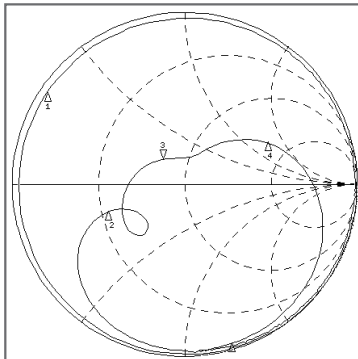


分布定数回路の扱いが必要な GHz 帯で挑む

チップ部品で集中定数設計！ 2.4 GHz BPF の製作研究

朝倉 慎一 Shinichi Asakura



インダクタ(L)やコンデンサ(C)は、使用周波数が高くなるにしたがって、寄生成分の影響が現れはじめます。その結果Qが低下し、素子値が公称値よりも増加して誤差が大きくなり、部品が本来の動作をしなくなっていくます。

LC回路を作る場合、寄生成分の影響を無視できる周波数帯で実用値が得られる部品だけを組み合わせることで、計算どおりの回路設計が期待できます。

このあたりまえのことを示す設計例として、2.4 GHz 3次T型(の変形タイプ)LCバンド・パス・フィルタ(BPF)を、ディスクリートのLC集中定数チップ部品で製作しました*1。外観を写真1に、構成を図1に示します。

設計のポイントは、ノートン変換を用いたインピーダンス変換によって、すべての部品を実用値にすることです。単純な普通の設計手法では、目的周波数が部品の自己共振周波数(Self Resonant Frequency; SRF)を越えてしまいまともなフィルタ特性にならないとか、部品の値が極端になり販売されていないなどの理由で、製作が困難でした。

実機は特性が悪化するものの、ほぼシミュレーションで狙ったとおりの特性が得られました。ディスクリートのチップ部品では、まともな特性を出すのが難しかった2 GHz帯でも、仕様が厳しくなければ、本設計法を用いて注意深く設計と製作を行うことで、何とか実現できるようになりました。



写真1 製作した2.4 GHz BPF基板の外観

*1：一般に2 GHz帯BPFは、誘電体フィルタやマイクロストリップ・ラインを使用して製作される。性能は良いが、普通は完成した単体部品であり、周波数は固定。

LCは寄生成分の影響を無視できる動作領域で使う

● 1005または1608サイズを使用

回路設計をするまえに、部品自身が目的周波数で使えるか否かを把握しておくことが重要です。フィルタに限らず、また、高周波か低周波かに関わらず、計算どおりの設計性能を出したい場合は、部品が本来の機能を果たす周波数領域で使う必要があります。

kHz帯の低周波でも同様なのですが、後の話のためにGHz帯で考えます。部品は1608または1005サイズのチップ部品で、インダクタはLQW18A(村田製作所)とMLG1005S(TDK)を、コンデンサはGJM15(村田製作所)の型式シリーズを想定します。

● 1 pFで3 GHzまで使える

部品のデータシートから得たGHz帯における見かけの値(コラム2参照)の例を図2に示します。1005サイズ(1.0 × 0.5 mm)での公称値1 pFのコンデンサは3 GHzまでほぼ一定の良好な周波数特性を示しているのに対して、公称値5 pFのものは1 GHzで11%、2 GHzで57%、3 GHzでは426%も増加します。したがって、5 pFは1 GHzまでなら何とか使えと判断できます。大きさに言えば、寄生成分を考慮しないで何も考えずに2 GHz帯で単体の5 pFを使うと、その

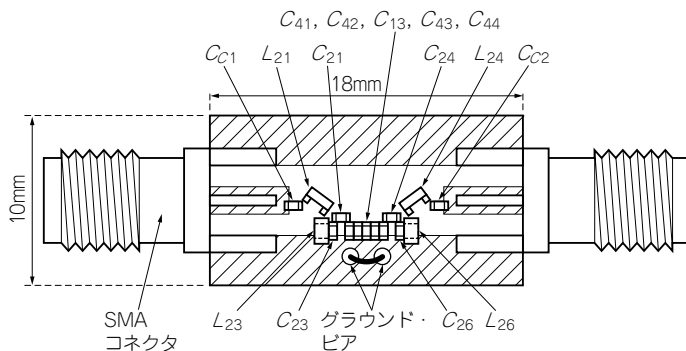


図1 1005/1608サイズの集中定数LCチップで試作したBPF基板の実装状態