

## サイプレスはインフィニオン テクノロジーズになりました

この表紙に続く文書には「サイプレス」と表記されていますが、これは同社が最初にこの製品を開発したからです。新規および既存のお客様いずれに対しても、引き続きインフィニオンがラインアップの一部として当該製品をご提供いたします。

## 文書の内容の継続性

下記製品がインフィニオンの製品ラインアップの一部として提供されたとしても、それを理由としてこの文書に変更が加わることはありません。今後も適宜改訂は行いますが、変更があった場合は文書の履歴ページでお知らせします。

## 注文時の部品番号の継続性

インフィニオンは既存の部品番号を引き続きサポートします。ご注文の際は、データシート記載の注文部品番号をこれまで通りご利用下さい。

## USB 2.0 信号品質のトラブルシューティング

著者: Keith Klepin

関連プロジェクト: なし

関連製品ファミリ: CY7C64713, CY7C68000, CY7C68001, CY7C68013A, CY7C68023, CY7C68300C

ソフトウェアバージョン: 該当なし

関連アプリケーションノート: なし

このアプリケーションノートの最新バージョン、または関連するプロジェクトファイルを入手するには、<http://www.cypress.com/go/AN13632> にアクセスしてください。

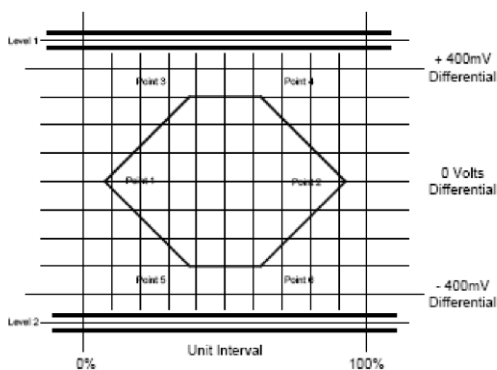
AN13632 は、ユニバーサルシリアルバス (USB) 2.0 の信号品質を測定するときが発生する可能性のある問題について説明します。その目的は、設計者が設定の問題を設計の問題から分離するのを支援することです。

### はじめに

このアプリケーションノートは、設計者がセットアップの問題を認識し、USBデータラインの信号品質を適切に測定するのに役立ちます。

測定は、データの単一ビット幅のプロットから始まります。違反領域が追加されると、図1に示す違反プロットが作成されます。違反領域には、上限、下限、中心の目という3つの境界があります。

図 1. 違反プロット



信号は違反領域を通過してはなりません。その場合、USB仕様の要件の少なくとも1つに違反しています。違反領域の制限は、テストするデバイスの構成によって異なります。デバイスに「キャプティブ」ケーブルがある場合、標準のBコネクタを持つデバイスとは異なる制限のセットがあります。USB-IF仕様には、これらの各テストのプロットが含まれます。構成に対して適切なテスト制限を選

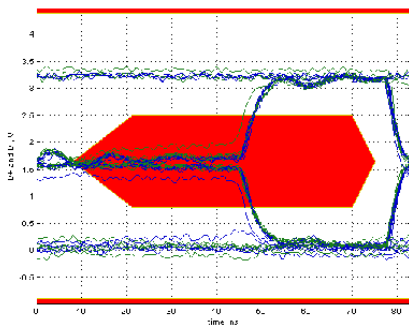
択した後、テストパケットを使用して、このテンプレートで各ビットを生成します。信号が単調で違反領域を通過しない場合、信号は信号品質測定を通過します。これに対する1つの例外は、信号のエッジレートです。信号の立ち上りや立ち下りが鋭すぎてもいけません。

### デバイス設定

デバイスを測定用にセットアップする最初のステップは、信号品質を測定するための適切な場所を選択することです。デバイスに「キャプティブ」ケーブルがある場合、信号はケーブルの遠端 (信号を発信するデバイスから5メートル離れたケーブルの端) で測定する必要があります。デバイスに標準のUSBコネクタがある場合は、5メートルのケーブルの遠端でフルスピード信号を測定し、ケーブルの近端で高速信号を測定する必要があります。(信号を発信するデバイスのコネクタ)。

