

最近のコモンモードチョークコイルの問題点と対策

2010/12/1
 マグネケミカルテクノ
 大久保

フェライトコアの温度特性の問題点

- ・ ノイズフィルタに使われるコモンモードチョークコイルには、安価で透磁率の高いフェライトが使われています。
- ・ 通常その透磁率は5500近辺が使われますが、フィルタ性能を上げようとする為、8500や10000の物が使われるようになってきています。
- ・ 最近、この高透磁率製のコモンモードチョークコイルで次のような問題が持ち上がっています。
- ・ それは、電流量(20Aクラス)の大きいコモンモードチョークコイルで生じた問題です。
- ・ 電源をオンにして30分を過ぎると、温度上昇が起き、80°C位になるとノイズがとれなくなるという現象です。
- ・ そこで問題となったコモンモードチョークコイルの温度特性を測定してみました。結果を図1に示します。図2に200KHz付近を拡大した物を示します。
- ・ 常温200KHzで3,527 μ Hあった物が、80°Cでは1,370 μ H(初期値の39%)まで低下しています。
- ・ この解決手段はあるのでしょうか？ 金属製の高透磁率材料は温度特性が小さいです。
- ・ 例えば、超微細結晶合金ですとコアサイズ等は違いますが、常温で905 μ Hの物が、80°Cでは逆に955 μ H(初期値の106%)に上がっています。この例を図3に示します。

超微細結晶合金の直流重畳特性の問題点(高透磁率磁性材料の欠点)

- ・ しかし、この非常に透磁率の高い超微細結晶合金でも問題が見つかっています。静的状態では非常に良い特性を示します。高透磁率の特徴が顕著に現れています。ですが、実機で動特性を測定していると、時々ノイズが全く取れない状態が発生します。
- ・ 当社では、この問題を次のように考えています。コモンチョークには2本の往復電線が巻かれています。通常はこの往復電線には同じ電流値の電流が流れバランスがとれています。この時はまったく問題は起きません。しかし、ノイズフィルタには高周波電流をアース線に流すためのコンデンサがついています。また、エアコンのコンプレッサーなどには冷媒が入っておりこの静電容量を通じてアースに電気がもれることがあります。もしこうして負荷側で漏れ電流が生じていたらどうなるでしょう。往復電流に差が生じます。すると、コアはこの漏れ電流により励磁されます。材料が高透磁率であればあるほど低磁場で励磁されますので、コアが飽和してきてその透磁率は小さくなります。透磁率が下がると、Lも下りノイズがとれにくくなります。完全に飽和してしまうと全くノイズがとれなくなる現象がおきます。
- ・ この現象を直流重畳特性として測定してみました。これを図5に示します。図5は巻線数1Tsでの値です。0.1Aの漏れ電流があり、15Ts巻線されていたとすると、1Tsで1.5A流れたこととなります。
- ・ どうでしょうか。超微細結晶合金ではほとんど飽和され、初期値の6%のインダクタンスに低下してしまいます。一方フェライトは、86%程度の低下ですんでいます。

これら二つの欠点を改善する方法はあるのでしょうか？

当社はこの二つの欠点を克服したコイルを開発しました。

(温度特性)

- ・ 今回開発したノンマグネコアのインダクタンスの温度特性を図4に示します。図1, 3と比べて、温度による変動が一番小さいことが分かります。
- ・ 図1, 3, 4の温度特性のカーブを見ると次のことが分かります。
 - ① 50KHz近辺から下の周波数では、超微細結晶合金のLは格段に高く優れている。しかし、周波数が上がるにつれてそのLが急激に低下して行き、50KHz以上ではフェライトやノンマグネよりも低下してしまう。また超微細結晶合金は、温度が上がるにつれてそのLは低下する。
 - ② フェライトの温度特性の変動が一番大きく、温度が上がるとそのLは大きく上がる。しかし、70KHz以上では温度が高くなるにつれてLは急激に低下する。
 - ③ 今回開発したノンマグネはその温度特性は最も安定している。フェライトは100KHz以上で超微細結晶合金は60KHz以上で3mH以下になるのに対し、400KHzまで3mH以上を維持している。

