

伝送線路の構成

短信号伝送時間や高速クロック・レートは今日のプリント配線板が伝送線路としての考慮が必要となることを意味しています。このアプリケーション・ノートでは伝送線路における2種類の構成について説明致します。

アプリケーション・ノート AP120 では今日のプリント配線板トレースは電気的特性が設計者によって制御されなくてはならない信号ラインすなわち伝送線路として扱われる必要があることを述べています。重要なパラメータは PCB トレースの特性インピーダンス(信号伝送線路を伝達する電流と電圧の振幅比)です。

実際のところデジタル・エッジ・スピードが 1ns より速く又はアナログ周波数が 300MHz 以上を設計する際にトレースのインピーダンスを制御しなければなりません。設計者は信号ラインの電気的長さが概算で信号の立上り時間の 30% を越える場合インピーダンス制御されたプリント配線板の考慮が必要となります。

伝送線路のデバイス・インピーダンスへの整合

PCB 上にマウントされているデバイスはそれぞれ特性インピーダンスを所有していて内部接続している PCB のインピーダンスは使用されているロジック・ファミリーの特性インピーダンスに整合するように選択されなければなりません。ソース(図 1 のデバイス A)からロード(図 1 のデバイス B)への信号伝達を最大にする為にトレースのインピーダンスはデバイス A(送る側)の出力インピーダンスとデバイス B(受ける側)の入力インピーダンスを整合させなければなりません(例えば CMOS や TTL では 80 ~ 100Ω の範囲です)。

二つのデバイスを接続する PCB トレースのインピーダンスがデバイスの特性インピーダンスに整合していない場合ロード・デバイスが新しいロジック・ステートへ落ち着く前の信号ライン上で複数の反射が発生します。その結果としてスイッチング時間が増したり高速デジタル・システムのランダム・エラーが生じたりします。従ってトレースのインピーダンス値と許容値は回路設計技師や PCB 設計者により注意深く特定されなければなりません。5%の許容値は厳しい仕様のアプリケーションにおいて希なものではありません。

シングル・エンドの伝送線路

図 1 の回路はシングル・エンドの伝送線路の 1 例です。

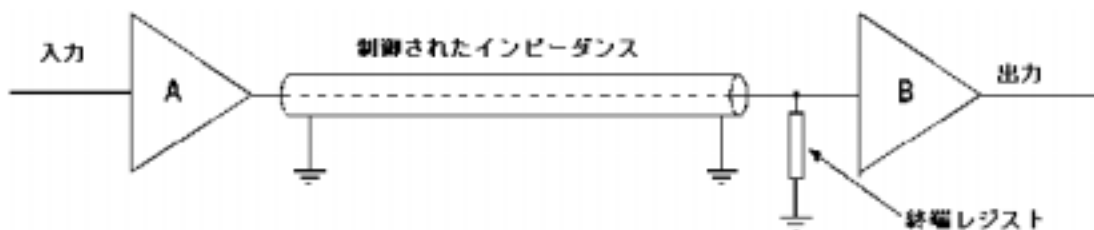


図 1 - シングル・エンド PCB トレース

シングル・エンド伝送線路は最も一般的な接続法でしょう。この場合シングル・コンダクタがデバイス間のソースとロードを接続します。

リファレンス(グラウンド)層は反射シグナル用に使われます。これはアンバランス・ライン(不平衡線路)の一例です。幾何学上シグナルと反射ラインは異なります(シグナル・コンダクタの断面はグラウンド層コンダクタの断面と異なります)。

では何がプリント配線板トレースの特性インピーダンスを決定するのでしょうか？

プリント配線板トレースのインピーダンスはその誘導及び容量性リアクタンス、抵抗、そしてコンダクタンスによって決定されます。これらはトレースの物理的寸法(トレース幅及び厚み)と基板材質の誘電率とその厚みの関数です。プリント配線板は一般的に 25 ~ 120Ω の範囲のインピーダンスを持ちます。

実際プリント配線板の伝送線路はコンダクター・トレース・ライン、1 枚又はそれ以上のリファレンス・プレーン、及び誘電材質から成ります。トレースとプレーンが特性インピーダンスを形成します。プリント配線板はしばしば多層に及びコントロールされるインピーダンスは数種構成されます。しかしながらどの方法が用いられてとしてもインピーダンスの値は以下のようにその物理的構成と誘電材質の電気的特性により決定されます。

- シグナル・トレースの幅と厚み
- トレースのどちらか側のコア又はプリプレグ材質の高さ
- トレース(導体)とプレーン(層)の構成
- コアとプリプレグ材質の誘電率

差動伝送線路

インピーダンス・コントロールされたプリント配線板は通常シングル・エンド(不平衡)又は差動(平衡)構成のマイクロストリップ又はストリップライン伝送線路です。差動モードの機能は図2のようになります。

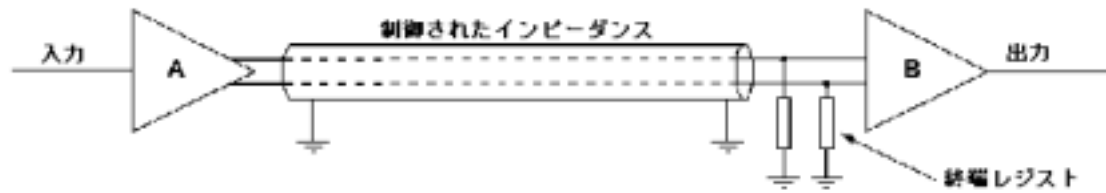


図2 - 差動プリント配線板トレース

差動構成は更に高度なアプリケーションにおいてノイズ除去や良質のタイミングが必須となる場合に用いられます。この構成は平衡線路(Balanced Line)の一例です。シグナル及びリターン・パスは類似した幾何学を持っています。

2つのラインは対で稼働し互いに正反対極性の信号波形が伝送されます。2線にて発生した磁界は互いに相殺される為 EMI 及び RFI は不平衡線路より低く外部ノイズ障害も削減されます。