

EVM User's Guide: LMH13000RQEEVM

LMH13000RQE 評価基板



説明

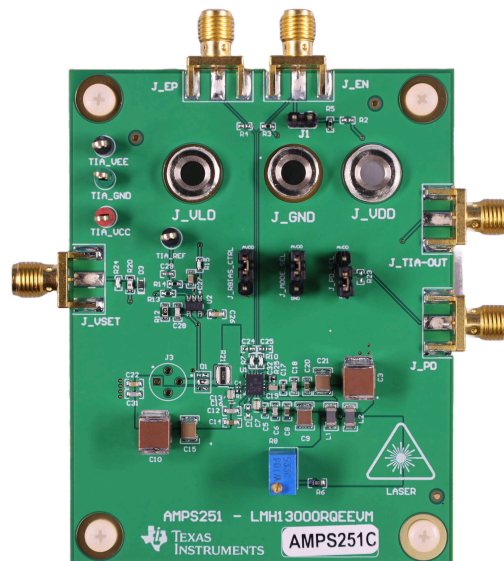
LMH13000RQEEVM は、13 ピン WQFN-HR (HotRod™) パッケージに封止した高速バッファである LMH13000 向けの評価基板 (EVM) です。この評価基板は、アンプの機能と汎用性を迅速かつ容易にデモできる設計を採用しています。オンボードコネクタを使用して、この EVM を電源、複数の信号源、テスト機器にすぐに接続することができます。この評価基板は出荷時に、 50Ω の一般的なラボ用機器に容易に接続できるように構成されており、複数の入出力でバナナコネクタを実装しているほか、さまざまな動作モードのディスエーブル、イネーブル、構成を容易に実行することができます。また、寄生成分を低減するようにレイアウトを最適化済みであり、出力電流の立ち上がり時間と立ち下がり時間を高速化できます。

特長

- 単一電源の動作範囲: $3V \sim 5.5V$
- すべての入出力信号に対応する複数の SMA コネクタを容易に使用可能
- デバイスとレーザー電源用の使いやすいバナナコネクタ
- SMD VCSEL と TO-CAN レーザーのフットプリント
- レーザー電力キャリブレーションに適した、オンボードのトランスインピーダンスアンプ (TIA)
- 各種モードでデバイスを構成するためのジャンパ
- 寄生とノイズを最小化するためのレイアウト構成

アプリケーション

- ToF 範囲ファインダ
- 産業用光学センサ
- 3D スキャンとジェスチャ認識
- OTDR
- 高速電流負荷
- 産業用安全ライトカーテン
- 医療用 IVD とフローサイトメトリー
- LIDAR モジュール



LMH13000RQEEVM ボード (上面図)

1 評価基板の概要

1.1 概要

LMH13000 は、高速出力電流ドライバで、高精度で高速な電流制御を実現するよう設計されており、高速で正確な電流パルスが必要とするアプリケーションに最適な選択肢です。立ち上がり時間および立ち下がり時間が **1ns** 未満であるこのデバイスは、産業用光センサ、光時間領域反射測定器 (OTDR)、高速電流負荷、ならびに体外診断 (IVD) やフロー サイトメリーなどの医療用途での使用向けに設計されています。このデバイスは最大 **1A** の連続電流および最大 **5A** のパルス電流をサポートしており、周波数、デューティサイクル、放熱などの要因に制限されます。LMH13000 は **3V ~ 5.5V** の電圧範囲で動作し、LVDS 入力によりオン時間、周波数、デューティサイクルなどの出力パラメータを精密に制御できます。これらの特長により、このデバイスは高速かつ高精度な電流駆動アプリケーションにおいて、信頼性と効率に優れた選択肢となります。

LMH13000RQEEVM は、LMH13000 の性能を評価するように設計されています。この評価基板には、すべての入出力ピンに対応する SMA コネクタと、電源に使用する 1 個のバナナ コネクタが搭載されています。ユーザーガイドには、デバイスとコネクタの説明、回路図、部品表、プリント基板 (PCB) レイアウトが記載されています。

1.2 キットの内容

パッケージには以下が含まれます。

- LMH13000RQEEVM
- 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

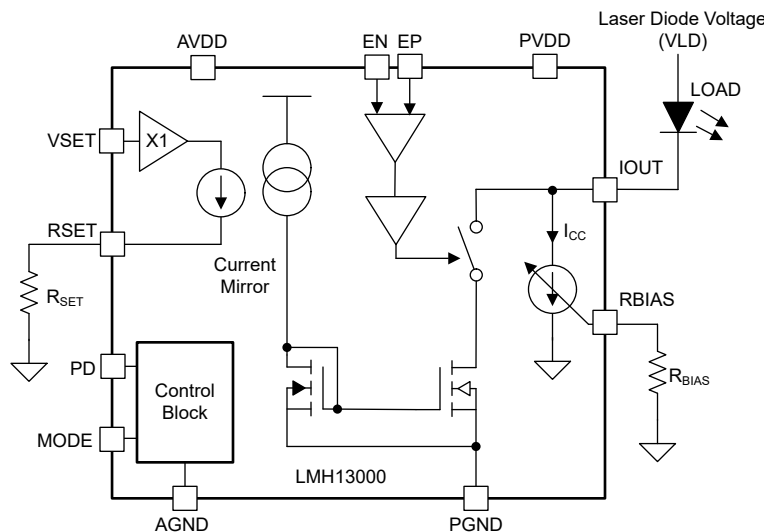


図 1-1. LMH13000 の機能ブロック図

1.4 製品情報

LMH13000 は電圧制御電流源で、正確な電流制御を LVDS 入力に組み合わせることにより、パルス波や方形波のアプリケーションで高速な立ち上がり時間と立ち下がり時間 (**1ns** 未満) に対応できます。高精度の出力電流制御により、負荷電流を即座に調整し、レーザー、LED、光アンプなどの負荷における温度や経年変化の変動を補正できます。

