

Application Note

UCC33420-Q1 の CISPR32 Class B に合格する方法



Manuel Alva

概要

UCC33xxx-Q1 は、64MHz スイッチング周波数で動作する統合絶縁型バイアス (IIB) DC/DC モジュールのファミリです。高周波があるため、適切なレイアウトと EMI 部品を使用しない場合、低 EMI を目標とすることは課題になる可能性があります。このアプリケーションノートでは、UCC33xxx-Q1 ファミリ用の CISPR32 class B に合格する方法を説明します。適切なセットアップのためのガイドライン、CISPR 32 規格に適合し、伝導エミッション (CE) と放射エミッション (RE) の両方で低放射を達成するための EMI フィルタ部品の選択および PCB レイアウトについて説明します。CISPR32 の制限への適合は、PLC I/O モジュール、医療用機器、エネルギー貯蔵システム、産業用およびテレコム用パワー ディストリビューション ボードなどの各種産業用アプリケーションで必須です。対象となる読者は、フィールド アプリケーション、システム、アプリケーション エンジニア、および DC/DC コンバータの EMI に関心のあるエンジニアです。

目次

1 はじめに.....2

2 セットアップ、EMI フィルタ、レイアウト.....3

 2.1 構成.....3

 2.2 EMI フィルタ.....4

 2.3 レイアウト.....5

 2.4 ダンピング RC ネットワーク.....6

 2.5 回路図.....7

 2.6 レイアウト.....7

 2.7 EMI の結果.....8

 2.8 部品表 — BOM.....10

3 まとめ.....10

4 参考資料.....10

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 はじめに

部品フットプリントが小さく、電力密度が高い IIB モジュールなど、より小型の DC/DC バイアス電源の需要がますます高まっています。高周波電力変換を使用した絶縁技術を採用した IC レベルトランスは、小型 IC パッケージと高い電力密度を実現する主なテクノロジードライバです。このトレンドの課題の 1 つは EMI です。UCC33xxx-Q1 デバイス ファミリは、4x5x1- 付きで、このトレンドの一部です mm³ パッケージと 64MHz スイッチング周波数。

1 次側から 2 次側に電力を供給するため、UCC33xxx-Q1 は、負荷条件に応じて 100kHz ~ 500kHz の範囲のバースト周波数を使用します。バースト周波数は低周波数バケットとして説明でき、これらのバケット内でデバイスは 64MHz の高周波でスイッチングします。

CE の場合、周波数範囲が 150kHz-30MHz では、パイフィルタを使用してバースト周波数の大きさを低減しています。RE の範囲は 30MHz ~ 200MHz で、スイッチング周波数と高調波がターゲットであり、目標を制限未満に抑えるために PCB レイアウトが重要な役割を果たします。

表 1-1. UCC33420-Q1 の周波数タイプ

UCC33420-Q1 の周波数タイプ	周波数範囲
バースト周波数	100 kHz ~ 500 kHz
スイッチング周波数	64MHz

2 セットアップ、EMI フィルタ、レイアウト

2.1 構成

設定には、以下のガイドラインが推奨されます。

- CE の場合、外部 5V 電源を使用して、ラインインピーダンス安定化ネットワーク (LISN) 経由でテスト対象デバイス (DUT) に電力を供給します。CISPR 32 テスト規格で要求されるように、LISN は金属導電性フロアに配置、接続し、DUT から 80cm 以上離す必要があります。次に、DUT を外部電源から 10cm 以上離れた非導電性テーブルに配置する必要があります。
- RE では、低ノイズ電源を使用して DUT に電力を供給します。電源から DUT への接続が短く、密結合されていることが非常に重要です。図 2-3 に示すように、ツイスト ペアを使用して両方を接続します。



図 2-1. CISPR 32 CE 設定



図 2-2. CISPR 32 RE 設定



図 2-3. RE の DUT

2.2 EMI フィルタ

パイフィルタを使用して、100 ~ 500kHz の範囲でバースト周波数の高調波を低減しました。両側に 22 μ F コンデンサを 2 個ずつ搭載した 2.2 μ H DM インダクタを選択します。DM インダクタは完全にシールドされており、トランスの H 磁界からの結合を最小限に抑えています。表 2-1 に、電力レベルに応じた DM インダクタの選択を示します。UCC33420-Q1 5V/5V、Pout = 1.5W の CE 結果を図 2-5 に示します。

