

EVM User's Guide: LM25139-Q1EVM-20A

LM25139-Q1 評価基板



説明

LM25139-Q1EVM-20A 評価基板 (EVM) は、同期整流を実施して小型フットプリントで高い変換効率を実現する、同期整流降圧 DC/DC レギュレータを提示します。この EVM は 5.5V から 36V の広い入力電圧範囲で動作し、5V の安定化出力を供給します。この評価基板は、適切な温度軽減を実現している場合、最大 20A の出力電流に対応できる設計を採用しています。

設計を開始

1. [LM25139-Q1EVM-20A](#) のご注文
2. このユーザー ガイドをよくお読みください
3. このユーザー ガイドの詳細に従って、EVM を設定します
4. 性能の試験および測定

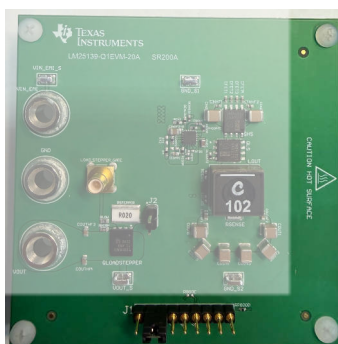
特長

- 広い入力電圧動作範囲: 5.5V ~ 36V
- 精度 1% の固定 3.3V、5V 出力または可変出力 (最低 0.8V まで)
- 440kHz のスイッチング周波数を、外部で 20% 増加または減少させることが可能です
- $V_{IN} = 12V$ 時に 94% の全負荷効率
- $V_{IN} = 12V$ のときの 12.8μA コントローラのスタンバイ電流
- ピーク電流モード制御アーキテクチャにより、ラインおよび負荷過渡応答が高速です

- スwitchング周波数に対して適応型のスロープ補償機能を内蔵
- 強制 PWM (FPWM) またはパルス周波数変調 (PFM) 動作
- 外部ループ補償
- ハイサイドとローサイドのパワー MOSFET ゲートドライバを統合済み
 - 1.75A および 2.5A のシンクおよびソース ゲート駆動電流対応能力
 - 20ns のアダプティブ デッドタイム制御により、消費電力と MOSFET の温度上昇を低減します
- 持続的な過負荷状態に対するヒカップ モードによる過電流保護 (OCP)
 - 直列センスまたはインダクタ DCR センス
- VCC への 100kΩ プルアップ抵抗を使ったパワーグッド信号
- 3ms の内部ソフトスタート
- 包括的な組み立て、テスト、実証が完了している PCB レイアウト

アプリケーション

- [車載用電子システム](#)
- [インフォテインメントシステム](#)、[インストルメントクラス](#)、[ADAS](#)
- [ボディ エレクトロニクス](#)



LM25139-Q1EVM-20A

1 評価基板の概要

1.1 はじめに

LM25139-Q1EVM-20A は高密度の評価基板 (EVM) であり、5.5V ~ 36V という高電圧の安定化または非安定化の入力レールを使用する設計を採用し、5V の厳格な安定化済み出力電圧で最大 20A の負荷電流を供給できます。この広い V_{IN} (入力電圧) 範囲で動作する DC/DC デザインは、非常に広い電圧定格と動作マージンを実現し、電源レールの電圧過渡に耐えることができます。この評価基板 (EVM) が選定した PowerTrain 受動部品は、複数の部品ベンダから入手できます。

この評価基板 (EVM) のデフォルト構成は、5V の出力電圧と 440kHz のスイッチング周波数を採用しており、直列抵抗 (RSENSE) を使用して出力電流をセンスします。他の一般的な構成については、この評価基板に対して実施できる変更については、以下を参照してください。

評価基板を異なる出力電圧向けに構成する方法:

- 出力電圧 3.3V の場合、R4 を 0Ω 抵抗に置き換えます。
- DNP R4 を使用し、他の出力電圧用に RFBT と RFBB を実装します。部品の値を選択するには、デバイスのデータシートを参照してください。

別のスイッチング周波数に合わせて評価基板を構成する方法:

- DNP RT1 を使用し、DRSS を有効にして他のスイッチング周波数に RT2 を実装します。部品の値を選択するには、デバイスのデータシートを参照してください。
- DNP RT2 を実装し、DRSS をディスエーブルにして他のスイッチング周波数には RT1 を実装します。部品の値を選択するには、デバイスのデータシートを参照してください。
- FPWM/MODE ピンを、RT にプログラムされた周波数の $\pm 20\%$ (3.2MHz まで) の外部クロックに同期します。詳細については、デバイス データ シートを参照してください。

インダクタ DCR 検出用に EVM を構成するには、次の手順に従います。

- RSENSE を 0Ω 抵抗に置き換えます。
- DNP R2 と R3。
- 0Ω の抵抗を R1 に実装します。
- RDCRS と CDCRS を実装します。部品の値を選択するには、デバイスのデータシートを参照してください。

この評価基板 (EVM) で使用している LM25139-Q1 同期整流降圧コントローラの主な機能は次のとおりです。

- 広い入力電圧 (広い V_{IN}) 範囲: 3.5V ~ 42V
- スペクトラム拡散変調による EMI 低減
- 広いデューティ サイクル範囲で、低い $t_{ON (min)}$ および $t_{OFF (min)}$
- 超低シャットダウン電流および無負荷待機時の静止電流
- ピーク電流モード コントロール ループ アーキテクチャ、サイクル単位のヒカップ過電流保護付き
- 統合型大電流 MOSFET ゲートドライバ

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。

1.2 キットの内容

表 1-1 は EVM キットの内容を示しています。部品が不足している場合は、TI Product Information Center (テキサス インスツルメンツ製品情報センター) にお問い合わせください (+1(972) 644-5580)。

表 1-1. EVM の内容

項目	数量
LM25139-Q1EVM-20A	1

1.3 仕様

表 1-2 に、電気的特性を示します。

表 1-2. 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
入力特性					
入力電圧範囲、 V_{IN}	動作	5.5	12	36	V
出力特性					
出力電圧、 $V_{OUT}^{(1)}$		4.95	5	5.05	V
負荷電流、 I_{OUT}	$V_{IN} = 5.5\text{ V} \rightarrow 36\text{ V}$	0		20	A
過電流保護、 I_{OCP}	$V_{IN} = 12\text{ V}$		30		A
ソフトスタート時間、 t_{SS}			3		ms
システム特性					
スイッチング周波数、 F_{SW-nom}	$V_{IN} = 12\text{ V}$		428		kHz
LM25139-Q1 接合部温度、 T_J		-40		150	°C

(1) この評価基板のデフォルト出力電圧は 5V です。その他の性能指標は、動作入力電圧、出力電圧、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。

