

# 高速デジタル・データ伝送入門

## 第6回 高速デジタル信号の波形観測方法

志田 晟  
Akira Shida

### ■ はじめに

連載第5回(2003年8月号)ではUSB2.0のハイスピード・モード(480 Mbps)を題材に、差動信号を通すプリント・パターン設計法などを説明しました。今回は同じくハイスピード・モードを例に、高速デジタル信号の波形観測方法を説明します。

### USB コンプライアンス・テスト

USB コンプライアンス・テストとは、**製作したUSB機器が規格に適合しているかを判定するためのテスト**です。信号波形だけでなく、通信にかかわるさまざまな特性を確認することが定められています。コンプライアンス・テストについては、文献(3)などで詳しく解説されています。

### ■ USB コンプライアンス・テストの環境

主な測定器メーカーは、USB コンプライアンス・テ

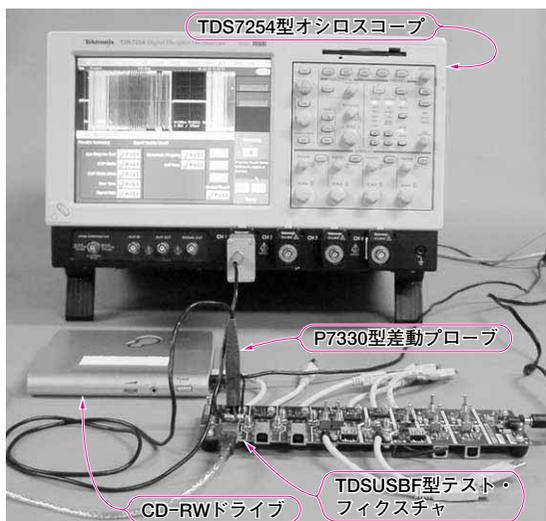
ストのための環境を用意しています。

#### ● テクトロニクス社のテスト環境

写真6-1に示します。手前の基板がUSB2.0テスト・フィクスチャ、中央にある機器が試験対象のUSB2.0対応CD-RWドライブです。一番奥にあるのがTDS7254型デジタル・フォスファ・オシロスコープ(帯域2.5 GHz, 20 Gサンプル/s)です。テスト・フィクスチャに垂直に立っているプローブはP7330型差動プローブです。写真には写っていませんが、テスト・パターン発生用のパソコンも接続されています。

#### ● アジレント・テクノロジー社のテスト環境

写真6-2に示します。USB2.0カードが付いた、テスト用のパソコンも写っています。オシロスコープはInfiniium54846B(帯域2.25 GHz, 8 Gサンプル/s)で、プローブはInfiniiMax1134A差動プローブを使用して



〈写真6-1〉 テクトロニクス社のコンプライアンス・テスト環境



〈写真6-2〉 アジレント・テクノロジー社のコンプライアンス・テスト環境

〈図6-1〉 HSエレクトリカル・テスト・ツール



います。手前左側にある黒い箱が試験対象のUSBハブです。また、手前右側の基板がテスト・フィクスチャで、テストの種類ごとに交換します。

## USB2.0 ハイスピード信号を 観測してみる

### ■ 試験用信号の発生

#### ● エレクトリカル・テスト・ツールを入手する

USB機器は、コンプライアンス・テストに必要な試験用信号を発生できるように作られています。USB2.0ハイスピードの試験用信号を発生させるには、USBインプレメンターズ・フォーラムのウェブ・ページ (<http://www.usb.org/>) からHSエレクトリカル・テスト・ツールをダウンロードして、USB機器をつないだパソコン(ホスト)にインストールする必要があります。このツールを使って試験対象機器を設定すると、いろいろな試験用の信号を発生できます。

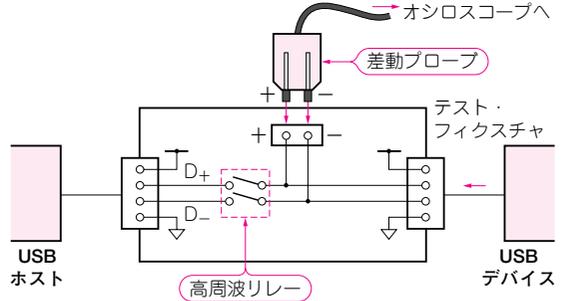
#### ● 信号品質などの確認にはテスト・パケットを使う

コンプライアンス・テストにはいろいろなテストが含まれていますが、アイ・パターンの確認など信号品質テストを行うときは、テスト・パケットを発生するように設定します。図6-1に示したHSエレクトリカル・テスト・ツールの画面左側から、試験対象になるデバイスを選択したあと、右側のメニューでTEST\_PACKETを選択します。



〈写真6-3〉 USB2.0ハイスピード信号のプロベリング

〈図6-2〉 テスト・フィクスチャの回路切断機能



一度USBデバイス側からテスト波形を繰り返し送るよう設定すると、ホストからデバイスを切り離しても、デバイスはテスト・パケットを出力し続けます。またUSBテスト・フィクスチャは、図6-2のようにD+/D-ラインだけを外部から切断できる構造になっています。

### ■ 信号品質テスト

#### ● テスト・パケットを観測する

USB2.0ハイスピードの信号品質テストでは立ち上がり時間が最小500 psの波形を線路の途中で観測する必要があるため、高インピーダンスの差動プローブを使います。

写真6-3は、テクトロニクス社のテスト・フィクスチャを使って波形を観測しているようすです。垂直に立っているのが差動プローブです。図6-3はオシロスコープで取り込んだテスト・パケットの波形です。上側の波形はテスト・パケット全体で、下側はその一部を拡大表示したものです。

図6-3(a)はテスト・パケットの先頭部分を拡大したもので、“L”と“H”が約2.1 nsごとに交互に現れ、ビット・レートが480 Mbpsになっていることがわかります。また図6-3(b)は、テスト・パケットの中で波形が最もひずむ部分を拡大表示したものです。テスト・パケットには、ほかにもいろいろなパターンが含まれています。

#### ● 信号品質テストの実行結果

写真6-1と写真6-2で示したテスト環境を使えば、観測したテスト・パケットからアイ・パターンなどを生成して、信号品質テストのリポートを自動的に生成できます。信号品質テストのリポートの例を図6-4に示します。

## プローブによる観測波形の違い

#### ● 受動プローブを使うと振幅が小さく見える

オシロスコープで波形を観測するときは、一般的には1 M~10 MΩの受動プローブを使います。このプ