LMH13000 は、周波数、デューティサイクル、放熱に応じて、最大 **1A** の連続電流または **5A** のパルス電流をサポートします。

LMH13000 は TI 独自の HotRod パッケージで供給されます。HotRod パッケージを使用すると、内部ボンドワイヤが不要になり、大電流経路での非常に低いインダクタンスを実現できます。このパッケージにより、電流の立ち上がり時間と立ち下がり時間を短縮できます。ダイ温度が過剰になると、統合されたサーマル・シャットダウン機能がダイを保護します。LVDS 入力により、出力電流の周波数とデューティサイクルを制御でき、パルス波形と方形波を柔軟に制御できます。

LMH13000 は **3V ~ 5.5V** で動作し、動作周囲温度範囲は **-40°C ~ +125°C** に規定されています。

2 ハードウェア

2.1 補足画像

2.1.1 ピン構成

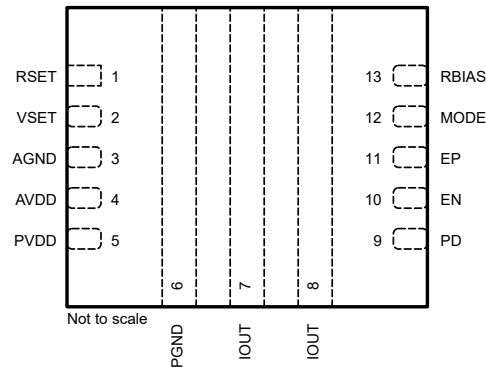


図 2-1. RQE パッケージ 13 ピン WQFN-HR (上面図)

2.2 電源要件

この評価基板は、3 個のバナナ コネクタ (J_GND、J_AVDD、J_VLD) を実装しており、それぞれグランド、デバイス電源、レーザー電源を容易に接続できます。このデバイス、およびそれらを搭載した評価基板は、正負電源 (スプリット電源) 構成では動作できません。

デバイスの AVDD ピンと PVDD ピンは両方とも評価基板の AVDD コネクタを使用して電源供給されますが、個別のデカップリング コンデンサ セットがあります。正常に動作させるには、電源電圧が 3V ~ 5.5V の範囲内でデバイスに電力を供給します。

VLD コネクタは、レーザー ダイオードのアノードに接続します。また、VLD コネクタには一連のコンデンサ バンクもあり、レーザーがパルスしているときに高周波電流を供給します。

2.3 ヘッド情報

J_EP および J_EN: これら 2 つの SMA コネクタは、それぞれデバイスの正 (EP) 入力と負 (EN) の LVDS 入力用です。Rev.C EVM (AMPS251C) のデフォルトでは、これらのコネクタは LVDS 規格に従って差動で 100Ω の抵抗 (R7 + R10) で終端されています。シングルエンド入力でデバイスおよび評価基板を動作させるには、ジャンパ J1 と抵抗 R22 をショートし、R10 を取り外してください。この構成では、EN ピンは中間電源にバイアスされます。中間電源電圧と交差する電圧レベルのシングルエンド信号を EP ピンに供給して、デバイスの出力電流を切り替えることができます。

J_VSET: この SMA コネクタを使用して、デバイスの VSET ピンに電圧を供給し、出力の電流値を設定します。IOUT を制御するため、このコネクタに 0.2V ~ 2V の適切な電圧を印加します。または、R20 を取り外し、R11 を接続してポテンショメータ R8 を調整し、オンボード抵抗デバイスから VSET の電圧を制御します。

J_PD: この SMA コネクタは、デバイスのパワーダウン ピン (PD) に接続します。デバイスの電源をオフにするには、PD ピンを AVDD - 1.2V 以上にします。デバイスをイネーブルにするには、PD ピンの電圧を AGND + 1.2V 未満にします。

J_TIA_OUT: この SMA コネクタに、オンボード TIA (U2) を出力します。TIA はレーザーのバック ファセット ダイオードからの電流をセンスし、R12 で設定されたゲインに基づいて電流を電圧レベルに変換します。

2.4 ジャンパ情報

J1:このジャンパを短絡すると、EN ピンが中間電圧にバイアスされます。

J_PD_SEL:このジャンパは、デバイスのパワーダウンピン (PD) に接続します。このジャンパを使用してデバイスの電源をオフにするには、ピン 1 とピン 2 を短絡します。デバイスを有効にするには、J_PD_SEL のピン 2 とピン 3 を短絡します。

J_MODE_SEL:このジャンパは、大電流モードと低電流モードを切り替えます。ピン 1 とピン 2 を短絡すると、高電流モードが可能になります。ピン 2 とピン 3 を短絡すると低電流モードが有効になります。

J_RBIAIS_CTRL:このジャンパでは、抵抗 R28 を使用して定バイアス電流を設定します。定バイアス電流を有効にするには、ピン 2 と 3 を短絡します。このバイアス機能を無効にするには、ピン 1 とピン 2 を短絡します。

2.5 レーザー ダイオード

レーザー ダイオードに接続するためのフットプリントは 2 つあります。SMD (D1) と TO-CAN (J3)。2 つのフットプリントのいずれかを使用してレーザーを接続します。抵抗 R21 (デフォルトでは 2Ω) は、レーザーと直列に接続されています。この抵抗はスナバとして機能するため、レーザー電流の過渡動作を減衰させます。R21 を微調整して、出力のオーバーシュートとリングングを変更できます。

