

Application Brief

TI のダイオードブリッジコントローラを使用して低損失整流を実現



Shiven Dhir

ホームセキュリティセンサ、ビデオドアベル、ランドスケープ照明、サーモスタット、PoE (パワー オーバー イーサネット) 電源セキュリティカメラなどの最終製品は、低電圧の AC 電源 (通常は 24Vac) を入力として使用しますが、ダウンストリーム負荷には DC 電源が必要です。このようなアプリケーションでは、全波整流器を使用して AC を DC に変換します。従来は、消費電力や発熱に関して性能が低いショットキー ダイオードを使用して変換していました。この記事では、LM74680/1 理想ダイオードブリッジコントローラを活用して消費電力を低減し、スペースの制約がある最終製品の熱管理能力を向上させる方法を中心に説明します。

低電圧 AC 整流

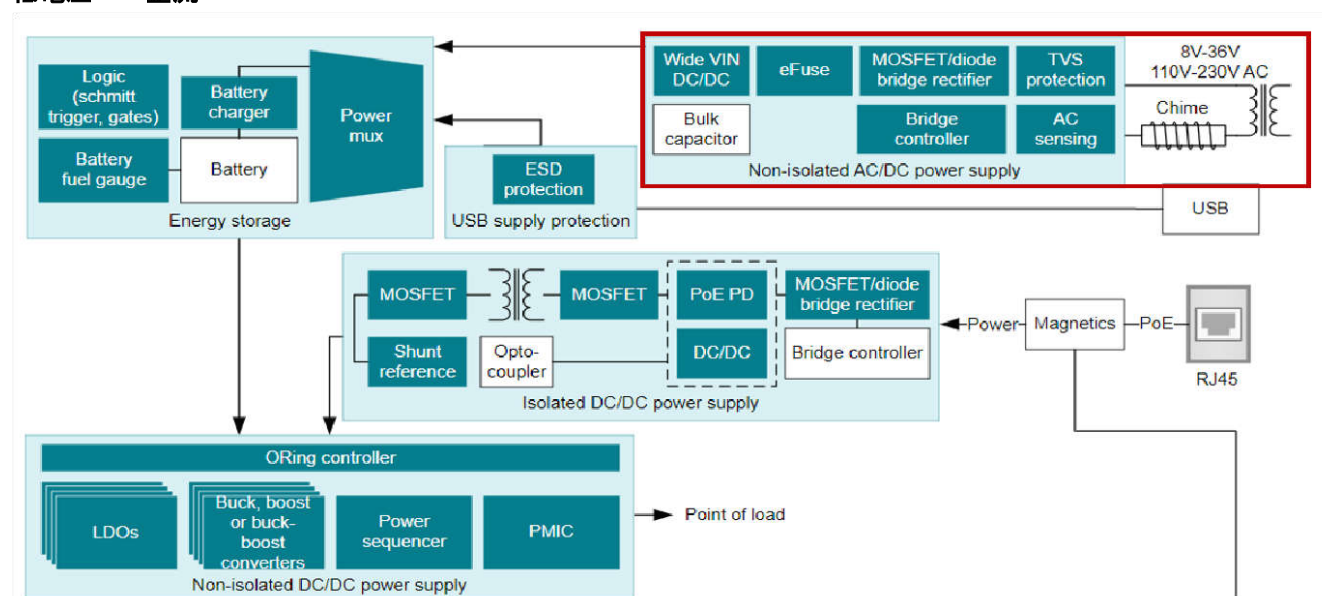


図 1. ビデオドアベルの代表的なブロック図

低電圧 AC 電源ドアベルも含めた最新のドアベルの多くには、マイコン、センサ、通信モジュールなど、DC 電源を必要とする回路が搭載されています。従来、ダイオードブリッジが低電圧 AC を安定した DC 電圧に変換して、これらの部品に電力を供給しています。これらの部品は、電源の変動、電磁干渉、温度の変動などのノイズ源の影響を特に受けやすくなっています。最も重要な特長は、異なるトランスの定格に対応するために、入力電圧範囲が 8V ~ 36V AC という広い入力範囲で動作電圧に対応できる点です。ビデオドアベルフロントエンドの設計には、広い入力範囲や動作負荷電流にわたって高効率をサポートするパワーマネージメント製品を含める必要があります。

