

異方的形状を持つ強磁性酸化鉄ナノ粒子の作製と評価

堀内あかり、Hawa Latiff、関淳史、大田浩司、岸本幹雄、山本真平*、柳原英人、喜多英治
(筑波大物工、*京都大)

Synthesis of iron oxide nanoparticles having anisotropic shape

A. Horiuchi, H. Latiff, A. Seki, K. Ota, M. Kishimoto, H. Yanagihara, E. Kita

(Institute of Applied Physics, University of Tsukuba, *Kyoto Univ.)

背景

近年、交流磁場中での磁性流体の発熱を利用した磁気温熱治療法が検討されている。我々は、生体適合性に優れた板状酸化鉄ナノ粒子(DINP¹⁾)において大きな発熱量を見出し、形状異方性が発熱に寄与すると推察して検討を進めている²⁾。ここでの板状形状は前駆体となる板状 α -FeOOH ナノ粒子の合成時に形成されたものであるが、形状を最終生成物まで維持することは困難である。形状崩壊の原因は、高温の還元反応による焼結、強磁性体への還元に伴う結晶構造の変化などが考えられる。そこで本研究では、前駆体の形状を維持しつつ強磁性化する手法を見出すこととした。まず板状 α -FeOOH ナノ粒子を SiO_2 で厚く被覆し、結晶構造の変化に伴う粒子成長や溶解析出を防止する。更に、低温で強い還元力を持つ CaH_2 を還元剤として採用し、焼結の抑制を検討した。

実験

水熱法によって合成した板状 α -FeOOH ナノ粒子の表面に、 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ の加水分解によって SiO_2 を析出させた。これを CaH_2 で還元して Fe_3O_4 とし³⁾、水を添加して分散させた。TEMとXRDによる観察と結晶構造解析、VSMによる磁気特性評価、DLSによるサイズ測定を行った。

結果

Fig. 1に、水熱法によって合成した板状 α -FeOOH ナノ粒子の粒度分布ヒストグラムを示す。粒子の形状は楕円板状をしており、長径と短径についてそれぞれ粒度分布を測定した。粒子サイズやアスペクト比は反応温度等の合成条件に依存して容易に変化させられることが明らかになっている。

Fig. 2に、長径70 nm、アスペクト比約2の SiO_2 被覆板状 α -FeOOH ナノ粒子のTEM像を示す。板状 α -FeOOH ナノ粒子の表面に、均一な厚みの SiO_2 が析出した。Fig. 3に、無被覆 α -FeOOH粒子と SiO_2 被覆 α -FeOOH粒子のXRDパターンを示す。 SiO_2 被覆した粒子のパターンから、非晶質 SiO_2 の存在が示唆された。講演では、反応条件を広範囲に変え、形状及び磁気特性との関係を報告する。

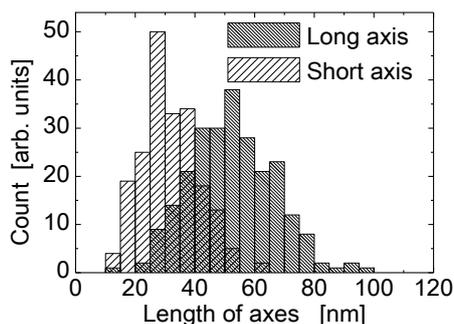


Fig. 1
TEM photographs of α -FeOOH nanoplates synthesized by hydrothermal treatment

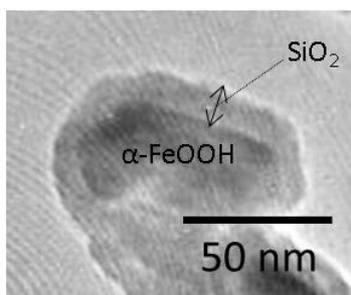


Fig. 2
TEM photographs of α -FeOOH nanoplates coated with SiO_2

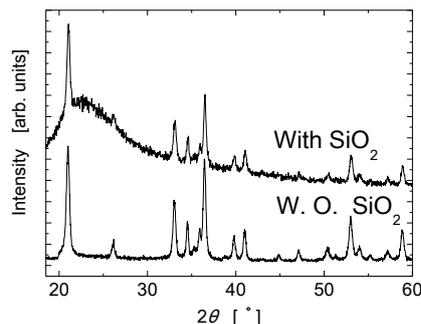


Fig. 3
XRD patterns of α -FeOOH nanoparticles

参考文献

- 1) M. Kishimoto, *et al.*, *J. Magn. Magn. Mater.*, **324** (2012) 1285
- 2) 関淳史：筑波大学数理工学研究所電子・物理工学専攻修士論文(2014)
- 3) S. Yamamoto, *et al.*, *Chem. Mater.* **23** (2011) 1564–1569