

サブミクロン Fe-Ni-B アモルファス微粒子の 磁気特性と磁区構造に関する研究

Study on magnetic properties and magnetic domain structure of submicron-sized Fe-Ni-B amorphous particles

東北大工¹, 大島商船高等専門学校²,

○(D1)若林 和志¹, 室賀 翔¹, 宮崎 孝道¹, 神田 哲典², 遠藤 恭¹

Tohoku Univ.¹, NIT Oshima College.²,

○(D1)Kazushi Wakabayashi¹, Sho Muroga¹, Takamichi Miyazaki¹, Tetsunori Koda², Yasushi Endo¹

E-mail: kazushi.wakabayashi.q5@dc.tohoku.ac.jp

【緒言 Introduction】サブミクロンサイズの軟磁性微粒子は、安定した透磁率と高い強磁性共鳴周波数を示すことから、次世代電子デバイスにおける受動素子を構成する材料としての活用が期待されている。また、その磁区構造は粒子内部の磁束が閉じた閉磁路構造となり、サブミクロン軟磁性微粒子特有の磁気ダイナミクスが現れることが示唆されている^[1]。したがって、サブミクロンサイズの軟磁性微粒子における磁区構造と磁気特性の関連性について検討する必要がある。本研究では、新たに合成したサブミクロン Fe-Ni-B 微粒子の磁気特性と、マイクロマグネティクスシミュレーションにより解析した磁区構造の関連性について検討する。

【実験方法 Experimental】Fe-Ni-B 微粒子は、水溶液還元反応法を用いて合成した。合成した微粒子の組成、形状および構造に関しては、ICP, SEM-EDX および TEM を用いて評価した。磁気特性に関しては、微粒子を樹脂中に分散させて作製したコンポジット材を VSM および短絡型 MSL を用いた複素透磁率測定法により評価した。磁区構造解析に関しては、OOMMF および Mumax³ によるマイクロマグネティクスシミュレーションを行った。

【結果 Results】図 1 に合成した Fe-Ni-B 微粒子における SEM 像の一例を示す。析出した Fe-Ni-B 微粒子は真球に近い球状であり、微粒子同士が結合せず、分散した様子が確認された。粒径分布はガウス分布に近い分布となり、 D_{10} は 179 nm, D_{50} は 201 nm, D_{90} は 226 nm と均一性の高い微粒子であった。

図 2 にマイクロマグネティクスシミュレーションにより解析した磁区構造の基底状態を示す。x 方向に外部磁界を +5 kOe から 0 Oe まで掃引したときの磁区構造を基底状態として解析した。磁区構造は、球中心軸の x 軸を起点に磁気渦コアが生じ、その周りに磁気渦を形成した 3D の磁気渦構造となった。

以上の結果は、合成したサブミクロン Fe-Ni-B 微粒子は 3D の磁気渦構造を有し、磁気渦構造特有の磁気特性が現れる可能性があることを示唆している。

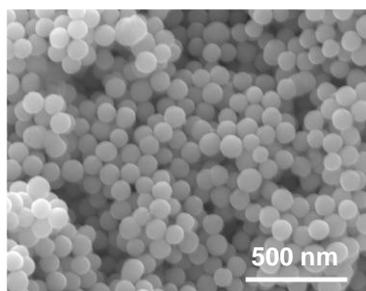


図 1 合成した Fe-Ni-B 微粒子 SEM 像

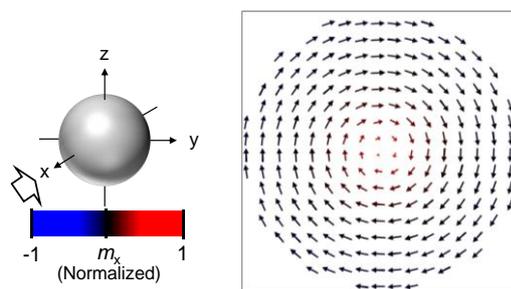


図 2 基底状態における Fe-Ni-B 微粒子の磁区構造

【謝辞 Acknowledgement】本研究の一部は、文部科学省次世代 X-nics 半導体創製拠点形成事業 JPJ011438, 文部科学省革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業 JP00977 およびデータ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクト JPMXP1122715503 のもとで行われました。また、JSPS 科研費 JP24KJ0415, JP24K21602, 東北大学材料科学国際共同大学院プログラム (GP-MS), 東北大学先端スピントロニクス研究開発センター (CSIS), 東北大学国際集積エレクトロニクス開発センター (CIES) の支援のもとで行われました。

【参考文献 Reference】

[1] Sang-Koog Kim et al., Sci. rep. 5, 11370 (2015)