

Application Note

TI I²C エクステンダ P82B96 および P82B715 による I²C 通信距離の拡張



Bill Xu, Wendy Wang

概要

I²C バスは、シンプルさと低コストにより電子システムで広く使用されています。たとえば、超音波画像診断、MRI、CT などの医療システムの高電圧電源の出力電圧を調整するために、I²C インターフェイスを備えた高精度 DAC がしばしば使用されました。一般に、I²C は、マスタと低速 ADC、低速 DAC、GPIO、メモリ、センサなどのその他のスレーブ間のオンボード通信に使用されました。ただし、設計者は別の基板の I²C インターフェイスを使用してリモートスレーブを制御する必要があります場合があります。長いケーブルの電位は、大きなバス容量を意味します。I²C 規格では、標準モードと高速モードの両方について 400pF の最大バス容量が規定されており、高速モード プラスの場合 550pF と規定されています。その結果、ケーブルが長いと、バス容量が I²C の仕様の範囲外になり、エラー データレートが増加する可能性があります。テキサス インスツルメンツは、この問題を解決するために、2 種類の部品 (P82B96 と P82B715) をリリースしました。

目次

1 はじめに.....	2
2 I ² C 通信距離を拡張する方法.....	2
3 P82B96 により I ² C 通信距離を拡張する.....	3
4 P82B715 により I ² C 通信距離を拡張する.....	4
5 システム アプリケーション.....	5
6 まとめ.....	6
7 参考資料.....	6

1 はじめに

マスタとスレーブ間の通信のための電子システムでは、**I²C** バスが一般的でした。**I²C** バスの最大距離は、容量性負荷に依存します。代表的なアプリケーションでは、標準モードで長さが数メートルに制限されます。これは、標準モードと高速モードの両方についての **I²C** バス仕様に記載されている立ち上がり時間要件を満たすため、**400pF** の最大バス容量を許容するようにシステムを構築する必要があり、また、高速モード プラスで **550pF** を規定しているためです。

実際のプロジェクトでは、設計者は多くの場合、マスタ ボードから少なくとも **10m** 離れたリモート スレーブを制御する必要があり、**I²C** マスタとスレーブの間に長いケーブルを使用する必要があります。しかし、長いケーブルの電位は、**I²C** バス仕様の仕様範囲外になる大きな容量が発生し、大きなエラー データレートが発生する可能性があります。

許容される最大バス容量を超えて動作して長距離を実現するため、**I²C** バス仕様では低速度で動作すること、高駆動出力のデバイスを使用すること、バスをバス バッファでセグメントに分割すること、またはスイッチトプルアップ回路を使用することができます。これらの方法は、表面上では実行可能であるように見えますが、長距離要件を満たしていないか、コストを大幅に増加させます。代替品として、**P82B96** または **P82B715** **I²C** バッファを使用します。

2 **I²C** 通信距離を拡張する方法

P82B96 チップおよび **P82B715** チップを使用して、**I²C** マスタとスレーブ間の通信距離を延長できます。どちらのチップでも、メイン **I²C** バス側で **400pF**、転送側で **3000pF** または **4000pF** の **I²C** バス容量を許容します。この性能により、**P82B96** と **P82B715** は、**I²C** ケーブルを最大 **10m** まで拡張できます。

3 P82B96 により I²C 通信距離を拡張する

P82B96 デバイスは、I²C バスと、異なる電圧レベルおよび電流レベルを持つその他の幅広いバス構成との間の双方向データ転送をサポートするバスバッファです。**P82B96** の利点の 1 つは、このチップがケーブルとパターンの延長をサポートし、新しいバスまたはリモート I²C ノードの総負荷 (デバイスとパターン長) が他の I²C バス (またはノード) に表示されないようにバス容量を分離できるため、I²C バスごとに使用できるデバイスが増えることです。これにより、システム内の容量による I²C デバイスの数、またはそれら間の物理的な分離による制限が大幅に改善されます。**P82B96** の主な機能を次に示します

