

技術解説



最新規格の全貌を知り，現実の信号を見る USBインターフェースの 基礎と測定/観測例 後編：USB2.0およびUSB3.2の測定と観測

畑山 仁

Hitoshi Hatakeyama

前号(No.47)ではUSB規格の変遷と概要，USB3.2物理層の特徴について解説していただきました。後編では，実際の測定例について解説していただきます。

〈編集子〉

3 USB2.0の波形観測例

USB2.0とUSB3.xでは，まったく別の物理層，伝送方式，線路を使うため，測定/テスト方法はこの両者でまったく異なります。さらにUSB2.0でもHSモードHigh Speedとほかのモードでは，オシロスコープとの接続方法とフィクスチャが異なります。なお，USB2.0，USB3.xともどもトランスミッタにテスト・パターン発生用メカニズムを持つことが規格で決められています。

USB2.0はギガ・ビット・データ・レートではないため，今や高速インターフェース規格ではないですが，USB2.0で間に合うアプリケーションも多く，またタイプCコネクタへはコネクタの置き換えだけで対応できてしまいます。そのためコンプライアンス・テスト，または相当する測定を行う機会も多いと思われるので，USB2.0の物理層の電気テストを紹介します。

ここではアイ・マスク，データ・レート，スルー・レートなどを評価する物理層の信号品質(Signal Quality)テストを紹介しますが，その他，ホスト以外ではインラッシュ電流，レシーバ・スケルチ・テストなどもコンプライアンス・テストで規定されています。

3.1 テスト信号の発生

ホストおよびデバイス，ハブはテスト・モードに入るとテスト・パターンを発生するように規格化されています。WindowsホストにUSB-IFのHSETツールUSB Implementers Forum(図22)を搭載し，ホスト自身またはホストに接続したデバイスやハブをテスト・モードに入れます。組み込みホストの場合は，必要なレジスタが用意されていれば，直接設定するか外部からベンダID(VID)およびプロダクトID(PID)によってエニュメレーションし，テスト・モードに入れる操作をします。

3.2 テスト・フィクスチャ

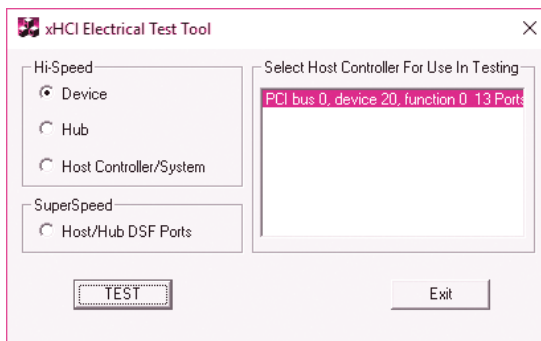
USB2.0 HSモードは写真1に示すUSB-IFのUSB2SIGQUALフィクスチャを使用し，オシロスコープ(50Ω入力)にSMAケーブルで接続して測定します。FS/LSモードは写真2のようなプローブ・テスト・フィクスチャを使用します。前者はUSB-IF製，後者は計測器ベンダ製が用意されています。

ホスト・テスト・フィクスチャはスタンダードAプラグなので，直接ホストのスタンダードAコネクタに接続します。一方，デバイス・テスト・フィクスチャのデバイス・ポートはスタンダードAコネクタなので，スタンダードA→スタンダードBケーブルなどのデバイスのコネクタに合ったケーブルで接続します。タイプCは認証試験会社から販売されています。

3.3 接続

測定対象がホストの場合には，図23(a)に示すようにホストにHSETツールHS Electrical Test Toolを搭載し，ホスト・テスト・フィクスチャをテストしたいポートに直接装着します。ホスト・テスト・フィクスチャの反対側からSMAケーブルでオシロスコープに入力します。

測定対象がデバイスの場合には，図23(b)のようにHSETツールを搭載したWindowsホストをデバイス・テスト・フィクスチャのInitポートと接続します。デ



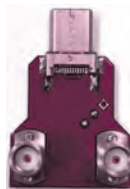
〈図22〉 USBテスト用にUSB-IFが用意しているHSETツールの画面



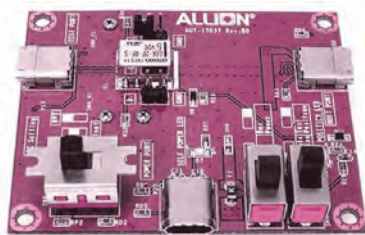
(a) ホスト・テスト用
(USB - IF 製
USB2SIGQUAL)



