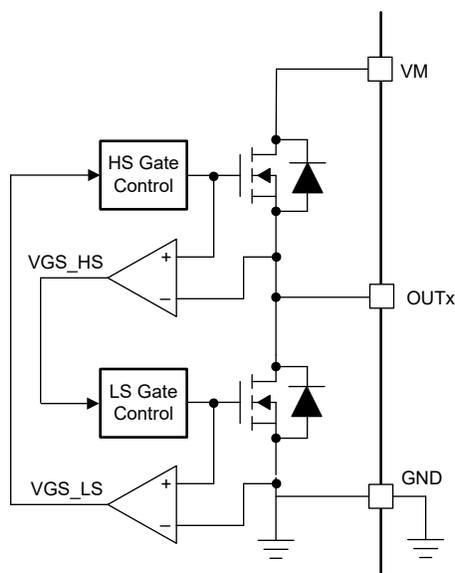


図 6-12. クロス導通保護

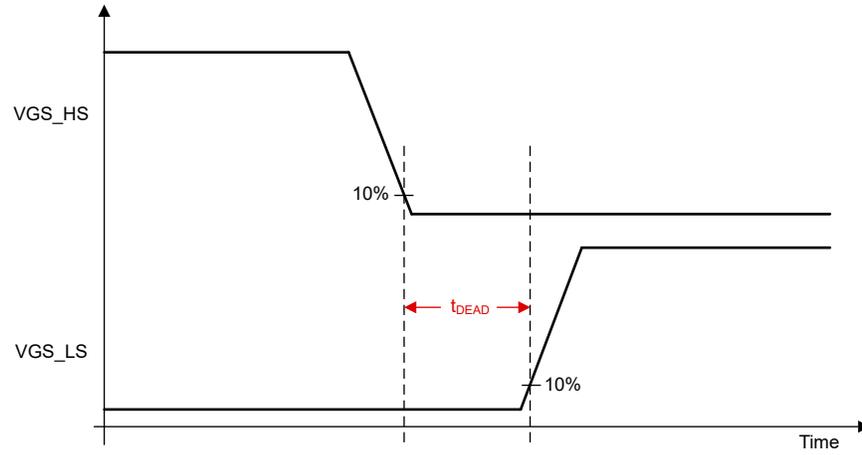


図 6-13. デッドタイム

6.3.8 モーター制御入力源

MCF8315C-Q1 は、SPEED_LOOP_DIS の設定に基づいてモーターを制御する 2 つのモードを備えています、

1. 速度制御: 速度制御モード (SPEED_LOOP_DIS = 0b) では、閉ループ PI 制御を使って、入力リファレンスに応じてモーターの速度が制御されます。
2. 電流制御: 電流制御モード (SPEED_LOOP_DIS = 1b) では、閉ループ PI 制御を使って入力リファレンスに応じてトルク制御電流 (i_q) が制御されます。

MCF8315C-Q1 は、モーターのリファレンス入力を直接制御するための 4 つの方法を備えています。入力リファレンスソースは SPEED_MODE によって設定されます。

入力リファレンスソースは、次の 4 つの方法のいずれかで供給できます、

- SPEED ピンのアナログ入力は、入力信号の振幅を変化させることで行います (SPEED_MODE = 00b)
- SPEED ピンの PWM 入力は、入力信号のデューティサイクルを変化させることで行います (SPEED_MODE = 01b)
- I²C 経由で DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタを設定することで行います (SPEED_MODE = 10b)
- SPEED ピンの周波数入力は、入力信号の周波数を変化させることで行います (SPEED_MODE = 11b)

SPEED ピン入力 (または I²C ベースの速度入力) から、モータ制御リファレンス (図 6-33 の SPEED_REF または CURRENT_REF) までの信号経路を図 6-14 に示します。

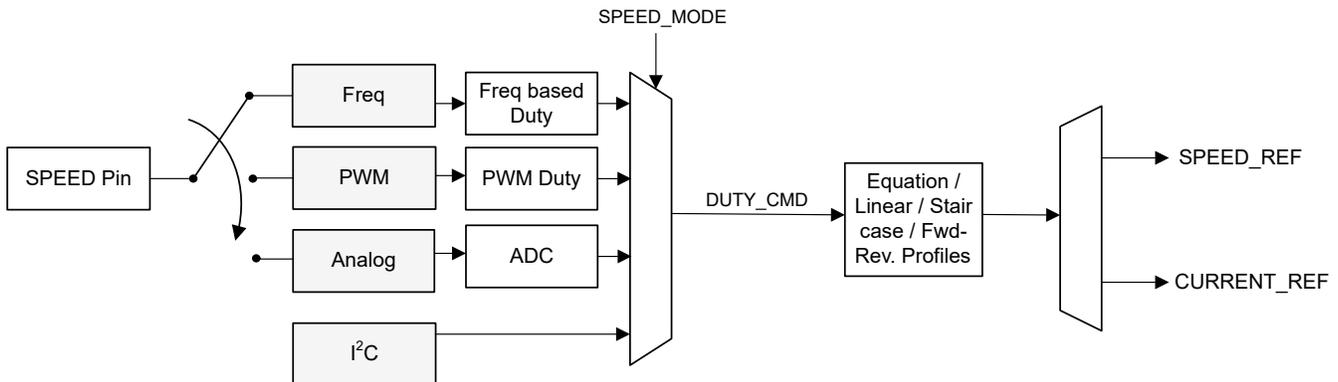


図 6-14. 入力リファレンスのマルチプレクシング

注

SPEED ピン入力がゼロに設定されている場合、MCF8315C-Q1 はモーター停止動作を開始する前に SLEEP_ENTRY_TIME まで時間を要します。

6.3.8.1 アナログモードのモーター制御

アナログ入力方式のモーター制御は、SPEED_MODE を 00b に設定することで有効化できます。このモードでは、デューティ コマンド (DUTY_CMD) は SPEED ピンのアナログ電圧入力 (V_{SPEED}) によって変化します。 $0 \leq V_{SPEED} \leq V_{EN_SB}$ の場合、DUTY_CMD は 0 に設定され、モーターは停止します。 $V_{EX_SB} \leq V_{SPEED} \leq V_{ANA_FS}$ の場合、DUTY_CMD は V_{SPEED} に比例して変化します (図 6-15 を参照)。 V_{EX_SB} と V_{EN_SB} はスタンバイ開始および終了スレッショルドです。 V_{EX_SB} と V_{EN_SB} の詳細については、セクション 6.4.1.2 を参照してください。 $V_{SPEED} > V_{ANA_FS}$ の場合、DUTY_CMD は 100% にクランプされます。

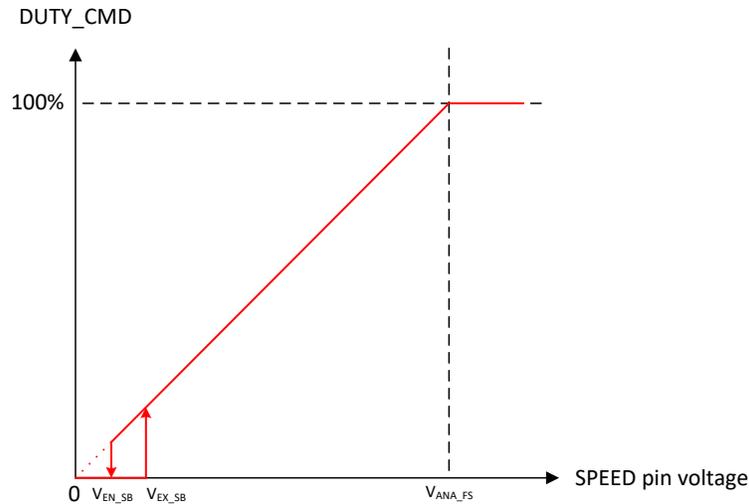


図 6-15. アナログ モード速度制御

6.3.8.2 PWM モード モーター制御

PWM 方式のモーター制御は、SPEED_MODE を 01b に設定することで有効化できます。このモードでは、SPEED ピンに印加される PWM デューティ サイクルを 0 から 100% に変化させると、その印加される PWM デューティ サイクルに応じて、デューティ コマンド (DUTY_CMD) が直線的に変化します。0 ≤ Duty_{SPEED} ≤ Duty_{EN_SB} の場合、DUTY_CMD は 0 に設定され、モーターは停止します。Duty_{EX_SB} ≤ Duty_{SPEED} ≤ 100% の場合、DUTY_CMD は Duty_{SPEED} に比例して変化します (図 6-16 を参照)。Duty_{EX_SB} と Duty_{EN_SB} はスタンバイ開始および終了スレッシュホールドです。Duty_{EX_SB} と Duty_{EN_SB} の詳細については、セクション 6.4.1.2 を参照してください。SPEED ピンに印加される PWM 入力信号の周波数は f_{PWM} として定義され、この周波数の範囲は SPEED_RANGE_SEL によって設定できます。

注

1. f_{PWM} は、モーター速度を制御するために本デバイスが SPEED ピンで受け取ることができる PWM 信号の周波数です。この値は、モーター位相に印加される PWM 出力周波数とは一致しません。PWM 出力周波数は PWM_FREQ_OUT によって設定できます (セクション 6.3.17 を参照)。
2. SLEEP_ENTRY_TIME は、最も小さいデューティ入力において、PWM 信号のオフ時間よりも長い値 (V_{SPEED} < V_{IL}) に設定する必要があります。たとえば、f_{PWM} が 10kHz、デューティ入力の最小値が 2% の場合、意図せずスリープ / スタンバイに入らないように、SLEEP_ENTRY_TIME は 98μs よりも大きい値にする必要があります。

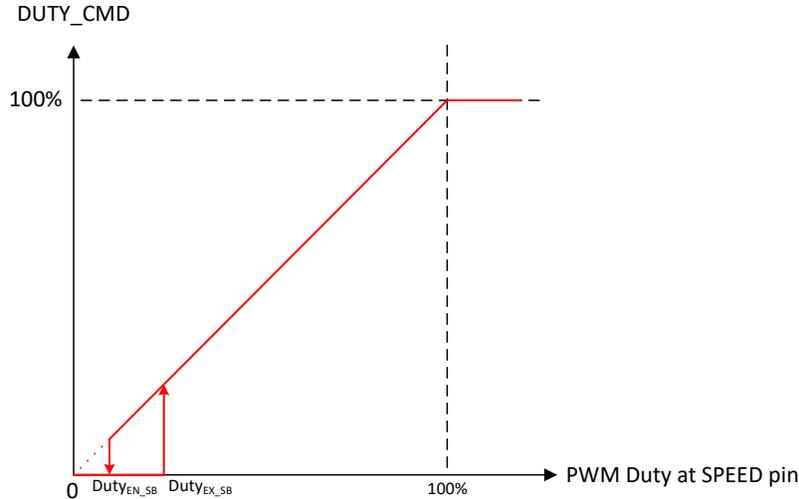


図 6-16. PWM モード速度制御

6.3.8.3 I²C 方式のモーター制御

SPEED_MODE を 10b に設定することで、I²C 方式のシリアル インターフェイスを使ってモーターを制御できます。このモードでは、制御コマンドを DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタに直接書き込むことができます。SPEED ピンを使用してスリープの開始および終了を制御できます。DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタが SLEEP_ENTRY_TIME より長い時間にわたって 0b に設定された後に、SPEED ピン入力が V_{EN_SL} より小さい値になると、MCF8315C-Q1 はスリープ状態に移行します。SPEED ピン > V_{EX_SL} の場合、MCF8315C-Q1 はスリープ状態を終了し、速度は DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタによって制御されます。 $0 \leq \text{DIGITAL_SPEED_CTRL} \leq \text{DIGITAL_SPEED_CTRL}_{EN_SB}$ および SPEED ピン > V_{EX_SL} の場合、MCF8315C-Q1 はスタンバイ状態になります。DUTY_CMD と DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタとの関係を 図 6-17 に示します。DIGITAL_SPEED_CTRL_{EN_SB} および DIGITAL_SPEED_CTRL_{EN_SB} EN_SB の詳細については、[セクション 6.4.1.2](#) を参照してください。

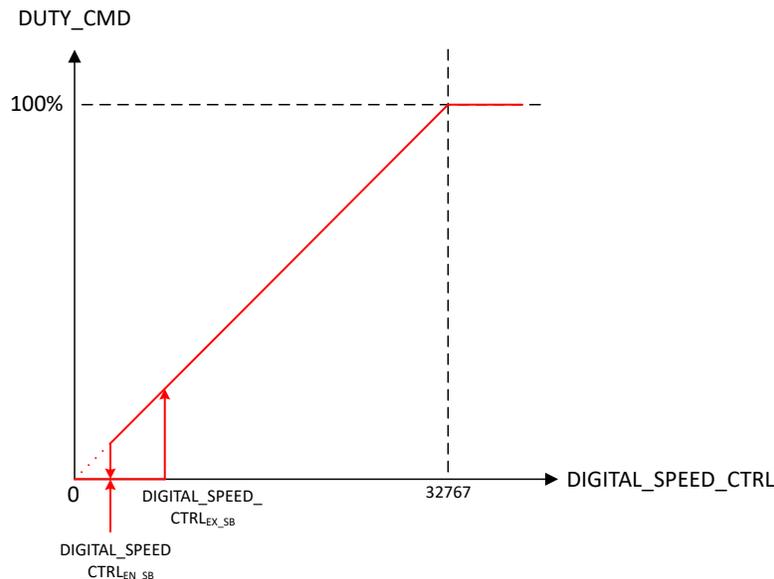


図 6-17. I2C モード速度制御

6.3.8.4 周波数モード モーター制御

周波数方式のモーター制御は、SPEED_MODE を 11b に設定することで有効化されます。このモードでは、SPEED ピンの方形波入力の周波数の関数として、デューティ コマンドは線形的に変化します。 $0 \leq \text{Freq}_{\text{SPEED}} \leq \text{Freq}_{\text{EN_SB}}$ の場合、DUTY_CMD は 0 に設定され、モーターは停止します。 $\text{Freq}_{\text{EX_SB}} \leq \text{Freq}_{\text{SPEED}} \leq \text{INPUT_MAXIMUM_FREQ}$ の場合、DUTY_CMD は $\text{Freq}_{\text{SPEED}}$ に対して線形的に変化します (図 6-18 を参照)。 $\text{Freq}_{\text{EX_SB}}$ と $\text{Freq}_{\text{EN_SB}}$ はスタンバイ開始および終了スレッショルドです。 $\text{Freq}_{\text{EX_SB}}$ と $\text{Freq}_{\text{EN_SB}}$ の詳細については、セクション 6.4.1.2 を参照してください。入力周波数が INPUT_MAXIMUM_FREQ を超えると、DUTY_CMD は 100% にクランプされます。

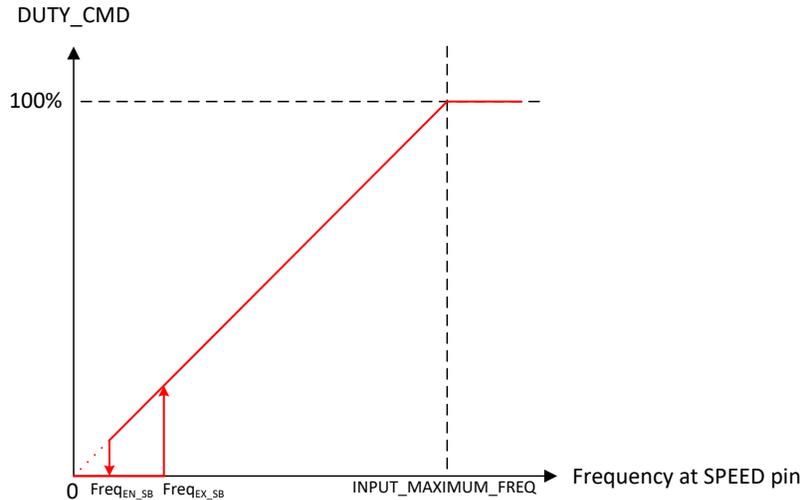


図 6-18. 周波数モード速度制御

6.3.8.5 速度プロファイル

MCF8315C-Q1 は、個別のアプリケーション要件を満たすため、カスタム リファレンス デューティ コマンド伝達関数を設定するための 3 種類の入力リファレンス プロファイル (リニア、階段、双方向) をサポートしています。REF_PROFILE_CONFIG によって、入力リファレンス プロファイルを設定できます。

REF_PROFILE_CONFIG が 00b に設定されている場合、入力リファレンス (SPEED_REF または CURRENT_REF) は、式 5 または 式 6 に示すように、デューティ コマンド (DUTY_CMD) によって設定されます。

$$\text{SPEED_REF (Hz)} = \text{DUTY_CMD} \times \text{MAX_SPEED (when SPEED_LOOP_DIS = 0b)} \quad (5)$$

$$\text{CURRENT_REF (A)} = \text{DUTY_CMD} \times \text{ILIMIT (when SPEED_LOOP_DIS = 1b)} \quad (6)$$

REF_PROFILE_CONFIG が 00b に設定されている場合、DUTY_CMD に DUTY_HYS 未満の値の変化が生じて、SPEED_REF も CURRENT_REF もまったく変化しません。DUTY_HYS によって DUTY_CMD の前後にヒステリシス ウィンドウを生成され、ノイズに対する耐性が高まるためです。

6.3.8.5.1 リニア リファレンス プロファイル

注

- すべての種類のリファレンス プロファイルについて、ゼロ入力リファレンス (アナログ モードの場合 0V、PWM モードの場合 0% デューティ、I²C モードの場合 DIGITAL_SPEED_CTRL = 0b、周波数モードの場合 0Hz) は、リファレンス プロファイルの設定に関係なくモーターを停止します。
- 図 6-19、図 6-20、および図 6-21 のリファレンス値は、制御モード (SPEED_LOOP_DIS) によって次のように決定されます。
 - 速度制御モード (SPEED_LOOP_DIS = 0b): SPEED_REF (Hz) = (REF_x/255) x MAX_SPEED (Hz)
 - 電流制御モード (SPEED_LOOP_DIS = 1b): CURRENT_REF (A) = (REF_x/255) x I_LIMIT (A)

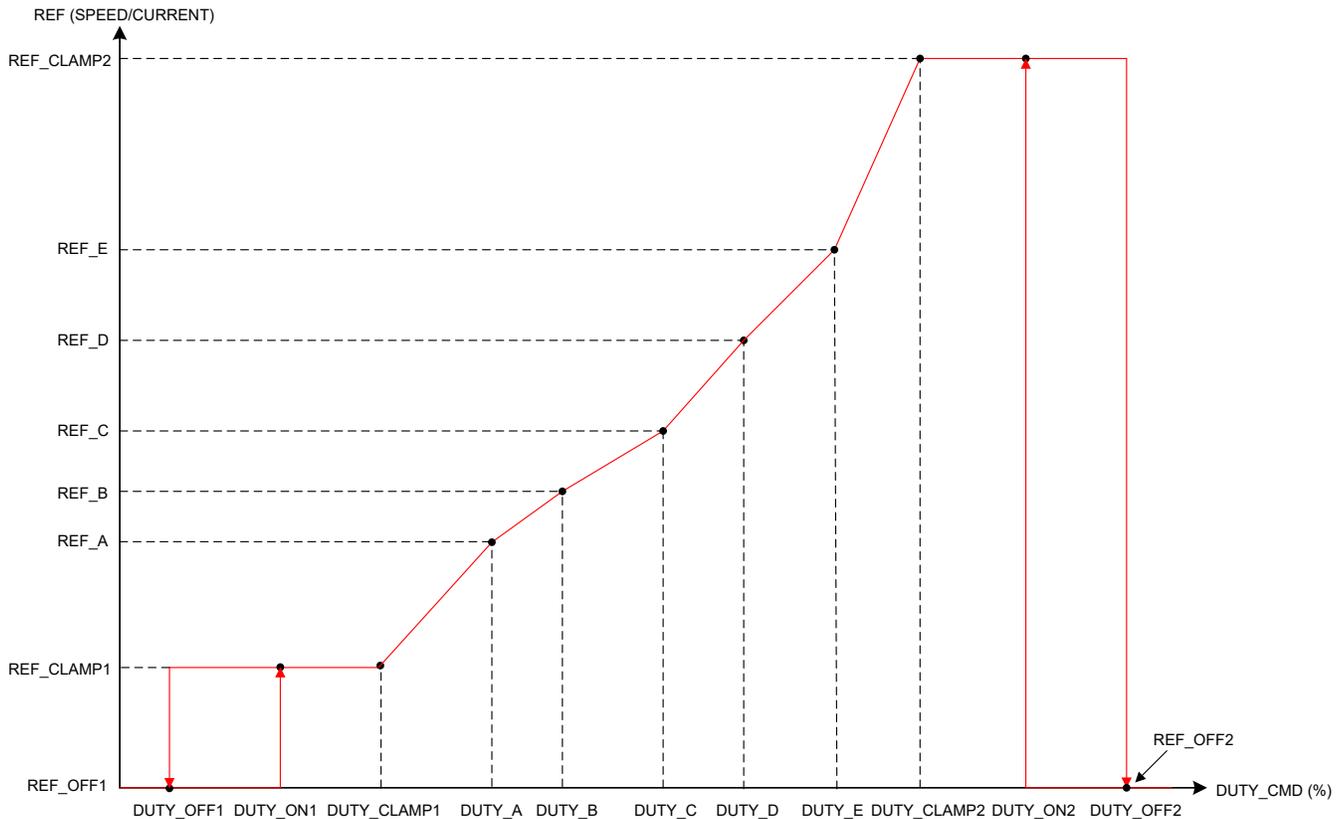


図 6-19. リニア リファレンス プロファイル

リニア リファレンス プロファイルは、REF_PROFILE_CONFIG を 01b に設定することで有効化できます。リニア プロファイルは、DUTY_x と REF_x によって設定できるさまざまな傾きで REF_CLAMP1 と REF_CLAMP2 の間を直線的に変化する入力リファレンス (SPEED_REF または CURRENT_REF) を特長としています。

- DUTY_OFF1 は、それを下回るとリファレンスが REF_OFF1 になるデューティ コマンドを設定します。
- DUTY_OFF1 と DUTY_ON1 は、リファレンス レベル REF_CLAMP1 および REF_OFF1 間のヒステリシスを設定します (図 6-19 を参照)。
- DUTY_CLAMP1 は、そこまでリファレンスが一定の値 (REF_CLAMP1) に維持されるデューティ コマンドを設定します。DUTY_CLAMP1 は、DUTY_ON1 と DUTY_A の間の任意の位置に配置できます。

- DUTY_A は、リファレンス REF_A のデューティコマンドを設定します。DUTY_CLAMP1 と DUTY_A の間で、リファレンスは REF_CLAMP1 から REF_A まで直線的に変化します。DUTY_A から DUTY_E は、図 6-19 と同じ順序である必要があります。
- DUTY_B は、リファレンス REF_B のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_A と DUTY_B の間を直線的に変化します。
- DUTY_C は、リファレンス REF_C のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_B と DUTY_C の間を直線的に変化します。
- DUTY_D は、リファレンス REF_D のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_C と DUTY_D の間を直線的に変化します。
- DUTY_E は、リファレンス REF_E のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_D と DUTY_E の間を直線的に変化します。
- DUTY_CLAMP2 は、それを上回るとリファレンスが一定 (REF_CLAMP2) に維持されるデューティコマンドを設定します。REF_CLAMP2 は、DUTY_CLAMP2 と DUTY_OFF2 の間のこの一定のリファレンスを設定します。このリファレンスは、DUTY_E と DUTY_CLAMP2 の間を直線的に変化します。DUTY_CLAMP2 は、DUTY_E と DUTY_ON2 の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_OFF2 と DUTY_ON2 は、リファレンスレベル REF_CLAMP2 および REF_OFF2 の間のヒステリシスを設定します (図 6-19 を参照)。
- DUTY_OFF2 は、それを上回るとリファレンスが REF_CLAMP2 から REF_OFF2 まで変化するデューティコマンドを設定します。

6.3.8.5.2 階段リファレンス プロファイル

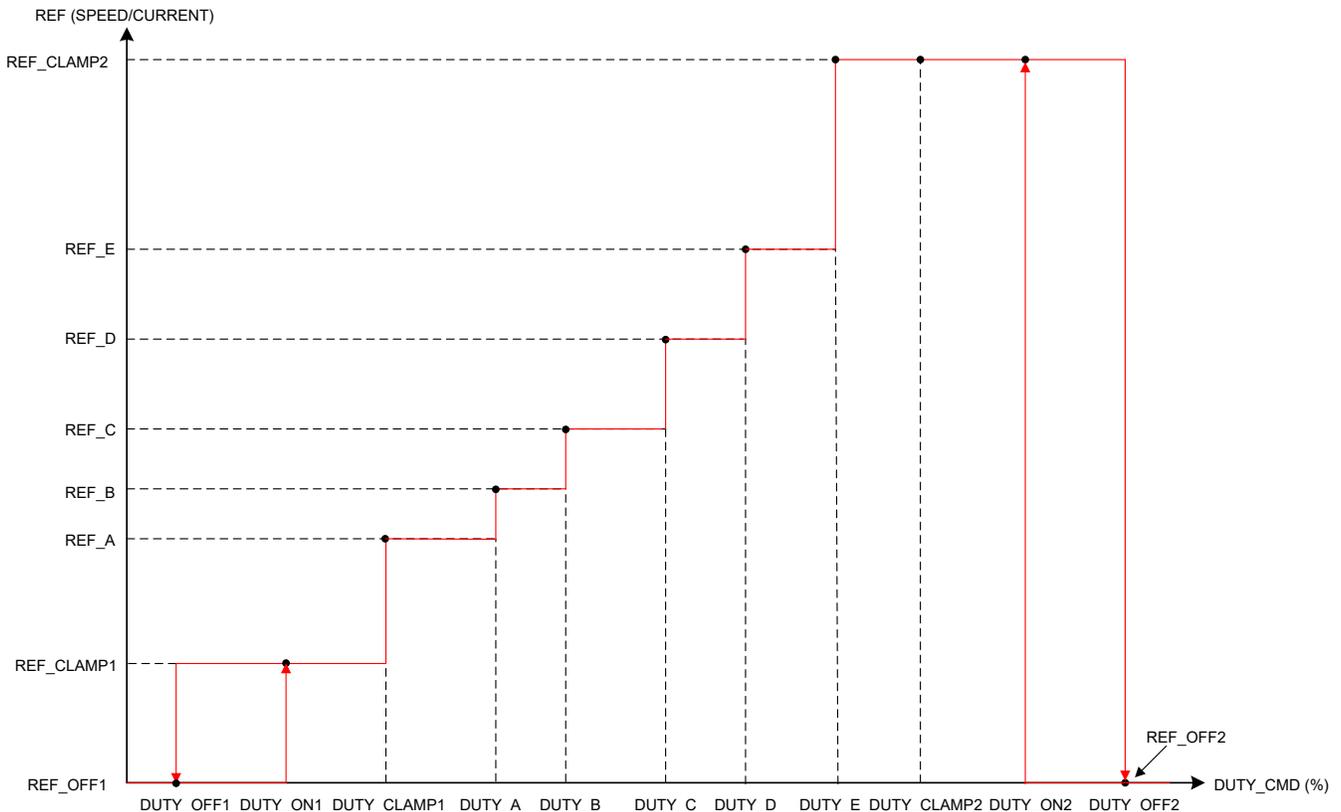


図 6-20. 階段リファレンス プロファイル

階段制御プロファイルは、REF_PROFILE_CONFIG を 10b に設定することで有効化できます。階段プロファイルは、DUTY_x と REF_x を設定することで、入力制御リファレンスが REF_CLAMP1 と REF_CLAMP2 の間を階段状に変化することを特長としています。

- DUTY_OFF1 は、それを下回るとリファレンスが REF_OFF1 になるデューティコマンドを設定します。
- DUTY_OFF1 と DUTY_ON1 は、リファレンスレベル REF_CLAMP1 および REF_OFF1 の間のヒステリシスを設定します (図 6-20 を参照)。
- DUTY_CLAMP1 は、そこまでリファレンスが一定に維持されるデューティコマンドを設定します。REF_CLAMP1 は、DUTY_OFF1 と DUTY_CLAMP1 の間のこの一定のリファレンスを設定します。DUTY_CLAMP1 は、DUTY_ON1 と DUTY_A の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_A は、リファレンス REF_A のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_CLAMP1 において REF_CLAMP1 から REF_A に段階的に変化します。DUTY_A から DUTY_E は、図 6-20 と同じ順序である必要があります。
- DUTY_B は、リファレンス REF_B のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_A において REF_A から REF_B に段階的に変化します。
- DUTY_C は、リファレンス REF_C のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_B において REF_B から REF_C に段階的に変化します。
- DUTY_D は、リファレンス REF_D のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_C において REF_C から REF_D に段階的に変化します。
- DUTY_E は、リファレンス REF_E のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_D において REF_D から REF_E に段階的に変化します。
- DUTY_CLAMP2 は、それを上回るとリファレンスが一定 (REF_CLAMP2) に維持されるデューティコマンドを設定します。REF_CLAMP2 は、DUTY_CLAMP2 と DUTY_OFF2 の間のこの一定のリファレンスを設定します。このリファレンスは、DUTY_E において REF_E から REF_CLAMP2 に段階的に変化します。DUTY_CLAMP2 は、DUTY_E と DUTY_ON2 の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_OFF2 と DUTY_ON2 は、リファレンスレベル REF_CLAMP2 および REF_OFF2 の間のヒステリシスを設定します (図 6-20 を参照)。
- DUTY_OFF2 は、それを上回るとリファレンスが REF_CLAMP2 から REF_OFF2 まで変化するデューティコマンドを設定します。

6.3.8.5.3 双方向リファレンス プロファイル

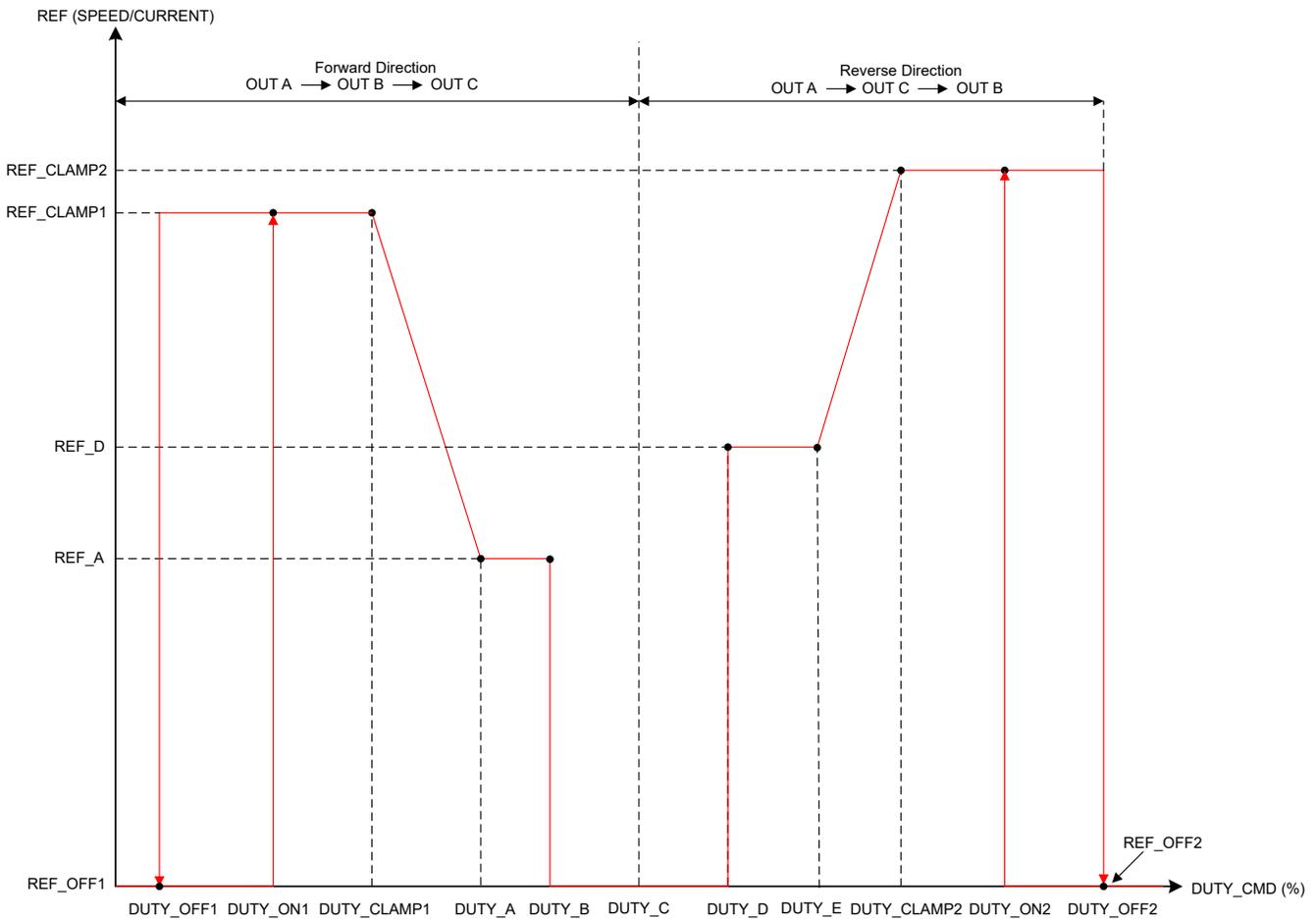


図 6-21. 双方向リファレンス プロファイル

双方向制御プロファイルは、REF_PROFILE_CONFIG を 11b に設定することで有効化できます。双方向プロファイルは、デューティコマンドの調整によって方向を変える機能を持っています。DUTY_C は、そこで方向が変わるデューティコマンドを設定します。双方向速度プロファイルを使うと、個別の信号を使わなくてもモーターの方向を制御できます。

注

DIR ピンと DIR_INPUT ビットによる方向変更機能は、双方向プロファイル モードでは無効化されます。

- DUTY_OFF1 は、それを下回るとリファレンスが REF_OFF1 になるデューティコマンドを設定します。
- DUTY_OFF1 および DUTY_ON1 は、リファレンスレベル REF_CLAMP1 と REF_OFF1 の間のヒステリシスを設定します (図 6-21 を参照)。
- DUTY_CLAMP1 は、そこまでリファレンスが一定に維持されるデューティコマンドを設定します。REF_CLAMP1 は、DUTY_OFF1 と DUTY_CLAMP1 の間のこの一定のリファレンスを設定します。DUTY_CLAMP1 は、DUTY_ON1 と DUTY_A の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_A は、リファレンス REF_A のデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_CLAMP1 と DUTY_A の間を直線的に変化します。DUTY_A から DUTY_E は、図 6-21 と同じ順序である必要があります。
- DUTY_B は、それを上回ると MCF8315C-Q1 がアイドル / オフ状態になるデューティコマンドを設定します。このリファレンスは、DUTY_A と DUTY_B の間で一定 (REF_A) に維持されます。
- DUTY_C は、そこで方向が変わるデューティコマンドを設定します。

- DUTY_D は、それを上回ると MCF8315C-Q1 が逆方向の動作状態になるデューティコマンドを設定します。REF_D は、DUTY_D と DUTY_E の間の一定のリファレンスを設定します。
- DUTY_E は、それを上回るとリファレンスが DUTY_E と DUTY_CLAMP2 の間を直線的に変化するデューティコマンドを設定します。
- DUTY_CLAMP2 は、それを上回るとリファレンスが一定 (REF_CLAMP2) に維持されるデューティコマンドを設定します。REF_CLAMP2 は、DUTY_CLAMP2 と DUTY_OFF2 の間のこの一定のリファレンスを設定します。DUTY_CLAMP2 は、DUTY_E と DUTY_ON2 の間の任意の位置に配置できます。
- DUTY_OFF2 と DUTY_ON2 は、リファレンスレベル REF_CLAMP2 および REF_OFF2 の間のヒステリシスを設定します (図 6-21 を参照)。
- DUTY_OFF2 は、それを上回るとリファレンスが REF_CLAMP2 から REF_OFF2 まで逆方向に変化するデューティコマンドを設定します。

6.3.9 異なる初期条件でのモータの起動

MCF8315C-Q1 が起動プロセスを開始する際、モーターは 3 つの状態のいずれかになります。モーターの状態は、停止、正方向の回転、逆方向の回転のいずれかです。MCF8315C-Q1 は、これらのすべての状態で確実にモーターを起動できるように、各種機能を備えています。図 6-22 に、モーターの 3 つの初期状態のそれぞれのモーター起動フローを示します。

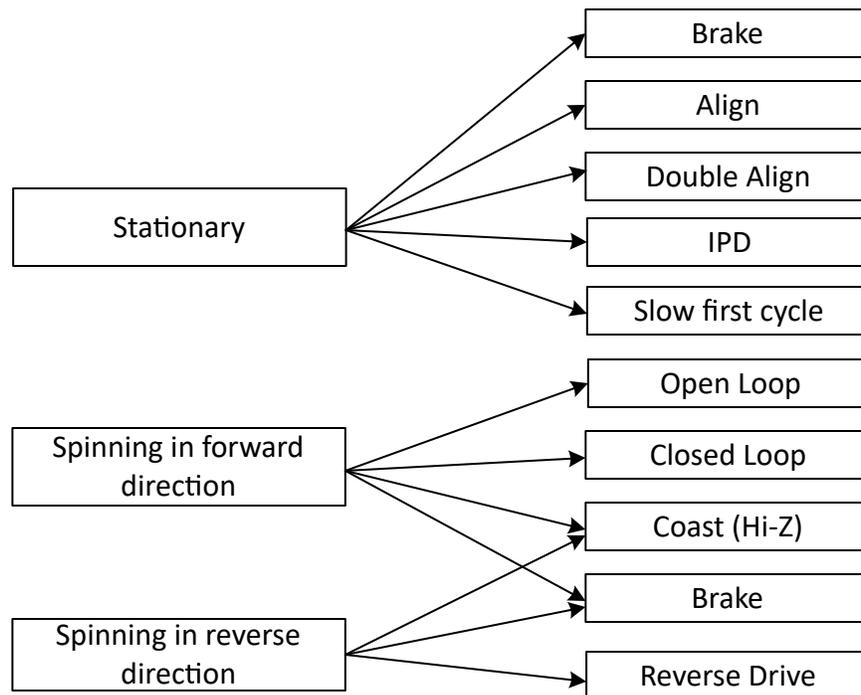


図 6-22. 異なる初期条件でのモーターの起動

注

「正方向」とは「命令された方向と同じ方向に回転すること」を意味し、「逆方向」とは「命令された方向と反対方向に回転すること」を意味します。

6.3.9.1 ケース 1 – モータが停止

モーターが停止している場合、モーターの位置と位相が一致するように整流を初期化する必要があります。MCF8315C-Q1 は、モーター位置に対して整流ロジックを初期化し、モーターを確実に起動させるための各種機能を備えています。

- アラインおよびダブル アライン方式では、特定のモーター位相にわたって電圧を印加することで、この位相に合わせてモーターを強制的に回転させ、モーターを強制的に整列させます。

- 初期位置検出 (IPD) は、決定論的なインダクタンス変動に基づいてモーターの位置を決定します。この変動は BLDC モーターにしばしば存在するものです。
- スロー ファースト サイクル方式は、電気的な 1 回転が完了するまでに、印加される整流に対して回転子の位置が整列するように、低周波数のサイクルを印加することでモーターを起動します。

MCF8315C-Q1 は、上記の起動方法の 1 つを開始する前にモーターが確実に停止するように、設定可能なブレーキ機能も備えています。本デバイスは、設定された起動方法を実行した後、開ループ加速に移行します。

6.3.9.2 ケース 2 – モーターが順方向に回転

モーターが、十分な速度 (BEMF) で順方向 (指令された方向と同じ方向) に回転している場合、MCF8315C-Q1 は回転するモーターに再同期し、閉ループ動作に直接移行することで整流を継続します。モーター速度が低すぎて閉ループ動作に入れない場合、MCF8315C-Q1 は、閉ループ動作に入るのに十分な速度に達するまでモーターを加速するために、開ループ動作に移行します。回転するモーターに再同期することで、ユーザーはこの初期条件において可能な限り高速な起動時間を達成できます。この再同期機能は、RESYNC_EN によって有効化または無効化できます。MCF8315C-Q1 では、再同期が無効化されている場合、モーターが惰性で回転して停止するのを待つか、またはブレーキをかけるように設定できます。モーターが回転を停止した後、モーターが停止していることを踏まえて、ケース 1 のようにモーター起動シーケンスが進行します。

6.3.9.3 ケース 3 – モーターが逆方向に回転

モーターが逆方向 (指令された方向とは反対の方向) に回転している場合、MCF8315C-Q1 は、方向を変えて、指令された方向の目標リファレンスまでモーターを駆動するための複数の手段を備えています。

リバースドライブ方式を使うと、モーターがゼロ速度まで減速するようにモーターを駆動できます。逆方向に回転している場合、モーターは最短のスピンアップ時間を達成します。

MCF8315C-Q1 では、リバースドライブが無効化されている場合、モーターが惰性で回転して停止するまで待つように、またはブレーキをかけるように設定できます。モーターが回転を停止した後、モーターが停止していることを踏まえて、ケース 1 のようにモーター起動シーケンスが進行します。

注

リバースドライブまたはブレーキ機能を使う際は、電流が許容レベルに制限されるように、また、エネルギーが電源に逆流することで電源電圧が急激に増加しないように注意します。

6.3.10 モータの起動シーケンス (MSS)

図 6-23 に、MCF8315C-Q1 デバイスに実装されているモーター起動シーケンスを示します。

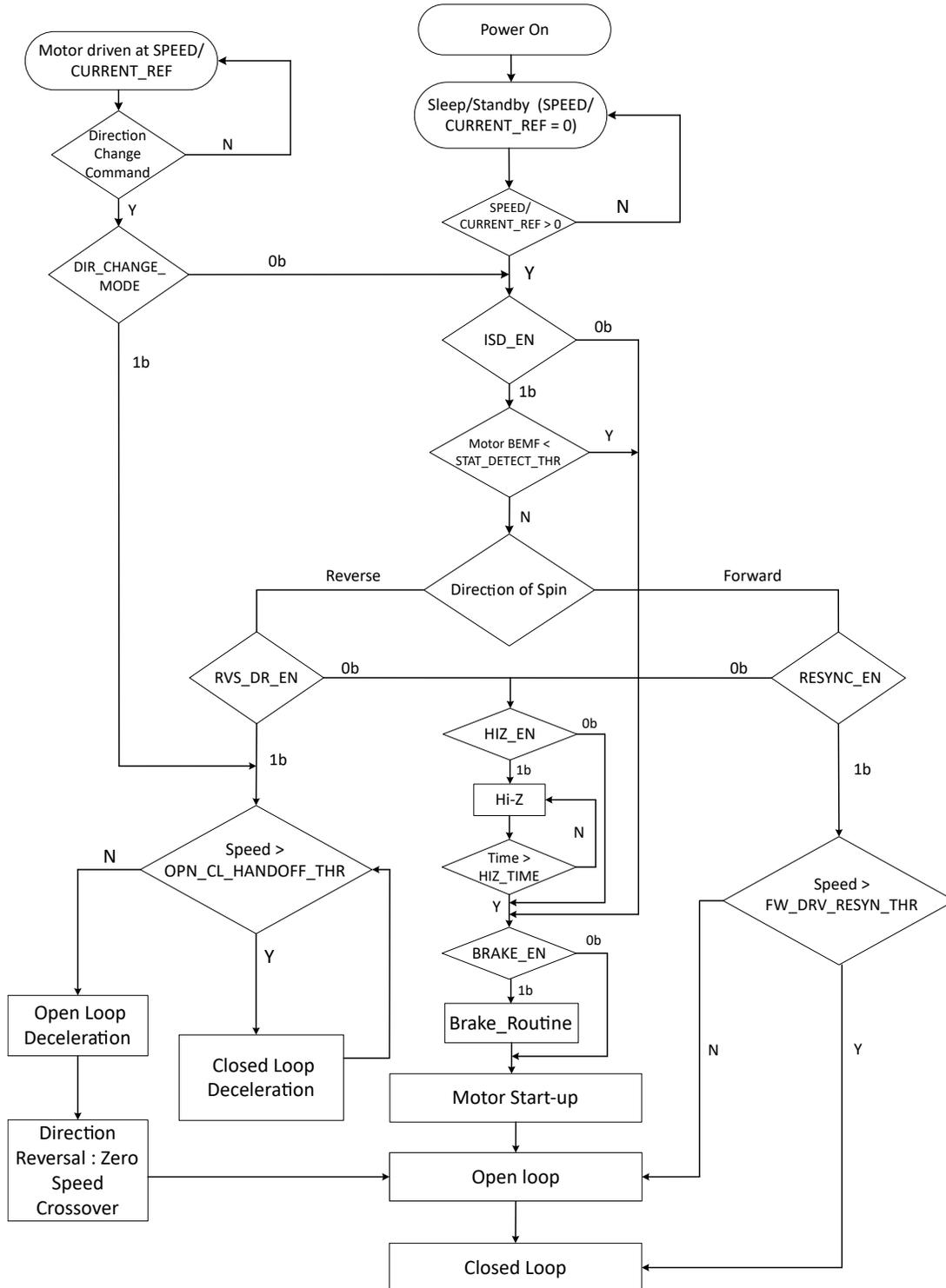


図 6-23. モーターの起動シーケンス

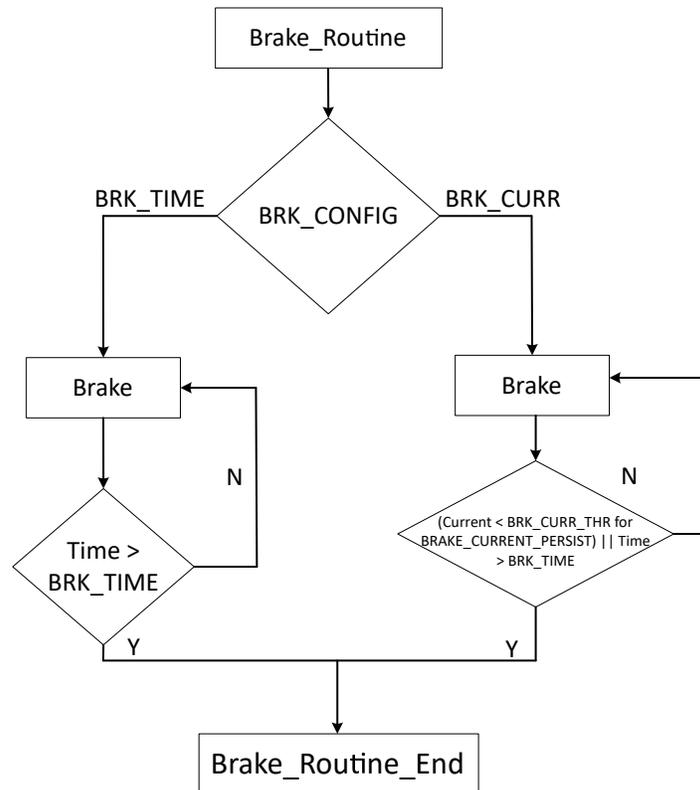


図 6-24. ブレーキ ルーチン

パワーオン状態

これは、MCF8315C-Q1 の電源がオンのときの、モーター起動シーケンス (MSS) の初期状態です。この状態では、MCF8315C-Q1 はペリフェラルを構成し、EEPROM からアルゴリズム パラメータを初期化して、モーターを駆動するための準備をします。

スリープ / スタンバイ

この状態では、SPEED/CURRENT_REF は 0 に設定され、MCF8315C-Q1 は、DEV_MODE および SPEED/WAKE ピンの電圧に応じて、スリープ モードまたはスタンバイ モードになります。

SPEED/CURRENT_REF > 0 判定

SPEED/CURRENT_REF が 0 より大きい値に設定されている場合、MCF8315C-Q1 はスリープ / スタンバイ状態を終了し、ISD_EN 判定に進みます。SPEED/CURRENT_REF が 0 に設定されている限り、MCF8315C-Q1 はスリープ / スタンバイ状態を維持します。

方向変更コマンド判定

方向変更コマンドを受信すると、MCF8315C-Q1 は、DIR_CHANGE_MODE 判定に進みます。

DIR_CHANGE_MODE 判定

DIR_CHANGE_MODE が 0b に設定されている場合、MCF8315C-Q1 は ISD_EN 判定に進み、方向の変更を開始します。これに対し、DIR_CHANGE_MODE が 1b に設定されている場合、MCF8315C-Q1 は、Speed > OPN_CL_HANDOFF_THR 判定に進み、方向の変更を開始します。

ISD_EN 判定

MCF8315C-Q1 は、初期速度検出 (ISD) 機能が有効化されている (ISD_EN = 1b) かどうかを確認します。ISD が有効化されている場合、MSS は BEMF < STAT_DETECT_THR 判定に進みます。これに対し、ISD が無効化されている場合、MSS は直接 BRAKE_EN 判定に進みます。

BEMF < STAT_DETECT_THR または BEMF < FG_BEMF_THR 判定

ISD はモーターの初期条件 (速度、角度、回転方向) を決定します (セクション 6.3.10.1 を参照)。モーターが停止している (BEMF < STAT_DETECT_THR または

	BEMF < FG_BEMF_THR) と見なされた場合、MSS は BRAKE_EN 判定に進みません。モーターが停止していない場合、MSS は回転方向の検証に進みます。
回転方向判定	MSS は、モーターが正方向と逆方向のどちらで回転しているのかを判定します。モーターが正方向に回転している場合、MCF8315C-Q1 は RESYNC_EN 判定に進みます。モーターが逆方向に回転している場合、MSS は RVS_DR_EN 判定に進みます。
RESYNC_EN 判定	RESYNC_EN が 1b に設定されている場合、MCF8315C-Q1 は「速度」>「開ループ - 閉ループ ハンドオフ」(再同期) 判定に進みます。RESYNC_EN が 0b に設定されている場合、MSS は HIZ_EN 判定に進みます。
速度 > FW_DRV_RESYN_THR 判定	モーター速度が FW_DRV_RESYN_THR より大きい場合、MCF8315C-Q1 は ISD から得た速度および位置情報を使用して、閉ループ状態に直接遷移します (セクション 6.3.10.2 を参照)。モーター速度が FW_DRV_RESYN_THR より小さい場合、MCF8315C-Q1 は開ループ状態に遷移します。
RVS_DR_EN 判定	MSS は、リバースドライブ機能が有効化されている (RVS_DR_EN = 1b) かどうかを調べます。リバースドライブ機能が有効化されている場合、MSS は逆方向モーター速度の確認に遷移します。リバースドライブ機能が有効化されていない場合 (RVS_DR_EN = 0b)、MSS は HIZ_EN 判定に進みます。
速度 > OPN_CL_HANDOFF_THR 判定	MSS は、MCF8315C-Q1A が閉ループで減速するべき程度の、大きい逆転速度であるかどうかを確認します。速度 (逆方向) が OL_CL_HANDOFF_THR よりも大きい間、MSS は閉ループ減速を続けます。速度が OPN_CL_HANDOFF_THR を下回ると、MSS は開ループ減速に遷移します。
逆方向閉ループ、開ループ減速、ゼロ速度クロスオーバー	MCF8315C-Q1 は逆方向で再同期し、モーター速度がハンドオフ スレッショルドを下回るまで、閉ループでモーターを減速させます。(「リバースドライブ」を参照)。逆方向のモーター速度が低すぎる場合、MCF8315C-Q1 は開ループに切り替わり、開ループでモーターを減速させ、ゼロ速度に達します。次に開ループで正方向に加速し、モーター速度が十分に上がった後、閉ループ動作に入ります。
HIZ_EN 判定	MSS は、コースト (ハイインピーダンス) 機能が有効化されている (HIZ_EN = 1) かどうかを確認します。コースト機能が有効化されている場合 (HIZ_EN = 1b)、MSS はコーストルーチンに進みます。コースト機能が無効化されている場合 (HIZ_EN = 0b)、MSS は BRAKE_EN 判定に進みます。
コースト (ハイインピーダンス) ルーチン	本デバイスは、HIZ_TIME によって設定された特定の時間の間、6 つの MOSFET のすべてをターンオフすることで、モーターを惰性で回転させます。
BRAKE_EN 判定	MSS は、ブレーキ機能が有効化されている (BRAKE_EN = 1b) かどうかを確認します。ブレーキ機能が有効化されている場合 (BRAKE_EN = 1b)、MSS はブレーキルーチンに進みます。ブレーキ機能が無効化されている場合 (BRAKE_EN = 0b)、MSS はモーター起動状態に進みます (セクション 6.3.11 を参照)。
ブレーキルーチン	MCF8315C-Q1 は、BRK_CONFIG に基づいて時間方式のブレーキ (BRK_TIME によって設定された期間) または電流方式のブレーキ (BRAKE_CURRENT_PERSIST の場合、相電流が BRK_CURR_THR 未満になるまで適用されるブレーキ) のどちらかを作動させます。電流方式のブレーキには、BRK_TIME 内に相電流が BRK_CURR_THR を下回らない場合に、ブレーキ状態が終了することを保証するためのタイムアウトがあります。
閉ループ状態	この状態では、MCF8315C-Q1 は、回転子角度推定に基づいて、センサレス FOC を使用してモーターを駆動します。

