

磁場印加 PLD で作製した BiFeO₃ 薄膜のリーク電流解析

Characterization of BiFeO₃ thin films prepared by magnetic-assisted PLD

阪大基礎工¹, 兵庫県立大工², 東工大³, 京工繊工芸⁴, 阪大ナノサイエンス⁵,

○金島岳¹, 朴正敏¹, 中嶋誠二², Dan Ricinski³, 野田実⁴, 奥山雅則⁵

Osaka Univ.¹, Univ. of Hyogo², Tokyo Tech.³, Kyoto Inst. Tech.⁴, Osaka Univ.⁵

○T. Kanashima¹, J.M. Park¹, S. Nakashima², D. Ricinski³, M. Noda⁴, M. Okuyama⁵

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

我々は BiFeO₃ を磁場印加しながら PLD で製膜することで, 成長速度の向上や膜の微細構造が変化し柱状構造となることで比較的厚い膜を作製できることを示した.[1, 2] そして, 1.8 μm の膜厚を持つ BiFeO₃ 膜の $P-E$ や $J-V$ などの電気的特性の測定に成功した. そこで, 今回はリーク機構について調べたので報告する.

BiFeO₃ 薄膜は, 0.4 T の磁場を製膜中に印加し, Pt/Ti/SiO₂/Si 基板上に PLD 法により成長した. $J-V$ 特性は, Pt 上部電極を形成し MIM 構造とし, 80–300 K の範囲で測定した.

図 1 に $J-V$ 特性を示す. 正側と負側でほぼ対称の特性が得られた. リーク電流機構を調べるために, Schottky, Frenkel-Poole (PF), Fowler-Nordheim (FN) および両対数の各プロットをおこなった. その結果, PF, FN, Schottky プロットにおいては, 直線領域がない, またはフィッティングパラメータが報告値と大きく異なった.

両対数プロットにおいては, 測定温度が 200 K 以上においては低電界側で傾き 1, 高電界側で傾きが 2 の領域が見られ, それぞれオーミック, space-charge-limited-current (SCLC) であることが示唆された(図 2). しかし, 一般的な SCLC の式 ($J_0 = \frac{9}{8} \epsilon \mu \frac{V^2}{d^3}$) と比較した場合, 測定された電流が小さすぎる. そこで, trap-filled-limit (TFL) SCLC であるとして解析を行った.[3] その結果, 単一のパラメータで 200 K 以上の結果をほぼ再現することが出来, 比較的温度的高い領域においては, 温度依存性も含め TFL SCLC で説明できた. なお, 作製された薄膜は厚い柱状構造であることから, 膜厚方向は比較的グレインバウンダリーが少なくバルクのな性

質である SCLC 特性が得られたものと考えられる. さらに, リークを減らすには, トラップ密度を減らしオーミック領域を出来るだけ高電界側まで広げることが重要であることが分かった.

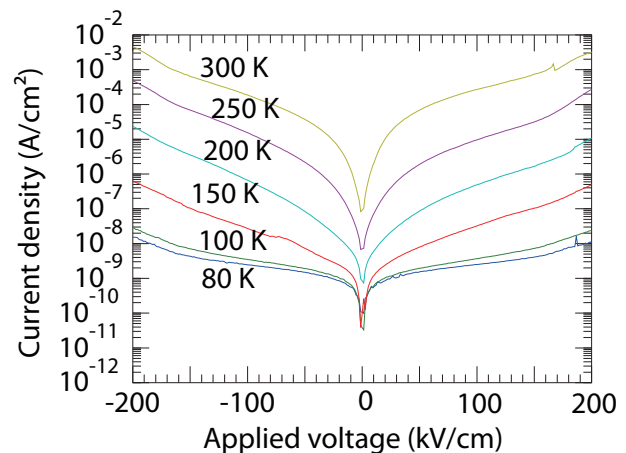


図 1: 80–300 K における BiFeO₃ 薄膜の $J-V$.

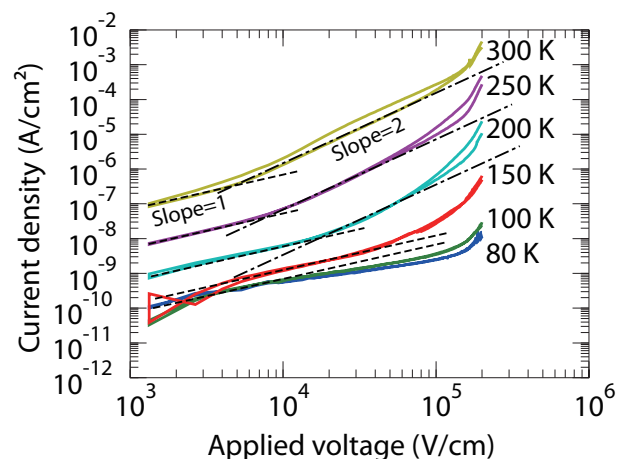


図 2: BiFeO₃ 薄膜の $J-V$ の両対数プロット. 点線は傾き 1, 一点鎖線は傾き 2 を表している. 印加電圧が正と負の結果を同時に示してある.

[1] 朴 正敏ほか: 2011 春 応用物理学会 24a-BE-5.

[2] 金島ほか: 2013 春 応用物理学会 28a-D3-6.

[3] M.A. Lampert, P. Mark: "Current Injection in Solids" (Academic Press).