

スパッタ法による Si 基板上への BiFeO₃ 薄膜のエピタキシャル成長

Epitaxial growth of BiFeO₃ films on Si substrates by sputtering method

阪府院工 ○岡本 直樹, 和泉 享兵, 吉村 武, 藤村 紀文

Graduate School of Eng., Osaka Pref. Univ. ○N. Okamoto, K. Izumi, T. Yoshimura, N. Fujimura

E-mail: tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】圧電式の振動発電素子は IoT で用いる自立型のセンサノード等における小型電力源として期待されている。我々は圧電体として低い誘電率、巨大自発分極を有する BiFeO₃ に注目し、高出力な圧電 MEMS 振動発電素子の開発に取り組んでいる¹⁾。これまでに、素子の機械的特性の線形性や BiFeO₃ 薄膜の圧電特性の向上により 910 $\mu\text{W}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{G}^{-2}$ の発電特性が得られたことを報告している¹⁾。また、(100)SrTiO₃ 基板を用いて (100)エピタキシャル薄膜を作製し、BiFeO₃ 薄膜の圧電応答における内因的および外因的寄与についても調べている²⁾。約 13GPa という比較的高い性能指数が得られる膜においては、菱面体歪の減少やドメイン壁密度の増加が e_{31f} 圧電定数の向上に寄与していることを明らかにしている。本研究では、エピタキシャル膜で得られた知見を MEMS 素子に応用するために、(100)Si 基板上への BiFeO₃ 薄膜のエピタキシャル成長に取り組んだ。

【実験方法と結果】製膜には RF マグネトロンスパッタリング法を用いた。基板には Si(100)を用い、下部電極として(100)TiN エピタキシャル薄膜を作製した。その上に 600℃の基板温度で膜厚約 600nm の BiFeO₃ 薄膜を作製した。Fig.1.(a)に得られた試料の X 線 2 θ - ω スキャン測定の結果を示す。(00l)からの強い回折が表れており、BiFeO₃ 薄膜が(001)配向成長していることがわかる。面外方向の格子定数は 3.93Å であった。SrTiO₃ 上のエピタキシャル薄膜の格子定数(4.00Å)と比べると減少しているが、LaNiO₃/Si 上の(100)配向膜とはほぼ同じであり、Si の低い熱膨張係数により膜に引張応力が加わっていると考えられる。Fig.1.(b)に Φ スキャンの結果を示す。面内に 45° 回転したグレインが存在しているものの(100)BiFeO₃ が(100)Si 上に cube-on-cube の関係でエピタキシャル成長していることがわかる。講演では薄膜の成長条件の最適化に加えて、熱応力が誘電特性や圧電特性に及ぼす影響についても議論する。

【謝辞】本研究は JST CREST(JPMJCR16Q4)の支援を受けて行われた。

【参考文献】

- 1) 荒牧他、第 79 回秋季応用物理学会 19a-133-11
- 2) N. Okamoto, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 11UF07 (2018).

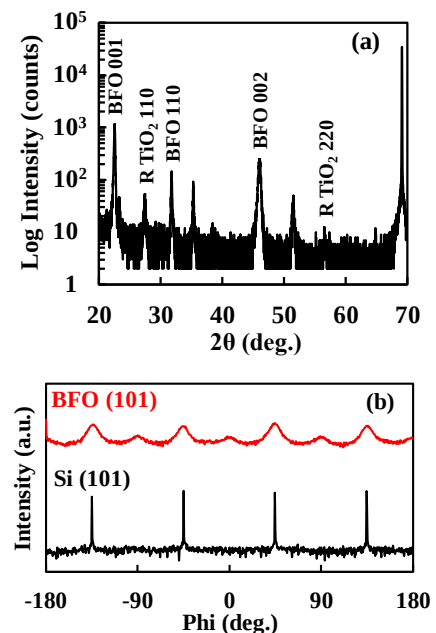


Fig.1 XRD 2 θ - ω scan (a) and phi scan (b) of BiFeO₃/TiN/Si.