(b) デバイス・テスト用(USB
- IF 製 USB2SIGQUAL)

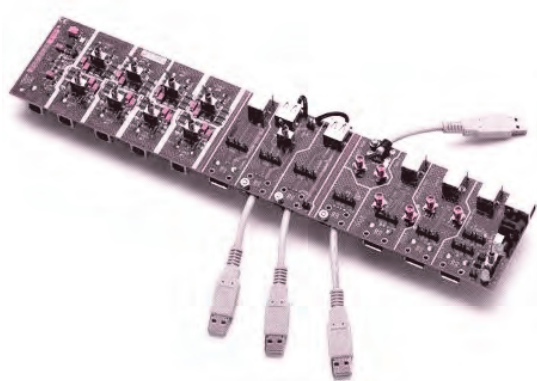


(c) タイプCホスト・
テスト用(アリオン製 AUT17094)



(d) タイプCデバイス・テスト用
(アリオン製 AUT17037)

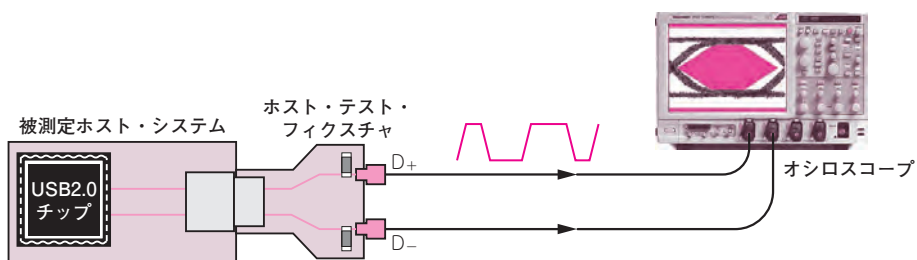
〈写真1〉USB2.0用のテスト・フィクスチャ



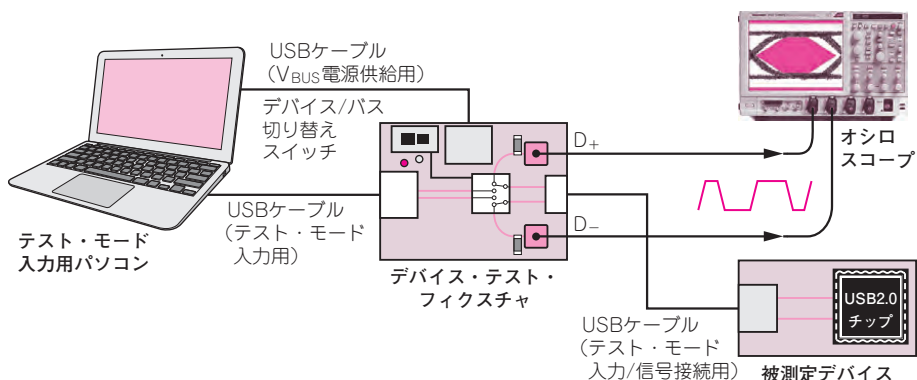
〈写真2〉USB2.0FS/LSモード・プローブ・テスト・フィクスチャ
(テクトロニクスTDSUSBF型)

バイス・テスト・フィクスチャの反対側のTestポートには、テストしたいデバイスのポートと適切なケーブルで装着します。デバイス・テスト・フィクスチャ上のSMAコネクタからSMAケーブルでオシロスコープに入力します。

測定対象がデバイスの場合、WindowsホストからHSETツールを使ってテスト・モードに入れるまではD₊とD₋はホストに接続されていますが、テスト・モードに入れた後、デバイス・テスト・フィクスチャ上のスイッチを切り替えると、デバイスからの信号はオシロスコープへ接続されます。またデバイスは電源(V_{BUS})も必要なので、



(a) ホスト/ハブ・ダウンストリーム・ポート・テストの接続



(b) デバイス/ハブ・アップストリーム・ポート・テストの接続

〈図23〉USB2.0テストの接続図