

Layer-by-Layer 焼成雰囲気における BaTiO₃ 薄膜の 抵抗変化型メモリ特性向上の研究

Studies on improvement in Resistive RAM properties of BaTiO₃ thin film
with Layer-by-Layer annealing

京工繊工芸

○杉江 敏幸, 橋本 修平, 前島 壮, 張 子洋, 山下 馨, 野田 実

Kyoto Inst. Tech

T. Sugie, S. Hashimoto, S. Maejima, Z. Zhang, K. Yamashita, M. Noda

E-mail: m5621015@edu.kit.ac.jp

はじめに 次世代不揮発性メモリの一種である抵抗変化型メモリ(ReRAM)の材料候補の一つに BaTiO₃ 薄膜が挙げられており、抵抗ヒステリシス特性やそのメカニズムについて検討されている[1]。以前我々の研究では、MOD 法において Layer-by-Layer 表面焼成(層毎の表面焼成)を行って BaTiO₃ 薄膜の抵抗メモリ特性向上を図り、サンプルの不良率の改善ができた[2]。また、仮焼成無しの窒素雰囲気焼成条件において 1 桁以上の ON/OFF 比を実現できたが連続測定における耐久性と不良率について問題があった[3]。そこで、今回の研究では Layer-by-Layer 表面焼成工程の最適化を行うことにより耐久性などの問題点について改善を図ることを目的とし研究を行った。

実験方法 BaTiO₃ 薄膜を MOD 法で Pt/Ti/SiO₂/Si 基板上に 500 rpm-3 s / 4,000 rpm-30 s でスピンドコーティングを行い、ホットプレートで 200°C-10 min 乾燥させ、1~3 層の各層毎に仮焼成、3 層目で本焼成を行った。焼成には RTA 装置(MILA-5000, アドバンス理工株式会社製)を用い、昇温レート 80°C/min、仮焼成 450°C-5 min、本焼成 800°C-5 min の条件に加え、仮焼成工程及び本焼成工程において焼成雰囲気を大気、酸素、窒素に変え試料を作製し、これらに真空蒸着法で上部電極として Au / Cr を堆積させて積層キャパシタを作製した。そして半導体パラメータアナライザ(B2912A, Keysight 社製)により測定周波数 1 Hz での抵抗ヒステリシス特性を評価した。

結果及び考察 1~3 層目の仮焼成及び本焼成を窒素雰囲気で行ったキャパシタの印加電圧範囲 ±10 V の三角波印加での I-V ヒステリシス特性を図 1 に示す。本サンプルについても従来通り ON/OFF 比 1 桁以上のバイポーラ型動作を確認でき、また、連続測定を行ったところ 10⁴ 程度の耐久性が得られ、プロセスの最適化により耐久性について改善が図れた。

BaTiO₃ 薄膜表面の AFM 像を図 2 に示す。A~C は順に全層の焼成を大気、窒素、酸素で行ったものであり、D は仮焼成を大気、本焼成を窒素雰囲気で行った。これらの RMS 値は A から順に 4.02 nm、5.18 nm、9.28 nm、7.73 nm である。粒径については A、B、D では 50~90 nm 程度、C では 50~120 nm 程度であり、酸素雰囲気焼成することにより粒径が大きくなる結果、RMS 値が増加すると考えている。A、B、D を比較すると本焼成における窒素焼成雰囲気が結晶成長に影響を与えていることが考えられる。

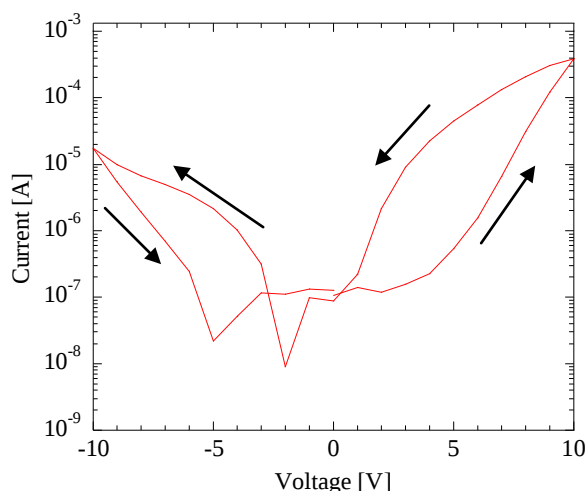


Fig.1 I-V hysteresis of BaTiO₃ thin film

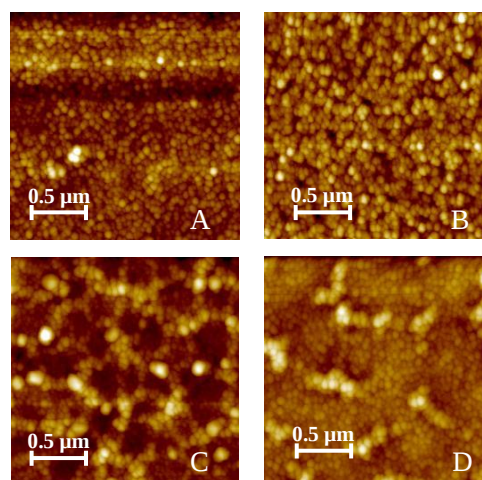


Fig.2 AFM images of BaTiO₃ thin film

参考文献 [1] W.J.Ma *et al.*, APL103,262903 (2013) [2] 杉江 他 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 14a-D10-8 [3] 橋本 他 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 14a-D10-9