

Application Brief

統合された電源およびデジタル絶縁設計を活用して設計性能を向上



Himalaya Pramanick

概要

産業オートメーション、モータードライブ、通信インターフェイスにおける最新の絶縁システムでは、絶縁バリアのために従来のトランス ベースの DC/DC 変換を実装する際に、設計上の大きな課題に直面しています。従来のアプローチでは、複雑な部品選定、困難な PCB レイアウト、広範な安全認証、慎重な EMI 管理が必要となり、その結果、コストの増加、基板面積の拡大、開発期間の長期化を招きます。設計を成功させるためには、エンジニアは絶縁トランス、ドライバ回路、整流段、フィードバック ネットワークなど、複数のディスクリート コンポーネントを調べる必要があります。

テキサス インストルメンツの ISOW64xx シリーズは、絶縁 DC/DC 変換とデジタル絶縁を単一パッケージに統合する革新的な設計により、これらの課題に対応します。さらに、優れた EMC 性能を確保しつつ、競争力のあるコストを実現するよう最適化されています。この統合アーキテクチャにより、外付けトランスや周辺回路が不要となり、部品点数を最大で 70% 削減できます。また、(5V 入力、3.3V 出力モードにおいて) 140mA の出力電流能力を備え、精密 ADC や通信インターフェイスの電源供給に対応します。

この資料では、統合型絶縁設計が大きな利点をもたらす 3 つの主要なアプリケーション分野を紹介します：

- 高分解能 ADC の電源供給およびデータ絶縁を必要とする PLC のアナログ入力モジュール。
- RS485/ PROFIBUS および CAN プロトコルを使用する長距離の産業用通信システム。
- 多様な信号タイプに対応するセンサ フロント エンド インターフェイス。

この統合アプローチにより、設計の簡素化、市場投入までの時間短縮、システムコストの削減といった明確な改善が得られ、さらに競合設計を上回る業界最高レベルの EMC 性能を実現します。絶縁システムを開発するエンジニアにとって、これらの統合設計は、複雑なディスクリート設計から最適化されたコスト効率の高いアーキテクチャへのパラダイム シフトを意味し、製品開発を加速させるとともに、要求の厳しい産業環境においても堅牢な性能を実証します。

概要

すべての絶縁デバイスは、フローティング グランド側の回路に電力を供給するために、絶縁型 DC/DC コンバータを必要とします。この絶縁は、産業用オートメーション、モータードライブ、通信インターフェイスなどのアプリケーションにおいて、安全性の確保、ノイズ耐性の向上、そしてグランド ループの除去のために不可欠です。従来の設計では、絶縁された DC 電源を生成するためにトランスを使用しており、その結果、追加のトランスドライバ、整流回路、帰還回路、制御ロジックが必要となります。トランスは通常 100kHz ~ 1MHz のスイッチング周波数で動作し、適切な巻数比の実現、漏れインダクタンスの最小化、そして 5kVRMS 以上の絶縁耐圧の維持のために、慎重な磁気設計が求められます。これらの設計では、負荷変動や入力電圧変動に対して出力電圧を安定させるために、フォトカプラや磁気結合を用いた高精度な帰還回路も必要となります。これらの要件が組み合わさることで、絶縁システムを開発するエンジニアにとって、複雑さ、コスト、そして市場投入までの時間を増大させるいくつかの設計課題が生じます。

従来型の絶縁型 DC/DC 設計が複雑な理由

- 複数コンポーネントの選択:

従来の絶縁電源では、多数のディスクリート部品が必要となります:

- 特定の巻線比を持つ絶縁トランス。
- トランスドライバ IC。
- 整流器のダイオードとフィルタ コンデンサ。
- フォトカプラを使用した帰還回路。
- 保護回路および制御回路。

