

電子線回折による BiFeO₃ エピタキシャル膜の構造解析Structural analyses of BiFeO₃ epitaxial films by electron diffraction東北大工¹, NY 州立大学² ○佐藤 聖也, 永沼 博¹, Bae In-Tae², 一ノ瀬 智浩¹,大兼 幹彦¹, 安藤 康夫¹Tohoku Univ.¹, State Univ. of NY² ○S. Sato, H. Naganuma¹, Bae I.-T.², T. Ichinose¹,M. Oogane¹, Y. Ando¹

E-mail: naganuma@mlab.apph.tohoku.ac.jp

1. はじめに

BiFeO₃(BFO)をもちいたトンネル接合は BFO の自発分極の反転に伴い電気抵抗が $\sim 10^4$ の変化をすることが報告されており、抵抗変化メモリおよび磁気センサーとして期待されている。BFO をトンネル障壁層にもちいるためにはエピタキシャル成長させて平坦性を担保する必要があるが、BFO エピタキシャル膜は基板の種類、成膜条件により結晶の対称性を容易に変化させる性質を有している。本講演では、スパッタ法により BFO エピタキシャル膜の作製条件を最適化すると共に、その結晶の対称性について XRSM および電子線回折により詳細に検討した結果について報告する。

2. 実験方法

BFO($t = 30$ nm)を SrTiO₃ (STO) (001)基板上に Ar と O₂ の混合ガスを用いた反応性スパッタ法により作製した。投入電力(P : 40 - 100 W, 2 inch ϕ)、Ar に対する O₂ ガス流量比(F_{O_2} : 0 - 20%)、基板温度(T_s : 410 - 620°C)を製膜条件とした。膜構造を AFM、XRD、断面 TEM により評価した。

3. 実験結果

$F_{O_2} = 0\%$ のとき T_s および P を変化させても BFO の XRD ピークは観測されなかったが、 F_{O_2} を加えると BFO の回折ピークが観測された。 $F_{O_2} \geq 8\%$ のとき、 $P \geq 40$ W、 $T_s \geq 480$ °C の条件で BFO は STO 上にエピタキシャル成長した。エピタキシャル成長した BFO 膜を AFM により表面形態を評価したところ、 $P = 100$ W、 $F_{O_2} = 8\%$ 、 $T_s = 550$ °C のとき、膜厚が 30 nm においても平均面粗さ(R_a)が 0.4 nm 以下となり、トンネル障壁層に用いるために必要な平坦性を得ることができた。試料の構造を XRSM により評価したところ、BFO の回折スポットが分離している様子が観測されたが、結晶の対称性を判別するには不明瞭であった。そこで、結晶の対称性を調べるために TEM による電子線回折を[010]_{STO} と[011]_{STO} の 2 方位から評価した。一般に行われている[010]_{STO} から得られた電子線回折パターンでは BFO の菱面体構造、単斜晶構造のいずれかの区別が困難であった。しかし、[110]_{STO} から得られた回折パターンは菱面体晶系に特有であり、構造因子計算による[211] の回折パターンと一致することが分かった。以上のことから、菱面体晶と単斜晶の判別の難しい BFO 試料において、[011]_{STO} からの電子線回折パターンは構造解析に有効であることが示唆された。

[謝辞] 本研究の一部は科研費(No. 25600067, 2422600), JST (ASPIMATT)により行われた。