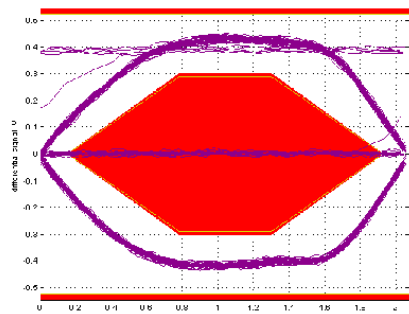
データが正しい方向で測定されていることを確認してください。(測定されるデータは、ホストからではなく、テストデバイスからのものです。) 高速信号で作業する場合は、テストフィクスチャのテストスイッチを確認してください。テストモード(テスト LED が点灯)の場合は、テスト対象のユニットからの信号のみを測定できます。測定される信号がフルスピードの場合、信号は両方向にあり、データが正しい方向で測定されていることを確認するためにデータをチェックする必要があります。つまり、信号がケーブルの長さを下って測定ポイントに送信されているかどうかを確認します(これは遠端測定です)。これを行う最善の方法は、クロスオーバーポイントを確認することです。信号がケーブルの近端からのものである場合、信号は測定ポイントを通過してケーブルを下り、その後戻ります。これにより2つのイメージが作成され、1つには信号の位相シフトがあります。これら2つの画像を組み合わせた結果は、クロスオーバーのヌルポイントです。このヌルポイントの幅は、信号が伝わるケーブルの長さに直接関係します(図2を参照)。

図 2. ケーブルの誤った端での測定



高速信号を扱う際のもう1つの典型的な間違いは、差動プローブを逆に接続することです。これにより、図3の画像が表示されます。

図 3. 逆極性での測定

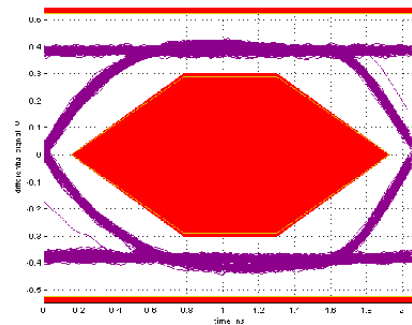


これは、データパターンに同期するスクリプトがプローブの極性を想定しているために発生します。特定のシーケンスで信号を期待しています。プローブを180度外して信号を反転すると、信号は D+/D- 差動ペアを D-/D+ 差動ペアとして測定します。これにより、アルゴリズムは信号のリーディングエッジをプロットし、中心を通る線を作成します。プローブ接続を逆にすることで、この問題は解消されます。

## 信号品質の問題

テストセットアップが正しく接続されている場合、結果のアイダイアグラムは図4のようになります。インピーダンス、ケーブル、およびキャリブレーションの問題は、信号品質に影響を与える可能性があります。

図 4. 適切なアイ測定



## インピーダンスの問題

インピーダンスが追加され、振幅が減少し、エッジレートが変更され、オーバーシュートが発生する可能性があります。トレース、ケーブル、またはテストフィクスチャに容量を追加することにより、リーディングエッジの立ち上がり時間が短縮されます。図5に示すように、わずか2 pFでリーディングセクションの立ち上がりが遅くなり、信号のエッジが丸められます。

図 5. テストフィクスチャに2 pFの容量を追加

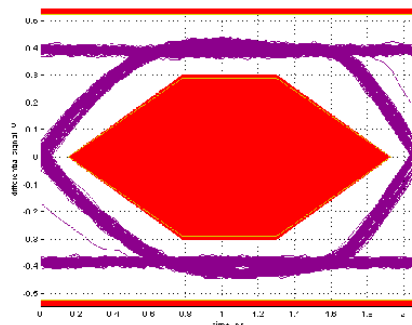
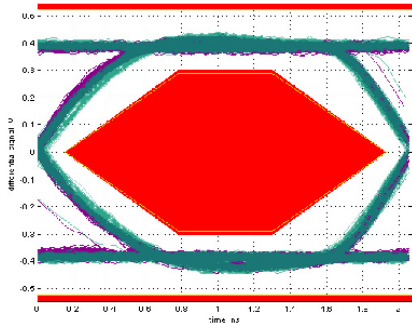


