

## Application Brief

# 最小サイズと最高の信頼性のために RS-485 を絶縁する方法



Vikas Kumar Thawani

### RS-485 ポートのガルバニック絶縁

RS-485 は、数十年にわたって業界で最も使用されてきた有線通信インターフェイスです。RS-485 は平衡差動信号を使用しているため、同相ノイズを除去し、ノイズの多い産業用の環境で長距離通信を容易にします。RS-485 は、ファクトリ・オートメーション、保護リレー、エネルギー・メーター、モーター・ドライブ、ビルディング・オートメーションなど、ほとんどの産業用アプリケーションで一般的な通信ポートです。

TIA/EIA-485-A 規格では、準拠トランシーバは  $\pm 7V$  のグラウンド電位差 (GPD) で動作する必要があると定義されています。図 1 に示すように、レシーバ・バス・ピンの同相電圧 ( $V_{cm}$ ) は、GPD、ドライバ出力同相電圧 ( $V_{oc}$ )、およびバス・ピンに対する同相結合ノイズ ( $V_n$ ) の合計です。ノード間の通信距離が長くなって GPD が大きくなるか、または産業環境でノイズが大きくなってバス上の同相ノイズが増加すると、レシーバ・バス・ピンの同相電圧は推奨動作条件外になります。これは、データの破損やトランシーバの損傷につながる可能性があります。

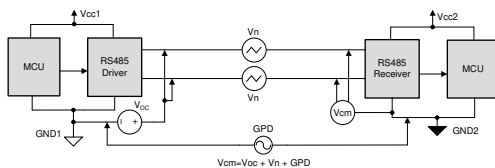


図 1.

図 2 に示すように、RS-485 トランシーバの信号パスと電源パスにガルバニック絶縁を導入することが、この問題の解決策です。絶縁バリアのインピーダンス ( $10^{12}\Omega$  超) は RS-485 レシーバの入力インピーダンスよりもはるかに大きいので、GND2 を基準とする電圧は主に絶縁バリアの両端に印加されます。絶縁により、受信 MCU とフローティング・トランシーバの間で信号を転送できるだけでなく、GND1 と GND2 のグラウンドの大きな電位差に対処できます。

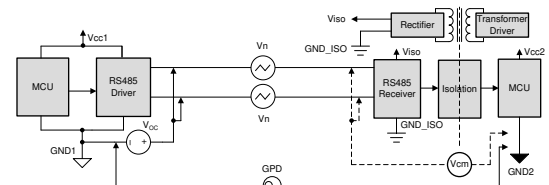


図 2.

### 従来のソリューション

従来、システム設計者はフォトカプラ・ベースのソリューションを使用して、大型の GPD を使用するノード間の通信を実現してきました。図 3 に示すような代表的な実装では、RS-485 トランシーバ、データ送受信の 2 つの高速フォトカプラ、方向制御用の低速フォトカプラ、フォトカプラの LED を駆動する 2 つのシュミット・バッファ、低速フォトカプラから低速エッジをクリーンアップする 1 つのシュミット・トリガ、適切にバイアスするための数個の抵抗、数個のバイパス・コンデンサが必要です。

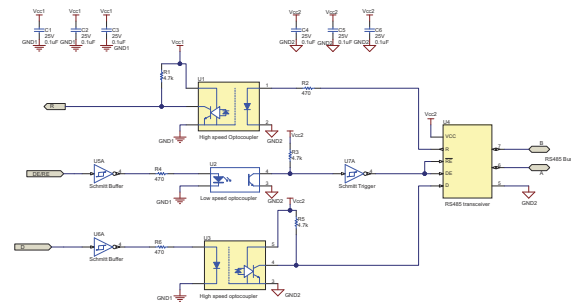


図 3.

フォトカプラをベースとするソリューションの課題は、RS-485 ポートの絶縁を実現するために必要な外付け部品の数が多いため、基板面積が増加し、信頼性に関する問題が発生する可能性があることです。SiO<sub>2</sub> ベースの統合絶縁型 RS-485 ソリューションは、フォルト発生率 (FIT) が低いコンパクトな設計を必要とするシステム設計者に、フォトカプラ・ソリューションに代わるコンパクトで信頼性の高い選択肢を提供します。

## 統合絶縁型 RS-485 トランシーバ

テキサス・インスツルメンツでは、さまざまな最終アプリケーション向けに、異なる絶縁定格に基づく複数の絶縁型 RS-485 トランシーバを提供しています。ISO1410 は、IEC ESD および EFT 保護機能が内蔵されたノイズ耐性の高いトランシーバで、業界標準の 16-SOIC パッケージで提供されています。ISO1410 は、UL 1577 に準拠した 5kVRMS 絶縁定格と、VDE に準拠した 1500Vpk の絶縁動作電圧を提供します。アプリケーションによっては、規格により定義されている  $\pm 7V$  を超えるグラウンド電位差を持つノード間で通信を行うために、基本絶縁のみが必要です。ISO1500 は、絶縁型 RS-485 ポートの全機能を小型の SSOP-16 パッケージに統合しています。ISO1500 は、UL 1577 に準拠した 3kVrms 絶縁定格と、VDE に準拠した 566Vpk の絶縁動作電圧を提供します。

## ソリューション・サイズの比較

以下の図に、フォトカプラ・ベースのソリューション (図 4)、一般的に入手可能な 16-SOIC ベースの絶縁型 RS-485 ソリューション (図 5)、ISO1500 を使用するソリューション (図 6) のレイアウトの比較を示します。ISO1500 は、フォトカプラ・ソリューションと比較してソリューション基板面積を最大 85%、16-SOIC ベースのソリューションと比較して最大 50% 削減します。

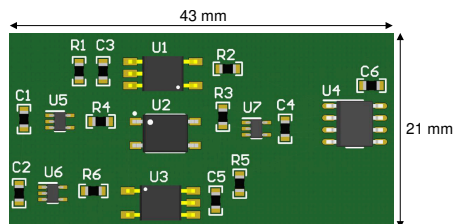


図 4.

