

EVM User's Guide: LM34938Q1EVM-HD

LM34938-Q1 昇降圧コントローラ評価基板



説明

LM34938Q1EVM-HD は、LM34938-Q1 を用いた柔軟な高出力昇降圧設計を提示します。この評価基板は、9V ~ 36V の入力電圧範囲で動作し、最大 50W 出力電源で 15V ~ 28V の安定化出力を生成するように構成されています。評価基板は 2.1MHz のスイッチング周波数で動作します。デバイスのほとんどの設定はジャンパによって容易に調整または設定でき、動作モード (PSM または fPWM)、バイアス電源、外部クロック同期などがあります。

設計を開始

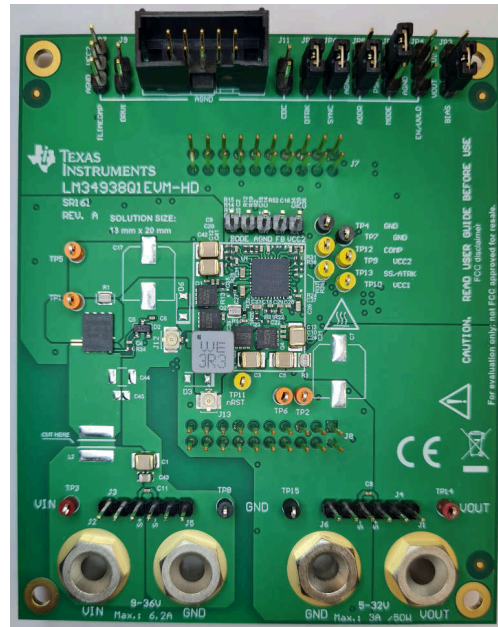
1. EVM を電源と負荷に接続します。
2. GUI および I2C 動作を構成するために、USB2ANY アダプタを使用します
3. LM34938-Q1 構成 GUI をインストールします

特長

- 広い入力電圧範囲
- ピーク電力変換効率が 95% 以上の超高効率を実現
- 帰還抵抗デバイダまたは I2C インターフェイスを使用して調整可能な出力電圧
- オプションの同期機能 (SYNC)
- 電流モニタまたはリミッタが簡単に構成可能
- ケーブル電圧降下補償をサポート
- 出力接続解除のサポート
- プログラマブル入力低電圧誤動作防止 (UVLO) スレッシュホールドおよびヒステリシス
- 定電圧 (CV) および定電流 (CC) の出力オプション
- USB2ANY と GUI 付きの I2C インターフェイス
- DIP スイッチによる構成抵抗 R_{CFG2} の設定

アプリケーション

- 車載用インフォテインメント、デジタル コックピット
- ワイヤレス充電



1 評価基板の概要

1.1 概要

LM34938Q1EVM-HD 評価基板 (EVM) は、広い入力電圧範囲 (VIN) の昇降圧コントローラである **LM34938-Q1** の性能を利便性の高い方法で評価できる設計を採用しています。**LM34938-Q1** は、広い入力電圧範囲 (VIN) に対応する 4 スイッチ昇降圧コントローラです。調整された出力電圧よりも入力電圧が高い、等しい、または低い場合、本デバイスはレギュレートされた出力電圧を供給します。パワー セーフ モードでは、デバイスは出力の全範囲にわたって優れた効率をサポートします。

I2C インターフェイスのオプション使用により、このデバイスはスイッチ モード電源動作の構成および調整に関する追加パラメータに対応しています。

性能を確認するために、I2C インターフェイスを使用して昇降圧コントローラの一般的な信号を簡単にアクセスすることもできます。

1.2 キットの内容

- LM34938Q1EVM-HD PCB 1 枚
- EVM の免責事項と手順書 (はじめにお読みください)

別売り

評価基板には **USB2ANY** インターフェイスは付属していません。

USB2ANY インターフェイスは、[USB2ANY インターフェイス アダプタ](#)で注文してください。

1.3 仕様

表 1-1. 基板仕様

パラメータ	値
入力電圧	9.0V ~ 36V
出力電圧	5V ~ 32V
最大出力電流	3A
デフォルト スイッチング周波数	2.1MHz
ボード サイズ (4 層)	4.1inch × 3.6inch

1.4 製品情報

LM34938-Q1 は、4 スイッチ昇降圧コントローラです。調整された出力電圧よりも入力電圧が高い、等しい、または低い場合、本デバイスはレギュレートされた出力電圧を供給します。パワーセーフ モードでは、デバイスは出力の全範囲にわたって優れた効率をサポートします。

- 広い入力範囲: 3.5V ~ 36V
- 出力電圧: 3.3V ~ 48V
- ピーク電流レギュレーション方式
- 動的出力電圧追跡
 - デジタル PWM トラッキング入力
 - アナログ トラッキング入力
 - I2C インターフェイス プログラミング経由
- 最小静止電流
 - 低いシャットダウン IQ: 3μA
 - 低動作電流 Iq: 25μA
- 軽負荷時の高効率化を実現する動作モード選択
 - パワー セーフ バースト モード
 - μSleep パワー セーフ モード
- 高電圧 LDO を内蔵

2 ハードウェアコネクタ、テストポイント、選択スイッチの説明

このセクションでは、評価基板の I/O コネクタ、ジャンパ、テストポイントを示します。

電源は、入力コネクタ J2 と J5 に接続する必要があります。

負荷は、出力コネクタ J1 と J6 に接続する必要があります。

2.1 コネクタの説明

表 2-1. コネクタ

参照記号	説明
J1	出力電圧の正の接続
J2	入力電圧の正の接続
J3	入力電圧の正と入力電圧のリターン テストポイント
J4	出力電圧の正と出力電圧のリターン テストポイント
J5	入力電圧のリターン接続
J6	出力電圧のリターン接続
J7	Launchpad コネクタ
J8	Launchpad コネクタ
J9	DRV1 出力接続
J10	I2C / USB2ANY コネクタ
J11	CDC 出力接続
J12	SW1 用 MHFI コネクタ
J13	SW2 用 MHFI コネクタ

表 2-2. Launchpad コネクタ: J7/J8

ピン	機能	ピン	機能
1	CDC: 電流モニタ信号	2	PTC: 温度センサ
3	PDCTRL_GOOD: 温度センサの電源	4	nFLT 信号
5	EN/UVLO 信号	6	I2C: SDA
7	GND	8	I2C: SCL
9	VCC1 (ジャンパ JP12 を介して接続)	10	GND

2.2 ジャンパの説明

表 2-3. ジャンパ

参照記号	ピン	説明	デフォルト接続
JP1	ピン 1~ピン 2	DTRK を GND に設定します	*
JP2	ピン 1~ピン 3	外部分圧器回路を使用する場合、ボード線図の信号注入に使用できます	
	ピン 4~ピン 5 (FB)	FB を VCC2 に接続し (R2 が組み立てられていない場合)、内部分圧回路を使用します	
JP3	ピン 1~ピン 2 (VOUT1)	接続 BIAS から VOUT へ (電力段の出力)	*
	ピン 2~ピン 3 (VIN)	接続 BIAS から VIN へ (切断スイッチ後)	

表 2-3. ジャンパ (続き)

参照記号	ピン	説明	デフォルト接続
JP4	ピン 1~ピン 2 (GND)	接続 EN/UVLO から GND へ	
	ピン 2~ピン 3 (VIN)	接続 EN/UVLO から VIN へ	
JP5	ピン 1~ピン 2 (GND)	モードを low に設定: PSM モード	
	ピン 2~ピン 3 (VCC2)	モードを high に設定: FPWM モード	*
JP6	ピン 1~ピン 2 (SYNC)	SYNC を GND に設定します	*
JP7	ピン 1~ピン 2 (GND)	ILIMCOMP を GND に接続します	
	ピン 2~ピン 3 (VCC2)	ILIMCOMP を VCC2 に接続します (電流リミッターを無効にする)	
	オープン	電流リミッター機能をイネーブル	
JP8	ピン 1~ピン 2 (ADDR/AGND)	I2C アドレスを 0x6A に設定します	*
	ピン 2~ピン 3 (ADDR/VCC2)	I2C アドレスを 0x6B に設定します	

2.3 テストポイントの説明

表 2-4. テストポイント

参照記号	説明
TP1	ISNSP テストポイント (入力側)
TP2	ISNSN テストポイント (入力側)
TP3 (VIN)	入力電圧の正のテストポイント
TP4	AGND テストポイント
TP5	ISNSP テストポイント (出力側)
TP6	ISNSN テストポイント (出力側)
TP7	AGND テストポイント
TP8 (GND)	入力電圧帰還テストポイント
TP9	VCC2 テストポイント
TP10	VCC1 テストポイント
TP11	nRST テストポイント
TP12	COMP テストポイント
TP13	SS/ATRK テストポイント
TP14 (VOUT)	出力電圧の正のテストポイント
TP15 (GND)	出力電圧帰還テストポイント

