



## 1 評価基板の概要

### 1.1 概要

LM5192QEVM-400 評価基板は、定電流定電圧 (CC/CV) 制御および I<sup>2</sup>C インターフェイスを搭載した、同期降圧型 DC/DC レギュレータです。この評価基板は、15V ~ 70V の広い入力電圧範囲 (VIN 端子) で動作し、CC モードでは 8A (最大) の定電流を、CV モードでは 12V (最大) の定電圧を供給します。平均インダクタ電流制限と出力電圧のレギュレーション目標を I<sup>2</sup>C でプログラム可能です。デフォルトとして、出力電圧は 5V に事前プログラムされており、平均インダクタ電流制限は 0.5A に事前プログラムされています。フリーランニング周波数は 400kHz に事前プログラムされています。

この EVM は、ケーブル電圧降下補償、スペクトラム拡散、選択可能な FPWM/PFM、アクティブ出力放電、出力スルーレート制御、ソフトスタート、OVP、ヒカップモード保護機能付きのピーク電流制限機能を搭載しています。本 EVM は、400kHz のスイッチング周波数に合わせて設計されています。

### 1.2 キットの内容

- LM5192QEVM-400 評価基板 1 枚
- EVM の免責事項と手順書 (はじめにお読みください)

### 1.3 仕様

表 1-1 表に、この評価基板の電気的特性を示します。デバイス仕様の詳細については、[LM5192-Q1 製品フォルダ](#)を参照してください。効率およびその他の性能指標は、動作入力電圧、負荷電流、外付けの出力コンデンサ、ならびにその他のパラメータによって変化する場合があります。動作時の推奨エアフローは 200LFM です。

表 1-1. 電気的性能特性

パラメータ	テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
<b>入力特性</b>					
入力動作範囲、V <sub>SUPPLY</sub>	VIN+, VIN- 端子	15	48	70	V
入力電流、I <sub>SUPPLY</sub>				8	A
入力電流、無負荷	PFM、BIAS_EN = 1、EN = VIN、V <sub>LOAD</sub> = 12V、R11 削除、I <sup>2</sup> C 通信なし	V <sub>SUPPLY</sub> = 24V		195	μA
		V <sub>SUPPLY</sub> = 48V		105	
		V <sub>SUPPLY</sub> = 60V		88	
<b>出力特性</b>					
定格出力電圧、V <sub>LOAD</sub>	CV モード		12		V
平均インダクタ電流、I <sub>LOUT</sub>	CC モード			8	A
<b>システム特性</b>					
スイッチング周波数、f <sub>SW</sub>			400		kHz
全負荷効率	I <sub>LOAD</sub> = 8A	V <sub>SUPPLY</sub> = 24V		97.1%	
		V <sub>SUPPLY</sub> = 48V		96.0%	
		V <sub>SUPPLY</sub> = 60V		95.5%	

### 1.4 製品情報

表 1-2. LM (2) 5192 (-Q1) 同期降圧コントローラファミリ、CC-CV 制御および I<sup>2</sup>C インターフェイス内蔵

DC/DC	最大 VIN	出力範囲	車載用認定
LM5192-Q1	80V	1V ~ 24V/3.3V ~ 48V	AEC-Q100 Grade1
LM25192-Q1	42V	1V ~ 24V/3.3V ~ 24V	AEC-Q100 Grade1
LM5192	80V	1V ~ 24V/3.3V ~ 48V	商用

## 2 ハードウェア

### 2.1 テスト構成と手順

#### 2.1.1 EVM の接続

図 2-1 に推奨されるテスト設定を示します。ESD 保護された作業環境で作業を行い評価基板を取り扱う前に、リストストラップ、ブートストラップ、またはマットが適切に接続され、作業者が接地されていることを確認します。

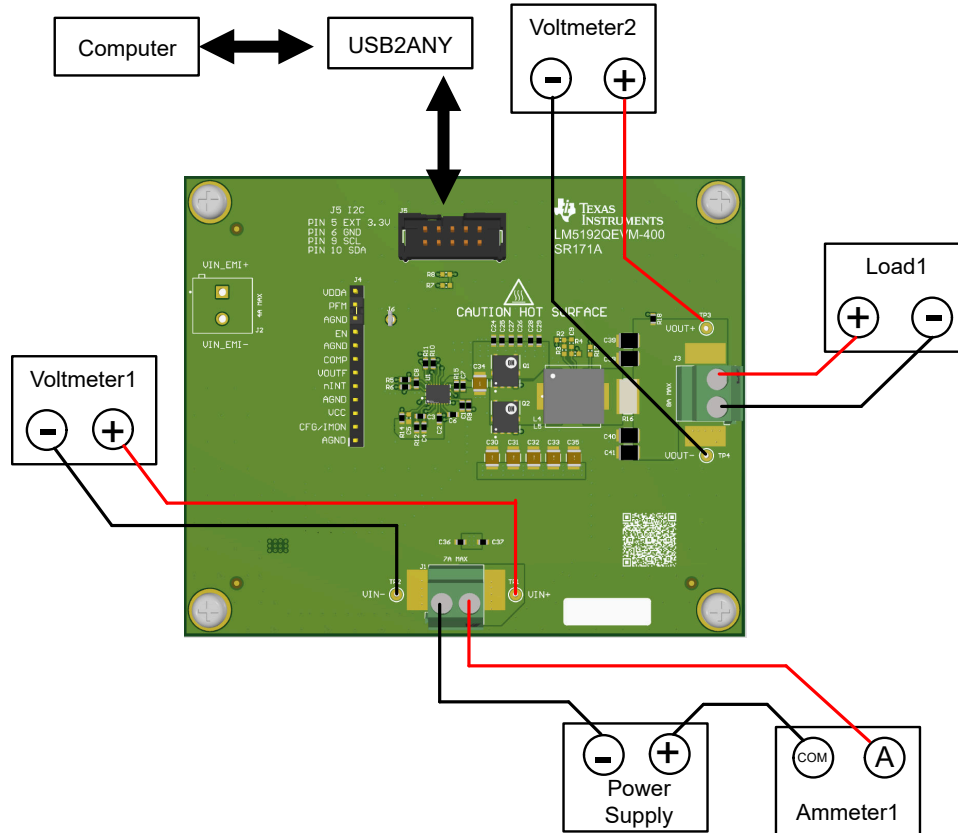



図 2-1. EVM テスト設定



**注意**

高温面。触れるとやけどの原因になることがあります。触れないでください。

表 2-1. 電源接続

参照記号	ラベル	説明
J1	VIN+	正入力電圧電源接続
J1	VIN-	負入力電圧電源接続
J2	VIN_EMI+	EMI テスト用の正入力電圧電源接続
J2	VIN_EMI-	EMI テスト用の負入力電圧電源接続
J3	VOUT+	正出力電圧電源接続
J3	VOUT-	負出力電圧電源接続

表 2-2. DVM の接続

参照記号	ラベル	説明
TP1	VIN+	正入力電圧センシング
TP2	VIN-	負入力電圧センシング
TP3	VOUT+	正出力電圧センシング
TP4	VOUT-	負出力電圧センシング

表 2-3. J4 ジャンパ

番号	ラベル	説明
12	VDDA	VDDA 接続
11	PFM	PFM/FPWM モード選択および同期入力ピン
10	AGND	グラウンド接続
9	EN	イネーブル入力。このデバイスを無効化するには、ピンを GND に接続します。
8	AGND	グラウンド接続
7	COMP	外部補償ピン
6	VOUTF	VOUTF 接続ピン
5	nINT	割り込みインジケータピン。
4	AGND	グラウンド接続
3	VCC	VCC 接続
4	CFG/IMON	IMON 接続。電流モニタピン。起動中は、ピンをフローティングのままにしてください。
1	AGND	グラウンド接続

表 2-4. J5 ジャンパ

番号	ラベル	説明
1、2、3、4、7、8	NC	未接続ピン
5	EXT-3.3V	USB2ANY から外部 3.3V に接続されています
6	GND	グラウンド接続
9	SCL	I <sup>2</sup> C クロックピン
10	SDA	I <sup>2</sup> C データピン

