

Ge 核/Si 上への $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットエピタキシャル成長における Ge 核サイズの効果

Effect of Ge nuclei size on epitaxial growth of iron oxide nanodots on Si substrate

阪大院基礎工¹, 北海道大学²○石部 貴史¹, 前田 佳輝¹, 松井 秀紀¹, 渡辺健太郎¹, 成瀬 延康², 中村 芳明¹Osaka Univ.¹, Hokkaido Univ.²○Takafumi Ishibe¹, Yoshiki Maeda¹, Hideki Matsui¹, Kentaro Watanabe¹, Nobuyasu Naruse²,
and Yoshiaki Nakamura¹

E-mail: u685388f@ecs.osaka-u.ac.jp

【目的】安価で環境低負荷な ReRAM 材料として Si 基板上の鉄酸化物が期待されている。しかし、既存の多結晶鉄酸化物薄膜/Si では OFF/ON 抵抗比が低く(~ 10)、電流リークの抑制が必要である。これまで我々は、結晶欠陥密度の低減が実現可能なエピタキシャルナノドットに注目し、極薄 Si 酸化膜を用いて形成した Si 基板上 Ge ナノドットを成長核とすることで[1,2]、高密度 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットのエピタキシャル成長に成功した[3,4]。Ge 核は $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットと Si 基板との反応を抑制する役割を果たすが、その核がエピタキシャル成長に及ぼす影響は未知である。本研究では、 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットのエピタキシャル成長における Ge 核サイズの効果を調べることを目的とした。

【方法】超高真空下(背圧 1×10^{-8} Pa)で、Si(111) 清浄表面上に極薄 Si 酸化膜を形成した(酸素分圧 2×10^{-4} Pa、基板温度 600°C) [5]。基板温度 600°C で、蒸着量 25~100 ML で Ge 成長核を形成した後、酸素分圧 2×10^{-4} Pa 下で Fe 蒸着を行い、成長核上に $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットを成長した。 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットの結晶構造は、反射高速電子回折法 (RHEED) 図形により、形状・サイズ・面密度は走査型トンネル顕微鏡法 (STM) により評価した。

【結果】図 1(a)は、Ge 蒸着量が 25 ML の時の $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットの STM 像であり、直径約 30 nm の $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットが高密度に成長していることがわかる。図 1(b)、(c)は、Ge 核の蒸着量がそれぞれ 25 ML, 100 ML の時の $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットの RHEED 図形である。Ge 核蒸着量、すなわち Ge 成長核サイズを変えることで、その上に成長する $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットとのエピタキシャル関係が影響を受けることがわかる。本講演では、その効果について詳述する。

【謝辞】本研究の一部は、科研費(25286026、15K13276)の支援により行われた。

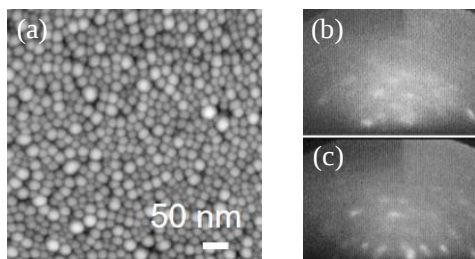


図 1(a) Ge 核(25 ML)上の $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットの STM 像. (b), (c) Ge 成長核 (25 ML, 100 ML)上の $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットの RHEED 図形.

[1] H. Hamanaka, et al., J. Appl. Phys. **114**, 14309 (2013). [2] Y. Nakamura, J. Appl. Phys. **115**, 044301 (2014). [3] 石部, 他, 第 60 回 応用物理学会春季学術講演会 27p-F1-2 (2013). [4] 松井, 他, 第 75 回 応用物理学会秋季学術講演会 20a-A10-2 (2014). [5] Y. Nakamura, et al., Phys. Rev. B **72**, 075404 (2005).