3 実装結果

3.1 テスト設定

図 3-1 に、LM34938Q1EVM-HD の評価に使用される代表的なテスト構成を示します。

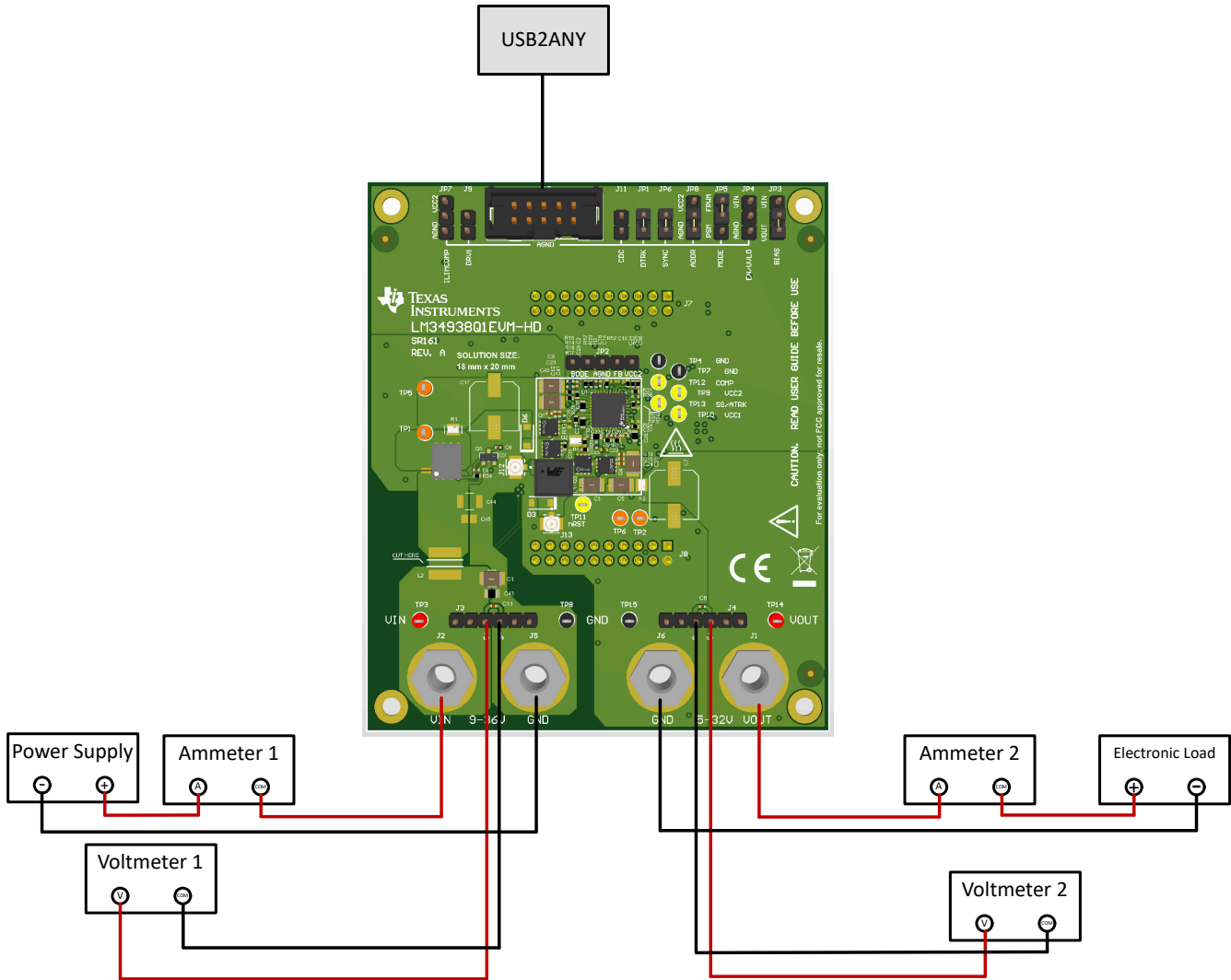


図 3-1. 代表的な評価基板ピン配置

3.2 テスト方法

1. 電源の電流制限を 10A に設定します。
2. 電源をオフにします。
3. 電源の正の出力を J2 に、負の出力を J5 に接続します。
4. 正の接続の場合は J1、負の接続の場合は J6 に負荷を接続します。
5. 電源電圧を 12V、電子負荷を 0.1A に設定します。
6. GUI を使用してデバイスをイネーブルにします
7. 電子負荷電圧は、公称 5V 出力でレギュレートされていることを確認してください。
8. J4-VOUT と J4-GND との間の出力電圧を監視しながら、負荷を徐々に上げます。負荷が 3A まで上昇する際に、出力電圧は公称 5V の出力で制御される必要があります。
9. 入力電圧を 12V から 36V まで徐々にスイープします。出力電圧は、公称 5V 出力で制御されている必要があります。
10. I2C と GUI を使用して出力電圧を 32V に設定します
11. 負荷を 1.8A に下げます。

12. 入力電圧を 36V から 12V まで徐々にスweepします。出力電圧は、公称 32V 出力で制御されていることを確認してください。
13. 入力電圧を 0V に下げて昇降圧コントローラをシャットダウンし、負荷をオフにします。

3.3 事前の注意事項



注意

最大出力での低入力で長時間の動作を続けると、FET が発熱します (Q1 ~ Q8)。基板の表面は高温になります。触れないでください。触れるとやけどの原因になることがあります。

