

# プリントコイルのインダクタンス

T. Ogawa/ MEL Inc.  
2010/8/22

## あらまし

プリント板上にパターンにより作成されたプリントコイルは、パターン間の結合容量により自己共振を生じ、ある周波数以上ではインダクタとして機能しなくなります。また、コイルパターンの上下にグラウンドなどの広い導体がある場合、その導体との間にも容量を持つためインダクタンス、自己共振周波数はさらに変化します。このような現象を、S-NAP Microwave Suite (S-NAP/Field) を用いて調べてみます。

## S-NAP/Field による解析例

### グラウンドなしの場合

#### 構造図

図 1 にグラウンドパターンがない場合の S-NAP/Field での入力図を示します。BOX 内に誘電体層を空気層で挟んだ形で構造を設定します。引き出し線は、スパイラルコイルの中心部分から両面基板の裏側に抜いて、ポート付近で表側に戻しています。

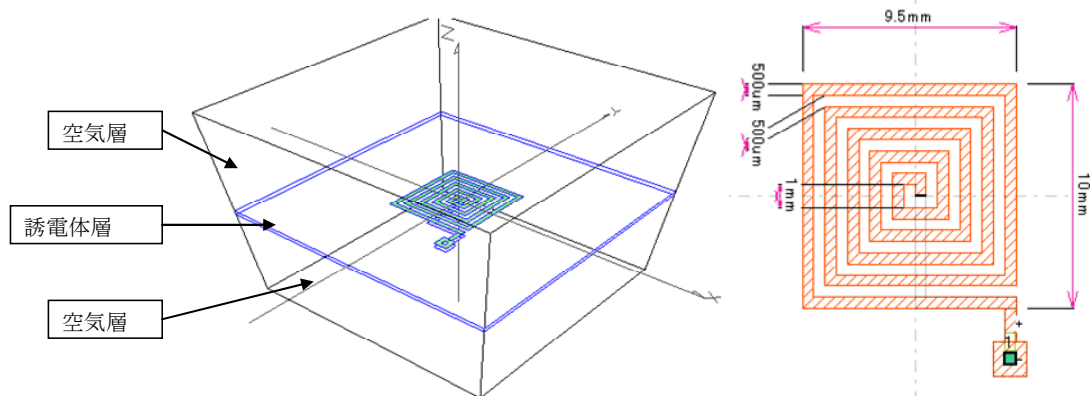


図 1 グラウンドパターンがない場合のジオメトリ

#### 解析結果

図 2 に解析結果を示します。周波数は 10MHz~1GHz で、Z パラメータを出力させています。図 2(a)は  $|Z_{11}|$  を表示させたもので、571MHz でインピーダンスが 80K $\Omega$  以上と非常に大きくなっていることがわかります。このことから、この周波数で並列共振を起こしていることがわかります。図 2(b)は  $Z_{11}$  の虚数部を  $\omega$  で割ったもの ( $\text{Im}(Z_{11})/\omega$ ) を表示させたもので、コイルのインダクタンスに相当します。記述は、「 $\text{IM}(Z_{11})/(2*\text{PAI}*\text{FREQ})$ 」のようにグラフ式に書きます。100MHz あたりまでは、約 120nH 程度ですが、100MHz を越えたあたりから急激に変化し、571MHz を境にマイナスのインダクタンス値に変わっていることが確認できます。このグラフから、このスパイラルコイルは、おおよそ 200MHz 程度まではインダクタンスが周波数の影響を受けない

ですが、それ以上の周波数ではインダクタンスに周波数依存性が出てきますので注意が必要であることがわかります。

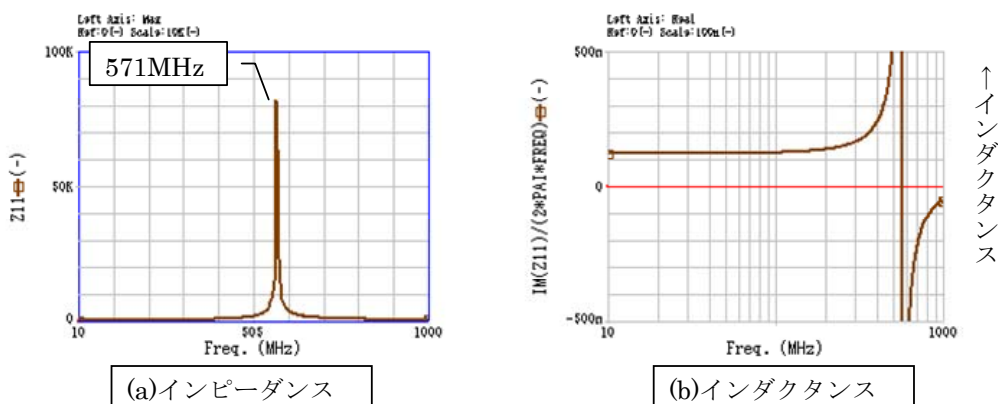


図2 ポートから見たインピーダンスの絶対値(a)とインダクタンス(b)

