

ペチーニ法で作製した Bi 過剰 BiFeO₃ ターゲットを用いて 成膜した化学等量性の良い BiFeO₃ 薄膜の作製と評価

Preparation and Evaluation of the nice Stoichiometric of BiFeO₃ Thin Films using Bi excess BiFeO₃ Target Synthesized by Pechini Method

日大理工¹, 日大文理² ○王 春¹, 大島 佳祐¹, 稲葉 隆哲¹, 宋 華平¹, 渡部 雄太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

CST Nihon Univ.¹, CHS Nihon Univ.²

○Chun Wang¹, Keisuke Oshima¹, Takaaki Inaba¹, Huaping Song¹, Yuta Watabe¹, Tomoko Nagata¹
Takuya Hashimoto², Kouichi Takase¹, Hiroshi Yamamoto¹, Nobuyuki Iwata¹

E-mail: wcliuwang@gmail.com

我々は BiFeO₃(BFO)を用いた人工超格子において、強誘電性強磁性マルチフェロイック、および巨大電気磁気効果の発現を目指している。BFO については Bi と Fe の蒸気圧の違いから、Bi が欠損しやすく、リーク電流増加の原因となる。このため、Bi/Fe 比が 1 に近い薄膜を作製することが必要不可欠である。また、パルスレーザー堆積(PLD)法によって超格子を作製する。PLD 法を用いた高品質薄膜の作製にはターゲットが高密度で均一であることが重要であるため、ペチーニ法という化学的手法に着目した。これまで、CaFeO_x、LaFeO₃、BiFeO₃、BiFe_{0.8}M_{0.2}O₃ において、96.4%、95.5%、95.2%、96.6%の超高密度ターゲットの作製に成功している^[1]。

ストイキオメトリの BFO ターゲットのアブレーション後表面及び BFO 薄膜の Bi/Fe 比を Fig.1 に示す。左軸は KrF エキシマレーザー(2.4J/cm²)アブレーション回数に対するターゲット表面の Bi/Fe 比を示す。レーザーアブレーションする前のターゲット表面の Bi/Fe 比を 1.0 として規格化した。赤い四角は作製した薄膜の結果であり、相当する照射回数にプロットした。照射回数 20 回で Bi/Fe 比が 0.65 となり、急激に減少した。20~170 回では Bi/Fe が 0.65±0.05 で一旦安定した。200 回では 0.82 となり、増加した。200~350 回にかけて再び減少した。350~500 回では 0.6 付近で安定することを確認した。また、右軸は各アブレーション回数に対する Bi/Fe 比を 1 にするために、必要な過剰 Bi のモル数 x を示す。0 回以外の Bi/Fe 比が一番高いときは Bi/Fe=0.81/1 より x=0.2 となり、Bi/Fe 比が一番低いときは Bi/Fe=0.55/1 より x=0.8 となった。これらの結果からターゲットにおける Bi/Fe 比は 1.2~1.8 が妥当であることが予測できる。

これを受けて、本研究では Bi 過剰のターゲット Bi_{1.2}FeO₃ を作製した。Fig.2 には、ペチーニ法によって作製したターゲット用粉末の XRD 2θ-θ パターンを示す。熱処理 1 回目の場合は Bi₂Fe₄O₉、BiFeO₃ と Bi₁₂(Bi_{0.5}Fe_{0.5})O_{19.5} のピークが確認された。熱処理 2 回目の場合は Bi₂Fe₄O₉ のピークがなくなった。これは熱処理時間を伸ばして、Bi₂Fe₄O₉ の結晶構造が変化し BiFeO₃ と Bi₁₂(Bi_{0.5}Fe_{0.5})O_{19.5} になったと考えている。2 回目と同条件で行った 3 回目の熱処理では大きな変化は確認できなかった。これより 2 回目で十分な反応が進行していると考えている。また、作製した Bi_{1.2}FeO₃ ターゲットの密度は 80%以上だった。当日はこのターゲットを用いて作製した薄膜の結晶構造及び磁気特性についても報告する。

参考文献 [1]Y. Tsuchiya, K. Norota, Y. Watabe, T. Kuroda, N. Iwata, T. Hashimoto, H. Yamamoto: Trans. Mater. Res. Soc. Jpn. 37(2012) 369.

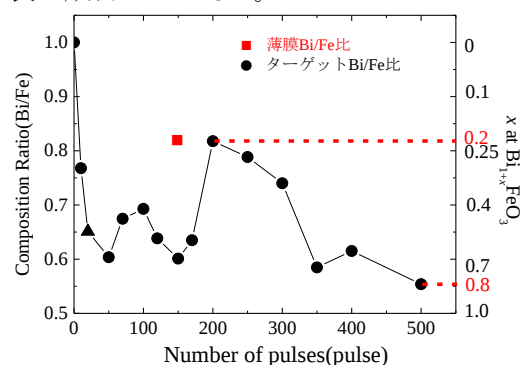


Fig.1 Composition ratio of Bi/Fe as a function and needed Bi increase mole number of number of pulses

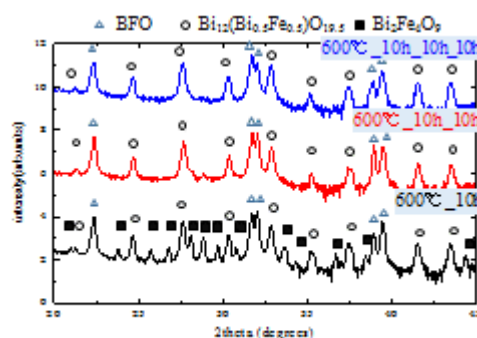


Fig.2 2θ-θ of the Bi_{1.2}FeO₃ powder by heat treatment