

シリアル時代のCOMMON SENSEを実験でマスタ!

差動伝送のメカニズムと伝送線路の評価術

100 Mbps 超の高速信号も確実に伝えるテクニック

第3回 差動インピーダンスを求めて確実に終端する

石井 聡 Satoru Ishii

● おさらい

高速のデジタル・データ伝送が可能な差動伝送線路は、RS-485、USB、イーサネットなど、産業機器から民生機器まで幅広く利用されるようになりました。

差動伝送線路を伝わる信号は、周波数が高いだけでなく振幅も小さいため、信号波形を乱さずに確実にレシーバまで届けるためには、信号の通り道である伝送線路をうまく作る必要があります。信号が伝わる過程で波形が乱れてしまうと、レシーバで間違っただけレベル判定が行われたり、外部にノイズが放射されたりします。

差動信号の波形を乱さずに正しく伝えるためには、差動信号源の出力インピーダンスと負荷インピーダンスを差動伝送線路の差動インピーダンスに合わせる必要があります。

写真1に示すのは、前回(7月号)、実験用に手作りした2mの差動伝送線路(実験線路)です。特性インピーダンスが50Ωの同軸ケーブルを2本撚り合わせて作りました。今回はこの実験線路を使って、次の二つのインピーダンスを測定します。

- 差動インピーダンス：差動信号に対する伝送線路のインピーダンス
- 同相インピーダンス：同相信号に対する伝送線路のインピーダンス

実験回路の接続は図1に示すとおりです。信号源は自作のTDR測定器(p.176のコラム参照)です。

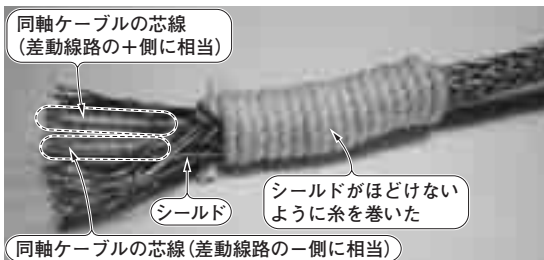


写真1 差動インピーダンスや同相インピーダンスを求める実験のターゲット(2mの差動伝送線路)

前回(7月号)で、同軸ケーブル2本をより合わせて手作りした

差動伝送線路をきちんと終端することが最重要

普段からよく使う同軸ケーブル(シングルエンドの伝送線路)の特性インピーダンスは50Ωや75Ωです。入力した信号が反射して波形が暴れるのを防ぐには、図2に示すように、伝送線路の特性インピーダンスに相当する抵抗で、負荷側と信号源側を終端する必要があります。きちんと終端された伝送線路では、信号がきれいな波形のまま伝わります。これは、同軸ケーブルだけでなく、プリント基板上のパターンでも考え方は同じです。

これは差動伝送線路でもまったく同じです。差動信号が反射ないように、波形が暴れないようにするためには、信号源と伝送線路、そして伝送線路と負荷のインピーダンスをきちんと整合させる必要があります。終端抵抗を差動インピーダンスにぴったり合わせたときに、反射はもっとも小さくゼロになります。

同相信号に対する伝送線路のインピーダンスである同相インピーダンスは、放射ノイズやパターン間のクロストークに影響しますが、詳細は本稿の範囲を超えるので、実測と簡単な考察にとどめておきます。

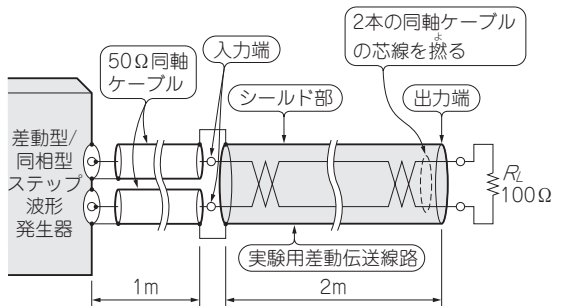


図1 差動インピーダンスや同相インピーダンスを求める実験回路