1.3.1 アプリケーション回路図

LM25139-Q1 をベースとする同期整流降圧レギュレータの回路図を、図 1-1 に示します。

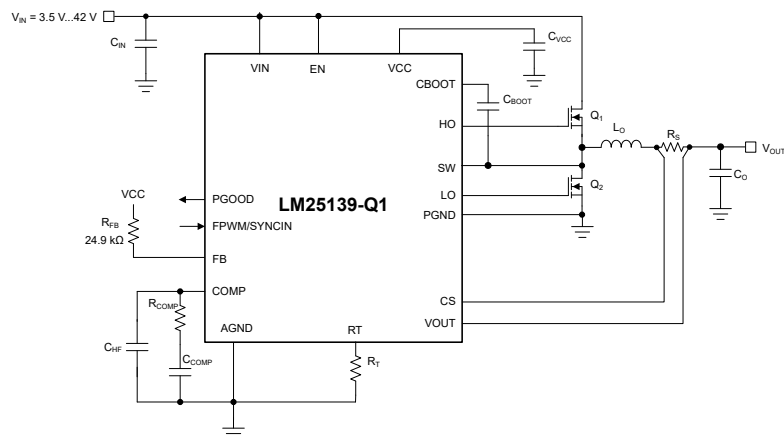


図 1-1. LM25139-Q1 同期整流降圧レギュレータの概略回路図

1.4 製品情報

表 1-3. EVM の構成

EVM	コンバータ IC	パッケージ
LM25139-Q1EVM-20A	LM25139QRGTRQ1	PowerPAD 付き 16 ピン RGT パッケージ (3.0mm × 3.0mm)

2 ハードウェア

2.1 テスト構成と手順

2.1.1 EVM の接続

表 2-1 に示す EVM の接続を参照し、図 2-1 では LM25139-Q1EVM-20A を評価するための推奨テスト セットアップを示しています。

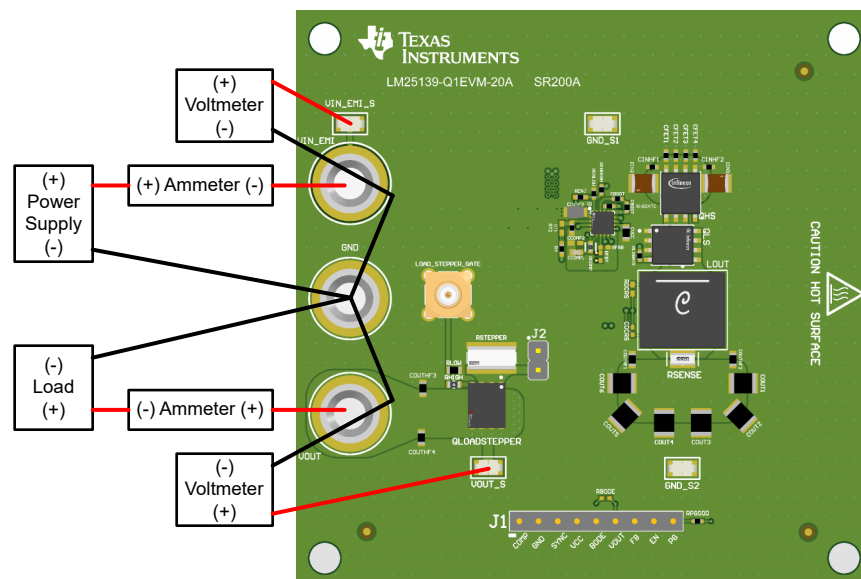


図 2-1. EVM テスト設定

注

参照して部品の選択とコントローラの動作に関する詳細については、**LM25139-Q1** データシートと [WEBENCH® Power Designer](#) をください。

表 2-1. EVM の電源接続

ラベル	説明
VIN+	正入力電圧の電源およびセンス接続
VIN –	負入力電圧の電源およびセンス接続
VOUT+	正出力電圧の電源およびセンス接続
VOUT–	負出力電圧の電源およびセンス接続

表 2-2. EVM の信号接続

ラベル	説明
COMP	エラー アンプ出力
GND	GND 接続
SYNC	PFM と FPWM 選択および同期入力。ジャンパを SYNC からピンに FPWM では VCC ピンに、PFM では GND に接続します。
VCC	バイアス電源の接続
BODE	ループ応答測定用 50Ω 注入ポイント
VOUT	出力電圧
FB	帰還電圧
EN	ピン接続をイネーブル
PG	パワー グッド フラグの出力

2.1.2 試験装置

電圧源: 電 0V ~ 36V、20A を供給できる入力電圧源を使用します。

マルチメータ:

- **電圧計 1:** VIN+ から GND への入力電圧。
- **電圧計 2:** VOUT から GND への出力電圧。
- **電流計 1:** 入力電流。
- **電流計 2:** 出力電流。

電子負荷: 負荷は、5V で 0Adc ~ 20Adc に対応可能な電子式の定抵抗 (CR) または定電流 (CC) モードの負荷である必要があります。無負荷時の入力電流を測定する場合は、わずかな残留電流を消費する可能性があるため、電子負荷を切り離します。

オシロスコープ: オシロスコープを AC 結合に設定し、スコーププローブに通常付属する短いグランドリードを使用して、出力コンデンサの両端で直接出力電圧リップルを測定します。オシロスコーププローブの先端を出力コンデンサの正極端子に当て、プローブのグランドバレルをグランドリードを介してコンデンサの負極端子に接続します。TI は、グラ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。

統合型負荷過渡ジェネレータ: この評価基板には、負荷過渡ジェネレータが搭載されています。適切なパルスジェネレータを「LOAD_STEPPER_GATE」SMB コネクタに接続し、J2 の電圧を監視しながら、必要に応じて負荷電流パルスの振幅と持続時間を調整します。20mΩ センス抵抗 (RSTEPPER) を使用して、20mV/A のスケール係数を実現します。MOSFET の損傷を防止するため、パルスのデューティサイクルを低く維持する必要があります。出力コンデンサ両端間で出力電圧を直接監視します。TI は、高速差動プローブの使用を推奨します。

安全: 通電中の回路や通電中の回路に触れる場合は、常に注意してください。

3 実装結果

3.1 テスト データと性能曲線

特に断りがない限り、図 3-1 ~ 図 3-8 は、デフォルトの EVM 回路図を用いた LM25139-Q1EVM-20A の標準的な性能曲線を示しています。実際の性能データは、測定手法や環境要因の影響を受ける可能性があるため、これらの曲線は参考用として示しており、実際のフィールド測定結果とは異なる場合があります。

3.1.1 変換効率

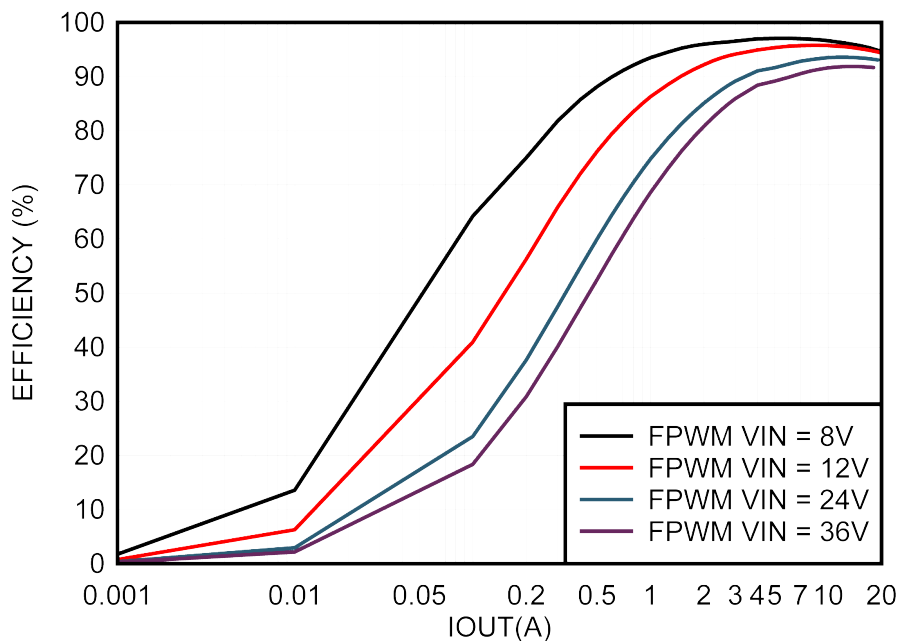


図 3-1. 効率、 $V_{OUT} = 5V$ 、FPWM (対数スケール)