- 2V~15V の動作電源電圧範囲
- 異なるロジックレベル (2V ~ 15V) で動作する I²C バス間でインターフェイスを確立できる
- メイン側 (S_x/S_y) で 400pF、転送側 (T_x/T_y) で 4000pF のバス容量を許容することによりケーブルを延長できる
- 転送側の出力 (T_x/T_y) は、低インピーダンスまたは高容量バスを駆動するための高電流シンク機能を備えている
- 20m 以上の配線で 400kHz の高速 I²C バスで動作。

図 3-1 に、P82B96 の代表的なアプリケーションを示します。

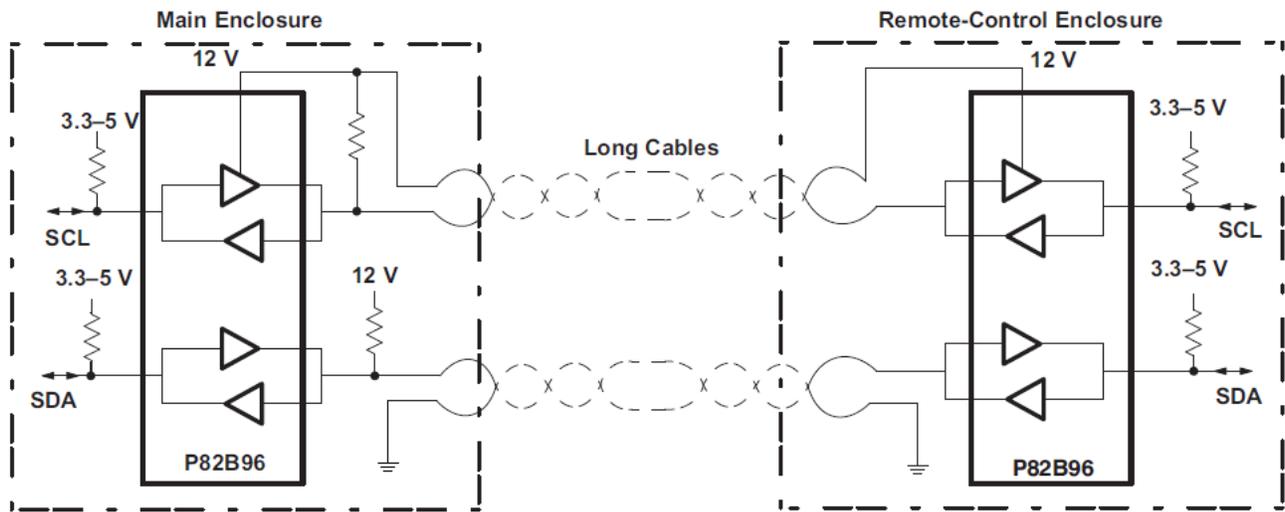


図 3-1. 長距離 I²C 通信ベースの P82B96

どのような設計でも、異なるデバイスの S_x ピン P82B96 はリンクしないでください。結果として得られるシステムは誘導ノイズの影響を非常に受けやすく、すべての I²C 動作モードをサポートしていないためです。図 3-2 を参照してください (単純なブロック図では、プルアップ抵抗は除外されています。次のシステムブロック図は同じものを示しています)。つまり、P82B96 の 2 つ以上の S_x または S_y I/O は、同じノード上で相互に接続してはなりません。P82B96 の設計では、この構成はサポートされていません。その理由は、双方向 I²C 信号には方向制御ピンがないため、代わりに、このバッファのラッチを避けるため、S_x/S_y でわずかに異なるロジック低電圧レベルを使用しているためです。