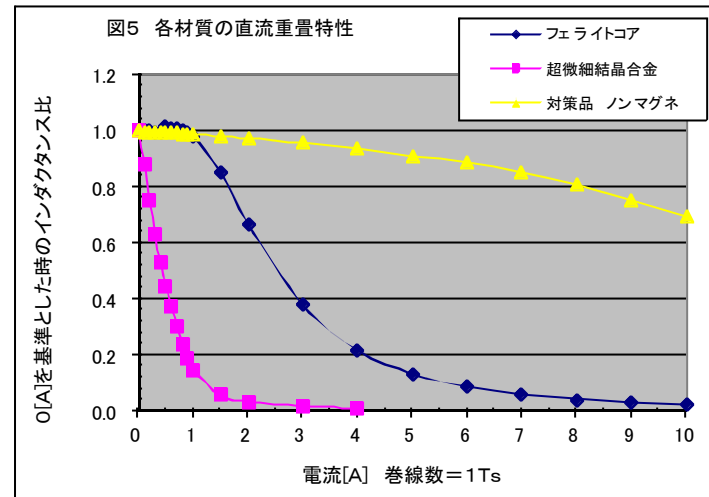
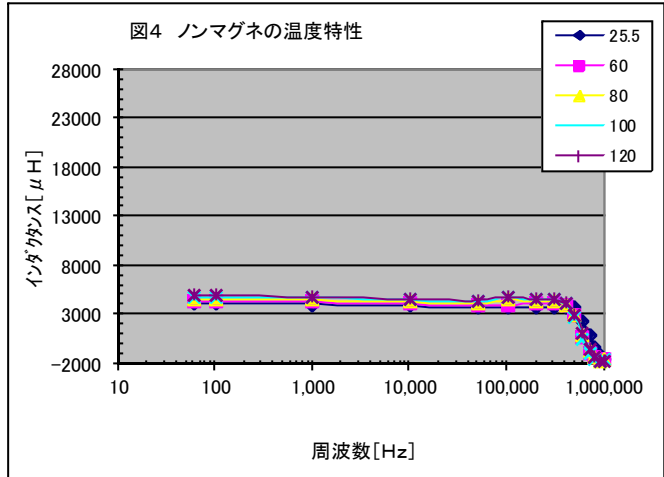
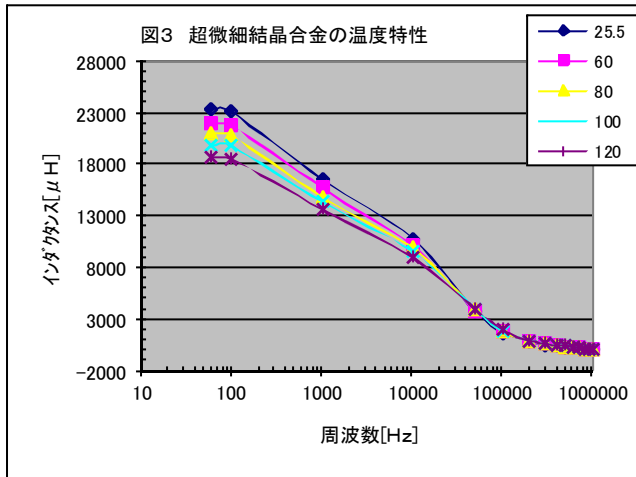
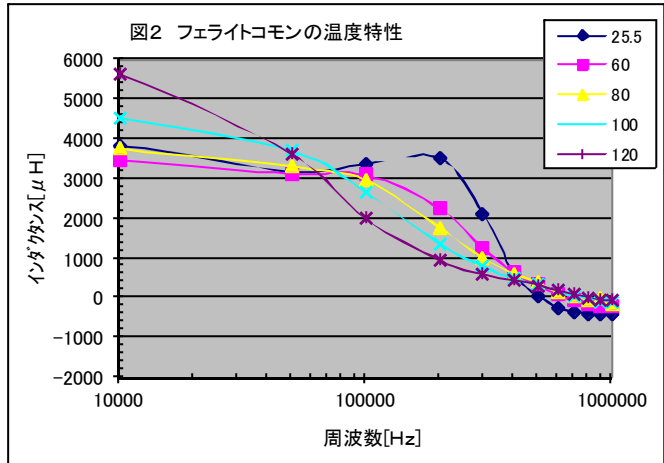
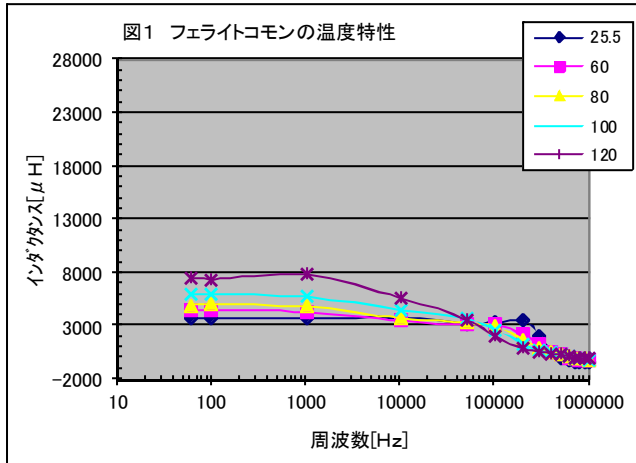
(直流重畳特性)

