

ノイズを反射、吸収するビーズ

TDK株式会社 マグネティクスビジネスグループ 吉野 真

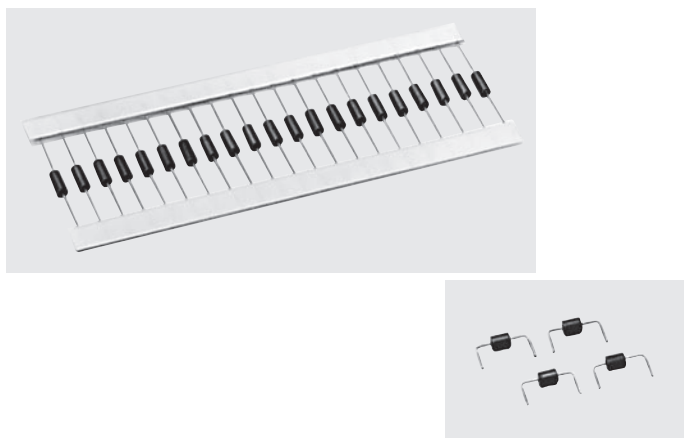
1 | 回路に直列に挿入するだけの使いやすい部品

ビーズは、コンデンサと同様に、信号回路や電源回路を問わず使用できます。回路に直列に挿入するだけで対策効果が期待できる便利な部品です。パソコンと違ってグランドパターンの状態は影響しません。

写真1に示すように、ビーズはドーナツ状に穴の開いたフェライト磁性体に導線を通した構造です。トロイダルコアに1ターンの巻き線を施したもっとも単純な構造のインダクタンス素子です。

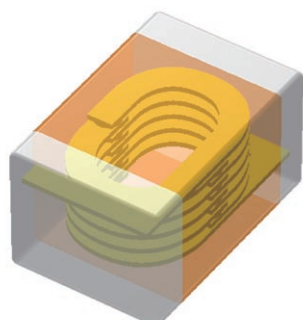
ネックレスなどの装飾に使われるビーズに外観が似ていることから、そのように呼ばれています。

写真1 一般的なビーズの外観図
BH、BTシリーズ



現在ではフェライトシートやフェライトペーストと導体ペーストを交互に積み重ねた積層ビーズが一般的に使われています。図1にイメージ図として積層ビーズの内部構造を示しますが、導体がコイルを形成しています。

図1 積層ビーズの内部構造略図



2 | インピーダンスの公称値は同じでも別物

図2に示すように、ビーズの等価回路はリアクタンス成分Xと抵抗成分Rで表され、その静特性は、これらのXとRを合成したインピーダンスZの周波数特性で表されます。一般にビーズの静特性公称値は100MHzでのインピーダンス値です。

図2 ビーズの等価回路

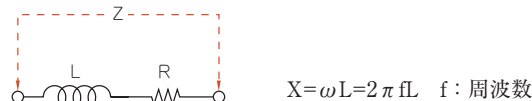
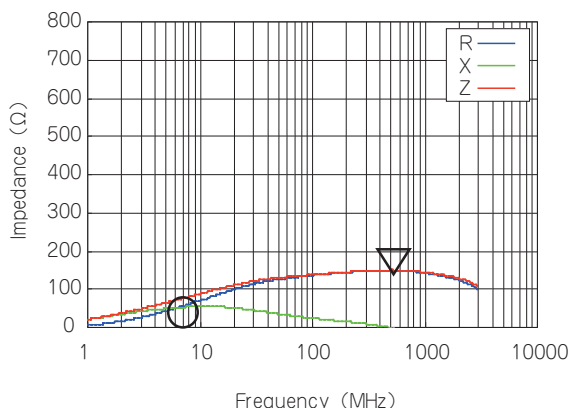


図3にフェライト組成の異なる代表的な5つの積層ビーズのインピーダンス周波数特性を示します。いずれも、100MHzにおけるインピーダンス値がほぼ等しい部品です。インピーダンス値は等しくても、その周波数特性は様々ですので、使用する回路に応じたビーズを選定する必要があります。

