

酸化物基板上への InSb エピタキシャル薄膜の製作

Fabrication of Epitaxial InSb Thin Film on Various Perovskite Oxide Substrates

東工大フロンティア材料研¹, KISTEC², ○(M2)Koomok Lee¹, 重松 圭^{1,2}, 東 正樹^{1,2}

MSL TokyoTech.¹, KISTEC², ○(M2)Koomok Lee¹, Kei Shigematsu^{1,2}, Masaki Azuma^{1,2}

E-mail: lee.k.ag@m.titech.ac.jp

【緒言】

BiFeO₃は室温で強誘電性と反強磁性を併せ持つマルチフェロイック材料であり、スピントロニクスやメモリデバイスとしての応用が期待される[1]。我々は鉄の一部をコバルトで置換したBiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃ 薄膜において、強誘電性と傾角コリニアスピン構造による強磁性ドメインが強い相関を持つことを発見、圧電応答顕微鏡による電場印加による垂直方向の磁化の反転を、磁気力応答顕微鏡で検出することに成功した[2]。この現象を低消費電力磁気メモリとして応用するためには、磁化反転を検出できる素子構造の製作が必要である。InSb は狭いバンドギャップを持つIII-V族半導体化合物であり、室温で最も高い電子移動度(78,000 cm²/Vs)を示すことから高感度磁気センサとして活用されている[3]。本研究では、BiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃ 薄膜上への成膜を目指して、GdScO₃(110) (ミスマッチ、*a* 軸: -15.4%, *b* 軸: +0.1%) と SrTiO₃(001) (ミスマッチ、*a* 軸: -17.3%, *b* 軸: -1.6%) の酸化物基板上に成膜した InSb 薄膜の結晶性や電気的特性を評価した。

【実験方法】

KrF エキシマーレーザ(波長 248nm)を用いた PLD 法によって、GdScO₃(110)または SrTiO₃(001)単結晶基板上に InSb 薄膜をエピタキシャル成長させた。単結晶 InSb ウェハをターゲットとし、くりかえし周波数 20Hz、エネルギー密度 0.4J/cm² で成膜を行った。成膜時の基板温度は 250~300℃ の範囲を維持し、雰囲気は 10⁻⁵ Torr のバックグラウンドに設定した。特性評価として X 線回折測定 (XRD)・原子間力顕微鏡による表面観察・ホール効果測定を行った。

【結果と考察】

XRD の ω -2 θ 測定から、InSb(111)配向成長が観察された (図 1)。InSb 薄膜の *c* 軸方向の格子定数は、バルクの値と比べて、SrTiO₃(001)上で+0.19%、GdScO₃(110)上で+0.15%の伸長が見られた。InSb の表面形状は 3次元島状成長が確認された (図 2)。InSb 220 に対する ϕ スキャン (図 3) は 30°ごとにピークが出現していることから、ZnSe/SrTiO₃(001)のエピタキシャル成長[4]と類似した、異なる面内配向をもつマルチドメインであることが示唆される。0.5 T の磁場下、室温でのホール効果から、電子密度・移動度はそれぞれ $1.3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、 $1.3 \times 10^2 \text{ cm}^2/(\text{V}\cdot\text{s})$ が得られた。BiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃ 薄膜の電場印加による磁化反転検出用の磁気センサとして応用するためには、成膜条件をより最適化し、電気的特性を向上することが求められる。

【謝辞】ホール効果測定は東工大フロンティア研の笹川崇男准教授にお世話になりました。

【参考文献】

- [1] H.Hojo et al., *Adv.Mater.*, **30**, 1705665 (2018). [2] K.Shimizu et al., *Nano Lett.*, **19**, 1767 (2019).
[3] I.Shibasaki, *IEEE Trans. Sens. Micromachines*, **123**, 69 (2003). [4] B.Rache Salles et al., *Phys.Rev.B*, **79**, 155312 (2009).

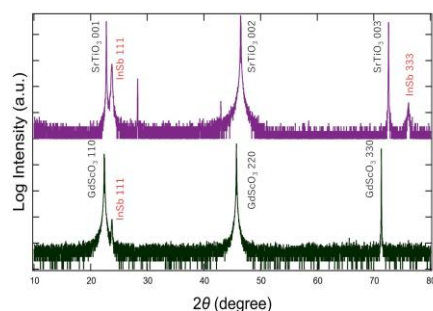


Fig. 1 ω -2 θ scan profile of InSb thin film grown on SrTiO₃(001) and GdScO₃(110)

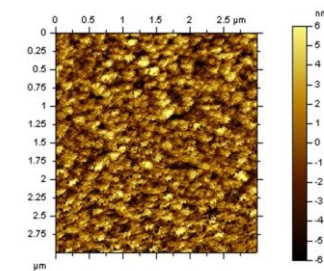


Fig. 2 AFM image of InSb film grown on SrTiO₃(001) indicating surface morphology

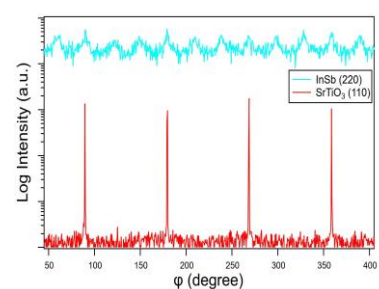


Fig. 3 ϕ -scan profile of InSb grown on SrTiO₃(001)