

# 低損失金属磁性材「センティクス」を用いた大電流用チョークコイル「MPCGシリーズ」

斎藤 嘉宏・山内 英明・田畑 翼

## 要旨

各種電子機器への搭載部品の高密度化動向が加速している中で、大電流に対応する小型チョークコイルの要求が近年さらに強まっています。特にモバイルノートPCにおいては、低電圧大電流化に伴い、電力損失特性が重要視され始めています。そこでNECトーキンは、低損失磁性コア材「センティクス」を用いることで電源の変換効率を高めた一体成型型チョークコイル「MPCGシリーズ」を開発しました。「MPCGシリーズ」は、平角導体のエッジワイズ巻きコイルを、高い飽和磁束密度と金属ガラス特有の安定した非晶質構造を併せ持つ磁性材料「センティクス」で一体成形することにより、大電流通電とコア損失の大幅な低減を実現しています。

## キーワード

●金属ガラス ●低損失 ●一体成型 ●インダクタ ●チョークコイル ●DC/DCコンバータ

## 1. はじめに

近年、各種電子機器の高性能化、多機能化が急速に進むに伴い、電子機器の小型化、軽量化の要求も更に強くなっており、電子機器に搭載するデバイスの高密度化が加速しています。

パソコン(PC)を例に挙げると、出荷台数に占めるノート型の割合が高くなっています。これはノートPCの性能が向上し、その中でも高い処理性能を持つCPUを搭載するなど、デスクトップ型と遜色ない作業性を有し、かつ移動・収納などにも便利なコンパクト性も有していることが要因といえます。また、モバイル用途PCにおいては高い処理能力と小型軽量であることはもとより、駆動時間の延伸を主目的とした電源回路の高効率化が強く求められています。

この高性能化と高効率化の両立のため、昨今のトレンドとしてPCの消費電力は維持したまま、駆動電圧を抑えて電流を大きくするという傾向にあります。このような低電圧大電流化されるノートPCで使用されるDC/DCコンバータ回路に搭載されるチョークコイルにおいては、大電流化・小型化への対応と同時に、低損失化が強く求められます。

本稿では、特にモバイルノートPC要求に対応したCPU駆動系DC/DCコンバータの用途に最適な低損失大電流型チョーク

コイル「MPCGシリーズ」を紹介します。

## 2. チョークコイルの損失

一般にノートPCのバッテリー駆動時間は、CPUの駆動などによる電力消費量によって決定します。

CPU駆動のための電力供給に際して、DC/DCコンバータによる電力供給時に電力の一部が熱となり消費されます。このうちチョークコイルにおいては、大きく分けて「鉄損」と「銅損」となり、熱エネルギーとして消費されます。

熱として消費されてしまうエネルギーはCPU駆動に貢献しないため、これが損失となります。

## 3. 磁性コア材

「MPCGシリーズ」は、従来磁性コア材に使用されてきた金属磁性材料よりも低損失な「センティクス」を磁性コアに採用することにより、鉄損を大幅に低減しています。

図1にセンティクスと従来材料のコア損失を示します。「センティクス」は鉄を主構成元素とした非晶質構造を有する金属ガラス材料です。このためヒステリシス損失が極めて小さく、300kHzでのコア損失は全体で従来品の1/3と非常に低

低損失金属磁性材「センティクス」を用いた大電流用チョークコイル「MPCGシリーズ」

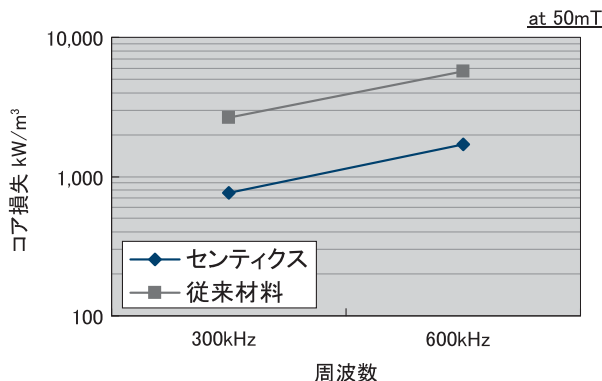


図1 周波数ごとのコア損失比較

い値を示します。また、より高い周波数600kHzにおいても同様に低損失を維持することができ、将来的なCPU高速化に伴う高周波駆動においてもコア損失を小さく抑えることが可能であり、その必要性はより増していくことが期待されます。