2.6 スナバ

抵抗 R1 および R25 とコンデンサ C4 および C32 はスナバとして機能し、出力レーザー電流波形のオーバーシュートとセトリング動作を制御するために調整できます。デフォルトでは、R1 と R25 は 5Ω 、C4 と C32 は 300pF です。このスナバを取り除くと、立ち上がり時間と立ち下がり時間をできるだけ短くすることもできますが、除去すると電流波形のオーバーシュートとアンダーシュートが発生する可能性があります。スナバの推奨される RC 値については、デバイスのデータシートを参照してください。

3 ハードウェア設計ファイル

3.1 回路図

次の図は LMH13000RQEEVM の回路図を示しています。

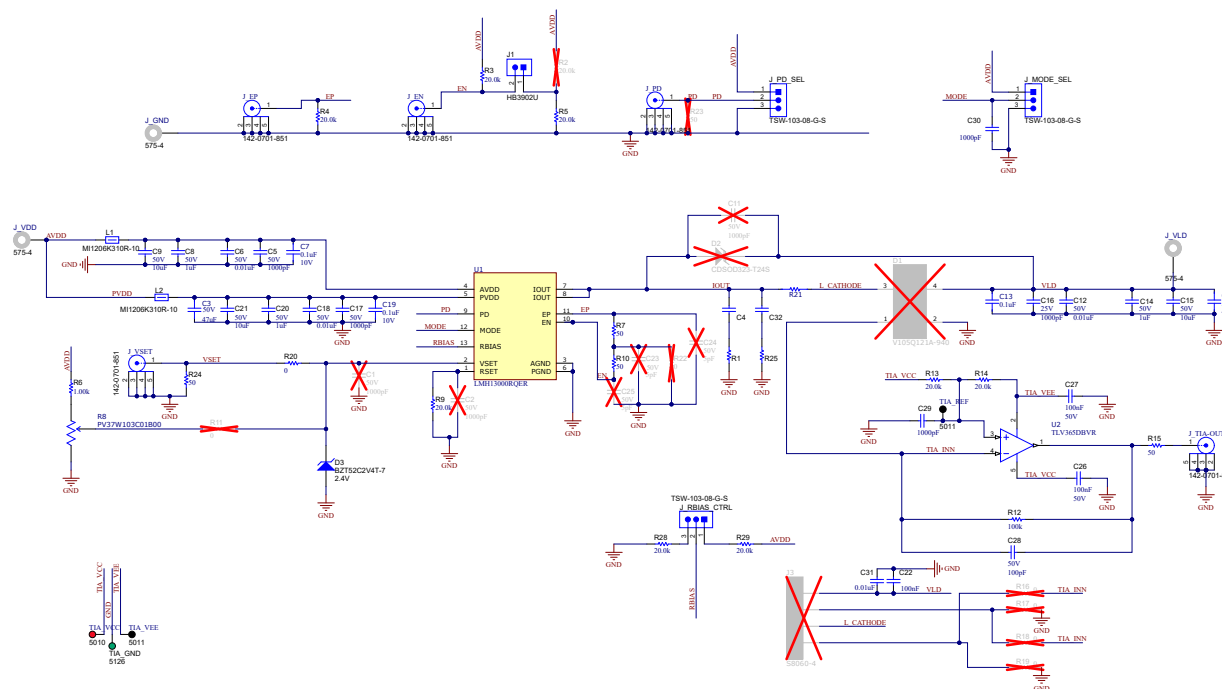


図 3-1. LMH13000RQEEVM Rev.C (AMPS251C) の回路図

注:

1. デフォルトでは C2 と R22 は AMPS251B (以前のレビジョンの評価基板 Rev.B) 評価基板に実装されています。最新のレビジョン (AMPS251C) では、DNI になっています。AMPS251B を使用する場合は、IOUT 波形の不安定性を避けるため、C2 を取り外します。また、AMPS251B 評価基板では R22 が短絡しているため、評価基板を LVDS 入力モードで動作させることができます。
2. RC スナバネットワーク (R1–C4 および R25–C32) は、ダンピング抵抗 R21 とともに、必要な出力電流 (IOUT) と目的の過渡応答特性に基づいて性能を最適化するためにユーザーが調整できます。デフォルトでは、コンポーネントの値は次のように設定されます。R1 = R25 = 5Ω、C4 = C32 = 300pF、および R21 = 2Ω。

