

コア/シェル型 $\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{2.2}\text{O}_4$ ナノ粒子の合成と磁気特性

山田壮太、岸本幹雄、喜多英治、柳原英人
(筑波大学)

Synthesis and magnetic properties of core/shell-type $\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{2.2}\text{O}_4$ nanoparticles

S. Yamada, M. Kishimoto, E. Kita, and H. Yanagihara
(Univ. of Tsukuba)

はじめに

最近の研究ではコア/シェル構造を有する磁性ナノ粒子が独特の物理的・化学的性質から注目されている^{[1][2]}。コア/シェルのサイズや形状、化学組成を変化させることに加え、異なる磁性材料の界面での相互作用により、新たな機能性を持つ材料設計が可能となる。我々のグループでは以前、格子不整合等による正方歪に誘起して大きな一軸磁気異方性を示す CoFe_2O_4 に自ら結晶構造を歪ませるヤーン・テラー効果を示す Cu^{2+} をドーピングすることで、 $(\text{Cu},\text{Co})\text{Fe}_2\text{O}_4$ 微粒子を作製し、正方歪みを導入することで保磁力の増大を確認した^[3]。そこで、我々はこの手法をコア/シェル構造に適用することで、新たな複合的特性制御を導入し、磁気特性の向上を目指している。本研究では、コア/シェル $\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{2.2}\text{O}_4$ ナノ粒子の合成条件と、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 CuFe_2O_4 ナノ粒子は、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} イオンを含む水溶液に NaOH 水溶液を混合し、難溶性塩として沈殿させる共沈法を用いて合成した。沈殿物として生成した CuFe_2O_4 ナノ粒子を数回水洗し中性にした後、 KBr フラックス剤と混合し、熱処理を行い、続いて徐冷した。得られた粒子は数回水洗しフラックス剤を除去し、粉末形態に乾燥した。次にコア : シェル = 10 : 1 の質量比に計量したシェルの出発材料となる Co^{2+} 、 Fe^{2+} イオンとコアとなる CuFe_2O_4 ナノ粒子を含む水溶液に NaOH 水溶液を混合し、共沈させた後すぐにオートクレーブに移し、水熱合成を行った。同様に得られた粒子は数回水洗し中性にした後、乾燥させることでコア/シェルナノ粒子を作製した。試料評価方法は、X線回折 (XRD) による結晶構造解析、振動試料型磁束計 (VSM) を用いた。

実験結果

Fig.1 にコア、シェルおよびコア/シェルの XRD パターンを示す。シェルは立方晶スピネル構造、コアおよびコア/シェルは正方晶スピネル構造の回折線が観測された。Fig.2 にコアおよびコア/シェルの磁化曲線を示す。コアおよびシェルの保磁力がそれぞれ 560 Oe および 680 Oe に対し、コア/シェルは 690 Oe であった。シェルの保磁力がコアに比べ低いにも関わらずコア/シェルの保磁力が微量に増加した。講演では、コア/シェルの合成条件や表面状態の観察、結晶構造に関する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] A.A. Sattar et al., J. Magn. Magn. Mater. **395**, 89-96 (2015)
- [3] H. Latiff et al., IEEE Trans. Magn. **53**, 9402304 (2017)

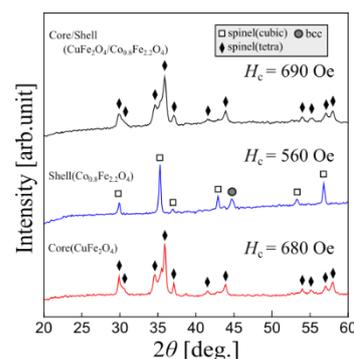


Fig. 1 XRD pattern of core, shell and core/shell nanoparticles

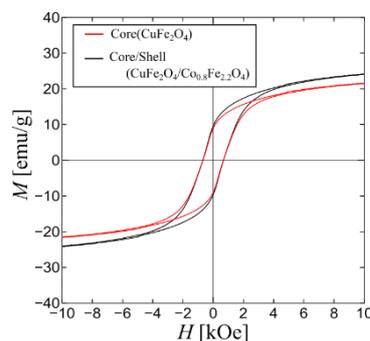


Fig. 2 Magnetic hysteresis loops for core and core/shell nanoparticles