

課題番号 : F-16-IT-0022
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : BiSb 系トポロジカル絶縁体結晶成長とスピンホール効果評価
 Program Title (English) : Growth of BiSb topological insulator and evaluation of its spin Hall effect
 利用者名(日本語) : 植田 裕吾, フナム ハイ
 Username (English) : Yugo Ueda, Pham Nam Hai
 所属名(日本語) : 東京工業大学 工学院 電気電子系
 Affiliation (English) : Department of Electrical and Electronic Engineering, Tokyo Tech.

1. 概要(Summary)

MRAM 磁化反転の高効率化の解決策として、スピンホール効果¹⁾による磁化反転が提案されている。スピンホール効果を示す材料は重金属とトポロジカル絶縁体²⁾(TI)がある。多くの研究結果により重金属におけるスピンホール効果の大きさは限界を迎えているが、TI ではまだ研究が行われていない材料が多く存在する。本研究では BiSb 合金に注目し、BiSb 合金におけるスピンホール効果の大きさを測定するため BiSb の製膜条件出しを行い、製膜したサンプルの抵抗温度依存性から表面状態の存在と量子サイズ効果によるバンドギャップの広がりを確認した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

コンタクト光学露光装置

【実験方法】

Molecular Beam Epitaxy 法により BiSb の製膜を行った。様々な混合比の BiSb 薄膜を製膜し、抵抗の膜厚と温度の依存性をホールバーへの 4 端子法により測定した。ホールバーの作製の際にフォトリソグラフィ装置によるパターン描画を行い、ドライエッチングを行った。温度変化は 20K から 300K まで行い、サンプルの膜厚は 10nm から 100nm まで作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 では混合比を変えた BiSb サンプルの導電率測定結果を示している。80nm 以上の膜厚のサンプルでは $3.5 \times 10^5 / \Omega\text{m}$ 以上あり、これは他の TI である Bi_2Se_3 や Bi_2Te_3 (バルク導電率 $\sim 3 \times 10^4 / \Omega\text{m}$) と比べて 1 桁以上大きい。BiSb は Sb の濃度が 7%~22% において TI となる。Fig.2 の結果よりこの領域において膜厚が薄いサンプルでは金属的な変化を示すことから TI に特有の金属表面状態が存在することが確認でき、大きなスピンホール効果が期待できる。

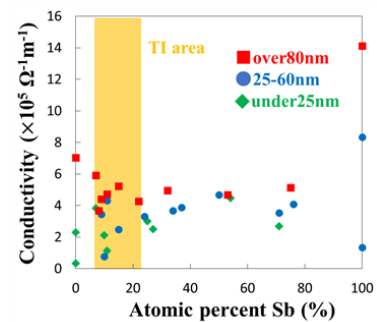


Fig.1 Conductivity of BiSb samples

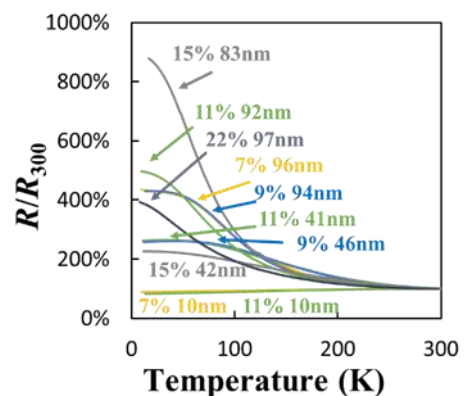


Fig.2 Temperature dependence of BiSb resistance in TI region

4. その他・特記事項(Others)

用語説明

- 1) 電流を流すと電流の垂直方向に電荷の移動を伴わずスピンのみが移動するスピン流が生じる現象
- 2) スピン軌道相互作用によりバルク状態では絶縁体であるが界面に伝導状態を持つ絶縁体

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Y.Ueda, N.H.D.Khang, K.Yao, P.N.Hai, Appl. Phys. Lett. **110**, 062401(2017)
- (2) Y. Ueda and P.N.Hai, Th - B11, 19th International Conference on Molecular Beam Epitaxy, Montpellier, France, 4-9 Sep (2016)

6. 関連特許(Patent)

なし