3.2 PCB のレイアウト

下図に、LMH13000RQEEVM の PCB レイアウトを示します。

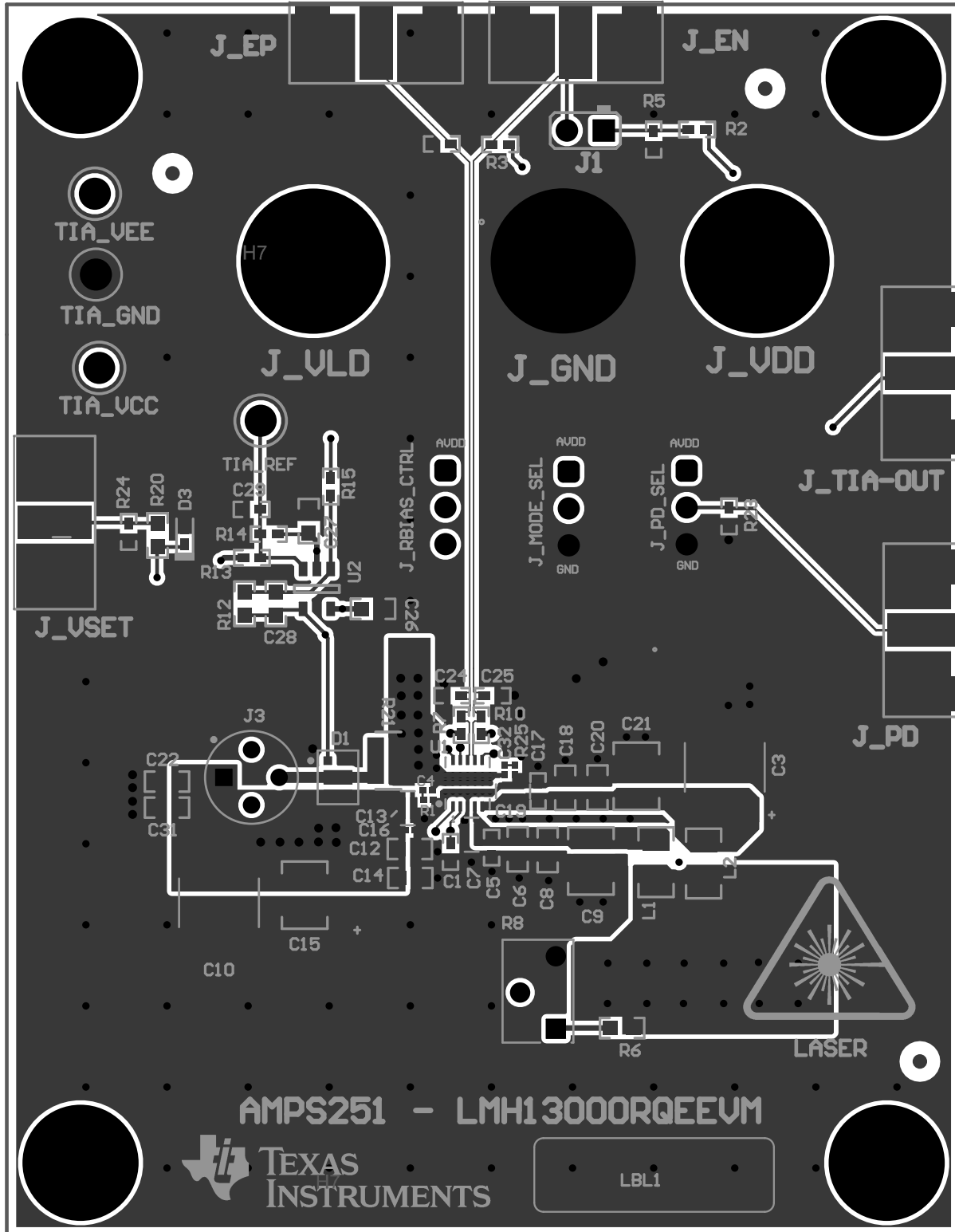


図 3-2. LMH13000RQEEVM 最上層