3.4 テスト データと性能曲線

3.4.1 熱性能

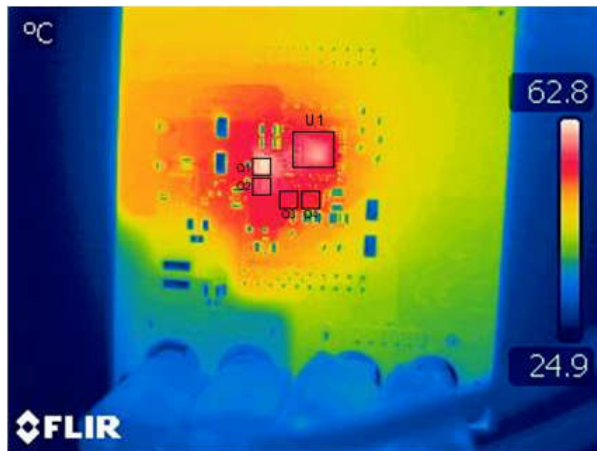


図 3-2. 熱画像: $V_{IN} = 20.0V$ 、 $V_{OUT} = 5.0V$ 、 $I_{OUT} = 3.0A$ 、強制空冷なし

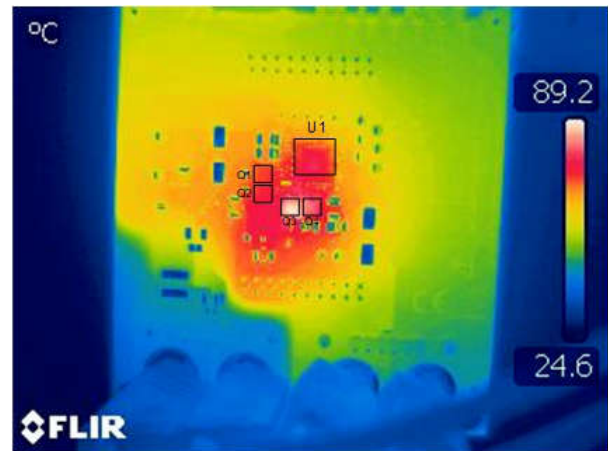


図 3-3. 熱画像: $V_{IN} = 20.0V$ 、 $V_{OUT} = 28.0V$ 、 $I_{OUT} = 1.8A$ 、強制空冷なし

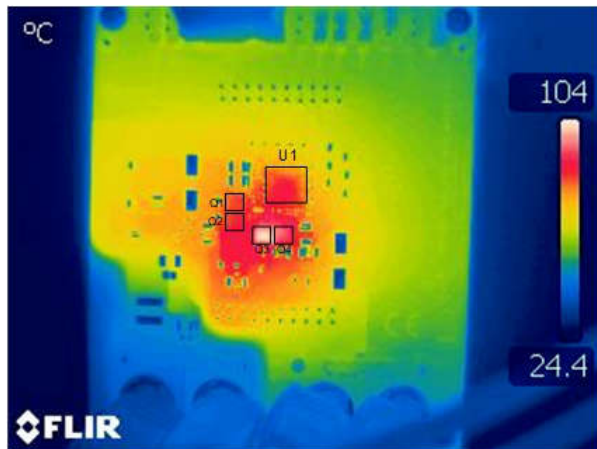


図 3-4. 熱画像: $V_{IN} = 20.0V$ 、 $V_{OUT} = 28.0V$ 、 $I_{OUT} = 3.0A$ 、強制空冷なし

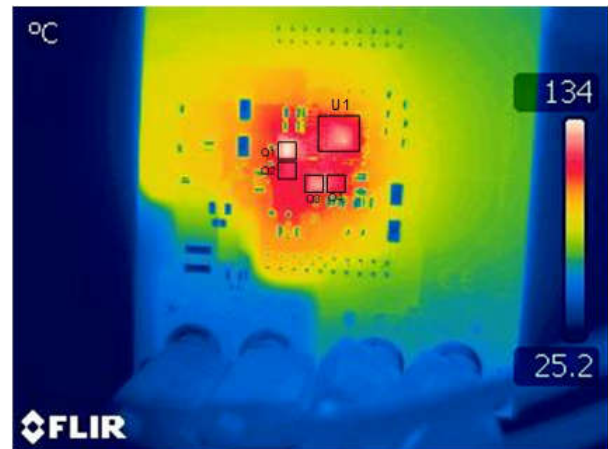


図 3-5. 熱画像: $V_{IN} = 38.0V$ 、 $V_{OUT} = 28.0V$ 、 $I_{OUT} = 3.0A$ 、強制空冷なし

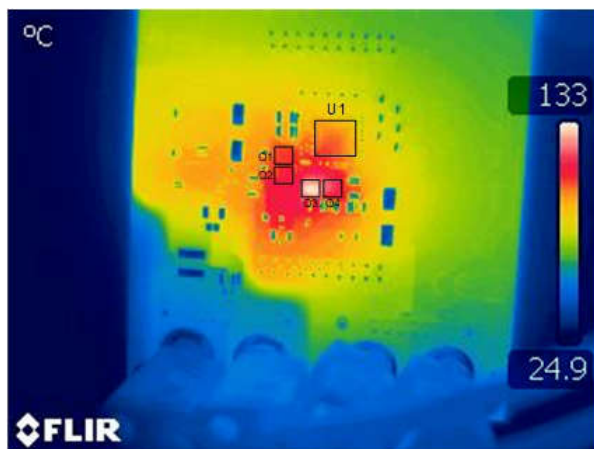


図 3-6. 熱画像: $V_{IN} = 9.0V$ 、 $V_{OUT} = 28.0V$ 、 $I_{OUT} = 1.8A$ 、強制空冷なし

3.4.2 効率

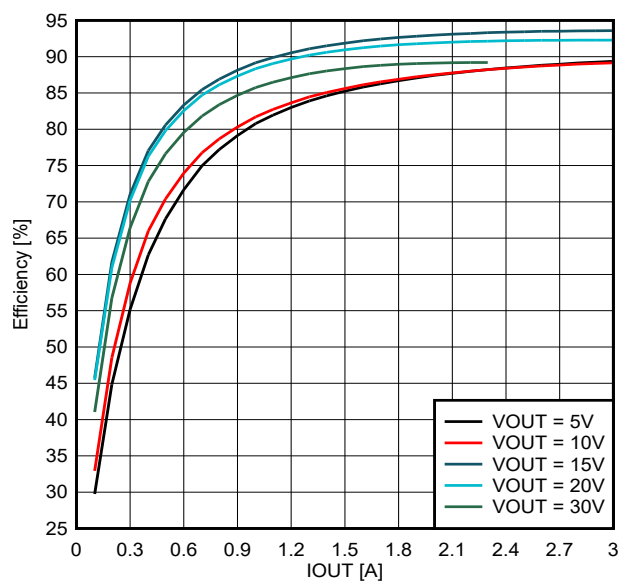


図 3-7. $V_{in} = 12V$ での出力電流と効率の関係

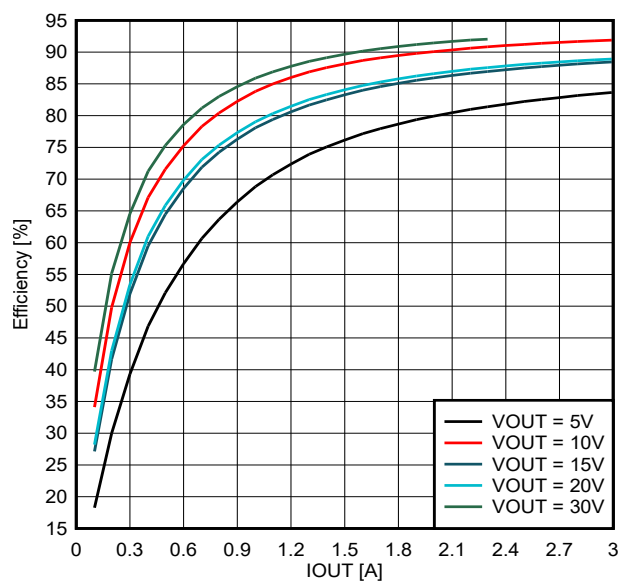


図 3-8. $V_{in} = 20V$ での出力電流と効率の関係

3.4.3 定常状態波形

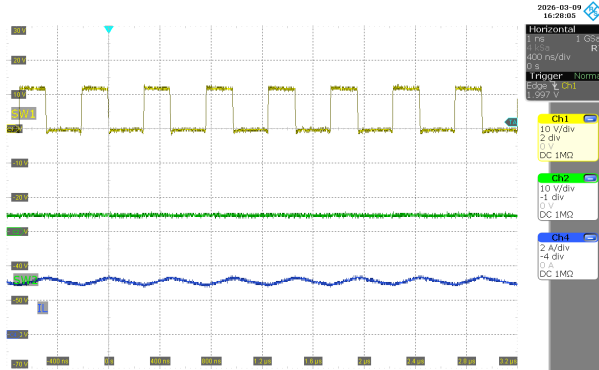


図 3-9. SW1、SW2、 I_L ($V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $I_{OUT} = 3A$)

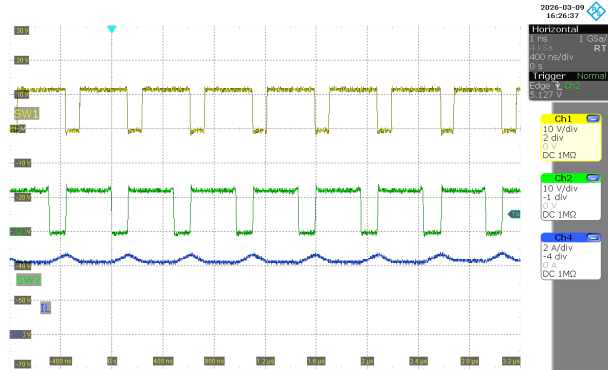


図 3-10. SW1、SW2、 I_L ($V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 12V$ 、 $I_{OUT} = 3A$)

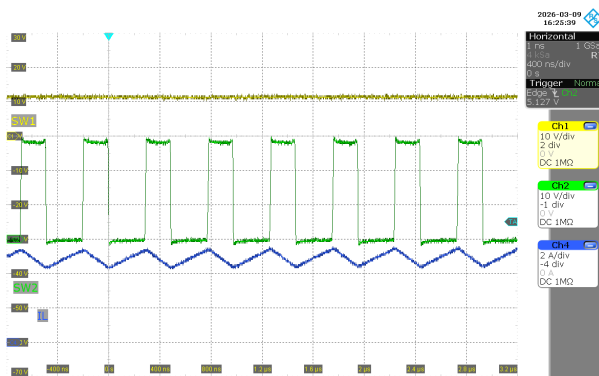


図 3-11. SW1、SW2、 I_L ($V_{IN} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 28V$ 、 $I_{OUT} = 1.8A$)

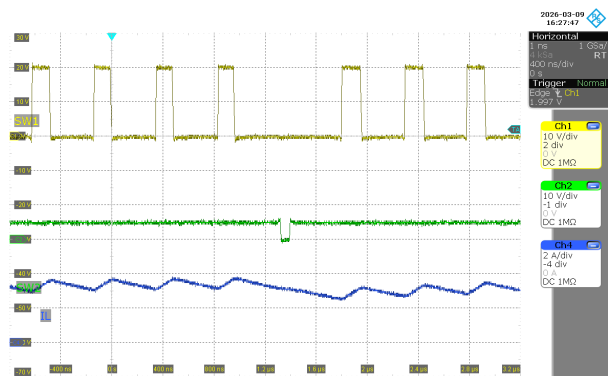


図 3-12. SW1、SW2、 I_L ($V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $I_{OUT} = 3A$)

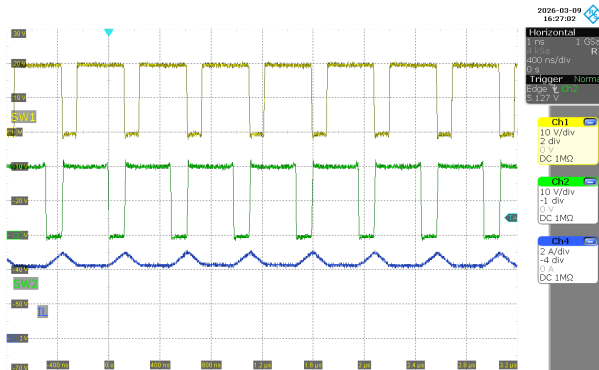


図 3-13. SW1、SW2、 I_L ($V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 20V$ 、 $I_{OUT} = 3A$)

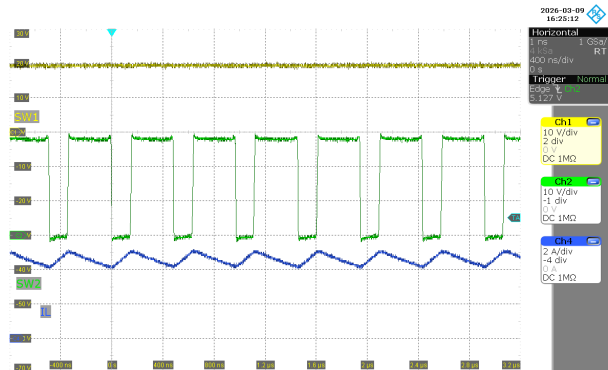


図 3-14. SW1、SW2、 I_L ($V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 28V$ 、 $I_{OUT} = 3A$)

3.4.4 ステップ負荷応答

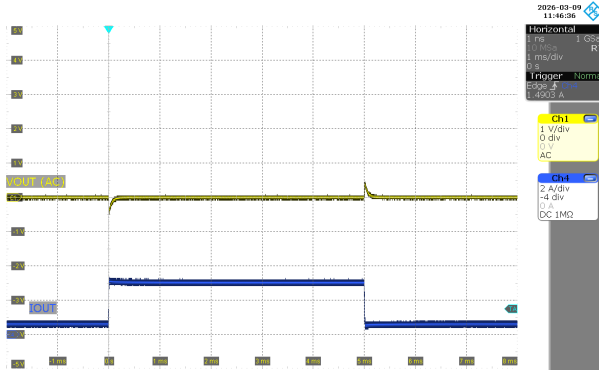


図 3-15. 負荷ステップ ($V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0.5A-3A$)

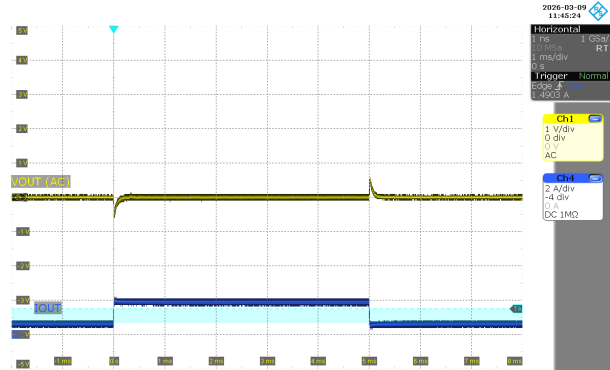


図 3-16. 負荷ステップ ($V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 28V$, $I_{OUT} = 0.8A-1.8A$)