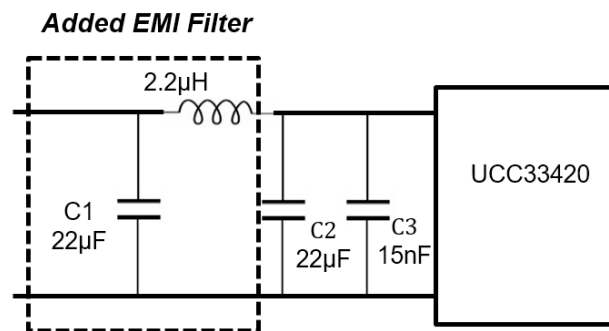


図 2-4. UCC33420-Q1 EMI フィルタ

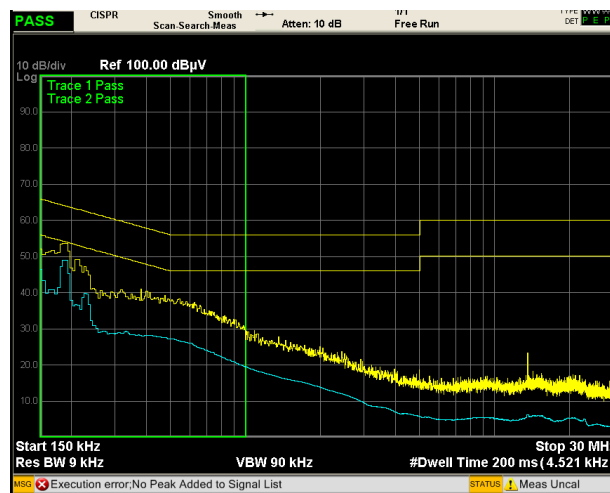


図 2-5. UCC33420 5V/5V Pout=1.5W CE

表 2-1. DM インダクタの選択

パワー レベル	DM インダクタ
0.5W	2.2uH, 0603, 800mA, PN:74479763222
1W, 1.5W	2.2uH, 0805, 2.1A, PN:74479275222

2.3 レイアウト

PCB レイアウトは、EMI 結果に合格するうえで重要な役割を果たします。これは特に RE で当てはまります。以下のレイアウト ガイドラインに従うことを推奨します。

- 内蔵トランスから H 磁界が得られるため、RE を通過させるにはデバイスの両側にグラウンド プレーンを配置することが非常に重要です。デバイスのグラウンドピンを両側に接続するために使用する場合、グラウンド プレーンはスイッチング ループのリターン側で低インピーダンスになります。さらに、これらのプレーンはファラデー シールドとして機能し、トランスからの H 磁界を軽減します。図 2-7 に、PCB アセンブリの画像を示します。
- 高周波デカップリング・コンデンサは、入力ピンおよび出力ピンにできる限り近づけて配置する必要があります。0402 コンデンサのケースサイズは、64MHz の基本スイッチング周波数で低インピーダンスを実現するために、最小の ESL (等価直列インダクタンス) と最高の自己共振周波数 (SRF) を実現します。最小のインピーダンスを実現するため、15nF の値を選択しました。図 2-9 に、インピーダンスと周波数の関係のプロットを示します。
- DM インダクタの下に銅を配置することは推奨しません。高周波電流は、銅をその下に配置すると、インダクタをバイパスするスニークパスを見つけることがあり、これによって寄生容量が発生することがあります。
- スイッチンググループ内を移動する HF 電流のバイパスを回避するため、EMI フィルタ領域全体のキープアウト ゾーン (KOZ) を推奨します。この場合、1mm KOZ が使用されます。
- トランスの H 磁界からの結合を防止するため、DM インダクタはノイズ源から離して配置することを推奨します。多くの場合、降圧コンバータの LC フィルタのような DM インダクタがプリレギュレータの出力にすでに存在しています。