任意のドアフレームに取り付けて、どのような温度でも最高の性能を発揮するビデオドアベルを設計するには、設計者はパワーマネージメント部品の熱を考慮する必要があります。従来、設計では入力にダイオードブリッジ整流器を使用してダウンストリーム負荷に電力を供給していました。このような整流器は、各 AC サイクルでの各ダイオードの両端間の電圧降下が大きいため、性能が低下していました。

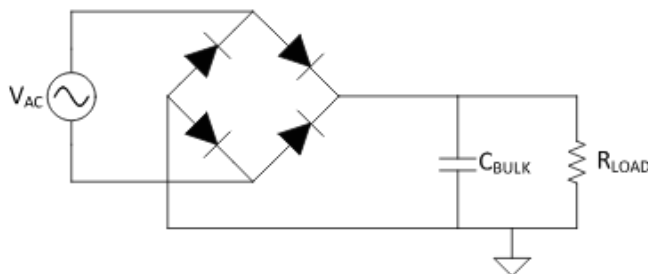


図 2. 従来型のダイオードブリッジ整流器

従来のダイオードブリッジでの $0.5V$ のショットキーを考慮すると、各サイクルでの電圧降下は約 $1V$ ($0.5V \times 2$) です。この消費電力は、 $1.5A$ 負荷時に各サイクルで約 $1.5W$ です。

PoE (パワー オーバー イーサネット)

PoE (パワー オーバー イーサネット) により、1 本のイーサネットケーブルで電力とデータを同時に送信できます。これにより、電力用の余分な配線が不要になり、設置プロセスが簡素化されます。PoE は主に 3 つの部品で構成されています。

- 給電側機器 (PSE)
- 受電側 (PD)
- イーサネットケーブル

2018 年に IEEE 802.3bt が追加された結果、PoE の電力能力が向上し、高性能 IP カメラ、ワイヤレス アクセス ポイント、LED ライティング システムなどのデバイスへの電力供給をはじめとする幅広い用途を実現できます。新しい規格では、4 組の配線すべてを使用して、タイプ 3 (最大 $60W$) とタイプ 4 (最大 $100W$) の電力供給を導入しました。

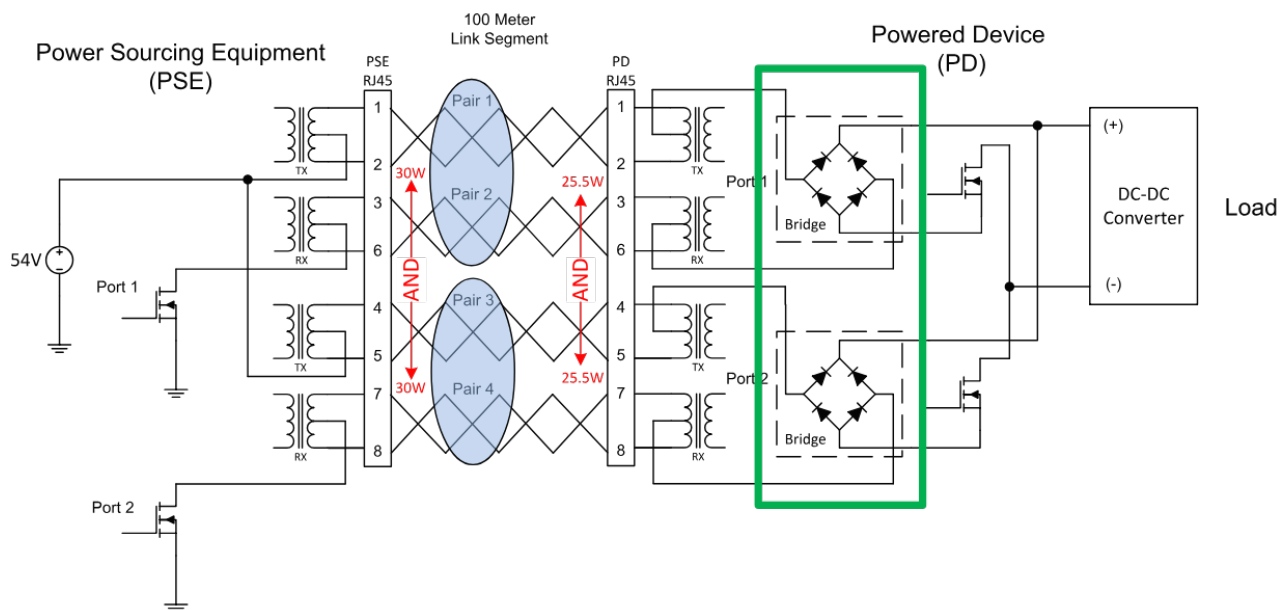


図 3. PoE (パワー オーバー イーサネット) の入力アーキテクチャ

従来、この設計では 2 個のダイオードブリッジを使用するので、合計で $0.5V \times 4 = 2V$ の電圧降下になります (ショットキー $500mV$ を考慮)。 $48V$ レールでダウンストリーム負荷に $90W$ の電力を供給する場合、電流を均等に共有すると考えると、必要な電流は約 $1.9A$ です。これにより、合計 $1.9W$ の電力が消費されます。