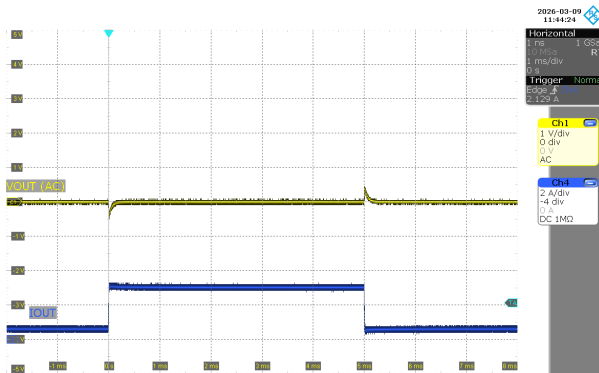


図 3-17. 負荷ステップ ($V_{IN} = 20V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 0.8A-3A$)

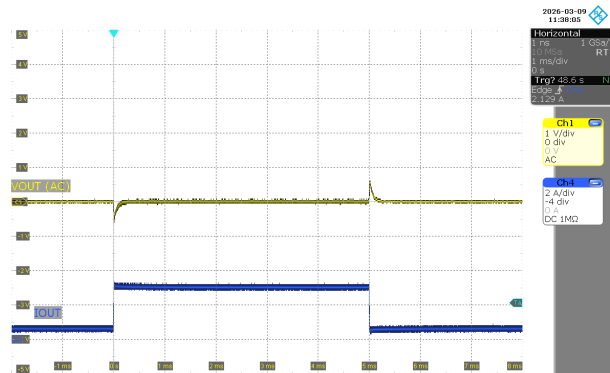


図 3-18. 負荷ステップ ($V_{IN} = 20V$, $V_{OUT} = 28V$, $I_{OUT} = 0.8A-3A$)

3.4.5 AC ループ応答曲線

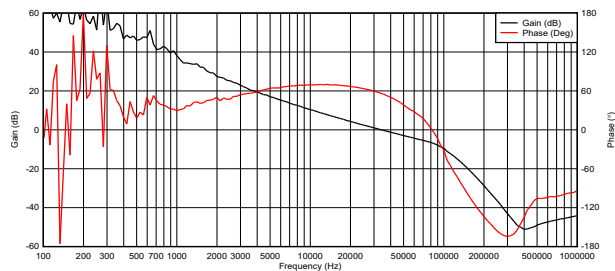


図 3-19. 制御ループ応答、 $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{OUT} = 3.0A$

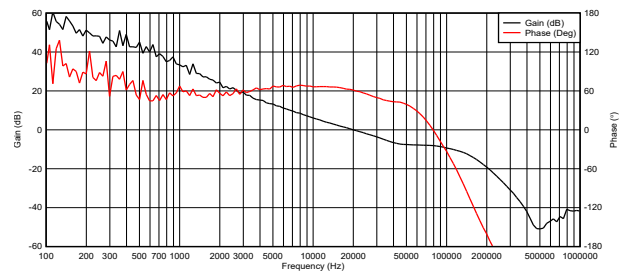


図 3-20. 制御ループ応答、 $V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 28V$, $I_{OUT} = 1.8A$

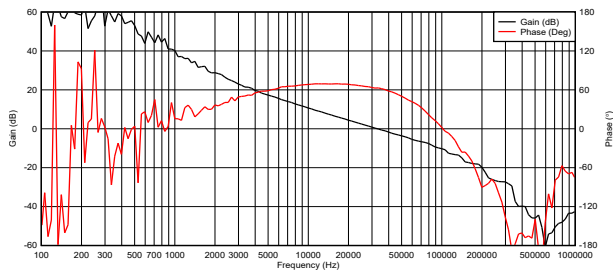


図 3-21. 制御ループ応答、 $V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $I_{OUT} = 3A$

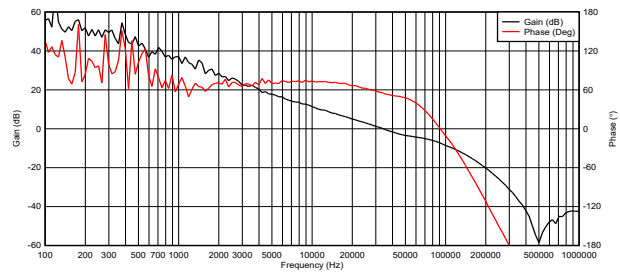
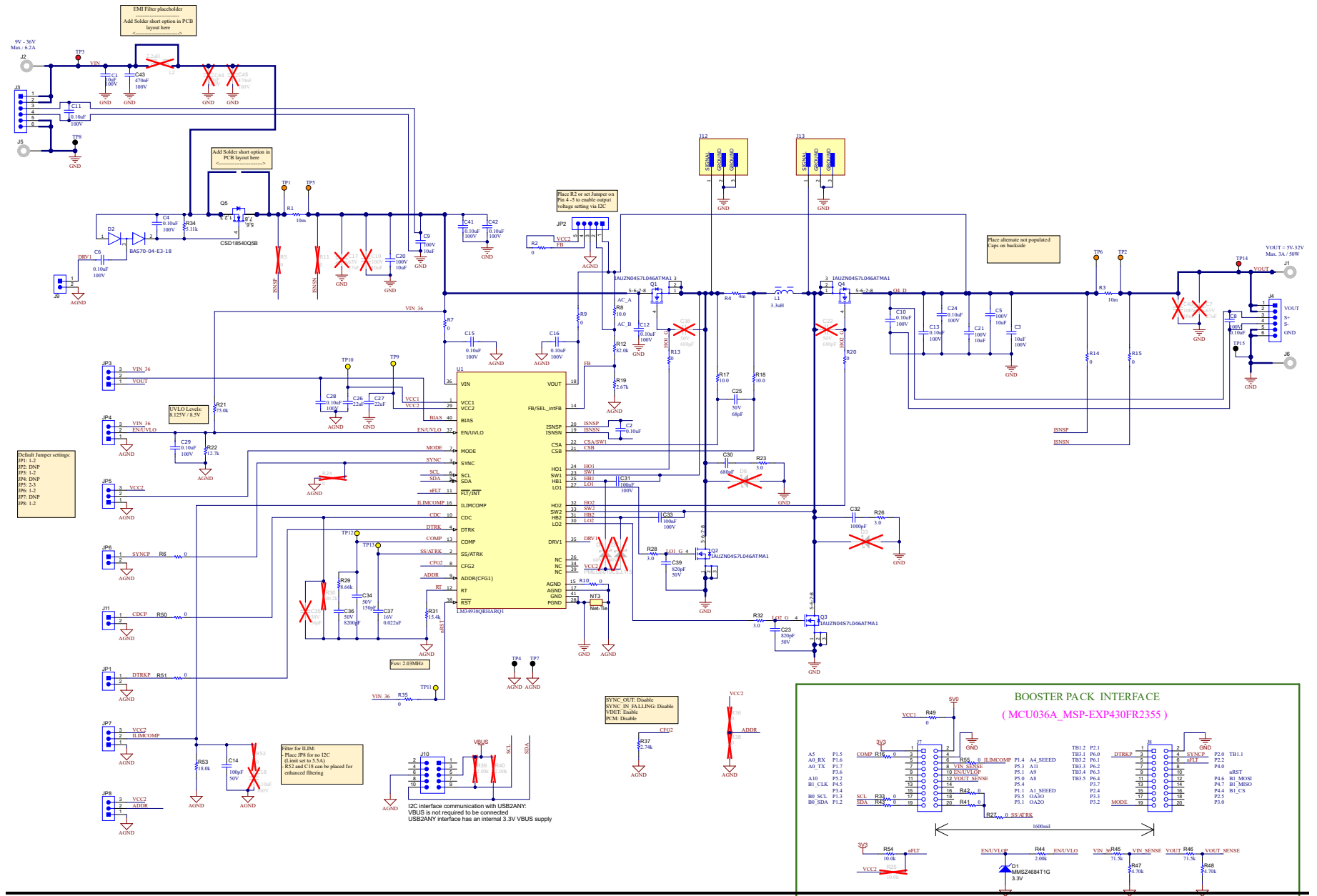


