

単ドメインBiFeO₃ 極薄膜の結晶構造解析

X-ray diffraction study of single domain BiFeO₃ ultra thin films

^a兵庫県立大学, ^b物質・材料研究機構

中嶋誠二^a, 藤沢浩訓^a, 清水勝^a, 伊藤太紀^a, 内田智久^a,

貴傳名健吾^a, 榎本裕也^a, 勝矢良雄^b, 坂田修身^b

【目 的】

微傾斜SrTiO₃ (STO)基板から受ける応力による単結晶BiFeO₃(BFO)薄膜の結晶構造歪を系統的に明らかにすることを目的に、膜厚数原子層~1μm程度までの単結晶BFO薄膜において放射光を用いたX線逆格子空間マッピング測定を行うものである。これにより単ドメインBFO薄膜の格子緩和課程を観察する。

【成 果】

試料はSrRuO₃(50nm)/SrTiO₃(001)基板(<110>方向に4° 微傾斜) 上にRFマグネトロンスパッタ法によってエピタキシャル成長させたBiFeO₃薄膜であり、膜厚を2nm~1 μmの範囲で変化させた。これらの試料において、12.4 keVのX線を使用し、BFO(004), (224), (2-24)回折点の位置を測定した。参照点として、STO(004), (224), (2-24)も測定した。BFO(004)およびSTO(004)はX線入射方向<110>および<1-10>の2種類を測定した。

格子定数の膜厚依存性を図1(a)に示す。膜厚50 nm以下では a , b 軸長が下部電極SROの格子定数と一致する。膜はコヒーレントに成長し、それに伴い c 軸長が伸びていることがわかる。しかし、 α , β 角は膜厚によらず約89.5°であり、膜厚2 nmの極薄膜でも正方晶ではなく単斜晶であった。微傾斜基板を用いていることから、基板のステップ端から受ける面外方向の応力が影響していると考えられる。これは図1(b)に示すBFO薄膜の c^*_{BFO} とSTO基板の c^*_{STO} の角度からも確認でき、膜厚50 nm以下における傾き角はNagai modelにより説明できる。また、膜厚50 nmから100 nmにおいて急峻に格子緩和が起きていることがわかる。本成果は、第60回応用物理学会春季学術講演会で2013年3月に発表された。また、Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013). (accepted)に掲載予定である。

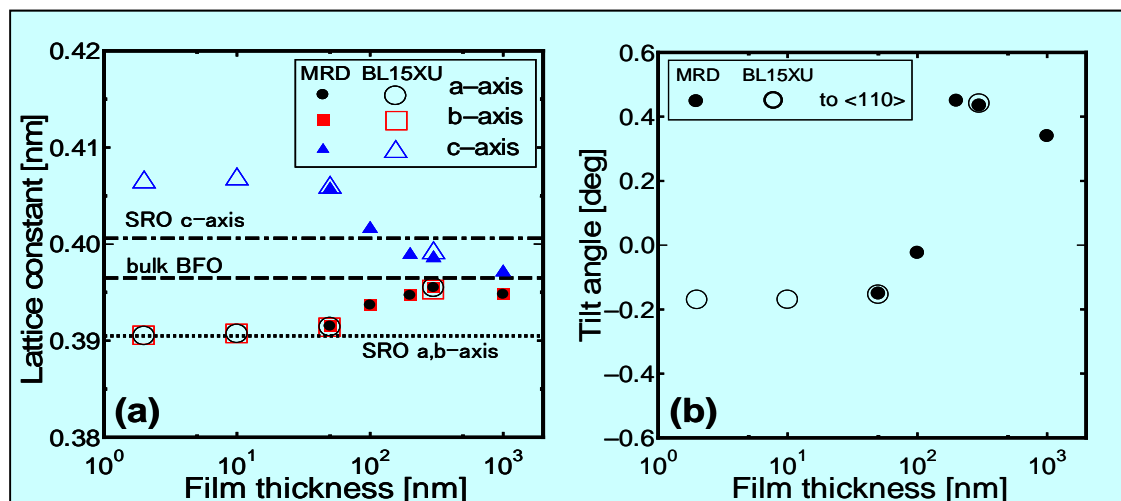


図1 (a) 単ドメインBiFeO₃薄膜の格子定数、(b) c^*_{BFO} と c^*_{STO} がなす角度の膜厚依存性