

非磁性半導体スピフィルター実現に向けた二重量子井戸の改善 Improvement of double quantum well samples toward the realization of nonmagnetic semiconductor spin-filtering device

北大院情報¹, 神戸大院工², NTT 物性研³

○ 山士家 貴志¹, 横田 昇一郎¹, 澤田 淳¹, 相馬 聡文², 関根 佳明³, 古賀 貴亮¹

GSIST Hokkaido Univ.¹, DEEE Kobe Univ.², NTT Basic Research Laboratories³

○ T. Yamashige¹, S. Yokota¹, A. Sawada¹, S. Souma², Y. Sekine³ and T. Koga¹

1. はじめに

構造反転対称性の崩れた InGaAs/InAlAs 量子井戸では、ゲート電圧制御が可能なラシュバ効果が生じることが知られている。このラシュバ効果を応用し、Fig. 1 のように閉じ込めポテンシャルに起因する内部電場 $\mathbf{E}$ が対向する二重量子井戸構造を用いて、スピフィルターを実現できることが理論的に提案されている¹⁾。このスピフィルター作製の第一段階は、各構成量子井戸のキャリア濃度 (N_{s1}, N_{s2}) を等しくし、二重量子井戸全体のポテンシャル形状を障壁層に対して対称にすることである。これまでに測定した二種類のウェハでは、ラシュバ効果の存在は確認されたがドーピングが最適化されておらず、ゲート電圧制御によっては N_{s1} と N_{s2} とが等しくならなかった²⁾。本研究ではドーピングの改善を試みた新たなウェハを用いて、キャリア濃度のゲート電圧依存を実験的に調べた。実験方法および結果を以下に報告する。

2. 実験方法および結果

ウェハをゲート電極付きホールバー ($250 \times 125 \mu\text{m}^2$) に加工し、様々なゲート電圧 V_g において、面に垂直な磁場 B の関数として低温 (1.5K) での磁気抵抗 (SdH 振動) を測定した。Fig. 2 に $V_g = 0\text{V}$ での測定結果を示す。このデータは FFT 解析の結果、 $N_{s1} = N_{s2} = 1.16 \times 10^{16} \text{m}^{-2}$ に相当することが分かった (Fig. 3 矢印参照)。Fig. 3 にこのようにして求めたキャリア濃度のゲート電圧依存を示す。ゲート電圧の変化によって、 $N_{s1} > N_{s2}$ の状態から $N_{s1} = N_{s2}$ を経て $N_{s1} < N_{s2}$ となっており、望んでいた通りのゲート電圧制御に成功したことを示している。このウェハでは、過去研究の経験式からラシュバ効果の大きさを表すパラメータを $\alpha = \pm 2.19 \times 10^{-12} \text{eVm}$ と見積もることができる³⁾。 α は正の値が QW1、負の値が QW2 における値である。この値は、参考文献 1) で仮定しているスピフィルターでの α の値 ($\alpha = \pm 3.14 \times 10^{-12} \text{eVm}$) よりも小さく、異なるデバイス特性を示すことが予測される。講演ではスピフィルターの原理と、ここで示したウェハでの実験的検証の可能性を述べる。謝辞：本研究は科研費基盤 (B) (23360001) の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) S.Souma, *et al.*, arXiv; 1304.6992 (2013).
- 2) T.Koga, *et al.*, IEICE Transactions on Electron, **E95-C**(5); 770-776 (2012).
- 3) S.Faniel, *et al.*, Physical Review B, **83**; 115309 (2011).

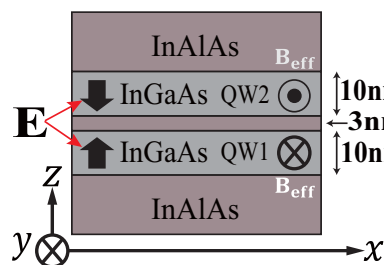


Fig. 1: 二重量子井戸構造

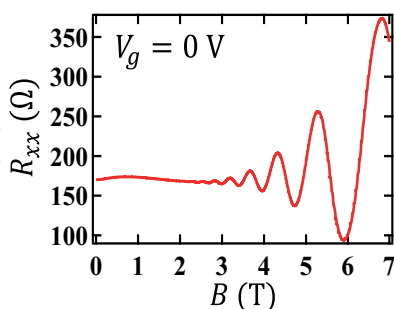


Fig. 2: SdH 振動

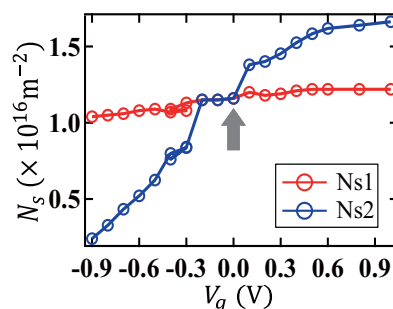


Fig. 3: N_s -ゲート電圧依存