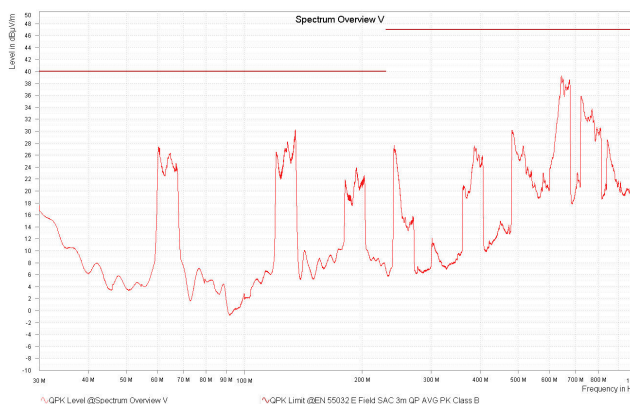


図 2-6. UCC33420 5V/5V Pout = 1.5W RE

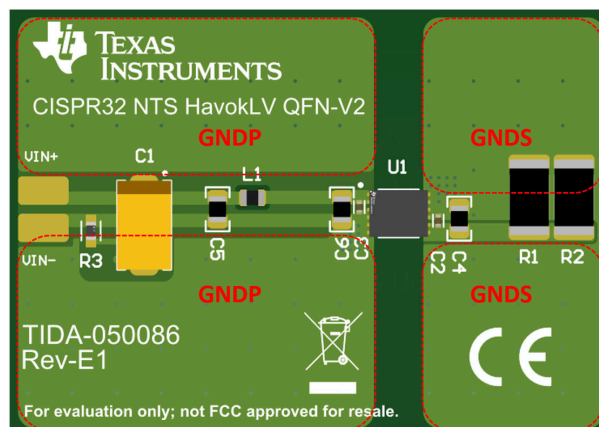


図 2-7. UCC33420 CISPR32 レイアウト

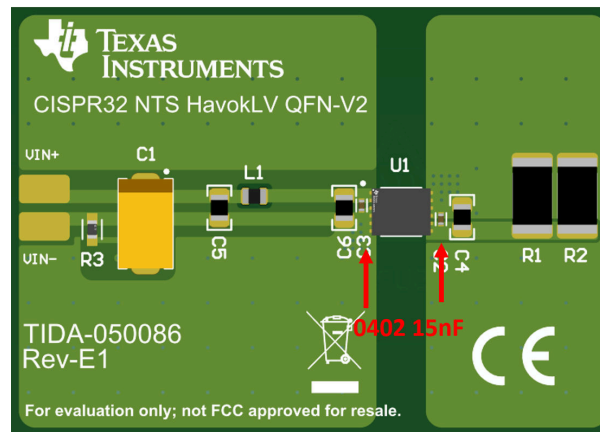


図 2-8. PCB に 0402 15nF のコンデンサ

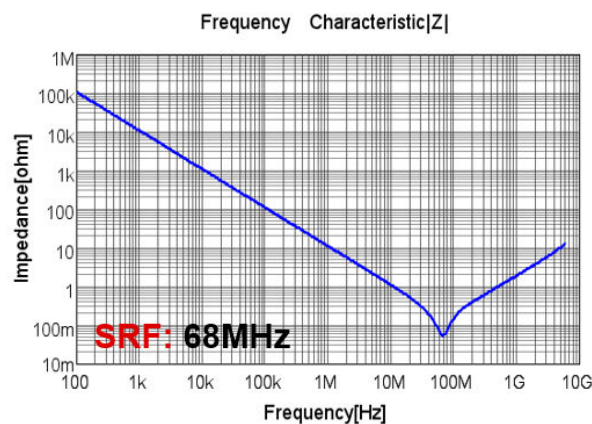


図 2-9. 0402 15nF — インピーダンスと周波数との関係

2.4 ダンピング RC ネットワーク

CE の場合、DUT は LISN 経由の電源から電力が供給されます。LISN には 50 μ H のインダクタンスがあり、LISN の後の出力インピーダンスが DC/DC コンバータの入力インピーダンスを上回らないように、インダクタンスを減衰させる必要があります。このため、LISN の後の UCC33420-Q1 の入力に RC ダンピング回路を使用しています。実際のシステムでは、UCC33420-Q1 に入力側にプリレギュレータが存在し、LISN からの電源をデカップリングする場合、RC ダンピングネットワークは不要です。図 2-10 および 図 2-11 に、減衰回路の回路図とレイアウトを示します。