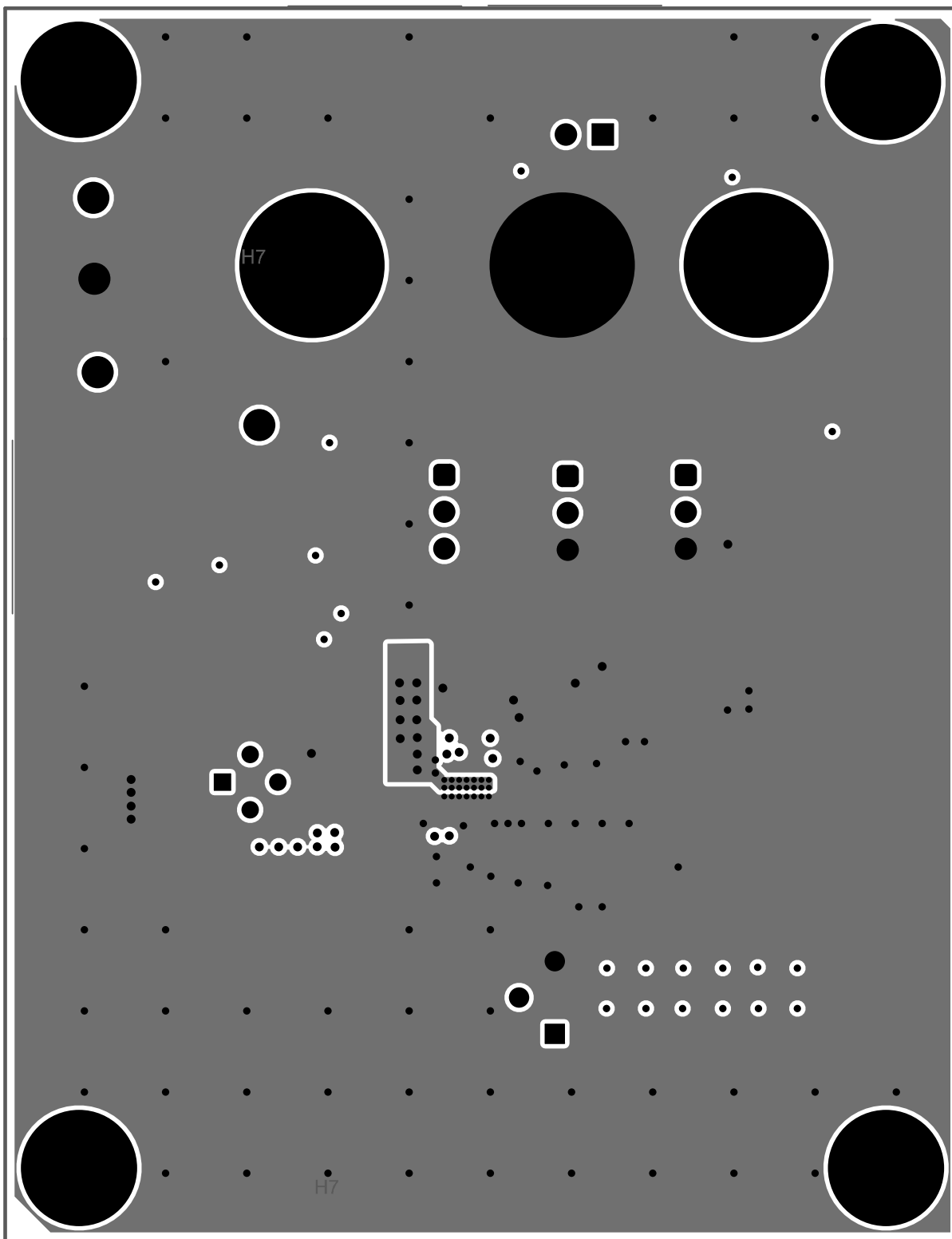


図 3-3. LMH13000RQEEVM 第 2 層 (グラウンドプレーン)

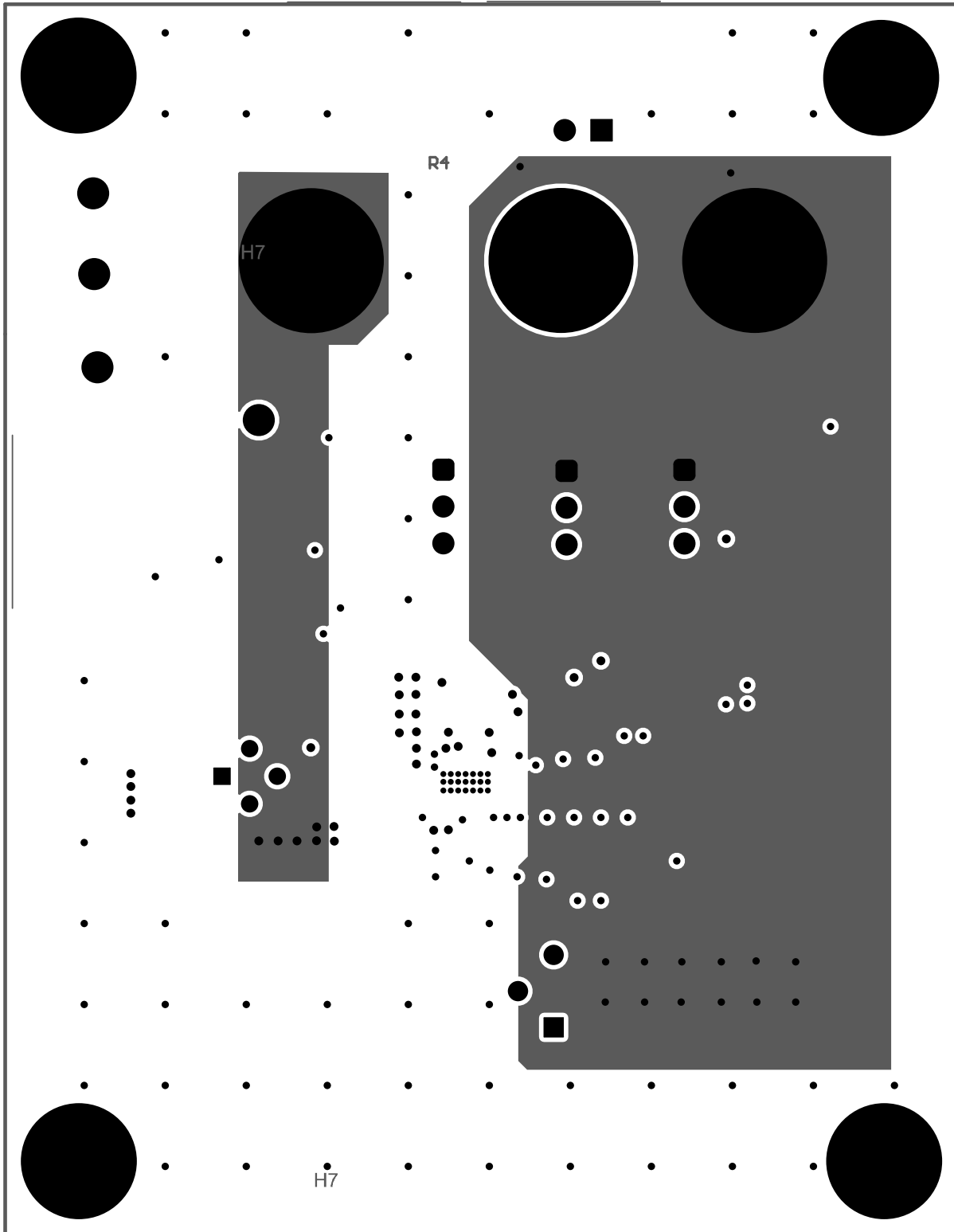


図 3-4. LMH13000RQEEVM 第 3 層 (パワー プレーン)

