

Mn ドープ BiFeO₃ 薄膜における原子位置の安定性Atomic Position Stability in Mn-doped BiFeO₃ Thin Film兵庫県立大工¹, 広島市大工², 名工大工³ ○中嶋 誠二¹, (M2) 淵脇 八雲¹, 八方 直久²,木村 耕治³, 林 好一³, 藤沢 浩訓¹Univ. of Hyogo¹, Hiroshima City Univ.², Nagoya Inst. Tech.³ ○Seiji Nakashima¹, Yakumo Fuchiwaki¹,Naohisa Happo², Koji Kimura³, Kouichi Hayashi³, and Hironori Fujisawa¹

E-mail: nakashima@eng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】

近年、強誘電体の自発分極による自身の導電性変調や、構造異方性に起因するバルク光起電力効果等、強誘電体の半導体特性が注目されている^{1),2)}。中でも BiFeO₃(BFO)は導電性が高いことで知られており、強誘電性半導体とし極めて有力な材料である。また、これまで Mn をはじめ多種の元素ドーピングが試みられてきた。しかしながら、これらの元素ドーピングが原子構造や電子構造へ与える影響は明らかでない。我々は多くの電気的特性変調の報告例がある Mn ドープ BFO 薄膜に着目し、その局所原子構造を、放射光を用いた蛍光 X 線ホログラフィ(XFH: X-ray Fluorescence Holography)により評価してきた³⁾。その結果、Mn 原子近傍の Bi 原子は、Fe 原子近傍の Bi 原子よりも安定性が高く、Bi 欠損が Fe 原子近傍に多く存在する可能性を見出した。そこで本研究では、Bi 原子近傍の局所原子構造と、Fe および Mn 原子近傍の局所原子構造を比較することで、Fe および Mn 原子の安定性評価を試みた。

【実験方法】

膜厚 500 nm の Mn 1 at% ドープ BFO 薄膜を(001)面が<110>方向に 4° 微傾斜した微傾斜 SrTiO₃(STO)(001)基板上に RF マグネトロンスパッタ法により作製した。XRF 測定は SPring-8 BL39XU ビームラインにて実施した。Fe, Mn, および Bi 原子からの蛍光 X 線を励起し、かつ基板の構成元素である Sr からの蛍光 X の線発生を防ぐため、13.5, 14.0, 14.5, 14.75, 15.0, 15.5 keV の 6 種類の入射 X 線を用いたインバースモードにおいて、Fe K β 、Mn K α および Bi L α 線のホログラムパターンを記録した。得られたホログラムパターンから Barton 法により、実空間の原子像を再構成した。

【結果および考察】

Fig. 1(a)および(b)に Bi および Fe K β および Bi L α 線のホログラムパターンより再生した原子像を示す。いずれの図も赤丸で示した位置が Bi 原子位置である。この結果からいずれの図も Bi 原子が再生されていることがわかる。また、Bi 原子周りの原子像の方が遠い原子まで再生されていることが分かる。この結果から、Bi 原子の周期性に比べて、Fe 原子の周期性が乱れていることがわかる。

参考文献

1) T. Choi, et al., Science **324**, 63 (2009).2) A. Tsurumaki, et al., Adv. Funct. Mater. **22**, 1040 (2012).3) S. Nakashima et. al., Jpn. J. Appl. Phys., **59**, 010602 (2020).

謝辞: 本研究の一部は科研費 No. JP19K04495 の支援で行われました。また XFH 測定は SPring-8 課題番号 2019A1296 により行われました。

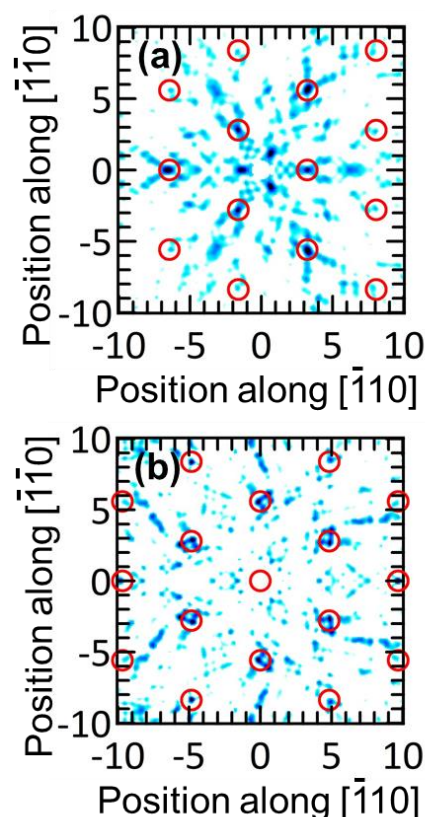


Fig. 1 Reconstructed atomic structure around (a) Fe and (b) Bi in Mn-doped BiFeO₃ thin film.