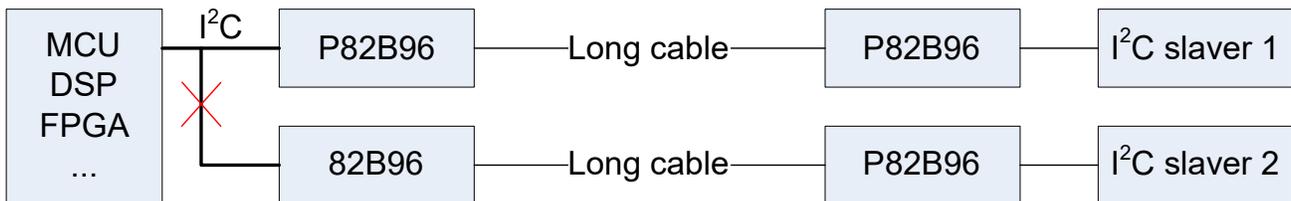


図 3-2. P82B96 は、リンクされた S_x ピンをサポートしません

4 P82B715 により I²C 通信距離を拡張する

P82B96 と同様に、P82B715 は、大容量 I²C バス システムをバッファするためのもう 1 つのデバイスであり、I²C バス経路の双方向データ転送もサポートしています。P82B715 は、I²C バス上でシリアル データ (SDA) 信号とシリアル クロック (SCL) 信号の両方をバッファし、I²C システムのすべての動作モードと機能を維持しながら、I²C バスを拡張できます。P82B715 の主な機能を次に示します

- 3V~12V の動作電源電圧範囲
- I²C バス信号の双方向データ転送をサポート
- メイン I²C バスで 400pF (S_x/S_y 側)、転送側 (L_x/L_y 側) で 3000pF のバス容量を許容
- デュアル双方向ユニティ電圧ゲイン バッファ、外部方向制御不要
- 10 分の 1 の低インピーダンス バス配線を駆動し、ノイズ耐性を向上
- 低コストのツイスト ペア ケーブルを使用した I²C 信号のマルチドロップ分配
- 50m のツイスト ペア配線での I²C バス動作

P82B715 の代表的なアプリケーションを 図 4-1 に示します。

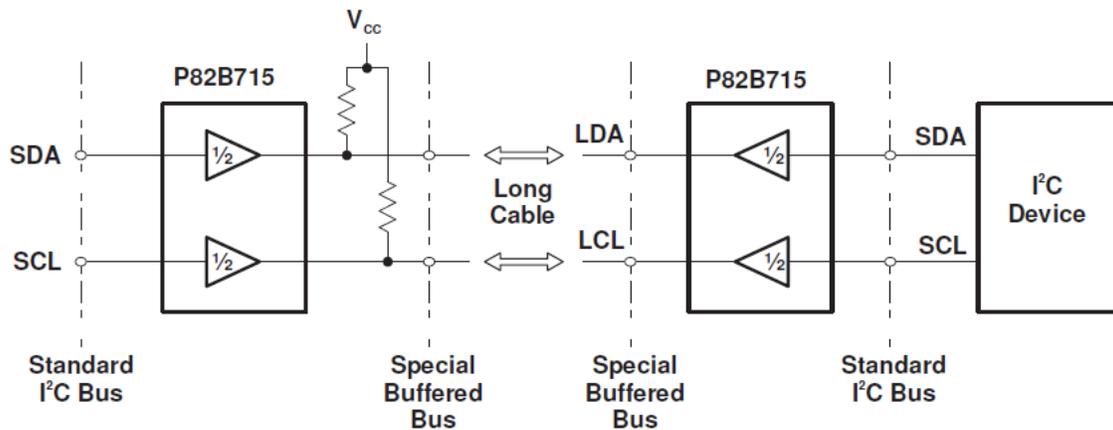


図 4-1. 長距離 I²C 通信ベースの P82B715

P82B96 と比較すると、P82B715 の 2 つ以上の S_x または S_y I/O を相互接続でき、また、この信号がオフセット電圧を複製および送信するため、電圧レベル オフセット (TCA9517 など) を使用するバス バッファと完全に互換性があります。図 4-2 を参照してください。

