

# Application Brief

## I<sup>2</sup>C の信号と電源を絶縁する方法



Anthony Viviano

Product Marketing Engineer, Isolation, Interface Group

I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit) バス通信は、短距離での通信に適した 2 線式の半二重通信方式で、シンプルであることから、さまざまなアプリケーションで広く採用されています。I<sup>2</sup>C バスを使用して電位の異なる 2 つのドメイン間で通信を行うシステムや、高電圧が存在するシステムでは、ガルバニック絶縁を使用することにより、回路やオペレータを保護し、信号通信に干渉するノイズを発生させる可能性のあるグラウンド・ループを切断することができます。

デジタル・アイソレータは本質的に単方向であるため、I<sup>2</sup>C バスの双方向通信を実装する際に、システム設計者は多くの課題に直面します。この資料では、I<sup>2</sup>C バスを絶縁するさまざまな方法と、これらのソリューションに絶縁型の電源を供給する方法について説明します。

### 信号絶縁

I<sup>2</sup>C バスの信号絶縁は、2 つの方法で実現できます。最初の方法では、デジタル・アイソレータと外付け回路を使用して、双方向データ・バスを 2 つの単方向チャンネルに分離します。双方向データを単方向信号に分離した後、デジタル・アイソレータで各チャンネルの入力信号を変調し、信号を絶縁バリアを通過させてから、出力で信号を復調します。『デジタル・アイソレータを使用した強化絶縁型 I<sup>2</sup>C バス・インターフェイスの設計』アプリケーション・ノートでは、双方向 I<sup>2</sup>C 信号を単方向信号に分離してデジタル・アイソレータと調和させるための、設計上の考慮事項と手法について詳細に説明しています。

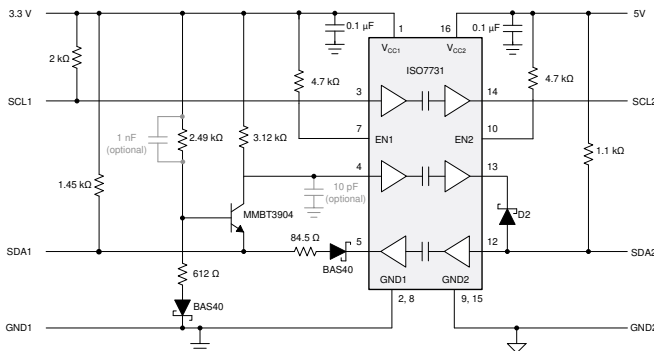


図 1. デジタル・アイソレータを使用した絶縁型 I<sup>2</sup>C のディスプレイスクリーン実装

図 1 に、双方向データと単方向クロックを使用するアプリケーションで、ISO6731 や ISO7731 などの 3 チャンネル・デジタル・アイソレータを使用した方法の実装を示します。双方向データとクロック信号を必要とするマルチマスタ・シ

ステムでは、アプリケーション・ノートで説明されているのと同じ方法を ISO6742 や ISO7742 などの 4 チャンネル・デジタル・アイソレータで使用できます。

I<sup>2</sup>C バスを絶縁する 2 番目の方法は、ISO164x ファミリのデバイスなどの統合ソリューションを使用することです。これらの統合ソリューションは、内部回路とデジタル・アイソレータを組み合わせて使用し、同じ絶縁型 I<sup>2</sup>C バッファ機能を実現します。ISO1640 は双方向データとクロック信号を使用するマルチマスタ・システム用に設計されており、ISO1641 は双方向データと単方向クロックを使用するシステム用に設計されています。双方向データと単方向クロックを使用するアプリケーションでクロック・ストレッチング機能が必要な場合は、ISO1640 を使用してクロック・ストレッチングを実現することをお勧めします。

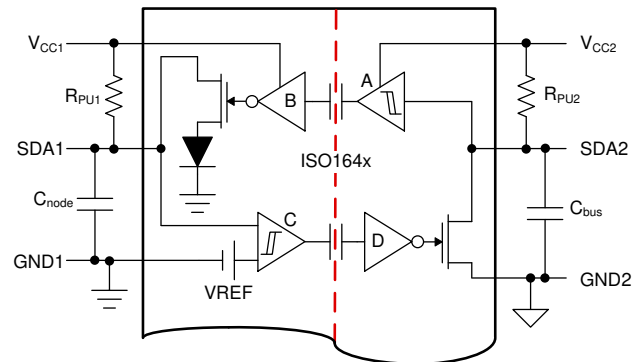


図 2. 双方向 SDA 信号を単方向絶縁チャンネルに分離する ISO164x 方式

図 2 の機能図に、I<sup>2</sup>C バスからの双方向シリアル・データ・ライン (SDA) 信号を内部で 2 つの単方向信号に分離し、デジタル・アイソレータのチャンネルを使用して絶縁する方法を示します。絶縁型 I<sup>2</sup>C デバイスは、サイド 1 の低容量 I<sup>2</sup>C ノードと、サイド 2 の最大 400pF の重負荷 I<sup>2</sup>C バスとインターフェイスがとれるように設計されています。内部単方向チャンネルの配置と接続によっては、ラッチアップが発生しやすい閉信号ループが形成されます。このラッチアップ状態は、ダイオードの電圧降下により出力 Low レベルを約 0.65V 上昇させた出力バッファ (B) と、ヒステリシスを定義したコンパレータで構成される入力バッファ (C) を実装することにより防止できます。その結果、コンパレータの入力の上限スレッショルドと下限スレッショルドにより、SDA1 からの Low 電位と出力バッファ B からの Low 電位が区別されます。

