

SPS 法による極薄板状フェライトの作製

○置 直之, 堀江真司, 山本節夫, 栗巢普揮, 松浦 満 (山口大学工学部)

1. はじめに

近年、各種携帯電子機器に用いられるデバイスの小型化・薄型化が著しい。このような状況の中、携帯電話において、電磁波の進行方向を制御し、送信回路の安定動作を保証するために不可欠な部品であるアイソレータは、現行製品では背丈が 1.6mm と他の電子部品と比較して厚く、更なる薄型化が強く求められている。このアイソレータにおいては、軟磁性フェライトおよび硬磁性フェライトが主要な構成材料として使用されているが、通常の焼結法で製造したバルク材が用いられているため、アイソレータのさらなる薄型化を進める上で障害となっている。本研究では、アイソレータの薄型化を実現するため、新しい焼結技術である放電プラズマ焼結法を用いて、極薄の軟磁性および硬磁性フェライトを作製する可能性について検討した。

2. 実験方法

本実験においては、フェライトを焼結する方法として放電プラズマ焼結法を用いた。本法は、図 1 に原理を示す様に、原材料を一对のパンチ電極で上下から一軸加圧しながら直流パルス電流を通電して行う焼結法である。この通電により型にジュール熱が発生し、原材料は型からの熱伝導によって直接加熱される。加えて、パルス通電初期に原材料の粉体間で起きる放電プラズマにより、粉体表面が活性化されるとともに、電界の作用でイオンが高速移動し、焼結が速やかに行われる。電気炉を用いた通常の焼結法と比較して、短時間かつ 150°C 程度低いプロセス温度で緻密な焼結体を得られるのが本法の特徴である^{1,2)}。

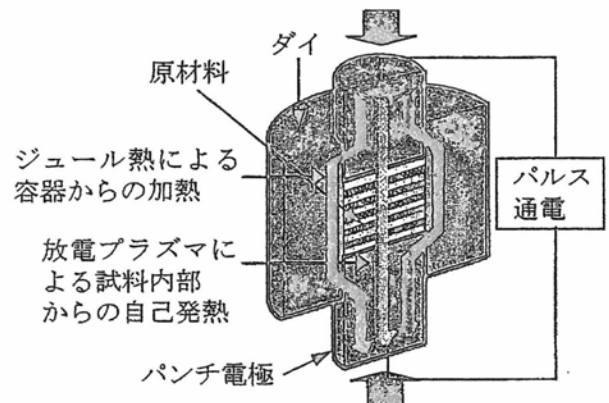


図1 放電プラズマ焼結法の原理

2.1 軟磁性フェライトの作製

軟磁性フェライトの原材料として、比較的低温で焼結が行える Ni-Zn-Cu フェライト磁性粉末を用いた。極薄のフェライト焼結体を得るため、まず、フェライト磁性粉末と有機溶媒および結合剤をポットミルで混合し、フェライトペーストを作製した。それを基板上に均一にすることで、所望の厚みのフェライト塗膜を得た。その後、放電プラズマ焼結法にて焼結を行った。最適な焼結条件を探索した結果、焼結温度 900°C、昇温速度 50°C/min、圧力 0.3tf/cm²、保持時間 10 分とした。

2.2 硬磁性フェライトの製作

硬磁性フェライトの原材料として、Ba フェライト磁性粉末を用いた。まず、硬質グラファイト製のダイとパンチで組んだ型に、手作業で Ba フェライト磁性粉末を均一に充填し、放電プラズマ焼結を行った。充填する磁性粉末の量によって、焼結体の厚みを変えた。焼結条件は、焼結温度 900°C、昇温速度 50°C/min、圧力 0.6tf/cm²、保持時間 5 分とした。

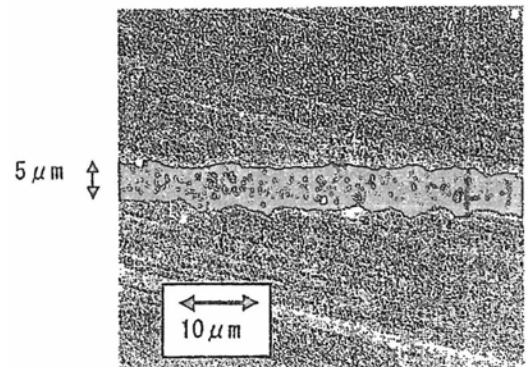


図2 極薄フェライト焼結体の断面 SEM 写真

3. 結果と考察

3.1 硬磁性フェライト焼結体

作製したNi-Zn-Cu フェライト焼結体の断面SEM写真を図2に示す。写真のように、焼結後の厚みが10 μ mを切るような非常に薄いフェライトを作製できた。また、5 μ m~100 μ mという広範囲の厚みにわたるフェライト焼結体を作製できることも確認した。厚みを変えて作製したフェライト焼結体の飽和磁束密度(Bs)の値を図3に示す。フェライト層の厚みを減少させていくと、Bsの値は徐々に減少する傾向がみられた。これは、厚みを100 μ m程度以下に薄くすると、上下の基板から元素がフェライト層へ拡散する影響の割合が大きくなるためと思われ、今後、極薄領域でフェライト焼結体の磁気特性をさらに改善する上での課題である。ただし、本実験において最も薄く作製した5 μ m厚の焼結体においても、2600 Gという比較的大きなBsの値が得られている。

