

メタルタイプ小型パワーインダクタ

(2010年～現在)

Key-words: インダクタ、メタルタイプ小型パワーインダクタ、金属磁性材料、DC-DCコンバータ、モバイル機器

スマートフォン、スマートウォッチなど小型電子機器のDC-DCコンバータに使用される小型パワーインダクタは、電源回路の進化と同期して変化を遂げた。その中でも大きな変化は2010年頃に始まったスイッチング周波数の高速化に伴う、使用される材料のフェライトから金属磁性粉(メタルタイプ小型パワーインダクタ)への置換わりである。現在ではスマートフォンでは、ほぼすべてがメタルタイプへと置換わっている。

メタルタイプ小型パワーインダクタには、多種多様な材料と構造を有する商品が存在し、いずれの商品も高性能化へ向け継続的に開発が行われている。

今後、小型の電子機器は高性能化し、かつその数も劇的に増えていく。それに伴い高性能のメタルタイプ小型パワーインダクタの需要も高まっていく。

1. 製品適用分野

スマートフォン、スマートウォッチ、ノートパソコン、タブレット型PCなどの各種小型電子機器の電源回路。

2. 適用分野の背景

小型パワーインダクタは、主に小型電子機器のDC-DCコンバータ^{注1)}に使用され、その性能への影響が大きい重要な電子部品の一つである。

【～2010年頃】

スイッチング周波数^{注2)}が数百kHzの使用環境では、フェライト材料を用いた小型パワーインダクタが使用されていた。

【2010年頃～現在】

スイッチング周波数が1MHz以上の高速化に伴い、使用されるパワーインダクタのインダクタンスは低下した。それにより、透磁率(μ)の低い金属材料で製品設計が可能となった。同時に大電流化、温度に対する動作安定性、低損失、小型化への要求が高くなったことで金属材料を使用した小型パワー

インダクタへの置き換えが加速的に進んだ。

現在、スマートフォンでは、ほぼすべてがメタルタイプへ置き換わっており、その進化に貢献している。ユーザーの体感としては、新しい機能が追加された、画面が大きくなった、筐体が薄くなった、バッテリーの持ちがよくなった、カメラ、アプリの立ち上がりが早くなった、動きにストレスがなくなったなど、我々の身近な快適性、利便性の向上に貢献している電子部品の一つである。

3. 製品

このようなメタルタイプ小型パワーインダクタには、多岐に渡る材料、構造(工法)の組み合わせのインダクタが存在する。その一例を表1に示す。

巻線タイプ、薄膜タイプは銅線の空芯コイルもしくはフォトリソ法で作製した銅のめっきパターンをメタルコンポジット材でモールドしたインダクタである。一方、積層タイプはMLCC(積層セラミックコンデンサ)で使用される積層工法と熱処理を行う特徴的な材料を組み合わせたインダクタである。

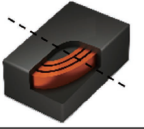
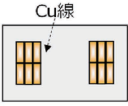
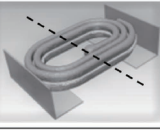
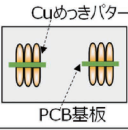
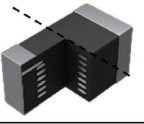
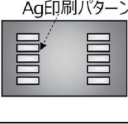
現在は、これらの多様なメタルタイプ小型パワーインダクタが同じ市場で競い合う構図をなしている。その大きさは、スマートフォンでは各タイプとも2016サイズ(2.0×1.6mm)～1608サイズ(1.6×0.8mm)が多く使われて、高性能化、小型化のトレンドが継続している。

ここでは最も一般的な商品である巻線タイプに関してその変遷、技術の概要を述べる。

4. セラミックスの特徴

先に述べたように、セラミックスであるフェライトから金属の磁性材料へ置換わっている。ここではその金属磁性材料の変遷を述

表1 代表的なメタルタイプ小型パワーインダクタの材料、構造例

種類	導体材質形成方法	金属材料タイプ	概略透視図	断面概略図
巻線タイプ	Cu導線巻線工法	メタルコンポジット材料 (メタル粉末+結合樹脂)		
薄膜タイプ	Cuめっきパターンフォトリソ工法			
積層タイプ	Agペースト印刷・積層工法	酸化物結合型金属材料		

