

USBホスト機能を実装した組み込みシステムの構成

FRマイコン基板を使ったUSBホスト・システムのプログラム作成に入る前に、USBホスト機能を組み込みシステムに実装する場合に必要なハードウェアとソフトウェアについて解説する。組み込み機器でUSBホストを実現するには、USBプロトコル・スタックをどうするかが重要である。

(編集部)

根岸 智明

1. USBホスト機能実現のためのハードウェア構成

USBホスト・コントローラのいろいろ

各デバイス・ベンダからUSBホスト機能を持ったコントローラが販売されており、これらには幾つかの種類があります。具体的には以下の4種類に分類できます。

(1) OHCI(Open Host Controller Interface)方式

OHCI方式は、旧 Compaq Computer 社、Microsoft 社、National Semiconductor 社などが中心になって規格化した仕様です。この規格は、次の UHCI 方式と同じように、USB のバージョンが 1.0 または 1.1 に対応したもので、フル・スピード(通信速度 12Mbps)と、ロー・スピード(通信速度 1.5Mbps)に対応しています。

(2) UHCI(Universal Host Controller Interface)方式

UHCI方式は、Intel社が主導して規格化した仕様です。この規格も OHCI と同じように USB 1.x 対応のコントローラで、フル・スピードとロー・スピードに対応しています。

(3) EHCI(Enhanced Host Controller Interface)方式

EHCI方式は、Intel社が主導して規格化した仕様です。この規格は USB 2.0 対応で、ハイ・スピード(通信速度 480Mbps)に対応しています。

(4) ベンダ独自方式

デバイス・ベンダ独自の仕様で策定された USB ホスト・コントローラです。組み込み向けを意識し、8ビット幅のローカル・バスに接続できるタイプなどもあります。

最後のベンダ独自方式を除いた、(1)~(3)の三つの規

格は Windows でも標準サポートされており、ほとんどのパソコンにこのいずれかの規格のコントローラが搭載されています。ただし、パソコンの場合はチップセットに USB ホスト機能が集積されているため、単体の USB ホスト・コントローラがマザーボードに搭載されていることはあまりありません。

EHCI方式のUSBホスト・コントローラの内部

USBは互換性を重視しているため、OHCIやUHCIのUSBホストにハイ・スピードのUSB機器を接続しても、フル・スピードとして動作します。ハイ・スピード対応のUSB周辺機器は、フル・スピードでも動作するように作られているからです。

逆に、EHCIのハイ・スピード対応のUSBホストにフル・スピードのUSB周辺機器を接続した場合はフル・スピードで、ロー・スピードのUSB周辺機器を接続した場合はロー・スピードで動作します。これは、EHCIがダイレクトにフル・スピードやロー・スピードに対応しているわけではありません。EHCI準拠のUSBホスト・コントローラは、内部にOHCIまたはUHCIに対応したUSBホスト・コントローラを内蔵し、フル・スピードやロー・スピードのUSB周辺機器が接続された場合は、これらのUSBホスト・コントローラを使って制御するようになっているのです。

システムのハードウェア構成

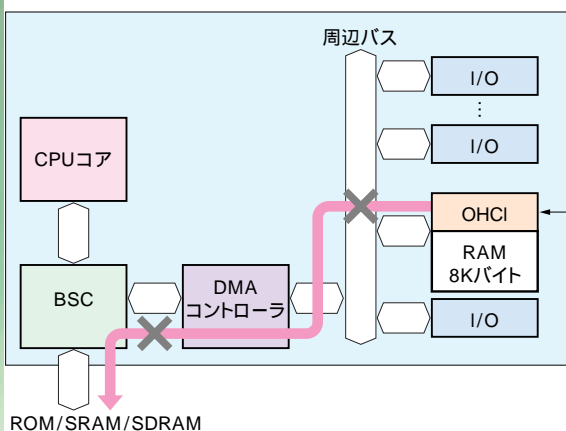
組み込みシステムにUSBホスト機能を実装するには、CPUと上記のUSBホスト・コントローラをどのように接続するかも重要な問題です。

USBホストの仕様書を確認すると分かりますが、例え

USB ホスト・コントローラ内蔵 CPU といっても…

図 1(c)ではひとくくりに「USB ホスト・コントローラ内蔵 CPU」としてはいますが、さらに厳密には内部のバス構成の違いにより、USB データ転送時に使えるメモリ領域に大きな違いが出てきます。

