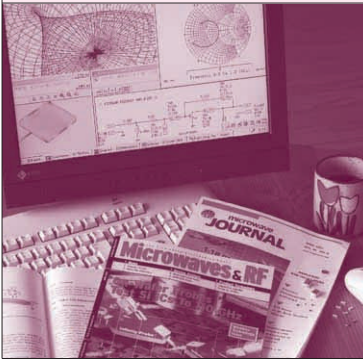


第1部 基礎編

電気回路の基本に戻ろう！高周波信号はつなぐだけじゃ伝わらない



第1章 周波数が高くなると見えてくる七つの基本現象

高周波の基礎の基礎

市川 裕一
Yuichi Ichikawa

周波数が高くなってくると、低周波回路では見たことのないさまざまな現象が出てきます。低周波では影響がないので無視されていた基本的な現象が、周波数が高くなることによって浮かび上がるのです。

本章で説明するさまざまな高周波における現象を知っているのと知らないのでは、皆さんがこれまで作っ

てきた回路の見方や回路動作に対する理解に大きな差が生まれるはずですよ。

いずれも理解することが難しい現象ではありません。理解できてしまうと、高周波での考え方やふるまいが基本で、低い周波数のほうが近似された特別な世界だったのだと思えるようになるでしょう。

その1 プリント・パターンが部品のようにふるまう現象

最初からわけのわからない現象をもってきて、なんて思わないでください。とても簡単なことです。しかしこれが、高周波回路での基本中の基本で、最も大切な常識です。

● 低周波では信号の波長を無意識に無視している

交流信号は、その周波数を f [Hz]、波長を λ [m]、光速を c [m/s] とすると、次式で表されます。

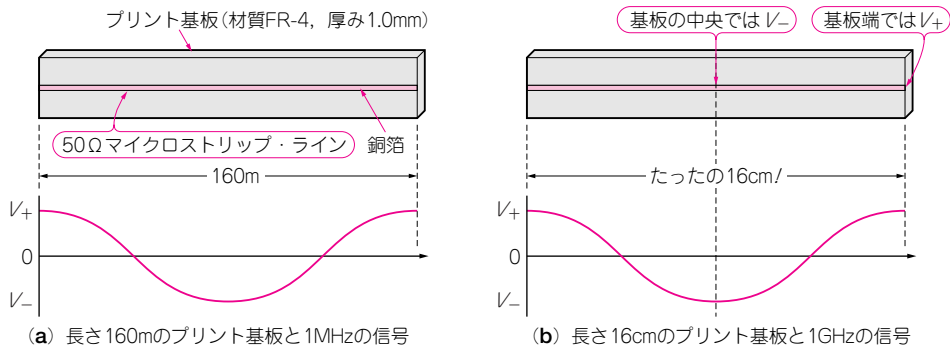
$$\lambda = \frac{c}{f} \dots\dots\dots (1)$$

光速 c は 3×10^8 m/s ですから $f = 1$ MHz の信号の場合、その波長 λ は 300 m になります。ただし、これ

は自由空間(真空中)での話です。一般に使われているFR-4(ガラス・エポキシ)基板上では、基板のもつ誘電率の影響によってその波長は短くなります。

しかし、短くなるといっても約160mです[図1(a)]。皆さんが普段使っている基板は、いくら大きいといってもせいぜい数十cm程度ですよ。160mの1MHzの波長と比べたらとても小さなものです。つまり、1MHz以下の信号を扱う回路を設計する場合には、その波長をまったく意識していないわけです。意識しなくてもまったく不都合を感じませんし、回路の特性にも影響は現れません。

〈図1〉プリント基板上の1GHzの信号は場所によって振幅と位相が違う



Keywords

FR-4、マイクロストリップ・ライン、特性インピーダンス、反射、リアクタンス成分、自己共振周波数、誘電率、誘電正接、25N、誘電損失、LNA、電力密度、dBm、dBμ、dBm/Hz、dBc、キャリア、スプリアス。

皆さんが普段扱っている低い周波数では、配線の長さや位置によって信号は影響を受けないので、**信号の振幅や位相はどこでも等しいという近似を無意識に行っているのです。**

● 1 GHzにもなると同じ配線上でも信号のようすがぜんぜん違う

信号の周波数が1000 MHzになったらどうなるか見てみましょう。式(1)から、自由空間での波長は1 MHzの1/1000の30 cmになります。図1(b)に示すように、FR-4基板上での波長もほぼ1/1000の約16 cmになってしまいます。16 cm程度の基板であれば、

普段よく見かけます。皆さんが何気に使っている基板で、1 GHzの信号を扱おうとすると、プリント・パターンの配線長が無視できなくなります。

いつもどおり描いたプリント・パターンでも、配線上の位置が数cm違っただけで、信号の振幅や位相がまったく違ってきます。

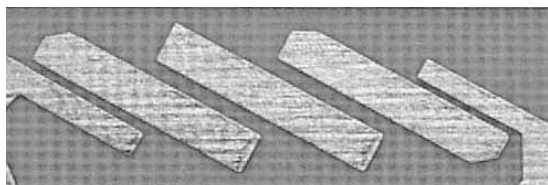
図1(b)からわかるように、配線上の位置が4 cmずれただけで、位相は90°も変わります。振幅が最大の場所から4 cmずれると、振幅はなんとゼロになります。コンデンサやインダクタなど、位相を変化させる部品があるわけではないので不思議です。

● プリント・パターンは長さによって特性が変わる部品

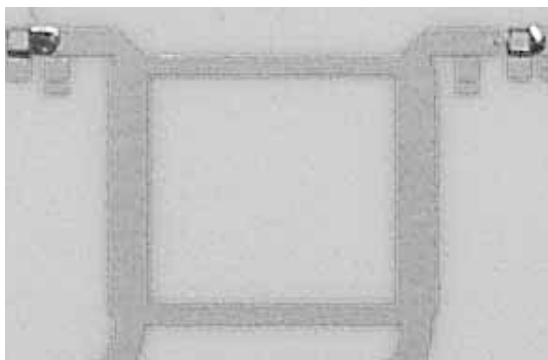
図1(a)にある「50 Ωマイクロストリップ・ライン」という言葉に気がつきましたか？

マイクロストリップ・ラインは、図2に示すような断面構造の伝送線路です。

基板の厚さ、プリント・パターンの幅、基板の誘電率などのパラメータによって、そのラインの**特性インピーダンス**というものが決まります。特性インピーダ



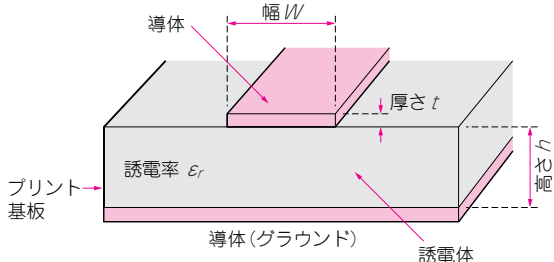
(a) 平行・カプラド・バンド・パス・フィルタ



(b) プランチ・ライン・カプラ

〈写真1〉プリント・パターンで作る高周波部品の例

〈図2〉プリント・パターンは長さによって特性が変わる立派な部品



〈図3〉プリント・パターンで作る高周波部品のいろいろ