6.3.10.1 初期速度検出 (ISD)

ISD 機能は、モーターの初期状態を識別するために使われ、ISD_EN を 1b に設定することで有効化されます。初期の速度、位置、方向は、3 相電圧を検出して決定されます。ISD は、ISD_EN を 0b に設定することで無効化できます。この機能が無効化 (ISD_EN が 0b に設定) されている場合、MCF8315C-Q1 は初期速度検出機能を実行せず、ブレーキルーチン (BRAKE_EN) が有効化されているかどうかの確認に進みます。

6.3.10.2 モータの再同期化

モーター再同期機能は、ISD 機能と再同期機能がどちらも有効化されており、かつモーターの初期状態が正方向 (命令された方向と同じ方向) の回転であると本デバイスが判断した場合に機能します。ISD 中に測定された速度と位置の情報は、MCF8315C-Q1 の駆動状態を初期化するために使われます (初期化された駆動状態は閉ループ状態 (または閉ループ動作に必要なモーター速度が不足している場合は開ループ状態) に直接遷移でき、モーターを停止させる必要はありません)。MCF8315C-Q1 のモーター再同期機能は RESYNC_EN ビットによって有効化 / 無効化できます。モーター再同期機能が無効化されている場合、本デバイスはモーター コースト (ハイ インピーダンス) ルーチンが有効化されているかどうかの確認に進みます。

6.3.10.3 リバース ドライブ

ISD_EN と RVS_DR_EN の両方が 1b に設定されており、かつモーターの回転方向が、指令された方向と反対であると ISD が判断した場合、MCF8315C-Q1 はリバースドライブ機能を使ってモーターの回転方向を変更します。リバースドライブは、逆方向でのモーター速度との同期、ゼロ速度までの逆方向のモーター減速、方向転換、本デバイスが正方向の開ループに遷移するまでの正方向 (指令された方向) の開ループ加速から成ります (図 6-25 を参照)。MCF8315C-Q1 では、REV_DRV_CONFIG を設定することで、順方向パラメータを使用する方法と、別のリバースドライブ パラメータのセットを使用する方法のどちらかを選択できます。

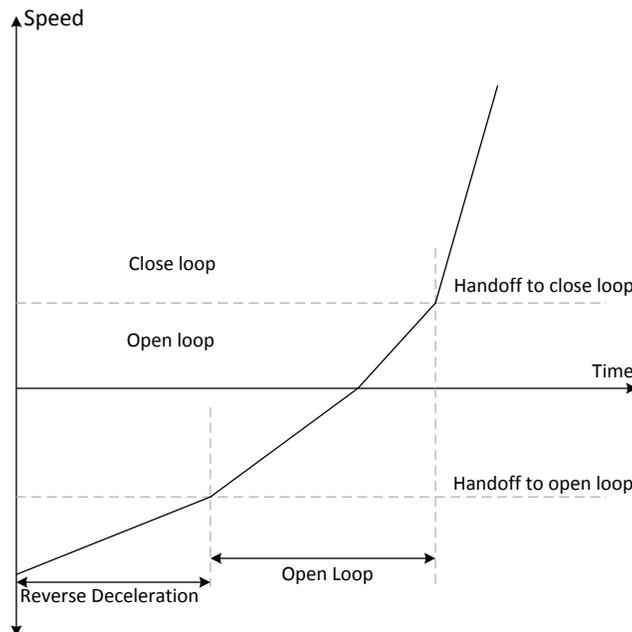


図 6-25. リバース ドライブ機能

注

方向反転中、RVS_DR_EN と ISD_EN の両方を 1b または 0b に設定する必要があります。

6.3.10.3.1 リバース ドライブチューニング

MCF8315C-Q1 は、リバースドライブの開ループから閉ループへの ハンドオフ スレッショルド、開ループ加速 (および減速) レート、開ループ電流制限を、フォワードドライブ動作で使用される値とは異なる値に調整する機能を備えています。

リバース ドライブ 固有のパラメータは、REV_DRV_CONFIG を 1b に設定することで使用できます。REV_DRV_CONFIG が 0b に設定されている場合、MCF8315C-Q1 は、フォワードドライブ動作のために設定されたものと同等のパラメータをリバースドライブ動作時にも使用します。

モーターが逆方向の開ループに入る際の速度は、REV_DRV_HANDOFF_THR によって設定できます。ジャークも同期喪失も起こさずに滑らかに遷移させるため、REV_DRV_OPEN_LOOP_CURRENT を設定することで、速度反転中にモーターが開ループで回転する際の電流を適切な値に制限できます。速度反転中の正方向の開ループ加速度は、REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A1 と REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A2 によって設定されます。モーターが逆方向にゼロ速度まで減速する際のリバースドライブ開ループ減速度は、リバースドライブ開ループ加速度のパーセンテージとして REV_DRV_OPEN_LOOP_DEC によって設定できます。

6.3.11 モータ起動

停止位置からモーターを起動するために各種の機能が備わっており、これらの機能の選択は MTR_STARTUP によって設定できます。アラインおよびダブル アライン モードでは、DC 電流の注入によって、モーターは既知の位置に整列します。IPD モードでは、6 つの異なる高周波数パルスを印加することで、回転子の位置が推定されます。スロー ファースト サイクル モードでは、低周波数のサイクルを印加することで、モーターが起動されます。

6.3.11.1 アライン

アラインは、MTR_STARTUP を 00b に設定することで有効化されます。MCF8315C-Q1 は、ALIGN_TIME で設定された一定時間にわたって、特定の相パターンにより使って DC 電流を注入することで、モーターを整列させます。アライン中の位相パターンは ALIGN_ANGLE に基づいて生成されます。MCF8315C-Q1 では、アライン中の電流制限値は、ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_LIMIT によって設定されます。

位相電流が急速に変化すると、駆動トルクが急激に変化し、音響ノイズが発生する可能性があります。これを回避するために、MCF8315C-Q1 は、ALIGN_SLOW_RAMP_RATE によって設定された構成可能なレートで、電流を 0 から電流制限値まで増加させていきます。アライン ルーチンの終了時に、モーターは既知の位置に整列します。

6.3.11.2 ダブル アライン

ダブル アラインは、MTR_STARTUP を 01b に設定することで有効化されます。回転子の初期位置が、適用された位相パターンに対して 180° 位相がずれている場合、シングル アラインは頼りになりません。この場合、シングル アラインを使うと起動に失敗する可能性があります。アライン方式の起動の信頼性を高めるため、MCF8315C-Q1 ではダブル アライン 起動機能を選択できます。ダブル アライン起動では、MCF8315C-Q1 は、第 1 のアラインの相パターンより 90° 進んだ第 2 のアラインの相パターンを使用します。ダブル アラインでは、アライン時間、電流制限、ランプ レートなどの関連パラメータは、シングル アラインで使われるものと同じです。初期の回転子位置に関係なく、モーターが既知の位置に確実に整列するように、2 つの異なる位相パターンが同じパラメータを使って連続して適用されます。

6.3.11.3 初期位置検出 (IPD)

初期位置検出 (IPD) は、MTR_STARTUP を 10b に設定することで有効化できます。IPD では、モーター インダクタンスの空間的変動を利用してモーターの初期位置を決定するために誘導検出方式が使われます。

アラインまたはダブル アラインを行うと、開ループ加速を開始する前に、モーターが逆方向に回転する可能性があります。IPD は、モーターの逆回転が許されないアプリケーションでも使用できます。IPD は、モーターが整流に整列するのを待たないため、より速いモーター起動シーケンスを実現できます。IPD は、モーターのインダクタンスが位置の関数として変化する場合にうまく機能します。IPD は、モーターにパルス電流を印加することで動作するため、音響ノイズが発生する可能性があります。特定のアプリケーションでは、最適な起動方法を決定する際にこのことを考慮する必要があります。

6.3.11.3.1 IPD 動作

IPD は、BC → CB → AB → BA → CA → AC のシーケンスに従って 6 種類の相パターンを順に適用することで動作します (図 6-26 を参照)。IPD_CURR_THR によって設定されたスレッショルドに電流が達すると、MCF8315C-Q1 は特定の位相パターンの駆動を停止し、特定の位相パターンが適用されたときからその電流スレッショルドに達するまでにかかった時間を測定します。このようにして、6 つの位相パターンのすべてについて、IPD_CURR_THR に達するのに要した時間が測定されます (この時間は、モーター巻線のインダクタンスの関数として変化します)。時間が最も短い状態は、インダ

クタンズが最小である状態を表します。インダクタンスが最小になるのは、モーターの N 極が、この特定の駆動状態に整列されている場合です。

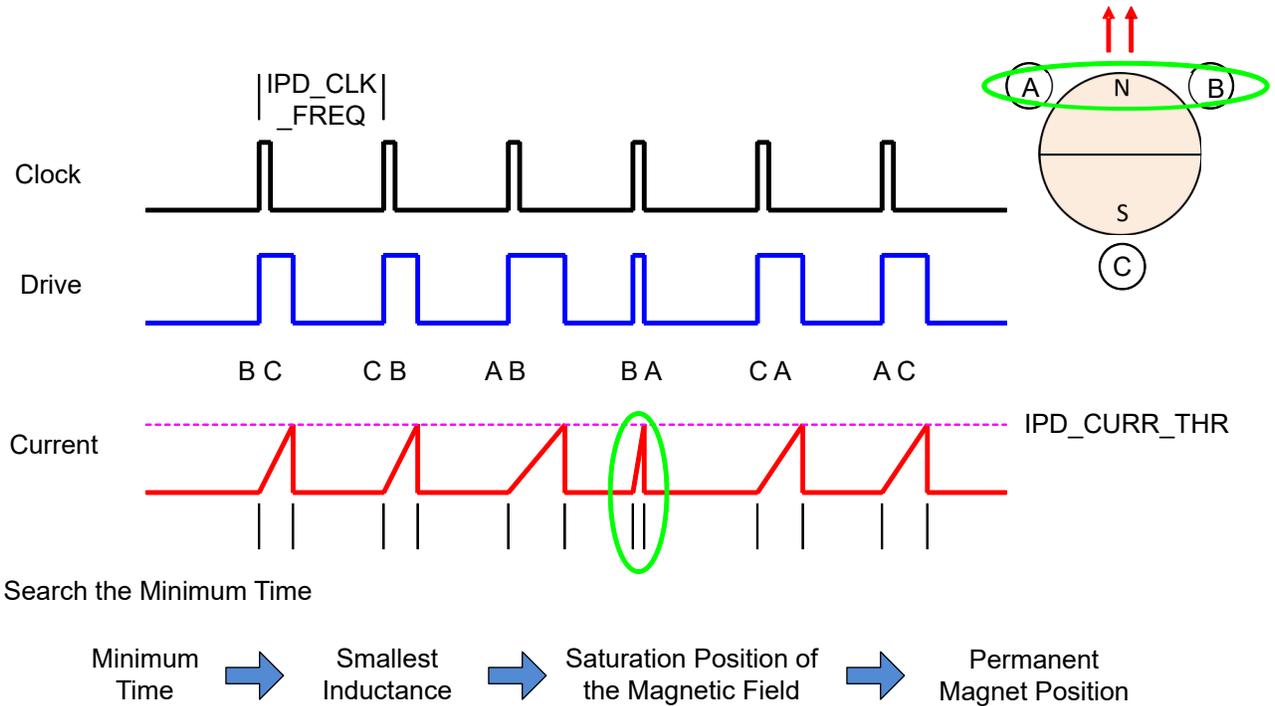


図 6-26. IPD 動作

6.3.11.3.2 IPD 解放モード

IPD 電流スレッシュホールドに達したときに、MCF8315C-Q1 が FET の駆動を停止する方法を設定するには、2 つのモードが利用可能です。IPD_RLS_MODE = 0b の場合、還流 (またはブレーキ) モードが選択されます。この構成では、MOSFET (LSC) とボディ ダイオード (LSA) の間で電流が還流するように、ローサイド (LSC) MOSFET はオンのままです (図 6-27 を参照)。IPD_RLS_MODE = 1b の場合、ハイ インピーダンス モードが選択されます。ハイ インピーダンス モードでは、ハイサイド (HSA) MOSFET とローサイド (LSC) MOSFET がどちらもターンオフし、電流はボディ ダイオードを通じて電源に還流します (図 6-28 を参照)。

ハイ インピーダンス モードでは、相電流が落ち着くまでの時間は短くなりますが、その結果、 V_M の電圧が上昇する可能性があります。クランプ回路を追加するか、 V_M と PGND の間にエネルギーを吸収するための十分な容量を提供するかして、この問題を管理する必要があります。電圧サージを抑制できない場合や、アプリケーションで許容できない場合は、還流モードを使用する必要があります。還流モードを使用する場合は、IPD_CLK_FREQ を適切に選択して、次の IPD 位相パターンが適用される前に、モーター巻線の電流が 0A まで減衰するのに十分な時間を確保します。

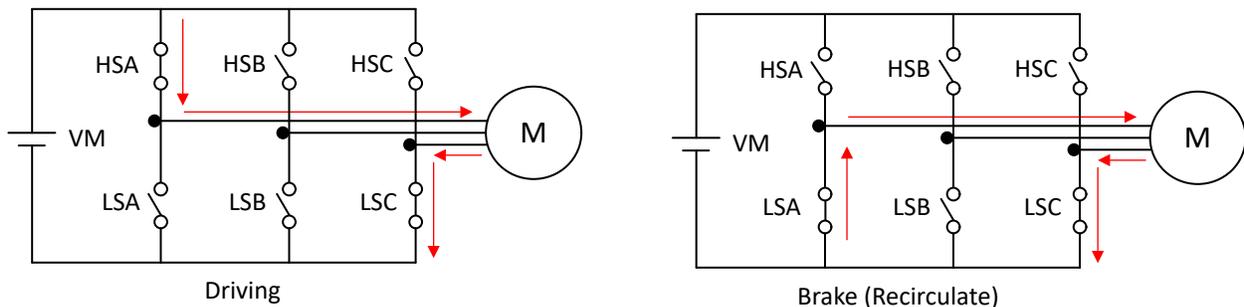


図 6-27. IPD 解放モード - ブレーキ (0b)

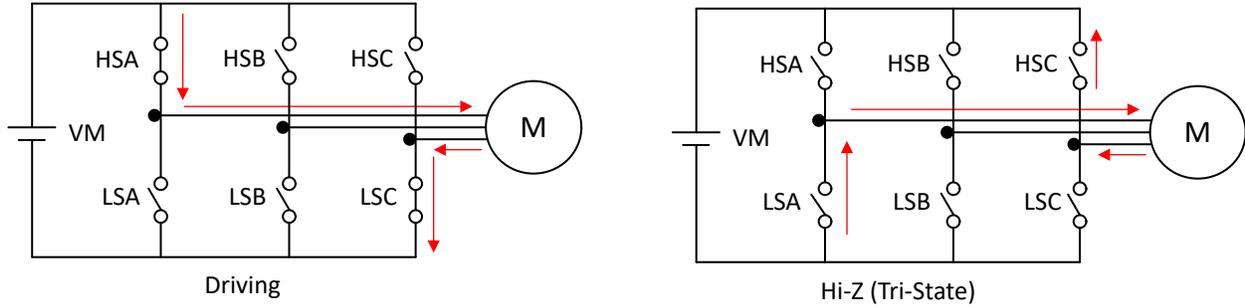


図 6-28. IPD 解放モード - トライステート (1b)

6.3.11.3.3 IPD アドバンス角度

初期位置が検出された後、MCF8315C-Q1 は、IPD_ADV_ANGLE で指定された角度で、開ループでモーターを駆動し始めます。

駆動角度を $0^\circ \sim 180^\circ$ の任意の位置に進めると、正のトルクが得られます。駆動角度を 90° 進めると、最大の初期トルクが得られます。最初から最大トルクを加えると、回転子の加速がぎくしゃくする可能性があります。アプリケーションで滑らかな加速が得られるように IPD_ADV_ANGLE を選択します (図 6-29 を参照)。

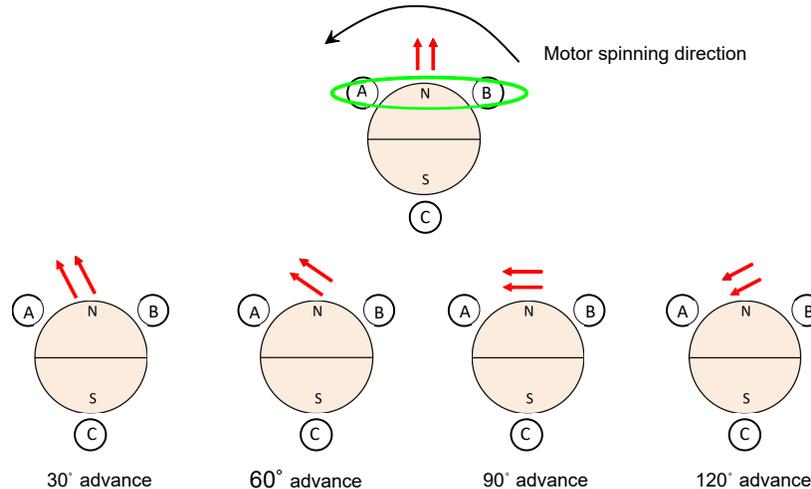


図 6-29. IPD アドバンス角度

6.3.11.4 スロー ファースト サイクル起動

MTR_STARTUP を 11b に設定することで、スロー ファースト サイクル起動が有効化されます。スロー ファースト サイクル起動では、MCF8315C-Q1 は、SLOW_FIRST_CYCLE_FREQ によって設定された周波数でモーターの整流を開始します。設定された周波数は最初のサイクルでのみ使用され、その後モーター整流は、開ループ加速度係数 A1 (OL_ACC_A1) および A2 (OL_ACC_A2) によって設定された加速プロファイルに従います。スロー ファースト サイクルの周波数は、モーターが整流シーケンスと同期できるように、十分低く設定する必要があります。このモードではアライン時間を大幅に短縮できるため、高速起動が求められる場合に役立ちます。

6.3.11.5 開ループ

アライン、ダブル アライン、IPD、スロー ファースト サイクルのいずれかでモーター位置の初期化が完了すると、MCF8315C-Q1 は開ループでモーターを加速し始めます。MCF8315C-Q1 では、開ループの電流制限値は OL_ILIMIT_CONFIG の設定に基づいて ILIMIT または OL_ILIMIT によって設定され、この電流制限値を使って速度が増加します。開ループでは、 I_q と I_d の制御 PI ループは電流を能動的に制御します。開ループ中の角度は、ランプ ジェネレータから提供されます (図 6-30 を参照)。

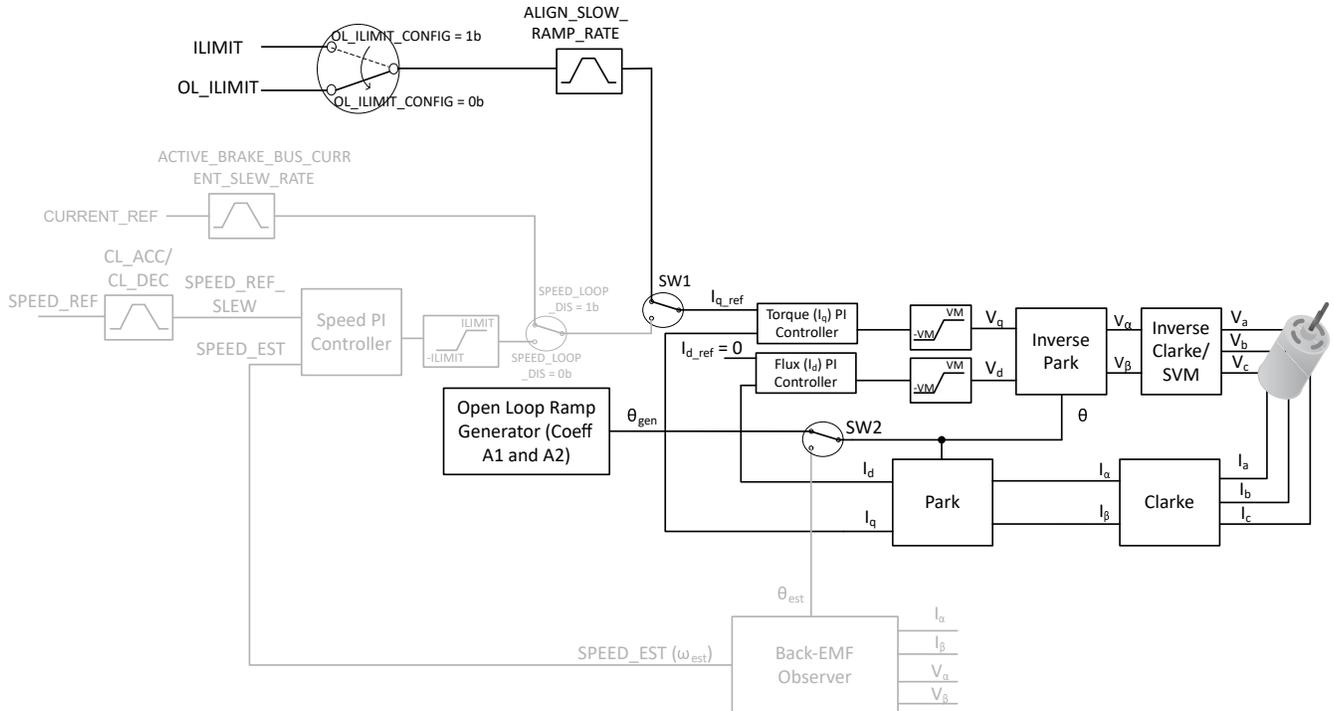


図 6-30. 開ループ

開ループ動作の機能は、逆起電力オブザーバが回転子の位置を正確に検出できるように、モーターが十分な BEMF を生成する速度までモーターを駆動することです。モーターは開ループで加速され、任意の時点での速度は式 7 で求められます。MCF8315C-Q1 では、開ループ加速度係数 (A1 と A2) はそれぞれ OL_ACC_A1 と OL_ACC_A2 によって設定されます。

$$\text{Speed}(t) = A1 * t + 0.5 * A2 * t^2 \quad (7)$$

6.3.11.6 オープンループからクローズループへの遷移

モーターが十分な速度に達してモーターの角度および速度を逆起電力オブザーバが推定できるようになると、MCF8315C-Q1 は閉ループ状態に遷移します。このハンドオフ速度は、逆起電力とモーター速度の測定値に基づいて自動的に決定されます。また、OPN_CL_HANDOFF_THR を設定し、AUTO_HANDOFF_EN を 0b に設定することで、ハンドオフ速度を手動で設定することもできます。速度が急変することなく、遷移が円滑に行われるように、遷移後、theta_error ($\theta_{gen} - \theta_{est}$) は直線的に減少します。theta_error 低減のランプ レートは THETA_ERROR_RAMP_RATE によって設定できます。開ループ中に設定された電流制限値が大きく、かつ閉ループに遷移する前にその電流制限値が低減されない場合、閉ループに遷移した後、一時的にモーター速度が上回る可能性があります。このような速度の変動を防ぐため、IQ_RAMP_EN を 1b に設定します。そうすれば、閉ループに遷移する前に、 i_{q_ref} が徐々に小さくなります。ただし、最終的な速度リファレンス (SPEED_REF) が開ループ - 閉ループ ハンドオフ速度 (OPN_CL_HANDOFF_THR) の 2 倍より大きい場合、より速いモーター加速を可能にするため、IQ_RAMP_EN の設定にかかわらず、 i_{q_ref} は小さくなりません。

十分な速度で閉ループにハンドオフされた後も、エスティメータが完全にはアラインされていないために、依然として θ 誤差が残っている可能性があります。開ループ - 閉ループ遷移の後に弱い加速を使うことで、 θ 誤差を確実にゼロに低減できます。この弱い加速は CL_SLOW_ACC によって設定できます。

図 6-31 に、開ループ - 閉ループ遷移の制御シーケンスを示します。IQ_RAMP_EN が 1b に設定されている場合、電流 i_{q_ref} は電流減衰領域でより小さい値に減少します。IQ_RAMP_EN が 0b に設定されている場合、電流減衰領域は遷移シーケンスに存在しません。PWM_FREQ_OUT≠15、30、45、60kHz の場合のみ、IQ_RAMP_EN を 1b に設定する必要があります。

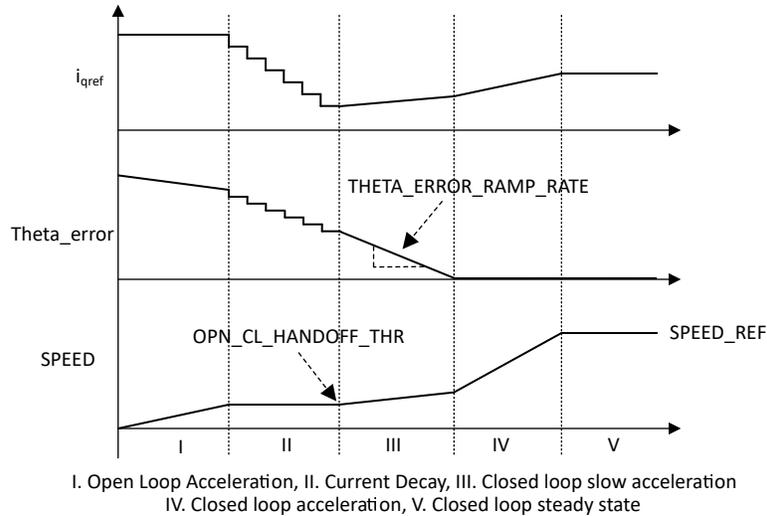


図 6-31. 開ループ - 閉ループ遷移の制御シーケンス

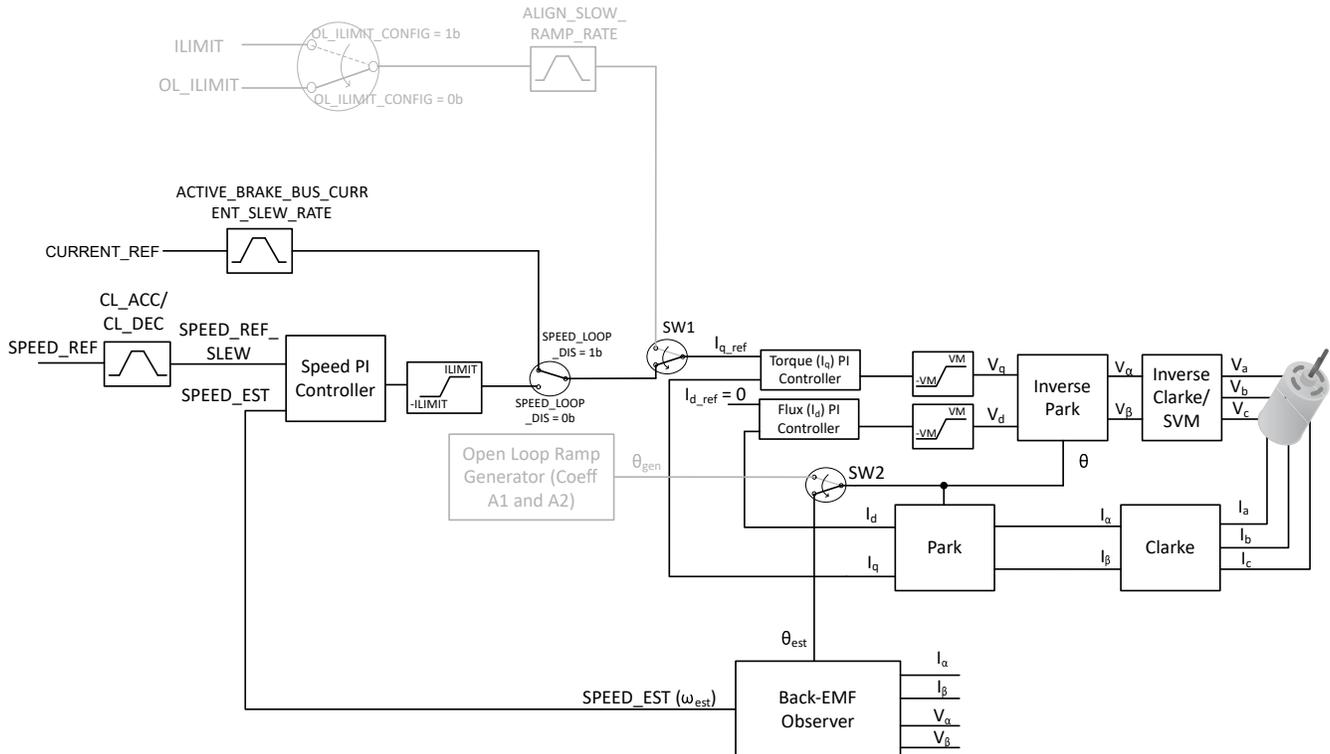


図 6-32. 開ループ - 閉ループ遷移の制御ブロック図

6.3.12 閉ループ制御

MCF8315C-Q1 はフィールド オリエンテッド制御 (FOC) を使用してモーターを駆動します (図 6-33 を参照)。閉ループ動作では、逆起 EMF オブザーバを使ってモーターの角度 (Θ_{est}) と速度 (ω_{est}) が推定されます。速度および電流レギュレーションは、PI 制御ループを使って行われます。最大の効率を達成するため、直接軸電流はゼロ ($i_{d_ref} = 0$) に設定されます。これにより、固定子と回転子の磁界が互いに直交 (位相差が 90°) します。

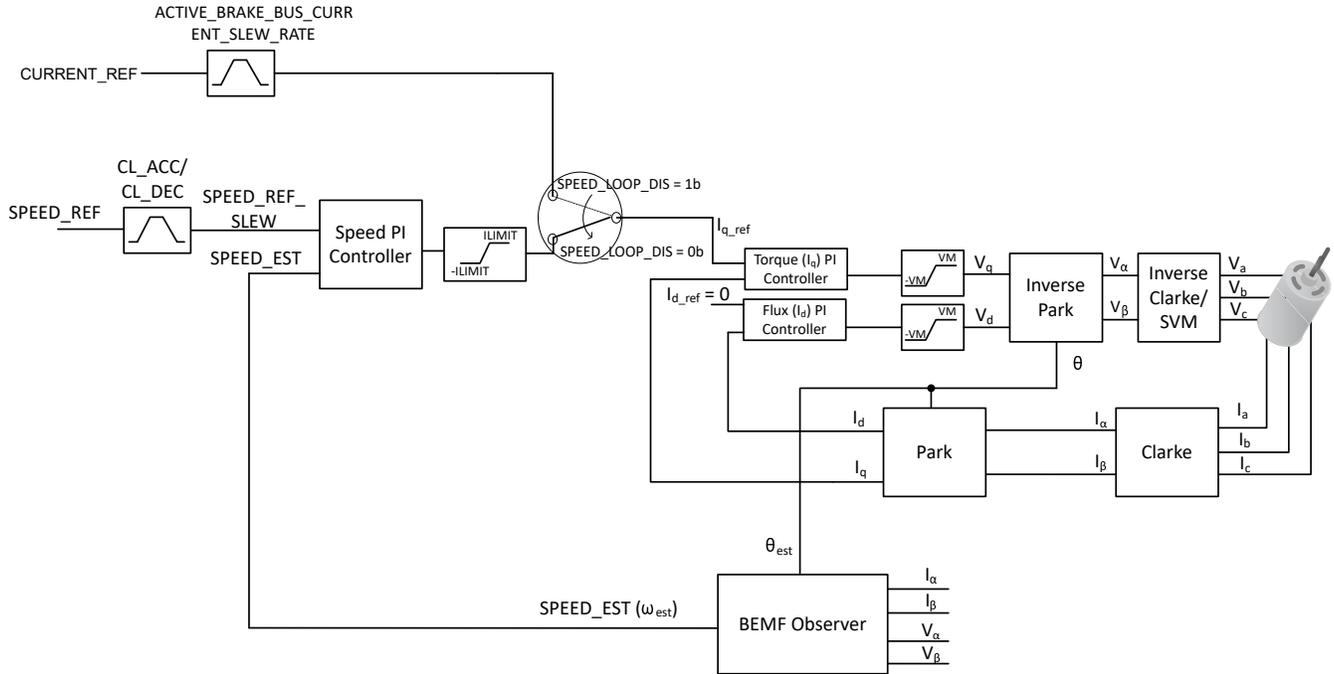


図 6-33. 閉ループ FOC 制御

6.3.12.1 閉ループ加速 / 減速スルーレート

閉ループ加速 / 減速中、MCF8315C-Q1 は、速度 PI コントローラへの速度リファレンス入力のスルーレート (図 6-33 での SPEED_REF_SLEW) を設定できます。これにより、図 6-34 に示すように、速度リファレンス (アナログ、PWM、周波数、または I²C からの SPEED_REF) にステップ変化があっても、速度リファレンス入力 (SPEED_REF_SLEW) を直線的に変化させることができます。音響ノイズを引き起こす可能性がある、モーターに加わるトルクの急激な変化が起こらないように、このスルーレートを設定できます。閉ループ加速 / 減速スルーレート パラメータ (CL_ACC、CL_DEC) は、それぞれ加速時と減速時における SPEED_REF_SLEW のスルーレートを設定します (AVS がアクティブでない場合)。

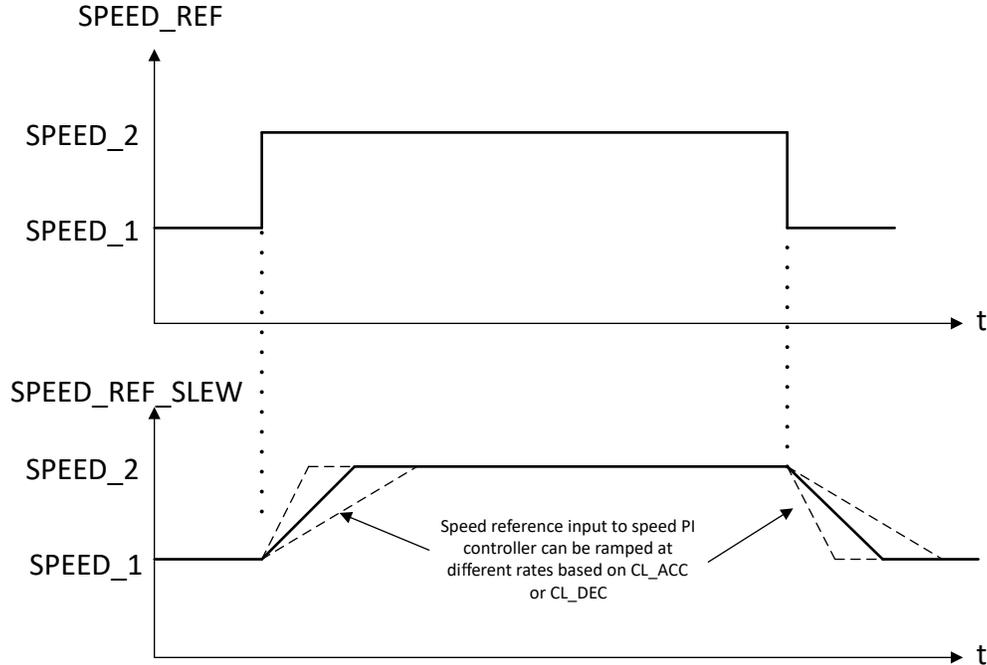


図 6-34. 閉ループ加速 / 減速スルーレート

6.3.12.2 速度 PI 制御

統合された速度制御ループは、動作条件が変わっても一定の速度を維持するのに役立ちます。K_p および K_i 係数は SPD_LOOP_KP と SPD_LOOP_KI によって設定されます。速度ループの出力は、トルク制御用の電流リファレンス (I_{q_ref}) を生成するために使われます。速度ループの出力は、電流制限値を実装するために制限されます。この電流制限値は ILIMIT によって設定されます。速度ループの出力が飽和すると、積分器ワインドアップを防止するため、積分器が無効化されます。

SPEED_REF_SLEW は、デューティコマンド入力、ユーザーによって設定された速度プロファイルと閉ループ加速 / 減速レートから導かれ、SPEED_EST は逆起電力オブザーバによる推定速度です。

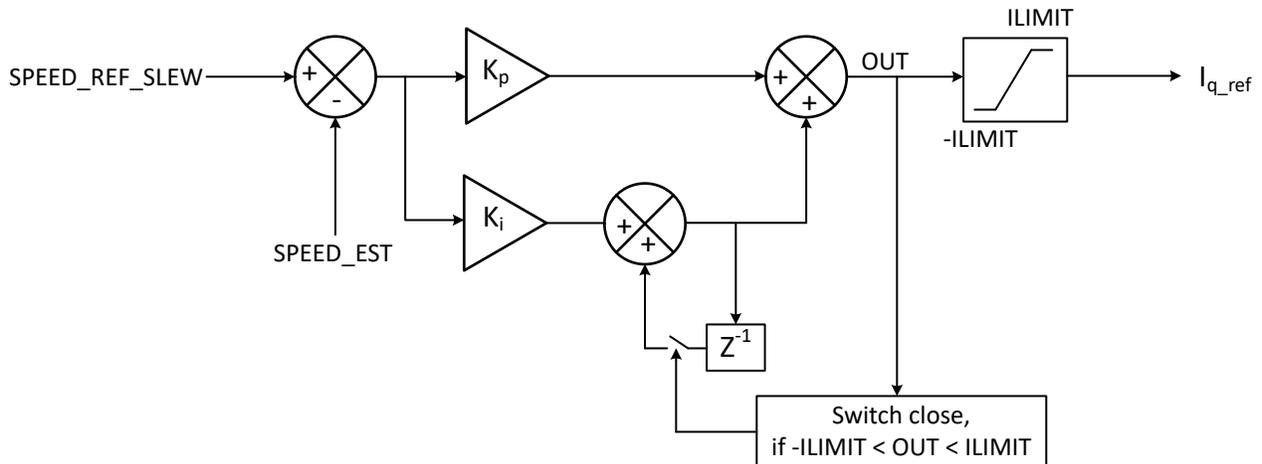


図 6-35. 速度 PI 制御

6.3.12.3 電流 PI 制御

MCF8315C-Q1 は 2 つの PI コントローラを備えており、 I_d と I_q がそれぞれ磁束とトルクを個別に制御します。 K_p および K_i 係数はどちらの PI コントローラでも同じであり、CURR_LOOP_KP と CURR_LOOP_KI によって設定されます。電流制御ループの出力は、モーターに印加される電圧信号 (V_d と V_q) を生成するために使われます。電流ループの出力は電源電圧 (V_M) にクランプされます。 I_d 電流 PI ループが最初に実行され I_d 電流 PI ループの出力、(V_d) が飽和しているかどうかチェックされます。電流ループの出力が飽和すると、積分器ワインドアップを防止するため、積分が無効化されます。

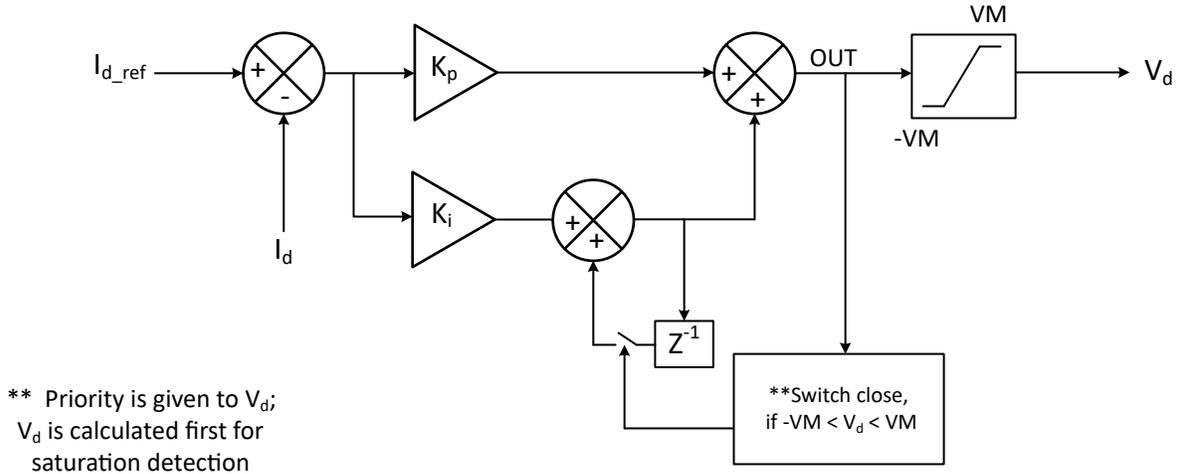


図 6-36. I_d 電流 PI 制御

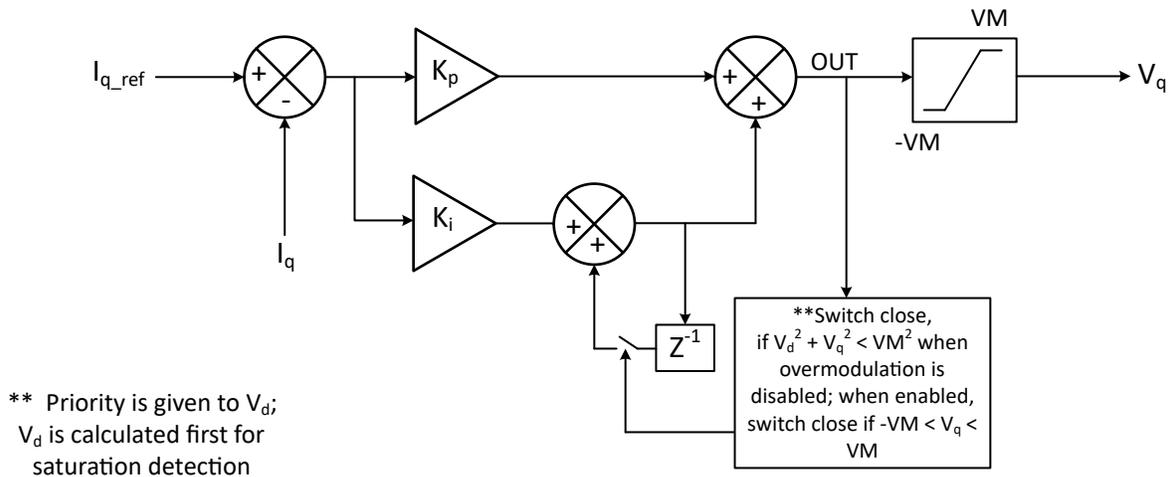


図 6-37. I_q 電流 PI 制御

6.3.12.4 トルク モード

MCF8315C-Q1 は、SPEED_LOOP_DIS を 1b に設定することで速度ループを無効化する機能を備えています。このモードでは、q 軸電流リファレンス I_{q_ref} は、図 6-33 に示すように、速度 PI ループ出力ではなく、デューティ サイクル入力 DUTY_CMD (SPEED ピンまたは I^2C から) と ILIMIT の積によって直接設定されます。したがって、このモードでは I_{q_ref} を直接設定することでトルク制御が可能となり、トルクモード動作に使用できます。

注

トルクモードでは、MTR_STOP は 000b (ハイインピーダンス) のみに設定する必要があります。

6.3.12.5 過変調

MCF8315C-Q1 は、印加される PWM パターンを適切に変更し、印加する基本位相電圧を上げることで、同じ VM 電圧でより高速にモーターを動作させるための過変調機能を備えています (印加される基本位相電圧が高いほど、より高い次数の高調波が増えるためです)。この機能は、OVERMODULATION_ENABLE を 1b に設定することで有効化できます。

6.3.13 モーターパラメータ

MCF8315C-Q1 は、モーター抵抗、モーター インダクタンス、モーター逆起電力定数を使用して、閉ループ動作時のモーター位置を推定します。MCF8315C-Q1 は、オフライン状態でこれらのモーターパラメータを測定できます (モーターパラメータ抽出ツール (MPET) を参照)。通常、モーター動作の前に、(有効化されている場合、) パラメータのオフライン測定が行われます。ユーザーは、オフライン測定を無効化し、EEPROM を使ってモーターパラメータを設定することもできます。このオフラインモーターパラメータ測定機能は、モーターの製造時のばらつきを考慮に入れる上で役立ちます。

6.3.13.1 モータ抵抗

Y 結線モーターの場合、モーター位相抵抗 (R_{PH}) とは、位相出力からセンタータップまでの抵抗を指します (図 6-38 で R_{PH} と表示)。デルタ結線モーターの場合、モーターの位相抵抗とは、Y 結線 (図 6-38) における等価な位相 - センタータップ間抵抗を指します。

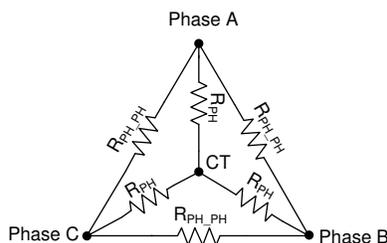


図 6-38. モータ抵抗

デルタ結線モーターと Y 結線モーターの両方において、等価な R_{PH} を得る簡単な方法は、2 つの位相端子間の抵抗 (R_{PH_PH}) を測定し、その値を 2 で割ることです ($R_{PH} = \frac{1}{2} R_{PH_PH}$)。Y 結線モーターでは、センタータップ (CT) にアクセスできる場合、センタータップ (CT) と位相端子との間で R_{PH} を測定することもできます。

モーター抵抗 (R_{PH}) を、表 6-2 と最も近い値に設定します。

表 6-2. モーター抵抗の参照表

MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)	MOTOR_RES (16 進)	R_{PH} (Ω)
0x00	自己測定 (モーターパラメータ抽出ツール (MPET) を参照)	0x40	0.145	0x80	0.465	0xC0	2.1
0x01	0.006	0x41	0.150	0x81	0.470	0xC1	2.2
0x02	0.007	0x42	0.155	0x82	0.475	0xC2	2.3
0x03	0.008	0x43	0.160	0x83	0.480	0xC3	2.4
0x04	0.009	0x44	0.165	0x84	0.485	0xC4	2.5
0x05	0.010	0x45	0.170	0x85	0.490	0xC5	2.6
0x06	0.011	0x46	0.175	0x86	0.495	0xC6	2.7
0x07	0.012	0x47	0.180	0x87	0.50	0xC7	2.8
0x08	0.013	0x48	0.185	0x88	0.51	0xC8	2.9
0x09	0.014	0x49	0.190	0x89	0.52	0xC9	3.0
0x0A	0.015	0x4A	0.195	0x8A	0.53	0xCA	3.2
0x0B	0.016	0x4B	0.200	0x8B	0.54	0xCB	3.4

表 6-2. モーター抵抗の参照表 (続き)

MOTOR_RES (16 進)	R _{PH} (Ω)						
0x0C	0.017	0x4C	0.205	0x8C	0.55	0xCC	3.6
0x0D	0.018	0x4D	0.210	0x8D	0.56	0xCD	3.8
0x0E	0.019	0x4E	0.215	0x8E	0.57	0xCE	4.0
0x0F	0.020	0x4F	0.220	0x8F	0.58	0xCF	4.2
0x10	0.022	0x50	0.225	0x90	0.59	0xD0	4.4
0x11	0.024	0x51	0.230	0x91	0.60	0xD1	4.6
0x12	0.026	0x52	0.235	0x92	0.61	0xD2	4.8
0x13	0.028	0x53	0.240	0x93	0.62	0xD3	5.0
0x14	0.030	0x54	0.245	0x94	0.63	0xD4	5.2
0x15	0.032	0x55	0.250	0x95	0.64	0xD5	5.4
0x16	0.034	0x56	0.255	0x96	0.65	0xD6	5.6
0x17	0.036	0x57	0.260	0x97	0.66	0xD7	5.8
0x18	0.038	0x58	0.265	0x98	0.67	0xD8	6.0
0x19	0.040	0x59	0.270	0x99	0.68	0xD9	6.2
0x1A	0.042	0x5A	0.275	0x9A	0.69	0xDA	6.4
0x1B	0.044	0x5B	0.280	0x9B	0.70	0xDB	6.6
0x1C	0.046	0x5C	0.285	0x9C	0.72	0xDC	6.8
0x1D	0.048	0x5D	0.290	0x9D	0.74	0xDD	7.0
0x1E	0.050	0x5E	0.295	0x9E	0.76	0xDE	7.2
0x1F	0.052	0x5F	0.300	0x9F	0.78	0xDF	7.4
0x20	0.054	0x60	0.305	0xA0	0.80	0xE0	7.6
0x21	0.056	0x61	0.310	0xA1	0.82	0xE1	7.8
0x22	0.058	0x62	0.315	0xA2	0.84	0xE2	8.0
0x23	0.060	0x63	0.320	0xA3	0.86	0xE3	8.2
0x24	0.062	0x64	0.325	0xA4	0.88	0xE4	8.4
0x25	0.064	0x65	0.330	0xA5	0.90	0xE5	8.6
0x26	0.066	0x66	0.335	0xA6	0.92	0xE6	8.8
0x27	0.068	0x67	0.340	0xA7	0.94	0xE7	9
0x28	0.070	0x68	0.345	0xA8	0.96	0xE8	9.2
0x29	0.072	0x69	0.350	0xA9	0.98	0xE9	9.4
0x2A	0.074	0x6A	0.355	0xAA	1.00	0xEA	9.6
0x2B	0.076	0x6B	0.360	0xAB	1.05	0xEB	9.8
0x2C	0.078	0x6C	0.365	0xAC	1.10	0xEC	10.0
0x2D	0.080	0x6D	0.370	0xAD	1.15	0xED	10.5
0x2E	0.082	0x6E	0.375	0xAE	1.20	0xEE	11.0
0x2F	0.084	0x6F	0.380	0xAF	1.25	0xEF	11.5
0x30	0.086	0x70	0.385	0xB0	1.30	0xF0	12.0
0x31	0.088	0x71	0.390	0xB1	1.35	0xF1	12.5
0x32	0.090	0x72	0.395	0xB2	1.40	0xF2	13.0
0x33	0.092	0x73	0.400	0xB3	1.45	0xF3	13.5
0x34	0.094	0x74	0.405	0xB4	1.50	0xF4	14.0
0x35	0.096	0x75	0.410	0xB5	1.55	0xF5	14.5
0x36	0.098	0x76	0.415	0xB6	1.60	0xF6	15.0
0x37	0.100	0x77	0.420	0xB7	1.65	0xF7	15.5

表 6-2. モーター抵抗の参照表 (続き)

MOTOR_RES (16進)	R _{PH} (Ω)						
0x38	0.105	0x78	0.425	0xB8	1.70	0xF8	16.0
0x39	0.110	0x79	0.430	0xB9	1.75	0xF9	16.5
0x3A	0.115	0x7A	0.435	0xBA	1.80	0xFA	17.0
0x3B	0.120	0x7B	0.440	0xBB	1.85	0xFB	17.5
0x3C	0.125	0x7C	0.445	0xBC	1.90	0xFC	18.0
0x3D	0.130	0x7D	0.450	0xBD	1.95	0xFD	18.5
0x3E	0.135	0x7E	0.455	0xBE	2.00	0xFE	19.0
0x3F	0.140	0x7F	0.460	0xBF	2.05	0xFF	20.0

6.3.13.2 モーター インダクタンス

Y 結線モーターの場合、モーター位相インダクタンス (L_{PH}) とは、位相出力とセンター タップとの間のインダクタンスを指します (図 6-39 で L_{PH} と表示)。デルタ結線モーターの場合、モーター位相インダクタンスとは、Y 結線 (図 6-39) における等価な位相 - センター タップ間インダクタンスを指します。

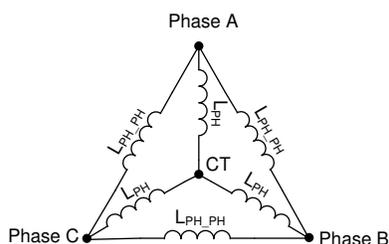


図 6-39. モーター インダクタンス

デルタ結線モーターと Y 結線モーターの両方において、等価な L_{PH} を得る簡単な方法は (L_{PH_PH} 、2 つの位相端子間のインダクタンスを測定し、その値を 2 で割ることです ($L_{PH} = \frac{1}{2} L_{PH_PH}$)。Y 結線モーターでは、センター タップ (CT) にアクセスできる場合、センター タップ (CT) と位相端子との間で L_{PH} を測定することもできます。

