

鉄シリサイドナノドット含有 Fe₃O₄ 薄膜メモリにおける 局所電界増強による抵抗変化比増大

Increase of resistance switching ratio in the Fe₃O₄ film memory including iron silicide
nanodots by locally intensifying electric field

阪大院基礎工¹, 滋賀医科大²,

○石部 貴史¹, 成瀬 延康², 目良 裕², 中村 芳明¹

Osaka Univ.¹ and Shiga Univ. Medical Science²

○Takafumi Ishibe¹, Nobuyasu Naruse², Yutaka Mera², and Yoshiaki Nakamura¹

E-mail: ishibe@ee.es.osaka-u.ac.jp

【背景】 AI、IoT といった新たな情報システムの発達により、演算を担う高性能不揮発性メモリが求められる。Si 基板上 Fe₃O₄ 膜は、Si プロセスとの高整合性、環境低負荷元素のみによる材料構成といった利点を有するため、高い社会応用性が期待できる。これまで我々は、エピタキシャル Fe₃O₄ 膜/ α -FeSi₂ 膜/Si 基板において高 Off/On 抵抗比 (~140)を実現してきた[1]。しかしながら、実用化のためには、Off/On 抵抗比のさらなる増大が求められる。本研究では、Fe₃O₄ 膜中に α -FeSi₂ ナノドット(ND)を導入し、ND 近傍の電界強度を増強することで、Fe₃O₄ 膜中の酸素イオン制御性を高めて、Off/On 抵抗比を増大することを目的とする。

【方法】 試料作製には、分子線エピタキシー法(背圧: $\sim 1 \times 10^{-8}$ Pa)を用いた。Si(111)基板表面を酸素分圧 2×10^{-4} Pa、基板温度 600 度で酸化し、極薄 Si 酸化膜を形成した。極薄 Si 酸化膜表面上に、基板温度 500 度で 12 BL の Si を蒸着し、エピタキシャル Si ND を成長した。次に、基板温度 450 度で 6 ML の Fe を蒸着し、エピタキシャル α -FeSi₂ ND を成長した。室温で Fe を 8 ML 蒸着した後、酸素分圧 2×10^{-4} Pa、基板温度 200-400 度で Fe を蒸着することにより、 α -FeSi₂ ND 含有 Fe₃O₄ 膜を形成した。構造評価には、反射高速電子回折法(RHEED)、透過型電子顕微鏡法を、電気特性には、コンダクティブ原子間力顕微鏡法を用いた。

【結果】 Figure 1 は、 α -FeSi₂ ND 含有 Fe₃O₄ 膜の RHEED 図形であり、エピタキシャル Fe₃O₄ 膜が形成されていることを確認した。この ND 含有 Fe₃O₄ 膜は、Off/On 抵抗比: ~200 を示した。本値は、ND を含まない Fe₃O₄ 膜の Off/On 抵抗比(先行研究の最大値)を上回るものである。有限要素法により Fe₃O₄/ α -FeSi₂ 界面近傍の電界強度分布を計算したところ、ND を含む試料では、ND を含まない試料よりも 4 倍程度高い電界強度を示すことが分かった[2]。本講演では、抵抗変化機構を含めて Off/On 抵抗比増大効果について詳述する。



Fig. 1 RHEED pattern of Fe₃O₄ including α -FeSi₂ ND.

【謝辞】 本研究は科研費 基盤研究 A (19H00853)、挑戦的研究(萌芽) (19K22110)、新学術領域研究 (20H05191) の支援により行われた。

【参考文献】[1] T. Ishibe, et al., *Appl. Phys. Lett.* **113**, 141601 (2018). [2] T. Ishibe, et al., *Appl. Phys. Lett.* **116**, 18160 (2020).