

# 異なる $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ 添加量の $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ナノピラー導入 $\text{BaTiO}_3$ 薄膜の作製 Fabrication of $\text{BaTiO}_3$ Films Embedded $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ Nanopillars with Various $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ Contents

○曾田 昇吾<sup>1</sup>、一野 祐亮<sup>1</sup>、吉田 隆<sup>1</sup> (1. 名大工)

○Shogo Sota<sup>1</sup>, Yusuke Ichino<sup>1</sup>, Yutaka Yoshida<sup>1</sup> (1. Nagoya Univ.)

E-mail: sota-syouto14@ees.nagoya-u.ac.jp

## 1. はじめに

$\text{BaTiO}_3$ (BTO)と  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ (CFO)の混合焼結体をターゲットとして用いて、パルスレーザー蒸着(PLD)法で  $\text{SrTiO}_3$ (STO)(100)単結晶基板上へ成膜すると、BTOを母相として CFO がナノピラー状に自己組織化することが報告されている<sup>[1]</sup>。また、この複合材料薄膜は磁気電気効果を示すマルチフェロイック薄膜であるという報告もされている<sup>[2]</sup>。更に、単相でマルチフェロイックを示す物質は主に極低温領域でのみその特性を示すが、本材料は CFO の磁歪と BTO の圧電特性を介してマルチフェロイックを示すため、BTO の強誘電相温度域(バルク値約  $5\sim 120^\circ\text{C}$ )でマルチフェロイック特性を示すことが出来る。従って、常温応用に対して有用な材料となり得る。ただし、BTO の圧電特性を利用する為格子へ加わる応力は特性に大きな影響を与える。また、BTO の相転移温度も結晶格子が受ける応力によって変化する<sup>[3]</sup>、応用に向けて CFO ナノピラー導入数やその形状により生じる応力の制御が必要である。ナノピラー導入量及び形状は CFO 添加量によって変化することが予想される。

そこで本研究では、CFO 添加量による特性制御の知見を得ることを目的として CFO 添加量の異なる BTO 薄膜を作製し、CFO 導入形態について評価した。

## 2. 実験方法

CFO 添加 BTO 薄膜は、KrF エキシマレーザー( $\lambda=248\text{ nm}$ )を用いた PLD 法で STO(100)基板上に作製した。その際、BTO 及び CFO ターゲットを用いたターゲット交換法により CFO 添加量を変化させた。ターゲット交換法とは、PLD 法においてレーザーを照射するターゲットを複数用いて、周期的なターゲット交換を行いながら成膜する方法である。各ターゲットに照射するパルス数を制御出来る為、添加量制御が可能である。また、成膜時基板温度は  $450\sim 900^\circ\text{C}$  とした。結晶性評価は X 線回折法(XRD)、試料表面形状観察は原子間力顕微鏡(AFM)、CFO 添加量はエネルギー分散型 X 線分光計測器(EDX)を用いて測定した。

## 3. 結果及び考察

Fig. 1 に CFO 添加 BTO 薄膜の  $2\theta$ - $\theta$  スキャン結果を、挿入図に表面 AFM 像を示す。 $2\theta$ - $\theta$  スキャン結果から CFO の(400)配向が確認された。また、表面 AFM 像において複数存在する明点が CFO である。以上の結果から、BTO 母相内に CFO がナノピラーとして導入されたことを確認した。Fig. 2 に表面 AFM 像から算出した CFO ナノピラー数密度の CFO 添加量依存性を示す。ナ

ノピラー数密度は添加量に対して単調増加することが分かった。これは、ターゲット交換法による CFO 添加量制御でナノピラー数密度制御が可能であることを示している。

当日は CFO 添加量を変化させた試料の誘電率温度依存性測定の結果と共に、考察を行う。

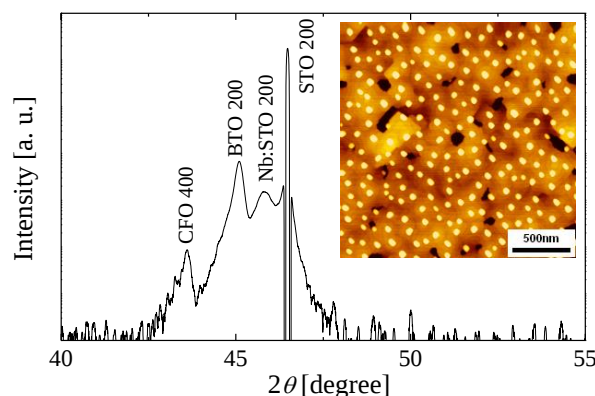


Fig. 1 X-ray  $2\theta$ - $\theta$  scan profile of a CFO-doped BTO film. The inset is the film surface image observed by AFM.

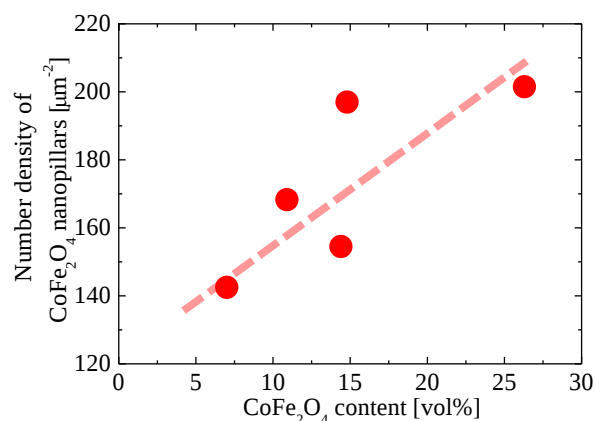


Fig. 2 CFO content dependence of CFO nanopyllars number density.

## 謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(23226014, 25289358, 15H04252, 15K14301, 15K14302)からの助成を受けて実施したものである。

## 参考文献

- [1] H. Zheng *et al.*: Appl. Phys. Lett. **85** (2004) 2035
- [2] H. Zheng *et al.*: Science **33** (2004) 661
- [3] Y. L. Li *et al.*: Appl. Phys. Lett. **88** (2006) 072905