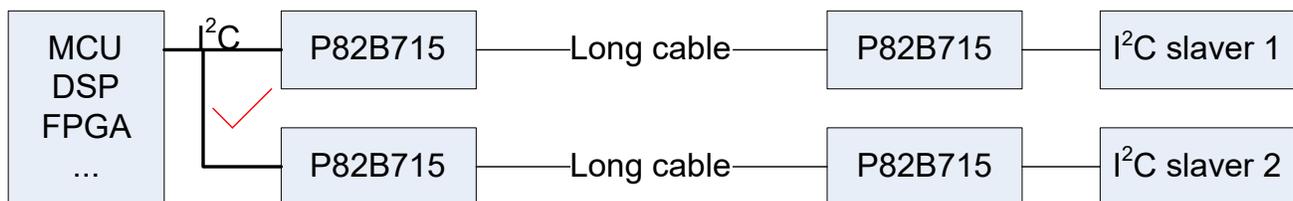


図 4-2. 長距離 I²C 通信ベースの P82B715

5 システム アプリケーション

実際のアプリケーションでは、設計者は P82B96 または P82B715 を使用してリモート I²C スレーブを制御できます。異なる PCBA ボード上に 2 つ以上のリモート スレーブがある場合は、マスタと通信します。代表的なアプリケーションは、図 5-1 に示すように実装できます。この状況では、2 つの I²C ポートが利用可能なため、P82B96 と P82B715 の両方を外部 I²C 距離として使用できます。

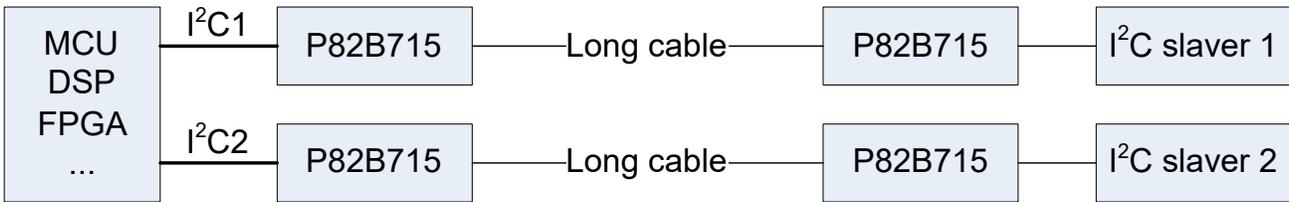


図 5-1. 2 つの I²C インターフェイスにより 2 つのリモート スレーブとインターフェイスを確立する

マスタで 1 つの I²C ポートが使用可能な場合、設計者は、図 4-2 の構成に示すように P82B715 を使用するか、図 5-2 に示す構成を使用する必要があります。図 5-2 に示すように、P82B96 または P82B715 の両方を使用できます。

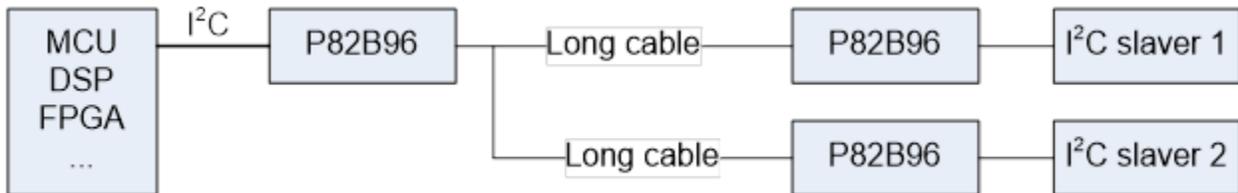


図 5-2. 2 つの I²C インターフェイスにより 2 つのリモート スレーブとインターフェイスを確立する

一部のアプリケーションでは、リモート内で同じ PCBA ボード上に 2 つ以上のスレーブを配置することができます。この状態では、図 5-3 に示すように、P82B715 を使用してリモート スレーブと通信できます。

