

TPS6521505-Q1 ユーザー プログラム可能 パワー マネジメント IC (PMIC)、3 つの降圧回路と 2 つの LDO、車載アプリケーション向け

1 特長

- 最大 2.3MHz のスイッチング周波数で動作する、3 つの降圧コンバータ。
 - 1 つの VIN: 2.5V ~ 5.5V, I_{OUT}: 3.5A, V_{OUT} 0.6V ~ 3.4V
 - 2 つの VIN: 2.5V ~ 5.5V, I_{OUT}: 1.5A, V_{OUT} 0.6V ~ 3.4V
- 2 つのリニア レギュレータ:
 - 1x VIN: 1.5V ~ 5.5V, I_{OUT}: 400mA, V_{OUT}: 0.6V ~ 3.4V (ロード スイッチ / バイパス モードとして構成可能、SD カードをサポート)
 - 1x VIN: 2.2V ~ 5.5V, I_{OUT}: 300mA, V_{OUT}: 1.2V ~ 3.3V (ロード スイッチとして構成可能)
- 3 つの降圧コンバータすべてで、動的な電圧スケーリングを実現
- 低 IQ/PFM, PWM モード (擬似固定周波数) または固定周波数モード
- 電源シーケンスとデフォルト電圧をプログラム可能
- I²C インターフェイス。標準、ファースト モード、ファースト モード+ をサポート
- 2 つの GPO、1 つの GPIO、3 つのマルチファンクションピン
- EEPROM プログラマビリティ

2 アプリケーション

- 消費電力が低い車載用 MPU (AM62x-Q1、AM64x-Q1 など)
- ヘッドユニット、デジタル クラスタ、テレマティクス制御ユニット、LiDAR 処理
- DMS/OMS、eMirror、CMS
- オートモーティブ ライティング
- 車載用オーディオ アンプ
- パワートレイン
- ISP およびディープ ラーニング

3 説明

TPS6521505-Q1 は、携帯機器および据置型機器 アプリケーションに搭載されている、さまざまな SoC に電源を供給するように設計されたパワー マネジメント IC (PMIC) です。このデバイスは、-40°C ~ +125°C の周囲温度範囲で特性が規定されているため、車載用アプリケーションに最適な PMIC です。このデバイスは、3 つの同期整流式降圧 DC/DC コンバータと 2 つのリニア レギュレータを内蔵しています。

この DC/DC コンバータは、1x 3.5A と 2x 1.5A 電源で供給可能です。コンバータには、スイッチング モード構成に応じて、小型の 470nH インダクタ、4.7μF 入力容量、レールあたり最小 10μF の出力容量が必要です。

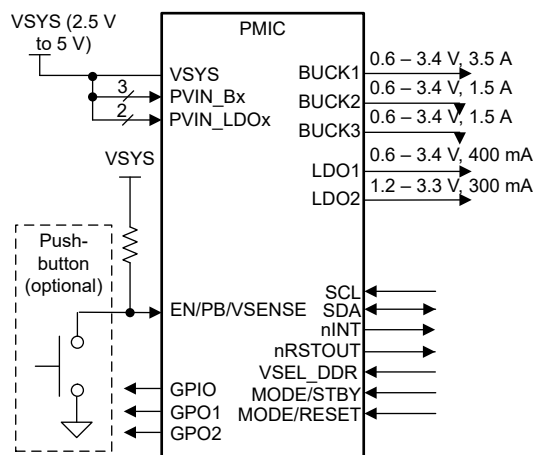
1 つの LDO が出力電流をサポートをサポートします。この LDO は、バイパス モードをサポートし、負荷スイッチとして動作し、動作中に電圧を変化させることができます。他の LDO は、1.2V ~ 3.3V の出力電圧範囲において 300mA の出力電流をサポートします。この LDO は、負荷スイッチ モードもサポートしています。

I²C インターフェイス、IO、GPIO、マルチファンクションピン (MFP) は、さまざまな SoC にシームレスに接続します。

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 (公称)
TPS6521505-Q1	32 ピン QFN - ウェットダブル フランク	5.00mm × 5.00mm

- (1) 利用可能なすべてのパッケージについては、データシートの末尾にある注文情報を参照してください。



アプリケーション概略図



目次

1 特長	1	6.2 機能ブロック図	31
2 アプリケーション	1	6.3 機能説明	32
3 説明	1	6.4 デバイスの機能モード	57
4 ピン構成および機能	3	6.5 マルチ PMIC 動作	63
5 仕様	7	6.6 NVM のプログラミング	67
5.1 絶対最大定格.....	7	6.7 ユーザー レジスタ	70
5.2 ESD 定格.....	7	6.8 デバイスのレジスタ	71
5.3 推奨動作条件.....	7	7 アプリケーションと実装	137
5.4 熱に関する情報.....	9	7.1 アプリケーション情報.....	137
5.5 システム制御スレッシュホールド.....	9	7.2 代表的なアプリケーション.....	137
5.6 BUCK1 コンバータ.....	11	7.3 電源に関する推奨事項.....	143
5.7 BUCK2、BUCK3 コンバータ.....	14	7.4 レイアウト.....	144
5.8 汎用 LDO (LDO1).....	18	8 デバイスおよびドキュメントのサポート	146
5.9 汎用 LDO (LDO2).....	20	8.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	146
5.10 GPIO とマルチファンクション ピン (EN/PB/ VSENSE、nRSTOUT、nINT、GPO1、GPO2、 GPIO、MODE/RESET、MODE/STBY、VSEL_SD/ VSEL_DDR).....	22	8.2 サポート・リソース.....	146
5.11 電圧と温度の監視.....	24	8.3 商標.....	146
5.12 I ² C インターフェイス.....	25	8.4 静電気放電に関する注意事項.....	146
5.13 代表的特性.....	28	8.5 用語集.....	146
6 詳細説明	30	9 改訂履歴	146
6.1 概要.....	30	10 メカニカル、パッケージ、および注文情報	147
		10.1 付録: パッケージ オプション.....	148
		10.2 テープおよびリール情報.....	149

4 ピン構成および機能

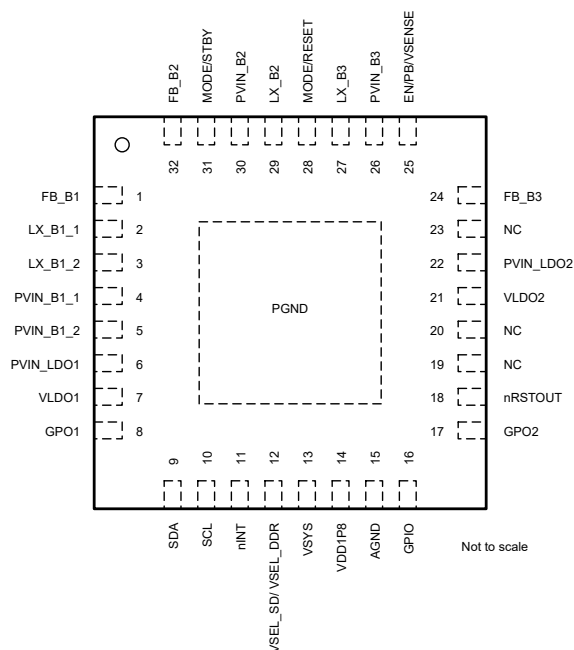


図 4-1. TPS6521505-Q1 RHB パッケージ、32 ピン QFN (上面図)

表 4-1. ピンの機能

ピン名	ピン番号	タイプ	説明	使用しない場合は接続 (出力レールを恒久的に無効化する必要があります)
FB_B1	1	I	Buck1 のフィードバック入力 Buck1 出力フィルタに接続します。公称出力電圧は EEPROM によって構成されます。	GND に接続
LX_B1_1	2	PWR	Buck1 用スイッチ ピン。Buck1 コンデンサの片側を、このピンに接続します。	フローティング状態のままにします。
LX_B1_2	3	PWR	Buck1 用の 2 番目スイッチ ピン。Buck1 コンデンサの片側を、このピンに接続します。LX_B1_1 に接続します。	フローティング状態のままにします。
PVIN_B1_1	4	PWR	BUCK1 の電源入力。4.7μF 以上のセラミックコンデンサを使用して、このピンをバイパスして接地します。PVIN_B1_1 ピンの電圧は、VSYS ピンの電圧を超えないようにする必要があります。	VSYS に接続
PVIN_B1_2	5	PWR	BUCK1 の 2 番目の電源入力。このピンはピン 4 のバイパスコンデンサを共有しています。PVIN_B1_2 ピンの電圧は、VSYS ピンの電圧を超えないようにする必要があります。	VSYS に接続
PVIN_LDO1	6	PWR	LDO1 の電源入力。PVIN_LDO1 ピンの電圧は、VSYS ピンの電圧を超えないようにする必要があります。	VSYS に接続

表 4-1. ピンの機能 (続き)

ピン名	ピン番号	タイプ	説明	使用しない場合は接続 (出力レールを恒久的に無効化する必要があります)
VLDO1	7	PWR	LDO1 の出力電圧公称出力電圧は EEPROM によって構成されます。2.2μF 以上のセラミック コンデンサを使用して、このピンをバイパスして接地します。	フローティング状態のままにします。
GPO1	8	O	汎用オープンドレイン出力。パワーアップおよびパワーダウンシーケンスで、外部レールを有効にするように構成できます。	フローティング状態のままにします。
SDA	9	I/O	I2C シリアルポート用のデータ ピン。I2C のロジックレベルは、外部プルアップ電圧に依存します。	VIO に接続
SCL	10	I	I2C シリアルポート用のクロック ピン。I2C のロジックレベルは、外部プルアップ電圧に依存します。	VIO に接続
nINT	11	O	割り込み要求出力。オープンドレインドライバは故障状態時に Low になります。ビットがクリアされると解除されます。	フローティング状態のままにします。
VSEL_SD/ VSEL_DDR	12	I	マルチファンクション ピン: VSEL_SD として構成:SD カード IO 電圧の選択。SoC に接続されます。1.8V と、LDO1 または LDO2 上のレジスタ ベースの VOUT との間の電圧変化をトリガします。極性を設定可能です。 VSEL_DDR として構成:DDR 電圧の選択。ハードワイヤード プルアップ (1.35V)、プルダウン (レジスタベースの VOUT) またはフローティング (1.2V)	該当なし (GND に接続)
VSYS	13	PWR	リファレンス システムの入力電源ピン。このピンは 2.2μF 以上のセラミック コンデンサを使用してグラウンドにバイパスします (オプションでこのコンデンサを PVIN コンデンサと共有)。	該当なし
VDD1P8	14	PWR	内部基準電圧社内使用限定。2.2μF 以上のセラミック コンデンサを使用して、このピンをバイパスして接地します。	該当なし
AGND	15	GND	アナログ GND 用グラウンド端子	該当なし
GPIO	16	I/O	GPO 構成:汎用オープンドレイン出力。パワーアップおよびパワーダウンシーケンスで、外部レールを有効にするように構成できます。 GPIO 構成: I/O の同期。2 つ以上の TPS6521505-Q1 の同期に使用します。ピンはレベル センシティブです。	フローティング状態のままにします。
GPO2	17	O	汎用オープンドレイン出力。パワーアップおよびパワーダウンシーケンスで、外部レールを有効にするように構成できます。	フローティング状態のままにします。
nRSTOUT	18	O	SoC へのリセット出力。シーケンサで制御。アクティブ およびスタンバイ状態で High。	フローティング状態のままにします。
NC	19	該当なし	接続なし:フローティングおよび PCB のままにします。	フローティング状態のままにします。
NC	20	該当なし	接続なし:PCB 上のグラウンドに接続。	グラウンドに接続
VLDO2	21	PWR	LDO2 の出力電圧公称出力電圧は EEPROM によって構成されます。2.2μF 以上のセラミック コンデンサを使用して、このピンをバイパスして接地します。	フローティング状態のままにします。
PVIN_LDO2	22	PWR	LDO2 の電源入力。2.2μF 以上のセラミック コンデンサを使用して、このピンをバイパスして接地します。PVIN_LDO2 ピンの電圧は、VSYS ピンの電圧を超えないようにする必要があります。	VSYS に接続

表 4-1. ピンの機能 (続き)

ピン名	ピン番号	タイプ	説明	使用しない場合は接続 (出力レールを恒久的に無効化する必要があります)
NC	23	該当なし	接続なし:フローティングおよび PCB のままにします。	フローティング状態のままにします。
FB_B3	24	I	Buck3 のフィードバック入力 Buck3 出力フィルタに接続します。公称出力電圧は EEPROM によって構成されます。	GND に接続
EN/PB/ VSENSE	25	I	オン リクエスト入力。 EN として設定: デバイス イネーブル ピン、High レベルはオン要求、Low レベルはオフ要求です。 PB として設定: プッシュ ボタン モニタ入力。600ms の Low レベルはオン要求、8s の Low レベルはオフ要求です。 VSENSE として設定: 電源障害コンパレータ入力。入力からプリレギュレータに接続された抵抗分圧器を使用して検出電圧を設定し、このピンを接地します。プリレギュレータの立ち上がり/立ち下がり電圧を検出し、オン/オフ要求をトリガします。 このピンは、PB 構成では待機時間、EN および VSENSE 構成ではデグリッチ時間でエッジ センシティブです。	N/A (EN として構成して VSYS に接続)
PVIN_B3	26	PWR	BUCK3 の電源入力。4.7 μ F 以上のセラミック コンデンサを使用して、このピンをバイパスして接地します。PVIN_B3 ピンの電圧は、VSY S ピンの電圧を超えないようにする必要があります。	VSY S に接続
LX_B3	27	PWR	Buck3 用スイッチ ピン。Buck3 コンデンサの片側を、このピンに接続します。	フローティング状態のままにします。
モード / リセット	28	I	マルチファンクション ピン: モードとして構成: SoC またはハードワイヤードのプルアップ/ダウンに接続されます。降圧コンバータを強制的に PWM に設定するか、PFM モードでの自動移行を許可します。 RESET として設定: SoC に接続されます。ウォーム リセットまたはコールドリセットを強制します (構成可能)。ウォーム リセットは出力電圧のデフォルトにリセットし、コールドリセットは無効化されているすべてのレールをシーケンスして再度パワーアップします。 極性を設定可能です。 このピンはモード構成ではレベル センシティブで、リセット構成ではエッジ センシティブです。	該当なし (構成に応じて High または Low に接続、「PFM とリセット (MODE/RESET)」を参照)
LX_B2	29	PWR	Buck2 用スイッチ ピン。Buck2 コンデンサの片側を、このピンに接続します。	フローティング状態のままにします。
PVIN_B2	30	PWR	BUCK2 の電源入力。4.7 μ F 以上のセラミック コンデンサを使用して、このピンをバイパスして接地します。PVIN_B2 ピンの電圧は、VSY S ピンの電圧を超えないようにする必要があります。	VSY S に接続

表 4-1. ピンの機能 (続き)

ピン名	ピン番号	タイプ	説明	使用しない場合は接続 (出力レールを恒久的に無効化する必要があります)
モード/スタンバイ	31	I	マルチファンクション ピン: モードとして構成: SoC またはハードワイヤードのプルアップ/ダウンに接続されます。降圧コンバータを強制的に PWM に設定するか、PFM モードでの自動移行を許可します。 STBY として設定:低消費電力モード コマンドで、選択されたレールを無効化します。 モードとスタンバイの両方の機能を組み合わせることができます。 ピンはレベル センシティブです。	該当なし (構成に応じて High または Low に接続、「PWM/PFM および低消費電力モード (MODE/STBY)」を参照)
FB_B2	32	I	Buck2 のフィードバック入力 Buck2 出力フィルタに接続します。公称出力電圧は EEPROM によって構成されます。	GND に接続
PGND	PowerPad	GND	電源グラウンド。電気および熱伝導を最大化するために、露出したパッドを TPS6521505-Q1 直下の複数のインターコネクト ビアによってプリント基板の連続接地面に接続します。	該当なし

5 仕様

5.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り) ⁽¹⁾

POS			最小値	最大値	単位
1.1.1	入力電圧	VSYS	-0.3	6	V
1.1.2	入力電圧	PVIN_B1、PVIN_B2、PVIN_B3、PVIN_LDO1、PVIN_LDO2	-0.3	6	V
1.1.3	入力電圧対降圧用 VSYS	VSYS を超える PVIN_B1、PVIN_B2、PVIN_B3 最大電圧		200	mV
1.1.4	入力電圧対 LDO 用 VSYS	VSYS を超える PVIN_LDO1、PVIN_LDO2 最大電圧		20	mV
1.1.5	入力電圧	FB_B1、FB_B2、FB_B3	-0.3	6	V
1.1.6	入力電圧	EN/PB/VSENSE、MODE/STBY、MODE/RESET、VSEL_SD/VSEL_DDR	-0.3	6	V
1.2.1	出力電圧	LX_B1、LX_B2、LX_B3	-0.3	PVIN_Bx + 0.3V、最大 6V	V
1.2.2	出力電圧	最大 10ns の LX_B1、LX_B2、LX_B3 スパイク	-2	10	V
1.2.3	出力電圧	GPO1、GPO2、GPIO	-0.3	6	V
1.2.4	出力電圧	VLDO1、VLDO2	-0.3	PVIN_LDOx + 0.3V、最大 6V	V
1.2.5	出力電圧	VDD1P8	-0.3	2	V
1.2.6	出力電圧	SDA、SCL	-0.3	6	V
1.2.7	出力電圧	nINT、nRSTOUT	-0.3	6	V
1.4.1	動作時の接合部温度、T _J		-40	125	°C
1.4.2	保管温度、T _{stg}		-40	150	°C

(1) 「絶対最大定格」の範囲を超える動作は、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暗に示す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らず、このことが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

POS				値	単位
2.3	V _(ESD)	静電放電、人体モデル車載	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 に準拠 (1)	±2000	V
2.4	V _(ESD)	静電放電、デバイス帯電モデル、車載、コーナー ピン (1、8、9、16、17、24、25、32)	荷電デバイス モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠	±750	V
2.5	V _(ESD)	静電放電、デバイス帯電モデル、車載、その他のピン	荷電デバイス モデル (CDM)、AEC Q100-011 準拠	±500	V

(1) JEDEC ドキュメント JEP155 には、500V HBM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。

5.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS			最小値	公称値	最大値	単位
3.1.1	V _{VSYS}	入力電圧	2.5 ⁽¹⁾		5.5	V

5.3 推奨動作条件 (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS			最小値	公称値	最大値	単位
3.1.2	V _{PVIN_B1} 、V _{PVIN_B2} 、 V _{PVIN_B3} V _{LX_B1} 、V _{LX_B2} 、 V _{LX_B3}	BUCKx ピン	2.5		5.5 (2)	V
3.1.3	ΔV _{VSYS_PVIN_Bx}	V _{PVIN_Bx} から V _{VSYS} への電圧差			0	mV
3.1.4	ΔV _{VSYS_PVIN_LDO1}	V _{PVIN_LDO1} から V _{VSYS} への電圧差			0	mV
3.1.5	ΔV _{VSYS_VLDO2}	V _{VSYS} が LDO 出力電圧 (VLDO2) を超える可能性 がある電圧、V _{VSYS} = 2.5V~3.45V、LDO モード	150			mV
3.1.6	ΔV _{VSYS_VLDO2}	V _{VSYS} が LDO 出力電圧 (VLDO2) を超える可能性 がある電圧、V _{VSYS} = LDO モードで 3.45V~ 5.5V または V _{VSYS} = LSW モードで 2.5V~5.5V	該当なし			mV
3.1.7	C _{PVIN_B1} 、C _{PVIN_B2} 、 C _{PVIN_B3}	BUCKx 入力キャパシタンス	3.9	4.7		μF
3.1.8	L _{B1} 、L _{B2} 、L _{B3}	BUCKx 出力インダクタンス	330	470	611	nH
3.1.9a	C _{OUT_B1} 、C _{OUT_B2} 、 C _{OUT_B3}	BUCKx 出力容量、強制 PWM または自動 PFM、 低帯域幅ケース	10		75	μF
3.1.9b	C _{OUT_B1} 、C _{OUT_B2} 、 C _{OUT_B3}	BUCKx 出力容量、固定周波数、低 BW ケース	12		36	μF
3.1.10a	C _{OUT_B1} 、C _{OUT_B2} 、 C _{OUT_B3}	BUCKx 出力容量、強制 PWM または自動 PFM、 高帯域幅ケース	30		220	μF
3.1.10b	C _{OUT_B1} 、C _{OUT_B2} 、 C _{OUT_B3}	BUCKx 出力容量、固定周波数、高 BW ケース	48		144	μF
3.1.11	V _{FB_B1} 、V _{FB_B2} 、 V _{FB_B3}	BUCKx FB ピン	0		5.5 (2)	V
3.1.12	V _{PVIN_LDO1}	LDO 入力電圧	1.5		5.5 (2)	V
3.1.13	V _{PVIN_LDO1}	バイパス モードでの LDO 入力電圧	1.5		3.6	V
3.1.14	V _{PVIN_LDO1}	V _{PVIN_LDOx} とバイパス モードで構成された V _{VLDOx} との間の許容デルタ	-200		200	mV
3.1.15	V _{VLDO1}	LDO 出力電圧範囲	0.6		3.4	V
3.1.16	C _{PVIN_LDO1} 、C _{PVIN_LDO2}	LDO 入力容量	1.6	2.2		μF
3.1.17	C _{VLDO1}	LDO 出力キャパシタンス	1.6	2.2	20	μF
3.1.18	V _{PVIN_LDO2}	LDO 入力電圧	2.2		5.5 (2)	V
3.1.19	V _{VLDO2}	LDO 出力電圧範囲	1.2		3.3	V
3.1.21	C _{VLDO2}	LDO 出力キャパシタンス	1.6	2.2	30 (3)	μF
3.1.22	V _{VDD1P8}	VDD1P8 ピン	0		1.8	V
3.1.23	C _{VDD1P8}	内部レギュレータのデカップリング容量	1	2.2	4	μF
3.1.24	C _{VSYS}	VSYS 入力デカップリング容量	1	2.2		μF
3.1.25	V _{nINT} 、V _{nRSTOUT}	デジタル出力	0		3.4	V
3.1.26	V _{GPO1} 、V _{GPO2} 、V _{GPIO}	デジタル出力	0		5.5 (2)	V
3.1.27	V _{SCL} 、V _{SDA}	I2C インターフェイス	0		3.4	V
3.1.28	V _{EN/PB/VSENSE} 、V _{MODE/} STBY、 V _{MODE/RESET} 、 V _{VSEL_SD/VSEL/DDR}	デジタル入力	0		5.5 (2)	V

5.3 推奨動作条件 (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS			最小値	公称値	最大値	単位
3.2.1	$t_{V_{SYS_RAMP_RISE}}$	入力電圧立ち上がりランプ時間、入力電圧はプリレギュレータで制御されます。 $V_{V_{SYS}} = V_{P_{VIN_Bx}} = V_{P_{VIN_LDOx}} = 0V \sim 5V$	0.1		600000	ms
3.2.2	$t_{V_{SYS_RAMP_FALL}}$	入力電圧立ち下がりランプ時間、 $V_{V_{SYS}} = V_{P_{VIN_Bx}} = V_{P_{VIN_LDOx}} = 5V \sim 2.5V$	0.4		600000	ms

- (1) EEPROM プログラミング用、 V_{SYS} (最小) = 3.3V
- (2) V_{SYS} を超えないようにしてください
- (3) 低速ランプ モード。高速ランプは最大 15 μ F をサポート

5.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TPS6521505-Q1	単位
		RHB (QFN)	
		32 ピン	
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	31.3	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	20.4	°C/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	10.9	°C/W
Ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	0.3	°C/W
Ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	10.8	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	接合部からケース (底面) への熱抵抗	2.8	°C/W

- (1) 従来および新しい熱評価基準値の詳細については、アプリケーション レポート『半導体および IC パッケージの熱評価基準値』、SPRA953 を参照してください。

5.5 システム制御スレッシュホールド

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。電圧レベルはデバイスの AGND グランドを基準としています。

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性							
4.1.1	VSYS	動作入力電圧		2.5		5.5	V
4.1.2	VSYS _{POR_Rising}	VSYS POR 立ち上がりスレッシュホールド	VSYS ピンで測定、トリムされない	2.2		2.5	V
4.1.3	VSYS _{UVLO_Falling}	VSYS UVLO 立ち下がりスレッシュホールド	VSYS ピンで測定、トリム済み	2.175		2.25	V
4.1.4	VSYS _{POR_Hyst}	VSYS UVLO/POR ヒステリシス	VSYS _{POR_Rising_untrimmed} - VSYS _{UVLO_Falling_trimmed}		130		mV
4.1.5	V _{VSYS_OVP_Rise}	VSYS OVP 上昇スレッシュホールド、トリム済み	VSYS ピンで測定、トリム済み	5.9		6.1	V
4.1.6	V _{VSYS_OVP_Fall}	VSYS OVP 下降スレッシュホールド、トリム済み	VSYS ピンで測定、トリム済み	5.7		5.95	V
4.1.7	V _{VSYS_OVP_Hyst}	VSYS OVP ヒステリシス	VSYS _{OVP_Rising_trimmed} - VSYS _{OVP_falling_trimmed}	100	140	180	mV
4.1.8	V _{VDD1P8}	VDD1P8 電圧		1.7	1.8	1.9	V
4.2.1a	I _{INITIALIZE}	初期化状態での消費電流、25°C の時	VSYS ピンと PVIN_x ピンからの結合電流。VSYS = PVIN_Bx = PVIN_LDOx = 5V。すべてのモニタがオフになっています。 T _J = 25°C		15	22	μA

5.5 システム制御スレッシュホールド (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。電圧レベルはデバイスの AGND グランドを基準としています。

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
4.2.2a	I_{ACTIVE}	アクティブ状態での消費電流、すべてのレールがオン、25°C	VSYS ピンと PVIN_x ピンからの結合電流。VSYS = PVIN_Bx = PVIN_LDOx = 5V。すべての出力はオン、すべての LDO は LDO モード、降圧コンバータは PFM モードです。無負荷 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$		175	200	μA
4.2.2a	I_{ACTIVE}	アクティブ状態での消費電流、すべてのレールがオン、25°C 時	VSYS ピンと PVIN_x ピンからの結合電流。VSYS = PVIN_Bx = PVIN_LDOx = 5V。すべての出力はオン、すべての LDO は LDO モード、降圧コンバータは PFM モードです。無負荷 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$		250	290	μA
4.2.2b	I_{ACTIVE}	アクティブ状態での消費電流、すべてのレールがオン、-40°C~125°C	VSYS ピンと PVIN_x ピンからの結合電流。VSYS = PVIN_Bx = PVIN_LDOx = 5V。すべての出力はオン、すべての LDO は LDO モード、降圧コンバータは PFM モードです。無負荷 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$		250	430	μA
4.2.3a	I_{STBY}	スタンバイ状態での消費電流、LDO1 のみオン、25°C 時	VSYS ピンと PVIN_x ピンからの結合電流。VSYS = PVIN_Bx = PVIN_LDOx = 5V。LDO モードで LDO1 のみオン。無負荷 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$		105	125	μA
4.2.4a	I_{STBY}	スタンバイ状態での消費電流、すべてのレールがオン、25°C で VMON オン	VSYS ピンと PVIN_x ピンからの結合電流。VSYS = PVIN_Bx = PVIN_LDOx = 5V。すべての出力はオン、すべての LDO は LDO モード、降圧コンバータは PFM モードです。無負荷出力電圧モニタがオン、VSYS モニタ (UV/OVP) がオン。 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$		175	200	μA
4.2.4b	I_{STBY}	アクティブ状態での消費電流、すべてのレールがオン、VMON がオン、-40°C~125°C	VSYS ピンと PVIN_x ピンからの結合電流。VSYS = PVIN_Bx = PVIN_LDOx = 5V。すべての出力はオン、すべての LDO は LDO モード、降圧コンバータは PFM モードです。無負荷出力電圧モニタがオン、VSYS モニタ (UV/OVP) がオン。 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$		250	430	μA
タイミング要件							
4.3.1	$t_{OFF_TO_INIT}$	VSYS が VSYS_POR を超えてから初期化状態に入るまでの時間で、EEPROM の読み取りを含み、オン要求の準備が完了するまでの時間	VSYS が VSYS_POR を超えてから初期化状態に入るまでの時間。HOT と RV によって制御されるオン要求の実行			3.2	ms
4.3.2a	$t_{TIMEOUT_UV}$	ランプアップ時にレールが UV スレッシュホールドに達しない場合の UV 検出				$t_{RAMP} + \text{sample-}$ および グリッチ 除去時 間の終 了	

5.5 システム制御スレッシュォルド (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。電圧レベルはデバイスの AGND グランドを基準としています。

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
4.3.2b	$t_{\text{TIMEOUT_UV_SLOT}}$	ランプアップ時にレールが UV スレッシュォルドに達しない場合のタイムアウトは、マルチ PMIC 構成にのみ適用されます				スロット延長時間の終了 (3ms、4ms、または 13ms)	
4.3.3	$t_{\text{TIMEOUT_Discharge}}$	スタンバイからアクティブ状態に移移するときにレールを放電できない場合のタイムアウト		72	80	88	ms

5.6 BUCK1 コンバータ

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性							
5.1.1a	V _{IN_BUCK1}	入力電圧 ⁽¹⁾	降圧電源電圧、最大 V _{SY} S	2.5		5.5	V
5.1.1b	V _{OUT_BUCK1}	降圧出力電圧の設定可能範囲	出力電圧は 0.6V ≤ V _{OUT} ≤ 1.4V の場合は 25mV 単位、1.4V < V _{OUT} ≤ 3.4V の場合は 100mV 単位で構成可能	0.6		3.4	V
5.1.2a	I _{Q_BUCK1}	25°C、PFM、低 BW ケースでの静止電流	PFM、BUCK1 有効、無負荷、V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 1.2V、T _J = 25°C		10	13	μA
5.1.2b	I _{Q_BUCK1}	静止電流 -40°C～125°C、PFM、低 BW ケース	PFM、BUCK1 有効、無負荷、V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 1.2V、T _J = -40°C～125°C		15	44	μA
5.1.2c	I _{Q_BUCK1}	静止電流 -40°C～150°C、PFM、低 BW ケース	PFM、BUCK1 有効、無負荷、V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 1.2V、T _J = -40°C～150°C		20	63	μA
5.1.3a	V _{HEADROOM_PWM}	入力から出力への電圧レベル ⁽²⁾	最大負荷時のコーナー ケース I _{OUT} = 2.5A	500			mV
5.1.3b	V _{HEADROOM_PWM}	I _{OUT} = I _{OUT_MAX} ⁽²⁾ での入力から出力への電圧ヘッドルーム	I _{OUT} = I _{OUT_MAX} でのコーナー ケース	700			mV
5.1.3c	V _{HEADROOM_FF}	入力から出力への電圧レベル ⁽²⁾	最大負荷時のコーナー ケース I _{OUT} = 0.7A	500			mV
5.1.3d	V _{HEADROOM_FF}	I _{OUT} = I _{OUT_MAX} ⁽²⁾ での入力から出力への電圧ヘッドルーム	I _{OUT} = I _{OUT_MAX} でのコーナー ケース	1000			mV
5.1.4	V _{OUT_STEP_LOW}	出力電圧ステップ	0.6V ≤ V _{OUT} ≤ 1.4V		25		mV
5.1.5	V _{OUT_STEP_HIGH}	出力電圧ステップ	1.5V ≤ V _{OUT} ≤ 3.4V		100		mV
5.1.6a	V _{OUT_ACC_DC_PWM}	強制 PWM モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	I _{OUT} = I _{OUT_MAX} 、V _{OUT} ≥ 0.7V～3.4V、V _{IN} ～V _{OUT} > 700 mV 強制 PWM、低 BW ケース	-1.5%		1.5%	
5.1.6b	V _{OUT_ACC_DC_PWM}	強制 PWM モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	I _{OUT} = I _{OUT_MAX} 、V _{OUT} = 0.6V～0.7V、V _{IN} ～V _{OUT} > 700 mV 強制 PWM、低 BW ケース	-10		10	mV

5.6 BUCK1 コンバータ (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
5.1.6c	$V_{OUT_ACC_DC_PFM}$	自動 PFM モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	$I_{OUT} = 1\text{mA}$ 、 $V_{OUT} = 0.6\text{V} \sim 3.4\text{V}$ 、 $V_{IN} \sim V_{OUT} > 500\text{mV}$ 自動 PFM、低 BW ケース	-3.0%		3.5%	
5.1.6d	$V_{OUT_ACC_DC_FF}$	固定周波数モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ 、 $V_{OUT} \geq 0.7\text{V} \sim 3.4\text{V}$ 、 $V_{IN} \sim V_{OUT} > 1000\text{mV}$ 固定周波数、低 BW ケース	-1.5%		1.5%	
5.1.6e	$V_{OUT_ACC_DC_FF}$	固定周波数モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ 、 $V_{OUT} = 0.6\text{V} \sim 0.7\text{V}$ 、 $V_{IN} \sim V_{OUT} > 1000\text{mV}$ 固定周波数、低 BW ケース	-10		10	mV
5.1.7	R_{FB_INPUT}	フィードバック入力インピーダンス	コンバータ有効	2.3	3.75	5.0	MΩ
5.2.1a	$V_{LOAD_REG_PWM}$	DC 負荷レギュレーション、強制 PWM、低 BW ケース	$V_{IN} = 5.0\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 0 \sim I_{OUT_MAX}$ 、 強制 PWM、低 BW ケース、 $C_{OUT} = 40\mu\text{F}$		0.1	0.16	%/A
5.2.1b	$V_{LOAD_REG_FF}$	DC 負荷レギュレーション、固定周波数、低 BW ケース	$V_{IN} = 5.0\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 0 \sim I_{OUT_MAX}$ 、 固定周波数、低 BW ケース、 $C_{OUT} = 40\mu\text{F}$		0.1	0.16	%/A
5.2.2a	V_{LINE_REG}	DC ラインレギュレーション、強制 PWM、低 BW ケース	$V_{IN} = 3.3\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{mA}$ および I_{OUT_MAX} 強制 PWM、低 BW ケース、 $C_{OUT} = 40\mu\text{F}$		0.1	0.16	%/V
5.2.2b	V_{LINE_REG}	DC ラインレギュレーション、固定周波数、低 BW ケース	$V_{IN} = 3.3\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.2\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{mA}$ および I_{OUT_MAX} 固定周波数、低 BW ケース、 $C_{OUT} = 12\mu\text{F}$		0.1	0.16	%/V
5.2.3a	$V_{LOAD_TRANSIENT}$	負荷過渡、 $V_{OUT} = 0.75\text{V}$ 、自動 PFM、高 BW ケース	$V_{IN} = 5.0\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 0.75\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 100\text{mA} \sim 1100\text{mA} \sim 100\text{mA}$ 、 $t_R = t_F = 500\text{ns}$ 、 自動 PFM、高 BW ケース、 $C_{OUT} = 80\mu\text{F}$	-27.5		27.5	mV
5.2.3b	$V_{LOAD_TRANSIENT}$	負荷過渡、 $V_{OUT} = 0.75\text{V}$ 、強制 PWM、高 BW ケース	$V_{IN} = 5.0\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 0.75\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 100\text{mA} \sim 1100\text{mA} \sim 100\text{mA}$ 、 $t_R = t_F = 500\text{ns}$ 、 強制 PWM、高 BW ケース、 $C_{OUT} = 80\mu\text{F}$	-27.5		27.5	mV
5.2.3c	$V_{LOAD_TRANSIENT}$	負荷過渡、 $V_{OUT} = 0.75\text{V}$ 、固定周波数、高 BW ケース	$V_{IN} = 5.0\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 0.75\text{V}$ 、 $I_{OUT} = I_{OUT} = 100\text{mA} \sim 1100\text{mA} \sim 100\text{mA}$ 、 $t_R = t_F = 500\text{ns}$ 、 固定周波数、高 BW ケース、 $C_{OUT} = 60\mu\text{F}$	-27.5		27.5	mV
5.2.4a	$V_{LOAD_TRANSIENT}$	負荷過渡、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、自動 PFM、低 BW ケース	$V_{IN} = 5.0\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{mA} \sim 1\text{A} \sim 1\text{mA}$ 、 $t_R = t_F = 1\mu\text{s}$ 、 自動 PFM、 $C_{OUT} = 40\mu\text{F}$	-90		90	mV

5.6 BUCK1 コンバータ (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
5.2.4b	V _{LOAD_TRANSIENT}	負荷過渡、V _{OUT} = 1.8V、強制 PWM、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 1.8V、 I _{OUT} = 1mA~1A、1mA、 t _R = t _F = 1μs、 強制 PWM、C _{OUT} = 40μF	-60		60	mV
5.2.4c	V _{LOAD_TRANSIENT}	負荷過渡、V _{OUT} = 1.8V、固定周波数、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 1.8V、 I _{OUT} = 1mA~1A、1mA、 t _R = t _F = 1μs、 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF	-180		180	mV
5.2.5a	V _{LINE_TRANSIENT}	ライントランジェント、V _{OUT} = 1.2V、強制 PWM、低 BW ケース	50μs で V _{IN} = 3.3V から 5.5V、 V _{OUT} = 1.2V、I _{OUT} = 1mA および I _{OUT_MAX} 、 強制 PWM、低 BW ケース、C _{OUT} = 40μF	-50		50	mV
5.2.5b	V _{LINE_TRANSIENT}	ライントランジェント、V _{OUT} = 1.2V、固定周波数、低 BW ケース	50μs で V _{IN} = 3.3V~5.5V、 V _{OUT} = 1.2V、I _{OUT} = 1mA および I _{OUT_MAX} 、 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF	-50		50	mV
5.2.6a	V _{RIPPLE_PP_PWM}	強制 PWM モード、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 2.5V、 強制 PWM、低 BW ケース、C _{OUT} = 40μF、X5R、ESR = 10mΩ、 L = 470nH、DCR = 50mΩ I _{OUT} = 1A		10	20	mV _{PP}
5.2.6b	V _{RIPPLE_PP_PFM}	自動 PFM モード、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 2.5V、 自動 PFM、低 BW ケース、C _{OUT} = 40μF、X5R、ESR = 10mΩ、 L = 470nH、DCR = 50mΩ I _{OUT} = 20mA		20	40	mV _{PP}
5.2.6c	V _{RIPPLE_PP_FF}	固定周波数モード、低 BW ケース、スペクトラム拡散無効	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 2.5V、 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF、X5R、ESR = 10mΩ、 L = 470nH、DCR = 50mΩ I _{OUT} = 1A、 低帯域幅無効		10	20	mV _{PP}
5.2.6d	V _{RIPPLE_PP_FF_SS}	固定周波数モード、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 2.5V、 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF、X5R、ESR = 10mΩ、 L = 470nH、DCR = 50mΩ I _{OUT} = 1A、 低帯域幅有効		20	40	mV _{PP}
5.3.1	I _{OUT_MAX}	最大動作電流				3.5	A
5.3.2	I _{CURRENT_LIMIT}	ピーク電流制限	シミュレーションでは V _{IN} = 2.5V~5.5V	4.6	5.7	6.9	A
5.3.3	I _{REV_CUR_LIMIT}	逆方向ピーク電流制限	シミュレーションでは V _{IN} = 2.5V~5.5V	-2.0	-1.5	-1.0	A
5.3.4a	R _{DS(on)_HS}	ハイスайд MOSFET オン抵抗、5V 電源	ピン間で測定された、V _{IN} = 5V			70	mΩ
5.3.4b	R _{DS(on)_HS}	ハイスайд MOSFET オン抵抗、3.3V 電源	ピン間で測定された、V _{IN} = 3.3V			80	mΩ
5.3.5a	R _{DS(on)_LS}	ローサイド MOSFET オン抵抗、5V 電源	ピン間で測定された、V _{IN} = 5V			40	mΩ

5.6 BUCK1 コンバータ (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
5.3.5b	R _{DS(on)_LS}	ローサイド MOSFET オン抵抗、3.3V 電源	ピン間で測定された、V _{IN} = 3.3V			50	mΩ
5.3.6	R _{DISCHARGE}	出力放電抵抗	コンバータが無効な場合のみアクティブ	60	125	200	Ω
5.4.1	L _{SW}	出力インダクタンス	DCR = 最大 50mΩ	330	470	611	nH
5.4.2a	C _{OUT}	低 BW ケース用自動 PFM または強制 PWM の出力容量	ESR = 最大 10mΩ	10		75	μF
5.4.2b	C _{OUT_FF}	低 BW ケース用固定周波数の出力容量	ESR = 最大 10mΩ	12		36	μF
5.4.3a	C _{OUT_HIGH_BW}	高 BW ケース用自動 PFM または強制 PWM の出力容量	ESR = 最大 10mΩ	30		220	μF
5.4.3b	C _{OUT_HIGH_BW_FF}	高 BW ケース用固定周波数の出力容量	ESR = 最大 10mΩ	48		144	μF
タイミング要件							
5.5.1	t _{RAMP}	強制 PWM、低 BW ケースでのランプ時間	残留電圧なしと仮定した場合、有効化から目標値の 98% までの時間	0.3		1.65	ms
5.5.2a	DVFS_RISE_QFF	強制 PWM の DVFS タイミング要件、立ち上がりスロープ	0.6V~1.4V の DVFS 電圧調整中のステップ持続時間	2.9	3.2	3.5	mV/μs
5.5.2b	DVFS_RISE_FF	固定周波数の DVFS タイミング要件、立ち上がりスロープ	0.6V~1.4V の DVFS 電圧調整中のステップ持続時間	1.8	2.1	2.5	mV/μs
5.5.2c	DVFS_FALL	強制 PWM または固定周波数の DVFS タイミング要件、立ち下がりスロープ	1.4V~0.6V の DVFS 電圧調整中のステップ持続時間	0.45	0.53	0.61	mV/μs
スイッチング特性							
5.6.1a	f _{SW}	スイッチング周波数、強制 PWM、高または低 BW ケース	強制 PWM、V _{IN} = 3.3V~5V、V _{OUT} = 0.8V~1.8V、I _{OUT} = 1A~3A		2.3		MHz
5.6.1b	f _{SW}	スイッチング周波数、固定周波数、高または低 BW ケース、スペクトラム拡散なし	固定周波数、V _{IN} = 3.3V~5V、V _{OUT} = 0.8V~1.8V、I _{OUT} = 1A~3A	2.18	2.3	2.42	MHz
5.6.2	f _{SW_SS_EN}	スイッチング周波数、固定周波数、高または低 BW ケース、スペクトラム拡散有効	固定周波数、V _{IN} = 3.3V~5V、V _{OUT} = 0.8V~1.8V、I _{OUT} = 1A~3A スペクトラム拡散有効	1.95		2.65	MHz

(1) PVIN_Bx は VSYS を超えてはなりません

(2) DC レギュレーションのみを指します。通常、過渡応答はヘッドルームが大きくなると改善されます。ヘッドルームが小さい場合、擬似固定周波数において周波数変動が増加します。

5.7 BUCK2、BUCK3 コンバータ

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性							
6.1.1a	V _{IN_BUCK23}	入力電圧 ⁽¹⁾	降圧電源電圧、最大 VSYS	2.5		5.5	V
6.1.1b	V _{OUT_BUCK23}	降圧出力電圧の設定可能範囲	出力電圧は 0.6V ≤ V _{OUT} ≤ 1.4V の場合は 25mV 単位、1.4V < V _{OUT} ≤ 3.4V の場合は 100mV 単位で構成可能	0.6		3.4	V

5.7 BUCK2、BUCK3 コンバータ (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
6.1.2a	I_{Q_BUCK23}	25°C での静止電流、PFM	PFM、BUCKx 有効、無負荷、 $V_{IN} = 5.0V$ 、 $V_{OUT} = 1.2V$ 、 $T_J = 25^\circ C$		10	13	μA
6.1.2b	I_{Q_BUCK23}	静止電流 -40°C~125°C、PFM、低 BW ケース	PFM、BUCKx 有効、無負荷、 $V_{IN} = 5.0V$ 、 $V_{OUT} = 1.2V$ 、 $T_J = -40^\circ C \sim 125^\circ C$		15	43	μA
6.1.2c	I_{Q_BUCK23}	静止電流 -40°C~150°C、PFM、低 BW ケース	PFM、BUCKx 有効、無負荷、 $V_{IN} = 5.0V$ 、 $V_{OUT} = 1.2V$ 、 $T_J = -40^\circ C \sim 150^\circ C$		20	63	μA
6.1.3a	$V_{HEADROOM_PWM}$	入力から出力への電圧レベル ⁽²⁾	最大負荷時のコーナー ケース $I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ の 85%	500			mV
6.1.3b	$V_{HEADROOM_PWM}$	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ ⁽²⁾ での入力から出力への電圧ヘッドルーム	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ でのコーナー ケース	700			mV
6.1.3c	$V_{HEADROOM_FF}$	入力から出力への電圧レベル ⁽²⁾	最大負荷時のコーナー ケース $I_{OUT} = 0.5A$	500			mV
6.1.3d	$V_{HEADROOM_FF}$	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ ⁽²⁾ での入力から出力への電圧ヘッドルーム	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ でのコーナー ケース	1000			mV
6.1.4	$V_{OUT_STEP_LOW}$	出力電圧ステップ Buck2 と Buck3	$0.6V \leq V_{OUT} \leq 1.4V$		25		mV
6.1.5	$V_{OUT_STEP_HIGH}$	出力電圧ステップ Buck2、Buck3	$1.5V \leq V_{OUT} \leq 3.4V$		100		mV
6.1.6a	$V_{OUT_ACC_DC_PWM}$	強制 PWM モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ 、 $V_{OUT} \geq 0.7V \sim 3.4V$ 、 $V_{IN} \sim V_{OUT} > 700\text{ mV}$ 強制 PWM、低 BW ケース	-1.5%		1.5%	
6.1.6b	$V_{OUT_ACC_DC_PWM}$	強制 PWM モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ 、 $V_{OUT} = 0.6V \sim 0.7V$ 、 $V_{IN} \sim V_{OUT} > 700\text{ mV}$ 強制 PWM、低 BW ケース	-10		10	mV
6.1.6c	$V_{OUT_ACC_DC_PFM}$	自動 PFM モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	$I_{OUT} = 1mA$ 、 $V_{OUT} = 0.6V \sim 3.4V$ 、 $V_{IN} \sim V_{OUT} > 500\text{ mV}$ 自動 PFM、低 BW ケース	-3.0%		3.5%	
6.1.6d	$V_{OUT_ACC_DC_FF}$	固定周波数モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ 、 $V_{OUT} \geq 0.7V \sim 3.4V$ 、 $V_{IN} \sim V_{OUT} > 1000\text{ mV}$ 固定周波数、低 BW ケース	-1.5%		1.5%	
6.1.6e	$V_{OUT_ACC_DC_FF}$	固定周波数モード、低および高 BW ケースでの DC 出力電圧精度	$I_{OUT} = I_{OUT_MAX}$ 、 $V_{OUT} = 0.6V \sim 0.7V$ 、 $V_{IN} \sim V_{OUT} > 1000mV$ 固定周波数、低 BW ケース	-10		10	mV
6.1.9	R_{FB_INPUT}	フィードバック入力インピーダンス	コンバータ有効	2.3	3.75	5.0	M Ω
6.2.1a	$V_{LOAD_REG_PWM}$	DC 負荷レギュレーション、強制 PWM、低 BW ケース	$V_{IN} = 5.0V$ 、 $V_{OUT} = 1.2V$ 、 $I_{OUT} = 0 \sim I_{OUT_MAX}$ 、 強制 PWM、低 BW ケース		0.1	0.16	%/A
6.2.1b	$V_{LOAD_REG_FF}$	DC 負荷レギュレーション、固定周波数、低 BW ケース	$V_{IN} = 5.0V$ 、 $V_{OUT} = 1.2V$ 、 $I_{OUT} = 0 \sim I_{OUT_MAX}$ 、 固定周波数、低 BW ケース、 $C_{OUT} = 40\mu F$		0.1	0.16	%/A
6.2.2a	V_{LINE_REG}	DC ラインレギュレーション、強制 PWM、低 BW ケース	$V_{IN} = 3.3V \sim 5.5V$ 、 $V_{OUT} = 1.2V$ 、 $I_{OUT} = 1mA$ および I_{OUT_MAX} 強制 PWM、低 BW ケース、 $C_{OUT} = 40\mu F$		0.1	0.16	%/V

