

第4章

プロトコル検証の進めかたと 不具合対策

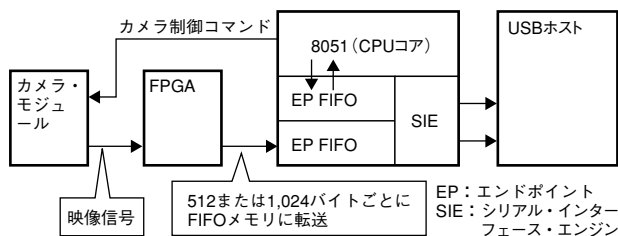
実データ転送速度を引き上げるためのテクニック

早川義昭

ここ数年、USB 2.0、IEEE 1394、Serial ATAなど、高速シリアル・バスの規格が続々と策定されています。これらの高速シリアル・バスは、RS-232-Cのように取りあえずつながれば動くというものではありません。接続時のエニユメレーション処理（接続してからデバイスの認識が完了するまでの一連の処理）など、動作させるまでの手順が複雑になっています。そして、こうした手順の複雑化に伴って、プロトコル検証の作業が重要となってきています。（筆者）

ここでは、USB 2.0のハイスピード・モードに関するプロトコル検証について解説します。ターゲット・デバイスとしては、カメラ・キャプチャ・ボードを使用します（図1）。なお、本ボードはUSBコントローラLSIとして、米国Cypress Semiconductor社の「EZ-USB FX2」を搭載しています。

USB 2.0のハイスピード・モードの最大データ転送速度は480Mbpsと高速です。しかし、FX2が内蔵している8051コアはこのように高速にデータを処理するには非力です。そこで、FX2では汎用I/Oやスレーブ用FIFOメモリなど、データ処理を外部回路に任せられるようになっています。



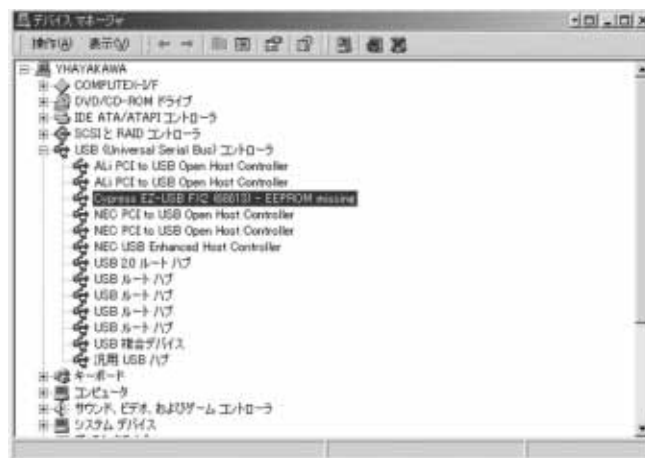
〔図1〕 ターゲット・デバイスの構成

本稿でターゲット・デバイスとして使用するUSB 2.0ハイスピード・モード対応のカメラ・キャプチャ・ボードの構成を示す。

また、本ターゲット・ボードでは、FPGAを用いてカメラ・モジュールからの映像信号を512バイト（バルク・モード時）または1,024バイト（アイソクロナス・モード時）に分割しています。この分割されたデータをFX2のスレーブFIFOメモリへリアルタイムに転送することで、高速なデータ転送を実現しています。

なお、本稿ではプロトコル検証を中心に説明し、物理的な信号の検証については触れません。USB機器にFX2を搭載し、EEPROM (I²Cバスを介して接続)をつながずに電源を供給すると、ユーザ・プログラムと関係なく起動します。この状態でUSB機器をFX2の開発ツールがインストールされたパソコンにつなぐと、図2のように「Cypress EZ-USB FX2」デバイスが認識されます。この認識が行われない場合は、ターゲット・デバイスのハードウェアに問題があると考えられます。