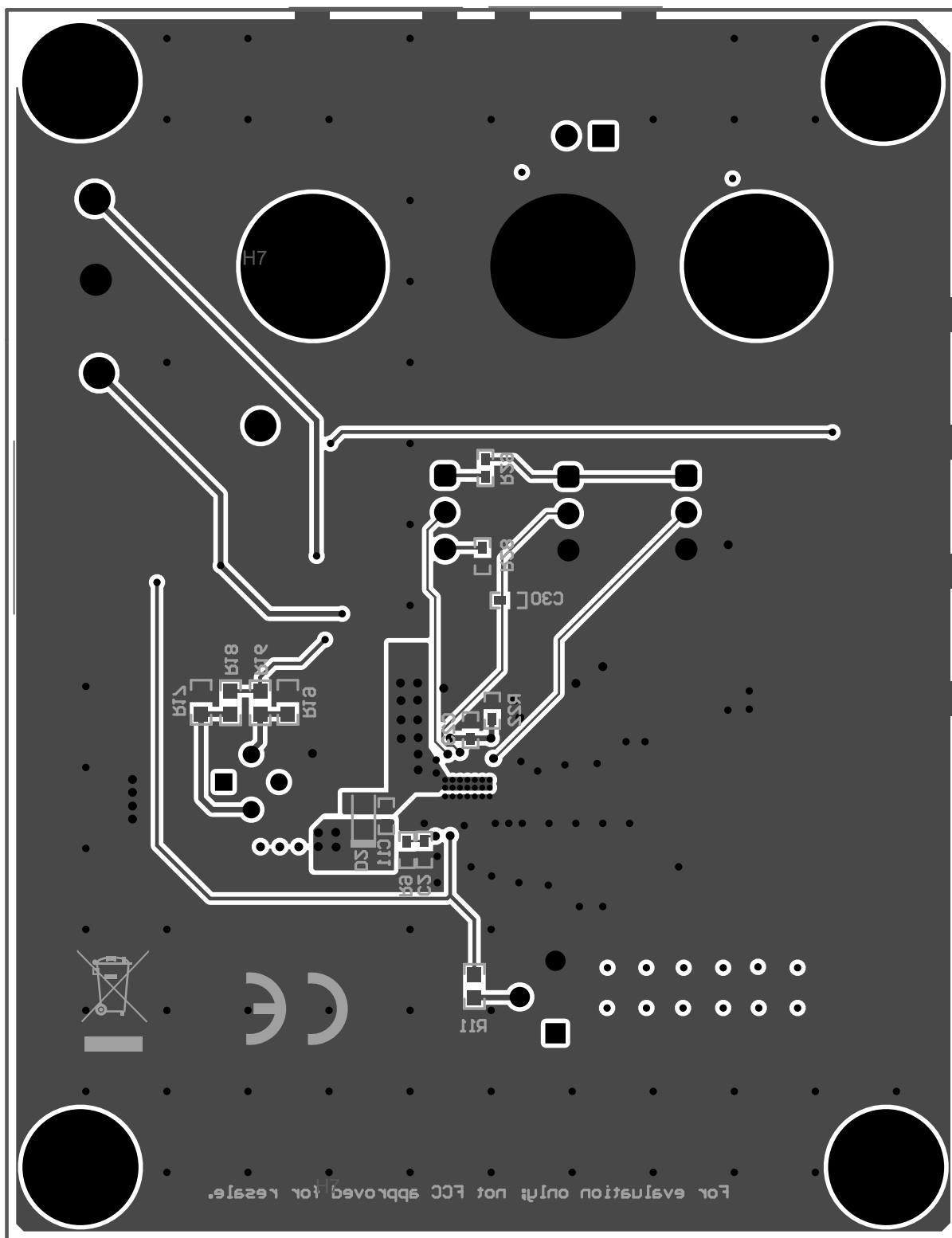


図 3-5. LMH13000RQEEVM 最下層

3.3 部品表 (BOM)