モーター インダクタンス (L_{PH}) を、表 6-3 と最も近い値に設定します。

表 6-3. モーター インダクタンスの参照テーブル

MOTOR_IND (16 進)	L _{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L _{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L _{PH} (mH)	MOTOR_IND (16 進)	L _{PH} (mH)
0x00	自己測定 (モーター パラメータ 抽出ツール (MPET) を参照)	0x40	0.145	0x80	0.465	0xC0	2.1
0x01	0.006	0x41	0.150	0x81	0.470	0xC1	2.2
0x02	0.007	0x42	0.155	0x82	0.475	0xC2	2.3
0x03	0.008	0x43	0.160	0x83	0.480	0xC3	2.4
0x04	0.009	0x44	0.165	0x84	0.485	0xC4	2.5
0x05	0.010	0x45	0.170	0x85	0.490	0xC5	2.6
0x06	0.011	0x46	0.175	0x86	0.495	0xC6	2.7
0x07	0.012	0x47	0.180	0x87	0.50	0xC7	2.8
0x08	0.013	0x48	0.185	0x88	0.51	0xC8	2.9
0x09	0.014	0x49	0.190	0x89	0.52	0xC9	3.0
0x0A	0.015	0x4A	0.195	0x8A	0.53	0xCA	3.2
0x0B	0.016	0x4B	0.200	0x8B	0.54	0xCB	3.4
0x0C	0.017	0x4C	0.205	0x8C	0.55	0xCC	3.6
0x0D	0.018	0x4D	0.210	0x8D	0.56	0xCD	3.8
0x0E	0.019	0x4E	0.215	0x8E	0.57	0xCE	4.0
0x0F	0.020	0x4F	0.220	0x8F	0.58	0xCF	4.2
0x10	0.022	0x50	0.225	0x90	0.59	0xD0	4.4
0x11	0.024	0x51	0.230	0x91	0.60	0xD1	4.6
0x12	0.026	0x52	0.235	0x92	0.61	0xD2	4.8
0x13	0.028	0x53	0.240	0x93	0.62	0xD3	5.0
0x14	0.030	0x54	0.245	0x94	0.63	0xD4	5.2
0x15	0.032	0x55	0.250	0x95	0.64	0xD5	5.4
0x16	0.034	0x56	0.255	0x96	0.65	0xD6	5.6
0x17	0.036	0x57	0.260	0x97	0.66	0xD7	5.8
0x18	0.038	0x58	0.265	0x98	0.67	0xD8	6.0
0x19	0.040	0x59	0.270	0x99	0.68	0xD9	6.2
0x1A	0.042	0x5A	0.275	0x9A	0.69	0xDA	6.4
0x1B	0.044	0x5B	0.280	0x9B	0.70	0xDB	6.6
0x1C	0.046	0x5C	0.285	0x9C	0.72	0xDC	6.8
0x1D	0.048	0x5D	0.290	0x9D	0.74	0xDD	7.0
0x1E	0.050	0x5E	0.295	0x9E	0.76	0xDE	7.2
0x1F	0.052	0x5F	0.300	0x9F	0.78	0xDF	7.4
0x20	0.054	0x60	0.305	0xA0	0.80	0xE0	7.6
0x21	0.056	0x61	0.310	0xA1	0.82	0xE1	7.8
0x22	0.058	0x62	0.315	0xA2	0.84	0xE2	8.0
0x23	0.060	0x63	0.320	0xA3	0.86	0xE3	8.2
0x24	0.062	0x64	0.325	0xA4	0.88	0xE4	8.4
0x25	0.064	0x65	0.330	0xA5	0.90	0xE5	8.6
0x26	0.066	0x66	0.335	0xA6	0.92	0xE6	8.8
0x27	0.068	0x67	0.340	0xA7	0.94	0xE7	9
0x28	0.070	0x68	0.345	0xA8	0.96	0xE8	9.2

表 6-3. モーター インダクタンスの参照テーブル (続き)

MOTOR_IND (16 進)	L _{PH} (mH)						
0x29	0.072	0x69	0.350	0xA9	0.98	0xE9	9.4
0x2A	0.074	0x6A	0.355	0xAA	1.00	0xEA	9.6
0x2B	0.076	0x6B	0.360	0xAB	1.05	0xEB	9.8
0x2C	0.078	0x6C	0.365	0xAC	1.10	0xEC	10.0
0x2D	0.080	0x6D	0.370	0xAD	1.15	0xED	10.5
0x2E	0.082	0x6E	0.375	0xAE	1.20	0xEE	11.0
0x2F	0.084	0x6F	0.380	0xAF	1.25	0xEF	11.5
0x30	0.086	0x70	0.385	0xB0	1.30	0xF0	12.0
0x31	0.088	0x71	0.390	0xB1	1.35	0xF1	12.5
0x32	0.090	0x72	0.395	0xB2	1.40	0xF2	13.0
0x33	0.092	0x73	0.400	0xB3	1.45	0xF3	13.5
0x34	0.094	0x74	0.405	0xB4	1.50	0xF4	14.0
0x35	0.096	0x75	0.410	0xB5	1.55	0xF5	14.5
0x36	0.098	0x76	0.415	0xB6	1.60	0xF6	15.0
0x37	0.100	0x77	0.420	0xB7	1.65	0xF7	15.5
0x38	0.105	0x78	0.425	0xB8	1.70	0xF8	16.0
0x39	0.110	0x79	0.430	0xB9	1.75	0xF9	16.5
0x3A	0.115	0x7A	0.435	0xBA	1.80	0xFA	17.0
0x3B	0.120	0x7B	0.440	0xBB	1.85	0xFB	17.5
0x3C	0.125	0x7C	0.445	0xBC	1.90	0xFC	18.0
0x3D	0.130	0x7D	0.450	0xBD	1.95	0xFD	18.5
0x3E	0.135	0x7E	0.455	0xBE	2.00	0xFE	19.0
0x3F	0.140	0x7F	0.460	0xBF	2.05	0xFF	20.0

6.3.13.3 モータ逆起電力定数

逆起電力定数は、モーター速度の関数としての、モーター位相 - 中点間逆起電力を表します。Y 結線モーターの場合、モーター BEMF 定数 ($K_{t_{PH_N}}$) とは、時間の関数としての、位相出力とセンター タップとの間の BEMF を指します (図 6-40 で $K_{t_{PH_N}}$ と表示)。デルタ結線モーターの場合、モーター BEMF 定数とは、Y 結線 (図 6-40) における等価な位相 - センター タップ間 BEMF を指します。

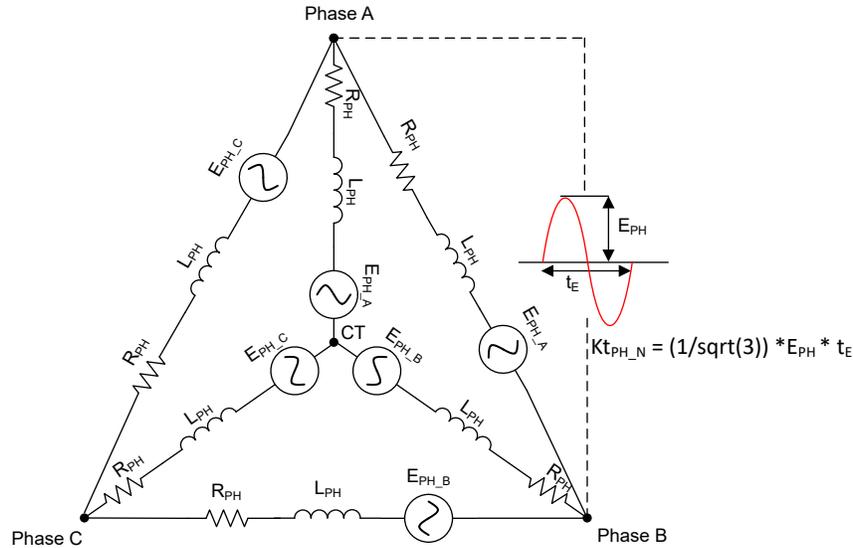


図 6-40. モーター逆起電力定数

デルタ結線モーターと Y 結線モーターの両方において、等価な Kt_{PH_N} を得る簡単な方法は、2 つの位相端子間の 1 電氣的サイクルの範囲の BEMF のピーク値を測定し (E_{PH})、それに 1 電氣的サイクルの周期を掛け、位相間から位相 - 中点間に変換するために $\sqrt{3}$ で割ることです (式 8 を参照)。

$$Kt_{PH_N} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times E_{PH} \times t_E \tag{8}$$

モーター BEMF 定数 (Kt_{PH_N}) を、表 6-4 と最も近い値に設定します。

表 6-4. モーター BEMF 定数の参照テーブル

MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt_{PH_N} (mV/Hz)
0x00	自己測定 (モーター パラメータ 抽出ツール (MPET) を参照)	0x40	14.5	0x80	46.5	0xC0	210
0x01	0.6	0x41	15.0	0x81	47.0	0xC1	220
0x02	0.7	0x42	15.5	0x82	47.5	0xC2	230
0x03	0.8	0x43	16.0	0x83	48.0	0xC3	240
0x04	0.9	0x44	16.5	0x84	48.5	0xC4	250
0x05	1.0	0x45	17.0	0x85	49.0	0xC5	260
0x06	1.1	0x46	17.5	0x86	49.5	0xC6	270
0x07	1.2	0x47	18.0	0x87	50.0	0xC7	280
0x08	1.3	0x48	18.5	0x88	51	0xC8	290
0x09	1.4	0x49	19.0	0x89	52	0xC9	300
0x0A	1.5	0x4A	19.5	0x8A	53	0xCA	320
0x0B	1.6	0x4B	20.0	0x8B	54	0xCB	340
0x0C	1.7	0x4C	20.5	0x8C	55	0xCC	360
0x0D	1.8	0x4D	21.0	0x8D	56	0xCD	380
0x0E	1.9	0x4E	21.5	0x8E	57	0xCE	400
0x0F	2.0	0x4F	22.0	0x8F	58	0xCF	420
0x10	2.2	0x50	22.5	0x90	59	0xD0	440

表 6-4. モーター BEMF 定数の参照テーブル (続き)

MOTOR_BEMF_ CONST (16 進)	Kt _{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_ CONST (16 進)	Kt _{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEMF_ CONST (16 進)	Kt _{PH_N} (mV/Hz)	MOTOR_BEM F_CONST (16 進)	Kt _{PH_N} (mV/Hz)
0x11	2.4	0x51	23.0	0x91	60	0xD1	460
0x12	2.6	0x52	23.5	0x92	61	0xD2	480
0x13	2.8	0x53	24.0	0x93	62	0xD3	500
0x14	3.0	0x54	24.5	0x94	63	0xD4	520
0x15	3.2	0x55	25.0	0x95	64	0xD5	540
0x16	3.4	0x56	25.5	0x96	65	0xD6	560
0x17	3.6	0x57	26.0	0x97	66	0xD7	580
0x18	3.8	0x58	26.5	0x98	67	0xD8	600
0x19	4.0	0x59	27.0	0x99	68	0xD9	620
0x1A	4.2	0x5A	27.5	0x9A	69	0xDA	640
0x1B	4.4	0x5B	28.0	0x9B	70	0xDB	660
0x1C	4.6	0x5C	28.5	0x9C	72	0xDC	680
0x1D	4.8	0x5D	29.0	0x9D	74	0xDD	700
0x1E	5.0	0x5E	29.5	0x9E	76	0xDE	720
0x1F	5.2	0x5F	30.0	0x9F	78	0xDF	740
0x20	5.4	0x60	30.5	0xA0	80	0xE0	760
0x21	5.6	0x61	31.0	0xA1	82	0xE1	780
0x22	5.8	0x62	31.5	0xA2	84	0xE2	800
0x23	6.0	0x63	32.0	0xA3	86	0xE3	820
0x24	6.2	0x64	32.5	0xA4	88	0xE4	840
0x25	6.4	0x65	33.0	0xA5	90	0xE5	860
0x26	6.6	0x66	33.5	0xA6	92	0xE6	880
0x27	6.8	0x67	34.0	0xA7	94	0xE7	900
0x28	7.0	0x68	34.5	0xA8	96	0xE8	920
0x29	7.2	0x69	35.0	0xA9	98	0xE9	940
0x2A	7.4	0x6A	35.5	0xAA	100	0xEA	960
0x2B	7.6	0x6B	36.0	0xAB	105	0xEB	980
0x2C	7.8	0x6C	36.5	0xAC	110	0xEC	1000
0x2D	8.0	0x6D	37.0	0xAD	115	0xED	1050
0x2E	8.2	0x6E	37.5	0xAE	120	0xEE	1100
0x2F	8.4	0x6F	38.0	0xAF	125	0xEF	1150
0x30	8.6	0x70	38.5	0xB0	130	0xF0	1200
0x31	8.8	0x71	39.0	0xB1	135	0xF1	1250
0x32	9.0	0x72	39.5	0xB2	140	0xF2	1300
0x33	9.2	0x73	40.0	0xB3	145	0xF3	1350
0x34	9.4	0x74	40.5	0xB4	150	0xF4	1400
0x35	9.6	0x75	41.0	0xB5	155	0xF5	1450
0x36	9.8	0x76	41.5	0xB6	160	0xF6	1500
0x37	10.0	0x77	42.0	0xB7	165	0xF7	1550
0x38	10.5	0x78	42.5	0xB8	170	0xF8	1600
0x39	11.0	0x79	43.0	0xB9	175	0xF9	1650
0x3A	11.5	0x7A	43.5	0xBA	180	0xFA	1700
0x3B	12.0	0x7B	44.0	0xBB	185	0xFB	1750

表 6-4. モーター BEMF 定数の参照テーブル (続き)

MOTOR_BEMF_CONST (16 進)	Kt _{PH_N} (mV/Hz)						
0x3C	12.5	0x7C	44.5	0xBC	190	0xFC	1800
0x3D	13.0	0x7D	45.0	0xBD	195	0xFD	1850
0x3E	13.5	0x7E	45.5	0xBE	200	0xFE	1900
0x3F	14.0	0x7F	46.0	0xBF	205	0xFF	2000

6.3.14 モーターパラメータ抽出ツール (MPET)

MCF8315C-Q1 は、モーター巻線抵抗、モーター巻線インダクタンス、逆起電力定数を使用して、閉ループ動作時のモーター位置を推定します。ユーザーが自分で値を入力するのではなく、MCF8315C-Q1 はオフライン状態でモーターパラメータを自動的に測定できます。MPET ルーチンはモーターの巻線抵抗、インダクタンス、逆起電力定数、機械的負荷の慣性および摩擦係数を測定します。パラメータのオフライン測定は通常のモーター動作の前に行われます。パラメータの変動による影響を最小限に抑えるため、モーターを起動する前にモーターパラメータを推定することを推奨します。

図 6-41 に、MPET ルーチンの動作シーケンスを示します。MPET ルーチンには、MPET_CMD ビットが 1b に設定されている場合、または目標速度が 0 でない場合に遷移します。MPET ルーチンは 4 つの段階 (IPD、開ループ加速、電流低減、コースト) で構成されます。各段階の下に示した条件が真であると評価された場合、その段階は実行されます。その条件が偽であると評価された場合、アルゴリズムはその特定の段階をバイパスし、シーケンスの次の段階に進みます。4 つの段階のすべてを完了 (またはバイパス) すると、アルゴリズムは MPET ルーチンを終了します。MPET ルーチンが終了すると、目標速度が 0 以外の値に設定されている場合、アルゴリズムは起動および加速 (目標速度リファレンスまで) シーケンスを開始します。

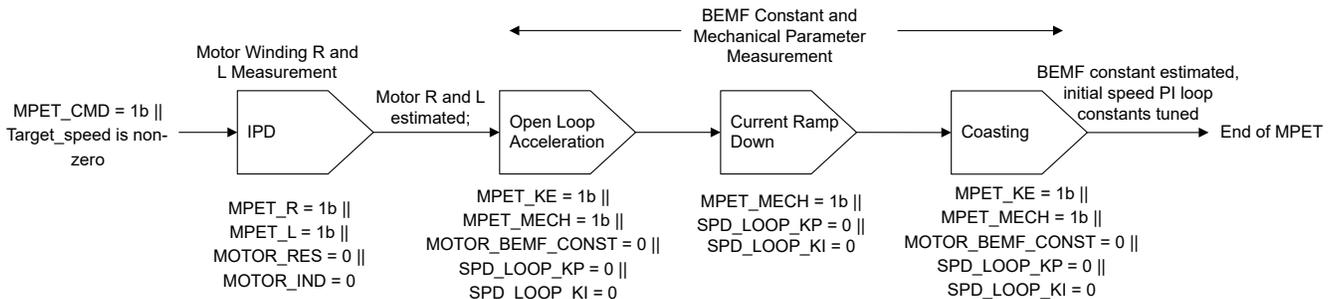


図 6-41. MPET シーケンス

テキサス・インスツルメンツ独自の MPET ルーチンには、以下の動作シーケンスが含まれます。

- **IPD:** ユーザーが MPET_R = 1b および MPET_L = 1b を設定することでモーター巻線抵抗またはインダクタンス測定を有効化している場合、またはユーザーが MOTOR_RES = 0 または MOTOR_IND = 0 を設定している場合、MPET ルーチンは IPD から開始されます。MPET 中の IPD は、MPET 固有の設定パラメータをによって、または通常のモーター動作の IPD 設定パラメータによって設定できます。IPD 設定の選択は、MPET_IPD_SELECT によって行われます。MPET_IPD_SELECT = 1b の場合、IPD 電流制限は MPET_IPD_CURRENT_LIMIT によって設定され、IPD 繰り返し回数は MPET_IPD_FREQ によって設定されます。MPET_IPD_SELECT = 0b の場合、IPD 電流制限と繰り返し回数は IPD_CURR_THR と IPD_REPEAT によって設定されます。IPD タイムのオーバーフロー、または電流増加時間の 3 倍を上回る IPD 電流減衰時間は、MPET_IPD_FAULT の原因となる可能性があります。矛盾のない抵抗およびインダクタンス測定値を得るため、MPET を複数回実行することを推奨します。

- **開ループ加速:**

IPD の後、MPET_KE = 1b と MPET_MECH = 1b を設定することで逆起電力定数または機械的パラメータ測定が有効化されている場合、MPET ルーチンはアライン、次に開ループ加速を実行します。MPET_MECH = 0b であっても、速度ループ PI 定数が 0 に設定されている場合、MPET ルーチンには機械的パラメータ測定のシーケンスが含ま

れます。ユーザーは MPET 専用の開ループ設定パラメータを設定できます。または、通常のモーター動作の開ループ設定パラメータを使用できます。開ループ設定の選択は、MPET_KE_MEAS_PARAMETER_SELECT によって行われます。MPET_KE_MEAS_PARAMETER_SELECT = 1b の場合、速度スルーレートは MPET_OPEN_LOOP_SLEW_RATE によって設定され、開ループ電流リファレンスは MPET_OPEN_LOOP_CURR_REF によって設定され、開ループ速度リファレンスは MPET_OPEN_LOOP_SPEED_REF によって設定されます。MPET_KE_MEAS_PARAMETER_SELECT = 0b の場合、速度スルーレートは OL_ACC_A1 and OL_ACC_A2 によって設定され、電流リファレンスとして ILIMIT の 80%、速度リファレンスとして MAX_SPEED の 50% が設定されます。

- **電流低減:** 開ループ加速の後、機械的パラメータ測定が有効化されている場合、MPET ルーチンは、負荷に対応するには十分なより小さい値にモーター電流を最適化します。機械的パラメータ測定が無効化されている場合 (MPET_MECH = 0b または速度ループ PI パラメータが 0 以外の場合)、MPET は電流低減シーケンスを行いません。
- **コースト:** MPET ルーチンは、このシーケンスによってハイ インピーダンス状態を作り出し、モーターが惰性で回転できるようにします。モーターの逆起電力と機械的パラメータを示す値は、モーター コースト期間中に測定されます。STAT_DETECT_THR によって設定されたスレッシュホールドをモーターの逆起電力が下回ると、MPET_BEMF_FAULT が生成されます。

EEPROM または MPET からのパラメータの選択

MPET の推定値は MTR_PARAMS レジスタから読み出すことができます。MPET_WRITE_SHADOW ビットを 1 に設定すると、MPET の推定値がシャドウ レジスタに書き込まれ、MOTOR_RES、MOTOR_IND、MOTOR_BEMF_CONST、CURR_LOOP_KP、CURR_LOOP_KI、SPD_LOOP_KP、SPD_LOOP_KI シャドウ レジスタのユーザー設定値 (EEPROM からの) が MPET による推定値で上書きされます。シャドウ レジスタのいずれかが (EEPROM レジスタから) 0 に初期化されている場合、MPET_WRITE_SHADOW 設定に関係なく、MPET の推定値がこれらのレジスタのために使われます。MPET は、抵抗とインダクタンスの測定値を使って電流ループ KP および KI を計算します。MPET は、シャフトでの慣性および摩擦係数 (モーターとシャフトの両方の結合負荷を含む) を含む機械的パラメータを推定します。これらの値を使って、速度ループ KP および KI の初期値が設定されます。速度ループ KP および KI 設定の推定値は初期設定としてのみ使用できます。性能要件に基づいて、ユーザーがアプリケーションでこれらのパラメータを調整することを推奨します。

注

MPET を実行する前に、VDC_FILT_DIS を 1b に設定します。

6.3.15 電圧サージ防止 (AVS)

モーターが駆動される際、電源からモーターにエネルギーが転送されます。このエネルギーの一部は、誘導および機械エネルギーの形で蓄積されます。モーターによって生成される BEMF 電圧が、モーターに印加されている電圧よりも大きくなるほど速度コマンドが急減した場合、モーターの機械エネルギーは電源に逆流し、 V_M 電圧が急増します。AVS 機能は、この V_M の電圧サージを防止するように作用し、AVS_EN を 1b に設定することで有効化できます。AVS 機能は、AVS_EN を 0b に設定することで無効化できます。AVS が無効化されている場合、減速度は CL_DEC_CONFIG によって設定されます。

6.3.16 アクティブブレーキ

モーターを迅速に減速させるには、モーターの機械的エネルギーを高速かつ制御された方法で回転子から引き抜く必要があります。しかし、減速プロセス中にモーターの機械的エネルギーが電源に戻ると、電源電圧 (VM) は上昇します。MCF8315C-Q1 は、アクティブ ブレーキと呼ばれる斬新な手法を使って、ポンピング エネルギーを電源電圧に戻すことなく、モーターを迅速に減速できます。アクティブ ブレーキを有効化し、モーターを急激に減速する際の DC バス電圧 (VM) スパイクを防止するには、ACTIVE_BRAKE_EN を 1b に設定する必要があります。DC バス電圧 (VM) スパイクを発生させずに、モーターを素早く減速させるため、リバースドライブ中 (「[セクション 6.3.10.3](#)」を参照) またはモーター停止中 (「[セクション 6.3.20.3](#)」を参照) にアクティブ ブレーキを使うこともできます。

アクティブ ブレーキ中に DC バスから供給される電流の上限値 (i_{dc_ref}) は、ACTIVE_BRAKE_CURRENT_LIMIT によって設定できます。D 軸基準電流 (i_{d_ref}) は、DC バス電流の上限値 (i_{dc_ref}) と DC バス電流の推定値 (i_{dc}) との間の偏差から、PI コントローラを使って生成されます (図 6-42 を参照)。PI コントローラのゲイン定数は、ACTIVE_BRAKE_KP と ACTIVE_BRAKE_KI によって設定できます。アクティブ ブレーキ中、DC バス電流の上限値 (i_{dc_ref}) は、ACTIVE_BRAKE_BUS_CURRENT_SLEW_RATE によって設定されたスルーレートで、0 から ACTIVE_BRAKE_CURRENT_LIMIT まで直線的に増加します。

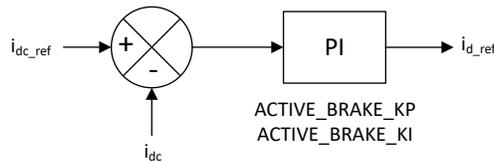


図 6-42. アクティブ ブレーキの i_{d_ref} 電流制御ループ

ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY は、その値を上回るとアクティブ ブレーキ動作に入る、初期速度と目標速度の差の最小値を設定します。たとえば、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY が 10% に設定されていると仮定します。初期速度が 100%、目標速度が 95% に設定されている場合、95% 速度に到達するのに、MCF8315C-Q1 はアクティブ ブレーキの代わりに AVS を使います。なぜなら、指示された速度変化 (5%) が ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY (10%) より小さいためです。

ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT は、その値を下回るとアクティブ ブレーキ動作を終える、現在の速度と目標速度の差を設定します。たとえば、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT が 5% に設定されていると仮定します。モーターの初期速度が 100%、目標速度が 10% に設定されている場合、モーター速度を 15% に下げると、MCF8315C-Q1 はアクティブ ブレーキを使います。15% の速度に達すると、MCF8315C-Q1 はアクティブ ブレーキ動作を終了し、AVS を使ってモーター速度を 10% まで下げます。

ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT は、それを下回るとアクティブ ブレーキが使われる、変調インデックスを設定します。たとえば、ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT が 50%、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY が 5%、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT が 2.5% に設定されていると仮定します。モーターの初期速度が 70% (対応する変調インデックスは 90%)、目標速度が 40% (対応する変調インデックスは 60%) に設定されている場合、MCF8315C-Q1 は AVS を使って 40% の目標速度までモーターを減速します。なぜなら、最終的な速度に対応する変調インデックス (60%) が ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT (50%) より大きいためです。同様に、最終速度コマンドが 10% である場合 (対応する変調インデックスは 30%)、MCF8315C-Q1 は 30% の速度 (対応する変調インデックスは 50%) まで AVS を使い、30% ~ 15% の速度ではアクティブ ブレーキに切り換えます (最終速度 (10%) + ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT (5%))。そして、15% ~ 10% の速度で AVS を使いアクティブ ブレーキを完了します。ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT を 100% に設定してアクティブ ブレーキ チューニングを開始することをテキサス・インスツルメンツは推奨します。アクティブ ブレーキ中に DC バス電圧 (VM) スパイクが観測された場合、この電圧スパイクが除去されるように ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT を段階的に減らします。ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT が 0% に設定されている場合、(ACTIVE_BRAKE_EN が 1b に設定されている場合でも) MCF8315C-Q1 は AVS で順方向に減速します。逆方向 (方向変更中) の場合、ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT は適用されないため、MCF8315C-Q1 はアクティブ ブレーキで減速します。

注

- ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT、ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT は、順方向での減速中のみ適用され、方向変更中は適用されません。
- アクティブ ブレーキを動作させる場合、ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY は ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_EXIT よりも大きい値に設定する必要があります。
- アクティブ (または閉ループ) ブレーキ中、 I_{q_ref} は $-ILIMIT$ にクランプされます。これ (I_{q_ref} が $-ILIMIT$ にクランプされること) により、減速中に速度 PI ループが飽和し、SPEED_LOOP_SATURATION ビットが 1b に設定される可能性があります。減速が完了し、速度 PI ループが飽和状態を脱すると、このビットは自動的に 0b に設定されます。したがって、減速中、速度ループ飽和フォルトは無視する必要があります。
- アクティブ ブレーキは、トルクモードでのみ使用できます。

6.3.17 出力 PWM スイッチング周波数

MCF8315C-Q1 は、MOSFET の出力 PWM スイッチング周波数を PWM_FREQ_OUT によって設定する機能を備えています。PWM_FREQ_OUT の構成可能な範囲は 15 ~ 60kHz です。最適な出力 PWM スイッチング周波数を選択するには、ユーザーは電流リップルとスイッチング損失との間でトレードオフを行う必要があります。通常、L/R 比が小さいモーターほど、電流リップルを低減するのに高い PWM スイッチング周波数を必要とします。

6.3.18 PWM 変調方式

MCF8315C-Q1 は、2 つの変調方式 (連続空間ベクトル PWM 変調方式と不連続空間ベクトル PWM 変調方式) をサポートしています。連続 PWM 変調では、設定されたスイッチング周波数に従って 3 相すべてが常時スイッチングします。不連続 PWM 変調では、 120° 電気的周期にわたって 1 つの相がグラウンドにクランプされ、その他の 2 つの相はパルス幅変調されます。変調方式は、PWM_MODE によって設定されます。図 6-43 に、各種変調方式の変調位相電圧の平均値を示します。

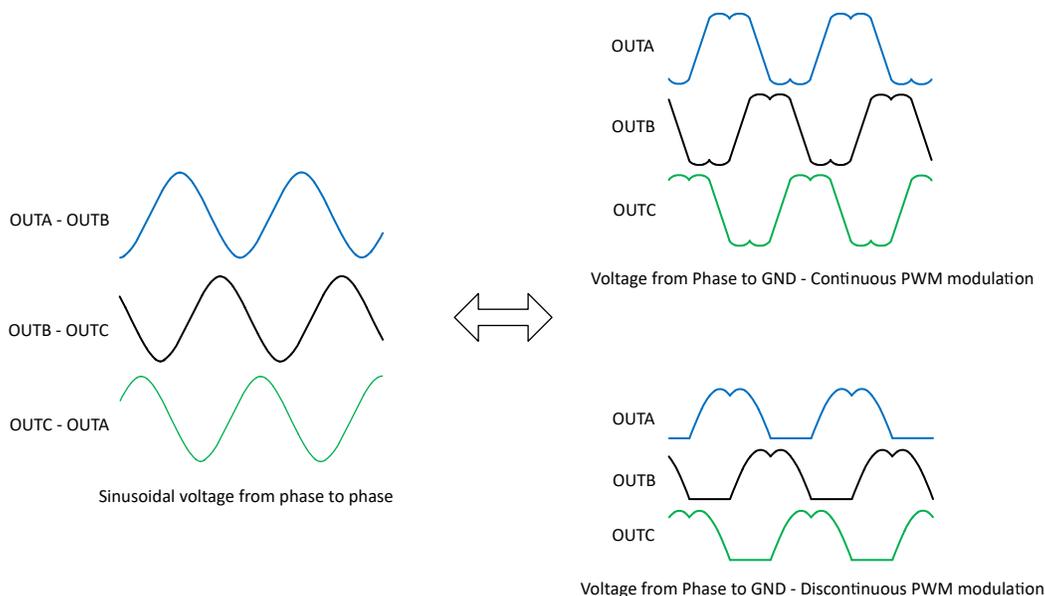


図 6-43. 連続および不連続 PWM 変調の位相電圧

連続変調は、インダクタンスが小さいモーターの電流リップルを低減するのに役立ちますが、3 つの相のすべてがスイッチングしているため、スイッチング損失が大きくなります。不連続変調では、一度に 2 つの相のみがスイッチングするため、スイッチング損失が小さくなりますが、電流リップルは大きくなります。

6.3.19 デッドタイム補償

貫通動作を回避するため、ハーフブリッジレグのハイサイドとローサイドの MOSFET のスイッチングの瞬間との間にデッドタイムが挿入されます。デッドタイムの挿入により、位相電流の方向によっては、位相ノードでの電圧の期待値と印加電圧が一致しなくなります。この位相ノードの電圧歪みは、位相電流に望ましくない歪みをもたらし、可聴ノイズの原因となります。MCF8315C-Q1 は、この位相電流歪みを除去し、可聴ノイズを大幅に低減させる独自のデッドタイム補償機能を内蔵しており、それによって MCF8315C-Q1 の FOC の音響性能を大幅に向上させています。このデッドタイム補償は、DEADTIME_COMP_EN を設定することで有効化または無効化できます。DEADTIME_COMP_EN が 1b (補償が有効) に設定されていても、モーターの電氣的周波数が 135Hz を上回るとデッドタイム補償は無効化され、モーターの電氣的周波数が 127Hz を下回ると再び有効化されます。

6.3.20 モータ停止オプション

MCF8315C-Q1 は、MTR_STOP によって設定できるさまざまなモーター停止オプションを備えています。

6.3.20.1 コースト (ハイインピーダンス) モード

コースト (ハイインピーダンス) モードは、MTR_STOP を 000b に設定することで有効化されます。モーター停止コマンドを受信すると、MCF8315C-Q1 は、すべての MOSFET をターンオフしてハイインピーダンス (Hi-Z) 状態に移行します。MCF8315C-Q1 がモーター駆動からハイインピーダンス状態に移行すると、モーター巻線内の誘導電流は流れ続け、MOSFET 出力段のボディダイオードを通して電源にエネルギーが戻ります (図 6-44 の例を参照)。

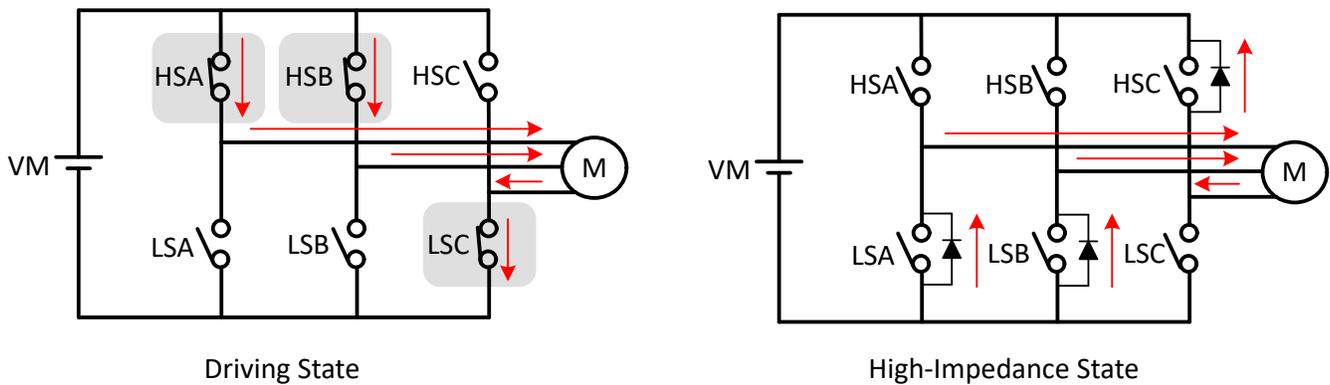


図 6-44. コースト (ハイインピーダンス) モード

この例では、ハイサイド A 相 MOSFET (HSA)、ハイサイド B 相 MOSFET (HSB) を経由してモーターに電流が流れて、ローサイド C 相の MOSFET (LSC) を経由して戻ります。モーター停止コマンドを受信すると、6 つの MOSFET のすべてがハイインピーダンス状態に移行し、誘導エネルギーは MOSFET (LSA, LSB, HSC) のボディダイオードを経由して電源に戻ります。

6.3.20.2 ローサイドブレーキ

注

ローサイドブレーキは、MCF8315C-Q1 がスタンバイデバイスとして構成されている場合にのみ停止オプションとして使用されます。

ローサイドブレーキモードは、MTR_STOP を 010b に設定することで有効化されます。モーター停止コマンドを受信すると、BRAKE_SPEED_THRESHOLD で定義された値まで出力速度を低減します。その後、MTR_STOP_BRK_TIME で定義された時間の間、すべてのローサイド MOSFET をターンオンします (図 6-45 の例を参照)。停止コマンドを受信する前にモーター速度が BRAKE_SPEED_THRESHOLD を下回っている場合、MCF8315C-Q1 はブレーキ状態に直接移行します。MTR_STOP_BRK_TIME の間ブレーキをかけた後、すべての MOSFET をターンオフすることで、MCF8315C-Q1 はハイインピーダンス状態に移行します。

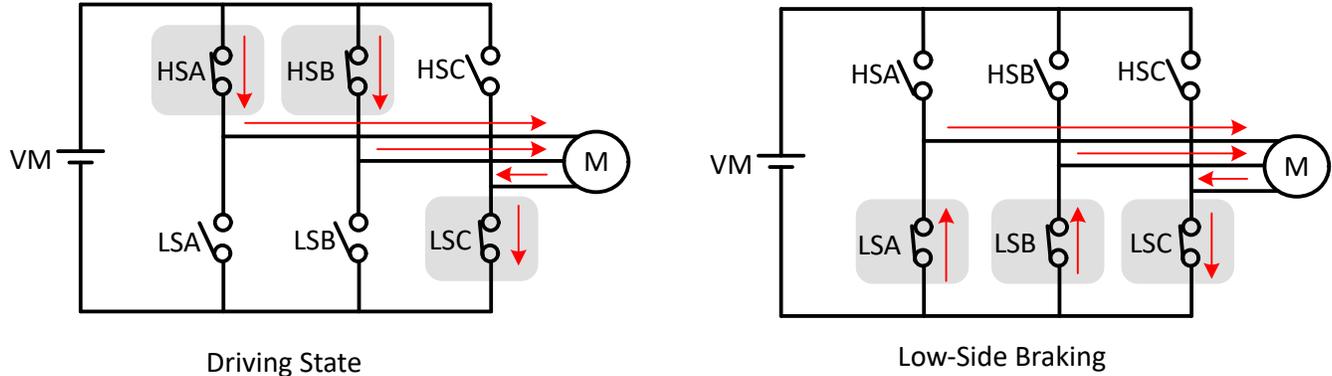


図 6-45. ローサイドブレーキ

MCF8315C-Q1 は、BRAKE ピン入力によってローサイドブレーキに移行することもできます。BRAKE ピンが High 状態にプルされると、BRAKE_SPEED_THRESHOLD で定義された値まで出力速度を低減します。その後、すべてのローサイド MOSFET をターンオンします。この場合、BRAKE ピンが Low 状態に変化するまで、MCF8315C-Q1 はローサイドブレーキ状態にとどまります。

6.3.20.3 アクティブスピンドウン

アクティブ スピンドウン モードは、MTR_STOP を 100b に設定することで有効化されます。モーター停止コマンドを受信すると、出力速度は ACT_SPIN_THR で定義された値まで低下し、その後、MCF8315C-Q1 はすべての MOSFET をオフにしてハイインピーダンス状態に移行します。このモードの利点は、モーターの速度を低下させることで、ハイインピーダンス状態に入る前に位相電流が減少することです。これにより、モーターがハイインピーダンス状態に移行すると、電源へのエネルギー伝達が減少します。ACT_SPIN_THR スレッショルドは、MCF8315C-Q1 がモーターとの同期を失わないように、十分高い値に設定する必要があります。

6.3.21 FG の構成

MCF8315C-Q1 は、周波数生成 (FG) ピンを使ってモーター速度に関する情報を提供します。MCF8315C-Q1 では、FG ピンの出力は FG_CONFIG によって設定されます。FG_CONFIG が 0b に設定されている場合、MCF8315C-Q1 がモーターを駆動している限り、FG 出力はアクティブです。FG_CONFIG が 1b に設定されている場合、モーターの逆起電力が FG_BEMF_THR を下回るまで、MCF8315C-Q1 は FG 出力を提供します。

6.3.21.1 FG 出力周波数

FG 出力周波数は FG_DIV によって設定できます。多くのアプリケーションでは、モーターが機械的に 1 回転するごとに FG 出力がパルスを 1 つ出力することが求められます。2 極～30 極のモーターに対応するさまざまな FG_DIV 値を設定することで、これを実現できます。

図 6-46 に、1 電氣的サイクル (2 極) ごとに 1 回、2 電氣的サイクル (4 極) ごとに 1 回、3 電氣的サイクル (6 極) ごとに 1 回、4 電氣的サイクル (8 極) ごとに 1 回 (以下同様)、それぞれ MCF8315C-Q1 が FG パルスを出力するように構成されている場合の FG 出力を示します。

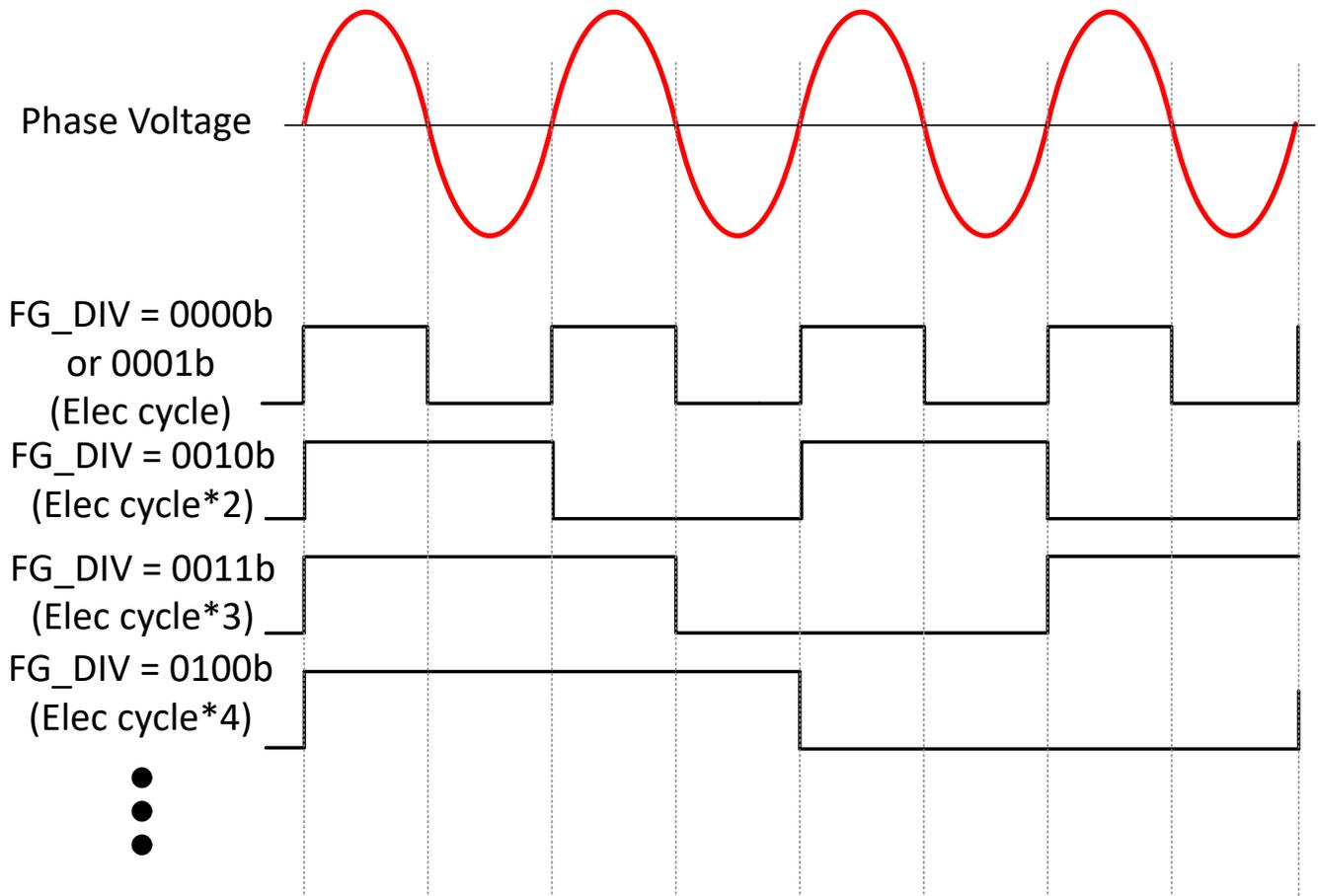


図 6-46. FG 分周器

6.3.21.2 開ループ中の FG の

閉ループ動作中、駆動速度 (FG 出力周波数) と実際のモーター速度は同期します。しかし、開ループ動作中は、FG が実際のモーター速度を反映するとは限りません。

MCF8315C-Q1 では、開ループ中の FG 出力を制御するために 3 つの方法があります (図 6-47 を参照)。これらの方法は、FG_SEL によって設定されます。

FG_SEL の値によって以下が選択されます。

- 00b: 開ループでは、FG 出力は駆動周波数に基づいています。
- 01b: 開ループでは、FG 出力は High に駆動されます。
- 10b: パワーオン後の最初のモーター起動サイクルの開ループ動作中、FG 出力は駆動周波数を反映します。その後の起動サイクルの開ループ動作中、FG は High に保持されます。

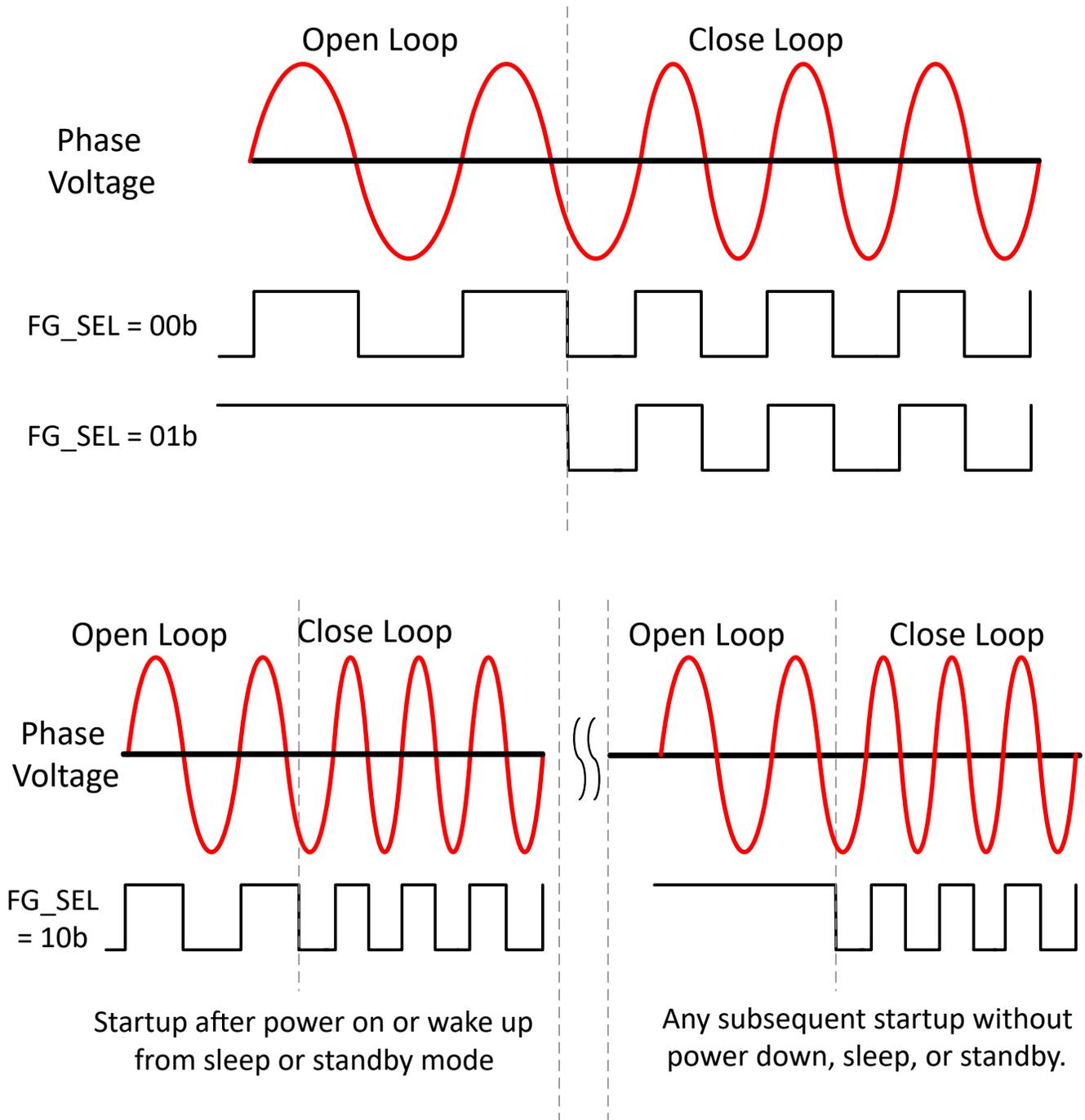


図 6-47. 開ループ中の FG の動作

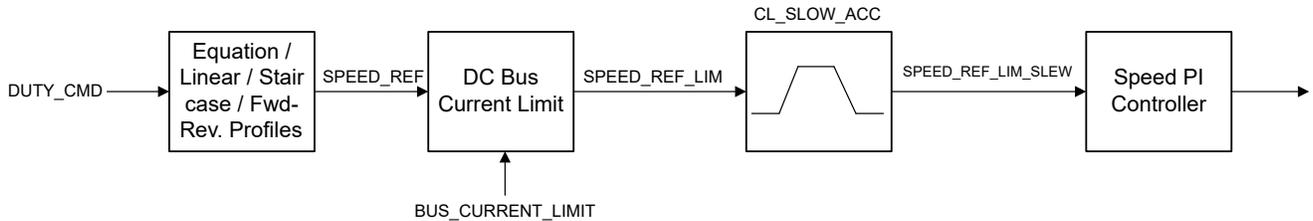
6.3.21.3 アイドル時およびフォルト時の FG

フォルト状態での FG 出力は FG_FAULT_CONFIG によって構成できます。モーター アイドル (停止) 状態の FG 出力は、FG_IDLE_CONFIG によって構成できます。これら 2 つの構成を使ってモーター アイドル状態とフォルト状態を識別でき、同時に FG 周波数 (開ループ時および閉ループ時) を使用してモーター速度を推定できます。

6.3.22 DC バス電流制限

DC バス電流制限機能は、DC 入力ソース (VM) から供給される電流を制限するために使用できます。この機能は、BUS_CURRENT_LIMIT_ENABLE を 1b に設定することで有効化できます。DC バス電流制限は BUS_CURRENT_LIMIT によって設定できます。この機能は、図 6-48 に示すように、速度 (SPEED_REF_LIM) / 電流 (CURRENT_REF_LIM) の基準を制限することで、DC バス電流を制限します。この機能を有効化すると、DC バス電流を制限するために、モーターの速度 / 位相電流が設定点 (SPEED_REF または CURRENT_REF) に達するのを制限することができます。DC バス電流制限ステータスは BUS_CURRENT_LIMIT_STATUS で通知されます。

Speed Control Mode



Current Control Mode

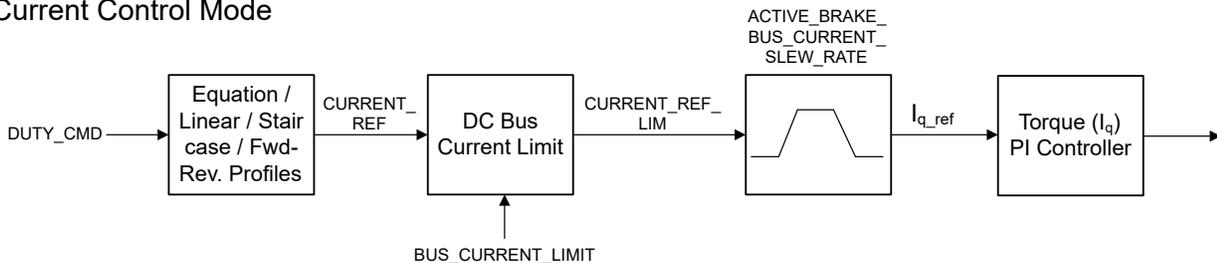


図 6-48. DC バス電流制限

注

1. アクティブ ブレーキが有効な場合、DC バス電流制限機能は利用できません。
2. BUS_CURRENT_LIMIT 付近でのチャタリングを避けるため、MCF8315C-Q1 はこの設定点の前後に 5% のヒステリシスを実装しています。

6.3.23 保護

MCF8315C-Q1 は、モーター ロック、VM 低電圧、AVDD 低電圧、降圧低電圧、チャージ ポンプ低電圧、過熱、過電流 イベントを含む多くのフォルト イベントに対して保護されています。表 6-5 に、各種のフォルトに対する応答、復帰モード、電力段のステータス、通知方法を示します。

注

- 次の動作につながるフォルト (ラッチまたはリトライ) は常に nFAULT ピンで (ロジック Low として) 通知されます。
- ALARM_PIN_EN が 1b に設定されている場合、動作につながるフォルト (ラッチまたはリトライ) は ALARM ピンで (ロジック High として) 通知されます。
- 通知のみのフォルトは、ALARM_PIN_EN が 0b に設定されている場合のみ nFAULT で (ロジック Low として) 通知されます。ALARM_PIN_EN が 1b に設定されている場合、通知のみのフォルトは、ALARM ピンでのみ (ロジック High として) 通知されますが、nFAULT は High に維持されます (プルアップ経路)。
- 複数のフォルトが発生した場合の優先順位は、ラッチ > より長いリトライ時間のフォルト > より短いリトライ時間のフォルト > 通知のみのフォルトです。たとえば、ラッチ フォルトとリトライフォルトが同時に発生した場合、ユーザーが CLR_FLT に 1b を書き込んでクリア フォルト コマンドを発行するまで、このデバイスはフォルト モードにラッチされた状態を維持します。リトライ時間の異なる 2 つのリトライフォルトが同時に発生した場合、本デバイスはより長い (遅い) 方のリトライ時間が経過した後のみリトライを行います。
- 復帰とは、フォルト条件が解消された後の FET の状態 (ハイ インピーダンスまたはアクティブ) のみを指します。自動とは、フォルト条件が解消されてから、リトライ時間が経過したときに、このデバイスが自動的に復帰すること (FET がアクティブになること) を指します。ラッチとは、(CLR_FLT ビットに 1b を書き込むことにより) フォルト条件がクリアされるまで、このデバイスが待機していることを指します。
- 次の動作につながる (ラッチまたはリトライ) フォルトは、フォルト応答 (FET がハイ インピーダンス) の後、nFAULT ピン (ロジック Low として)、ALARM ピン (ロジック High として)、およびフォルト ステータスレジスタで通知されるまで、最大 200ms かかります。
- ラッチ フォルトは、(I²C 経由で) CLR_FLT コマンドを発行してから、クリアされるまでに最大 200ms かかることがあります。