LM7468X 理想ダイオードブリッジコントローラを使用した設計

LM74680 は、フルブリッジ構成で 4 個の N チャネル MOSFET を駆動し、電圧整流を行うダイオードブリッジコントローラです。LM74680 を使用すれば、従来のダイオードブリッジ整流器に比べて電圧降下が小さくなり、消費電力を低減できます。これにより、電源設計の簡素化、ヒートシンクの排除、PCB 面積の削減が可能になります。内蔵チャージポンプにより N チャネル MOSFET の使用が可能です。N チャネルは、同じ電力レベルの P チャネル MOSFET よりも小型で、コスト効率が優れています。このチャージポンプは、逆電流条件に対する高速応答も備えており、入力短絡への保護を提供します。LM74680 にはイネーブルピンがあり、外部信号によってゲートドライバをイネーブルまたはディセーブルできます。LM74680 は、DC ~ 1kHz の電圧整流をサポートしています。

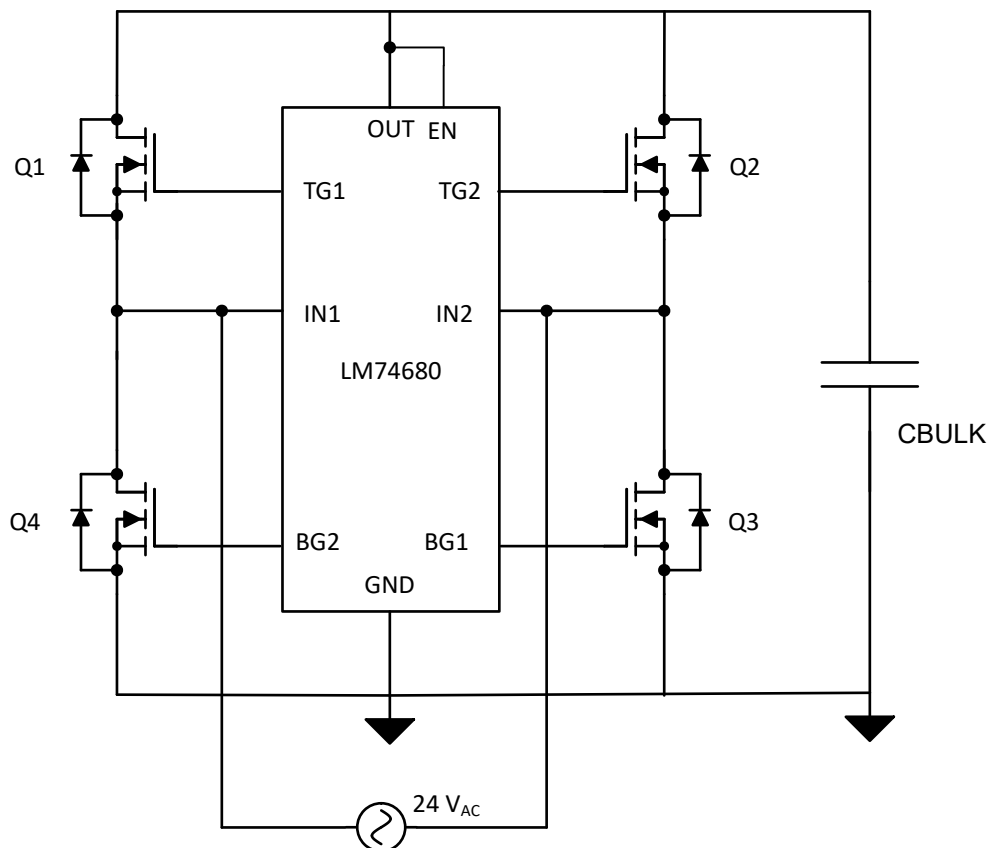


図 4. LM74680 理想ダイオードブリッジコントローラ

LM74680 の性能と比較すると、完全導通モードで動作しているとき、各サイクルでの電圧降下はわずか $2 (I_{\text{LOAD}} \times R_{\text{DS_ON}})$ です。1.5A 負荷の場合、この評価基板で CSD88537ND FET を使用する場合、LM74680 は各サイクルで $2 \times (1.5\text{A}^2 \times 12\text{m}\Omega) = 54\text{mW}$ の電力のみを消費します。通常のブリッジでは、スマートコントローラに比べて 27 倍の電力を消費します。

