

鉄系メタルコンポジット鉄心材料用 カルボニル鉄粉の高抵抗皮膜形成に関する基礎検討

杉村 佳奈子, 宮嶋 優希, 林 文隆, 曾根原 誠, 佐藤 敏郎, 是津 信行, 手嶋 勝弥
(信州大)

Surface coating of high resistive thin film on Carbonyl-iron powder for Iron-based metal composite core

K. Sugimura, Y. Miyajima, F. Hayashi, M. Sonehara, T. Sato, N. Zettsu, K. Teshima
(Shinshu Univ.)

はじめに

近年、小型・高効率化が可能であることから電力変換装置に SiC/GaN パワー半導体デバイスの利用が期待されている。これらを用いることで、DC-DC コンバータのスイッチング周波数を数 MHz~数十 MHz に高周波化することができ、電源小型化の障害になっているリアクトルやトランスの小型化が可能になる。これにより、パワーエレクトロニクス機器の小型軽量化が実現できる。しかし、トランスなどに使用されている従来の Mn-Zn フェライトでは数 MHz 以上の高周波での利用は困難である。

本研究では数 MHz 以上を動作周波数とするカルボニル鉄粉（以下、CIP）/エポキシ樹脂からなる鉄系メタルコンポジット鉄心を開発することを目的とするものである。しかし、従来は CIP の凝集によるクラスター化が渦電流損失の増大につながる課題があった。渦電流損失を低減する方法として、CIP 表面に高抵抗膜を被覆し粒子同士の金属接触を防ぐという方法がある¹⁾。本稿では、CIP 表面へのシリカコーティングおよび酸化皮膜処理について報告する。

実験方法

磁性微粒子として BASF 社製の CIP を用いた。CIP のシリカコートには液相加水分解法(Stöber 法)を採用し²⁾、表面酸化には大気中で加熱する方法を採用した。

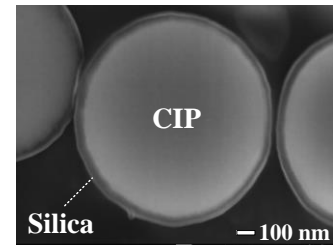
シリカコート CIP および表面酸化 CIP を粉末 X 線回折法(XRD)および電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM)で分析した。また、集束イオンビーム装置(FIB)およびイオンミリング装置を用いて CIP を切断し、横断面を FE-SEM およびエネルギー分散型 X 線分析(EDX)で分析した。

実験結果

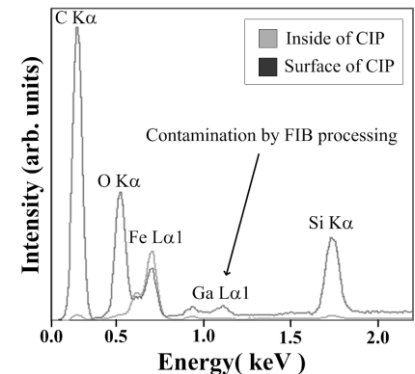
Fig. 1(a)に FIB で切断したシリカコート CIP の断面 SEM 像を、(b)に EDX の結果を示す。二次電子像のコントラストから CIP 表面にシリカ薄膜が生成していることが示唆された。膜厚は 20~40 [nm]であった。断面の EDX から CIP 表面だけがシリカコートされていることを確認した。発表当日は表面酸化 CIP の分析結果についても報告する。Fig. 2 に示す静磁化特性より、シリカ薄膜が 20~40 [nm]程度の場合と同様に CIP を 200 °C で 4h 加熱した場合も飽和磁化が約 10%低下することがわかった。これらより、CIP 表面に高抵抗膜が被覆されていることが示唆された。

参考文献

- 1) 伊志嶺朝之 ほか, SEI テクニカルレビュー 178, pp. 121-127 (2011)
- 2) Stöber, W., et al. *J. Colloid Interface Sci.*, 26, pp. 62-69 (1968)



(a) SEM image of the silica-coating on CIP



(b) Spectrum of the silica-coating on CIP by EDX

Fig. 1 Result of EDX

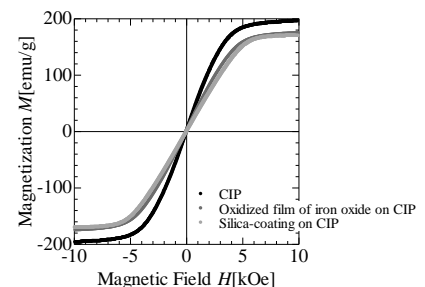


Fig. 2 Satic magnetization curve of the CIP, Oxidized film of iron oxide on CIP and Silica-coating on CIP