

課題番号 : F-14-NU-0067
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : Si 反転層におけるスピン輸送特性の解明
 Program Title (English) : Investigation of spin transport properties in silicon inversion layer
 利用者名(日本語) : 安藤裕一郎
 Username (English) : Yuichiro Ando
 所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Department of Electronic Science and Engineering, Kyoto University

1. 概要(Summary)

MOS(Metal Oxide Semiconductor)トランジスタにスピン機能を付加するスピン MOSFET(MOS field effect transistor)の研究が盛んに行われている。申請者の研究室ではリンをドーピングしたシリコン(Si)中のスピン輸送の室温実証や、バックゲートによるスピン輸送特性の変調に成功している。しかし、実際のスピンMOSFETでのスピン輸送チャンネルとなる Si 反転層中でのスピン輸送については実証されておらず、スピン輸送特性についても未解明である。反転層中では強い電界がチャンネル面直方向に印加される為、相対論的効果により有効的な磁界がスピンの影響を与えると予想される。これらの影響の多寡を評価することはデバイス設計指針を得る上で非常に重要であると考えられる。本研究では Si 反転層中のスピン輸送を実現し、スピン輸送特性を解明することを目標としている。

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 反転層を形成する為にノンドープの Si(100) on insulator 基板を用いた。Si 層の膜厚は 100nm である。スピン輸送実験では Fig. 1 のようなデバイス構造を形成する必要があるが、スピン注入電極/Si, スピン検出電極/Si 界面は低抵抗にする必要がある。その為、電極界面近傍のみにリン(P)をイオン注入し、高キャリア濃度層を形成した。電極部分以外の領域を SiO₂ 膜で被覆し、Si チャンネル領域に P イオンが注入されるのを防いだ。イオン注入装置を用い、加速電圧 40 keV, ドーズ量 $9 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$, および加速電圧 15 keV, ドーズ量 $2.5 \times$

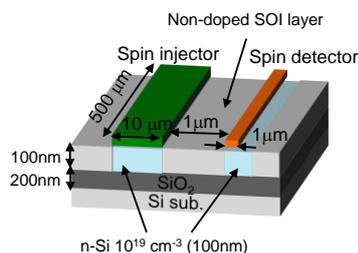


Fig. 1 A schematic of device structure for spin transport study.

10^{13} cm^{-2} の条件で P イオンを多段注入し、電極部分に膜内方向に均一ドーピングを行った。その後、急速加熱処理装置を用い、1000°C, 5 秒で活性化処理を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

イオン注入した SOI 基板のキャリア濃度を Van der Pauw 法を用いて評価した結果を Fig. 2(a)に示す。電極にはインジウム半田を用いた。室温でのキャリア濃度は $8 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, 移動度 $110 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, 抵抗率 $7 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ と見積もられた。概ね設計通りの高濃度 Si 層が形成できたと考えられる。キャリア濃度の温度依存性を評価した処、25K 近傍まではほぼ一定の温度依存性を示した。またインジウム半田/Si 界面における電流-電圧特性の温度依存性を評価したところ、比較的弱い温度依存性を示した(Fig. 2(b))。これはスピン輸送実験に於いて低温から室温までの検討を行う上で有利であり、実験に適した Si チャンネル部分が形成できたと期待される。今後、このような Si チャンネルを用いて反転層におけるスピン輸送実験に取り組んでいく予定である。

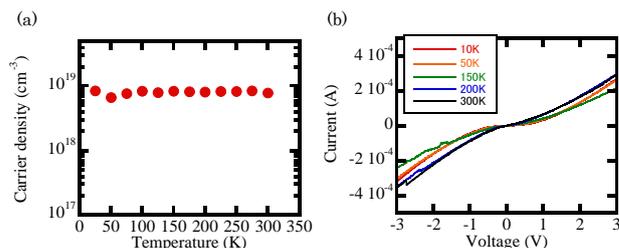


Fig. 2 Temperature dependence of (a) carrier density and (b) two terminal $I-V$ characteristics.

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。