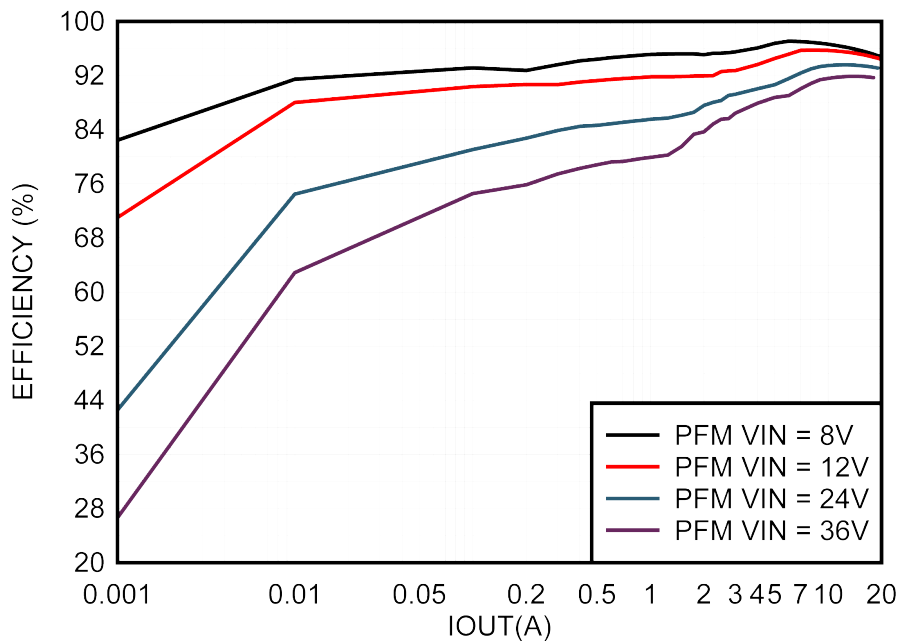


図 3-2. 効率、 $V_{OUT} = 5V$ 、PFM (対数スケール)