表 6-5. フォルト動作および応答

フォルト	条件	構成	通知	FET	デジタル	復帰
VM 低電圧	$V_{VM} < V_{UVLO}$ (立ち下がりがり)	—	—	ハイ インピーダンス	ディセーブル	自動: $V_{VM} > V_{UVLO}$ (立ち上がり)
AVDD 低電圧	$V_{AVDD} < V_{AVDD_UV}$ (立ち下がりがり)	—	—	ハイ インピーダンス	ディセーブル	自動: $V_{AVDD} > V_{AVDD_UV}$ (立ち上がり)
降圧低電圧 (BUCK_UV)	$V_{FB_BK} < V_{BK_UV}$ (立ち下がりがり)	—	—	アクティブ / ハイ インピーダンス	アクティブ / ディセーブル	自動: $V_{FB_BK} > V_{BK_UV}$ (立ち上がり)
チャージポンプ低電圧 (VCP_UV)	$V_{CP} < V_{CPUV}$ (立ち下がりがり)	—	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: $V_{CP} > V_{CPUV}$ (立ち上がり)
過電圧保護 (OVP)	$V_{VM} > V_{OVP}$ (立ち上がり)	OVP_EN = 0b	なし	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		OVP_EN = 1b	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: $V_{VM} < V_{OVP}$ (立ち下がりがり)
過電流保護 (OCP)	$I_{PHASE} > I_{OCP}$	OCP_MODE = 00b	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		OCP_MODE = 01b	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: t_{RETRY}
降圧過電流保護 (BUCK_OCP)	$I_{BK} > I_{BK_OCP}$	—	—	ハイ インピーダンス	ディセーブル	自動

表 6-5. フォルト動作および応答 (続き)

フォルト	条件	構成	通知	FET	デジタル	復帰
モーター ロック (MTR_LCK)	モーター ロック:異常速度、モーターなしロック、異常な BEMF	MTR_LCK_MODE = 0000b または 0001b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MTR_LCK_MODE = 0010b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MTR_LCK_MODE = 0011b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MTR_LCK_MODE = 0100b または 0101b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		MTR_LCK_MODE = 0110b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		MTR_LCK_MODE = 0111b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		MTR_LCK_MODE = 1000b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
MTR_LCK_MODE = 1xx1b	なし	アクティブ	アクティブ	何も起こらない		
ハードウェア ロック検出電流制限 (HW_LOCK_LIMIT)	$V_{sox} > HW_LOCK_ILIMIT$	HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0000b または 0001b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0010b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0011b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0100b または 0101b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0110b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0111b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 1000b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 1xx1b	なし	アクティブ	アクティブ	何も起こらない

表 6-5. フォルト動作および応答 (続き)

フォルト	条件	構成	通知	FET	デジタル	復帰
ソフトウェア ロック検出電流制限 (LOCK_LIMIT)	$V_{sox} > LOCK_LIMIT$	LOCK_ILIMIT_MODE = 0000b または 0001b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		LOCK_ILIMIT_MODE = 0010b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		LOCK_ILIMIT_MODE = 0011b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		LOCK_ILIMIT_MODE = 0100b または 0101b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		LOCK_ILIMIT_MODE = 0110b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		LOCK_ILIMIT_MODE = 0111b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ローサイド ブレーキ	アクティブ	リトライ: LCK_RETRY
		LOCK_ILIMIT_MODE = 1000b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		LOCK_ILIMIT_MODE = 1xx1b	なし	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
IPD タイムアウトフォルト (IPD_T1_FAULT と IPD_T2_FAULT)	IPD 時間 > 約 500ms、IPD 電流増加または低減中	IPD_TIMEOUT_FAULT_EN = 0b	—	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		IPD_TIMEOUT_FAULT_EN = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ:LCK_RETRY
IPD 周波数フォルト (IPD_FREQ_FAULT)	前の IPD パルスの電流減衰前の IPD パルス	IPD_FREQ_FAULT_EN = 0b	—	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		IPD_FREQ_FAULT_EN = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	リトライ:LCK_RETRY
MPET IPD フォルト (MPET_IPD_FAULT)	MPET R、L 測定中の IPD タイムアウト フォルトと同じ	—	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
MPET 逆起電力フォルト (MPET_BEMF_FAULT)	MPET Ke および機械的パラメータ測定中、モーターの逆起電力 (back-EMF) < STAT_DETECT_THR	—	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
最大 VM (過電圧) フォルト	MAX_VM_MOTOR ≠ 000b の場合、 $V_{VM} > MAX_VM_MOTOR$	MAX_VM_MODE = 0b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MAX_VM_MODE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: ($V_{VM} < MAX_VM_MOTOR - 1$)-V
最小 VM (低電圧) フォルト	MIN_VM_MOTOR ≠ 000b の場合、 $V_{VM} < MIN_VM_MOTOR$	MIN_VM_MODE = 0b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
		MIN_VM_MODE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: ($V_{VM} > MIN_VM_MOTOR + 0.5$)-V

表 6-5. フォルト動作および応答 (続き)

フォルト	条件	構成	通知	FET	デジタル	復帰
外部ウォッチドッグ	EXT_WDT_EN = 1b のときに、設定された時間間隔の前にウォッチドッグ ティックルが到着しない。セクション 6.5.5 を参照	EXT_WDT_FAULT_MODE = 0b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		EXT_WDT_FAULT_MODE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	ラッチ: CLR_FLT
バス電流制限	$I_{VM} > \text{BUS_CURRENT_LIMIT}$ 。 セクション 6.3.22 を参照	BUS_CURRENT_LIMIT_ENABLE = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ: DC バス電流を制限するため、モーターの速度/電流が制限されます	アクティブ	自動: $I_{VM} < \text{BUS_CURRENT_LIMIT}$ になると、速度制限は解除されます。
電流ループの飽和	V_{VM} が小さいことによる電流ループ飽和を示します。	SATURION_FLAGS_EN = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ。モーター速度が基準値に達していない可能性があります。	アクティブ	自動: 飽和を脱すると、モーターはリファレンス動作点に達します。
速度ループの飽和	V_{VM} が小さいこと、ILIMIT 設定が小さいことなどによる速度ループ飽和の表示。	SATURION_FLAGS_EN = 1b	nFAULT および CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ。モーター速度が基準値に達していない可能性があります。	アクティブ	自動: 飽和を脱すると、モーターはリファレンス動作点に達します。
過熱警告 (OTW)	$T_J > T_{OTW}$	OTW_REP = 0b	—	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
		OTW_REP = 1b	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	アクティブ	アクティブ	何も起こらない
FET サーマル シャットダウン (TSD_FET)	$T_J > T_{TSD_FET}$	—	nFAULT および GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ	ハイ インピーダンス	アクティブ	自動: $T_J < T_{TSD_FET} - T_{TSD_FET_HYS}$

6.3.23.1 VM 電源低電圧誤動作防止

VM ピンの入力電源電圧が V_{UVLO} スレッショルド (VM UVLO 立ち下がりスレッショルド) を下回ると、いつでも、すべての内蔵 FET、ドライバ チャージ ポンプ、デジタル ロジックがディセーブルになります (図 6-49 を参照)。MCF8315C-Q1 は、VM UVLO イベントが発生すると必ずリセット状態に移行します。

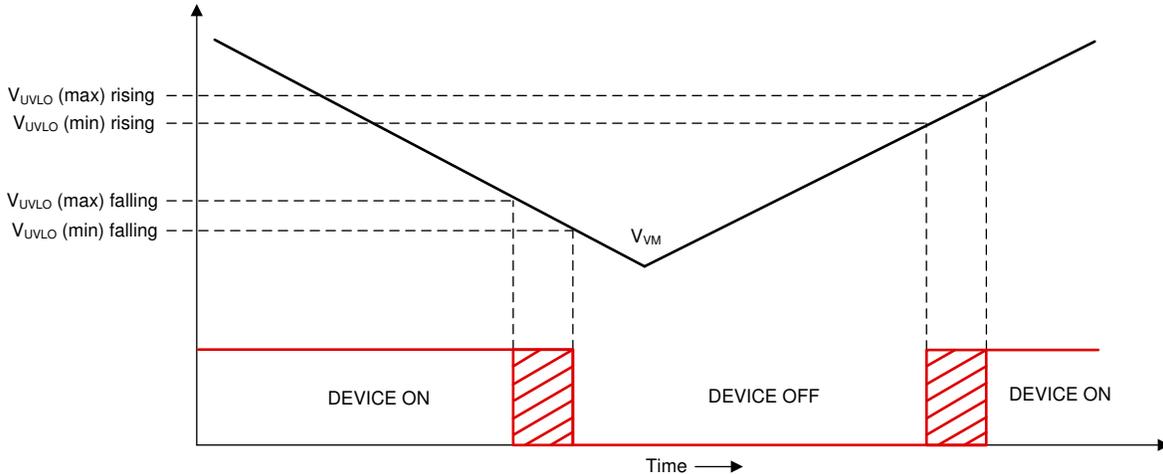


図 6-49. VM 電源低電圧誤動作防止

6.3.23.2 AVDD 低電圧誤動作防止 (AVDD_UV)

AVDD ピンの電圧が V_{AVDD_UV} スレッショルドを下回ると常に、内蔵 FET、ドライバ チャージポンプ、デジタル ロジック コントローラのすべてが無効化されます。MCF8315C-Q1 の内部回路は AVDD レギュレータから電源供給されているため、AVDD UV イベントが発生すると MCF8315C-Q1 はリセット状態になります。

6.3.23.3 降圧低電圧誤動作防止 (BUCK_UV)

FB_BK ピンの電圧が V_{BK_UVLO} スレッショルドを下回ると、いつでも、降圧 UV フォルトが認識されます。MCF8315C-Q1 は、引き続き FB_BK 電圧を設定値にレギュレートしようとします。MCF8315C-Q1 の内部回路には降圧レギュレータから電力が供給されているので、内部回路において FB_BK 電圧が UV をトリガするレベルにまで低下した場合、MCF8315C-Q1 はリセット状態に移行することがあります。

6.3.23.4 VCP チャージ ポンプ低電圧誤動作防止 (CPUV)

VCP ピン (チャージ ポンプ) の電圧が V_{CPUV} スレッショルド未満に低下した場合は、いつでも、すべての内蔵 FET がディセーブルになり、nFAULT ピンが Low になります。ステータス レジスタの DRIVER_FAULT および VCP_UV ビットが 1b に設定されます。VCP 低電圧状態が解消されると、通常動作が再開されます (ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。VCP_UV ビットは、CLR_FLT ビットによってクリアされるまでセットされたまま維持されます。

6.3.23.5 過電圧保護 (OVP)

VM ピンの電圧が V_{OVP} を超えると、いつでも、すべての内蔵 FET が無効化され、nFAULT ピンが Low に駆動されます。ステータス レジスタの DRIVER_FAULT および OVP ビットが 1b に設定されます。過電圧状態が解消されると、通常動作が再開されます (ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解除される)。OVP ビットは、CLR_FLT ビットによってクリアされるまでセットされたまま維持されます。OVP_EN を 0b に設定すると、この保護機能が無効化されます。

OVP スレッショルドは、OVP_SEL ビットに基づいて 22V または 34V に設定できます。

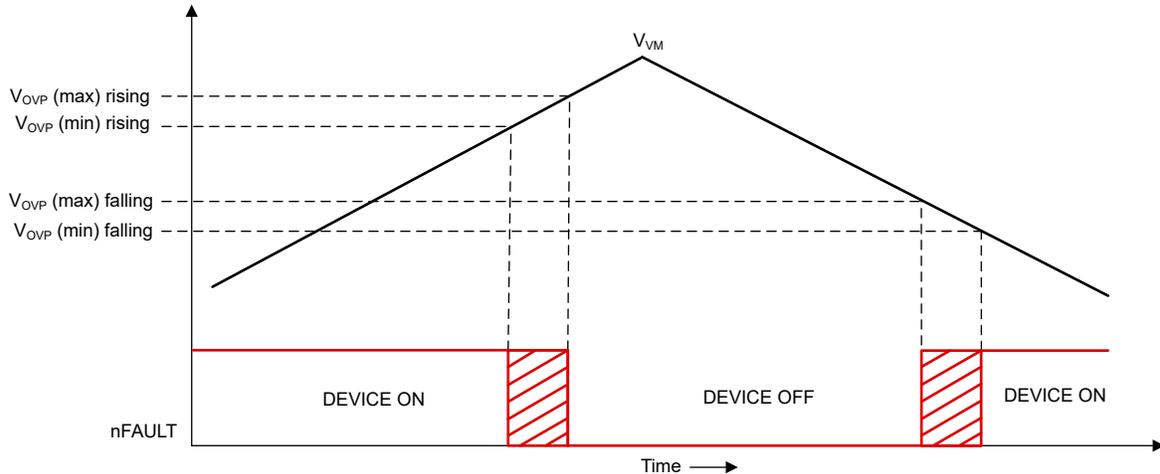


図 6-50. 過電圧保護

6.3.23.6 過電流保護 (OCP)

MOSFET 過電流イベントは、FET を流れる電流を監視することで検出されます。FET に流れる電流が、 I_{OCP} スレッシュホールドをグリッチ除去時間 (t_{OCP}) より長い時間にわたって上回った場合、OCP イベントが認識され、OCP_MODE に従って動作が行われます。 I_{OCP} スレッシュホールドは OCP_LVL を通じて設定され、 t_{OCP} は OCP_DEG を通じて設定され、OCP_MODE は 4 種類のモード (ラッチ シャットダウン、自動再試行、レポートのみ、無効) で構成できます。

6.3.23.6.1 OCP ラッチ シャットダウン (OCP_MODE = 00b)

このモードで OCP イベントが発生すると、すべての MOSFET が無効化され、nFAULT ピンが Low に駆動されます。ステータスレジスタの DRIVER_FAULT、OCP、および対応する FET の OCP ビットが 1b に設定されます。OCP 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通常動作が再開されます (ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。

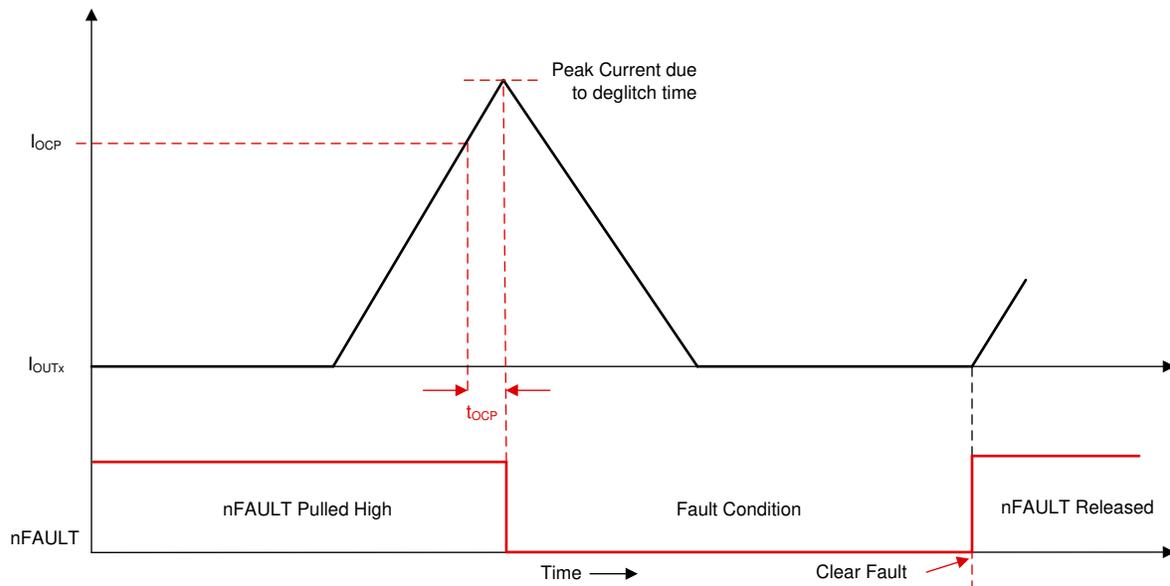


図 6-51. 過電流保護 - ラッチ シャットダウン モード

6.3.23.6.2 OCP 自動リトライ (OCP_MODE = 01b)

このモードで OCP イベントが発生すると、すべての MOSFET が無効化され、nFAULT ピンが Low に駆動されます。フォルト ステータスレジスタの DRIVER_FAULT、OCP、対応する FET の OCP ビットが 1b に設定されます。t_{RETRY} 時間 (T_{RETRY}) が経過した後は、通常動作が自動的に再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。t_{RETRY} 期間が経過すると、DRIVER_FAULT ビットは 0b にリセットされます。OCP ビットと対応する FET の OCP ビットは、CLR_FLT ビットによってクリアされるまで 1b に設定されます。

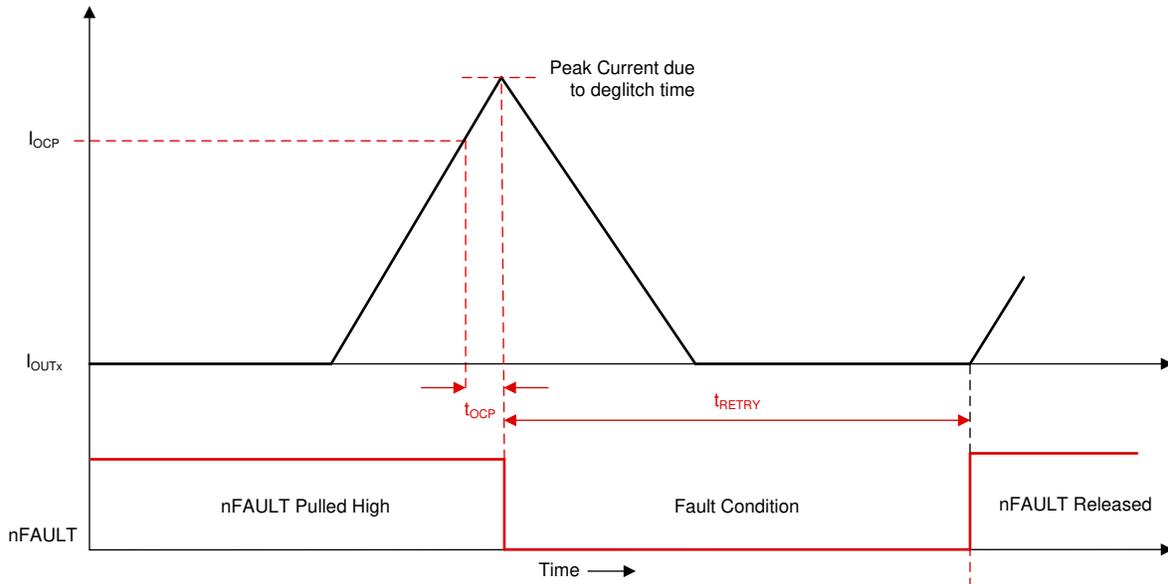


図 6-52. 過電流保護 - 自動リトライ モード

6.3.23.7 降圧過電流保護

降圧過電流イベントは、降圧レギュレータのハイサイド MOSFET を流れる電流を監視することで検出されます。ハイサイド MOSFET に流れる電流が、グリッチ除去時間よりも長い間 I_{BK_OCP} スレッショルドを上回った場合、降圧 OCP イベントが認識され、降圧レギュレータ MOSFET が無効になります (ハイインピーダンス)。MCF8315C-Q1 の内部回路には降圧レギュレータ出力から電力が供給されているので、MCF8315C-Q1 は降圧 OCP イベントが発生すると常にリセット状態になります。

6.3.23.8 ハードウェア ロック検出電流制限 (HW_LOCK_ILIMIT)

ハードウェア ロック検出電流制限機能は、電流を制限してシステムに対する損傷を防止するための設定可能なスレッショルドを提供します。電流検出アンプの出力は、ハードウェア コンパレータに接続されています。CSA 出力の電圧が t_{HW_LOCK_ILIMIT} より長い時間 HW_LOCK_ILIMIT スレッショルドを超えると常に、HW_LOCK_ILIMIT イベントが認識され、HW_LOCK_ILIMIT_MODE に従って動作が行われます。このスレッショルドは HW_LOCK_ILIMIT によって設定され、t_{HW_LCK_ILIMIT} は HW_LOCK_ILIMIT_DEG によって設定されます。HW_LOCK_ILIMIT_MODE ビットは 4 種類のモード (HW_LOCK_ILIMIT ラッチ付きシャットダウン、HW_LOCK_ILIMIT 自動リトライ、HW_LOCK_ILIMIT 通知のみ、HW_LOCK_ILIMIT 無効) で動作できます。

6.3.23.8.1 HW_LOCK_ILIMIT ラッチ シャットダウン (HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 00xxb)

このモードで HW_LOCK_ILIMIT イベントが発生すると、MOSFET のステータスは HW_LOCK_ILIMIT_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。HW_LOCK_ILIMIT 中の MOSFET のステータスは次のように設定されます。

- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0000b または 0001b: すべての MOSFET はターンオフしています。
- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0010b: すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。

- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0011b: すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および HW_LOCK_ILIMIT ビットが 1b に設定されています。HW_LOCK_ILIMIT 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通常動作が再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。

6.3.23.8.2 HW_LOCK_ILIMIT 自動復帰 (HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 01xxb)

このモードで HW_LOCK_ILIMIT イベントが発生すると、MOSFET のステータスは HW_LOCK_ILIMIT_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。HW_LOCK_ILIMIT 中の MOSFET のステータスは次のように設定されます。

- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0100b または 0101b: すべての MOSFET はターンオフしています。
- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0110b: すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。
- HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 0111b: すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および HW_LOCK_ILIMIT ビットが 1b に設定されています。 t_{LCK_RETRY} 時間 (LCK_RETRY によって設定) が経過した後、通常動作が自動的に再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。 t_{LCK_RETRY} 期間が経過すると、CONTROLLER_FAULT および HW_LOCK_ILIMIT ビットは 0b にリセットされます。

6.3.23.8.3 HW_LOCK_ILIMIT 通知のみ (HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 1000b)

このモードで HW_LOCK_ILIMIT イベントが発生しても、何の保護動作も行われません。ハードウェア ロック検出電流制限イベントは、フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT および HW_LOCK_ILIMIT ビットを 1b に設定することで通知されます。ゲートドライバは動作を継続します。外部コントローラは適切に動作することによってこの状態を管理します。HW_LOCK_ILIMIT 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通知はクリアされます。

6.3.23.8.4 HW_LOCK_ILIMIT 無効 (HW_LOCK_ILIMIT_MODE = 1xx1b)

このモードで HW_LOCK_ILIMIT イベントが発生しても、何の動作も行われません。

6.3.23.9 モーター ロック (MTR_LCK)

モーター動作中、MCF8315C-Q1 は各種モーター ロック条件の有無を常に確認しています (「モーター ロック検出」を参照)。有効化されたロック条件が 1 つでも発生すると、MTR_LCK イベントが認識され、MTR_LCK_MODE に従って動作が行われます。

すべてのロックは個別に有効化または無効化でき、リトライ時間は LCK_RETR によって設定できます。MTR_LCK_MODE ビットは 4 種類のモード (MTR_LCK ラッチ付きシャットダウン、MTR_LCK 自動リトライ、MTR_LCK 通知のみ、MTR_LCK 無効) で動作できます。

6.3.23.9.1 MTR_LCK ラッチ シャットダウン (MTR_LCK_MODE = 00xxb)

このモードで MTR_LCK イベントが発生すると、MOSFET のステータスは MTR_LCK_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。MTR_LCK 中の MOSFET のステータス:

- MTR_LCK_MODE = 0000b または 0001b: すべての MOSFET はターンオフしています。
- MTR_LCK_MODE = 0010b: すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。
- MTR_LCK_MODE = 0011b: すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT、MTR_LCK、各モーター ロック条件ビットが 1b に設定されています。MTR_LCK 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通常動作が再開されます (ゲートドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。

6.3.23.9.2 MTR_LCK 自動復帰 (MTR_LCK_MODE = 01xxb)

このモードで MTR_LCK イベントが発生すると、MOSFET のステータスは MTR_LCK_MODE によって設定され、nFAULT は Low に駆動されます。MTR_LCK 中の MOSFET のステータス:

- MTR_LCK_MODE = 0100b または 0101b: すべての MOSFET はターンオフしています。
- MTR_LCK_MODE = 0110b: すべてのハイサイド MOSFET はターンオンしています。
- MTR_LCK_MODE = 0111b: すべてのローサイド MOSFET はターンオンしています。

フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT、MTR_LCK、各モーター ロック条件ビットが 1b に設定されています。t_{LCK_RETRY} 時間 (LCK_RETRY によって設定) が経過した後、通常動作が自動的に再開されます (ゲートドライブの動作が再開され、nFAULT ピンが解放される)。t_{LCK_RETRY} 期間が経過すると、CONTROLLER_FAULT、MTR_LCK、各モーター ロック条件ビットが 0b にリセットされます。

6.3.23.9.3 MTR_LCK 通知のみ (MTR_LCK_MODE = 1000b)

このモードで MTR_LCK イベントが発生しても、何の保護動作も行われません。フォルト ステータス レジスタの CONTROLLER_FAULT、MTR_LCK、各モーター ロック条件ビットを 1b に設定することで、モーター ロック イベントが通知されます。ゲートドライブは動作を継続します。外部コントローラは適切に動作することによってこの状態を管理します。MTR_LCK 条件が解消され、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されると、通知はクリアされます。

6.3.23.9.4 MTR_LCK 無効 (MTR_LCK_MODE = 1xx1b)

このモードで MTR_LCK イベントが発生しても、何の動作も行われません。

6.3.23.10 モーター ロック検出

MCF8315C-Q1 は、モーターがロック状態にあるかどうかを判断するためのさまざまなロック検出機能を備えています。ロック状態を迅速かつ確実に検出できるように、複数の検出機能が連携します。MCF8315C-Q1 は、モーターのロック状態の有無を検出するだけでなく、システムにモーターが接続されていないことを識別して対応策を講じることもできます。ロック検出機能とモーターなし検出機能はどちらも、それぞれのレジスタビットによって無効化できます (LOCK1/2/3_EN)。

6.3.23.10.1 ロック 1 : 異常速度 (ABN_SPEED)

MCF8315C-Q1 は常に速度を監視しています。速度が LOCK_ABN_SPEED を超えると、いつでも、ABN_SPEED ロック イベントが認識され、MTR_LCK_MODE に従って動作が行われます。このスレッシュホールドは LOCK_ABN_SPEED レジスタによって設定されます。ABN_SPEED ロックは、LOCK1_EN で有効化 / 無効化できます。

6.3.23.10.2 ロック 2 : 異常 BEMF (ABN_BEMF)

MCF8315C-Q1 は、閉ループでモーターを最適に動作させるため、逆起電力を推定します。この逆起電力の推定値は、速度と BEMF 定数の推定値を使って計算された逆起電力の期待値と比較されます。低速では逆起電力が小さくなるため、モーターがストールするとすぐに逆起電力の推定値は不正確になります。逆起電力の推定値と期待値との差が ABNORMAL_BEMF_THR を超えると、異常 BEMF フォルトがトリガされ、MTR_LCK_MODE に従って動作が行われません。

ABN_BEMF ロックは、LOCK2_EN で有効化 / 無効化できます。

6.3.23.10.3 Lock3 : モーター フォルトなし (NO_MTR)

MCF8315C-Q1 は 3 相すべての位相電流を常に監視しています。いずれかの位相電流が 500ms の間 NO_MTR_THR を下回ると、NO_MTR イベントが認識されます。NO_MTR イベントに対する応答は、MTR_LCK_MODE によって設定されます。NO_MTR ロックは、LOCK3_EN で有効化 / 無効化できます。

6.3.23.11 最小 VM (低電圧) 保護

MCF8315C-Q1 は、構成可能な VM 低電圧保護のオプションを備えています。MCF8315C-Q1 が低電圧フォルトをトリガする VM レベルは MIN_VM_MOTOR によって設定され、VM 低電圧に対するフォルト応答は MIN_VM_MODE によって設定されます。MIN_VM_MODE が 0b に設定されている場合、(MIN_VM_MOTOR での) VM 低電圧フォルトはラッチされ、CLR_FLT ビットに 1b を書き込むことによりフォルト条件がクリアされるまで、FET は ハイ インピーダンスになります。MIN_VM_MODE が 1b に設定されている場合、VM 低電圧フォルト (MIN_VM_MOTOR で発生) は自動的にクリアされ、VM > (MIN_VM_MODE + 0.5) V になるとデバイスはモーター動作を開始します。

注

MIN_VM_MOTOR (\neq 000b) を有制限値に設定したときは、MAX_VM_MOTOR を 000b にしてはいけません。

6.3.23.12 最大 VM (過電圧) 保護

MCF8315C-Q1 は、構成可能な VM 過電圧保護のオプションを備えています。MCF8315C-Q1 が過電圧フォルトをトリガする VM レベルは MAX_VM_MOTOR によって設定され、VM 過電圧に対するフォルト応答は MAX_VM_MODE によって設定されます。MAX_VM_MODE が 0b に設定されている場合、VM 過電圧フォルト (MAX_VM_MOTOR 時) はラッチされ、フォルト条件が CLR_FIT ビットに 1b を書き込むことでクリアされるまで、FET はハイインピーダンス状態になります。MAX_VM_MODE が 1b に設定されている場合、VM 過電圧フォルト (MAX_VM_MOTOR 時) は自動的にクリアされ、 $VM < (MAX_VM_MODE - 1)$ になった時点で本デバイスはモーター動作を開始します。

6.3.23.13 MPET フォルト

抵抗およびインダクタンス測定中のエラーは、MPET_IPD_FAULT によって通知されます。MPET_IPD_FAULT は、電流をスレッシュホールド値まで増やせなかったという理由で IPD タイマがオーバーフローしたときにトリガされます (セクション 6.3.23.14 を参照)。通常このフォルトは、MCF8315C-Q1 にモーターが接続されていない場合、または大きい抵抗を持つモーターに対して MPET IPD 電流スレッシュホールドが高く設定されている場合にトリガされます。

BEMF 定数測定中のエラーは、MPET_BEMF_FAULT によって通知されます。このフォルトは、STAT_DETECT_THR によって設定されたスレッシュホールドを逆起電力の測定値が下回った際にトリガされます。このようなフォルトシナリオの 1 つの例として、不適切な開ループ設定の使用による開ループ動作中のモーターストールが挙げられます。

6.3.23.14 IPD フォルト

モーター起動が IPD として設定されている (MTR_STARTUP が 10b に設定されている) 場合、MCF8315C-Q1 は 12 ビット タイマを使って IPD 中の電流の増加および低減時間を推定します。IPD 中、アルゴリズムは、IPD_CURR_THR までの電流増加が成功するかどうかを、最初は 10MHz の IPD クロックから確認します。失敗 (電流が IPD_CURR_THR に達する前にタイマがオーバーフロー) した場合、IPD はより低い周波数クロック (1MHz、100kHz、10kHz) を使って順々に繰り返されます。4 つのクロック周波数のすべてで IPD タイマがオーバーフローした (電流が IPD_CURR_THR に達しない) 場合、IPD_T1_FAULT がトリガされます。同様に、IPD 電流低減時、アルゴリズムは、0 までの電流減衰が成功するかどうかを、上述のすべての IPD クロック周波数を使って確認します。4 回の試行のすべてで IPD タイマがオーバーフローした (電流が 0 まで下がらない) 場合、IPD_T2_FAULT がトリガされます。IPD_TIMEOUT_FAULT_EN を 1b に設定することで、IPD タイムアウト (IPD タイマ オーバーフロー) を有効化できます。

現在の IPD パルスによる電流が完全に減衰する前に次の IPD パルスが命令された場合、IPD は不正確な結果をもたらします。このような状況では、MCF8315C-Q1 は IPD_FREQ_FAULT_EN を 1b に設定することで、IPD_FREQ_FAULT と呼ばれるフォルトを生成できます。IPD_FREQ_FAULT は、IPD 電流制限および IPD 解放モードに対して IPD 周波数が高すぎる場合、または IPD 周波数、IPD 電流制限および IPD 解放モードに対してモーターのインダクタンスが高すぎる場合にトリガされる可能性があります。

いずれかの IPD フォルトが発生すると、MCF8315C-Q1 は IPD による起動プロセスを停止し、FET はハイインピーダンスになります。MCF8315C-Q1 は、t_{LCK_RETRY} が経過した後、IPD 方式の起動を自動的に再試行します。

6.3.23.15 過熱警告 (OTW)

ダイの温度がダイの過熱警告制限値 (T_{OTW}) を上回ると、nFAULT は Low にプルされ、ゲートドライバステータスレジスタの OT および OTW ビットは 1b にセットされます。(nFAULT およびステータスビットの) OTW の通知は、OTW_REP を 1b に設定することで有効化できます。デバイスの機能は継続され、追加動作が実行されることはありません。この場合、ダイ温度が過熱警告制限のヒステリシスポイント (T_{OTW} - T_{OTW_HYS}) を下回ると、nFAULT ピンが解放されます。OTW ビットは、CLR_FLT ビットでクリアされ、チップの温度が過熱警告のスレッシュホールドより低くなるまで有効のまま残ります。(T_{OTW} - T_{OTW_HYS})。

6.3.23.16 サーマル シャットダウン (TSD)

ダイの温度がサーマル シャットダウン制限値 (T_{TSD}) を上回ると、すべての FET がディセーブルになり、チャージ ポンプがシャットダウンされ、nFAULT ピンが Low に駆動されます。さらに、ステータスレジスタの DRIVER_FAULT、OT および OTS ビットが 1b にセットされます。ダイの温度がサーマル シャットダウン制限値のヒステリシス ポイント ($T_{TSD} - T_{TSD_HYS}$) を下回ると、通常動作に復帰します (ドライバの動作が再開され、nFAULT ピンが解放されます)。OTS は、High にラッチされた状態を維持し、CLR_FLT ビットによってクリア フォルト コマンドが発行されるまで、過熱イベントが発生したことを示します。この保護機能をディセーブルにすることはできません。

6.4 デバイスの機能モード

6.4.1 機能モード

6.4.1.1 スリープモード

スリープモードでは、MOSFET、センスアンプ、降圧レギュレータ、チャージポンプ、AVDD LDOレギュレータ、I²Cバスが無効化されます。DEV_MODE を 1b に設定することで、(スタンバイではなく)スリープモードに移行するように本デバイスを構成できます。表 6-7 で説明しているように、SPEED ピンと I²C 速度コマンドにより、スリープ状態の開始と終了が決まります。

6.4.1.2 スタンバイモード

DEV_MODE を 0b に設定することで、スタンバイデバイスとして動作するように本デバイスを構成できます。スタンバイモードでは、チャージポンプ、AVDD LDO、降圧レギュレータ、I²Cバスはアクティブですが、モーターは停止して、適切なゼロでない速度コマンドを待っている状態です。SPEED ピン (アナログ、PWM もしくは周波数方式の速度入力) または I²C 速度コマンド (I²C 方式の速度入力) により、スタンバイ状態の開始と終了が決定されます (表 6-7 を参照)。

各種速度入力モードでのスタンバイモードの開始および終了スレッシュホールドは、次のとおりです。

表 6-6. スタンバイモードの開始 / 終了スレッシュホールド

入力ソース (SPEED_MODE)	スタンバイ開始 / 終了スレッシュホールド	REF_PROFILE_CONFIG = 00b	REF_PROFILE_CONFIG ≠ 00b
アナログ (00b)	V _{EN_SB}	1% x V _{ANA_FS}	1% x V _{ANA_FS}
	V _{EX_SB}	5% x V _{ANA_FS}	5% x V _{ANA_FS}
PWM (01b)	Duty _{EX_SB/EN_SB}	1% と DUTY_HYS の大きい方	0%
I ² C (10b)	DIGITAL_SPEED_CTRL _{EX_SB/EN_SB}	(1% と DUTY_HYS の大きい方) x 32767	0
周波数 (11b)	Freq _{EX_SB/EN_SB}	(1% と DUTY_HYS の大きい方) x INPUT_MAXIMUM_FREQ (最小値は 3Hz)	< 3Hz

表 6-7. スリープまたはスタンバイモードの開始または終了条件

速度コマンドモード	スタンバイ状態の開始	スタンバイ状態の終了	スリープ状態の開始	スリープ状態の終了
アナログ	V _{SPEED} < V _{EN_SB}	V _{SPEED} > V _{EX_SB}	V _{SPEED} < V _{EN_SL} (t _{DET_SL_ANA} の間)	V _{SPEED} > V _{EX_SL} (t _{DET_ANA} の間)
PWM	Duty _{SPEED} < Duty _{EN_SB}	Duty _{SPEED} > Duty _{EX_SB}	V _{SPEED} < V _{IL} (t _{DET_SL_PWM} の間)	V _{SPEED} > V _{IH} (t _{DET_PWM} の間)
I ² C	DIGITAL_SPEED_CTRL < DIGITAL_SPEED_CTRL _{EN_SB}	DIGITAL_SPEED_CTRL > DIGITAL_SPEED_CTRL _{EX_SB}	SLEEP_ENTRY_TIME の間 DIGITAL_SPEED_CTRL が 0b に設定され、V _{SPEED} < V _{IL}	V _{SPEED} > V _{IH} (t _{DET_PWM} の間)
周波数	Freq _{SPEED} < Freq _{EN_SB}	Freq _{SPEED} > Freq _{EX_SB}	V _{SPEED} < V _{IL} (t _{DET_SL_PWM} の間)	V _{SPEED} > V _{IH} (t _{DET_PWM} の間)

注

V_{SPEED}: SPEED ピン入力電圧、Duty_{SPEED}: SPEED ピン入力 PWM デューティ、Freq_{SPEED}: SPEED ピン入力周波数

6.4.1.3 フォルトリセット (CLR_FLT)

フォルト条件がラッチされると、本デバイスはパワー MOSFET とシステムを保護するために部分的シャットダウン状態に移行します。フォルト条件が解消されると、CLR_FLT を 1b に設定することで、本デバイスは再び動作状態に移行できます。

6.5 外部インターフェイス

6.5.1 DRVOFF 機能

DRVOFF ピンを High に駆動すると、速度コマンドに関係なく、6 つの MOSFET すべてが ハイ インピーダンス状態になります。DRVOFF が High に駆動されているときにモーター速度コマンドがゼロでない場合、本デバイスには、モーターなし、異常 BEMF のようなフォルトが発生する可能性があります。DRVOFF が High に駆動されている場合は常に、安全な動作のために少なくとも 10 秒間 High を保持する必要があります。

6.5.2 DAC 出力

MCF8315C-Q1 には 2 つの 12 ビット DAC が搭載されており、デジタル変数に相当するアナログ電圧を DACOUT1 ピンおよび DACOUT2 ピンに出力します。最大 DAC 出力電圧は 3V です。DACOUT ピンで得られる信号は、内部変数をリアルタイムで追跡するのに便利であり、速度コントローラまたはモーター加速時間の調整に使用できます。DACOUT1 および DACOUT2 で追跡される変数のアドレスは、それぞれ DACOUT1_VAR_ADDR および DACOUT2_VAR_ADDR で設定されます。DACOUT1 はピン 36 で利用可能であり、DACOUT2 は DAC_SOX_SEL を 00b に設定することによりピン 38 に構成できます。DACOUT2 は、ピン 37 でも使用できます。ピン 36、37 が DAC 出力として機能するためには、DAC_ENABLE を 1b に設定する必要があります。

注

RRY パッケージのピン 29 には DACOUT 信号が 1 つのみです。

6.5.3 電流センス出力

MCF8315C-Q1 は、内蔵の電流センス アンプ出力を SOX ピンに提供できます。SOX 出力はピン 38 で利用可能で、DAC_SOX_CONFIG で構成できます。

注

SOX 出力は RGF パッケージでのみ利用できます。

6.5.4 発振器ソース

MCF8315C-Q1 は、すべてのデジタル ペリフェラルとタイミング測定のクロック ソースとして使用される発振器を内蔵しています。MCF8315C-Q1 のデフォルト設定は内部発振器を使用することであり、この設定は、外部の水晶振動子もクロック ソースも必要とせずにモーターを駆動するのに十分です。

MCF8315C-Q1 がタイミング測定または速度ループの精度要件を満たさない場合には、MCF8315C-Q1 は、外部クロック基準にも対応可能です。

EMI 性能を高めるために、MCF8315C-Q1 は、SPREAD_SPECTRUM_MODULATION_DIS でスペクトラム拡散変調 (SSM) を有効化することによって、クロック周波数を変調する機能も備えています。

6.5.4.1 外部クロック ソース

より正確なクロック基準を EXT_CLK ピンに接続することで、動作温度範囲全体にわたる MCF8315C-Q1 の速度ループ精度を高めることができます (図 6-53 を参照)。EXT_CLK は、内部クロック発振器を較正するために使用されます。これは、内部クロック発振器の精度を外部クロックの精度に一致させるのに役立ちます。外部クロック ソースは、CLK_SEL を 11b に設定し、かつ EXT_CLK_EN を 1b に設定することで選択できます。外部クロック ソースの周波数は EXT_CLK_CONFIG によって設定できます。

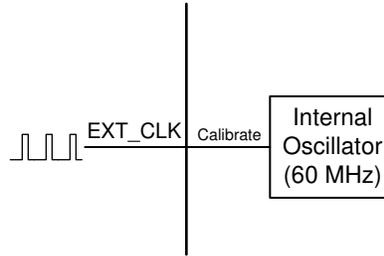


図 6-53. 外部クロック基準

注

外部クロックは任意であり、より高いクロック精度が求められる場合に使えます。MCF8315C-Q1 は、すべてのモードで常に内部発振器を使って起動します。

6.5.5 外部ウォッチドッグ

MCF8315C-Q1 は外部ウォッチドッグ機能を備えています。外部ウォッチドッグを有効化するには、EXT_WDT_EN ビットを 1b に設定する必要があります。この機能が有効化されている場合、本デバイスは、設定された期間、外部ウォッチドッグ入力からのティックル (EXT_WD ピンの Low から High への遷移、I²C モードで WATCHDOG_TICKLE を 1b に設定) を待機します。連続する 2 つのティックルの間隔が、設定された期間よりも長い場合、ウォッチドッグ フォルトがトリガされます。このフォルトは、EXT_WDT_FAULT_MODE を使って、通知のみのフォルトとラッチ フォルト (出力はハイ インピーダンス状態) のどちらかとして設定できます。ラッチ フォルトは、CLR_FLT に 1b を書き込むことでクリアできます。ウォッチドッグのタイムアウトが発生すると、WATCHDOG_FAULT ビットは 1b に設定されます。設定された期間が過ぎる前に次のティックルが受信されると、ウォッチドッグ タイマはリセットされ、次のティックルの待機が開始されます。この機能は、外部 MCU (外部ウォッチドッグ入力) の状態を継続的に監視し、外部 MCU がフォルト / ハング状態にある場合に MCF8315C-Q1 の出力をハイ インピーダンスにするために使用できます。

外部ウォッチドッグ入力は EXT_WDT_INPUT_MODE を使用して選択されます。外部ウォッチドッグ入力として、EXT_WD ピンと I²C インターフェイスのどちらかを使用できます。ウォッチドッグ フォルトをトリガする 2 つのティックルの間隔は、EXT_WDT_CONFIG によって設定されます。EXT_WD ピンを使ったウォッチドッグの場合、4 つの時間 設定 - 100、200、500、1000 が選択できます。I²C を使ったウォッチドッグの場合、4 つの時間設定 (1、2、5、10 秒) が選択できます。

注

EXT_WDT_CONFIG 設定を変更する前に、EXT_WDT_EN を 0b に設定することで、ウォッチドッグを無効化する必要があります。

6.6 EEPROM アクセスと I²C インターフェイス

6.6.1 EEPROM アクセス

MCF8315C-Q1 は 1024 ビット (64 ビット x 16 行) の EEPROM を備えており、その EEPROM を使ってモーターの設定パラメータを保存します。消去動作は行単位 (64 ビットすべてが 1 回の消去動作で消去されます) で実行されますが、32 ビット書き込みおよび読み出し動作がサポートされています。EEPROM は、I²C シリアル インターフェイスを使用した書き込みと読み出しは可能ですが、I²C シリアル インターフェイスを使用した消去は実行できません。EEPROM に対応するシャドウレジスタは、アドレス 0x000080~0x0000AE に配置されます。

注

MCF8315C-Q1 では、モーターが回転していないときのみ、EEPROM の書き込みおよび読み出し動作が可能です。

6.6.1.1 EEPROM 書き込み

MCF8315C-Q1 での EEPROM 書き込み手順を次に示します。

1. ISD およびリバースドライブ設定 (再同期イネーブル、リバースドライブ イネーブル、停止検出スレッシュホールド、リバースドライブ ハンドオフ スレッシュホールドなど) をレジスタ 0x000080 (ISD_CONFIG) に書き込みます。
2. リバースドライブおよびアクティブ ブレーキ設定 (リバースドライブ開ループ加速度、アクティブ ブレーキ電流制限、Kp、Ki の値など) をレジスタ 0x000082 (REV_DRIVE_CONFIG) に書き込みます。
3. モーター起動設定 (起動方法、IPD パラメータ、アライン パラメータなど) をレジスタ 0x000084 (MOTOR_STARTUP1) に書き込みます。
4. モーター起動設定 (開ループ加速度、開ループ電流制限、最初のサイクルの周波数など) をレジスタ 0x000086 (MOTOR_STARTUP2) に書き込みます。
5. モーター制御設定 (閉ループ加速度、過変調イネーブル、PWM 周波数、FG 信号パラメータなど) をレジスタ 0x000088 (CLOSED_LOOP1) に書き込みます。
6. モーター制御設定 (モーター巻線抵抗およびインダクタンス、モーター停止オプション、ブレーキ速度スレッシュホールドなど) をレジスタ 0x00008A (CLOSED_LOOP2) に書き込みます。
7. モーター制御設定 (モーター BEMF 定数、電流ループ Kp、Ki など) をレジスタ 0x00008C (CLOSED_LOOP3) に書き込みます。
8. モーター制御設定 (速度ループ Kp、Ki、最大速度など) をレジスタ 0x00008E (CLOSED_LOOP4) に書き込みます。
9. フォルト制御設定 (ソフトウェアおよびハードウェア電流制限、ロック電流制限値および動作、リトライ時間など) をレジスタ 0x000090 (FAULT_CONFIG1) に書き込みます。
10. フォルト制御設定 (ハードウェア電流制限動作、OV/UV 制限値および動作、異常速度レベル、モーターなしスレッシュホールドなど) をレジスタ 0x000092 (FAULT_CONFIG2) に書き込みます。
11. 速度プロファイル設定 (プロファイル タイプ、デューティ サイクル、速度クランプ レベル、デューティ サイクル クランプ レベルなど) をレジスタ 0x000094~0x00009E (SPEED_PROFILES1~6) に書き込みます。
12. その他の設定 (ISD 実行時間およびタイムアウト、MPET パラメータなど) をレジスタ 0x0000A0 (INT_ALGO_1) に書き込みます。
13. その他の設定 (追加の MPET パラメータ、IPD 高分解能イネーブル、アクティブ ブレーキ電流スルーレート、閉ループ低加速など) をレジスタ 0x0000A2 (INT_ALGO_2) に書き込みます。
14. ピン設定 (速度入力モード (アナログまたは PWM)、BRAKE ピン モードなど) をレジスタ 0x0000A4 (PIN_CONFIG1) に書き込みます。
15. デバイス設定 (ピン 36/37 の設定、ピン 38 の設定、動的 CSA ゲイン イネーブル、動的電圧ゲイン イネーブル、クロックソース選択、速度範囲選択など) をレジスタ 0x0000A6 および 0x0000A8 (DEVICE_CONFIG1 と DEVICE_CONFIG2) に書き込みます。
16. ペリフェラル設定 (デッドタイム、バス電流制限、DIR 入力、SSM イネーブルなど) をレジスタ 0x0000AA (PERI_CONFIG1) に書き込みます。

17. ゲートドライバ設定 (スルーレート、CSA ゲイン、OCP レベル、モード、OVP イネーブル、レベル、降圧電圧レベル、降圧電流制限など) をレジスタ 0x0000AC および 0x0000AE (GD_CONFIG1 と GD_CONFIG2) に書き込みます。
18. シャドウ レジスタ (0x000080~0x0000AE) の値を EEPROM に書き込むには、レジスタ 0x0000EA に 0x8A500000 を書き込みます。
19. EEPROM 書き込み動作が完了するまで、300ms の間待ちます。

ステップ 1~17 は、変更する必要があるレジスタ / パラメータに基づいて選択的に実行できます。必要な値を使ってすべてのシャドウ レジスタを更新した後、シャドウ レジスタの内容を EEPROM にコピーするため、ステップ 18 を実行する必要があります。

6.6.1.2 EEPROM 読み出し

MCF8315C-Q1 での EEPROM 読み出し手順を次に示します。

1. EEPROM データをシャドウ レジスタ (0x000080~0x0000AE) に読み込むには、レジスタ 0x0000EA に 0x40000000 を書き込みます。
2. EEPROM の読み出し動作が完了するまで、100ms の間待ちます。
3. I²C 読み出しコマンドを使って、シャドウ レジスタの値を一度に 1 または 2 レジスタずつ読み出します (セクション 6.6.2 を参照)。シャドウ レジスタのアドレスは 0x000080~0x0000AE です。32 ビット読み出し動作の場合、レジスタアドレスは 2 ステップずつ増加します (各アドレスが 16 ビット位置であるため)。

6.6.2 I²C シリアル インターフェイス

MCF8315C-Q1 は I²C シリアル インターフェイス経由で外部 MCU と接続します。MCF8315C-Q1 は、コントローラと接続する I²C ターゲットです。外部 MCU は、このインターフェイスを使って MCF8315C-Q1 内の予約済みレジスタ以外のすべてのレジスタの読み出し / 書き込みができます。

注

信頼性の高い通信を確保するため、I²C バスを介して転送されるすべてのバイトの間に 100µs の遅延を使用する必要があります。

6.6.2.1 I²C データ ワード

表 6-8 に、I²C データワードのフォーマットを示します。

表 6-8. I²C データワードのフォーマット

TARGET_ID	R/W	制御ワード	データ	CRC-8
A6~A0	W0	CW23~CW0	D15 / D31/ D63 - D0	C7~C0

ターゲット ID および R/W ビット: 先頭バイトには、7 ビットの I²C ターゲット ID が含まれており、その後に読み出し / 書き込みコマンド ビットが続きます。MCF8315C-Q1 の各パケットでは、24 ビットの制御ワードの書き込みから通信プロトコルが始まるので、R/W ビットは常に 0 になります。

24 ビット制御ワード: ターゲット アドレスの後に 24 ビットの制御ビットが続きます。表 6-9 に、制御ワードのフォーマットを示します。

表 6-9. 24 ビット制御ワードのフォーマット

OP_R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR
CW23	CW22	CW21- CW20	CW19~CW16	CW15~CW12	CW11~CW0

制御ワードの各フィールドの詳細を、以下に説明します。

OP_R/W – 読み出し / 書き込み: R/W ビットは、これが読み出し動作 (1b) と書き込み動作 (0b) のどちらであることを示します。書き込み動作の場合、MCF8315C-Q1 は、24 ビット制御ワードの後にデータ バイトが送信されるものと想定しま

す。読み出し動作の場合、MCF8315C-Q1 は、24 ビット制御ワードの後に、繰り返し START または通常の START による I²C 読み出し要求があるものと想定します。

CRC_EN – 巡回冗長性検査 (CRC) イネーブル: MCF8315C-Q1 は、データの整合性を検証するために CRC をサポートしています。このビットは、CRC 機能を有効化するかどうかを制御します。

DLEN – データ長: DLEN フィールドは、外部 MCU から MCF8315C-Q1 へ送信されるデータの長さを決定します。MCF8315C-Q1 のプロトコルは 3 つのデータ長 (16 ビット、32 ビット、64 ビット) をサポートしています。

表 6-10. データ長の構成

DLEN 値	データ長
00b	16 ビット
01b	32 ビット
10b	64 ビット
11b	予約済み

MEM_SEC – メモリ セクション: MCF8315C-Q1 の各メモリ位置は、制御ワード内の 3 つの独立したエンティティ (メモリ セクション、メモリ ページ、メモリ アドレス) を使ってアドレス指定されます。メモリ セクションは、そのメモリ位置が属するメモリ セクション (RAM、ROM など) を示す 4 ビットのフィールドです。

MEM_PAGE – メモリ ページ: メモリ ページは、そのメモリ位置が属するメモリ ページを示す 4 ビットのフィールドです。

MEM_ADDR – メモリ アドレス: メモリ アドレスは、アドレスの最後の 12 ビットです。22 ビット アドレス全体は、3 つのフィールド (メモリ セクション、メモリ ページ、メモリ アドレス) のすべてを使って MCF8315C-Q1 によって内部的に構成されます。メモリ位置 0x000000~0x000800 の場合、メモリ セクションは 0x0、メモリ ページは 0x0、メモリ アドレスは下位 12 ビット (0x000000 の場合 0x000、0x000080 の場合 0x080、0x000800 の場合 0x800) です。関連するすべてのメモリ位置 (EEPROM および RAM 変数) には、MEM_SEC および MEM_PAGE 値があり、どちらも 0x0 に対応しています。他の MEM_SEC、MEM_PAGE 値はすべて予約済みであり、外部で使用するためのものではありません。

