

課題番号 : F-15-IT-0017
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : 半導体2次元素子へのスピン注入
 Program Title (English) : Spin injection into two-dimensional semiconductor devices
 利用者名(日本語) : 鈴木 恭一
 Username (English) : K. Suzuki
 所属名(日本語) : 日本電信電話株式会社(NTT) 物性科学基礎研究所
 Affiliation (English) : NTT Basic Research Laboratories, NTT Corporation

1. 概要(Summary)

電子スピンに信号を担わせることで電力消費を抑制するスピン素子が期待されている。我々は、半導体量子構造を用いたスピン素子の実現を目指しており、InGaAs2次元素子の作製に東京工業大学の有機金属気相成長装置を利用した。今期は、スピン注入/検出実験の前段階として、作製した試料について低温における基礎的な電気伝導測定を行った。その結果、非常に高移動度の試料が作製できたことを確認した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

有機金属気相成長装置

【実験方法】

上記装置を利用し、電子濃度(ドーピング)の異なるInGaAs/InAlAs半導体量子井戸をInP基板上に製膜した。その後 NTT において電気伝導測定のためのメサ構造、電極、ゲート絶縁膜、ゲートを形成し、低温(0.3 K)において(量子)ホール測定を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ドーピングの少ない試料(試料 A)では、ゲート形成前においては、電子濃度が低すぎたため、伝導が得られなかった。しかしながら、ゲート形成により電子濃度が増大し、伝導測定が可能となった。ゲート電圧により広い範囲($0 \sim 1.2 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$)で電子濃度が制御でき、電子移動度は最大で $230000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ と、非常に高い値を示した。

Fig.1 は、膜面に垂直な磁場下における(縦)抵抗の測定結果で、ゲートにより変調された電子濃度に対応した明瞭な量子ホール効果が観測されている。特に、低ゲート電圧(低電子濃度)では、低磁場(3 T程度)においてもスピン分裂したランダウレベル(奇数 ν)に対応する量子ホール状態(縦抵抗ゼロ)が観測されており、試料の高品質さが示されている。

ドーピングの多い試料(試料 B)では、電子濃度は

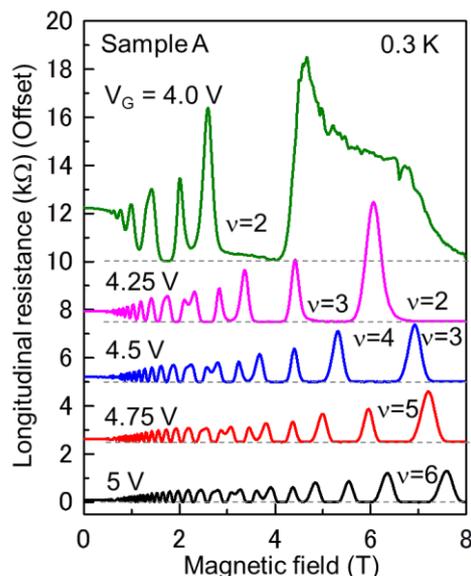


Fig. 1: Longitudinal resistance as a function of magnetic field at different gate voltages (V_G). ν indicates the Landau level filling factor associated with magnetic field and electron concentration.

$2.5 \times 10^{12} \sim 5.5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ の範囲制御でき、移動度は最大で $30000 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であった。8 Tまでの測定では、完全な量子ホール状態は観測されなかった。シュブニコフ・ド・ハース振動の解析から、量子閉じ込めにより形成された高次のサブバンドにも電子が収容され伝導に寄与していることが分かった。

今後、試料構造の更なる最適化と磁性体電極の形成を行い、スピン注入/検出を実現する。

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。