### 2.1.2 試験装置

- 電源: 0V ~ 70V、10A を供給できる入力電圧源を使用します。
- 電圧計 1: VIN+ から VIN- への入力電圧を測定。
- 電圧計 2: VOUT+ から VOUT- への出力電圧を測定。
- 電流計 1: 入力電流を測定。電源と VIN+ に接続します。
- 負荷 1: 定電圧 (CV) と定電流 (CC) レギュレーションに対応できる電子負荷である必要があります。電子負荷は、12V 以下で 10A をシンクできる必要があります。

**オシロスコープ:** オシロスコープを 20MHz 帯域、AC 結合に設定し、通常プローブに付属する短いグラウンドリードを使用して、出力コンデンサの両端で出力電圧リップルを直接測定します。TI は、グラウンド ループが大きくなり、追加のノイズが誘起される可能性があるため、長いリードのグラウンド接続を使用することを推奨していません。その他の波形を測定するには、必要に応じてオシロスコープを調整します。通電中または通電中の可能性のある回路に触れる場合は、常に注意が必要です。

### 2.1.3 推奨テスト構成

VIN+/TP1 および VIN-/TP2 の各テストポイントに加え、VOUT+/TP3、VOUT-/TP4 の各テストポイントを、電源端子ブロックに近い位置にある電圧監視ポイントとして使用します。これらのテストポイントでは、それぞれ電圧計を接続して入力電圧と出力電圧を測定します。これらのセンス端子は、入力電源または出力負荷の接続ポイントとして使用しないでください。

い。これらのセンス端子に接続された PCB パターンは、大電流に対応するようには設計されていません。EVM に電源を供給する前に、J4 ジャンパが取り付けられ、適切に配置されていることを確認してください。

#### 注意

高出力電流および高入力電圧での長時間運転により、部品の温度が  $55^{\circ}\text{C}$  を超える場合があります。やけどの危険を避けるため、電源を切断した後、部品が十分に冷却されるまでは触れないでください。入力電源と出力電気負荷用のワイヤ ゲージは、最小 **9 AWG**、最低 **1 フィート** 以下である必要があります。接触抵抗を最小限に抑えるため、入出力端子ネジを締めてください。

#### 2.1.3.1 ア入力接続

1. 入力電源を接続する前に、入力電源の電流制限を最大 **0.1A** に設定します。入力ソースが最初は **0V** に設定され、[図 2-1](#) に示すように **J1** 端子に接続されていることを確認します。
2. 入力電圧を測定するため、電圧計 **1** を **VIN+** および **VIN-** のテスト ポイントに接続します。
3. 電流計 **1** を接続して入力電流を測定します。

#### 2.1.3.2 出力接続

1. 電子負荷を **J3** に接続します。入力電圧を印加する前に、負荷を **14V** の **CV** モードに設定します。
2. 出力電圧を測定するため、**VOUT+** および **VOUT-** のテスト ポイントに電圧計 **2** を接続します。

#### 2.1.3.3 I<sup>2</sup>C 接続

1. 10 ピンリボン ケーブルを **USB2ANY** と **J5** に接続します。
2. **USB mini-B** コネクタを **USB2ANY** とコンピュータに接続します。

#### 2.1.4 テスト方法

##### 2.1.4.1 グラフィカル ユーザー インターフェイス (GUI)

###### 2.1.4.1.1 概要

開始するには、**USB mini-B** コネクタを使用して **USB2ANY** アダプタをコンピュータに接続し、**10** ピンのリボン ケーブルを使用して **USB2ANY** アダプタを評価基板に接続し、電源と負荷を **EVM** に接続して、**EVM** に電源を投入してから、構成 **GUI** を起動します。

**GUI** は自動的に評価基板に接続しますが、そうでない場合は、**GUI** の下部にあるステータス バーで「再接続」ボタンを選択して **EVM** に接続します。

Device Not Connected

## LM25192, LM5192

The LM25192 and LM5192 are ultra-low IQ, synchronous buck controllers with constant-current constant-voltage (CC-CV) regulation and I2C interface.

STEP1: I2C Interface Configuration →

STEP2: VOUT Programming and Cable Drop Compensation (CDC) →

STEP3: Evaluation →

Register Map →

Quick Links

[LM25192 Datasheet](#)

[LM5192 Datasheet](#)

### Featured Functionalities

- ✔ Dynamic Voltage Scaling (DVS)
- ✔ Dynamic Current Limiting
- ✔ Cable Drop Compensation (CDC)
- ✔ Active Output Discharge
- ✔ Over-voltage Program
- ✔ Fault Indicator
- ✔ Status Monitor
- ✔ Device Configuration (Fsw, DRSS, Tss, Hiccup protection, PFM/FPWM)

User Guide

E2E Forum

Hardware not Connected. Please plug your Target Device into your computer's USB port, and click the Connect icon at left.

図 2-2. 設計を開始

デバイスをプログラムする前に、手順 1 の I<sup>2</sup>C インターフェイスの構成を行います。GPN として「LM5192」を、センス抵抗値として「5mΩ」を選択します。このデバイスは、標準、高速、および高速プラス モードをサポートしていますが、GUI は標準モードおよび高速モードのみをサポートしています。標準モードを出発点として選択してください。USB2ANY アダプタ内でプルアップ抵抗をイネーブルにし、「USB2ANY を構成」ボタンを選択します。I<sup>2</sup>C ターゲットアドレスとして「0x6A」を選択し、「EVM に接続」ボタンを選択します。

Step 1: I2C Interface Configuration

Part Number: LM25192

RSENSE: 2.0mΩ

I2C Speed: Standard: 100kHz

USB2ANY Pull-up Resistor:

I2C Target Address:  0x6A

CONNECT TO EVM

Status/Fault Monitor

Auto-read: As fast as possible

BUSY, OFF, VOUT\_OV, IOULT\_OC, TEMPERATURE, CML, NONE\_OF\_THE\_ABOVE, VOUT, IOULT\_POUT, CC\_STATUS, nPG\_STATUS

LM25192 (2.0mΩ) disconnected

Hardware not Connected. Please plug your Target Device into your computer's USB port, and click the Connect icon at left.

図 2-3. ステップ 1: I<sup>2</sup>C インターフェイス構成

手順 2 で、VOUT レギュレーション目標を開始点として 12V にプログラムし、必要に応じてケーブル補償ゲインをプログラムします。

Step 2: VOUT Programming and Cable Drop Compensation (CDC)

Vout Programming

VOUT Range[V] / Step Size[mV]: Upper(20mV)

VOUT [V]: 5

Cable Drop Compensation

CDC Enable:

RSENSE [mΩ]: 2

RCABLE [mΩ]: Calculate 160

Desired K<sub>CDC</sub> [V/V]: 80

Selected K<sub>CDC</sub> [V/V]: 20

CALCULATE

Status/Fault Monitor

Auto-read: As fast as possible

BUSY, OFF, VOUT\_OV, IOULT\_OC, TEMPERATURE, CML, NONE\_OF\_THE\_ABOVE, VOUT, IOULT\_POUT, CC\_STATUS, nPG\_STATUS

LM25192 (2.0mΩ) disconnected

Hardware not Connected. Please plug your Target Device into your computer's USB port, and click the Connect icon at left.

