

課題番号 : F-17-AT-0136
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : IV-VI 族半導体中の微量分析
Program Title (English) : Microanalysis of impurities in IV-VI semiconductor
利用者名(日本語) : 伊藤寛史, 大滝裕輔, 黒田眞司
Username (English) : Hiroshi Ito, Yusuke Otaki, Shinji Kuroda
所属名(日本語) : 筑波大学大学院数理物質科学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba,
キーワード/Keyword : トポロジカル結晶絶縁体、バルク絶縁性、不純物ドーピング

1. 概要(Summary)

IV-VI 族半導体 SnTe は狭いギャップ半導体であるだけでなく、(広義の)トポロジカル絶縁体として注目されている。トポロジカル絶縁体はバルク状態では絶縁体としての性質を示すが、表面に金属的な伝導を示すバンドを有し、スピン偏極した電子が無散逸に流れるという特異な電子状態で注目を集めている。ただ、SnTe の実際の結晶では多量の Sn 欠損が生じ、高濃度の正孔によりバルク状態も縮退している。このため、表面の金属的な状態に起因する特異な伝導特性を抽出することは容易ではない。本研究ではバルク絶縁性回復の試みとして、Sn 欠損量を抑えるため Pb を添加した混晶とし、さらにドナー性不純物としてはたらく V 族元素の Sb をドーピングした薄膜を製作し、電気伝導特性等を調べた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

二次イオン質量分析装置(D-SIMS)、触針式段差計

【実験方法】

$\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}\text{Te}:\text{Sb}$ 薄膜は CdTe テンプレート上に分子線エピタキシー(MBE)法により成長した。分子線源は SnTe, Pb, Te, Sb を用い、SnTe と Pb+Te の分子線供給量比により混晶の組成を、Sb の分子線供給量によりドーピング濃度を制御した。作製した試料に対して、ホール測定によりキャリア密度を、また SIMS により Sb のドーピング濃度を求めた。SIMS 測定においては、PbTe および SnTe に Sb をイオン打ち込みしたものを標準試料として用いた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1 に Pb 組成 $x = 0.5$ の混晶で Sb の分子線を

SnTe, Pb, Te の分子線量の合計に対する比が 1.0 % となるように供給した薄膜の SIMS プロファイルを示す。Figure 1 に示す通り、 $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}\text{Te}:\text{Sb}$ 薄膜の厚さ約 550 nm に亘って ^{121}Sb の濃度はほぼ一定となっており、Sb は均一にドーピングされていることがわかる。Sb の分子線量比を 0.5 %, 1 %, 5 % と変化させた 3 つの $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}\text{Te}:\text{Sb}$ 薄膜に対して同様の測定を行い、Sb 濃度を求めた。その結果、得られた Sb 濃度の値は Sb の分子線量比から推定される濃度と誤差の範囲内で一致しており、供給された Sb 原子はすべて結晶中に取り込まれることを示唆する結果が得られた。

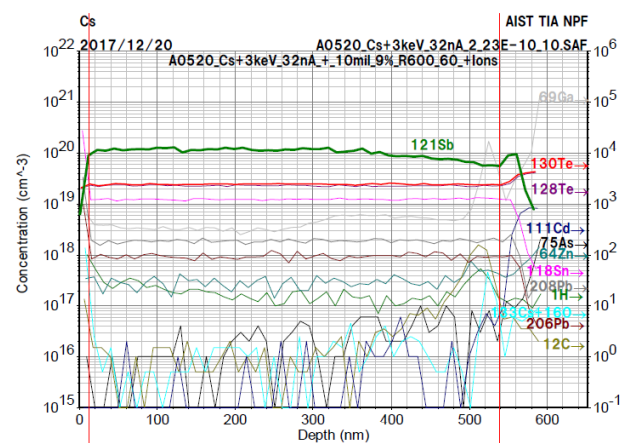


Figure 1 : SIMS profile of a $\text{Pb}_x\text{Sn}_{1-x}\text{Te}:\text{Sb}$ ($x = 0.5$) film grown by MBE.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。