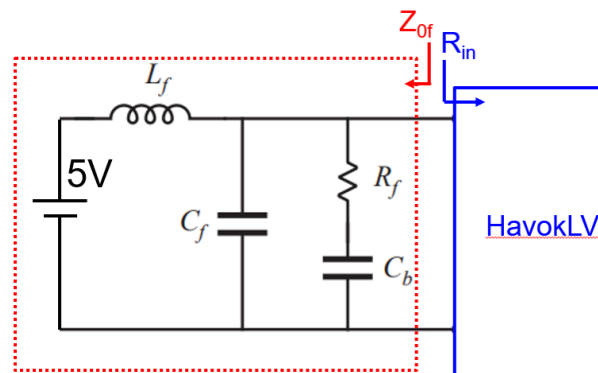


図 2-10. RC ネットワークの回路図

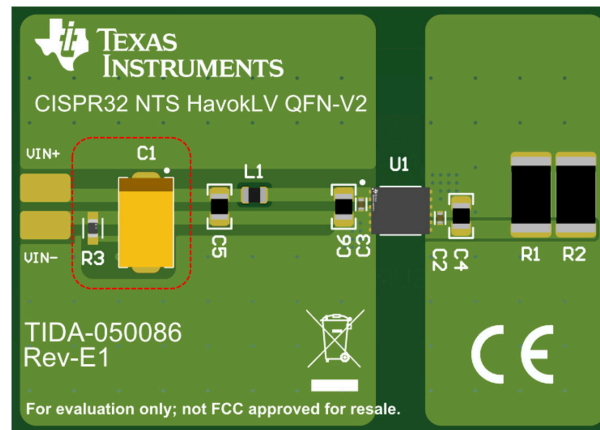


図 2-11. レイアウトの RC ネットワーク

2.5 回路図

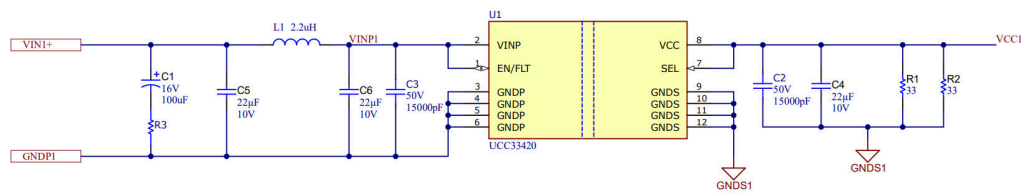


図 2-12. 回路図

2.6 レイアウト

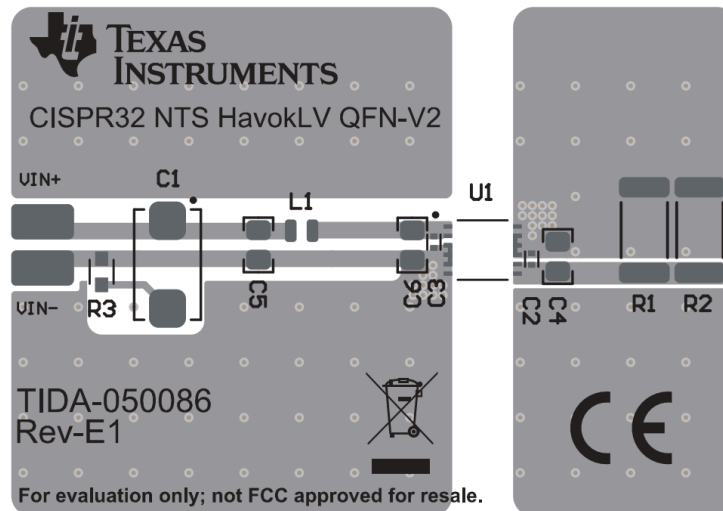


図 2-13. 上層

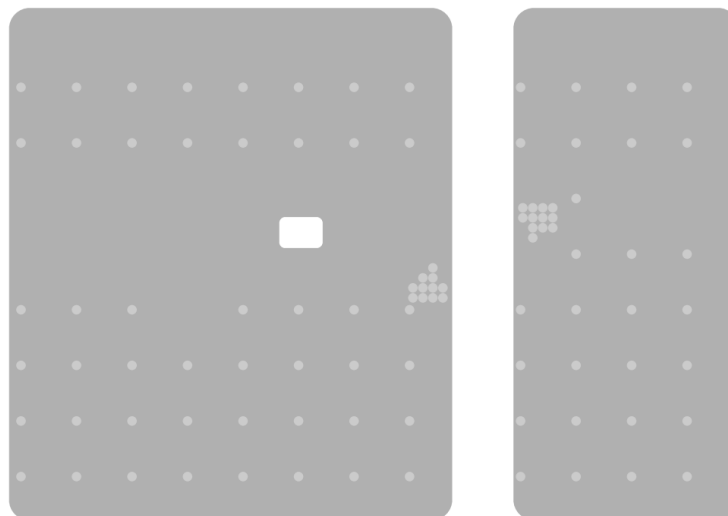


図 2-14. 内層と最下層

2.7 EMI の結果

2.7.1 伝導エミッション — CE



図 2-15. HS LISN — UCC33420 5V/5V Pout = 1.5W

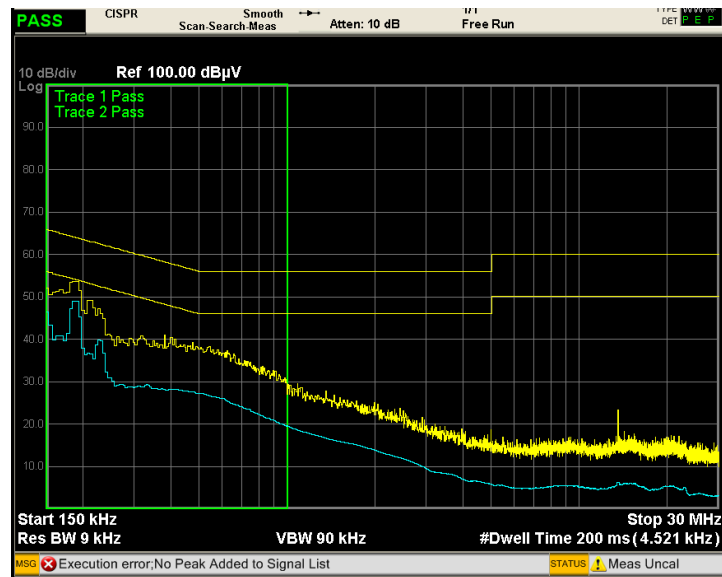


図 2-16. LS LISN — UCC33420 5V/5V Pout = 1.5W

2.7.2 放射エミッション — RE

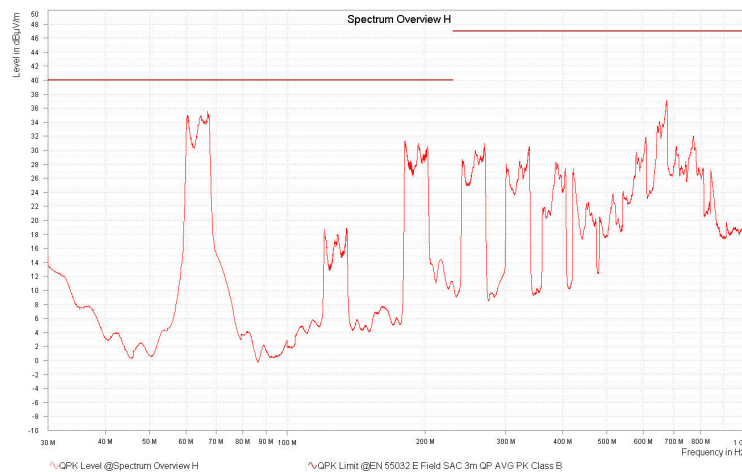


図 2-17. 水平 — UCC33420 5V/5V Pout = 1.5W

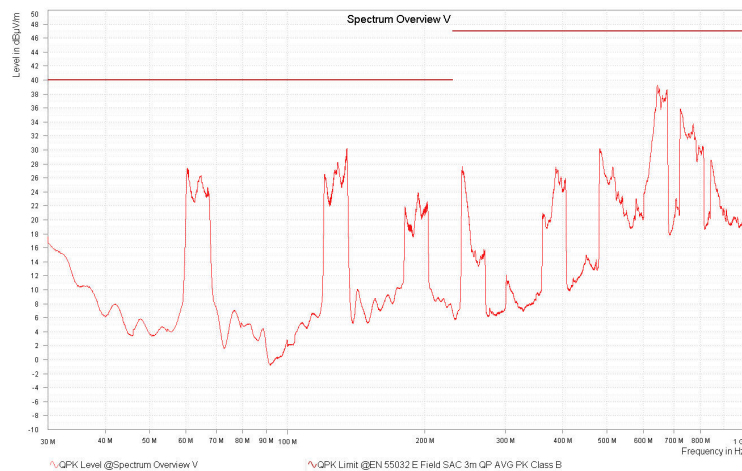


図 2-18. 垂直 — UCC33420 5V/5V Pout = 1.5W

2.8 部品表 — BOM

表 2-2. 部品表 — BOM

