

BiFe_{1-x}Mn_xO₃ 擬ペロブスカイト系薄膜および人工超格子の 結晶構造と電気的磁気的特性

Crystal Structure and Electric/Magnetic Properties

of BiFe_{1-x}Mn_xO₃ Pseudo-Perovskite Related-Single Layers and Superlattices

○稲葉 隆哲¹, 渡部 雄太¹, 大島 佳祐¹, 及川 貴大¹, 王 春¹, 宋 華平¹, 永田 知子¹,

橋本 拓也², 高瀬 浩一¹, 山本 寛¹, 岩田 展幸¹ (1. 日大理工、2. 日大文理)

○Takaaki Inaba¹, Yuta Watabe¹, Keisuke Oshima¹, Takahiro Oikawa¹, Chun Wang¹,

Huaping Song¹, Tomoko Nagata¹, Takuya Hashimoto², Kouichi Takase¹, Hiroshi Yamamoto¹,

Nobuyuki Iwata¹ (1.CST Nihon Univ., 2.CHS Nihon Univ.)

E-mail: kwgchsft.0014@gmail.com

本研究の目的は、Bi 系ペロブスカイト型酸化物を含む人工超格子を作製し、室温において強誘電性を示し、かつ電場印加によって磁気特性を制御できる巨大電気磁気(Giant-ME)効果を発現させることである。超格子構造において、Giant-ME 効果を示すには、電場を印加し、超格子界面を通して電子移動させ、強磁性的結合を誘起する必要がある。また、人工超格子を形成する材料のひとつである BiFeO₃(BFO)は、室温をはるかに越えた相転移温度をもつ強誘電体($T_C=1100\text{K}$)かつ長周期のサイクロイダル反強磁性体($T_N=640\text{K}$)である[1-2]。強誘電性メモリ応用は盛んに行われている。一方、磁気的な観点からは、BFO の反強磁性ドメインと磁気的にカップルさせたヘテロ接合の報告や、Mn をドーブした強磁性結合の導入による磁気的性質の制御も行われてきた[3-4]。バルクの BFO に Mn をドーブした BiFe_{1-x}Mn_xO₃(BFMO)は、ドーブ量増加に伴いネール温度が減少すると同時に弱強磁性が発現することが報告されている[5]。本報告では、パルスレーザー堆積(Pulsed Laser Deposition: PLD)法により作製した BFMO 単相膜及び人工超格子の成長様式や結晶構造、電気的・磁気的性質を調べたので報告する。

表面処理した SrTiO₃(STO)(100)基板上に PLD 法(エキシマレーザー: KrF)を用いて成膜した。基板温度 670~700°C、エネルギー密度 2.4~2.7J/cm²、酸素分圧 20Pa にて成膜を行った。

Mn を 20%ドーブした BFMO 薄膜の表面像測定および X 線回折による Reciprocal Space Map(RSM)から、成長初期段階では基板からのストレスを受けて orthorhombic に成長し、膜厚が増加するにつれ基板からのストレスが緩和されて表面では hexagonal 形状のグレインが現れたと考えている。

Mn を 10%ドーブした BFMO 薄膜表面では、数 nm の深さをもつ溝が多数確認できた。RSM からブロードな薄膜由来のピークが確認でき、BFMO 薄膜は結晶性の悪い monoclinic 構造であると考えている。また、リーク電流特性からプールフレネル伝導である可能性が高い。表面像及び RSM から、グレイン間で伝導キャリアがトラップされるホッピング伝導と予測している。Fig. 1 に 300K としたときの BFMO 薄膜の $M-H$ 曲線を示す。磁場は STO[100]方向に印加した。ひとつの遷移磁性元素あたりの飽和磁化は $0.107\mu_B$ となり、バルク値の約 10 倍の値を示した。また、温度変化に対する残留磁化測定から 350K において残留磁化を示すことから、キュリー温度が室温以上であることがわかった。

- [1] R. T. Smith, *et al.*, J. Appl. Phys. **30**, 70 (1968) [2] Yu. E. Roginskaya, *et al.*, Sov. Phys. JETP **23**, 47(1966)
[3] Y. -H. Chu, *et al.*, Nat. Mater. **7**, 478(2008) [4] E. -M. Choi, *et al.*, APL. **98**, 012309(2011)
[5] M. Azuma *et al.*, JMMM. **310**, 1177(2007)

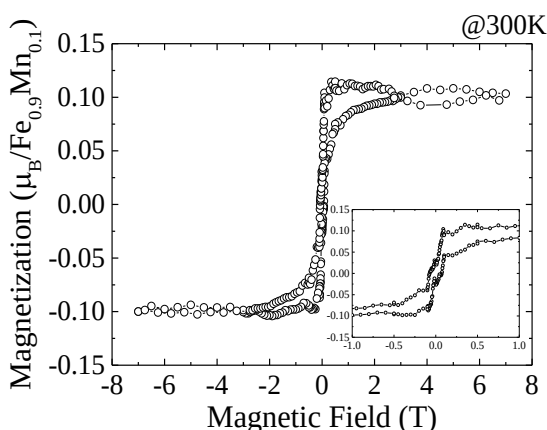


Fig. 1 $M-H$ curve of BiFe_{0.9}Mn_{0.1}O₃ Thin Film measured at 300K with magnetic field along the STO[100] direction.