

# 陽極酸化アルミナマスクを用いた $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ ナノドットの作製・評価

## Fabrication and characterization of $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ nanodot array

### by using anodic porous alumina mask

東工大フロンティア材料研<sup>1</sup>, KISTEC<sup>2</sup> ○(M1)小澤慶太<sup>1</sup>, 勝俣真綸<sup>1</sup>, 重松 圭<sup>1,2</sup>, 東 正樹<sup>1,2</sup>

MSL Tokyo Tech.<sup>1</sup> KISTEC<sup>2</sup>, ○Keita Ozawa<sup>1</sup>, Marin Katsumata<sup>1</sup>, Kei Shigematsu<sup>1,2</sup>, Masaki Azuma<sup>1,2</sup>

E-mail: ozawa.k.ai@m.titech.ac.jp

【緒言】  $\text{BiFeO}_3$  の Fe を一部 Co で置換した  $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$  (BFCO) は、 $\text{Bi}^{3+}$  の  $6s^2$  孤立電子対による  $\langle 111 \rangle_{\text{pc}}$  方向の自発分極を持つ強誘電性と、キャントコリニアスピン構造による弱強磁性が室温において共存するマルチフェロイック材料であり、超低消費電力磁気メモリへの応用が期待されている。我々のグループでは、格子ミスマッチが小さい  $\text{GdScO}_3(110)_0$  基板上に製膜した BFCO  $(001)_{\text{pc}}$  薄膜において、プローブ顕微鏡による強誘電・強磁性ドメイン構造の観察を行い、互いに相関した 100 nm 程度のストライプ構造を明らかにすると共に、局所的な電場印加による面直磁化成分の反転を観測することに成功した[1]。今後のメモリ素子実現のためには、電極で単一ドメインの分極方向を反転できるシングルドメイン化が望まれる。今回は、ストライプ構造以下の孔径を持つ陽極酸化アルミナ (AAO) をマスクとしたパルスレーザー堆積法による薄膜作製[2]を BFCO に適用することで、強誘電ドメインの幅と同程度のスケールをもつナノドットを作製し、強誘電・強磁性ドメインの単一化を目指した。

【実験方法】マスクに用いるための AAO は金属 Al の陽極酸化によって作製した。陽極酸化は、0.30 mol/L, 5 °C のシュウ酸溶液中で印可電圧 40 V の条件で行った。得られた AAO を Nb:SrTiO<sub>3</sub>(100) (Nb:STO)基板上に転写してマスクとした。マスク転写後の基板に対し、パルスレーザー堆積法によって下部電極  $\text{SrRuO}_3$  及び BFCO ナノドットを蒸着した。表面形状観察には走査型電子顕微鏡 (SEM)・原子間力顕微鏡 (AFM)・圧電応答顕微鏡 (PFM) を用いた。

【結果と考察】Nb:STO に転写した直後の AAO の SEM 像を図 1 に示す。今回得られた AAO は孔径平均が約 65 nm、厚さが約 300 nm であった。BFCO の強誘電ドメイン幅は太さ 100 nm 程度であるので、得られたマスクの孔径は BFCO のシングルドメイン化に適している。このマスクを用いて蒸着した BFCO ナノドットについて、AFM 観察を行った結果を図 2 に示す。マスクの孔径に対応する直径約 60 nm のドット形状の薄膜を観察することができた。しかし、面直 PFM 測定ではナノドットの電極分極を観測することができなかった。AFM からナノドットの厚みを見積もると 3 nm であり、測定法による過小評価を考慮に入れても、電気分極の検出にはドットの厚さを増加させる必要があると考えられる。

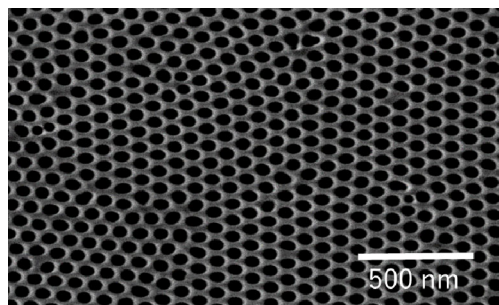


Figure 1. SEM image of the AAO mask on Nb:STO substrate

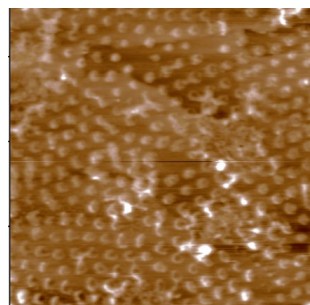


Figure 2. AFM image of BFCO nanodot array (scan size 1.8 μm<sup>2</sup>)

### 【参考文献】

- [1] K. Shimizu *et al.*, Nano Lett. **19**, 1033 (2019). [2] W. Lee *et al.*, Nat. Nanotechnol. **3**, 402 (2008).