USB機器が正常に認識された場合は、EZ-USB Control



〔図2〕 デバイスの認識



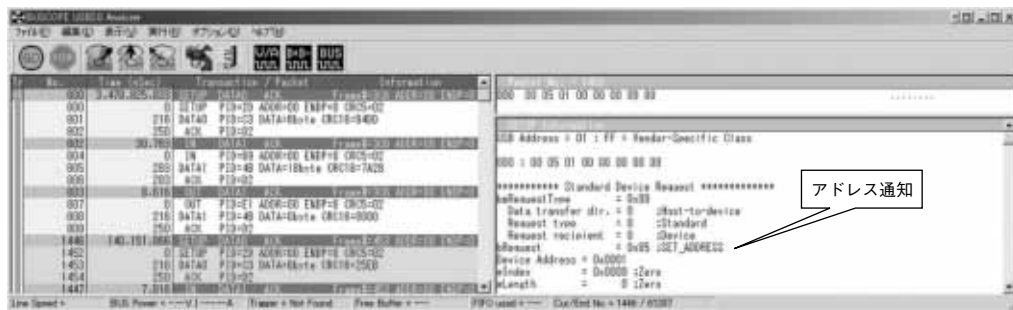
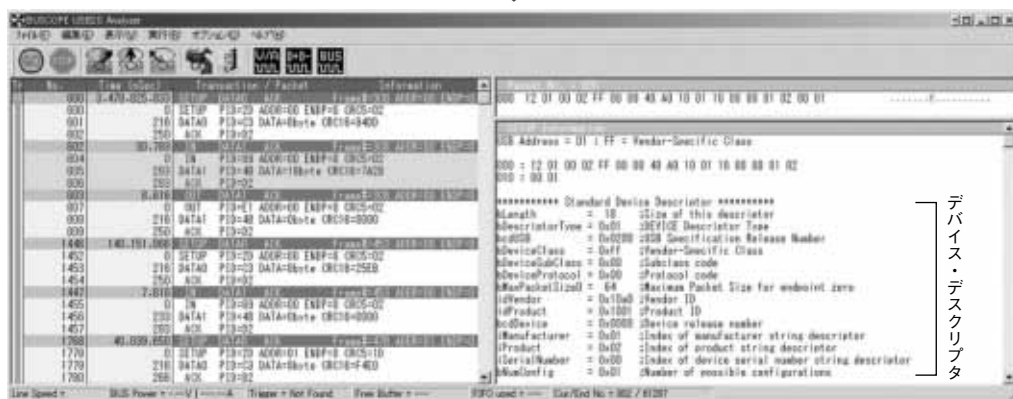
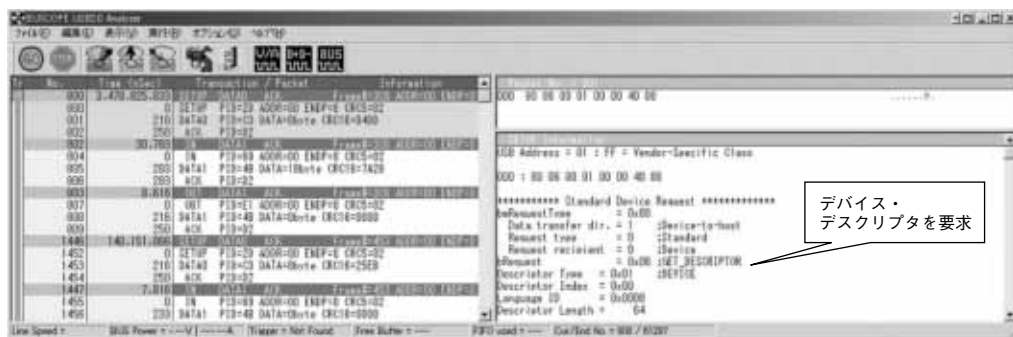
〔写真1〕 検証風景

写真左がUSBカメラ・キャプチャ・ボード、写真右がバス・アナライザ「BSCOPE」である。

Panel (Cypress Semiconductor社のEZ-USB開発キットに含まれているツール)を実行し、ユーザが作成したプログラムをダウンロードして検証を進めます。

●プロトコル検証にバス・アナライザを使う

RS-232-CやI²C通信の検証では、個々の信号をロジック・アナライザでモニタする必要があります。一方、USB 2.0では信号は単なる“H”，“L”ではなく、差動信号になっているため、簡単に信号を捕えられません。また、通信データ量が多く、バス信号を目で見て解析するには限界があります。そのため、IEEE 1394やUSB 2.0のような高速バス



〔図3〕

エニメレーション

図の手順でエニメレーション処理の確認を行う。