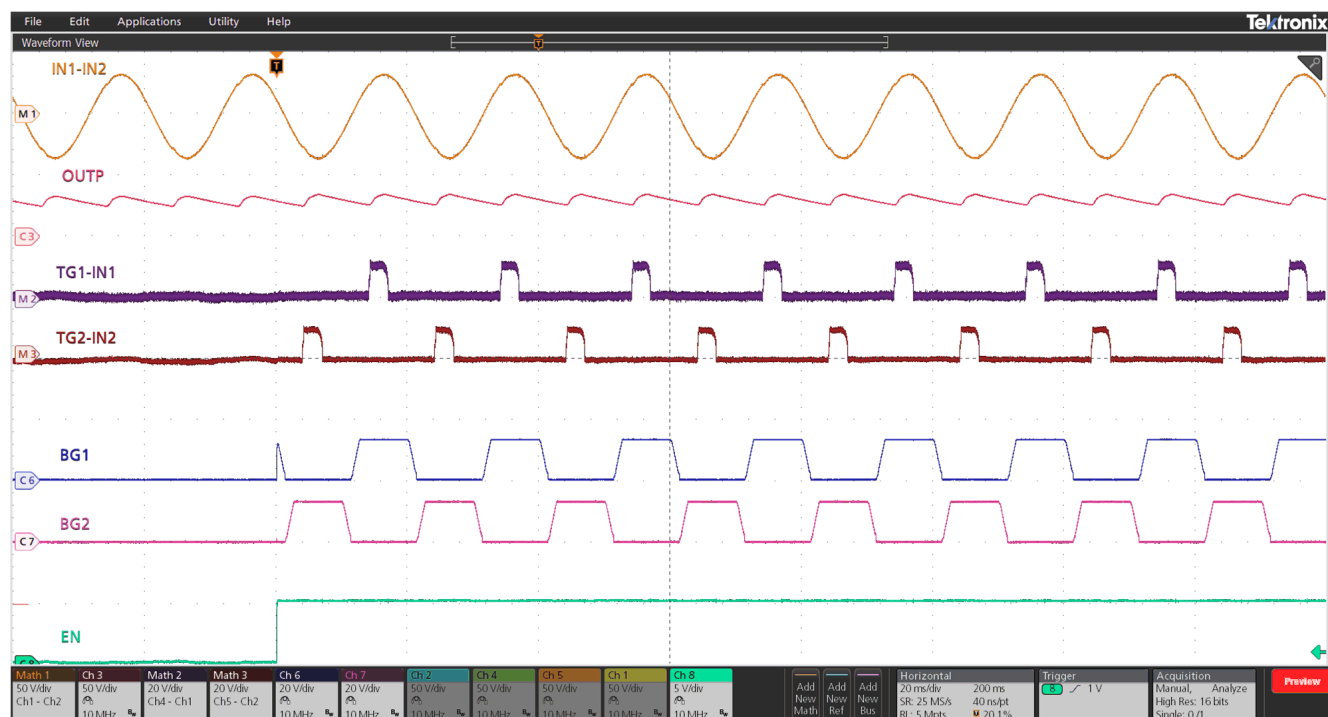


図 5. 24VAC、50Hz ソースの LM74680 のアクティブ整流

注

AC 整流を実現するための部品の選定については、以下の LM74680 データシートの 図 5 を参照してください。

ビデオドアベルなどの小型最終製品の設計において、サイズ、消費電力、熱管理は重要な役割を果たします。LM74680 ダイオードブリッジコントローラは、これらの課題や、目的の温度範囲にわたって信頼性の高い動作を実現するシステムを設計するための適切な選択肢です。

図 6 に、LM7468x と組み合わせた場合の B360A ショットキー ダイオードと CSD88537ND MOSFET の理論的な消費電力の比較を示します。