5.7 BUCK2、BUCK3 コンバータ (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
6.2.2b	V _{LINE_REG}	DC ラインレギュレーション、固定周波数、低 BW ケース	V _{IN} = 3.3V~5.5V、 V _{OUT} = 1.2V、 I _{OUT} = 1mA および I _{OUT_MAX} 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF		0.1	0.16	%/V
6.2.3a	V _{LOAD_TRANSIENT}	負荷過渡、V _{OUT} = 0.75V、自動 PFM、高 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 0.75V、 I _{OUT} = 100mA~750mA 1100mA ~ 100mA、 t _R = t _F = 500ns、 自動 PFM、高 BW ケース、C _{OUT} = 80μF	-27.5		27.5	mV
6.2.3b	V _{LOAD_TRANSIENT}	負荷過渡、V _{OUT} = 0.75V、強制 PWM、高 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 0.75V、 I _{OUT} = 100mA~750mA 1100mA ~ 100mA、 t _R = t _F = 500ns、 強制 PWM、高 BW ケース、C _{OUT} = 80μF	-27.5		27.5	mV
6.2.3c	V _{LOAD_TRANSIENT}	負荷過渡、V _{OUT} = 0.75V、固定周波数、高 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 0.75V、 I _{OUT} = 100mA~750mA 1100mA ~ 100mA、 t _R = t _F = 500ns、 固定周波数、高 BW ケース、C _{OUT} = 60μF	-27.5		27.5	mV
6.2.4a	V _{LOAD_TRANSIENT}	負荷過渡、V _{OUT} = 1.8V、自動 PFM、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 1.8V、 I _{OUT} = 1mA~1A~1mA、 t _R = t _F = 1μs、 自動 PFM、C _{OUT} = 40μF	-90		90	mV
6.2.4b	V _{LOAD_TRANSIENT}	負荷過渡、V _{OUT} = 1.8V、強制 PWM、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 1.8V、 I _{OUT} = 1mA~1A~1mA、 t _R = t _F = 1μs、 強制 PWM、C _{OUT} = 40μF	-60		60	mV
6.2.4c	V _{LOAD_TRANSIENT}	負荷過渡、V _{OUT} = 1.8V、固定周波数、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 1.8V、 I _{OUT} = 1mA~1A~1mA、 t _R = t _F = 1μs、 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF	-180		180	mV
6.2.5a	V _{LINE_TRANSIENT}	ライントランジェント、V _{OUT} = 1.2V、強制 PWM、低 BW ケース	50μs で V _{IN} = 3.3V から 5.5V、 V _{OUT} = 1.2V、I _{OUT} = 1mA および I _{OUT_MAX} 、 強制 PWM、低 BW ケース、C _{OUT} = 40μF	-50		50	mV
6.2.5b	V _{LINE_TRANSIENT}	ライントランジェント、V _{OUT} = 1.2V、固定周波数、低 BW ケース	50μs で V _{IN} = 3.3V~5.5V、 V _{OUT} = 1.2V、I _{OUT} = 1mA および I _{OUT_MAX} 、 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF	-50		50	mV
6.2.6a	V _{RIPPLE_PP_PWM}	強制 PWM モード、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 2.5V、 強制 PWM、低 BW ケース、C _{OUT} = 40μF、X5R、ESR = 10mΩ、 L = 470nH、DCR = 50mΩ I _{OUT} = 1A		10	20	mV _{pp}

5.7 BUCK2、BUCK3 コンバータ (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
6.2.6b	V _{RIPPLE_PP_PFM}	自動 PFM モード、低 BW ケース	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 2.5V、 自動 PFM、低 BW ケース、C _{OUT} = 40μF、X5R、ESR = 10mΩ、 L = 470nH、DCR = 50mΩ I _{OUT} = 20mA		20	40	mV _{PP}
6.2.6c	V _{RIPPLE_PP_FF}	固定周波数モード、低 BW ケース、ス ペクトラム拡散無効	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 2.5V、 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF、X5R、ESR = 10mΩ、 L = 470nH、DCR = 50mΩ I _{OUT} = 1A、 低帯域幅無効		10	20	mV _{PP}
6.2.6d	V _{RIPPLE_PP_FF_SS}	固定周波数モード、低 BW ケース、ス ペクトラム拡散有効	V _{IN} = 5.0V、V _{OUT} = 2.5V、 固定周波数、低 BW ケース、C _{OUT} = 12μF、X5R、ESR = 10mΩ、 L = 470nH、DCR = 50mΩ I _{OUT} = 1A、 低帯域幅有効		20	40	mV _{PP}
6.3.1	I _{OUT_MAX}	最大動作電流				1.5	A
6.3.2	I _{CURRENT_LIMIT}	ピーク電流制限	シミュレーションでは V _{IN} = 2.5V ~ 5.5V	3.1	3.9	4.7	A
6.3.3	I _{REV_CUR_LIMIT}	逆方向ピーク電流制限	シミュレーションでは V _{IN} = 2.5V ~ 5.5V	-2.0	-1.5	-1.0	A
6.3.4a	R _{DSON_HS}	ハイスайд MOSFET オン抵抗、5V 電 源	ピン間で測定された、V _{IN} = 5V			110	mΩ
6.3.4b	R _{DSON_HS}	ハイスайд MOSFET オン抵抗、3.3V 電 源	ピン間で測定された、V _{IN} = 3.3V			135	mΩ
6.3.5a	R _{DSON_LS}	ローサイド MOSFET オン抵抗、5V 電 源	ピン間で測定された、V _{IN} = 5V			110	mΩ
6.3.5b	R _{DSON_LS}	ローサイド MOSFET オン抵抗、3.3V 電 源	ピン間で測定された、V _{IN} = 3.3V			130	mΩ
6.3.6	R _{DISCHARGE}	出力放電抵抗	コンバータが無効な場合のみアクティ ブ	60	125	200	Ω
6.4.1	L _{SW}	出力インダクタンス	DCR = 最大 50mΩ	330	470	611	nH
6.4.2a	C _{OUT}	低 BW ケース用自動 PFM または強 制 PWM の出力容量	ESR = 最大 10mΩ	10		75	μF
6.4.2b	C _{OUT_FF}	低 BW ケース用固定周波数の出力容 量	ESR = 最大 10mΩ	12		36	μF
6.4.3a	C _{OUT_HIGH_BW}	高 BW ケース用自動 PFM または 強制 PWM の出力容量	ESR = 最大 10mΩ	30		220	μF
6.4.3b	C _{OUT_HIGH_BW_FF}	高 BW ケース用固定周波数の出力容 量	ESR = 最大 10mΩ	48		144	μF
タイミング要件							
6.5.1	t _{RAMP}	疑似固定周波数モードでのランプ時 間	残留電圧なしと仮定した場合、有効化 から目標値の 98% までの時間	0.3		1.65	ms
6.5.2a	DVFS_SLOPE_ QFF	強制 PWM、低 BW ケースでの DVFS タイミング要件	0.6V~1.4V の DVFS 電圧調整中の ステップ持続時間	2.9	3.2	3.5	mV/μs
6.5.2b	DVFS_SLOPE_ FF	固定周波数モード、低 BW ケースでの DVFS タイミング要件	0.6V~1.4V の DVFS 電圧調整中の ステップ持続時間	1.8	2.1	2.5	mV/μs
スイッチング特性							

5.7 BUCK2、BUCK3 コンバータ (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
6.5.2c	DVFS_FALL	強制 PWM または固定周波数の DVFS タイミング要件、立ち下がリスロープ	1.4V~0.6V の DVFS 電圧調整中のステップ持続時間	0.45	0.53	0.61	mV/μs
6.6.1a	f _{SW}	スイッチング周波数、強制 PWM、高または低 BW ケース	強制 PWM、V _{IN} = 3.3V~5V、V _{OUT} = 0.8V~1.8V、I _{OUT} = 1A		2.3		MHz
6.6.1b	f _{SW}	スイッチング周波数、固定周波数、高または低 BW ケース、スペクトラム拡散なし	固定周波数、V _{IN} = 3.3V~5V、V _{OUT} = 0.8V~1.8V、I _{OUT} = 1A	2.18	2.3	2.42	MHz
6.6.2	f _{SW_SS_EN}	スイッチング周波数、固定周波数、高または低 BW ケース、スペクトラム拡散有効	固定周波数、V _{IN} = 3.3V~5V、V _{OUT} = 0.8V~1.8V、I _{OUT} = 1A スペクトラム拡散有効	1.95		2.65	MHz

- (1) PVIN_Bx は VSYS を超えてはなりません
(2) DC レギュレーションのみを指します。通常、過渡応答はヘッドルームが大きくなると改善されます。ヘッドルームが小さい場合、擬似固定周波数において周波数変動が増加します。

5.8 汎用 LDO (LDO1)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性							
7.1.1	V _{IN_LDO}	入力電圧 (LDO モード) ⁽¹⁾	LDO モード、最大 VSYS	1.5		5.5	V
7.1.2	V _{IN_LDO_BYP}	入力電圧 (バイパス モード) ^{(1) (5)}	バイパス モード、最大 VSYS	1.5		3.4	V
7.1.3	V _{IN_LDO_LSW}	入力電圧 (LSW モード) ⁽¹⁾	LSW モード、最大 VSYS	1.5		5.5	V
7.1.4	V _{OUT_LDO}	LDO 出力電圧の設定可能範囲	LDO モード、50mV 刻み、V _{IN} - V _{OUT} > 300mV	0.6		3.4	V
7.1.5	V _{OUT_LDO_BYP}	バイパス モードでの LDO 出力電圧の構成可能範囲	バイパス モード、構成可能な V _{OUT} 範囲 (50mV ステップ)	1.5		3.4	V
7.1.6	V _{OUT_STEP}	出力電圧ステップ	LDO モード、0.6V ≤ V _{OUT} ≤ 3.4V		50		mV
7.1.7	V _{DROPOUT}	ドロップアウト電圧	V _{INmin} ≤ V _{IN} ≤ V _{INmax} 、I _{OUT} = 400mA		150	300	mV
7.1.8	V _{OUT_ACCURACY_H}	電圧リファレンス、DC 負荷、ラインレギュレーション、プロセス、温度の変動を含む、総合 DC 出力電圧精度	LDO モード、V _{IN} - V _{OUT} > 300mV、V _{OUT} ≥ 1V	-1%		1%	
7.1.9	V _{OUT_ACCURACY_L}	電圧リファレンス、DC 負荷、ラインレギュレーション、プロセス、温度の変動を含む、総合 DC 出力電圧精度	LDO モード、V _{IN} - V _{OUT} > 300mV、V _{OUT} < 1V	-10		10	mV
7.1.10	R _{BYPASS_H}	バイパス抵抗、高出力電圧	2.5V ≤ V _{IN} ≤ 3.6V、V _{IN} ≤ VSYS、I _{OUT} = 400mA、バイパス モード			200	mΩ
7.1.11	R _{BYPASS_L}	バイパス抵抗、低出力電圧	1.5V ≤ V _{IN} ≤ 2.5V、V _{IN} ≤ VSYS、I _{OUT} = 400mA、バイパス モード			250	mΩ
7.1.12	R _{LSW_H}	LSW 抵抗、高出力電圧	2.5V ≤ V _{IN} ≤ 5.5V、V _{IN} ≤ VSYS、I _{OUT} = 400mA、LSW モード			200	mΩ
7.1.13	R _{LSW_L}	LSW 抵抗、低出力電圧	1.5V ≤ V _{IN} ≤ 2.5V、V _{IN} ≤ VSYS、I _{OUT} = 400mA、LSW モード			250	mΩ
7.2.1	V _{LOAD_TRANSIENT}	過渡負荷レギュレーション、ΔV _{OUT}	I _{OUT} = I _{OUT_MAX} の 20%~80%~20%、t _r = t _f = 1μs	-35		35	mV

5.8 汎用 LDO (LDO1) (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
7.2.2	V _{LINE_TRANSIENT}	過渡ライン レギュレーション	V _{IN} ステップ = 600 mV _{PP} , t _R = t _F = 10μs, LDO はドロップアウト状態ではない, LDO モード	-25		25	mV
7.2.3	NOISE _{RMS}	RMS ノイズ	100Hz < f ≤ 100kHz, V _{IN} = 3.3V, V _{OUT} = 1.8V, I _{OUT} = 300mA		600		μV _{RMS}
7.2.4	V _{RIPPLE}	電圧リップル				5	mV _{PP}
7.3.1	I _{OUT_MAX}	出力電流	V _{PVIN_LDOxmin} ≤ V _{IN} ≤ V _{PVIN_LDOxmax} , LDO-, bypass-, LSW-モードに適用			400	mA
7.3.2	I _{CURRENT_LIMIT}	短絡電流制限	V _{IN} = 3.6 V, V _{OUT} = 0 V	600	980	1600	mA
7.3.3	I _{IN_RUSH_LDO}	LDO 突入電流	LDO-モード、最大 20μF の負荷を VLDOx に接続, I _{OUT} = 0mA または 400mA			1500	mA
7.3.4	I _{IN_RUSH_LDO_BYP}	バイパス モードでの LDO 突入電流	バイパス モード、最大 50-μF の負荷を VLDOx に接続			1500	mA
7.3.5	I _{IN_RUSH_LDO_LSW}	LSW モードでの LDO 突入電流	LSW モード、最大 50-μF の負荷を VLDOx に接続			1500	mA
7.3.6	R _{DISCHARGE}	LDO 出力でのブルダウン放電抵抗	コンバータが無効な場合のみアクティブ。LDO、バイパス、LSW モードに適用	100	200	300	Ω
7.3.7a	I _{Q_ACTIVE_LDO}	25°C、LDO モード時のアクティブ状態での静止電流	LDO モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = 25°C		50	62	μA
7.3.7b	I _{Q_ACTIVE_LDO}	-40°C~125°C、LDO モード時のアクティブ状態での静止電流	LDO モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = -40°C~125°C		50	65	μA
7.3.7b	I _{Q_ACTIVE_LDO}	-40°C~150°C、LDO モード時のアクティブ状態での静止電流	LDO モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = -40°C~150°C		50	66	μA
7.3.8a	I _{Q_ACTIVE_LDO_BY P}	25°C、バイパス モード時のアクティブ状態での静止電流	バイパス モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = 25°C		43	48	μA
7.3.8b	I _{Q_ACTIVE_LDO_BY P}	-40°C~125°C、バイパス モード時のアクティブ状態での静止電流	バイパス モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = -40°C~125°C		43	50	μA
7.3.8b	I _{Q_ACTIVE_LDO_BY P}	-40°C~150°C、バイパス モード時のアクティブ状態での静止電流	バイパス モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = -40°C~150°C		43	50	μA
7.3.9a	I _{Q_ACTIVE_LDO_LS W}	25°C、LSW モード時のアクティブ状態での静止電流	LSW モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = 25°C		46	53	μA
7.3.9b	I _{Q_ACTIVE_LDO_LS W}	-40°C~125°C、LSW モード時のアクティブ状態での静止電流	LSW モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = -40°C~125°C		46	53	μA
7.3.9b	I _{Q_ACTIVE_LDO_LS W}	-40°C~150°C、LSW モード時のアクティブ状態での静止電流	LSW モード、I _{OUT} = 0mA、T _J = -40°C~150°C		46	54	μA
7.4.1	C _{IN}	入力フィルタリング容量 (2)	PVIN_LDOx から GND に接続 LDO、バイパス、LSW モードに適用	1.6	2.2		μF

5.8 汎用 LDO (LDO1) (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
7.4.2	C _{OUT}	出力フィルタリング容量 ⁽³⁾	VLDOx から GND に接続、LDO モード	1.6	2.2	4	μF
7.4.3	C _{OUT_TOTAL}	出力時の合計容量 (ローカル + POL)、LDO モード ⁽⁴⁾	1MHz < f < 10MHz			20	μF
7.4.4	C _{OUT_TOTAL_BYP}	出力時の合計容量 (ローカル + POL)、バイパス モード ⁽⁴⁾	1MHz < f < 10MHz			50	μF
7.4.5	C _{OUT_TOTAL_LSW}	出力時の合計容量 (ローカル + POL)、LSW モード ⁽⁴⁾	1MHz < f < 10MHz			50	μF
7.4.6	C _{ESR}	フィルタリング コンデンサ ESR max	1MHz < f < 10MHz		10	20	mΩ

タイミング要件

7.5.1	t _{RAMP}	LDO モードおよび バイパス モードでのランブ時間 LDO	イネーブルから目標値の 98% まで測定、LDO モードまたはバイパス モード、個別にイネーブルになったときに測定、残留電圧がないと仮定			950	μs
7.5.2	t _{RAMP_SLEW}	LDO モードおよびバイパス モードでのスルーレートのランブ アップ	V _{OUT} 、0.3V から V _{OUT} の 90% まで			12	mV/μs
7.5.3	t _{RAMP_LSW}	ランブ時間 LSW モード	イネーブルから目標値までを測定、LSW モード、残留電圧がないと仮定			1250	μs
7.5.4	t _{RAMP_SLEW}	LSW モードでのスルーレートのランブ アップ	V _{OUT} 、0.3V から V _{OUT} の 90% まで			12	mV/μs
7.5.5	t _{TRANS_1P8_3P3}	遷移時間 1.8V~3.3V	V _{IN} = 4.0V、I _{OUT} = 300mA		2		ms
7.5.6	t _{TRANS_3P3_1P8}	遷移時間 3.3V~1.8V	V _{IN} = 4.0V、I _{OUT} = 300mA		2		ms

- (1) PVIN_LDOx は VSYS を超えてはなりません
- (2) 入力コンデンサを、デバイスのピンにできるだけ近い場所に配置する必要があります。
- (3) セラミック コンデンサに DC 電圧を印加すると、DC バイアス効果により実効容量が小さくなります。したがって、上記の表に最小値を静電容量として示します。最小容量の要件を満たすには、レギュレータの出力における所定の DC 電圧の容量低下を考慮して、コンデンサの公称値をそれに応じてスケールリングする必要があります。
- (4) ローカルや POL を含む追加の容量が指定された値を超えると、LDO の安定性に影響を与えます。
- (5) PVIN_LDOx 電圧は (構成済み V_{OUT}) および (構成済み V_{OUT} + 200mV)、最大 3.6V の範囲内である必要があります。

5.9 汎用 LDO (LDO2)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性							
8.1.1	V _{IN}	入力電圧 (LDO モード) ⁽¹⁾	LDO モード、最大 V _{VSYS}	2.2		5.5	V
8.1.2	V _{IN}	入力電圧 (LSW モード) ⁽¹⁾	LSW モード、最大 V _{VSYS}	2.2		5.5	V
8.1.3	V _{OUT}	LDO 出力電圧の設定可能範囲	V _{IN} = 2.2V~5.5V、最大 V _{VSYS}	1.2		3.3	V
8.1.4	V _{OUT_STEP}	出力電圧ステップ	1.2V ≤ V _{OUT} ≤ 3.3V		50		mV
8.1.5	V _{DROPOUT}	ドロップアウト電圧	V _{INmin} ≤ V _{IN} ≤ V _{INmax} 、I _{OUT} = I _{OUT_MAX}		150	300	mV
8.1.6	V _{OUT_DC_ACCURACY}	すべての有効な出力電圧における DC 負荷およびライン レギュレーションを含む総合 DC 精度	LDO モード、V _{IN} - V _{OUT} > 300mV	-1%		1%	
8.1.7	R _{BYPASS}	LSW モードでのバイパス抵抗	V _{IN} = 3.3V、I _{OUT} = 100mA、ロードスイッチ モード有効			1	Ω

5.9 汎用 LDO (LDO2) (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
8.2.1	V _{LOAD_TRANSIENT}	過渡負荷レギュレーション、 ΔV_{OUT}	V _{IN} = 3.3V、V _{OUT} = 1.80V、I _{OUT} = I _{OUT_MAX} の 20% ~ I _{OUT_MAX} の 80% (1 μ s)、C _{OUT} = 2.2 μ F	-25		25	mV
8.2.2	V _{LINE_TRANSIENT}	過渡ラインレギュレーション、 $\Delta V_{OUT}/V_{OUT}$	モードで、ドロップアウト状態ではない、V _{IN} ステップ = 600mV _{pp} 、t _r = t _f = 10 μ s	-25		25	mV
8.2.3	NOISE _{RMS}	RMS ノイズ	LDO モード、f = 100Hz ~ 100KHz、V _{IN} = 3.3V、V _{OUT} = 1.8V、I _{OUT} = 300mA		15		μ V _{RMS}
8.2.4	PSRR _{1KHZ}	電源リップル除去	LDO モード、V _{IN} = 3.3V、V _{OUT} = 1.8V、I _{OUT} = 300mA		71		db
8.2.5	PSRR _{10KHZ}	電源リップル除去	LDO モード、V _{IN} = 3.3V、V _{OUT} = 1.8V、I _{OUT} = 300mA		64		db
8.2.6	PSRR _{100KHZ}	電源リップル除去	LDO モード、V _{IN} = 3.3V、V _{OUT} = 1.8V、I _{OUT} = 300mA		61		db
8.2.7	PSRR _{1MHZ}	電源リップル除去	LDO モード、V _{IN} = 3.3V、V _{OUT} = 1.8V、I _{OUT} = 300mA		26		db
8.3.1	I _{OUT_MAX}	出力電流				300	mA
8.3.2	I _{CURRENT_LIMIT}	短絡電流制限	V _{IN} = 3.6V、V _{OUT} = 0V、パルス負荷状態でテスト	400		900	mA
8.3.3	I _{IN_RUSH}	LDO 突入電流	LDO モードまたは LSW モード、V _{IN} = 3.3V であり LDO が有効、C _{OUT} = 4 μ F、I _{OUT} = 0mA または 300mA			650	mA
8.3.4	R _{DISCHARGE}		コンバータが無効な場合のみアクティブ	120	250	400	Ω
8.3.5a	I _{Q_ACTIVE}	25°C のアクティブ状態での静止電流	V _{VSYS} = V _{IN} = 3.3V、I _{OUT} = 0mA LDO モードに適用、 T _J = 25°C		25	30	μ A
8.3.5b	I _{Q_ACTIVE}	アクティブ状態の -40°C ~ 125°C の静止電流	V _{VSYS} = V _{IN} = 3.3V、I _{OUT} = 0mA LDO モードに適用、 T _J = -40°C ~ 125°C		25	40	μ A
8.3.5b	I _{Q_ACTIVE}	アクティブ状態 -40°C ~ 150°C の静止電流	V _{VSYS} = V _{IN} = 3.3V、I _{OUT} = 0mA、 LDO モードに適用、 T _J = -40°C ~ 150°C		25	40	μ A
8.3.5c	I _{Q_ACTIVE}	25°C のアクティブ状態での静止電流	V _{VSYS} = V _{IN} = 3.3V、I _{OUT} = 0mA LSW モードに適用、 T _J = 25°C		60	112	μ A
8.3.5d	I _{Q_ACTIVE}	アクティブ状態の -40°C ~ 125°C の静止電流	V _{VSYS} = V _{IN} = 3.3V、I _{OUT} = 0mA LSW モードに適用、 T _J = -40°C ~ 125°C		70	145	μ A
8.3.5d	I _{Q_ACTIVE}	アクティブ状態 -40°C ~ 150°C の静止電流	V _{VSYS} = V _{IN} = 3.3V、I _{OUT} = 0mA、 LSW モードに適用、 T _J = -40°C ~ 150°C		70	145	μ A
8.4.1	C _{IN}	入力フィルタリング容量 (2)		2.2	4.7		μ F
8.4.2	C _{OUT}	出力フィルタリング容量 (2)	VLDOx から GND に接続、LDO モード	1.6	2.2	4	μ F
8.4.3a	C _{OUT_TOTAL_FAST}	出力時の合計容量 (ローカル + POL)、高速ランブ時間 (3)	1MHz < f < 10MHz、出力と負荷点間のインピーダンス最大 6nH			15	μ F
8.4.3b	C _{OUT_TOTAL_SLOW}	出力時の合計容量 (ローカル + POL)、低速ランブ時間 (3)	1MHz < f < 10MHz、出力と負荷点間のインピーダンス最大 6nH			30	μ F

5.9 汎用 LDO (LDO2) (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
8.4.4	C _{ESR}	フィルタリング コンデンサ ESR max	1MHz ~ 10MHz		10	20	mΩ
タイミング要件							
8.5.1a	t _{RAMP_FAST}	ランプ時間高速	イネーブルから目標値の 98% まで測定、LDO モード、個別にイネーブルになったときに測定、残留電圧がないと仮定			660	μs
8.5.1b	t _{RAMP_SLOW}	ランプ時間低速	イネーブルから目標値の 98% まで測定、LDO モード、個別にイネーブルになったときに測定、残留電圧がないと仮定			2.3	ms
8.5.2a	t _{RAMP_SLEW_FAST}	ランプ アップ スルーレート高速	LDO モードまたは LSW モード、0.5V から目標値まで測定			25	mV/μs
8.5.2b	t _{RAMP_SLEW_SLOW}	ランプ アップ スルーレート低速	LDO モードまたは LSW モード、0.5V から目標値まで測定			9	mV/μs

- (1) PVIN_LDOx は VSYS を超えてはなりません
- (2) セラミック コンデンサに DC 電圧を印加すると、DC バイアス効果により実効容量が小さくなります。したがって、上記の表に最小値を静電容量として示します。最小容量の要件を満たすには、レギュレータの出力における所定の DC 電圧の容量低下を考慮して、コンデンサの公称値をそれに応じてスケールリングする必要があります。
- (3) ローカルや POL を含む追加の容量が指定された値を超えると、LDO の安定性に影響を与えます。

5.10 GPIO とマルチファンクション ピン (EN/PB/VSENSE、nRSTOUT、nINT、GPO1、GPO2、GPIO、MODE/RESET、MODE/STBY、VSEL_SD/VSEL_DDR)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性							
9.1.1	V _{OL}	Low レベル出力電圧 (オープンドレイン)	VIO = 3.6V、I _{OL} = 2mA、GPO1、GPO2、GPIO、nRSTOUT、nINT			0.40	V
9.1.2	V _{IL}	Low レベル入力電圧	EN/PB、MODE/STBY、MODE/RESET および VSEL_SD/VSEL_DDR、GPIO			0.4	V
9.1.3	V _{IH}	High レベル入力電圧	EN/PB、MODE/STBY、MODE/RESET および VSEL_SD/VSEL_DDR、GPIO	1.26			V
9.1.4	V _{VSENSE}	VSENSE コンパレータ スレッショルド (EN/PB/VSENSE)		1.08	1.20	1.32	V
9.1.5	V _{VSENSE_HYS}	VSENSE コンパレータ ヒステリシス (EN/PB/VSENSE)		8	30	55	mV
9.1.6	I _{LKG}	入力リーク電流 (GPIO、EN/PB/VSENSE、MODE/STBY、MODE/RESET、VSEL_SD/VSEL_DDR)	V _{IN} = 3.3V			1.0	μA
9.1.7	C _{IN}	内部入力ピン容量 (GPIO、EN/PB/VSENSE、MODE/STBY、MODE/RESET、VSEL_SD/VSEL_DDR)				10	pF
9.1.8	I _{PD}	プルダウン電流、VSYS が印加されてから 100us 後に利用可能	GPO1、GPO2、GPIO、MODE/STBY、MODE/RESET、VSEL_SD/VSEL_DDR、nINT、nRSTOUT のピンで	18	25	35	nA

5.10 GPIO とマルチファンクション ピン (EN/PB/VSENSE、nRSTOUT、nINT、GPO1、GPO2、GPIO、MODE/RESET、MODE/STBY、VSEL_SD/VSEL_DDR) (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
9.1.9	I _{LKG_VSYS_ONLY}	VSYS が存在するが、デジタル電源 VDD1P8 が存在しない場合のピンリーケージ	SDA のみ			1	μA
9.1.10	V _{PIN_VSYS_ONLY}	VSYS が存在するが、デジタル電源 VDD1P8 が存在しない場合のピン電圧	GPO1、GPO2、GPIO、nRSTOUT、nINT、I _{OL} = 2mA			0.4	V
タイミング要件							
9.2.1a	t _{FALL}	出力バッファ立ち下がり時間 (90% ~ 10%)	GPO1、GPO2、GPIO、nRSTOUT、nINT、C _{OUT} = 10pF			50	ns
9.2.1b	t _{RISE}	GPIO 出力バッファ立ち上がり時間 (10% ~ 90%)	GPIO、マルチ PMIC 構成で適用可能			5	μs
9.2.1.1	t _{DLY_FALL}	出力バッファ立ち下がり時間遅延 (入力が 50% を超えてから出力が 50% を超えるまで)	C _{OUT} = 10pF			50	ns
9.2.2.1	t _{DLY_RISE}	オープンドレイン出力バッファ立ち上がり時間遅延 (デジタル入力から出力が 50% を超えるまで)	C _{OUT} = 10pF、R _{PU} = 1k (外部プルアップ)、V _{IO} = 1.8V			300	ns
9.2.2.3	FLT_HIGH _{Duration}	ピンを内部で high にできるかどうかを確認するために、デジタルがテストに割り当てた時間	C _{OUT} = 10pF	15			μs
9.2.2.4	FLT_LOW _{Duration}	ピンを内部で low にできるかどうかを確認するために、デジタルがテストに割り当てた時間	C _{OUT} = 10pF	15			μs
9.2.2a	t _{PB_ON_SLOW}	EN/PB/VSENSE、待機時間 PB、オン要求、低速	PB、立ち下がりエッジ	540	600	660	ms
9.2.2b	t _{PB_ON_FAST}	EN/PB/VSENSE、待機時間 PB、オン要求、高速	PB、立ち下がりエッジ	180	200	220	ms
9.2.3	t _{PB_OFF}	EN/PB/VSENSE、待機時間 PB、オフ要求	PB、立ち下がりエッジ	7.2	8.0	8.8	s
9.2.4	t _{PB_RISE_DEGL}	EN/PB/VSENSE、グリッチ除去時間 PB、立ち上がりエッジ	PB、立ち上がりエッジ、長押しオフ要求が成功した後に適用可能	115	200	275	ms
9.2.5	t _{PB_INT_DEGL}	EN/PB/VSENSE、グリッチ除去時間 PB、立ち上がりまたは立ち下がりエッジ	PB、立ち上がりまたは立ち下がりエッジ	59	100	137	ms
9.2.6	t _{DEGL_EN_Rise_Slow}	EN/PB/VSENSE、グリッチ除去時間 EN 低速、立ち上がり	EN、立ち上がりエッジ	45	50	55	ms
9.2.7	t _{DEGL_EN_Rise_Fast}	EN/PB/VSENSE、グリッチ除去時間 EN 高速、立ち上がり	EN、立ち上がりエッジ	60	120	150	μs
9.2.8	t _{DEGL_EN_Fall}	EN/PB/VSENSE、グリッチ除去時間 EN、立ち下がり	EN、立ち下がりエッジ	50	70	93	μs
9.2.9	t _{DEGL_VSENSE_Rise}	VSENSE 立ち上がり: VSYS _{POR_Rising} および VSENSE 電圧によってのみゲート	VSENSE、立ち上がりエッジ		該当なし		
9.2.10	t _{DEGL_VSENSE_Fall}	EN/PB/VSENSE、グリッチ除去時間 VSENSE、立ち下がり、高速/低速設定に非依存	VSENSE、立ち下がりエッジ	50	70	93	μs
9.2.11	t _{DEGL_EN/VSENSE_I2C}	I2C によるシャットダウン後の EN/VSENSE 立ち下がりエッジのグリッチ除去時間	I2C による前のシャットダウン要求の後の EN/VSENSE 立ち下がりエッジ (9.2.8 未満)	12.5	25	37.5	μs

5.10 GPIO とマルチファンクション ピン (EN/PB/VSENSE、nRSTOUT、nINT、GPO1、GPO2、GPIO、MODE/RESET、MODE/STBY、VSEL_SD/VSEL_DDR) (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
9.2.12	$t_{\text{DEGL_RESET}}$	MODE/RESET、グリッチ除去時間 RESET	RESET、立ち上がりエッジと立ち下がりエッジ	90	120	150	μs
9.2.13	$t_{\text{DEGL_MFP}}$	グリッチ除去時間 MODE/STBY、MODE (not/RESET)、VSEL_SD/VSEL_DDR	立ち上がりエッジと立ち下がりエッジ	90	120	150	μs
9.2.14	$t_{\text{DEGL_GPIO}}$	グリッチ除去時間 GPIO	立ち上がりエッジと立ち下がりエッジ	6.6	15.6	18	μs
9.2.15	$t_{\text{REACTION_ON}}$	オン要求伝搬遅延 (デグリッチ後)	発振器の起動、サンプリング遅延、およびの応答遅延 (グリッチ除去を除く) が含まれます		75	103	μs
9.2.16	$t_{\text{REACTION_OFF}}$	オフ要求伝搬遅延 (デグリッチ後)	サンプリング遅延、応答 (グリッチ除去を除く) が含まれます	39	56	73.5	μs

5.11 電圧と温度の監視

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性							
10.1.1	V _{BUCKx_UV_TH_5} 、 V _{LDOx_UV_TH_5}	降圧コンバータ出力の低電圧監視、プログラマブルな低方向スレッシュホールド精度	UV_THR = 0x0		-5%		
10.1.2	V _{BUCKx_UV_TH_10} 、 V _{LDOx_UV_TH_10}	降圧出力および LDO 出力の低電圧監視、プログラマブルな低方向スレッシュホールド精度	UV_THR = 0x1		-10%		
10.1.3	V _{BUCKx_UV_H_ACC} 、 V _{LDOx_UV_H_ACC}	低電圧スレッシュホールドの精度、V _{OUT} ≥1V	V _{OUT} ≥ 1V	-1.5%		+1.5%	
10.1.4	V _{BUCKx_UV_L_ACC} 、 V _{LDOx_UV_L_ACC}	低電圧スレッシュホールドの精度、V _{OUT} < 1V	V _{OUT} < 1V	-10		+10	mV
10.1.5	V _{BUCKx_UV_HYS} 、 V _{LDOx_UV_HYS}	低電圧ヒステリシス		0.25%	1%	1.75%	
10.1.6	V _{BUCKx_SCG_TH} 、 V _{LDOx_SCG_TH}	短絡 (SCG) および残留電圧 (RV) 検出の低方向スレッシュホールド		220	260	300	mV
10.1.7	V _{BUCKx_SCG_HYS} 、 V _{LDOx_SCG_HYS}	短絡 (SCG) および残留電圧 (RV) 検出スレッシュホールドのヒステリシス			75		mV
10.2.1a	T _{WARM_Rising}	温度上昇警告スレッシュホールド (WARM)	4 台の各センサ用	110	120	130	°C
10.2.1b	T _{WARM_Falling}	温度下降警告スレッシュホールド (WARM)	4 台の各センサ用	105	115	125	°C
10.2.2a	T _{HOT_Rising}	温度上昇時シャットダウンのスレッシュホールド (TSD、HOT)	4 台の各センサ用	130	140	150	°C
10.2.2b	T _{HOT_Falling}	温度下降時シャットダウンのスレッシュホールド (TSD、HOT)	4 台の各センサ用	125	135	145	°C
10.2.3	T _{HYS}	WARM の温度ヒステリシス	4 台の各センサ用		-5		°C
タイミング要件							
10.3.1a	t _{DEGLITCH}	低電圧 (UV) と GND 短絡 (SCG) に対する故障検出グリッチ除去時間	UV/SCG イベントから測定	13	20	27	μs
10.3.1b	t _{DEGLITCH_OC_short}	過電流 (OC)、立ち上がりエッジに対する短絡の故障検出グリッチ除去時間、短時間	OC イベント、立ち上がりエッジから測定	26	35	45	μs

5.11 電圧と温度の監視 (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
10.3.1c	t _{DEGLITCH_OC_long}	過電流 (OC)、立ち上がりエッジに対する故障検出グリッチ除去時間、長時間	OC イベント、立ち上がりエッジから測定	1.6	2	2.2	ms
10.3.2a	t _{REACTION}	低電圧 (UV) と GND 短絡 (SCG)の故障応答時間 (グリッチ除去時間を含む)	UV/SCG イベントから nINT が Low にプルされるまで測定	26	40	54	μs
10.3.2b	t _{REACTION_OC_short}	過電流 (OC) に対する故障応答時間 (グリッチ除去時間を含む)	UV/OC/SCG イベントから nINT が Low にプルされるまで測定	45	65	81	μs
10.3.2c	t _{REACTION_OC_long}	過電流 (OC)、立ち上がりエッジに対する故障検出グリッチ除去時間、長時間	OC イベント、立ち上がりエッジから測定	1.6	2	2.2	ms
10.3.2d	t _{REACTION_WARM}	温度警告 (WARM)、サーマル シャットダウン (TSD / HOT) に対する故障応答時間	WARM/HOT イベントから nINT が Low にプルされるまで測定			525	μs

5.12 I²C インターフェイス

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。VIO が 3.3V または 1.8V の場合、デバイスはスタンダード モード (100kHz)、ファスト モード (400kHz)、ファスト モード+ (1MHz) をサポートします。

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電気的特性							
11.1.1	V _{OL}	Low レベル出力電圧	標準モードおよび高速モードで VIO = 3.6V、I _{OL} = 3mA、高速モード+で I _{OL} = 20mA、SDA		0.40		V
11.1.2	V _{IL}	Low レベル入力電圧	SDA、SCL		0.40		V
11.1.3	V _{IH}	High レベル入力電圧	SDA、SCL	1.26			V
11.1.4	V _{HYST}	入力バッファのヒステリシス	EN_BP/VSENSE、MODE_RESET、MODE_STBY、SDA、SCL、GPIO	100		500	mV
11.1.5	C _B	SDA および SCL の容量性負荷				400	pF
タイミング要件							
11.2.1	f _{SCL}	シリアル クロック周波数	スタンダード モード			100	kHz
11.2.2			ファスト モード			400	
11.2.3			ファスト モード+			1	MHz
11.3.1	t _{LOW}	SCL Low 時間	スタンダード モード		4.7		μs
11.3.2			ファスト モード		1.3		
11.3.3			ファスト モード+		0.50		
11.4.1	t _{HIGH}	SCL High 時間	スタンダード モード		4.0		μs
11.4.2			ファスト モード		0.60		
11.4.3			ファスト モード+		0.26		
11.5.1	t _{SU;DAT}	データ セットアップ時間	スタンダード モード		250		ns
11.5.2			ファスト モード		100		
11.5.3			ファスト モード+		50		
11.6.1	t _{HD;DAT}	データ ホールド時間	スタンダード モード		10	3450	ns
11.6.2			ファスト モード		10	900	
11.6.6			ファスト モード+		10		

5.12 I²C インターフェイス (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。VIO が 3.3V または 1.8V の場合、デバイスはスタンダード モード (100kHz)、ファスト モード (400kHz)、ファスト モード+ (1MHz) をサポートします。

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
11.7.1	t _{SU,STA}	START または REPEAT-START 条件のセットアップ時間	スタンダード モード	4.7			μs
11.7.2			ファスト モード	0.60			
11.7.3			ファスト モード+	0.26			
11.8.1	t _{HD,STA}	START または REPEAT-START 条件のホールド時間	スタンダード モード	4.7			μs
11.8.2			ファスト モード	0.60			
11.8.3			ファスト モード+	0.26			
11.9.1	t _{BUF}	STOP 条件と START 条件の間のバス フリー時間	スタンダード モード	4.7			μs
11.9.2			ファスト モード	1.3			
11.9.3			ファスト モード+	0.50			
11.10.1	t _{SU,STO}	停止条件のセットアップ時間	スタンダード モード	0.60			μs
11.10.2			ファスト モード	0.60			
11.10.3			ファスト モード+	0.26			
11.10.1	t _{rDA}	SDA 信号の立ち上がり時間	スタンダード モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 10kΩ および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します			1000	ns
11.10.2			ファスト モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 1kΩ および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します	20		300	
11.10.3			ファスト モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 330Ω および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します			120	
11.12.1	t _{rDA}	SDA 信号の立ち下がり時間	スタンダード モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 10kΩ および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します			300	ns
11.12.2			ファスト モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 1kΩ および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します	6.5		300	
11.12.3			ファスト モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 330Ω および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します	6.5		120	
11.13.1	t _{rCL}	SCL 信号の立ち上がり時間	スタンダード モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 10kΩ および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します			1000	ns
11.13.2			ファスト モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 1kΩ および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します	20		300	
11.13.3			ファスト モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 330Ω および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します			120	
11.14.1	t _{rCL}	SCL 信号の立ち下がり時間	スタンダード モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 10kΩ および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します			300	ns
11.14.2			ファスト モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 1kΩ および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します	6.5		300	
11.14.3			ファスト モード、VIO = 1.8V、R _{PU} = 330Ω および C _B = 400pF で計算されたワーストケースを使用します	6.5		120	

5.12 I²C インターフェイス (続き)

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)。VIO が 3.3V または 1.8V の場合、デバイスはスタンダード モード (100kHz)、ファスト モード (400kHz)、ファスト モード+ (1MHz) をサポートします。

POS	パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
11.15.1	t _{SP}	抑制されたスパイクのパルス幅 (指定された幅より小さい SCL および SDA スパイクは抑制されます)	ファスト モードとファスト モード+			50	ns

