

## Application Brief

## 電源内蔵の絶縁型 RS-485 トランシーバによる設計の最適化



RS-485 は、動作の堅牢性から、産業用システムで一般的に使用されている通信インターフェイスです。これらのシステムは多くの場合、長距離の通信や、大きな電位を持つサブシステム間の通信を行う必要があります。どちらも、システム設計者にとって課題となります。RS-485 バスをシステムの他の部分から絶縁することで、重要な回路を保護できます。場合によっては、高電圧や不要な過渡から人間のオペレータを保護することもできます。高電圧からの保護に加えて、ガルバニック絶縁も RS-485 システムの長距離通信に多く使用され、ノイズやバス上のデータの中断を引き起こす、グラウンド・ループを防止します。

## 従来型の分離ソリューション

RS-485 通信でガルバニック絶縁が必要な場合、マイクロコントローラからトランシーバへの送信、受信、イネーブルの信号を絶縁するために、信号の絶縁が必要です。このために通常は、絶縁型 RS-485 トランシーバを使用するか、またはデジタル・アイソレータと外部トランシーバを組み合わせ使用します。RS-485 データの絶縁に加えて、絶縁型トランシーバの 2 次側に絶縁型電源を供給する必要があります。この用途のため、DC/DC コンバータをプッシュプル、フライバック、フライ降圧など、さまざまなトポロジで使用できます。絶縁型電源を作成するために、トランス・ドライバを外部トランスと組み合わせ使用する例を、[図 1](#) に示します。

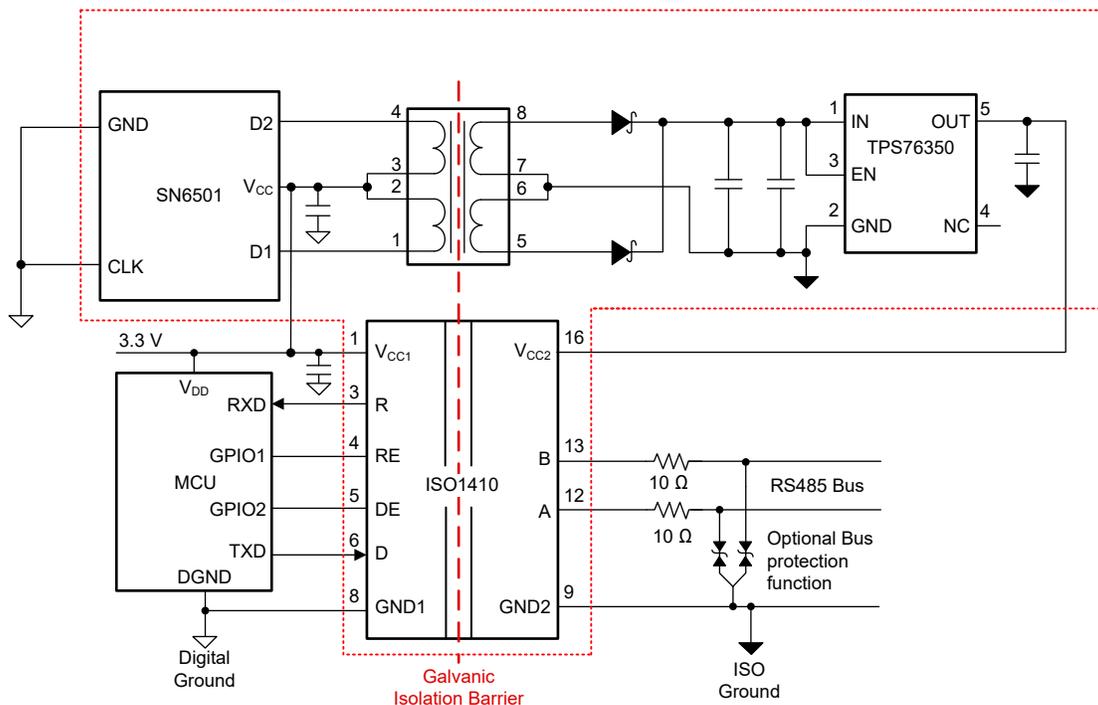


図 1. ISO1410 および SN6501 トランス・ドライバを使用する RS-485 用の信号および電源絶縁ソリューション

## 統合ソリューション

分離実装の代わりに、[図 2](#) に示すように、DC/DC 内蔵の絶縁型 RS-485 トランシーバを使用することもできます。この場合、[図 1](#) で赤にハイライトされている機能の全体がシングルチップに完全に統合されています。

