

アモルファス合金の応用に関する研究

—超偏平粉末の成型性と磁気特性—

鴨志田 武* 斎藤 和哉*
高萩 泰* 折笠 哲夫**

1 緒言

電子機器の小型化・高周波化が進み、それに伴って軟磁性材料に対する高飽和磁束密度、高速磁率の高周波対応の材料への期待が大きくなっている。

一方、アモルファス材料はその優れた磁気特性を有していることから変圧器、高周波スイッチング電源、磁気ヘッドなどの研究開発が行われ一部実用化されている。しかし、アモルファス材料は薄帯、線材、薄膜、粉末などの形状が得られているが、その形状的な制約からある程度その応用が限られているのが現状である。この形状的な制約がなくなれば様々な利用、応用が可能である。そこで、最近開発された超偏平アモルファス合金粉末を用いた成型体の成型性と磁気特性について検討した。

2 実験方法

2.1 アモルファス粉末試料

本実験に使用したアモルファス合金粉末は2段液体急冷法により作成したCo系及びFe系の超偏平アモルファス粉末D(帝国ピストンリング株製)を用いた。

この粉末の特徴は従来の粉末に比較して薄い厚さと大きなアスペクト比(直径/厚さ) 20~300を持っていることである。この粉末のSEM写真を図1にX線回折図形を図2に示す。このX線回折結果より使用した粉末は完全なアモルファス単相であることを確認した。また、粉末の粒径は25~250 μm である。

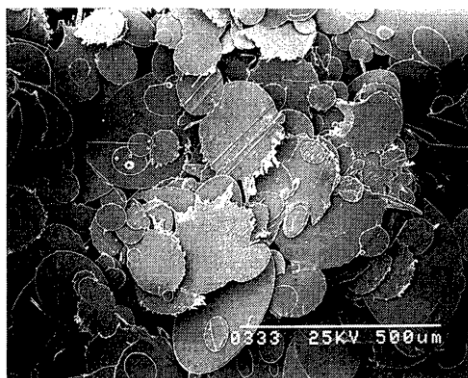


図1 超偏平アモルファス粉末

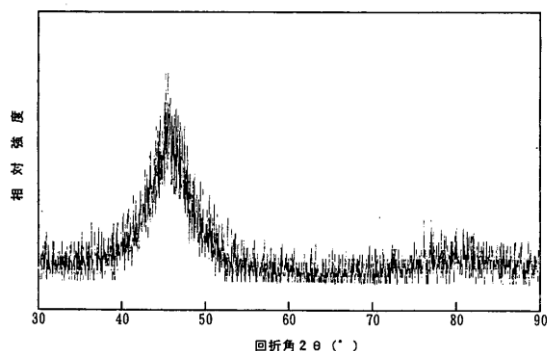


図2 X線回折図形(Co系)

2.2 複合コアの作成

複合コアの作成は粉末とエポキシ樹脂を混合し、その混合比や磁場を変化させて外径: 31mm, 内径: 18mm, 厚さ: 5mmの成型体を作成した。その作成条件を表1に示す。

表1 作成条件

サンプルNo.	アモルファス粉末	混 合 比 (粉末/樹脂)		磁場配向 垂直方向	成型条件 温度(℃) 時 間 (min)
Fe系	Co系	重量比	体積比		
No. 1	No. 7	23:77	3:92	無	65×60
No. 2	No. 8	↓	↓	最初のみ	↓
No. 3	No. 9	↓	↓	有	↓
No. 4	No.10	37:63	8:92	無	↓
No. 5	No.11	↓	↓	最初のみ	↓
No. 6	No.12	↓	↓	有	↓

