18p-A9-10

単一ドメイン $BiFeO_3$ 薄膜の電気的特性に Mn 及び Zn ドープが及ぼす影響(II)

Influence of Mn and Zn Doping on Electrical Properties of Single-domain $BiFeO_3$ Thin Films

兵庫県大工　°重松 晃二, 中嶋 誠二, 藤沢 浩訓, 清水 勝

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

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

[はじめに]　$BiFeO_3$(BFO)薄膜は大きな残留分極値(P_r:100 μC/cm^2)を示すことから非鉛強誘電体材料として注目されてきたが、大きなリーク電流が最大の問題となっている。近年、この導電性の高さを活かし、分極反転によるダイオード特性のスイッチングや [1]、光起電力効果 [2]等、BFO を半導体として用いることが検討されている。我々は、その際重要となる BFO 薄膜の電気伝導特性を解明するために、導電性を有するドメイン壁が存在しない単一ドメイン薄膜を作製し、その特性を報告してきた。また、前回までに単結晶において良好な特性が報告されている Mn および Zn ドープ [3]が電気伝導に与える影響を調べ、オーミック伝導や空間電荷制限電流といったバルクにおける電気伝導に影響を与え、Zn を 1.5%ドープすることでリーク電流が低減することを報告した。そこで本研究では、バルクにおける電気伝導をより詳細に調べるために、膜厚 1 μm 以上の単一ドメイン BFO 薄膜を作製し、Mn および Zn ドープが電気的特性に及ぼす影響を調べた。

[実験方法]　膜厚 300 nm および 1 μm の Zn を 5 at%ドープした、$Bi(Fe_{0.95}Zn_{0.05})O_3$ (BFZO)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。基板には<110>方向に 4°の傾斜角を持つ $SrRuO_3$ (50nm)/$SrTiO_3$ (001)基板を用い、スパッタ圧力 5×10^{-1} Pa、Ar:O_2 流量比 7:3、成膜速度 2.5 nm/min で成膜を行った。またスパッタ法とリフトオフプロセスにより 40 × 40 μm^2 の Pt パターンを作製し、上部電極として用いた。

[実験結果]　Fig. 1(a)に膜厚 300 nm および 1 μm の BFZO 薄膜の *D-E* ヒステリシス特性を示す。比較として膜厚 300 nm のノンドープ BFO 薄膜の特性も示している。いずれの BFZO 薄膜も室温で飽和したヒステリシス特性が観察でき、残留分極値($2P_r$)は 121 μC/cm^2 とノンドープ BFO 薄膜および報告されている単結晶 BFO のそれと極めて良く一致した。[4]また、抗電界($2E_c$)は膜厚を増加することで減少し、膜厚 1 μm において 306.7 kV/cm を得た。Fig.1(b)にリーク電流特性を示す。膜厚 300 nm の BFZO 薄膜ではノンドープ BFO 薄膜に比べリーク電流が大きく、非対称な特性となっている。Zn を 1.5%ドープした場合はリーク電流が低減されることを前回までに報告しており、最適なドープ量が存在することを示している。膜厚を 1 μm とすることでリーク電流が低減され、対称な特性に近づいており、このことから電極－BFO 界面の影響が低減しているものと考えられる。当日は詳細な電気伝導機構と Mn をドープした際の特性も報告する。

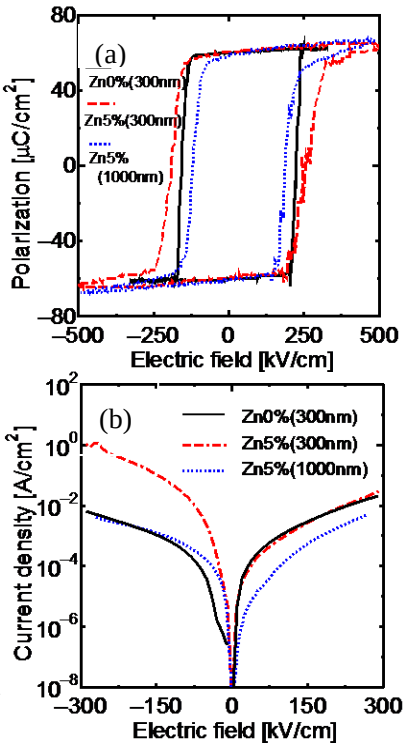

Fig.1 (a) D-E hysteresis and (b) J-E curves of BFO and BFZO thin films at room temperature.

[参考文献]　1) T. Choi et al, *Science* **324**, 63 (2009).
2) S. Y. Yang et al, *Nat. Nanotechnol.* **5** 143 (2010).
3) Y. Yoneda et al, *Phys. Rev. B.*, **86**, 184112 (2012).
4) D. Lebeugle et al, *Phys. Rev. B* **76**, 024116 (2007).

【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）、村田学術振興財団研究助成、競輪の補助(26-120)および兵庫県立大学特別研究助成の支援により行われました。

© 2014 年　応用物理学会