

課題番号 : F-20-NU-0070
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : Biドープ Siにおけるスピホール効果の光学的観測
Program Title (English) : Optical observation of the spin-Hall effect in Bi-doped Si
利用者名(日本語) : 西嶋泰樹, 安藤裕一郎, 白石誠司
Username (English) : T. Nishijima, Y. Ando, M. Shiraishi
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科電子工学専攻
Affiliation (English) : Department of Electronics Science and Engineering, Graduate school of Engineering, Kyoto University
キーワード/Keyword : スピントロニクス, シリコン, ドーピング, イオン注入

1. 概要(Summary)

シリコンは結晶の空間反転対称性が高く、比較的軽元素であることから、スピン軌道相互作用が小さく、長距離スピン輸送に適していると考えられている。一方、スピン情報を操作するにはスピン軌道相互作用が大きい材料が適しており、シリコンは不適といえる。本研究では長距離輸送が可能なシリコンチャンネルにおいてもスピン操作を可能とするため、シリコン中に強いスピン軌道相互作用を有するビスマスをドープしたチャンネルの形成を行った。スピン軌道相互作用が強まったことにより、チャンネルのエッジに生じるスピン偏極状態を、円二色性を利用し光学的に検出することを最終目的とする。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

イオン注入装置, 急速加熱処理装置

【実験方法】

Si on insulator 基板を使用した。上部 Si 層の厚さは 100 nm であり、高抵抗 (1000 Ωcm 以上) である。リンイオンの注入条件は下記の通りである:

- ・使用ガス: PF_3 ,
- ・注入種: P^+
- ・基板サイズ 20 mm \square
- ・ドーズ量: $1.3 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ (10 keV), $1.3 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ (25 keV), $7 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ (45 keV) の多段注入

イオン注入後に急速加熱処理装置を用い、リンの活性化アニールを行った。条件は下記の通りである:

- ・熱処理前窒素パーcentage: 300 秒間
- ・500 $^{\circ}\text{C}$ 、10 秒間 \rightarrow 900 $^{\circ}\text{C}$ 、1 秒間、
- ・高純度窒素 (G3) 雰囲気中 (流量 1.5L/min)

3. 結果と考察(Results and Discussion)

TRIM (Transport of Ion in Matter) によりリンの不純物密度を計算したところ、 10^{20} cm^{-3} でチャンネル内にほぼ一様にドーピングできていることが分かった。したがってリンイオンを注入後に活性化アニールを施したシリコンチャンネルは縮退していると考えられる。さらに、この Si チャンネルにおけるスピン情報の操作を実現するために、スピン軌道相互作用の強いビスマスのイオン注入を行った。これにより縮退シリコンチャンネルにおいてスピン軌道相互作用が強まることが期待できる。追加アニールを施した後、スピン偏極状態の評価を行っていく予定である。

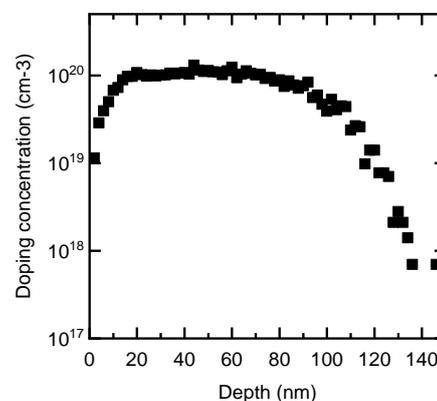


Fig. 1 TRIM calculation of P doping concentration in the Si channel

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。