3.1.2 動作波形

3.1.2.1 負荷過渡応答

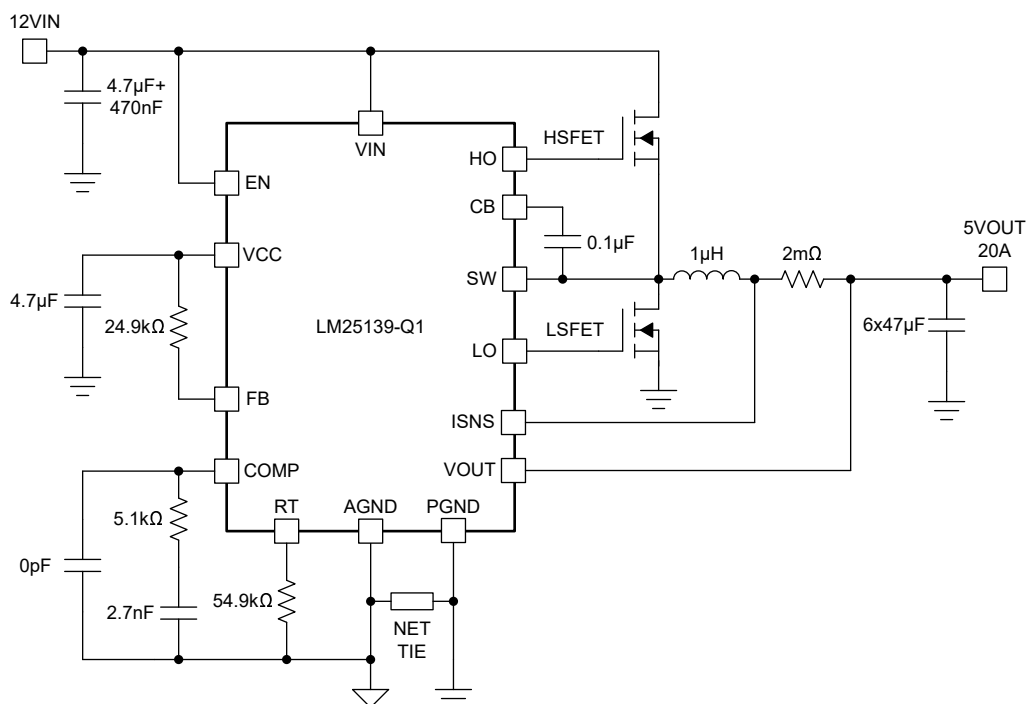


図 3-3. デフォルトの回路図、概略図

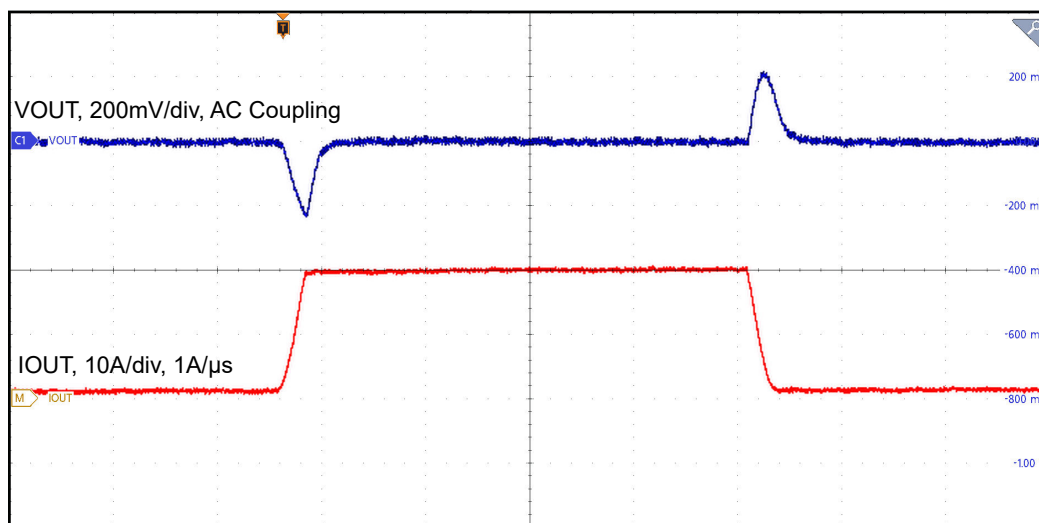


図 3-4. 負荷過渡応答、 $V_{IN} = 12V$ 、FPWM、 $0A \sim 20A$ 、 $1A/\mu s$

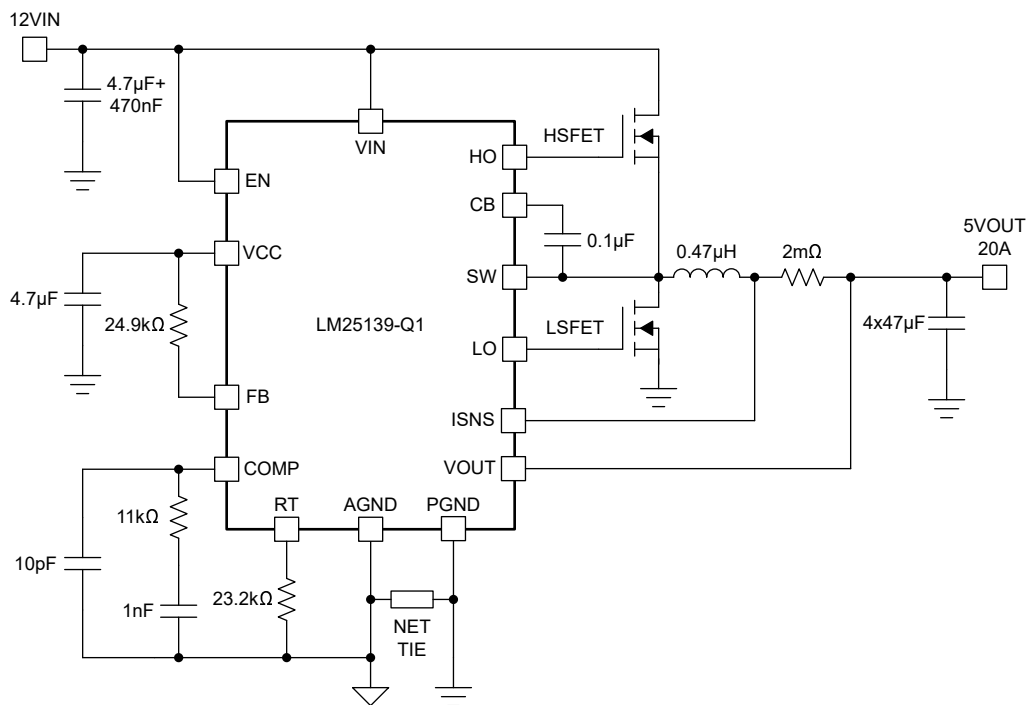


図 3-5. 1MHz の回路図、概略図

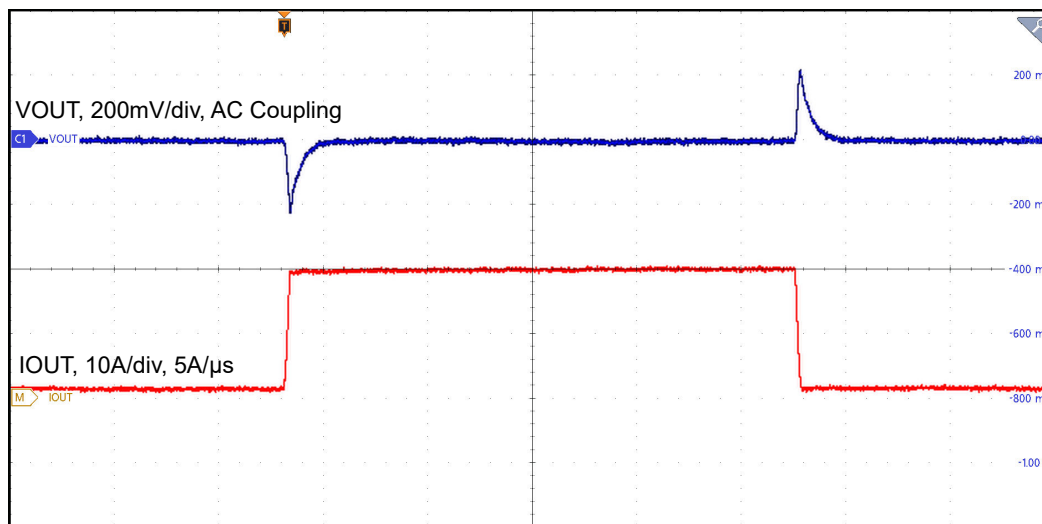


図 3-6. 1MHz の回路図、負荷過渡応答、 $V_{IN} = 12V$ 、FPWM、0A ~ 20A、5A/μs

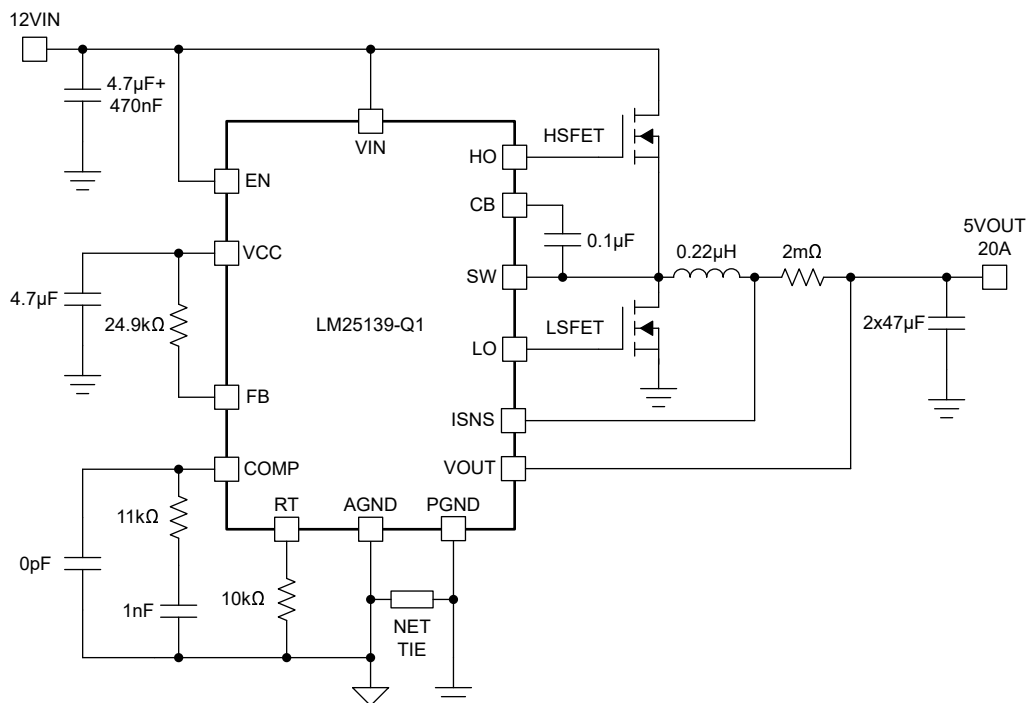
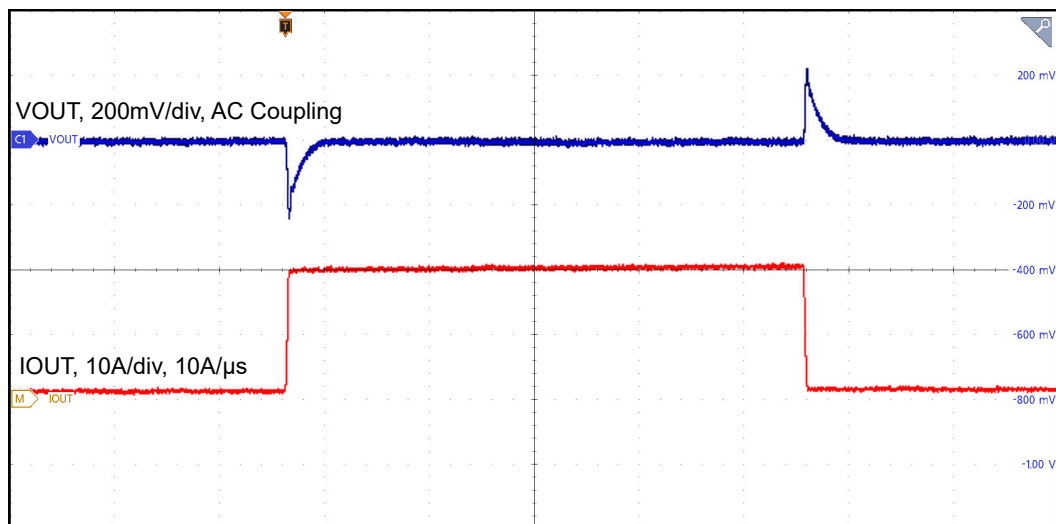


