

Si 基板上の La 置換チタン酸ビスマス薄膜の構造及び結晶配向性と電気的特性

Correlations between structures and electrical characteristics of La-substituted bismuth titanate thin films on Si substrates

○香野淳、田尻恭之（福岡大理）

○Atsushi Kohno and Tajiri Takayuki (Faculty of Science, Fukuoka University)

E-mail: kohno@fukuoka-u.ac.jp

1. はじめに Bi 層状構造強誘電体 $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ は鉛を含まない強誘電性の物質の一つであり、Bi の一部を La で置換した $\text{Bi}_{4-x}\text{La}_x\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ (BLT) は分極特性、分極疲労特性に優れ、比較的低温で結晶化できる特徴がある。我々は、メモリーをはじめとする薄膜デバイス応用を目的として、Si 基板上に BLT 薄膜を形成し、薄膜化にともなう電気的物性の変化、結晶配向制御、界面層構造と物性との相関について研究を行っている。膜厚 75-30nm 程度で a-, b-軸配向した薄膜を Si 基板上に形成できるプロセスを開発し、結晶配向と静電容量-電圧特性に生じるヒステリシス特性との相関を明らかにしてきた[1]。金属-強誘電体薄膜（絶縁膜）-半導体 (MF(I)S) 型構造のキャパシタでは、Si 基板と薄膜との間に自然形成される誘電率の低い界面層が電気特性（分極反転に基づくヒステリシスなど）に大きな影響を及ぼす。そのため、界面層の構造や特性を定量的に明らかにすることが重要である。本研究では化学溶液堆積法を用いて BLT 薄膜を Si(100)基板上に直接堆積し、結晶配向の異なる BLT 薄膜を作製することを試みた。薄膜の構造、結晶配向を調べ、電気特性との相関について調べた。

2. 実験方法 BLT の原料としては、BLT 前駆体溶液（関東化学株）をベースとして、酢酸ブチル、 BiO 塗布溶液（シンメトリックス EMOD）を用い、それらの溶液の混合比を調整してスピコート溶液を作製した（BLT 前駆体：酢酸ブチル：Bi 塗布の比を BLT:BA:BiO と記す）。p-Si(100)基板を洗浄し、希フッ酸処理した後、直ちに原料の混合液をスピコートして 150°C で 30 分の乾燥を行った。その後、酸素雰囲気中、550°C で 2 時間の結晶化を行った。X 線回折 (XRD) および X 線反射率法 (XRR) により結晶構造、薄膜の膜厚、膜密度などを調べた。さらに、Au 電極を作製して、MFS(metal-ferroelectric-semiconductor)型キャパシタの電気特性を測定した。

3. 結果と考察 Fig. 1 に 550°C、2 時間の結晶化を行った薄膜の X 線反射率を示す。BLT 前駆体溶液のみで作製した試料(1)は混合溶液で作製した試料(2),(3)に比べて膜厚が比較的大きく、反射率の減衰が比較的大きいことが分かる。結晶粒の成長によるものと考えられる。また、試料(2)と(3)の BLT 膜厚はほぼ等しいことが分かる。一方、X 線回折の結果から、試料ごとに結晶配向性に顕著な違いがあることがわかった。Fig. 2 は上記の試料(1)と(2)を用いて作製した MFS 型キャパシタの静電容量-電圧 (C-V) 特性である。強誘電性を反映したヒステリシスが見られるが、ヒステリシス幅が大きく異なっている。ヒステリシス幅や比誘電率が薄膜の構造、結晶配向性、BLT/Si 界面層の厚さ等に依存していることがわかった。BLT 薄膜の結晶性、配向性と電気的特性との関係について報告する。

参考文献 [1] 香野他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 06-089, 2015.

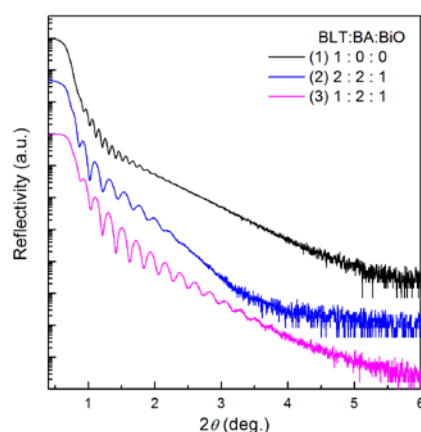


Fig. 1 X-ray reflectivity of BLT thin films on p-Si(100) substrates. The reflectivity curves are shifted vertically to look clearly.

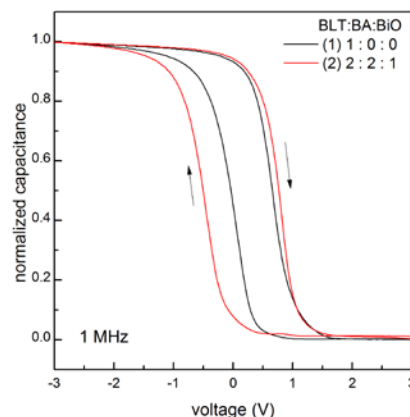


Fig. 2 Capacitance-voltage (C-V) characteristics of MFS(Au/BLT/p-Si) structures.