また、同じ組成のフェライト磁性体を用いたビーズでも、内部の導体構造によって周波数特性の異なるものもあります。図4に周波数特性を示します。図4 (a) のビーズは先に示した図1の構造をしているのに対し、図4 (b) のビーズは図5に示す構造をとることにより、インピーダンスの最大点が高周波側にシフトし、そして高くなっています。

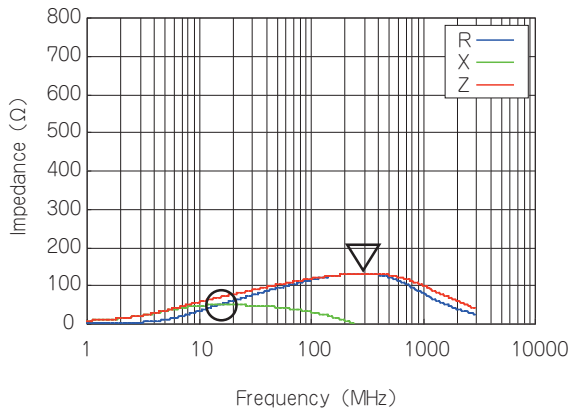
図3 インピーダンス周波数特性比較 (100MHzインピーダンス一定)

(a) MMZ1608B121C

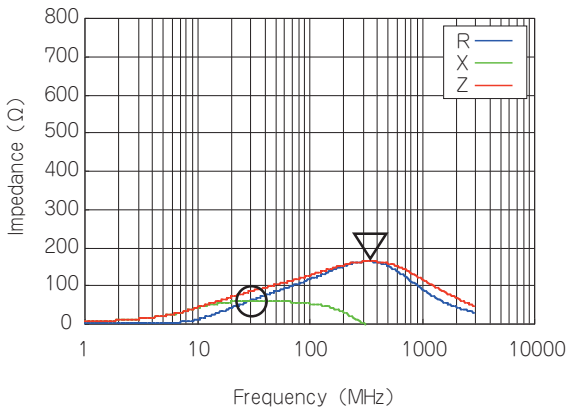


○: RとXの交点
▽: Rの最高点

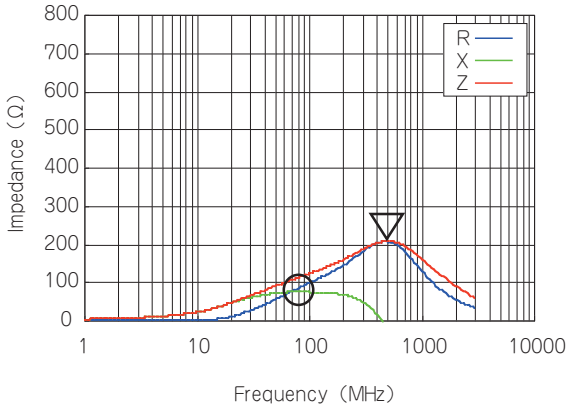
(b) MMZ1608R121A



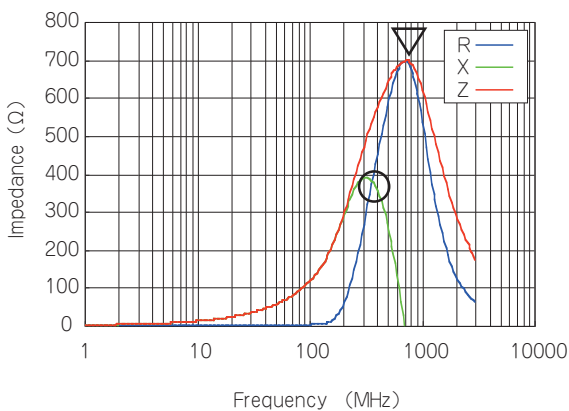
(c) MMZ1608S121A



(d) MMZ1608Y121B



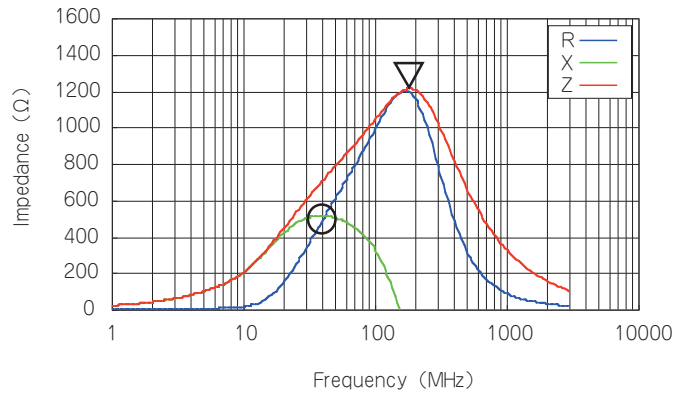
(e) MMZ1608D121C



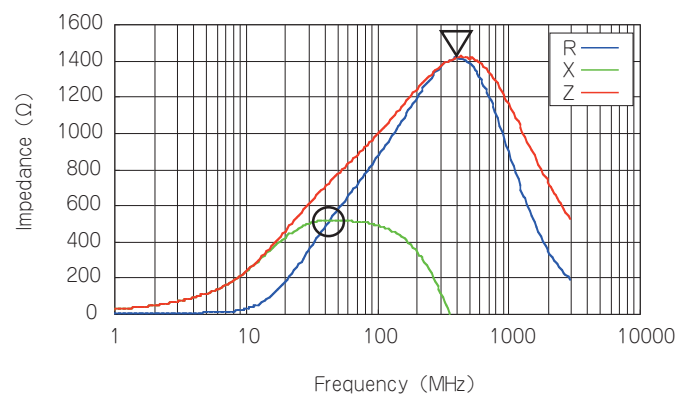
○ : RとXの交点
 ▼ : Rの最高点

図4 インピーダンス周波数特性比較 (100MHzインピーダンス一定)

(a) MMZ1005S102C

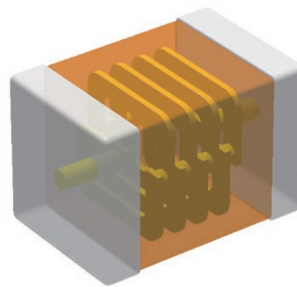


(b) MMZ1005S102E



○ : RとXの交点
 ▼ : Rの最高点

図5 積層ビーズの内部構造略図-2



3 | 反射と吸収

