

Cuマトリクス中に配向する単結晶強磁性ナノキューブ の結晶磁気異方性の評価

小林昌太¹、山南豪¹、坂倉響¹、竹田真帆人¹、山田努¹、佐久間洋志²、
Suko Bagus Trisnanto¹、大多哲史³、竹村泰司¹
(¹横浜国立大学、²宇都宮大学、³静岡大学)

Evaluation of magnetocrystalline anisotropy of oriented ferromagnetic single crystal nanocube in copper matrix
Shota Kobayashi¹, Tsuyoshi Yamaminami¹, Hibiki Sakakura¹, Mahoto Takeda¹, Tsutomu Yamada¹, Hiroshi Sakuma²,
Suko Bagus Trisnanto¹, Satoshi Ota³, Yasushi Takemura¹
(¹Yokohama National University, ²Utsunomiya University, ³Shizuoka University)

はじめに

磁性ナノ粒子を用いた磁気ハイパーサーミア治療において、交流磁場中における磁性ナノ粒子の発熱効率の向上のため、磁化特性の解明が重要である。本研究では、単結晶磁性ナノキューブ NiFe-Cu についての磁化測定を行うことにより、結晶磁気異方性由来する磁化特性を観測することに成功した。

実験方法

本研究では Fig. 1 に示すように、時効処理を施した単結晶合金 Cu₇₅Ni₂₀Fe₅ 中の<100>方向に配列して析出したナノキューブ NiFe-Cu^{1,2)}について、直流磁化測定を磁場強度 4-1200 kA/m、交流磁化測定を励磁周波数 1-100 kHz、磁場強度 4 kA/m の条件で磁化特性の観測を行った。交流磁化測定においては、測定試料 Cu₇₅Ni₂₀Fe₅ に直流バイアス磁場 1200 kA/m を印加し NiFe-Cu の磁化を飽和させた状態で行い、渦電流による信号のみを検出し、直流磁場を印加しない場合との差分より NiFe-Cu の磁化のみを導出した。このとき、直流磁場は交流磁場と垂直に印加した。測定は試料の結晶方位<100>、<110>、<111>方向についてそれぞれ行った。

実験結果

直流磁化測定より得られた磁化曲線を Fig. 2 に示す。Figure 1 に示した TEM 図において、ナノキューブ NiFe-Cu が<100>方向に配列して析出していることから、<100>方向が磁化容易軸であるように見える。しかし、Fig. 2 に示すように<100>方向に磁場を印加したときに得られる磁化よりも、<111>方向に磁場を印加したときの方が磁化が大きいという結果が得られ、これは結晶磁気異方性に起因する磁化特性である。結晶磁気異方性による磁化特性評価の詳細³⁾、及び交流磁化測定時の渦電流についての考察は当日発表する。

参考文献

- 1). Kim, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **55**, 123002, 2016.
- 2). Matai, *et al.*, *Mater. Sci. Forum*, **941**, 1324, 2018.
- 3). Kobayashi, *et al.*, *molecules* **25**, 3282, 2020.

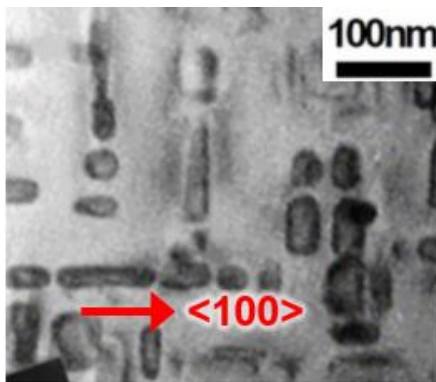


Fig. 1 Bright-field transmission electron micrograph and selected area electron diffraction pattern of the Cu₇₅Ni₂₀Fe₅ sample.

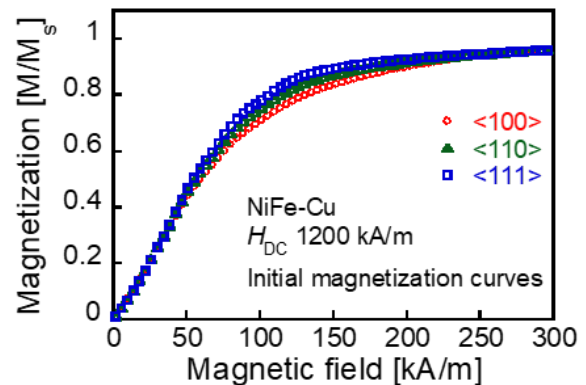


Fig. 2 Initial magnetization curves of the NiFe-Cu nanocubes recorded with the maximal DC magnetic field of 1200 kA/m.