また低損失特性に加え、大電流通電に十分対応可能な飽和磁束密度を有するとともに、比透磁率も高く、高飽和磁束密度と高透磁率の両立を実現していることも大きな特徴です。

これらの特徴からPC向け大電流通電チョークコイルのコア材料として非常に適しています。

4. 製品構造

「MPCGシリーズ」は、平角銅線をエッジワイズ巻きしたコイルを、前述の金属磁性材料で加圧成形した一体成形構造型のチョークコイルです(図2、図3)。

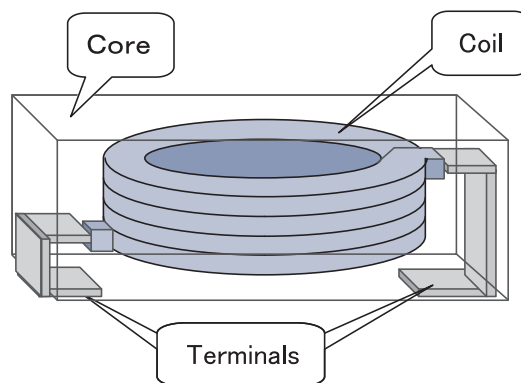
磁性コア部は金属粒子間を絶縁バインダーで結合した加圧成形体であり、この絶縁バインダーは結合と同時に金属粒子間に分散されたギャップを形成します(図4)。

この構造上の分散ギャップ化と磁性材料「センティクス」の非晶質構造の相乗効果によって、磁性材に発生する渦電流を小さく抑え、従来品では達成し得なかった極めて損失の小さいコアを実現しています。

巻線コイル部には、銅損を低減するため、限られたスペースでの巻線占積率を向上するのに有利な平角銅線を採用し、巻高さを抑えるためにエッジワイズ巻線としています。はんだ処理を施したリード部を対向する両側面から引き出し、一体加圧成形後フォーミングしリード部を直接実装端子とする



図2 MPCG製品写真



	MPCG series
Coil	Flat Copper Wire
Core	Senntix
Molding	Pressurization Molding
Terminal	Direct Terminal

図3 MPCG構造図

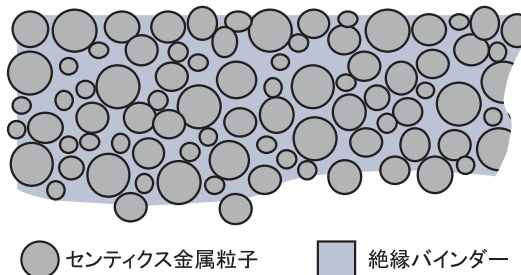


図4 磁性コア模式図

ことで、これまで巻線材と実装端子を接続する際に生じていた接続ロスなどの無い構造とし、より大電流に対応できる巻線コイルになっています。

また、従来の組み立て型チョークコイルとは違い、巻線コ

イルとコアに隙間の無い加圧成形による一体構造であるため、熱伝導性に優れ、低漏洩磁束性と低電磁騒音性も併せて実現しています。

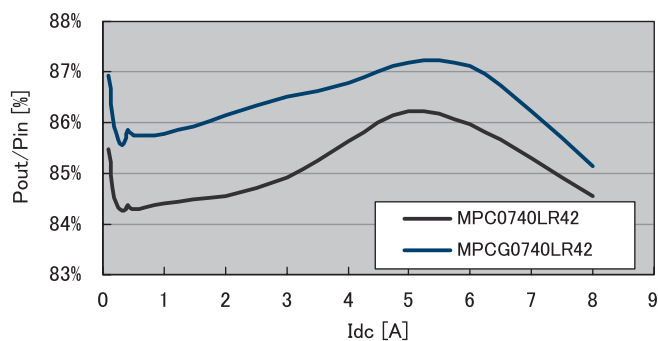
## 5. 製品特性

### 5.1 電源負荷効率特性

「MPCGシリーズ」は、低コア損失特性を有する「センチクス」を磁性コア材に使用することにより、電源負荷効率特性（入出力効率）が大きく改善されます。

一般にコア損失は低電流側の効率に大きく影響し、ノートPCの実使用においては軽負荷時や待機時のバッテリー駆動時間に大きく影響します。図5に「MPCGシリーズ」と弊社従来品である「MPCシリーズ」とを比較した電源負荷効率特性を示します。

「MPCGシリーズ」は、コア損失分が顕著に現れる0.1~3Aの低負荷電流領域において、従来品よりも1.5%程度トータル損失を改善しています。また、低コア損失特性を有する「センチクス」と巻線占積率が向上する製品構造を採用していることから、負荷電流の低電流域から高電流域まで高効率化を実現しています（図5）。



#### 評価条件

MAXIM1710Board, f=300kHz  
Vin=12V, Vout=1.25V  
Electronic load; 0.1~8 A

#### 評価試料の概略

形状: □ 6.0mm  
高さ 4.0mm  
RDC: 1.55mΩ  
直流定格: 17A

図5 電源負荷効率特性

このことから実際のノートPCにおいてもバッテリー駆動時間及び発熱量の大きな改善が期待できます。

### 5.2 直流重畳特性

「MPCGシリーズ」は、高い飽和磁束密度を持つセンチクスを採用したことにより、大電流でのインダクタンス減少量が少ない優れた直流重畳特性を実現しています。よって電源ラインに突入電流や過電流が流れた場合であっても、インダクタンスの急激な劣化が起りません。このため、ノートPCのCPU駆動で求められる、マルチフェーズドライブの低電圧、大電流用チョークコイルとして最適です。