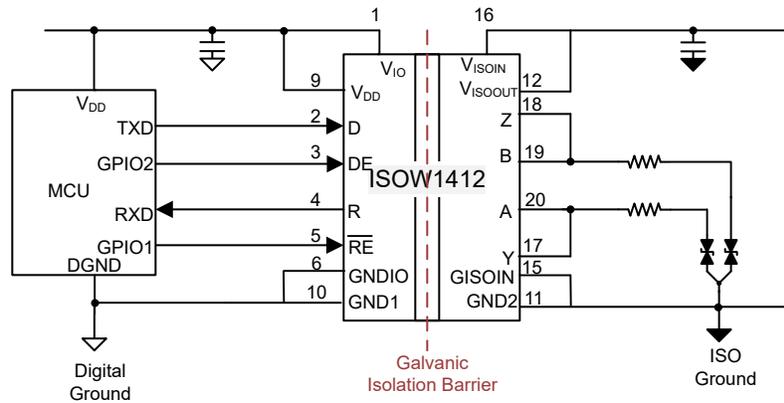


図 2. 絶縁型 RS-485 と絶縁型電源の統合実装

シングルチップの絶縁型トランシーバは、システム・エンジニアが製品の設計時に直面する、次のような設計上の課題の解決に役立ちます。

- **基板面積の削減。** シングルチップ・ソリューションの主な利点の 1 つは、他の分離実装に比べて基板面積を削減できることです。システム設計者がソリューション・サイズの縮小や、製品の新世代ごとに機能を追加することを求めている場合、絶縁型 RS-485 用のシングルチップ・ソリューションを組み込むことで、図 3 に示すように、基板面積を 48% 削減できます。

x および y 方向の寸法を小さくできるのに加えて、ソリューションの高さも大幅に減らすことができます。標準的なトランスは、シングルチップ・デバイスのパッケージの高さよりも 2~3 倍も厚い可能性があります。

