

外部磁界を用いた窒化鉄ナノ粒子柱状集合体の作製とその高周波磁気特性

○本波優介、小川智之
(東北大院工)

Fabrication of α'' -Fe₁₆N₂ nanoparticles pillar aggregation by using external magnetic field and its high frequency magnetic properties

○Y. Honnami, T. Ogawa
(Eng. Tohoku Univ.)

はじめに

磁性ナノ粒子集合体の磁化を GHz 帯域で駆動させる一手法として、ナノ粒子を一方方向に並べ集合体中の内部磁界を揃え、マクロな形状異方性を付与することが提案されている。従来、鉄ナノ粒子(飽和磁化 M_s :120 emu/g)を用い、外部磁界中で固化することで柱状集合体を作製してきた¹⁾。しかし、この方法ではナノ粒子の配列制御が不十分であるため、さらに柱状化を促進することでさらなる高周波応答が可能になると考えられる。本研究では、鉄より飽和磁化が大きい窒化鉄(α'' -Fe₁₆N₂)ナノ粒子(M_s :209 emu/g)を用い、外部磁界を印加することで、粒子の自己組織化による柱状集合体の生成を促し、集合体中の内部磁界を揃えることを試みた。

実験方法

α'' -Fe₁₆N₂ ナノ粒子に適量のエポキシ樹脂を加え混練し、Fig.1 に示す装置を用いて 4.5 kOe の外部磁界(H_{fix})中で 100°C まで加熱して集合体を作製した。試料振動型磁力計(VSM)、S パラメータ型透磁率測定装置を用いて、ナノ粒子柱状集合体の磁化曲線および複素透磁率スペクトルを評価した。

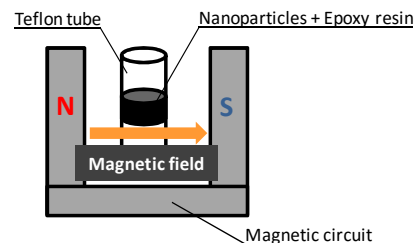


Fig.1 Experimental setup for fabricating pillar aggregation.

実験結果

作製した試料の磁化曲線から x, y, z 軸それぞれの方向に対する反磁界係数を求めプロットした結果を Fig.2 に示す。この反磁界係数の振る舞いは、x(H_{fix})方向と z 方向への柱状集合体成長に関して空間的な制限があることを反映し、y 方向の柱状幅の増大を示唆する。また、 f_r を測定した結果を Fig.3 に示す。 H_{fix} を印加して作製した試料では、高周波部分での複素透磁率の虚数成分が減少している。虚数成分の 27% の減少率は充填率の変化分よりも大きいため、柱状集合体化によって f_r が増加していると考えられる。結果として、従来の鉄ナノ粒子を用いた方法で得た $f_r = 11.1$ GHz に匹敵する $f_r \approx 10$ GHz を達成した。

本研究開発成果の一部は、METI/NEDO「次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発／高効率モーター用磁性材料技術研究組合(MagHEM)」(共同研究)にて行われました。

参考文献

1) T.Ogawa *et al.*, Journal of Applied Physics, **115**,17A512(2014).

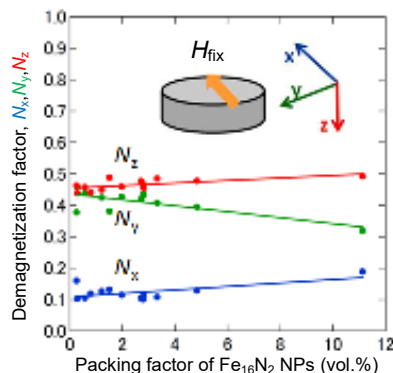


Fig.2 Packing factor dependence of the demagnetization coefficient N_x , N_y and N_z of the pillar aggregation.

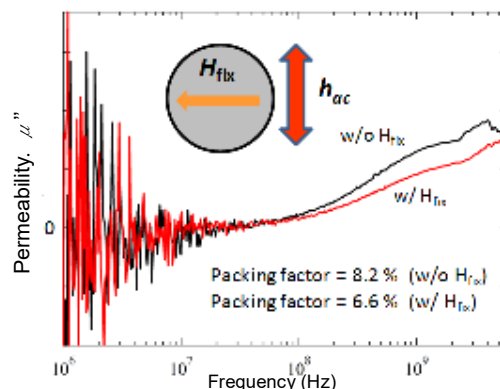


Fig.3 Imaginary part of complex magnetic permeability spectra of pillar aggregation w/ $H_{fix} = 4.5$ kOe and w/o H_{fix} .