図 6 は、両方の画像を重ね合わせたもので、画像のリーディングエッジの違いの大部分を示しています。これは、立ち上りエッジと立ち下りエッジで、信号エッジレートがジッターの幅の約半分だけ低下していることを示しています。紫色のトレースは真の測定値であり、緑色の重なったトレースは、テストフィクスチャに 2 pF の容量が追加された同じデバイスです。

図 6. 2 pF 容量によるエッジレートの変化



信号は、立ち上り時間だけでなく、ジッターのわずかな増加にも影響されます。合計が 8 pF になるように設計すると、アイ違反の兆候が現れ始めます。トレースにインダクタンスが追加されると、信号にオーバーシュートが生じ、アイの上部と下部の両方が丸められる可能性があります。

この測定に影響を与える項目は、トレースインピーダンスからデバイスで使用されるコネクタまでさまざまです。認定された USB コネクタではないコネクタを使用する場合は、これらのコネクタのインピーダンス効果が USB 仕様を満たしていることを確認してください。

### ケーブルの問題

信号品質を測定するとき、もう 1 つの関心領域は、行われる接続にあります。A レセプタクルを備えたテストフィクスチャとミニ B コネクタを備えたデバイスを使用する場合、標準の 4 インチケーブルには、デバイスを接続するためのアダプターが必要です。このアダプターは、信号経路に追加のコネクタを導入します。

このタイプの測定は、直列インピーダンスが USB 仕様の限界に近い場合により重要です。図 7 は、一方の端にミニ B コネクタがあり、もう一方の端に A コネクタがあるアダプターで測定されたそのようなデバイスを示しています。標準の 4 インチケーブル (B コネクタから A コネクタへ) をアダプターと共に使用して、ミニ B レセプタクルを B コネクタに変換すると、図 8 に示すイメージが生成されます。

図 7. 直列インピーダンスの USB 制限に近い信号

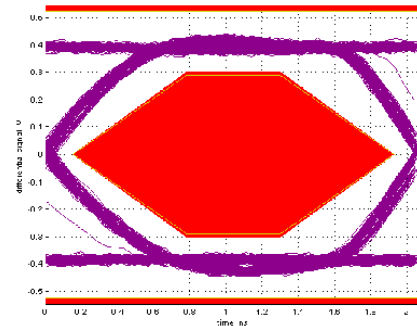
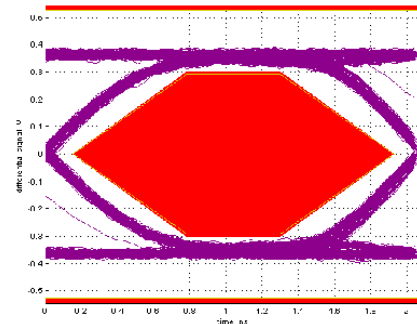
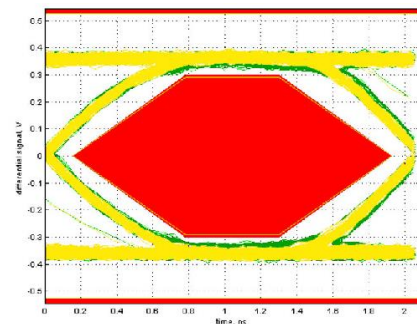


図 8. アダプター付き標準 4 インチケーブル



コンバータのため、これらの追加のコネクタは違反領域の周囲のマージンを下げます。セットアップでの接続を最小限に抑えることで、真の信号品質測定を実現できます。図 9 は、2 つの画像を重ねて表示しています。この図では、黄色のトレースが実際の読み出し値で、緑色のトレースはアダプターを使用した複数の接続の結果です。これらのアダプターは、振幅を低下させ、違反領域の周囲のマージンを低下させます。