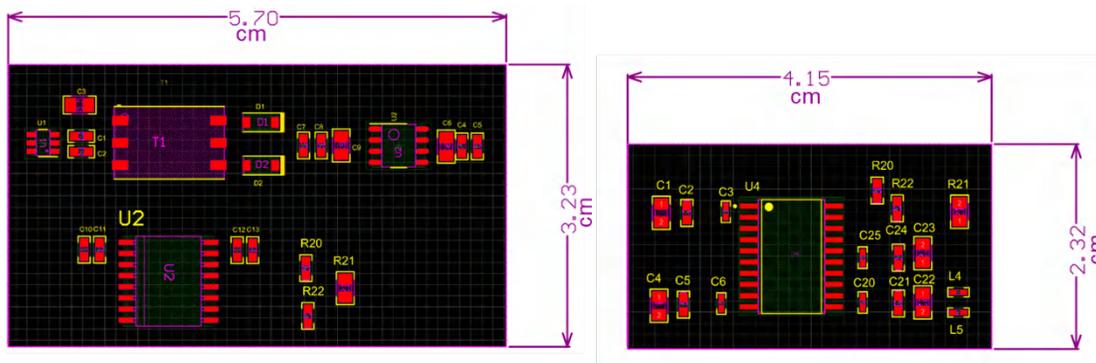


図 3. 分離 (左) と統合型 (右) の絶縁型 RS-485 サブシステムの基板面積の比較

- **認定を取得しやすい:** 製品のリリースは、ただでさえ忙しい作業ですが、安全認証を行うことで、さらに時間と労力を多く必要とすることがあります。システム内の各絶縁コンポーネントは、VDE (Verband der Elektrotechnik) 0884-11 や UL (Underwriters Laboratories) 1577 など、コンポーネント・レベルの規格の認証を取得する必要があります。正しい絶縁定格と認証を持つ適切なトランスを見つける必要があるため、設計プロセスはさらに複雑なものになります。信号と電源の絶縁をシングルチップのソリューションに統合すると、これらの要素の認証をまとめて行うことができ、最終製品の認証プロセスを短時間で完了できます。
- **シンプルで堅牢な設計:** 図 1 に使用されている部品を、図 2 に示すシングルチップのソリューションに統合することで、基板設計が大幅に簡素化されます。また、常時振動にさらされるアプリケーションでは、大きなトランスの性能が低下する可能性があります。トランスを基板から取り除くことで、シングルチップのソリューションを使用するとき、システム設計の信頼性が高くなります。

