

針状 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{MnFe}_2\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ナノ粒子の合成と磁気特性

山田壮太、岸本幹雄、柳原英人
(筑波大学)

Synthesis and magnetic properties of needle shaped $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{MnFe}_2\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ nanoparticles

S. Yamada, M. Kishimoto, and H. Yanagihara

(Univ. of Tsukuba)

はじめに

コアシェル構造を持たせた磁性粒子は、膨大なコア・シェル材料の組み合わせやシェル厚さの制御に加えて、異なる材料界面の相互作用により、新たな機能性を持つ材料設計を可能とする^[1]。薄膜を用いた我々の先行研究では、Co フェライト薄膜に MgO 基板との格子不整合による歪みを導入することで、大きな一軸磁気異方性を発現することを確認している^[2]。しかし、磁石材料としてバルク化が困難であることから、この格子不整合によって誘導される大きな磁気異方性を微粒子試料において発現させることを目指している。そこで、磁気記録材料として広く生産されている針状 Co エピタキシャル酸化鉄に注目し、この Co フェライトとマグネタイトとの間に大きな格子定数を持つ Mn フェライトを挟むことで、Co フェライトにエピタキシャル歪みを導入させることを最終目標としている。今回の研究では、針状 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{MnFe}_2\text{O}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ナノ粒子の合成方法の確立と、結晶構造および磁気特性について検討した。

実験方法

コアとなる出発原料には、前駆体 $\alpha\text{-FeOOH}$ を水素還元して作った針状 Fe_3O_4 を用いた。第一段階として、針状 Fe_3O_4 および Fe^{2+} 、 Mn^{2+} イオンを含む水溶液に NaOH 水溶液を混合することで共沈させ、これをオートクレーブ内にて高温高压下で反応させた。沈殿物を数回水洗し中性にした後、乾燥させて粉末状の試料とした。ここで、生成する MnFe_2O_4 が針状 Fe_3O_4 に対し、質量比率 5~30% の範囲となるよう調製した。第二段階として、その生成物と Fe^{2+} 、 Co^{2+} イオンを含む水溶液で、同様に水熱合成を行った。ここで、 CoFe_2O_4 が前段階の生成物に対し、質量比率 30% となるようにした。作製した試料の評価として、透過型電子顕微鏡(TEM)での粒子形状観察、X線回折(XRD)による結晶構造解析、振動試料型磁束計(VSM)による磁化測定を行った。

実験結果

Fig.1 に針状 Fe_3O_4 および第一段階で作製した各試料の XRD パターンを示す。いずれの XRD パターンでも立方晶スピネル構造の回折線が観測された。格子定数は針状 Fe_3O_4 で 8.393 Å、 Mn^{2+} イオンを含む水溶液で合成した試料では質量比率が増加するほど大きくなり、質量比率 30% の試料で 8.408 Å である。Fig.2 に第二段階で作製した各試料の磁化曲線を示す。飽和磁化、保磁力ともに質量比率 10% で最大値を示し、それぞれ $M_s = 83.4 \text{ emu/g}$ 、 $H_c = 1100 \text{ Oe}$ であった。講演では、合成条件や結晶構造、表面状態の観察について詳細な実験結果を報告する。

参考文献

- [1] Q. Song, Z.J. Zhang, J. Am. Chem. Soc. **134**, 10182-10190 (2012)
[2] T. Niizeki *et al.*, Appl. Phys. Lett., **103** 162407 (2013)

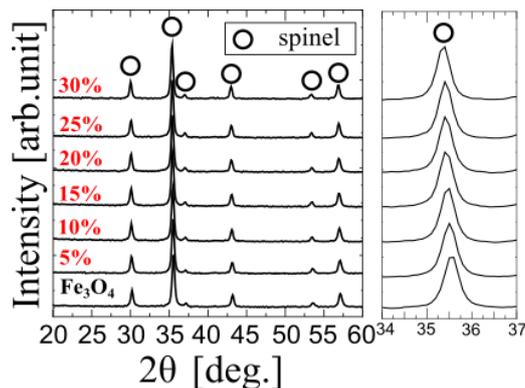


Fig. 1 XRD patterns of needle shaped Fe_3O_4 and samples ranging from 5 to 30% in the mass ratio.

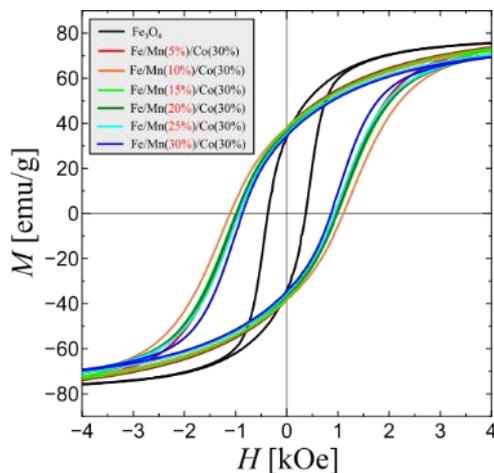


Fig. 2 Magnetic hysteresis loops for each sample prepared in the second stage.