データ バイト: MCF8315C-Q1 への書き込み動作の場合、24 ビットの制御ワードの後にデータ バイトが続きます。制御ワード内の DLEN フィールドは、このセクションで送信されるバイト数と一致している必要があります。データバイト数と DLEN が一致しない場合、書き込み動作は破棄されます。

CRC バイト: 制御ワードで CRC 機能が有効化されている場合、書き込みトランザクションの終了時に CRC バイトが送信されるはずですが、CRC バイト計算の詳細については、[セクション 6.6.2.6](#) を参照してください。

6.6.2.2 I²C 書き込みトランザクション

MCF8315C-Q1 での I²C を介した書き込みトランザクションには、次のシーケンスが含まれます ([図 6-54](#) を参照)。

- I²C START 条件。
- START の後に I²C ターゲット ID バイトが続きます。このバイトは、7 ビットのターゲット ID と 0b に設定された R/W ビットとで構成されます。ACK (黄色の枠で囲まれた部分) は、受信されたターゲット ID を MCF8315C-Q1 が処理したことを示します。この ID が I²C ターゲット ID と一致していることを根拠に、このトランザクションは進められます。受信されたターゲット ID が MCF8315C-Q1 の I²C ID と一致しない場合、そのトランザクションは無視され、MCF8315C-Q1 は ACK を送信しません。
- ターゲット ID バイトの後に、24 ビットの制御ワードが 1 バイトずつ送信されます。書き込みトランザクションであるため、制御ワードのビット 23 は 0b に設定されます。ACK (青色の枠で囲まれた部分) は、「(制御ワードの) 前のバイトの受信が完了したため、次のバイトを送信してもよい」という、MCF8315C-Q1 がコントローラに送信したアクリッジに対応します。
- 24 ビットの制御ワードの後にデータ バイトが続きます。コントローラが送信するバイト数は制御ワードの DLEN フィールドで決まります。

- a. データバイト送信時、LSB バイトが最初に送信されます。詳細については、[セクション 6.6.2.4](#) を参照してください。
 - b. 16 ビット / 32 ビット書き込み – 送信されたデータは、制御ワードに記載されたアドレスに書き込まれます。
 - c. 64 ビット書き込み – 64 ビットは、2 つの連続した 32 ビット書き込みとして扱われます。制御ワードに記載されたアドレスは、Addr_1 と見なされます。Addr_2 は、Addr_1 を 0x2 ずつインクリメントすることで、MCF8315C-Q1 によって内部的に計算されます。合計 8 データバイトが送信されます。最初の 4 バイト (LSB ファーストで送信) は Addr_1 に書き込まれ、次の 4 バイトは Addr_2 に書き込まれます。
 - d. ACK (青色の枠で囲まれた部分) は、「前のバイトの受信が完了したため、次のバイトを送信してもよい」という、MCF8315C-Q1 がコントローラに送信したアクノリッジに対応します。
5. CRC が有効化されている場合、パケットの最後に CRC バイトが付きます。CRC は、パケット全体 (ターゲット ID + W ビット、制御ワード、データバイト) に対して計算されます。MCF8315C-Q1 は、CRC バイトを受信すると ACK を送信します。
 6. トランザクションを終了するための、コントローラからの I²C STOP 条件。

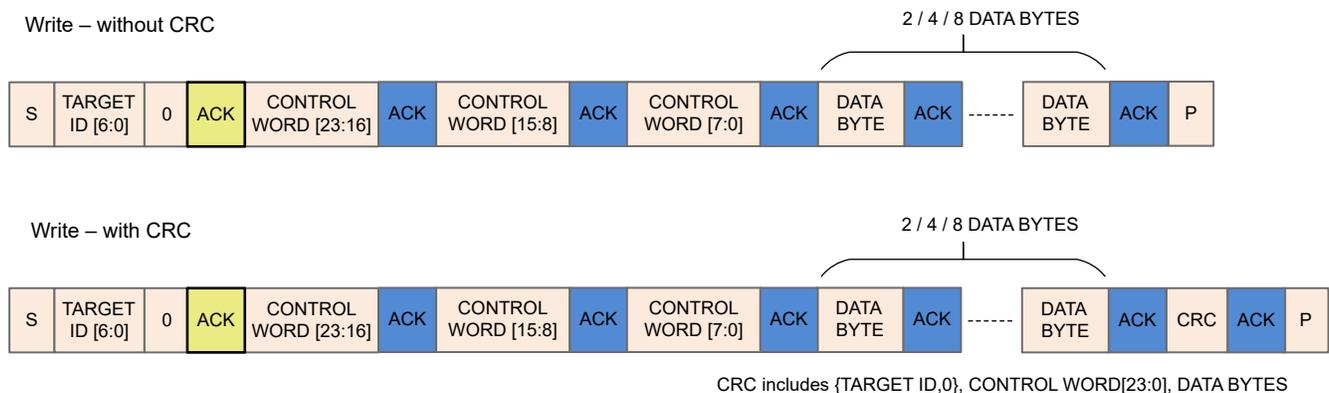


図 6-54. I²C 書き込みトランザクション シーケンス

6.6.2.3 I²C 読み出しトランザクション

MCF8315C-Q1 での I²C を介した読み出しトランザクションには、次のシーケンスが含まれます ([図 6-55](#) を参照)。

1. トランザクションを開始するためのコントローラからの I²C START 条件。
2. START の後に I²C ターゲット ID バイトが続きます。このバイトは、7 ビットのターゲット ID と 0b に設定された R/W ビットとで構成されます。ACK (黄色の枠で囲まれた部分) は、受信されたターゲット ID を MCF8315C-Q1 が処理したことを示します。この ID が I²C ターゲット ID と一致していることを根拠に、このトランザクションは進められます。受信されたターゲット ID が MCF8315C-Q1 の I²C ID と一致しない場合、そのトランザクションは無視され、MCF8315C-Q1 は ACK を送信しません。
3. ターゲット ID バイトの後に、24 ビットの制御ワードが 1 バイトずつ送信されます。読み出しトランザクションであるため、制御ワードのビット 23 は 1b に設定されます。ACK (青色の枠で囲まれた部分) は、「(制御ワードの) 前のバイトの受信が完了したため、次のバイトを送信してもよい」という、MCF8315C-Q1 がコントローラに送信したアクノリッジに対応します。
4. 制御ワードの後に、繰り返しスタート (RS、先行するストップなしのスタート) または通常のスタート (P の後に S) が続き、MCF8315C-Q1 から I²C コントローラへの (読み戻しされる) データの転送が開始されます。RS または S の後に、7 ビットのターゲット ID と 1b に設定された R/W ビットが続き、読み出しトランザクションが開始されます。MCF8315C-Q1 は、読み出しトランザクション要求を受信したことをアクノリッジするため、ACK (RS の後の灰色の枠で囲まれた部分) をコントローラに送信します。
5. 読み出しトランザクション要求をアクノリッジした後、MCF8315C-Q1 はデータバイトを SDA に 1 バイトずつ送信します。MCF8315C-Q1 が送信するデータバイト数は制御ワードの DLEN フィールドで決まります。
 - a. データバイト送信時、LSB バイトが最初に送信されます。詳細については、[セクション 6.6.2.4](#) の例を参照してください。

MCF8315C-Q1

JAJSS7B – JANUARY 2024 – REVISED SEPTEMBER 2025

- b. 16 ビット / 32 ビット読み出し – 制御ワードに記載されたアドレスからのデータがコントローラに返されます。
 - c. 64 ビット読み出し – 64 ビットは 2 つの連続した 32 ビット読み出しとして扱われます。制御ワードに記載されたアドレスは、Addr_1 と見なされます。Addr_2 は、Addr_1 を 0x2 ずつインクリメントすることで、MCF8315C-Q1 によって内部的に計算されます。MCF8315C-Q1 により、合計 8 データ バイトが送信されます。最初の 4 バイト (LSB ファーストで送信) は Addr_1 から読み出され、次の 4 バイトは Addr_2 から読み出されます。
 - d. オレンジ色の枠で囲まれた ACK は、「前のバイトの受信が完了したため、次のバイトを送信してもよい」という、MCF8315C-Q1 がコントローラに送信したアクノリッジに対応します。
6. 制御ワード内で CRC が有効化されている場合、MCF8315C-Q1 は追加の CRC バイトを最後に送信します。コントローラは CRC バイトを読み出した後で、最後の ACK (オレンジ色の枠で囲まれた部分) を送信する必要があります。CRC は、パケット全体 (ターゲット ID + W ビット、制御ワード、ターゲット ID + R ビット、データ バイト) に対して計算されます。
7. トランザクションを終了するための、コントローラからの I²C STOP 条件。

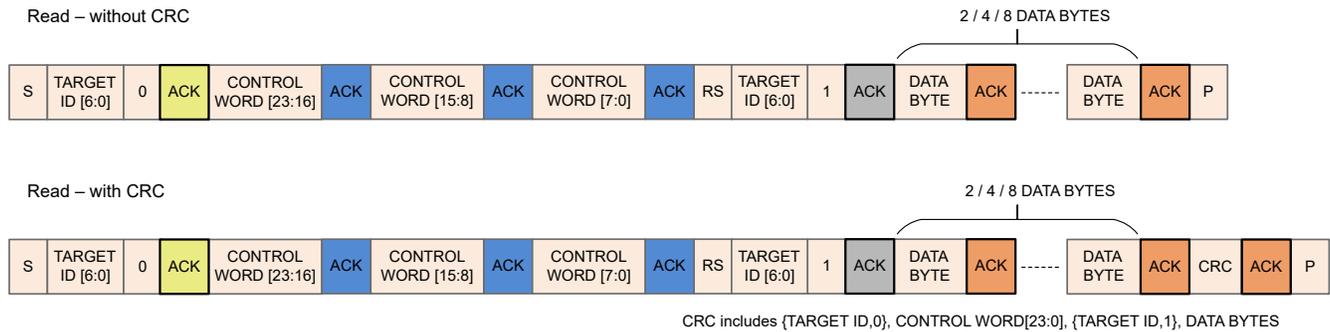


図 6-55. I²C 読み出しトランザクション シーケンス

6.6.2.4 I²C 通信プロトコル パケットの例

この例で使用されているすべての値は 16 進形式です。この例で使用されている I²C ターゲット ID は 0x60 です。

32 ビット書き込み動作の例: アドレス – 0x00000080、データ – 0x1234ABCD、CRC バイト – 0x45 (値の例です。実際の CRC 計算とは一致しません。)

表 6-11. 32 ビット書き込み動作パケットの例

START バイト		制御ワード 0				制御ワード 1		制御ワード 2	データ バイト				CRC
ターゲット ID	I ² C 書き込み	OP_R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR	MEM_ADDR	DB0	DB1	DB2	DB3	CRC バイト
A6-A0	W0	CW23	CW22	CW21-CW20	CW19-CW16	CW15-CW12	CW11-CW8	CW7-CW0	D7-D0	D7-D0	D7-D0	D7-D0	C7-C0
0x60	0x0	0x0	0x1	0x1	0x0	0x0	0x0	0x80	0xCD	0xAB	0x34	0x12	0x45
0xC0		0x50				0x00		0x80	0xCD	0xAB	0x34	0x12	0x45

64 ビット書き込み動作の例: アドレス - 0x00000080、データアドレス 0x00000080 - データ 0x01234567、データアドレス 0x00000082 – データ 0x89ABCDEF、CRC バイト – 0x45 (値の例です。実際の CRC 計算とは一致しません。)

表 6-12. 64 ビット書き込み動作パケットの例

START バイト		制御ワード 0				制御ワード 1		制御ワード 2	データ バイト	CRC
ターゲット ID	I ² C 書き込み	OP_R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR	MEM_ADDR	DB0~DB7	CRC バイト
A6-A0	W0	CW23	CW22	CW21-CW20	CW19-CW16	CW15-CW12	CW11-CW8	CW7-CW0	[D7-D0] x 8	C7-C0
0x60	0x0	0x0	0x1	0x2	0x0	0x0	0x0	0x80	0x67452301EFCDA89	0x45

表 6-12. 64 ビット書き込み動作パケットの例 (続き)

0xC0	0x60	0x00	0x80	0x67452301EFCDA89	0x45
------	------	------	------	-------------------	------

32 ビット読み出し動作の例: アドレス – 0x00000080、データ – 0x1234ABCD、CRC バイト – 0x56 (値の例です。実際の CRC 計算とは一致しません。)

表 6-13. 32 ビット読み出し動作パケットの例

START バイト		制御ワード 0				制御ワード 1			制御ワード 2	START バイト	バイト 0	バイト 1	バイト 2	バイト 3	バイト 4
ターゲット ID	I ² C 書き込み	R/W	CRC_EN	DLEN	MEM_SEC	MEM_PAGE	MEM_ADDR	MEM_ADDR	ターゲット ID	I ² C 読み出し	DB0	DB1	DB2	DB3	CRC バイト
A6-A0	W0	CW23	CW22	CW21-CW20	CW19-CW16	CW15-CW12	CW11-CW8	CW7-CW0	A6-A0	W0	D7-D0	D7-D0	D7-D0	D7-D0	C7-C0
0x60	0x0	0x1	0x1	0x1	0x0	0x0	0x0	0x80	0x60	0x1	0xCD	0xAB	0x34	0x12	0x56
0xC0		0xD0				0x00			0x80	0xC1	0xCD	0xAB	0x34	0x12	0x56

6.6.2.5 I²C クロック ストレッチング

MCF8315C-Q1 の I²C ペリフェラルは、処理待ちで保留中の I²C 割り込みが存在する特定の条件において、クロック ストレッチングを実行します。クロック ストレッチング中、MCF8315C-Q1 は SCL を Low にプルし、I²C バスは他のデバイスでは使用できなくなります。クロック ストレッチングが発生する可能性がある条件を以下に示します。

1. **開始割り込み保留中:** 開始割り込みによってクロック ストレッチングが発生する場合には、2 つのシナリオがあります。
 - a. ターゲット ID が一致すると、MCF8315C-Q1 の I²C ペリフェラルが開始割り込み要求を出します。この開始割り込み要求が処理されるまで、クロック ストレッチングが行われます。この要求が処理されると、クロックが解放され、ACK (図 6-54 と 図 6-55 では黄色または灰色) がコントローラに送信されて、トランザクションを続行します。
 - b. 前のトランザクションからの受信割り込みが未処理の状態、新しいトランザクションの Start (ターゲット ID の一致) を受信した場合、受信割り込みと開始割り込みの両方が時系列順に処理されるまで、クロック ストレッチングが行われます。この処理により、次のトランザクションを開始する前に、前のトランザクションが正しく実行されません。
2. **受信割り込み保留中:** 受信割り込みの処理待ち状態で、受信レジスタがフルになると、処理対象の 1 バイト目によって生成された受信割り込みが処理されないまま、MCF8315C-Q1 が 2 バイト (データまたはコントロール) を連続して受信します (図 6-54 と 図 6-55 の青枠で示されている ACK を 1 回挟んで)。2 バイト目を受信すると、1 バイト目によって生成された受信割り込みが処理されるまで、クロック ストレッチングが行われます。
3. **送信バッファ空:** 送信割り込み保留中 (データをコントローラに返すため) の場合、送信バッファがコントローラに読み戻すデータの入力待機状態であるとき、要求されたデータが送信バッファに入力されるまでクロック ストレッチングが行われます。データがバッファに入力された後、クロックは解放され、データがコントローラに送信されます。

注

I²C クロック ストレッチングは、MCF8315C-Q1 によって 5ms 後にタイムアウトし、同じバス上の他のデバイスが I²C バスにアクセスできるようになります。

6.6.2.6 CRC バイト計算

CRC 計算には 8 ビット CCIT 多項式 ($x^8 + x^2 + x + 1$) と CRC 初期値 (0xFF) が使用されます。

書き込み動作時の CRC 計算: 外部 MCU が MCF8315C-Q1 に書き込む際に CRC が有効化されている場合、外部 MCU は 8 ビット CRC バイトを計算し、その CRC バイトをデータの末尾に追加する必要があります。MCF8315C-Q1 は、同じ多項式を使用して CRC を内部的に計算し、一致しない場合、その書き込み要求は破棄されます。書き込み動作のための外部 MCU による CRC 計算の入力データを以下に示します。

1. ターゲット ID + 書き込みビット
2. 制御ワード – 3 バイト

3. データバイト – 2/4/8 バイト

読み出し動作時の CRC 計算: 外部 MCU が MCF8315C-Q1 を読み出す際に CRC が有効化されている場合、MCF8315C-Q1 はデータの末尾に CRC バイトを送信します。読み出し動作時の CRC 計算には、START バイト、外部 MCU から送信される制御ワード、MCF8315C-Q1 から送信されるデータバイトが必要です。MCF8315C-Q1 が送信したデータを検証するための、外部 MCU による CRC 計算の入力データを以下に示します。

1. ターゲット ID + 書き込みビット
2. 制御ワード – 3 バイト
3. ターゲット ID + 読み出しビット
4. データバイト – 2/4/8 バイト

7 EEPROM (不揮発性) レジスタ マップ

7.1 Algorithm_Configuration レジスタ

Algorithm_Configuration レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 7-1 に示します。表 7-1 にないレジスタ オフセットアドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 7-1. ALGORITHM_CONFIGURATION レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
80h	ISD_CONFIG	ISD の構成	セクション 7.1.1
82h	REV_DRIVE_CONFIG	リバースドライブ設定	セクション 7.1.2
84h	MOTOR_STARTUP1	モーター起動設定 1	セクション 7.1.3
86h	MOTOR_STARTUP2	モーター起動設定 2	セクション 7.1.4
88h	CLOSED_LOOP1	閉ループ設定 1	セクション 7.1.5
8Ah	CLOSED_LOOP2	閉ループ設定 2	セクション 7.1.6
8Ch	CLOSED_LOOP3	閉ループ設定 3	セクション 7.1.7
8Eh	CLOSED_LOOP4	閉ループ設定 4	セクション 7.1.8
94h	SPEED_PROFILES1	速度プロファイル設定 1	セクション 7.1.9
96h	SPEED_PROFILES2	速度プロファイル設定 2	セクション 7.1.10
98h	SPEED_PROFILES3	速度プロファイル設定 3	セクション 7.1.11
9Ah	SPEED_PROFILES4	速度プロファイル設定 4	セクション 7.1.12
9Ch	SPEED_PROFILES5	速度プロファイル設定 5	セクション 7.1.13
9Eh	SPEED_PROFILES6	速度プロファイル設定 6	セクション 7.1.14

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 7-2 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

**表 7-2. Algorithm_Configuration のアクセス タイプ
コード**

アクセスタイプ	コード	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

7.1.1 ISD_CONFIG レジスタ (オフセット = 80h) [リセット = 00000000h]

図 7-1 に、ISD_CONFIG レジスタを示し、表 7-3 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

初期速度検出設定値を設定するためのレジスタ

図 7-1. ISD_CONFIG レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	ISD_EN	BRAKE_EN	HIZ_EN	RVS_DR_EN	RESYNC_EN	FW_DRV_RESYN_THR	
R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	
23	22	21	20	19	18	17	16
FW_DRV_RESYN_THR		BRK_MODE	BRK_CONFIG	BRK_CURR_THR			BRK_TIME
R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h			R/W-0h
15	14	13	12	11	10	9	8
BRK_TIME			HIZ_TIME				STAT_DETECT_THR
R/W-0h			R/W-0h				R/W-0h
7	6	5	4	3	2	1	0
STAT_DETECT_THR		REV_DRV_HANDOFF_THR				REV_DRV_OPEN_LOOP_CURRENT	
R/W-0h		R/W-0h				R/W-0h	

表 7-3. ISD_CONFIG レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30	ISD_EN	R/W	0h	ISD イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
29	BRAKE_EN	R/W	0h	ISD ブレーキ イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
28	HIZ_EN	R/W	0h	ISD ハイインピーダンス イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
27	RVS_DR_EN	R/W	0h	リバースドライブ イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
26	RESYNC_EN	R/W	0h	再同期イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化

表 7-3. ISD_CONFIG レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
25-22	FW_DRV_RESYN_THR	R/W	0h	閉ループに再同期する速度スレッシュホールドの最小値 (MAX_SPEED の%) 0h = 5% 1h = 10% 2h = 15% 3h = 20% 4h = 25% 5h = 30% 6h = 35% 7h = 40% 8h = 45% 9h = 50% Ah = 55% Bh = 60% Ch = 70% Dh = 80% Eh = 90% Fh = 100%
21	BRK_MODE	R/W	0h	ブレーキ モード 0h = 予約済み 1h = 3 つのローサイド FET すべてをターンオン
20	BRK_CONFIG	R/W	0h	ブレーキ構成 0h = ブレーキ時間を使ってブレーキ状態から復帰 1h = ブレーキ電流スレッシュホールドおよびブレーキ時間を使ってブレーキ状態から復帰
19-17	BRK_CURR_THR	R/W	0h	ブレーキ電流スレッシュホールド 0h = 0.0625A 1h = 0.125A 2h = 0.1875A 3h = 0.3125A 4h = 0.625A 5h = 1.25A 6h = 2.5A 7h = 5.0A
16-13	BRK_TIME	R/W	0h	ブレーキ時間 0h = 10ms 1h = 50ms 2h = 100ms 3h = 200ms 4h = 300ms 5h = 400ms 6h = 500ms 7h = 750ms 8h = 1s 9h = 2s Ah = 3s Bh = 4s Ch = 5s Dh = 7.5s Eh = 10s Fh = 15s

表 7-3. ISD_CONFIG レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
12-9	HIZ_TIME	R/W	0h	ハイ インピーダンス時間 0h = 10ms 1h = 50ms 2h = 100ms 3h = 200ms 4h = 300ms 5h = 400ms 6h = 500ms 7h = 750ms 8h = 1s 9h = 2s Ah = 3s Bh = 4s Ch = 5s Dh = 7.5s Eh = 10s Fh = 15s
8-6	STAT_DETECT_THR	R/W	0h	モーターが停止しているかどうかを検出するための BEMF スレッショルド 0h = 50mV 1h = 75mV 2h = 100mV 3h = 250mV 4h = 500mV 5h = 750mV 6h = 1000mV 7h = 1500mV
5-2	REV_DRV_HANDOFF_THR	R/W	0h	リバース宣言時に開ループに遷移するために使われる速度スレッショルド (MAX_SPEED の %) 0h = 2.5% 1h = 5% 2h = 7.5% 3h = 10% 4h = 12.5% 5h = 15% 6h = 20% 7h = 25% 8h = 30% 9h = 40% Ah = 50% Bh = 60% Ch = 70% Dh = 80% Eh = 90% Fh = 100%
1-0	REV_DRV_OPEN_LOOP_CURRENT	R/W	0h	速度反転時の開ループ電流制限 0h = 0.9375A 1h = 1.5625A 2h = 2.1875A 3h = 3.125A

7.1.2 REV_DRIVE_CONFIG レジスタ (オフセット = 82h) [リセット = 0000000h]

図 7-2 に、REV_DRIVE_CONFIG を示し、表 7-4 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

リバースドライブ設定値を設定するためのレジスタ

図 7-2. REV_DRIVE_CONFIG レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A1				REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A2		
R-0h	R/W-0h				R/W-0h		
23	22	21	20	19	18	17	16
REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A2	ACTIVE_BRAKE_CURRENT_LIMIT				ACTIVE_BRAKE_KP		
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h		
15	14	13	12	11	10	9	8
ACTIVE_BRAKE_KP						ACTIVE_BRAKE_KI	
R/W-0h						R/W-0h	
7	6	5	4	3	2	1	0
ACTIVE_BRAKE_KI							
R/W-0h							

表 7-4. REV_DRIVE_CONFIG レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-27	REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A1	R/W	0h	リバースドライブ時の開ループ加速度係数 A1 0h = 0.01Hz/s 1h = 0.05Hz/s 2h = 1Hz/s 3h = 2.5Hz/s 4h = 5Hz/s 5h = 10Hz/s 6h = 25Hz/s 7h = 50Hz/s 8h = 75Hz/s 9h = 100Hz/s Ah = 250Hz/s Bh = 500Hz/s Ch = 750Hz/s Dh = 1000Hz/s Eh = 5000Hz/s Fh = 10000Hz/s

表 7-4. REV_DRIVE_CONFIG レジスタ フィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
26-23	REV_DRV_OPEN_LOOP_ACCEL_A2	R/W	0h	リバースドライブ時の開ループ加速度係数 A2 0h = 0.0Hz/s ² 1h = 0.05Hz/s ² 2h = 1Hz/s ² 3h = 2.5Hz/s ² 4h = 5Hz/s ² 5h = 10Hz/s ² 6h = 25Hz/s ² 7h = 50Hz/s ² 8h = 75Hz/s ² 9h = 100Hz/s ² Ah = 250Hz/s ² Bh = 500Hz/s ² Ch = 750Hz/s ² Dh = 1000Hz/s ² Eh = 5000Hz/s ² Fh = 10000Hz/s ²
22-20	ACTIVE_BRAKE_CURRENT_LIMIT	R/W	0h	アクティブ ブレーキ時のバス電流の制限値 0h = 0.3125A 1h = 0.625A 2h = 1.25A 3h = 1.875A 4h = 2.5A 5h = 3.125A 6h = 3.75A 7h = 4.375A
19-10	ACTIVE_BRAKE_KP	R/W	0h	アクティブ ブレーキ ループ Kp の 10 ビット値。Kp = ACTIVE_BRAKE_KP / 2 ⁷
9-0	ACTIVE_BRAKE_KI	R/W	0h	アクティブ ブレーキ ループ Ki の 10 ビット値。Ki = ACTIVE_BRAKE_KI / 2 ⁹

7.1.3 MOTOR_STARTUP1 レジスタ (オフセット = 84h) [リセット = 0000000h]

図 7-3 に、MOTOR_STARTUP1 を示し、表 7-5 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

モーター起動設定値 1 を設定するためのレジスタ

図 7-3. MOTOR_STARTUP1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	MTR_STARTUP		ALIGN_SLOW_RAMP_RATE			ALIGN_TIME	
R-0h	R/W-0h		R/W-0h			R/W-0h	
23	22	21	20	19	18	17	16
ALIGN_TIME			ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT			IPD_CLK_FREQ	
R/W-0h			R/W-0h			R/W-0h	
15	14	13	12	11	10	9	8
IPD_CLK_FREQ		IPD_CURR_THR				IPD_RLS_MODE	
R/W-0h		R/W-0h				R/W-0h	
7	6	5	4	3	2	1	0
IPD_ADV_ANGLE		IPD_REPEAT		OL_ILIMIT_CONFIG	IQ_RAMP_EN	ACTIVE_BRAKE_EN	REV_DRV_CONFIG
R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 7-5. MOTOR_STARTUP1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-29	MTR_STARTUP	R/W	0h	モーターの起動オプション 0h = アライン 1h = ダブル アライン 2h = IPD 3h = スロー ファースト サイクル
28-25	ALIGN_SLOW_RAMP_RATE	R/W	0h	アライン、スロー ファースト サイクル、開ループの電流ランプ レート 0h = 0.1A/s 1h = 1A/s 2h = 5A/s 3h = 10A/s 4h = 15A/s 5h = 25A/s 6h = 50A/s 7h = 100A/s 8h = 150A/s 9h = 200A/s Ah = 250A/s Bh = 500A/s Ch = 1000A/s Dh = 2000A/s Eh = 5000A/s Fh = 無制限

表 7-5. MOTOR_STARTUP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
24-21	ALIGN_TIME	R/W	0h	アライン時間 0h = 10ms 1h = 50ms 2h = 100ms 3h = 200ms 4h = 300ms 5h = 400ms 6h = 500ms 7h = 750ms 8h = 1s 9h = 1.5s Ah = 2s Bh = 3s Ch = 4s Dh = 5s Eh = 7.5s Fh = 10s
20-17	ALIGN_OR_SLOW_CURRENT_ILIMIT	R/W	0h	アラインまたはスロー フェースト サイクルの電流制限値 0h = 0.078125A 1h = 0.15625A 2h = 0.3125A 3h = 0.625A 4h = 0.9375A 5h = 1.25A 6h = 1.5625A 7h = 1.875A 8h = 2.1875A 9h = 2.5A Ah = 2.8125A Bh = 3.125A Ch = 3.4375A Dh = 3.75A Eh = 4.375A Fh = 5.0A
16-14	IPD_CLK_FREQ	R/W	0h	IPD クロック周波数 0h = 50Hz 1h = 100Hz 2h = 250Hz 3h = 500Hz 4h = 1000Hz 5h = 2000Hz 6h = 5000Hz 7h = 10000Hz

表 7-5. MOTOR_STARTUP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
13-9	IPD_CURR_THR	R/W	0h	IPD 電流スレッショルド 0h = 0.15625A 1h = 0.3125A 2h = 0.468A 3h = 0.625A 4h = 0.78125A 5h = 0.9375A 6h = 1.25A 7h = 1.5625A 8h = 1.875A 9h = 2.291A Ah = 2.5A Bh = 2.916A Ch = 3.125A Dh = 3.333A Eh = 3.75A Fh = 4.166A 10h = 4.583A 11h = 5A 12h = NA 13h = NA 14h = NA 15h = NA 16h = NA 17h = NA 18h = NA 19h = NA 1Ah = NA 1Bh = NA 1Ch = NA 1Dh = NA 1Eh = NA 1Fh = NA
8	IPD_RLS_MODE	R/W	0h	IPD 解放モード 0h = ブレーキ 1h = トライステート
7-6	IPD_ADV_ANGLE	R/W	0h	IPD アドバンス角度 0h = 0° 1h = 30° 2h = 60° 3h = 90°
5-4	IPD_REPEAT	R/W	0h	IPD の実行回数 0h = 1 回 1h = 平均 2 回 2h = 平均 3 回 3h = 平均 4 回
3	OL_ILIMIT_CONFIG	R/W	0h	開ループ電流制限値の設定 0h = OL_ILIMIT によって開ループ電流制限値を設定 1h = ILIMIT によって開ループ電流制限値を設定
2	IQ_RAMP_EN	R/W	0h	閉ループ有効化への遷移後の Iq ランプダウン 0h = Iq ランプダウンを無効化 1h = Iq ランプダウンを有効化
1	ACTIVE_BRAKE_EN	R/W	0h	減速時のアクティブ ブレーキの有効化 0h = アクティブ ブレーキリバースドライブを無効化 1h = アクティブ ブレーキリバースドライブを有効化
0	REV_DRV_CONFIG	R/W	0h	リバースドライブのフォワードとリバースドライブ設定の選択 0h = フォワードドライブに基づく開ループ電流、A1、A2 1h = リバースドライブに基づく開ループ電流、A1、A2

7.1.4 MOTOR_STARTUP2 レジスタ (オフセット = 86h) [リセット = 0000000h]

図 7-4 に、MOTOR_STARTUP2 を示し、表 7-6 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

モーター起動設定値 2 を設定するためのレジスタ

図 7-4. MOTOR_STARTUP2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	OL_ILIMIT				OL_ACC_A1		
R-0h	R/W-0h				R/W-0h		
23	22	21	20	19	18	17	16
OL_ACC_A1	OL_ACC_A2				AUTO_HANDOFF_FF_EN	OPN_CL_HANDOFF_THR	
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h	R/W-0h	
15	14	13	12	11	10	9	8
OPN_CL_HANDOFF_THR			ALIGN_ANGLE				
R/W-0h			R/W-0h				
7	6	5	4	3	2	1	0
SLOW_FIRST_CYC_FREQ			FIRST_CYCLE_FREQ_SEL	THETA_ERROR_RAMP_RATE			
R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h			

表 7-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-27	OL_ILIMIT	R/W	0h	開ループ電流制限 0h = 0.078125A 1h = 0.15625A 2h = 0.3125A 3h = 0.625A 4h = 0.9375A 5h = 1.25A 6h = 1.5625A 7h = 1.875A 8h = 2.1875A 9h = 2.5A Ah = 2.8125A Bh = 3.125A Ch = 3.4375A Dh = 3.75A Eh = 4.375A Fh = 5.0A

表 7-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
26-23	OL_ACC_A1	R/W	0h	開ループ加速度係数 A1 0h = 0.01Hz/s 1h = 0.05Hz/s 2h = 1Hz/s 3h = 2.5Hz/s 4h = 5Hz/s 5h = 10Hz/s 6h = 25Hz/s 7h = 50Hz/s 8h = 75Hz/s 9h = 100Hz/s Ah = 250Hz/s Bh = 500Hz/s Ch = 750Hz/s Dh = 1000Hz/s Eh = 5000Hz/s Fh = 10000Hz/s
22-19	OL_ACC_A2	R/W	0h	開ループ加速度係数 A2 0h = 0.0Hz/s ² 1h = 0.05Hz/s ² 2h = 1Hz/s ² 3h = 2.5Hz/s ² 4h = 5Hz/s ² 5h = 10Hz/s ² 6h = 25Hz/s ² 7h = 50Hz/s ² 8h = 75Hz/s ² 9h = 100Hz/s ² Ah = 250Hz/s ² Bh = 500Hz/s ² Ch = 750Hz/s ² Dh = 1000Hz/s ² Eh = 5000Hz/s ² Fh = 10000Hz/s ²
18	AUTO_HANDOFF_EN	R/W	0h	自動ハンドオフ イネーブル 0h = 自動ハンドオフを無効化 (かつ OPN_CL_HANDOFF_THR を使用) 1h = 自動ハンドオフを有効化

表 7-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
17-13	OPN_CL_HANDOFF_THR	R/W	0h	開ループから閉ループへのハンドオフ スレッシュヨルド (MAX_SPEED の%) 0h = 1% 1h = 2% 2h = 3% 3h = 4% 4h = 5% 5h = 6% 6h = 7% 7h = 8% 8h = 9% 9h = 10% Ah = 11% Bh = 12% Ch = 13% Dh = 14% Eh = 15% Fh = 16% 10h = 17% 11h = 18% 12h = 19% 13h = 20% 14h = 22.5% 15h = 25% 16h = 27.5% 17h = 30% 18h = 32.5% 19h = 35% 1Ah = 37.5% 1Bh = 40% 1Ch = 42.5% 1Dh = 45% 1Eh = 47.5% 1Fh = 50%

表 7-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
12-8	ALIGN_ANGLE	R/W	0h	アライン角 0h = 0° 1h = 10° 2h = 20° 3h = 30° 4h = 45° 5h = 60° 6h = 70° 7h = 80° 8h = 90° 9h = 110° Ah = 120° Bh = 135° Ch = 150° Dh = 160° Eh = 170° Fh = 180° 10h = 190° 11h = 210° 12h = 225° 13h = 240° 14h = 250° 15h = 260° 16h = 270° 17h = 280° 18h = 290° 19h = 315° 1Ah = 330° 1Bh = 340° 1Ch = 350° 1Dh = 予約済み 1Eh = 予約済み 1Fh = 予約済み
7-4	SLOW_FIRST_CYC_FREQ_Q	R/W	0h	閉ループ起動時の最初のサイクルの周波数 (MAX_SPEED の %) 0h = 1% 1h = 2% 2h = 3% 3h = 5% 4h = 7.5% 5h = 10% 6h = 12.5% 7h = 15% 8h = 17.5% 9h = 20% Ah = 25% Bh = 30% Ch = 35% Dh = 40% Eh = 45% Fh = 50%
3	FIRST_CYCLE_FREQ_SEL	R/W	0h	アライン、ダブル アライン、IPD 起動オプションの開ループでの最初のサイクルの周波数 0h = 0Hz 1h = SLOW_FIRST_CYC_FREQ で定義

表 7-6. MOTOR_STARTUP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
2-0	THETA_ERROR_RAMP_RATE	R/W	0h	推定シータと開ループ シータの差を小さくするためのランプ レート 0h = 0.01 deg/ms 1h = 0.05 deg/ms 2h = 0.1 deg/ms 3h = 0.15 deg/ms 4h = 0.2 deg/ms 5h = 0.5 deg/ms 6h = 1 deg/ms 7h = 2 deg/ms

7.1.5 CLOSED_LOOP1 レジスタ (オフセット = 88h) [リセット = 0000000h]

図 7-5 に、CLOSED_LOOP1 を示し、表 7-7 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

閉ループ設定値 1 を設定するためのレジスタ

図 7-5. CLOSED_LOOP1 レジスタ

31		30		29		28		27		26		25		24	
予約済み	OVERMODULATION_ENABLE	CL_ACC						CL_DEC_CONFIG							
R-0h	R/W-0h	R/W-0h						R/W-0h							
23		22		21		20		19		18		17		16	
CL_DEC						PWM_FREQ_OUT									
R/W-0h						R/W-0h									
15		14		13		12		11		10		9		8	
PWM_FREQ_OUT	PWM_MODE	FG_SEL				FG_DIV									
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h									
7		6		5		4		3		2		1		0	
FG_CONFIG	FG_BEMF_THR				AVS_EN	DEADTIME_COMP_EN	SPEED_LOOP_DIS	予約済み							
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R-0h							

表 7-7. CLOSED_LOOP1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30	OVERMODULATION_ENABLE	R/W	0h	過変調イネーブル 0h = 過変調を無効化 1h = 過変調を有効化

表 7-7. CLOSED_LOOP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
29-25	CL_ACC	R/W	0h	閉ループ加速度 0h = 0.5Hz/s 1h = 1Hz/s 2h = 2.5Hz/s 3h = 5Hz/s 4h = 7.5Hz/s 5h = 10Hz/s 6h = 20Hz/s 7h = 40Hz/s 8h = 60Hz/s 9h = 80Hz/s Ah = 100Hz/s Bh = 200Hz/s Ch = 300Hz/s Dh = 400Hz/s Eh = 500Hz/s Fh = 600Hz/s 10h = 700Hz/s 11h = 800Hz/s 12h = 900Hz/s 13h = 1000Hz/s 14h = 2000Hz/s 15h = 4000Hz/s 16h = 6000Hz/s 17h = 8000Hz/s 18h = 10000Hz/s 19h = 20000Hz/s 1Ah = 30000Hz/s 1Bh = 40000Hz/s 1Ch = 50000Hz/s 1Dh = 60000Hz/s 1Eh = 70000Hz/s 1Fh = 無制限
24	CL_DEC_CONFIG	R/W	0h	閉ループ減速設定 0h = CL_DEC によって設定された閉ループ減速 1h = CL_ACC によって設定された閉ループ減速

表 7-7. CLOSED_LOOP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
23-19	CL_DEC	R/W	0h	閉ループ減速。このレジスタは AVS が無効で CL_DEC_CONFIG が「0b」に設定されている場合にのみ使用 0h = 0.5Hz/s 1h = 1Hz/s 2h = 2.5Hz/s 3h = 5Hz/s 4h = 7.5Hz/s 5h = 10Hz/s 6h = 20Hz/s 7h = 40Hz/s 8h = 60Hz/s 9h = 80Hz/s Ah = 100Hz/s Bh = 200Hz/s Ch = 300Hz/s Dh = 400Hz/s Eh = 500Hz/s Fh = 600Hz/s 10h = 700Hz/s 11h = 800Hz/s 12h = 900Hz/s 13h = 1000Hz/s 14h = 2000Hz/s 15h = 4000Hz/s 16h = 6000Hz/s 17h = 8000Hz/s 18h = 10000Hz/s 19h = 20000Hz/s 1Ah = 30000Hz/s 1Bh = 40000Hz/s 1Ch = 50000Hz/s 1Dh = 60000Hz/s 1Eh = 70000Hz/s 1Fh = 無制限
18-15	PWM_FREQ_OUT	R/W	0h	PWM 出力周波数 0h = 予約済み 1h = 15kHz 2h = 20kHz 3h = 25kHz 4h = 30kHz 5h = 35kHz 6h = 40kHz 7h = 45kHz 8h = 50kHz 9h = 55kHz Ah = 60kHz Bh = 予約済み Ch = 予約済み Dh = 予約済み Eh = 予約済み Fh = 予約済み
14	PWM_MODE	R/W	0h	PWM 変調 0h = 連続空間ベクトル変調 1h = 非連続性空間ベクトル変調
13-12	FG_SEL	R/W	0h	FG 選択 0h = 開ループと閉ループで FG を出力 1h = 閉ループのみで FG を出力 2h = 初回は開ループで FG を出力。 3h = 予約済み

表 7-7. CLOSED_LOOP1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
11-8	FG_DIV	R/W	0h	FG の分周係数 0h = 1 分周 (2 極モーターの機械的速度) 1h = 1 分周 (2 極モーターの機械的速度) 2h = 2 分周 (4 極モーターの機械的速度) 3h = 3 分周 (6 極モーターの機械的速度) 4h = 4 分周 (8 極モーターの機械的速度) ... Fh = 15 分周 (30 極モーターの機械的速度)
7	FG_CONFIG	R/W	0h	FG 出力構成 0h = モーターが駆動されている限り FG はアクティブ 1h = FG_BEMF_THR で定義された BEMF スレッショルドを BEMF が下回るまで FG はアクティブ
6-4	FG_BEMF_THR	R/W	0h	FG 出力 BEMF スレッショルド 0h = +/- 1mV 1h = +/- 2mV 2h = +/- 5mV 3h = +/- 10mV 4h = +/- 20mV 5h = +/- 30mV 6h = 予約済み 7h = 予約済み
3	AVS_EN	R/W	0h	AVS イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
2	DEADTIME_COMP_EN	R/W	0h	デッドタイム補償イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
1	SPEED_LOOP_DIS	R/W	0h	速度ループ ディスエーブル 0h = 有効化 1h = 無効化
0	予約済み	R	0h	予約済み

7.1.6 CLOSED_LOOP2 レジスタ (オフセット = 8Ah) [リセット = 0000000h]

図 7-6 に、CLOSED_LOOP2 を示し、表 7-8 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

閉ループ設定値 2 を設定するためのレジスタ

図 7-6. CLOSED_LOOP2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	MTR_STOP			MTR_STOP_BRK_TIME			
R-0h	R/W-0h			R/W-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
ACT_SPIN_THR				BRAKE_SPEED_THRESHOLD			
R/W-0h				R/W-0h			
15	14	13	12	11	10	9	8
MOTOR_RES							
R/W-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
MOTOR_IND							
R/W-0h							

表 7-8. CLOSED_LOOP2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-28	MTR_STOP	R/W	0h	モーター停止モード 0h = ハイインピーダンス 1h = 予約済み 2h = ローサイドブレーキ 3h = 予約済み 4h = アクティブ スピン ダウン 5h = 予約済み 6h = 予約済み 7h = 予約済み
27-24	MTR_STOP_BRK_TIME	R/W	0h	モーター停止時のブレーキ時間 0h = 1ms 1h = 1ms 2h = 1ms 3h = 1ms 4h = 1ms 5h = 5ms 6h = 10ms 7h = 50ms 8h = 100ms 9h = 250ms Ah = 500ms Bh = 1000ms Ch = 2500ms Dh = 5000ms Eh = 10000ms Fh = 15000ms

表 7-8. CLOSED_LOOP2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
23-20	ACT_SPIN_THR	R/W	0h	アクティブ スピン ダウンの速度スレッショルド (MAX_SPEED の %) 0h = 100% 1h = 90% 2h = 80% 3h = 70% 4h = 60% 5h = 50% 6h = 45% 7h = 40% 8h = 35% 9h = 30% Ah = 25% Bh = 20% Ch = 15% Dh = 10% Eh = 5% Fh = 2.5%
19-16	BRAKE_SPEED_THRES HOLD	R/W	0h	BRAKE ピンとモーター停止オプションの速度スレッショルド (ローサイド ブレーキまたはハイサイド ブレーキ) (MAX_SPEED の %) 0h = 100% 1h = 90% 2h = 80% 3h = 70% 4h = 60% 5h = 50% 6h = 45% 7h = 40% 8h = 35% 9h = 30% Ah = 25% Bh = 20% Ch = 15% Dh = 10% Eh = 5% Fh = 2.5%
15-8	MOTOR_RES	R/W	0h	モーター位相抵抗の 8 ビット値。位相抵抗の値については、表 6-2 を参 照
7-0	MOTOR_IND	R/W	0h	モーター位相インダクタンスの 8 ビット値。位相インダクタンスの値につい ては、表 6-3 を参照

7.1.7 CLOSED_LOOP3 レジスタ (オフセット = 8Ch) [リセット = 0000000h]

図 7-7 に、CLOSED_LOOP3 を示し、表 7-9 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

閉ループ設定値 3 を設定するためのレジスタ

図 7-7. CLOSED_LOOP3 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	MOTOR_BEMF_CONST						
R-0h	R/W-0h						
23	22	21	20	19	18	17	16
MOTOR_BEMF_CONST	CURR_LOOP_KP						
R/W-0h	R/W-0h						
15	14	13	12	11	10	9	8
CURR_LOOP_KP				CURR_LOOP_KI			
R/W-0h				R/W-0h			
7	6	5	4	3	2	1	0
CURR_LOOP_KI					SPD_LOOP_KP		
R/W-0h					R/W-0h		

表 7-9. CLOSED_LOOP3 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-23	MOTOR_BEMF_CONST	R/W	0h	モーター BEMF 定数の 8 ビット値。BEMF 定数の値については、表 6-4 を参照
22-13	CURR_LOOP_KP	R/W	0h	電流 (Iq および Id) ループ Kp の 10 ビット値。Kp = (CURR_LOOP_KP の 8 LSB) / (10 ^ (CURR_LOOP_KP の 2 MSB))。電流 Kp および Ki を自動計算するには、0 に設定します。
12-3	CURR_LOOP_KI	R/W	0h	電流 (Iq および Id) ループ Ki の 10 ビット値。Ki = 1000 * (CURR_LOOP_KI の 8 LSB) / (10 ^ (CURR_LOOP_KI の 2MSB))。電流 Kp および Ki を自動計算するには、0 に設定します。
2-0	SPD_LOOP_KP	R/W	0h	速度ループ Kp の 3 MSB ビット。Kp = 0.01 * (SPD_LOOP_KP の 8 LSB) / (10 ^ (SPD_LOOP_KP の 2 MSB))

7.1.8 CLOSED_LOOP4 レジスタ (オフセット = 8Eh) [リセット = 0000XXXXh]

図 7-8 に、CLOSED_LOOP4 を示し、表 7-10 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

閉ループ設定値 4 を設定するためのレジスタ

図 7-8. CLOSED_LOOP4 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み		SPD_LOOP_KP					
R-0h		R/W-0h					
23	22	21	20	19	18	17	16
SPD_LOOP_KI							
R/W-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
SPD_LOOP_KI		MAX_SPEED					
R/W-0h		R/W-X					
7	6	5	4	3	2	1	0
MAX_SPEED							
R/W-X							

表 7-10. CLOSED_LOOP4 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-24	SPD_LOOP_KP	R/W	0h	速度ループ Kp の 7 LSB ビット。Kp = 0.01 * (SPD_LOOP_KP の 8 LSB) / (10 ^ (SPD_LOOP_KP の 2 MSB))
23-14	SPD_LOOP_KI	R/W	0h	速度ループ Ki の 10 ビット値。Ki = 0.1 * (SPD_LOOP_KI の 8 LSB) / (10 ^ (SPD_LOOP_KI の 2 MSB))。
13-0	MAX_SPEED	R/W	X	速度の最大値 (電氣的 Hz) を設定するための 14 ビット値。モーターの電氣的速度の最大値 (Hz): {MOTOR_SPEED / 6}。たとえば、MOTOR_SPEED = 0x2710 の場合、最大モーター速度 (Hz) = 10000 (0x2710) / 6 = 1666Hz

7.1.9 SPEED_PROFILES1 レジスタ (オフセット = 94h) [リセット = 0000000h]

図 7-9 に、SPEED_PROFILES1 を示し、表 7-11 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度プロファイル 1 を設定するためのレジスタ

図 7-9. SPEED_PROFILES1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	REF_PROFILE_CONFIG		DUTY_ON1				
R-0h	R/W-0h		R/W-0h				
23	22	21	20	19	18	17	16
DUTY_ON1			DUTY_OFF1				
R/W-0h			R/W-0h				
15	14	13	12	11	10	9	8
DUTY_OFF1			DUTY_CLAMP1				
R/W-0h			R/W-0h				
7	6	5	4	3	2	1	0
DUTY_CLAMP1			DUTY_A				
R/W-0h			R/W-0h				

表 7-11. SPEED_PROFILES1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-29	REF_PROFILE_CONFIG	R/W	0h	リファレンス プロファイルの構成 0h = 速度/電流リファレンス モード 1h = リニア モプロファイル 2h = 階段プロファイル 3h = 双方向プロファイル
28-21	DUTY_ON1	R/W	0h	Duty_ON1 構成。ターンオン デューティ サイクル (%) = $\{(DUTY_ON1/255)*100\}$
20-13	DUTY_OFF1	R/W	0h	Duty_OFF1 構成。ターンオフ デューティ サイクル (%) = $\{(DUTY_OFF1/255)*100\}$
12-5	DUTY_CLAMP1	R/W	0h	Duty_CLAMP1 構成。クランプ速度のデューティ サイクル (%) = $\{(DUTY_CLAMP1/255) * 100\}$
4-0	DUTY_A	R/W	0h	デューティ サイクル A の 5 MSB ビット

7.1.10 SPEED_PROFILES2 レジスタ (オフセット = 96h) [リセット = 0000000h]

図 7-10 に、SPEED_PROFILES2 を示し、表 7-12 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度プロファイル 2 を設定するためのレジスタ

図 7-10. SPEED_PROFILES2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	DUTY_A			DUTY_B			
R-0h	R/W-0h			R/W-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
DUTY_B			DUTY_C				
R/W-0h			R/W-0h				
15	14	13	12	11	10	9	8
DUTY_C			DUTY_D				
R/W-0h			R/W-0h				
7	6	5	4	3	2	1	0
DUTY_D			DUTY_E				
R/W-0h			R/W-0h				

表 7-12. SPEED_PROFILES2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-28	DUTY_A	R/W	0h	デューティ サイクル A の 3LSB ビット (DUTY_A) 構成。デューティ サイクル A (%) = $\{(DUTY_A/255)*100\}$
27-20	DUTY_B	R/W	0h	Duty_B 構成。デューティ サイクル B (%) = $\{(DUTY_B/255)*100\}$
19-12	DUTY_C	R/W	0h	Duty_C 構成。デューティ サイクル C (%) = $\{(DUTY_C/255)*100\}$
11-4	DUTY_D	R/W	0h	Duty_D 構成。デューティ サイクル D (%) = $\{(DUTY_D/255)*100\}$
3-0	DUTY_E	R/W	0h	デューティ サイクル E の 4 MSB ビット

7.1.11 SPEED_PROFILES3 レジスタ (オフセット = 98h) [リセット = 0000000h]

図 7-11 に、SPEED_PROFILES3 を示し、表 7-13 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度プロファイル 3 を設定するためのレジスタ

図 7-11. SPEED_PROFILES3 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	DUTY_E				DUTY_ON2		
R-0h	R/W-0h				R/W-0h		
23	22	21	20	19	18	17	16
DUTY_ON2				DUTY_OFF2			
R/W-0h				R/W-0h			
15	14	13	12	11	10	9	8
DUTY_OFF2				DUTY_CLAMP2			
R/W-0h				R/W-0h			
7	6	5	4	3	2	1	0
DUTY_CLAMP2				DUTY_HYS		予約済み	
R/W-0h				R/W-0h		R-0h	

表 7-13. SPEED_PROFILES3 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-27	DUTY_E	R/W	0h	デューティ サイクル E の 4LSB ビット。DUTY_E 構成。デューティ サイクル E (%) = $\{(DUTY_E/255)*100\}$
26-19	DUTY_ON2	R/W	0h	Duty_ON2 構成。ターンオン デューティ サイクル (%) = $\{(DUTY_ON2/255)*100\}$
18-11	DUTY_OFF2	R/W	0h	Duty_OFF2 構成。ターンオフ デューティ サイクル (%) = $\{(DUTY_OFF2/255)*100\}$
10-3	DUTY_CLAMP2	R/W	0h	Duty_CLAMP2 構成。クランプ速度のデューティ サイクル (%) = $\{(DUTY_CLAMP1/255) * 100\}$
2-1	DUTY_HYS	R/W	0h	速度/電流リファレンス モードのデューティ ヒステリシス 0h = 0% 1h = 0.5% 2h = 1% 3h = 2%
0	予約済み	R	0h	予約済み

7.1.12 SPEED_PROFILES4 レジスタ (オフセット = 9Ah) [リセット = 0000000h]

図 7-12 に、SPEED_PROFILES4 を示し、表 7-14 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度プロファイル 4 を設定するためのレジスタ

図 7-12. SPEED_PROFILES4 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	SPEED_OFF1						
R-0h	R/W-0h						
23	22	21	20	19	18	17	16
SPEED_OFF1	SPEED_CLAMP1						
R/W-0h	R/W-0h						
15	14	13	12	11	10	9	8
SPEED_CLAMP1	SPEED_A						
R/W-0h	R/W-0h						
7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_A	SPEED_B						
R/W-0h	R/W-0h						

