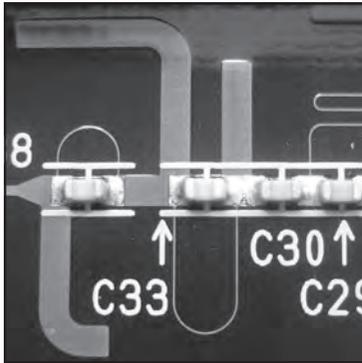


連載



真面目に数学的に考える

# アナログ・フィルタは どうやって作るか

## 第8回 威力抜群！配線パターンを使った 分布定数フィルタの設計【前編】

西村 芳一 Yoshikazu Nishimura

前回までは、集中定数を使ったLC梯子型フィルタに関して解説してきました。このLCフィルタは、理論的にはどんなに高い周波数のフィルタにも使えそうです。

しかし実際は、周波数が高くなるにしたがって現れる問題に対処するために、インダクタやキャパシタなどの部品を使う集中定数型の実装から、分布定数型に移行する必要があります。

### 高い周波数でフィルタを実装する場合の問題点

● **プリント配線のフィルタへの影響が避けられない**  
扱う周波数が高くなると、基板上の信号の波長はどんどん短くなり、回路図上では部品と部品をつなぐ配線の長さの影響が無視できなくなります。そのため、プリント基板の配線は伝送路として考えなければ特性が計算できなくなります。

● **基板の誘電損が無視できない**

図1は0.8 mm厚のFR-4を使った4層基板の断面図です。

基板上のパターンは、エポキシ樹脂(FR-4など)を銅板で挟んだ構成をしています。エポキシ樹脂は、高周波では誘電体とみなされます。誘電体は絶縁体でDC的には損失はありませんが、高周波で考えると誘電損を考えなければなりません。すなわち、基板にパターンを走らせるだけで、信号が減衰します。とくに基板材として一般的に使われるFR-4は、マイクロ波では無視できないくらいの誘電損があります。その場合は基板の材質を変え、マイクロ波でも減衰が少ないものを選ぶ必要があります。

写真1に示すのは2 GHzフィルタの例で、Megtron6という低損失の基板材を使っています。

層名称	厚み[ $\mu\text{m}$ ]	めっき厚[ $\mu\text{m}$ ]	パターン幅 $Z_0=50\Omega$
ソルダ・レジスト	—	—	
L1	18	25	370 $\mu\text{m}$ (50.06 $\Omega$ )
プリプレグ	205	—	
L2(REF)	35	—	
コア	200	—	
L3	35	—	170 $\mu\text{m}$ (50.02 $\Omega$ )
プリプレグ	205	—	
L4(REF)	18	25	
ソルダ・レジスト	—	—	
合計716		合計50	
板厚・理論値		766	

\* : L3がGNDのとき、L4=50 $\Omega$ はL1と同じ370 $\mu\text{m}$

(a) 層構成

材質	FR-4
比誘電率	4.2@1GHz
その他	プリプレグの厚みは仕上がり予想値。 L/Sはボトム値

(b) 諸元

図1 4層基板の断面図(0.8 mm厚のFR-4)