表 3-1. LMH13000RQEEVM BOM

項目	記号	数量	説明	部品番号	メーカー
1	!PCB	1	プリント基板	AMPS251B	任意
2	C3	1	47 μ F \pm 20% 50V セラミック コンデンサ X7R スタック SMD、2 J リード	CKG57NX7R1H476M500JH	TDK
3	C4	1	コンデンサ、セラミック、300PF、25V、C0G/NP0 0201	TMK063CG301JT-F	Taiyo Yuden
4	C5	1	コンデンサ、セラミック、1000pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402	C1005NP01H102J050BA	TDK
5	C6	1	コンデンサ、セラミック、0.01 μ F、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0603	C1608NP01H103J080AA	TDK
6	C7	1	0.1 μ F \pm 10% 10V セラミック コンデンサ X7R 0306 (0816 メートル法)	0306ZC104KAT2A	AVX
7	C8	1	コンデンサ、セラミック、1 μ F、50V、 \pm 10%、X5R、0603	C1608X5R1H105K080AB	TDK
8	C9	1	コンデンサ、セラミック、10 μ F、50V、 \pm 20%、X7R、1210	GRM32ER71H106MA12	MuRata
9	C10	1	47 μ F \pm 20% 50V セラミック コンデンサ X7R スタック SMD、2 J リード	CKG57NX7R1H476M500JH	TDK
10	C12	1	コンデンサ、セラミック、0.01 μ F、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0603	C1608NP01H103J080AA	TDK
11	C13	1	0.1 μ F \pm 10% 10V セラミック コンデンサ X7R 0306 (0816 メートル法)	0306ZC104KAT2A	AVX
12	C14	1	コンデンサ、セラミック、1 μ F、50V、 \pm 10%、X5R、0603	C1608X5R1H105K080AB	TDK
13	C15	1	コンデンサ、セラミック、10 μ F、50V、 \pm 20%、X7R、1210	GRM32ER71H106MA12	MuRata
14	C16	1	コンデンサ、セラミック、1000pF、25V、 \pm 10%、X5R、0201	C0603X5R1E102K030BA	TDK
15	C17	1	コンデンサ、セラミック、1000pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402	C1005NP01H102J050BA	TDK
16	C18	1	コンデンサ、セラミック、0.01 μ F、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0603	C1608NP01H103J080AA	TDK
17	C19	1	0.1 μ F \pm 10% 10V セラミック コンデンサ X7R 0306 (0816 メートル法)	0306ZC104KAT2A	AVX
18	C20	1	コンデンサ、セラミック、1 μ F、50V、 \pm 10%、X5R、0603	C1608X5R1H105K080AB	TDK
19	C21	1	コンデンサ、セラミック、10 μ F、50V、 \pm 20%、X7R、1210	GRM32ER71H106MA12	MuRata
20	C22	1	コンデンサ、セラミック、0.1 μ F、50V、 \pm 10%、X7R、0603	8.85E+11	Wurth Elektronik
21	C26	1	コンデンサ、セラミック、0.1 μ F、50V、 \pm 10%、X7R、0603	8.85E+11	Wurth Elektronik
22	C27	1	コンデンサ、セラミック、0.1 μ F、50V、 \pm 10%、X7R、0603	8.85E+11	Wurth Elektronik
23	C28	1	コンデンサ、セラミック、100pF、50V、 \pm 1%、C0G/NP0、0603	C0603C101F5GACTU	Kemet
24	C29	1	コンデンサ、セラミック、1000pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402	C1005NP01H102J050BA	TDK
25	C30	1	コンデンサ、セラミック、1000pF、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0402	C1005NP01H102J050BA	TDK
26	C31	1	コンデンサ、セラミック、0.01 μ F、50V、 \pm 5%、C0G/NP0、0603	C1608NP01H103J080AA	TDK
27	C32	1	コンデンサ、セラミック、300PF、25V、C0G/NP0 0201	TMK063CG301JT-F	Taiyo Yuden
28	D3	1	ダイオード、ツェナー、2.4V、300mW、SOD-523	BZT52C2V4T-7	Diodes Inc.
29	H1	1	小ねじ、丸、#4-40 x 1/4、ナイロン、十字穴付きなべ	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
30	H2	1	小ねじ、丸、#4-40 x 1/4、ナイロン、十字穴付きなべ	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply

表 3-1. LMH13000RQEEVM BOM (続き)

項目	記号	数量	説明	部品番号	メーカー
31	H3	1	小ねじ、丸、#4-40 x 1/4、ナイロン、十字穴付きなべ	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
32	H4	1	小ねじ、丸、#4-40 x 1/4、ナイロン、十字穴付きなべ	NY PMS 440 0025 PH	B&F Fastener Supply
33	H5	1	スタンドオフ、六角、0.5 インチ L #4-40 ナイロン	1902C	Keystone
34	H6	1	スタンドオフ、六角、0.5 インチ L #4-40 ナイロン	1902C	Keystone
35	H7	1	スタンドオフ、六角、0.5 インチ L #4-40 ナイロン	1902C	Keystone
36	H8	1	スタンドオフ、六角、0.5 インチ L #4-40 ナイロン	1902C	Keystone
37	J1	1	ヘッド、2.54mm、2x1、金、TH	HB3902U	Foxconn
38	J_EN	1	コネクタ、エンド ローンチ SMA、50Ω、SMT	142-0701-851	Cinch の接続
39	J_EP	1	コネクタ、エンド ローンチ SMA、50Ω、SMT	142-0701-851	Cinch の接続
40	J_GND	1	標準バナナ ジャック、非絶縁、5.5mm	575-4	Keystone
41	J_MODE_SEL	1	ヘッド、2.54mm、3x1、金、TH	TSW-103-08-G-S	Samtec
42	J_PD	1	コネクタ、エンド ローンチ SMA、50Ω、SMT	142-0701-851	Cinch の接続
43	J_PD_SEL	1	ヘッド、2.54mm、3x1、金、TH	TSW-103-08-G-S	Samtec
44	J_RBIAIS_CTRL	1	ヘッド、2.54mm、3x1、金、TH	TSW-103-08-G-S	Samtec
45	J_TIA-OUT	1	コネクタ、エンド ローンチ SMA、50Ω、SMT	142-0701-851	Cinch の接続
46	J_VDD	1	標準バナナ ジャック、非絶縁、5.5mm	575-4	Keystone
47	J_VLD	1	標準バナナ ジャック、非絶縁、5.5mm	575-4	Keystone
48	J_VSET	1	コネクタ、エンド ローンチ SMA、50Ω、SMT	142-0701-851	Cinch の接続
49	L1	1	フェライト ビーズ、31Ω@100MHz、1.5A、1206	MI1206K310R-10	Laird シグナル インテグ リティ製品
50	L2	1	フェライト ビーズ、31Ω@100MHz、1.5A、1206	MI1206K310R-10	Laird シグナル インテグ リティ製品
51	LBL1	1	熱転写プリンタブル 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
52	R1	1	RES 4.99Ω 1% 1/20W 0201	RC0201FR-074R99L	Yageo America
53	R3	1	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
54	R5	1	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
55	R6	1	抵抗、1.00k、1%、0.1W、0603	ERJ-3EKF1001V	Panasonic
56	R7	1	抵抗、50、0.1%、0.05W、0402	FC0402E50R0BST1	Vishay-Dale
57	R8	1	10kΩ、0.25W、1/4W、PC ピン、スルーホール、トリマ ポテンショメータ サーメット、12 回転、トップ調整	PV37W103C01B00	Bourns
58	R9	1	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
59	R10	1	抵抗、50、0.1%、0.05W、0402	FC0402E50R0BST1	Vishay-Dale