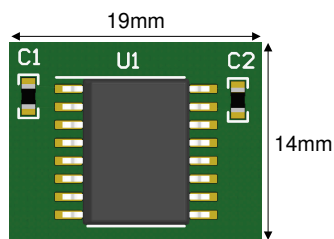


図 5.

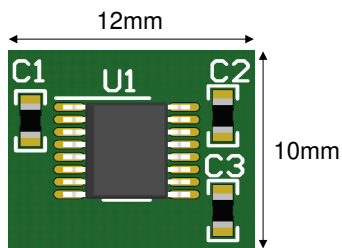


図 6.

ISO1500 の超小型パッケージと堅牢な機能は、RS-485 通信ポートにグラウンド・ループ基本絶縁を必要とし、基板面積が限られている設計向けに、さまざまな産業用アプリケーションで魅力的なソリューションです。

## 信頼性比較

ISO1500 と ISO1410 には、フォトカプラ・ベースのソリューションと比較して、PCB 面積の削減以外に、以下のよう利点があります。

- 絶縁バリアの信頼性:** ISO1500 は、テキサス・インスツルメンツの SiO<sub>2</sub> 絶縁テクノロジーをベースにしており、SiO<sub>2</sub> 誘電体を使用して高電圧コンデンサを形成することにより、高いレベルの絶縁を実現しています。高電圧コンデンサは、適切に制御された半導体プロセスで構築されており、部品間のばらつきが非常に小さく抑えられています。また、絶縁バリアの寿命は、経時絶縁破壊 (TDDB) 手法によって適切に定義されています。一方、フォトカプラは製造時の変動が大きく、デバイスの寿命を計算するために定義された標準的な手法がありません。テキサス・インスツルメンツの SiO<sub>2</sub> 絶縁テクノロジーの寿命にわたる信頼性の詳細については、以下のホワイト・ペーパーを参照してください。『高電圧信号絶縁における品質と信頼性の達成』
- より高い周囲温度で信頼性の高い動作:** ほとんどのフォトカプラの定格は最大 85°C です。105°C 定格のフォトカプラも市場にはありますが、入手しにくく高価です。ISO1500 は、-40°C ~ 125°C の拡張産業用温度範囲で特性評価されているため、モーター・ドライブなどのアプリケーションで、デバイスの推奨最大周囲温度からのマージンを大きく確保できます。これにより、絶縁ゲート・バイポーラ・トランジスタ (IGBT) 電力段などの消費電力の大きい回路が RS-485 ポートの近くに存在する場合でも、信頼性の高い動作が可能になります。
- 過渡ノイズが存在する場合でも信頼性の高い動作:** 市場で入手可能なフォトカプラの CMTI の代表値は 15kV/μs ~ 25kV/μs です。つまり、サイド 1 とサイド 2 の間のノイズが 15 ~ 25kV/μs よりも高速に変化する場合、絶縁バリアを介するデータ通信が破損する可能性があります。ISO1500 の CMTI の代表値は 100kV/μs です。これは、データ転送の信頼性が高く、ノイズ耐性が高いことを示しています。ISO1500 には HBM ESD、IEC ESD、IEC EFT に対するバス側保護回路が内蔵されているため、過渡ノイズに対する耐性もあります。

## まとめ

RS-485 ポートを設計する際には、GPD が大きい場合でも長距離で信頼性の高い通信を行うことが重要な検討事項になります。フォトカプラを使用する従来のソリューションは、より多くのアプリケーションが小型化に向かって進んでいる中で、かなりの量の PCB 基板面積を消費します。

ISO1500 は超小型の 4.90mm x 3.90mm SSOP パッケージで提供され、フォトカプラ・ベースの実装に必要な 19 個の部品に比べて、電源ピンにバイパス・コンデンサを形成する 3 個の外付け部品のみでフル機能を実現できます。ソリューション・サイズが小さく、優れた絶縁性能と過渡ノイズ耐性を備えているため、スペースに制約のある産業用アプリケーションに最適です。

**表 1. その他の推奨デバイス**

デバイス	最適化されるパラメータ	性能のトレードオフ
ISO1410	5kVrms の絶縁、IEC ESD、IEC EFT	16-SOIC パッケージ
ISOW1412	DC/DC コンバータ内蔵、5kVrms、500kbps 絶縁型 RS-485 トランシーバ	低放射エミッションの DC/DC コンバータが内蔵されているため、基板面積を削減し、設計を簡素化することが可能
ISOW1432	DC/DC コンバータ内蔵、5kVrms、12Mbps 絶縁型 RS-485 トランシーバ	低放射エミッションの DC/DC コンバータが内蔵されているため、基板面積を削減し、設計を簡素化することが可能

**表 2. 関連のアプリケーション・ブリーフ**

『堅牢な絶縁型 RS-485 による新しい産業用アプリケーションの実現』
『RS-485 システムの信号と電力を絶縁する方法』

## 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