図 2-4. ステップ 2: VOUT プログラミングと CDC

手順 3 で残りのパラメータをプログラムします。スイッチング周波数、スペクトラム拡散、CC モードのレギュレーション目標、OVP、PGOOD、DVS、VOUT 放電などが含まれます。CC モードのレギュレーション目標を 8A に、スイッチング周波数を 400kHz にプログラムします。デバイスのプログラミングが完了したら、「コンバータを有効にする」トグルボタンをオンにすることでコンバータを有効にできます。

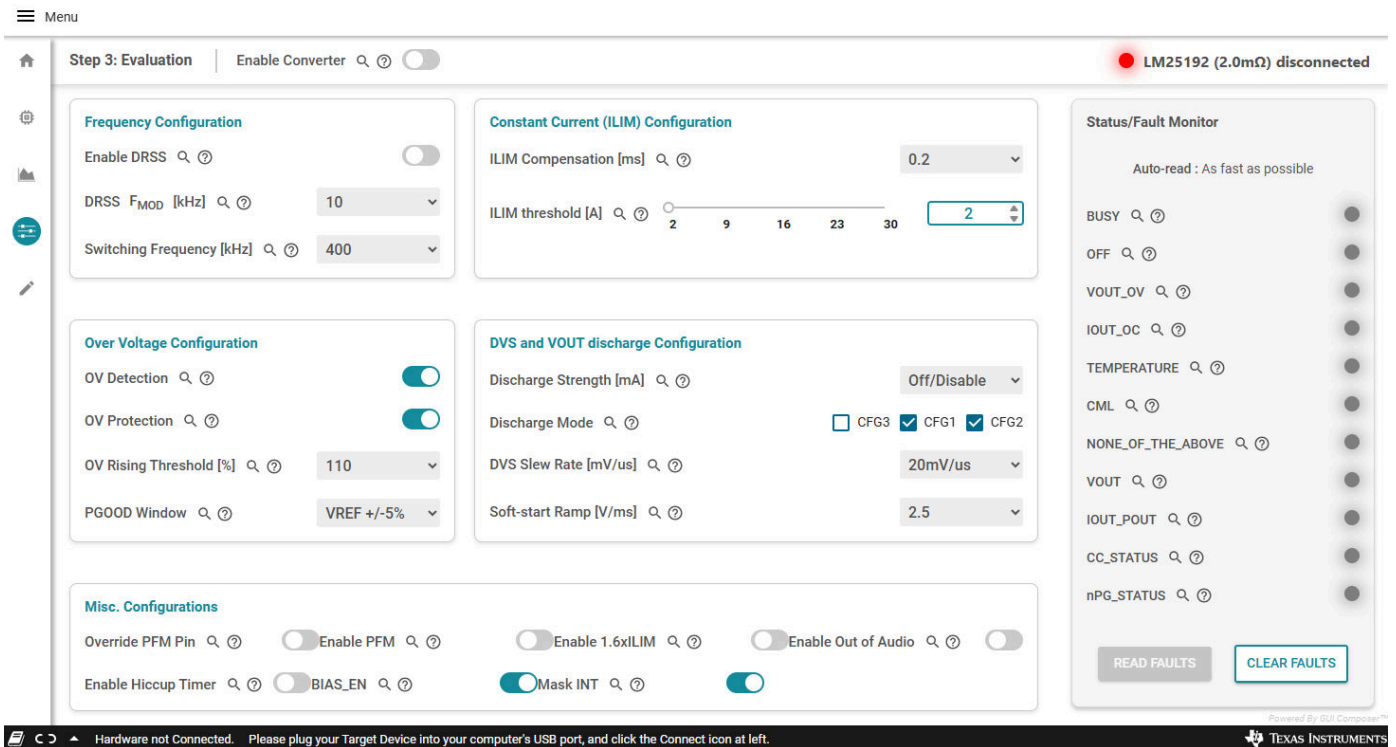


図 2-5. ステップ 3: 評価

各 I<sup>2</sup>C レジスタおよびビットは、レジスタ マップで監視またはプログラムできます。デバイスの動作と I<sup>2</sup>C インターフェイスに精通している場合は、I<sup>2</sup>C レジスタマップを直接プログラムしてください。

The screenshot shows the Register Map tool interface. The main window displays a list of registers under 'Control Registers' and 'Status Registers'. The 'OPERATION' register (0x01) is selected, showing its value as 0x0000 and a bit field table. The bit field table has columns for bits 15 through 0. The bit values for the OPERATION register are: bit 15: 0, bit 14: -, bit 13: -, bit 12: -, bit 11: -, bit 10: -, bit 9: 0, bit 8: 0, bit 7: 0, bit 6: 0, bit 5: 0, bit 4: 0, bit 3: 0, bit 2: 0, bit 1: 0, bit 0: 0. The bit field table for the STATUS\_BYTE register (0x78) is: bit 15: 0, bit 14: 0, bit 13: -, bit 12: 0, bit 11: -, bit 10: -, bit 9: -, bit 8: -, bit 7: 0, bit 6: 0, bit 5: 0, bit 4: 0, bit 3: -, bit 2: 0, bit 1: 0, bit 0: 0. The bit field table for the STATUS\_WORD register (0x79) is: bit 15: 0, bit 14: 0, bit 13: -, bit 12: 0, bit 11: -, bit 10: -, bit 9: -, bit 8: -, bit 7: 0, bit 6: 0, bit 5: 0, bit 4: 0, bit 3: -, bit 2: 0, bit 1: 0, bit 0: 0. On the right side, the 'FIELD VIEW' for the OPERATION register shows 'CONTROLLEN' set to 'Disabled' and 'RESERVED' set to 'b0000000'. At the bottom, a status bar indicates 'Hardware not Connected. Please plug your Target Device into your computer's USB port, and click the Connect icon at left.'

図 2-6. レジスタ マップ

#### 2.1.4.2 基本的なテスト手順

1. EVM、USB2ANY、電源、電子負荷、電流計、DVM、および構成 GUI を、前述のとおりに設定します。コンバータを有効にしないでください。
2. 負荷を定電圧 (CV) モードに設定し、14V に設定します。
3. 入力電源の電流制限を最大 0.1A に設定します。
4. 入力ソースを 48V に設定してオンにします。
5. I<sup>2</sup>C でコンバータをプログラムし、有効にします。出力電圧を 12V にプログラムし、ILIM スレッシュホールドを 8A にプログラムします。
6. 入力電源の電流制限を最大 10A に設定します。
7. 負荷電圧を 11V に設定します。負荷電流は、8A のレギュレーション目標内にある必要があります。
8. 負荷電圧を 14V に設定します。負荷電圧は 12V のレギュレーション目標範囲内で、負荷電流は 0A である必要があります。
9. I<sup>2</sup>C を使用してコンバータを無効化します。
10. 入力電源をオフにします。

### 3 実装結果

#### 3.1 テスト データと性能曲線

特に記述のない限り、 $V_{\text{SUPPLY}} = 48\text{V}$ 、 $f_{\text{SW}} = 400\text{kHz}$  です

