

BaTiO₃ 薄膜の強誘電特性への Ga 及び Al 置換効果

(北大工学部¹、北大院情報²、北大電子研³、JST-さきがけ⁴)

○丸野内 洸^{1*}、龔 李治坤²、太田 裕道³、片山 司^{3,4}

*E-mail: komarunouchi@eis.hokudai.ac.jp

【研究背景】強誘電体として知られる BaTiO₃ (BTO)は、現在の電子機器に必要な不可欠な材料の一つである。BTO の強誘電特性は格子定数に大きく影響を受けることが知られている[1]。本研究では、BTO の Ti⁴⁺サイトに 3 価カチオン(Ga³⁺、Al³⁺)を置換することで、BTO の格子定数を変化させ、強誘電特性の変化を調べた。

【実験】パルスレーザー堆積法により、(001) Nb:SrTiO₃ (STO)単結晶基板上に、下部電極として SrRuO₃ 薄膜をエピタキシャル成長させた後、BaTi_{1-x}Ga_xO_{3-δ} または BaTi_{1-x}Al_xO_{3-δ} ($x = 0.1, 0.2$)をエピタキシャル成長させた。BTO 結晶の格子定数を X 線回折によって計測した。強誘電特性は強誘電体テスターを用いて計測した。

【結果と考察】BaTi_{1-x}Al_xO_{3-δ} ($x = 0.1$)薄膜の逆格子マップ(図 a)には、基板と面内格子定数が等しい回折点(ロック層)と、基板とは異なる回折点(リラックス層)が見られる。バルク BTO ($a = 0.3992$ nm、 $c = 0.4036$ nm [1])に比べて、ロック層($a = 0.392$ nm、 $c = 0.4185$ nm)は a 軸が短く c 軸が長い。一方、リラックス層($a = 0.402$ nm、 $c = 0.4026$ nm)は c/a 比が 1 に近く、立方晶に近い。図 b に BaTi_{1-x}Al_xO_{3-δ} ($x = 0.1$)薄膜の分極(P)の電場(E)依存性を示す。 P - E ヒステリシスが観測され、強誘電特性を示すことが分かった。残留分極値は $5 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 程度で、バルク BTO ($25 \mu\text{C}/\text{cm}^2$)の 1/5 程度であった。リラックス層の c/a 比が 1 に近いためであろう。また最大印加電場 $400 \text{ kV}/\text{cm}$ 以下では P - E 曲線が正電場方向にシフトした。ロック層が基板側、リラックス層が表面側に存在し、フレキシコ効果が現れたためと推測される。

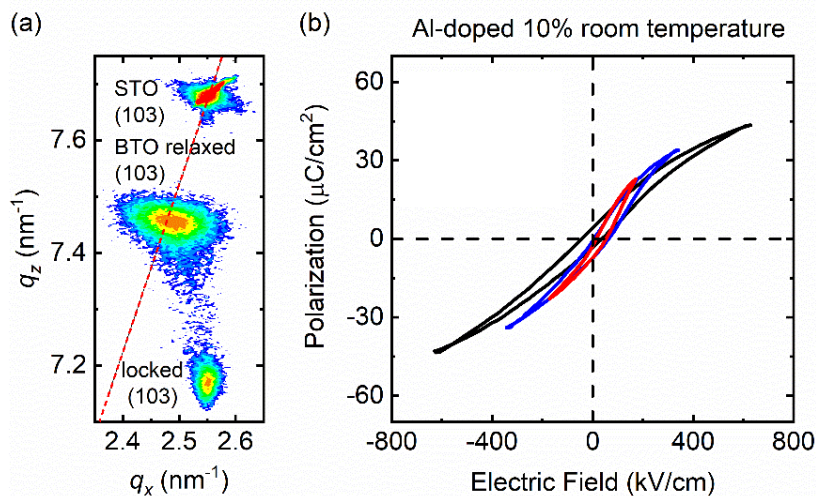


図 (a) BaTi_{1-x}Al_xO_{3-δ} ($x = 0.1$)薄膜の X 線逆格子マップと (b) P - E カーブ。

[1] K. J. Choi *et al.*, *Science* **306**, 1005 (2004).