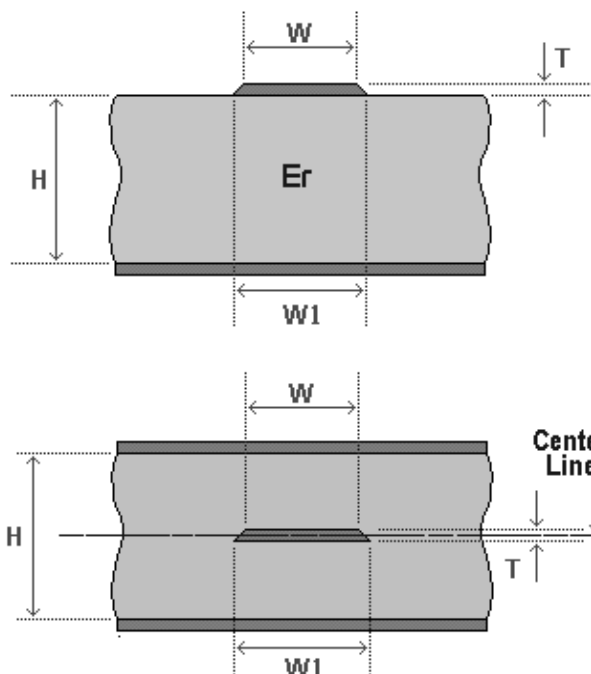


コントロール・インピーダンスのご紹介

プリント配線板信号の切換速度が高速化する中で設計者は PCB トレースが伝送線路として考慮され、そのインピーダンスを理解しコントロールすることが必要です。

コントロール・インピーダンスとは？

私達の周辺で最も一般的な例として TV とアンテナを接続する同軸ケーブルが上げられます。この特殊ケーブルは仕様通りのインピーダンスを持つ様、(ケーブル及び絶縁体の寸法が注意深く制御されていて) 外側導体とそこから絶縁されている内側導体によって構成されています。内側導体と外側導体との間隔、そしてその導体間に使用される絶縁体の材質がケーブルの高周波インピーダンス(測定単位 Ω) を決定します。インピーダンス・コントロール基板はこれらの同軸ケーブルと同じように(平板を絶縁体として、トレースを導体として)考えることができます。



PCB トレースは基板上に搭載されたデバイス間を繋ぐ精密な構造を持ち、同軸導体のように信号を伝え反射パスからはそのグラウンド層により絶縁された短いケーブルとして考えることができます。左上図はマイクロストリップ構造の断面です。

トレースの幅 W と $W1$ 、厚み T 、基板の高さ H 、そして誘電率 Er は厳しく制御されなければなりません。表面上のはんだレジストが多少インピーダンスを下げるのでより予測できるストリップライン構造(左下図)がしばしば採用されます。

なぜインピーダンス・コントロールが必要なのか？

ケーブル(又は PCB トレース)はパワーを一つのデバイスから他のデバイスに伝播します。理論的にはインピーダンスが整合している時に最大のパワーが伝播されます。TV アンテナは自然の特性インピーダンスを持っていて、同軸ケーブルのインピーダンスはアンテナのインピーダンスに整合するように設計されています。更に、TV の入力インピーダンスは同軸インピーダンス及びアンテナ・インピーダンスに整合するように設計されています。よって、アンテナから TV まで整合したインピーダンス・システムが成り立ちます。

プリント配線板のコントロール・インピーダンス

高周波で動作するプリント回路基板にも同軸ケーブルと全く同じことが言えます。設計者は厳密な高周波トレースのインピーダンスを制御して回路上にて最大のエネルギーを伝えることを確実にする必要があります。長いトレースや動作周波数の高いもの程インピーダンス・コントロールをより必要とします。プリント回路基板メーカーは特定のトレースの寸法を変更することでインピーダンスの制御を行います。

不適切なインピーダンスを持つ回路上の特殊な影響には以下のものがあります。

- 振幅の低利得
- 過剰な電氣的ノイズ障害
- (不整合からの反射による) デジタル・システムの不良

上記の不良点は一度部品を実装してしまうと探し出すことが非常に困難になります。

プリント基板上の部品は不整合インピーダンスを他の部品より効果的に許容できるよう、そして不適切なインピーダンス・トレースを補正できるように許容範囲を持っています。更に、部品のパラメーターは温度によって変わり、常温では不整合を吸収できますが高温では任意の不良を起こすことがあります。このことから、プリント基板の設計者は特定のトレースにインピーダンスの値と公差を定めて、プリント回路基板メーカーにその仕様と合致するよう頼ります。

通常プリント回路基板は数層からなり、コントロール・インピーダンスはいくつかの方法で構成されます。インピーダンスの値は以下のものから決定されます。

- 特定の構成
- 断面寸法 (トレース幅、厚み、基板の高さ)
- 基板材質の誘電率

プリント基板の測定

プリント基板のインピーダンスが制御されていない場合、問題点を明確にすることが非常に難しくなります。インピーダンスは多くのパラメーター(トレースの幅、厚さ、基板の厚さ等)から成り立つので、現在殆どのプリント基板はコントロール・インピーダンスのテストを受けています。しかしながら、理想的とされる測定は通常実際のプリント基板では行われず、プリント基板と同時に同じパネル上に製造されるテスト・クーポンで行われます。テスト・クーポンはメイン・ボード(プリント基板)上に設けられることもあります。

コントロール・インピーダンスの測定

CITS500s特性インピーダンス測定器はTDR機能を用いて測定を行います。TDR(タイム・ドメイン・リフレクトメトリー)測定は推奨されているコントロール・インピーダンス基板の測定方法で被測定ラインの長さに沿ったインピーダンスの変化を把握できます。TDRの高速立上りパルスは機能測定の高速論理パルスをシミュレートします。反射電圧はインピーダンスの変化を示しラインの特性インピーダンスの計算に利用されます。