

単ドメイン BiFeO₃ 薄膜の電気的特性に Mn 及び Zn ドープが及ぼす影響(III)

Influence of Mn and Zn Doping on Electrical Properties of Single-domain BiFeO₃ Thin Films (III)

°重松 晃二, 中嶋 誠二, 藤沢 浩訓, 清水 勝 (兵庫県大工)

°K. Shigematsu, S. Nakashima, H. Fujisawa, and M. Shimizu (Univ. of Hyogo)

E-mail: er14p022@steng.u-hyogo.ac.jp

[はじめに] BiFeO₃(BFO)は室温で強誘電性と反強磁性を併せもつマルチフェロイック材料であり、高い自発分極をもつことから注目されている。また BFO のリーク電流は Fe イオンの価数や酸素欠陥、ビスマス欠陥によって変化することが知られている。近年ではそのチューナビリティを利用したデバイスが研究されており^{1),2)}、BFO の電気伝導機構がますます重要となってきた。バルク単結晶 BFO へ Mn と Zn を共ドープし、アニール処理を行うことで Fe の価数が 3 価で安定することが報告されており³⁾、BFO の電気伝導機構を理解する上でアニール処理が重要であることを示している。我々はこれまでドメイン壁が存在しない単ドメインの BFO 薄膜に Mn と Zn をドープした際にリーク電流が減少することを報告してきた。そこで本研究では Mn と Zn をドープした BFO 薄膜へのアニール処理がその電気的特性に与える影響を調べたのでこれを報告する。

[実験方法]膜厚 1 μ m の単ドメインの Bi(Fe_{0.98}Mn_{0.01}Zn_{0.01})O₃(BFMZO)薄膜を RF プレーナマグネトロンスパッタ法を用いて作製した。成膜はスパッタ圧力 5 $\times 10^{-1}$ Pa、Ar:O₂ 流量比 7:3、成膜速度 3 nm/min の条件で行った。基板には<110>方向に 4°傾斜した SrRuO₃ (50 nm)/SrTiO₃ (001)を用いた。BFMZO 薄膜作製後大気中で 700°C, 1h のアニール処理を行った後、スパッタ法とリフトオフプロセスによって 40 $\times$ 40 μ m² の Pt 電極を作製し上部電極とした。

[実験結果]Fig.1(a)にアニール処理前後における BFO および BFMZO 薄膜の I-V 特性を示す。BFO 薄膜にアニールを行うと負バイアス側ではほとんど変化がみられないが正バイアス側では大きくリーク電流が減少した。BFMZO 薄膜では BFO 薄膜に比べ、正負バイアス共に低いリーク電流を示し、特に正バイアス側では高電界領域で三桁以上リーク電流が減少している。またアニール前後でリーク電流の変化がなく、良好な特性を示した。Fig.1(b)に D-E ヒステリシス特性を示す。BFO 薄膜にアニールを行うと正バイアス側で抗電界は減少した。BFMZO 薄膜では BFO 薄膜よりも正バイアス側で抗電界は増加し、またアニールによる影響はみられなかった。残留分極値(2P_r)は 122 μ C/cm² と薄膜で報告されている値とよく一致した。以上より Mn, Zn のドープ、アニール処理を行うことで正バイアス側で特に大きな変化が観察された。これは本研究で用いた BFO 薄膜のキャリアが電子であると仮定すると、それらが BFO/SrRuO₃ 界面の電気伝導に影響を及ぼしていることを示している。またアニールによりリーク電流が大きく減少したことから酸素欠陥が BFO/SrRuO₃ 界面の電気伝導に寄与していることが考えられる。

[参考文献] 1) J. M. Luo et al, *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 062902 (2012).

2) L. Wu et al, *J. Appl. Phys.*, **115**, 17D716 (2014).

3) Y. Yoneda et al, *Phys. Rev. B.*, **86**, 184112 (2012).

[謝辞]本研究の一部は、日本学術振興会科研費(若手研究 B)(No.26820115)、カシオ学術振興財団研究助成、競輪の補助

(26-120)、兵庫県立大学特別研究助成および同大学科学技術後援財団教育研究助成の支援により行われました

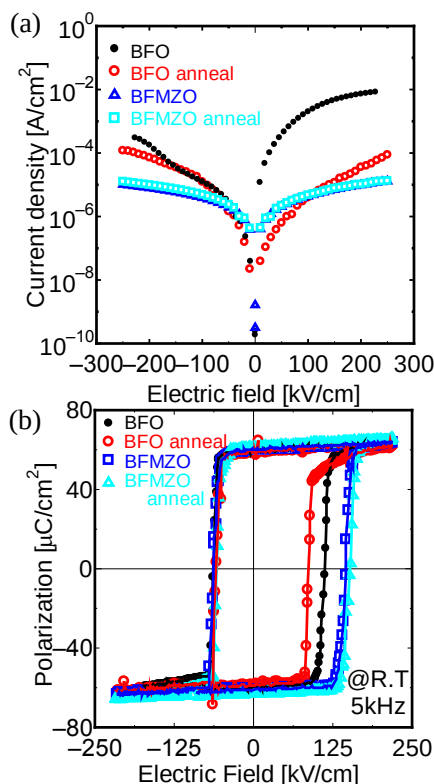


Fig.1 (a) I-V characteristic and (b) D-E hysteresis loops

of BFO and BFMZO thin films before/after annealing