5.13 代表的特性

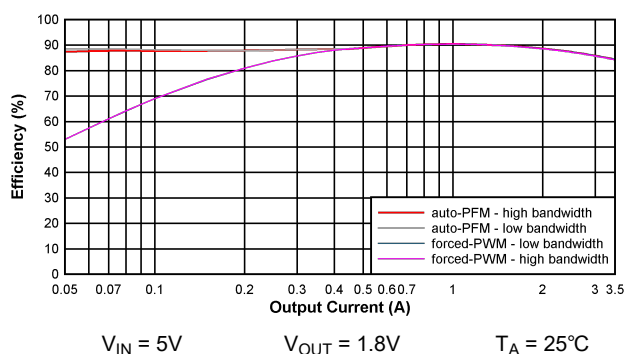


図 5-1. 効率 BUCK1

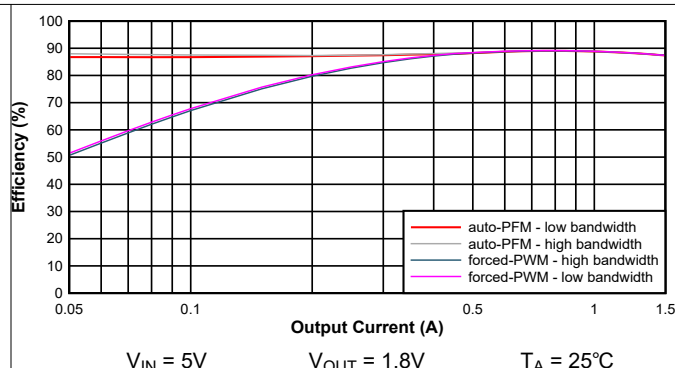


図 5-2. 効率 BUCK23

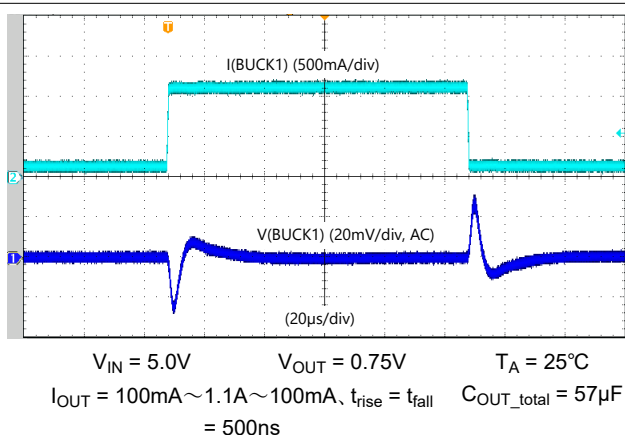


図 5-3. BUCK1 負荷ステップ応答 - 高帯域幅、強制 PWM

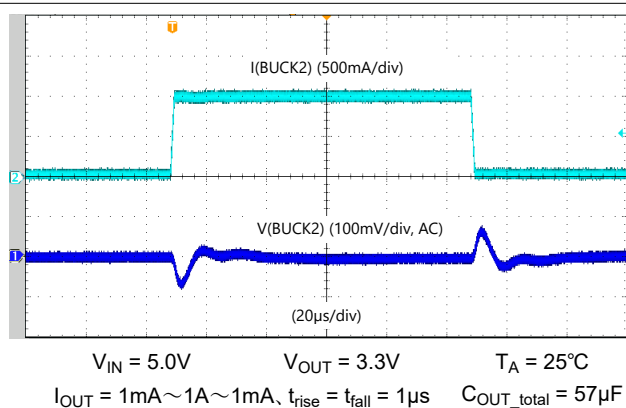


図 5-4. BUCK2 負荷ステップ応答 - 低帯域幅、強制 PWM

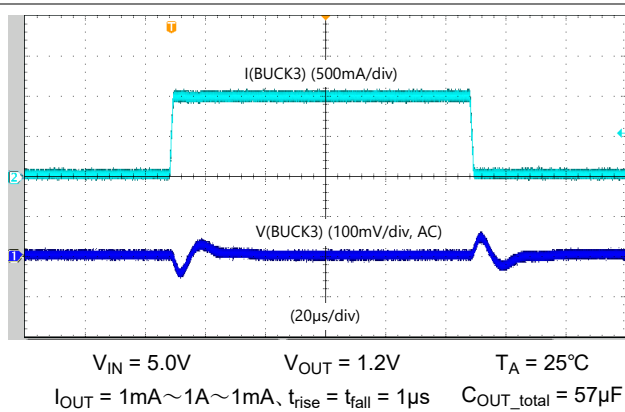


図 5-5. BUCK3 負荷ステップ応答 - 低帯域幅、強制 PWM

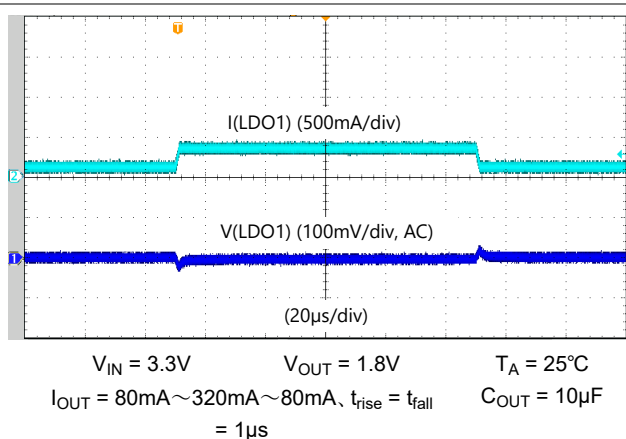
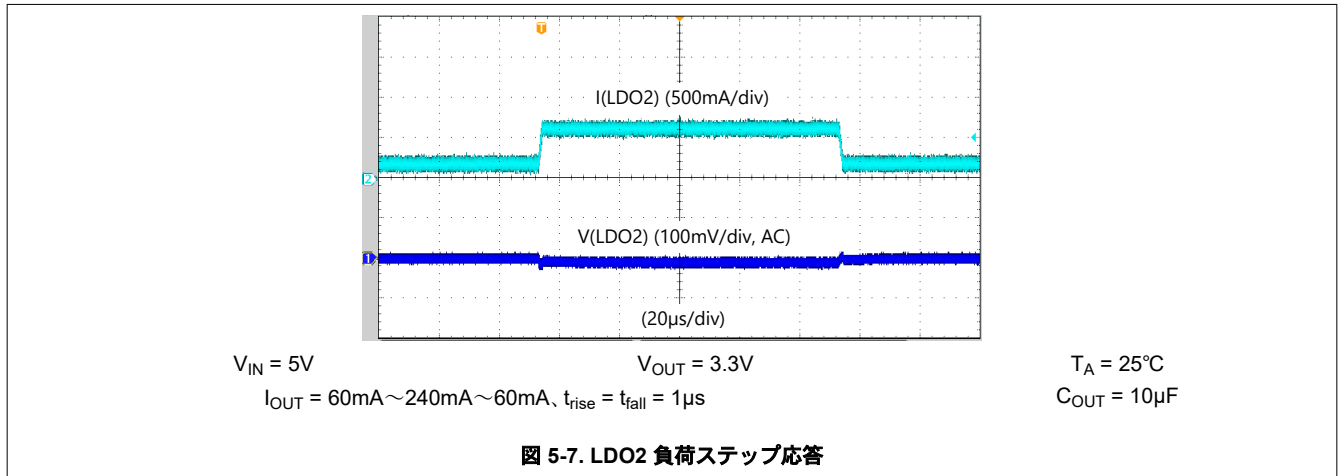


図 5-6. LDO1 負荷ステップ応答

5.13 代表的特性 (続き)



6 詳細説明

6.1 概要

TPS6521505-Q1 には、3 基の降圧型コンバータ、2 台の LDO、3 つの汎用 I/O、3 本のマルチファンクション ピンがあります。システムには、シングル セル リチウム イオン電池、2 個の個の一次電池、または安定化電源で電力を供給できます。このデバイスは $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で特性化されているため、多様な車載用途に最適な PMIC です。

I2C インターフェイスは、TPS6521505-Q1 を使用するための包括的な機能を提供します。レール、GPO、GPIO は、いずれもイネーブルまたはディセーブルできます。低電圧を監視するための電圧スレッシュホールドはカスタマイズ可能です。

内蔵の電圧スーパーバイザは Buck1-3 と LDO1-2 の低電圧を監視します。モニタには 2 つの感度設定があります。電源レールと GPIO のランプアップが正常に完了したことを報告するパワーグッド信号が送信されます。デバイスがアクティブ状態に移行するまで、nRSTOUT ピンは Low になります。アクティブまたはスタンバイ状態からパワーダウンスする場合、nRSTOUT は再び Low になります。nRSTOUT ピンはオープンドレイン出力です。FAULT ピン、nINT は、SoC に故障を通知します。

Buck1 降圧コンバータは最大 3.5A の電流を供給でき、Buck2 と Buck3 はそれぞれ最大 1.5A 供給します。各コンバータのデフォルトの出力電圧は、I2C インターフェイスを介して調整可能です。3 基の降圧コンバータにはすべて、ダイナミック電圧スケーリング機能が搭載されています。この降圧コンバータは、軽負荷時は低消費電力モードで動作し、またノイズに敏感な用途向けに、強制的に PWM 動作で動作します。

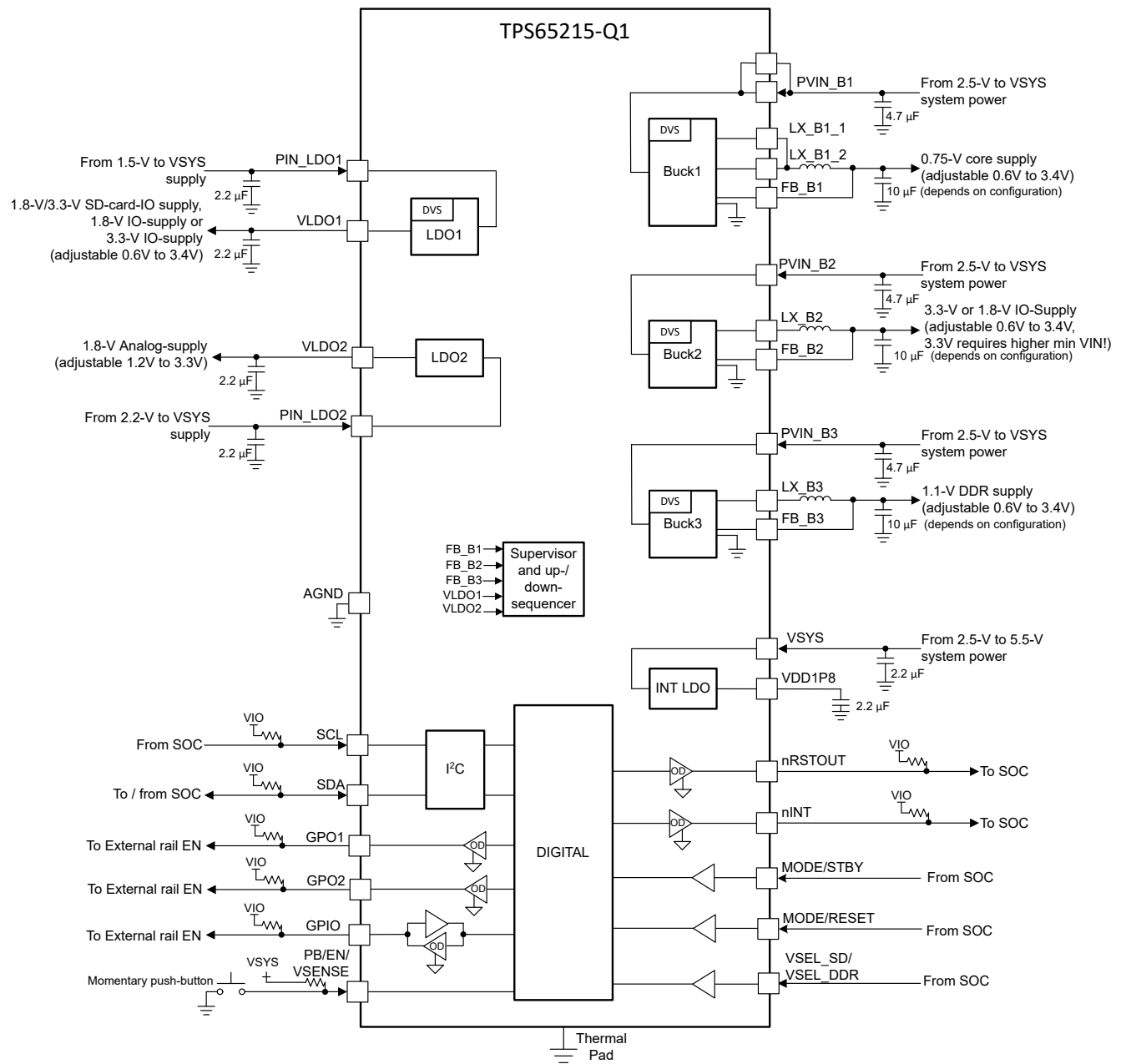
LDO1 は、0.6V~3.4V の出力電圧範囲において 400mA の出力電流をサポートします。この LDO はバイパス モードをサポートしており、ロード スイッチとして機能し、SD カード電源などのアプリケーションで動作中の電圧を変更して、初期化後に SD カードの IO 電源を 3.3V~1.8V に調整できます。

LDO2 は、1.2V~3.3V の出力電圧範囲において 300mA の出力電流をサポートします。この LDO はロード スイッチをサポートしていますが、バイパス モードはサポートしていません。

I2C インターフェイス、IO、GPIO、マルチファンクション ピン(MFP)は、さまざまな SoC にシームレスに接続します。

出力電圧、シーケンシングなど、レールのすべての構成は EEPROM によってバックアップされます。選択した構成の技術参考書(TRM)を参照してください。

6.2 機能ブロック図



Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

図 6-1. 機能ブロック図

注

VIO は外部プルアップ電源で、推奨動作電圧範囲内で選択する必要があります。

6.3 機能説明

6.3.1 パワーアップシーケンシング

TPS6521505-Q1 は、レールのシーケンスをフレキシブルに設定できます。外部レールの GPO1、GPO2、GPIO、nRSTOUT ピンを含め、レールの順序は NVM によって定義されます。パワーアップシーケンシングを開始する前に、デバイスはすべてのレールの電圧が SCG スレッショルドを下回っているかを確認し、事前にバイアスがかかった状態で起動するのを防ぎます。シーケンスはタイミングに基づいて行われます。さらに、後続のレールを有効にするには、前のレールが UV しきい値を通過している必要があります。UV がマスクされている場合、UV スレッショルドに達していなくても、シーケンスは進行します。GPO1、GPO2、GPIO、バイパス モードまたは LSW モードに構成された LDO は低電圧では監視されないため、これらの出力は後続のレールを制御することはありません。

レール上のマスクされていない故障が原因でシーケンスが中断された場合、デバイスはパワーダウンします。TPS6521505-Q1 は、さらに 2 回電源をオンにしようとします。両方ともアクティブ状態に移行できなかった場合、VSYS の電源サイクルを実行するまで、デバイスは初期化状態のままとなります。この再試行カウンタをアクティブにしておくことが推奨されますが、INT_MASK_UV レジスタのビット MASK_RETRY_COUNT を設定することによって再試行カウンタをマスクできます。

リトライカウンタを無効化するには、INT_MASK_UV レジスタの MASK_RETRY_COUNT ビットを設定します。このビットを設定すると、デバイスは無限に再試行を続けます。

TPS6521505-Q1 では、パワーダウンシーケンスをパワーアップシーケンスとは独立して構成できます。シーケンスは、不揮発性メモリに構成されます。

最初のパワーアップ時に、デバイスは VSYS 電源電圧を監視し、VSYS が VSYS_{POR_Rising} スレッショルドを超えた場合にのみ、パワーアップを許可し、初期化状態に移移します。

パワーアップシーケンスは、以下のように構成されます。

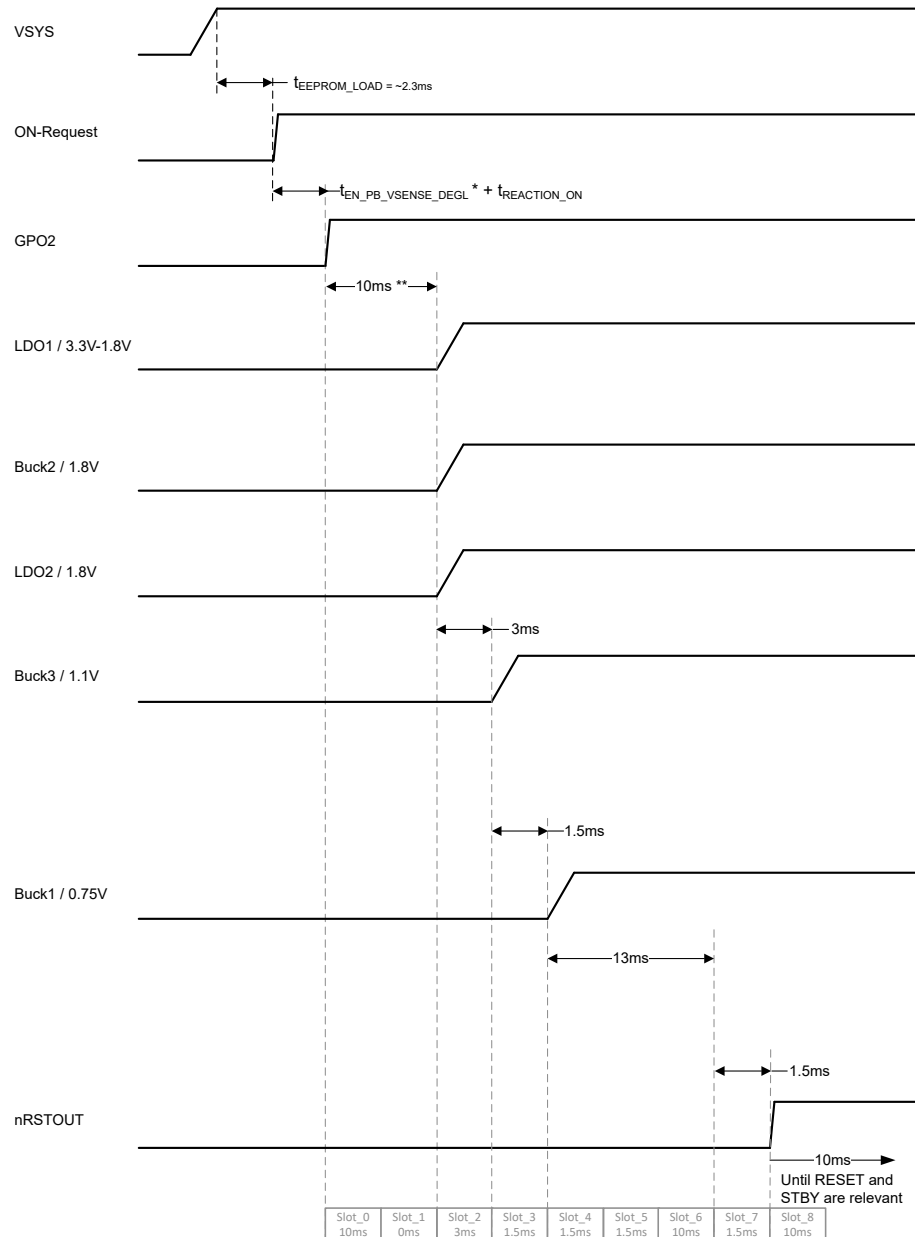
- 各レール、GPO1、GPO2、GPIO、および nRSTOUT のスロット (シーケンス内の位置) は、対応する *_SEQUENCE_SLOT レジスタ、パワーアップシーケンスの 4 つの MSB、パワーダウンシーケンスの 4 つの LSB を使用して定義されます。
- 各スロットの持続時間は、POWER_UP_SLOT_DURATION_x レジスタで 0ms、1.5ms、3ms、10ms のいずれかに設定できます。合計で 16 個のスロットを構成でき、より多くのレールをサポートする必要がある場合に、シーケンスを複数の TPS6521505-Q1 デバイスにまたがって使用できます。
- 上記で定義したタイミングに加えて、パワーアップシーケンスも UV モニタによって制御されます。後続のレールは、(UV がマスクされている場合を除き) 前のレールが低電圧スレッショルドを超えた後でのみ有効になります。レールが t_{RAMP} (それぞれ t_{RAMP_LSW}、t_{RAMP_SLOW}、t_{RAMP_FAST}) の終了時点までに UV スレッショルドに達していない場合、シーケンスは中止され、デバイスはスロット持続時間の終了時にシーケンスダウンします。それぞれのレールについて、デバイスは INT_BUCK_x_y_IS_SET をそれぞれ INT_SOURCE レジスタに INT_LDO_x_y_IS_SET ビットを設定し、BUCKx_UV をそれぞれ INT_BUCK_x_y に LDOx_UV ビットをそれぞれ INT_LDO_x_y レジスタに設定し、INT_TIMEOUT_RV_SD レジスタに TIMEOUT ビットを設定します。
- シーケンスの開始は、シーケンス中に有効になっているかどうかにかかわらず、すべてのレールの放電が正常に完了することによって制御されます。デバイスがすべてのレールを SCG スレッショルド以下に放電できない場合、デバイスは INT_SOURCE レジスタ内の INT_BUCK_x_y_IS_SET ビットおよび BUCKx_RV ビット、ならびに INT_LDO_x_y_IS_SET ビットおよび LDOx_RV ビットを設定します。残留電圧が 4ms から 5ms 後も存在する場合、デバイスは初期化状態のままになります。
- シーケンスの開始はダイ温度によって制御されます。何らかのウォーム検出がマスクされていない場合、過熱イベントにより初期化状態に入った場合、すべてのセンサの温度が T_{WARM_falling} スレッショルドを下回るまで、オフ状態から初期化状態に移行した場合は、すべてのセンサの温度が T_{WARM_rising} スレッショルドを下回るまで、デバイスは起動しません。すべての温度センサがマスクされている場合 (ウォーム検出でパワーダウンが発生しない場合)、すべてのセンサの温度が T_{HOT_falling} スレッショルドを下回るまで、デバイスはパワーアップしません。

注

すべてのレールは (放電機能が無効になっているかにかかわらず) 有効になる前に放電されます。

オン要求は、ノイズをトリガしないようにデグリッチされています。グリッチ除去時間が経過した後、デバイスはシーケンスの最初のスロットが開始するまで約 **300μs** 待機します。その時間までにプリバイアスされたレールの放電が完了しない場合は、すべてのレールが **SCG** 電圧レベルを下回るまで、シーケンスの開始がさらに制御されます。

図 6-2 は、パワーアップ シーケンシングの例を示します。パワーアップ シーケンシングは、有効なオンリクエストによってトリガされます。



* depends on EN / PB / VSENSE and long/short configuration, ~0 if FSD is enabled

** if applicable, slot-duration needs to adopt for enable- & ramp-time of external rail

図 6-2. パワーアップ シーケンシング (例)

オン要求の詳細については、「プッシュボタンと入力の有効化」(PB/EN/VSENSE) を参照してください。

注意

I2C コマンドは、必ず EEPROM のロードが完了した後に発行する必要があります。

6.3.2 パワーダウン シーケンス

オフ要求またはシャットダウン故障によって、パワーダウン シーケンスがトリガされます。オフ要求は、EN または VSENSE にそれぞれ構成されている場合は EN/PB/VSENSE の立ち下がりエッジ、PB に構成されている場合はプッシュボタンの長押し、または MFP_CTRL レジスタの I2C_OFF_REQ に対する I2C コマンドによってトリガされます。このビットはセルフクリアされる。

I2C によってトリガされるシャットダウンでは、EN/PB/VSENSE ピンでオン要求を更新する必要があります。EN または VSENSE 構成の場合、EN/PB/VSENSE ピンには低方向エッジの後に高方向エッジが必要です。En または VSENSE 設定における立ち下がりエッジのグリッチ除去時間 $t_{DEGL_EN/VSENSE_I2C}$ は、ピンによるオフ要求のデグリッチ時間 ($t_{DEGL_EN_Fall}$ と $t_{DEGL_VSENSE_Fall}$) よりも短くなります。PB 設定のグリッチ除去時間は維持されます。

多くの場合、パワーダウン シーケンスは逆のパワーアップ シーケンスの後に実行されます。一部のアプリケーションでは、レール間の遅延なしにすべてのレールを同時にシャットダウンする必要がある場合や、レール放電のための待機時間が必要な場合があります。

パワーダウン シーケンスは、以下のように構成されます。

- 各レール、GPO1、GPO2、GPIO、および nRSTOUT のスロット (シーケンス内の位置) は、対応する *_SEQUENCE_SLOT レジスタ、オン シーケンスの 4 つの MSB、ダウン シーケンスの 4 つの LSB を使用して定義されます。
- 各スロットの持続時間は POWER_DOWN_SLOT_DURATION_x レジスタで定義され、0ms、1.5ms、3ms、10ms のいずれかに設定できます。合計で 16 個のスロットを構成でき、より多くのレールをサポートする必要がある場合に、シーケンスを複数の TPS6521505-Q1 デバイスにまたがって使用できます。
- 前のレールでアクティブ放電が無効になっている場合を除き、スロット持続時間に加えて、パワーダウン シーケンスも前のレールが SCG スレッシュホールドを下回るまで放電されることによって制御されます。それが発生しない場合、後続のレールのパワーダウンは一時停止されます。バイアスがかかっている場合やレールが短絡している場合でもパワーダウンを可能にするために、前のレールの放電が完了しなくても、スロット持続時間の 8 倍 (またはスロット持続時間が 0ms の場合は 12ms) が経過するとシーケンスが継続されます。
- 放電チェックをバイパスするには、GENERAL_CONFIG レジスタの BYPASS_RAILS_DISCHARGED_CHECK ビットを「1」に設定します。

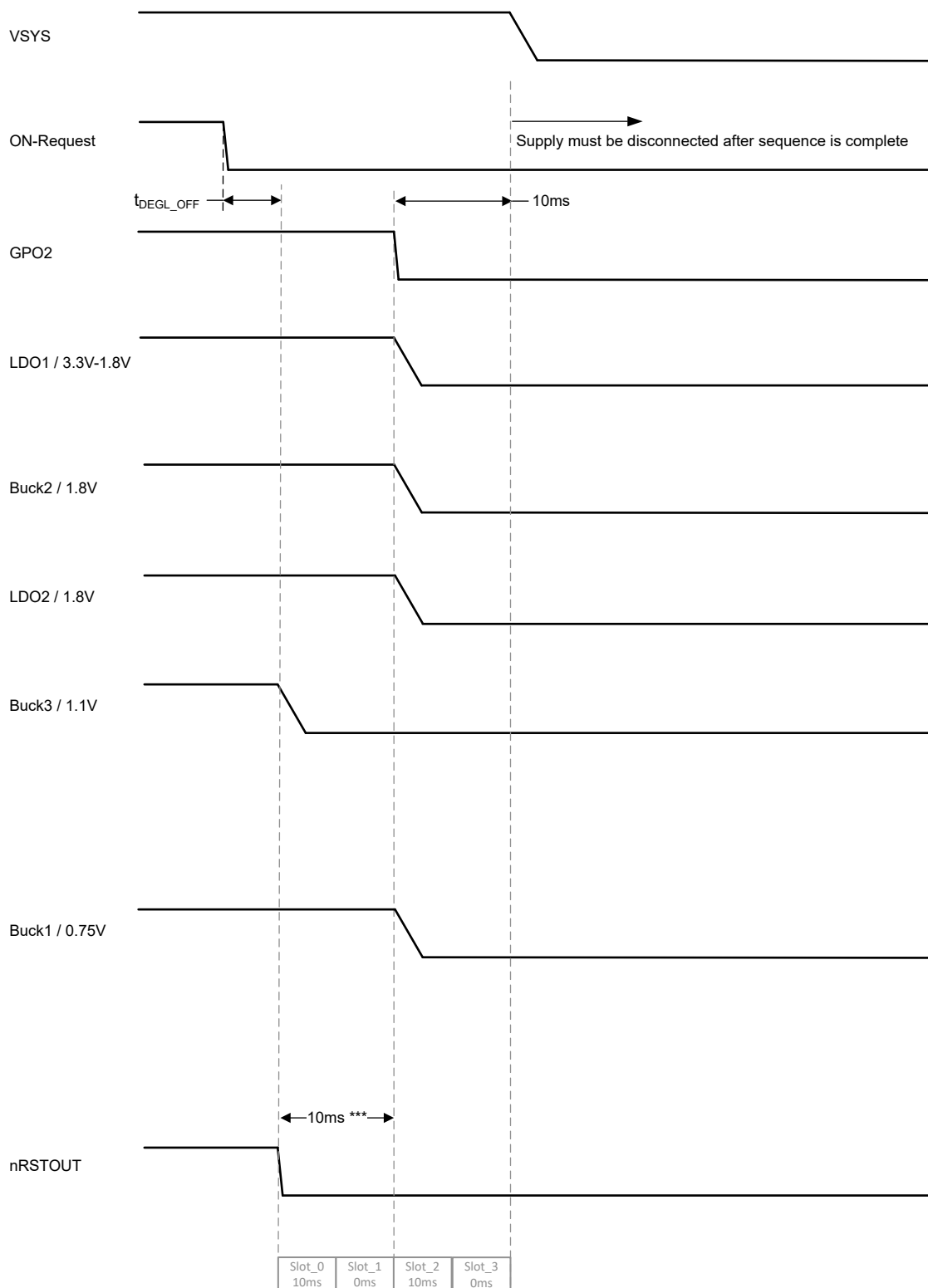
注

レールのアクティブ放電が無効化される場合、スロット持続時間内にレールの放電が失敗しても、次のレールを無効化しませんが、シーケンスは純粋にタイミングに基づいて行われます。残留電圧がある場合、RV ビットは関係なく設定されます。

アクティブ放電はデフォルトで有効になっていて、NVM に基づくものではありません。そのため、各 VSYS のパワー サイクルの後で、必要に応じて放電を無効にする必要があります。リセットまたはオフ要求の際、VSYN が存在する限り、放電構成はリセットされません。ただし、初期化状態では、パワーアップ シーケンス前に、設定に関係なく、すべてのレールが放電されます。

パワーダウン シーケンス中、マスクされていない割り込みビットと *_DISCHARGE_EN ビットを除き、EEPROM バックアップされていないビットはリセットされます。

以下の図に、NVM-ID 0x01、リビジョン 0x2 のパワーダウン シーケンスを例として示します。



*** discharge-duration depends on V_{out} , C_{out} and load. Slot-duration needs to adopt.
Slot-duration extends up to 8x its configured value.

図 6-3. パワーダウン シーケンス (例)

注意

進行中のシーケンスに関連するレジスタを I2C コマンドで変更しないでください！

初期化状態への遷移を開始した後、NVM 以外のビットには約 80μs の間アクセスできません。

6.3.3 プッシュ ボタンおよびイネーブル入力 (EN/PB/VSENSE)

EN/PB/VSENSE ピンは、PMIC を有効にするために使用します。このピンは次の 3 つの機能に構成可能です。

- デバイス イネーブル (EN):
 - 本デバイスを有効にするには、このピンを High にプルアップする必要があります。このピンを Low にすると、デバイスはディスエーブルになります。
 - EN ピンのグリッチ除去時間は、MFP_2_CONFIG レジスタの EN_PB_VSENSE_DEGL によって構成されます。
 - EN 入力がある V_{IL} スレッショルド Low を設定された $t_{DEGL_EN_Rise}$ の時間上回ると、パワーアップ シーケンシングが開始されます。
 - EN/PB/VSENSE ピン イベントに基づく電源投入を示すために、デバイスは POWER_UP_STATUS_REG レジスタの POWER_UP_FROM_EN_PB_VSENSE ビットを設定します。このビットは、nINT ピンをアサートしません。W1C を書き込むと、このビットがクリアされます。
 - EN 入力がある $t_{DEGL_EN_Fall}$ の間 V_{IH} スレッショルドを下回ると、パワーダウン シーケンスが開始されます。
 - シャットダウン故障が発生した場合、新たにオン要求を行う必要はありません。EN 入力がまだ V_{IH} スレッショルドを上回っている場合、デバイスは自動的にパワーアップ シーケンスを実行します。(EN はレベル センシティブと見なされます)
 - コールドリセットの場合(リセットピンと I2C 要求のどちらでも)、新たなオン要求は必要ありません。EN 入力がまだ V_{IH} スレッショルドを上回っている場合、デバイスは自動的にパワーアップ シーケンスを実行します。(EN はレベル センシティブと見なされます)
- プッシュボタン (PB):
 - PB ピンは PMIC のパワーアップに使用する CMOS タイプ入力です。通常、PB ピンはモーメンタリ スイッチと外部プルアップ抵抗に接続されます。
 - プッシュボタンのホールド時間は、MFP_2_CONFIG レジスタの EN_PB_VSENSE_DEGL によって構成されます。
 - PB 入力がある V_{IL} スレッショルド Low を設定された t_{PB_ON} の時間下回ると、パワーアップ シーケンシングが開始されます。
 - EN/PB/VSENSE ピン イベントに基づく電源投入を示すために、デバイスは POWER_UP_STATUS_REG レジスタの POWER_UP_FROM_EN_PB_VSENSE ビットを設定します。このビットは、nINT ピンをアサートしません。W1C を書き込むと、このビットがクリアされます。
 - スイッチのバウンスをフィルタリングするため、PB ピンには立ち上がりエッジのグリッチ除去 $t_{PB_RISE_DEGL}$ があります。
 - PB 入力が t_{PB_OFF} 時間にわたって Low に保持されている場合(構成不可)、パワーダウン シーケンスが開始されます。
 - シャットダウン故障が発生した場合、新たにオン要求を行う必要はありません。PB を押さなくても、デバイスはパワーアップ シーケンスを自動的に実行します。
 - コールドリセットの場合(リセットピンと I2C 要求のどちらでも)、新たなオン要求は必要ありません。PB を押さなくても、デバイスはパワーアップ シーケンスを自動的に実行します。
 - プッシュ ボタンの押下は、VSYS が VSYS_POR スレッショルドを上回った後、または VSYS が VSYS_POR スレッショルドを上回った後で、PB を十分な時間押した後にのみ認識されます。
 - 次のビットは、PB プレスイベントを示します。
 - PB_FALLING_EDGE_DETECTED: 前回のこのビットがクリアされてから、 $t_{PB_INT_DEGL}$ よりも長い時間 PB が押されました。このビットを設定すると、nINT ピンがアサートされます(構成ビット MASK_INT_FOR_PB = 「0」の場合)。W1C を書き込むことでクリア

- **PB_RISING_EDGE_DETECTED:** 前回のこのビットがクリアされてから、 $t_{PB_INT_DEGL}$ よりも長い時間 PB が放されました。このビットを設定すると、nINT ピンがアサートされます (構成ビット MASK_INT_FOR_PB = 「0」の場合)。W1C を書き込むことでクリア
 - **PB_REAL_TIME_STATUS:** PB ピンのデグリッチ ($t_{PB_INT_DEGL}$) のリアルタイム ステータスです。EN/PB/VSENSE ピンが PB として構成されている場合のみ有効です。このビットは、nINT ピンをアサートしません。
- 電源障害コンパレータ入力 (VSENSE):
 - このピンは、プリレギュレータの電源ラインからの抵抗分割器に接続され、プリレギュレータへの電源電圧を感知する高精度イネーブルとして使用します。
 - VSENSE ピンのグリッチ除去時間は、MFP_2_CONFIG レジスタの EN_PB_VSENSE_DEGL によって構成できます。
 - パワーアップは、VSYS が $VSYS_{POR_Rising}$ スレッシュホールドを上回り、VSENSE 入力が V_{VSENSE} スレッシュホールドを上回っている (グリッチ除去されていない) 場合に制御されます
 - VSENSE 入力が V_{VSENSE} を上回ると、パワーアップ シーケンスを開始します。
 - EN/PB/VSENSE ピン イベントに基づく電源投入を示すために、デバイスは POWER_UP_STATUS_REG レジスタの POWER_UP_FROM_EN_PB_VSENSE ビットを設定します。このビットは、nINT ピンをアサートしません。W1C を書き込むと、このビットがクリアされます。
 - VSENSE 入力が V_{VSENSE} スレッシュホールドを $t_{DEGL_VSENSE_Fall}$ の間下回ると、VSYS 供給電圧の損失によるシーケンス外の電源オフを回避するために、パワーダウン シーケンスを開始します。
 - シャットダウン故障が発生した場合、新たにオン要求を行う必要はありません。VSENSE 入力がまだ V_{VSENSE} スレッシュホールドを上回っている場合、デバイスは自動的にパワーアップ シーケンスを実行します。
 - コールドリセットの場合 (リセットピンと I2C 要求のどちらでも)、新たなオン要求は必要ありません。VSENSE 入力がまだ V_{VSENSE} スレッシュホールドを上回っている場合、デバイスは自動的にパワーアップ シーケンスを実行します。
- I2C コマンドによるオフ要求
 - MFP_CTRL レジスタの I2C_OFF_REQ への I2C コマンドにより、オフ要求がトリガされます。
 - オフ要求の後、新しいオン要求が必要になります。
 - EN 構成の場合、EN 入力には立ち上がりエッジが必要です (EN はエッジ センシティブと見なされます)。
 - PB 構成の場合、有効なオン要求を行なうには、プッシュボタンを押す必要があります
 - VSENSE 構成の場合、VSENSE 入力には立ち上がりエッジが必要となります (VSENSE はエッジ センシティブと見なされます)。プリレギュレータの電源をオフにして再度オンにすることによって、有効なオン要求をトリガします。
 - En または VSENSE 設定における立ち下がりエッジのグリッチ除去時間 $t_{DEGL_EN/VSENSE_I2C}$ は、ピンによるオフ要求のデグリッチ時間 ($t_{DEGL_EN_Fall}$ と $t_{DEGL_VSENSE_Fall}$) よりも短くなります。PB 設定のグリッチ除去時間は維持されます。
- 最初の電源検出 (FSD)
 - 最初の電源検出 (FSD) により、EN/PB/VSENSE ピンが OFF_REQ ステータスであっても、電源電圧が印加された直後に電源オンが可能になります。
 - FSD は、任意の ON リクエスト構成、EN、PB、または VSENSE と組み合わせて使用します。
 - MFP_2_CONFIG の PU_ON_FSD ビットをセットして FSD をイネーブルにします。
 - 最初の電源投入時に、EN/PB/VSENSE ピンは、ピンに有効なオン要求があるかのように見なされます。
 - VSYS が $VSYS_{POR_Rising}$ スレッシュホールドを超えると、PMIC は
 - EEPROM をロードします
 - 初期化状態に入ります
 - 放電チェックを実行します
 - EN/PB/VSENSE ピンの状態に関係なく電源投入シーケンスを開始します。
 - FSD に基づく電源投入を示すために、デバイスは POWER_UP_STATUS_REG レジスタの POWER_UP_FROM_FSD ビットを設定します。このビットに基づいて nINT ピンはトグルしません。W1C を書き込むと、このビットがクリアされます。
 - その後、EN/PB/VSENSE ピンは、電源投入シーケンスの最後のスロットが終了し、アクティブ状態になるまで、オン要求が有効であるかのように扱われます。

- その後、デバイスはデグリッチ後の EN/PB/VSENSE ピンの状態に従います。つまり、アクティブ状態に入る前またはアクティブ状態でピンの状態が変化した場合、デバイスはそのピンの状態に従います。例えば、EN/PB/VSENSE ピンが EN として構成されている場合、デバイスはアクティブ状態に入った時点で EN ピンが(デグリッチ時間を超えて) Low であれば、電源をオフにします。
- ピンの状態にかかわらず、オン要求がどの程度の時間有効とみなされるかは、nRSTOUT スロットの長さ (およびその後の空スロットの長さ) によって制御され、PMIC はシーケンスの最後のスロットが終了した後にアクティブ状態に入ります。

6.3.4 SoC へのリセット (nRSTOUT)

リセット出力 (nRSTOUT) はオープンドレイン出力で、パワーアップ シーケンシングの終了時に SoC や FPGA のリセットを解除することを目的としています。nRSTOUT のタイミングはシーケンス内で構成されます。nRSTOUT は、デバイスがアクティブ状態に入るまで、またはアクティブ状態やスタンバイ状態からパワーダウンする際に Low に駆動されます。このピンは、アクティブ状態およびスタンバイ状態の間 High に駆動されます。

6.3.5 降圧コンバータ (Buck1, Buck2, Buck3)

TPS6521505-Q1 は、3 基の降圧コンバータを統合します。Buck1 は最大 3.5A をサポートでき、Buck2/Buck3 は最大 1.5A の負荷電流をサポートできます。降圧コンバータの入力電圧範囲は 2.5V ~ 5.5V です。降圧コンバータの入力電圧をシステム電源に直接接続するか、別の降圧コンバータの出力に接続します。出力電圧は 0.6V~3.4V の範囲でプログラム可能で、25mV ステップで 1.4V まで、100mV ステップで 1.4V から 3.4V の範囲で設定できます。

- アクティブ状態にある降圧コンバータの ON/OFF 状態は、ENABLE_CTRL レジスタの対応する BUCKx_EN ビットにより制御します。
- スタンバイ状態にある降圧コンバータの ON/OFF 状態は、STBY_1_CONFIG レジスタの対応する BUCKx_STBY_EN ビットにより制御します。
- 初期化状態では、ビットの設定に関係なく、降圧コンバータはオフになります。

注意

降圧レギュレータをまったく使用しない場合、FB_Bx ピンを GND に接続し、LX_Bx ピンをフローティングのままにしておく必要があります。

- シーケンサまたは I2C 通信を使用して、コンバータの動作を制御します。

降圧スイッチ モード:

- 固定周波数モード
 - BUCKS_CONFIG レジスタの BUCK_FF_ENABLE ビットを設定して、コンバータを固定周波数モードに設定し、EMI を最適に制御します。固定周波数モードが有効な場合、レギュレータはオプションのスペクトラム拡散もサポートします。拡散スペクトラムは、BUCKS_CONFIG レジスタの BUCK_SS_ENABLE ビットをセットすると有効にできます。これらの設定はどちらも、3 つの降圧コンバータすべてにとってグローバルなものです。固定周波数モードが有効化されている場合、レギュレータは個別の不一致位相スイッチングをサポートします。降圧レールの位相関係は、BUCKS_CONFIG レジスタの BUCKx_PHASE_CONFIG によって、Buck1 の位相を基準に 90° ステップで構成します。このレギュレータが無効な場合のみ、このビットを変化する必要があります。
- 疑似固定周波数モード
 - コンバータは、負荷電流に関係なく強制 PWM モードで動作することも、低負荷電流の場合はパルス周波数変調 (PFM) モードで動作することもできます。モードは、MODE/STBY ピンまたは MODE/RESET ピンのいずれかが「モード」に構成されている場合はこれらのピンで、または MFP_1_CONFIG レジスタの MODE_I2C_CTRL ビットへの I2C コマンドを使って制御されます (「PWM/PFM および低消費電力モード (MODE/STBY) および PWM/PFM およびリセット (MODE/RESET)」セクションのピン構成および I2C コマンドを参照)。
 - アクティブ状態または初期化状態への遷移中、降圧コンバータはピンの状態に関係なく PWM を強制されます。PFM モードへの移行は、シーケンスの完了および最後のパワーアップスロットの終了後、デバイスがアクティブ状態に入ると許可されます。

- DVFS によって出力電圧が変化した場合、電圧変化が完了するまで TPS6521505-Q1 は降圧レギュレータを一時的に PWM へと強制的に移行させます。PFM が許可される場合、PFM への移行と退出は負荷電流に依存します。PFM は、インダクタ電流が 0A に達したときに開始されます。これは、負荷電流が次の式で概算される場合です。
- $I_{LOAD} = \{[(V_{PVIN_Bx} - V_{BUCKx})/L] \times (V_{BUCKx}/V_{PVIN_Bx}) \times (1/f_{SW})\}/2$

注意

ユーザーが BUCK_FF_ENABLE を変更することはできません！ビットはメーカーによって事前に構成されています。

- コンバータは、最適な過渡応答のための高帯域幅モード、または出力フィルタ容量を最小限に抑えるための低帯域幅モードに個別に構成することができます。選択は GENERAL_CONFIG レジスタの BUCKx_BW_SEL ビットで選択し、固定周波数と準固定周波数の両方の構成で利用できます。このレギュレータが有効になっていない場合のみ、このビットを変更する必要があります。高帯域幅の用途では、より高い出力容量が必要になることに注意してください！
- レジスタ MFP_1_CONFIG の VSEL_DDR_SD ビットによって VSEL_SD/VSEL_DRR が「VSEL_DDR」として構成されている場合、VSEL_SD/VSEL_DDR ピンを high または low にするか、フローティングのままにすることで、Buck3 の出力電圧を設定します。これらの設定は、EEPROM の変更なしで、DDR3LV、DDR4、DDR4LV 電源電圧をサポートします。

注意

VSEL_DDR ピンはハードワイヤードにする必要があるため、動作中に変更しないでください。

- 降圧コンバータには、アクティブ放電機能があります。各レールの放電機能は、DISCHARGE_CONFIG レジスタで、ディセーブルのイネーブルとして構成できます。放電が有効になっている場合、レールが無効化されるとデバイスは出力をグランドへ放電します。
- (初期化状態またはスタンバイ状態から) アクティブ状態へのシーケンスの前に、デバイスは、プリバイアスされた出力での起動を防ぐために、放電構成にかかわらず無効なレールを放電します。
- I2C コマンドでレールを有効化する場合、アクティブ放電は強制されませんが、出力電圧が SCG しきい値以下である場合のみレールが有効化されます。
- このレジスタは EEPROM に保存されず、デバイスがオフ状態になるとリセットされます。
- 初期化状態(リセット中または I2C オフ要求中)では、放電構成はリセットされません。注: 放電機能を無効にする場合は、パワーダウン シーケンス中にタイムアウトフォルトが発生する可能性を考慮してください。

すべての降圧コンバータは動的電圧周波数スケーリング (DVFS) をサポートしています。これにより、動作中に出力電圧を動的に変更して、SoC の動作ポイントに最適な動作電圧を 0.6V~1.4V のより低い出力電圧範囲内で調整できます。電圧の変更は、対応する BUCK2_VOUT または BUCK3_VOUT レジスタの BUCK1_VOUT に書き込むことで制御されます。DVFS による電圧遷移中は、放電構成にかかわらず、一時的にアクティブ放電機能が有効になります。

出力キャパシタンス要件

降圧コンバータは、安定動作のために十分な出力キャパシタンスを必要とします。必要な最小容量およびサポートされる最大容量は、設定によって異なります。

- 固定周波数で低帯域幅構成の場合、最小容量は 12uF が必要であり、最大合計容量は 36uF がサポートされます
- 疑似固定周波数で低帯域幅構成の場合、最小容量は 10uF が必要であり、最大合計容量は 75uF がサポートされます
- 固定周波数で高帯域幅設定の場合、最小容量は 48uF が必要であり、最大合計容量は 144uF がサポートされます
- 疑似固定周波数で高帯域幅設定の場合、最小容量は 30uF が必要であり、最大合計容量は 220uF がサポートされます

降圧コンバータの故障対応

- TPS6521505-Q1 は、降圧コンバータ出力の低電圧を検出します。低電圧検出に対する反応は、該当する BUCKx_UV ビットと INT_MASK_BUCKS の MASK_EFFECT ビットの構成に依存します。マスクされていない場

合、デバイスは INT_BUCK_1_2_IS_SET ビットをそれぞれ、INT_SOURCE レジスタの INT_BUCK_3_IS_SET ビット、INT_BUCK_3 レジスタの INT_BUCK_1_2 ビットに設定します。

電圧遷移中 (例: DVFS による電圧変化によりトリガされる場合)、デバイスはフォルトで低電圧検出をブランクにし、電圧遷移が完了した時点で低電圧検出を有効化します。

デバイスが (初期化状態またはスタンバイ状態から) アクティブ状態への遷移中に低電圧を検出し、UV がマスクされていない場合、現在のスロットが終了した時点で電源オフ シーケンスが開始されます。

デバイスがアクティブ状態またはスタンバイ状態で低電圧を検出し、UV がマスクされていない場合、電源オフシーケンスは即座に開始されます。OC 検出はマスクできません。

- TPS6521505-Q1 は、降圧コンバータの出力で、電流をサイクルごとに制限します。デバイスが $t_{\text{DEGLITCH_OC_short}}$ 、respectively for $t_{\text{DEGLITCH_OC_long}}$ (レールごとに OC_DEGL_CONFIG レジスタ内の EN_LONG_DEGL_FOR_OC_BUCKx で個別に構成設定可能で、立ち上がりエッジにのみ適用) について過電流を検出した場合、デバイスは INT_SOURCE レジスタ内の INT_BUCK_1_2_IS_SET または INT_BUCK_3_IS_SET ビット、および INT_BUCK_1_2 または INT_BUCK_3 レジスタ内の BUCKx_OC (正の過電流用)、または BUCKx_NEG_OC (負の過電流用) ビットをそれぞれ設定します。

電圧遷移中 (例: DVFS による電圧変化)、過電流検出は無効化され、電圧遷移が完了した時点でのみ再度有効化されます。

過電流が (初期化状態またはスタンバイ状態から) アクティブ状態への遷移中に発生した場合、デバイスは影響を受けたレールを即座に無効化し、現在のスロットが終了した時点でパワーダウン シーケンシングを開始します。