図 3-22. 制御ループ応答、 $V_{IN} = 20V$ 、 $V_{OUT} = 28V$ 、 $I_{OUT} = 1.8A$

4 ハードウェア設計ファイル

4.1 回路図



4.2 基板レイアウト

図 4-2 から 図 4-9 までは LM34938Q1EVM-HD PCB デザインを示しています。

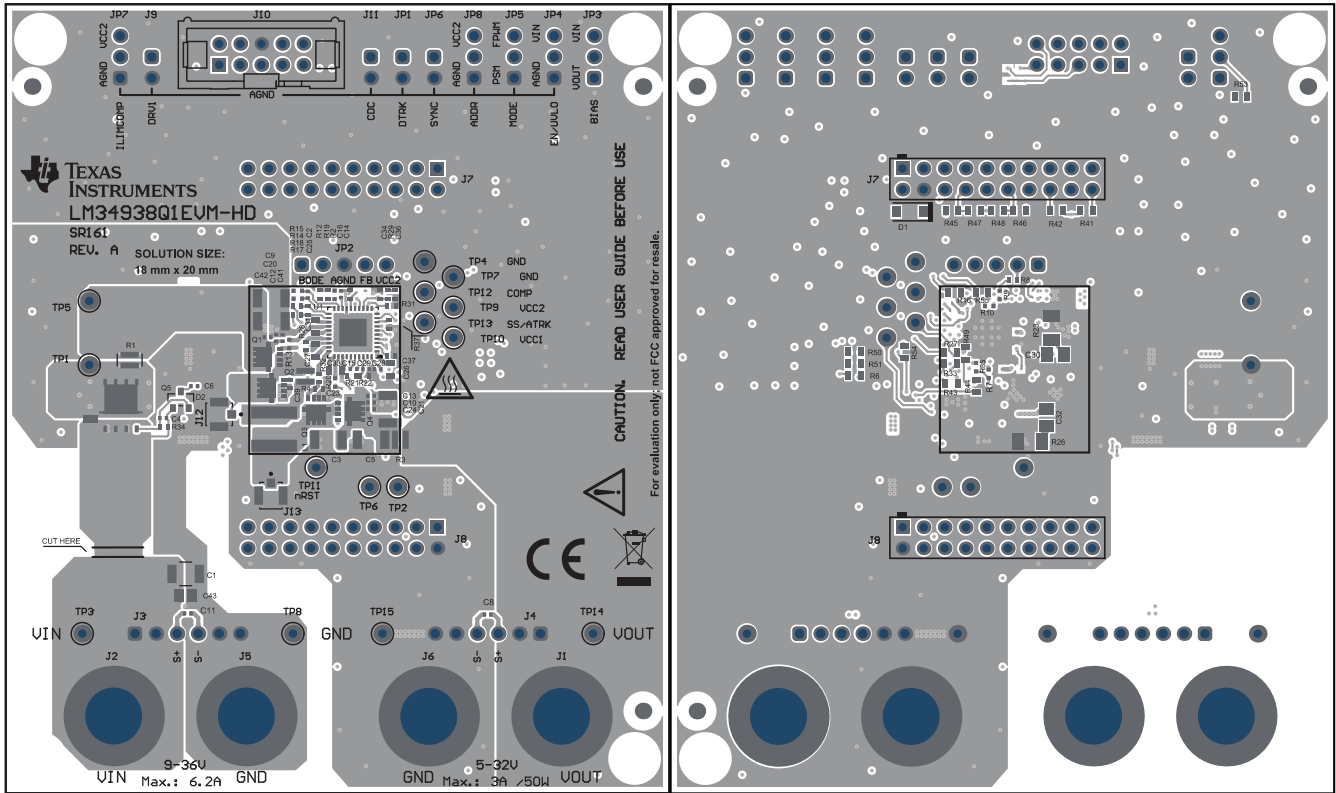


図 4-2. 上面シルクスクリーン

図 4-3. 下面シルクスクリーン

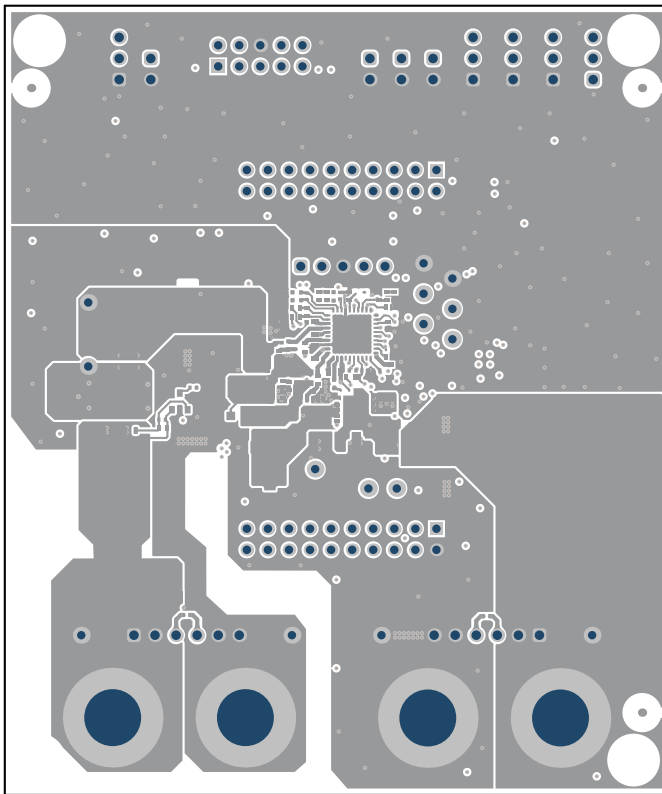


図 4-4. 上層

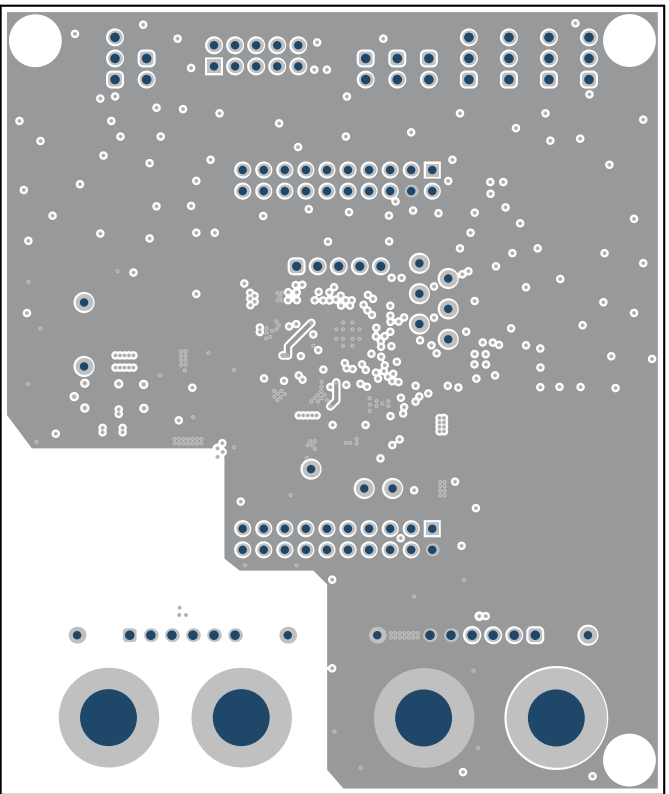


図 4-5. 中間層 1

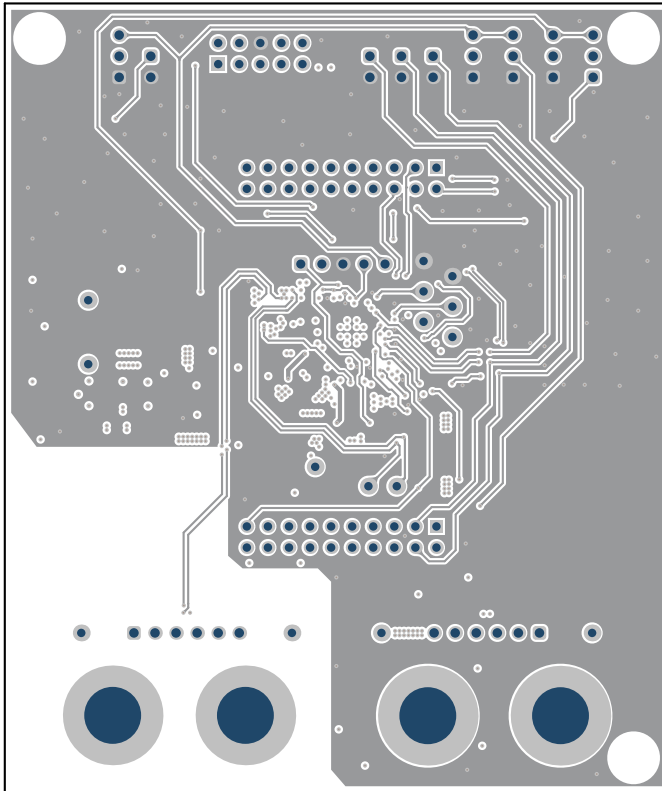


図 4-6. 中間層 2

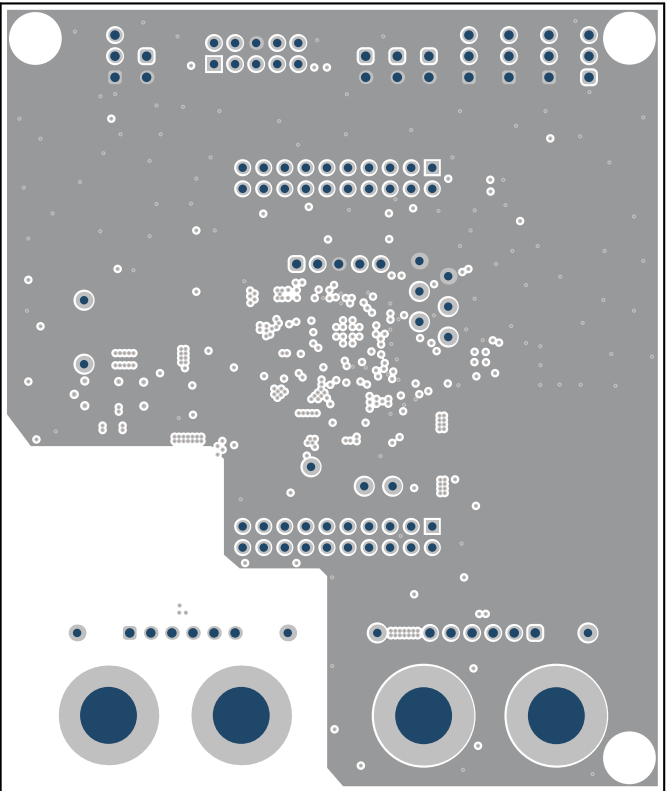


図 4-7. 中間層 3

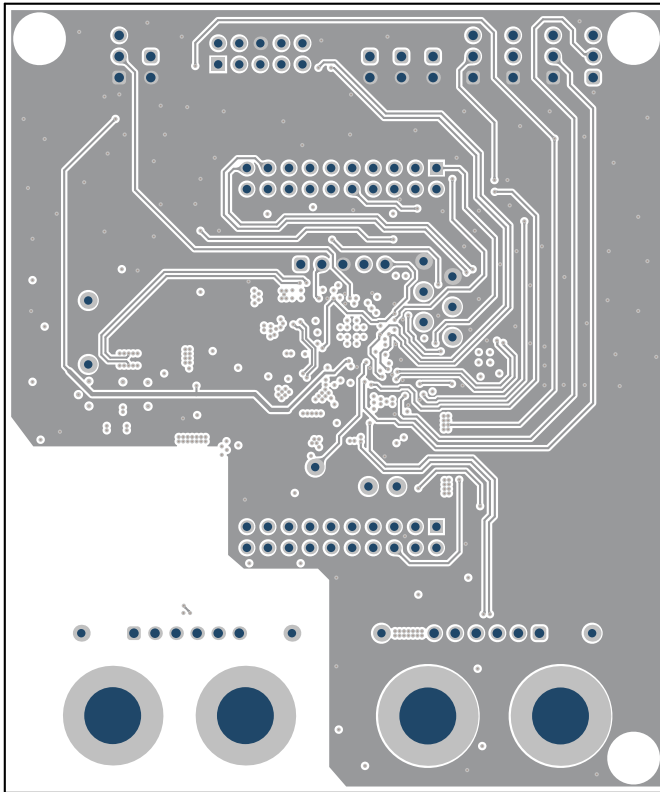


図 4-8. 中間層 4

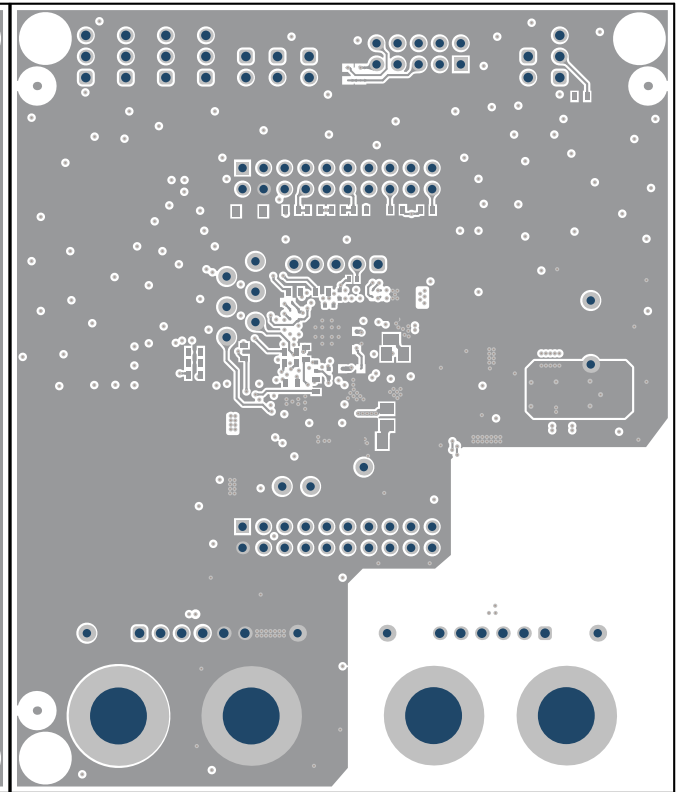


図 4-9. 下層

4.3 部品表

記号	数量	値	部品番号	メーカー	説明
C1、C3、C5、C9、C20、C21	6	10 μ F	C3225X7R2A106K250AC	TDK	10 μ F \pm 10% 100V セラミック コンデンサ X7R 1210 (3225 メートル法)
C2、C4、C6、C8、C10、C11、C12、C13、C15、C16、C24、C28、C29、C41、C42	15	100nF	GRM155R62A104ME14D	Murata [®]	汎用チップ マルチレイヤ セラミック コンデンサ、0402、0.10 μ F、X5R、15%、20%、100V
C14	1	100pF	04025A101FAT2A	AVX	コンデンサ、セラミック、100pF、50V、 \pm 1%、C0G/NP0、0402
C23、C39	2	820pF	GRM1555C1H821JA01D	MuRata	コンデンサ、セラミック、820pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402
C25	1	68pF	GRM1555C1H680JA01D	MuRata	コンデンサ、セラミック、68pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402
C26、C27	2	22 μ F	GRT188R61A226ME13D	Murata	マルチレイヤ セラミック コンデンサ 22 μ F 10V X5R \pm 20%、0603、紙 T/R
C30	1	680pF	GRM2195C2A681JA01D	MuRata	コンデンサ、セラミック、680pF、100V、 \pm 5%、C0G/NP0、0805
C31、C33	2	0.1 μ F	GRM188R72A104KA35D	MuRata	コンデンサ、セラミック、0.1 μ F、100V、 \pm 10%、X7R、0603
C32	1	1000pF	GRM2195C2A102JA01D	MuRata	コンデンサ、セラミック、1000pF、100V、 \pm 5%、C0G/NP0、0805
C34	1	150pF	GRM1555C1H151JA01D	MuRata	コンデンサ、セラミック、150pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402
C36	1	8200pF	GRM155R71H822KA88D	MuRata	コンデンサ、セラミック、8200pF、50V、 \pm 10%、X7R、0402
C37	1	0.022 μ F	GRM155R71C223KA01D	MuRata	コンデンサ、セラミック、0.022 μ F、16V、 \pm 10%、X7R、0402
C43	1	0.47 μ F	GRM21BR72A474KA73L	MuRata	コンデンサ、セラミック、0.47 μ F、100V、 \pm 10%、X7R、0805

記号	数量	値	部品番号	メーカー	説明
D1	1	3.3V	MMSZ4684T1G	ON Semiconductor	ダイオード、ツェナー、3.3V、500mW、SOD-123
D2	1		BAS70-04-E3-18	Vishay	Diode Array、1 ペア直列接続、ショットキー、70 V、200 mA (DC)、表面実装、TO-236-3、SC-59、SOT-23-3
J1、J2、J5、J6	4		108-0740-001	Cinch の接続	標準バナナ ジャック、非絶縁、15A
J3、J4	2		61300611121	Würth Elektronik	ヘッダ、2.54mm、6×1、金、TH
J7、J8	2		SSQ-110-03-T-D	Samtec®	レセプタクル、2.54mm、10×2、錫、TH