図 3-7. 2.2MHz の回路図、概略図

図 3-8. 2.2MHz の回路図、負荷過渡応答、 $V_{IN} = 12V$ 、FPWM、0A ~ 20A、10A/μs

4 ハードウェア設計ファイル

4.1 回路図

図 4-1 に、EVM の回路図を示します。

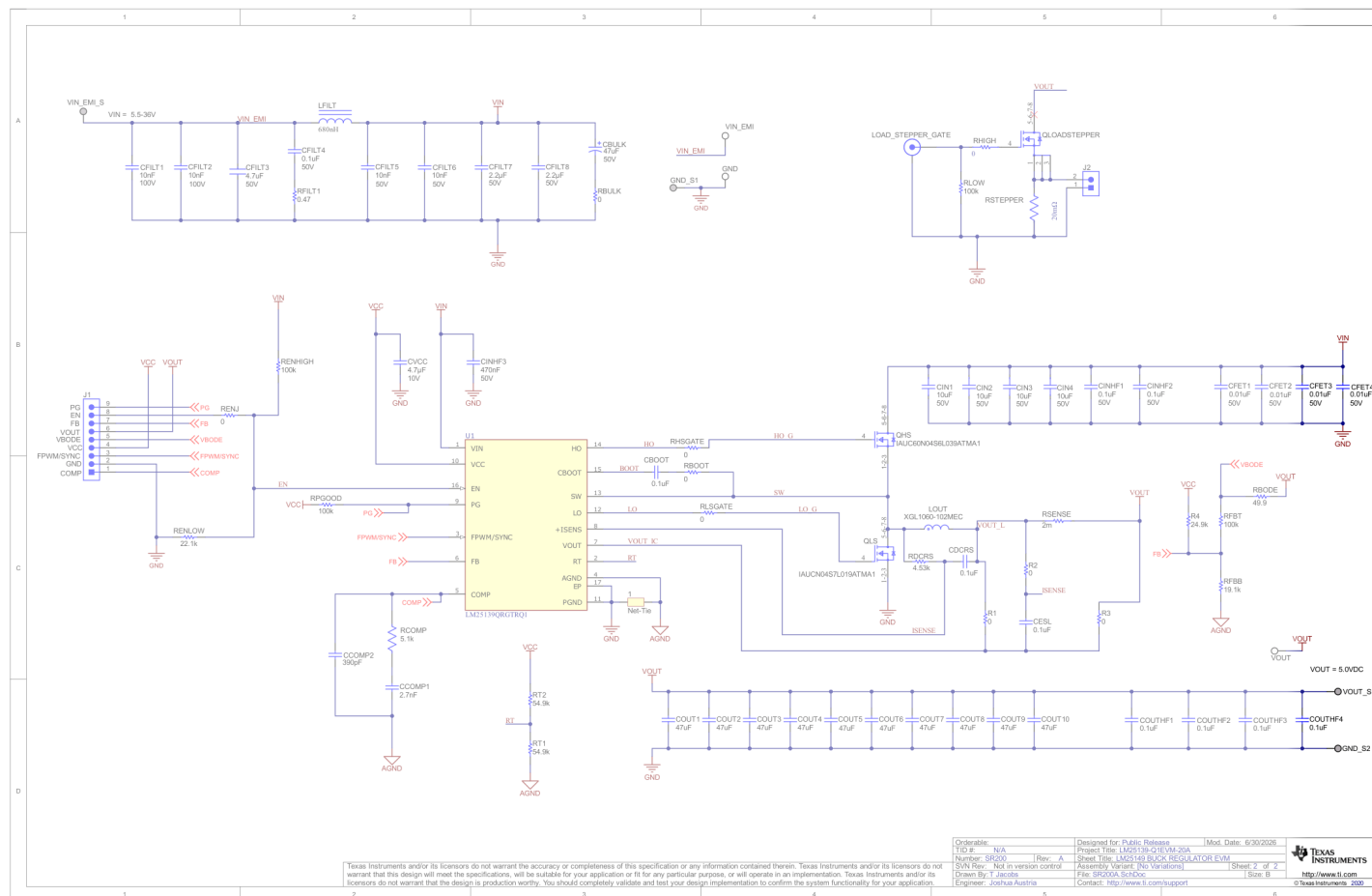


図 4-1. EVM 回路図

4.2 PCB レイアウト

図 4-2 ~ 図 4-9 は、銅厚 2oz の 6 層 PCB を使用した LM25139-Q1 EVM の設計を示しています。電力段は本質的に片面設計であり、入力フィルタは底面に配置されています。オプションの EMI シールド用の部品パッドを MOSFET とインダクタの周囲に配置します。

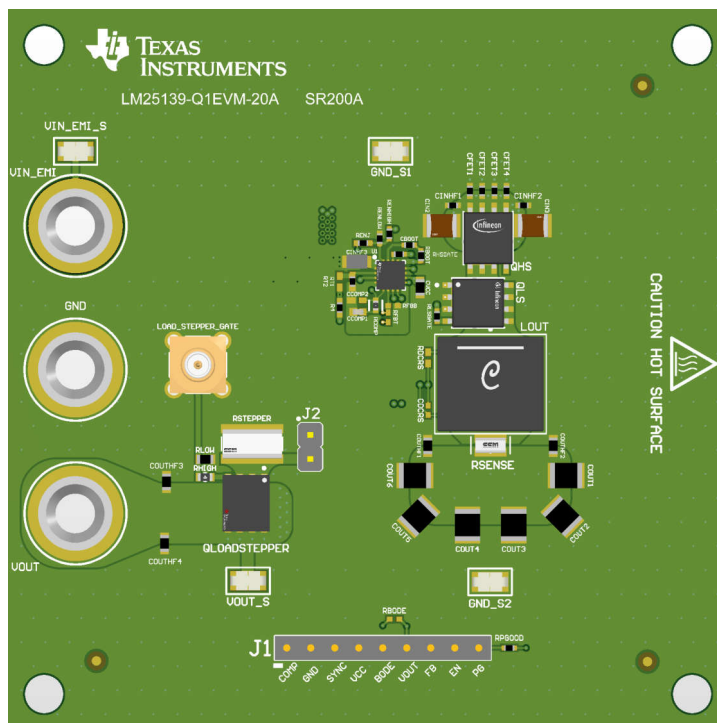


図 4-2. PCB (上面図)