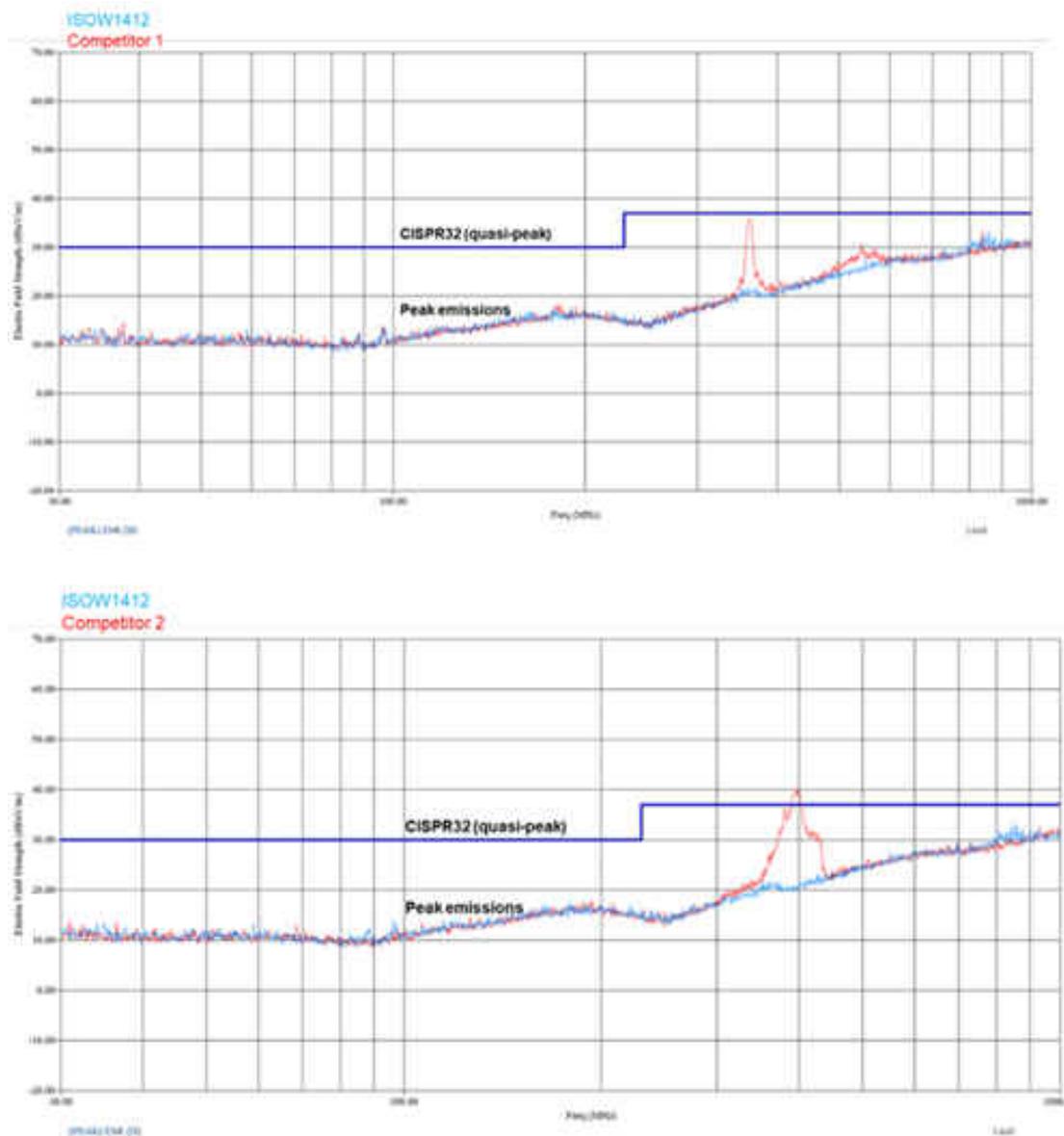
## 統合の課題

シングルチップの絶縁型 RS-485 デバイスには多くの利点がありますが、統合の強化に伴う性能のトレードオフがこれまで存在していました。パッケージ内に収まるほどトランスを小型にするには、スイッチング周波数を高くする必要があります。スイッチングが高くなると、電力損失が増加し、効率が低下します。さらに、トランスが物理的に小さくなると、バリアの両側にまたがる同相寄生容量が増加し、システム・レベルで放射放出性能が低下します。これらのデバイスの放射放出があることから、CISPR 32 や他の一般的な業界要件を満たすのが困難な場合があります。さらに、これらのデバイスでは、

デバイスのパッケージ内の接合部温度が上昇せずにサポート可能な負荷電流が制限される傾向があります。周囲の温度が高いことが予想される環境では、これが別の制限となります。

## テキサス・インスツルメンツのソリューション

DC/DC コンバータを内蔵したテキサス・インスツルメンツのシングルチップ絶縁型 RS-485 トランシーバである **ISOW1412** と **ISOW1432** は、このようなシングルチップのソリューションを使用するのが困難だった理由である、一般的な問題点の多くを克服できるように設計されています。このような課題のうち最大のものは一般に、**CISPR 32** や他の放射放出レベルのマスクを満たすことです。**ISOW1412** と主要な競合デバイスとの放出の比較を、[図 4](#) に示します。これらの放出は、絶縁バリアの両側にスティッチや Y コンデンサを使用せず、2 層 PCB でテストしたものです。これらのデバイスは、LDO とバッテリーにより給電され、入力電源ノイズを最小限に抑えています。PCB には、デバイスの入力と出力にフェライト・ビーズが含まれています。[図 4](#) に示す結果は、入力電圧が 3.3V、出力電圧が 3.3V のとき、**ISOW1412** が大きな余裕を持って **CISPR32** 規格に合格しているのに対して、競合ソリューションは制限ラインに近い、または超えていることを示しています。市場の既存のソリューションを使用すると、**CISPR 32 Class B** や他の放射放出規格を満たすのは困難な可能性があります。が、**ISOW1412** と **ISOW1432** は業界をリードする放出性能を持っているため、システム設計者はシステム・レベルで余裕を持ってこの作業に取り組むことができます。



**図 4. ISOW1412 と 2 つの競合デバイスとの放出の比較。ISOW1412 は、2 層基板で CISPR 32 Class B の放射マスクを満たします**

また、集積度が高いシングルチップのソリューションでは、放熱性能も一般的な課題になります。ISOW14xx ファミリーは最高 47% の効率を実現し、消費電力の低減と、より高い周囲温度範囲のサポートを可能にします。図 5 に示すように、ISOW1412 は競合製品と比較して約 4°C 低温で動作します。これにより、ISOW1412 と ISOW1432 は -40°C ~ 125°C の産業用温度範囲全体で動作できます。これに対して競合ソリューションでは、動作範囲を 85°C または 105°C までに制限する必要があります。