##### 3.1.1 効率

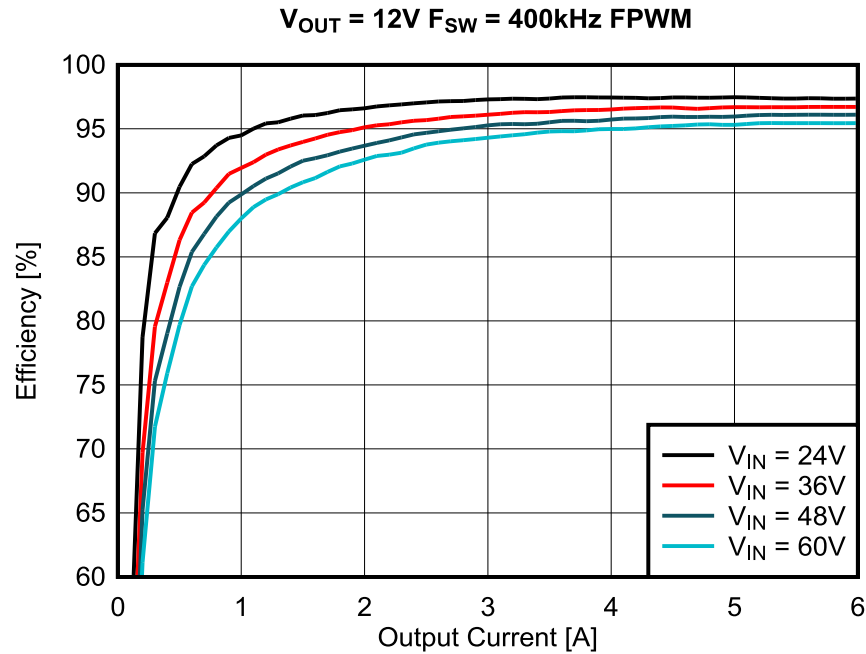


図 3-1. FPWM モード、リニア スケール

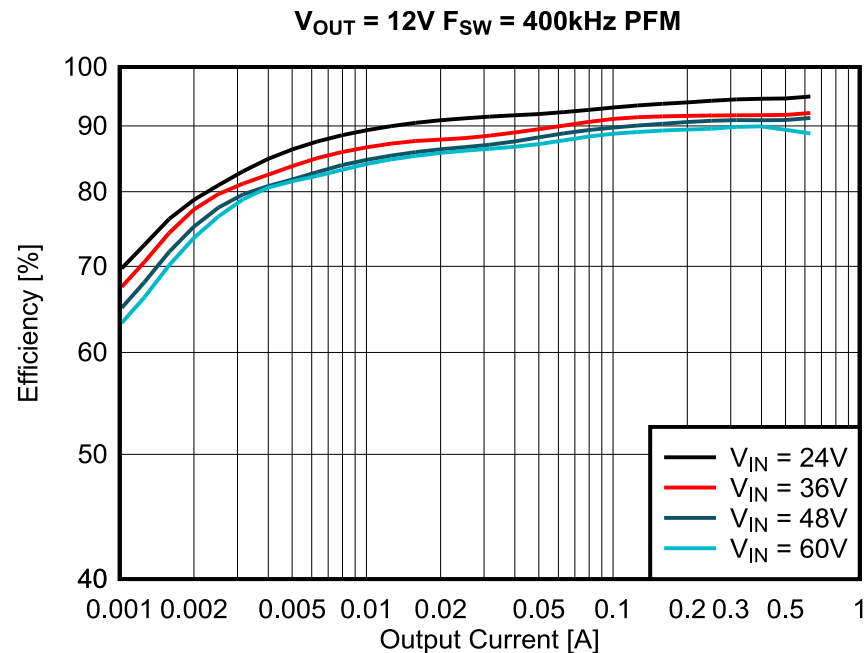


図 3-2. PFM モード、対数スケール

### 3.1.2 動作波形

#### 3.1.2.1 スタートアップとシャットダウン

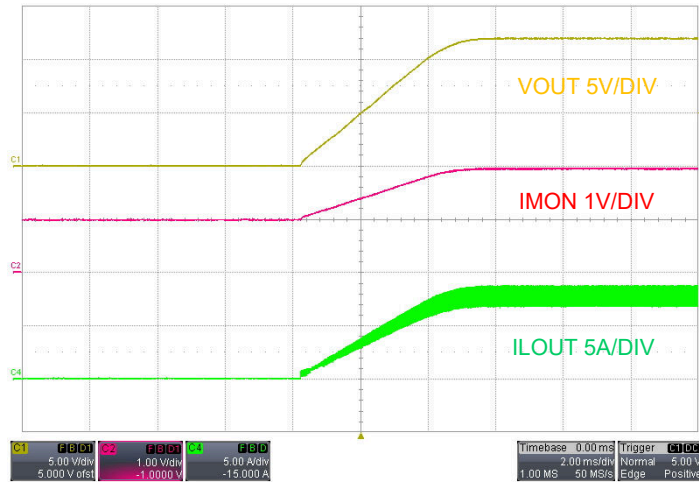


図 3-3.  $V_{\text{SUPPLY}} = 48\text{V}$ 、 $I_{\text{LOAD}} = 8\text{A}$  の抵抗性負荷

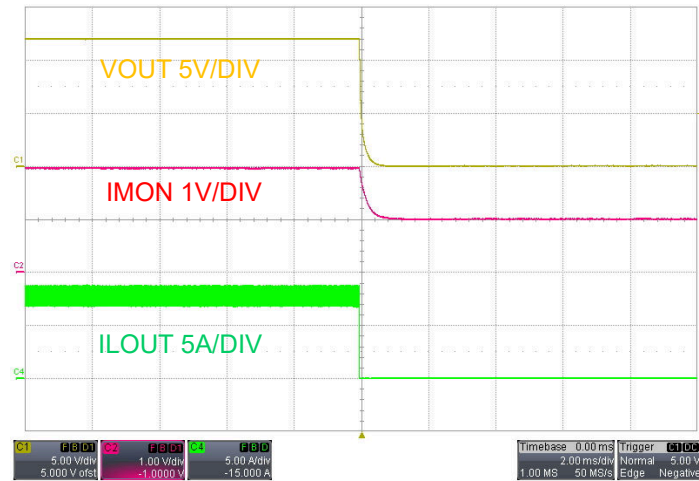


図 3-4.  $V_{\text{SUPPLY}} = 48\text{V}$ 、 $I_{\text{LOAD}} = 8\text{A}$  の抵抗性負荷

#### 3.1.2.2 スイッチング

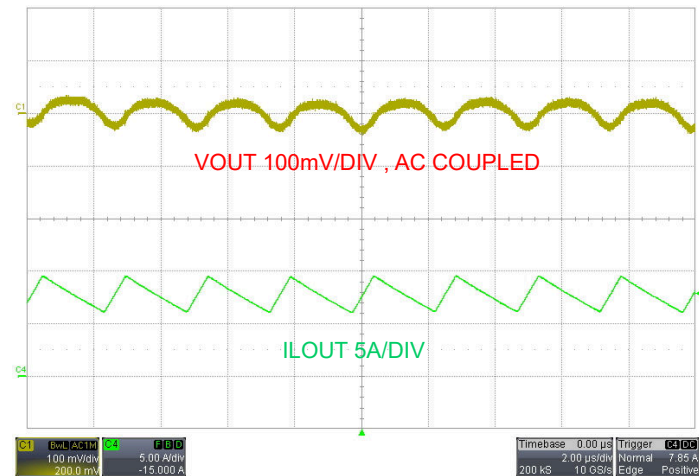


図 3-5. 出力リップル、 $V_{\text{SUPPLY}} = 48\text{V}$ 、 $I_{\text{LOAD}} = 8\text{A}$

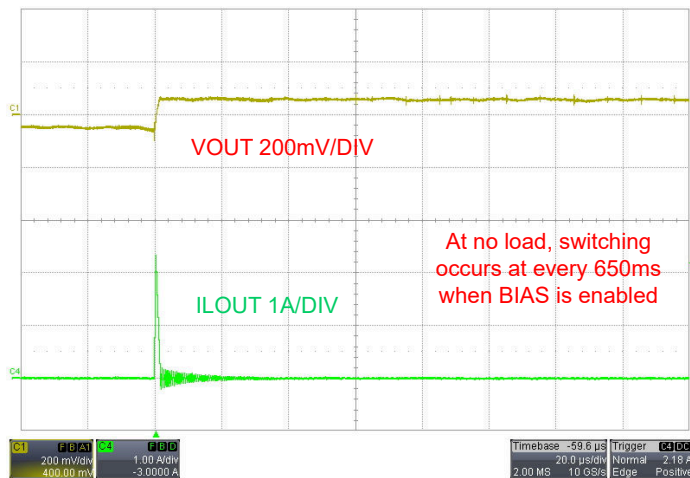


図 3-6. PFM モードでの無負荷動作、 $V_{SUPPLY} = 48V$ 、 $I_{LOAD} = 0A$

3.1.2.3 負荷過渡 (CV)、モード遷移 (CV から CC)