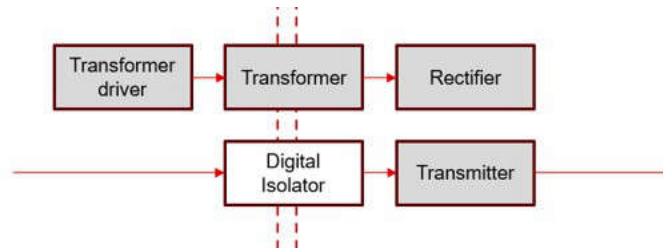


図 1. ディスクリート設計に必要な部品

- 困難な PCB レイアウト:

絶縁型コンバータはレイアウトの問題を引き起こします:

- 高周波スイッチングによってノイズが発生するため、慎重な配線設計が必要となります。
- 絶縁バリアでは、一次側と二次側の間に特定の間隔を確保する必要があります。
- 複数の電力部品では、熱管理が重要になります。
- EMI 制御には、追加のフィルタリングとシールドが必要です。

レイアウトのガイダンスについては、[ISOW6441DWEEVM](#)、[ISOW3080DWEEVM](#)、[ISOW1050DWEEVM](#) を参照してください。

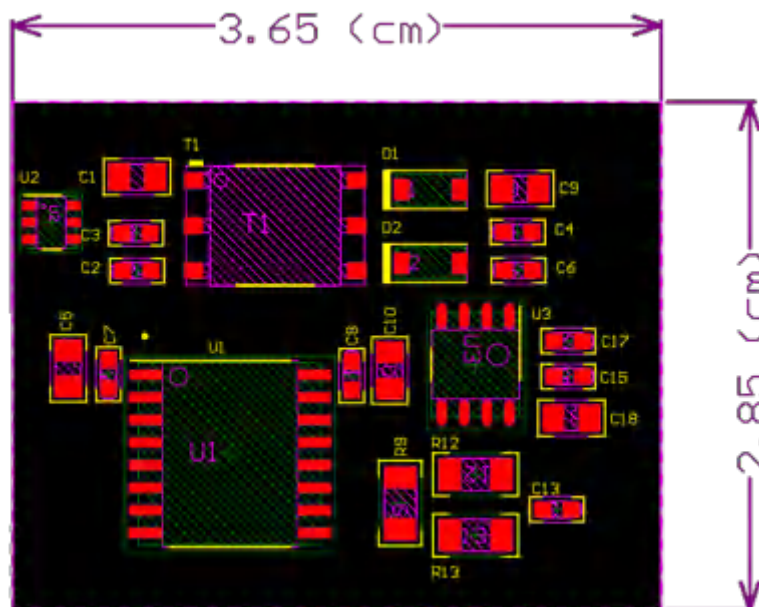


図 2. ディスクリート実装による複雑なレイアウト

- **安全認証の複雑さ:**

外付けの絶縁トランスは、認証に関する負担を増大させます:

- トランスは、別々の安全機関の承認を必要とします。
- 追加の高電圧テストが必要です。
- 詳細な資料と準拠試験。
- 認証に要する期間が長くなります。

- **より高いシステム コストと基板面積:**

従来のアプローチでは、全体的なコストが増加します:

- 部品点数が多くなるほど、**BOM** コストも増加します。
- トランスや周辺回路のために、より大きな **PCB** 面積が必要となります。
- 追加の組み立ておよび試験時間が必要となります。
- 在庫管理の複雑さが増します。

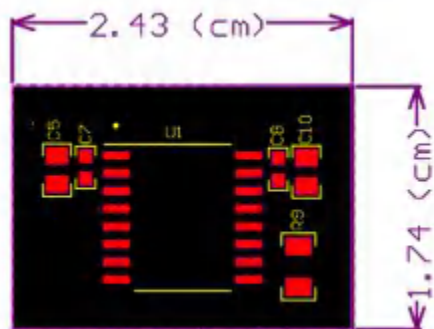


図 3. シンプルなレイアウト実装 (60% 面積低減)

- **EMI と性能の問題:**

スイッチングトランスは電磁的な課題を引き起こします:

- トランスのリングングは、高周波ノイズを発生させます。
- 巻線間の寄生容量によって同相モード電流が発生します。
- 漏れインダクタンスは効率とレギュレーションに影響を及ぼします。
- EMC 適合のために、追加のフィルタ回路が必要となります。

CISPR 32 放射データについては、[放射エミッション アプリケーション ノート](#)を参照してください。

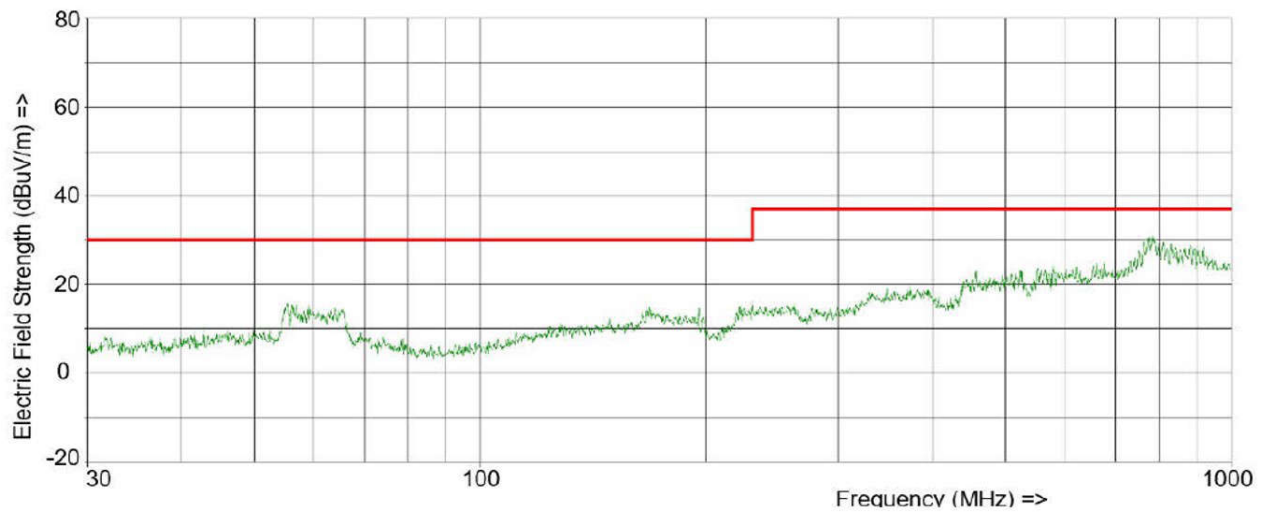


図 4. ISOW デバイスを使用した最高の EMI 性能

TI の統合設計: ISOW64xx シリーズは、これらの問題に対して、本デバイスは DC/DC コンバータとデジタル アイソレータの両方を単一パッケージに統合することで解決し、優れた EMC 性能を最もコスト効率よく実現するよう特別に設計されています。競合設計とは異なり、これらのデバイスは最適化された内部スイッチングトポロジと高度な EMI 抑制技術を採用しており、外付けトランスに一般的に見られるノイズ問題を解消します。この統合設計は、他のどの競合設計にも匹敵しない優れた電磁両立性を提供すると同時に、大量生産においてもコスト効率を維持します。

ISOW3080 は、絶縁型 DC/DC 電源、デジタル絶縁、そして RS485 トランシーバ機能を 1 つのデバイスに統合することで、統合をさらに進めており、RS485 アプリケーションにおいて比類のない EMC 性能を実現します。同様に、ISOW1050 は電源およびデジタル絶縁に加えて CAN トランシーバ機能を統合しており、CAN インターフェイス設計において業界最高レベルの EMC 性能を提供します。

主な利点

- **簡素化された設計:** 外付けトランスの設計は不要で、電源と信号を接続するだけで使用できます。
- **部品点数の低減:** ディスクリット設計に比べて、部品点数を最大 70% 削減できます。
- **優れた性能:** 最適化された内部設計により、より高い効率と低い EMI を実現します。
- **開発期間の短縮:** 事前に認証された絶縁により、設計および試験にかかる時間を短縮できます。
- **コスト削減:** 統合型の設計により、システム全体のコストを削減できます。

