

デジタル信号の性質と高速伝送技術

第4回 隣り合う配線に Mbps 超の信号は禁物

クロストークの原因と対策

志田 晟
Akira Shida

基板間を毎秒数メガ・ビット程度でデジタル信号を送信する場合、安価なコネクタを使用できるフラット・ケーブルがよく使われます(写真4-1)。

今回は、フラット・ケーブルを使ってデジタル信号を送信する場合の注意点と、誤動作を起こしにくくする方法などについて説明します。

フラット・ケーブルを使ったクロストークの実験

● 隣り合う線でデータとクロックを送る

写真4-2は、基板間を16芯フラット・ケーブルで接続し、デジタル信号を送る実験を行っているよう

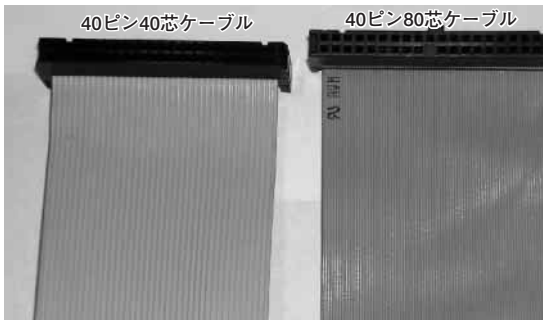


写真4-1 ハード・ディスクに使われているフラット・ケーブル(80芯タイプがUltra ATA/66~Ultra ATA/133といった高速インターフェース用。40芯タイプはUltra ATA/33用)

すです。写真4-2の回路図を図4-1に示します。送信側(ドライバ)は74AC04、受信側(レシーバ)は74HC574でデータをラッチする簡単なものです。この実験では、もっともノイズを出しやすいクロック線とその隣のデータ線、およびそれぞれのグラウンド線の4本のみを接続しています。

ICの電源は3.3Vの場合と5Vの場合でテストしています。フラット・ケーブルの長さは20cm, 1m,

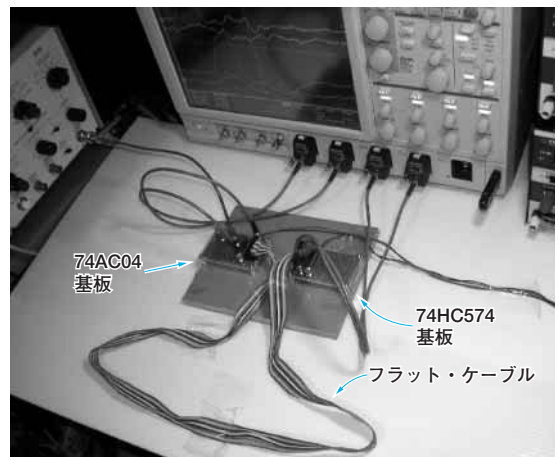


写真4-2 フラット・ケーブルで回路間をつないでクロストーク波形を観測する実験の様子
オシロスコップは帯域8GHzのDSA70804(テクトロニクス)

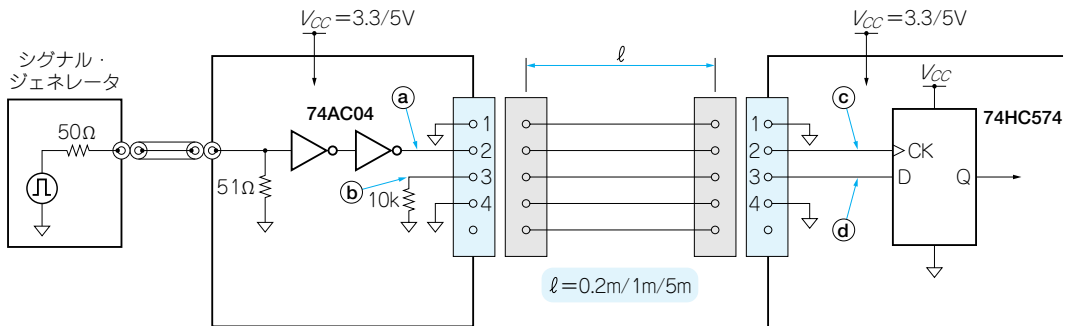


図4-1 クロストーク波形観測用の回路

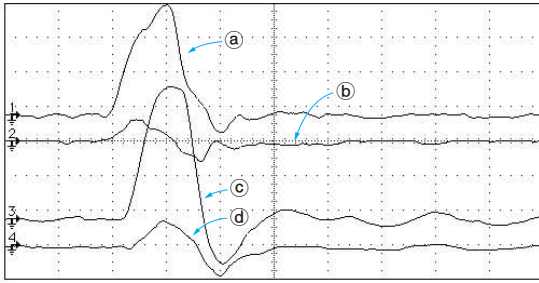


図4-2 フラット・ケーブルが20 cmの場合の観測波形(1 V/div, 5 ns/div, 帯域500 MHzのオシロスコープで測定)