- ・ 図5にフェライト、超微細結晶合金との比較データを示す。
- ・ 図を見てわかるように、ノンマグネの直流重畳特性は格段に優れています。
- ・ 0.1Aの漏れ電流で、ノンマグネの場合24Ts巻線しますので、2.4A流れることとなります。この時でも97%の低下でしかありません。

ノンマグネコモンコア

(ノンマグネの特徴)

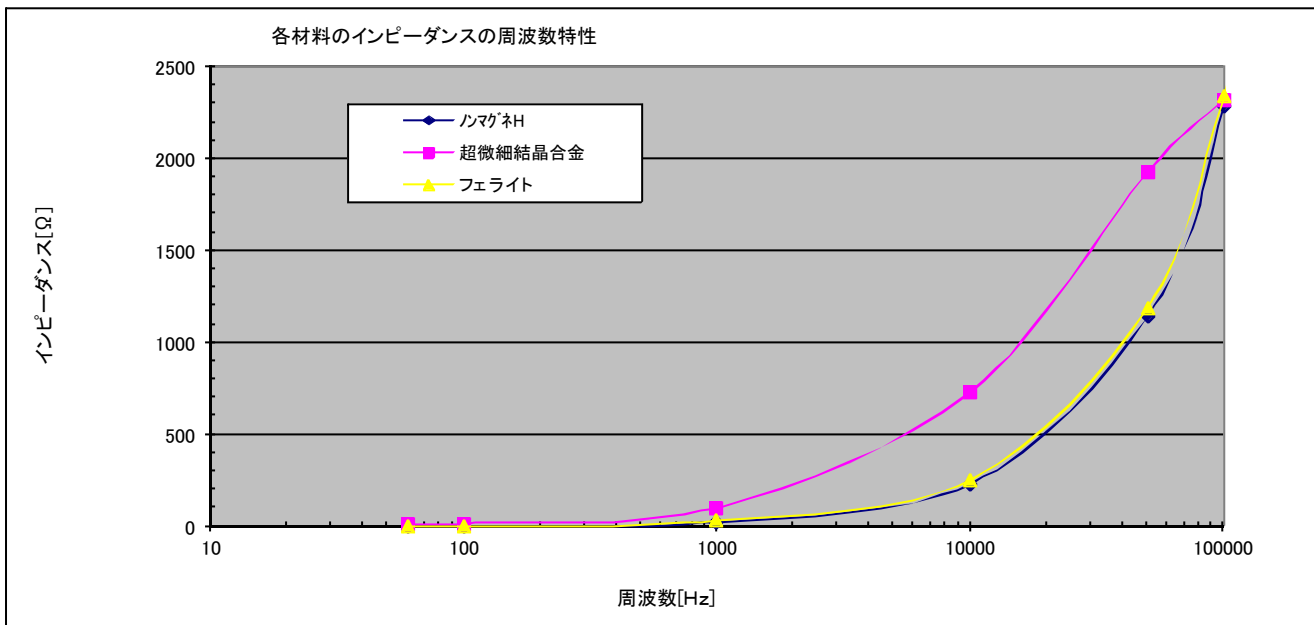
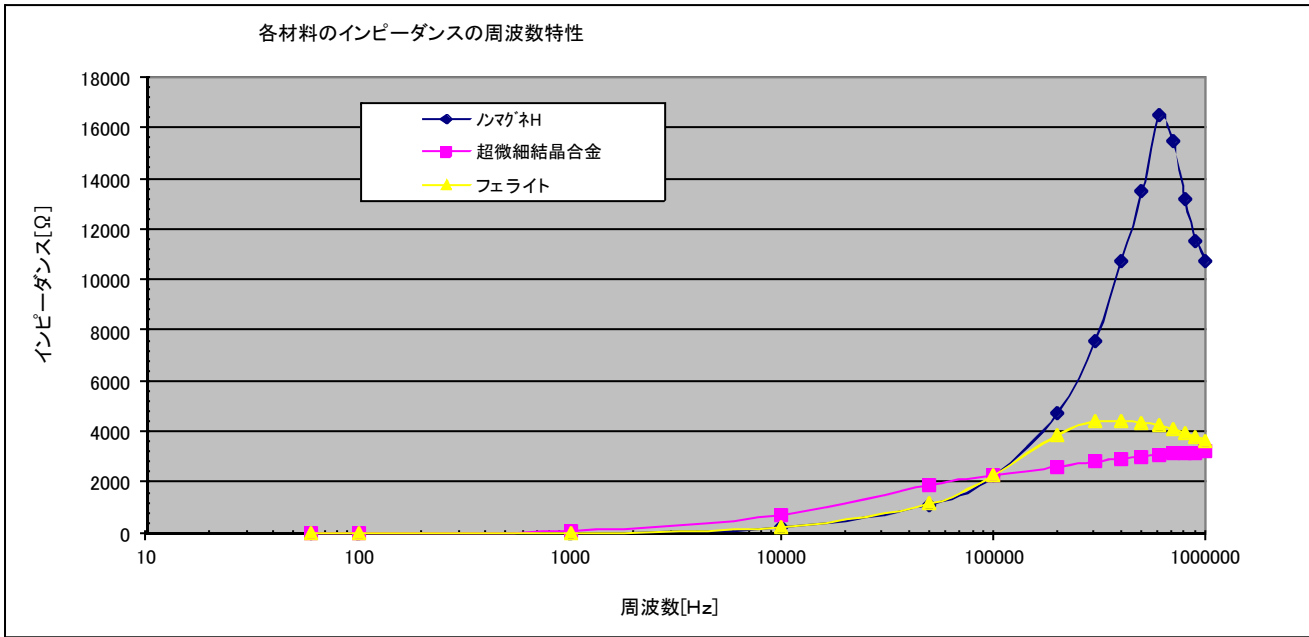
- ① この材料は鉄系アモルファス合金です。この材料は成分的に、元々温度特性が安定しています。
- ② この材料は通常であれば、超微細結晶合金と同様に右下がりの直流重畳特性を示しますが、これを改善する熱処理を施してあります。
- ③ また、透磁率を高めにするために、熱処理でこれをカバーしてあります。
- ④ 100KHzの透磁率を比べると、超微細結晶合金は10,000で、フェライトは8,500あります。一方ノンマグネは3000しかありません。そこで、断面積を大きくすることと巻線数を増やすことで高インダクタンス、高インピーダンスを確保しています。ですから、欠点はサイズが少し大きくなることです。
最近の改善で、透磁率は5000以上を確保できるようになりました。



諸元表

	ノンマグネ	超微細結晶合金	フェライト $\mu = 8500$
外径[mm]	46.0	36.0	38.1
内径[mm]	27.0	28.0	19.0
高さ[mm]	20.0	20.0	12.7
巻線数[Ts]	24	13	15
実効断面積 Ae[cm ²]	1.54	0.62	1.21
平均磁路長 Lm[cm]	11.5	10.0	9.0
Ae/Lm	0.134	0.062	0.135

参考: 各材質のインピーダンスの周波数特性



以上