過電流がアクティブ状態またはスタンバイ状態で発生した場合、デバイスは影響を受けたレールを即座に無効化し、パワーダウン シーケンシングを開始します。

OC 検出はマスクできませんが、デグリッチ時間は構成できます。TI は $t_{\text{DEGLITCH_OC_short}}$ を使用することを強くお勧めします。過電流が長時間継続すると、経年劣化の加速やオーバーシュートの発生の原因になります。

- TPS6521505-Q1 は、バック出力の接地への短絡 (SCG) 故障を検出します。SCG イベントを検出した場合の反応として、INT_SOURCE レジスタ内の INT_BUCK_1_2_IS_SET または INT_BUCK_3_IS_SET ビット、INT_BUCK_1_2 または INT_BUCK_3 レジスタ内の BUCKx_SCG ビットがそれぞれ設定されます。影響を受けたレールは即座に無効化されます。デバイスはすべての出力をシーケンスダウンし、初期化状態に遷移します。

SCG 検出はマスクできません。

レールが有効化されると、デバイスは最初に SCG 検出を無効化して、レールが SCG スレッショルドを超えるのを許可します。

- TPS6521505-Q1 は、バック出力の残留電圧 (RV) 故障を検出します。RV イベントを検出した場合の反応として、INT_SOURCE レジスタ内の INT_RV_IS_SET ビット、および INT_RV レジスタ内の BUCKx_RV ビットが設定されます。RV 検出はマスクできませんが、nINT 反応は INT_MASK_WARM レジスタの MASK_INT_FOR_RV により、すべてのレールに対してグローバルに構成できます。BUCKx_RV フラグはマスクの有無にかかわらず設定され、INT_RV_IS_SET ビットは nINT がアサートされている場合にのみ設定されます。故障反応時間と潜在的な状態遷移は、残留電圧が検出された状況によって異なります。
 - デバイスが初期化状態でオン要求中に残留電圧を検出した場合、デバイスは電源投入をゲートし、初期化状態に留まります。4ms から 5ms 以上の間 RV 条件が存在する場合、デバイスは BUCKx_RV ビットを設定します。RV 条件がそれ以上存在しない場合、デバイスはアクティブ状態に遷移します。
 - デバイスが電源投入中、アクティブからスタンバイ、またはスタンバイからアクティブへの移行中に残留電圧を検出した場合、シーケンスは中止され、デバイスはパワーダウンします。
 - デバイスがスタンバイ状態中に無効化されたレールで 80ms 以上残留電圧を検出した場合、スタンバイ状態から出る要求時にデバイスは初期化状態に遷移します。デバイスは RV 条件が 4ms から 5ms、かつ 80ms 未満の間続いた場合に BUCKx_RV ビットを設定します。
 - デバイスが電源投入中、アクティブからスタンバイ、またはスタンバイからアクティブへの移行中に残留電圧を検出した場合、シーケンスは中止され、デバイスはパワーダウンします。

- I2C によるレールの EN コマンド中に残留電圧が検出された場合、BUCKx_RV フラグは直ちに設定されますが、状態遷移は発生しません。
- 降圧コンバータには、ローカル過熱センサが搭載されています。温度警告に対する応答は、MASK_CONFIG レジスタの各 SENSOR_x_WARM_MASK ビットの設定と、INT_MASK_BUKS レジスタの MASK_EFFECT ビットの設定によって異なります。センサの温度が T_{WARM_Rising} を超えていて、マスクされていない場合、デバイスは INT_SOURCE レジスタの INT_SYSTEM_IS_SET ビットと、INT_SYSTEM レジスタの SENSOR_x_WARM ビットを設定します。センサが T_{HOT_Rising} を超える温度を検出した場合、コンバータの消費電力と接合部温度は安全動作値を超えます。デバイスは、すべてのアクティブ出力を直ちにパワーダウンし、INT_SOURCE レジスタの INT_SYSTEM_IS_SET ビットと INT_SYSTEM レジスタの SENSOR_x_HOT ビットを設定します。TPS6521505-Q1 は、温度が $T_{WARM_Falling}$ スレッシュホールド値 (T_{WARM} がマスクされている場合は $T_{HOT_Falling}$ スレッシュホールド値) を下回ると自動的に回復します。_HOT ビットは設定されたままとなり、「1」を書き込むことでクリアする必要があります。HOT 検出はマスクできません。

注意

降圧コンバータは、起動中を含む、各電流制限までの出力電流までしか供給しません。フィルタおよび負荷容量への充電電流によっては、デバイスはランプアップ中に負荷へのフル出力電流を供給できない可能性があります。合計負荷容量が $50\mu F$ を超える場合は、負荷電流は定格出力電流の約 **25%** を超えないようにする必要があります。この制限は、動的出力電圧の変化にも適用されます。

注意

TPS6521505-Q1 には、差動フィードバックピンはありません。また、リモートセンシングもサポートしていません。シングルエンド検出パターンノイズを最小限に抑えるため、各 FB ピンから出力フィルタでの直接接続までのパターン長を最小限に抑えます。

表 6-1. BUCK 出力電圧設定

BUCKx_VSET [10 進数]	BUCKx_VSET [2 進数]	BUCKx_VSET [16 進数]	VOUT (Buck1、Buck2、Buck3) [V]
0	000000	00	0.600
1	000001	01	0.625
2	000010	02	0.650
3	000011	03	0.675
4	000100	04	0.700
5	000101	05	0.725
6	000110	06	0.750
7	000111	07	0.775
8	001000	08	0.800
9	001001	09	0.825
10	001010	0A	0.850
11	001011	0B	0.875
12	001100	0C	0.900
13	001101	0D	0.925
14	001110	0E	0.950
15	001111	0F	0.975
16	010000	10	1.000
17	010001	11	1.025
18	010010	12	1.050
19	010011	13	1.075
20	010100	14	1.100
21	010101	15	1.125

表 6-1. BUCK 出力電圧設定 (続き)

BUCKx_VSET [10 進数]	BUCKx_VSET [2 進数]	BUCKx_VSET [16 進数]	VOUT (Buck1、Buck2、Buck3) [V]
22	010110	16	1.150
23	010111	17	1.175
24	011000	18	1.200
25	011001	19	1.225
26	011010	1A	1.250
27	011011	1B	1.275
28	011100	1C	1.300
29	011101	1D	1.325
30	011110	1E	1.350
31	011111	1F	1.375
32	100000	20	1.400
33	100001	21	1.500
34	100010	22	1.600
35	100011	23	1.700
36	100100	24	1.800
37	100101	25	1.900
38	100110	26	2.000
39	100111	27	2.100
40	101000	28	2.200
41	101001	29	2.300
42	101010	2A	2.400
43	101011	2B	2.500
44	101100	2C	2.600
45	101101	2D	2.700
46	101110	2E	2.800
47	101111	2F	2.900
48	110000	30	3.000
49	110001	31	3.100
50	110010	32	3.200
51	110011	33	3.300
52	110100	34	3.400
53	110101	35	3.400
54	110110	36	3.400
55	110111	37	3.400
56	111000	38	3.400
57	111001	39	3.400
58	111010	3A	3.400
59	111011	3B	3.400
60	111100	3C	3.400
61	111101	3D	3.400
62	111110	3E	3.400
63	111111	3F	3.400

6.3.5.1 デュアル ランダム スペクトラム拡散機能 (DRSS)

このバックにはデジタル スペクトラム拡散機能があり、広い周波数範囲にわたって電源の EMI を低減します。BUCK_SS_ENABLE を 1 に設定すると、3 つのコンバータすべてのスペクトラム拡散がイネーブルになります。スペクトラム拡散は、降圧が固定周波数に構成され、BUCK_FF_ENABLE が 1 に設定されている場合にのみ適用されます。スペクトラム拡散がイネーブルのとき、内部変調器は内部クロックをディザリングします。

DRSS (a) 機能は、低周波数の三角波変調プロファイル (b) と、高周波数のサイクル単位のランダム変調プロファイル (c) を組み合わせたものです。低周波数の三角波変調は低い無線周波数帯域 (AM 帯域など) で性能を向上させ、高周波のランダム変調は高い無線周波数帯域 (FM 帯域など) で性能を向上させます。さらに、可聴音が発生する可能性を低減するために、三角波変調の周波数がさらにランダムに変調されます。スペクトラム拡散により発生する出力電圧リップルを最小限に抑えるため、ディザリングが有効な場合は、デューティ サイクルをサイクル単位で調整し、ほぼ一定に維持します。

図 6-4 に、変調の例を示します。

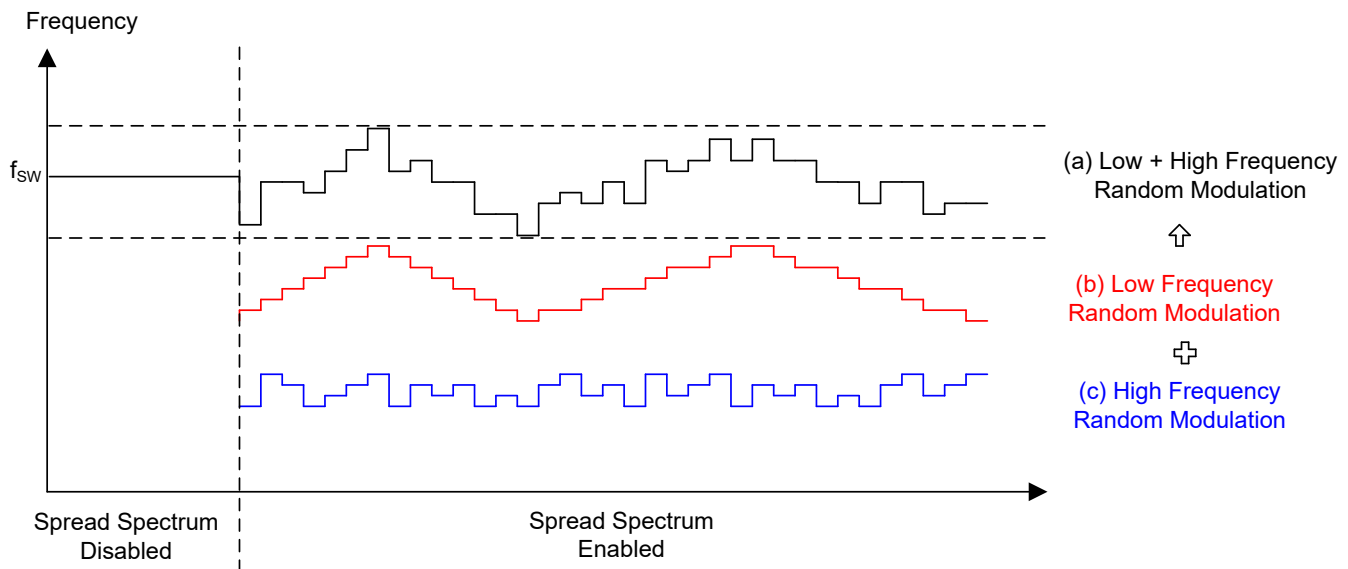


図 6-4. デュアル ランダム スペクトラム拡散

6.3.6 リニアレギュレータ (LDO1 および LDO2)

TPS6521505-Q1 には、合計 2 台のリニアレギュレータ、LDO1 および LDO2、が搭載されています。

LDO1: 400mA、0.6V ..3.4V

LDO1 は、SOC または周辺装置のアナログ回路への電力供給のための汎用 LDO です。LDO の入力電圧範囲は 1.5V ~ 5.5V で、システム電源に直接、または他のコンバータの出力に接続できます。出力電圧は、0.6V ~ 3.4V の範囲で 50mV ステップでプログラム可能です。LDO は最大 400mA をサポートします。LDO はバイパスモードで動作するように構成でき、負荷スイッチとして動作します。バイパスモードに構成する場合、目標出力電圧を LDOx_VOUT レジスタで指定する必要があります。LDO はイネーブル時の出力電圧の変化にも対応しています。電源電圧が 3.3V を超える LDO モード、またはバイパスモードと LDO モード間の 3.3V 電源の切り替えによって、初期化後に 3.3V ~ 1.8V まで変化させる、SD カードの IO 電源などの機能をサポートします。LDO がロードスイッチモード (LSW_mode) をサポートする場合、1.5V ~ 5.5V までの出力電圧もサポートしています。目的の電圧を LDOx_VOUT レジスタで構成する必要はありません。

- SD カード電源の場合、LDO1 は VSEL_SD として構成された VSEL_SD/VSEL_DDR によって制御できます。ピンの極性は MFP_1_CONFIG レジスタの VSEL_SD_POLARITY ビットを使用して構成できます。

または、MFP_1_CONFIG レジスタの VSEL_SD_I2C_CTRL との I2C 通信により、LDO1 出力電圧の変化を制御します。

- LDO は、リニア レギュレータとして、またはバイパス モード、あるいは負荷スイッチ (LSW モード) として動作可能です。このモードは、LDOx_VOUT レジスタの LDOx_LSW_CONFIG ビットと LSW_BYP_CONFIG ビットによって構成します。

注意

LDO をバイパスモードに構成する場合、出力電圧を構成し、構成された出力電圧と PVIN_LDOx 電源電圧を一致させる必要があります。PVIN_LDOx 電圧は (構成済み VOUT) および (構成済み VOUT + 200mV) の範囲内である必要があります。この違反は、LDO の安定性に影響を及ぼします。

バイパス モードまたは LSW モードでは、LDO はスイッチとして機能します。ここで、VOUT は VIN から FET 抵抗 (R_{BYPASS} , R_{LSW}) の電圧降下を差し引いた値となります。

出力キャパシタンス要件

LDO1 レギュレータは、安定動作のために十分な出力キャパシタンスを必要とします。必要な最小容量およびサポートされる最大容量は、設定によって異なります。

- LDO モードでは、最小 1.6 μ F の静電容量が必要で、最大合計負荷容量 (出力フィルタと負荷点組み合わせの場合) 20 μ F がサポートされています
- LSW またはバイパス モードでは、最小 1.6 μ F の静電容量が必要で、最大合計容量 (出力フィルタと負荷点組み合わせの場合) 50 μ F がサポートされています

LDO2: 300mA、1.2V...3.3V

LDO2 は、SoC または周辺装置のアナログ回路への電力供給のための汎用 LDO です。LDO の入力電圧範囲は 2.2V ~ 5.5V で、システム電源に直接接続するか、別のコンバータの出力に接続します。LDO には、VSYS と LDO 出力電圧の間に最小 150mV のヘッドルームが必要です。出力電圧は、1.2V ~ 3.3V の範囲で 50mV ステップでプログラム可能です。LDO は最大 300mA をサポートします。LDO はロード スイッチとして動作するよう構成できます。この場合、2.2V ~ 5.5V の出力電圧がサポートされています。目的の電圧を LDOx_VOUT レジスタで構成する必要はありません。

LDO は出力容量が制限された高速ランプモードと低速ランプモードをサポートしているため、総負荷容量を大きくすることができます。

出力キャパシタンス要件

LDO2 レギュレータは、安定動作のために十分な出力キャパシタンスを必要とします。必要な最小容量およびサポートされる最大容量は、設定によって異なります。

- 低速ランプの LDO モードまたは LSW モードでは、最小 1.6 μ F の静電容量が必要で、最大合計容量 (出力フィルタと負荷点を組み合わせの場合) 30 μ F がサポートされています
- 高速ランプの LDO モードまたは LSW モードでは、最小 1.6 μ F の静電容量が必要で、最大合計容量 (出力フィルタと負荷点を組み合わせの場合) 15 μ F がサポートされています

LDO1、LDO2

- アクティブ状態での LDO の オン/オフ状態は、ENABLE_CTRL レジスタ内の対応する LDOx_EN ビットによって制御されます。
- スタンバイ状態での LDO の オン/オフ状態は、STBY_1_CONFIG レジスタの対応する LDOx_STBY_EN ビットによって制御されます。
- 初期化状態では、ビット設定にかかわらず、LDO はオフになります。

注意

リニア レギュレータをまったく使用しない場合は、VLDOx ピンをフローティング状態のままにしておく必要があります。

- 各 LDO は、リニアレギュレータまたは負荷スイッチ (LSW モード) として構成できます。LDO1 と LDO2 はモードでも動作できます。このモードは、LDOx_VOUT レジスタの LDOx_LSW_CONFIG ビットと LSW_BYP_CONFIG ビットによって、レギュレータごとに構成します。

注意

LDO (BYPASS) モードと LSW モード間のモード変更は、レギュレータが無効なときにのみ実行する必要があります！

(LDO とバイパス モード間の変更 (LDO1 でのみサポート) は動作中に対応しています)

- LDO には、アクティブ放電機能があります。LDOx が無効な時は常に、出力はグラウンドに放電されます。各レールの放電機能は、DISCHARGE_CONFIG レジスタで、ディセーブルのイネーブルとして構成できます。
- (初期化状態またはスタンバイ状態から) アクティブ状態へのシーケンスの前に、デバイスは、プリバイアスされた出力での起動を防ぐために、放電構成にかかわらず無効なレールを放電します。
- I2C コマンドでレールを有効化する場合、アクティブ放電は強制されませんが、出力電圧が SCG しきい値以下である場合のみレールが有効化されます。
- このレジスタは EEPROM に保存されず、デバイスがオフ状態になるとリセットされます。
- 初期化状態(リセット中または I2C オフ要求中)では、放電構成はリセットされません。注: 放電機能を無効にする場合は、パワーダウン シーケンス中にタイムアウトフォルトが発生する可能性を考慮してください。

LDO 故障対応

- TPS6521505-Q1 は、LDO 出力の低電圧を検出します。低電圧の検出に対する応答は、INT_MASK_LDOS レジスタの LDOx_UV_MASK ビットの設定と、INT_MASK_BUKS レジスタの MASK_EFFECT によって異なります。マスクされていない場合、デバイスは INT_LDO_1_IS_SET ビットをそれぞれ、INT_SOURCE レジスタの INT_LDO_2_IS_SET ビット、INT_LDO_1 レジスタと INT_LDO_2 レジスタの INT_LDO_1_2 ビットに設定します。

電圧遷移中 (DVFS_SD ピンまたは I2C コマンドを切り替えてパワーアップまたはトリガ)、デバイスはフォルトで低電圧検出をブランクにし、電圧遷移が完了した時点で低電圧検出を有効化します。

デバイスが(初期化状態またはスタンバイ状態から)アクティブ状態への遷移中に低電圧を検出し、UV がマスクされていない場合、現在のスロットが終了した時点で電源オフ シーケンスが開始されます。

デバイスがアクティブ状態またはスタンバイ状態で低電圧を検出し、UV がマスクされていない場合、電源オフシーケンスは即座に開始されます。OC 検出はマスクできません。

注意

LDO がバイパス モードまたは LSW モードに構成されている場合、UV 検出はサポートされません。

- TPS6521505-Q1 には、LDO 出力の電流制限機能が搭載されています。PMIC が $t_{\text{DEGLITCH_OC_short}}$ の間、それぞれ $t_{\text{DEGLITCH_OC_long}}$ の間の過電流を検出した場合 (レールごとに OC_DEGL_CONFIG レジスタの EN_LONG_DEGL_FOR_OC_LDOx で個別に構成可能で立ち上がりエッジのみに適用)、デバイスは INT_LDO_1_IS_SET をそれぞれ INT_SOURCE レジスタの INT_LDO_2_IS_SET ビット、および INT_LDO_1 と INT_LDO_2 レジスタの LDOx_OC ビットに設定します。影響を受けたレールは即座に無効化されます。

電圧遷移中 (VSEL_SD ピンまたは I2C コマンドを切り替えてパワーアップまたはトリガ)、過電流検出は無効化され、電圧遷移が完了した時点で有効になります。

過電流が(初期化状態またはスタンバイ状態から)アクティブ状態への遷移中に発生した場合、デバイスは影響を受けたレールを即座に無効化し、現在のスロットが終了した時点でパワーダウン シーケンシングを開始します。

過電流がアクティブ状態またはスタンバイ状態で発生した場合、デバイスは影響を受けたレールを即座に無効化し、パワーダウン シーケンシングを開始します。

OC 検出はマスクできませんが、デグリッチ時間は構成できます。TI は $t_{\text{DEGLITCH_OC_short}}$ を使用することを強くお勧めします。過電流が長時間継続すると、経年劣化の加速やオーバーシュートの発生の原因になります。

- TPS6521505-Q1 は、LDO 出力の接地への短絡 (SCG) 故障を検出します。SCG イベントを検出した場合の反応として、INT_SOURCE レジスタ内の INT_LDO_1_IS_SET または INT_LDO_2_IS_SET ビット、INT_LDO_1 または INT_LDO_2 レジスタ内の LDOx_SCG ビットがそれぞれ設定されます。影響を受けたレールは即座に無効化されます。デバイスはすべての出力をシーケンスダウンし、初期化状態に遷移します。

SCG 検出はマスクできません。

レールが有効化されると、デバイスは最初に SCG 検出を無効化して、レールが SCG スレッショルドを超えるのを許可します。

- TPS6521505-Q1 は、LDO 出力の残留電圧 (RV) 故障を検出します。RV イベントを検出した場合の反応として、INT_SOURCE レジスタ内の INT_RV_IS_SET ビット、および INT_RV レジスタ内の LDOx_RV ビットが設定されます。RV 検出はマスクできませんが、nINT 反応は INT_MASK_WARM レジスタの MASK_INT_FOR_RV により、すべてのレールに対してグローバルに構成できます。デバイスはマスクの有無にかかわらず LDOx_RV フラグを設定し、nINT がアサートされている場合にのみ INT_RV_IS_SET ビットを設定します。故障反応時間と潜在的な状態遷移は、故障が検出された状況によって異なります。
 - デバイスが初期化状態でオンまたはオフ要求中に残留電圧を検出した場合、PMIC は電源投入をゲートし、デバイスは初期化状態に留まります。4Ms から 5ms 以上の間 RV 条件が存在する場合、デバイスは LDOx_RV ビットを設定しますが、RV 条件が存在する限り初期化状態のままです。オン要求がまだ有効であれば、RV 条件がそれ以上存在しない場合、デバイスはアクティブ状態に遷移します。
 - デバイスが電源投入中、アクティブからスタンバイ、またはスタンバイからアクティブへの移行中に残留電圧を検出した場合、シーケンスは中止され、デバイスはパワーダウンします。
 - デバイスがスタンバイ状態中に無効化されたレールで 80ms 以上残留電圧を検出した場合、スタンバイ状態から出る要求時にデバイスは初期化状態に遷移します。デバイスは RV 条件が 4ms から 5ms、かつ 80ms 未満の間続いた場合に LDOx_RV ビットを設定します。
 - デバイスが電源投入中、アクティブからスタンバイ、またはスタンバイからアクティブへの移行中に残留電圧を検出した場合、シーケンスは中止され、デバイスはパワーダウンします。
 - I2C によるレールの EN コマンド中にデバイスが残留電圧を検出した場合、LDOx_RV フラグは直ちに設定されますが、状態遷移は発生しません。
- LDO には、ローカル過熱センサが搭載されています。温度警告に対する応答は、INT_MASK_BUCKS レジスタの各 SENSOR_x_WARM_MASK ビットの設定と、MASK_EFFECT ビットの設定によって異なります。センサの温度が T_{WARM_Rising} を超えていて、マスクされていない場合、デバイスは INT_SOURCE レジスタの INT_SYSTEM_IS_SET ビットと、INT_SYSTEM レジスタの SENSOR_x_WARM ビットを設定します。センサが T_{HOT_Rising} を超える温度を検出した場合、コンバータの消費電力と接合部温度は安全動作値を超えます。デバイスは、すべてのアクティブ出力を直ちにパワーダウンし、INT_SOURCE レジスタの INT_SYSTEM_IS_SET ビットと INT_SYSTEM レジスタの SENSOR_x_HOT ビットを設定します。TPS6521505-Q1 は、温度が $T_{WARM_Falling}$ スレッショルド値 (T_{WARM} がマスクされている場合は $T_{HOT_Falling}$ スレッショルド値) を下回ると自動的に回復します。 $_HOT$ ビットは設定されたままとなり、「1」を書き込むことでクリアする必要があります。HOT 検出はマスクできません。

表 6-2. LDO 出力電圧設定

LDOx_VSET [10 進数]	LDOx_VSET [2 進数]	LDOx_VSET [16 進数]	VOUT (LDO1, LDO モード) [V]	VOUT (LDO1, パイパスモード) [V]	VOUT (LDO2, LDO モード) [V]
0	000000	00	0.60	予約済み	1.20
1	000001	01	0.65	予約済み	1.20
2	000010	02	0.70	予約済み	1.20
3	000011	03	0.75	予約済み	1.20
4	000100	04	0.80	予約済み	1.20
5	000101	05	0.85	予約済み	1.20
6	000110	06	0.90	予約済み	1.20
7	000111	07	0.95	予約済み	1.20
8	001000	08	1.00	予約済み	1.20

表 6-2. LDO 出力電圧設定 (続き)

LDOx_VSET [10 進数]	LDOx_VSET [2 進数]	LDOx_VSET [16 進数]	VOUT (LDO1、LDO モード) [V]	VOUT (LDO1、パイパス モード) [V]	VOUT (LDO2、LDO モード) [V]
9	001001	09	1.05	予約済み	1.20
10	001010	0A	1.10	予約済み	1.20
11	001011	0B	1.15	予約済み	1.20
12	001100	0C	1.20	予約済み	1.20
13	001101	0D	1.25	予約済み	1.25
14	001110	0E	1.30	予約済み	1.30
15	001111	0F	1.35	予約済み	1.35
16	010000	10	1.40	予約済み	1.40
17	010001	11	1.45	予約済み	1.45
18	010010	12	1.50	1.50	1.50
19	010011	13	1.55	1.55	1.55
20	010100	14	1.60	1.60	1.60
21	010101	15	1.65	1.65	1.65
22	010110	16	1.70	1.70	1.70
23	010111	17	1.75	1.75	1.75
24	011000	18	1.80	1.80	1.80
25	011001	19	1.85	1.85	1.85
26	011010	1A	1.90	1.90	1.90
27	011011	1B	1.95	1.95	1.95
28	011100	1C	2.00	2.00	2.00
29	011101	1D	2.05	2.05	2.05
30	011110	1E	2.10	2.10	2.10
31	011111	1F	2.15	2.15	2.15
32	100000	20	2.20	2.20	2.20
33	100001	21	2.25	2.25	2.25
34	100010	22	2.30	2.30	2.30
35	100011	23	2.35	2.35	2.35
36	100100	24	2.40	2.40	2.40
37	100101	25	2.45	2.45	2.45
38	100110	26	2.50	2.50	2.50
39	100111	27	2.55	2.55	2.55
40	101000	28	2.60	2.60	2.60
41	101001	29	2.65	2.65	2.65
42	101010	2A	2.70	2.70	2.70
43	101011	2B	2.75	2.75	2.75
44	101100	2C	2.80	2.80	2.80
45	101101	2D	2.85	2.85	2.85

表 6-2. LDO 出力電圧設定 (続き)

LDOx_VSET [10 進数]	LDOx_VSET [2 進数]	LDOx_VSET [16 進数]	VOUT (LDO1、LDO モード) [V]	VOUT (LDO1、パイパス モード) [V]	VOUT (LDO2、LDO モード) [V]
46	101110	2E	2.90	2.90	2.90
47	101111	2F	2.95	2.95	2.95
48	110000	30	3.00	3.00	3.00
49	110001	31	3.05	3.05	3.05
50	110010	32	3.10	3.10	3.10
51	110011	33	3.15	3.15	3.15
52	110100	34	3.20	3.20	3.20
53	110101	35	3.25	3.25	3.25
54	110110	36	3.30	3.30	3.30
55	110111	37	3.35	3.35	3.30
56	111000	38	3.40	3.40	3.30
57	111001	39	3.40	3.40	3.30
58	111010	3A	3.40	3.40	3.30
59	111011	3B	3.40	3.40	3.30
60	111100	3C	3.40	3.40	3.30
61	111101	3D	3.40	3.40	3.30
62	111110	3E	3.40	3.40	3.30
63	111111	3F	3.40	3.40	3.30

6.3.7 割り込みピン (nINT)

パワーアップ時、nINT ピンの出力は INT_SOURCE フラグの設定の有無と INT_MASK_BUCKS レジスタ内の MASK_EFFECT ビットの設定に依存します。1 つ以上のフラグが設定されている場合、nINT ピンは Low にプルされ、「1」を書き込んでこれらのフラグがクリアされた後にのみ High に解除されます。なお、nINT ピンはプルアップ用の VIO 電圧が利用可能な場合にのみ「high」へ遷移します。

アクティブまたはスタンバイ状態では、nINT ピンはイベントまたは故障状態をホスト プロセッサに通知します。IC で故障またはイベントが発生するたびに、対応する割り込みビットが INT レジスタに設定され、オープンドレイン出力が Low に駆動されます。デバイスが初期化状態に遷移した場合、オフ要求と故障のどちらによって遷移がトリガされたかにかかわらず、nINT ピンも同様に Low になります。

故障が解消された場合、故障ビットに対して W1C(「1」を書き込むことでクリア)を実行する必要があります。また、このコマンドにより、nINT ピンを解放することもできます(Hi-Z 状態に戻る)。

故障が解消されない場合、対応するビットは設定されたままとなり、INT ピンは Low のままです。

UV 故障は、INT_MASK_UV レジスタで、レールごとに個別にマスクできます。温度センサは、MASK_CONFIG レジスタの SENSOR_x_WARM_MASK で個別にマスクできます。UV と WARM のマスクの影響は、MASK_CONFIG レジスタの MASK_EFFECT ビットでグローバルに定義されます。

RV 故障に対する nINT の反応は、MASK_CONFIG レジスタの MASK_INT_FOR_RV ビットでグローバルに定義されます。

- 00b = 状態変更なし、nINT 応答なし、ビットセットなし
- 01b = 状態変更なし、nINT 応答なし、ビットセット
- 10b = 状態変更なし、nINT 応答、ビットセット(11b と同じ)

- 11b =状態変更なし、nINT 応答、ビットセット(10b と同じ)

注意

マスキングは、デバイスやシステムにリスクをもたらします。I2C コマンドによってマスクを実行する場合、初期化状態に遷移した後、マスキング ビットは EEPROM ベースのデフォルトにリセットされます。I2C 経由で新たに SD 故障として設定された故障に対応するビットはクリアされません。

同じレールで OC 検出と UV 検出をマスクすることは推奨されていません。

6.3.8 PWM/PFM および低消費電力モード (MODE/STBY)

TPS6521505-Q1 は、I2C 制御または MODE/STBY ピンを通じて低電力モードをサポートします。ピンの構成は、MFP_2_CONFIG レジスタの MODE_STBY_CONFIG で選択します。MFP_1_CONFIG レジスタの MODE_STBY_POLARITY に書き込むことで、このピンの極性を設定します。パワーアップ後は、極性構成は変更しないでください。MODE/RESET または MODE/STBY のみを MODE として構成する必要があります。両方が MODE に構成されている場合、MODE/RESET が優先され、MODE/STBY は無視されます。

「MODE」として構成される MODE/STBY:

- 「MODE」として構成した場合、ピンの状態によって降圧コンバータのスイッチングモードが決まります。この選択は、疑似固定周波数モードにのみ適用できます。
- このピンを $t_{\text{DEGLITCH_MFP}}$ よりも長く強制的にアサートすると、降圧レギュレータは(負荷電流にかかわらず)PWM モードに強制されます。このピンを Low にデアサートすると、降圧レギュレータは PFM モードに移行できます。PFM への移行と PFM からの移行は、負荷電流によって制御されます。1 つのピンのみ、MODE/STBY または MODE/RESET のみを MODE として構成する必要があります。
- MFP_1_CONFIG レジスタのビット MODE_I2C_CTRL に書き込むことで、自動 PFM/強制 PWM の選択を制御します。
- モード変更によって状態遷移は発生しません。
- 3 基の降圧コンバータのいずれかのパワーアップ時に、モード変更はこのレールで無効となり、ランプの完了した後にのみ有効になります。

「STBY」として構成される MODE/STBY:

- このピンを $t_{\text{DEGLITCH_MFP}}$ を超えて強制的にアサートすると、STBY_1_CONFIG および STBY_2_CONFIG レジスタでオフに設定されたレールがシーケンスダウンします。このピンをデアサートすると、選択したレールが再度シーケンスされます。
- STBY 状態に移行したり、STBY 状態から抜け出す別の方法は、STBY 状態中に I2C 通信がサポートされている場合に、MFP_CTRL レジスタのビット STBY_I2C_CTRL に書き込むことです。
- MODE/STBY ピンを「STBY」として構成すると、定義によって状態遷移が発生します。
- ピンの設定に関係なく、デバイスは常にアクティブ状態に起動します。デバイスは、アクティブ状態に移行した後のみ、STBY ピンの状態または I2C コマンドに応答します。

「MODE & STBY」として構成される MODE/STBY:

- このピンは、MODE と STBY を同時に実行するように構成できます。
- このピンを $t_{\text{DEGLITCH_MFP}}$ よりも長く強制的にアサートすると、STBY_1_CONFIG および STBY_2_CONFIG レジスタでオフに設定されたレールがシーケンスダウンし、自動 PFM エントリが可能になります(疑似固定周波数モードでのみ適用)。このピンをデアサートすると、選択した複数のレールが再度オンになり、降圧レギュレータは強制的に PWM になります。この構成では、極性設定を調和させる必要があります。
- スタンバイ状態への遷移およびスタンバイ状態からの遷移が、MFP_CTRL レジスタの STBY_I2C_CTRL ビットへの書き込みによって指示された場合(スタンバイ状態中の I2C 通信がサポートされている場合)、モードの変更には、MFP_1_CONFIG レジスタの MODE_I2C_CTRL ビットへの書き込みによる別のコマンドが必要です。
- MODE/STBY ピンを「MODE&STBY」として構成すると、定義によって状態遷移が発生します。
- デフォルトでは、STBY はデアサートされ、デバイスがパワーアップ シーケンスを完了するまで、このピンは無視されます。3 基の降圧コンバータのいずれかのパワーアップ時に、モード変更はこのレールで無効となり、ランプの完了した

後にのみ有効になります。STBY ピンによって指示された状態変更は、レールがランプしているときでも反応します(初期化からアクティブへの遷移中を除く)。

ピンコマンドおよび I2C コマンドについては、以下の真理値表を参照してください。

表 6-3. MODE/STBY 構成

ピン名	ピン構成 (MODE_STBY_CONFIG)	ピンの極性 (MODE_STBY_POLARITY)	ピンの状態 (回路図)	I2C 制御 (MODE_I2C_CTRL)	結果関数
モード/スタンバイ	モード	x	x	1h	強制 PWM
モード/スタンバイ	モード	0h	L	0h	自動 PFM
モード/スタンバイ	モード	0h	H	0h	強制 PWM
モード/スタンバイ	モード	1h	L	0h	強制 PWM
モード/スタンバイ	モード	1h	H	0h	自動 PFM
モード/スタンバイ	STBY	0	L	x	STBY
モード/スタンバイ	STBY	0	H	x	アクティブ
モード/スタンバイ	STBY	1	L	x	アクティブ
モード/スタンバイ	STBY	1	H	x	STBY

6.3.9 PWM/PPM およびリセット (MODE/RESET)

このピンは代替モード ピン (MODE/STBY が STBY 機能に構成されている場合) または RESET ピンとして構成できます。ピンの構成は、MFP_2_CONFIG レジスタの MODE_RESET_CONFIG で選択します。このピンの極性は、MFP_1_CONFIG レジスタの MODE_RESET_POLARITY に書き込むことで構成できます。パワーアップ後は、極性構成は変更しないでください。MODE/RESET または MODE/STBY のみを MODE として構成する必要があります。両方が MODE に構成されている場合、MODE/RESET が優先され、MODE/STBY は無視されます。

「MODE」として構成される MODE/RESET:

- 「MODE」として構成した場合、ピンの状態によって降圧コンバータのスイッチングモードが決まります。この選択は、疑似固定周波数モードにのみ適用できます。
- このピンを $t_{\text{DEGLITCH_MFP}}$ よりも長く強制的にアサートすると、降圧レギュレータは(負荷電流にかかわらず)PWM モードに強制されます。このピンを Low にデアサートすると、降圧レギュレータは PFM モードに移行できます。PFM への移行と PFM からの移行は、負荷電流によって制御されます。1 つのピンのみ、MODE/STBY または MODE/RESET のみを MODE として構成する必要があります。
- 自動 PFM/強制 PWM の選択を制御する別の方法は、MFP_1_CONFIG レジスタのビット MODE_I2C_CTRL に書き込むことです。
- モード変更によって状態遷移は発生しません。
- 3 基の降圧コンバータのいずれかのパワーアップ時に、モード変更はこのレールで無効となり、ランプの完了した後にのみ有効になります。

「RESET」として構成される MODE/RESET:

- リセット構成では、このピンはエッジ センシティブですが、グリッチ除去時間が適用されます。その結果、このピンをトリプルし、 $t_{\text{DEGLITGLE_RESET}}$ よりも長い間ピンを保持するとリセットが発生します。
- デフォルトでは、RESET はデアサートされ、ピンまたは I2C によるリセット要求は、デバイスがアクティブ状態、スタンバイ状態、またはこれら 2 つの状態間で遷移している場合にのみ処理されます。
- TPS6521505-Q1 はウォーム リセットまたはコールド リセットをサポートします。この構成は、MFP_2_CONFIG レジスタの WARM_COLD_RESET_CONFIG ビットで行います。

- コールドリセットに構成される場合、デバイスはパワーダウンシーケンスを実行し、初期化状態に移移します。その後、故障もオフ要求もない場合、EEPROM はリロードされ、通常のパワーアップシーケンスでレールの電源が再び投入されます。コールドリセットの実行により、POWER_UP_STATUS_REG レジスタの COLD_RESET_ISSUED ビットが設定されます。このビットの読み出しにより、コールドリセットが実行されたかどうかを追跡できます。このビットは、リセットが I2C またはピンのどちらで命令されたかにかかわらず、設定されます。このビットに基づいて nINT ピンはトグルしません。W1C を書き込むと、このビットがクリアされます。
- ウォームリセットに構成される場合、有効化されたすべてのレールはオンのままですが、ダイナミック電圧変化をサポートするレールの出力電圧はブート電圧にリセットされます。具体的には、次の構成がそれぞれのブート値にリセットされます。BUCK1_VSET、BUCK2_VSET、BUCK3_VSET、LDO1_VSET、LDO2_VSET、LDO1_BYP_CONFIG、LDO2_BYP_CONFIG、VSEL_SD_I2C_CTRL。

同じレジスタ内の他のすべてのビットは、それぞれの状態のままになります。たとえば、ウォームリセット中、LDOx_LSW_CONFIG、BUCKx_BW_SEL、BUCKx_UV_THR_SEL、MFP_1_CONFIG レジスタビットはリセットされません。

WARM リセットは VSEL_SD ピン コマンドを上書きしません。つまり、ウォームリセットが発生した場合でも、VSEL_SD ピンが 1.8V-LDO モードを指示していると、その値は有効です。

- それぞれビット WARM_RESET_I2C_CTRL に書き込むと、MFP_CTRL レジスタの COLD_RESET_I2C_CTRL ビットもリセットをトリガします。

注

シャットダウン故障とオフ要求は、リセット要求よりも優先されます。これらのいずれかと同時にリセット要求が発生した場合、デバイスは初期化状態に入り、起動するには新たにオン要求が必要になります。

ピンまたは I2C によるリセット要求は、アクティブ状態、スタンバイ状態、またはこれら 2 つの状態間の遷移でのみ処理されます。

ピンコマンドおよび I2C コマンドについては、以下の真理値表を参照してください。

表 6-4. MODE/RESET 構成

ピン名	ピン構成 (MODE_RESET_CONFIG)	ピンの極性 (MODE_RESET_POLARITY)	ピンの状態 (回路図)	I2C 制御 (MODE_I2C_CTRL)	結果関数
モード / リセット	モード*	x	x	1h	強制 PWM
モード / リセット	モード*	0h	L	0h	自動 PFM
モード / リセット	モード*	0h	H	0h	強制 PWM
モード / リセット	モード*	1h	L	0h	強制 PWM
モード / リセット	モード*	1h	H	0h	自動 PFM
モード / リセット	リセット	0	L	x	リセット
モード / リセット	リセット	0	H	x	通常動作
モード / リセット	リセット	1	L	x	通常動作
モード / リセット	リセット	1	H	x	リセット

モードの * は、MODE/RESET と MODE/STBY の両方が「モード」に設定されている場合、MODE/RESET ピンが優先され、したがって、監視されるピンが MODE/RESET になることを示します。

6.3.10 電圧選択ピン (VSEL_SD/VSEL_DDR)

このピンの機能は、MFP_1_CONFIG の VSEL_DDR_SD によって構成されます。

VSEL_SD として構成した場合、LDO1 はピンによって制御されます。パワーアップ後は、構成は変更しないでください。

VSEL_SD/VSEL_DDR を「VSEL_SD」として構成:SD カード IO の選択:

このピンの極性は、MFP_1_CONFIG レジスタの VSEL_SD_POLARITY に書き込むことで構成できます。ピンを切り替えると、選択した LDO の出力電圧が、ハードコーディングされた 1.8V と LDOx_VOUT に構成された電圧の間で変化します。SD カード IO 電源の場合、LDOx_VOUT を 3.3V に構成する必要があります。VSEL_SD ステータスの変更によって状態遷移は発生しません。

注意

SD カード構成では、起動時に LDO が 3.3V を供給するように、ピンの極性を構成し、ピンを駆動する必要があります。

VSEL_SD/VSEL_DDR を「VSEL_DDR」として構成:

このピンを High にすると、Buck3 の出力電圧が 1.35V (DDR3LV) に設定され、ピンをフローティングにすると、Buck3 の出力電圧が 1.2V (DDR4、LP-DDR3、一部の LP-DDR2) に設定され、このピンを Low にすると、BUCK3_VOUT で構成された Buck3 電圧の出力電圧が設定されます。LP-DDR4 の場合、BUCK3_VOUT を 1.1V に構成する必要があります。

注意

この機能はハードワイヤードにする必要があるため、動作中に変更しないでください。

注意

I2C コマンドを使用して SD カードの LDO1 を切り替える場合、SD カードの IO 電圧を供給するようにアプリケーションで LDO1 を構成する必要があります。ピンが VSEL_DDR として構成されている場合、VSEL_SD_POLARITY ビットは無効です。

以下の表に、さまざまな組み合わせを示します。

表 6-5. VSEL_SD/VSEL_DDR 構成オプション

ピン構成 (VSEL_DDR_SD)	ピンの極性 (VSEL_SD_POLARITY)	レールの選択	ピンの状態 (回路図)	I2C 制御 (VSEL_SD_I2C_CTRL)	結果関数
DDR	該当なし	LDO1 (I2C 制御を使用)	L	0h:LDOx = 1.8V 1h:LDOx = LDOx_VSET	BUCK3 = Buck3_VSET
DDR	該当なし	LDO1 (I2C 制御を使用)	オープン	0h:LDOx = 1.8V 1h:LDOx = LDOx_VSET	BUCK3 = 1.2 V
DDR	該当なし	LDO1 (I2C 制御を使用)	H	0h:LDOx = 1.8V 1h:LDOx = LDOx_VSET	BUCK3 = 1.35
SD	0	LDO1	L	x	LDO1 = 1.8V (LDO モード)
SD	0	LDO1	H	x	LDO1 = LDO1_VSET
SD	1	LDO1	L	x	LDO1 = LDO1_VSET
SD	1	LDO1	H	x	LDO1 = 1.8V (LDO モード)

6.3.11 汎用入力または出力 (GPO1、GPO2、GPIO)

GPO1 および GPO2 ピンは常に出力として構成されます。

GPIO ピンは入力/出力ですが、入力機能はマルチ PMIC 構成でのみ使用されます。シングル PMIC 構成では、通常このピンを出力として使用できます。状態は、MFP_CTRL レジスタの GPIO_STATUS ビットをポーリングすることで、読み取ります。

GPIO ピンの I/O 構成は、MFP_1_CONFIG レジスタの MULTI_DEVICE_ENABLE ビットによって行われます。

出力として構成されている場合、このピンを使用して外部レールをシーケンスできます。GP(I)O を電源シーケンスに含めるか、GENERAL_CONFIG レジスタの GPOx_EN または GPIO_EN ビットに書き込んで I2C インターフェイス経由で制御します。起動すると、GPO は High に解除されます。

より多くのレールを供給する必要があり、同期のために複数の TPS6521505-Q1 が必要な場合、GPIO 機能を使用します。使用方法については、「アプリケーション」セクションを参照してください。詳細については、「マルチ PMIC 動作」セクションを参照してください。

これらのピンの極性は変更できません。

6.3.12 I²C 互換インターフェイス

TPS6521505-Q1 のデフォルト I²C 7 ビットデバイス アドレスは 0x30 (バイナリでは 0b0110000) に設定されていますが、必要に応じてマルチ PMIC 操作などに変更できます。

I²C 互換同期シリアル インターフェイスにより、デバイスの構成可能な機能およびレジスタにアクセスできます。このプロトコルは、2 線式インターフェイスにより、バスに接続されたデバイス間の双方向通信を実現します。2 つのインターフェイスラインは、シリアル データライン (SDA) とシリアル クロックライン (SCL) です。バス上の各デバイスは、固有のアドレスを割り当てられ、シリアル クロック SCL を生成するか受信するかに応じて、コントローラまたはターゲットとして動作します。SCL および SDA ラインは、それぞれライン上にプルアップ抵抗を配置して、バスがアイドル状態でも HIGH に維持する必要があります。VIO が 3.3V または 1.8V の場合、TPS6521505-Q1 はスタンダード モード (100kHz)、ファスト モード (400kHz)、ファスト モード+ (1MHz) をサポートします。

6.3.12.1 データの有効性

SDA ラインのデータは、クロック信号 (SCL) の HIGH 期間中は安定している必要があります。言い換えれば、データラインの状態は、クロック信号が LOW のときにのみ変更する必要があります。

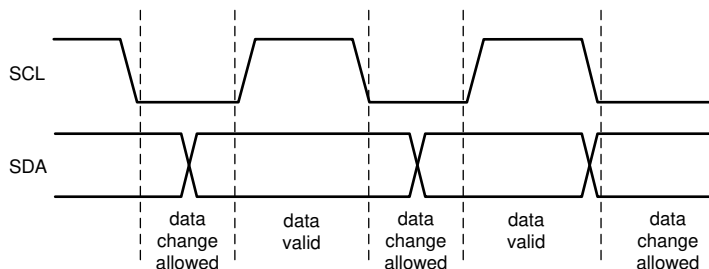


図 6-5. データ有効性を示す図

6.3.12.2 START 条件と STOP 条件

このデバイスは、I²C 互換のシリアル インターフェイス経由で制御されます。START 条件と STOP 条件により、I²C セッションの開始と終了を規定します。START 条件は、SCL ラインが HIGH の間に SDA が HIGH から LOW へ移行することと定義されています。STOP 条件は、SCL ラインが HIGH の間に SDA が LOW から HIGH へ移行することと定義されています。I²C コントローラは常に START 条件と STOP 条件を生成します。

