

2013 年度 中央大学特定課題研究費 一研究報告書一

所属	理工学部	身分	教授
氏名	二本 正昭		
NAME	Masaaki Futamoto		

1. 研究課題

(和文) 軟磁性単結晶薄膜の形成と磁歪および動的磁気物性に関する研究

(英文) Preparation of soft magnetic thin films and study of the magnetostrictive and dynamic magnetic properties

2. 研究期間

2年間

3. 研究の概要 (背景・目的・研究計画・内容および成果 和文 600 字程度、英文 50word 程度)

[背景・目的]

軟磁性材料はモータやトランスなどのエネルギー関連分野で活用されている。鉄系軟磁性材料は産業界で最も大量に使われており、電磁変換効率が向上すれば大きな省エネルギー効果が生ずる。本研究では鉄系軟磁性材料の単結晶薄膜を作製し、結晶方位と磁気特性の関係を調べ、軟磁気特性改良指針を得ることを目的とした。

[研究計画・内容]

単結晶基板上に鉄系合金材料を UHV-スパッタ法、MBE 法で形成し、単結晶磁性膜を作製した。単結晶磁性膜の結晶構造、結晶方位、組成と磁気基本特性の関係を調べた。磁区構造観察や、磁歪特性測定、高周波磁気特性などにより、軟磁気特性の詳細を研究した。軟磁性膜の応用の一例として、高分解能特性を持つ磁気力顕微鏡探針技術も検討した。

[成果]

(1)鉄系磁性合金(Fe, Fe-Ni, Fe-Co, Fe-B, Fe-Si, Fe-Pt, Fe-Pd)の単結晶薄膜の形成技術を開発した。(2)準安定結晶構造を持つ磁性材料単結晶薄膜の成長過程と安定構造に変化する相変態機構を明らかにした。(3)鉄系磁性合金材料の結晶方位と磁気基本特性の関係を明らかにした。(4)鉄系磁性材料の磁歪挙動を測定し、磁区構造観察結果などから結晶方位と磁歪特性の関係を明らかにした。これにより、鉄系軟磁性材料の低磁歪化に向けた指針を得た。(5)山形大学との共同研究などを通じて、鉄系軟磁性材料の動的磁気特性である減衰係数や強磁性共鳴特性などを明らかにした。(6)鉄系磁性膜を被覆して作製した磁気力顕微鏡探針で世界トップレベルの高分解能特性を実現した。

To investigate the relationships between crystal orientation and magnetic properties, Fe-based alloy epitaxial thin films were prepared on single-crystal substrates by UHV-sputter-deposition. Single-crystal films of (001), (011), (211), and (111) orientations were prepared. By using the films, basic magnetic, properties were investigated. As an application, magnetic force microscope tips with high spatial resolutions were developed.

4. おもな発表論文等 (予定を含む)

<p>【学術論文】 (著者名、論文題目、誌名、査読の有無、巻号、頁、発行年月)</p> <p>M. Futamoto and M. Ohtake, "Improvement of Magnetic Force Microscope Performance by Tuning the Coating Material of Sensor Tip", Key Eng. Mater. (accepted for publication).</p> <p>M. Futamoto, T. Hagami, S. Ishihara, K. Soneta, and M. Ohtake, "Improvement of Magnetic Force Microscope Resolution and Application to High-Density Recording Media", IEEE Trans. Mag., vol. 49, no. 6, pp. 2748-2754, June 2013.</p> <p>R. Suzuki, S. Ishihara, M. Ohtake, and M. Futamoto, "Fabrication of Tips for Magnetic Force Microscopy Employing Magnetic Multilayer Structures", Key Eng. Mater., vol. 605, pp. 465-469, 2014.</p> <p>M Ohtake, D. Suzuki, and M. Futamoto, "Characterization of metastable crystal structure for Co-Pt alloy thin film by x-ray diffraction", J. Appl. Phys., vol. 115, no. 17, 17C116, pp. 1-3, 2014.</p> <p>T. Ohtani, T. Kawai, M. Ohtake, and M. Futamoto, "Magnetostriction of fcc(110) single-crystal films of Ni-Fe, Ni, and Co under rotating magnetic fields", EPJ Web Conf, vol. 75, article 04011, pp. 1-4, 2014.</p>
<p>【学会発表】 (発表者名、発表題目、学会名、開催地、開催年月)</p> <p>M. Futamoto and M. Ohtake, "Design and Fabrication of Magnetic Tips for High Resolution Magnetic Force Microscopy", 8th International Conference on Energy-Materials-Nanotechnology, SS-03 (Invited), Orlando, USA, 22 November 2014</p> <p>T. Kawai, T. Aida, M. Ohtake, and M. Futamoto, "Magneto-Strictive Behaviors of Fe-Si(001) Single-Crystal Films under Rotating Magnetic Fields", The 59th Annual Magnetism and Magnetic Materials Conference, AR-12, USA, 4 November 2014.</p> <p>M. Futamoto and M. Ohtake, "Development of Media Nanostructure for Perpendicular Magnetic Recording", The Moscow International Symposium on Magnetism 2014, 1PL-A-1 (Plenary), Moscow, Russia, 1 July 2014.</p> <p>T. Kawai, T. Aida, M. Ohtake, and M. Futamoto, "Magnetostriction Behavior of Fe-Si Single-Crystal Films with Different Orientations under Rotating Magnetic Fields," IEEE International Magnetism Conference 2014, FG-06, Dresden, May 2014.</p> <p>M. Ohtake, T. Kawai, Y. Asai, M. Futamoto, and N. Inaba, "Influences of B/Fe Composition and Substrate Temperature on the Structure and the Magnetic Properties of Fe-B Alloy Film Formed on MgO(001) Substrate", ICAUMS-2014, A6-10, Haikou, China, 29 October 2014.</p>
<p>【図 書】 (著者名、出版社名、書名、刊行年)</p> <p>二本正昭、中央大学出版部、「ナノスケース・ミクروسケールから見えるビッグな世界」,</p> <p>第 2 章 (高分解能な磁気力顕微鏡技術の開発, pp.21-39)、2013 年 10 月</p>
<p>【その他】 (知的財産権、ニュースリリース等)</p> <p>特になし</p>