表 7-14. SPEED_PROFILES4 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-23	SPEED_OFF1	R/W	0h	ターンオフ速度構成。ターンオフ速度 (MAX_SPEED の %) = $\{(SPEED_OFF1/255)*100\}$
22-15	SPEED_CLAMP1	R/W	0h	クランプ速度構成。クランプ速度 (MAX_SPEED の %) = $\{(SPEED_CLAMP1/255)*100\}$
14-7	SPEED_A	R/W	0h	速度 A の設定。速度 A (MAX_SPEED の %) = $\{(SPEED_A / 255) * 100\}$
6-0	SPEED_B	R/W	0h	SPEED_B の 7 MSB の設定

7.1.13 SPEED_PROFILES5 レジスタ (オフセット = 9Ch) [リセット = 0000000h]

図 7-13 に、SPEED_PROFILES5 を示し、表 7-15 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度プロファイル 5 を設定するためのレジスタ

図 7-13. SPEED_PROFILES5 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	SPEED_B	SPEED_C					
R-0h	R/W-0h	R/W-0h					
23	22	21	20	19	18	17	16
SPEED_C		SPEED_D					
R/W-0h		R/W-0h					
15	14	13	12	11	10	9	8
SPEED_D		SPEED_E					
R/W-0h		R/W-0h					
7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_E		予約済み					
R/W-0h		R-0h					

表 7-15. SPEED_PROFILES5 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30	SPEED_B	R/W	0h	SPEED_B の 1LSB 構成。速度 B 構成。速度 B(% of MAX_SPEED) = $\{(SPEED_B/255)*100\}$
29-22	SPEED_C	R/W	0h	速度 C の設定。速度 C (MAX_SPEED の %) = $\{(SPEED_A / 255) * 100\}$
21-14	SPEED_D	R/W	0h	速度 D の設定。速度 D (MAX_SPEED の %) = $\{(SPEED_D / 255) * 100\}$
13-6	SPEED_E	R/W	0h	速度 E 構成。速度 E (MAX_SPEED の %) = $\{(SPEED_E/255)*100\}$
5-0	予約済み	R	0h	予約済み

7.1.14 SPEED_PROFILES6 レジスタ (オフセット = 9Eh) [リセット = 0000000h]

図 7-14 に、SPEED_PROFILES6 を示し、表 7-16 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度プロファイル 6 を設定するためのレジスタ

図 7-14. SPEED_PROFILES6 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	SPEED_OFF2						
R-0h	R/W-0h						
23	22	21	20	19	18	17	16
SPEED_OFF2	SPEED_CLAMP2						
R/W-0h	R/W-0h						
15	14	13	12	11	10	9	8
SPEED_CLAMP2	予約済み						
R/W-0h	R-0h						
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 7-16. SPEED_PROFILES6 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-23	SPEED_OFF2	R/W	0h	ターンオフ速度構成。ターンオフ速度 (MAX_SPEED の %) = $\{(SPEED_OFF2/255)*100\}$
22-15	SPEED_CLAMP2	R/W	0h	クランプ速度構成。クランプ速度 (MAX_SPEED の %) = $\{(SPEED_CLAMP2/255)*100\}$
14-0	予約済み	R	0h	予約済み

7.2 Fault_Configuration レジスタ

Fault_Configuration レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 7-17 に示します。表 7-17 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 7-17. FAULT_CONFIGURATION レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
90h	FAULT_CONFIG1	フォルト設定 1	セクション 7.2.1
92h	FAULT_CONFIG2	フォルト設定 2	セクション 7.2.2

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 7-18 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 7-18. Fault_Configuration のアクセス タイプ コード

アクセスタイプ	コード	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		

表 7-18. Fault_Configuration のアクセス タイプ コード (続き)

アクセス タイプ	コード	説明
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

7.2.1 FAULT_CONFIG1 レジスタ (オフセット = 90h) [リセット = 00000000h]

図 7-15 に、FAULT_CONFIG1 を示し、表 7-19 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

フォルト設定 1 を設定するためのレジスタ

図 7-15. FAULT_CONFIG1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	ILIMIT				HW_LOCK_ILIMIT		
R-0h	R/W-0h				R/W-0h		
23	22	21	20	19	18	17	16
HW_LOCK_ILIMIT	LOCK_ILIMIT				LOCK_ILIMIT_MODE		
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h		
15	14	13	12	11	10	9	8
LOCK_ILIMIT_MODE	LOCK_ILIMIT_DEG				LCK_RETRY		
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h		
7	6	5	4	3	2	1	0
LCK_RETRY	MTR_LCK_MODE				IPD_TIMEOUT_FAULT_EN	IPD_FREQ_FAULT_EN	SATURATION_FLAGS_EN
R/W-0h	R/W-0h				R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 7-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-27	ILIMIT	R/W	0h	トルク PI ループのリファレンス 0h = 0.078125A 1h = 0.15625A 2h = 0.3125A 3h = 0.625A 4h = 0.9375A 5h = 1.25A 6h = 1.5625A 7h = 1.875A 8h = 2.1875A 9h = 2.5A Ah = 2.8125A Bh = 3.125A Ch = 3.4375A Dh = 3.75A Eh = 4.375A Fh = 5.0A

表 7-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
26-23	HW_LOCK_ILIMIT	R/W	0h	コンパレータによるロック検出電流の制限値 0h = 0.078125A 1h = 0.15625A 2h = 0.3125A 3h = 0.625A 4h = 0.9375A 5h = 1.25A 6h = 1.5625A 7h = 1.875A 8h = 2.1875A 9h = 2.5A Ah = 2.8125A Bh = 3.125A Ch = 3.4375A Dh = 3.75A Eh = 4.375A Fh = 5.0A
22-19	LOCK_ILIMIT	R/W	0h	ADC によるロック検出電流の制限値 0h = 0.078125A 1h = 0.15625A 2h = 0.3125A 3h = 0.625A 4h = 0.9375A 5h = 1.25A 6h = 1.5625A 7h = 1.875A 8h = 2.1875A 9h = 2.5A Ah = 2.8125A Bh = 3.125A Ch = 3.4375A Dh = 3.75A Eh = 4.375A Fh = 5.0A

表 7-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
18-15	LOCK_ILIMIT_MODE	R/W	0h	<p>ロック電流制限モード</p> <p>0h = ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトリステート</p> <p>1h = ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトリステート</p> <p>2h = ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン)</p> <p>3h = ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン)</p> <p>4h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトリステートになり、nFAULT はアクティブになる。</p> <p>5h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトリステートになり、nFAULT はアクティブになる。</p> <p>6h = AUTO_RETRY_TIMES の回数だけ、LCK_RETRY 時間後にフォルトが自動的にクリアされる。ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET がオン) になり、nFAULT はアクティブになる。</p> <p>7h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン) になり、nFAULT はアクティブになる。</p> <p>8h = ILIMIT ロック検出電流制限は通知のみ。何の動作も行われない。nFAULT はアクティブになる。</p> <p>9h = ILIMIT ロックを無効化</p> <p>Ah = ILIMIT ロックを無効化</p> <p>Bh = ILIMIT ロックを無効化</p> <p>Ch = ILIMIT ロックを無効化</p> <p>Dh = ILIMIT ロックを無効化</p> <p>Eh = ILIMIT ロックを無効化</p> <p>Fh = ILIMIT ロックを無効化</p>
14-11	LOCK_ILIMIT_DEG	R/W	0h	<p>ロック検出電流制限のグリッチ除去時間</p> <p>0h = 0.05ms</p> <p>1h = 0.1ms</p> <p>2h = 0.2ms</p> <p>3h = 0.5ms</p> <p>4h = 1ms</p> <p>5h = 2.5ms</p> <p>6h = 5ms</p> <p>7h = 7.5ms</p> <p>8h = 10ms</p> <p>9h = 25ms</p> <p>Ah = 50ms</p> <p>Bh = 75ms</p> <p>Ch = 100ms</p> <p>Dh = 200ms</p> <p>Eh = 500ms</p> <p>Fh = 1000ms</p>

表 7-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
10-7	LCK_RETRY	R/W	0h	ロック検出リトライ時間 0h = 300ms 1h = 500ms 2h = 1s 3h = 2s 4h = 3s 5h = 4s 6h = 5s 7h = 6s 8h = 7s 9h = 8s Ah = 9s Bh = 10s Ch = 11s Dh = 12s Eh = 13s Fh = 14s
6-3	MTR_LCK_MODE	R/W	0h	モーター ロック モード 0h = モーター ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトライステート 1h = モーター ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトライステート 2h = モーター ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン) 3h = モーター ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン) 4h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトライステートになり、nFAULT はアクティブになる。 5h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトライステートになり、nFAULT はアクティブになる。 6h = AUTO_RETRY_TIMES の回数だけ、LCK_RETRY 時間後にフォルトが自動的にクリアされる。ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET がオン) になり、nFAULT はアクティブになる。 7h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン) になり、nFAULT はアクティブになる。 8h = モーター ロック検出電流制限は通知のみ。何の動作も行われない。nFAULT はアクティブになる。 9h = モーター ロック検出を無効化 Ah = モーター ロック検出を無効化 Bh = モーター ロック検出を無効化 Ch = モーター ロック検出を無効化 Dh = モーター ロック検出を無効化 Eh = モーター ロック検出を無効化 Fh = モーター ロック検出を無効化
2	IPD_TIMEOUT_FAULT_EN	R/W	0h	IPD タイムアウト フォルト イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
1	IPD_FREQ_FAULT_EN	R/W	0h	IPD 周波数フォルト イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化

表 7-19. FAULT_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
0	SATURATION_FLAGS_EN	R/W	0h	電流ループと速度ループの飽和の表示の有効化 0h = 無効化 1h = 有効化

7.2.2 FAULT_CONFIG2 レジスタ (オフセット = 92h) [リセット = 0000000h]

図 7-16 に、FAULT_CONFIG2 を示し、表 7-20 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

フォルト設定 2 を設定するためのレジスタ

図 7-16. FAULT_CONFIG2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	LOCK1_EN	LOCK2_EN	LOCK3_EN	LOCK_ABN_SPEED		ABNORMAL_BEMF_THR	
R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h	
23	22	21	20	19	18	17	16
ABNORMAL_BEMF_THR		NO_MTR_THR			HW_LOCK_ILIMIT_MODE		
R/W-0h		R/W-0h			R/W-0h		
15	14	13	12	11	10	9	8
HW_LOCK_ILIMIT_MODE	HW_LOCK_ILIMIT_DEG			予約済み	MIN_VM_MOTOR		
R/W-0h	R/W-0h			R-0h	R/W-0h		
7	6	5	4	3	2	1	0
MIN_VM_MODE	MAX_VM_MOTOR			MAX_VM_MODE	AUTO_RETRY_TIMES		
R/W-0h	R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h		

表 7-20. FAULT_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30	LOCK1_EN	R/W	0h	ロック 1 (異常速度) イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
29	LOCK2_EN	R/W	0h	ロック 2 (異常 BEMF) イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
28	LOCK3_EN	R/W	0h	ロック 3 (モーターなし) イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
27-25	LOCK_ABN_SPEED	R/W	0h	異常速度ロック スレッシュホールド (MAX_SPEED の %) 0h = 130% 1h = 140% 2h = 150% 3h = 160% 4h = 170% 5h = 180% 6h = 190% 7h = 200%
24-22	ABNORMAL_BEMF_THR	R/W	0h	異常 BEMF ロック スレッシュホールド (BEMF の期待値の %) 0h = 40% 1h = 45% 2h = 50% 3h = 55% 4h = 60% 5h = 65% 6h = 67.5% 7h = 70%

表 7-20. FAULT_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
21-19	NO_MTR_THR	R/W	0h	モーターなしロック スレッシュホルド 0h = 0.0468A 1h = 0.0468A 2h = 0.0625A 3h = 0.078A 4h = 0.156A 5h = 0.312A 6h = 0.468A 7h = 0.625A
18-15	HW_LOCK_ILIMIT_MODE	R/W	0h	ハードウェア ロック電流制限モード 0h = ハードウェア ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトリステート 1h = ハードウェア ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはトリステート 2h = ハードウェア ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン) 3h = ハードウェア ILIMIT ロック検出によりフォルトをラッチ、nFAULT はアクティブ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン) 4h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトリステートになる。 5h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはトリステートになる。 6h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはハイサイド ブレーキ モード (すべてのハイサイド FET をターンオン) になる。 7h = LCK_RETRY 時間後、フォルトが自動的にクリアされる。リトライ回数は AUTO_RETRY_TIMES に制限される。リトライ回数が AUTO_RETRY_TIMES を超えると、フォルトがラッチされ、ゲートドライバはローサイド ブレーキ モード (すべてのローサイド FET をターンオン) になる。 8h = ハードウェア ILIMIT ロック検出電流制限は通知のみ。何の動作も行われない。 9h = ハードウェア ILIMIT ロック検出を無効化 Ah = ハードウェア ILIMIT ロック検出を無効化 Bh = ハードウェア ILIMIT ロック検出を無効化 Ch = ハードウェア ILIMIT ロック検出を無効化 Dh = ハードウェア ILIMIT ロック検出を無効化 Eh = ハードウェア ILIMIT ロック検出を無効化 Fh = ハードウェア ILIMIT ロック検出を無効化
14-12	HW_LOCK_ILIMIT_DEG	R/W	0h	ハードウェア ロック電流制限検出グリッチ除去時間 0h = グリッチ除去なし 1h = 1 μ s 2h = 2 μ s 3h = 3 μ s 4h = 4 μ s 5h = 5 μ s 6h = 6 μ s 7h = 7 μ s
11	予約済み	R	0h	予約済み

表 7-20. FAULT_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
10-8	MIN_VM_MOTOR	R/W	0h	モーターを駆動するための最小電圧 0h = 無制限 1h = 4.5V 2h = 5V 3h = 5.5V 4h = 6V 5h = 7.5V 6h = 10V 7h = 12.5V
7	MIN_VM_MODE	R/W	0h	低電圧フォルト復帰モード 0h = 低電圧時にラッチ 1h = 電圧が許容範囲内に入ると自動的にクリア
6-4	MAX_VM_MOTOR	R/W	0h	モーターを駆動するための最大電圧 0h = 無制限 1h = 20V 2h = 22.5V 3h = 25V 4h = 27.5V 5h = 30V 6h = 32.5V 7h = 35V
3	MAX_VM_MODE	R/W	0h	過電圧フォルト復帰モード 0h = 過電圧時にラッチ 1h = 電圧が許容範囲内に入ると自動的にクリア
2-0	AUTO_RETRY_TIMES	R/W	0h	自動リトライ回数 0h = 無制限 1h = 2 2h = 3 3h = 5 4h = 7 5h = 10 6h = 15 7h = 20

7.3 Hardware_Configuration レジスタ

Hardware_Configuration レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 7-21 に示します。表 7-21 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 7-21. HARDWARE_CONFIGURATION レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
A4h	PIN_CONFIG	ハードウェア ビン設定	セクション 7.3.1
A6h	DEVICE_CONFIG1	デバイス設定 1	セクション 7.3.2
A8h	DEVICE_CONFIG2	デバイス設定 2	セクション 7.3.3
AAh	PERI_CONFIG1	ペリフェラル設定 1	セクション 7.3.4
ACh	GD_CONFIG1	ゲートドライバ設定 1	セクション 7.3.5
AEh	GD_CONFIG2	ゲートドライバ設定 2	セクション 7.3.6

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 7-22 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 7-22. Hardware_Configuration のアクセス タイプ
コード

アクセス タイプ	コード	説明
読み取りタイプ		

表 7-22. Hardware_Configuration のアクセス タイプ
コード (続き)

アクセス タイプ	コード	説明
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
W1C	W 1C	書き込み 1 でクリア
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

7.3.1 PIN_CONFIG レジスタ (オフセット = A4h) [リセット = 0000000h]

図 7-17 に、PIN_CONFIG を示し、表 7-23 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ハードウェア ピンを設定するためのレジスタ

図 7-17. PIN_CONFIG レジスタ

31		30		29		28		27		26		25		24	
予約済み		予約済み				VDC_FILT_DIS		予約済み							
R-0h		R-0h				R/W-0h		R-0h							
23		22		21		20		19		18		17		16	
予約済み															
R-0h															
15		14		13		12		11		10		9		8	
予約済み				予約済み				FG_IDLE_CONFIG				FG_FAULT_CONFIG			
R-0h				R-0h				R/W-0h				R/W-0h			
7		6		5		4		3		2		1		0	
FG_FAULT_CONFIG		ALARM_PIN_EN		予約済み		予約済み		BRAKE_INPUT				SPEED_MODE			
R/W-0h		R/W-0h		R-0h		R-0h		R/W-0h				R/W-0h			

表 7-23. PIN_CONFIG レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-28	予約済み	R	0h	予約済み
27	VDC_FILT_DIS	R/W	0h	Vdc フィルタ ディスエーブル 0h = 有効化 1h = 無効化
26-13	予約済み	R	0h	予約済み
12-11	予約済み	R	0h	予約済み
10-9	FG_IDLE_CONFIG	R/W	0h	モーター停止/アイドル状態中の FG 構成 0h = FG は継続し、終了状態は FG_CONFIG とモーター停止前の最後の状態によって決まる 1h = FG は High にプルされる 2h = FG は Low にプルされる 3h = FG は High にプルされる
8-7	FG_FAULT_CONFIG	R/W	0h	フォルト状態時の FG 構成 0h = モーターが駆動している際に最後の FG 信号を使用 1h = FG は High にプルされる 2h = FG は Low にプルされる
6	ALARM_PIN_EN	R/W	0h	アラーム ピン イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
5	予約済み	R	0h	予約済み
4	予約済み	R	0h	予約済み
3-2	BRAKE_INPUT	R/W	0h	ブレーキ ピンのオーバーライド 0h = ハードウェア ピン (BRAKE) 1h = ピンをオーバーライドし、ローサイド ブレーキを適用する 2h = ピンをオーバーライドし、ブレーキは適用しない 3h = ハードウェア ピン (BRAKE)

表 7-23. PIN_CONFIG レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
1-0	SPEED_MODE	R/W	0h	SPEED ピンによる入力リファレンス モードの構成 0h = SPEED ピンの振幅による制御 (アナログ モード) 1h = SPEED ピンのデューティ サイクルによる制御 (PWM モード) 2h = DIGITAL_SPEED_CTRL レジスタ (I2C モード) による制御 3h = SPEED ピンの周波数 (周波数モード) による制御

7.3.2 DEVICE_CONFIG1 レジスタ (オフセット = A6h) [リセット = 0XXXXXX0h]

図 7-18 に、DEVICE_CONFIG1 を示し、表 7-24 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

デバイスを設定するためのレジスタ

図 7-18. DEVICE_CONFIG1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	予約済み	DAC_SOx_SEL		DAC_ENABLE	I2C_TARGET_ADDR		
R-0h	R-0h	R/W-0h		R/W-0h	R/W-X		
23	22	21	20	19	18	17	16
I2C_TARGET_ADDR				予約済み			
R/W-X				R-0h			
15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み			SLEW_RATE_I2C_PINS		PULLUP_ENABLE	BUS_VOLT	
R-0h			R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	

表 7-24. DEVICE_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30	予約済み	R	0h	予約済み
29-28	DAC_SOx_SEL	R/W	0h	ピン 38 の構成 0h = DACOUT2 1h = SOA 2h = SOB 3h = SOC
27	DAC_ENABLE	R/W	0h	DAC イネーブル 0h = DACOUT ディスエーブル 1h = DACOUT イネーブル
26-20	I2C_TARGET_ADDR	R/W	X	I2C ターゲット アドレス
19-5	予約済み	R	0h	予約済み
4-3	SLEW_RATE_I2C_PINS	R/W	0h	I2C ピンのスルーレート制御 0h = 4.8mA 1h = 3.9mA 2h = 1.86mA 3h = 30.8mA
2	PULLUP_ENABLE	R/W	0h	nFAULT および FG ピンの内部プルアップ イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
1-0	BUS_VOLT	R/W	0h	最大 DC バス電圧の構成 0h = 15V 1h = 30V 2h = 60V 3h = 予約済み

7.3.3 DEVICE_CONFIG2 レジスタ (オフセット = A8h) [リセット = 0000000h]

図 7-19 に、DEVICE_CONFIG2 を示し、表 7-25 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

デバイスを設定するためのレジスタ

図 7-19. DEVICE_CONFIG2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み		INPUT_MAXIMUM_FREQ					
R-0h		R/W-0h					
23	22	21	20	19	18	17	16
INPUT_MAXIMUM_FREQ							
R/W-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
SLEEP_ENTRY_TIME		DYNAMIC_CSA_GAIN_EN	DYNAMIC_VOLTAGE_GAIN_EN	DEV_MODE	CLK_SEL		EXT_CLK_EN
R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h
7	6	5	4	3	2	1	0
EXT_CLK_CONFIG			EXT_WDT_EN	EXT_WDT_CONFIG		EXT_WDT_INP_UT_MODE	EXT_WDT_FAULT_MODE
R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h

表 7-25. DEVICE_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-16	INPUT_MAXIMUM_FREQ	R/W	0h	「SPEED ピンの周波数による制御」を使った入力リファレンス モードの SPEED ピンの入力周波数 (100% デューティサイクルに対応)。デューティサイクル = 入力周波数 / INPUT_MAXIMUM_FREQ
15-14	SLEEP_ENTRY_TIME	R/W	0h	SLEEP_ENTRY_TIME の間、SPEED 入力 が 継続的に スレッシュホールド以下に維持されると、デバイスはスリープ モードに移行します。 0h = SPEED ピンが 50µs の間 Low にとどまると、スリープに移行 1h = SPEED ピンが 200µs の間 Low にとどまると、スリープに移行 2h = SPEED ピンが 20ms の間 Low にとどまると、スリープに移行 3h = SPEED ピンが 200ms の間 Low にとどまると、スリープに移行
13	DYNAMIC_CSA_GAIN_EN	R/W	0h	あらゆる電流レベルで最適な電流分解能が得られるように、CSA ゲインを自動的に調整します 0h = 無効化 1h = 有効化
12	DYNAMIC_VOLTAGE_GAIN_EN	R/W	0h	あらゆる電圧レベルで最適な電圧分解能が得られるように、電圧ゲインを自動的に調整します 0h = 無効化 1h = 有効化
11	DEV_MODE	R/W	0h	デバイス モード選択 0h = スタンバイ モード 1h = スリープ モード
10-9	CLK_SEL	R/W	0h	クロック ソース 0h = 内部発振器 1h = 予約済み 2h = 予約済み 3h = 外部クロック入力

表 7-25. DEVICE_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
8	EXT_CLK_EN	R/W	0h	外部クロック モード イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
7-5	EXT_CLK_CONFIG	R/W	0h	外部クロック構成 0h = 8kHz 1h = 16kHz 2h = 32kHz 3h = 64kHz 4h = 128kHz 5h = 256kHz 6h = 512kHz 7h = 1024kHz
4	EXT_WDT_EN	R/W	0h	外部ウォッチドッグ イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
3-2	EXT_WDT_CONFIG	R/W	0h	ウォッチドッグ ティックルの間隔 (GPIO/I2C) 0h = 100ms/1s 1h = 200ms/2s 2h = 500ms/3s 3h = 1000ms/10s
1	EXT_WDT_INPUT_MODE	R/W	0h	外部ウォッチドッグ入力ソース 0h = I2C 経由のウォッチドッグ ティックル 1h = GPIO 経由のウォッチドッグ ティックル
0	EXT_WDT_FAULT_MODE	R/W	0h	外部ウォッチドッグ フォルト モード 0h = 通知のみ 1h = ハイ インピーダンスで MOSFET によるラッチ

7.3.4 PERI_CONFIG1 レジスタ (オフセット = AAh) [リセット = 4000000h]

図 7-20 に、PERI_CONFIG1 を示し、表 7-26 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ペリフェラル 1 へのレジスタ

図 7-20. PERI_CONFIG1 レジスタ

31		30		29		28		27		26		25		24	
予約済み		SPREAD_SPECTRUM_MODULATION_DIS		予約済み								BUS_CURRENT_LIMIT			
R-0h		R/W-1h		R-0h								R/W-0h			
23		22		21		20		19		18		17		16	
BUS_CURRENT_LIMIT		BUS_CURRENT_LIMIT_ENABLE		DIR_INPUT		DIR_CHANGE_MODE		予約済み		ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY					
R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h		R-0h		R/W-0h					
15		14		13		12		11		10		9		8	
ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY				ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT				SPEED_RANGE_SEL		予約済み					
R/W-0h				R/W-0h				R/W-0h		R-0h					
7		6		5		4		3		2		1		0	
予約済み															
R-0h															

表 7-26. PERI_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30	SPREAD_SPECTRUM_MODULATION_DIS	R/W	1h	スペクトラム拡散変調の無効化 0h = SSM を有効化 1h = SSM を無効化
29-26	予約済み	R	0h	予約済み
25-22	BUS_CURRENT_LIMIT	R/W	0h	バス電流制限値 0h = 0.078125A 1h = 0.15625A 2h = 0.3125A 3h = 0.625A 4h = 0.9375A 5h = 1.25A 6h = 1.5625A 7h = 1.875A 8h = 2.1875A 9h = 2.5A Ah = 2.8125A Bh = 3.125A Ch = 3.4375A Dh = 3.75A Eh = 4.375A Fh = 5.0A
21	BUS_CURRENT_LIMIT_ENABLE	R/W	0h	バス電流制限イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化

表 7-26. PERI_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
20-19	DIR_INPUT	R/W	0h	DIR ピンのオーバーライド 0h = ハードウェア ピン (DIR) 1h = 時計回り (OUTA-OUTB-OUTC) で DIR ピンをオーバーライド 2h = 反時計回り (OUTA-OUTC-OUTB) で DIR ピンをオーバーライド 3h = ハードウェア ピン (DIR)
18	DIR_CHANGE_MODE	R/W	0h	DIR ピン ステータスの変更に対する応答 0h = DIR の変化を検出すると、モーター停止オプションと ISD ルーチンに従う 1h = モーターを駆動し続けながら、リバースドライブによって方向を変える
17	予約済み	R	0h	予約済み
16-13	ACTIVE_BRAKE_SPEED_DELTA_LIMIT_ENTRY	R/W	0h	最終速度と現在の速度の差 (この値を下回るとアクティブ ブレーキが適用される) 0h = 予約済み 1h = 5% 2h = 10% 3h = 15% 4h = 20% 5h = 25% 6h = 30% 7h = 35% 8h = 40% 9h = 45% Ah = 50% Bh = 60% Ch = 70% Dh = 80% Eh = 90% Fh = 100%
12-10	ACTIVE_BRAKE_MOD_INDEX_LIMIT	R/W	0h	その値を下回るとアクティブ ブレーキが作動する変調インデックス 0h = 0% 1h = 40% 2h = 50% 3h = 60% 4h = 70% 5h = 80% 6h = 90% 7h = 100%
9	SPEED_RANGE_SEL	R/W	0h	PWM デューティモードリファレンス入力の周波数範囲の選択 0h = 325Hz ~ 100kHz 1h = 10Hz ~ 325Hz
8	予約済み	R	0h	予約済み
7-0	予約済み	R	0h	予約済み

7.3.5 GD_CONFIG1 レジスタ (オフセット = ACh) [リセット = 10228100h]

図 7-21 に、GD_CONFIG1 を示し、表 7-27 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ゲートドライバ設定 1 を設定するためのレジスタ

図 7-21. GD_CONFIG1 レジスタ

31		30		29		28		27		26		25		24	
PARITY	予約済み			予約済み			SLEW_RATE			予約済み					
R/W-0h	R-0h			R-0h			R/W-0h			R-0h					
23		22		21		20		19		18		17		16	
予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	OVP_SEL	OVP_EN	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
15		14		13		12		11		10		9		8	
予約済み	予約済み	OCP_DEG			予約済み	OCP_LVL	OCP_MODE								
R-0h	R-0h	R/W-0h			R-0h	R/W-0h	R/W-1h								
7		6		5		4		3		2		1		0	
予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	CSA_GAIN					
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W-0h					

表 7-27. GD_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R/W	0h	パリティビット
30-29	予約済み	R	0h	予約済み
28	予約済み	R	0h	予約済み
27-26	SLEW_RATE	R/W	0h	スルーレート 0h = 予約済み 1h = 予約済み 2h = スルーレートは 125V/μs 3h = スルーレートは 200V/μs
25-24	予約済み	R	0h	予約済み
23	予約済み	R	0h	予約済み
22	予約済み	R	0h	予約済み
21	予約済み	R	0h	予約済み
20	予約済み	R	0h	予約済み
19	OVP_SEL	R/W	0h	過電圧レベル 0h = VM 過電圧レベルは 34V 1h = VM 過電圧レベルは 22V
18	OVP_EN	R/W	0h	過電圧イネーブル 0h = 過電圧保護ディスエーブル 1h = 過電圧保護イネーブル
17	予約済み	R	0h	予約済み
16	予約済み	R	0h	予約済み
15	予約済み	R	0h	予約済み
14	予約済み	R	0h	予約済み

表 7-27. GD_CONFIG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
13-12	OCP_DEG	R/W	0h	OCP グリッチ 除去時間 0h = OCP グリッチ 除去時間は 0.2 μ s 1h = OCP グリッチ 除去時間は 0.6 μ s 2h = OCP グリッチ 除去時間は 1.2 μ s 3h = OCP グリッチ 除去時間は 1.6 μ s
11	予約済み	R	0h	予約済み
10	OCP_LVL	R/W	0h	過電流レベル 0h = OCP レベルは 9A (標準値) 1h = OCP レベルは 13A (標準値)
9-8	OCP_MODE	R/W	1h	OCP フォルト モード 0h = 過電流によってフォルトがラッチされる 1h = 500ms 後に過電流によってフォルトが自動的にリトライされる 2h = 予約済み 3h = 予約済み
7	予約済み	R	0h	予約済み
6	予約済み	R	0h	予約済み
5	予約済み	R	0h	予約済み
4	予約済み	R	0h	予約済み
3	予約済み	R	0h	予約済み
2	予約済み	R	0h	予約済み
1-0	CSA_GAIN	R/W	0h	電流センス アンプのゲイン (DYNAMIC_CSA_GAIN_EN = 0 の場合にのみ使用) 0h = CSA ゲインは 0.24V/A 1h = CSA ゲインは 0.48V/A 2h = CSA ゲインは 0.96V/A 3h = CSA ゲインは 1.92V/A

7.3.6 GD_CONFIG2 レジスタ (オフセット = AEh) [リセット = 01200000h]

図 7-22 に、GD_CONFIG2 を示し、表 7-28 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ゲートドライバ設定 2 を設定するためのレジスタ

図 7-22. GD_CONFIG2 レジスタ

31		30		29		28		27		26		25		24	
PARITY	DELAY_COMP_EN	TARGET_DELAY						予約済み	BUCK_PS_DIS						
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h						R-0h	R/W1C-1h						
23		22		21		20		19		18		17		16	
BUCK_CL	BUCK_SEL		BUCK_DIS		MIN_ON_TIME				予約済み						
R/W-0h	R/W-1h		R/W-0h		R/W-0h				R-0h						
15		14		13		12		11		10		9		8	
予約済み															
R-0h															
7		6		5		4		3		2		1		0	
予約済み															
R-0h															

表 7-28. GD_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	PARITY	R/W	0h	パリティビット
30	DELAY_COMP_EN	R/W	0h	ドライバ遅延補償イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化
29-26	TARGET_DELAY	R/W	0h	ドライバ遅延補償の遅延ターゲット 0h = スルーレートに基づいて自動 1h = 0.4µs 2h = 0.6µs 3h = 0.8µs 4h = 1µs 5h = 1.2µs 6h = 1.4µs 7h = 1.6µs 8h = 1.8µs 9h = 2µs Ah = 2.2µs Bh = 2.4µs Ch = 2.6µs Dh = 2.8µs Eh = 3µs Fh = 3.2µs
25	予約済み	R	0h	予約済み
24	BUCK_PS_DIS	R/W1C	1h	降圧電源シーケンス ディスエーブル 0h = 降圧電源シーケンスを有効化 1h = 降圧電源シーケンスを無効化
23	BUCK_CL	R/W	0h	降圧電流制限 0h = 降圧レギュレータ電流制限を 600mA に設定 1h = 降圧レギュレータ電流制限を 150mA に設定

表 7-28. GD_CONFIG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
22-21	BUCK_SEL	R/W	1h	降圧出力電圧 0h = 降圧電圧は 3.3V 1h = 降圧電圧は 5.0V 2h = 降圧電圧は 4.0V 3h = 降圧電圧は 5.7V
20	BUCK_DIS	R/W	0h	降圧ディスエーブル 0h = 降圧レギュレータ イネーブル 1h = 降圧レギュレータ ディスエーブル
19-17	MIN_ON_TIME	R/W	0h	ローサイド MOSFET の最小オン時間 0h = 0 μ s 1h = スルーレートに基づいて自動 2h = 0.5 μ s 3h = 0.75 μ s 4h = 1 μ s 5h = 1.25 μ s 6h = 1.5 μ s 7h = 2 μ s
16-0	予約済み	R	0h	予約済み

7.4 Internal_Algorithm_Configuration レジスタ

Internal_Algorithm_Configuration レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 7-29 に示します。表 7-29 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 7-29. INTERNAL_ALGORITHM_CONFIGURATION レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
A0h	INT_ALGO_1	内部アルゴリズム設定 1	セクション 7.4.1
A2h	INT_ALGO_2	内部アルゴリズム設定 2	セクション 7.4.2

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 7-30 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 7-30. Internal_Algorithm_Configuration のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	コード	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

7.4.1 INT_ALGO_1 レジスタ (オフセット = A0h) [リセット = 0000000h]

図 7-23 に、INT_ALGO_1 を示し、表 7-31 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

内部アルゴリズム パラメータ 1 を設定するためのレジスタ

図 7-23. INT_ALGO_1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	ACTIVE_BRAKE_SPEED__DEL TA_LIMIT_EXIT		SPEED_PIN_GLITCH_FILTER		FAST_ISD_EN	ISD_STOP_TIME	
R-0h	R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h	R/W-0h	
23	22	21	20	19	18	17	16
ISD_RUN_TIME		ISD_TIMEOUT		AUTO_HANDOFF_MIN_BEMF			BRAKE_CURR ENT_PERSIST
R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h			R/W-0h
15	14	13	12	11	10	9	8
BRAKE_CURR ENT_PERSIST	MPET_IPD_CURRENT_LIMIT		MPET_IPD_FREQ		MPET_OPEN_LOOP_CURRENT_REF		
R/W-0h	R/W-0h		R/W-0h		R/W-0h		
7	6	5	4	3	2	1	0
MPET_OPEN_LOOP_SPEED_R EF		MPET_OPEN_LOOP_SLEW_RATE			REV_DRV_OPEN_LOOP_DEC		
R/W-0h		R/W-0h			R/W-0h		

表 7-31. INT_ALGO_1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-29	ACTIVE_BRAKE_SPEED__DELTA_LIMIT_EXIT	R/W	0h	最終速度と現在の速度の差 (この値を下回るとアクティブ ブレーキが適用される) 0h = 2.5% 1h = 5% 2h = 7.5% 3h = 10%
28-27	SPEED_PIN_GLITCH_FILTER	R/W	0h	スピード ピン入力に適用されるグリッチ フィルタ 0h = グリッチ フィルタなし 1h = 0.2µs 2h = 0.5µs 3h = 1.0µs
26	FAST_ISD_EN	R/W	0h	ISD 中の高速検出の有効化 0h = 高速 ISD を無効化 1h = 高速 ISD を有効化
25-24	ISD_STOP_TIME	R/W	0h	モーターが停止していると判断する際の根拠となる持続時間 0h = 1ms 1h = 5ms 2h = 50ms 3h = 100ms
23-22	ISD_RUN_TIME	R/W	0h	モーターが動作していると判断する際の根拠となる持続時間 0h = 1ms 1h = 5ms 2h = 50ms 3h = 100ms

表 7-31. INT_ALGO_1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
21-20	ISD_TIMEOUT	R/W	0h	速度または方向を ISD が確実に検出できない場合のタイムアウト 0h = 500ms 1h = 750ms 2h = 1000ms 3h = 2000ms
19-17	AUTO_HANDOFF_MIN_BEMF	R/W	0h	ハンドオフのための BEMF の最小値 0h = 0mV 1h = 50mV 2h = 100mV 3h = 250mV 4h = 500mV 5h = 1000mV 6h = 1250mV 7h = 1500mV
16-15	BRAKE_CURRENT_PERSIST	R/W	0h	ローサイド ブレーキ中に電流がスレッシュホールドを下回る持続時間 0h = 50ms 1h = 100ms 2h = 250ms 3h = 500ms
14-13	MPET_IPD_CURRENT_LIMIT	R/W	0h	MPET の IPD 電流制限 0h = 0.0625A 1h = 0.3125A 2h = 0.625A 3h = 1.25A
12-11	MPET_IPD_FREQ	R/W	0h	MPET の IPD の実行回数 0h = 1 1h = 2 2h = 4 3h = 8
10-8	MPET_OPEN_LOOP_CURRENT_REF	R/W	0h	MPET 開ループ電流リファレンス 0h = 0.625A 1h = 1.25A 2h = 1.875A 3h = 2.5A 4h = 3.125A 5h = 3.75A 6h = 4.375A 7h = 5A
7-6	MPET_OPEN_LOOP_SPEED_REF	R/W	0h	MPET 開ループ速度リファレンス (MAX_SPEED の %) 0h = 15% 1h = 25% 2h = 35% 3h = 50%
5-3	MPET_OPEN_LOOP_SLEW_RATE	R/W	0h	MPET 開ループ スルーレート 0h = 0.1Hz/s 1h = 0.5Hz/s 2h = 1Hz/s 3h = 2Hz/s 4h = 3Hz/s 5h = 5Hz/s 6h = 10Hz/s 7h = 20Hz/s

表 7-31. INT_ALGO_1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
2-0	REV_DRV_OPEN_LOOP_DEC	R/W	0h	リバースドライブでの開ループ減速時に適用される開ループ加速度の % 0h = 50% 1h = 60% 2h = 70% 3h = 80% 4h = 90% 5h = 100% 6h = 125% 7h = 150%

7.4.2 INT_ALGO_2 レジスタ (オフセット = A2h) [リセット = 0000000h]

図 7-24 に、INT_ALGO_2 を示し、表 7-32 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

内部アルゴリズム パラメータ 2 を設定するためのレジスタ

図 7-24. INT_ALGO_2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み		予約済み					
R-0h				R-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
予約済み							
R-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み						CL_SLOW_ACC	
R-0h				R/W-0h			
7	6	5	4	3	2	1	0
CL_SLOW_ACC		ACTIVE_BRAKE_BUS_CURRENT_SLEW_RATE			MPET_IPD_SELECT	MPET_KEEPER_PARAMETER_SELECT	IPD_HIGH_RESOLUTION_EN
R/W-0h		R/W-0h			R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 7-32. INT_ALGO_2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-10	予約済み	R	0h	予約済み
9-6	CL_SLOW_ACC	R/W	0h	推定器がまだ完全に調整されていない場合の閉ループ加速度 0h = 0.1Hz/s 1h = 1Hz/s 2h = 2Hz/s 3h = 3Hz/s 4h = 5Hz/s 5h = 10Hz/s 6h = 20Hz/s 7h = 30Hz/s 8h = 40Hz/s 9h = 50Hz/s Ah = 100Hz/s Bh = 200Hz/s Ch = 500Hz/s Dh = 750Hz/s Eh = 1000Hz/s Fh = 2000Hz/s
5-3	ACTIVE_BRAKE_BUS_CURRENT_SLEW_RATE	R/W	0h	アクティブ ブレーキ時のバス電流スルーレート 0h = 10A/s 1h = 50A/s 2h = 100A/s 3h = 250A/s 4h = 500A/s 5h = 1000A/s 6h = 5000A/s 7h = 無制限

表 7-32. INT_ALGO_2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
2	MPET_IPD_SELECT	R/W	0h	IPD 電流制限の MPET_IPD_CURRENT_LIMIT、IPD 繰り返しの MPET_IPD_FREQ と IPD 電流制限の IPD_CURR_THR、IPD 繰り返しの IPD_REPEAT の間の選択 0h = 通常モーター動作の構成済みパラメータ 1h = MPET 固有のパラメータ
1	MPET_KE_MEAS_PARAMETER_SELECT	R/W	0h	スルーレートの MPET_OPEN_LOOP_SLEW_RATE、電流リファレンスの MPET_OPEN_LOOP_CURR_REF、速度リファレンスの MPET_OPEN_LOOP_SPEED_REF とスルーレートの OL_ACC_A1、OL_ACC_A2、電流リファレンスの開ループ電流リファレンスおよび速度リファレンスの開ループ - 閉ループ速度スレッシュホールドの間の選択 0h = 通常モーター動作の構成済みパラメータ 1h = MPET 固有のパラメータ
0	IPD_HIGH_RESOLUTION_EN	R/W	0h	IPD 高分解能イネーブル 0h = 無効化 1h = 有効化

8 RAM (揮発性) レジスタ マップ

8.1 Fault_Status レジスタ

Fault_Status レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-1 に示します。表 8-1 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-1. FAULT_STATUS レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
E0h	GATE_DRIVER_FAULT_STATUS	フォルト ステータス レジスタ	セクション 8.1.1
E2h	CONTROLLER_FAULT_STATUS	フォルト ステータス レジスタ	セクション 8.1.2

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-2 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-2. Fault_Status のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	コード	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

8.1.1 GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ (オフセット = E0h) [リセット = 0000000h]

図 8-1 に、GATE_DRIVER_FAULT_STATUS を示し、表 8-3 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種ゲートドライバフォルトのステータス

図 8-1. GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
DRIVER_FAULT	BK_FLT	予約済み	OCP	予約済み	OVP	OT	予約済み
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
23	22	21	20	19	18	17	16
OTW	OTS	OCP_HC	OCP_LC	OCP_HB	OCP_LB	OCP_HA	OCP_LA
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み	OTP_ERR	BUCK_OCP	BUCK_UV	VCP_UV	予約済み		
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h		
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 8-3. GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	DRIVER_FAULT	R	0h	ゲートドライバ フォルト ステータス レジスタの論理和
30	BK_FLT	R	0h	降圧フォルト ステータス 0h = 降圧レギュレータ フォルト状態は未検出 1h = 降圧レギュレータ フォルト状態を検出済み
29	予約済み	R	0h	予約済み
28	OCP	R	0h	過電流保護ステータス 0h = 過電流条件は未検出 1h = 過電流条件を検出済み
27	予約済み	R	0h	予約済み
26	OVP	R	0h	電源過電圧保護ステータス 0h = VM で過電圧状態は未検出 1h = VM で過電圧状態を検出済み
25	OT	R	0h	過熱フォルトステータス 0h = 過熱警告/シャットダウンは未検出 1h = 過熱警告/シャットダウンを検出済み
24	予約済み	R	0h	予約済み
23	OTW	R	0h	過熱警告ステータス 0h = 過熱警告は未検出 1h = 過熱警告を検出済み
22	OTS	R	0h	過熱シャットダウンステータス 0h = 過熱シャットダウンは未検出 1h = 過熱シャットダウンを検出済み
21	OCP_HC	R	0h	OUTC のハイサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTC のハイサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTC のハイサイド スイッチの過電流を検出済み
20	OCP_LC	R	0h	OUTC のローサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTC のローサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTC のローサイド スイッチの過電流を検出済み

表 8-3. GATE_DRIVER_FAULT_STATUS レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
19	OCP_HB	R	0h	OUTB のハイサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTB のハイサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTB のハイサイド スイッチの過電流を検出済み
18	OCP_LB	R	0h	OUTB のローサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTB のローサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTB のローサイド スイッチの過電流を検出済み
17	OCP_HA	R	0h	OUTA のハイサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTA のハイサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTA のハイサイド スイッチの過電流を検出済み
16	OCP_LA	R	0h	OUTA のローサイド スイッチの過電流ステータス 0h = OUTA のローサイド スイッチの過電流は未検出 1h = OUTA のローサイド スイッチの過電流を検出済み
15	予約済み	R	0h	予約済み
14	OTP_ERR	R	0h	OTP エラー 0h = OTP エラーは未検出 1h = OTP エラーを検出済み
13	BUCK_OCP	R	0h	降圧レギュレータ過電流ステータス 0h = 降圧レギュレータ過電流は未検出 1h = 降圧レギュレータ過電流を検出済み
12	BUCK_UV	R	0h	降圧レギュレータ低電圧ステータス 0h = 降圧レギュレータ低電圧は未検出 1h = 降圧レギュレータ低電圧を検出済み
11	VCP_UV	R	0h	チャージポンプ低電圧ステータス 0h = チャージポンプ低電圧は未検出 1h = チャージポンプ低電圧を検出済み
10-0	予約済み	R	0h	予約済み

8.1.2 CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ (オフセット = E2h) [リセット = 00000000h]

図 8-2 に、CONTROLLER_FAULT_STATUS を示し、表 8-4 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種コントローラフォルトのステータス

図 8-2. CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
CONTROLLER_FAULT	予約済み	IPD_FREQ_FAULT	IPD_T1_FAULT	IPD_T2_FAULT	BUS_CURRENT_LIMIT_STATUS	MPET_IPD_FAULT	MPET_BEMF_FAULT
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
23	22	21	20	19	18	17	16
ABN_SPEED	ABN_BEMF	NO_MTR	MTR_LCK	LOCK_LIMIT	HW_LOCK_LIMIT	MTR_UNDER_VOLTAGE	MTR_OVER_VOLTAGE
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
15	14	13	12	11	10	9	8
SPEED_LOOP_SATURATION	CURRENT_LOOP_SATURATION	予約済み					
R-0h	R-0h	R-0h					
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み				WATCHDOG_FAULT	予約済み	予約済み	予約済み
R-0h				R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

表 8-4. CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	CONTROLLER_FAULT	R	0h	コントローラフォルトステータスレジスタの論理和
30	予約済み	R	0h	予約済み
29	IPD_FREQ_FAULT	R	0h	IPD 周波数フォルトの表示 0h = IPD 周波数フォルトは未検出 1h = IPD 周波数フォルトを検出済み
28	IPD_T1_FAULT	R	0h	IPD T1 フォルトの表示 0h = IPD T1 フォルトは未検出 1h = IPD T1 フォルトを検出済み
27	IPD_T2_FAULT	R	0h	IPD T2 フォルトの表示 0h = IPD T2 フォルトは未検出 1h = IPD T2 フォルトを検出済み
26	BUS_CURRENT_LIMIT_STATUS	R	0h	バス電流制限ステータスの表示 0h = バス電流制限は非アクティブ 1h = バス電流制限はアクティブ
25	MPET_IPD_FAULT	R	0h	抵抗およびインダクタンス測定中のエラーの表示 0h = MPET IPD フォルトは未検出 1h = MPET IPD フォルトを検出済み
24	MPET_BEMF_FAULT	R	0h	BEMF 定数測定中のエラーの表示 0h = MPET BEMF フォルトは未検出 1h = MPET BEMF フォルトを検出済み
23	ABN_SPEED	R	0h	異常速度モーター ロック条件の表示 0h = 異常速度フォルトは未検出 1h = 異常速度フォルトを検出済み

表 8-4. CONTROLLER_FAULT_STATUS レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
22	ABN_BEMF	R	0h	異常 BEMF モーター ロック条件の表示 0h = 異常 BEMF フォルトは未検出 1h = 異常 BEMF フォルトを検出済み
21	NO_MTR	R	0h	モーターなしフォルトの表示 0h = モーターなしフォルトは未検出 1h = モーターなしフォルトを検出済み
20	MTR_LCK	R	0h	モーター ロックの 1 つがトリガされたことの表示 0h = モーター ロックフォルトは未検出 1h = モーター ロック フォルトを検出済み
19	LOCK_LIMIT	R	0h	ロック制限フォルトの表示 0h = ロック電流制限フォルトは未検出 1h = ロック電流制限フォルトを検出済み
18	HW_LOCK_LIMIT	R	0h	ハードウェア ロック制限フォルトの表示 0h = HW ロック電流制限フォルトは未検出 1h = HW ロック電流制限フォルトを検出済み
17	MTR_UNDER_VOLTAGE	R	0h	モーター低電圧フォルトの表示 0h = 低電圧フォルトは未検出 1h = 低電圧フォルトを検出済み
16	MTR_OVER_VOLTAGE	R	0h	モーター過電圧フォルトの表示 0h = 過電圧フォルトは未検出 1h = 過電圧フォルトを検出済み
15	SPEED_LOOP_SATURAT ION	R	0h	速度ループ飽和の表示 0h = 速度ループ飽和は未検出 1h = 速度ループ飽和を検出済み
14	CURRENT_LOOP_SATU RATION	R	0h	電流ループ飽和の表示 0h = 電流ループ飽和は未検出 1h = 電流ループ飽和を検出済み
13-4	予約済み	R	0h	予約済み
3	WATCHDOG_FAULT	R	0h	ウォッチドッグ フォルトの表示 0h = ウォッチドッグ タイムアウトは未検出 1h = ウォッチドッグ タイムアウトを検出済み
2	予約済み	R	0h	予約済み
1	予約済み	R	0h	予約済み
0	予約済み	R	0h	予約済み

8.2 System_Status レジスタ

System_Status レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-5 に示します。表 8-5 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-5. SYSTEM_STATUS レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
E4h	ALGO_STATUS	システム ステータス レジスタ	セクション 8.2.1
E6h	MTR_PARAMS	システム ステータス レジスタ	セクション 8.2.2
E8h	ALGO_STATUS_MPET	システム ステータス レジスタ	セクション 8.2.3

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-6 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-6. System_Status のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	コード	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

8.2.1 ALGO_STATUS レジスタ (オフセット = E4h) [リセット = 00000000h]

図 8-3 に、ALGO_STATUS を示し、表 8-7 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種システムおよびアルゴリズム パラメータのステータス

図 8-3. ALGO_STATUS レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
VOLT_MAG							
R-0h							
23	22	21	20	19	18	17	16
VOLT_MAG							
R-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
DUTY_CMD							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
DUTY_CMD				予約済み	SYS_ENABLE_FLAG	予約済み	
R-0h				R-0h	R-0h	R-0h	

表 8-7. ALGO_STATUS レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-16	VOLT_MAG	R	0h	適用される変調指数を示す 16 ビット値。変調指数 (%) = (VOLT_MAG / 32768 * 100) %
15-4	DUTY_CMD	R	0h	PWM/周波数/アナログ モードでデコードされたデューティ コマンドを示す 12 ビット値。DUTY_CMD (%) = (DUTY_CMD / 4096 * 100) %。
3	予約済み	R	0h	予約済み
2	SYS_ENABLE_FLAG	R	0h	1 は GUI がレジスタを制御できることを示します。0 は GUI がシャドウ メモリからデフォルト パラメータをコピーしている最中であることを示します。
1-0	予約済み	R	0h	予約済み

8.2.2 MTR_PARAMS レジスタ (オフセット = E6h) [リセット = 0000000h]

図 8-4 に、MTR_PARAMS を示し、表 8-8 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種モーター パラメータのステータス

図 8-4. MTR_PARAMS レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
MOTOR_R								MOTOR_BEMF_CONST							
R-0h								R-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MOTOR_L								予約済み							
R-0h								R-0h							

表 8-8. MTR_PARAMS レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-24	MOTOR_R	R	0h	MPET で測定したモーター抵抗値を示す 8 ビット値
23-16	MOTOR_BEMF_CONST	R	0h	MPET で測定した BEMF 定数を示す 8 ビット値
15-8	MOTOR_L	R	0h	MPET で測定したモーター インダクタンスを示す 8 ビット値
7-0	予約済み	R	0h	予約済み

8.2.3 ALGO_STATUS_MPET レジスタ (オフセット = E8h) [リセット = 0000000h]

図 8-5 に、ALGO_STATUS_MPET を示し、表 8-9 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

各種 MPET パラメータのステータス

図 8-5. ALGO_STATUS_MPET レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
MPET_R_STAT US	MPET_L_STAT US	MPET_KE_STA TUS	MPET_MECH_ STATUS	MPET_PWM_FREQ			
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
予約済み							
R-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
予約済み							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 8-9. ALGO_STATUS_MPET レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	MPET_R_STATUS	R	0h	抵抗測定の状態を示します。
30	MPET_L_STATUS	R	0h	インダクタンス測定の状態を示します。
29	MPET_KE_STATUS	R	0h	BEMF 定数測定の状態を示します。
28	MPET_MECH_STATUS	R	0h	機械的パラメータ測定の状態を示します。
27-24	MPET_PWM_FREQ	R	0h	電氣的定数に基づく MPET 推奨 PWM スwitching 周波数を示す 4 ビット値
23-0	予約済み	R	0h	予約済み

8.3 Device_Control レジスタ

Device_Control レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-10 に示します。表 8-10 がないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-10. DEVICE_CONTROL レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
EAh	ALGO_CTRL1	デバイス制御レジスタ	セクション 8.3.1

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-11 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-11. Device_Control のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	コード	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み

表 8-11. Device_Control のアクセス タイプ コード (続
き)

アクセス タイプ	コード	説明
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

8.3.1 ALGO_CTRL1 レジスタ (オフセット = EAh) [リセット = 0000000h]

図 8-6 に、ALGO_CTRL1 を示し、表 8-12 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