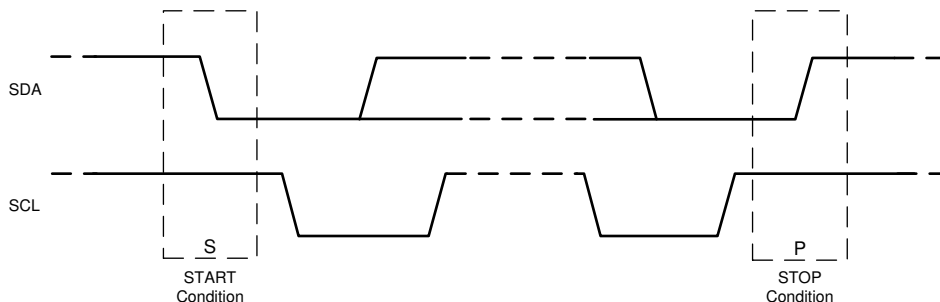


図 6-6. 開始と停止のシーケンシング

I²C バスは、START 条件の後にはビジー状態とみなされ、STOP 条件の後にはフリーとみなされます。I²C コントローラ デバイスは、データ転送中に繰り返し START 条件を生成することができます。START 条件と REPEAT-START 条件は、機能的には同じです。図 6-7 は、I²C 互換バスにおける SDA と SCL の信号タイミングを示しています。タイミング値については仕様のセクションを参照してください。

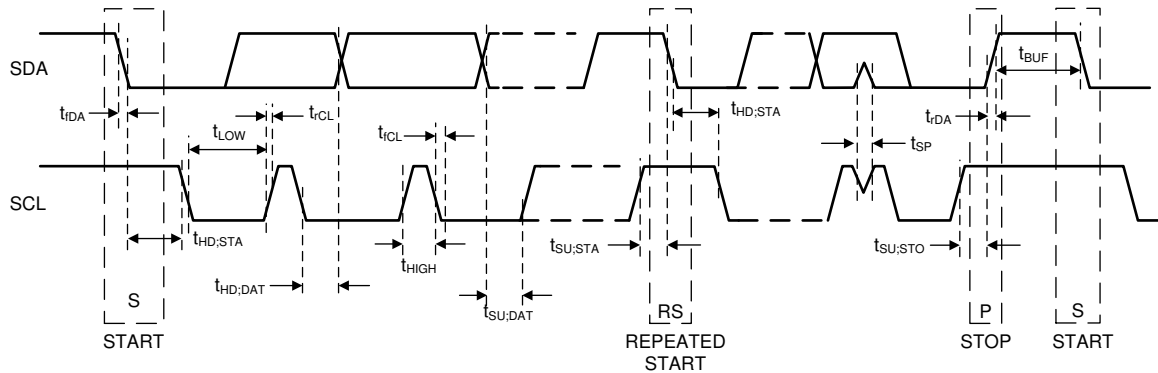


図 6-7. I²C 互換タイミング

6.3.12.3 データの転送

SDA ライン上の各バイトは 8 ビット長にする必要があり、最上位ビット (MSB) が最初に転送されます。データの各バイトには、アクノリッジ・ビットが続きます。アクノリッジ関連のクロック パルスはコントローラ デバイスにより生成されます。アクノリッジクロック パルスの間に、コントローラ デバイスは SDA ライン (HIGH) を解放します。デバイスは、9 回目のクロックパルスの間に SDA ラインをプルダウンして、アクノリッジを通知します。このデバイスは、各バイトが受信された後、アクノリッジを生成します。

各バイトの後というアクノリッジの規則には、例外が 1 つあります。コントローラ デバイスがレシーバのときには、フォロワーからクロックされた最後のバイトに否定応答すること (ネガティブ アクノリッジ) により、トランスミッタにデータの終了を通知する必要があります。このネガティブ アクノリッジには、アクノリッジ クロック パルス (コントローラ デバイスが生成) も含まれますが、SDA ラインはプルダウンされません。

START 条件の後、バス コントローラ デバイスはチップ アドレスを送信します。このアドレスは 7 ビット長で、8 番目のビットがデータ方向ビット (読み取りまたは書き込み) として続きます。8 番目のビットについては、0 は書き込み動作、1 は読み取り動作を示します。2 番目のバイトで、データが書き込まれるレジスタを選択します。3 番目のバイトには、選択したレジスタに書き込むデータが含まれます。図 6-8 は、デバイス アドレス 110000-Bin = 60Hex のビットフォーマットの例を示します。

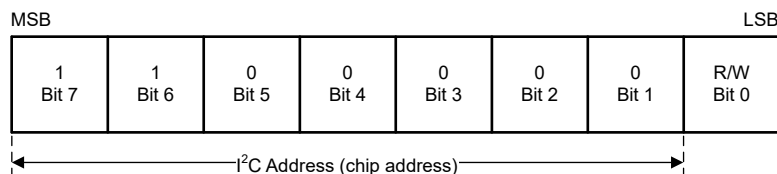


図 6-8. デバイス アドレス例

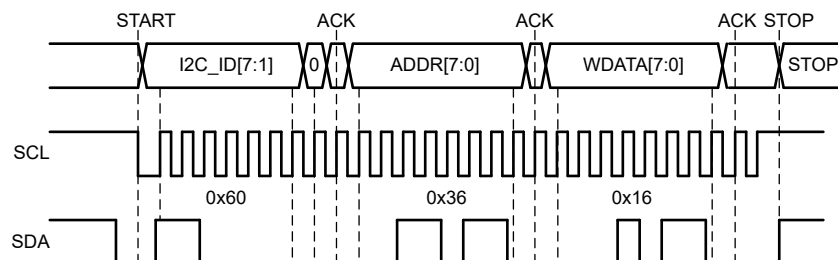
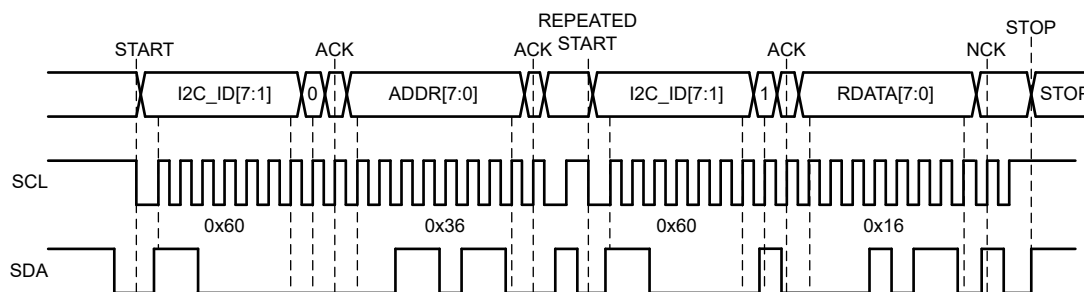


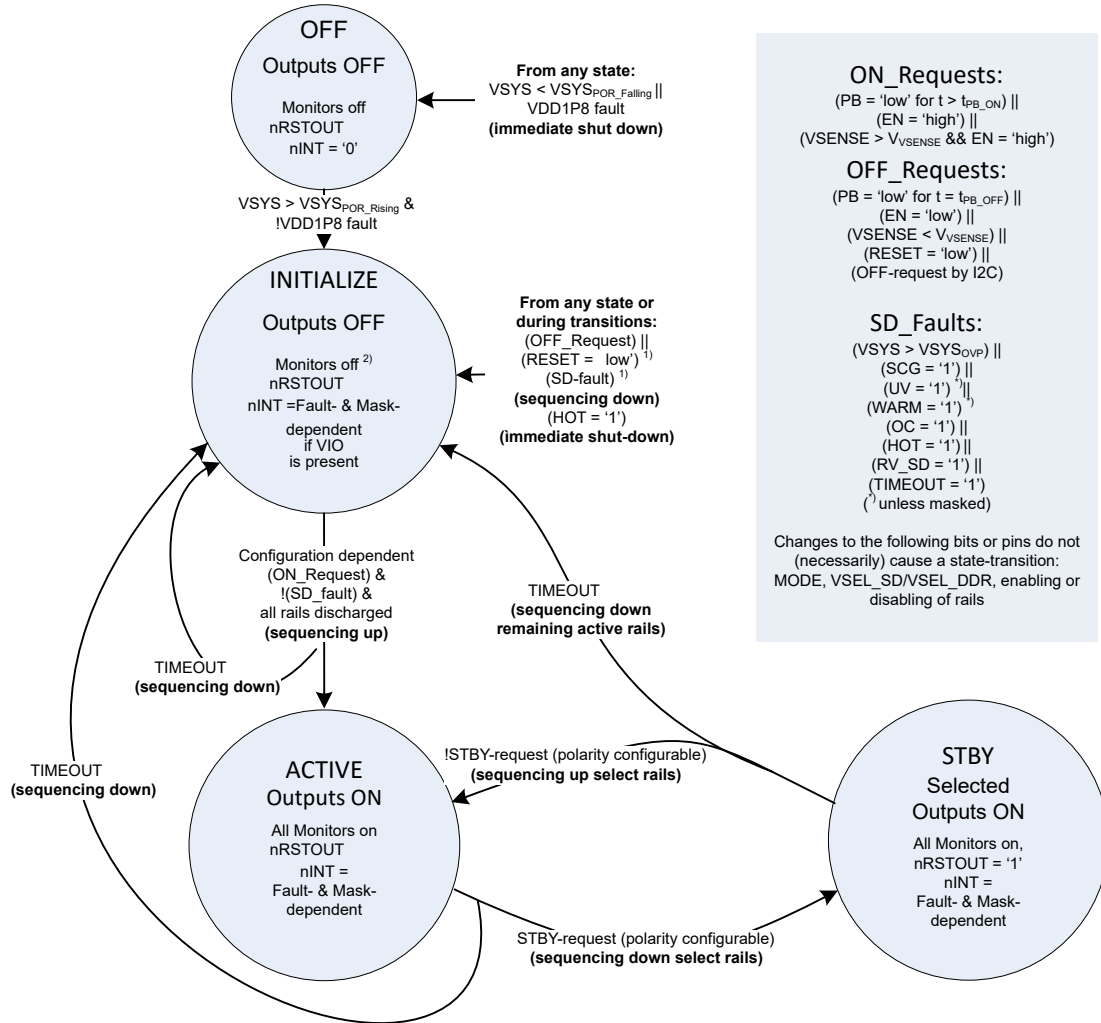
図 6-9. CRC なしの I²C 書き込みサイクル



READ 機能を実行するためには、上記のように、READ 機能に先立って WRITE 機能を実行する必要があります。

図 6-10. CRC なしの I²C 読み取りサイクル

6.4 デバイスの機能モード



- 1) in case of a RESET or a SD-fault, the device transitions from INITIALIZE state to the ACTIVE state without a new Push-button-ON_Request. In EN or VSENSE configuration, the ON-request must still be valid to transition to ACTIVE state.
- 2) If INITIALIZE state was entered due to a Thermal-Shut-Down, the temperature monitors remain active until the temperature on all sensors fell below T_{WARM} threshold. Thermal-Shut-Down causes immediate shut-shutdown, no sequencing down

図 6-11. 状態遷移図

6.4.1 動作モード

6.4.1.1 OFF 状態

オフ状態では、PMIC に電力が十分に供給されません。内部ロジックも外部レールも使用できません。VSYS が VSYS_POR 電圧を上回り、1.8V 内部レール (VDD1P8) がレギュレーション状態にある場合、デバイスは初期化状態に入ります。

6.4.1.2 初期化状態

初期化状態では、EN/PB/VSENSE 入力を監視するいくつかの回路を除き、デバイスは完全にシャットダウンされます。初期化状態に移行するたびに、PMIC はメモリを読み出し、レジスタを EEPROM のデフォルト値にロードします。I²C 通信インターフェイスはオフになります。

温度センサのいずれかが T_{WARM_Rising} スレッシュホールドを上回り、WARM 検出がマスクされていない場合、初期化状態への移行が制御されます。

EEPROM のロードには約 2.3ms かかります。パワーアップ シーケンスは EEPROM のロード後、すべてのレールが V_{BUCKx_SCG_TH} およびそれぞれが V_{LDOx_SCG_TH} スレッシュホールド以下に放電された場合に開始されます。

オフ状態から初期化状態に移行した場合、POWER_UP_STATUS_REG レジスタの POWER_UP_FROM_OFF ビットが設定され、write-1-clear が発行されるまで設定されたままになります。このビットの読み出しにより、オフ状態から初期化状態に移行したのか、シャットダウン故障またはオフ要求のために移行したのかを判定できます。

初期化状態では、nINT ピンのステータスは、故障の有無とそのマスキングにより決まります。障害が発生しておらず、またはそれらの nINT に対する反応がマスクされている場合、プルアップ用の VIO 電圧 が利用可能であれば、nINT ピンは High になります。

初期化状態からアクティブ状態に遷移するには、次のいずれかのオン要求が発生する必要があります。

- EN 入力が「High」になること (EN/PB/VSENSE が「EN」または「VSENSE」として構成されている場合)
- PB 入力が少なくとも t_{PB_ON_SLOW}、それぞれ t_{PB_ON_FAST} 以上の時間、「Low」になること (EN/PB/VSENSE が「PB」として構成されている場合)

注

DISCHARGE_CONFIG レジスタは、アクティブまたはスタンバイ状態から初期化状態に入る際の RESET から意図的に除外されます。オフ状態から初期化状態に移行すると、EEPROM の内容がロードされます。電源投入後に放電構成が変更された場合、初期化状態がオフ状態から移行したのか、アクティブまたはスタンバイ状態から移行したのかによって、異なる起動動作が発生します。

6.4.1.3 アクティブ状態

アクティブ状態は、システムが稼働しているときの通常の動作モードです。すべての有効な降圧コンバータと LDO は動作し、I²C インターフェイスにより制御できます。ウェークアップイベント後、PMIC は放電構成にかかわらず、出力上の潜在的な残留電圧を放電します。アクティブ状態は、STBY ピンを high にデアサートするか、または I²C コマンドによって、スタンバイ状態から直接入力することができます。詳細については、STBY 状態の説明を参照してください。スタンバイ状態に遷移するには、STBY ピンを強制的に変更するか、MFP_CTRL レジスタの STBY_I2C_STBY への I²C コマンドを発行する必要があります。

初期化状態に遷移するには、次の OFF_Requests のいずれかが発生する必要があります。

- EN 入力は「low」 (EN/PB/VSENSE が「EN」または「VSENSE」として構成されている場合)
- PB 入力は少なくとも t_{PB_OFF} の間、「LOW」にプルされます (EN/PB/VSENSE が「PB」として構成されている場合)
- I²C のオフ要求が発行されます

アクティブ状態の間にシャットダウン故障 (SD_Fault) が発生すると、TPS6521505-Q1 アクティブ出力をシーケンスダウンして、初期化状態に遷移します。デバイスは、新しいプッシュボタンオン要求なしにアクティブ状態に遷移します。EN または VSENSE の構成では、アクティブ状態に遷移するために、オン要求がまだ有効である必要があります。

6.4.1.4 STBY 状態

STBY 状態は、システムのスタンバイをサポートするための低消費電力モードです。MODE/STBY ピンが「STBY」として設定されている場合、または MFP_CTRL レジスタの STBY_I2C_CTRL への I²C コマンドによってこのモードに入ります。通常、この状態では SoC に必要なレールを除き、大半のパワー レールがオフになります。STBY 状態でオンに維持される電源レールは、STBY_1_CONFIG および STBY_2_CONFIG レジスタで設定できます。

モニタリング機能はすべて使用できます。低電圧 (UV)、GND 短絡 (SCG)、過電流 (OC) 検出、過熱警告 (WARM) とサーマル シャットダウン (TSD/HOT) はアクティブのままです。

STBY がアサート解除された場合、または I2C コマンドを受信した場合 (VIO 電源がアクティブのままの場合)、デバイスはアクティブ状態に移行します。スタンバイからアクティブにシーケンスを開始する前に、無効なレールが放電されます。これが 80ms 以内に完了しない場合、もタイムアウト状態になり、初期化状態に遷移します。デバイスは、INT_TIMEOUT_RV_SD レジスタの TIMEOUT ビットと、シャットダウンを引き起こしたレールのフォルト フラグを設定します。

スタンバイ状態の開始および終了シーケンスは、それぞれパワーダウンおよびパワーアップ時と同じです。STBY のままになっているレールはスキップされますが、それらのレールのそれぞれのスロットは引き続き実行されます。

注意

本デバイスは、STBY よりも先にアクティブ状態に入る必要があり、初期化状態から STBY 状態に直接遷移できません。

注意

本デバイスは、STBY 状態で以前にディセーブルされたレールをオンにすることはありません。スタンバイ状態での動作には、LDOx_EN / BUCKx_EN と LDOx_STBY_EN/BUCKx_STBY_EN の AND 条件の組み合わせが必要です。

注意

進行中のシーケンスに関連するレジスタを I2C コマンドで変更しないでください！

初期化状態への遷移を開始した後、NVM 以外のビットには約 80us の間アクセスできません。

6.4.1.5 フォルト処理

検出可能な故障

TPS6521505-Q1 は、さまざまな故障検出機能を備えています。デフォルトでは、すべての故障検出によりシーケンシングされたシャットダウンが実行されます。一部の故障はマスク可能であり、マスクされた故障に対する動作は構成可能です。

本デバイスは、電源電圧 (VSYS) および内部電源電圧 (VDD1P8) に関して、以下の故障検出機能を提供します：

- VSYS の低電圧、オフ状態に遷移するか、起動を抑制
- VSYS の過電圧保護、オフ状態に遷移します
- 内部 1.8V 電源 (VDD1P8) の低電圧または過電圧、オフ状態に遷移するか、起動を抑制。

これらの故障はすべてマスク不可です。

TPS6521505-Q1 は、降圧コンバータおよび LDO 出力に対して、以下の故障検出機能を提供します：

- 低電圧検出 (UV)
- 正電流および (降圧コンバータの場合) 負電流制限に基づく過電流検出 (OC)
- GND 短絡 (SCG) 検出
- 温度警告 (WARM) および熱シャットダウン (TSD/HOT)
- 残留電圧 (RV) および残留電圧によるシャットダウン (RV_SD)
- タイムアウト (TO)

SCG、OC、HOT、RV_SD、TO はマスクできません。これらのいずれかが発生すると、デバイスはパワーダウンします。正電流制限と負電流制限は、レギュレータごとに同じマスクビットを共有します。

UV、RV、および WARM に対する反応は構成可能です。マスクされていない場合、故障が発生するとシーケンシングされたシャットダウンが実行されます。UV、RV、WARM は、それぞれ INT_MASK_BUCKS、INT_MASK_LDOS、INT_MASK_WARM レジスタにおいて、レギュレータごとに個別にマスク可能です。マスクされた故障が発生した場合、状態遷移は発生しません。ビットがセットされるかどうか、および nINT が low にプルダウンされるかどうかは、MASK_CONFIG レジスタ内の MASK_EFFECT ビットによってグローバルに設定できます。正電流制限と負電流制限は、レギュレータごとに同じマスクビットを共有します。

- 00b = 状態変更なし、nINT 応答なし、ビットセットなし
- 01b = 状態変更なし、nINT 応答なし、ビットセット
- 10b = 状態変更なし、nINT 応答、ビットセット(11b と同じ)
- 11b = 状態変更なし、nINT 応答、ビットセット(10b と同じ)

シャットダウン条件に対応する故障が発生した場合、故障ビットは I2C を介して W1C (write-one-clear) 操作が実行されるまでアサートされたままとなります(故障がすでに解消されていることが前提です)。シャットダウン故障が発生した場合、新たにオン要求を行う必要はありません。EN/VSENSE が High のままで、再起動にプッシュボタンの押下が必要ない限り、故障が解消されるとデバイスは自動的に電源投入シーケンスを実行します。

シャットダウン条件ではない故障(例えば故障がマスクされている場合など)については、初期化状態へ移行するとビットがクリアされます。

熱警告およびシャットダウン

熱スレッシュホールドには過熱警告(WARM)とサーマル シャットダウン(TSD/HOT) の 2 種類があります。

- 過熱警告、WARM スレッシュホールド:
- 温度が T_{WARM_Rising} スレッシュホールドを超える場合、SENSOR_x_WARM ビットが設定され、PMIC シーケンシングが停止します(マスクされている場合を除く)。
- 温度が $T_{WARM_Falling}$ スレッシュホールドを下回る場合、新しい Push-button-ON_Request なしで、デバイスが再び起動します。EN または VSENSE の構成では、アクティブ状態に遷移するために、オン要求がまだ有効である必要があります。
- 温度が T_{WARM_Rising} スレッシュホールドを超えても、SENSOR_x_WARM_MASK ビットが設定されている場合、PMIC はアクティブ状態のままです。故障報告は、MASK_EFFECT ビット の設定に従って実行されます。プロセッサは、電源を順次オフにするか、実行中のアプリケーションを制限して電力消費を抑えることで、可能な限りサーマル シャットダウンの発生を回避する判断を下します。
- サーマル シャットダウン、HOT スレッシュホールド。WARM スレッシュホールドがマスクされている場合に適用可能:
- 温度が T_{HOT_Rising} スレッシュホールドを超えると、SENSOR_x_HOT ビットが設定され、PMIC はすべてのレールの電源を直ちにオフにします。このパワーダウンは同時に行われ、シーケンス化されません。
- すべてのセンサが WARM 検出用にマスクされている(すべての SENSOR_x_WARM_MASK ビットが設定されている)場合、温度が $T_{HOT_Falling}$ スレッシュホールドを下回ると、有効なオン要求が存在する場合、PMIC は電源をバックアップします。
- いずれかのセンサが WARM 検出用にマスクされていない場合、温度が $T_{WARM_Falling}$ スレッシュホールドを下回ると、新しい Push-button-ON_Request なしで、PMIC が電源をバックアップします。EN または VSENSE の構成では、アクティブ状態に遷移するために、オン要求がまだ有効である必要があります。

残留電圧

残留電圧チェックは、初期化からアクティブへの遷移開始前、およびレールが有効化される前の任意の時点で、シーケンス中、I2C コマンドの使用、またはスタンバイからアクティブへの遷移中など、さまざまな状況で実行されます。RV チェックはシーケンス中にも実行され、無効と見なされるレールが別のレールによってプルアップされているかどうかを検出します。RV 故障の処理は、故障が発生したときの状況によって異なります:

- 初期化をアクティブに:
 - シーケンスの実行前に 4ms~5ms を超える残留電圧が検出された場合、INT_RV レジスタの INT_RV_IS_SET ビットと LDOx_RV レジスタの BUCKx_RV ビットが設定され、後で放電が成功してオン要求が実行された場合でも、設定されたままになります。

- シーケンス中に残留電圧が検出された場合、これはシャットダウン故障となり、スロット持続時間の終了時に、デバイスはパワーダウンシーケンシングを開始します。デバイスは、該当の `INT_TIMEOUT_RV_SD_IS_SET` を `INT_SOURCE` レジスタに、`LDOx_RV_SD` を `BUCKx_RV_SD` ビットに、`TIMEOUT` ビットを `INT_TIMEOUT_RV_SD` レジスタに設定します。
- アクティブをスタンバイに:
 - アクティブな放電が無効化されて、パワーダウン スロット持続時間の 8 倍後に残留電圧が検出された場合、シャットダウン故障が構成されます。デバイスはスロットの終わりにシーケンス ダウンします。デバイスは、`INT_TIMEOUT_RV_SD_IS_SET` を `INT_SOURCE` レジスタに、`LDOx_RV_SD` を `BUCKx_RV_SD` ビットに、`TIMEOUT` ビットを `INT_TIMEOUT_RV_SD` レジスタに設定します。
 - シーケンス中に残留電圧が検出された場合、シャットダウン故障となります。デバイスはスロット持続時間の終了時にシーケンス ダウンし、`INT_TIMEOUT_RV_SD_IS_SET` ビットを `INT_SOURCE` レジスタに、`LDOx_RV_SD` をそれぞれ `INT_TIMEOUT_RV_SD` レジスタの `BUCKx_RV_SD` ビットにセットします。
- スタンバイをアクティブに:
 - シーケンスの実行前に 4ms~5ms を超える残留電圧が検出される場合、デバイスは `INT_RV_IS_SET` ビットを `INT_Source` レジスタおよび `LDOx_RV` に、`BUCKx_RV` ビットを `INT_RV` レジスタに設定します。タイムアウトが経過する前に放電が成功し、スタンバイからアクティブへのシーケンスが実行された場合でも、このビットは設定されたままです。
 - シーケンスの実行前に 80ms を超える前に残留電圧が検出される場合、これはシャットダウン故障となります。デバイスはシーケンス ダウンし、`INT_TIMEOUT_RV_SD_IS_SET` ビットを `INT_SOURCE` レジスタおよび `LDOx_RV_SD` に、`BUCKx_RV_SD` ビットを `INT_TIMEOUT_RV_SD` レジスタに設定します。さらに、デバイスは `TIMEOUT` ビットを `INT_TIMEOUT_RV_SD` レジスタに設定します。
 - シーケンス中に残留電圧が検出された場合、シャットダウン故障となります。デバイスはスロット持続時間の終了時にシーケンス ダウンし、`INT_TIMEOUT_RV_SD_IS_SET` ビットを `INT_SOURCE` レジスタに、`LDOx_RV_SD` をそれぞれ `INT_TIMEOUT_RV_SD` レジスタの `BUCKx_RV_SD` ビットにセットします。この場合、`TIMEOUT` ビットは設定されません。
- アクティブを初期化に、またはスタンバイを初期化に
 - 各レールのパワーダウン スロット時間の終わりに残留電圧が検出されると、次のレールをスロット持続時間の最大 8 倍の時間無効化できますが、残留電圧に関係なくパワー シーケンスは続行されます。この場合、ビットは設定されません。
- RV ビットの MASKING
 - 残留電圧を検出した場合の `nINT` ピン動作の応答は、`MASK_CONFIG` レジスタの `MASK_INT_FOR_RV` ビットにより、`LDOx_RV` ビットと `BUCKx_RV` ビットに対してマスクできます。
 - 残留電圧検出の場合のビットもシャットダウン故障の応答も、それぞれ `BUCKx_RV_SD` ビットに対してマスクできません。
- タイムアウト
 - 残留電圧が時間内に放電されない場合、タイムアウトが発生します。`INT_TIMEOUT_RV_SD` レジスタの `TIMEOUT` ビットが設定されます。上記の詳細を参照してください。

注

レールのアクティブ放電が無効化される場合、スロット持続時間内にレールの放電が失敗しても、次のレールの無効化は実行されません。

パワーダウン時に、デバイスは放電が無効化されたレールに `RV` ビットも `RV_SD` ビットも設定しません。

注意

放電に失敗したシーケンスの前、パワーアップ シーケンシングの間、アクティブまたはスタンバイ状態のいずれであっても、検出されたシャットダウン故障は、リトライ カウンタ (POWER_UP_STATUS_REG レジスタの RETRY_COUNT) がインクリメントされます。デバイスはパワーアップを 2 回リトライします。両方が失敗した場合、リトライ カウンタをリセットするために VSYS の電源サイクルが必要です。電源投入が成功すると、リトライ カウンタもリセットされます。

故障がマスクされていてシャットダウンできない場合、リトライ カウンタはインクリメントされません。

リトライ カウンタを無効化するには、INT_MASK_UV レジスタの MASK_RETRY_COUNT ビットを設定します。このビットを設定すると、デバイスは無限に再試行を続けます。

以下の表には、マスクされていない場合のアクティブ状態とスタンバイ状態における故障の動作と、故障がマスク可能かについての概要が記載されています。

注意

故障のマスキングはデバイスやシステムにリスクをもたらす可能性があり、このリスクには出力が予備バイアスされて起動することが含まれますが、これに限定されません。

TI では、同じレール上で OC 検出と UV 検出をマスクしないことを強く推奨しています。

表 6-6. フォルト処理

ブロック	フォルト	アクティブまたはスタンバイ状態 (故障がマスクされていない場合)	アクティブまたはスタンバイ状態 (故障がマスク されている場合)
降圧と LDO	残留電圧 - シャットダウン故障 - RV_SD *)	故障は、初期化状態までのシーケ ンス シャットダウンをトリガします	マスク不可能
降圧と LDO	残留電圧 - RV	故障は状態変化をトリガしません	故障は状態変化をトリガしません
降圧と LDO	タイムアウト - TO *)	故障は、初期化状態までのシーケ ンス シャットダウンをトリガします	故障は状態変化をトリガしません
降圧と LDO	低電圧 - UV	故障は、初期化状態までのシーケ ンス シャットダウンをトリガします	故障は状態変化をトリガしません
降圧と LDO	過電流 - OC	故障は、初期化状態までのシーケ ンス シャットダウンをトリガします	マスク不可能
降圧と LDO	GND 短絡 - SCG	故障は、初期化状態までのシーケ ンス シャットダウンをトリガします	マスク不可能
降圧と LDO	温度警告 - WARM	故障は、初期化状態までのシーケ ンス シャットダウンをトリガします	あり
降圧と LDO	温度シャットダウン - HOT	故障は初期化状態への即時シャッ トダウンをトリガします (シーケンス なし)	マスク不可能
VSYS	低電圧 - UV	故障はオフ状態への即時シャッ トダウンをトリガします (シーケンスな し)	マスク不可能
VSYS	過電圧 - OV	故障はオフ状態への即時シャッ トダウンをトリガします (シーケンスな し)	マスク不可能

表 6-6. フォルト処理 (続き)

ブロック	フォルト	アクティブまたはスタンバイ状態 (故障がマスクされていない場合)	アクティブまたはスタンバイ状態 (故障がマスク されている場合)
VDD1P8	低電圧または過電圧 - UV また は OV	故障はオフ状態への即時シャット ダウンをトリガします (シーケンスな し)	マスク不可能

*) RV_SD およびタイムアウト故障は、シーケンス中にのみ発生します

6.5 マルチ PMIC 動作

GPIO (ピン#16) は入力/出力デジタル ピンですが、入力機能はマルチ PMIC 構成でのみ使用されます。このピンは、シングル PMIC 用に構成すると GPO (汎用出力) として動作し、マルチ デバイス用に構成すると GPIO (汎用入出力) として動作します。この設定はレジスタ フィールド **MULTI_DEVICE_ENABLE** (アドレス 0x1F) で行うことができます。「マルチデバイス」用に構成しているとき、GPIO は、追加のルールを必要とするアプリケーション向けに、複数の TPS6521505-Q1 デバイスのパワーアップおよびパワーダウンシーケンスを同期できます。GPIO ピンは、各 PMIC のステータスを示し、各 PMIC を同じ状態とシーケンス スロットに維持するために使用されます。各シーケンス スロットの開始時に、すべての TPS6521505-Q1 PMIC は GPIO ピンを Low に駆動します。シーケンス スロット持続時間が終了し、そのスロットのすべてのルールが UV スレッシュホールドに達すると、デバイスは GPIO ピンを解放します。両方のデバイスが GPIO を High に解放すると、内部シーケンサーは一緒に次のシーケンス スロットに進みます。両方の PMIC は常に同じパワーアップまたはパワーダウンスロット内にあるため、各 PMIC からの複数のルールを同じシーケンス スロットに同期されます。[図 6-12](#) に、マルチ PMIC 動作の同じ入力電源 (VSYS)、EN ピン、GPIO を共有する、2 つの TPS6521505-Q1 デバイスの PDN の例を示します。

複数の TPS6521505-Q1 PMIC を同期するときの要件

- 各 PMIC の GPIO を互いに接続して、同じプルアップ抵抗を共有する必要があります。プルアップ抵抗は、最大許容立ち上がり時間 t_{RISE_GPIO} と GPIO ラインの容量を組み合わせ、同期を可能にするように選択する必要があります。
- EN/PB/VSENSE ピンは、同じ外部オン要求を共有して接続する必要があります。このピンには同じ構成 (同じピン構成、グリッチ除去、FSD) が必要です。
- TPS6521505-Q1 PMIC すべてが同じ VSYS 電源を共有している必要があります。
- 各 TPS6521505-Q1 PMIC が同じ I2C バスに接続されている場合、それぞれ異なる I2C アドレスを持つ必要があります。2 番目の PMIC の I2C アドレスは、レジスタフィールド **I2C_ADDRESS** で変更できます。アドレスを変更したら、新しい値を NVM に永続的に保存する必要があります。プログラミング手順については、NVM プログラミングを参照してください。

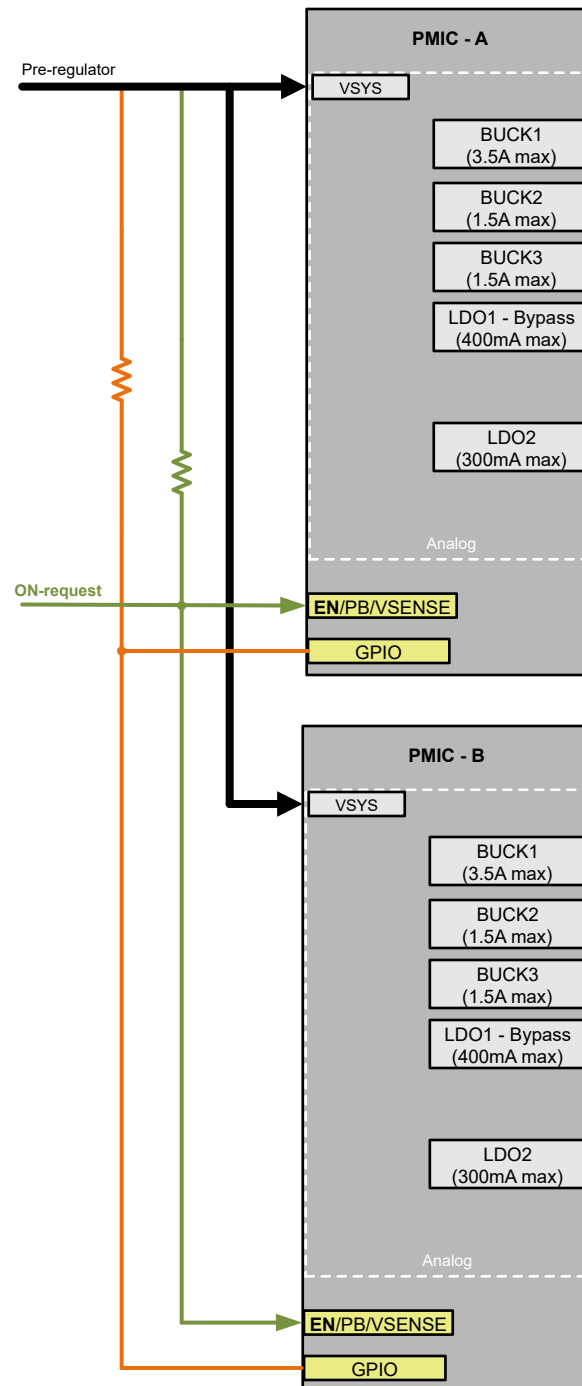


図 6-12. マルチ PMIC 構成の例

注

- PMIC 間の同期時間により、「パワーアップおよびパワーダウン」セクションで説明されているスロット持続時間タイムアウトが追加されます。パワーアップ故障が発生した場合、マルチ PMIC 構成では、タイムアウト `tTIMEOUT_UV_SLOT` が 3ms~4ms 後に発生します。放電障害が原因でパワーダウン故障が発生した場合、マルチ PMIC 構成でタイムアウトが 20ms~26ms 後に発生します。
- マルチ PMIC 構成では、GPIO_EN および GPIO_STBY_EN ビットは無視されます。

図 6-13 に、パワーアップシーケンスが実行される前の、初期化状態の 2 つの PMIC 間の同期を示します。初期化状態の間、オン要求を受信する前に、デバイスは GPIO を Low に保持します。GPIO はオン要求を受信したときのみ解放されます。オン要求を駆動する外部信号は、両方のデバイスの EN/PB/SENSE ピンに接続する必要があります。両方のデバイスが初期化状態になり、両方のデバイスがオン要求を受信すると、PMIC はパワーアップシーケンスの実行を進めます。この手法により、それぞれの内部ブートアップ時間が異なる場合でも、両方のデバイスで同時にパワーアップシーケンスを開始することができます。

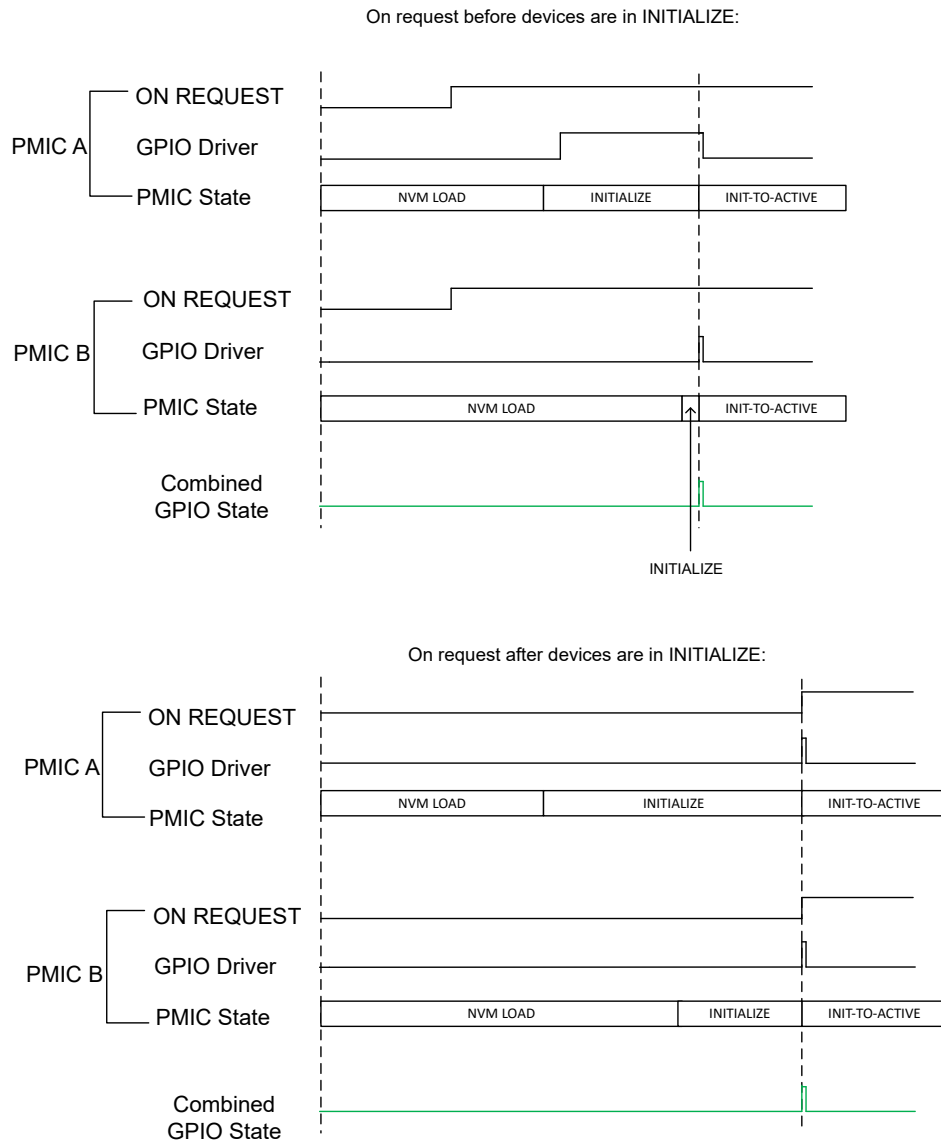


図 6-13. パワーアップ前の同期

図 6-14 に、パワーアップシーケンス中の 2 つの PMIC 間の同期を示します。オープンドレイン GPIO は両方の PMIC 間に接続されており、デバイスのシーケンス スロットが完了したことのインジケータとして使用されます。各シーケンス スロットの開始時に、両方の PMIC がこの GPIO をプル ダウンします。デバイスのスロット タイマが満了し、そのスロットのすべてのレールが UV スレッショルドに達すると、GPIO は High に解放されます。両方の PMIC が GPIO を解放すると、結合された GPIO が High になります。両方のデバイスが GPIO を High に解放すると、両方の PMIC は次のシーケンス スロットに進みます。両方の PMIC が、常に同じシーケンス スロットに同時に存在します。

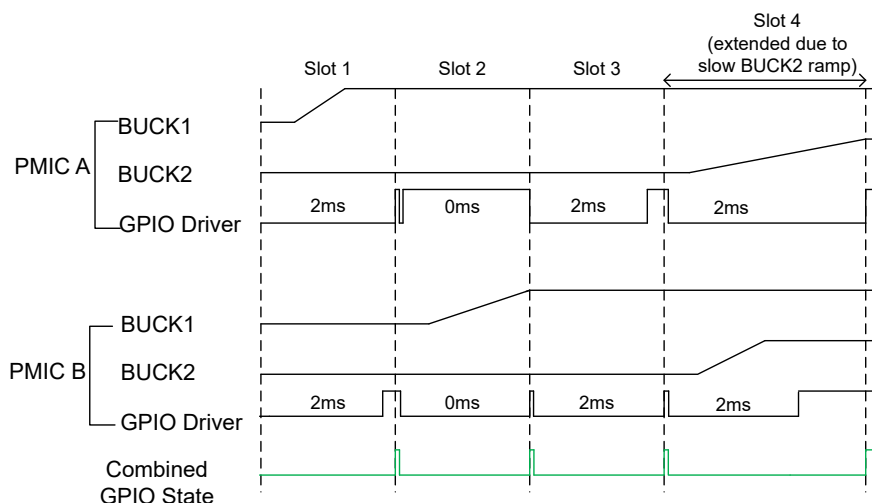


図 6-14. パワーアップ シーケンス中の同期

図 6-15 に、アクティブからスタンバイへ遷移するときの 2 つの PMIC 間の同期を示します。アクティブまたはスタンバイ時、GPIO のデフォルト状態は High です。デバイスの状態を変更する場合、GPIO が特定の Low 期間だけ Low に駆動されます。Low 期間により、要求のタイプが決まります。スタンバイ/アクティブ要求の場合、GPIO は約 38~52 μ s、オフ要求の場合は約 180~243 μ s の間 Low に設定されます。デバイスが常に同じ状態遷移を表示するように時刻が選択され、クロック変動と要求の直後に発生します。GPIO が low の間、デバイスは GPIO が low ままである時間をカウントしています。GPIO の立ち上がりエッジで、デバイスは Low 期間に基づいて状態遷移を開始します。GPIO がタイムアウト時間よりも長い時間 Low のままの場合、デバイスが GPIO 故障が発生して初期化状態に遷移していることを示します。

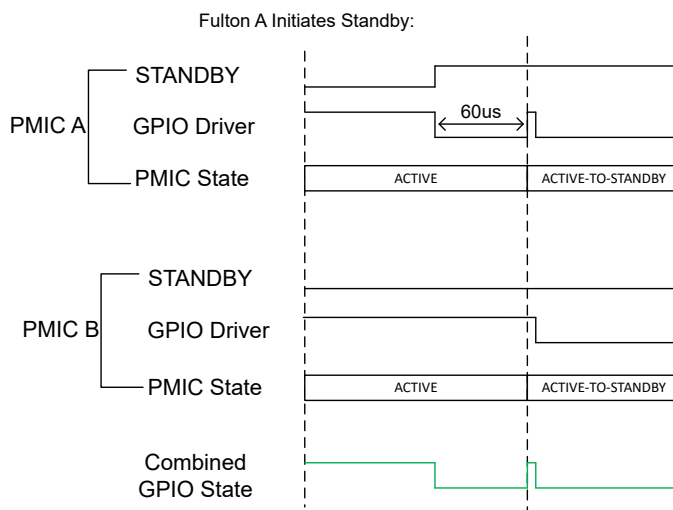


図 6-15. スタンバイ/オフ要求/コールド リセットに移行する前の同期

図 6-16 に、パワーダウン シーケンス中の 2 つの PMIC 間の同期を示します。パワーダウン シーケンスも同様に動作します。レールのアクティブ放電が有効な場合、スロット タイムアウトが発生するか、レジスタ フィールドの **BYPAYSE_RAILS_DISCHARGED_CHECK** が設定されていない限り、レールが **SCG** スレッショルドを下回るまでシーケンス スロットが延長されます。現在のスロットのすべてのレールで放電が無効な場合、実際のスロット時間は選択されたスロット持続時間のみに基づきます。スロット持続時間が満了し、放電がアクティブなレールが放電されると、デバイスは GPIO を High に解放します。すべてのデバイスが GPIO を High に解放すると、次のパワーダウン ステップに進みます。

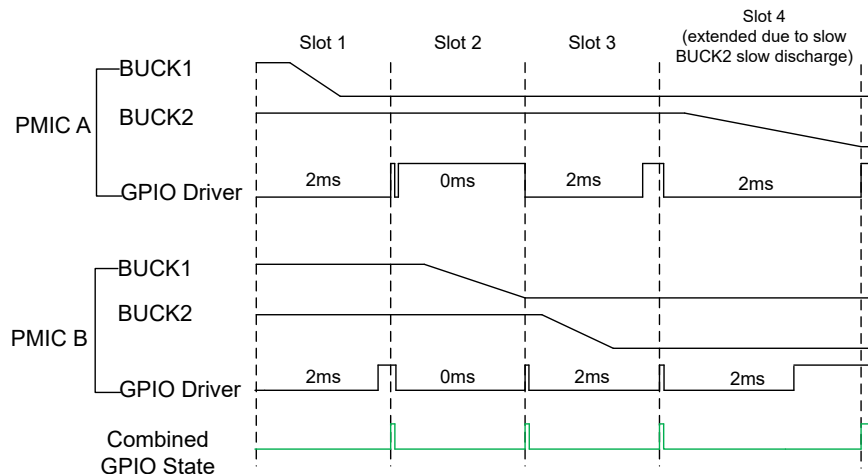


図 6-16. パワーダウン シーケンス中の同期

図 6-17 に、2 つの PMIC 間のタイムアウト同期を示します。出力レールで故障が発生した場合、GPIO は解放されません。タイムアウトの後、デバイスは「タイムアウト同期」状態になり、3ms 待機してから GPIO を High にセットします。組み合わせた GPIO が High になると、両方のデバイスがパワーダウン シーケンスを開始します。次に例を示します。PMIC A からの BUCK1 が GND に短絡される場合、スロット期間が経過した後、レギュレータは UV に達することはない、GPIO は解放されません。Slot#1 の持続時間が 10ms で PMIC A が 10% 高速の場合、タイムアウトに必要なのはわずか 9ms です。タイムアウトの後、デバイスはタイムアウト同期状態になり、この時点で GPIO は 3ms 後に High に設定されます。PMIC B レールは適切にランプアップしますが、BUCK1 のフォルトにより、PMIC A からの GPIO の High 状態が最初は検出されません。また、PMIC B もタイムアウト同期状態に移行し、3ms 後に GPIO を High に設定します。PMIC B のタイムアウト同期の後で、組み合わされた GPIO が High になり、両方の PMIC がパワーダウンを開始します。

