

置換反応による針状 CoFe_2O_4 および針状 MnFe_2O_4 ナノ粒子の合成と磁気特性評価

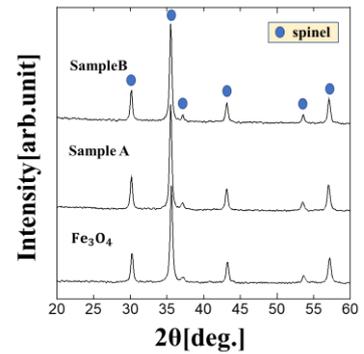
廣瀬大地、山田壮太、岸本幹雄、柳原英人 (筑波大学)

Synthesis and measurements of magnetic properties of needle-shaped nanoparticles of CoFe_2O_4 and MnFe_2O_4 by substitution reaction

D.Hirose, S.Yamada, M.Kishimoto, H.Yanagihara (Univ. of Tsukuba)

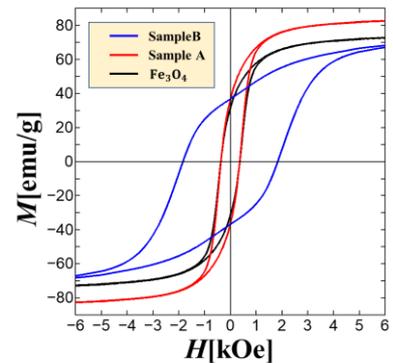
はじめに

針状の酸化鉄ナノ粒子は、その形状磁気異方性による高い保磁力を持つことから磁気記録材料として広く生産されている[1]。なかでも CoFe_2O_4 は、大きな磁気弾性効果を示すことで知られており、先行研究では MgO (001) 基板上で CoFe_2O_4 薄膜をエピタキシャル成長させると、基板と薄膜との格子不整合によって歪が生じ、大きな磁気異方性が発現することが報告されている[2]。そこでバルク材料への展開が可能な微粒子形態で適用を考え、格子不整合に伴う格子歪を導入させる材料として、針状の酸化鉄ナノ粒子に注目した。このナノ粒子の格子定数が調節可能となれば格子不整合を引き起こす材料の幅が広がる。そこで針状 Fe_3O_4 を出発原料として針状 CoFe_2O_4 、針状 MnFe_2O_4 を作製することを目指し、本研究では置換反応による針状 CoFe_2O_4 、針状 MnFe_2O_4 ナノ粒子の合成条件、結晶構造、磁気特性について検討した。

Fig.1 XRD patterns of needle-shaped Fe_3O_4 , sample A, and sample B

実験方法

出発原料として保磁力 3700e、飽和磁化 78emu/gの針状 Fe_3O_4 を用いた。まず針状 Fe_2O_4 、 Co^{2+} もしくは Mn^{2+} を含む水溶液とポリエチレングリコールを混合した。次に二種類の手法で微粒子を合成した。一つ目の手法では、混合溶液を高温下で一定時間攪拌し反応させた。二つ目の手法では、混合溶液をオートクレーブ中に入れ高温高圧下で反応させた。いずれの手法で反応させた試料も沈殿させ水洗することで余分なイオンや溶液を取り除き、 60°C で乾燥させることで完成する。ここで反応時間、温度、金属イオンの仕込み量を変化させて合成条件の最適化を行った。完成した試料の評価方法として結晶構造解析にXRD、磁気特性評価にVSMを使用した。

Fig.2 Magnetic hysteresis loops of needle-shaped Fe_3O_4 , sample A, and sample B

実験結果

Fig.1に針状 Fe_3O_4 、CoとFeの物質質量比55:45で作製した試料A、MnとFeの物質質量比59:41で作製した試料BのX線回折パターンを示す。試料A、試料Bともに立方晶スピネル構造を示す回折線が観測された。また、針状 Fe_3O_4 、試料Bの格子定数はそれぞれ 8.382\AA 、 8.403\AA となっておりMnを導入することで格子定数が0.25%増加している。続いてFig.2に針状 Fe_3O_4 、試料A、試料Bの磁化曲線を示す。それぞれの試料の保磁力は3700e、18400e、3600eとなった。講演では、各試料の合成条件、表面状態の観察、結晶構造や磁気特性に関する詳細な実験結果を報告する。

参考文献

[1] A.H.Morrish and L.A.K.Watt, *J.Appl.Phys.*, 29, 1029 (1958) [2] T.Niizeki et al., *Appl. Phys. Lett.*, 103, 162407 (2013)