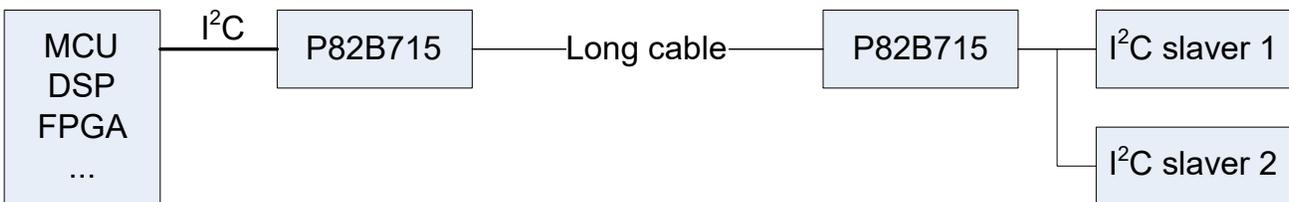


図 5-3. 2 つの I²C インターフェイスにより 2 つのリモート スレーブとインターフェイスを確立する

一部の設計者は、図 5-4 に示すように、I²C リンクで P82B96 と P82B715 を組み合わせることができるかどうかを尋ねることができます。テキサス インストルメンツでは、P82B96 と P82B715 を組み合わせることは推奨していません。

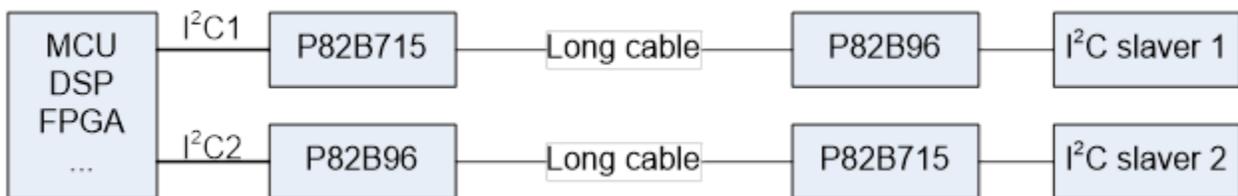


図 5-4. P82B96 と P82B715 が混在する 2 つの I²C インターフェイスにより、2 つのリモート スレーバとインターフェイスを確立する

6 まとめ

P82B96 と P82B715 はどちらも、I²C バスを拡張するために使用できます。P82B96 と P82B715 の利点は、このデバイスがケーブルとパターンの延長をサポートし、新しいバスまたはリモート I²C ノードの総負荷 (デバイスとパターン長) が他の I²C バス (またはノード) に表示されないようにバス容量を分離できるため、I²C バスごとに使用できるデバイスが増えることです。これにより、システム内の容量による I²C デバイスの数、またはそれら間の物理的な分離による制限が大幅に改善されます。表 6-1 に P82B96 と P82B715 の違いを示します。機能、性能、コスト、パッケージなどに応じて、アプリケーションに適した部品を選択してください。

表 6-1. P82B96 と P82B715 の比較

項目	P82B96	P82B715
電源電圧範囲	2 ~ 15V	4.5 ~ 12V
メイン側のバス容量	400pF	400pF
転送側のバス容量	4000pF	3000pF
S _x 、S _y リンク可能かどうか	なし	あり
ガルバニック絶縁	あり	なし
パッケージ	SOIC8、VSSOP8、PDIP8、TSSOP8	SOIC8、PDIP8

7 参考資料

1. テキサス インスツルメンツ、『[I²C バスについて](#)』、アプリケーション ノート。
2. テキサス インスツルメンツ、『[I²C バッファを使用する理由、条件、方法](#)』アプリケーション ノート。
3. テキサス インスツルメンツ、『[P82B715 I²C バス エクステンダ](#)』データシート。
4. テキサス インスツルメンツ、『[P82B96 I²C バス エクステンダ](#)』データシート。
5. テキサス インスツルメンツ、『[TCA9517 レベル シフト I²C バス リピータ](#)』データシート。
6. テキサス インスツルメンツ、『[I²C に関する基本的なガイド](#)』、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