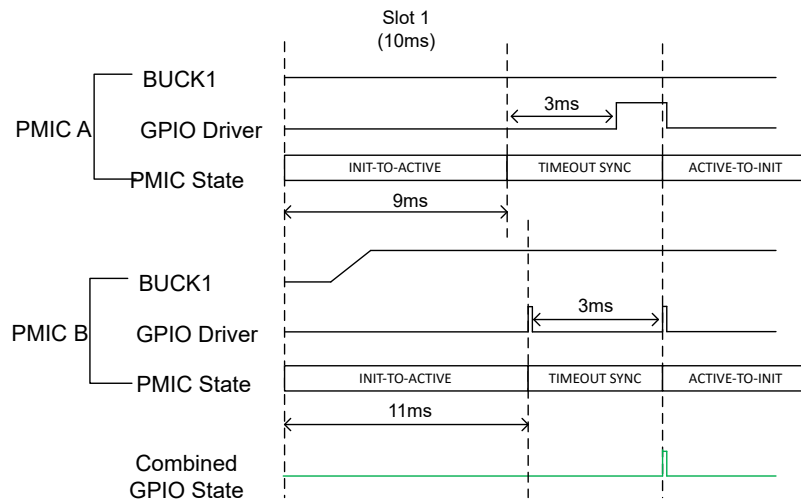


図 6-17. タイムアウト同期

6.6 NVM のプログラミング

TPS6521505-Q1 は、テキサス インストルメンツのユーザー プログラマブル PMIC の一部です。このデバイスには、電力およびデジタル リソースを構成できる NVM メモリが内蔵されています。NVM プログラミング機能により、TPS6521505-Q1PMIC はさまざまなプロセッサと SoC の要件を満たす柔軟な電源設計が可能になります。プログラム可能な NVM フィールドには、出力電圧、シーケンシング、監視スレッショルド、GPIO 制御などがあります。レジスタ設定を変更せずに EEPROM を直接変更できる OTA (ワイヤレス) プログラミングはサポートされていません。NVM の再プログラミングを行うには、まずシリアル インターフェイス (I2C) を介してレジスタ マップに書き込み、次にレジスタ設定を NVM に保存します。

デバイスの EEPROM は、最大 1000 回までプログラム可能です。レジスタ設定を NVM に保存するには、3.3V 以上の入力電圧 (VSYS) が必要です。また、シリアル通信を利用するには、I2C ピンを 3.3V 電源にプルアップします。概要では、プログラミング フローは、システム要件の決定、レジスタ設定の更新、および新しい値の NVM メモリへの保存という、3 つのステップで記述されます。不揮発性メモリのプログラミングの詳細については、TI.com の製品ページの技術資料にある TPS6521505-Q1 『NVM プログラミング ガイド』を参照してください。

注

レジスタ アドレス 0x34 に 0x0A を書き込むと、現在のレジスタ設定が NVM メモリにコミットされ、これらの設定が新しい起動時のデフォルトになります。アドレス 0x0 ~ 0x27 に対応するお客様がプログラム可能なレジスタ。EEPROM でプログラム可能なデフォルト設定は、レジスタ マップの RESET 列で (X) とマークされているビットのみです。他のすべてのビットは、レジスタ マップに工場出荷時設定が記載されたままになっています。

6.6.1 TPS6521505-Q1 デフォルトの NVM 設定

ユーザー プログラマブル バリエーションには、すべての降圧、LDO、GPIO がデフォルトでディセーブルで、対応する出力電圧レジスタは最小値に設定されています。以下の表に示したものを除き、すべての NVM レジスタ設定は 0h として構成されています。

表 6-7. TPS6521505-Q1 レジスタは 0h として構成されていません

レジスタ・アドレス	ビット	フィールド名	値
0x00	7-0	TI_DEVICE_ID	0x95
0x01	7-0	TI_NVM_ID	0x05
0x05	7	LDO2_SLOW_PU_RAMP	0x1
0x08	7	BUCK3_BW_SEL	0x1
0x09	7	BUCK2_BW_SEL	0x1
0x0A	7	BUCK1_BW_SEL	0x1
0x20	5-4	EN_PB_VSENSE_CONFIG	0x1
0x25	7	MASK_INT_FOR_PB	0x1
0x26	6-0	I2C_ADDRESS	0x30

6.6.2 初期化状態での NVM プログラミング

NVM プログラミングは、初期状態またはアクティブ状態で実行できます。現在の状態は、POWER_UP_STATUS_REG レジスタの状態ビット (ビット 4-3) から読み取ることができます。有効な電源が VSYS に接続されると、デバイスは初期化状態になり、デフォルトの NVM の内容をレジスタ マップにロードします。NVM の内容のロードには約 2.3ms かかります。レジスタ マップにデフォルトの設定がロードされると、PMIC では NVM プログラミングの準備が完了します。図 6-18 では、PMIC レールがオフのときに NVM を初期化状態で再プログラミングするために必要なステップを示しています。このプロセスは、最初に I2C 通信用の発振器を有効にすることから始まります。レールのアクティブ放電も無効にします。次に、NVM レジスタフィールドを更新し、新しい設定をメモリに保存します。I2C コマンドの状態を示すために複数のレジスタ設定を利用できます。たとえば、レジスタ フィールド CUST_PROG_DONE (ビット 5、アドレス 0x34) は、CUST_PROG_CMD が実行された後の NVM プログラミングの状態を示します。同様に、レジスタ フィールド CUST_NVM_VERIFY_DONE (ビット 6、アドレス 0x34) は、CUST_NVM_VERIFY_CMD が実行された後の NVM 検証の状態 (結果ではありません) を示します。

注

回路内プログラミングの場合は、外部の 3.3V 電源を使用して NVM を再プログラミングする際に、一時的に PMIC レールを I2C ラインから切り離すことを推奨します。レギュレータは初期化状態で無効のため、アクティブ放電が有効になります。このアクティブ放電機能は、PMIC レールと同じ電圧ノードを共有している場合、外部の 3.3V 電源からの電力を放散します。PMIC レールを切り離すことができない場合、初期化状態で 3.3V VIO が供給された後、10 秒以内に EN_OSC_DIY コマンドを送信する必要があります。EN_OSC_DIY コマンドを受信すると、放電は無効になります。

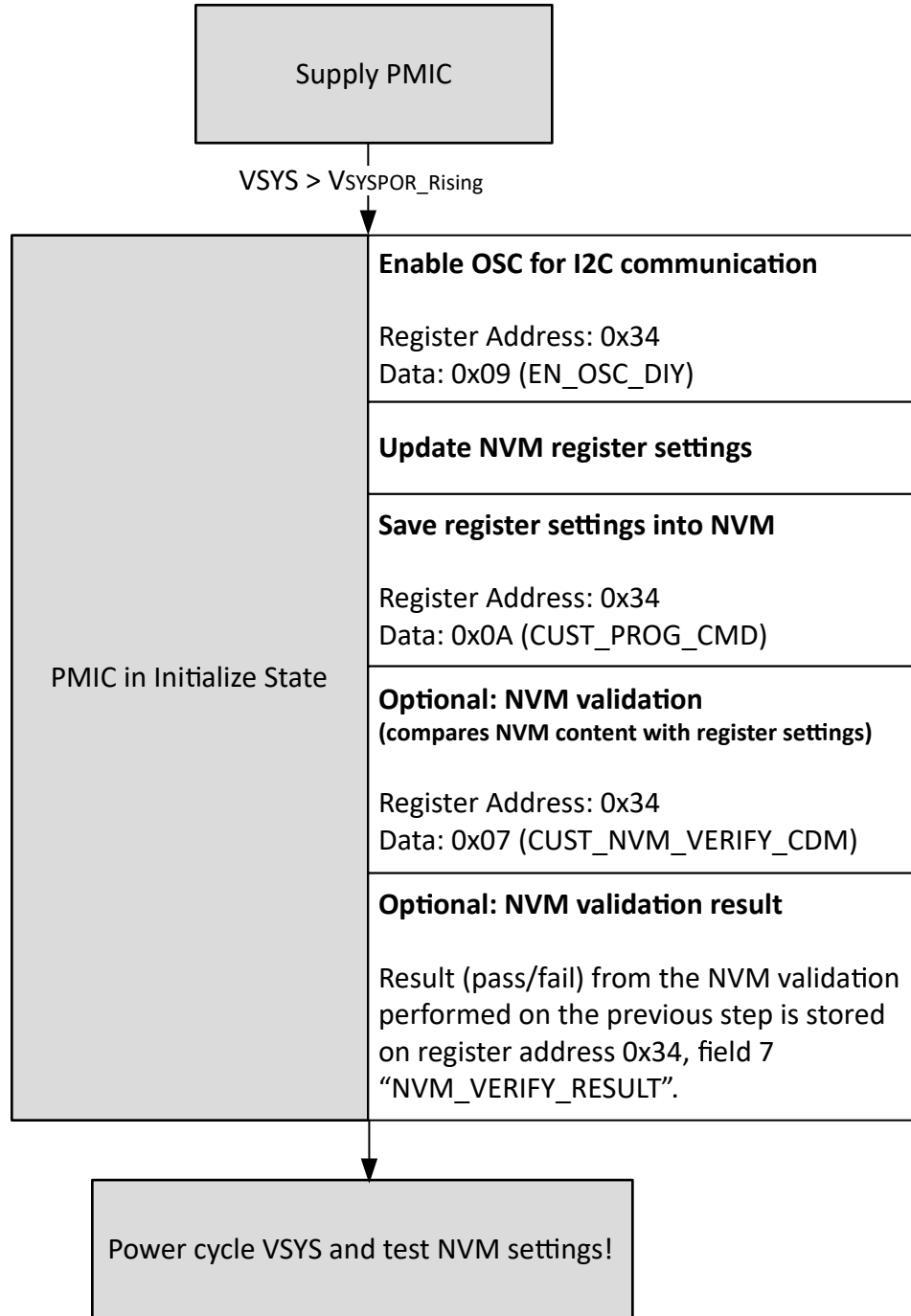


図 6-18. NVM プログラミングステップ

6.6.3 アクティブ状態での NVM プログラミング

初期化状態で NVM を再プログラミングすることを推奨します。ただし、プログラミングはアクティブ状態でも実行できます。アクティブ状態でプログラミングは、変更がすぐ有効になるため、一定のリスクがあります。変更を行う前に、PMIC の予想される動作とシステム レベルでの影響 (I2C アドレス、デジタルピンの機能、極性など) を評価する必要があります。NVM の変更 (レール出力電圧、UV 監視、有効設定、マスクなど) は、のアクティブ状態で実行できます。

注

アクティブ状態でプログラミングする場合、I2C コマンド (EN_OSC_DIY) を送信して I2C 通信用の内部発振器を有効にする必要はありません。初期化状態では、I2C 通信がデフォルトで有効になっているためです。

6.7 ユーザー レジスタ

27 番目のレジスタ USER_GENERAL_NVM_STORAGE_REG までのレジスタは EEPROM によってバックアップされています。リセット値は、注文可能な部品番号の構成に対応し、ここでは「X」で示されます。の注文可能な各部品番号については、技術参考書 (TRM) を参照してください。

28 番目から 37 番目までのレジスタは EEPROM によってバックアップされておらず、レジスタ マップに記載されている値にリセットされます。

レジスタ 00h、TI_DEV_ID、01h、NVM_ID、28 番目の MANUFACTURING_VER、41 番目の FACTORY_CONFIG_2 はハードワイヤ接続されており、ユーザーは変更できません。

6.8 デバイスのレジスタ

表 6-8 に、デバイスのレジスタ用のメモリ マップト レジスタを示します。表 6-8 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 6-8. DEVICE レジスタ

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
0h	TI_DEV_ID	デバイス ID	表示
1h	NVM_ID	NVM 構成 ID	表示
2h	ENABLE_CTRL	イネーブル/プッシュ ボタン/VSENSE 制御	表示
3h	BUCKS_CONFIG	汎用降圧構成	表示
5h	LDO2_VOUT	LDO2 構成	表示
7h	LDO1_VOUT	LDO1 構成	表示
8h	BUCK3_VOUT	Buck3 構成	表示
9h	BUCK2_VOUT	Buck2 構成	表示
Ah	BUCK1_VOUT	Buck1 構成	表示
Ch	LDO2_SEQUENCE_SLOT	LDO2 の電源オン/オフ スロット	表示
Eh	LDO1_SEQUENCE_SLOT	LDO1 の電源オン/オフ スロット	表示
Fh	BUCK3_SEQUENCE_SLOT	Buck3 の電源オン/オフ スロット	表示
10h	BUCK2_SEQUENCE_SLOT	Buck2 の電源オン/オフ スロット	表示
11h	BUCK1_SEQUENCE_SLOT	Buck1 の電源オン/オフ スロット	表示
12h	nRST_SEQUENCE_SLOT	nRSTOUT の電源オン/オフ スロット	表示
13h	GPIO_SEQUENCE_SLOT	GPIO の電源オン/オフスロット	表示
14h	GPO2_SEQUENCE_SLOT	GPO2 の電源オン/オフ スロット	表示
15h	GPO1_SEQUENCE_SLOT	GPO1 の電源オン/オフ スロット	表示
16h	POWER_UP_SLOT_DURATION_1	スロット 0～3 のパワーアップ時のスロット持続時間	表示
17h	POWER_UP_SLOT_DURATION_2	スロット 4～7 のパワーアップ時のスロット持続時間	表示
18h	POWER_UP_SLOT_DURATION_3	スロット 8～11 のパワーアップ時のスロット持続時間	表示
19h	POWER_UP_SLOT_DURATION_4	スロット 12～15 のパワーアップ時のスロット持続時間	表示
1Ah	POWER_DOWN_SLOT_DURATION_1	スロット 0～3 のパワーダウン時のスロット持続時間	表示
1Bh	POWER_DOWN_SLOT_DURATION_2	スロット 4～7 のパワーダウン時のスロット持続時間	表示
1Ch	POWER_DOWN_SLOT_DURATION_3	スロット 8～11 のパワーダウン時のスロット持続時間	表示
1Dh	POWER_DOWN_SLOT_DURATION_4	スロット 12～15 のパワーダウン時のスロット持続時間	表示
1Eh	GENERAL_CONFIG	LDO 低電圧で GPO 有効	表示
1Fh	MFP_1_CONFIG	マルチファンクションピン構成 1	表示
20h	MFP_2_CONFIG	マルチファンクションピン構成 2	表示
21h	STBY_1_CONFIG	スタンバイ構成 LDO および降圧	表示
22h	STBY_2_CONFIG	スタンバイ構成 GPIO および GPO	表示
23h	OC_DEGL_CONFIG	レールごとの過電流デグリッチ時間	表示
24h	INT_MASK_UV	低電圧フォールト マスキング	表示
25h	MASK_CONFIG	WARM マスキングとマスキング効果	表示
26h	I2C_ADDRESS_REG	I2C アドレス	表示
27h	USER_GENERAL_NVM_STORAGE_REG	ユーザーが構成可能なレジスタ (NVM バックアップ)	表示
28h	MANUFACTURING_VER	シリコン リビジョン (読み取り専用)	表示
29h	MFP_CTRL	リセット、スタンバイ、オフの I2C 制御	表示
2Ah	discharge_config	レールごとの放電構成	表示

表 6-8. DEVICE レジスタ (続き)

オフセット	略称	レジスタ名	セクション
2Bh	INT_SOURCE	割り込みソース	表示
2Ch	INT_LDO_2	LDO2 用 OC、UV、SCG	表示
2Dh	INT_LDO_1	LDO1 用 OC、UV、SCG	表示
2Eh	INT_BUCK_3	Buck3 用 OC、UV、SCG	表示
2Fh	INT_BUCK_1_2	Buck1 および Buck2 用 OC、UV、SCG	表示
30h	INT_SYSTEM	WARM および HOT フォルト フラグ	表示
31h	INT_RV	レールあたりの RV (残留電圧)	表示
32h	INT_TIMEOUT_RV_SD	シャットダウンを引き起こすレールあたりの RV (残留電圧)	表示
33h	INT_PB	プッシュボタンのステータスとエッジ検出	表示
34h	USER_NVM_CMD_REG	DIY -ユーザー プログラマブル コマンド	表示
35h	POWER_UP_STATUS_REG	パワーアップのステータスと状態	表示
36h	SPARE_2	補助レジスタ (非 NVM バックアップ)	表示
37h	SPARE_3	補助レジスタ (非 NVM バックアップ)	表示
41h	FACTORY_CONFIG_2	NVM 構成のリビジョン (読み取り専用)	表示

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 6-9 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 6-9. デバイスのアクセス 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
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

6.8.1 TI_DEV_ID レジスタ（オフセット = 0h）[リセット = XXh]

TI_DEV_ID は 図 6-19 に表示され、表 6-10 で説明されています。

[概略表](#)に戻ります。

図 6-19. TI_DEV_ID レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TI_DEVICE_ID							
R/W-XXh							

表 6-10. TI_DEV_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
7-0	TI_DEVICE_ID	R/W	X	TI_DEVICE_ID[7:6]: 00h = TA: -40°C～105°C、TJ: -40°C～125°C 10h = TA: -40°C～125°C、TJ: -40°C～150°C TI_DEVICE_ID[5:0]: デバイス GPN 注: このレジスタは、メーカーのみが書き込みできます! 特定の番号と関連構成については、『技術参考書』または『ユーザー・ガイド』を参照してください。(NVM メモリからのデフォルト)

6.8.2 NVM_ID レジスタ（オフセット = 1h）[リセット = XXh]

図 6-20 に NVM_ID を示し、表 6-11 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-20. NVM_ID レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TI_NVM_ID							
R/W-XXh							

表 6-11. NVM_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
7-0	TI_NVM_ID	R/W	X	IC の NVM ID 注: このレジスタは、メーカーのみが書き込みできます! 特定の番号と関連構成については、『技術参考書』または『ユーザー・ガイド』を参照してください。(NVM メモリからのデフォルト)

6.8.3 ENABLE_CTRL レジスタ (オフセット = 2h) [リセット = XXh]

ENABLE_CTRL は [図 6-21](#) に表示され、[表 6-12](#) で説明されています。

[概略表](#)に戻ります。

図 6-21. ENABLE_CTRL レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み	予約済み	LDO2_EN	予約済み	LDO1_EN	BUCK3_EN	BUCK2_EN	BUCK1_EN
R-0h	R-0h	R/W-Xh	R-0h	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh

表 6-12. ENABLE_CTRL 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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	LDO2_EN	R/W	X	LDO2 レギュレータを有効にします (NVM メモリからのデフォルト) 0h=ディセーブル 1h = イネーブル
4	予約済み	R	0h	
3	LDO1_EN	R/W	X	LDO1 レギュレータを有効にします (NVM メモリからのデフォルト) 0h=ディセーブル 1h = イネーブル
2	BUCK3_EN	R/W	X	BUCK3 レギュレータを有効にします (NVM メモリからのデフォルト) 0h=ディセーブル 1h = イネーブル
1	BUCK2_EN	R/W	X	BUCK2 レギュレータを有効にします (NVM メモリからのデフォルト) 0h=ディセーブル 1h = イネーブル
0	BUCK1_EN	R/W	X	BUCK1 レギュレータを有効にします (NVM メモリからのデフォルト) 0h=ディセーブル 1h = イネーブル

6.8.4 BUCKS_CONFIG レジスタ (オフセット = 3h) [リセット = XXh]

図 6-22 に BUCKS_CONFIG を示し、表 6-13 にその説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-22. BUCKS_CONFIG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
USER_NVM_SPARE_2	USER_NVM_SPARE_1	BUCK_SS_ENABLE	BUCK_FF_ENABLE	BUCK3_PHASE_CONFIG		BUCK2_PHASE_CONFIG	
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh		R/W-Xh	

表 6-13. BUCKS_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
7	USER_NVM_SPARE_2	R/W	X	ユーザー NVM 空間のスペア ビット (NVM メモリからのデフォルト)
6	USER_NVM_SPARE_1	R/W	X	ユーザー NVM 空間のスペア ビット (NVM メモリからのデフォルト)
5	BUCK_SS_ENABLE	R/W	X	降圧でスペクトラム拡散を有効 (FF モードにのみ適用) (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スペクトラム拡散をディセーブル 1h = スペクトラム拡散をイネーブル
4	BUCK_FF_ENABLE	R/W	X	すべての降圧を固定周波数モードに設定 注:どんな場合も変更してはいけません! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = 疑似固定周波数モード 1h = 固定周波数モード
3-2	BUCK3_PHASE_CONFIG	R/W	X	BUCK3 クロックの位相。降圧が固定周波数に構成されている場合に適用できます。注:ルールが無効な場合のみ変更! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0 度 1h = 90 度 2h = 180 度 3h = 270 度
1-0	BUCK2_PHASE_CONFIG	R/W	X	BUCK2 クロックの位相。降圧が固定周波数に構成されている場合に適用できます。注:ルールが無効な場合のみ変更! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0 度 1h = 90 度 2h = 180 度 3h = 270 度

6.8.5 LDO2_VOUT レジスタ (オフセット = 5h) [リセット = XXh]

図 6-23 に、LDO2_VOUT を示し、表 6-14 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-23. LDO2_VOUT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
LDO2_SLOW_PU_RAMP	LDO2_LSW_CONFIG	LDO2_VSET					
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh					

表 6-14. LDO2_VOUT 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
7	LDO2_SLOW_PU_RAMP	R/W	X	LDO2 電源投入のランプを高に設定すると、電源投入のランプが最大 3ms 遅くなります。低に設定すると Cout は最大 30μF、ランプ時間は最大 660μs になります。Cout 最大 15uF (NVM メモリからのデフォルト) 0h = 電源投入時の高速ランプ (～ 660us) 1h = 電源投入時の低速ランプ (～ 3ms)
6	LDO2_LSW_CONFIG	R/W	X	LDO2 LDO または LSW モード注:レールが無効な場合のみ変更 ! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = LDO モード 1h = LSW モード

表 6-14. LDO2_VOUT 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
5-0	LDO2_VSET	R/W	X	LDO2 の電圧選択出力電圧範囲は、1.2V～3.3V です。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 1.200 V 1h = 1.200 V 2h = 1.200 V 3h = 1.200 V 4h = 1.200 V 5h = 1.200 V 6h = 1.200 V 7h = 1.200 V 8h = 1.200 V 9h = 1.200 V Ah = 1.200V Bh = 1.200V Ch = 1.200V Dh = 1.250V Eh = 1.300V Fh = 1.350V 10h = 1.400 V 11h = 1.450 V 12h = 1.500 V 13h = 1.550 V 14h = 1.600 V 15h = 1.650 V 16h = 1.700 V 17h = 1.750 V 18h = 1.800 V 19h = 1.850 V 1Ah = 1.900 V 1Bh = 1.950 V 1Ch = 2.000 V 1Dh = 2.050 V 1Eh = 2.100 V 1Fh = 2.150 V 20h = 2.200 V 21h = 2.250 V 22h = 2.300 V 23h = 2.350 V 24h = 2.400 V 25h = 2.450 V 26h = 2.500 V 27h = 2.550 V 28h = 2.600 V 29h = 2.650 V 2Ah = 2.700 V 2Bh = 2.750 V 2Ch = 2.800 V 2Dh = 2.850 V 2Eh = 2.900 V 2Fh = 2.950 V 30h = 3.000 V 31h = 3.050 V 32h = 3.100 V 33h = 3.150 V 34h = 3.200 V 35h = 3.250 V 36h = 3.300 V 37h = 3.300 V 38h = 3.300 V 39h = 3.300 V 3Ah = 3.300 V 3Bh = 3.300 V 3Ch = 3.300 V 3Dh = 3.300 V 3Eh = 3.300 V

表 6-14. LDO2_VOUT 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
				3Fh = 3.300 V

6.8.6 LDO1_VOUT レジスタ (オフセット = 7h) [リセット = XXh]

図 6-24 に、LDO1_VOUT を示し、表 6-15 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-24. LDO1_VOUT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
LDO1_LSW_CONFIG	LDO1_BYP_CONFIG	LDO1_VSET					
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh					

表 6-15. LDO1_VOUT 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
7	LDO1_LSW_CONFIG	R/W	X	LDO1 LDO/バイパスまたは LSW モード。注: レールが無効な場合のみ変更！ (NVM メモリからのデフォルト) 0h = 適用なし (LDO1 を負荷スイッチとして構成していない) 1h = LDO1 を負荷スイッチとして構成
6	LDO1_BYP_CONFIG	R/W	X	LDO1 LDO またはバイパス モード。 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = LDO1 を LDO として構成 (LDO1_LSW_CONFIG 0x0 の場合のみ適用) 1h = LDO1 をバイパスとして構成 (LDO1_LSW_CONFIG 0x0 の場合のみ適用)

表 6-15. LDO1_VOUT 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
5-0	LDO1_VSET	R/W	X	LDO1 の電圧選出力電圧の範囲は、LDO モードで 0.6V~3.4V、バイパス モードで 1.5V~3.4V です。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0.600 V 1h = 0.650 V 2h = 0.700 V 3h = 0.750 V 4h = 0.800 V 5h = 0.850 V 6h = 0.900 V 7h = 0.950 V 8h = 1.000 V 9h = 1.050 V Ah = 1.100V Bh = 1.150V Ch = 1.200V Dh = 1.250V Eh = 1.300V Fh = 1.350V 10h = 1.400 V 11h = 1.450 V 12h = 1.500 V 13h = 1.550 V 14h = 1.600 V 15h = 1.650 V 16h = 1.700 V 17h = 1.750 V 18h = 1.800 V 19h = 1.850 V 1Ah = 1.900 V 1Bh = 1.950 V 1Ch = 2.000 V 1Dh = 2.050 V 1Eh = 2.100 V 1Fh = 2.150 V 20h = 2.200 V 21h = 2.250 V 22h = 2.300 V 23h = 2.350 V 24h = 2.400 V 25h = 2.450 V 26h = 2.500 V 27h = 2.550 V 28h = 2.600 V 29h = 2.650 V 2Ah = 2.700 V 2Bh = 2.750 V 2Ch = 2.800 V 2Dh = 2.850 V 2Eh = 2.900 V 2Fh = 2.950 V 30h = 3.000 V 31h = 3.050 V 32h = 3.100 V 33h = 3.150 V 34h = 3.200 V 35h = 3.250 V 36h = 3.300 V 37h = 3.350 V 38h = 3.400 V 39h = 3.400 V 3Ah = 3.400 V 3Bh = 3.400 V 3Ch = 3.400 V 3Dh = 3.400 V 3Eh = 3.400 V

表 6-15. LDO1_VOUT 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
				3Fh = 3.400 V

6.8.7 BUCK3_VOUT レジスタ (オフセット = 8h) [リセット = XXh]

図 6-25 に、BUCK3_VOUT を示し、表 6-16 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-25. BUCK3_VOUT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
BUCK3_BW_SEL	BUCK3_UV_THR_SEL	BUCK3_VSET					
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh					

表 6-16. BUCK3_VOUT 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
7	BUCK3_BW_SEL	R/W	X	BUCK3 帯域幅の選択注: レールが無効な場合のみ変更! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = 低帯域幅 1h = 高帯域幅
6	BUCK3_UV_THR_SEL	R/W	X	BUCK3 の UV スレッシュホールドの選択 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = -5% の UV 検出レベル 1h = -10% の UV 検出レベル

表 6-16. BUCK3_VOUT 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
5-0	BUCK3_VSET	R/W	X	BUCK3 の電圧選択出力電圧範囲は、0.6V～3.4V です。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0.600 V 1h = 0.625 V 2h = 0.650 V 3h = 0.675 V 4h = 0.700 V 5h = 0.725 V 6h = 0.750 V 7h = 0.775 V 8h = 0.800 V 9h = 0.825 V Ah = 0.850V Bh = 0.875V Ch = 0.900V Dh = 0.925V Eh = 0.950V Fh = 0.975V 10h = 1.000 V 11h = 1.025 V 12h = 1.050 V 13h = 1.075 V 14h = 1.100 V 15h = 1.125 V 16h = 1.150 V 17h = 1.175 V 18h = 1.200 V 19h = 1.225 V 1Ah = 1.250 V 1Bh = 1.275 V 1Ch = 1.300 V 1Dh = 1.325 V 1Eh = 1.350 V 1Fh = 1.375 V 20h = 1.400 V 21h = 1.500 V 22h = 1.600 V 23h = 1.700 V 24h = 1.800 V 25h = 1.900 V 26h = 2.000 V 27h = 2.100 V 28h = 2.200 V 29h = 2.300 V 2Ah = 2.400 V 2Bh = 2.500 V 2Ch = 2.600 V 2Dh = 2.700 V 2Eh = 2.800 V 2Fh = 2.900 V 30h = 3.000 V 31h = 3.100 V 32h = 3.200 V 33h = 3.300 V 34h = 3.400 V 35h = 3.400 V 36h = 3.400 V 37h = 3.400 V 38h = 3.400 V 39h = 3.400 V 3Ah = 3.400 V 3Bh = 3.400 V 3Ch = 3.400 V 3Dh = 3.400 V 3Eh = 3.400 V

表 6-16. BUCK3_VOUT 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
				3Fh = 3.400 V

6.8.8 BUCK2_VOUT レジスタ (オフセット = 9h) [リセット = XXh]

図 6-26 に、BUCK2_VOUT を示し、表 6-17 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-26. BUCK2_VOUT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
BUCK2_BW_SEL	BUCK2_UV_THR_SEL	BUCK2_VSET					
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh					

表 6-17. BUCK2_VOUT 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
7	BUCK2_BW_SEL	R/W	X	BUCK2 帯域幅の選択注:レールが無効な場合のみ変更！(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 低帯域幅 1h = 高帯域幅
6	BUCK2_UV_THR_SEL	R/W	X	BUCK2 の UV スレッシュホールドの選択 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = -5% の UV 検出レベル 1h = -10% の UV 検出レベル

表 6-17. BUCK2_VOUT 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
5-0	BUCK2_VSET	R/W	X	BUCK2 の電圧選択出力電圧範囲は、0.6V～3.4V です。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0.600 V 1h = 0.625 V 2h = 0.650 V 3h = 0.675 V 4h = 0.700 V 5h = 0.725 V 6h = 0.750 V 7h = 0.775 V 8h = 0.800 V 9h = 0.825 V Ah = 0.850V Bh = 0.875V Ch = 0.900V Dh = 0.925V Eh = 0.950V Fh = 0.975V 10h = 1.000 V 11h = 1.025 V 12h = 1.050 V 13h = 1.075 V 14h = 1.100 V 15h = 1.125 V 16h = 1.150 V 17h = 1.175 V 18h = 1.200 V 19h = 1.225 V 1Ah = 1.250 V 1Bh = 1.275 V 1Ch = 1.300 V 1Dh = 1.325 V 1Eh = 1.350 V 1Fh = 1.375 V 20h = 1.400 V 21h = 1.500 V 22h = 1.600 V 23h = 1.700 V 24h = 1.800 V 25h = 1.900 V 26h = 2.000 V 27h = 2.100 V 28h = 2.200 V 29h = 2.300 V 2Ah = 2.400 V 2Bh = 2.500 V 2Ch = 2.600 V 2Dh = 2.700 V 2Eh = 2.800 V 2Fh = 2.900 V 30h = 3.000 V 31h = 3.100 V 32h = 3.200 V 33h = 3.300 V 34h = 3.400 V 35h = 3.400 V 36h = 3.400 V 37h = 3.400 V 38h = 3.400 V 39h = 3.400 V 3Ah = 3.400 V 3Bh = 3.400 V 3Ch = 3.400 V 3Dh = 3.400 V 3Eh = 3.400 V

表 6-17. BUCK2_VOUT 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
				3Fh = 3.400 V

6.8.9 BUCK1_VOUT レジスタ（オフセット = Ah）[リセット = XXh]

図 6-27 に、BUCK1_VOUT を示し、表 6-18 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-27. BUCK1_VOUT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
BUCK1_BW_SEL	BUCK1_UV_THR_SEL	BUCK1_VSET					
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh					

表 6-18. BUCK1_VOUT 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
7	BUCK1_BW_SEL	R/W	X	BUCK1 帯域幅の選択注: レールが無効な場合のみ変更！(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 低帯域幅 1h = 高帯域幅
6	BUCK1_UV_THR_SEL	R/W	X	BUCK1 の UV スレッシュホールドの選択 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = -5% の UV 検出レベル 1h = -10% の UV 検出レベル

表 6-18. BUCK1_VOUT 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
5-0	BUCK1_VSET	R/W	X	BUCK1 の電圧選択出力電圧範囲は、0.6V～3.4V です。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0.600 V 1h = 0.625 V 2h = 0.650 V 3h = 0.675 V 4h = 0.700 V 5h = 0.725 V 6h = 0.750 V 7h = 0.775 V 8h = 0.800 V 9h = 0.825 V Ah = 0.850V Bh = 0.875V Ch = 0.900V Dh = 0.925V Eh = 0.950V Fh = 0.975V 10h = 1.000 V 11h = 1.025 V 12h = 1.050 V 13h = 1.075 V 14h = 1.100 V 15h = 1.125 V 16h = 1.150 V 17h = 1.175 V 18h = 1.200 V 19h = 1.225 V 1Ah = 1.250 V 1Bh = 1.275 V 1Ch = 1.300 V 1Dh = 1.325 V 1Eh = 1.350 V 1Fh = 1.375 V 20h = 1.400 V 21h = 1.500 V 22h = 1.600 V 23h = 1.700 V 24h = 1.800 V 25h = 1.900 V 26h = 2.000 V 27h = 2.100 V 28h = 2.200 V 29h = 2.300 V 2Ah = 2.400 V 2Bh = 2.500 V 2Ch = 2.600 V 2Dh = 2.700 V 2Eh = 2.800 V 2Fh = 2.900 V 30h = 3.000 V 31h = 3.100 V 32h = 3.200 V 33h = 3.300 V 34h = 3.400 V 35h = 3.400 V 36h = 3.400 V 37h = 3.400 V 38h = 3.400 V 39h = 3.400 V 3Ah = 3.400 V 3Bh = 3.400 V 3Ch = 3.400 V 3Dh = 3.400 V 3Eh = 3.400 V

表 6-18. BUCK1_VOUT 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
				3Fh = 3.400 V

6.8.10 LDO2_SEQUENCE_SLOT レジスタ (オフセット = Ch) [リセット = XXh]

図 6-28 に、LDO2_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-19 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-28. LDO2_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
LDO2_SEQUENCE_ON_SLOT				LDO2_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-19. LDO2_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	LDO2_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の LDO2 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	LDO2_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の LDO2 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.11 LDO1_SEQUENCE_SLOT レジスタ (オフセット = Eh) [リセット = XXh]

図 6-29 に、LDO1_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-20 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-29. LDO1_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
LDO1_SEQUENCE_ON_SLOT				LDO1_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-20. LDO1_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	LDO1_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の LDO1 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	LDO1_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の LDO1 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.12 BUCK3_SEQUENCE_SLOT レジスタ (オフセット = Fh) [リセット = XXh]

図 6-30 に、BUCK3_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-21 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-30. BUCK3_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
BUCK3_SEQUENCE_ON_SLOT				BUCK3_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-21. BUCK3_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	BUCK3_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の BUCK3 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	BUCK3_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の BUCK3 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.13 BUCK2_SEQUENCE_SLOT レジスタ (オフセット = 10h) [リセット = XXh]

図 6-31 に、BUCK2_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-22 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-31. BUCK2_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
BUCK2_SEQUENCE_ON_SLOT				BUCK2_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-22. BUCK2_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	BUCK2_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の BUCK2 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	BUCK2_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の BUCK2 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.14 BUCK1_SEQUENCE_SLOT レジスタ (オフセット = 11h) [リセット = XXh]

図 6-32 に、BUCK1_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-23 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-32. BUCK1_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
BUCK1_SEQUENCE_ON_SLOT				BUCK1_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-23. BUCK1_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	BUCK1_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の BUCK1 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	BUCK1_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の BUCK1 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.15 nRST_SEQUENCE_SLOT レジスタ (オフセット = 12h) [リセット = XXh]

図 6-33 に nRST_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-24 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-33. nRST_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
nRST_SEQUENCE_ON_SLOT				nRST_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-24. nRST_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	nRST_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の nRST スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	nRST_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の nRST スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.16 GPIO_SEQUENCE_SLOT レジスタ（オフセット = 13h）[リセット = XXh]

図 6-34 に GPIO_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-25 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-34. GPIO_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
GPIO_SEQUENCE_ON_SLOT				GPIO_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-25. GPIO_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	GPIO_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の GPIO スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	GPIO_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の GPIO スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.17 GPO2_SEQUENCE_SLOT レジスタ (オフセット = 14h) [リセット = XXh]

図 6-35 に、GPO2_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-26 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-35. GPO2_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
GPO2_SEQUENCE_ON_SLOT				GPO2_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-26. GPO2_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	GPO2_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の GPO2 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	GPO2_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の GPO2 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.18 GPO1_SEQUENCE_SLOT レジスタ (オフセット = 15h) [リセット = XXh]

図 6-36 に、GPO1_SEQUENCE_SLOT を示し、表 6-27 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-36. GPO1_SEQUENCE_SLOT レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
GPO1_SEQUENCE_ON_SLOT				GPO1_SEQUENCE_OFF_SLOT			
R/W-Xh				R/W-Xh			

表 6-27. GPO1_SEQUENCE_SLOT 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
7-4	GPO1_SEQUENCE_ON_SLOT	R/W	X	パワーアップ時の GPO1 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15
3-0	GPO1_SEQUENCE_OFF_SLOT	R/W	X	パワーダウン時の GPO1 スロット番号 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = スロット 0 1h = スロット 1 2h = スロット 2 3h = スロット 3 4h = スロット 4 5h = スロット 5 6h = スロット 6 7h = スロット 7 8h = スロット 8 9h = スロット 9 Ah = スロット 10 Bh = スロット 11 Ch = スロット 12 Dh = スロット 13 Eh = スロット 14 Fh = スロット 15

6.8.19 POWER_UP_SLOT_DURATION_1 レジスタ (オフセット = 16h) [リセット = XXh]

図 6-37 に、POWER_UP_SLOT_DURATION_1 を示し、表 6-28 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-37. POWER_UP_SLOT_DURATION_1 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_UP_SLOT_0_DURATION		POWER_UP_SLOT_1_DURATION		POWER_UP_SLOT_2_DURATION		POWER_UP_SLOT_3_DURATION	
N		N		N		N	
R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh	

表 6-28. POWER_UP_SLOT_DURATION_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
7-6	POWER_UP_SLOT_0_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 0 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
5-4	POWER_UP_SLOT_1_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 1 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
3-2	POWER_UP_SLOT_2_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 2 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
1-0	POWER_UP_SLOT_3_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 3 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms

6.8.20 POWER_UP_SLOT_DURATION_2 レジスタ (オフセット = 17h) [リセット = XXh]

図 6-38 に、POWER_UP_SLOT_DURATION_2 を示し、表 6-29 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-38. POWER_UP_SLOT_DURATION_2 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_UP_SLOT_4_DURATION	POWER_UP_SLOT_5_DURATION	POWER_UP_SLOT_6_DURATION	POWER_UP_SLOT_7_DURATION				
N	N	N	N				
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh				

表 6-29. POWER_UP_SLOT_DURATION_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
7-6	POWER_UP_SLOT_4_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 4 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
5-4	POWER_UP_SLOT_5_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 5 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
3-2	POWER_UP_SLOT_6_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 6 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
1-0	POWER_UP_SLOT_7_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 7 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms

6.8.21 POWER_UP_SLOT_DURATION_3 レジスタ (オフセット = 18h) [リセット = XXh]

図 6-39 に、POWER_UP_SLOT_DURATION_3 を示し、表 6-30 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-39. POWER_UP_SLOT_DURATION_3 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_UP_SLOT_8_DURATION		POWER_UP_SLOT_9_DURATION		POWER_UP_SLOT_10_DURATION		POWER_UP_SLOT_11_DURATION	
R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh	

表 6-30. POWER_UP_SLOT_DURATION_3 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
7-6	POWER_UP_SLOT_8_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 8 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
5-4	POWER_UP_SLOT_9_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 9 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
3-2	POWER_UP_SLOT_10_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 10 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
1-0	POWER_UP_SLOT_11_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 11 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms

6.8.22 POWER_UP_SLOT_DURATION_4 レジスタ (オフセット = 19h) [リセット = XXh]

図 6-40 に、POWER_UP_SLOT_DURATION_4 を示し、表 6-31 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-40. POWER_UP_SLOT_DURATION_4 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_UP_SLOT_12_DURATION		POWER_UP_SLOT_13_DURATION		POWER_UP_SLOT_14_DURATION		POWER_UP_SLOT_15_DURATION	
R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh	

表 6-31. POWER_UP_SLOT_DURATION_4 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
7-6	POWER_UP_SLOT_12_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 12 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
5-4	POWER_UP_SLOT_13_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 13 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
3-2	POWER_UP_SLOT_14_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 14 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
1-0	POWER_UP_SLOT_15_DURATION	R/W	X	パワーアップ時およびスタンバイからアクティブへのシーケンス中のスロット 15 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms

6.8.23 POWER_DOWN_SLOT_DURATION_1 レジスタ (オフセット = 1Ah) [リセット = XXh]

図 6-41 に、POWER_DOWN_SLOT_DURATION_1 を示し、表 6-32 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-41. POWER_DOWN_SLOT_DURATION_1 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_DOWN_SLOT_0_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_1_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_2_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_3_DURATION	
R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh	

表 6-32. POWER_DOWN_SLOT_DURATION_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
7-6	POWER_DOWN_SLOT_0_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 0 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
5-4	POWER_DOWN_SLOT_1_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 1 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
3-2	POWER_DOWN_SLOT_2_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 2 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
1-0	POWER_DOWN_SLOT_3_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 3 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms

6.8.24 POWER_DOWN_SLOT_DURATION_2 レジスタ (オフセット = 1Bh) [リセット = XXh]

図 6-42 に、POWER_DOWN_SLOT_DURATION_2 を示し、表 6-33 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-42. POWER_DOWN_SLOT_DURATION_2 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_DOWN_SLOT_4_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_5_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_6_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_7_DURATION	
R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh	

表 6-33. POWER_DOWN_SLOT_DURATION_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
7-6	POWER_DOWN_SLOT_4_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 4 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
5-4	POWER_DOWN_SLOT_5_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 5 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
3-2	POWER_DOWN_SLOT_6_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 6 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
1-0	POWER_DOWN_SLOT_7_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 7 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms

6.8.25 POWER_DOWN_SLOT_DURATION_3 レジスタ (オフセット = 1Ch) [リセット = XXh]

図 6-43 に、POWER_DOWN_SLOT_DURATION_3 を示し、表 6-34 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-43. POWER_DOWN_SLOT_DURATION_3 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_DOWN_SLOT_8_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_9_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_10_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_11_DURATION	
R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh	

表 6-34. POWER_DOWN_SLOT_DURATION_3 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
7-6	POWER_DOWN_SLOT_8_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 8 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
5-4	POWER_DOWN_SLOT_9_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 9 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
3-2	POWER_DOWN_SLOT_10_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 10 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
1-0	POWER_DOWN_SLOT_11_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 11 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms

6.8.26 POWER_DOWN_SLOT_DURATION_4 レジスタ (オフセット = 1Dh) [リセット = XXh]

図 6-44 に、POWER_DOWN_SLOT_DURATION_4 を示し、表 6-35 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-44. POWER_DOWN_SLOT_DURATION_4 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_DOWN_SLOT_12_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_13_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_14_DURATION		POWER_DOWN_SLOT_15_DURATION	
R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh		R/W-Xh	

表 6-35. POWER_DOWN_SLOT_DURATION_4 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
7-6	POWER_DOWN_SLOT_12_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 12 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
5-4	POWER_DOWN_SLOT_13_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 13 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
3-2	POWER_DOWN_SLOT_14_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 14 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms
1-0	POWER_DOWN_SLOT_15_DURATION	R/W	X	パワーダウン時およびアクティブからスタンバイへのシーケンス中のスロット 15 の持続時間。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 0ms 1h = 1.5ms 2h = 3ms 3h = 10ms

6.8.27 GENERAL_CONFIG レジスタ (オフセット = 1Eh) [リセット = XXh]

図 6-45 に GENERAL_CONFIG を示し、表 6-36 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-45. GENERAL_CONFIG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
BYPASS_RAILS_DISCHARGE_CHECK	予約済み	LDO2_UV_THR	予約済み	LDO1_UV_THR	GPIO_EN	GPO2_EN	GPO1_EN
R/W-Xh	R-0h	R/W-Xh	R-0h	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh