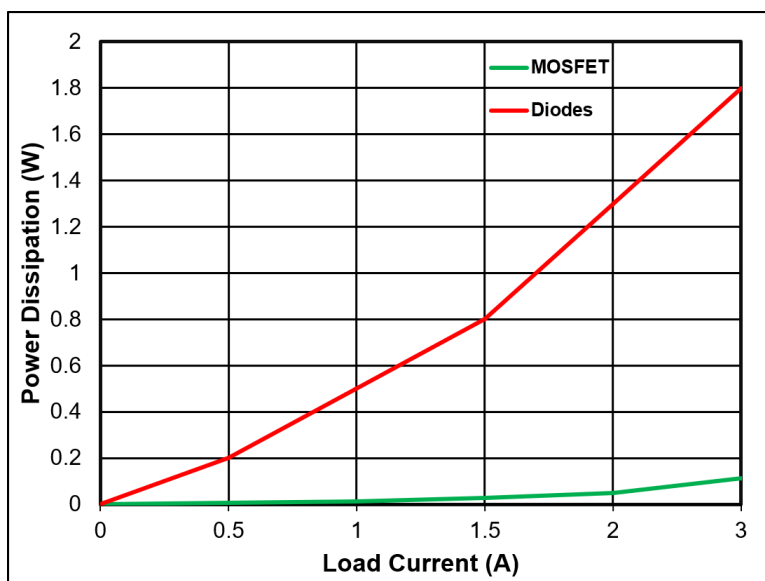


図 6. ショットキー ダイオードと LM7468x の設計との電力損失の比較

室温で設計の各方式を 3A DC 負荷に加えた場合の温度上昇の差を、図 7 と図 8 に示します。

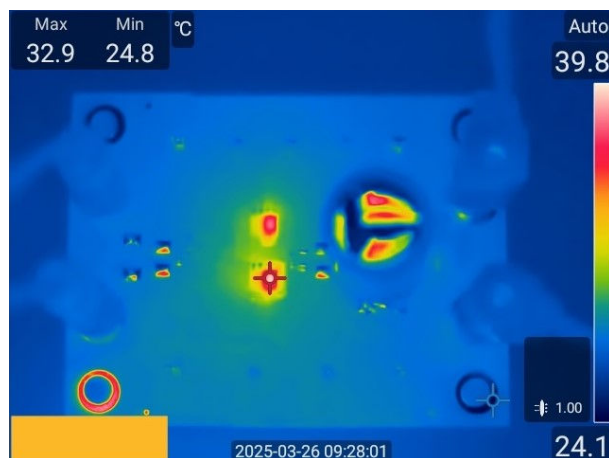


図 7. CSD88537ND FET の放熱性能 (3A DC 負荷時)

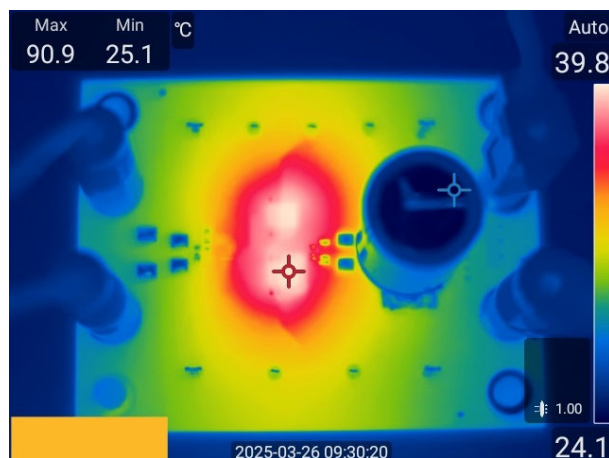


図 8. 3A DC 負荷での B360A ダイオードの放熱性能

まとめ

パッシブ ダイオードは回路設計を容易に実行できる方法ですが、サイズが大きく、電圧降下が大きく、熱伝導率が悪いいため、使用効率が非常に悪いです。新時代の設計の小型化に伴い、性能を向上させるには、パッシブ ダイオードの置き換えが不可欠になります。LM74680 や LM74681 などのアクティブ ブリッジ整流器コントローラは、放熱や効率などの面で、類似品中で最高クラスの性能を実現します。コントローラを活用することで、設計の信頼性と寿命を向上できます。

参考資料

- PoE ライティングの採用が進展中
- 次世代ビデオアベルの実現
- LM74681 100V 理想ダイオード ブリッジ コントローラ、PoE 受電アプリケーション向け
- LM74680 低損失整流向け、理想ダイオード ブリッジ コントローラ

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用される テキサス・インスツルメンツ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。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated