

第9章 GHz帯におけるコイルのインピーダンスを実測する

高周波におけるコイルの特性実験

市川 裕一
Yuichi Ichikawa



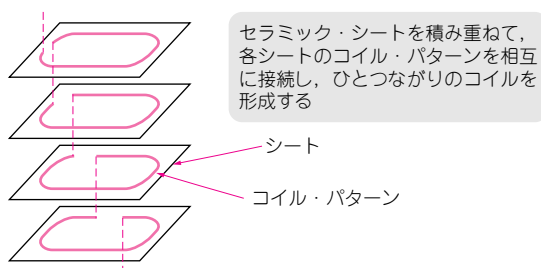
ここでは高周波におけるコイルの特性について次の二つを実際の測定データで示します。

- 自己共振周波数以上ではコンデンサの性質をもつ
- 同じインダクタンス値をもつコイルでも種類によって周波数特性が違う

高周波で使うコイル

- 高周波ではチップの形状や種類で特性が変わる
第5章(p.157)でも述べましたが、高周波回路では、部品の大きさが回路の特性に影響を与えるようになる

〈図1〉積層タイプのコイルの構造



ので、コイルも形状の小さな、チップ・コイルが主に使われます。

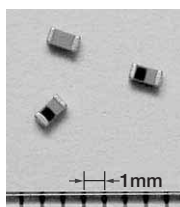
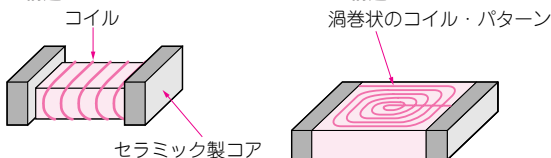
チップ・コイルには、巻き線部分の構成方法によって、大きく分けて四つの種類があります。

- ①積層タイプ
- ②巻き線タイプ
- ③薄膜またはフィルム・タイプ
- ④空芯コイル

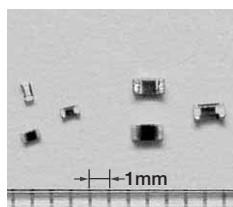
①の積層タイプは、この中で最もよく使われています。図1に示すように、1ターン程度のコイル・パターンを多数積み重ねて接続し、所望のインダクタンスを得ています。写真1に積層セラミック・チップ・コイルを示します。

②の巻き線タイプは、高周波用です。図2に示すように、セラミック製のコアに線材を巻きつけて、コイル

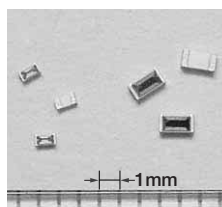
〈図2〉巻き線タイプのコイルの構造 〈図3〉フィルム・タイプのコイルの構造



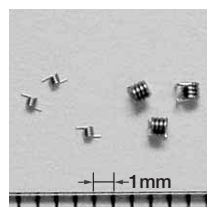
〈写真1〉積層タイプ・チップ・コイル (LQG18 シリーズ, 村田製作所)



〈写真2〉巻き線タイプ・チップ・コイル (LQW15 シリーズ, LQW18 シリーズ, 村田製作所)



〈写真3〉フィルム・タイプ・チップ・コイル (LQP15 シリーズ, LQP18 シリーズ, 村田製作所)



〈写真4〉空芯コイル (ウチダ)

Keywords

直流バイアス回路, 積層タイプ, 巻き線タイプ, フィルム・タイプ, 空芯コイル, スミス・チャート, リアクタンス成分, 並列キャパシタンス成分, 自己共振周波数, BEF, BPF.

ルを形成しています。写真2に巻き線タイプのチップ・コイルを示します。このタイプの特徴は**直流抵抗が非常に小さいことです**。

③の薄膜またはフィルム・タイプのチップ・コイルは、図3に示すように、セラミック基板上に渦巻き状のコイル・パターンを形成したものです。写真3にフィルム・タイプのチップ・コイルを示します。このタイプの特徴は、**インダクタンスの精度が高いことです**。