表 6-36. GENERAL_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
7	BYPASS_RAILS_DISCHARGE_CHECK	R/W	X	全レール放電チェックをバイパスしてアクティブ状態への遷移を開始します。レールインスロット放電チェックは初期化状態への電源切断中に各スロットで実行します。レギュレータを有効にする前に、RV (プリバイアス) 状態のチェックをバイパスしないでください。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 放電のチェックは強制されます 1h = 放電のチェックはバイパスされます
6	予約済み	R	0h	
5	LDO2_UV_THR	R/W	X	LDO2 の UV スレッシュホールドの選択ビット LDO として構成されている場合にのみ適用されます。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = -5% の UV 検出レベル 1h = -10% の UV 検出レベル
4	予約済み	R	0h	
3	LDO1_UV_THR	R/W	X	LDO1 の UV スレッシュホールドの選択ビット LDO として構成されている場合にのみ適用されます。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = -5% の UV 検出レベル 1h = -10% の UV 検出レベル
2	GPIO_EN	R/W	X	GPIO のイネーブル制御と状態制御の両方。このビットは、GPIO 機能を有効化し、GPIO ピンの状態も制御します。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = GPIO 機能は無効です。出力状態は「Low」です。 1h = GPIO 機能は有効です。出力状態は「High」です。
1	GPO2_EN	R/W	X	GPO のイネーブル制御と状態制御の両方。このビットは、GPO 機能を有効化し、GPO ピンの状態も制御します。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = GPO2 は無効です。出力状態は Low です。 1h = GPO2 は有効です。出力状態はハイ インピーダンスです。
0	GPO1_EN	R/W	X	GPO1 のイネーブル制御と状態制御の両方。このビットは、GPO1 機能を有効化し、GPO1 ピンの状態も制御します。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = GPO1 は無効です。出力状態は Low です。 1h = GPO1 は有効です。出力状態はハイ インピーダンスです。

6.8.28 MFP_1_CONFIG レジスタ (オフセット = 1Fh) [リセット = XXh]

図 6-46 に、MFP_1_CONFIG を示し、表 6-37 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-46. MFP_1_CONFIG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
MODE_I2C_CTL RL	VSEL_SD_I2C_ CTRL	MODE_RESET_ POLARITY	MODE_STBY_ POLARITY	MULTI_DEVICE_ ENABLE	予約済み	VSEL_SD_POL ARITY	VSEL_DDR_SD
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R-0h	R/W-Xh	R/W-Xh

表 6-37. MFP_1_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
7	MODE_I2C_CTRL	R/W	X	I2C を使用するモード制御。MODE/RESET や MODE/STBY ピンによる MODE 制御で統合。データシートの表を参照してください。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 自動 PFM 1h = 強制 PWM
6	VSEL_SD_I2C_CTRL	R/W	X	I2C を使用した VSEL_SD 制御。VSEL_SD/VSEL_DDR ピンが「VSEL_DDR」として構成されている場合のみ適用されます。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 1.8 V 1h = LDOx_VOUT レジスタの設定
5	MODE_RESET_POLARITY	R/W	X	MODE_RESET ピンの極性設定。注: 操作中に変更しても問題ありませんが、すぐに対応してください。MODE-変更または RESET-エントリ! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = [MODE として構成されている場合] LOW - 自動 PFM / HIGH - 強制 PWM[RESET として構成されている場合] LOW - リセット/HIGH - 通常動作。 1h = [MODE として構成されている場合] HIGH - 自動 PFM / LOW - 強制 PWM[RESET として構成されている場合] HIGH - リセット/LOW - 通常動作。
4	MODE_STBY_POLARITY	R/W	X	MODE_STBY ピンの極性設定。注: 操作中に変更しても問題ありませんが、すぐに対応してください。モード変更または状態変更! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = [MODE として構成されている場合] LOW - 自動 PFM / HIGH - 強制 PWM[STBY として構成されている場合] LOW - スタンバイ状態 / HIGH - アクティブ状態。 1h = [MODE として構成されている場合] HIGH - 自動 PFM / LOW - 強制 PWM[STBY として構成されている場合] HIGH - スタンバイ状態 / LOW - アクティブ状態。
3	MULTI_DEVICE_ENABLE	R/W	X	GPO が GPO 機能として使用される単一デバイスとして、または GPO を使用して他のデバイスと同期するために使用するマルチ デバイス構成として、デバイスを構成します。注: 初期化状態でのみ変更します! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = シングルデバイス構成、GPIO ピンを GPO として構成 1h = マルチデバイス構成、GPIO ピンを GPIO として構成
2	予約済み	R	X	
1	VSEL_SD_POLARITY	R/W	X	SD カード電圧選択 注: 操作中に変更しても問題ありませんが、すぐに対応してください。SD カードの電源電圧の変更です! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = LOW - 1.8V / HIGH - LDOx_VOUT レジスタの設定 1h = HIGH - 1.8V / LOW - LDOx_VOUT レジスタの設定
0	VSEL_DDR_SD	R/W	X	VSEL_SD/VSEL_DDR の構成 注: 初期化状態でのみ変更します! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = Buck3 の電圧を設定するために VSEL ピンを DDR として構成 1h = LDO1 の電圧を設定するために VSEL ピンを SD として構成

6.8.29 MFP_2_CONFIG レジスタ (オフセット = 20h) [リセット = XXh]

図 6-47 に、MFP_2_CONFIG を示し、表 6-38 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-47. MFP_2_CONFIG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
PU_ON_FSD	WARM_COLD_RESET_CONFIG	EN_PB_VSENSE_CONFIG	EN_PB_VSENSE_DEGL	MODE_RESET_CONFIG	MODE_STBY_CONFIG		
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	

表 6-38. MFP_2_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
7	PU_ON_FSD	R/W	X	最初の電源検出 (FSD) 時点で電源を投入します。そのため、VSYS が印加されると、EN/PB/VSENSE ピンが OFF_REQ ステータスであっても、デバイスはアクティブ状態に起動します。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 最初の電源検出 (FSD) は無効です。 1h = 最初の電源検出 (FSD) は有効です。
6	WARM_COLD_RESET_CONFIG	R/W	X	MODE/RESET ピンを介して RESET イベントがトリガされるとき、WARM または COLD リセットを選択 (I2C を介した RESET には非適用) (NVM メモリからのデフォルト) 0h = コールドリセット 1h = ウォームリセット
5-4	EN_PB_VSENSE_CONFIG	R/W	X	イネーブル/プッシュボタン/VSENSE 構成。NVM ロード後は I2C 経由で変更しないでください (NVM をプログラミングする前のプリカーサとしての場合を除く) (NVM メモリからのデフォルト) 0h = デバイス イネーブル構成 1h = プッシュ ボタン構成 2h = VSENSE 構成 3h = デバイス イネーブル構成
3	EN_PB_VSENSE_DEGL	R/W	X	イネーブル/プッシュボタン/VSENSE グリッチ除去 注: 初期化状態でのみ変更します! EN/VSENSE から PB、または PB から EN/VSENSE に変更したときは、すぐに対応してください: 電源投入! (NVM メモリからのデフォルト) 0h = 短 (標準値: EN/VSENSE で 120us、PB で 200ms) 1h = 長 (標準値: EN/VSENSE で 50ms、PB で 600ms)
2	MODE_RESET_CONFIG	R/W	X	MODE/RESET 構成 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = MODE 1h = RESET
1-0	MODE_STBY_CONFIG	R/W	X	MODE_STDBY 構成 (NVM メモリからのデフォルト) 0h = MODE 1h = STBY 2h = MODE および STBY 3h = MODE

6.8.30 STBY_1_CONFIG レジスタ (オフセット = 21h) [リセット = XXh]

図 6-48 に、STBY_1_CONFIG を示し、表 6-39 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-48. STBY_1_CONFIG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み	予約済み	LDO2_STBY_EN	予約済み	LDO1_STBY_EN	BUCK3_STBY_EN	BUCK2_STBY_EN	BUCK1_STBY_EN
R-0h	R-0h	R/W-Xh	R-0h	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh

表 6-39. STBY_1_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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	LDO2_STBY_EN	R/W	X	スタンバイ状態で LDO2 を有効にします。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = STBY モードで無効です 1h = STBY モードで有効です
4	予約済み	R	0h	
3	LDO1_STBY_EN	R/W	X	スタンバイ状態で LDO1 を有効にします。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = STBY モードで無効です 1h = STBY モードで有効です
2	BUCK3_STBY_EN	R/W	X	スタンバイ状態で BUCK3 を有効にします。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = STBY モードで無効です 1h = STBY モードで有効です
1	BUCK2_STBY_EN	R/W	X	スタンバイ状態で BUCK2 を有効にします。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = STBY モードで無効です 1h = STBY モードで有効です
0	BUCK1_STBY_EN	R/W	X	スタンバイ状態で BUCK1 を有効にします。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = STBY モードで無効です 1h = STBY モードで有効です

6.8.31 STBY_2_CONFIG レジスタ (オフセット = 22h) [リセット = 0Xh]

図 6-49 に、STBY_2_CONFIG を示し、表 6-40 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-49. STBY_2_CONFIG レジスタ

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	GPIO_STBY_EN	GPO2_STBY_EN	GPO1_STBY_EN
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh

表 6-40. STBY_2_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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	予約済み	R	0h	
4	予約済み	R	0h	
3	予約済み	R	0h	
2	GPIO_STBY_EN	R/W	X	スタンバイ状態で GPIO を有効にします。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = STBY モードで無効です 1h = STBY モードで有効です
1	GPO2_STBY_EN	R/W	X	スタンバイ状態で GPO2 を有効にします。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = STBY モードで無効です 1h = STBY モードで有効です
0	GPO1_STBY_EN	R/W	X	スタンバイ状態で GPO1 を有効にします。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = STBY モードで無効です 1h = STBY モードで有効です

6.8.32 OC_DEGL_CONFIG レジスタ (オフセット = 23h) [リセット = XXh]

図 6-50 に OC_DEGL_CONFIG を示し、表 6-41 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-50. OC_DEGL_CONFIG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み	予約済み	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_LDO2	予約済み	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_LDO1	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_BUCK3	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_BUCK2	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_BUCK1
R-0h	R-0h	R/W-Xh	R-0h	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh

表 6-41. OC_DEGL_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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_LDO2	R/W	X	設定すると、LDO2 の過電流信号用の長いグリッチ除去オプションが有効になります。クリアすると、LDO2 の過電流信号用の短いグリッチ除去オプションが有効になります。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = LDO2 の過電流信号に対するグリッチ除去期間は 20us までです 1h = LDO2 の過電流信号に対するグリッチ除去時間は 2ms までです
4	予約済み	R	0h	
3	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_LDO1	R/W	X	設定すると、LDO1 の過電流信号用の長いグリッチ除去オプションが有効になります。クリアすると、LDO1 の過電流信号用の短いグリッチ除去オプションが有効になります。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = LDO1 の過電流信号に対するグリッチ除去期間は 20us までです 1h = LDO1 の過電流信号に対するグリッチ除去時間は 2ms までです
2	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_BUCK3	R/W	X	設定すると、BUCK3 の過電流信号用の長いグリッチ除去オプションが有効になります。クリアすると、BUCK3 の過電流信号用の短いグリッチ除去オプションが有効になります。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = BUCK3 (ハイサイド過電流、ローサイド過電流、およびローサイド逆/負過電流) の過電流信号のグリッチ除去時間は、20us までです 1h = BUCK3 (ハイサイド過電流、ローサイド過電流、およびローサイド逆/負過電流) の過電流信号のグリッチ除去時間は、2ms までです
1	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_BUCK2	R/W	X	設定すると、BUCK2 の過電流信号用の長いグリッチ除去オプションが有効になります。クリアすると、BUCK2 の過電流信号用の短いグリッチ除去オプションが有効になります。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = BUCK2 (ハイサイド過電流、ローサイド過電流、およびローサイド逆/負過電流) の過電流信号のグリッチ除去時間は、20us までです 1h = BUCK2 (ハイサイド過電流、ローサイド過電流、およびローサイド逆/負過電流) の過電流信号のグリッチ除去時間は、2ms までです
0	EN_LONG_DEGL_FOR_OC_BUCK1	R/W	X	設定すると、BUCK1 の過電流信号用の長いグリッチ除去オプションが有効になります。クリアすると、BUCK1 の過電流信号用の短いグリッチ除去オプションが有効になります。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = BUCK1 (ハイサイド過電流、ローサイド過電流、およびローサイド逆/負過電流) の過電流信号のグリッチ除去時間は、20us までです 1h = BUCK1 (ハイサイド過電流、ローサイド過電流、およびローサイド逆/負過電流) の過電流信号のグリッチ除去時間は、2ms までです

6.8.33 INT_MASK_UV レジスタ (オフセット = 24h) [リセット = XXh]

図 6-51 に INT_MASK_UV を示し、表 6-42 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-51. INT_MASK_UV レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
MASK_RETRY_COUNT	BUCK3_UV_MASK	BUCK2_UV_MASK	BUCK1_UV_MASK	予約済み	LDO2_UV_MASK	予約済み	LDO1_UV_MASK
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R-0h	R/W-Xh	R-0h	R/W-Xh

表 6-42. INT_MASK_UV 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
7	MASK_RETRY_COUNT	R/W	X	設定すると、デバイスは 2 回再試行しても起動します。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = デバイスは最大 2 回再試行された後、オフのままになります 1h = デバイスは無限に再試行を続けます
6	BUCK3_UV_MASK	R/W	X	BUCK3 低電圧マスク。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)
5	BUCK2_UV_MASK	R/W	X	BUCK2 低電圧マスク。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)
4	BUCK1_UV_MASK	R/W	X	BUCK1 低電圧マスク。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)
3	予約済み	R	0h	
2	LDO2_UV_MASK	R/W	X	LDO2 低電圧マスク- BYP または LSW モードで常にマスクされます。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)
1	予約済み	R	0h	
0	LDO1_UV_MASK	R/W	X	LDO1 低電圧マスク- BYP または LSW モードで常にマスクされます。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)

6.8.34 MASK_CONFIG レジスタ (オフセット = 25h) [リセット = XXh]

図 6-52 に MASK_CONFIG を示し、表 6-43 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-52. MASK_CONFIG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
MASK_INT_FOR_PB	MASK_EFFECT	MASK_INT_FOR_RV	SENSOR_0_WARM_MASK	SENSOR_1_WARM_MASK	SENSOR_2_WARM_MASK	SENSOR_3_WARM_MASK	
R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh	R/W-Xh

表 6-43. MASK_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
7	MASK_INT_FOR_PB	R/W	X	nINT ピンが PushButton (PB) の押下/解放イベントに敏感かどうかを制御するマスキングビット。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(すべての PB イベントで nINT を Low にプル) 1h = マスク済み(nINT は PB イベントの影響を受けません)
6-5	MASK_EFFECT	R/W	X	マスキング効果(グローバル)(NVM メモリからのデフォルト) 0h = 状態変更なし、nINT 応答なし、フォルト用のビットセットなし 1h = 状態変更なし、nINT 応答なし、フォルト用のビットセット 2h = 状態変更なし、nINT 応答、フォルト用のビットセット(11b と同じ) 3h = 状態変更なし、nINT 応答、フォルト用のビットセット(11b と同じ)
4	MASK_INT_FOR_RV	R/W	X	nINT ピンが RV (残留電圧) イベントに敏感かどうかを制御するマスキングビット。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(アクティブ状態への遷移中またはレールの有効化時に、いずれかの RV イベントで nINT を Low にプル) 1h = マスク済み(nINT は RV イベントの影響を受けません)
3	SENSOR_0_WARM_MASK	R/W	X	ダイ温度ウォーム フォルト マスク、センサ 0。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)
2	SENSOR_1_WARM_MASK	R/W	X	ダイ温度ウォーム フォルト マスク、センサ 1。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)
1	SENSOR_2_WARM_MASK	R/W	X	ダイ温度ウォーム フォルト マスク、センサ 2。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)
0	SENSOR_3_WARM_MASK	R/W	X	ダイ温度ウォーム フォルト マスク、センサ 3。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = マスクなし(フォルトを通知します) 1h = マスク済み(フォルトを通知しません)

6.8.35 I2C_ADDRESS_REG レジスタ (オフセット = 26h) [リセット = XXh]

図 6-53 に、I2C_ADDRESS_REG を示し、表 6-44 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-53. I2C_ADDRESS_REG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
DIY_NVM_PRO GRAM_CMD_I SSUED	I2C_ADDRESS						
R/W-Xh	R/W-Xh						

表 6-44. I2C_ADDRESS_REG 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
7	DIY_NVM_PROGRAM_C MD_ISSUED	R/W	X	DIY プログラムコマンドが試行されたかどうかを示すビット。一度設定すると、常に設定されたままになります。(NVM メモリからのデフォルト) 0h = NVM データは変更されていません 1h = DIY プログラム コマンドを使用して NVM データの変更が試行されました
6-0	I2C_ADDRESS	R/W	X	I2C セカンダリ アドレス。注: 操作中に変更しても問題ありませんが、すぐに対応してください。読み取り/書き込み用の新しいアドレスです! (NVM メモリからのデフォルト)

6.8.36 USER_GENERAL_NVM_STORAGE_REG レジスタ (オフセット = 27h) [リセット = XXh]

図 6-54 に USER_GENERAL_NVM_STORAGE_REG を示し、表 6-45 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-54. USER_GENERAL_NVM_STORAGE_REG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
USER_GENERAL_NVM_STORAGE							
R/W-XXh							

表 6-45. USER_GENERAL_NVM_STORAGE_REG 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
7-0	USER_GENERAL_NVM_STORAGE	R/W	X	顧客が変更した NVM バージョンの NVM-ID など、ユーザーデータを格納するためにユーザーが使用できる 8 ビットの NVM ベースのレジスタ。(NVM メモリからのデフォルト)

6.8.37 MANUFACTURING_VER レジスタ (オフセット = 28h) [リセット = 00h]

図 6-55 に MANUFACTURING_VER を示し、表 6-46 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-55. MANUFACTURING_VER レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
SILICON_REV							
R-0h							

表 6-46. MANUFACTURING_VER 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
7-0	SILICON_REV	R	0h	SILICON_REV[7:6] - 予約済み SILICON_REV[5:3] - ALR SILICON_REV[2:0] - 金属シリコン リビジョン ハードワイヤード (NVM では制御されていません)

6.8.38 MFP_CTRL レジスタ（オフセット = 29h）[リセット = 00h]

図 6-56 に MFP_CTRL を示し、表 6-47 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-56. MFP_CTRL レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み	予約済み	予約済み	GPIO_STATUS	WARM_RESET_I2C_CTRL	COLD_RESET_I2C_CTRL	STBY_I2C_CTRL	I2C_OFF_REQ
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 6-47. MFP_CTRL 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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	予約済み	R	0h	
4	GPIO_STATUS	R	0h	GPIO ピンのリアルタイム値を示します 0h = GPIO ピンは現在「0」 1h = GPIO ピンは現在「1」
3	WARM_RESET_I2C_CTRL	R/W	0h	「1」と書き込まれると、ウォームリセットがトリガされます。注:このビットは自動的にクリアされるため、書き込み後に「1」として読み出すことはできません。 0h = 通常動作 1h = ウォームリセット
2	COLD_RESET_I2C_CTRL	R/W	0h	High に設定すると、コールドリセットがトリガされます。初期化に入るとクリアされます。 0h = 通常動作 1h = コールドリセット
1	STBY_I2C_CTRL	R/W	0h	I2C を使用した STBY 制御。STBY/STBY ピンによるモード制御で統合。仕様の表を参照。 0h = 通常動作 1h = STBY モード
0	I2C_OFF_REQ	R/W	0h	このビットに「1」が書き込まれた場合:オフ要求をトリガします。「0」の場合:影響なし。セルフクリアを行います。 0h = 影響なし 1h = オフ要求をトリガ

6.8.39 DISCHARGE_CONFIG レジスタ (オフセット = 2Ah) [リセット = 7Fh]

図 6-57 に DISCHARGE_CONFIG を示し、表 6-48 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-57. DISCHARGE_CONFIG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み	予約済み	LDO2_DISCHARGE_EN	予約済み	LDO1_DISCHARGE_EN	BUCK3_DISCHARGE_EN	BUCK2_DISCHARGE_EN	BUCK1_DISCHARGE_EN
R-0h	R-0h	R/W-1h	R-0h	R/W-1h	R/W-1h	R/W-1h	R/W-1h

表 6-48. DISCHARGE_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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	LDO2_DISCHARGE_EN	R/W	1h	LDO2 の放電設定 0h = 放電なし 1h = 250Ω
4	予約済み	R	0h	
3	LDO1_DISCHARGE_EN	R/W	1h	LDO1 の放電設定 0h = 放電なし 1h = 200Ω
2	BUCK3_DISCHARGE_EN	R/W	1h	BUCK3 の放電設定 0h = 放電なし 1h = 125Ω
1	BUCK2_DISCHARGE_EN	R/W	1h	BUCK2 の放電設定 0h = 放電なし 1h = 125Ω
0	BUCK1_DISCHARGE_EN	R/W	1h	BUCK1 の放電設定 0h = 放電なし 1h = 125Ω

6.8.40 INT_SOURCE レジスタ (オフセット = 2Bh) [リセット = 00h]

図 6-58 に INT_SOURCE を示し、表 6-49 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-58. INT_SOURCE レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
INT_PB_IS_SET	INT_LDO_2_IS_SET	INT_LDO_1_IS_SET	INT_BUCK_3_IS_SET	INT_BUCK_1_2_IS_SET	INT_SYSTEM_IS_SET	INT_RV_IS_SET	INT_TIMEOUT_RV_SD_IS_SET
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

表 6-49. INT_SOURCE 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
7	INT_PB_IS_SET	R	0h	INT_PB レジスタの中に存在する INT のひとつまたは複数のソース 0h = INT_PB にビットは設定されていません 1h = INT_PB にひとつまたは単数のビットが設定されています
6	INT_LDO_2_IS_SET	R	0h	INT_LDO_2 レジスタの中に存在する INT のひとつまたは複数のソース 0h = INT_LDO_2 にビットは設定されていません 1h = INT_LDO_2 にひとつまたは単数のビットが設定されています
5	INT_LDO_1_IS_SET	R	0h	INT_LDO_1 レジスタの中に存在する INT のひとつまたは複数のソース 0h = INT_LDO_1 にビットは設定されていません 1h = INT_LDO_1 にひとつまたは単数のビットが設定されています
4	INT_BUCK_3_IS_SET	R	0h	INT_BUCK_3 レジスタの中に存在する INT のひとつまたは複数のソース 0h = INT_BUCK_3 にビットは設定されていません 1h = INT_BUCK_3 にひとつまたは単数のビットが設定されています
3	INT_BUCK_1_2_IS_SET	R	0h	INT_BUCK_1_2 レジスタの中に存在する INT のひとつまたは複数のソース 0h = INT_BUCK_1_2 にビットは設定されていません 1h = INT_BUCK_1_2 にひとつまたは単数のビットが設定されています
2	INT_SYSTEM_IS_SET	R	0h	INT_SYSTEM レジスタの中に存在する INT のひとつまたは複数のソース 0h = INT_SYSTEM にビットは設定されていません 1h = INT_SYSTEM にひとつまたは単数のビットが設定されています
1	INT_RV_IS_SET	R	0h	INT_RV レジスタの中に存在する INT のひとつまたは複数のソース 0h = INT_RV にビットは設定されていません 1h = INT_RV にひとつまたは単数のビットが設定されています
0	INT_TIMEOUT_RV_SD_IS_SET	R	0h	INT_TIMEOUT_RV_SD レジスタの中に存在する INT のひとつまたは複数のソース 0h = INT_TIMEOUT_RV_SD にビットは設定されていません 1h = INT_TIMEOUT_RV_SD にひとつまたは単数のビットが設定されています

6.8.41 INT_LDO_2 レジスタ (オフセット = 2Ch) [リセット = 00h]

図 6-59 に、INT_LDO_2 を示し、表 6-50 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-59. INT_LDO_2 レジスタ

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	LDO2_UV	LDO2_OC	LDO2_SCG
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h

表 6-50. INT_LDO_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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	予約済み	R	0h	
4	予約済み	R	0h	
3	予約済み	R	0h	
2	LDO2_UV	R/W1C	0h	LDO2 低電圧フォルト INT_MASK_UV レジスタの対応する *_UV_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
1	LDO2_OC	R/W1C	0h	LDO2 過電流フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
0	LDO2_SCG	R/W1C	0h	LDO2 接地への短絡フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり

6.8.42 INT_LDO_1 レジスタ (オフセット = 2Dh) [リセット = 00h]

図 6-60 に、INT_LDO_1 を示し、表 6-51 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-60. INT_LDO_1 レジスタ

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	LDO1_UV	LDO1_OC	LDO1_SCG
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h

表 6-51. INT_LDO_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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	予約済み	R	0h	
4	予約済み	R	0h	
3	予約済み	R	0h	
2	LDO1_UV	R/W1C	0h	LDO1 低電圧フォルト INT_MASK_UV レジスタの対応する *_UV_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
1	LDO1_OC	R/W1C	0h	LDO1 過電流フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
0	LDO1_SCG	R/W1C	0h	LDO1 接地への短絡フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり

6.8.43 INT_BUCK_3 レジスタ (オフセット = 2Eh) [リセット = 00h]

図 6-61 に、INT_BUCK_3 を示し、表 6-52 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-61. INT_BUCK_3 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み	予約済み	予約済み	予約済み	BUCK3_UV	BUCK3_NEG_OC	BUCK3_OC	BUCK3_SCG
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h

表 6-52. INT_BUCK_3 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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	予約済み	R	0h	
4	予約済み	R	0h	
3	BUCK3_UV	R/W1C	0h	BUCK3 低電圧フォルト INT_MASK_UV レジスタの対応する *_UV_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
2	BUCK3_NEG_OC	R/W1C	0h	BUCK3 負の過電流フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
1	BUCK3_OC	R/W1C	0h	BUCK3 正の過電流フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
0	BUCK3_SCG	R/W1C	0h	BUCK3 接地への短絡フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり

6.8.44 INT_BUCK_1_2 レジスタ (オフセット = 2Fh) [リセット = 00h]

図 6-62 に、INT_BUCK_1_2 を示し、表 6-53 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-62. INT_BUCK_1_2 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
BUCK2_UV	BUCK2_NEG_OC	BUCK2_OC	BUCK2_SCG	BUCK1_UV	BUCK1_NEG_OC	BUCK1_OC	BUCK1_SCG
R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h

表 6-53. INT_BUCK_1_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
7	BUCK2_UV	R/W1C	0h	BUCK2 低電圧フォルト INT_MASK_UV レジスタの対応する *_UV_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
6	BUCK2_NEG_OC	R/W1C	0h	BUCK2 負の過電流フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
5	BUCK2_OC	R/W1C	0h	BUCK2 正の過電流フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
4	BUCK2_SCG	R/W1C	0h	BUCK2 接地への短絡フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
3	BUCK1_UV	R/W1C	0h	BUCK1 低電圧フォルト INT_MASK_UV レジスタの対応する *_UV_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
2	BUCK1_NEG_OC	R/W1C	0h	BUCK1 負の過電流フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
1	BUCK1_OC	R/W1C	0h	BUCK1 正の過電流フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
0	BUCK1_SCG	R/W1C	0h	BUCK1 接地への短絡フォルト 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり

6.8.45 INT_SYSTEM レジスタ (オフセット = 30h) [リセット = 00h]

図 6-63 に INT_SYSTEM を示し、表 6-54 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-63. INT_SYSTEM レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
SENSOR_0_H OT	SENSOR_1_H OT	SENSOR_2_H OT	SENSOR_3_H OT	SENSOR_0_W ARM	SENSOR_1_W ARM	SENSOR_2_W ARM	SENSOR_3_W ARM
R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h

表 6-54. INT_SYSTEM 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
7	SENSOR_0_HOT	R/W1C	0h	センサ 0 の TSD ホット検出 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
6	SENSOR_1_HOT	R/W1C	0h	センサ 1 の TSD ホット検出 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
5	SENSOR_2_HOT	R/W1C	0h	センサ 2 の TSD ホット検出 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
4	SENSOR_3_HOT	R/W1C	0h	センサ 3 の TSD ホット検出 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
3	SENSOR_0_WARM	R/W1C	0h	センサ 0 の TSD ウォーム検出 MASK_CONFIG レジスタの対応する *_WARM_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
2	SENSOR_1_WARM	R/W1C	0h	センサ 1 の TSD ウォーム検出 MASK_CONFIG レジスタの対応する *_WARM_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
1	SENSOR_2_WARM	R/W1C	0h	センサ 2 の TSD ウォーム検出 MASK_CONFIG レジスタの対応する *_WARM_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり
0	SENSOR_3_WARM	R/W1C	0h	センサ 3 の TSD ウォーム検出 MASK_CONFIG レジスタの対応する *_WARM_MASK ビットが「1」の場合、初期化状態への遷移時に自動的にクリアされます。 0h = フォルト検出なし 1h = フォルト検出あり

6.8.46 INT_RV レジスタ（オフセット = 31h）[リセット = 00h]

図 6-64 に INT_RV を示し、表 6-55 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-64. INT_RV レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
予約済み	予約済み	LDO2_RV	予約済み	LDO1_RV	BUCK3_RV	BUCK2_RV	BUCK1_RV
R-0h	R-0h	R/W1C-0h	R-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h

表 6-55. INT_RV 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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	LDO2_RV	R/W1C	0h	レール電源オン中に LDO2 レール上で、または電源シーケンスをアクティブ状態にする前の放電点検中に 4 ~ 5ms 後に検出された RV イベント 0h = RV 検出なし 1h = RV 検出あり
4	予約済み	R	0h	
3	LDO1_RV	R/W1C	0h	レール電源オン中に LDO1 レール上で、または電源シーケンスをアクティブ状態にする前の放電点検中に 4 ~ 5ms 後に検出された RV イベント 0h = RV 検出なし 1h = RV 検出あり
2	BUCK3_RV	R/W1C	0h	レール電源オン中に BUCK3 レール上で、または電源シーケンスをアクティブ状態にする前の放電点検中に 4 ~ 5ms 後に検出された RV イベント 0h = RV 検出なし 1h = RV 検出あり
1	BUCK2_RV	R/W1C	0h	レール電源オン中に BUCK2 レール上で、または電源シーケンスをアクティブ状態にする前の放電点検中に 4 ~ 5ms 後に検出された RV イベント 0h = RV 検出なし 1h = RV 検出あり
0	BUCK1_RV	R/W1C	0h	レール電源オン中に BUCK1 レール上で、または電源シーケンスをアクティブ状態にする前の放電点検中に 4 ~ 5ms 後に検出された RV イベント 0h = RV 検出なし 1h = RV 検出あり

6.8.47 INT_TIMEOUT_RV_SD レジスタ (オフセット = 32h) [リセット = 00h]

図 6-65 に INT_TIMEOUT_RV_SD を示し、表 6-56 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-65. INT_TIMEOUT_RV_SD レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
TIMEOUT	予約済み	LDO2_RV_SD	予約済み	LDO1_RV_SD	BUCK3_RV_SD	BUCK2_RV_SD	BUCK1_RV_SD
R/W1C-0h	R-0h	R/W1C-0h	R-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h

表 6-56. INT_TIMEOUT_RV_SD 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
7	TIMEOUT	R/W1C	0h	以下の間に、タイムアウトが原因でシャットダウンが発生した場合に設定されます。1.アクティブ状態に遷移して、割り当てられたスロットの終了時に、ひとつまたは複数のレールが UV レベルを超えなかった場合 (および、このレールの UV が SD フォルトとして構成されている場合)。INT_*レジスタの*_UV ビットにより、どのレールが表示されるかが示されます。2.スタンバイ状態に遷移すると、割り当てられたスロットが終了しても、ひとつまたは複数のレールが SCG レベルを下回らず、そのレールに対して放電が有効になります (このレジスタの対応する RV_SD ビットにより、どのレールかが示されます)。 0h = タイムアウトが原因の SD は発生していません 1h = タイムアウトが原因の SD が発生しました
6	予約済み	R	0h	
5	LDO2_RV_SD	R/W1C	0h	以下の間に、LDO2 レールの RV が原因でシャットダウンが発生しました。1.スタンバイ状態への遷移で、割り当てられたスロットの終了時にこのレールは放電せず、このレールに対する放電が有効になります 2.スタンバイ状態への遷移で、このレールが無効化され、放電が有効になった後、に RV がこのレール上で観察されました 3.アクティブ状態への遷移で、このレールがオフの状態に RV が観測されました (レールはアクティブ状態への遷移を開始する前に放電されると予想されます) 4.このレールは放電しないため、スタンバイからアクティブへの遷移開始時にすべてのレールの放電を試みている間にタイムアウト SD が発生しました (この場合は TIMEOUT ビットも設定されます) 0h = LDO2 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因の SD は発生していません 1h = LDO2 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因でシャットダウンが発生しました
4	予約済み	R	0h	
3	LDO1_RV_SD	R/W1C	0h	以下の間に、LDO1 レールの RV が原因でシャットダウンが発生しました。1.スタンバイ状態への遷移で、割り当てられたスロットの終了時にこのレールは放電せず、このレールに対する放電が有効になります 2.スタンバイ状態への遷移で、このレールが無効化され、放電が有効になった後、に RV がこのレール上で観察されました 3.アクティブ状態への遷移で、このレールがオフの状態に RV が観測されました (レールはアクティブ状態への遷移を開始する前に放電されると予想されます) 4.このレールは放電しないため、スタンバイからアクティブへの遷移開始時にすべてのレールの放電を試みている間にタイムアウト SD が発生しました (この場合は TIMEOUT ビットも設定されます) 0h = LDO1 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因の SD は発生していません 1h = LDO1 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因でシャットダウンが発生しました

表 6-56. INT_TIMEOUT_RV_SD 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
2	BUCK3_RV_SD	R/W1C	0h	以下の間に、BUCK3 レールの RV が原因でシャットダウンが発生しました。1.スタンバイ状態への遷移で、割り当てられたスロットの終了時にこのレールは放電せず、このレールに対する放電が有効になります 2.スタンバイ状態への遷移で、このレールが無効化され、放電が有効になった後、に RV がこのレール上で観察されました 3.アクティブ状態への遷移で、このレールがオフの状態 RV が観測されました (レールはアクティブ状態への遷移を開始する前に放電されると予想されます) 4.このレールは放電しないため、スタンバイからアクティブへの遷移開始時にすべてのレールの放電を試みている間にタイムアウト SD が発生しました (この場合は TIMEOUT ビットも設定されます) 0h = BUCK3 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因の SD は発生していません 1h = BUCK3 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因でシャットダウンが発生しました
1	BUCK2_RV_SD	R/W1C	0h	以下の間に、BUCK2 レールの RV が原因でシャットダウンが発生しました。1.スタンバイ状態への遷移で、割り当てられたスロットの終了時にこのレールは放電せず、このレールに対する放電が有効になります 2.スタンバイ状態への遷移で、このレールが無効化され、放電が有効になった後、に RV がこのレール上で観察されました 3.アクティブ状態への遷移で、このレールがオフの状態 RV が観測されました (レールはアクティブ状態への遷移を開始する前に放電されると予想されます) 4.このレールは放電しないため、スタンバイからアクティブへの遷移開始時にすべてのレールの放電を試みている間にタイムアウト SD が発生しました (この場合は TIMEOUT ビットも設定されます) 0h = BUCK2 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因の SD は発生していません 1h = BUCK2 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因でシャットダウンが発生しました
0	BUCK1_RV_SD	R/W1C	0h	以下の間に、BUCK1 レールの RV が原因でシャットダウンが発生しました。1.スタンバイ状態への遷移で、割り当てられたスロットの終了時にこのレールは放電せず、このレールに対する放電が有効になります 2.スタンバイ状態への遷移で、このレールが無効化され、放電が有効になった後、に RV がこのレール上で観察されました 3.アクティブ状態への遷移で、このレールがオフの状態 RV が観測されました (レールはアクティブ状態への遷移を開始する前に放電されると予想されます) 4.このレールは放電しないため、スタンバイからアクティブへの遷移開始時にすべてのレールの放電を試みている間にタイムアウト SD が発生しました (この場合は TIMEOUT ビットも設定されます) 0h = BUCK1 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因の SD は発生していません 1h = BUCK1 の RV/DISCHARGE_TIMEOUT が原因でシャットダウンが発生しました

6.8.48 INT_PB レジスタ (オフセット = 33h) [リセット = 04h]

図 6-66 に INT_PB を示し、表 6-57 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-66. INT_PB レジスタ

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	PB_REAL_TIME_STATUS	PB_RISING_EDGE_DETECTED	PB_FALLING_EDGE_DETECTED
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-1h	R/W1C-0h	R/W1C-0h

表 6-57. INT_PB 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
7	予約済み	R	0h	
6	予約済み	R	0h	
5	予約済み	R	0h	
4	予約済み	R	0h	
3	予約済み	R	0h	
2	PB_REAL_TIME_STATUS	R	1h	PB ピンのグリッチ除去 (64 ~ 128ms) のリアルタイム ステータス。 EN/PB/VSENSE ピンが PB として構成されている場合のみ有効です。 0h = PB の電流グリッチ除去ステータス: プレス済み 1h = PB の電流グリッチ除去ステータス: リリース済み
1	PB_RISING_EDGE_DETECTED	R/W1C	0h	PB は前回このビットがクリアされてから、グリッチ除去期間> (64 ~ 128ms) の間、リリースされました。このビットを設定すると、nINT ピンがアサートされます (構成ビット MASK_INT_FOR_PB = 「0」の場合)。 0h = PB リリースは検出されていません 1h = PB リリースは検出されています
0	PB_FALLING_EDGE_DETECTED	R/W1C	0h	PB は前回このビットがクリアされてから、グリッチ除去期間> (64 ~ 128ms) の間、プレスされました。このビットを設定すると、nINT ピンがアサートされます (構成ビット MASK_INT_FOR_PB = 「0」の場合)。 0h = PB プレスは検出されていません 1h = PB プレスは検出されています

6.8.49 USER_NVM_CMD_REG レジスタ (オフセット = 34h) [リセット = 00h]

図 6-67 に USER_NVM_CMD_REG を示し、表 6-58 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-67. USER_NVM_CMD_REG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
NVM_VERIFY_RESULT	CUST_NVM_VERIFY_DONE	CUST_PROG_DONE	I2C_OSC_ON	USER_NVM_CMD			
R-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R-0h	R-0h			

表 6-58. USER_NVM_CMD_REG 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
7	NVM_VERIFY_RESULT	R	0h	CUST_NVM_Verify_CMD が実行された後、このビットは動作の結果を示します。(1 = フェイル、0 = パス)。「1」の場合、このビットは次の CUST_NVM_VERIFY_CMD がパスした場合のみクリアできます。 0h = PASS 1h = FAIL
6	CUST_NVM_VERIFY_DONE	R/W1C	0h	CUST_NVM_VERIFY_CMD の実行後、「1」に設定されます。ユーザーが W1C を実行するまで「1」のままになります。 0h = 未完了/進行中 1h = 完了
5	CUST_PROG_DONE	R/W1C	0h	CUST_PROG_CMD の実行後、「1」に設定されます。ユーザーが W1C を実行するまで「1」のままになります。 0h = 未完了/進行中 1h = 完了
4	I2C_OSC_ON	R	0h	EN_OSC_DIY を受信すると、このレジスタ フィールドは「1」に設定されます。 0h = OSC は I2C 経由して制御されていません 1h = I2C コマンド EN_OSC_DIY により無条件で OSC をオン
3-0	USER_NVM_CMD	R	0h	DIY プログラミングモードに移行し、ユーザー NVM 空間をプログラムするためのコマンド。常に 0 として読み出します 6h = DIS_OSC_DIY 7h = CUST_NVM_VERIFY_CMD 9h = EN_OSC_DIY Ah = CUST_PROG_CMD

6.8.50 POWER_UP_STATUS_REG レジスタ (オフセット = 35h) [リセット = 00h]

図 6-68 に POWER_UP_STATUS_REG を示し、表 6-59 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-68. POWER_UP_STATUS_REG レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
POWER_UP_F ROM_FSD	POWER_UP_F ROM_EN_PB_ VSENSE	COLD_RESET_ ISSUED	状態		RETRY_COUNT		POWER_UP_F ROM_OFF
R/W1C-0h	R/W1C-0h	R/W1C-0h	R-0h		R-0h		R/W1C-0h

表 6-59. POWER_UP_STATUS_REG 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
7	POWER_UP_FROM_FSD	R/W1C	0h	FSD が原因で ON_REQ がトリガされた場合に設定されます 0h = FSD によるパワーアップは検出されていません 1h = FSD によるパワーアップは検出されています
6	POWER_UP_FROM_EN_PB_VSENSE	R/W1C	0h	EN/PB/VSENSE ピンが原因で ON_REQ がトリガされた場合に設定されます 0h = ピンは検出されていません 1h = 検出されたピン経由でパワーアップ
5	COLD_RESET_ISSUED	R/W1C	0h	ピン経由または I2C 経由で COLD_RESET を受信した場合に設定されます 0h = コールドリセットは受信していません 1h = ピンまたは I2C 経由でコールドリセットを受信しました
4-3	状態	R	0h	現在のデバイス状態を示します 0h = 遷移状態 1h = 初期化 2h = スタンバイ 3h = ACTIVE
2-1	RETRY_COUNT	R	0h	ステートマシンの現在のリトライ カウントを読み取ります。RETRY_COUNT = 3 で、マスクされていない場合、デバイスは起動しません。
0	POWER_UP_FROM_OFF	R/W1C	0h	オフ状態から電源が投入されたかどうかを示します (POR がアサートされました) 0h = このビットが前回クリアされた後に、オフ状態に移行していません 1h = このビットが前回クリアされた後に、オフ状態に移行しています

6.8.51 SPARE_2 レジスタ (オフセット = 36h) [リセット = 00h]

図 6-69 に、SPARE_2 を示し、表 6-60 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-69. SPARE_2 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
SPARE_2_1	SPARE_2_2	SPARE_2_3	SPARE_2_4	SPARE_2_5	SPARE_2_6	SPARE_2_7	SPARE_2_8
R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h	R/W-0h

表 6-60. SPARE_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
7	SPARE_2_1	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット
6	SPARE_2_2	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット
5	SPARE_2_3	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット
4	SPARE_2_4	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット
3	SPARE_2_5	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット
2	SPARE_2_6	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット
1	SPARE_2_7	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット
0	SPARE_2_8	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット

6.8.52 SPARE_3 レジスタ (オフセット = 37h) [リセット = 00h]

図 6-70 に、SPARE_3 を示し、表 6-61 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-70. SPARE_3 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
SPARE_3_1							
R/W-0h							

表 6-61. SPARE_3 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
7-0	SPARE_3_1	R/W	0h	ユーザーの非 NVM 領域の Spare ビット

6.8.53 FACTORY_CONFIG_2 レジスタ (オフセット = 41h) [リセット = XXh]

図 6-71 に、FACTORY_CONFIG_2 を示し、表 6-62 に、その説明を示します。

概略表に戻ります。

図 6-71. FACTORY_CONFIG_2 レジスタ

7	6	5	4	3	2	1	0
NVM_REVISION			RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED	RESERVED
R/W-Xh			R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

表 6-62. FACTORY_CONFIG_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
7-5	NVM_REVISION	R/W	X	NVM 構成のバージョンを指定します 注:このレジスタは、マイコンのみが書き込みできます。 0h = V0 1h = V1 ...
4	予約済み	R	0h	
3	予約済み	R	0h	
2	予約済み	R	0h	
1	予約済み	R	0h	
0	予約済み	R	0h	

7 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、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。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。

7.1 アプリケーション情報

以下のセクションでは、PMIC の適切な使用方法についてさらに詳しく説明します。注文可能な各型番には固有のデフォルト不揮発性メモリ(NVM)設定があり、その注文可能な部品番号に関連する『技術参考書(TRM)』は、製品フォルダの「技術資料」から入手できます。特定のアプリケーション情報については、これらの TRM を参照してください。より一般的なトピックといくつかの例は、ここで概説します。

新規設計に役立つさまざまなツールや資料が、製品フォルダ内に用意されています。ここで、いくつかの例を挙げます

- 評価基板とユーザーガイド
- PMIC と通信するための GUI
- 回路図とレイアウトのチェックアウト
- PMIC を使用して指定のプロセッサと SoC に電源を供給する方法が記載されたユーザーガイド。
- 注文可能な各製品のデフォルトのレジスタ設定の説明が記載された技術参考書(TRM)。

7.2 代表的なアプリケーション

TPS6521505-Q1 PMIC は、5 個のレギュレータ、3 個の降圧コンバータ、2 個の低ドロップアウトレギュレータ (LDO) を内蔵しています。このパワー マネージメント IC は電源リソースに加えて、構成可能な 3 本のマルチファンクション ピン、1 つの GPIO、2 つの GPO と I2C 通信機能も統合されているため、複数のプロセッサや SoC にを供給するためのコストとサイズの最適なソリューションとなっています。プロセッサと周辺装置に電力を供給する目的で TPS6521505-Q1 を設計する際には、いくつかの事項を考慮に入れる必要があります。供給レールの数およびそれとともに使用される外部コンポーネントを決定するには、必要なレギュレータの数、必要なシーケンス、負荷電流要件、電圧特性のすべてが重要です。次のセクションでは、一般的なケースについて説明します。特定のケースについては、注文可能な型番に基づいて該当するユーザーガイドと技術参考書(TRM)を参照してください。

7.2.1 代表的なアプリケーションの例

注

外部ディスクリートを使用して 3.3V IO に電力を供給する場合は、PMIC GPO2 がその IO を無効にした後に電圧を放電するように、アクティブ放電でその IO を選択する必要があります。

図 7-1. パワー マップの例

7.2.2 設計要件

このセクションで説明されている典型的なアプリケーションの設計要件は以下の通りです。

- VDD CORE レールには高負荷過渡応答の 0.75V レールが必要です。
- アナログ回路には低ノイズの 1.8V が必要です。
- プロセッサの IO ドメインと周辺装置には 3.3V と 1.8V が必要です。
- LPDDR4 には 1.1V のレールが必要です。

7.2.3 詳細な設計手順

このセクションでは TPS6521505-Q1 PMIC に内蔵されている各パワー モジュールの設計手順について説明します。本セクションで言及されている外部コンポーネントの値の大半は、標準仕様に基づいています。最小値と最大値については、「仕様」セクションに記載された該当パラメータを参照してください。

7.2.3.1 Buck1、Buck2、Buck3 の設計手順

入力キャパシタンス - Buck1、Buck2、Buck3

各降圧コンバータには、対応する **PVIN_Bx** ピンに入力コンデンサが必要です。コンデンサの値は、電圧と温度のデレーティングを考慮して選定する必要があります。スイッチング コンバータの特性により、最良の入力電圧フィルタリングのためには低 **ESR** セラミック コンデンサが必要です。代表的な推奨容量は **4.7uF**、**10V** のコンデンサです。PCB サイズが大きなフットプリントを許容する場合は、より高い入力キャパシタンスが許容されます。