ビーズの周波数特性をもう少し詳しく見てみましょう。低周波領域ではX成分が支配的であり、ビーズはインダクタとして機能しノイズを反射します。高周波領域ではR成分が支配的になり、ビーズは抵抗として機能しノイズを熱に変換(吸収)します。この機能の切り替え点は、R成分とX成分が等しくなる周波数です。この周波数をR-Xクロスポイントと呼びます。

周波数が高くなるに従いインピーダンスは高くなりますが、ある周波数を越えたところでインピーダンスは急激に小さくなります。この周波数を自己共振周波数と呼び、これよりも高い周波数領域ではビーズがコンデンサとして機能してしまうために起こる現象で

す。これまでに述べたことから、ビーズの選定では、ノイズの周波数がR-Xクロスポイントから自己共振周波数までの周波数帯に収まっていて、必要とする信号の周波数ではインピーダンスが低いビーズが好ましいということになります。

4 | もう一つの役割

ビーズにはパルス波形を整える効果があります。

図6に示す実験回路で、ビーズのパルス波形に対する影響を調べてみました。実験に使ったのは図3に示した5つのビーズです。

図7に結果を示します。図からわかるように、R-Xクロスポイントが低周波にあるビーズほど、リングングが少なく波形ひずみも小

さくなります。波形ひずみは、デジタル回路の誤作動の原因となります。デジタル信号の周波数にもよりますが、R-Xクロスポイントのできるだけ低いビーズを使用することが誤作動防止につながります。

5 | 直流抵抗が低いことも考慮する

その他の重要特性としては直流抵抗があります。直流抵抗が高いと消費電力が大きくなりますし、また信号レベルを低下させてしまうこととなりますので、直流抵抗はより低いことが望まれます。