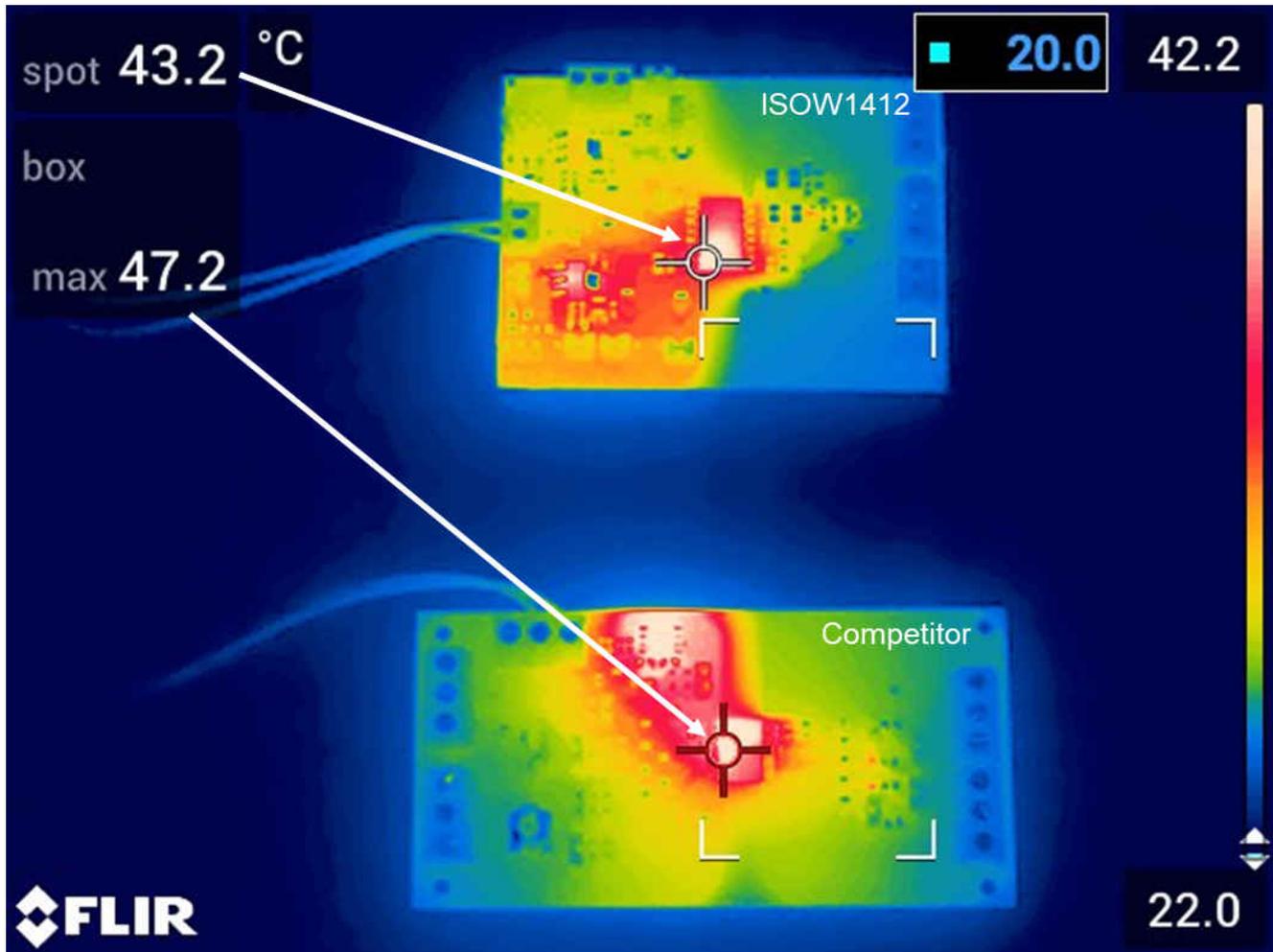


図 5. ISOW1412 (上側) と主な競合製品 (下側) との、60Ω の RS-485 終端を使用した 5V Vin と Vout での熱の比較

ISOW1412 は 500kbps、ISOW1432 は 12Mbps のトランシーバで、いずれも全二重ですが、半二重にも構成できます。ISOW14xx ファミリのデバイスは、MODE ピンを使用してバス電圧の差動を 1.5V から最小 2.1V に拡大し、PROFIBUS をサポートできます。これによって、より優れた信号対雑音比を実現し、ノイズの多い環境でも信頼性の高い通信を保証できます。さらに、どちらのデバイスも、バス上で最高 8kV の IEC-ESD 保護機能を搭載しているため、バス上の TVS ダイオードを除去して、システムのコストを削減できます。どちらの ISOW14xx デバイスも、診断、LED 表示、電源監視機能に使用するため、追加の 1Mbps GPIO チャンネルを搭載しているため、基板に別のデジタル・アイソレータを実装する必要はありません。これらのデバイスは、単一の 3V または 5.5V 電源で動作するか、または最低 1.8V のロジック・レベルを使用し、パワー・コンバータと独立に動作できます。