I<sup>2</sup>C システムの信号を絶縁する各ソリューションにはトレードオフがあります。デジタル・アイソレータを使用したディスクリート・ソリューションでは、複数のパッケージ・オプションで提供される絶縁定格が異なる ISO6731、ISO6742、ISO7731、ISO7742 からパーツを選択できる柔軟性がありますが、このソリューションには外付け回路が必要であるため基板面積が大きくなるという欠点もあります。ISO1640 または ISO1641 を使用した統合ソリューションは、基板面積を小さくでき、ディスクリート・ソリューションよりも設計の労力が少なく済みませんが、パッケージと絶縁定格のオプションは限定されます。

### 電源の絶縁

I<sup>2</sup>C 信号を絶縁する方法にかかわらず、デジタル・アイソレータまたは絶縁型 I<sup>2</sup>C バッファの 2 次側に絶縁型電源を供給する必要があります。絶縁型電源を供給する最初のソリューションは、図 3 と類似の回路を使用することです。この回路は、SN6501 トランス・ドライバを使用して、プッシュプル構成でトランスを駆動します。このソリューションの利点は、80% を上回る効率を実現し、設計上の具体的な検討事項に合わせて最適なトランスと LDO を選択できることです。SN6501 は最大 1.5W の電力供給が可能で、追加のデバイスに絶縁電源が必要な場合は、最大 5W の SN6505 に置き換えることができます。

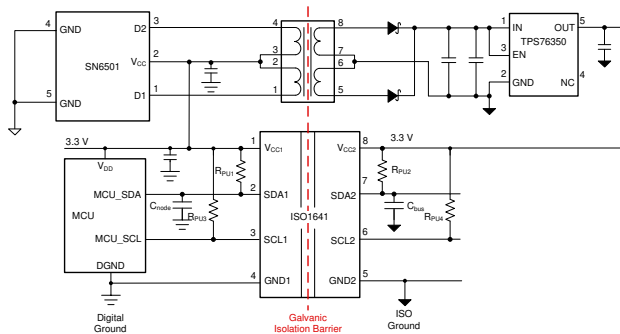


図 3. ISO1641 を使用して信号と電力を絶縁する I<sup>2</sup>C ソリューション

I<sup>2</sup>C システムで絶縁型電源を供給する 2 番目のソリューションは、ディスクリート・アプローチのデジタル・アイソレータを ISOW7741 を使用した信号絶縁ソリューションに置き換える方法です。ISOW7741 デバイスは、16 ピン SOIC パッケージで提供される信号と電源の絶縁機能が統合されたデジタル・アイソレータです。このデバイスの利点は、トランス、トランス・ドライバ、LDO が統合されているため、基板面積を大幅に削減できることです。ソリューション・サイズが小さいことにより効率が低下するというトレードオフがあり、チップに内蔵されているトランスの効率代表値は約 45% で、最大 500mW の絶縁型電源を供給できます。統合電源ソリューションを使用すると、トランスのサイズが小さくなるため、スイッチング周波数が高くなり、ディスクリート・ソリューションよりもエミッションが増加します。図 4 に、双方向データと単方向クロックを使用するシステムへの ISOW7741 の実装を示します。双方向クロックが必要

な場合は、SDA 信号を分離するのに使用したのと同じ手法をクロック信号に適用できます。

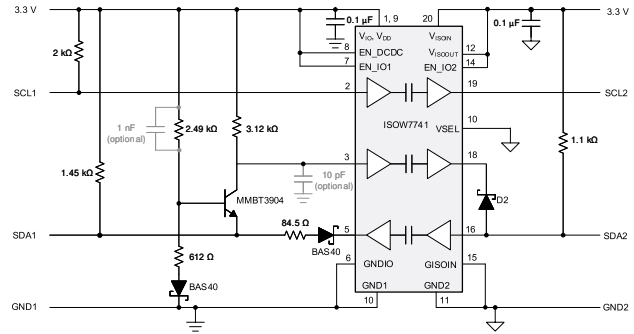


図 4. ISOW7741 を使用した信号と電力を絶縁する I<sup>2</sup>C ソリューション

### まとめ

I<sup>2</sup>C システムの信号と電力を絶縁する方法は多数あり、適切な選択肢はアプリケーション要件によって異なります。ISO164x ファミリのような絶縁型 I<sup>2</sup>C バッファは、SDA 信号と SCL 信号を絶縁するのに必要なすべての外付け回路を内蔵しているため設計しやすだけでなく、ラッチアップを防止し、I<sup>2</sup>C 規格に準拠しています。さまざまなパッケージと絶縁定格を利用できるフレキシビリティがあるほうが有利である場合もあります。ISO77xx シリーズのデジタル・アイソレータを使用したディスクリート・ソリューションは、このフレキシビリティを実現すると同時に、適切に設計すれば、統合ソリューションと同じ絶縁型 I<sup>2</sup>C 機能を実現できます。

絶縁型電源では、主なトレードオフは基板面積と効率です。SN6501 ソリューションは、絶縁型電源を生成するためのコンパクトで低ノイズ、高効率のソリューションを提供します。基板面積のさらなる削減が必要なアプリケーションの場合は、ISOW7741 ソリューションで設計の簡素化が実現でき基板面積を最初のソリューションよりも削減できます。システム設計者は、絶縁型 I<sup>2</sup>C システムで信号と電源を絶縁する各ソリューションのトレードオフを検討し、特定のアプリケーションに最適なソリューションを決定する必要があります。

## 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](#)、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