

SrTiO₃/TiO₂ エピタキシャルバッファ層の導入が MgO 基板上(Ba, Sr)TiO₃ 薄膜の電気・光学特性に与える影響Influence of SrTiO₃/TiO₂ epitaxial buffer layer on electrical and optical properties in (Ba, Sr)TiO₃ thin films on MgO substrates名大工¹ ○(DC) 近藤 真矢¹, 山田 智明¹, 吉野 正人¹, 長崎 正雅¹Nagoya Univ.¹, ○Shinya Kondo¹, Tomoaki Yamada¹, Masahito Yoshino¹, and Takanori Nagasaki¹

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

【緒言】

MgO は安価で、屈折率が小さく ($n = 1.71 @ \lambda = 1595.2 \text{ nm}$) [1]、誘電率と誘電損失も小さいことから、強誘電体薄膜を用いた光変調デバイスや高周波チューナブルデバイスに適した基板として期待されてきた。しかし、(Pb, Zr)TiO₃ や (Ba, Sr)TiO₃ (BST) などの代表的なペロブスカイト型強誘電体に対して格子ミスマッチが大きく、結晶構造も異なることから、平滑で高い結晶性の薄膜を作製することは一般に困難である。本研究では、1 ML の TiO₂ と 10 nm の SrTiO₃ (STO) からなる STO/TiO₂ エピタキシャルバッファ層を導入することで、SrRuO₃ (SRO) 下部電極及び BST 強誘電体層の成長モードを変化させ、薄膜表面の平滑性と結晶性を大幅に向上させることに成功した。この STO/TiO₂ バッファ層導入による結晶性の違いが、BST 薄膜の電気・光学特性に及ぼす影響を評価した。

【実験方法】

パルスレーザー堆積法を用いて、MgO(001)単結晶基板上に 1 ML-TiO₂ を基板温度 600 °C、酸素分圧 0.5 mTorr で堆積し、さらに基板温度を 750 °C にして STO を 10 nm 堆積した。次に、基板温度を 700 °C にして、下部電極である SRO を 200 mTorr O₂ で 50 nm、最後に BST を 10 mTorr O₂ で 270 nm 堆積した。比較として、同条件でバッファ層を導入せずに BST/SRO/MgO 構造を作製した。上部電極としては直径 100 μm 、厚さ 50 nm の白金層を電子ビーム蒸着法で作製した。薄膜の結晶構造や配向性の評価は X 線回折 (XRD)、表面状態の評価には、原子間力顕微鏡 (AFM) と反射高速電子線回折 (RHEED)、電気特性の評価には LCR メーターと強誘電体テストを用いた。また、電気光学 (EO) 特性の評価には温度制御可能な電界変調型のエリプソメーターを使用した。

【実験結果 [2]】

Fig. 1 に STO/TiO₂ バッファ層(1)無しと(2)有りの SRO 及び BST 薄膜の RHEED 像を示す。(1)では SRO、BST とともにぼやけたスポット状のパターンが観測された。一方、(2)の方は明瞭なストリーク状のパターンが観測された。XRD や AFM の測定結果と合わせて、(1)では低い結晶性で 3 次元的に成長したが、(2)では高い結晶性を有して 2 次元的に成長し、平滑な平面が形成されることが分かった。Fig. 2 に両薄膜の誘電特性の温度依存性を示す。バッファ層を用いることで、BST の結晶性が向上し、誘電率が向上することが明らかになった。さらにエピタキシャル歪みによって、相転移温度が高温側にシフトした。当日は EO 特性についても報告する予定である。

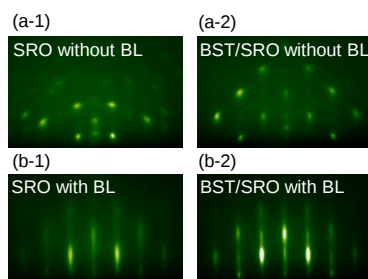


Fig. 1. RHEED patterns of SRO layers (1) and BST films (2) deposited on MgO : (a) without and (b) with a STO/TiO₂ buffer layer (BL).

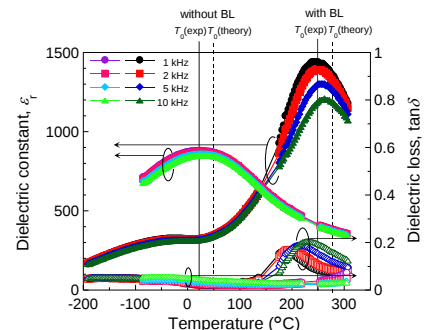


Fig. 2. Temperature dependences of ϵ_r and $\tan\delta$ for the BST films with and without a BL.

【参考文献】

- [1] R. E. Stephens and I. H. Malitson, J. Res. Natl. Bur. Stand. **49**, 249 (1952).
- [2] S. Kondo *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 0902B1 (2018).