J9、J11、JP1、JP6	4		61300211121	Würth Elektronik®	ヘッダ、2.54mm、2×1、金、TH
J10	1		N2510-6002-RB	3M™	ヘッダ (シールド付き)、100mil、5×2、金、TH
J12、J13	2		RSP-122811-01	Samtec	U.FL (UMCC)、I-PEX MHFI コネクタ レセプタクル、オスピン 50Ω 表面実装はんだ
JP2	1		61300511121	Würth Elektronik	ヘッダ、2.54mm、5×1、金、TH
JP3、JP4、JP5、JP7、JP8	5		61300311121	Würth Elektronik	ヘッダ、2.54mm、3×1、金、TH
L1	1	3.3uH	7.44393E+11	ウルトエレクトロニクス	3.3μH シールド付きモールド インダクタ 20.4A 6.5mΩ 最大非標準
Q1、Q2、Q3、Q4	4		IAUZN04S7L046ATMA1	Infineon™	N チャネル MOSFET、40V 72A (Tj) 45W (Tc) 表面実装、PG-TSDSON-8-44
Q5	1	60V	CSD18540Q5B	テキサス・インスツルメンツ	MOSFET、N-CH、60V、100A、DNK0008A (VSON-CLIP-8)
R1、R3	2	10m	KRL2012E-C-R010-F-T05	Susumu	10mΩ ±1% 1W チップ抵抗ワイド 0805 (2012 メトリック)、0508 車載 AEC-Q200、電流センス金属箔

記号	数量	値	部品番号	メーカー	説明
R2、R7、R9、R10、R13、R14、R15、R20、R35	9	0	ERJ-2GE0R00X	Panasonic®	0Ω ジャンパ チップ抵抗 0402 (1005 メートル法) 車載 AEC-Q200 厚膜
R4	1	4m	KRL2012E-M-R004-F-T5	Susumu™	4mΩ ±1% 1W チップ抵抗ワイド 0805 (2012 メトリック)、0508 車載 AEC-Q200、電流センス金属箔
R6、R16、R27、R33、R41、R42、R43、R49、R50、R51、R55	11	0	RMCF0603ZT0R00	Stackpole Electronics Inc	RES、0、1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603
R8、R17、R18	3	10	CRCW040210R0FKED	Vishay-Dale	RES、10.0、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R12	1	82.0k	RC0402FR-0782KL	Yageo America	RES、82.0k、1%、0.063W、0402
R19	1	2.67k	CRCW04022K67FKED	Vishay-Dale	RES、2.67k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R21	1	75.0k	CRCW040275K0FKED	Vishay-Dale	RES、75.0k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R22	1	12.7k	CRCW040212K7FKED	Vishay-Dale	RES、12.7k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R23、R26	2	3	CRCW12063R00JNEA	Vishay-Dale	RES、3.0、5%、0.25W、AEC-Q200 グレード 0、1206
R28、R32	2	3	CRCW04023R00JNED	Vishay-Dale	RES、0、5%、0.063W、AEC-Q200 グレード 3.0、0402
R29	1	8.66k	CRCW04028K66FKED	Vishay-Dale	RES、8.66k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R31	1	15.4k	CRCW040215K4FKED	Vishay-Dale	RES、15.4k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R34	1	5.11k	CRCW04025K11FKED	Vishay-Dale	RES、5.11k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R37	1	2.74k	CRCW04022K74FKED	Vishay-Dale	RES、2.74k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R44	1	2.00k	RC0603FR-072KL	Yageo	RES、2.00k、1%、0.1W、0603