加えて、温度特性にも優れ、環境温度20℃と100℃における飽和特性はほぼ同等であり（図6）、ノートPCを長時間使用する際の高温環境下においても安定したパフォーマンスを実現できます。

### 5.3 電磁騒音特性

従来の組み立て型のチョークコイルは、巻線コイルに1対のコアを組み込む構造のため、コアとコア間及びコアと巻線コイルとの間に隙間が生じやすく、製品形成とがたつきを抑えるために接着剤などで隙間を固定するような構造のものが主流でした。

これに対し「MPCGシリーズ」は、巻線コイルと金属磁性材料を一体に加圧成形するため、巻線コイルと磁性体間に隙間の無い構造をしています。よって、電気負荷の共鳴周波数

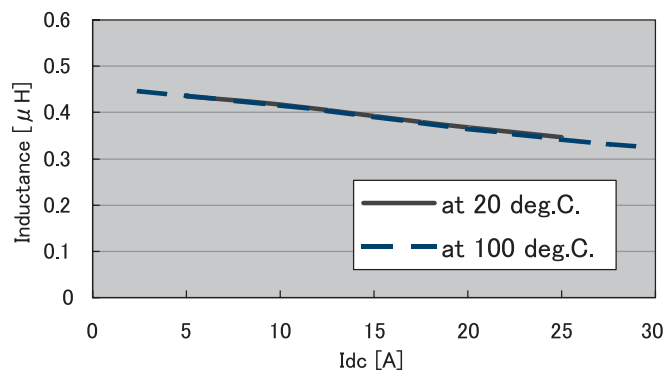


図6 直流重畳特性

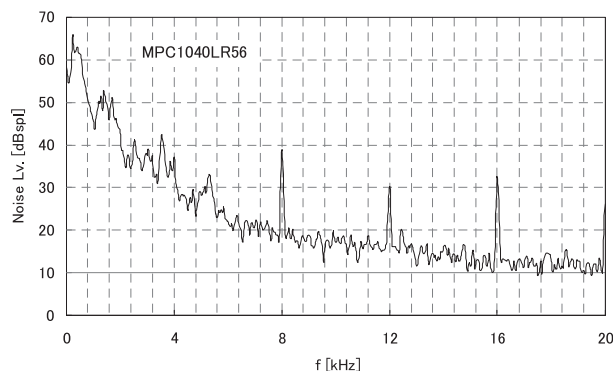


図7 電磁騒音特性

においても騒音レベルは40dBspl以下と、低電磁騒音特性を有しており（図7）、特にノートPCのCPU駆動など、静粛性が求められる製品へ用いるチョークコイルとして最適です。

### 5.4 低漏洩磁束性

「MPCGシリーズ」は、巻線コイルと金属磁性材を一体に加圧成形した閉磁路構造のため、低漏洩磁束性を有しています。高密度で実装した場合でも他の電子部品との電磁結合がなく、実装基板の設計時に必要なチョークコイルの配置や他部品への配慮が軽減できるチョークコイルです。

## 6. 製品ラインナップ

「MPCGシリーズ」は、インダクタンス 0.36~0.88 $\mu$ H、電流範囲17.0~25.5Aに対応する小型チョークコイルとして、□7mm品、□10mm品の製品化を行っています（表）。また、今後は様々な電子機器開発のソリューションとして、広範な提案をお客様に提供すべく、ラインナップ拡大を行っていきます。

表 MPCGシリーズ寸法・電気特性

品名	寸法 [mm]	L[ $\mu$ H] at100kHz	Rdc [m $\Omega$ ]	定格電流 [A]
MPCG0740LR42	7.0×8.0×H4.0	0.42±20%	1.55±10%	17
MPCG1040LR36		0.36±20%	1.05±10%	25.5
MPCG1040LR45	10.3×11.5×H4.0	0.45±20%	1.10±10%	25
MPCG1040LR88		0.88±20%	2.30±10%	17

## 7. むすび

大電流対応の小型チョークコイル「MPCGシリーズ」は、電力を供給する電源ラインに必要である大電流昇降圧DC/DCコンバータ用途に適した電気特性を有するチョークコイルです。本製品は大電流対応、低損失特性などの特長から主にモバイルノートPCのCPU駆動用DC/DCコンバータや他のシステム電源ライン（GPUなど）のチョークコイルに適しており、採用実績も拡大しています。

今後は更なる情報化社会を牽引するモバイル電子機器のエネルギー効率を改善するために、仕様ラインナップの拡大とともに、様々なアプリケーションに適応できる提案型商品として、お客様への最適なソリューションを提供してまいります。

### 執筆者プロフィール

斎藤 嘉宏  
NECトーキン  
EMC事業部 製品技術部

山内 英明  
NECトーキン  
EMC事業部 製品技術部  
主任

田畑 翼  
NECトーキン  
EMC事業部 製品技術部