

BiFeO₃薄膜のMOCVD成長における成膜圧力の影響Influence of growth pressure on thin film growth of BiFeO₃ by MOCVD

兵庫県立大・工 °吉村 奈緒, 田中 拓人, 藤沢 浩訓, 中嶋 誠二, 清水 勝

Univ. of Hyogo, °Nao Yoshimura, Takuto Tanaka, Hironori Fujisawa, Seiji Nakashima, and Masaru Shimizu

E-mail: ei17d026@steng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】BiFeO₃ (BFO)薄膜は強誘電性や圧電性, 磁性, 半導体性などの様々な性質を併せ持ち, 新規機能を有する電子デバイスへの応用が検討されている. しかし, PZT 系薄膜に比べ組成ずれや酸素欠損などにより高い絶縁性を得ることが難しいことが知られている. 我々は高酸素分圧下での成長が可能なMOCVD 法に着目し^{1,2)}, スパッタ膜より絶縁性が向上する事, 既往の報告では見られなかったプロセスウィンドウが存在することなどを報告してきた. 今回, 成膜圧力を変化させることで, 酸素分圧が薄膜成長や電気的特性に及ぼす影響を調べたので報告する.

【実験方法】Bi 及びFe 原料としてBi(C₆H₅)₃ 及びFe(thd)₃ を, 酸化剤としてO₂を用いた. Fe 原料は150°C, Bi原料は140~170°Cで気化させ, キャリアガス(Ar)により反応室に輸送した. SrRuO₃/SrTiO₃(100)基板に成長温度620~640°C, 反応圧力266~1330Pa で膜厚150 nm のBFO 薄膜をエピタキシャル成長させた. 原料供給量は原料の気化温度, キャリアガス流量によって制御した. BFO薄膜は, SEM, AFM, XRD による構造/結晶性評価, SEM-EDX による組成分析, Pt上部電極を用いたキャパシタ構造での電気的特性の評価を行った.

【実験結果】異なる成膜圧力での原料ガス組成[Bi]/([Bi]+[Fe])と薄膜組成 Bi/(Bi+Fe)の関係を Fig.1 に示す. 成膜圧力 266Pa では, 原料ガス組成が 81.6%, 666Pa では 52.2%以上, 1330Pa では 48.3%以上で, ほぼ正規組成の薄膜が得られ, 成膜圧力によらずプロセスウィンドウが存在した. また, プロセスウィンドウは, 成膜圧力が高いほど Bi 原料供給量が少ない方にずれており, 薄膜中に取り込まれる Bi が増加していることが分かる. したがって, BFO 薄膜の MOCVD 成長においても, 過剰 Bi の十分な再蒸発が可能な高い成長温度では, 成膜圧力を高くすることで Pb(Zr,Ti)O₃ 薄膜と同様に広いプロセスウィンドウを実現できると考えられる. 成膜圧力によらず, プロセスウィンドウ内では RMS 表面粗さ 5nm 以下であり, ステップ/テラス構造が観察され, 大きな表面形状の変化は見られなかった. ただし, Bi 供給量が多い条件下では, EDX ではほぼ正規組成であっても, 表面に Bi₂O₃ ナノ結晶が析出しており, 実際のプロセスウィンドウは Fig.1 に示すよりも狭くなっていると考えられる. 当日は成膜圧力が電気的特性に及ぼす影響についても報告する.

【謝辞】本研究の一部は科研費 25630130, 16H04354 の支援のもとに行われた.

【参考文献】1) S. Y. Yang et al., APL 87 (2005)102903.
2) R. Ueno et al., JJAP 44 (2005) L1231.

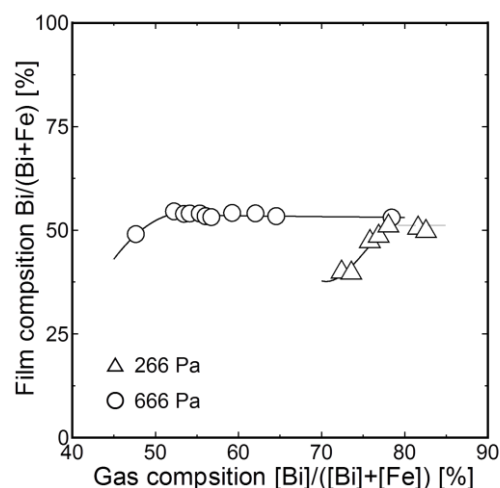


Fig.1 Film composition Bi/(Bi+Fe) determined by SEM-EDXS as a function of the source precursor supply ratio, [Bi]/([Bi]+[Fe]).