

エピタキシャル $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドット/Si 基板における 抵抗スイッチング特性の成長温度依存性

Dependence of the resistive switching properties on the growth temperature
in high density epitaxial $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ nanodots.

○ 前田 佳輝¹, 渡辺 健太郎¹, 中本 悠太¹, 松井 秀紀¹, 竹内 正太郎¹, 酒井 朗¹,
中村 芳明¹, (1. 阪大院基礎工)

○Yoshiki Maeda¹, Kentaro Watanabe¹, Yuta Nakamoto¹, Hideki Matsui¹, Shotaro Takeuchi¹,
Akira Sakai¹, Yoshiaki Nakamura¹, (1.OsakaUniv.)

E-mail: yoshikimaeda113@s.ee.es.osaka-u.ac.jp

【背景】我々は、ユビキタス元素だけからなる ReRAM 材料の実現を目指して、Si 基板上へ高品質な鉄酸化物ナノドットを形成することに注目してきた[1,2]。前回、高密度 $\alpha\text{-FeSi}_2$ ナノドット[3]を成長核として $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットを Si 基板へエピタキシャル成長する技術を開発した [4]。今回、本 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットの抵抗スイッチング特性を検出し、更に、成長温度を変化させて Off/On 抵抗比の最適化を試みた。

【方法】Si(111)清浄表面上に 1 原子層 (ML) の厚みを有する極薄 Si 酸化膜を形成し、その上に Si 蒸着 (基板温度 500°C) と Fe 蒸着 (基板温度 400°C~450°C) を順次行うことで、 $\alpha\text{-FeSi}_2$ ナノドット核をエピタキシャル成長した[3]。その後、酸素分圧 2×10^{-4} Pa 下で Fe を蒸着 (成長温度 $T_s=200^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}$) し、 $\alpha\text{-FeSi}_2$ 核上に $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ をエピタキシャル成長した。ナノドット表面形状と電気特性は原子間力顕微鏡法 (C-AFM)、価数状態は X 線光電子分光法 (XPS) を用いて評価した。

【結果】図 1 は $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ の成長温度 T_s が 200°C、400°C の XPS Fe 2p スペクトルの結果である。成長温度の上昇に伴い、 $[\text{Fe}^{3+}]/[\text{Fe}^{2+}]$ 比が増加し、酸化が進んでいることがわかる。図 2 は成長温度 T_s が 200°C、300°C での I - V 特性であり、いずれも抵抗スイッチング特性が観測されたが、Off/On 抵抗比は成長温度に強く依存することがわかった。本講演では、成長温度、価数状態、Off/On 抵抗比の関係について議論する。

[1] 石部, 他 2013 年春季応物学会 27p-F1-2.

[2] 松井, 他 2014 年秋季応物学会 20a-A10-2.

[3] Y. Nakamura, *et al.*, *Phys. Rev. B* **72**, 075404 (2005).

[4] 松井, 他 2014 年秋季応物学会 20a-A10-2.

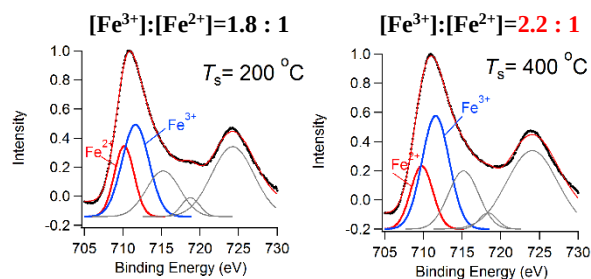


図 1 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ ナノドットの Fe 2p スペクトル

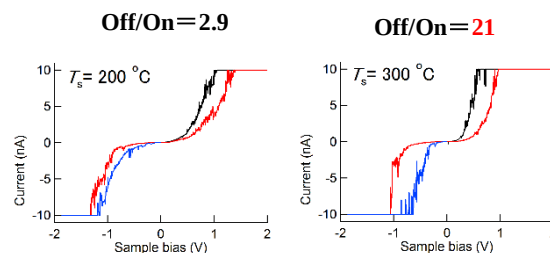


図 2 $\text{Fe}_3\text{O}_{4-\delta}$ の I - V 特性