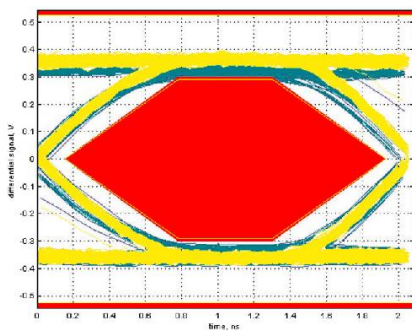
図 9. テストパスの追加コネクタ



## 校正の問題

別の潜在的な問題は、スコーププローブのキャリブレーションの失敗です。実験装置を使用するとき、しばしばプローブの校正などの非常に基本的なことを忘れます。プローブが校正温度範囲外にある場合、または長期間校正されていない場合は、校正する必要があります。図 10 は、プローブが適切に校正されていない場合を示しています。青緑色のトレースは未校正のトレースであり、黄色色のトレースはプローブの校正後に取得されます。この図は、ジッターと振幅の両方がプローブのキャリブレーションの影響を受けることも示しています。

図 10. プローブ校正との違い



## まとめ

信号品質を測定するときは、USB-IF Web サイトの手順に従ってください。その後、問題が発生した場合は、信号経路に配置されているアダプターなどを確認してください。適切なケーブル長とともに、適切な測定ポイントが使用されていることを確認します。これらはそれぞれ、信号品質が USB 仕様に違反しているように見える問題を引き起こす可能性があります。

また、複数の問題を探します。一部の問題は小さなエラーのみを引き起こしますが、それが重なって失敗を引き起こす可能性があります。

## 著者について

名前: Keith Klepin

## 改訂履歴

文書名: AN136326 – USB 2.0 信号品質のトラブルシューティング

文書番号: 002-31586

版数	変更内容
**	本版は英語版 001-13632 Rev. *Cについて、CYPRESS DEVELOPER COMMUNITYの参画者によって日本語に翻訳されたドキュメントです。

## セールス、ソリューションおよび法律情報

### ワールドワイドな販売と設計サポート

サイプレスは、事業所、ソリューションセンター、メーカー代理店、および販売代理店の世界的なネットワークを保持しています。お客様の最寄りのオフィスについては、[サイプレスのロケーションページ](#)をご覧ください。

### 製品

Arm® Cortex® Microcontrollers	<a href="http://cypress.com/arm">cypress.com/arm</a>
車載用	<a href="http://cypress.com/automotive">cypress.com/automotive</a>
クロック&バッファ	<a href="http://cypress.com/clocks">cypress.com/clocks</a>
インターフェース	<a href="http://cypress.com/interface">cypress.com/interface</a>
IoT (モノのインターネット)	<a href="http://cypress.com/iot">cypress.com/iot</a>
メモリ	<a href="http://cypress.com/memory">cypress.com/memory</a>
マイクロコントローラ	<a href="http://cypress.com/mcu">cypress.com/mcu</a>
PSoC	<a href="http://cypress.com/psoc">cypress.com/psoc</a>
電源用 IC	<a href="http://cypress.com/pmuc">cypress.com/pmuc</a>
タッチセンシング	<a href="http://cypress.com/touch">cypress.com/touch</a>
USB コントローラ	<a href="http://cypress.com/usb">cypress.com/usb</a>
ワイヤレス	<a href="http://cypress.com/wireless">cypress.com/wireless</a>

### PSoC®ソリューション

[PSoC 1](#) | [PSoC 3](#) | [PSoC 4](#) | [PSoC 5LP](#) | [PSoC 6 MCU](#)

### サイプレス開発者コミュニティ

[コミュニティ](#) | [サンプルコード](#) | [Projects](#) | [ビデオ](#) | [ブログ](#) | [トレーニング](#) | [Components](#)

### テクニカルサポート

[cypress.com/support](http://cypress.com/support)

PSoC は、Cypress Semiconductor Corp. の登録商標です。本書で言及するその他すべての商標または登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。



Cypress Semiconductor  
An Infineon Technologies Company  
198 Champion Court  
San Jose, CA 95134-1709

