

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 II

Epitaxial growth of BiFeO₃ films on Si substrates by sputtering method II

阪府大工 ○岡本 直樹, 吉村 武, 藤村 紀文

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

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

【はじめに】近年、IoT における自立型センサーノード等の電力供給源として圧電式の振動発電素子が注目されている。我々は圧電体材料として、巨大な自発分極と低い比誘電率を有する BiFeO₃ に着目し、高効率な圧電 MEMS 振動発電素子の開発に取り組んでいる。これまで性能指数の向上を目的とし、(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調べてきた。その結果、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¹⁾。MEMS 素子の作製においては Si 基板上に(100)配向 BiFeO₃ 薄膜を成長させていたが、配向膜の比誘電率はエピタキシャル膜の 2 倍程度あり、低比誘電率という BiFeO₃ 薄膜の特徴を活かしきれていない。そこで本研究では Si 基板上に、BiFeO₃ エピタキシャル膜を作製することで性能指数の向上を目指した。

【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。基板にはエピタキシャル(100)Pt/ZrO₂/Si を用い、シード層として LaNiO₃ を 500℃で製膜した。その上に製膜温度 600℃で膜厚約 400nm の BiFeO₃ 薄膜を作製した。X 線 2θ-ω スキャン測定および Φ スキャンの結果から、(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確認できた。面外方向の格子定数は 3.94Å 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 に得られた試料の X 線逆格子空間マッピング測定の結果を示す。非対称面のピークが斜めに分離していることから菱面体晶構造を有し、基板に拘束されていると考えられる。講演では作製した試料の電気特性や圧電特性について、Si 基板上の配向膜や SrTiO₃ 基板上のエピタキシャル膜とも比較しながら包括的に議論する。

【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) N. Okamoto, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 11UF07 (2018).

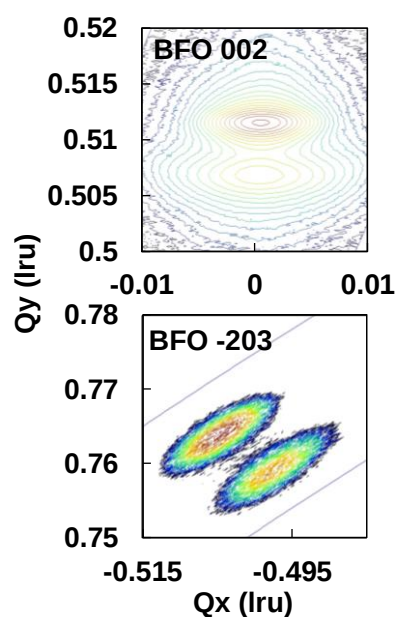


Fig.1 Reciprocal space mapping of 002 and -203 diffractions of BiFeO₃ film.