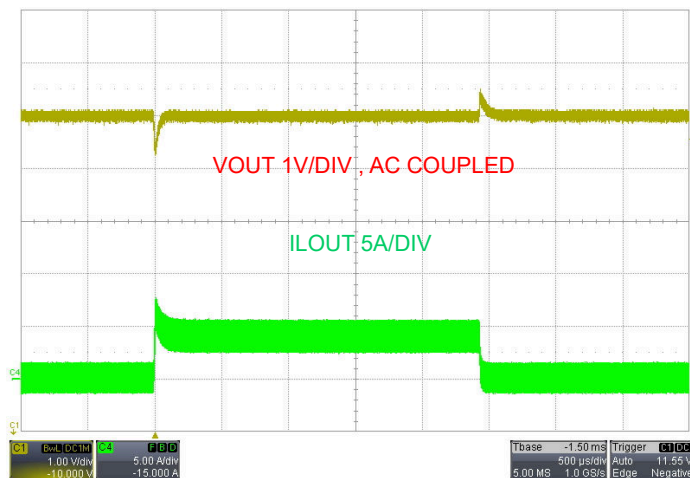


図 3-7. 負荷過渡応答、 $V_{SUPPLY} = 48V$ 、FPWM、 $0A \sim 4A$

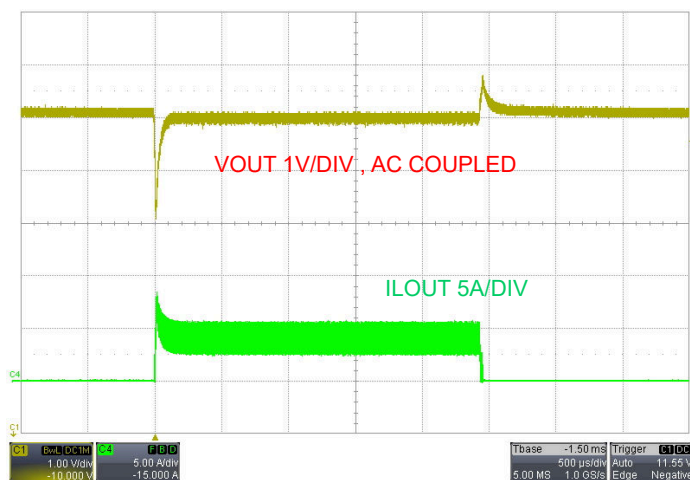


図 3-8. 負荷過渡応答、 $V_{SUPPLY} = 48V$ 、PFM、 $0A \sim 4A$

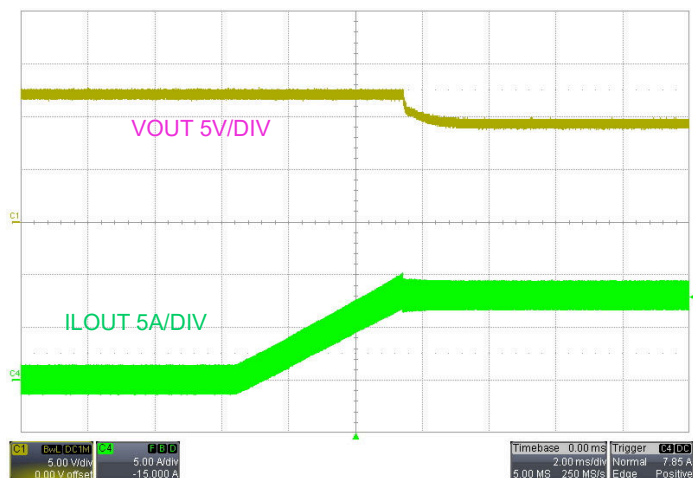


図 3-9. CV から CC モードへの遷移、 $V_{\text{SUPPLY}} = 48\text{V}$ 、 $V_{\text{LOAD}} = 12\text{V}$  から  $9\text{V}$

### 3.1.3 熱性能

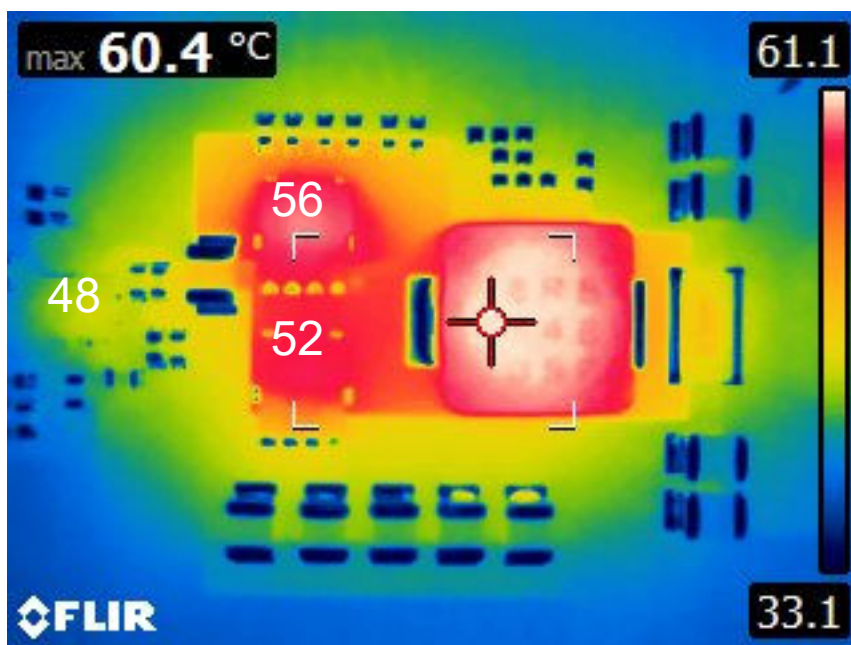


図 3-10. 放熱性能、 $V_{\text{SUPPLY}} = 48\text{V}$ 、 $V_{\text{LOAD}} = 12\text{V}$ 、 $I_{\text{LOAD}} = 8\text{A}$ 、 $T_{\text{A}} = 25^{\circ}\text{C}$ 、エアフローなし

### 3.1.4 EMI 性能

EMI テスト時に EMI フィルタを部品に実装 (L1: XGL4040-222MEC、L2: CM7060P701R-10、C11: 20uF)。

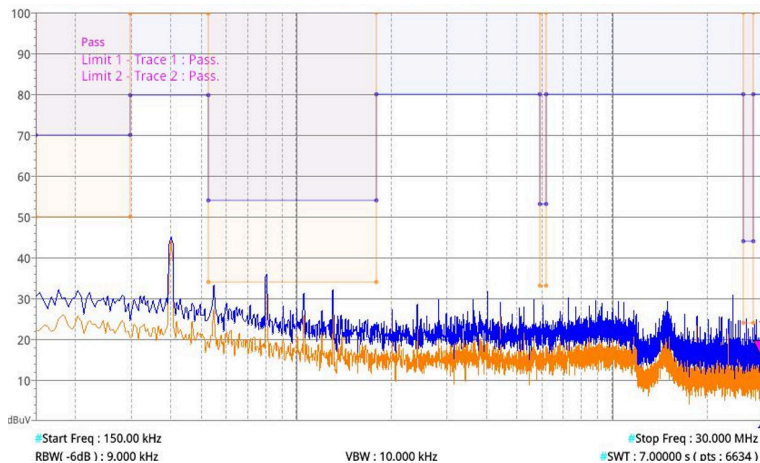


図 3-11. 150kHz から 30MHz、 $V_{\text{SUPPLY}} = 48\text{V}$ 、 $V_{\text{LOAD}} = 12\text{V}$ 、 $R_{\text{LOAD}} = 2\Omega$

## 4 ハードウェア設計ファイル

### 4.1 回路図

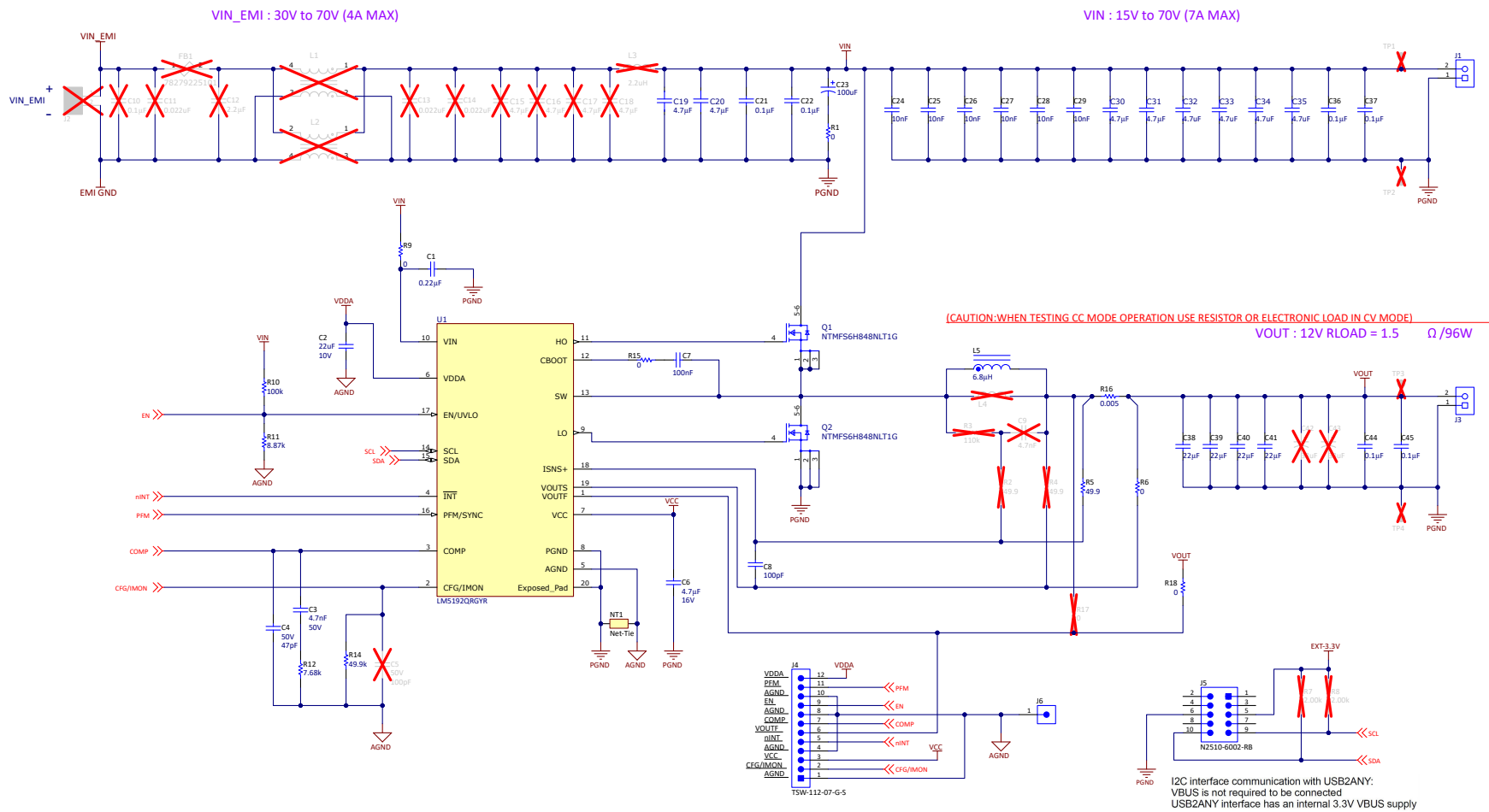


図 4-1. EVM 回路図

## 4.2 PCB レイアウト

LM5192QEVM-400 は、6 層 PCB を採用しており、厚さは 2 オンスの銅箔を採用しています。

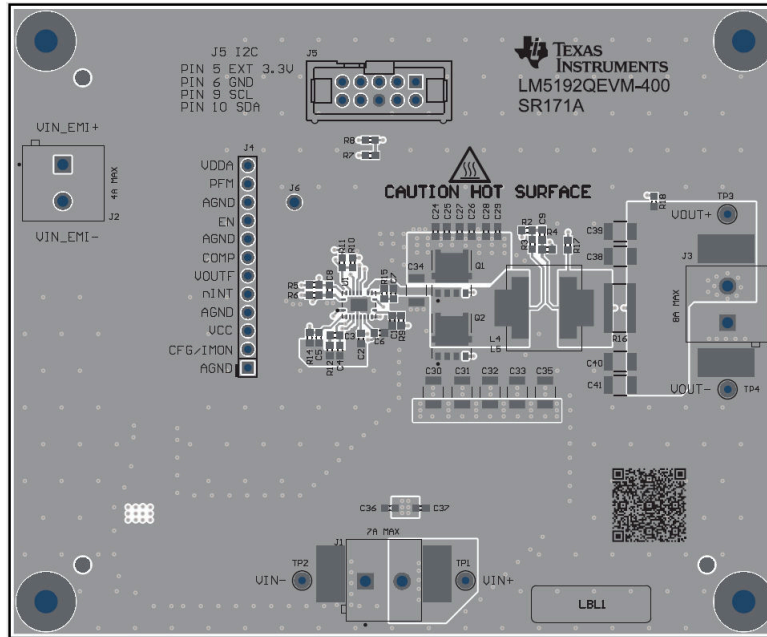


図 4-2. 最上層部品 (上面図)

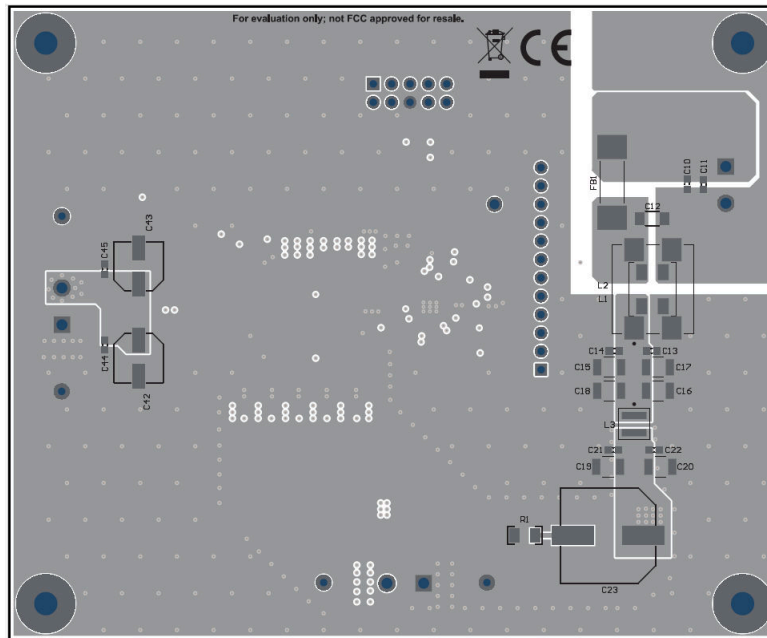


図 4-3. 最下層部品 (底面図)

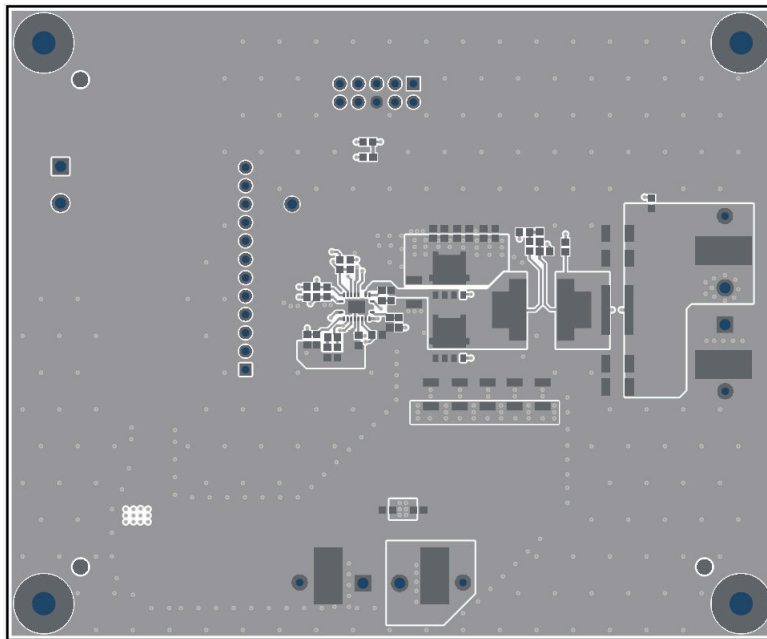


図 4-4. 最上層レイアウト (上面図)