3.2 硬磁性フェライト焼結体

作製したBa フェライト焼結体の破断面SEM写真を図4に示す。この写真より、本法で作製した焼結体は粒径が肥大化せず均一であることがわかる。厚みを変えて作製したフェライト焼結体について、飽和残留磁束密度(Br)および垂直方向抗磁力(Hc)の値を、それぞれ図5および図6に示す。500 μ m以上の厚み領域では、作製後の焼結体の磁気特性は厚みにあまり依存せず、良好な磁気特性が得られることがわかった。

4. おわりに

今回、基板上にフェライトペーストを塗布し、放電プラズマ焼結する方法を導入することによって、5 μ mという極薄の軟磁性フェライト焼結体を作製できた。また、硬磁性フェライトについては、500 μ m程度の厚みまでは磁気特性の劣化はほとんどないことを確認した。今後、硬磁性フェライトについてもペースト状の原料を塗布する方法を用いて、極薄の硬磁性フェライトの作製を試みる予定である。

このような極薄のフェライト焼結体の製造は、アイソレータをはじめとする各種の超小型磁気デバイスにおいて大幅な低背化を実現するためのブレイクスルーになると期待される。

参考文献

- 1) 山本節夫, 堀江真司, 栗巣普揮, 松浦 満 : 放電プラズマ焼結による軟磁性フェライトの製造電子情報通信学会技術研究報告(磁気記録), Vol.101, No.105, MR2001-6, pp. 35-42 (2001).
- 2) 山本節夫, 棚町信次, 堀江真司, 栗巣普揮, 松浦 満, 石田浩一: 放電プラズマ焼結による軟磁性コアの製作, 粉体および粉末冶金, Vol.47, No.7, pp.757-762 (2000).

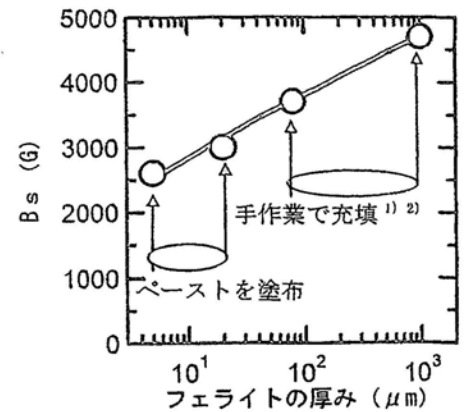


図3 種々の厚みをもつNi-Zn-Cuフェライト焼結体のBs

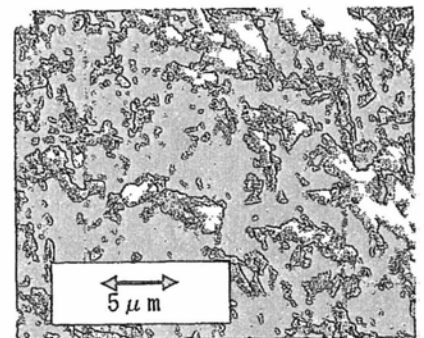


図4 Baフェライト焼結体の破断面SEM写真

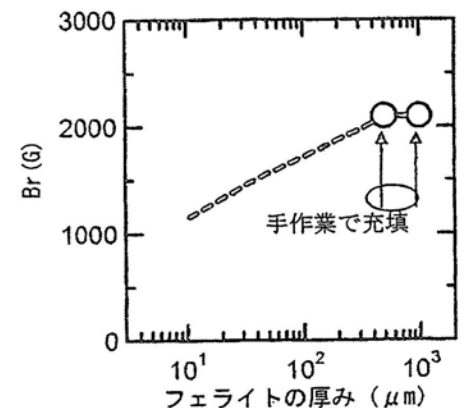


図5 Baフェライト焼結体の厚みとBrの関係

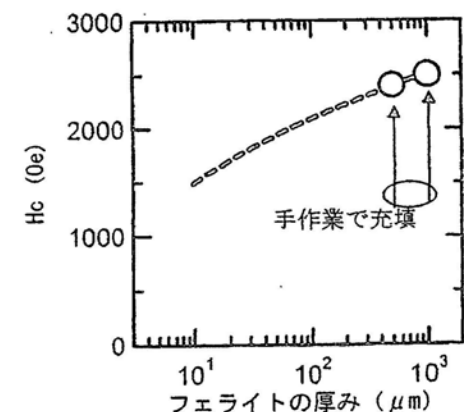


図6 Baフェライト焼結体の厚みとHcの関係