## アプリケーション

- AC モーター・ドライブ:** 交流 (AC) モーター・ドライブは、図 6 に示すような構成です。この場合、RS-485 インターフェイスの通信相手であるプログラマブル・ロジック・コントローラ (PLC) は、数千メートルも離れている可能性があります。AC ドライブの制御モジュールのグラウンドと、PLC 上のバス側グラウンドとの間に、大きなグラウンドの電位差が存在する可能性があります。この場合、グラウンド・ループによって通信が破壊されることを防止するために、トランシーバを絶縁する必要があります。ISOW14xx は、多くの場合に絶縁型 RS485 インターフェイスにしか絶縁型電源を必要としないため、このような外部通信の使用事例に最適なデバイスです。基板面積の削減と簡素化に加えて、PROFIBUS のサポートにより SNR が向上し、ノイズ耐性が高くなります。また、ESD 保護機能が内蔵されているため、TVS ダイオードをバスから取り除くことができます。

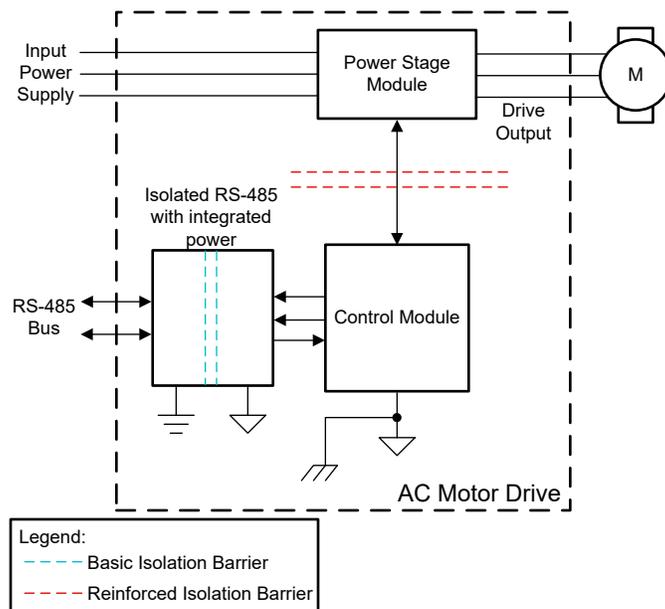


図 6. AC モーター・ドライブの一般的なブロック図

2. ソーラー・インバータ: ソーラー・インバータのブロック図を、[図 7](#) に示します。RS-485 インターフェイスは、制御モジュールから制御ステーションへの通信に多く使用されます。このアーキテクチャでは、制御モジュールが機能的にインバータ段と絶縁されています。インバータの効率を向上させるために DC リンク電圧が高くなる傾向があるため、絶縁電圧がより高くなり、絶縁型 RS-485 の選択がさらに難しくなります。制御ステーションでの人間の安全性を考えると、絶縁型 RS-485 も強化絶縁規格に準拠する必要があります。ISOW14x2 デバイスは、DC リンク側からの電源を採用して 1500V<sub>PK</sub> の動作電圧と強化絶縁を実現しており、制御モジュールから外部への通信に理想的です。



## まとめ

電源を内蔵したシングルチップの絶縁型 RS-485 トランシーバは、グラウンド・ループを防止するために機能絶縁が必要な場合や、高電圧システムで数千ボルトの保護が必要な場合など、各種の産業用アプリケーション向けの最適なソリューションに使用できます。ISOW1412 と ISOW1432 は、テキサス・インスツルメンツの高品質 SiO<sub>2</sub> ベースの高電圧絶縁テクノロジーと、業界をリードする DC/DC コアを搭載した製品で、クラス最高の放射放出性能を実現しており、設計プロセスの簡素化と基板面積の節減に貢献します。

## 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](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる TI 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。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。

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、TI 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 © 2023, Texas Instruments Incorporated