アプリケーション

- **PLC アナログ入力モジュール:**

プログラマブル ロジック コントローラ (PLC) のアナログ入力システムでは、調整されたアナログ信号をデジタル化し、グラウンド ループや電氣的な故障から制御システムを保護するために、絶縁バリアを越えて安全に伝送する必要があります。代表的なアーキテクチャは以下のとおりです：

- **A/D 変換:** 高分解能 ADC (通常 16 ~ 24 ビット) は、調整されたアナログ信号をデジタル形式に変換します。一般的には、ADS131M シリーズのようなデルタ シグマ ADC や、より高速な変換が可能な逐次比較型 ADC がよく選ばれます。これらの ADC は、変換精度を維持するために、低ノイズで安定した電源を必要とします。
- **絶縁型デジタル通信:** デジタル アイソレータは、産業用途の安全要件に対応するために最大 5kVRMS のガバナニック絶縁を維持しつつ、変換されたデータを絶縁バリア越しに伝送します。
- **絶縁型電源の要件:** ADC およびデジタル アイソレータの絶縁側には、クリーンで安定した電源が必要です。従来の設計では、個別の絶縁型 DC/DC コンバータが必要となり、複雑さとコストが増加します。
- **ISOW64xx デザイン:** ISOW64xx は、5V 入力から 3.3V 出力の構成において最小 140mA の出力電流を提供し、高精度 ADC (通常 10 ~ 50mA) およびデジタル アイソレータ回路 (10 ~ 20mA) を十分に駆動できます。この統合アプローチにより、外付け DC/DC コンバータの設計が不要となり、PCB 面積を最大で 60% 削減できるほか、電源シーケンスおよび電圧レギュレーションも簡素化されます。

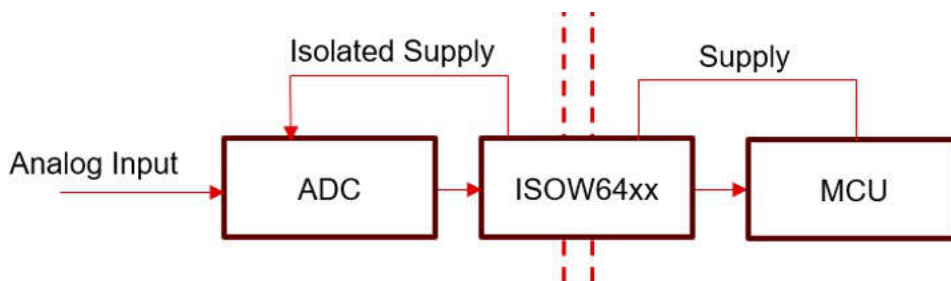


図 5. アナログ入力モジュールでの ISOW の使用

• **絶縁型長距離産業用通信:**

産業環境では、最大 1200 メートルに及ぶ距離で、高いノイズ耐性とマルチドロップ機能を備えた堅牢な通信が求められます。2 つの主要なプロトコルで、これらの要件に対応します:

- **RS485 通信ネットワーク:** 半二重の差動信号方式により、ネットワーク セグメントあたり最大 32 ノードをサポートでき、アプリケーションに応じて最適化されたデータレートで通信が行えます。RS485 は産業用オートメーションで広く使用されており、長距離で信頼性の高い通信には標準的に 500kbps、高速用途で距離が短い場合には 1Mbps のデータレートが用いられます。PROFIBUS-DP (分散型周辺機器) は RS485 の物理層を使用しますが、特定のタイミングおよびプロトコル要件を持ち、工場オートメーション向けに決定論的通信をサポートします。PROFIBUS は通常、標準的な用途では 500kbps、高性能用途では 1Mbps で動作します。
- **CAN バス ネットワーク:** コントローラ エリア ネットワーク プロトコルは、リアルタイム制御アプリケーション向けに、決定論的でエラー耐性の高い通信を提供します。CAN は最大 1Mbps のデータ レートをサポートし、自動仲裁およびエラー検出 / 訂正機能を備えています。産業用の CAN 実装では、ノード間のグラウンド ループを防ぐために、絶縁型トランシーバが必要となります。
- **従来の設計上の課題:** 絶縁バリア、DC/DC コンバータ、通信トランシーバを個別に選定すると、部品の整合性の問題が生じ、BOM の複雑さが増し、さらに産業用の放射および耐性規格を満たすために慎重な EMC 設計が必要となります。
- **ISOW3080 統合型 RS485 の設計:** TI は、特定のアプリケーション要件に対応するために最適化された 4 種類のバリエーションを提供しています:
 - **ISOW3080:** 標準的な産業用オートメーション向けの 500kbps 対応 RS485 トランシーバ。
 - **ISOW3086:** 高速通信要件に適した 1Mbps の RS485 トランシーバ。
 - **ISOW3080P:** PROFIBUS-DP のタイミング仕様に適合した、500kbps 対応の PROFIBUS 最適化トランシーバ。
 - **ISOW3086P:** 高性能な PROFIBUS ネットワーク向けの、1Mbps 対応 PROFIBUS 最適化トランシーバ。
 すべてのバリエーションは、絶縁電源、デジタル絶縁、そしてプロトコルに最適化されたトランシーバを単一パッケージに統合しており、外付けトランシーバ IC や関連する保護回路を不要にするとともに、優れた EMC 性能を実現します。
- **ISOW1050 統合型 CAN 設計:** TI は異なるシステム電力要件に対応するために 2 種類の CAN インターフェイス オプションを提供しています:
 - **ISOW1050:** 単一電源で動作する CAN トランシーバ
 - **ISOW1050V:** フレキシブルなデュアル電源動作の CAN トランシーバ
 両方のバリエーションは、絶縁電源、デジタル絶縁、そして ISO 11898-2 の物理層仕様に適合した CAN トランシーバを単一パッケージに統合しています。
- **代替プロトコルのサポート:** RS485 や CAN 以外のプロトコル (PROFINET, EtherCAT, カスタム UART など) については、ISOW64xx が絶縁電源およびデジタル絶縁の基盤を提供し、設計者は適切な通信トランシーバを追加することで、統合された電源の利点を維持しながら対応できます。

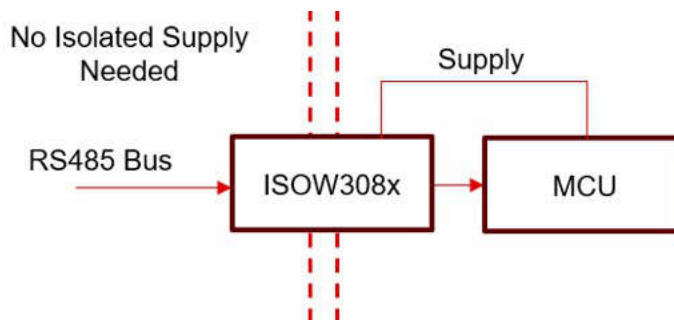


図 6. 絶縁型長距離産業用通信

• センサ フロント エンド インターフェイス モジュール:

産業用センサ インターフェイスでは、精密なシグナル コンディショニング、安全性およびノイズ耐性のための絶縁、そして過酷な電磁環境における信頼性の高い電源供給が求められます:

- **センサ信号の種類:** 産業用センサは、さまざまな信号形式を生成します: 長距離でのノイズ耐性に優れた 4 ~ 20mA の電流ループ、圧力 / 温度センサからの 0 ~ 10V の電圧信号、コールド ジャンクション補償を伴うマイクロボルトレベルの増幅が必要な熱電対、そして正確な温度測定のために高精度な励起電流を必要とする RTD などが含まれます。
- **センサ電源要件:** さまざまなセンサには異なる電力ニーズがあります:
 - 温度センサ (熱電対、RTD): 1 ~ 10mA 励起電流。
 - 圧力 / ひずみゲージセンサ: 5 ~ 20mA のブリッジ励起電流。
 - 近接センサ: センシング方式に応じて 10 ~ 50mA 程度。
 - デジタル出力を備えるスマート センサ: 通信回路を含む 20 ~ 100mA。
- **シグナル コンディショニング回路:** 高精度計測アンプ、プログラマブル ゲイン アンプ、熱電対用のコールド ジャンクション補償回路、そして直線性回路には、低ノイズで良好に安定化された電源が必要です。
- **ISOW64xx センサ インターフェイスの設計:** 最小 140mA の出力電流能力により、複数のセンサ タイプおよび関連するシグナルコンディショニング回路を駆動できます。この統合アプローチにより、次のような利点が得られます:
 - 高感度なアナログ回路に対して、クリーンで安定化された電源を提供します
 - センサデータ伝送のためのデジタル絶縁を提供します
 - 部品点数の削減と PCB レイアウトの簡素化を実現します
 - 国際的な安全規格に適合した事前認証済みの絶縁を提供します
 - 産業用のノイズ環境においても優れた EMC 性能を発揮します

この統合設計により、センサ インターフェイスの開発を迅速化しつつ、要求の厳しい産業用途においても堅牢な性能を確保できます。

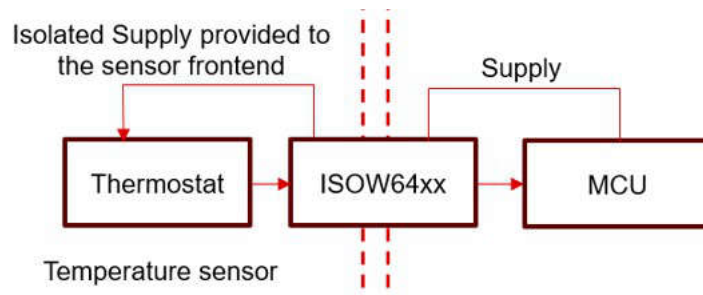


図 7. センサ フロント エンド インターフェイス モジュール

まとめ

絶縁システムを設計するエンジニアにとって、選択は明らかです。外付けトランスを用いた従来のディスクリート DC/DC コンバータ設計は、複雑さ、コスト、EMI の課題を増大させる一方で、TI の ISOW64xx シリーズは、最小のシステム コストで業界最高レベルの EMC 性能を実現します。最大 70% の部品削減、競合製品では達成できない優れた電磁両立性、そして過酷な産業用途で実証された高い信頼性により、ISOW 設計は PLC モジュール、通信インターフェイス、センサシステムにとって最適な選択肢となります。

参考資料

- テキサス インスツルメンツ、『[ISOW644x](#)、高い EMC 耐性、強化絶縁、DC-DC コンバータ内蔵の 4 チャンネル デジタル アイソレータ』、データシート。
- テキサス インスツルメンツ、『[ISOW308x](#)、高い EMC 耐性、DC/DC コンバータ内蔵の絶縁型 RS-485/RS-422 トランシーバ』データシート。
- テキサス インスツルメンツ、『[ISOW1050](#): 高い EMC 耐性、DC/DC コンバータ内蔵の絶縁型 CAN FD トランシーバ』データシート。
- テキサス インスツルメンツ、『[ISOW644x EVM](#) レイアウト ガイダンス用データシート』、評価基板。
- テキサス インスツルメンツ、『[ISOW308x EVM](#) レイアウト ガイダンス用データシート』、評価基板。
- テキサス インスツルメンツ、『[ISOW1050 EVM](#) レイアウト ガイダンス用データシート』、評価基板。
- テキサス インスツルメンツ、『[ISOW6441](#) を使用して、CISPR 32 Class-B の放射エミッション規格を容易にクリア』、アプリケーション ノート。
- テキサス インスツルメンツ、『[ISOW6441](#) を使用して、CISPR 25 Class-5 の車載向け放射エミッション規格をクリア』、アプリケーション ノート。

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