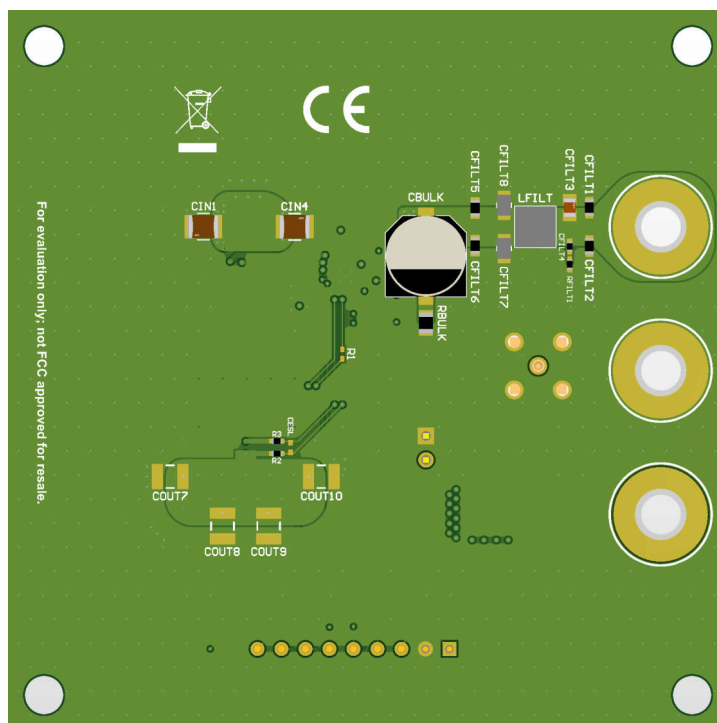


図 4-3. PCB (底面図)

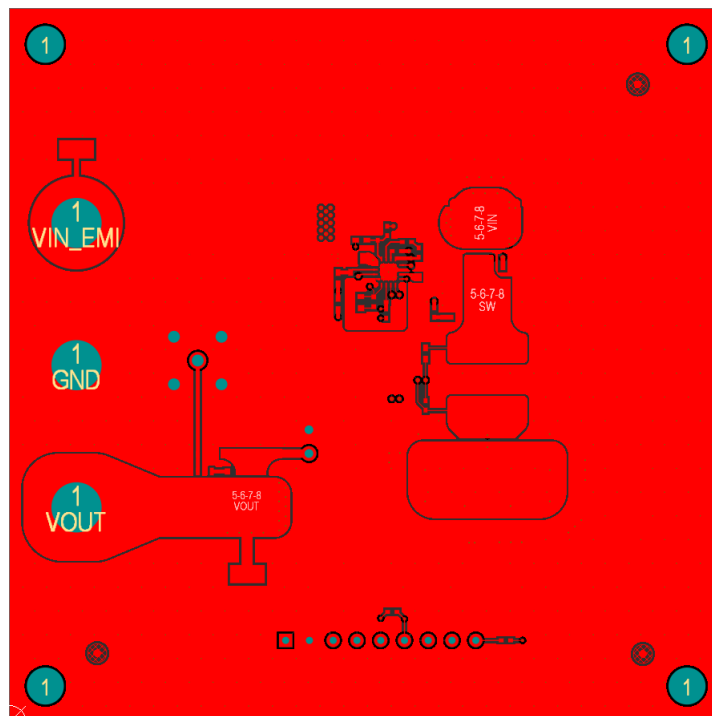


図 4-4. 上面銅箔 (上面図)

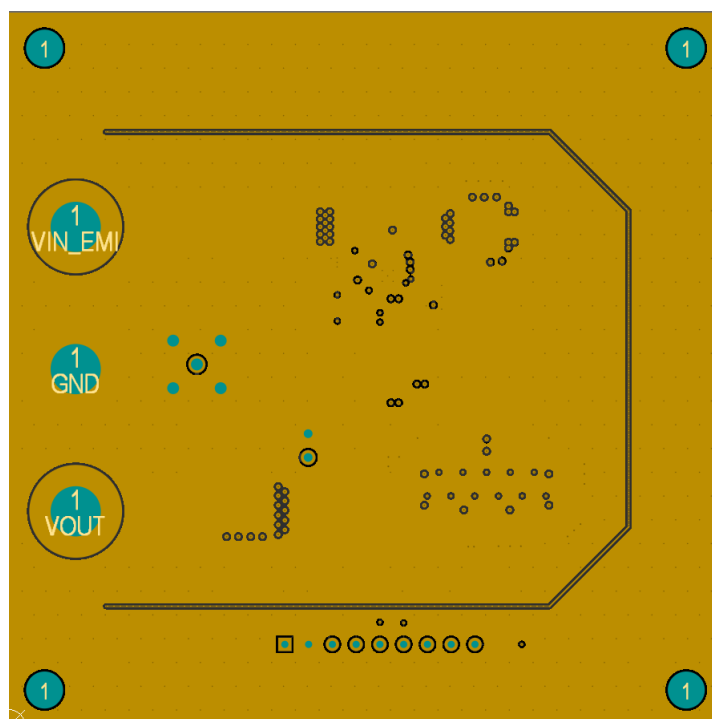


図 4-5. 第 2 層銅箔 (上面図)

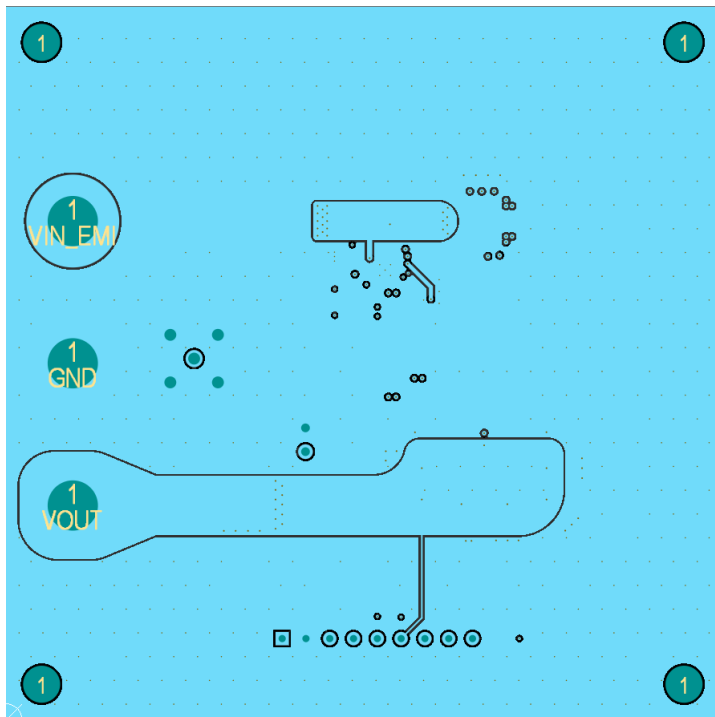


図 4-6. 第 3 層銅箔 (上面図)