表 3-1. LMH13000RQEEVM BOM (続き)

項目	記号	数量	説明	部品番号	メーカー
60	R12	1	抵抗、100k、0.1%、0.1W、0603	RT0603BRD07100KL	Yageo America
61	R13	1	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
62	R14	1	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
63	R15	1	抵抗、50、0.1%、0.05W、0402	FC0402E50R0BST1	Vishay-Dale
64	R20	1	抵抗、0、0%、0.25W、AEC-Q200 グレード 0、0603	PMR03EZPJ000	RΩ
65	R21	1	2Ω ±1%、0.75W (3/4W)、ワイド端子チップ抵抗、1206 サイズ (ミリ表記 3216)、0612 形状、車載対応 AEC-Q200 準拠、耐パルス厚膜タイプ	LTR18EZPF2R00	RΩ Semiconductor
66	R24	1	抵抗、50、0.1%、0.05W、0402	FC0402E50R0BST1	Vishay-Dale
67	R25	1	RES 4.99Ω 1% 1/20W 0201	RC0201FR-074R99L	Yageo America
68	R28	1	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
69	R29	1	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
70	TIA_GND	1	テストポイント、多目的、緑色、TH	5126	Keystone
71	TIA_REF	1	テストポイント、多目的、黒色、TH	5011	Keystone Electronics
72	TIA_VCC	1	テストポイント、多目的、赤色、TH	5010	Keystone Electronics
73	TIA_VEE	1	テストポイント、多目的、黒色、TH	5011	Keystone Electronics
74	U1	1	LMH13000RNWR	LMH13000RNWR	テキサス・インスツルメンツ
75	U2	1	CMOS アンプ 1 回路、レールツーレール、SOT-23-5	TLV365DBVR	テキサス・インスツルメンツ
76	C1	0	コンデンサ、セラミック、1000pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	C1005NP01H102J050BA	TDK
77	C2	0	コンデンサ、セラミック、1000pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	C1005NP01H102J050BA	TDK
78	C11	0	コンデンサ、セラミック、1000pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	C1005NP01H102J050BA	TDK
79	C23	0	コンデンサ、セラミック、5pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	GRM1555C1H5R0CA01D	MuRata
80	C24	0	コンデンサ、セラミック、5pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	GRM1555C1H5R0CA01D	MuRata
81	C25	0	コンデンサ、セラミック、5pF、50V、±5%、C0G/NP0、0402	GRM1555C1H5R0CA01D	MuRata
82	D1	0	レーザーダイオード 940nm 3.2W 2.3V 4-SMD、リードなし	V105Q121A-940	Ams-OSRAM
83	D2	0	ダイオード、TVS、Uni、24V、49Vc、SOD-323	CDSOD323-T24S	Bourns
84	FID1	0	フィデューシャルマーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし
85	FID2	0	フィデューシャルマーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし
86	FID3	0	フィデューシャルマーク。購入または取り付け不要。	該当なし	該当なし
87	J3	0	Ø9mm レーザー用レーザーダイオードソケット、4ピン	S8060-4	Thorlabs
88	R2	0	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America
89	R4	0	抵抗、20.0k、1%、0.625W、0402	RT0402BRD0720KL	Yageo America

表 3-1. LMH13000RQEEVM BOM (続き)

項目	記号	数量	説明	部品番号	メーカー
90	R11	0	抵抗、0、0%、0.25W、AEC-Q200 グレード 0、0603	PMR03EZPJ000	RΩ
91	R16	0	抵抗、0、0%、0.25W、AEC-Q200 グレード 0、0603	PMR03EZPJ000	RΩ
92	R17	0	抵抗、0、0%、0.25W、AEC-Q200 グレード 0、0603	PMR03EZPJ000	RΩ
93	R18	0	抵抗、0、0%、0.25W、AEC-Q200 グレード 0、0603	PMR03EZPJ000	RΩ
94	R19	0	抵抗、0、0%、0.25W、AEC-Q200 グレード 0、0603	PMR03EZPJ000	RΩ
95	R22	1	抵抗、0、5%、0.063W、0402	CRCW04020000Z0ED	Vishay-Dale
96	R23	0	抵抗、50、0.1%、0.05W、0402	FC0402E50R0BST1	Vishay-Dale

4 追加情報

4.1 商標

HotRod™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

5 改訂履歴

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

Changes from Revision A (April 2025) to Revision B (May 2026)	Page
• 評価基板の画像をリビジョン C ボード (AMPS251C) に更新.....	1
• デフォルトの EP および EN 構成の変更に関するテキストを 100Ω 差動 LVDS 入力に更新.....	3
• デフォルトの R21 値を 2Ω に訂正.....	4
• リビジョン C 基板 (AMPS251C) 用に図 3-1「LMH13000RQEEVM 回路図」を更新。また、C2 および R22 の DNI ステータスの変更を通知する注記を更新。また、スナバの部品のデフォルト値に関する注を追加.....	5
• 表 3-1、部品表の C2 と R22 の DNI のステータスを更新.....	10

Changes from Revision * (February 2025) to Revision A (April 2025)	Page
• 「概要」および「製品情報」セクションの連続電流能力の値を更新.....	2
• 「ジャンパ情報」の J_PD_SEL および J_RBIAS_CTRL のテキストを更新	4
• インストールされているスナバの R および C の値を更新.....	4
• 図 3-2 を図 3-5 に更新.....	6

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 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