これらの特性を理解し使用回路に合わせてビーズを選定することで、より効果的なEMC対策が可能となります。

図6 チップビーズ動作試験回路

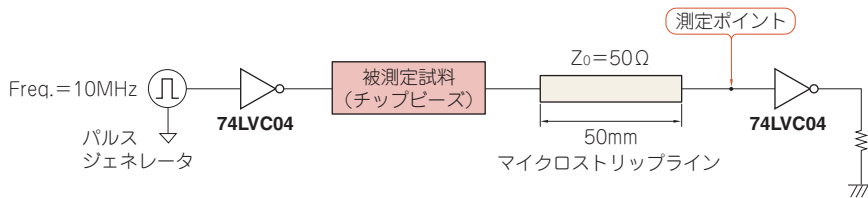
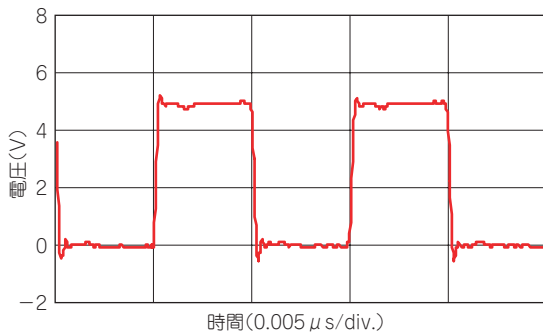
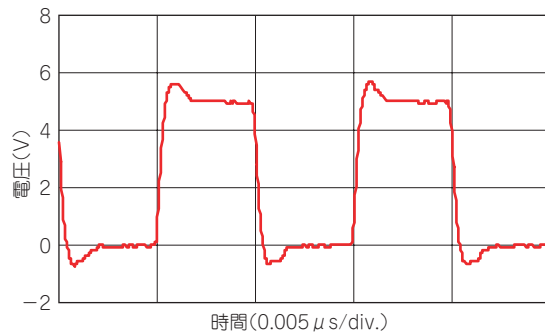


図7 チップビーズ動作試験結果

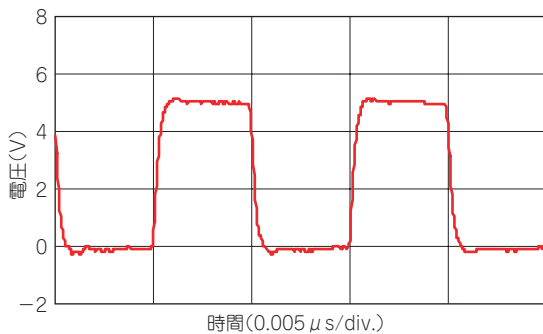
(a) ビーズなし (スルー)



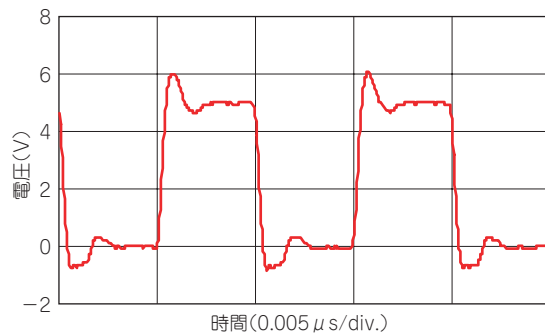
(d) MMZ1608S121 (クロスポイント : 25MHz)



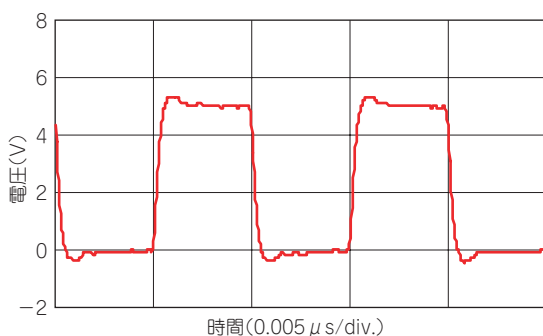
(b) MMZ1608B121 (クロスポイント : 5MHz)



(e) MMZ1608Y121 (クロスポイント : 80MHz)



(c) MMZ1608R121 (クロスポイント : 15MHz)



(f) MMZ1608D121 (クロスポイント : 400MHz)