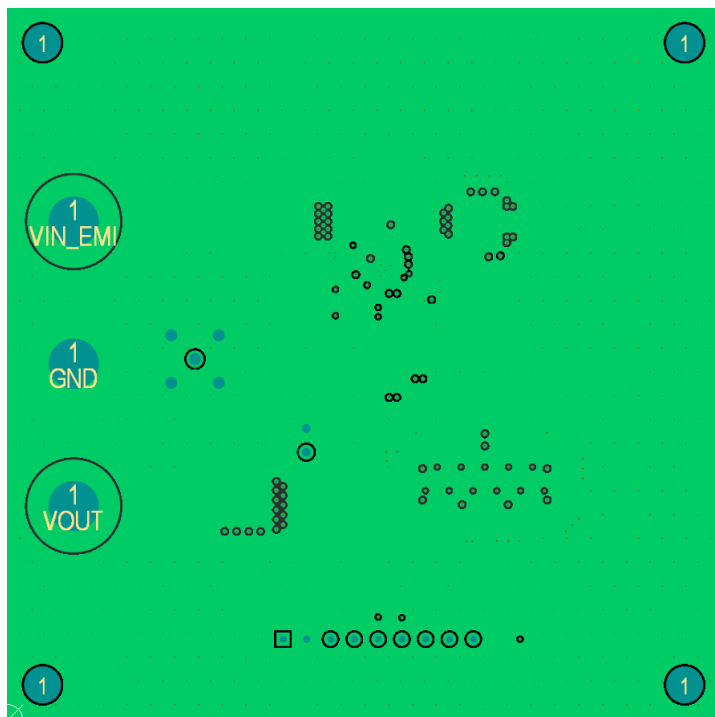


図 4-7. 第 4 層銅箔 (上面図)

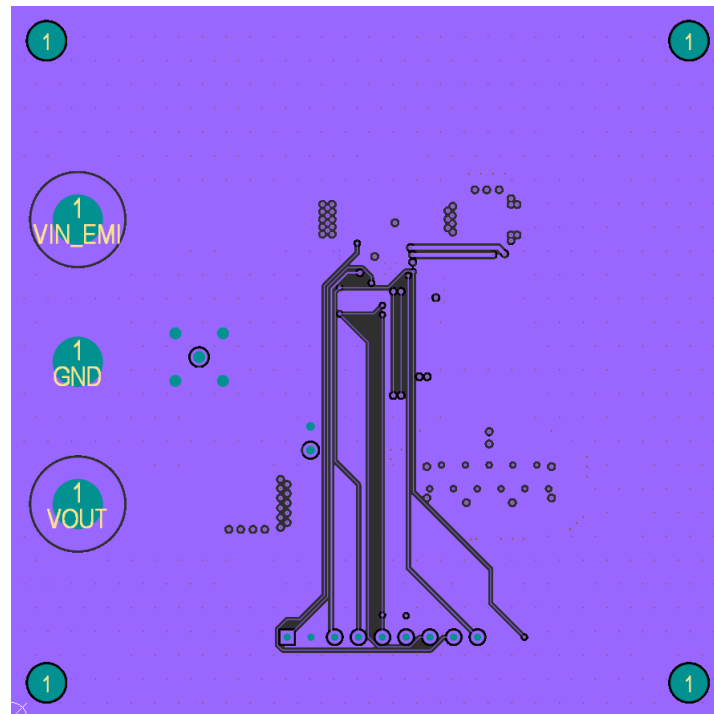


図 4-8. 第 5 層銅箔 (上面図)

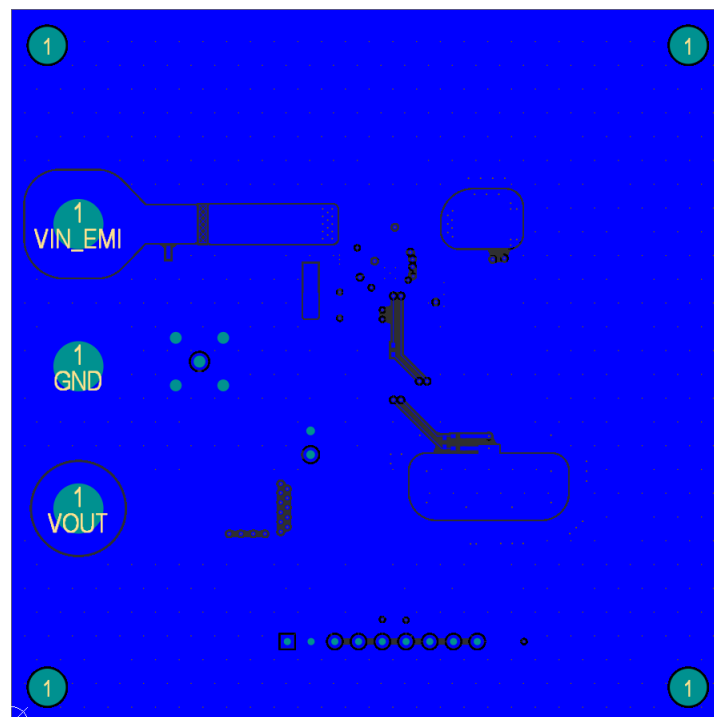


図 4-9. 下面銅箔 (上面図)