※加圧なしで成形

作成した複合コアは複合化の状態を光学顕微鏡で観察した。

2.3 磁気特性の測定

作成した複合コアは、B-Hアナライザ(岩崎通信機(株)製SY-8232)を用いて直流磁気特性及び交流特性(1kHz~10MHz)を測定した。²⁾

その測定回路を図3に示す。

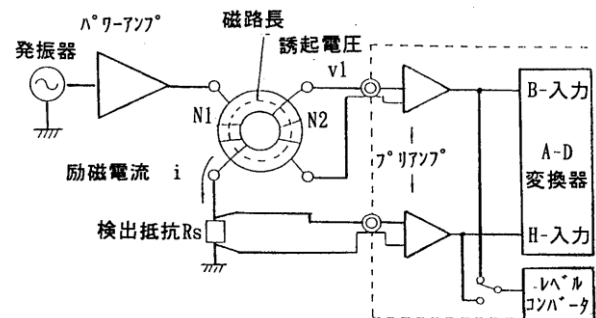


図3 B-Hアナライザの測定回路図

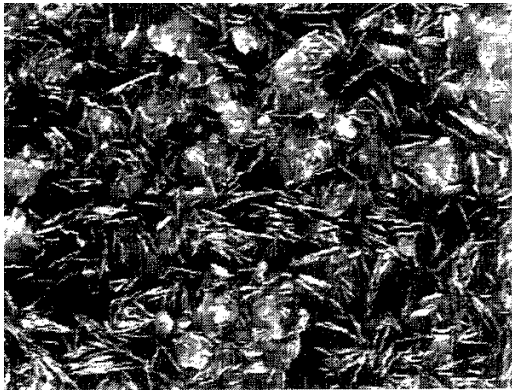
3. 結果および考察

3.1 アモルファス粉末の成型性

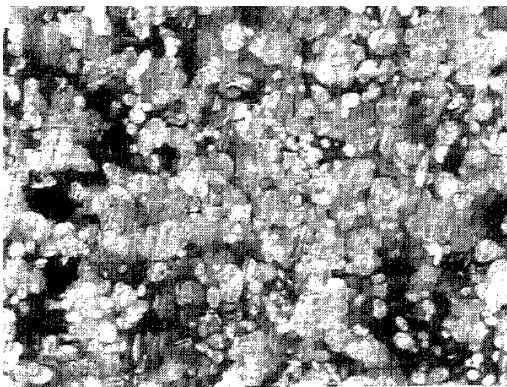
エポキシ樹脂での成型においてはアモルファス粉末が下部に自然沈降し上部と下部では粉末充填密度に大きな差が見られた。また、下部では型面に平行に配向し上部では垂直に配向する傾向がみられた。

粉末の混合比が大きくなった場合、自然沈降層の厚さが厚くなるだけで粉末の充填密度に変化は見られない。成型時の磁場配向は成型に大きな影響を与えた。磁場を加えることにより粉末に配向を持たせることが可能であるが成型体に気孔やボイド等の欠陥が多くなる。

Fe系、Co系粉末による成型特性に変化は見られなかった。成型体の上部、下部の光学顕微鏡写真を図4(a)(b)に磁場を加えた場合の成型体を図5に示す。



(a) 上部



(b) 下部

図4 アルモファス粉末の充填状況

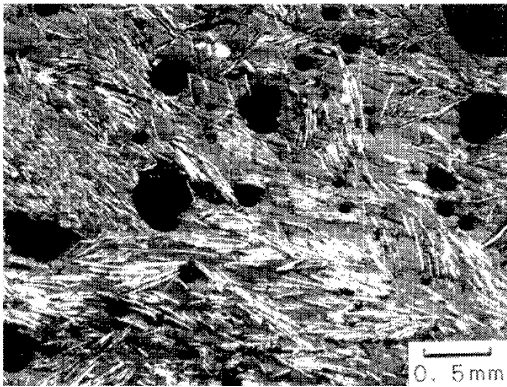


図5 磁場配向成型複合コアの断面組織

3.2 複合コアの磁気特性

直流の磁気特性は印加磁界 H_m : 800A/m,測定周波数: 10Hzにおける近直流特性で評価した。その測定結果を表2に示す。

表2 直流磁気特性試験結果

サンプルNo.	μ	B_m (mT)	B_r (mT)	H_c (A/m)
No. 2	8.8	8.8	0.38	31.9
No. 4	12.1	12.1	0.56	33.8
No.12	8.4	8.5	0.14	10.1