④の空芯コイルは昔から使われてきているものですが、空芯コイルにも非常に小型で面実装可能なものがあります。写真4に面実装タイプの空芯コイルを示します。

巻き線タイプ、空芯コイルは、線材を巻かなければならないので形状が大きいというイメージがありますが、写真2と写真4からもわかるように、1005サイズもあります。



高周波でのコイルの特性を調べよう

● 実験準備

第5章のコンデンサの特性測定と同様に、SMAコ

ネクタ(レセプタクル)を使って測定を行います。測定の準備と手順は第5章を参照ください。

● 測定に使った積層セラミック・チップ・インダクタの一覧

サイズは1608, インダクタンス値4.7 nH, 10 nH, 47 nH, 100 nHを使用しました。100 k~6 GHzまでのインピーダンス-周波数特性を測定します。

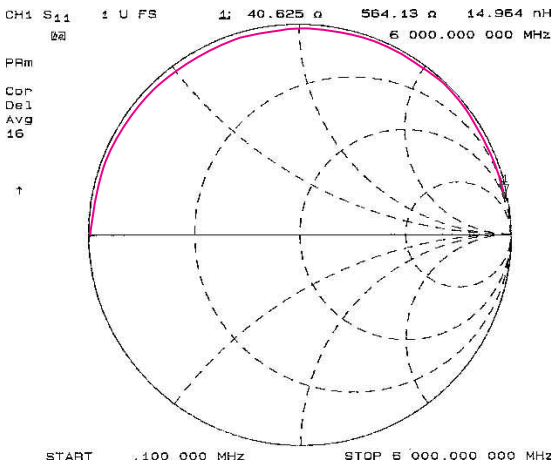
● 測定結果

図4~図7の(a)に示すスミス・チャートで、コイルがインダクタンス成分だけからなるのであれば、周波数特性の軌跡は円の上半分にすべて納まります。

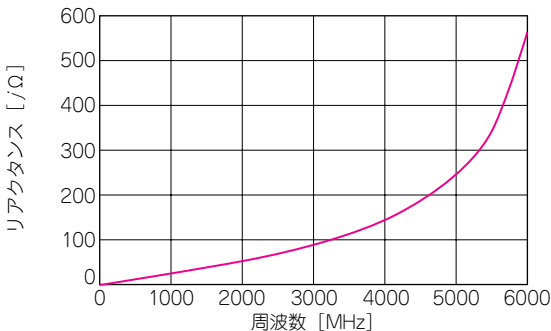
図4~図7の(b)にリアクタンス成分の周波数特性を示します。特性を見てまず気づくのは、インダクタンス値が大きいインダクタでは、ある周波数からリアクタンス成分がマイナスになっていることです。リアクタンス成分がマイナスということは、その領域では**コイルではなくコンデンサになっていることを表しています**。

また47 nHのコイルでは、いったんマイナスになったリアクタンス成分が、さらに高い周波数で再びプラスになっています。

〈図4〉4.7 nHのコイルのリアクタンス-周波数特性

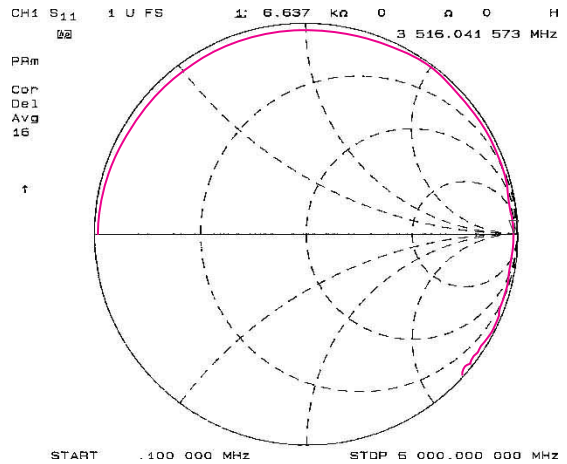


(a) スミス・チャート

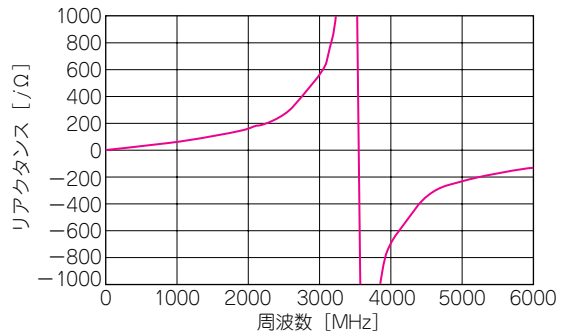


(b) リアクタンス-周波数特性

〈図5〉10 nHのコイルのリアクタンス-周波数特性



(a) スミス・チャート



(b) リアクタンス-周波数特性