4.3 部品表

表 4-1. 部品表

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー
CBOOT、CFILT4、CINHF1、CINHF2	4	コンデンサ、セラミック、0.1uF、50V、±10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0402	0.1uF	CGA2B3X7R1H104K050BB	TDK
CBULK	1	コンデンサ、アルミ、47uF、50V、±20%、0.68Ω、AEC-Q200 グレード 2、SMD	47uF	EEE-FK1H470P	Panasonic
CCOMP1	1	セラミック コンデンサ 0.0027uF 16V X7R 10% SMD 0402 125C 紙 T/R	0.0027uF	0402YC272KAT2A	AVX Interconnect / Elco
CFET1、CFET2、CFET3、CFET4	4	コンデンサ、セラミック、0.01uF、50V、±10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0402	0.01uF	CGA2B3X7R1H103K050BB	TDK
CFILT1、CFILT2	2	コンデンサ、セラミック、0.01uF、100V、±10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0603	0.01uF	CGA3E2X7R2A103K080AA	TDK
CFILT3	1	汎用チップ マルチレイヤ セラミック コンデンサ、0805、4.7uF、X7S、22%、10%、50V	4.7uF	GRM21BC71H475KE11L	Murata
CFILT5、CFILT6	2	コンデンサ、セラミック、0.01uF、50V、±10%、X7R、0603	0.01uF	C1608X7R1H103K080AA	TDK
CFILT7、CFILT8	2	コンデンサ、セラミック、2.2uF、50V、±10%、X7R、0805	2.2uF	UMK212BB7225KG-T	Taiyo Yuden
CIN1、CIN2、CIN3、CIN4	4	10μF±10% 50V セラミック コンデンサ X7R 1210 (3225 メートル法)	10uF	12105C106K4Z2A	Kyocera AVX
CINHF3	1	コンデンサ、セラミック、0.47uF、50V、±10%、X7R、AEC-Q200 グレード 1、0805	0.47uF	GCM21BR71H474KA55L	Murata
COUT1、COUT2、COUT3、COUT4、COUT5、COUT6	6	コンデンサ、セラミック、47uF、10V、±10%、X7R、1210	47uF	GRM32ER71A476KE15L	Murata
COUTHF1、COUTHF2、COUTHF3、COUTHF4	4	コンデンサ、セラミック、0.1uF、50V、±10%、X7R、0603	0.1uF	C0603C104K5RAC-TU	KEMET
CVCC	1	コンデンサ、セラミック、4.7uF、10V、±20%、X7R、0603	4.7uF	GRM188Z71A475ME15D	Murata
FID1、FID2、FID3	3	フィデュシャル マーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし	該当なし
GND、VIN_EMI、VOUT	3	バナナジャック、非絶縁型、1 ピン THD、RoHS、バルク	該当なし	575-4	Keystone
GND_S1、GND_S2、VIN_EMI_S、VOUT_S	4	テスト ポイント、ミニチュア、SMT	該当なし	5019	Keystone Electronics
H1、H2、H3、H4	4	スタンドオフ、六角、0.5 インチ L #4-40 ナイロン	該当なし	1902C	Keystone Electronics
H5、H6、H7、H8	4	ねじ、パン ヘッド、4-40、3/8 インチ (0.95cm)、ナイロン	該当なし	NY PMS 440 0038 PH	B&F Fastener Supply
J1	1	ヘッダ、100mil、9x1、TH	該当なし	800-10-009-10-001000	ミル最大
J2	1	ヘッダ、100mil、2x1、金、TH	該当なし	PBC02SAAN	Sullins Connector Solutions
LFILT	1	インダクタ、シールド付き、680nH、8.2A、0.009Ω、SMD	680nH	744383560068	Würth Elektronik

表 4-1. 部品表 (続き)

記号	数量	値	説明	部品番号	メーカー
LOAD_STEPPER_GATE	1	SMB ストレートプラグ、最大 4GHz、-55 ~ 155°C	該当なし	59S101-400L5	Rosenberger
LOUT	1	1μH シールド付きモールド インダクタ 39.9A 2mΩ 最大 非標準	1uH	XGL1060-102MEC	Coilcraft
QHS	1	OptiMOS 6 パワートランジスタ	該当なし	IAUC60N04S6L039ATMA1	Infineon
QLOADSTEPPER	1	MOSFET N-CH 25V 31A/100A 8VSON	該当なし	CSD16321Q5	テキサス インスツルメンツ
QLS	1	IAUCN04S7L019ATMA1 Mosfet、N チャネル、40V、120A、Tds RoHS 準拠:あり	該当なし	IAUCN04S7L019ATMA1	Infineon
R2、R3、RBOOT、 RENJ、RHSGATE、 RLSGATE	6	抵抗、0、0%、0.2W、AEC-Q200 グレード 0、0402	0	CRCW04020000Z0EDHP	Vishay Dale
R4	1	RES、24.9k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	24.9k	CRCW040224K9FKED	Vishay-Dale
RBULK	1	抵抗、0、5%、0.125W、AEC-Q200 グレード 0、0805	0	ERJ-6GEY0R00V	Panasonic
RCOMP	1	RES 厚膜、5.1kΩ、1%、0.063W、100ppm/°C、0402	5.1k	CRCW04025K10FKED	Vishay-Dale
RENHIGH、RPGOOD	2	RES、100k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	100k	RMCF0402FT100K	Stackpole Electronics Inc
RENLOW	1	RES、22.1k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	22.1k	CRCW040222K1FKED	Vishay-Dale
RFILT1	1	抵抗、0.47、1%、0.125W、AEC-Q200 グレード 0、0402	0.47	ERJ-2BQFR47X	Panasonic
RHIGH	1	CRCW シリーズ 0603 0.1W 0Ω ジャンパ表面実装厚膜チップ抵抗器	0	CRCW06030000Z0EAC	Vishay
RLOW	1	RES、100k、1%、0.1W、AEC-Q200 グレード 0、0603	100k	CRCW0603100KFKEA	Vishay-Dale
RSENSE	1	2mΩs ±2% 1.5W チップ抵抗ワイド、0612 車載 AEC-Q200、電流セ ンス金属箔	0.002	KRL3216E-C-R002-G-T1	Susumu
RSTEPPER	1	固定抵抗、金属箔、3W、0.02Ω、1% ±Tol、50ppm/cel、表面実装、 1225	0.020	KRL6432E-C-R020-F-T5	Susumu
RT1	1	RES、54.9k、1%、0.063W、AEC-Q200 グレード 0、0402	54.9k	CRCW040254K9FKED	Vishay-Dale
SH-J1	1	コネクタ ジャンパー S2 (1 x 2) ポジション シャントコネクタ ブラック オ ープントップ 0.100 インチ (2.54mm) ゴールド HORTING.100 イン チ ゴールド	該当なし	QPC02SXGN-RC	Sullins
U1	1	42V、車載、同期整流降圧 DC/DC コントローラとデュアル ランダム ス ペクトラム拡散機能	該当なし	LM25139QRGTRQ1	テキサス インスツルメンツ

5 デバイスおよびドキュメントのサポート

5.1 デバイス サポート

5.1.1 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
- TI の WEBENCH 設計環境については、[WEBENCH® デザイン センター](#)を参照してください

5.2 ドキュメントのサポート

5.2.1 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 インスツルメンツ、『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 インスツルメンツ、『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』、アナログデザイン ジャーナル
- テキサス インスツルメンツ、[AN-2162](#)『DC/DC コンバータ向け伝導 EMI の簡単な成功事例』、アプリケーション ノート
- テキサス インスツルメンツ、『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』、ホワイトペーパー
- テキサス インスツルメンツ、『電源の伝導 EMI 仕様の概要』、ホワイト ペーパー
- テキサス インスツルメンツ、『電源の放射 EMI 仕様の概要』、ホワイト ペーパー

5.2.1.1 PCB レイアウトについてのリソース

- テキサス インスツルメンツ、[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 インスツルメンツ、[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 インスツルメンツ、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 インスツルメンツ、『[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
- テキサス インスツルメンツ、『[DC/DC](#) コンバータの高密度 PCB レイアウト、第 1 部』、技術記事

5.2.1.2 熱設計についてのリソース

- テキサス インスツルメンツ、『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 インスツルメンツ、[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 インスツルメンツ、『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 [SPRA953](#)
- テキサス インスツルメンツ、『[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 インスツルメンツ、『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 インスツルメンツ、[PowerPAD](#) 入門、アプリケーション 概要
- テキサス インスツルメンツ、『新しい熱評価基準の解説』、アプリケーション ノート

6 追加情報

6.1 商標

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 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/sds/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/sds/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みいかなる保証も、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 © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月