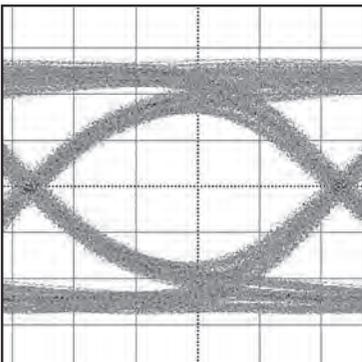


連載



抵抗性/容量性/誘導性…3つの基本要素をイメージする力を身に着け高速・高性能回路を攻略

ざっくり
見積もりで
OK

GHz超ハイスピード・プリント基板設計教科書

第8回 マイクロストリップ・ラインの損失

石井 聡 Satoru Ishii

高速信号を扱うプリント基板では、特性インピーダンス一定の伝送線路になるようパターンを設計し、送端・受端のインピーダンスを伝送線路の特性インピーダンスに合わせると、信号の反射が減って、波形を正しく伝えられます。

基板上に形成する伝送線路として、本連載では、マイクロストリップ・ライン(MicroStrip Line; MSL, 図1)を扱ってきました。前回までは、インピーダンスのミスマッチによる損失や、分岐や端子との接続、層またぎなどで発生する損失について解説してきましたが、MSL自体の損失は無視してきました。

しかし実際には、MSLそのものにも損失があります。今回はそのMSLの損失について解説します。

〈編集部〉

マイクロストリップ・ラインでの損失の影響を考える

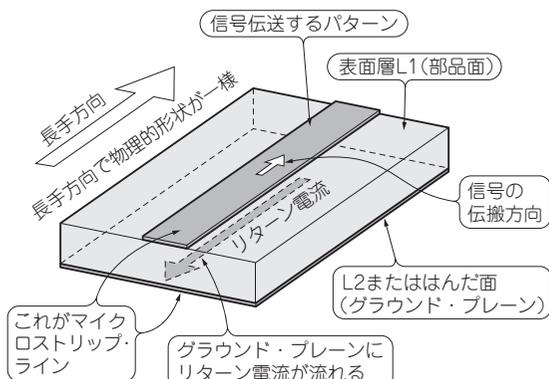
ここまでマイクロストリップ・ライン(Microstrip Line; MSL)には寄生抵抗、つまり損失が無いものとして考えてきました。しかし、実際には無視できない損失があります。

- プリント基板材料には、絶縁体の「誘電体損(Dielectric Loss)」と呼ばれる寄生抵抗が存在する
- パターンには、パターンの寄生抵抗を上昇させる「表皮効果(Skin Effect)」という物理現象が存在する

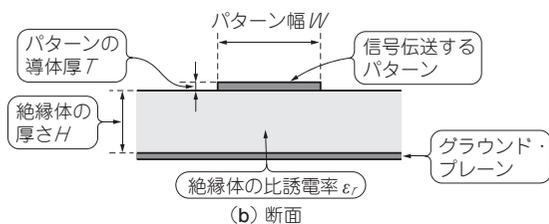
誘電体損、表皮効果、どちらも今回解説します。

信号が高速になるにしたがい、誘電体損と表皮効果による抵抗損*1が大きくなり現れるようになります。MSLの信号伝送でこの抵抗損が無視できなくなります。

まず、プリント基板設計のとき、どのように抵抗損を考慮していけばよいかをみていきましょう。



(a) グラウンド・プレーン上のパターンとして作る



(b) 断面

図1 マイクロストリップ・ラインの構造

● プリント基板の寄生抵抗をモデル化する

抵抗損となる上記の寄生抵抗は、図2のようにMSLのLC分布定数モデルに、

- プリント基板材料の誘電体損が、並列抵抗 R_D として
- 表皮効果によるパターンの導体損*2の上昇が、直列抵抗 R_C として

それぞれ挿入されることになります。

並列にモデル化される寄生抵抗 R_D は、プリント基板材料の誘電体損の数値として、プリント基板材料のデータシートに記載されています。

直列にモデル化される寄生抵抗 R_C は、表皮効果と

注*1：抵抗損とは、抵抗に電流が流れ、電圧降下が生じることにより発生する損失(電力損失)

注*2：表皮効果による導体損も抵抗損だが、誘電体損と区別するために、以降この連載では「導体損」と呼ぶことにする