出力キャパシタンス - Buck1、Buck2、Buck3

すべての降圧コンバータの出力には、**LC** 出力フィルタの容量成分を形成するためのローカル出力コンデンサが必要です。ここでは、**X7** 温度係数のセラミックコンデンサを推奨します。動作温度に基づいて **X6** 以下を使用することで、非自動車用途のコストを最適化します。降圧コンバータには複数のスイッチング モードと帯域幅設定があり、これが出力コンデンサの選定に影響を与えます。スイッチングモード設定 (**BUCK_FF_ENABLE**) は、**3** つの降圧コンバータに適用されるグローバルレジスタフィールドであり、変更はできません。帯域幅選択は、各降圧コンバータに対して独立したレジスタフィールドです。**NVM** 構成と対応する出力キャパシタンス要件を特定するための注文可能な指定の部品番号については、技術参考書 (**TRM**) を参照してください。表 7-1 は、各スイッチング モードと帯域幅構成における必要最小値と最大値 (デレーティング後) の静電容量を示しています。ここでは、セラミック コンデンサの **DC** バイアス電圧特性、許容差、経年変化、温度効果を考慮する必要があります。**ESR** は **10mΩ** 以下でなければいけません。

表 7-1. 降圧出力キャパシタンス

スイッチング モードの選択	帯域幅の選択	仕様パラメータ	容量	
			最小値	最大値 (ローカル + 負荷点を含む)
レジスタ フィールド: BUCK_FF_ENABLE	レジスタ フィールド: BUCK1_BW_SEL 、 BUCK2_BW_SEL 、 BUCK3_BW_SEL			
擬似固定周波数 (自動 PFM および強制 PWM)	低帯域幅	COUT	10uF	75uF
	高帯域	COUT_HIGH_BW	30uF	220uF
固定周波数 (TPS65220、TPS65220-EP、 TPS65219-Q1、TPS65215-Q1 でサポート)	低帯域幅	COUT_FF	12uF	36uF
	高帯域	COUT_HIGH_BW_FF	48uF	144uF

インダクタの選択 - Buck1、Buck2、Buck3

降圧コンバータの内部パラメータは、**0.47uH** のインダクタ向けに最適化されています。**DCR** は **50mΩ** 以下でなければいけません。**TI** では、選択したインダクタの定格が、**Buck1** では **7.4A** 以上、**Buck2/Buck3** では **5.4A** 以上の飽和電流をサポートすることをお勧めします。

7.2.3.2 LDO1 の設計手順

入力容量 - LDO1

LDO 入力には、入力リップル電圧を最小限に抑えるため、入力デカップリング コンデンサが必要です。各 LDO に対して標準的な 2.2 μ F 容量を使用することを推奨します。LDO の入力電圧によっては、6.3V 以上の定格コンデンサを使用します。LDO が LDO、バイパス、またはロード スイッチとして構成されている場合、同じ入力キャパシタンス要件が適用されます。

出力容量 - LDO1

LDO 出力では、負荷ステップ時または入力電圧の変化時に、出力電圧を保持するために、出力コンデンサが必要です。各 LDO 出力には、ESR が 10m Ω 以下の 2.2 μ F ローカル容量を使用することを推奨します。ローカル容量 (ディレーティング後) は、4 μ F を超えないようにしてください。この要件には、負荷側に観測される容量は含まれず、デバイスの近くに見られる容量のみが対象となります。各 LDO がサポートできる総容量 (ローカル + 負荷点) は、NVM 構成によって異なります。表 7-2 に、レール構成に基づいて許容される最大合計出力容量を示します。レジスタ設定と適用可能な最大総容量に基づいて LDO 構成を特定するための注文可能な指定の部品番号については、技術参考書 (TRM) を参照してください。

表 7-2. LDO1 出力容量

レジスタ設定		LDO 構成	最大総容量 (2.2 μ F ローカル + 負荷点)
LDOx_LSW_CONFIG	LDOx_BYP_CONFIG		
0	0	LDO	20 μ F
0	1	バイパス	50 μ F
1	X	ロード スイッチ	50 μ F

7.2.3.3 LDO2 の設計手順

入力キャパシタンス - LDO2

LDO2 の入力電源ピンには、入力リップル電圧を最小限に抑えるための入力デカップリング コンデンサが必要です。最小の 2.2 μ F 入力キャパシタンスを使用することを推奨します。LDO の入力電圧によっては、6.3V 以上の定格コンデンサを使用します。LDO が LDO またはロード スイッチとして構成されている場合、同じ入力キャパシタンス要件が適用されます。

出力キャパシタンス - LDO2

LDO 出力では、負荷ステップ時または入力電圧の変化時に、出力電圧を保持するために、出力コンデンサが必要です。各 LDO 出力には、ESR が 10m Ω 以下の 2.2 μ F ローカル容量を使用することを推奨します。ローカル容量 (ディレーティング後) は、4 μ F を超えないようにしてください。この要件には、負荷側に観測される容量は含まれず、デバイスの近くに見られる容量のみが対象となります。各 LDO がサポートできる総容量 (ローカル + 負荷点) は、NVM 構成によって異なります。表 7-3 には、最大許容総出力容量が記載されています。レジスタ設定と適用可能な最大総容量に基づいて LDO 構成を特定するための注文可能な指定の部品番号については、技術参考書 (TRM) を参照してください。

表 7-3. LDO2 出力キャパシタンス

レジスタ設定	LDO ランプ構成	最大総容量 (2.2 μ F ローカル + 負荷点)
LDOx_SLOW_PU_RAMP		
0	高速ランプ	15 μ F
1	低速ランプ	30 μ F

7.2.3.4 VSYS、VDD1P8

VSYS ピンは、内部 VDD1P8 LDO、その他の内部機能に電力を供給します。このピンには、2.2uF の標準セラミック コンデンサが必要です。入力電圧フィルタリングを改善するため、制限なしで入力容量を大きくしてください。標準的な用途では、このピンは PVIN_Bx ピンに電源を供給する同じプリレギュレータに接続されます。

VDD1P8 は内部基準 LDO であり、負荷をかけてはいけません。このピンには、2.2uF のセラミック コンデンサが必要です。

7.2.3.5 デジタル信号設計手順

このセクションでは、デジタル ピンに必要な外部接続について説明します。VIO 供給電圧は、外部プルアップが必要なデジタル信号の電圧レベルとして、一般的に 3.3V または 1.8V 電源が使用されます。しかし、このデバイスは、最大仕様に至るまで、より高い電圧もサポートします。PMIC のデジタル ピンの VIO 供給電圧は、接続されるプロセッサ上のデジタル信号の IO ドメインと同じでなければなりません。EN/PB/VSENSE に推奨されるプルアップ抵抗値は 100kΩ です。I2C ピンのプルアップ抵抗は、システムの要件に基づいて計算します。10kΩ は、他のすべてのデジタル ピンに対して推奨されます。

GPIO、GPO1、または GPO2 がパワーアップシーケンシングの最初のスロットに割り当てられ、外部ディスクリートを有効にする場合、ピンを VSYS までプルアップします。

EN/PB/VSENSE ピンを外部から駆動して、PMIC を有効または無効にします。アプリケーションにこのピンを駆動する専用の外部信号がない場合、VSYs にプルアップします。

注

I2C (I2C_OFF_REQ) によって I2C オフ要求が送信された後に PMIC をウェークアップするには、EN/PB/VSENSE ピンを外部信号で駆動する必要があります。I2C によってオフ要求が送信され、EN/PB/VSENSE が外部信号で駆動されていない場合、PMIC を初期化状態からアクティブ状態に移行させるために、VSYs の電源サイクルを実行する必要があります。

表 7-4. デジタル信号要件

デジタル ピン	外部接続
nINT	オープンドレイン出力。外部プルアップが必要です。
nRSTOUT	オープンドレイン出力。外部プルアップが必要です。
EN/PB/VSENSE	EN として構成すると、外部ロジックでこの信号を駆動して PMIC をイネーブルまたはディセーブルにするか、このピンを VSYS にプルアップします。 PB として構成した場合、この信号には VSYS ピンに接続されたプルアップ抵抗が必要です。プッシュボタンはオプションです。 VSENSE として構成した場合、この信号にはプリレギュレータを監視するための外部抵抗分圧器が必要です。
SDA	I2C クロック信号外部プルアップが必要です。
SCL	I2C データ信号外部プルアップが必要です。
GPIO	GPIO (マルチ PMIC 用) として構成した場合、このピンは 2 番目の TPS6521505-Q1 PMIC と外付けプルアップ抵抗を共有します。 GPO (単一 PMIC 用) として構成した場合、外部プルアップが必要です。
GPO1	オープンドレインの汎用出力。外部プルアップが必要です。
GPO2	オープンドレインの汎用出力。外部プルアップが必要です。
VSEL_SD/VSEL_DDR	入力デジタル ピン割り当てられた PMIC レールが立ち上がる前に初期状態 (プルアップまたはプルダウン) を設定する必要があります。例えば、このピンを LDO1 の電圧設定に使用する場合は、LDO1 の電源をオンにする前に状態を設定する必要があります。

表 7-4. デジタル信号要件 (続き)

デジタルピン	外部接続
モード/スタンバイ	入力デジタルピン初期状態(プルアップまたはプルダウン)は、電源オンシーケンスが完了する前に設定する必要があります。
モード/リセット	入力デジタルピン初期状態(プルアップまたはプルダウン)は、電源オンシーケンスが完了する前に設定する必要があります。

7.2.4 アプリケーション曲線

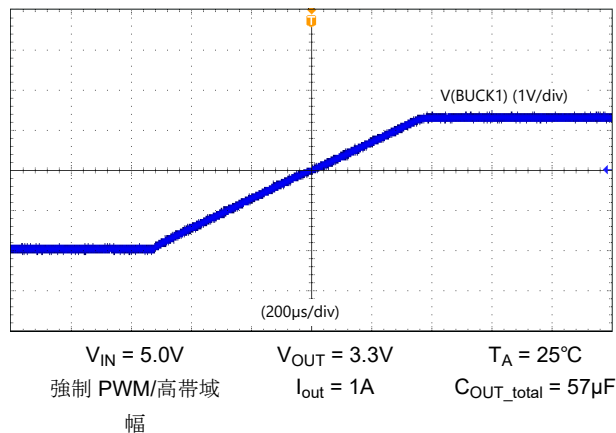


図 7-2. Buck1 ランプ

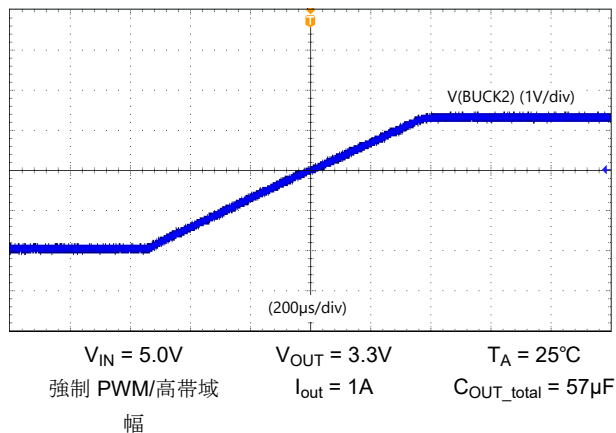


図 7-3. Buck2 ランプ

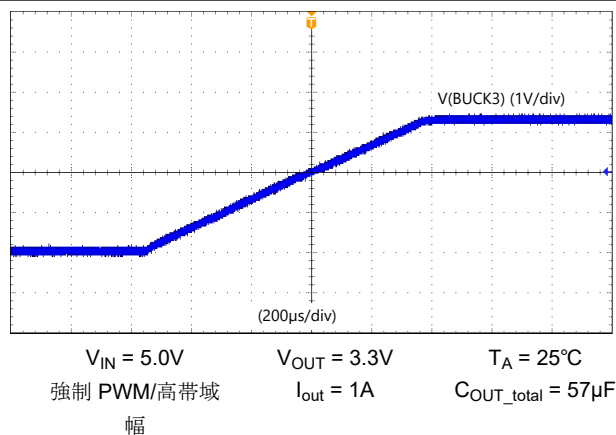


図 7-4. Buck3 ランプ

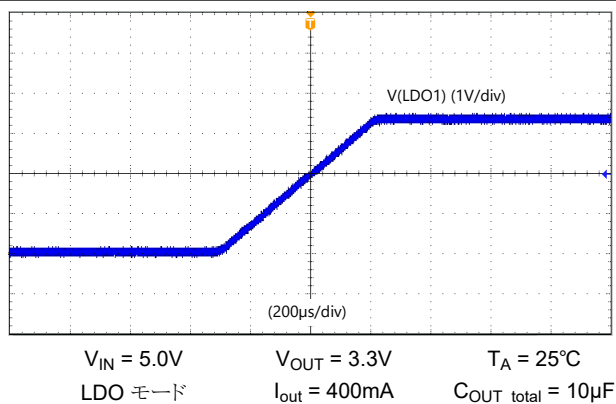


図 7-5. LDO1 ランプ

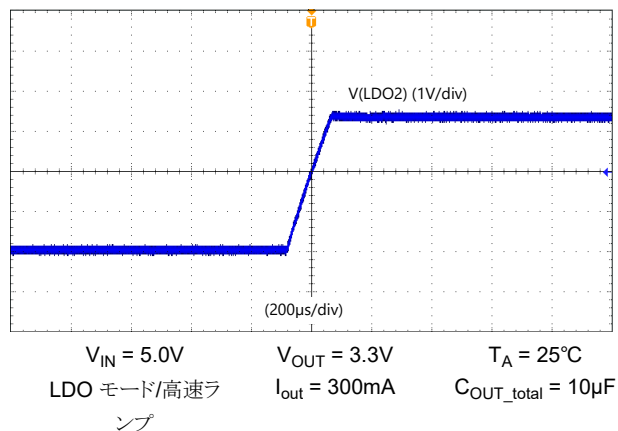


図 7-6. LDO2 高速ランプ

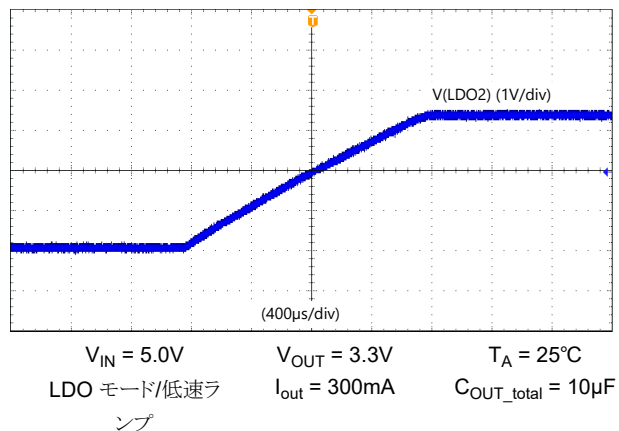


図 7-7. LDO2 低速ランプ

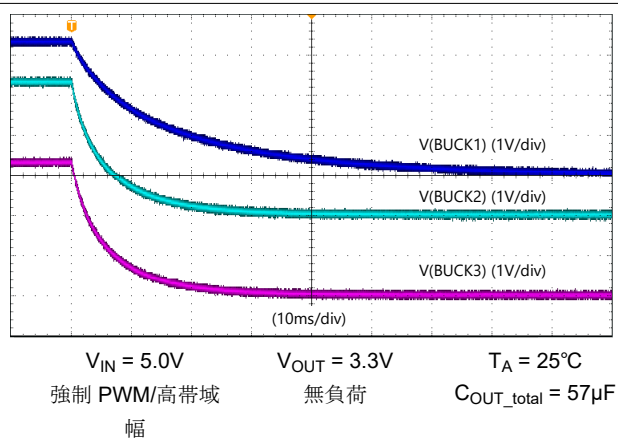


図 7-8. 降圧放電

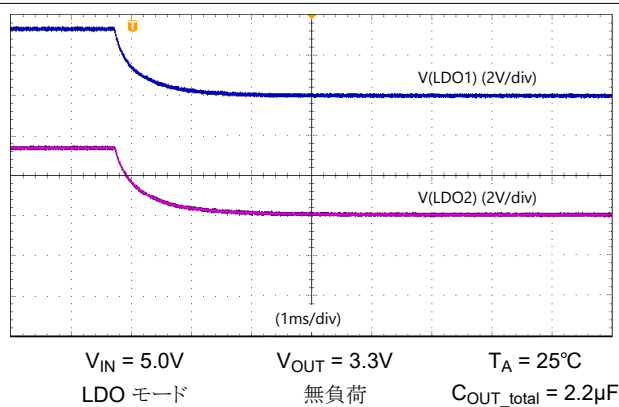
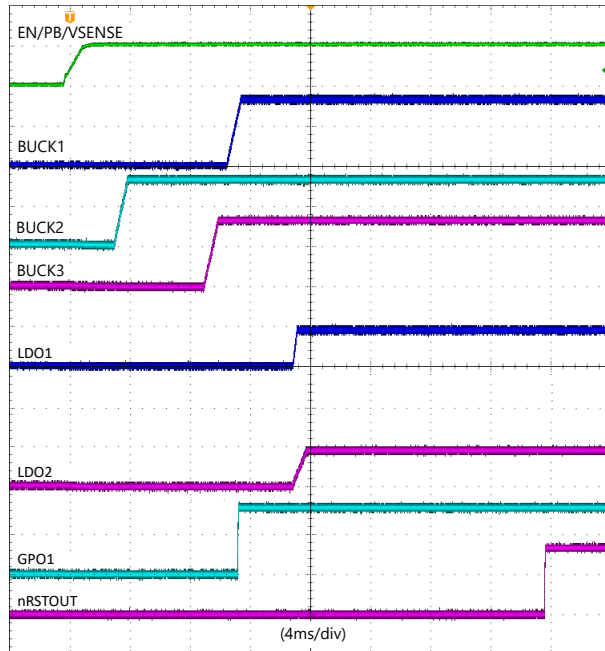
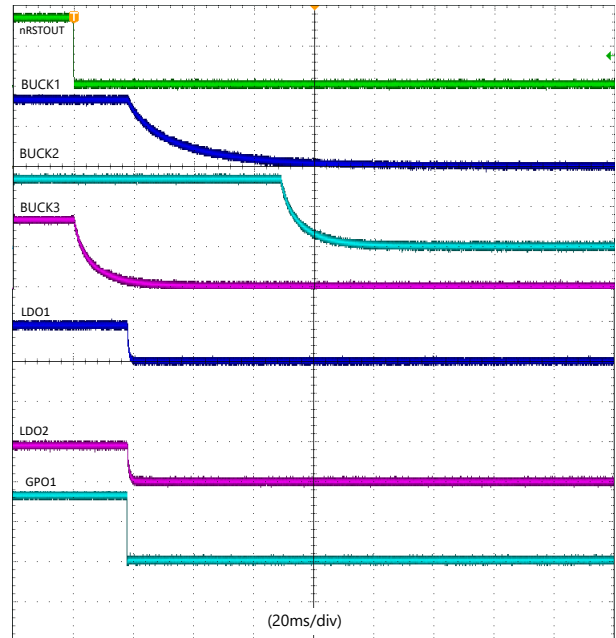


図 7-9. LDO 放電



スロット番号	持続期間	割り当てられたレール
0	1.5ms	BUCK2
1	0ms	
2	3ms	LDO1/LDO2/GPO1
3	1.5ms	
4	1.5ms	BUCK3
5	1.5ms	BUCK1
6	1.5ms	
7	10ms	
8	1.5ms	
9	10ms	nRSTOUT
10-15	0ms	

図 7-10. 構成可能パワーアップ シーケンシング - 例



スロット番号	持続期間	割り当てられたレール
0	10ms	nRSTOUT/BUCK3
1	0ms	
2	10ms	BUCK1/LDO1/LDO2/GPO1
3	0ms	
4	10ms	BUCK2
5-15	0ms	

図 7-11. 構成可能パワーダウン シーケンシング - 例

7.3 電源に関する推奨事項

デバイスは、2.5V～5.5V の入力電源電圧範囲で動作するように設計されています。入力電源の例としては、単一セルの Li-Ion バッテリー、2 つの一次セル、または安定化されたプリレギュレータなどがあります。電源電圧を選択するときは、各 PMIC レギュレータに必要な電圧ヘッドルームを考慮する必要があります。たとえば、降圧コンバータが 700mV のヘッドルームを必要とし、出力電圧が 3.3V に構成されている場合、十分なヘッドルームを確保するために、入力電源は 4V 以上にする必要があります。入力電流の過渡変化によってデバイスの電源電圧が大幅に低下しないように、入力電源レールの抵抗を十分に低く設計します。この低下により、UVLO フォルトの誤トリガが生じる可能性があります。入力電源がデバイスから数インチ以上離れている場合は、セラミック バイパス コンデンサに加えて追加のバルク容量を検討してください。通常は、47μF の電解コンデンサを使用します。PMIC に電力を供給するためにプリレギュレータを使用する場合、制御されていないパワーダウン時に可能な限り PMIC の入力に電圧を保持するために、アクティブ放電なしのプリレギュレータを選択することを推奨します。

注意

シーケンシングおよび電圧要件: $PVIN_Bx$ 、および $PVIN_LDOx$ の電圧は $VSYS$ を超えないようにする必要があります。デジタル信号のプルアップ電源は、どの時点においても $VSYS$ を超えないようにする必要があります。

7.4 レイアウト

7.4.1 レイアウトのガイドライン

すべてのスイッチング電源において、レイアウトは設計の重要なステップです。レイアウトを慎重に行なわないと、レギュレータの安定性と EMI に影響が及びます。主要な電流パスおよびパワー グランドには広く短い配線を使用してください。入力コンデンサ、出力コンデンサ、インダクタは、できるだけデバイスの近くに配置します。出力コンデンサはグラウンドに対して低インピーダンスでなければいけません。コンデンサの接地用パッドでは、複数 (3 個以上) の VIAS を直接使用します。ここで、いくつかレイアウトのガイドラインを示します。

- **$PVIN_Bx$:** 入力コンデンサは、レイアウト DRC 規則で許可されている限り IC の近くに配置します。入力コンデンサと $PVIN_Bx$ ピンの間に余計な寄生インダクタンスがあると、電圧スパイクが増加します。TI では、パターンインダクタンスを最小限に抑えるため、幅の広いショートパターンまたはポリゴンを使用することを推奨します。このノードは高周波スイッチング電流が流れるため、入力コンデンサやデバイスピンの近くに感度の高い信号を配線しないでください。各 DCDC の GND パッドに、1A あたり 3 ~ 4 個のビアを追加します。スペースの制約で、入力コンデンサを PMIC と同じ層に配置できない場合は、IC の近くに VIAS を介して反対側の層に配置し、PMIC と同じ層には小型の入力コンデンサ (0.1 μ F) を追加します。この小型コンデンサは、 $PVIN_Bx$ ピンにできるだけ近い場所に配置する必要があります。
- **LX_Bx :** インダクタは、 $PVIN$ の入力コンデンサを妥協しない範囲で PMIC の近くに配置し、短く広いトレースまたはポリゴンでピンと接続します。このノードの近くには、感度の高い信号は配線しないでください。SW ノードで VIAS を使用しないために、インダクタは IC と同じ層に配置します。SW ノード電圧は、非常に高速な立ち上がり時間と立ち下がり時間で入力電圧からグラウンドまで変動するため、このノードは、EMI の主な発生源になります。EMI を低減するために、必要に応じて RC スナバ回路を SW ノードに追加します。
- **FB_Bx :** 各 FB_Bx ピンは、出力コンデンサまでトレースとして配線します。 FB_Bx ピンには、出力電圧ポリゴンを直接延長して接続しないで、必ずトレースとして配線する必要があります。出力コンデンサから FB_Bx ピンまでのトレース抵抗は 1 Ω 未満に抑えてください。TPS6521505-Q1 はリモートセンシングをサポートしていないため、 FB_Bx ピンを PMIC のローカルコンデンサに接続する必要があります。カップリングを避けるため、 FB_Bx は、スイッチノードやインダクタの下など、ノイズの多い信号の近くに配線しないでください。空間が制約条件である場合は、 FB_Bx ピンを内部層を通して配線します。レイアウト例を参照してください。
- **Bucks Cout:** 電磁放射を最小限に抑えるため、ローカル出力コンデンサはインダクタの近くに配置する必要があります。
- **$PVIN_LDOx$:** 入力コンデンサを $PVIN_LDOx$ ピンのできるだけ近くに配置します。
- **$VLDOx$:** 出力コンデンサは $VLDOx$ ピンの近くに配置します。LDO レギュレータのフィードバック接続は内部で行われます。そのため、LDO の出力と負荷の間の PCB 抵抗は、LDO が許容する IR ドロップの範囲内に抑える必要があります。
- **$VSYS$:** $VSYS$ は、静かなシステム電圧ノードに直接接続します。デカップリングコンデンサを $VSYS$ ピンのできるだけ近くに配置します。
- **$VDD1P8$:** 2.2 μ F コンデンサは、 $VDD1P8$ ピンのできるだけ近くに配置してください。このコンデンサは、IC と同じ層に配置する必要があります。2 ~ 3 個の VIAS を使って、コンデンサの GND 側を PCB の GND プレーンに接続できます。
- **電力パッド:** サーマルパッドは、最低 9 つの VIAS を使用して PCB のグラウンドプレーンに接続する必要があります。
- **AGND:** AGND は電力パッド (またはサーマルパッド) に接続しないでください。AGND ピンは、VIA 経由で PCB のグラウンドプレーンに接続する必要があります。AGND ピンから VIA までのパターンは短絡させておきます。

7.4.2 レイアウト例

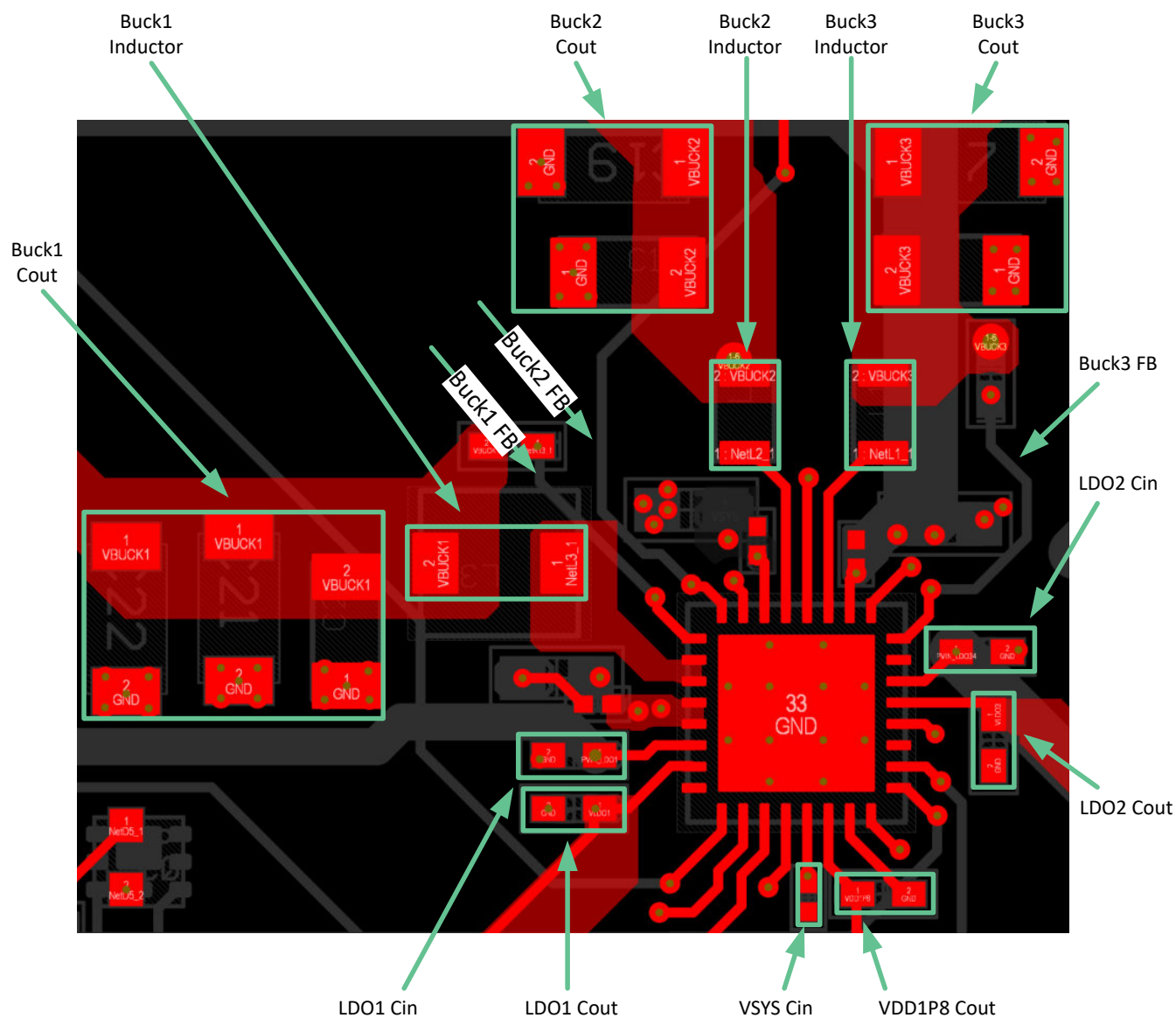


図 7-12. PMIC レイアウト例

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

テキサス・インスツルメンツでは、幅広い開発ツールを提供しています。デバイスの性能の評価、コードの生成、ソリューションの開発を行うためのツールとソフトウェアを以下で紹介します。

8.1 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。

8.2 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。

8.3 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。

8.4 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。

8.5 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。

9 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。

日付	改訂	注
August 2025	*	初版リリース

10 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、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。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。

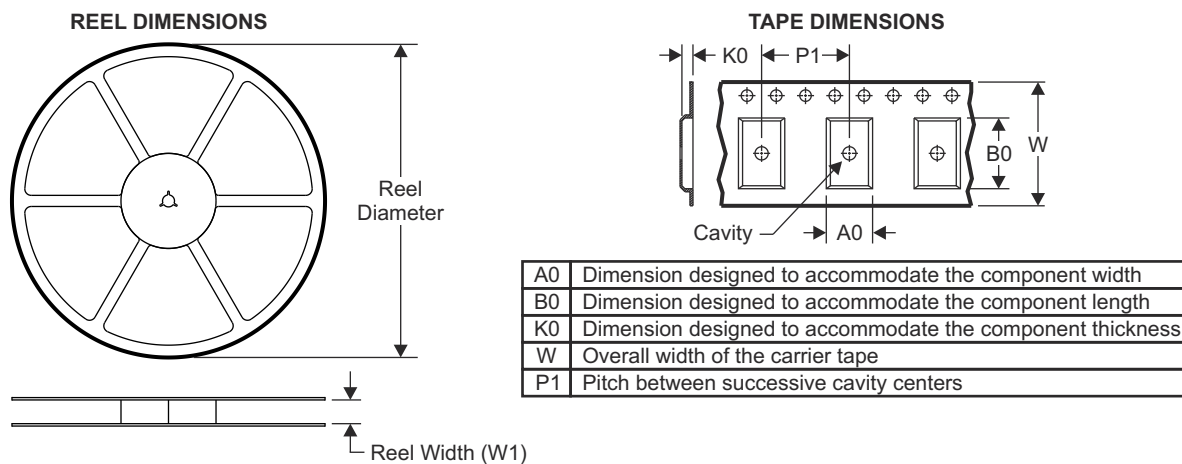
10.1 付録：パッケージ オプション

パッケージ情報

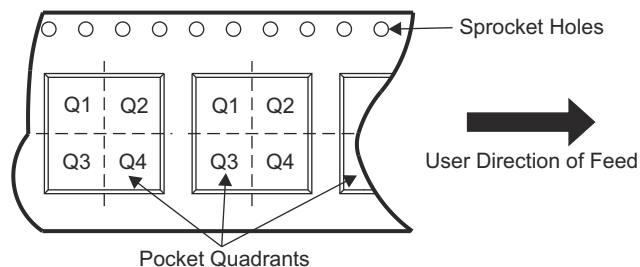
発注可能なデバイス	ステータス ⁽¹⁾	パッケージ タイプ	パッケージ図	ピン	パッケージの数量	エコ プラン ⁽²⁾	リード / ボール仕上げ ⁽³⁾	MSL ピーク温度 ⁽⁴⁾	動作温度 (°C)	デバイス マーキング ⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾
TPS6521505WRHBRQ1	アクティブ	VQFN	RHB	32	3000	グリーン (RoHS 準 拠、Sb/Br 非 含有)	NiPdAu	レベル-1-260C- UNLIM	-40°C ~ 125°C	65215Q NVM 05

- (1) マーケティング ステータスの値は次のように定義されています。
供給中: 新しい設計への使用が推奨される量産デバイス。
最終受注中: テキサス・インスツルメンツによりデバイスの生産中止予定が発表され、ライフタイム購入期間が有効です。
非推奨品: 新規設計には推奨しません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、テキサス・インスツルメンツでは新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。
量産開始前: 量産されていない、市販されていない、またはウェブで発表されていない未発表デバイスで、サンプルは提供されていません。
プレビュー: デバイスは発表済みですが、まだ生産は開始されていません。サンプルが提供される場合と提供されない場合があります。
生産中止品: テキサス・インスツルメンツはデバイスの生産を終了しました。
- (2) エコ プラン - 環境に配慮した計画的な分類: 鉛フリー (RoHS)、鉛フリー (RoHS 適用除外)、またはグリーン (RoHS 準拠、Sb/Br 非含有) があります。最新情報および製品内容の詳細については、<http://www.ti.com/productcontent> でご確認ください。
未定: 鉛フリー / グリーン転換プランが策定されていません。
鉛フリー (RoHS): テキサス・インスツルメンツにおける「Lead-Free」または「Pb-Free」(鉛フリー) は、6 つの物質すべてに対して現在の RoHS 要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が 0.1% を超えないという要件も含まれます。高温はんだに対応した テキサス・インスツルメンツ鉛フリー製品は、鉛フリー仕様プロセスでの使用に適しています。
鉛フリー (RoHS 適用除外): この部品は、1) ダイとパッケージとの間に鉛ベース フリップ チップのはんだバンパ使用、または 2) ダイとリードフレームとの間に鉛ベースの接着剤を使用、のいずれかについて、RoHS が免除されています。この部品はそれ以外の点では、上記の定義の鉛フリー (RoHS 準拠) の条件を満たしています。
グリーン (RoHS 準拠、Sb/Br 非含有): テキサス・インスツルメンツにおけるグリーンは、鉛フリー (RoHS 互換) に加えて、臭素 (Br) およびアンチモン (Sb) をベースとした難燃材を含まない (均質な材質中の Br または Sb 重量が 0.1% を超えない) ことを意味しています。
- (3) リード / ボール仕上げ - 発注可能なデバイスには、複数の材料仕上げオプションが用意されていることがあります。複数の仕上げオプションは、縦罫線で区切られています。リード / ボール仕上げの値が最大列幅に収まらない場合は、2 行にまたがります。
- (4) MSL、ピーク温度-- JEDEC 業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピークはんだ温度です。
- (5) ロゴ、ロットトレース コード情報、または環境カテゴリに関する追加マークがデバイスに表示されることがあります
- (6) 複数のデバイス マーキングが、括弧書きされています。「~」で区切られた括弧書きデバイス マーキングだけがデバイスに表示されます。行がインデントされている場合は、前行の続きということです。2 行合わせたものが、そのデバイスのデバイス マーキング全体となります。
重要なお知らせと免責事項: このページに掲載されている情報は、発行日現在のテキサス・インスツルメンツの知識および見解を示すものです。テキサス・インスツルメンツの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。テキサス・インスツルメンツでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。テキサス・インスツルメンツおよび テキサス・インスツルメンツのサプライヤは、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS 番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。
 いかなる場合においても、そのような情報から生じたテキサス・インスツルメンツの責任は、このドキュメント発行時点でのテキサス・インスツルメンツ製品の価格に基づくテキサス・インスツルメンツからお客様への合計購入価格 (年次ベース) を超えることはありません。

10.2 テープおよびリール情報

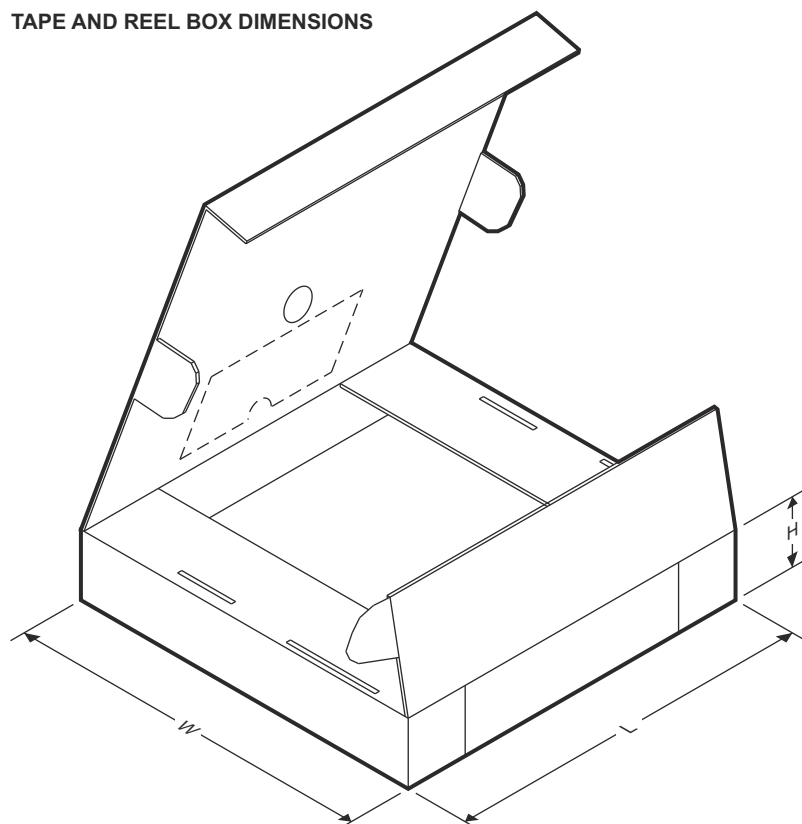


QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE

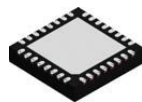


デバイス	パッケージ タイプ	パッケージ 図	ピン	SPQ	リール 直径 (mm)	リール 幅 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	ピン 1 の 象限
TPS6521505WRHBRQ1	VQFN	RHB	32	3000	330.0	12.4	5.3	5.3	1.1	8.0	12.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



デバイス	パッケージタイプ	パッケージ図	ピン	SPQ	長さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)
TPS6521505WRHBRQ1	VQFN	RHB	32	3000	367	367	35

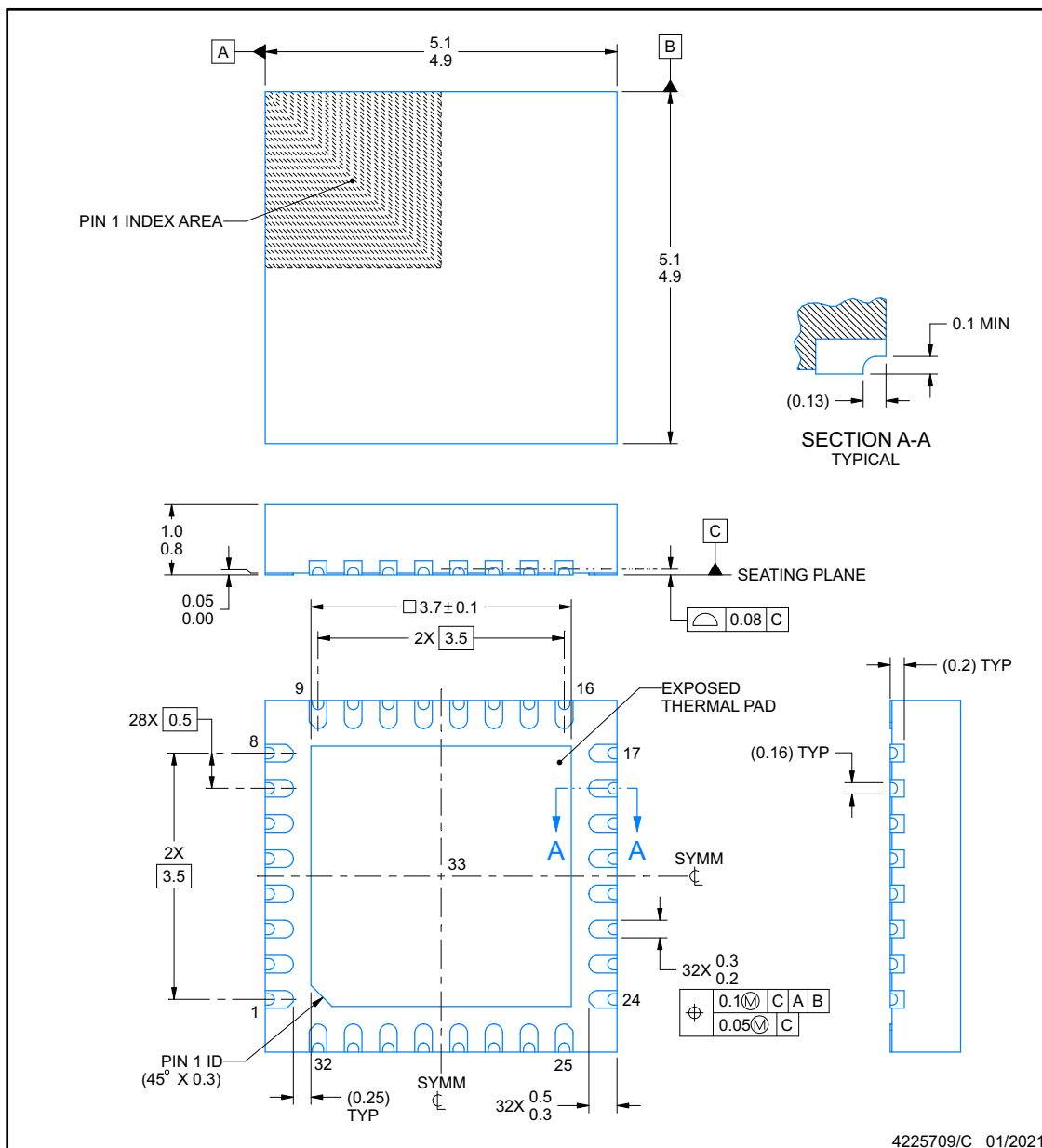


RHB0032U

PACKAGE OUTLINE

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



NOTES:

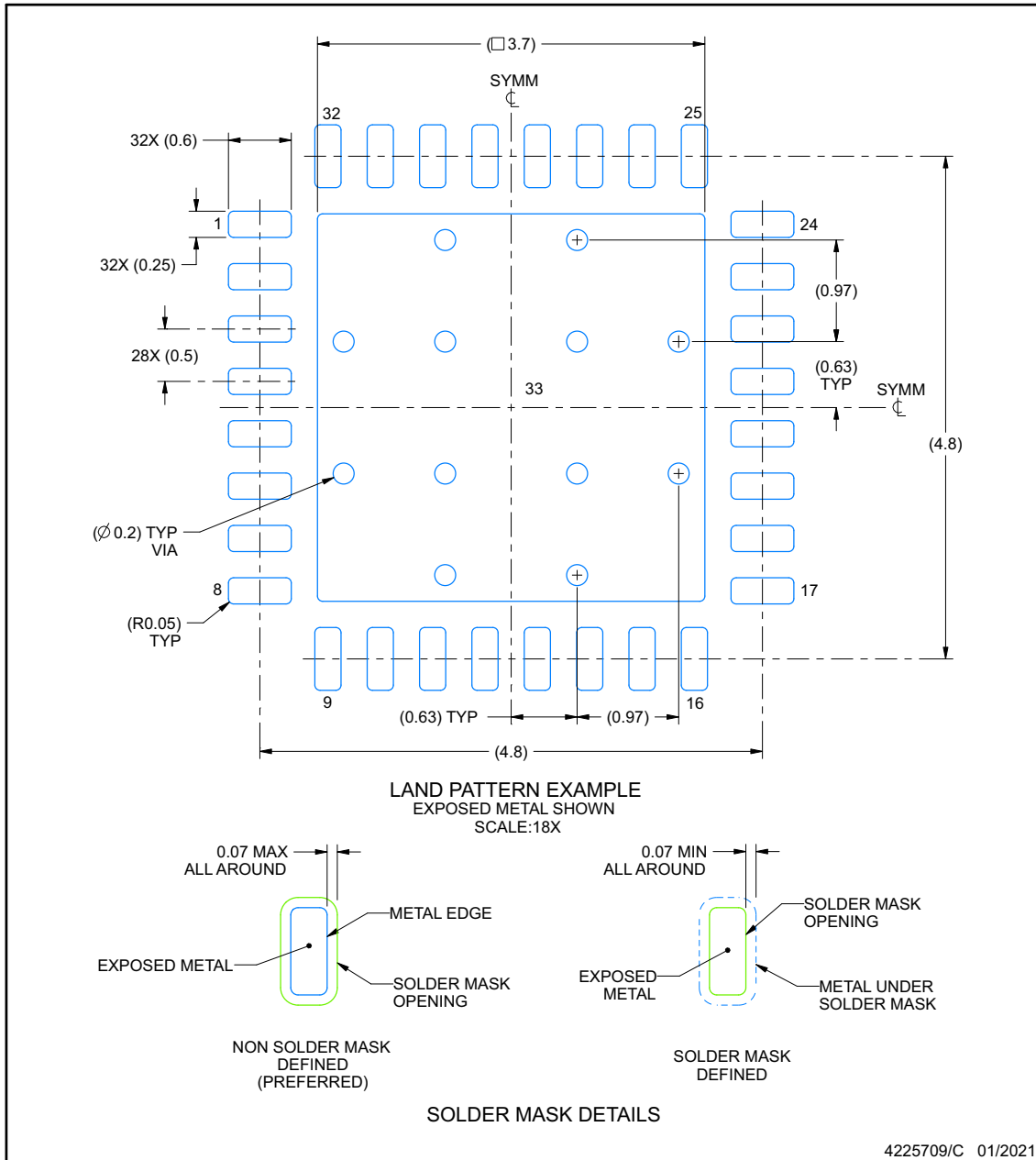
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

RHB0032U

VQFN - 1 mm max height

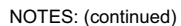
PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



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/slue271).
- 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.

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



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

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

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、TI は一切の責任を拒否します。

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 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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月