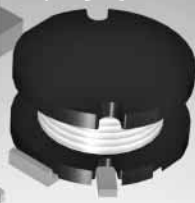


電子部品活用★成功の力

第6回 抵抗素子の活用時に見落とししがちな性質

寄生容量/寄生インダクタンスと電流雑音

長友 光広
Mitsuhiro Nagatomo



抵抗素子を使う際には、抵抗値の精度や抵抗値の温度による変化、抵抗素子が許容できる消費電力などに加え、回路の仕様によっては素子のカタログにあまり詳しく書かれていない性質も考慮する必要があります。

今回は、比較的高い周波数で問題となりやすい、抵抗素子の並列寄生容量や直列寄生インダクタンスについて、また、抵抗素子に直流電流を流したときに発生することのある電流雑音についてお話しします。

抵抗素子に寄生するCとL

抵抗値にある程度の誤差が存在することや、許容される消費電力が有限の値を持つことは、見落とされることが多いのですが、うっかりすると、素子のインピーダンスが周波数によって変化しないような素子がそこにあるものと想像してしまいます。

■ 抵抗素子の等価回路

抵抗素子ですから、抵抗値Rがその素子のインピーダンスとなりますが、実際の素子の場合には、図6-1に示すように寄生的なリアクタンス成分がどうしても存在してしまいます。

抵抗素子の寄生リアクタンスを考えるとときに重要となるのは、二つの電極間の、Rと並列に存在する並列

容量(キャパシタンス) C_x と、Rに直列に挿入される直列インダクタンス L_x です。

抵抗素子の並列容量や直列インダクタンスがどれぐらいの値なのか、実際の回路設計のどのような場合に問題となるのか、いくつかの例を紹介します。

■ 抵抗素子の並列容量を測定する実験

実際の抵抗素子にどの程度の大きさの並列容量が発生しているかを測定するために、図6-2に示すようなπ型のアッテネータを例にして実験してみました。

● 実験方法

特性インピーダンスを50Ωにマッチングさせたマイクロストリップ線路基板上に図6-2の回路を構成し、直列に挿入した R_x をいろいろなタイプの抵抗素子に交換しながら、ネットワーク・アナライザを使って周波数特性を測定しました。図6-2の定数で、減衰量40.7 dBのアッテネータが構成されます。

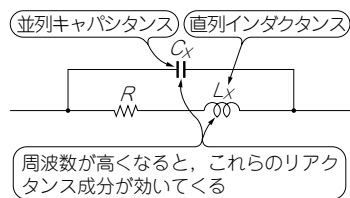
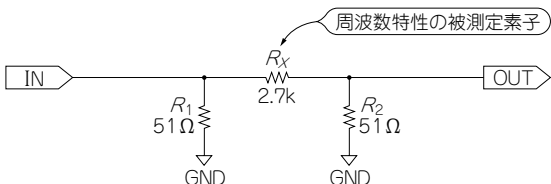


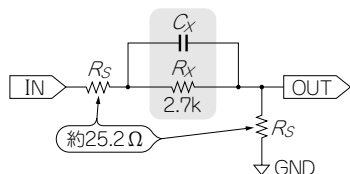
図6-1 抵抗素子の等価回路には抵抗値Rのほか並列容量 C_x や直列インダクタンス L_x が存在する



特性インピーダンスを50Ωにマッチングさせたマイクロストリップ線路基板上に、この回路を構成する(R_1 や R_2 よりも R_x の値をずっと大きくするところがミソ)

図6-2 R_x の並列寄生容量を測定するための減衰量40.7 dBのπ型アッテネータ

R_x をいろいろなタイプの素子に交換しながらネットワーク・アナライザで周波数特性を測定し、並列容量を算出し比較する



R_s は、図6-2のπ型回路の抵抗値51Ωと、ネットワーク・アナライザの入出力インピーダンスとの並列値

C_x により、アッテネータのレスポンス特性は高周波域で上昇する。平坦部から3dBレスポンスが上昇する周波数を f_c [Hz]、フィクスチャ(治具)の容量を C_0 [F]とすると、抵抗素子の並列容量 C_x [F]は次の式で計算できる

$$C_x = \frac{1}{2\pi f_c R_x} - C_0 \approx \frac{0.159}{f_c R_x} - C_0$$

図6-3 並列寄生容量を考慮した等価回路