

GaAs (001)基板上に形成した CoFe 薄膜パターニングの磁区観察

Magnetic Domain Observations of CoFe Thin Films Patterned on GaAs (001) Substrates

○寺本 圭吾¹、堀口 竜麻¹、足立 裕介²、赤堀 誠志²、原 真二郎¹

¹ 北海道大学 量子集積エレクトロニクス研究センター

² 北陸先端科学技術大学院大学 ナノマテリアルテクノロジーセンター

○K. Teramoto¹, R. Horiguchi¹, Y. Adachi², M. Akabori², S. Hara¹

¹ Research Center for Integrated Quantum Electronics, Hokkaido University

² Center for Nano Materials and Technology, Japan Advanced Institute of Science and Technology

E-mail: teramoto@rciqe.hokudai.ac.jp

【はじめに】半導体スピントロニクス分野では、CoFe/MgOおよびCoFeB/MgO等の強磁性トンネル接合 (MTJ) 電極等からGaAs、AlGaAs等のIII-V族化合物半導体へのスピン注入研究がなされている[1,2]。我々は、半導体NWと強磁性電極からなる縦型NWスピントロニクスデバイスの実現に向けて、有機金属気相選択成長法によりGaAs (111)B基板上に垂直自立型InAsナノワイヤ及びMnAs/InAsヘテロ接合ナノワイヤを作製し[3]、ナノワイヤー単体の磁気輸送特性評価等を行ってきた[4]。スピントロニクスデバイスでは、MTJを構成する強磁性電極の磁気特性および磁区構造を制御することが極めて重要であるため、本研究では、GaAs (001)基板上に堆積したCoFe薄膜に対し、磁気力顕微鏡(MFM)を用いて直接磁区構造評価を行ったので結果を報告する。

【実験方法】GaAs (001)基板上に RF マグネトロンスパッタを用いて室温で堆積した $\text{Co}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ 薄膜を、電子線リソグラフィによりパターニングした CoFe 薄膜パターンを作製した。ここで、CoFe 薄膜の膜厚は 10、20 nm とした。作製した等方性、形状異方性 CoFe 薄膜パターニングに対し、室温、ゼロ磁場下で MFM による磁区構造観察を行った。

【実験結果】図 1 に膜厚 20 nm における as-depo 状態での CoFe 薄膜の MFM 像を示す。アスペクト比が 1、すなわち正方形パターン (例えば $2.0 \times 2.0 \mu\text{m}^2$ パターン) において、環流磁区が支配的であることを確認した。また、アスペクト比の増加に従って、CoFe 薄膜の磁区構造は、単磁区構造が支配的となった。さらに高アスペクト比の形状、特に $0.5 \times 2.0 \mu\text{m}^2$ パターンにおいて、長手方向が GaAs 基板の $\langle 110 \rangle$ 方向と平行な場合、単磁区構造が確認された。一方 $\langle 1-10 \rangle$ 方向と平行な場合においては、二磁区構造が確認された。GaAs (001)基板上の $\text{Co}_{0.66}\text{Fe}_{0.34}$ 薄膜では面内一軸磁気異方性が報告されており[5]、本研究で直接観測された基板結晶方位に依存する磁区構造は、面内一軸磁気異方性に起因すると考えられる。

図 2 に as-depo 状態での膜厚 10 nm の CoFe 薄膜の MFM 像を示す。 $0.5 \times 2.0 \mu\text{m}^2$ パターンでは、長手方向が GaAs 基板の $\langle 110 \rangle$ 方向と平行な場合においても単磁区構造が観測された。本研究の結果は、CoFe 薄膜の磁区構造制御ではサイズおよびアスペクト比だけでなく、基板結晶方位も制御する必要があることを示唆している。

【参考文献】

- [1] X. Jiang *et al.*, Appl. Phys. Letters **94**, 056601 (2005)
- [2] T. Inokuchi *et al.*, Appl. Phys. Express **2**, 023006 (2009)
- [3] R. Kodaira *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 075503 (2016)
- [4] P. Uredat *et al.*, Extended Abstract of SSDM 2018, Tokyo, Japan, M-6-02 (2018)
- [5] M. Dumm, *et al.*, J. Appl. Phys. **87**, 5457 (2000)

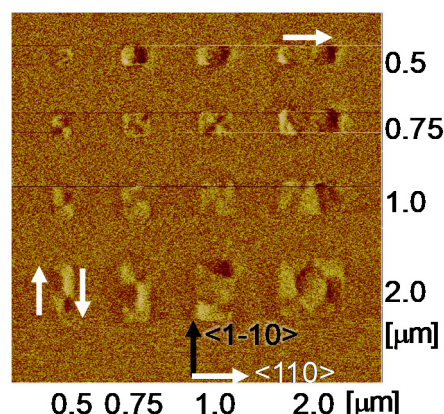


図 1 パターニングした膜厚 20 nm の CoFe 薄膜の MFM 像

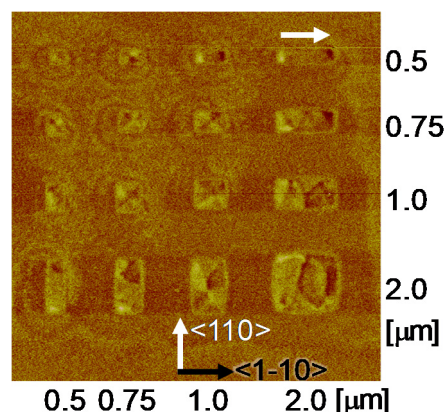


図 2 パターニングした膜厚 10 nm の CoFe 薄膜の MFM 像