

化学溶液法による ZnO/BiFeO₃/NiO 積層構造薄膜の作製と評価

Fabrication and Characterization of ZnO/BiFeO₃/NiO Layered Thin Films by Chemical Solution Deposition

名大未来研¹, 早大ナノ・ライフ創研² ○岩田 麻友子¹, 林 幸彦朗¹, 由比藤 勇²,
竹内 輝明², 余語 利信¹, 坂本 渉¹

IMaSS, Nagoya Univ.¹, Waseda Univ.², ○Mayuko Iwata¹, Koichiro Hayashi¹, Isamu Yuitoo²,
Teruaki Takeuchi², Toshinobu Yogo¹, Wataru Sakamoto¹
E-mail: sakamoto@imass.nagoya-u.ac.jp

【緒言】 BiFeO₃ (BFO)は強誘電体酸化物の中でも比較的狭いバンドギャップを有するため、可視光照射下での光起電力効果に注目が集まっている。本研究では BFO 薄膜を作製し、光誘起電流をはじめとした光照射下における電氣的・光学的特性の評価を行った。さらに、p 型透明半導体酸化物である Li-doped NiO (LNO)と n型透明半導体酸化物の Ga-doped ZnO (GZO)を BFO 薄膜と積層させた構造の薄膜とすることで、強誘電体の光誘起効果と各層の界面による効果を組み合わせることによる BFO 薄膜の光誘起特性の向上を目指した。

【実験と結果】 薄膜作製には化学溶液法を採用し、BFO 薄膜作製のための出発原料には Bi および Fe のアルコキシド、溶媒には 2-methoxyethanol を用い、Bi 原料を 5 mol%過剰組成とした BFO 前駆体溶液(0.2 M)を調製した。また、GZO 薄膜作製用前駆体溶液(0.3 M)は、Zn(OAc)₂・2H₂O および Ga(NO₃)₃・9H₂O を Ga のドーパ量が 2 mol%となるように 2-methoxyethanol に溶解 (安定化剤として 2-aminoethanol を添加) させることにより調製した。LNO 前駆体溶液(0.3 M)は、Ni(OAc)₂・4H₂O および LiNO₃ を Li のドーパ量が 5 mol%となるように 2-methoxyethanol に溶解 (2-aminoethanol および H₂O を添加) させることで調製した。基板には Pt/TiO_x/SiO₂/Si およびシリカガラスを用いた。各前駆体溶液を用い、BFO, BFO/LNO, GZO/BFO/LNO 構造となるようにスピコートと加熱による結晶化処理を順次行うことにより薄膜を作製した。

作製した BFO, BFO/LNO, GZO/BFO/LNO 薄膜の XRD 測定結果(Fig. 1)より、各層の結晶相に対応する回折線が確認され、また STEM 観察および EDS 分析からもすべての層の界面において反応層などが見られない積層構造の薄膜が作製できていることがわかった。これらの薄膜の光誘起電流挙動を調べるため、キセノンランプ(60 W)を用いた可視光(400-700 nm)照射 on-off 下での薄膜上部・下部電極間を短絡したときに流れるゼロバイアス条件下での電流値を測定した。今回の測定はいずれも BFO 薄膜部分が未分極処理の状態にて行い、BFO 薄膜、BFO/LNO 薄膜、GZO/BFO/LNO 薄膜の光電流値を比較した。その結果、BFO 薄膜と比較して BFO/LNO 薄膜では約 1.3 倍に光電流が増大、また BFO 薄膜に対して GZO/BFO/LNO 薄膜では約 400 倍の光電流が観察された。BFO/LNO 薄膜では p 型 LNO 層の抵抗率が約 $8 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{cm}$ と低い値であったことから、Pt 下部電極との間の正孔輸送層として機能したことが原因と考えられ、GZO/BFO/LNO 薄膜では p 型半導体としての性質を示す BFO 層内の内部バイアス電界に加え、n 型 GZO 層と BFO 層との界面で p-n 接合を形成することにより生じた内部電界が組み合わされることにより光電流が増大したと考えられる。

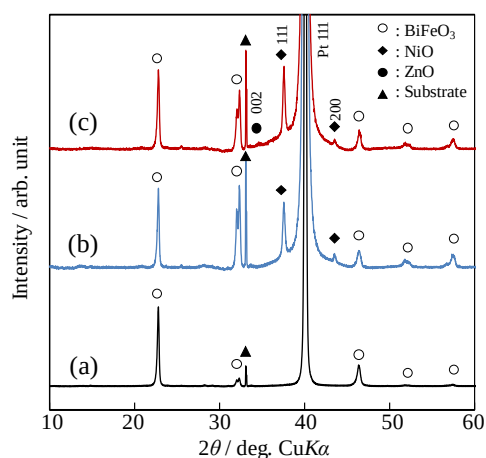


Fig.1 XRD patterns of (a) BFO, (b) BFO/LNO and (c) GZO/BFO/LNO thin films on Pt/TiO_x/SiO₂/Si