図 A に OHCI 準拠 USB ホスト・コントローラを内蔵したルネサス テクノロジーのマイコン SH シリーズのブロック図を示します。SH7760 は OHCI ホスト・コントローラに内蔵されている 8K バイトのバッファ RAM にデータを書き込んでおかないと、OHCI ホスト・コントローラによる USB の転送が行えません。一般にプログラムやデータは SDRAM 上に格納して動作させるので、SDRAM 上に USB で転送したいデータを用意した場合は、それを CPU や DMA を使って 8K バイトのバッファ RAM にいったん転送してから、OHCI を使って USB に転送する必要があります。



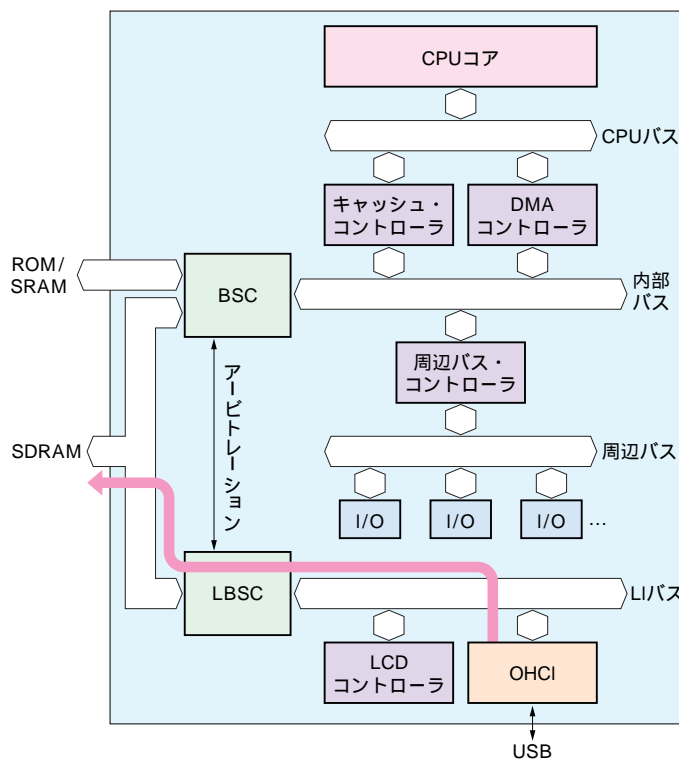
(a) SH7760(SH-4)

BSC : バス・ステート・コントローラ, OHCI : USB ホスト・コントローラ, LBSC : LI バス・ステート・コントローラ, I/O : 各種周辺コントローラ

図 A USB ホスト・コントローラ内蔵 CPU の内部バス構成の違い

同じ SH シリーズでも、SH7727 は OHCI ホスト・コントローラが直接 SDRAM へもアクセスできるので、SDRAM 上に用意したデータをダイレクトに USB に転送できます。

ちなみに MB91FV310A は、SH7760 と同じような構成になっているので、プログラム用フラッシュ ROM や内蔵 RAM 上に用意したデータは、いったん OHCI ホスト・コントローラ側に用意されている RAM に転送する必要があります。



(b) SH7727(SH3-DSP)

ば OHCI の場合、CPU と USB ホスト・コントローラの接続に関して、PCI のバス・マスタ方式でメイン・メモリ上に配置したデータを読み書きします。このため、OHCI 準拠のコントローラには PCI バス接続のものが数多く存在します。現在、それらは次の三つに大きく区別できます(図 1)。

(1) PCI ホスト・コントローラ内蔵 CPU

+ PCI バス版 USB ホスト・コントローラ

これは、CPU に PCI ホスト・コントローラが内蔵されている、またはシステム・バスとして PCI バスを搭載したシステムで採用できる構成です。システム内の PCI バス上

に USB ホスト・コントローラを接続します。

USB はパソコン向けに誕生したバスであり、最初に世の中に登場した USB ホスト・コントローラも PCI バスに接続するものでした。

(2) ローカル・バスだけの CPU

+ ローカル・バス版 USB ホスト・コントローラ

これは、CPU に PCI ホスト・コントローラが内蔵されておらず、システム全体でも PCI バスを採用していない場合の構成です。いわゆる CPU のローカル・バスに USB ホスト・コントローラを接続します。現在では組み込み機器