制御設定

図 8-6. ALGO_CTRL1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
EEPROM_WRT	EEPROM_READ	CLR_FLT	CLR_FLT_RETRY_COUNT	EEPROM_WRITE_ACCESS_KEY			
R/W-0h	R/W-0h	W-0h	W-0h	W-0h			
23	22	21	20	19	18	17	16
EEPROM_WRITE_ACCESS_KEY				FORCED_ALIGN_ANGLE			
W-0h				W-0h			
15	14	13	12	11	10	9	8
FORCED_ALIGN_ANGLE					WATCHDOG_TICKLE	予約済み	
W-0h					R/W-0h	R-0h	
7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み							
R-0h							

表 8-12. ALGO_CTRL1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	EEPROM_WRT	R/W	0h	設定を EEPROM に書き込みます。
30	EEPROM_READ	R/W	0h	デフォルト設定を EEPROM から読み出します。
29	CLR_FLT	W	0h	すべてのフォルトをクリア
28	CLR_FLT_RETRY_COUNT	W	0h	フォルトリトライ回数をクリアします。
27-20	EEPROM_WRITE_ACCESS_KEY	W	0h	EEPROM 書き込みアクセス キー
19-11	FORCED_ALIGN_ANGLE	W	0h	強制アライン状態 (FORCE_ALIGN_EN = 1) 中に使用される 9 ビット値 (単位: 度)。適用される角度 = (FORCED_ALIGN_ANGLE % 360)deg
10	WATCHDOG_TICKLE	R/W	0h	I2C モードでウォッチドッグをティックルするための RAM ビット。EXT_WDT_CONFIG ごとに、外部コントローラはこのビットを 1b に書き込む必要があります。MCF8315C はこのビットを 0b にリセットします。
9-0	予約済み	R	0h	予約済み

8.4 Algorithm_Control レジスタ

Algorithm_Control レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-13 に示します。表 8-13 にないレジスタ オフセットアドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-13. ALGORITHM_CONTROL レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
ECh	ALGO_DEBUG1	アルゴリズム制御レジスタ	セクション 8.4.1
Eh	ALGO_DEBUG2	アルゴリズム制御レジスタ	セクション 8.4.2
F0h	CURRENT_PI	使用されている電流 PI コントローラ	セクション 8.4.3
F2h	SPEED_PI	使用されている速度 PI コントローラ	セクション 8.4.4
F4h	DAC_1	DAC1 制御レジスタ	セクション 8.4.5

表 8-13. ALGORITHM_CONTROL レジスタ (続き)

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
F6h	DAC_2	DAC2 制御レジスタ	セクション 8.4.6

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-14 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-14. Algorithm_Control のアクセス タイプ コード

アクセス タイプ	コード	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
書き込みタイプ		
W	W	書き込み
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

8.4.1 ALGO_DEBUG1 レジスタ (オフセット = ECh) [リセット = 0000000h]

図 8-7 に、ALGO_DEBUG1 を示し、表 8-15 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

デバッグ用アルゴリズム制御レジスタ

図 8-7. ALGO_DEBUG1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
OVERRIDE		DIGITAL_SPEED_CTRL					
W-0h		W-0h					
23	22	21	20	19	18	17	16
DIGITAL_SPEED_CTRL							
W-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
CLOSED_LOOP_DIS	FORCE_ALIGN_EN	FORCE_SLOW_FIRST_CYCLE_EN	FORCE_IPD_EN	FORCE_ISD_EN	FORCE_ALIGN_ANGLE_SRC_SEL	FORCE_IQ_REF_SPEED_LOOP_DIS	
W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	
7	6	5	4	3	2	1	0
FORCE_IQ_REF_SPEED_LOOP_DIS							
W-0h							

表 8-15. ALGO_DEBUG1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	OVERRIDE	W	0h	リファレンス入力モードを制御するために使用。OVERRIDE = 1b の場合、ユーザーは I2C インターフェイスを使用して速度コマンドを書き込むことができます。 0h = SPEED_MODE に基づくリファレンス入力 1h = DIGITAL_SPEED_CTRL に基づくリファレンス入力
30-16	DIGITAL_SPEED_CTRL	W	0h	OVERRIDE = 1b または SPEED_MODE = 10b の場合、リファレンス入力は DIGITAL_SPEED_CTRL から取得
15	CLOSED_LOOP_DIS	W	0h	閉ループの無効化 0h = 閉ループを有効化 1h = 閉ループを無効化、開ループでのモーター整流
14	FORCE_ALIGN_EN	W	0h	アライン状態強制 0h = アライン状態の強制を無効化。MTR_STARTUP がアラインまたはダブルアラインに設定されている場合、デバイスはアライン状態から復帰します。 1h = アライン状態の強制を有効化。MTR_STARTUP がアラインまたはダブルアラインに設定されている場合、デバイスはアライン状態にとどまります。
13	FORCE_SLOW_FIRST_CYCLE_EN	W	0h	スローファーストサイクル強制 0h = スローファーストサイクル状態の強制を無効化。MTR_STARTUP がスローファーストサイクルに設定されている場合、デバイスはスローファーストサイクル状態から復帰します。 1h = スローファーストサイクル状態の強制を有効化。MTR_STARTUP がスローファーストサイクルに設定されている場合、デバイスはスローファーストサイクル状態にとどまります。
12	FORCE_IPD_EN	W	0h	IPD 強制 0h = IPD 状態の強制を無効化。MTR_STARTUP が IPD に設定されている場合、デバイスは IPD 状態から復帰します。 1h = IPD 状態の強制を有効化。MTR_STARTUP が IPD に設定されている場合、デバイスは IPD 状態にとどまります。

表 8-15. ALGO_DEBUG1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
11	FORCE_ISD_EN	W	0h	ISD 強制イネーブル 0h = ISD 状態の強制を無効化。ISD_EN がセットされている場合、デバイスは ISD 状態から復帰します。 1h = ISD 状態の強制を有効化。ISD_EN がセットされている場合、デバイスは ISD 状態にとどまります。
10	FORCE_ALIGN_ANGLE_SRC_SEL	W	0h	アライン角の状態を強制する際の根拠 0h = ALIGN_ANGLE によって設定されたアライン角を強制 1h = FORCED_ALIGN_ANGLE によって設定されたアライン角を強制
9-0	FORCE_IQ_REF_SPEED_LOOP_DIS	W	0h	速度ループが無効化されている際の IQ ref (BASE_CURRENT の %) を設定。SPEED_LOOP_DIS = 1b の場合、 IQ_REF_SPEED_LOOP_DIS によって Iq_ref を制御します。iqRef = (FORCE_IQ_REF_SPEED_LOOP_DIS / 500) * BASE_CURRENT。 FORCE_IQ_REF_SPEED_LOOP_DIS < 500 の場合、 (FORCE_IQ_REF_SPEED_LOOP_DIS - 1024) / 500 * BASE_CURRENT。FORCE_IQ_REF_SPEED_LOOP_DIS > 512 の場合、有効な値は 0 ~ 500 および 512 ~ 1000

8.4.2 ALGO_DEBUG2 レジスタ (オフセット = EEh) [リセット = 0000000h]

図 8-8 に、ALGO_DEBUG2 を示し、表 8-16 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

デバッグ用アルゴリズム制御レジスタ

図 8-8. ALGO_DEBUG2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み	予約済み		予約済み	CURRENT_LOOP_DIS	FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS		
R-0h	R-0h		R-0h	W-0h	W-0h		
23	22	21	20	19	18	17	16
FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS							
W-0h							
15	14	13	12	11	10	9	8
FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS							
W-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS	MPET_CMD	MPET_R	MPET_L	MPET_KE	MPET_MECH	MPET_WRITE_SHADOW	
W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h

表 8-16. ALGO_DEBUG2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31	予約済み	R	0h	予約済み
30-28	予約済み	R	0h	予約済み
27	予約済み	R	0h	予約済み
26	CURRENT_LOOP_DIS	W	0h	FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS と FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS を制御するために使用。CURRENT_LOOP_DIS = 「1」の場合、電流ループと速度ループを無効化 0h = 電流ループを有効化 1h = 電流ループを無効化
25-16	FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS	W	0h	電流ループと速度ループが無効化されている際の Vd の設定。CURRENT_LOOP_DIS = 1b の場合、FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS によって Vd を設定します。 mdRef = FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS/500 (FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS < 500 の場合)、 (FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS - 1024)/500 (FORCE_VD_CURRENT_LOOP_DIS > 512 の場合)、有効な値: 0~500 と 512~1000
15-6	FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS	W	0h	電流ループと速度ループが無効化されている際の Vq の設定。CURRENT_LOOP_DIS = 1b の場合、FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS によって Vq を設定します。 mqRef = FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS/500 (FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS < 500 の場合)、 (FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS - 1024)/500 (FORCE_VQ_CURRENT_LOOP_DIS > 512 の場合)、有効な値: 0~500 と 512~1000
5	MPET_CMD	W	0h	1b に設定すると、モーター パラメータ測定ルーチンが開始されます。
4	MPET_R	W	0h	モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター抵抗測定の有効化 0h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター抵抗測定を無効化 1h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター抵抗測定を有効化

表 8-16. ALGO_DEBUG2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
3	MPET_L	W	0h	モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター インダクタンス測定の有効化 0h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター インダクタンス測定を無効化 1h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター インダクタンス測定を有効化
2	MPET_KE	W	0h	モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター BEMF 定数測定の有効化 0h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター BEMF 定数測定を無効化 1h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター BEMF 定数測定を有効化
1	MPET_MECH	W	0h	モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター機械的パラメータ測定の有効化 0h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター機械的パラメータ測定を無効化 1h = モーター パラメータ測定ルーチン中のモーター機械的パラメータ測定を有効化
0	MPET_WRITE_SHADOW	W	0h	1b に設定すると、測定パラメータがシャドウ レジスタに書き込まれます。

8.4.3 CURRENT_PI レジスタ (オフセット = F0h) [リセット = 0000000h]

図 8-9 に、CURRENT_PI を示し、表 8-17 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

使用されている電流 PI コントローラ

図 8-9. CURRENT_PI レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CURRENT_LOOP_KI																CURRENT_LOOP_KP															
R-0h																R-0h															

表 8-17. CURRENT_PI レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-16	CURRENT_LOOP_KI	R	0h	電流ループ Ki の 10 ビットレジスタ。CURR_LOOP_KI と同じ倍率
15-0	CURRENT_LOOP_KP	R	0h	電流ループ Kp の 10 ビットレジスタ。CURR_LOOP_KP と同じ倍率

8.4.4 SPEED_PI レジスタ (オフセット = F2h) [リセット = 00000000h]

図 8-10 に、SPEED_PI を示し、表 8-18 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

使用されている速度 PI コントローラ

図 8-10. SPEED_PI レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_LOOP_KI																SPEED_LOOP_KP															
R-0h																R-0h															

表 8-18. SPEED_PI レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-16	SPEED_LOOP_KI	R	0h	速度ループ Ki の 10 ビットレジスタ。SPD_LOOP_KI と同じ倍率
15-0	SPEED_LOOP_KP	R	0h	速度ループ Kp の 10 ビットレジスタ。SPD_LOOP_KP と同じ倍率

8.4.5 DAC_1 レジスタ (オフセット = F4h) [リセット = 00110000h]

図 8-11 に、DAC_1 を示し、表 8-19 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

DAC1 制御レジスタ

図 8-11. DAC_1 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み							
R-0h							
23	22	21	20	19	18	17	16
予約済み			DACOUT1_ENUM_SCALING				DACOUT1_SCALING
R-0h			W-8h			W-8h	
15	14	13	12	11	10	9	8
DACOUT1_SCALING			DACOUT1_UNIPOLAR	DACOUT1_VAR_ADDR			
W-8h			W-0h	R/W-0h			
7	6	5	4	3	2	1	0
DACOUT1_VAR_ADDR							
R/W-0h							

表 8-19. DAC_1 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-21	予約済み	R	0h	予約済み
20-17	DACOUT1_ENUM_SCALING	W	8h	DACOUT1 の倍率。DACOUT1_VAR_ADDR に入っているアドレスから取り出したアルゴリズム変数に、 $2^{\text{DACOUT1_ENUM_SCALING}}$ を乗算します。DACOUT1_ENUM_SCALING は DACOUT1_SCALING が 0 の場合にのみ有効になります
16-13	DACOUT1_SCALING	W	8h	DACOUT1 スケーリング係数 DACOUT1_VAR_ADDR に含まれるアドレスから抽出されたアルゴリズム変数と DACOUT1_SCALING/8 を乗算した値。実際の電圧は DACOUT1_UNIPOLAR によって異なります。 DACOUT1_UNIPOLAR = 1b の場合、0V == アルゴリズム変数 * DACOUT1_SCALING/8 の 0pu、3V == アルゴリズム変数 * DACOUT1_SCALING/8 の 1pu。 DACOUT1_UNIPOLAR = 0b の場合、0V == アルゴリズム変数 * DACOUT1_SCALING/8 の -1pu、3V == アルゴリズム変数 * DACOUT1_SCALING/8 の 1pu 0h = s Enum の最大値が 31 であるとして処理 1h = 1/8 2h = 2/8 3h = 3/8 4h = 4/8 5h = 5/8 6h = 6/8 7h = 7/8 8h = 8/8 9h = 9/8 Ah = 10/8 Bh = 11/8 Ch = 12/8 Dh = 13/8 Eh = 14/8 Fh = 15/8

表 8-19. DAC_1 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
12	DACOUT1_UNIPOLAR	W	0h	DACOUT1 の出力を構成。DACOUT1_UNIPOLAR = 1 の場合、0V == アルゴリズム変数 * DACOUT1_SCALING/16 の 0 μ V、3V == アルゴリズム変数 * DACOUT1_SCALING/16 の 1 μ V。DACOUT1_UNIPOLAR = 0 の場合、0V == アルゴリズム変数 * DACOUT1_SCALING/16 の -1 μ V、3V == アルゴリズム変数 * DACOUT1_SCALING/16 の 1 μ V 0h = バイポーラ (1.5V のオフセット) 1h = ユニポーラ (オフセットなし)
11-0	DACOUT1_VAR_ADDR	R/W	0h	監視対象の変数の 12 ビット アドレス

8.4.6 DAC_2 レジスタ (オフセット = F6h) [リセット = 00XX0000h]

図 8-12 に、DAC_2 を示し、表 8-20 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

DAC2 制御レジスタ

図 8-12. DAC_2 レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24
予約済み							
R-0h							
23	22	21	20	19	18	17	16
予約済み	DACOUT2_ENUM_SCALING				DACOUT2_SCALING		
R-0h		W-X			W-8h		
15	14	13	12	11	10	9	8
DACOUT2_SCALING	DACOUT2_UNIPOLAR	DACOUT2_VAR_ADDR					
W-8h		W-0h		R/W-0h			
7	6	5	4	3	2	1	0
DACOUT2_VAR_ADDR							
R/W-0h							

表 8-20. DAC_2 レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-23	予約済み	R	0h	予約済み
22-19	DACOUT2_ENUM_SCALING	W	X	DACOUT2 の倍率。DACOUT2_VAR_ADDR に入っているアドレスから取り出したアルゴリズム変数に、 $2^{\text{DACOUT2_ENUM_SCALING}}$ を乗算します。DACOUT2_ENUM_SCALING は DACOUT2_SCALING が 0 の場合にのみ有効になります
18-15	DACOUT2_SCALING	W	8h	DACOUT2 スケーリング係数 DACOUT2_VAR_ADDR に含まれるアドレスから抽出されたアルゴリズム変数と DACOUT2_SCALING/8 を乗算した値。実際の電圧は DACOUT2_UNIPOLAR によって異なります。 DACOUT2_UNIPOLAR = 1 の場合、0V == アルゴリズム変数 * DACOUT2_SCALING/8 の 0pu、3V == アルゴリズム変数 * DACOUT2_SCALING/8 の 1pu。 DACOUT2_UNIPOLAR = 0 の場合、0V == アルゴリズム変数 * DACOUT2_SCALING/8 の -1pu、3V == アルゴリズム変数 * DACOUT2_SCALING/8 の 1pu 0h = s Enum の最大値が 31 であるとして処理 1h = 1/8 2h = 2/8 3h = 3/8 4h = 4/8 5h = 5/8 6h = 6/8 7h = 7/8 8h = 8/8 9h = 9/8 Ah = 10/8 Bh = 11/8 Ch = 12/8 Dh = 13/8 Eh = 14/8 Fh = 15/8

表 8-20. DAC_2 レジスタのフィールドの説明 (続き)

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
14	DACOUT2_UNIPOLAR	W	0h	DACOUT2 の出力を構成。DACOUT2_UNIPOLAR = 1 の場合、0V == アルゴリズム変数 * DACOUT2_SCALING/16 の 0pu、3V == アルゴリズム変数 * DACOUT2_SCALING/16 の 1pu。DACOUT2_UNIPOLAR = 0 の場合、0V == アルゴリズム変数 * DACOUT2_SCALING/16 の -1pu、3V == アルゴリズム変数 * DACOUT2_SCALING/16 の 1pu 0h = バイポーラ (1.5V のオフセット) 1h = ユニポーラ (オフセットなし)
13-0	DACOUT2_VAR_ADDR	R/W	0h	監視対象の変数の 14 ビット アドレス

8.5 Algorithm_Variables レジスタ

Algorithm_Variables レジスタのメモリマップされたレジスタを、表 8-21 に示します。表 8-21 にないレジスタ オフセット アドレスはすべて予約済みと見なして、レジスタの内容は変更しないでください。

表 8-21. ALGORITHM_VARIABLES レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
190h	ALGORITHM_STATE	電流アルゴリズム状態レジスタ	セクション 8.5.1
196h	FG_SPEED_FDBK	FG 速度帰還レジスタ	セクション 8.5.2
410h	BUS_CURRENT	DC バス電流計算値レジスタ	セクション 8.5.3
440h	PHASE_CURRENT_A	位相 A 測定電流レジスタ	セクション 8.5.4
442h	PHASE_CURRENT_B	位相 B 測定電流レジスタ	セクション 8.5.5
444h	PHASE_CURRENT_C	位相 C 測定電流レジスタ	セクション 8.5.6
468h	CSA_GAIN_FEEDBACK	CSA ゲイン レジスタ	セクション 8.5.7
472h	VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK	電圧ゲイン レジスタ	セクション 8.5.8
474h	VM_VOLTAGE	VM 電圧レジスタ	セクション 8.5.9
47Ah	PHASE_VOLTAGE_VA	位相 A 電圧レジスタ	セクション 8.5.10
47Ch	PHASE_VOLTAGE_VB	位相 B 電圧レジスタ	セクション 8.5.11
47Eh	PHASE_VOLTAGE_VC	位相 C 電圧レジスタ	セクション 8.5.12
4B6h	SIN_COMMUTATION_ANGLE	整流角の正弦	セクション 8.5.13
4B8h	COS_COMMUTATION_ANGLE	整流角の余弦	セクション 8.5.14
4D2h	IALPHA	IALPHA 電流レジスタ	セクション 8.5.15
4D4h	IBETA	IBETA 電流レジスタ	セクション 8.5.16
4D6h	VALPHA	VALPHA 電圧レジスタ	セクション 8.5.17
4D8h	VBETA	VBETA 電圧レジスタ	セクション 8.5.18
4E2h	ID	D 軸電流測定値レジスタ	セクション 8.5.19
4E4h	IQ	Q 軸電流測定値レジスタ	セクション 8.5.20
4E6h	VD	VD 電圧レジスタ	セクション 8.5.21
4E8h	VQ	VQ 電圧レジスタ	セクション 8.5.22
524h	IQ_REF_ROTOR_ALIGN	アライン電流リファレンス	セクション 8.5.23
53Ch	SPEED_REF_OPEN_LOOP	開ループ速度レジスタ	セクション 8.5.24
54Ch	IQ_REF_OPEN_LOOP	開ループ電流リファレンス	セクション 8.5.25
5D2h	SPEED_REF_CLOSED_LOOP	速度リファレンス レジスタ	セクション 8.5.26
604h	ID_REF_CLOSED_LOOP	電流ループリファレンスレジスタ	セクション 8.5.27
606h	IQ_REF_CLOSED_LOOP	電流ループリファレンス レジスタ	セクション 8.5.28
680h	ISD_STATE	ISD 状態レジスタ	セクション 8.5.29
68Ah	ISD_SPEED	ISD 速度レジスタ	セクション 8.5.30

表 8-21. ALGORITHM_VARIABLES レジスタ (続き)

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
6BEh	IPD_STATE	IPD 状態レジスタ	セクション 8.5.31
702h	IPD_ANGLE	IPD 角度計算値レジスタ	セクション 8.5.32
748h	ED	BEMF EQ 推定値レジスタ	セクション 8.5.33
74Ah	EQ	BEMF ED 推定値レジスタ	セクション 8.5.34
758h	SPEED_FDBK	速度帰還レジスタ	セクション 8.5.35
75Ch	THETA_EST	回転子位置推定値レジスタ	セクション 8.5.36

表の小さなセルに収まるように、複雑なビット アクセス タイプを記号で表記しています。表 8-22 に、このセクションでアクセス タイプに使用しているコードを示します。

表 8-22. Algorithm_Variables のアクセス タイプ コード

アクセスタイプ	コード	説明
読み取りタイプ		
R	R	読み出し
リセットまたはデフォルト値		
-n		リセット後の値またはデフォルト値

8.5.1 ALGORITHM_STATE レジスタ (オフセット = 190h) [リセット = 0000h]

図 8-13 に、ALGORITHM_STATE を示し、表 8-23 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電流アルゴリズム状態レジスタ

図 8-13. ALGORITHM_STATE レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
ALGORITHM_STATE							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ALGORITHM_STATE							
R-0h							

表 8-23. ALGORITHM_STATE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	ALGORITHM_STATE	R	0h	デバイスの現在の状態を示す 16 ビット値 0h = MOTOR_IDLE 1h = MOTOR_ISD 2h = MOTOR_TRISTATE 3h = MOTOR_BRAKE_ON_START 4h = MOTOR_IPD 5h = MOTOR_SLOW_FIRST_CYCLE 6h = MOTOR_ALIGN 7h = MOTOR_OPEN_LOOP 8h = MOTOR_CLOSED_LOOP_UNALIGNED 9h = MOTOR_CLOSED_LOOP_ALIGNED Ah = MOTOR_CLOSED_LOOP_ACTIVE_BRAKING Bh = MOTOR_SOFT_STOP Ch = MOTOR_RECIRCULATE_STOP Dh = MOTOR_BRAKE_ON_STOP Eh = MOTOR_FAULT Fh = MOTOR_MPET_MOTOR_STOP_CHECK 10h = MOTOR_MPET_MOTOR_STOP_WAIT 11h = MOTOR_MPET_MOTOR_BRAKE 12h = MOTOR_MPET_ALGORITHM_PARAMETERS_INIT 13h = MOTOR_MPET_RL_MEASURE 14h = MOTOR_MPET_KE_MEASURE 15h = MOTOR_MPET_STALL_CURRENT_MEASURE 16h = MOTOR_MPET_TORQUE_MODE 17h = MOTOR_MPET_DONE 18h = MOTOR_MPET_FAULT

8.5.2 FG_SPEED_FDBK レジスタ (オフセット = 196h) [リセット = 00000000h]

図 8-14 に、FG_SPEED_FDBK を示し、表 8-24 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

FG からの速度帰還

図 8-14. FG_SPEED_FDBK レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
FG_SPEED_FDBK																															
R-0h																															

表 8-24. FG_SPEED_FDBK レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	FG_SPEED_FDBK	R	0h	回転子速度の推定値を示す 32 ビット値。estimatedSpeed = (FG_SPEED_FDBK/2 ²⁷)*MAX_SPEED (Hz)

8.5.3 BUS_CURRENT レジスタ (オフセット = 410h) [リセット = 00000000h]

図 8-15 に、BUS_CURRENT を示し、表 8-25 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

供給電流計算値レジスタ

図 8-15. BUS_CURRENT レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
BUS_CURRENT																															
R-0h																															

表 8-25. BUS_CURRENT レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	BUS_CURRENT	R	0h	DC バス電流を示す 32 ビット値。iBus = (BUS_CURRENT/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.4 PHASE_CURRENT_A レジスタ (オフセット = 440h) [リセット= 0000000h]

図 8-16 に、PHASE_CURRENT_A を示し、表 8-26 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 A 電流測定値レジスタ

図 8-16. PHASE_CURRENT_A レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_CURRENT_A																															
R-0h																															

表 8-26. PHASE_CURRENT_A レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_CURRENT_A	R	0h	位相 A 電流の測定値を示す 32 ビット値。iA = (PHASE_CURRENT_A/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.5 PHASE_CURRENT_B レジスタ (オフセット = 442h) [リセット= 0000000h]

図 8-17 に、PHASE_CURRENT_B を示し、表 8-27 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 B 電流測定値レジスタ

図 8-17. PHASE_CURRENT_B レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_CURRENT_B																															
R-0h																															

表 8-27. PHASE_CURRENT_B レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_CURRENT_B	R	0h	位相 B 電流の測定値を示す 32 ビット値。iB = (PHASE_CURRENT_B/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.6 PHASE_CURRENT_C レジスタ (オフセット = 444h) [リセット= 0000000h]

図 8-18 に、PHASE_CURRENT_C を示し、表 8-28 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 C 電流測定値レジスタ

図 8-18. PHASE_CURRENT_C レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_CURRENT_C																															
R-0h																															

表 8-28. PHASE_CURRENT_C レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_CURRENT_C	R	0h	位相 C 電流の測定値を示す 32 ビット値。iC = (PHASE_CURRENT_C/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.7 CSA_GAIN_FEEDBACK レジスタ (オフセット = 468h) [リセット = 0000h]

図 8-19 に、CSA_GAIN_FEEDBACK を示し、表 8-29 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VM 電圧レジスタ

図 8-19. CSA_GAIN_FEEDBACK レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
CSA_GAIN_FEEDBACK							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
CSA_GAIN_FEEDBACK							
R-0h							

表 8-29. CSA_GAIN_FEEDBACK レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	CSA_GAIN_FEEDBACK	R	0h	電流検出ゲインを示す 16 ビット値 0h = MAX_CSA_GAIN * 8 1h = MAX_CSA_GAIN * 4 2h = MAX_CSA_GAIN * 2 3h = MAX_CSA_GAIN * 1

8.5.8 VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK レジスタ (オフセット = 472h) [リセット = 0000h]

図 8-20 に、VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK を示し、表 8-30 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電圧ゲインレジスタ

図 8-20. VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK							
R-0h							

表 8-30. VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	VOLTAGE_GAIN_FEEDBACK	R	0h	電圧ゲインを示す 16 ビット値 0h = 60V 1h = 30V 2h = 15V

8.5.9 VM_VOLTAGE レジスタ (オフセット = 474h) [リセット = 00000000h]

図 8-21 に、VM_VOLTAGE を示し、表 8-31 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電源電圧レジスタ

図 8-21. VM_VOLTAGE レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VM_VOLTAGE																															
R-0h																															

表 8-31. VM_VOLTAGE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VM_VOLTAGE	R	0h	DC バス電圧を示す 32 ビット値。DC バス電圧 = VM_VOLTAGE * 60/2 ²⁷

8.5.10 PHASE_VOLTAGE_VA レジスタ (オフセット = 47Ah) [リセット= 00000000h]

図 8-22 に、PHASE_VOLTAGE_VA を示し、表 8-32 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 A 電圧レジスタ

図 8-22. PHASE_VOLTAGE_VA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_VOLTAGE_VA																															
R-0h																															

表 8-32. PHASE_VOLTAGE_VA レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_VOLTAGE_VA	R	0h	ISD 中の位相電圧 Va を示す 32 ビット値位相 A 電圧 = $PHASE_VOLTAGE_VA * 60 / (\sqrt{3}) * 2^{27}$

8.5.11 PHASE_VOLTAGE_VB レジスタ (オフセット = 47Ch) [リセット= 00000000h]

図 8-23 に、PHASE_VOLTAGE_VB を示し、表 8-33 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 B 電圧レジスタ

図 8-23. PHASE_VOLTAGE_VB レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_VOLTAGE_VB																															
R-0h																															

表 8-33. PHASE_VOLTAGE_VB レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_VOLTAGE_VB	R	0h	ISD 中の位相電圧 Vb を示す 32 ビット値位相 B 電圧 = $PHASE_VOLTAGE_VB * 60 / (\sqrt{3}) * 2^{27}$

8.5.12 PHASE_VOLTAGE_VC レジスタ (オフセット = 47Eh) [リセット = 0000000h]

図 8-24 に、PHASE_VOLTAGE_VC を示し、表 8-34 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

位相 C 電圧レジスタ

図 8-24. PHASE_VOLTAGE_VC レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
PHASE_VOLTAGE_VC																															
R-0h																															

表 8-34. PHASE_VOLTAGE_VC レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	PHASE_VOLTAGE_VC	R	0h	ISD 中の位相電圧 Vc を示す 32 ビット値位相 C 電圧 = $PHASE_VOLTAGE_VC * 60 / (\sqrt{3}) * 2^{27}$

8.5.13 SIN_COMMUTATION_ANGLE レジスタ (オフセット = 4B6h) [リセット = 0000000h]

図 8-25 に、SIN_COMMUTATION_ANGLE を示し、表 8-35 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

整流角の正弦

図 8-25. SIN_COMMUTATION_ANGLE レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SIN_COMMUTATION_ANGLE																															
R-0h																															

表 8-35. SIN_COMMUTATION_ANGLE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	SIN_COMMUTATION_ANGLE	R	0h	整流角の正弦を示す 32 ビット値。sinCommutationAngle = (SIN_COMMUTATION_ANGLE/2 ²⁷)

8.5.14 COS_COMMUTATION_ANGLE レジスタ (オフセット = 4B8h) [リセット= 0000000h]

図 8-26 に、COS_COMMUTATION_ANGLE を示し、表 8-36 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

整流角の余弦

図 8-26. COS_COMMUTATION_ANGLE レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
COS_COMMUTATION_ANGLE																															
R-0h																															

表 8-36. COS_COMMUTATION_ANGLE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	COS_COMMUTATION_ANGLE	R	0h	整流角の余弦を示す 32 ビット値。cosCommutationAngle = (COS_COMMUTATION_ANGLE/2 ²⁷)

8.5.15 IALPHA レジスタ (オフセット = 4D2h) [リセット = 0000000h]

図 8-27 に、IALPHA を示し、表 8-37 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

IALPHA 電流レジスタ

図 8-27. IALPHA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IALPHA																															
R-0h																															

表 8-37. IALPHA レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IALPHA	R	0h	IALPHA の計算値を示す 32 ビット値。iAlpha = (IALPHA/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.16 IBETA レジスタ (オフセット = 4D4h) [リセット = 00000000h]

図 8-28 に、IBETA を示し、表 8-38 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

IBETA 電流レジスタ

図 8-28. IBETA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IBETA																															
R-0h																															

表 8-38. IBETA レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IBETA	R	0h	IBETA の計算値を示す 32 ビット値。iBeta = (IBETA/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.17 VALPHA レジスタ (オフセット = 4D6h) [リセット = 0000000h]

図 8-29 に、VALPHA を示し、表 8-39 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VALPHA 電圧レジスタ

図 8-29. VALPHA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VALPHA																															
R-0h																															

表 8-39. VALPHA レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VALPHA	R	0h	VALPHA の計算値を示す 32 ビット値。vAlpha = (VALPHA/2 ²⁷) * 60/sqrt(3)

8.5.18 VBETA レジスタ (オフセット = 4D8h) [リセット = 00000000h]

図 8-30 に、VBETA を示し、表 8-40 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VBETA 電圧レジスタ

図 8-30. VBETA レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VBETA																															
R-0h																															

表 8-40. VBETA レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VBETA	R	0h	VBETA の計算値を示す 32 ビット値。vBeta = (VBETA/2 ²⁷) * 60/sqrt(3)

8.5.19 ID レジスタ (オフセット = 4E2h) [リセット = 0000000h]

図 8-31 に、ID を示し、表 8-41 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

D 軸電流測定値レジスタ

図 8-31. ID レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ID																															
R-0h																															

表 8-41. ID レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	ID	R	0h	Id の推定値を示す 32 ビット値。id = (ID/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.20 IQ レジスタ (オフセット = 4E4h) [リセット = 00000000h]

図 8-32 に、IQ を示し、表 8-42 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

Q 軸電流測定値レジスタ

図 8-32. IQ レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IQ																															
R-0h																															

表 8-42. IQ レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IQ	R	0h	Iq の推定値を示す 32 ビット値。 $iq = (IQ/2^{27}) * Base_Current/8$

8.5.21 VD レジスタ (オフセット = 4E6h) [リセット = 00000000h]

図 8-33 に、VD を示し、表 8-43 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VD 電圧レジスタ

図 8-33. VD レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VD																															
R-0h																															

表 8-43. VD レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VD	R	0h	印加される Vd を示す 32 ビット値。vd = (VD/2 ²⁷) * 60/sqrt(3)

8.5.22 VQ レジスタ (オフセット = 4E8h) [リセット = 0000000h]

図 8-34 に、VQ を示し、表 8-44 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

VQ 電圧レジスタ

図 8-34. VQ レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
VQ																															
R-0h																															

表 8-44. VQ レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	VQ	R	0h	印加される Vq を示す 32 ビット値。vq = (VQ/2 ²⁷) * 60/sqrt(3)

8.5.23 IQ_REF_ROTATOR_ALIGN レジスタ (オフセット = 524h) [リセット= 0000000h]

図 8-35 に、IQ_REF_ROTATOR_ALIGN を示し、表 8-45 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

アライン電流リファレンス

図 8-35. IQ_REF_ROTATOR_ALIGN レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IQ_REF_ROTATOR_ALIGN																															
R-0h																															

表 8-45. IQ_REF_ROTATOR_ALIGN レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IQ_REF_ROTATOR_ALIGN	R	0h	アライン電流リファレンスを示す 32 ビット値。iqRefRotorAlign = (IQ_REF_ROTATOR_ALIGN/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.24 SPEED_REF_OPEN_LOOP レジスタ (オフセット = 53Ch) [リセット= 0000000h]

図 8-36 に、SPEED_REF_OPEN_LOOP を示し、表 8-46 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

モーターが閉ループに遷移する際の速度

図 8-36. SPEED_REF_OPEN_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_REF_OPEN_LOOP																															
R-0h																															

表 8-46. SPEED_REF_OPEN_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	SPEED_REF_OPEN_LO OP	R	0h	オープン ループ速度を示す 32 ビット値。openLoopSpeedRef = (SPEED_REF_OPEN_LOOP/2 ²⁷) * MAX_SPEED (Hz)

8.5.25 IQ_REF_OPEN_LOOP レジスタ (オフセット = 54Ch) [リセット= 0000000h]

図 8-37 に、IQ_REF_OPEN_LOOP を示し、表 8-47 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

開ループ電流リファレンス

図 8-37. IQ_REF_OPEN_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IQ_REF_OPEN_LOOP																															
R-0h																															

表 8-47. IQ_REF_OPEN_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IQ_REF_OPEN_LOOP	R	0h	開ループ電流リファレンスを示す 32 ビット値。iqRefOpenLoop = (IQ_REF_OPEN_LOOP/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.26 SPEED_REF_CLOSED_LOOP レジスタ (オフセット = 5D2h) [リセット = 00000000h]

図 8-38 に、SPEED_REF_CLOSED_LOOP を示し、表 8-48 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度リファレンス レジスタ

図 8-38. SPEED_REF_CLOSED_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_REF_CLOSED_LOOP																															
R-0h																															

表 8-48. SPEED_REF_CLOSED_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	SPEED_REF_CLOSED_LOOP	R	0h	速度ループのリファレンスを示す 32 ビット値。閉ループの速度リファレンス (Hz) = (SPEED_REF_CLOSED_LOOP / 2 ²⁷) * MAX_SPEED (Hz)

8.5.27 ID_REF_CLOSED_LOOP レジスタ (オフセット = 604h) [リセット = 00000000h]

図 8-39 に、ID_REF_CLOSED_LOOP を示し、表 8-49 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電流ループ リファレンス レジスタ

図 8-39. ID_REF_CLOSED_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ID_REF_CLOSED_LOOP																															
R-0h																															

表 8-49. ID_REF_CLOSED_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	ID_REF_CLOSED_LOOP	R	0h	磁束ループの Id_ref を示す 32 ビット値。idRefClosedLoop = (ID_REF_CLOSED_LOOP/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.28 IQ_REF_CLOSED_LOOP レジスタ (オフセット = 606h) [リセット = 00000000h]

図 8-40 に、IQ_REF_CLOSED_LOOP を示し、表 8-50 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

電流ループ リファレンス レジスタ

図 8-40. IQ_REF_CLOSED_LOOP レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IQ_REF_CLOSED_LOOP																															
R-0h																															

表 8-50. IQ_REF_CLOSED_LOOP レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IQ_REF_CLOSED_LOOP	R	0h	トルク ループの Iq_ref を示す 32 ビット値。iqRefClosedLoop = (IQ_REF_CLOSED_LOOP/2 ²⁷) * Base_Current/8

8.5.29 ISD_STATE レジスタ (オフセット = 680h) [リセット = 0000h]

図 8-41 に、ISD_STATE を示し、表 8-51 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ISD 状態レジスタ

図 8-41. ISD_STATE レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
ISD_STATE							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
ISD_STATE							
R-0h							

表 8-51. ISD_STATE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	ISD_STATE	R	0h	現在の ISD 状態を示す 16 ビット値 0h = ISD_INIT 1h = ISD_MOTOR_STOP_CHECK 2h = ISD_ESTIM_INIT 3h = ISD_RUN_MOTOR_CHECK 4h = ISD_MOTOR_DIRECTION_CHECK 5h = ISD_COMPLETE 6h = ISD_FAULT

8.5.30 ISD_SPEED レジスタ (オフセット = 68Ah) [リセット = 0000000h]

図 8-42 に、ISD_SPEED を示し、表 8-52 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

ISD 速度レジスタ

図 8-42. ISD_SPEED レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ISD_SPEED																															
R-0h																															

表 8-52. ISD_SPEED レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	ISD_SPEED	R	0h	ISD 状態中の速度の計算値を示す 32 ビット値。 $\text{isdSpeed} = (\text{ISD_SPEED}/2^{27}) * \text{MAX_SPEED}$ (Hz)

8.5.31 IPD_STATE レジスタ (オフセット = 6BEh) [リセット = 0000h]

図 8-43 に、IPD_STATE を示し、表 8-53 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

IPD 状態レジスタ

図 8-43. IPD_STATE レジスタ

15	14	13	12	11	10	9	8
IPD_STATE							
R-0h							
7	6	5	4	3	2	1	0
IPD_STATE							
R-0h							

表 8-53. IPD_STATE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
15-0	IPD_STATE	R	0h	現在の IPD 状態を示す 16 ビット値 0h = IPD_INIT 1h = IPD_VECTOR_CONFIG 2h = IPD_RUN 3h = IPD_SLOW_RISE_CLOCK 4h = IPD_SLOW_FALL_CLOCK 5h = IPD_WAIT_CURRENT_DECAY 6h = IPD_GET_TIMES 7h = IPD_SET_NEXT_VECTOR 8h = IPD_CALC_SECTOR_RISE 9h = IPD_CALC_ROTOR_POSITION Ah = IPD_CALC_ANGLE Bh = IPD_COMPLETE Ch = IPD_FAULT

8.5.32 IPD_ANGLE レジスタ (オフセット = 702h) [リセット = 0000000h]

図 8-44 に、IPD_ANGLE を示し、表 8-54 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

IPD 角度計算値レジスタ

図 8-44. IPD_ANGLE レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IPD_ANGLE																															
R-0h																															

表 8-54. IPD_ANGLE レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	IPD_ANGLE	R	0h	IPD 角度の測定値を示す 32 ビット値。ipdAngle = (IPD_ANGLE/2 ²⁷) * 360 (度)

8.5.33 ED レジスタ (オフセット = 748h) [リセット = 00000000h]

図 8-45 に、ED を示し、表 8-55 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

BEMF EQ 推定値レジスタ

図 8-45. ED レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ED																															
R-0h																															

表 8-55. ED レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	ED	R	0h	ED の推定値を示す 32 ビット値。Ed = (ED/2 ²⁷) * 60/sqrt(3)

8.5.34 EQ レジスタ (オフセット = 74Ah) [リセット = 0000000h]

図 8-46 に、EQ を示し、表 8-56 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

BEMF ED 推定値レジスタ

図 8-46. EQ レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
EQ																															
R-0h																															

表 8-56. EQ レジスタ フィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	EQ	R	0h	EQ の推定値を示す 32 ビット値。Eq = (EQ/2 ²⁷) * 60/sqrt(3)

8.5.35 SPEED_FDBK レジスタ (オフセット = 758h) [リセット = 00000000h]

図 8-47 に、SPEED_FDBK を示し、表 8-57 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

速度帰還レジスタ

図 8-47. SPEED_FDBK レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPEED_FDBK																															
R-0h																															

表 8-57. SPEED_FDBK レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	SPEED_FDBK	R	0h	回転子速度の推定値を示す 32 ビット値。estimatedSpeed = (SPEED_FDBK/2 ²⁷)*MAX_SPEED (Hz)

8.5.36 THETA_EST レジスタ (オフセット = 75Ch) [リセット = 00000000h]

図 8-48 に、THETA_EST を示し、表 8-58 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

回転子位置推定値レジスタ

図 8-48. THETA_EST レジスタ

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
THETA_EST																															
R-0h																															

表 8-58. THETA_EST レジスタのフィールドの説明

ビット	フィールド	タイプ	リセット	説明
31-0	THETA_EST	R	0h	回転子角度の推定値を示す 32 ビット値。estimatedAngle = (THETA_EST/2 ²⁷)*360 (Degree)

9 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーション情報は、テキサス・インスツルメンツの製品仕様に含まれるものではなく、テキサス・インスツルメンツはその正確性も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

9.1 アプリケーション情報

MCF8315C-Q1 デバイスは、センサレス 3 相 BLDC モーター制御に使用されます。このドライバは、家電製品、ファン、ポンプ、住宅用ファンとリビング ファン、シート冷却ファン、車載用ファン、ブロワに適した、高性能と高信頼性、フレキシブルなソリューションを実現します。以下のセクションに、MCF8315C-Q1 デバイスの一般的なアプリケーションを示します。

9.2 代表的なアプリケーション

図 9-1 に、MCF8315C-Q1 の代表的な回路図を示します。

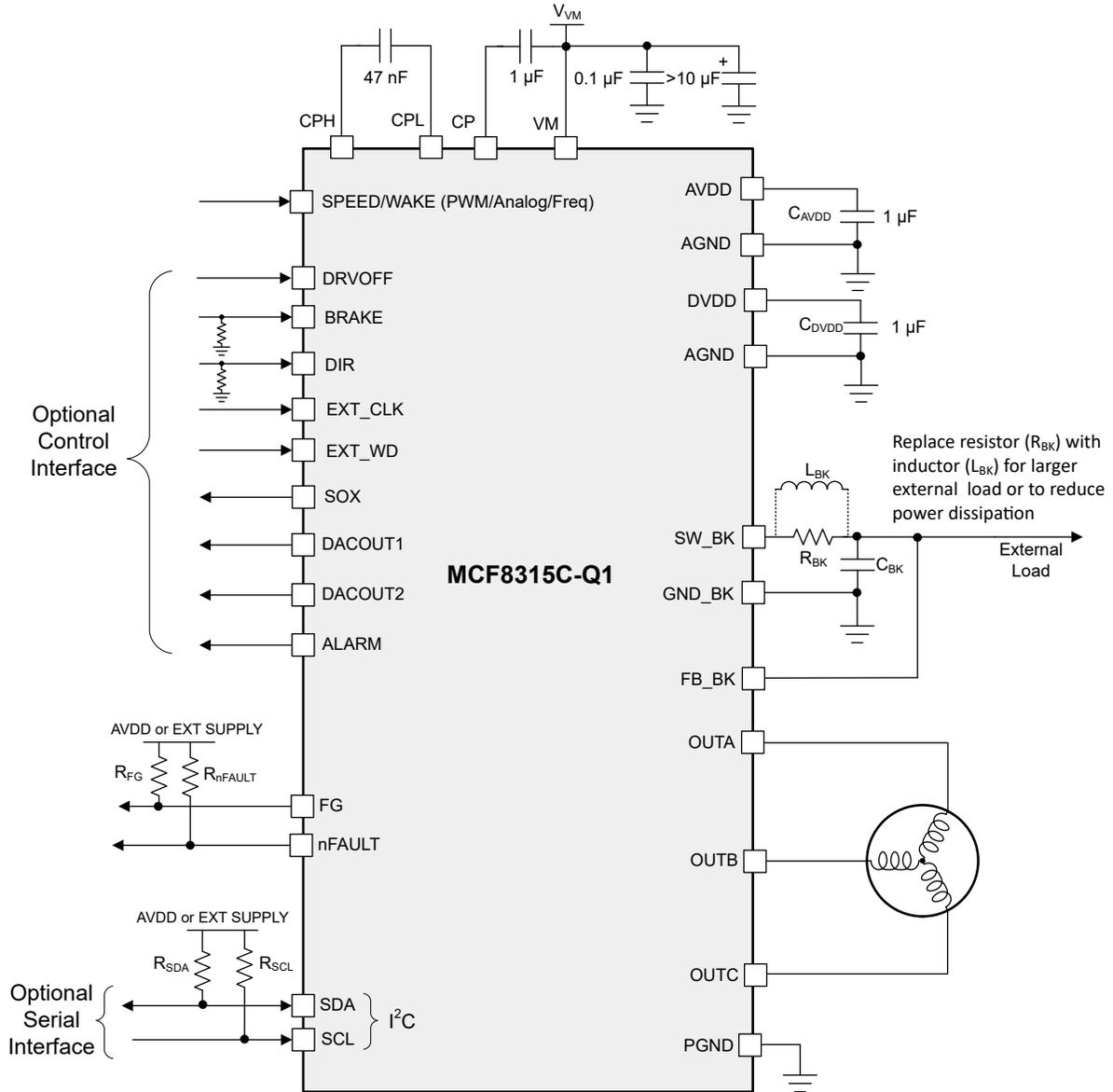


図 9-1. アプリケーションの回路図例

表 9-1 に、MCF8315C-Q1 の外付け部品の推奨値を示します。

表 9-1. MCF8315C-Q1 の外付け部品

部品	ピン 1	ピン 2	推奨
C _{VM1}	VM	PGND	X5R または X7R、0.1μF。コンデンサの電圧定格を、本デバイスの通常動作電圧の 2 倍以上とすることを推奨します。
C _{VM2}	VM	PGND	10μF 以上。コンデンサの電圧定格を、本デバイスの通常動作電圧の 2 倍以上とすることを推奨します。
C _{CP}	CP	VM	X5R or X7R, 16-V, 1-μF capacitor
C _{FLY}	CPH	CPL	TI は、X5R または X7R、47nF。コンデンサの電圧定格を、ピンの通常動作電圧の 2 倍以上とすることを推奨します。

表 9-1. MCF8315C-Q1 の外付け部品 (続き)

部品	ピン 1	ピン 2	推奨
C _{AVDD}	AVDD	AGND	X5R または X7R、1 μ F、 $\geq 10V$ 。AVDD が出力電圧を正確に制御するには、コンデンサは、動作温度範囲全体にわたって、3.3V で 0.7 μ F ~ 1.3 μ F の実効的な容量を持っている必要があります。
C _{DVDD}	DVDD	DGND	X5R または X7R、1 μ F、 $\geq 6.3V$ 。DVDD が出力電圧を正確に制御するには、コンデンサは、動作温度範囲全体にわたって、1.5V で 0.7 μ F ~ 1.3 μ F の実効的な容量を持っている必要があります。
C _{BK}	FB_BK	GND_BK	X5R または X7R、降圧出力定格コンデンサ
L _{BK}	SW_BK	FB_BK	降圧出力インダクタ
R _{FG}	1.8V ~ 5V 電源	FG	5.1k Ω 、プルアップ抵抗
R _{nFAULT}	1.8V ~ 5V 電源	nFAULT	5.1k Ω 、プルアップ抵抗
R _{SDA}	1.8V ~ 3.3V 電源	SDA	5.1k Ω 、プルアップ抵抗
R _{SCL}	1.8V ~ 3.3V 電源	SCL	5.1k Ω 、プルアップ抵抗

表 9-2 に、MCF8315C-Q1 の推奨アプリケーション範囲を示します。

表 9-2. 推奨アプリケーション範囲

パラメータ	最小値	最大値	単位
モーター電圧	4.5	35	V
逆起電力定数 (セクション 6.3.13.3 を参照)	0.6	2000	mV/Hz
モーター抵抗 (セクション 6.3.13.1 を参照)	0.006	20	Ω
モーター インダクタンス (セクション 6.3.13.2 を参照)	0.006	20	mH
モーターの電気的速	-	1500	Hz
モーターのピーク相電流	-	4	A

デバイスの EEPROM が目的の構成でプログラムされると、デバイスはスタンドアロンで動作可能となり、I²C シリアル インターフェイスは不要になります。速度は、SPEED ピンを使って指令できます。

以下に、モーターを閉ループで回転させるために必要な 2 つの重要なパラメータを示します。

1. 最大モーター速度。
2. トルク PI ループの電流制限値。

9.2.1 アプリケーション曲線

9.2.1.1 モータ起動

図 9-2 に、各種モーター動作での FG 波形と位相電流波形を示します。

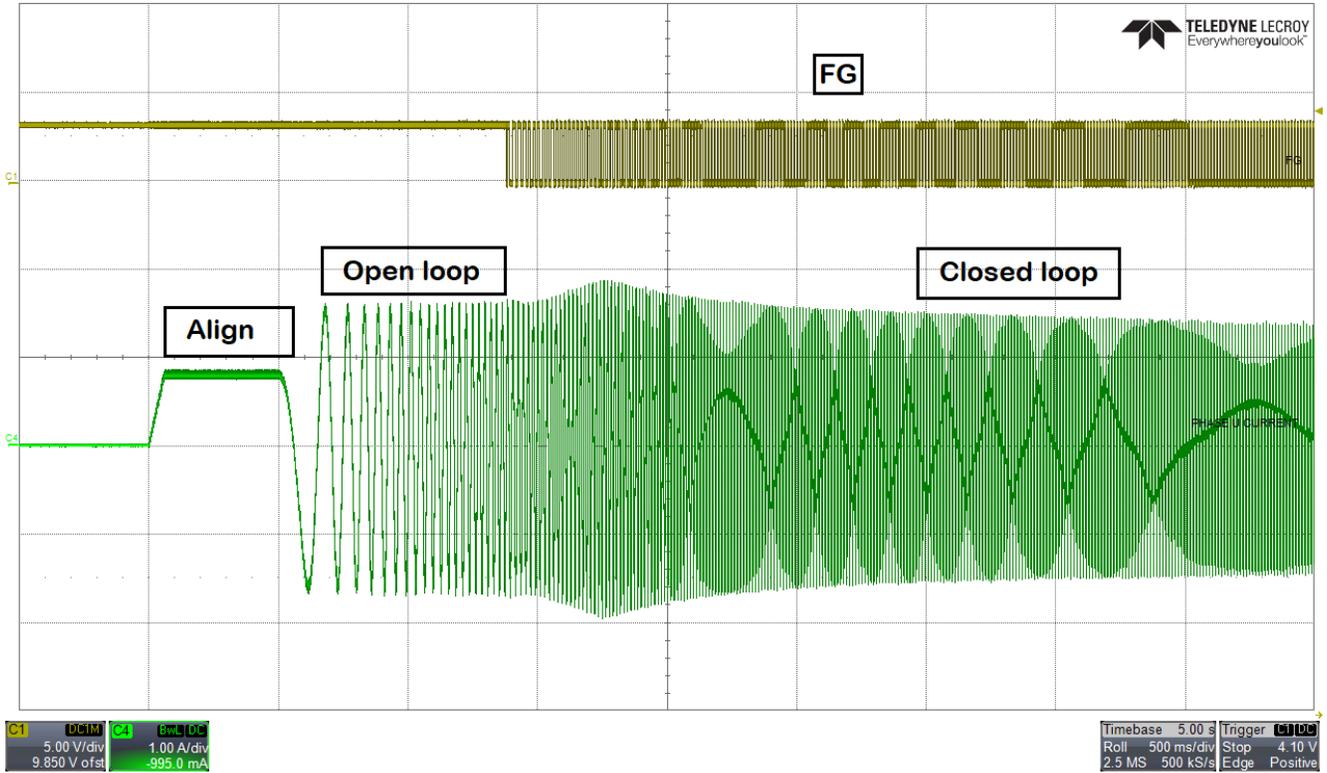


図 9-2. モーターの起動 - FG と位相電流

9.2.1.2 MPET

図 9-3 に、モーター パラメータ測定時の位相電流波形を示します。図 9-4 に、R、L、Ke の測定時の IPD 電流波形を示します。図 9-4 の下半分は、R および L 測定時の IPD 電流波形を示しています。R は相電流の立ち上がり時に測定され、L は相電流の立ち下がり時に測定されます。R および L の測定後、モーターは開ループで回転します。速度が MPET 開ループ速度リファレンス [MPET_OPEN_LOOP_SPEED_REF] に達すると、モーターは惰性で回転します。3 相すべての BEMF 電圧が測定され、Ke が計算されます。

