

FeCo ナノ粒子と FePt 電析膜の複合薄膜作製に関する検討

林禎彰, 横井甫, 栢修一郎, 藏裕彰*, 柳井武志**, 小川智之*, 石山和志, 中野正基**, 福永博俊**
(東北大学電気通信研究所, *東北大学大学院工学研究科, **長崎大学)

Study on fabrication of composite film composed of FeCo nanoparticles and FePt electroplated film

Y. Hayashi, H. Yokoi, S. Hashi, H. Kura*, T. Yanai**, T. Ogawa*, K. Ishiyama, M. Nakano**, H. Fukunaga**
(RIEC, Tohoku Univ., *Eng., Tohoku Univ., **Nagasaki Univ.)

はじめに

近年, 磁気記録応用やバイオ応用などへの期待から様々な磁性ナノ粒子の合成例や合成技術が報告されている。これらの磁性ナノ粒子を複合的に積み重ね, 粒子間に生じる微細な空隙を他の磁性物質で充填することで, ナノコンポジット磁石実現の可能性があることから, 我々は電気化学的手法による磁性ナノ粒子を用いた複合薄膜作製に関する検討を行っている。既に, ランダムな構造ではあるが酸化物磁性ナノ粒子を用いた複合薄膜の作製を報告した。優れた磁気特性を発現するためには金属磁性ナノ粒子を用いることが望まれ, おおよそ数 10 nm 以下であると報告される交換結合長内に金属磁性ナノ粒子と他の磁性物質が存在する非常に微細な組織が必要である。そこで本研究では, 金属磁性ナノ粒子を用いたナノコンポジット磁石膜作製への応用を目的とし, FeCo ナノ粒子(平均粒径: 15 nm)を用いた電気泳動粒子堆積(EPD)膜に対する FePt 電析による複合化に関する検討を行った。

実験方法

複合化に用いる FeCo ナノ粒子は, $\text{Fe}(\text{CO})_5$ および $\text{Co}(\text{CO})_8$ の混合前駆体を, 界面活性剤を含む溶媒中で熱分解することにより合成した。合成した FeCo ナノ粒子をエタノール 30 mL に分散させ, EPD 用のナノ粒子分散液(懸濁液)とした。合成後の FeCo ナノ粒子は界面活性剤により被覆されているが, EPD 法によりナノ粒子を堆積させるためには, FeCo ナノ粒子の表面電位を制御する必要があるため, カチオン性界面活性剤であるポリエチレンイミンを懸濁液に加えた。基板にはスライドガラス上に成膜したモリブデン(Mo)膜を用い, FeCo ナノ粒子を EPD 法により堆積させた。その後, FeCo ナノ粒子 EPD 膜に対してナノ粒子表面の界面活性剤および酸化層を取り除くため, 真空中熱処理(150 °C) および H_2 ガス雰囲気中熱処理(280 °C)を施した。その後, FeCo ナノ粒子 EPD 膜に対して, FePt の電析を行った。電析後, 複合薄膜に対して FePt 膜の規則化のため, 真空中熱処理(750 °C)を施した。膜の磁気特性測定は VSM, 表面観察は SEM, 元素分析は波長分散型 X 線分析(WDX)により行った。

実験結果

Fig. 1 に真空中熱処理後の FePt 電析単体膜および 2 種類の複合薄膜の磁化曲線(第 1-2 象限)を示す。膜の体積を正確に評価できておらず磁化値は[emu]のままで示しているが, FePt の電析量はクーロンメータによる電荷量制御により, 高い再現性を確認していることから, 磁化値の差は FeCo ナノ粒子の複合量に対応していると考えられる。FeCo ナノ粒子の複合量の増加(EPD 時の印加電圧により制御)に伴い, 残留磁化付近での磁化値の減少が激しくなり, 複合薄膜の磁化曲線の振舞いは FePt 単体膜とは異なり相分離を生じていることがわかる。また FeCo ナノ粒子の複合量が多くなると, 保磁力も 14 kOe から 11.7 kOe まで減少している。膜中の FeCo ナノ粒子同士の凝集や, 熱処理時の FePt 膜への拡散の影響などについて検討する必要があるため, 今後は膜中のナノ粒子の状態など, TEM などを用いて微細構造と磁気特性との関係を明らかにしていく予定である。

謝辞 本研究の一部は JSPS 特別研究員奨励費 26-7528 の助成を受けたものである。

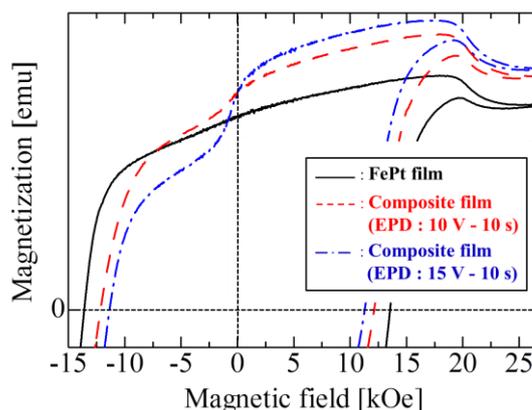


Fig. 1 M-H curves (first and second quadrant) of annealed FePt electroplated film and annealed composite films.