グラウンドなしのスパイラルコイルの場合、S-NAPのユーティリティプログラムを用いて簡易的にインダクタンスを計算することもできます。図3にユーティリティ画面のスナップを示します。構造は限定的ですので、インダクタンスは若干異なりますが、同じような寸法の場合、 $L=153\text{nH}$ として計算されています。

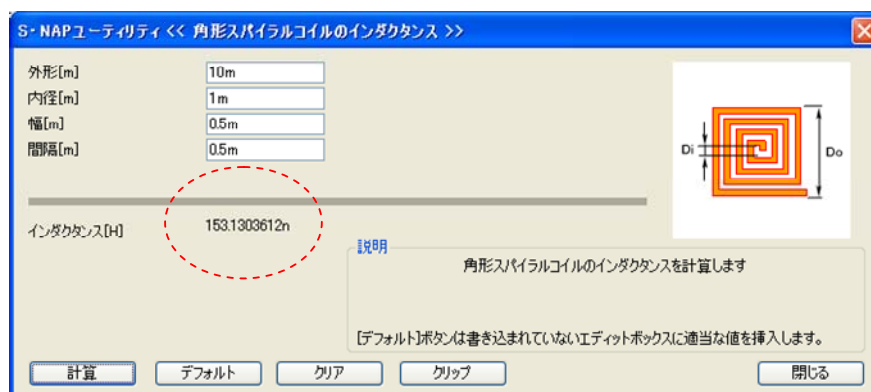


図3 ユーティリティプログラムを用いたスパイラルコイルのインダクタンス計算

## グラウンドありの場合

### 構造図

製品版(最上位)であれば層数に制限はありませんが、評価版では3層構造までしか解析できませんので、ベタグラウンドがある場合には、BOX底面をグラウンドにします。図4にその構造を示します。図1では両面基板でしたが、図4は3層基板の構造になり、最上位層にコイルパターン、2層目に引き出し線、3層目がベタグラウンドとなっています。誘電体は、それぞれ厚みが0.8mm、誘電率を4.5に設定しています。

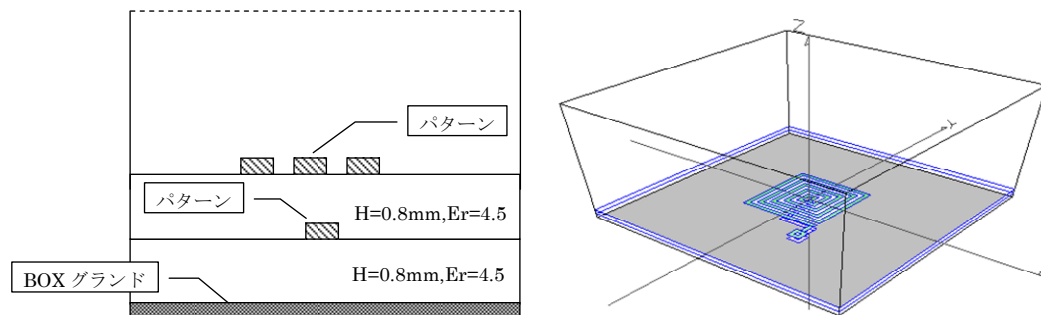


図4 BOX底面をベタグラウンドとした場合の構造図

## 解析結果

解析結果を図5に示します。共振周波数は538MHzになり、グラウンドがない時に比べて33MHzほど下がっています。インダクタンスは約96nHで、100MHzぐらいまではほぼ一定値を示しています。インダクタンスもグラウンドがない場合に比べて、20%程度小さくなっています。これは、グラウンドとの間のキャパシタンスにより見かけ上のインダクタンスが下がっているためだと考えられます。

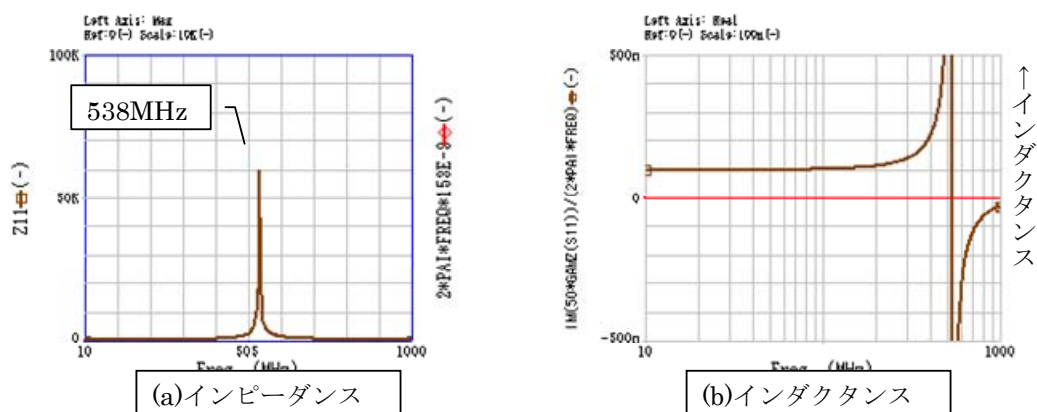


図5 ポートから見たインピーダンスの絶対値(a)とインダクタンス(b)

以上、ここまでの解析は S-NAP Microwave Suite(Ver6)評価版を用いて行うことができます。