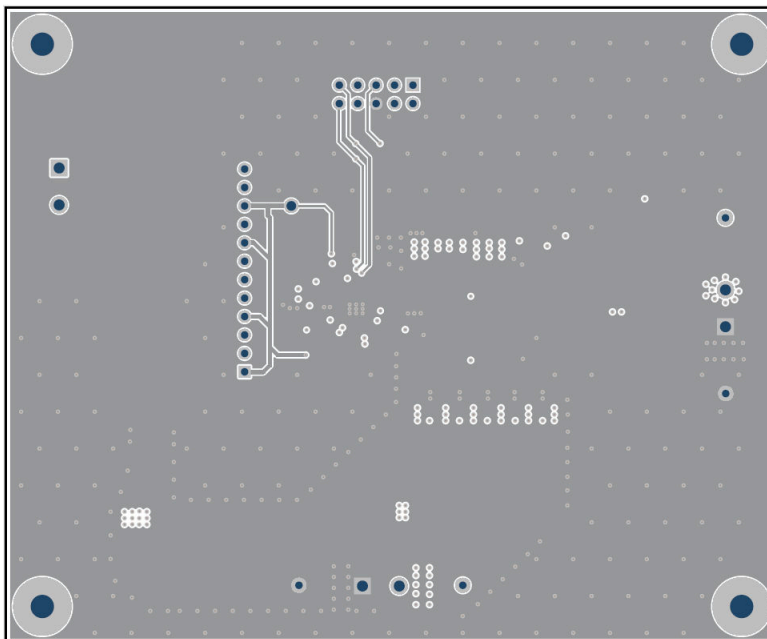


図 4-5. 第 2 層銅箔 (上面図)

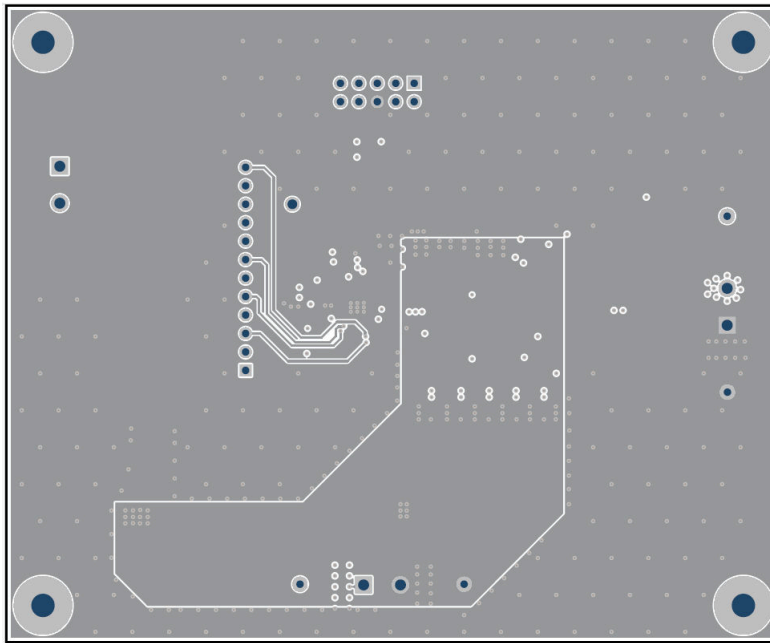


図 4-6. 第 3 層銅箔 (上面図)

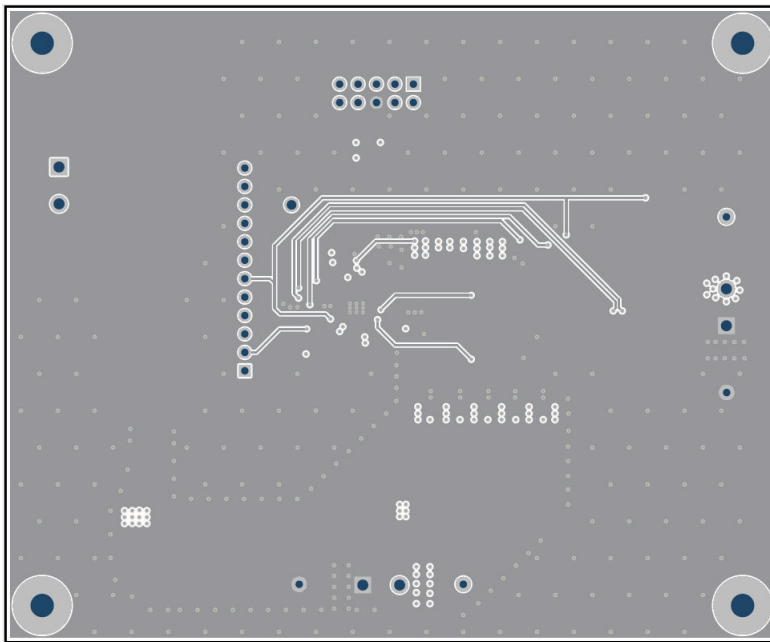


図 4-7. 第 4 層銅箔 (上面図)

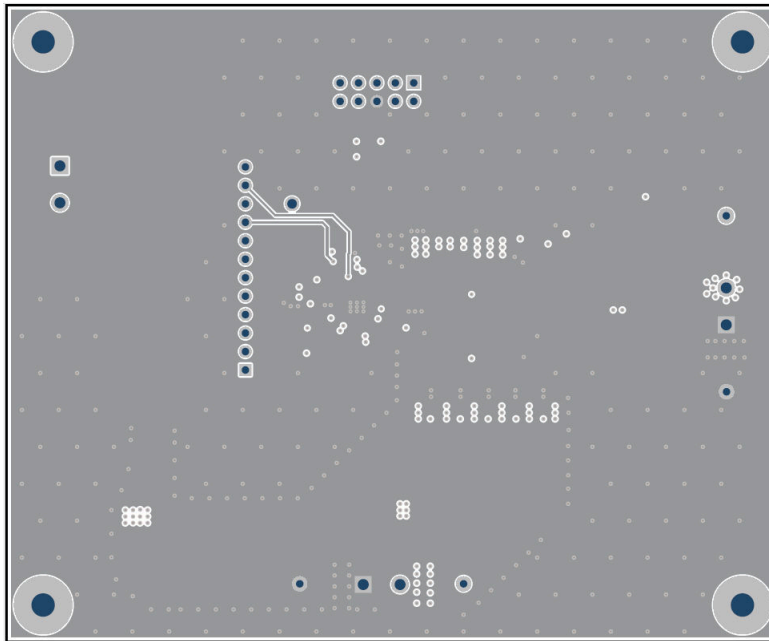


図 4-8. 第 5 層銅箔 (上面図)

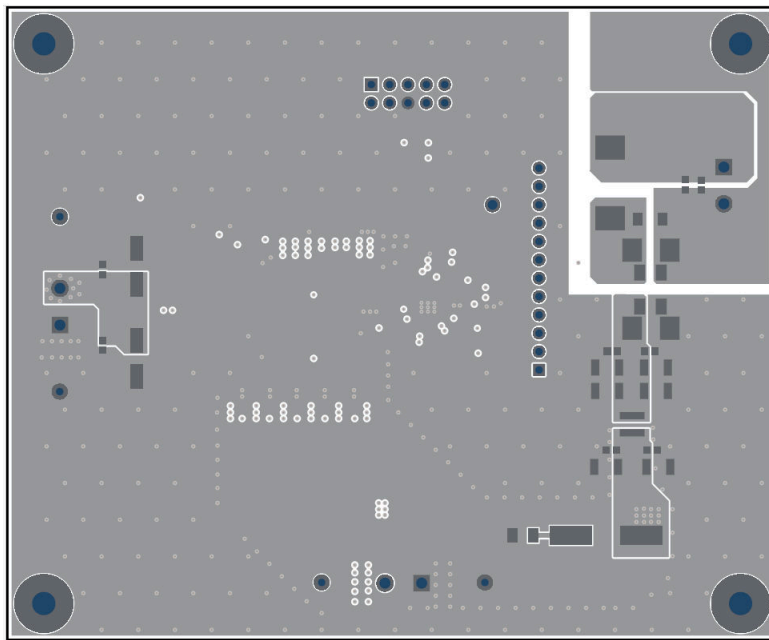


図 4-9. 底面銅箔 (底面図)