交流磁気特性は印加磁界 H_m : 20A/mで測定周波数1~200KHz, E口加磁界 H_m : 0.8A/mで高周波帯域100~10MHzの範囲で測定した。周波数1~200KHzと透磁率の関係を図6に周波数100~10MHzと透磁率の関係を図7に示す。

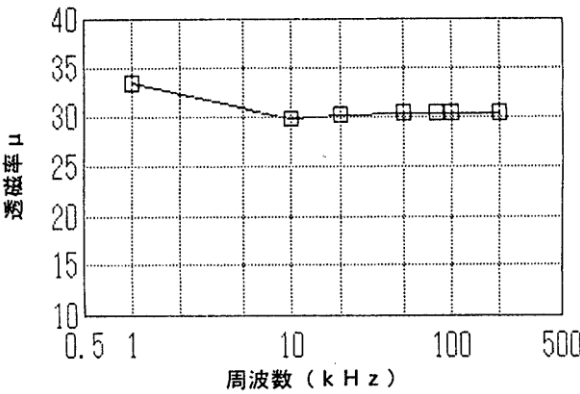


図6 透磁率の周波数特性(1~200kHz)

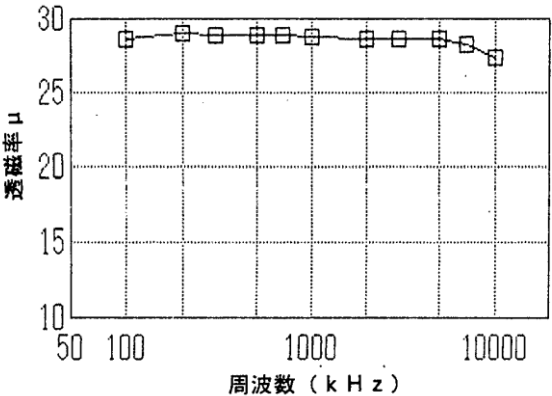


図7 透磁率の周波数特性(100~10MHz)

全試料が直流特性において低い値を示し、また高周波帯域での透磁率 μ も30程度と低くなっている。粉末の種類や作成条件による大きな差も見られない。これらの原因として成型体の断面構造写真からもわかるようにアモルファス粉末の充填密度が低いこと、気孔やボイドが多いこと、磁場配向の向きが逆方向になっていることが原因でアモルファス自身が持つ良好な軟磁気特性が発揮されていないと考えられる。これらの磁気特性の向上には加圧成型などにより粉末充填密度を上げ気孔、ボイド等の欠陥を少なくすることが必要である。また高周波帯域での透磁率は金属材料の複合コアの場合、粉末充填密度を上げると粉末同士の接触の機会が多くなるため電気抵抗が小さくなり渦電流損失により透磁率が低下するという問題もある。そこで高周波帯域での透磁率の向上には粉末の充填性を上げ、さらに粉末間の絶縁を保つことが必要である。

4. 結 言

超偏平アモルファス粉末の樹脂による成型特性と磁気特性について検討した結果以下のことが判明した。

- 1) 加圧なしの成型では粉末の充填密度が低く気孔やボイド等も欠陥が多く磁気特性も低くなる。
- 2) 磁場成型で配向特性を制御できるが内部欠陥も多くなる。
- 3) 磁気特性の向上には加圧成型などが必要である。

最後に本実験にあたりご指導を頂きました東北大学金属材料研究所教授井上明久氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 小口:「粉体および粉末冶金」vol 38.7. P92~95(1991)
- 2) 日経エレクトロニクス 1989.10.2 (No.483)P300~311