

第3章

USB 2.0ハイスピード・モード対応 MP3プレーヤを作る

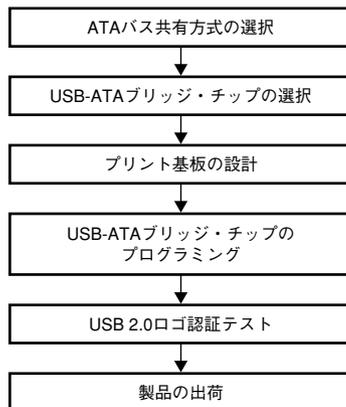
高速シリアル・インターフェースの設計事例

Steve Kolokowsky

ここでは、USB 2.0インターフェース対応MP3プレーヤの設計事例を紹介する。ATAバスの共有方式の決めかたやUSB-ATAブリッジ・チップの選択方法、プリント基板設計時の注意点などを説明する。
(編集部)

米国Apple社の「iPod」がけん引役となり、ここ数年の間に数百万台のMP3プレーヤが販売されました。ハード・ディスク装置とメモリの価格が下落し続ける中、MP3プレーヤは将来的に大きく成長が見込まれる分野です。

このMP3プレーヤにとって、USBは最適なインターフェースです。なぜなら、1998年以降に製造されたほぼすべてのパソコンがUSBポートを装備しており、かつ、Windows, Mac OS, Linux, Solarisなどの主要なOSのすべてがサポートしているからです。最近では、数千曲もの音楽データを録音できるMP3プレーヤも出てきています。このような大容量のデータをダウンロードできる、USB 2.0のハイスピード・モード(480Mbps)に対応したMP3プレーヤも始めています。



〔図1〕
マス・ストレージをUSB 2.0対応にするための開発手順
図の手順は、MP3プレーヤだけでなく、デジタル・カメラやハード・ディスク装置などのマス・ストレージ製品をUSB 2.0対応にするための設計に適用する。

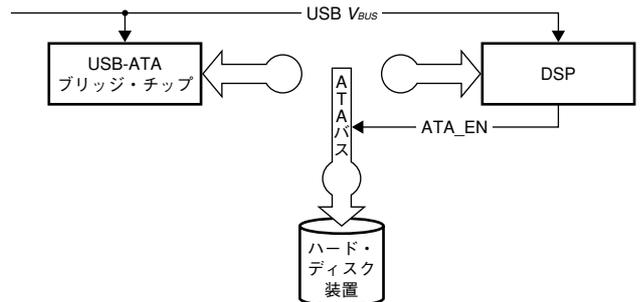
そこで、本稿では市販のUSB-ATAブリッジ・チップを使ったMP3プレーヤの設計事例を紹介します。

1. ハードウェア設計における注意点

図1に示す手順は、MP3プレーヤだけでなく、デジタル・カメラやハード・ディスク装置など、すべてのマス・ストレージ製品をUSB 2.0対応にするための設計に適用することができます。一部の外付けハード・ディスク装置の設計では、ATAバスをIEEE 1394インターフェースと共有する場合もあります。

●ATAバス共有方式の選択

ATAバスは、複数のホストに対応する設計にはなっていません。ATAバスは本来、2台以下の大容量記憶装置(デバイス)を1台のホスト・コンピュータに接続するために使用します。コンピュータの進化に伴って、ATAバスの速度は3Mバイト/sから133Mバイト/sに向上しました。



〔図2〕MP3プレーヤのブロック図
MP3プレーヤがVbusを検出すると、DSPはディスク上に開かれているすべてのファイルを閉じ、USBインターフェース・チップ上にあるATA_ENという制御ラインを経由して、USBインターフェース・チップに制御を渡す。



