

RF プレーナマグネトロンスパッタ法を用いた エピタキシャル BiFeO₃ 薄膜の作製(III)

Preparation of epitaxial BiFeO₃ thin film by RF planar magnetron sputtering (III)

兵庫県大工¹, NIMS/SPRING-8² 内田 智久¹, 高田 祐介¹, 伊藤 太紀¹, 榎本 裕也¹,
貴傳名 健吾¹, 中嶋 誠二¹, 藤沢 浩訓¹, 小舟 正文¹, 坂田 修身², 勝矢 良雄², 清水 勝¹
Univ. of Hyogo¹, NIMS/SPRING-8² T. Uchida¹, Y. Takada¹, T. Ito¹, Y. Enomoto¹,
K. Kidena¹, S. Nakashima¹, H. Fujisawa¹, M. Kobune¹, O. Sakata², Y. Katsuya², and M. Shimizu¹
E-mail: eo09o013@steng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】BiFeO₃(BFO)薄膜は室温で強誘電性及び反強磁性を併せ持つマルチフェロイック材料として注目されており、非鉛強誘電体材料としても期待されているが、BFO 薄膜はリーク電流が大きいという問題点がある。そのため電気伝導に関する研究が行なわれており、近年ドメインウォールが BFO 薄膜の電気伝導に寄与することが報告されている。よってシングルドメイン BFO 薄膜で評価する必要がある。我々はこれまでに傾斜基板を用いて、シングルドメインの BFO 薄膜の作製に成功している。そこで本研究では、膜厚の異なるシングルドメイン BiFeO₃ 薄膜を作製し、BFO の膜厚に対する結晶歪み及び電気的特性を評価したので報告する。

【実験方法】膜厚 2 nm - 1 μ m の BFO 薄膜を、RF プレーナマグネトロンスパッタ法を用いて<110>方向に 4°の傾斜角を持つ SuRuO₃(50 nm)/ SrTiO₃(001)基板上に作製した。作製条件は基板温度を 610°C、スパッタ圧力 5×10^{-1} Pa、Ar:O₂ 流量 4:2 sccm、成膜速度 1.1 nm/min で成膜を行った。ターゲットは Bi₂O₃ 粉末を過剰に加え、Bi/Fe 比を 1.2 : 1 とした BiFeO₃ 粉末を用いた。得られた膜について、SPRING-8 の放射光 X 線 (BL15XU)を用いて、逆格子点の測定を行った。

【実験結果】<110>方向に 4°の傾斜角を持つ SRO/STO(001)基板上に作製した膜厚 2 nm 及び 1 μ m の BFO 薄膜の表面形状を Fig.1 に示す。それぞれの表面粗さは $R_a=1.2, 1.1$ nm となっており、膜厚を増加させても平坦な膜が得られていることが分かる。膜厚 2 nm の BFO 薄膜の面外の逆格子空間マップを Fig.2 に示す。BFO(003)逆格子点は SRO(003)逆格子点のフリッジにより隠れているが、フィッティングを行った結果、点線で囲んでいる部分にあると考えられる。この結果より X 線を<110>方向に入射させた場合、BFO(003)逆格子点の Q_x が -0.002 nm⁻¹ であるため、STO に対して BFO の c^* が<-1-10>方向に 0.17°傾いていることが分かる。逆格子点の測定結果から求めた STO に対する BFO の c^* の傾き角の膜厚依存性を Fig.3 に示す。膜厚増加に伴い、 c^* の傾きは逆方向となっている。これは<110>方向に 4°傾斜角を持つため、膜厚増加に伴い、基板のステップに対して垂直方向に格子緩和が起こっているためであると考えられる。BFO 薄膜の膜厚に対する電気的特性に関しては当日報告する予定である。

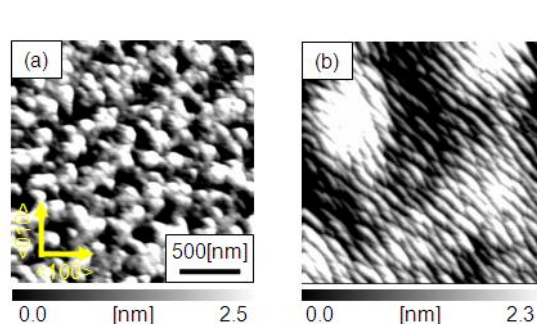


Fig.1 Surface images of (a) 2-nm-thick and (b) 1- μ m-thick BFO thin films deposited on SRO/STO(001) with <110> 4° miscut substrate.

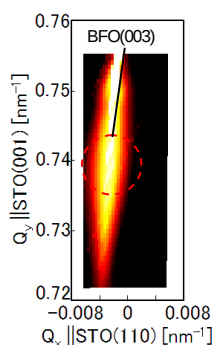


Fig.2 XRD-RSM around BFO(003) diffraction spot of 2-nm-thick BFO thin film.

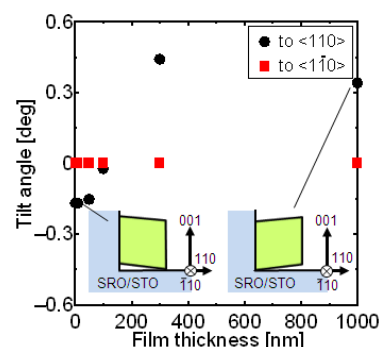


Fig.3 Film thickness dependence of tilt angle between c^* BFO and c^* STO.

【謝辞】本研究の一部は科学研究費補助金(若手研究(B): 23760290)、ひょうご科学技術協会の支援により行われました。