

酸溶液処理表面修飾によるFe系アモルファス合金粉の高抵抗被膜形成

藪 直希*, 杉村 佳奈子*, 佐藤 敏郎*, 曾根原 誠*, 水寄 英明**,*

(*信州大学, **長野県工業技術総合センター)

High resistive layer formation of Fe-based amorphous powder surface modified by acid solution process

N. Yabu*, K. Sugimura*, T. Sato*, M. Sonehara*, H. Mizusaki**,*

(*Sinshu University, **Nagano Prefecture General Industrial Technology Center)

はじめに

近年、高速スイッチング・低 ON 抵抗の特徴を有する SiC/GaN パワーデバイスが注目されており、スイッチング周波数を MHz 帯以上に高周波化することで高効率と小型軽量を両立する DC-DC コンバータの実現が期待される。しかしながら、数百 kHz 帯 DC-DC コンバータに多用されているダストコアや Mn-Zn フェライトなどの磁心材料を MHz 帯スイッチングで使用することは困難であり、Ni-Zn フェライト以外に選択肢がないのが実情である。筆者らは、MHz 帯磁心材料として鉄系アモルファス合金粉（以下 Fe-AMO と記述）とエポキシ樹脂からなる鉄系金属コンポジット磁心を提案した¹⁾²⁾。磁心中の Fe-AMO 粒子を跨いで流れる渦電流の抑制を目的に、Fe-AMO 粒子表面の熱酸化被膜形成方法を確認した²⁾。本稿では、酸溶液処理表面修飾によって Fe-AMO 粒子表面を高抵抗化した手法について報告する。

実験方法

実験には水アトマイズ法で作製された平均粒径 $2.57\ \mu\text{m}$ の Fe-AMO 粉末 (Fe-Si-B-C-Cr) を用いた。酸溶液処理は As-made Fe-AMO 粉末のリン酸処理および塩酸処理からなる。リン酸処理することで Fe-AMO 粒子表面から Fe が溶解し、リン酸鉄結晶が析出した。その後、塩酸処理することでリン酸鉄を溶解、除去した。リン酸水溶液の濃度は 0.25-6 [%]、処理時間は 6 h とした。塩酸水溶液の濃度は 2-5 [%]、処理時間は 0.5-4 [h] とした。

実験結果

Fig. 1 にリン酸処理を 5%-6 h、塩酸処理を 5%-4 h の条件で酸溶液処理した Fe-AMO 粒子（以下、溶液処理 Fe-AMO 粒子）の断面 SEM 像を示す。Fe-AMO 粒子表面に 2 層の被膜が形成されていることが確認できる。内側の被膜はリン酸処理、外側の被膜は塩酸処理により形成される。酸溶液処理表面修飾による Fe-AMO 粒子表面の高抵抗化は Fe ならびに Si の酸化物生成が寄与するとの考えに基づき、Fe-2p および Si-2p をターゲットにした XPS による表面分析をした。Fig. 2 に As-made Fe-AMO 粒子、溶液処理 Fe-AMO 粒子の XPS 分析結果を示す。As-made Fe-AMO 粒子では金属 Fe と Fe 酸化物ピーク、 Si_2O_3 に近い Si 酸化物ピークが観測される。リン酸処理によって金属 Fe ピークが消失し、Si 酸化物は SiO_2 になる。その後の塩酸溶液処理によって Fe 酸化物由来のピークが消失すると共に SiO_2 ピークが大きくなっていることが分かる。以上より、酸溶液処理表面修飾により Fe-AMO 粒子表面は SiO_2 で覆われており、高抵抗被膜が形成されていることが示唆され、磁心材料とした場合に渦電流を抑制でき、鉄損が低減できると考えられる。

参考文献

- 1) R. Hirayama, et al., *Papers of Tech. Mtg. Magn. IEEJ*, MAG-16-240 (2016).
- 2) K. Sugimura, et al., *INTERMAG2017*, BU-05 (2017).
- 3) R. Alfonso, et al., *Appl. Surf. Sci.*, **70-71**, 222 (1993).

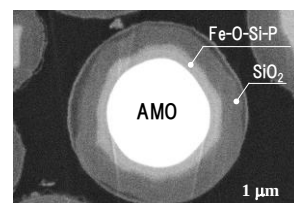
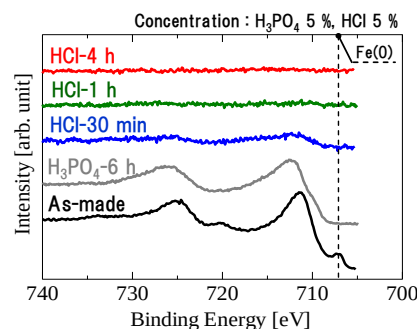
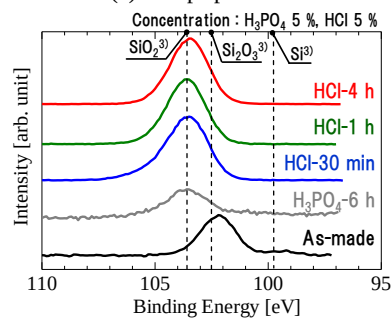


Fig. 1 Cross-sectional SEM image of surface-modified Fe-AMO particle by acid solution process.



(a) Fe-2p spectrum



(b) Si-2p spectrum

Fig. 2 XPS analysis results of surface-modified Fe-AMO particle by acid solution process.