記号	数量	値	部品番号	メーカー	説明
R45、R46	2	71.5k	RC0603FR-0771K5L	Yageo	RES、71.5k、1%、0.1W、0603
R47、R48	2	4.70k	RC0603FR-074K7L	Yageo	RES、4.70k、1%、0.1W、0603
R53	1	18.0k	RC0603FR-0718KL	Yageo	RES、18.0k、1%、0.1W、0603
R54	1	10.0k	RT0603BRD0710KL	Yageo America	RES、10.0k、0.1%、0.1W、0603
TP1、TP2、TP5、TP6	4		5003	Keystone Electronics	テストポイント、ミニチュア、オレンジ白色、TH
TP3、TP14	2		5000	Keystone Electronics	テストポイント、ミニチュア、赤色、TH
TP4、TP7、TP8、TP15	4		5001	Keystone Electronics	テストポイント、ミニチュア、黒色、TH
TP9、TP10、TP11、TP12、TP13	5		5004	Keystone Electronics	テストポイント、ミニチュア、黄色、TH
U1	1		LM34938QRHARQ1	テキサス・インスツルメンツ	I2C 搭載、36V VIN4 スイッチ昇降圧コントローラ
C7、C17	0	27 μ F	A768KE276M1JLAE054	KEMET	アルミポリマコンデンサ 27 μ F 63V \pm 20%、はんだ付け用円筒形、54m Ω 、1175mA、125 $^{\circ}$ C で 2000 時間、T/R
C18	0	100nF	GRM155R62A104ME14D	Murata	汎用チップ マルチレイヤ セラミックコンデンサ、0402、0.10 μ F、X5R、15%、20%、100V
C19、C40、C44	0	10 μ F	C3225X7R2A106K250AC	TDK	10 μ F \pm 10% 100V セラミックコンデンサ X7R 1210 (3225 メートル法)
C22、C38	0	680pF	GRM1555C1H681JA01D	MuRata	コンデンサ、セラミック、680pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402
C35	0	56pF	GRM1555C1H560JA01D	MuRata	コンデンサ、セラミック、56pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402
C45	0	0.47 μ F	GRM21BR72A474KA73L	MuRata	コンデンサ、セラミック、0.47 μ F、100V、 \pm 10%、X7R、0805

記号	数量	値	部品番号	メーカー	説明
D3、D6	0	60V	PMEG6010CEGWJ	Nexperia	ダイオード、ショットキー、60V、1A、AEC-Q101、SOD-123
D4、D5	0	60V	PMEG6010CEJ、115	Nexperia	ダイオード、ショットキー、60V、1A、SOD-323F
L2	0	2.2uH	7.44385E+12	ウルトエレクトロニクス	2.2μH シールド付きモールド インダクタ 12.4A 9.3mΩ 最大 非標準
R5、R11、R24、R36、R38、R52	0	0	ERJ-2GE0R00X	Panasonic	0Ω ジャンパ チップ抵抗 0402 (1005 メートル法) 車載 AEC-Q200 厚膜
R25	0	10.0k	MCS0402MD1002BE100	Vishay/Beyschlag	RES、10.0k、0.1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R30	0	40.2k	CRCW040240K2FKED	Vishay-Dale	RES、40.2k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402
R39、R40	0	2.00k	RC0603FR-072KL	Yageo	RES、2.00k、1%、0.1W、0603

5 追加情報

商標

3M™ is a trademark of 3M Company.

Infineon™ is a trademark of Infineon Technologies AG.

Susumu™ is a trademark of Guangzhou Huchuang E-commerce Co., Ltd..

Murata® is a registered trademark of MURATA MANUFACTURING CO., LTD..

Samtec® is a registered trademark of Samtec Inc..

Würth Elektronik® is a registered trademark of Würth Elektronik GmbH and Co.

Panasonic® is a registered trademark of Panasonic Holdings Corporation.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

STANDARD TERMS FOR EVALUATION MODULES

1. *Delivery:* TI delivers TI evaluation boards, kits, or modules, including any accompanying demonstration software, components, and/or documentation which may be provided together or separately (collectively, an "EVM" or "EVMs") to the User ("User") in accordance with the terms set forth herein. User's acceptance of the EVM is expressly subject to the following terms.
 - 1.1 EVMs are intended solely for product or software developers for use in a research and development setting to facilitate feasibility evaluation, experimentation, or scientific analysis of TI semiconductor products. EVMs have no direct function and are not finished products. EVMs shall not be directly or indirectly assembled as a part or subassembly in any finished product. For clarification, any software or software tools provided with the EVM ("Software") shall not be subject to the terms and conditions set forth herein but rather shall be subject to the applicable terms that accompany such Software
 - 1.2 EVMs are not intended for consumer or household use. EVMs may not be sold, sublicensed, leased, rented, loaned, assigned, or otherwise distributed for commercial purposes by Users, in whole or in part, or used in any finished product or production system.
2. *Limited Warranty and Related Remedies/Disclaimers:*
 - 2.1 These terms do not apply to Software. The warranty, if any, for Software is covered in the applicable Software License Agreement.
 - 2.2 TI warrants that the TI EVM will conform to TI's published specifications for ninety (90) days after the date TI delivers such EVM to User. Notwithstanding the foregoing, TI shall not be liable for a nonconforming EVM if (a) the nonconformity was caused by neglect, misuse or mistreatment by an entity other than TI, including improper installation or testing, or for any EVMs that have been altered or modified in any way by an entity other than TI, (b) the nonconformity resulted from User's design, specifications or instructions for such EVMs or improper system design, or (c) User has not paid on time. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary. TI does not test all parameters of each EVM. User's claims against TI under this Section 2 are void if User fails to notify TI of any apparent defects in the EVMs within ten (10) business days after delivery, or of any hidden defects with ten (10) business days after the defect has been detected.
 - 2.3 TI's sole liability shall be at its option to repair or replace EVMs that fail to conform to the warranty set forth above, or credit User's account for such EVM. TI's liability under this warranty shall be limited to EVMs that are returned during the warranty period to the address designated by TI and that are determined by TI not to conform to such warranty. If TI elects to repair or replace such EVM, TI shall have a reasonable time to repair such EVM or provide replacements. Repaired EVMs shall be warranted for the remainder of the original warranty period. Replaced EVMs shall be warranted for a new full ninety (90) day warranty period.

WARNING

Evaluation Kits are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems.

User shall operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines and any applicable legal or environmental requirements as well as reasonable and customary safeguards. Failure to set up and/or operate the Evaluation Kit within TI's recommended guidelines may result in personal injury or death or property damage. Proper set up entails following TI's instructions for electrical ratings of interface circuits such as input, output and electrical loads.

NOTE:

EXPOSURE TO ELECTROSTATIC DISCHARGE (ESD) MAY CAUSE DEGRADATION OR FAILURE OF THE EVALUATION KIT; TI RECOMMENDS STORAGE OF THE EVALUATION KIT IN A PROTECTIVE ESD BAG.

3 Regulatory Notices:

3.1 United States

3.1.1 Notice applicable to EVMs not FCC-Approved:

FCC NOTICE: This kit is designed to allow product developers to evaluate electronic components, circuitry, or software associated with the kit to determine whether to incorporate such items in a finished product and software developers to write software applications for use with the end product. This kit is not a finished product and when assembled may not be resold or otherwise marketed unless all required FCC equipment authorizations are first obtained. Operation is subject to the condition that this product not cause harmful interference to licensed radio stations and that this product accept harmful interference. Unless the assembled kit is designed to operate under part 15, part 18 or part 95 of this chapter, the operator of the kit must operate under the authority of an FCC license holder or must secure an experimental authorization under part 5 of this chapter.

3.1.2 For EVMs annotated as FCC – FEDERAL COMMUNICATIONS COMMISSION Part 15 Compliant:

CAUTION

This device complies with part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) This device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

FCC Interference Statement for Class A EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

FCC Interference Statement for Class B EVM devices

NOTE: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

3.2 Canada

3.2.1 For EVMs issued with an Industry Canada Certificate of Conformance to RSS-210 or RSS-247

Concerning EVMs Including Radio Transmitters:

This device complies with Industry Canada license-exempt RSSs. Operation is subject to the following two conditions:

(1) this device may not cause interference, and (2) this device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Concernant les EVMs avec appareils radio:

Le présent appareil est conforme aux CNR d'Industrie Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes: (1) l'appareil ne doit pas produire de brouillage, et (2) l'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Concerning EVMs Including Detachable Antennas:

Under Industry Canada regulations, this radio transmitter may only operate using an antenna of a type and maximum (or lesser) gain approved for the transmitter by Industry Canada. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen that the equivalent isotropically radiated power (e.i.r.p.) is not more than that necessary for successful communication. This radio transmitter has been approved by Industry Canada to operate with the antenna types listed in the user guide with the maximum permissible gain and required antenna impedance for each antenna type indicated. Antenna types not included in this list, having a gain greater than the maximum gain indicated for that type, are strictly prohibited for use with this device.

Concernant les EVMs avec antennes détachables

Conformément à la réglementation d'Industrie Canada, le présent émetteur radio peut fonctionner avec une antenne d'un type et d'un gain maximal (ou inférieur) approuvé pour l'émetteur par Industrie Canada. Dans le but de réduire les risques de brouillage radioélectrique à l'intention des autres utilisateurs, il faut choisir le type d'antenne et son gain de sorte que la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) ne dépasse pas l'intensité nécessaire à l'établissement d'une communication satisfaisante. Le présent émetteur radio a été approuvé par Industrie Canada pour fonctionner avec les types d'antenne énumérés dans le manuel d'usage et ayant un gain admissible maximal et l'impédance requise pour chaque type d'antenne. Les types d'antenne non inclus dans cette liste, ou dont le gain est supérieur au gain maximal indiqué, sont strictement interdits pour l'exploitation de l'émetteur.

3.3 Japan

3.3.1 *Notice for EVMs delivered in Japan:* Please see http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_01.page 日本国内に輸入される評価用キット、ボードについては、次のところをご覧ください。

<https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-delivered-in-japan.html>

3.3.2 *Notice for Users of EVMs Considered "Radio Frequency Products" in Japan:* EVMs entering Japan may not be certified by TI as conforming to Technical Regulations of Radio Law of Japan.