記号	数量	部品番号	メーカー	説明
PCB1	1	TIDA-050086	任意	プリント基板
C1	1	293D107X9016D2TE3	ビシヤイ スプレイグ	CAP、TA、100 μ F、16V、 $\pm 10\%$ 、0.6 Ω 、SMD
C2、C3	2	GCM155R71H153KA55D	Murata (村田製作所)	CAP、CERM 0.015 μ F、 $\pm 10\%$ 、50V、X7R、0402 (1005 メートル法)
C4、C5、C6	3	GRM21BZ71A226ME15L	MuRata	CAP、CERM、22 μ F、10V、 $\pm 20\%$ 、X7R、0805
L1	1	74479275222	Würth Elektronik	WE-PMCI SMT パワー モールド チップ インダクタ、サイズ 0805、2.2 μ H、2.1A、190m Ω
R1、R2	2	CRCW251233R0JNEG	Vishay-Dale	RES、33 Ω 、5%、1W、AEC-Q200 グレード 0、2512
R3	1	CPF0603B1R0E1	TE の接続	1 $\Omega \pm 0.1\%$ 63mW、SMD、0603 (1608 メートル法) 薄膜
U1	1	UCC33420QRAQRQ1	テキサス・インスツルメンツ	1.5W、高密度、>3kV _{RMS} の絶縁型 DC-DC コンバータ

3 まとめ

UCC33xxx-Q1 は、適切な EMI フィルタの選択と、PCB レイアウト手法を注意深く適用することができるので、数 dB μ V のマージンを確保して CISPR32 Class B に合格しています。CE では、1 次側のパイフィルタの設計に使用される EMI フィルタ部品を適切に選択することにより、バースト周波数の大きさが低減されました。LISN の DM インダクタンス共振効果を減衰させるため、RC ダンピング回路を設計し、選択しました。RE では、グラウンドプレーンを使用してデバイスのグラウンドピンを接続し、スイッチンググループの性能を向上させ、ピンをシステムの利用可能なフットプリントに広げて H 磁界を軽減しました。スイッチング周波数で低インピーダンスを実現するため、0402 15nF のコンデンサを選択しました。

4 参考資料

- 国際電気標準会議、[CISPR32 — 国際標準](#)、規格。
- テキサス インスツルメンツ、[電源の伝導 EMI 仕様の概要](#)、マーケティング ホワイト ペーパー。
- テキサス・インスツルメンツ、[UCC33420-Q1](#)、製品ページ
- テキサス・インスツルメンツ、[UCC33421-Q1](#)、製品ページ

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

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

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

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

Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月