## 4.3 部品表

表 4-1. 部品表

数量	参照記号	説明	部品番号	メーカー
1	C1	コンデンサ、セラミック、1 $\mu$ F、100V、 $\pm$ 20%、X7S、AEC-Q200 グレード 0.22、0603	HMK107C7224MAHTE	Taiyo Yuden
1	C2	コンデンサ、セラミック、22 $\mu$ F、10V、 $\pm$ 20%、X5R、0603	C1608X5R1A226M080AC	TDK
1	C3	コンデンサ、セラミック、4700pF、50V、 $\pm$ 5%、X7R、0603	C0603C472J5RACTU	Kemet
1	C4	コンデンサ、セラミック、47pF、50V、 $\pm$ 5%、C0G/NP0、0603	GRM1885C1H470JA01D	MuRata
1	C6	コンデンサ、セラミック、4.7 $\mu$ F、16V、 $\pm$ 10%、X7R、0603	GRM188Z71C475KE21D	MuRata
7	C7、C21、C22、C36、C37、C44、C45	CAP、CERM、0.1 $\mu$ F、VAC/100VDC、 $\pm$ 20%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0603	HMK107B7104MAHT	Taiyo Yuden
1	C8	コンデンサ、セラミック、100pF、100V、 $\pm$ 5%、C0G/NP0、0603	GRM1885C2A101JA01D	MuRata
8	C19、C20、C30、C31、C32、C33、C34、C35	4.7 $\mu$ F $\pm$ 10% 100V セラミック コンデンサ X7R 1210 (3225 メートル法)	CNC6P1X7R2A475K250AE	TDK
1	C23	コンデンサ、アルミ、100 $\mu$ F、100V、 $\pm$ 20%、0.33 $\Omega$ 、SMD	EMVY101ATR101MKE0S	Chemi-Con
6	C24、C25、C26、C27、C28、C29	コンデンサ、セラミック、0.01 $\mu$ F、100V、 $\pm$ 10%、X7R、0603	885012206114	Würth Elektronik
4	C38、C39、C40、C41	コンデンサ、セラミック、22 $\mu$ F、25V、 $\pm$ 10%、X7R、1210	C1210C226K3RAC7800	Kemet
4	H1、H2、H3、H4	小ねじ、丸、#4-40x 1/4、ナイロン、十字穴付きなべ	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
4	H5、H6、H7、H8	スタンドオフ、六角、1 インチ L #4-40 ナイロン	1902E	Keystone
2	J1、J3	5.08mm 端子台、水平	691253510002	ウルトエレクトロニクス
1	J4	ヘッダ、100mil、12x1、金、TH	TSW-112-07G-S	Samtec
1	J5	ヘッダ (シールド付き)、100mil、5x2、金、TH	N2510-6002-RB	3M
1	J6	テスト ポイント スロット付き	1040	Keystone
1	L5	インダクタ、ドラムコア、パウダー アイアン、6.8 $\mu$ H、10.8A、0.014 $\Omega$ 、AEC-Q200 グレード 0、SMD	VCHA105D-6R8MS6	Cyntec
1	LBL1	熱転写プリンタラベル、幅 0.650 インチ x 高さ 0.200 インチ、ロールあたり 10,000	THT-14-423-10	Brady
2	Q1、Q2	N チャネル 80V 13A (Ta)、59A (Tc) 3.7W (Ta)、73W (Tc) 表面実装 5-DFN (5x6) (8-SOFL)	NTMFS6H848NLT1G	Onsemi
1	R1	抵抗、0、5%、0.25W、AEC-Q200 グレード 0、1206	RCA12060000ZSEA	Vishay-Dale
1	R5	抵抗、49.9、1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	ERJ-3EKF49R9V	Panasonic
4	R6、R9、R15、R18	抵抗、0、5%、0.1W、0603	RC0603JR-070RL	Yageo
1	R10	抵抗、100k、1%、0.1W、0603	RC0603FR-07100KL	Yageo
1	R11	抵抗、8.87k 1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	CRCW06038K87FKEA	Vishay-Dale
1	R12	RES、7.68k、1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	CRCW06037K68FKEA	Vishay-Dale
1	R14	抵抗、49.9k、1%、0.1W、0603	RC0603FR-0749K9L	Yageo
1	R16	抵抗、0.005、1%、2W、2512 WIDE	FCSL64R005FER	Ohmite
1	SH-J4	シングル操作、2.54mm ピッチ、オープントップ ジャンパソケット	M7582-05	Harwin
1	U1	80V、車載対応、高効率 CC-CV 降圧コントローラ、I2C 搭載	LM5192QRGYR	テキサス・インスツルメンツ

## 5 追加情報

### 5.1 商標

PowerPAD™ is a trademark of Texas Instruments.

WEBENCH® and SIMPLE SWITCHER® are registered trademarks of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 6 デバイスおよびドキュメントのサポート

### 6.1 デバイス サポート

#### 6.1.1 開発サポート

開発サポートについては、以下を参照してください。

- TI のリファレンス デザイン ライブラリについては、[TI のリファレンス デザイン](#)を参照してください。
- テキサス インストルメンツの WEBENCH® 設計環境については、[WEBENCH® 設計センター](#)をご覧ください。

### 6.2 ドキュメントのサポート

#### 6.2.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス インストルメンツ、『最適化された出力段レイアウトによる大電流 DC/DC レギュレータの性能向上』アプリケーション ブリーフ
- テキサス インストルメンツ、『誘導性寄生の最小化による降圧コンバータの EMI と電圧ストレスの低減』アナログ アプリケーション ジャーナル
- テキサス インストルメンツ、『AN-2162 DC/DC コンバータからの伝導 EMI の簡単な成功事例』アプリケーション ノート
- ホワイト ペーパー：
  - テキサス・インストルメンツ、『コスト効率が高く要求品質の高いアプリケーション用の広範な  $V_{IN}$ 、低 EMI 同期整流降圧回路の評価』
  - テキサス・インストルメンツ、『電源の伝導 EMI 仕様の概要』
  - テキサス・インストルメンツ、『電源の放射 EMI 仕様の概要』

##### 6.2.1.1 PCB レイアウトについてのリソース

- テキサス インストルメンツ、[AN-1149](#) スイッチング電源のレイアウトのガイドラインアプリケーション ノート
- テキサス インストルメンツ、[AN-1229](#)『SIMPLE SWITCHER® PCB レイアウト ガイドライン』アプリケーション ノート
- テキサス インストルメンツ、『独自電源の構築 - レイアウトの考慮事項』、電源設計セミナー
- テキサス インストルメンツ、『LM4360x および LM4600x による低放射 EMI レイアウトの簡単な設計』アプリケーション ノート

##### 6.2.1.2 熱設計についてのリソース

- テキサス インストルメンツ、『過去ではなく、現在の識見による AN-2020 熱設計』アプリケーション ノート
- テキサス・インストルメンツ、[AN-1520](#)『露出パッド パッケージで最良の熱抵抗を実現するための基板レイアウト ガイド』アプリケーション ノート
- テキサス インストルメンツ、『半導体および IC パッケージの熱評価基準』アプリケーション ノート
- テキサス インストルメンツ、『LM43603 および LM43602 によるシンプルな熱設計』アプリケーション ノート
- テキサス インストルメンツ、『熱特性強化型パッケージ PowerPAD™』アプリケーション ノート
- テキサス インストルメンツ、『PowerPAD™ 入門アプリケーション概要』
- テキサス インストルメンツ、『新しい熱評価基準の解説』アプリケーション ノート

## 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 semiconductors 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](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](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