

デジタル信号の性質と高速伝送技術

第6回 数 Gbps を可能にする差動信号のふるまい

差動伝送の耐ノイズ性を実験

志田 晟
Akira Shida

● 今回のねらい

- 外部ノイズの多い環境では、シングル・エンド方式で確実にデジタル信号を伝送することが難しくなります。そこで、比較的低速のデジタル差動伝送回路(RS-422)を使って、デジタル差動伝送の耐ノイズ性と基本的な回路動作を説明します。
- デジタル差動信号の伝わり方を、実験を通して説明します。線路周囲の導体の接続の違いによる影響と線路長による波形ひずみなどを実験で示します。これにより、デジタル差動伝送回路のポイントを理解します。

数百 Mbps 超の伝送には差動伝送が使われる

- 480 Mbps の USB には差動伝送が使われている
写真 6-1 はノート PC の USB ポートの外観です。現在は、シリアル・ポートやパラレル(プリンタ)・ポートは PC に標準で付属しなければならない外部接続コネクタの仕様から外され、ノート PC だけでなくシリアル・ポートが無いデスクトップ PC も多くなっ

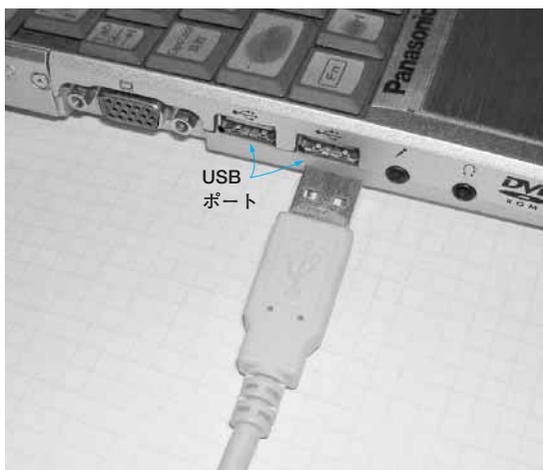


写真 6-1 シリアル/パラレル・ポートの代わりに USB ポートが使われているノート PC

ています。

シリアル・ポートやパラレル・ポートはシングル・エンドで信号を伝送します。一方、USB はデジタル差動伝送方式で信号を送っています。

図 6-1 に USB ケーブルの断面を示します。4 芯のうち、2 本で一つの信号を送り、残りの 2 本が電源です。信号は一つのペアで、差動で双方向に送られます。USB ハイ・スピード規格は 480 Mbps の伝送速度です。

● 3 Gbps のシリアル ATA には差動伝送が使われている

PC 内部でハードディスクとマザーボード間で使われる信号伝送には、従来は IDE(Intelligent Device Electronics) というシングル・エンドの伝送方式が用いられていました。ケーブルは多芯のフラット・ケーブルでパラレルに信号を伝送していました。

しかし、最近のハードディスクのデータ伝送には、写真 6-2 に示すシリアル ATA というシリアル伝送方式が用いられています。

図 6-2 は、シリアル ATA の信号線の断面です。この図から分かるように、2 ペアの信号線が使われています。行きと帰り用に独立したペア線を使用し差動で伝送します。1.5 Gbps および 3 Gbps(SATAII) という高速な伝送速度になっています。