If User uses EVMs in Japan, not certified to Technical Regulations of Radio Law of Japan, User is required to follow the instructions set forth by Radio Law of Japan, which includes, but is not limited to, the instructions below with respect to EVMs (which for the avoidance of doubt are stated strictly for convenience and should be verified by User):

1. Use EVMs in a shielded room or any other test facility as defined in the notification #173 issued by Ministry of Internal Affairs and Communications on March 28, 2006, based on Sub-section 1.1 of Article 6 of the Ministry's Rule for Enforcement of Radio Law of Japan,
2. Use EVMs only after User obtains the license of Test Radio Station as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs, or
3. Use of EVMs only after User obtains the Technical Regulations Conformity Certification as provided in Radio Law of Japan with respect to EVMs. Also, do not transfer EVMs, unless User gives the same notice above to the transferee. Please note that if User does not follow the instructions above, User will be subject to penalties of Radio Law of Japan.

【無線電波を送信する製品の開発キットをお使いになる際の注意事項】 開発キットの中には技術基準適合証明を受けていないものがあります。技術適合証明を受けていないものご使用に際しては、電波法遵守のため、以下のいずれかの措置を取っていただく必要がありますのでご注意ください。

1. 電波法施行規則第6条第1項第1号に基づく平成18年3月28日総務省告示第173号で定められた電波暗室等の試験設備でご使用いただく。
2. 実験局の免許を取得後ご使用いただく。
3. 技術基準適合証明を取得後ご使用いただく。

なお、本製品は、上記の「ご使用にあたっての注意」を譲渡先、移転先に通知しない限り、譲渡、移転できないものとします。

上記を遵守頂けない場合は、電波法の罰則が適用される可能性があることをご留意ください。日本テキサス・イ

ンスツルメンツ株式会社

東京都新宿区西新宿 6 丁目 2 4 番 1 号

西新宿三井ビル

3.3.3 *Notice for EVMs for Power Line Communication:* Please see http://www.tij.co.jp/lstds/ti_ja/general/eStore/notice_02.page

電力線搬送波通信についての開発キットをお使いになる際の注意事項については、次のところをご覧ください。 <https://www.ti.com/ja-jp/legal/notice-for-evaluation-kits-for-power-line-communication.html>

3.4 European Union

3.4.1 *For EVMs subject to EU Directive 2014/30/EU (Electromagnetic Compatibility Directive):*

This is a class A product intended for use in environments other than domestic environments that are connected to a low-voltage power-supply network that supplies buildings used for domestic purposes. In a domestic environment this product may cause radio interference in which case the user may be required to take adequate measures.

-
4. *EVM Use Restrictions and Warnings:*
 - 4.1 EVMS ARE NOT FOR USE IN FUNCTIONAL SAFETY AND/OR SAFETY CRITICAL EVALUATIONS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO EVALUATIONS OF LIFE SUPPORT APPLICATIONS.
 - 4.2 User must read and apply the user guide and other available documentation provided by TI regarding the EVM prior to handling or using the EVM, including without limitation any warning or restriction notices. The notices contain important safety information related to, for example, temperatures and voltages.
 - 4.3 *Safety-Related Warnings and Restrictions:*
 - 4.3.1 User shall operate the EVM within TI's recommended specifications and environmental considerations stated in the user guide, other available documentation provided by TI, and any other applicable requirements and employ reasonable and customary safeguards. Exceeding the specified performance ratings and specifications (including but not limited to input and output voltage, current, power, and environmental ranges) for the EVM may cause personal injury or death, or property damage. If there are questions concerning performance ratings and specifications, User should contact a TI field representative prior to connecting interface electronics including input power and intended loads. Any loads applied outside of the specified output range may also result in unintended and/or inaccurate operation and/or possible permanent damage to the EVM and/or interface electronics. Please consult the EVM user guide prior to connecting any load to the EVM output. If there is uncertainty as to the load specification, please contact a TI field representative. During normal operation, even with the inputs and outputs kept within the specified allowable ranges, some circuit components may have elevated case temperatures. These components include but are not limited to linear regulators, switching transistors, pass transistors, current sense resistors, and heat sinks, which can be identified using the information in the associated documentation. When working with the EVM, please be aware that the EVM may become very warm.
 - 4.3.2 EVMs are intended solely for use by technically qualified, professional electronics experts who are familiar with the dangers and application risks associated with handling electrical mechanical components, systems, and subsystems. User assumes all responsibility and liability for proper and safe handling and use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees. User assumes all responsibility and liability to ensure that any interfaces (electronic and/or mechanical) between the EVM and any human body are designed with suitable isolation and means to safely limit accessible leakage currents to minimize the risk of electrical shock hazard. User assumes all responsibility and liability for any improper or unsafe handling or use of the EVM by User or its employees, affiliates, contractors or designees.
 - 4.4 User assumes all responsibility and liability to determine whether the EVM is subject to any applicable international, federal, state, or local laws and regulations related to User's handling and use of the EVM and, if applicable, User assumes all responsibility and liability for compliance in all respects with such laws and regulations. User assumes all responsibility and liability for proper disposal and recycling of the EVM consistent with all applicable international, federal, state, and local requirements.
 5. *Accuracy of Information:* To the extent TI provides information on the availability and function of EVMs, TI attempts to be as accurate as possible. However, TI does not warrant the accuracy of EVM descriptions, EVM availability or other information on its websites as accurate, complete, reliable, current, or error-free.
 6. *Disclaimers:*
 - 6.1 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, EVMS AND ANY MATERIALS PROVIDED WITH THE EVM (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, REFERENCE DESIGNS AND THE DESIGN OF THE EVM ITSELF) ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." TI DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING SUCH ITEMS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY EPIDEMIC FAILURE WARRANTY OR IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF ANY THIRD PARTY PATENTS, COPYRIGHTS, TRADE SECRETS OR OTHER INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.
 - 6.2 EXCEPT FOR THE LIMITED RIGHT TO USE THE EVM SET FORTH HEREIN, NOTHING IN THESE TERMS SHALL BE CONSTRUED AS GRANTING OR CONFERRING ANY RIGHTS BY LICENSE, PATENT, OR ANY OTHER INDUSTRIAL OR INTELLECTUAL PROPERTY RIGHT OF TI, ITS SUPPLIERS/LICENSORS OR ANY OTHER THIRD PARTY, TO USE THE EVM IN ANY FINISHED END-USER OR READY-TO-USE FINAL PRODUCT, OR FOR ANY INVENTION, DISCOVERY OR IMPROVEMENT, REGARDLESS OF WHEN MADE, CONCEIVED OR ACQUIRED.
 7. *USER'S INDEMNITY OBLIGATIONS AND REPRESENTATIONS.* USER WILL DEFEND, INDEMNIFY AND HOLD TI, ITS LICENSORS AND THEIR REPRESENTATIVES HARMLESS FROM AND AGAINST ANY AND ALL CLAIMS, DAMAGES, LOSSES, EXPENSES, COSTS AND LIABILITIES (COLLECTIVELY, "CLAIMS") ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH ANY HANDLING OR USE OF THE EVM THAT IS NOT IN ACCORDANCE WITH THESE TERMS. THIS OBLIGATION SHALL APPLY WHETHER CLAIMS ARISE UNDER STATUTE, REGULATION, OR THE LAW OF TORT, CONTRACT OR ANY OTHER LEGAL THEORY, AND EVEN IF THE EVM FAILS TO PERFORM AS DESCRIBED OR EXPECTED.
-

8. *Limitations on Damages and Liability:*

8.1 *General Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, COLLATERAL, INDIRECT, PUNITIVE, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL, OR EXEMPLARY DAMAGES IN CONNECTION WITH OR ARISING OUT OF THESE TERMS OR THE USE OF THE EVMS , REGARDLESS OF WHETHER TI HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. EXCLUDED DAMAGES INCLUDE, BUT ARE NOT LIMITED TO, COST OF REMOVAL OR REINSTALLATION, ANCILLARY COSTS TO THE PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES, RETESTING, OUTSIDE COMPUTER TIME, LABOR COSTS, LOSS OF GOODWILL, LOSS OF PROFITS, LOSS OF SAVINGS, LOSS OF USE, LOSS OF DATA, OR BUSINESS INTERRUPTION. NO CLAIM, SUIT OR ACTION SHALL BE BROUGHT AGAINST TI MORE THAN TWELVE (12) MONTHS AFTER THE EVENT THAT GAVE RISE TO THE CAUSE OF ACTION HAS OCCURRED.

8.2 *Specific Limitations.* IN NO EVENT SHALL TI'S AGGREGATE LIABILITY FROM ANY USE OF AN EVM PROVIDED HEREUNDER, INCLUDING FROM ANY WARRANTY, INDEMNITY OR OTHER OBLIGATION ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THESE TERMS, , EXCEED THE TOTAL AMOUNT PAID TO TI BY USER FOR THE PARTICULAR EVM(S) AT ISSUE DURING THE PRIOR TWELVE (12) MONTHS WITH RESPECT TO WHICH LOSSES OR DAMAGES ARE CLAIMED. THE EXISTENCE OF MORE THAN ONE CLAIM SHALL NOT ENLARGE OR EXTEND THIS LIMIT.

9. *Return Policy.* Except as otherwise provided, TI does not offer any refunds, returns, or exchanges. Furthermore, no return of EVM(s) will be accepted if the package has been opened and no return of the EVM(s) will be accepted if they are damaged or otherwise not in a resalable condition. If User feels it has been incorrectly charged for the EVM(s) it ordered or that delivery violates the applicable order, User should contact TI. All refunds will be made in full within thirty (30) working days from the return of the components(s), excluding any postage or packaging costs.

10. *Governing Law:* These terms and conditions shall be governed by and interpreted in accordance with the laws of the State of Texas, without reference to conflict-of-laws principles. User agrees that non-exclusive jurisdiction for any dispute arising out of or relating to these terms and conditions lies within courts located in the State of Texas and consents to venue in Dallas County, Texas. Notwithstanding the foregoing, any judgment may be enforced in any United States or foreign court, and TI may seek injunctive relief in any United States or foreign court.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, 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、

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

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月