

Ca(Mn, Nb)O₃ 下部電極を利用した BaTiO₃ エピタキシャル薄膜の誘電特性評価

Investigation of dielectric properties in BaTiO₃ epitaxial film grown on Ca(Mn, Nb)O₃ electrode.

東工大 °安原颯, 保科拓也, 鶴見敬章

Tokyo Tech °Sou Yasuhara, Takuya Hoshina, Takaaki Tsurumi, email: yasuhara.s.aa@m.titech.ac.jp

【緒言】単結晶基板上に成長したエピタキシャル薄膜は基板からの拘束を受けてバルクと異なる特性を示す。使用する基板種を変えることで基板応力を変化させることが可能であり、室温にて常誘電体である SrTiO₃ に圧縮応力を印加した際の強誘電性の予測や BaTiO₃ エピタキシャル薄膜でのセルフポラリゼーション等が報告されている [1,2]。しかし、電気特性評価を行うには適切な下部電極選定が必須であるが、格子整合が良い電極材料は SrRuO₃ ($a_{pc} = 3.93 \text{ \AA}$), (La,Sr)MnO₃ ($a = 3.88 \text{ \AA}$) が代表的であり、基板選択の自由度があまり高くはない。LaAlO₃ ($a = 3.79 \text{ \AA}$) のような格子定数の小さい基板を用いた際にも使用可能な新規下部電極の探索が必須である。本研究では LaAlO₃ に格子整合する下部電極として CaMnO₃ ($a_{pc} = 3.74 \text{ \AA}$) に着目した。本研究ではキャリアドーピングのために Nb を 5% 添加した Ca(Mn,Nb)O₃ (CMNO) を用い、BaTiO₃ エピタキシャル薄膜における面内圧縮応力の効果について調査した。

【実験方法】薄膜の作製にはパルスレーザー堆積法を利用した。単結晶基板には (100)SrTiO₃ ($a = 3.905 \text{ \AA}$) と (100)LaAlO₃ ($a = 3.790 \text{ \AA}$) を選択し、まず CMNO を酸素分圧 50 mTorr、基板温度 600℃ の条件下で堆積させた。その後、BaTiO₃ を酸素分圧 20 mTorr、基板温度 600℃ の条件にて 1 時間堆積させ、BaTiO₃/CMNO 薄膜を作製した。比較のため、下部電極として SrRuO₃ を用いた BaTiO₃/SrRuO₃/(100)SrTiO₃ 薄膜も作製した。薄膜の結晶構造評価には Smartlab (Rigaku) を用い、基板面直方向および面内方向の評価を行なった。電気特性評価のために、上部電極として $\phi 150 \mu\text{m}$ の Pt 電極をスパッタリング法により作製した。

【結果と考察】作製した BaTiO₃/CMNO/(100)SrTiO₃ 薄膜の面直方向の XRD 測定結果を Figure 1 に示す。基板面直方向には pseudo-cubic の CMNO 00l および BaTiO₃ 00l 由来のピークのみが観察され、異相は確認されなかった。また、面内方向の ϕ スキャン測定により、BaTiO₃ および CMNO は面内方向に基板と同様の 4 回対称性も確認している。Figure 2(a, b) に BaTiO₃/SRO/(100)SrTiO₃ および BaTiO₃/CMNO/(100)SrTiO₃ の 100 Hz~100 kHz での被誘電率と誘電損失を示す。CMNO を下部電極として用いた場合には 10 kHz 以上になると誘電損失が増加し被誘電率が減少する挙動が観察されたが、10 kHz 以下の領域では SrRuO₃ を下部電極として用いる場合とほとんど同様の挙動を示し、CMNO が下部電極として機能できることを示している。BaTiO₃/CMNO/(100)LaAlO₃ については当日議論する。

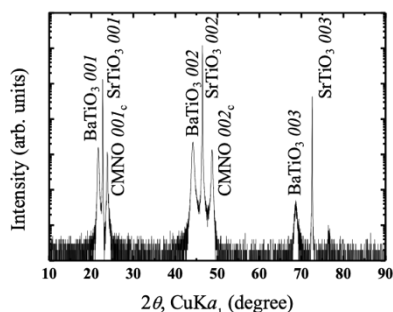


Fig.1 Out-of-plane XRD results of BaTiO₃/CMNO/(100)SrTiO₃.

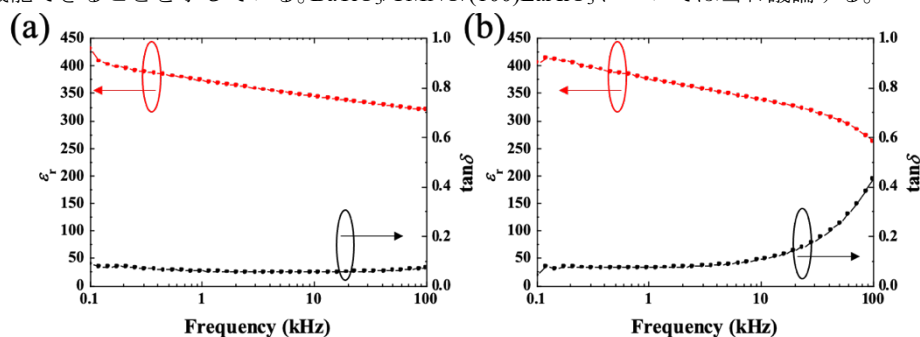


Fig.2 Frequency dependence of dielectric constant (ϵ_r) and loss ($\tan\delta$) in BaTiO₃/SrRuO₃/(100)SrTiO₃ (a) and BaTiO₃/CMNO/(100)SrTiO₃ (b).

- 参考文献 [1] N. A. Pertsev *et al.*, *Phys. Rev. B*, 2000, **61**, 825–829. [2] J. Chen *et al.*, *J. Appl. Phys.* 2013, **113**, 204105. [3] G. Xu *et al.*, *Solid State Ion.* 2004, **171**, 147–151.