多様な商品が存在し、巻線タイプ、薄膜タイプ、積層タイプが代表例として挙げられる。これらのインダクタが同じ市場で競い合う構図をなしている。

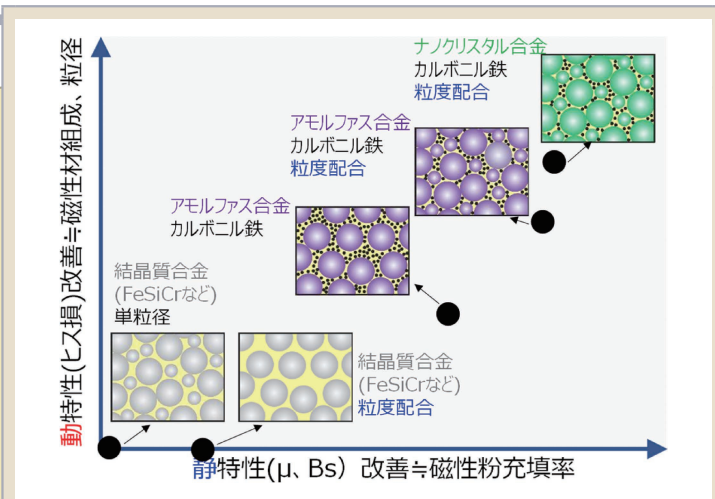


図1 メタルコンポジット材の進化の変遷

進化の方向は大きく静特性の進化と動特性の進化に分けられる。静特性は金属磁性粉の充填率を上げること、動特性はヒステリシス損失の小さな材料の活用で進化を遂げた。

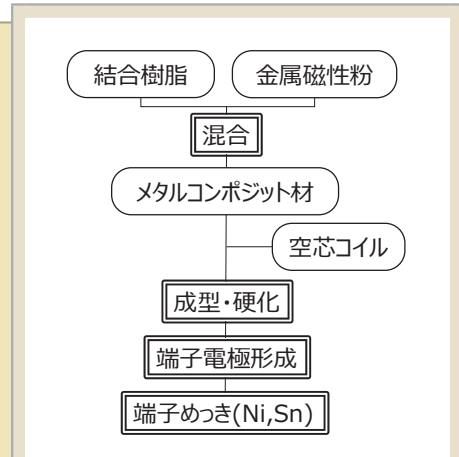


図2 製造工程概略(巻線タイプ)

巻線タイプは、銅線の空芯コイルをメタルコンポジット材料でモールドして作製される。

べる。

巻線タイプには、メタルコンポジット材が使用される。このメタルコンポジット材は金属磁性粉と結合樹脂からなるものであり、この材料の進化がインダクタの進化の一端を担っている。材料進化の変遷を図1に示す。

進化の方向は大きく静特性の進化と動特性の進化に分けられる。静特性、いわゆる透磁率(μ)、飽和磁束密度(Bs)の進化は金属磁性粉の充填率を上げることが重要であり、粒度配合、軟質であるカルボニル鉄との混合などの技術が展開された。また熱間成型などプロセスの進化も大きく貢献した。

動特性にはヒステリシス損失の小さな材料を求め、結晶質合金から、アモルファス合金、ナノ結晶合金^{注3)}の活用へと進化した。

5. 製法

巻線タイプのインダクタは、銅線の空芯コイルをメタルコンポジット材料でモールドして作製される。図2に代表的な製造工程を示す。

6. 製品性能・スペック

前述のようにメタルタイプ小型パワーインダクタには種々の材料と構造の組み合わせの商品が存在し、それぞれの特徴を活かした商品ラインナップが展開されている。図3にラインナップの一例を示す。複数の工法を有している場合、その工法の優位性を活かした商品がラインナップされている。例えば、積層タイプは小型・高性能、巻線タイプは中型以上をカバーするなど、性能、生産性、生産に際するエネルギー消費、価格など商品価値を最大化すべく、棲み分けが行われている。

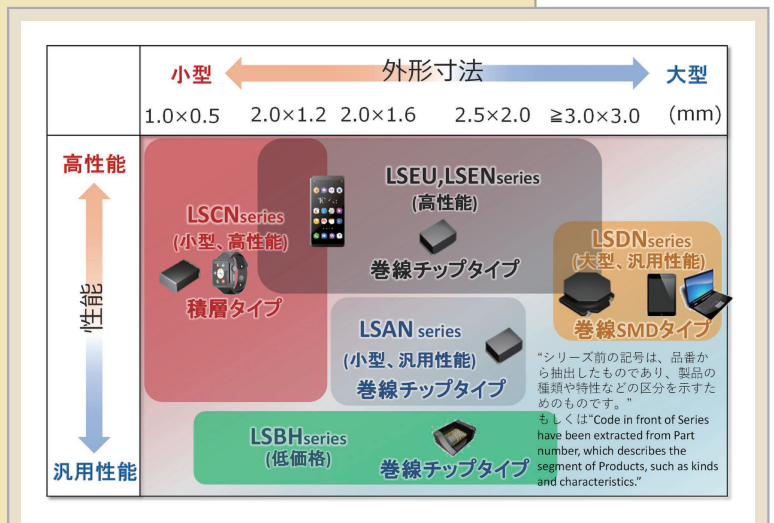


図3 メタルタイプ小型パワーインダクタ商品ラインナップ一例

種々の材料と構造の組み合わせの商品が存在し、それぞれの特徴を活かした商品ラインナップが展開される。

7. 現在・将来展望

繋がる社会の到来に伴い、小型電子機器はより小型、多機能、高性能化が進む。それに伴い小型化、高性能のメタルタイプ小型パワーインダクタの用途も益々広まっていく。また、メタル材料の特色である低損失、温度に対する動作安定性を活用し、データ量の増加に伴い消費電力が問題視されている通信基地局、サーバー向け、および高温下で安定動作が求められる車載向けなど、その用途を広げている。

[連絡先] 長野 将典 (ながの まさのり)
〒370-3347 群馬県高崎市中央町 5607-2
太陽誘電株式会社 電子部品事業部
商品開発三部

注3 結晶質合金：Fe-Si, Fe-Si-Cr等の結晶構造を持つ軟磁性合金。
アモルファス合金：Fe, Co, Ni等の強磁性元素とSi, B, P等のガラス化元素等から成り、結晶構造を持たないため結晶磁気異方性の無い軟磁性合金。
ナノ結晶合金：アモルファス合金相内にランダム配向したナノサイズの強磁性結晶粒が分散している軟磁性合金。