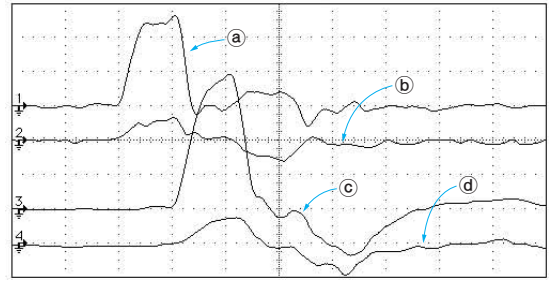
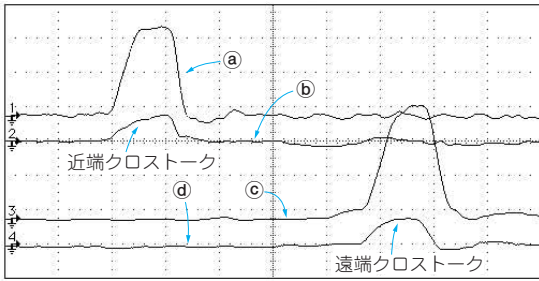
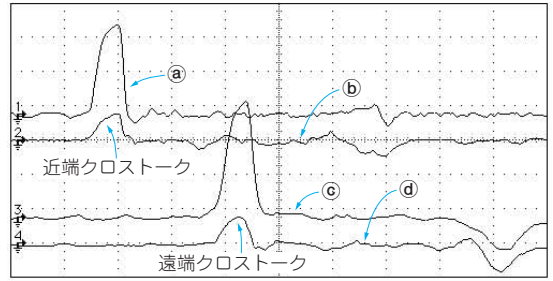


図4-3 フラット・ケーブルが1 mの場合の観測波形(1 V/div, 5 ns/div, 帯域500 MHzのオシロスコープで測定)



(a) 1 V/div, 5 ns/div



(b) 1 V/div, 10 ns/div

図4-4 フラット・ケーブルが5 mの場合の観測波形(帯域500 MHzのオシロスコープで測定)

および5 mで実験しました。

● 実験結果

実験結果を図4-2～図4-4に示します。写真4-3は、図4-2の実験のようす、写真4-4は、図4-4の実験のようすです。ケーブルが長すぎるため写真からはみ出ていますが、ケーブルの途中で巻いたりせずに引き回しています。図4-3の実験のようすは写真4-2です。

図4-2はドライブ側でパルス波形がとがって見えています、ケーブルが20 cmと短いため反射してきた成分が重なったものと考えられます。図4-3(1 m)

はドライブ側が矩形波に近くなっています。

● 隣の線路に現れるクロストーク

図4-2～図4-4は、上から図4-1のa, b, c, d点の波形です。aとcが本来の信号で、aとcの時間差が線路を伝わる時間です。bが送信側で隣の線路に現れているクロストーク、dが受信側で隣の線路に現れているクロストークです。

この実験は3.3 Vの回路ですが、0.8 Vものクロストークがどの場合も出ていたことが分かります。3.3 Vのロジックでは、必ずLowになるという規定のレベルではなく、条件によっては誤動作もありえます。

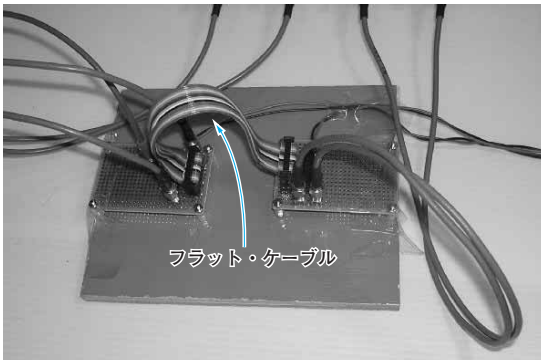


写真4-3 20 cmのフラット・ケーブルをつないで実験しているようす

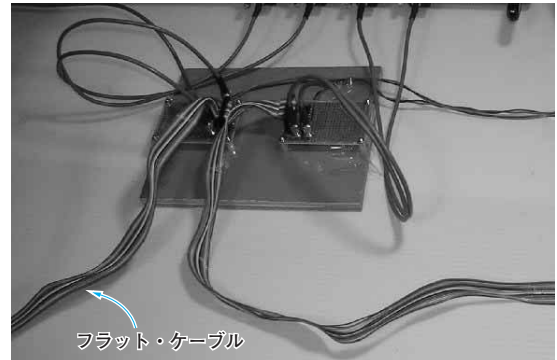


写真4-4 5 mのフラット・ケーブルをつないで実験しているようす