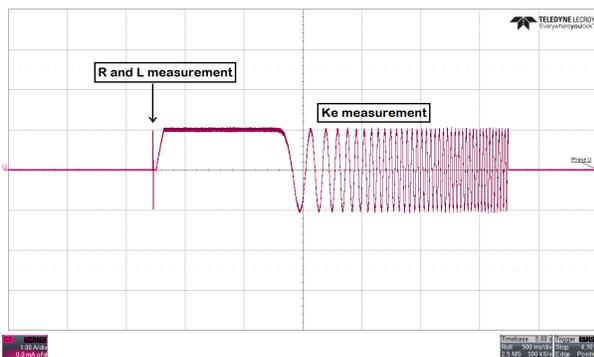


図 9-3. MPET - 相電流

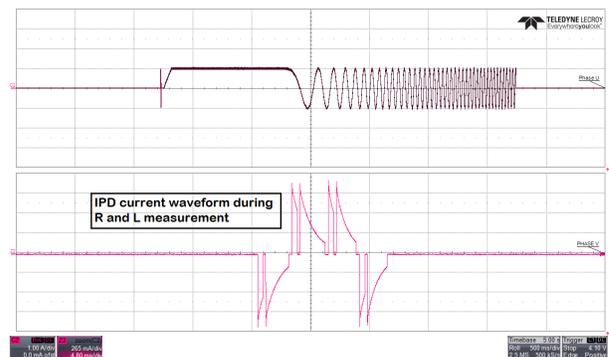


図 9-4. R および L 測定中の IPD 電流波形

9.2.1.3 デッドタイム補償

図 9-5 に、デッドタイム補償が無効化されている場合の位相電流波形を示します。位相電流の基本周波数は 40Hz です。位相電流の高速フーリエ変換 (FFT) プロットは 160Hz と 220Hz の高調波を示しています。図 9-6 に、デッドタイム

MCF8315C-Q1

JAJSST7B – JANUARY 2024 – REVISED SEPTEMBER 2025

補償が有効化されている場合の位相電流波形を示します。位相電流はより正弦波的に見え、位相電流の FFT プロットに高調波はありません。

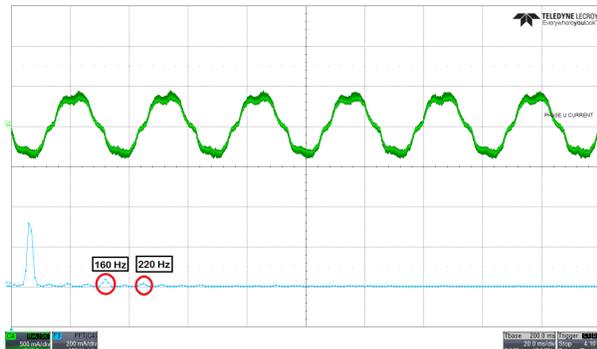


図 9-5. 位相電流と FFT - デッドタイム補償を無効化

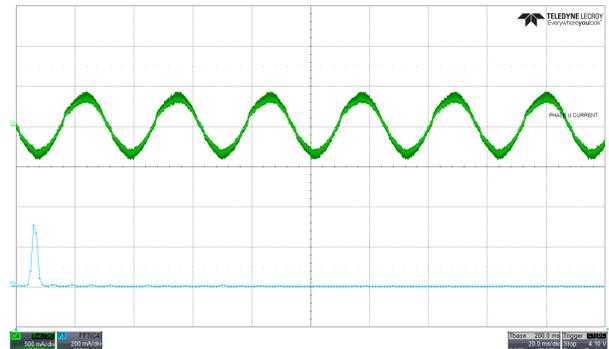


図 9-6. 位相電流と FFT - デッドタイム補償を有効化

9.2.1.4 自動ハンドオフ

図 9-7 に、MCF8315C-Q1 の自動ハンドオフ機能を示します。ここでは、モーターが開ループから閉ループにシームレスに遷移します。

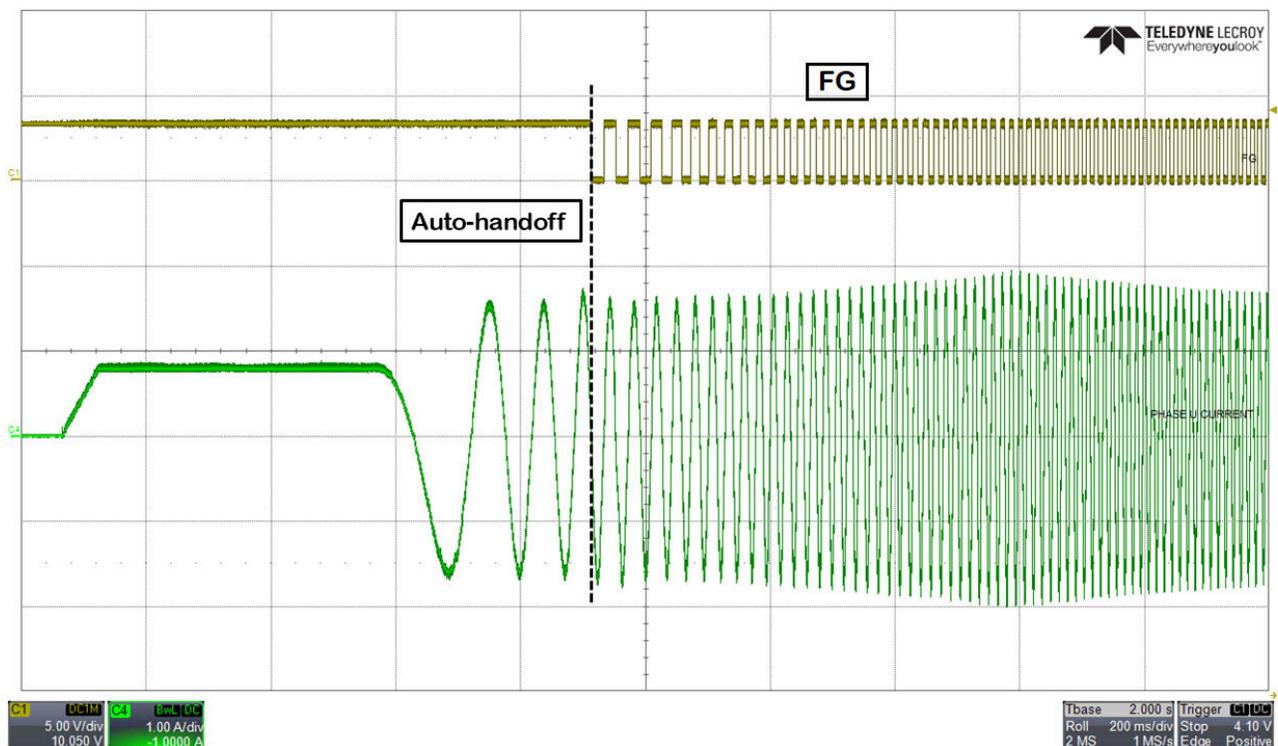


図 9-7. 自動ハンドオフ

9.2.1.5 電圧サージ防止 (AVS)

非常に大きい減速レートでモーター速度を減速させると、モーターからの機械的エネルギーが電源に戻り、電源電圧 VM が上昇する可能性があります。図 9-8 に、AVS が無効化されている場合の、電源電圧のオーバーシュートを示します。モーターは 70,000Hz/s の減速レートで 100% デューティ サイクルから 10% デューティ サイクルまで減速します。図 9-9 に、AVS が有効化されている場合の、電源電圧のオーバーシュートがない状態を示します。

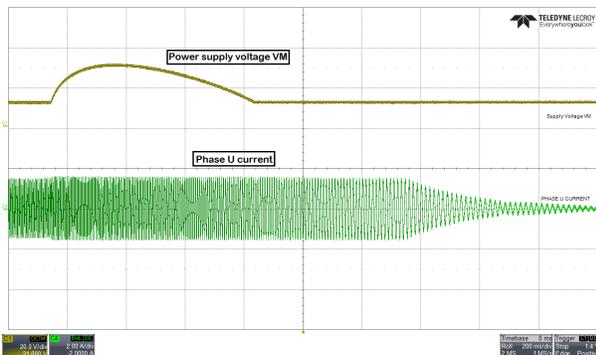


図 9-8. AVS が無効化されている場合の電源電圧と相電流の波形

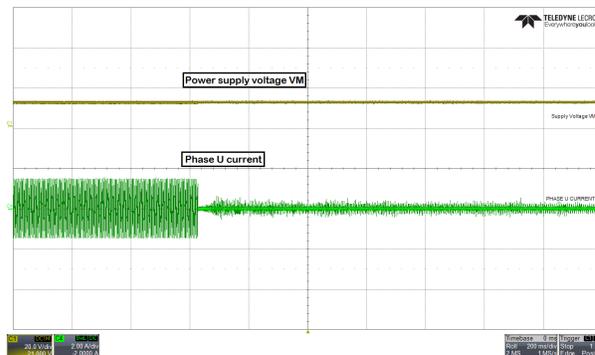


図 9-9. AVS が有効化されている場合の電源電圧と相電流の波形

9.2.1.6 DACOUT を使用したリアルタイムの変数トラッキング

MCF8315C-Q1 には 2 つの 12 ビット DAC があり、デジタル変数に相当するアナログ電圧を DACOUT1 ピンおよび DACOUT2 ピンに出力し、その分解能は 12 ビット、最大電圧は 3V です。DACOUT ピンに出力される信号は、速度コントローラ、その他のドライバ構成、またはバス電流監視に使用できます。使用可能なすべてのアルゴリズム変数のリストについては、「[アルゴリズム変数レジスタ](#)」を確認してください。

DACOUT1 および DACOUT2 の変数のアドレスは、レジスタ ビット DACOUT1_VAR_ADDR および DACOUT2_VAR_ADDR によって設定されます。これは、通信バスによる遅延なしで、アルゴリズム変数をリアルタイムでトラッキングする必要があるアプリケーションで便利です。ピン 37 および 38 を DACOUT1 および DACOUT2 として構成する必要があります。

たとえば、ユーザーがピン 37 (RRY パッケージではピン 29) から A 相の電流を読み出す場合は、ピン 37 (RRY パッケージではピン 29) を DACOUT1 として構成し、[DACOUT1_VAR_ADDR] (RRY パッケージでは DACOUT_VAR_ADDR) に A 相の電流レジスタ アドレス (0x00000440) を 16 進数でプログラムします。ユーザーがピン 38 から回転子角度の推定値を読み出す場合は、ピン 38 を DACOUT2 に構成し、回転子角度レジスタ アドレスの推定値 (0x00000736) を 16 進数で [DACOUT2_VAR_ADDR] にプログラムします。

図 9-10 に DACOUT1 および DACOUT2 の出力を示します。DACOUT1 は A 相電流を読み出すように設定され、DACOUT2 は回転子角度の推定値を読み取るように設定されています。

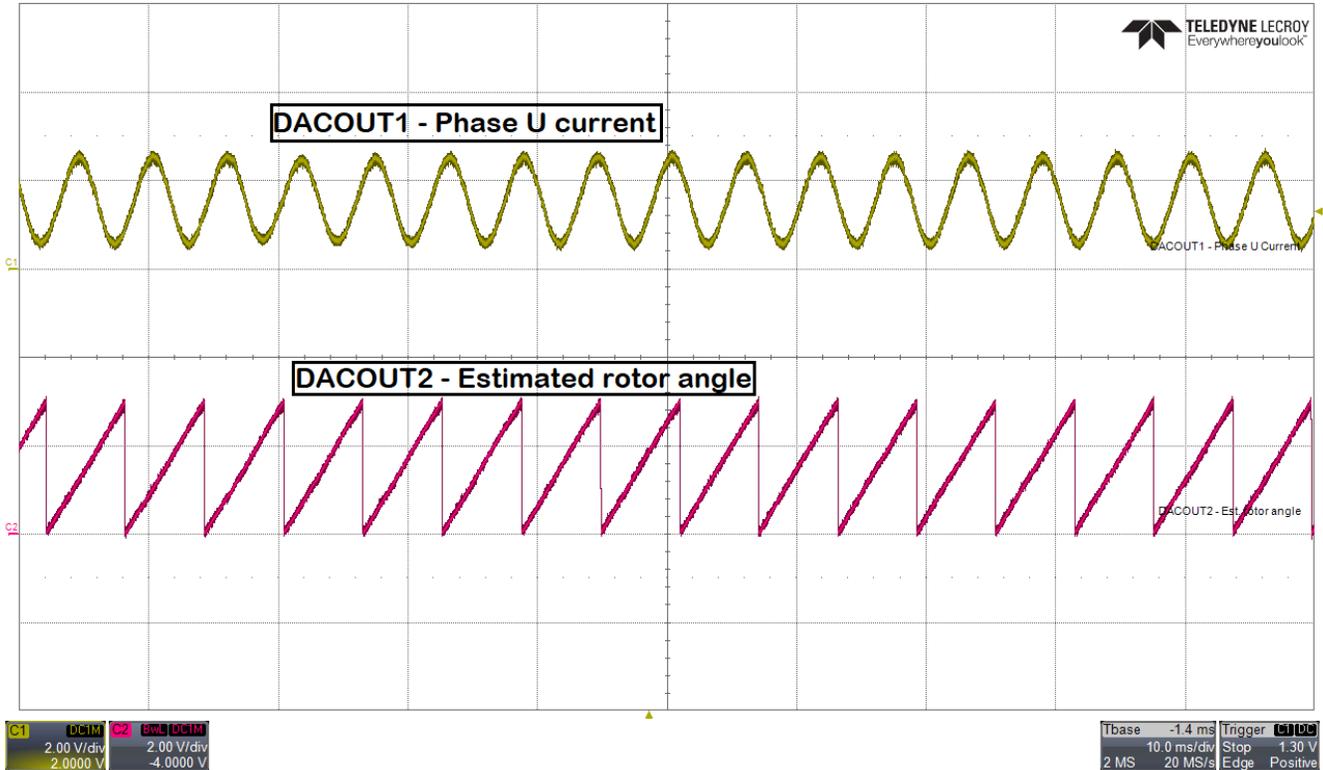


図 9-10. DACOUT1 および DACOUT2

9.3 電源に関する推奨事項

9.3.1 バルク コンデンサ

適切なローカル バルク容量の確保は、モータ駆動システムの設計において重要な要素です。一般に、バルク コンデンサが大きいほど利点がありますが、コストと物理的なサイズが増加します。

必要なローカル容量は、次のようなさまざまな要因で決まります。

- モーター システムが必要とする最大電流
- 電源の容量と電流能力
- 電源とモーター システムの間の寄生インダクタンスの大きさ
- 許容される電圧リップル
- 使用するモーターの種類 (ブラシ付き DC、ブラシレス DC、ステップ)
- モーターのブレーキ方式

電源とモーター駆動システムとの間のインダクタンスにより、電源からの電流が変化できる速度は制限されます。ローカル バルク容量が小さすぎると、モーターに大電流を供給しようとする場合、または負荷ダンピングが発生した場合、システムの VM 電圧が変動します。十分なバルク容量を使うことで、VM 電圧は安定し、大電流を素早く供給できます。

データシートには一般に推奨値が記載されていますが、バルク コンデンサが適切かどうかを判断するにはシステム レベルのテストが必要です。

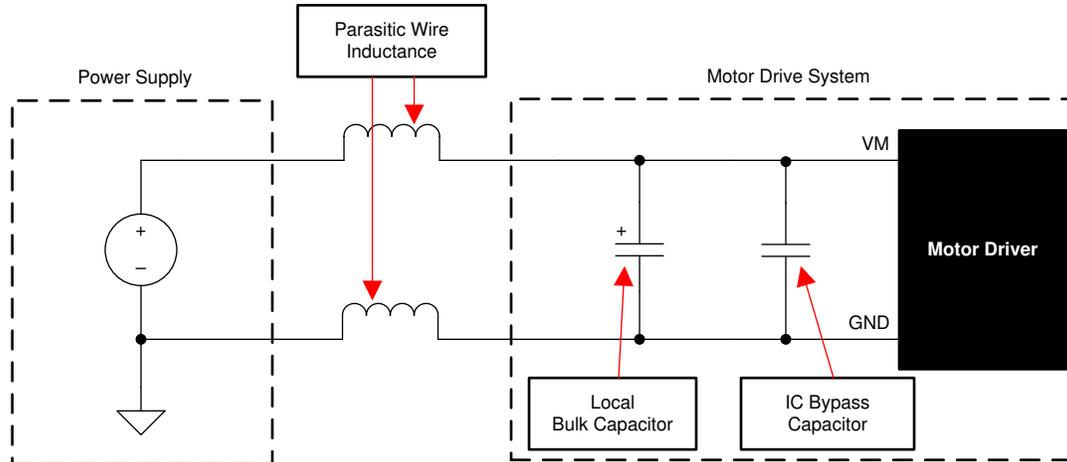


図 9-11. 外部電源を使用したモーター駆動システムの構成例

モータが電源にエネルギーを伝達する場合のマージンを確保するため、バルク コンデンサの定格電圧は動作電圧より高くする必要があります。

9.4 レイアウト

9.4.1 レイアウトのガイドライン

バルク コンデンサは、モーター ドライバ デバイスを通る大電流パスの距離ができるだけ短くなるように配置する必要があります。接続用の金属パターンはできる限り幅を広くし、PCB 層を接続する際には多数のビアを使用する必要があります。これらの手法により、寄生インダクタンスを最小限にして、バルク コンデンサが大電流を供給できるようになります。

小さい値のコンデンサは、セラミック コンデンサとし、デバイスピンに近づけて配置してください。

大電流デバイス出力には、幅の広い金属パターンを使用してください。

大きい過渡電流から小電流信号パスへのノイズ結合および EMI 干渉を低減するために、PGND と AGND のグラウンドは分割する必要があります。寄生効果を低減し、デバイスの消費電力を改善するために、電力段以外のすべての回路 (サーマル パッドを含む) を AGND に接続することを推奨します。必要に応じて、GND_BK を分割することもできます。電圧オフセットを低減し、ゲートドライバの性能を維持するため、各グラウンドは、ネット タイまたは幅広の抵抗を使って接続します。

本デバイスのサーマル パッドは、PCB の最上層のグラウンド プレーンにはんだ付けする必要があります。複数のビアを使用して最下層の大きなグラウンド プレーンに接続する必要があります。大きい金属プレーンおよび複数のビアを使うと、本デバイス内で発生する $I^2 \times R_{DS(on)}$ の熱を放散するのに役立ちます。

放熱性を高めるため、サーマル パッド グラウンドに接続されたグラウンド領域を、PCB の全層にわたって最大化します。厚い銅のベタ パターンを使うと、接合部から外気への熱抵抗が下がり、ダイ表面からの放熱性が改善されます。

SW_BK パターンと FB_BK パターンのグラウンドを分離して、降圧スイッチングがノイズとして降圧の外部帰還ループに結合するのを低減します。負荷切り替えを高速化できるように、FB_BK パターンをできるだけ広くします。

9.4.2 熱に関する注意事項

MCF8315C-Q1 は、前述のようにサーマル シャットダウン機能 (TSD) を備えています。ダイ温度が 150°C を超えると、ダイ温度が安全なレベルに低下するまで、本デバイスの機能は (最小限に) 無効化されます。

何度もサーマル シャットダウンが作動する場合、それは、消費電力が過大である、放熱が不十分である、周囲温度が高すぎる、のいずれかであることを示しています。

9.4.2.1 消費電力

出力 FET 抵抗 ($R_{DS(on)}$) で消費される電力が MCF8315C-Q1 での消費電力の大部分を占めます。

起動時およびフォルト条件では、FET 電流は通常の動作電流よりもはるかに大きくなります。これらのピーク電流とその持続時間を考慮に入れる必要があります。

デバイスの合計消費電力は、3 つのハーフ ブリッジそれぞれの消費電力の合計と、スタンバイ電力、LDO および降圧レギュレータでの損失です。

本デバイスが消費して放散できる電力の最大値は、周囲温度とヒートシンクの影響を受けます。

$R_{DS(on)}$ は温度とともに上昇するので、デバイスが発熱すると消費電力が増大することに注意してください。ヒートシンクのサイズを決定する際には、この点を考慮に入れてください。

各損失の計算式の概要を以下の 表 9-3 に示します。

表 9-3. MCF8315C-Q1 の電力損失

損失の種類	MCF8315C-Q1
スタンバイ消費電力	$P_{standby} = V_M \times I_{VM_TA}$
LDO	BUCK_PS_DIS = 1b の場合、 $P_{LDO} = (V_M - V_{AVDD}) \times I_{AVDD}$ BUCK_PS_DIS = 0b の場合、 $P_{LDO} = (V_{BK} - V_{AVDD}) \times I_{AVDD}$
FET の導通	$P_{CON} = 3 \times (I_{RMS(FOC)})^2 \times R_{ds,on(TA)}$
FET のスイッチング	$P_{SW} = 3 \times I_{PK(FOC)} \times V_{PK(FOC)} \times t_{rise/fall} \times f_{PWM}$
ダイオード	$P_{diode} = 3 \times I_{PK(FOC)} \times V_{diode} \times t_{dead} \times f_{PWM}$
降圧	$P_{BK} = 0.11 \times V_{BK} \times I_{BK}$ ($\eta_{BK} = 90\%$)

10 デバイスおよびドキュメントのサポート

10.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

10.2 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラムは、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

10.3 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

10.4 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

10.5 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

11 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision A (May 2024) to Revision B (September 2025)	Page
• PWP パッケージ情報を削除.....	1
• 車載関連の最終製品のみを含めて「アプリケーション」リストを更新.....	1
• RRY パッケージのデバイス ステータスを「量産データ」に更新、PWP パッケージ デバイスを削除.....	1
• PWP パッケージのピン配置の詳細を削除.....	4
• PWP パッケージの熱に関する情報を削除.....	9
• PWP パッケージの RDS(ON) を削除.....	9
• PWP パッケージ情報を削除.....	18
• PWP パッケージの機能ブロック図を削除.....	19

Changes from Revision * (January 2024) to Revision A (May 2024)	Page
• 「EEPROM セキュリティ」セクションを削除.....	82

12 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに対して提供されている最新のデータです。このデータは予告なく変更されることがあり、ドキュメントの改訂を伴わない場合もあります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
MCF8315C1VQRGFRQ1	Active	Production	VQFN (RGF) 40	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	MCF831 5ACVQ1
MCF8315C1VQRGFRQ1.A	Active	Production	VQFN (RGF) 40	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	MCF831 5ACVQ1
MCF8315C1VQRRYRQ1	Active	Production	WQFN (RRY) 32	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	MCF8315 C1VQ

(1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

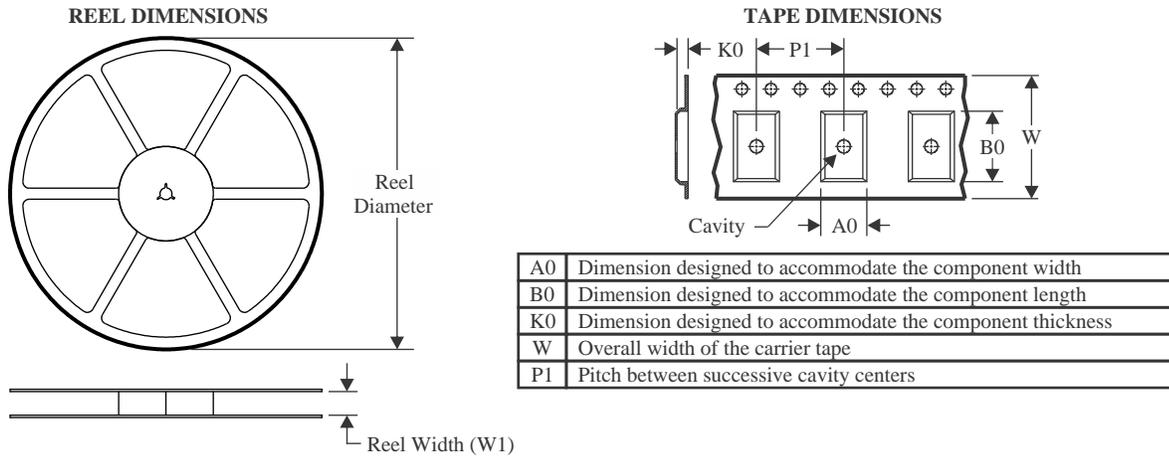
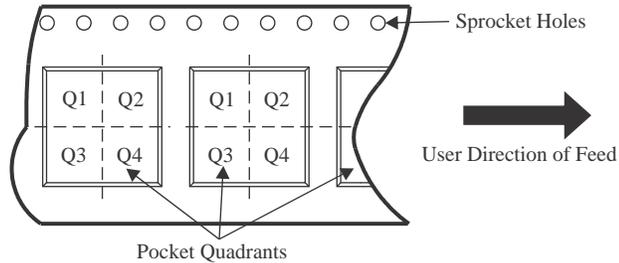
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

OTHER QUALIFIED VERSIONS OF MCF8315C-Q1 :

- Catalog : [MCF8315C](#)

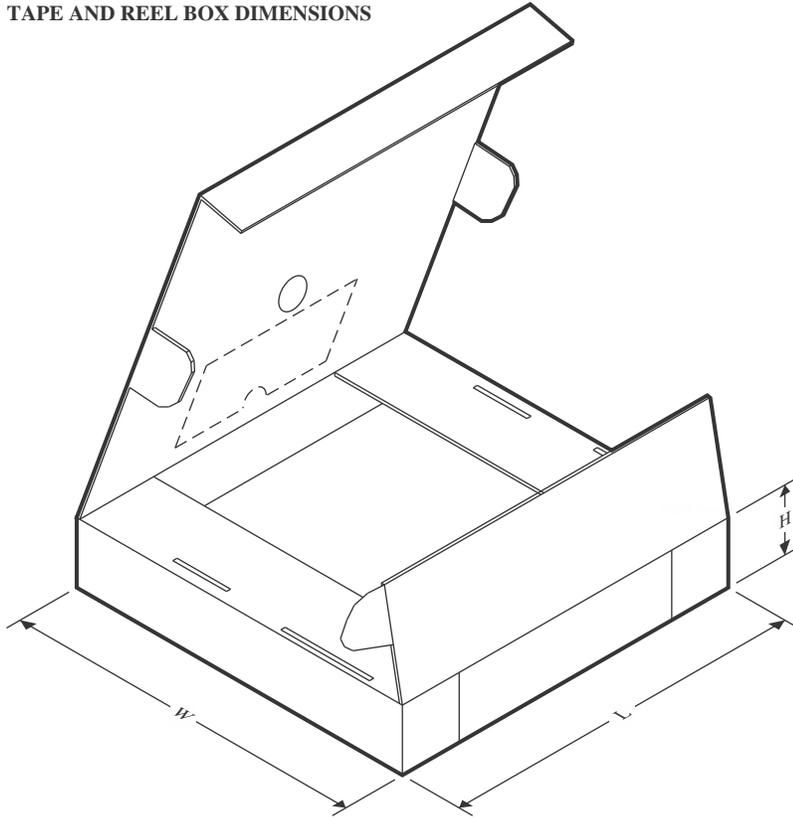
NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product

TAPE AND REEL INFORMATION

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
MCF8315C1VQRGFRQ1	VQFN	RGF	40	3000	330.0	16.4	5.25	7.25	1.45	8.0	16.0	Q1
MCF8315C1VQRRYRQ1	WQFN	RRY	32	3000	330.0	12.4	4.3	6.3	1.1	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
MCF8315C1VQRGFRQ1	VQFN	RGF	40	3000	367.0	367.0	35.0
MCF8315C1VQRRYRQ1	WQFN	RRY	32	3000	367.0	367.0	35.0

GENERIC PACKAGE VIEW

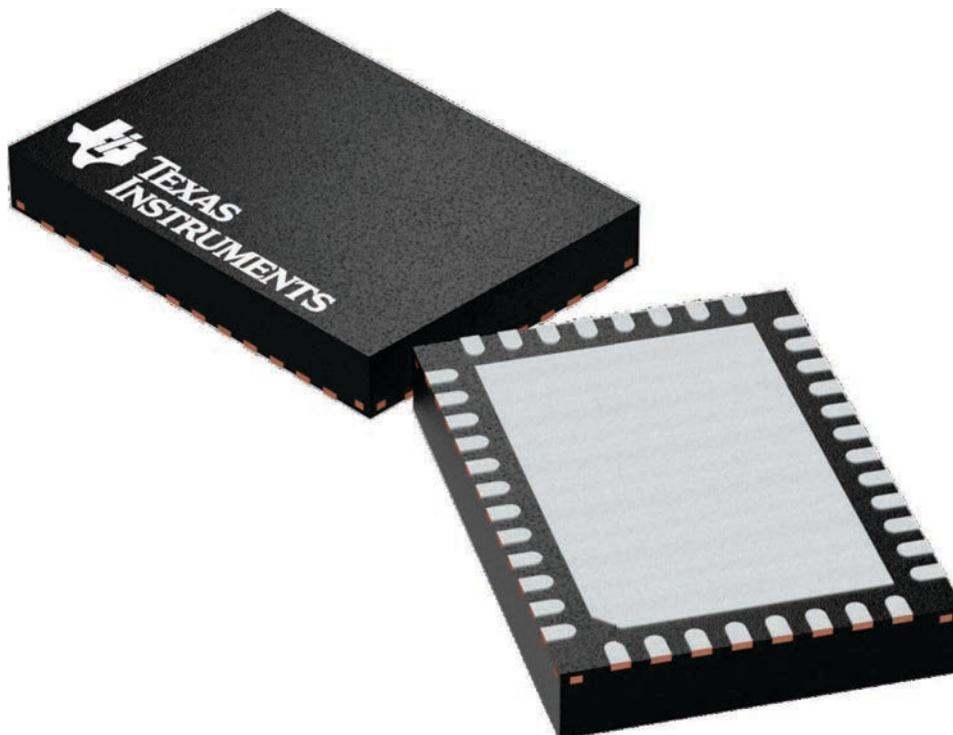
RGF 40

VQFN - 1 mm max height

5 x 7, 0.5 mm pitch

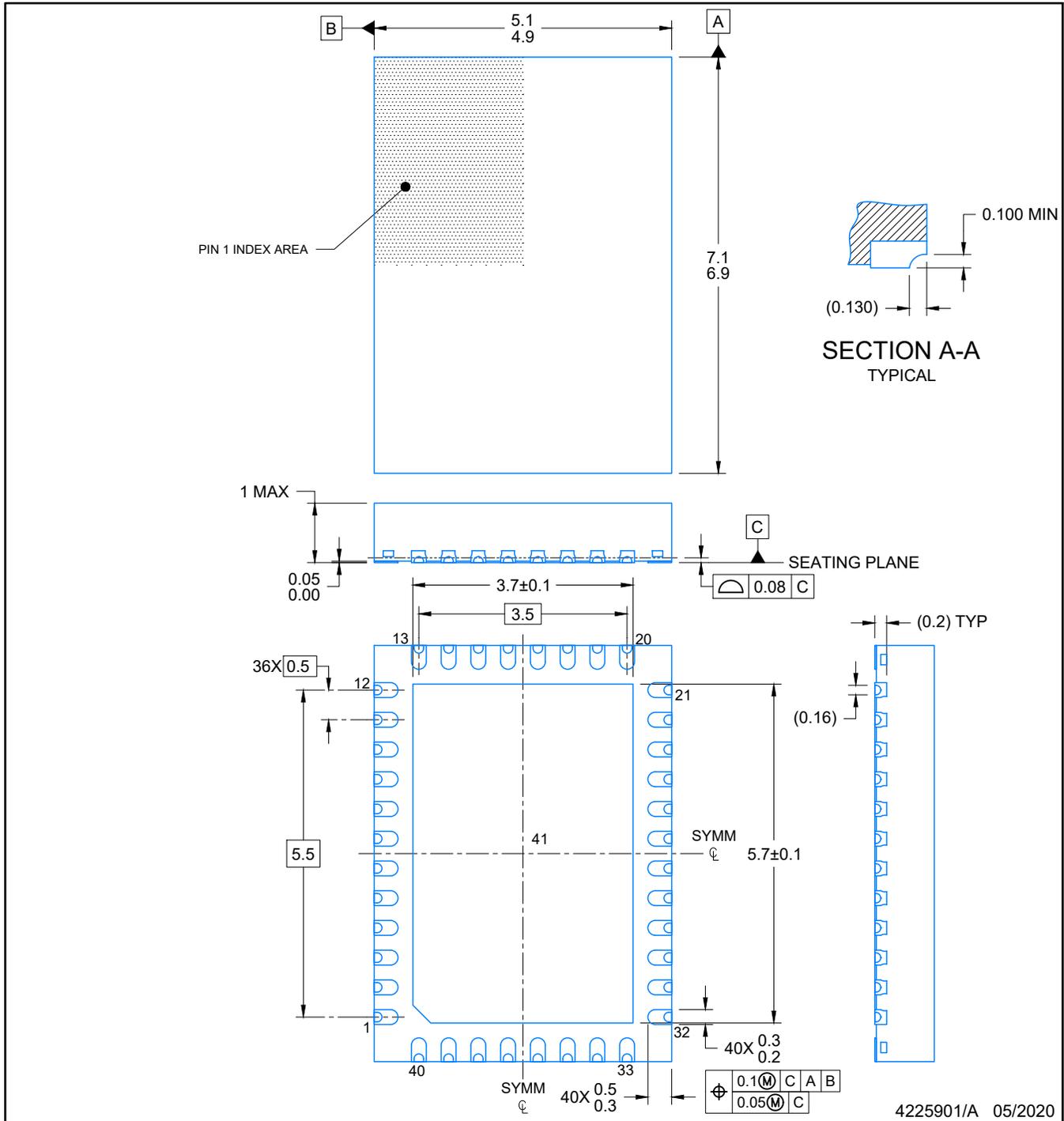
PLASTIC QUAD FLAT PACK- NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



4225115/A

PLASTIC QUAD FLATPACK- NO LEAD



NOTES:

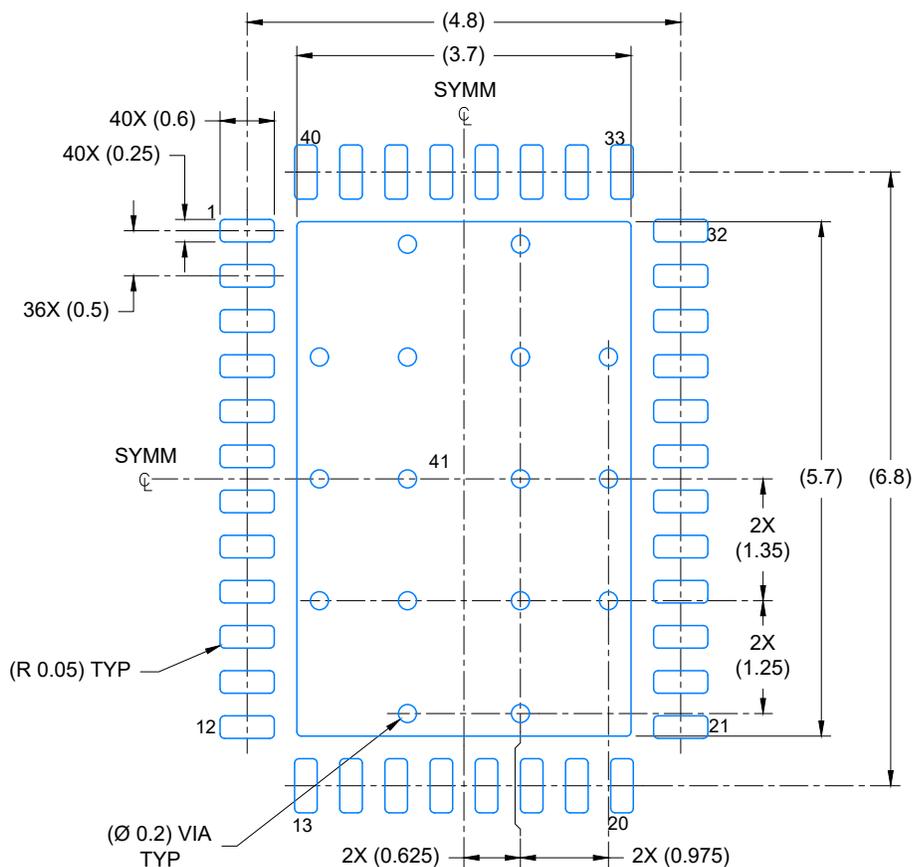
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for optimal thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

VQFN - 1 mm max height

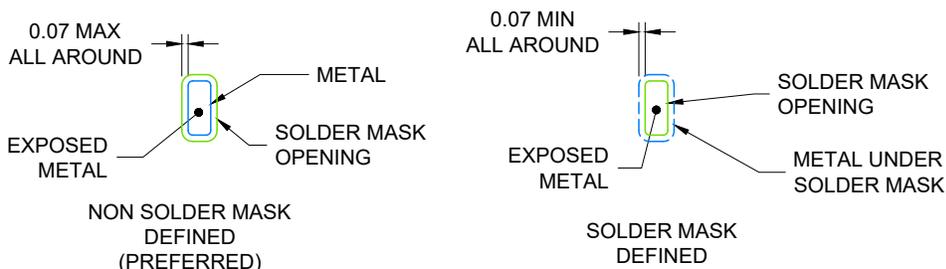
RGF0040F

PLASTIC QUAD FLATPACK- NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE

EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 12X



SOLDER MASK DETAILS

4225901/A 05/2020

NOTES: (continued)

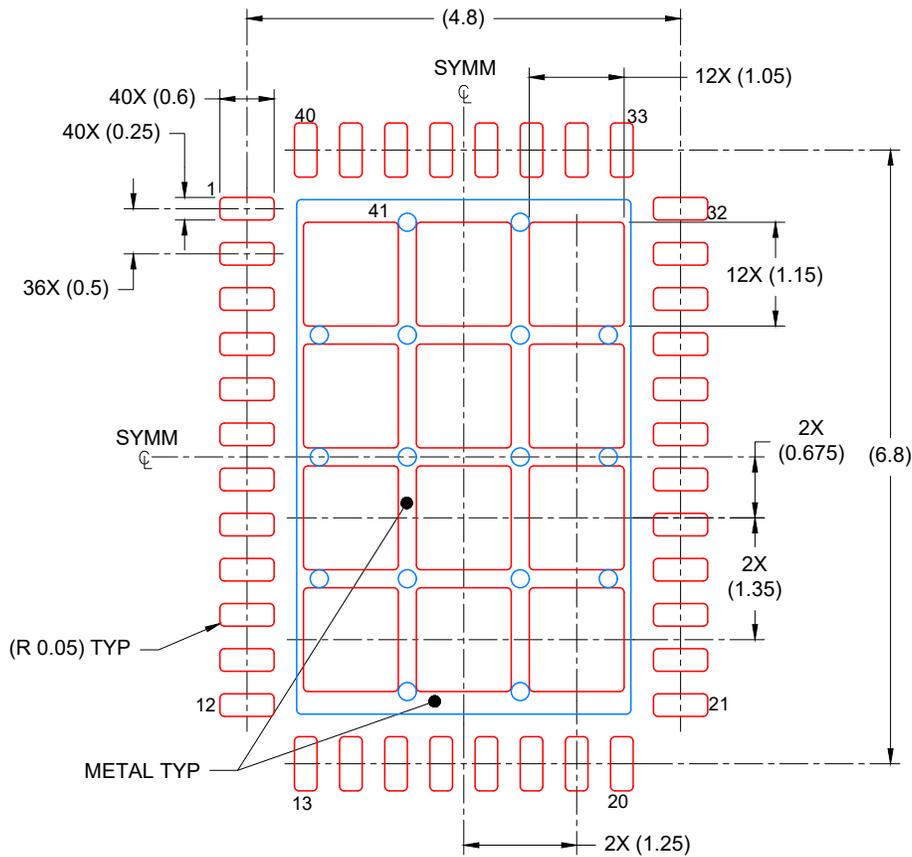
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RGF0040F

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK- NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
69% PRINTED COVERAGE BY AREA
SCALE: 12X

4225901/A 05/2020

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

GENERIC PACKAGE VIEW

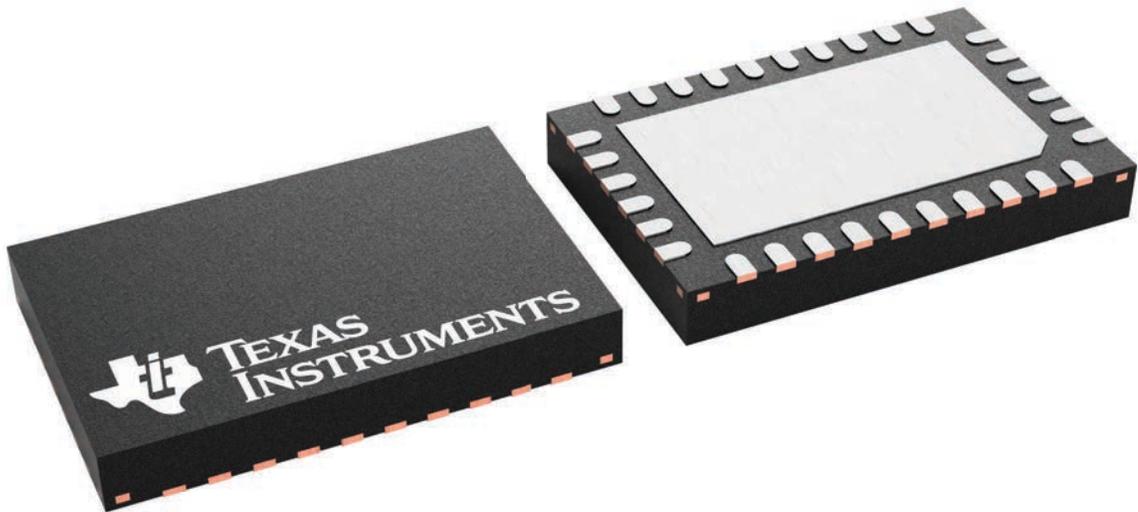
RRY 32

WQFN - 0.8 mm max height

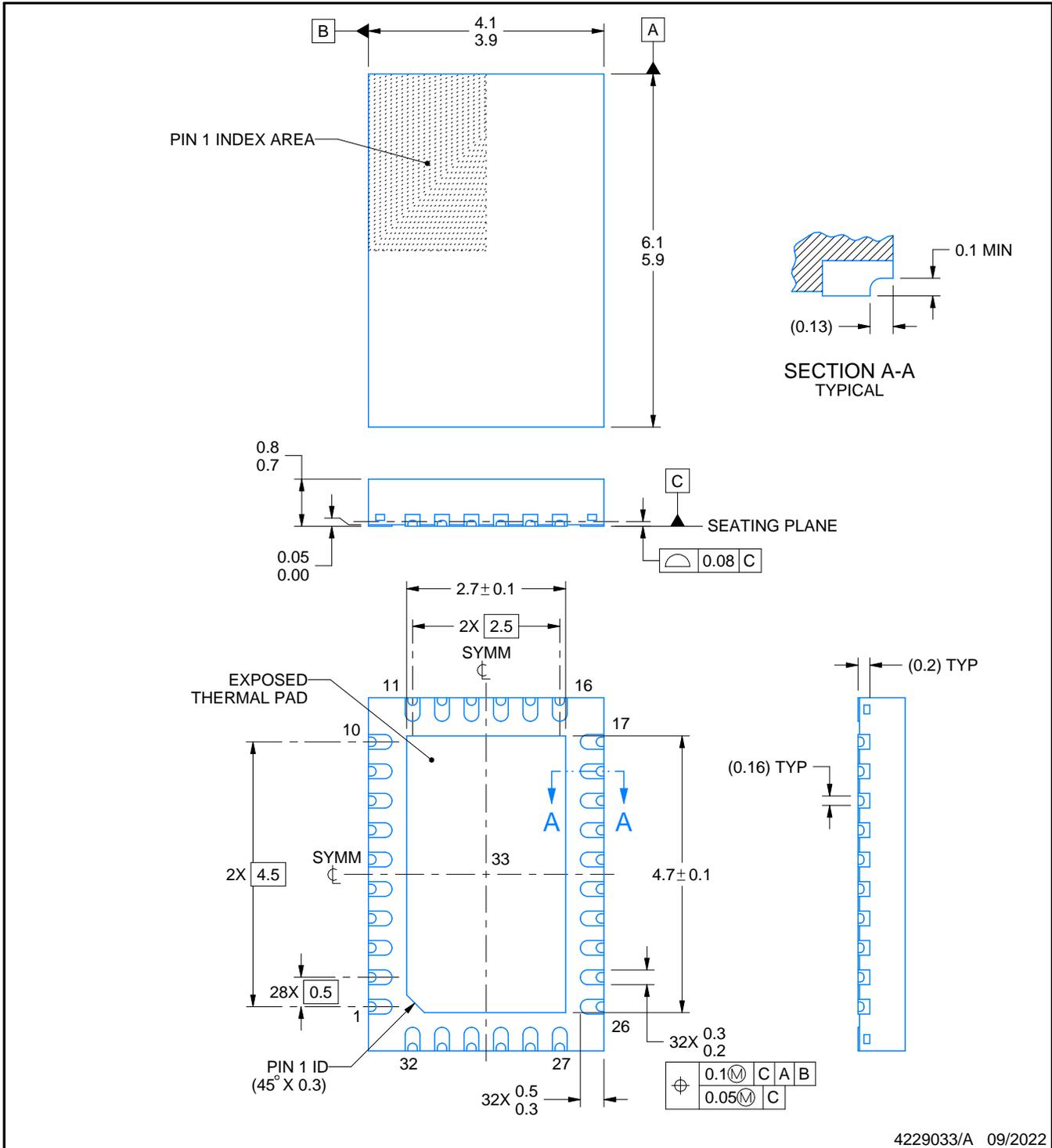
4 x 6, 0.5 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



4229624/A



4229033/A 09/2022

NOTES:

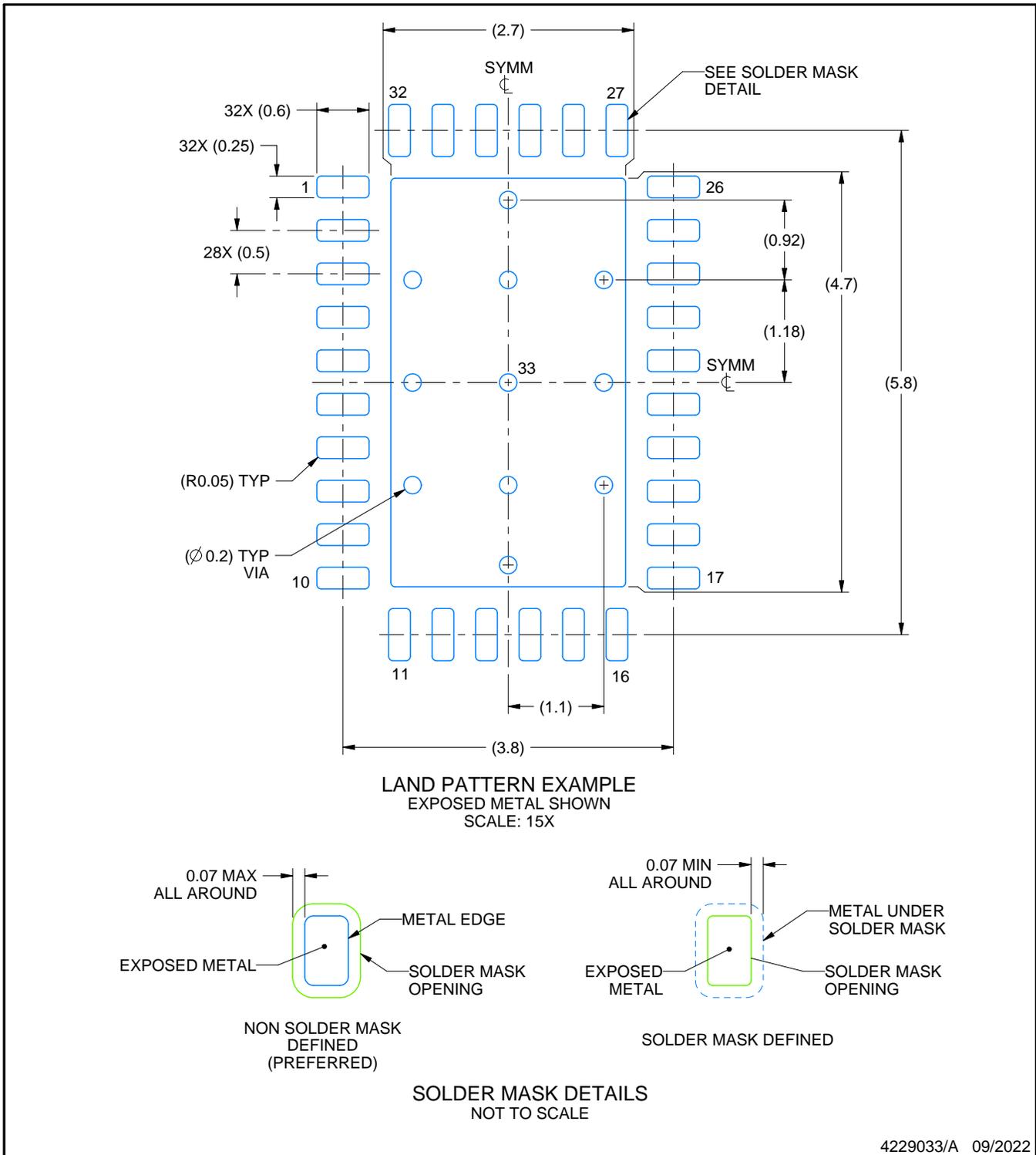
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

RRY0032A

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



4229033/A 09/2022

NOTES: (continued)

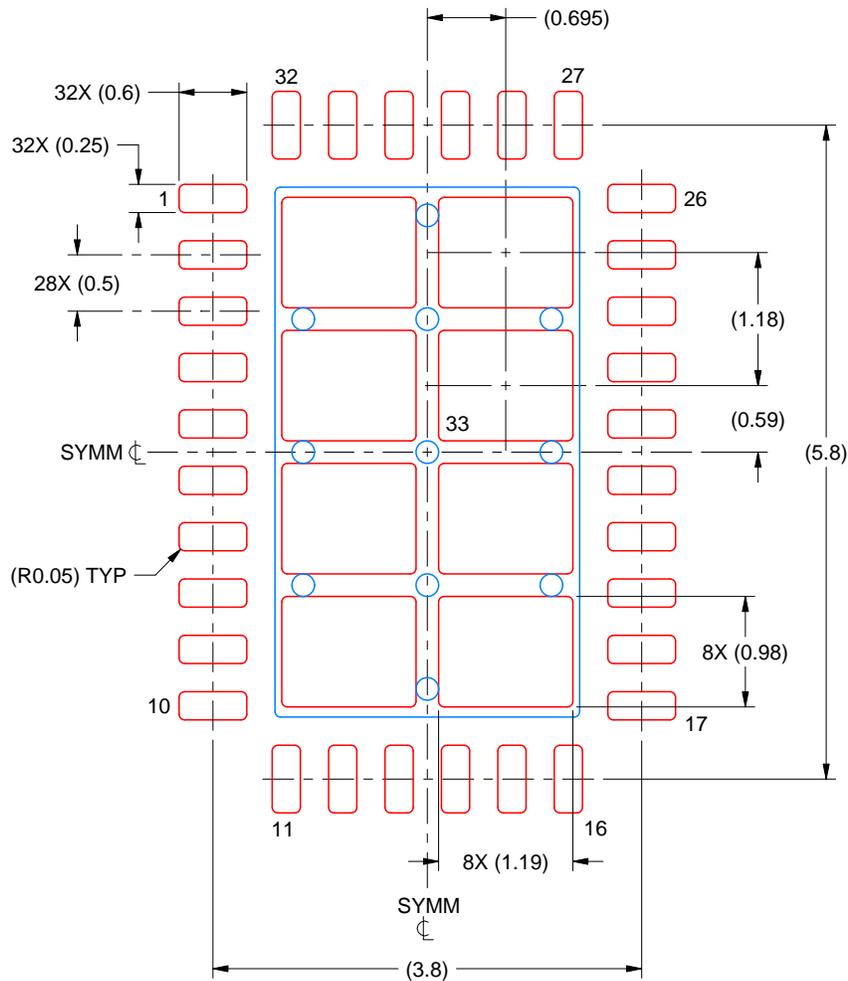
- This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/sluea271).
- Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RRY0032A

WQFN - 0.8 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 MM THICK STENCIL
SCALE: 15X

EXPOSED PAD 33
74% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4229033/A 09/2022

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月