しかし、1台のホストと2台以下のデバイスという基本的な概念は変わっていません。ATAバスの共有には、ホスト間の調整が必要となります。

一般的なMP3プレーヤの設計では、 V_{bus} 経路でUSBの接続を検出する(USBケーブルに5V電源が供給される)まで、DSP(デジタル信号処理プロセッサ)が制御を行います(図2)。 V_{bus} を検出すると、DSPはディスク上に開かれているすべてのファイルを閉じ、USBインターフェース・チップ上にあるATA_ENという制御ラインを経由して、USBインターフェース・チップに制御を渡します。この共有メカニズムは1本の制御ラインのみに頼っており、概念としては単純です。

上記のメカニズムには、いくつか注意を必要とする点があります。

- バス・マスタの切り替え中にドライブが選択されないように、CS0#やCS1#、DIOW#、DIOR#といった信号線を必ずプルアップする。10kΩのプルアップ抵抗を推奨。
- 制御を新しいマスタに切り替える前に、ATAバス上で現在やり取りされているトランザクションの転送が完了していることを各デバイスが確認する。なぜなら、データ転送中にUSBが切断されると、USB経路でハード・ディスク装置を制御するステート・マシンに新しいエラー・バスが追加されてしまうからである。

デバイスは、なぜバスの共有を積極的に行わないのでしょうか。ATAプロトコル層の共有は、ATAハードウェア層の共有と比べてかなり複雑です。ATAデバイスは現状の情報を保存しているため、複数のマスタ間で積極的に共有することはできません。各バス・マスタは、セッション間でデバイス全体が書き換えられる可能性を想定する必要があります。

また、別のアプローチとして、すべてのコマンドをDSPに送ることも考えられます。しかしこの場合、すべてのデータを2回転送(DSPへの転送とドライブへの再送)することになるため、性能が大幅に低下します。実際、現在普及しているMP3プレーヤの中にこの方法を採用している機種はありません。

●専用LSIを使うか？ プログラマブルにするか？

インターフェース・チップを選ぶとき、専用LSI(ハード・ワイヤード論理のASSP)とプロセッサ・ベースのLSIの二つの選択肢があります。

専用LSIを使用すればファームウェアを開発する必要はありませんが、柔軟性が乏しくなります。

一方、プロセッサ・ベースのLSIを利用すれば、例えばホストやハード・ディスク装置の不具合や設計の不備、仕様の解釈ミスなどを解決するために、現場でプログラムを変更することができます。また、現在の変換テーブルにない新しいSCSIコマンドを追加するための変更も可能です。デジタル著作権管理の規格が絶えず変更されていることを考えると、プログラミングが可能であることはMP3プレーヤの分野では重要です。デジタル著作権管理のために新しいセキュリティ・コマンドや追加のシリアル番号が必要になっても、プロセッサ・ベースのLSIであれば対応が可能というわけです。

ここでは、米国Cypress Semiconductor社が出荷しているプログラムの書き換えが可能なUSB 2.0デバイス・コントローラLSI「EZ-USB FX2(CY7C68013)」と、同社が提供しているUSB 2.0-ATAブリッジのリファレンス・デザインを利用して、MP3プレーヤを作成していきます。

●プリント基板設計で守るべき八つの事項

USB 2.0仕様の480MHzという動作周波数に合わせるために、プリント基板設計には注意を要します。すべてのUSB 2.0デバイスでは以下のことを行ってください。

- 差動インピーダンスが90Ωになるように、D+/D-の配線幅、配線間隔、プリント基板の層の厚さを決める。USB-IFでは、D+/D-の差動インピーダンスが90Ω±10%となることを要求している。
- D+/D-信号の配線長は75mm以下とする(20mm~30mmを推奨)。
- D+/D-の配線長はほぼ等長であること。配線長の差は2.5mm未満とする。
- プリント基板メーカーには、インピーダンスの要求に合うようにD+/D-の配線間隔を設定するように依頼する。
- D+/D-にほかの配線を近づけないようにする(6.5mm以上離す)。
- D+/D-の配線にバイアスを付けない。
- D+/D-の配線を直角に曲げない(45°にする)。
- D+/D-の配線の下は安定したグラウンド面でなければならない(分割された面は不可)。また、電源面の分割をまたいでD+/D-を配線してはいけない。コネクタの形状にも注意してください。写真1(a)はUSB