

課題番号 : F-16-IT-0031
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : スピン注入に向けた InGaAs/InAlAs 半導体量子井戸の成膜
Program Title (English) : Epitaxial growth of InGaAs/InAlAs quantum wells for spin injection
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)

電子スピンの信号を担わせることで電力消費を抑制するスピンス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ス素子の実現を目指しており、昨年度に引き続き、InGaAs 2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。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後、現在スピン注入/検出に向けた磁性体電極・半導体間のトンネル接合の作製に取り組んでいる。

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、昨年度よりも電子濃度を最適化した 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、基礎的な電気伝導特性を知るためゲート付ホールバーを作製し、低温(0.3 K)にて(量子)ホール測定を行った。また、磁性体・半導体間のコンダクタンスミスマッチを解消するためのトンネル障壁として Al₂O₃ 薄膜を形成し、その上に磁性体電極として幅の異なる Ni 細線を形成し、スピバルブ構造によるスピン注入/検出を試みた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

ホール測定の結果、電子濃度(n)はゲート電圧(V_G)に比例して増加し、 V_G を-2 V から+2 V まで変化させたとき、 n は $9.0 \times 10^{15} \text{ m}^{-2}$ から $3.7 \times 10^{16} \text{ m}^{-2}$ まで変化した。 $n = 2.2 \times 10^{16} \text{ m}^{-2}$ のときに最も高い移動度 $4.5 \text{ m} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ を示した。

磁場と V_G 両方を変化させ、縦抵抗(R_{xx})およびホール抵抗を測定した結果、明瞭な量子ホール効果(QHE)が観測され、高品質な半導体量子井戸が成膜されていることが示された。Fig. 1 は R_{xx} の測定結果で、極小(青)は QHE 状態となる整数ランダウレベル(LL)占有率に対応

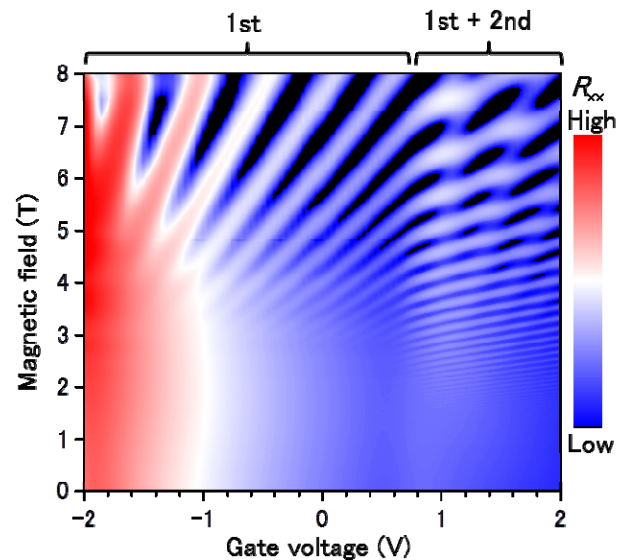


Fig. 1. Gate voltage and magnetic field dependence of the longitudinal resistance (R_{xx}). The Landau level hybridization between the first and second subbands has been clearly observed on the higher gate voltage side.

する。低電子濃度側では基底(1st)サブバンドの LL のみ が QHE に寄与し、高電子濃度側($V_G > 0.6 \text{ V}$)では基底サブバンドと第二(2nd)サブバンド両方の LL が重なり、QHE が生じていることが明瞭に判別できる。

スピン注入/検出に関しては、これまでのところ細線と 2 次元電子間の導通が得られていない。今後、トンネル障壁の厚さおよび Ni 細線幅の最適化を行い、スピン注入/検出を目指す。

4. その他・特記事項(Others)

・成膜を支援していただいた宮本恭幸先生、木瀬信和様に感謝いたします。

・Univ. Bath (U.K.)より受け入れた実習生の教育に本試料を用いた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。