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007-2020. 本書面は、Cypress Semiconductor Corporation 及び Spansion LLC を含むその子会社 (以下「Cypress」という。) に帰属する財産である。本書面 (本書面に含まれ又は言及されているあらゆるソフトウェア若しくはファームウェア (以下「本ソフトウェア」という。) を含む) は、アメリカ合衆国及び世界のその他の国における知的財産法令及び条約に基づき Cypress が所有する。Cypress はこれらの法令及び条約に基づく全ての権利を留保し、本段落で特に記載されているものを除き、その特許権、著作権、商標権又はその他の知的財産権のライセンスを一切許諾しない。本ソフトウェアにライセンス契約書が伴っておらず、かつ Cypress との間で別途本ソフトウェアの使用方法を定める書面による合意がない場合、Cypress は、(1) 本ソフトウェアの著作権に基づき、(a) ソースコード形式で提供されている本ソフトウェアについて、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためののみ、かつ組織内部でののみ、本ソフトウェアの修正及び複製を行うこと、並びに (b) Cypress のハードウェア製品ユニットに用いるためののみ、(直接又は再販売者及び販売代理店を介して間接のいずれかで) 本ソフトウェアをバイナリーコード形式で外部エンドユーザーに配布すること、並びに (2) 本ソフトウェア (Cypress により提供され、修正がなされていないもの) が抵触する Cypress の特許権のクレームに基づき、Cypress ハードウェア製品と共に用いるためののみ、本ソフトウェアの作成、利用、配布及び輸入を行うことについての非独占的で譲渡不能な一身専属的ライセンス (サブライセンスの権利を除く) を付与する。本ソフトウェアのその他の使用、複製、修正、変換又はコンパイルを禁止する。

**適用される法律により許される範囲内で、Cypress は、本書面又はいかなる本ソフトウェア若しくはこれに伴うハードウェアに関しても、明示又は黙示をとわず、いかなる保証 (商品性及び特定の目的への適合性の黙示の保証を含むがこれらに限られない) も行わない。**いかなるコンピューティングデバイスも絶対に安全ということはない。従って、Cypress のハードウェアまたはソフトウェア製品に講じられたセキュリティ対策にもかかわらず、Cypress は、Cypress 製品への権限のないアクセスまたは使用といったセキュリティ違反から生じる一切の責任を負わない。加えて、本書面に記載された製品には、エラーと呼ばれる設計上の欠陥またはエラーが含まれている可能性があり、公表された仕様とは異なる動作をする場合がある。適用される法律により許される範囲内で、Cypress は、別途通知することなく、本書面を変更する権利を留保する。Cypress は、本書面に記載のある、いかなる製品若しくは回路の適用又は使用から生じる一切の責任を負わない。本書面で提供されたあらゆる情報 (あらゆるサンプルデザイン情報又はプログラムコードを含む) は、参照目的のためのみに提供されたものである。この情報で構成するあらゆるアプリケーション及びその結果としてのあらゆる製品の機能性及び安全性を適切に設計、プログラム、かつテストすることは、本書面のユーザーの責任において行われるものとする。Cypress 製品は、兵器、兵器システム、原子力施設、生命維持装置若しくは生命維持システム、蘇生用の設備及び外科的移植を含むその他の医療機器若しくは医療システム、汚染管理若しくは有害物質管理の運用のために設計され若しくは意図されたシステムの重要な構成部分としての使用、又は装置若しくはシステムの不具合が人身傷害、死亡若しくは物的損害を生じさせるようなその他の使用 (以下「本目的外使用」という。) のためには設計、意図又は承認されていない。重要な構成部分とは、その不具合が装置若しくはシステムの不具合を生じさせるか又はその安全性若しくは実効性に影響すると合理的に予想できるような装置若しくはシステムのあらゆる構成部分をいう。Cypress 製品のあらゆる本目的外使用から生じ、若しくは本目的外使用に関連するいかなる請求、損害又はその他の責任についても、Cypress はその全部又は一部をとわず一切の責任を負わず、かつ Cypress はそれら一切から本書により免除される。Cypress は Cypress 製品の本来目的外使用から生じ又は本目的外使用に関連するあらゆる請求、費用、損害及びその他の責任 (人身傷害又は死亡に基づく請求を含む) から免責補償される。

Cypress, Cypress のロゴ, Spansion, Spansion のロゴ及びこれらの組み合わせ, WICED, PSoC, CapSense, EZ-USB, F-RAM, 及び Traveo は、米国及びその他の国における Cypress の商標又は登録商標である。Cypress のより完全な商標のリストは、[cypress.com](http://cypress.com) を参照すること。その他の名称及びブランドは、それぞれの権利者の財産として権利主張がなされている可能性がある。