

3次元立体表面上の鉄ナノ薄膜での特異な磁気特性

Abnormal magnetic properties for the Fe nano film on the three-dimensional surfaces

¹阪大産研、²奈良先端大

○服部 梓¹、L. N. Pamasi²、阪井 雄也²、楊 浩邦²、細糸 信好²、A. Irmikimov²、
東 嵩晃²、大坂 藍¹、田中 秀和¹、服部 賢²

¹SANKEN, Osaka Univ., ²NAIST

○Azusa N. Hattori¹, Liliang N. Pamasii², Yuya Sakai², HaoBang Yang², Nobuyoshi Hosoi¹,
Aydar Irmikimov², Takaaki Higashi², Ai I. Osaka¹, Hidekazu Tanaka¹, Ken Hattori²

E-mail: a-hattori@sanken.osaka-u.ac.jp

特徴的な立体形状をもつ強磁性ナノ薄膜は、幾何学的因子による特異的な磁化構造が生じる。我々は Si 異方性エッチングと超高真空中での表面作製技術とを組み合わせた独自創製技術の確立[1-3]により、原子精度で構造制御した立体形状を持つ Si 試料の作製を実現している。立体表面上では、2次元平坦面には存在しないファセット面、ファセット端など3次元(3D)特有の構造が存在し、3D構造に由来した物性[2]が期待される。そこで、本研究では Si(001)基板上に原子配列

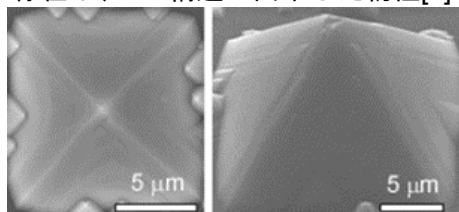


Fig. 1: Typical top- and tilt-view SEM images of the pyramidal Si template consisting of {111} facet surfaces.

表面構造をもつ結晶面で形成されたピラミッド構造をテンプレートとし、その上に鉄ナノ薄膜を成長させ、これまで実現しなかった強磁性体のナノ立体構造に対し、磁気特性の評価を行い、形状由来の特異な磁気特性を明らかにした。

独自の立体造形技術[3]により Si(001)基板上に、原子配列表面構造をもつ4つの{111}ファセット面で形成されたピラミッド構造(四角錐)を作製した(Fig. 1)。この Si ピラミッド

立体表面構造をテンプレートとして 30~200 nm の鉄ナノ薄膜を作製し、室温での磁気特性を評価した。Figure 2 にピラミッド構造上に成長させた 30 nm-Fe 薄膜の室温での磁化(M - H)曲線を示す。ピラミッド上の Fe 薄膜は強磁性を示し、傾斜したヒステリシス曲線が得られた。これは形状磁気異方性による磁化の応答性の変化を示すもので、ピラミッドの各面をつなぐエッジで磁氣的秩序構造が変調されるためであると考えられる。つまり、立体面での磁化過程において、非対称的な磁気渦(magnetic vortex)状態[4]が生み出され、その vortex の移動(図2右図)での(2)→(3)と(4)→(5))が異方的な立体形状によって異なるためである。発表では、テンプレートのアスペクト比、ナノ薄膜の膜厚を変化させた立体形状依存の特異な磁気特性を紹介し、その起源について議論する。

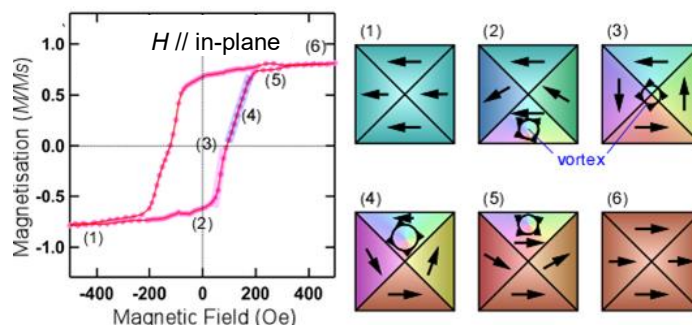


Fig. 2: The M - H curve (in-plane) for the 30 nm-Fe film grown on the Si{111} pyramidal template at 300 K and schematic illustration of the change in magnetization.

参考文献

- [1] A. N. Hattori *et al.*, Surf. Sci. 644 (2016) 86. [2] S. Takemoto *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 57 (2018) 090303. [3] A. Irmikimov *et al.*, ACS Crystal Growth & Design, 21 (2021) 946. [4] A. Knittel *et al.*, New J. Phys. 12 (2010) 113048.