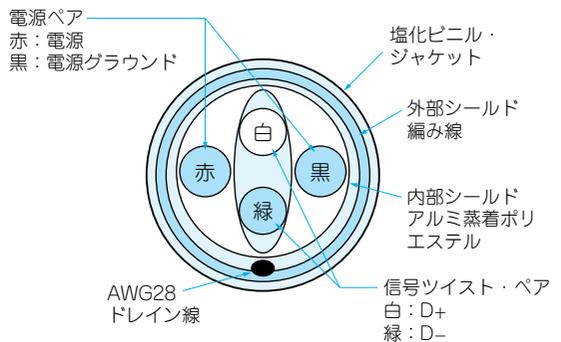


図 6-1(1) ハイ・スピード/フル・スピード用の USB ケーブルの断面と構造

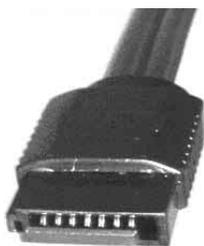


写真6-2⁽¹⁾ シリアルATAケーブルのコネクタ

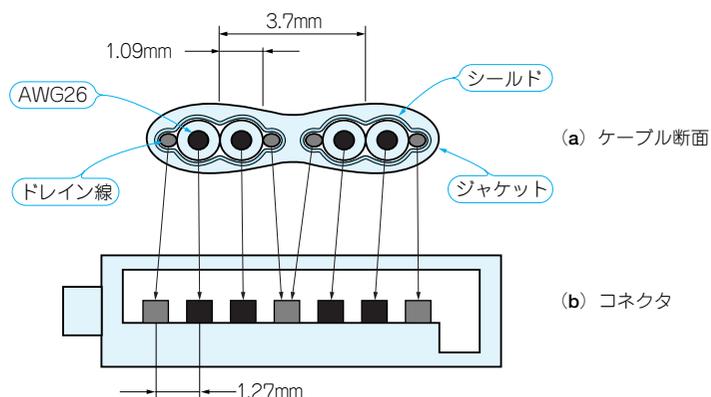


図6-2⁽¹⁾ シリアルATAケーブルの断面とコネクタ

このように、毎秒数百メガからギガ・ビットというデジタル信号伝送では、ほとんどの場合差動信号伝送が用いられています。

● 低価格なロジック・デバイスで高速伝送を実現する

低価格なPCで毎秒数ギガ・ビットという高速伝送を実用化するには、低コストで作ることができるデバイスが必要です。

図6-3に示すように、立ち上がり時間(スルー・レート)が遅い低価格なロジック・デバイスでも、振幅を小さくすると高速にデータ伝送することが可能となるので、このような目的に使用されています。しかし、振幅が小さいとノイズに弱く、誤動作しやすいという問題が生じます。

小振幅で伝送しても外部ノイズに強くできる方法として**差動伝送方式**があります。今回は、比較的低速の差動伝送回路の実験を通してデジタル差動伝送の基本的な内容を説明します。

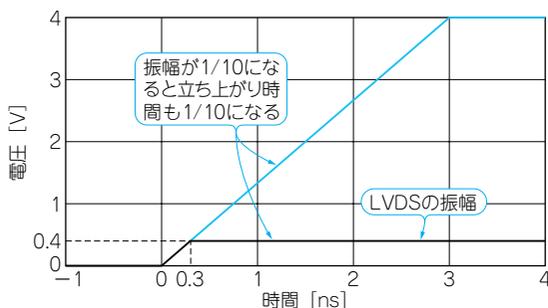


図6-3⁽¹⁾ 同じスルー・レートでも振幅を小さくすると高速に伝送できる

差動伝送ならノイズがあっても小振幅で信号を送ることができる

● 差動伝送は同相で印加されたノイズを打ち消す
外部ノイズの多い環境に置かれたセンサの微弱な信号を回路に導く場合には、外部ノイズを打ち消して必要な信号のみを取り出す必要があります。そのために、差動伝送は、図6-4のようなアナログ回路でも多く使用されてきました。

デジタル差動伝送も、この差動OPアンプ回路と同じように、同相で回路に印加される外部ノイズを打ち消して信号成分のみを取り出します。このため、信号の振幅は小さくても誤動作すること無くデジタル信号を伝送することができます。

● 差動伝送にRS-422を使って耐ノイズ性を実験

図6-5に、RS-422(EIA/TIA422)規格対応の送受信デバイスLTC1485(リニアテクノロジー)を使用した差動線路を経由してデータ伝送する回路を示します。写真6-3に実験のようすを示します。

ケーブルは、イーサネット用のCAT5(カテゴリ5)ケーブルを使用しています。このケーブルは四つのツイスト・ペアで構成されていますが、シールドされていません。

まず、3mの長さのCAT5ケーブルを使って、線路

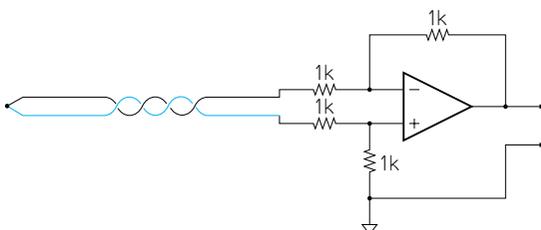


図6-4 OPアンプを使ったアナログ信号の差動伝送回路の一例(簡単化したもの)