

## 渦分極を有する PbTiO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub> 人工超格子自立膜の作製

### Fabrication of freestanding PbTiO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub> artificial superlattice films with vortex polarization

名大工<sup>1</sup>, 岡山大<sup>2</sup>, 産総研<sup>3</sup>, 東工大 MDX<sup>4</sup> ◯(M1)高橋 航平<sup>1</sup>, 近藤真矢<sup>2</sup>, 村井俊哉<sup>3</sup>, 高磊<sup>3</sup>,  
吉野 正人<sup>1</sup>, 長崎 正雅<sup>1</sup>, 山田 智明<sup>1,4</sup>

Nagoya Univ.<sup>1</sup>, Okayama Univ.<sup>2</sup>, AIST<sup>3</sup>, Tokyo Tech. MDX<sup>4</sup>, ◯(M1)Kohei Takahashi<sup>1</sup>, Shinya Kondo<sup>2</sup>,  
Shunya Murai<sup>3</sup>, Rai Kou<sup>3</sup>, Masahito Yoshino<sup>1</sup>, Takanori Nagasaki<sup>1</sup>, Tomoaki Yamada<sup>1,4</sup>

E-mail: t-yamada@energy.nagoya-u.ac.jp

#### 1. 諸言

2016年にPbTiO<sub>3</sub>(PTO)<sub>n</sub>/SrTiO<sub>3</sub>(STO)<sub>n</sub>人工超格子において、各層のユニットセル数を10 < n < 18の範囲に制御したとき、PTO層に渦分極構造が形成されることが報告された。<sup>[1]</sup>この渦分極はPTOの格子歪みによる弾性エネルギーと、界面の静電エネルギー、分極を回転させるための勾配エネルギーの絶妙なバランスによって成り立っている。そこで我々は、この人工超格子を基板から剥離して自立膜にすると、上記のエネルギーのバランスが変化し、渦分極の特性が変化する可能性があると考えた。

#### 2. 実験方法

パルスレーザー堆積法を用いて DyScO<sub>3</sub>(001)<sub>pc</sub> 基板上に電極として SrRuO<sub>3</sub>(SRO)を 30 nm 成膜し、その上に全体膜厚が 100nm, 各 PTO 層と STO 層のユニットセル数が 14 となるように人工超格子薄膜を成膜した。また、基板と SRO の間に水溶性犠牲層 Sr<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (SAO)を 30 nm 成膜したものを別途に作製した。水溶性犠牲層を導入した試料は純水に数日間浸水させることによって超格子をガラス板上に剥離・転写した。構造評価には反射高速電子線回折および X 線回折を用いた。

#### 3. 結果及び考察

図 1 に SRO/DyScO<sub>3</sub>(001)<sub>pc</sub> 上に作製した人工超格子薄膜の XRD 2θ/ω パターンを示す。図から分かるように、水溶性犠牲層を導入しない場合は、分極が水平方向に向いた a<sub>1</sub>/a<sub>2</sub> ドメインと、渦分極ドメインのそれぞれによる 2 種類の超格子ピークが観察された。しかし、水溶性犠牲層を導入すると渦分極に起因するピークは観測されず、これは犠牲層を導入したことにより超格子にかかる歪みが増加し、渦分極の形成に必要なエネルギーバランスが変化したことが原因と考えられる。そのため、水溶性犠牲層を溶解することで人工超格子の自立膜の作製に成功 (図 2(a)) したが、渦分極を有した超格子の自立膜を作製するために、水溶性犠牲層を用いずに SRO をエッチング液で溶解することを試みた。図 2(b)に示すように、剥離後の膜は小片に割れているが、約 100μm×400μm の面積を持つ自立膜を作製することができた。

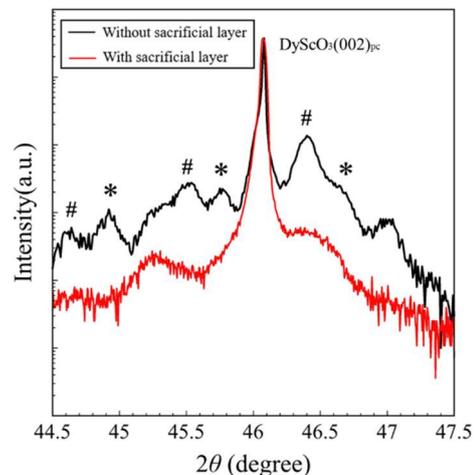


Fig.1. XRD 2θ/ω patterns for PTO/STO superlattice thin films on SRO/DSO(001)<sub>pc</sub> with/without SAO sacrificial layer. \* and # indicate the peaks owing to a<sub>1</sub>/a<sub>2</sub> and vortex domains.

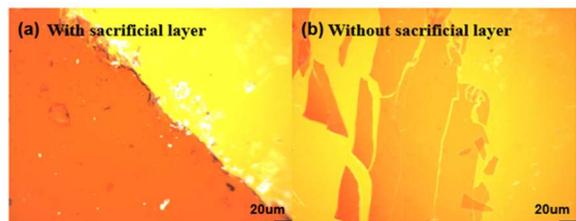


Fig.2. Optical images for the exfoliated PTO/STO superlattice thin films from SRO/DSO(001)<sub>pc</sub> with/without SAO sacrificial layer.

#### 参考文献

[1] A.K. Yadav *et al.*, Nature **530**, 198 (2016).