

19p-E7-19

量子ポイントコンタクト近傍のスピンの偏極生成: 側面量子ドット検出

Spin Polarization in the Vicinity of Quantum Point Contacts : Detection with Side-Coupled Quantum Dots

東大物性研 金 善宇, 橋本義昭, 中村壮智, 家 泰弘, ○ 勝本信吾

Inst. Solid State Phys. Univ. Tokyo, SunWoo Kim, Yoshiaki Hashimoto, Taketomo Nakamura,
Yasuhiro Iye, ○Shingo Katsumoto
E-mail: kats@issp.u-tokyo.ac.jp

半導体量子構造中へのスピン流・スピン偏極生成法として, Rashba 型スピン軌道相互作用 (RSOI) を有する 2 次元電子系 (2DEG) をベースとした微細構造を用いるものが多数提案されている [1] が, 実験の確認例はない. 一方, RSOI 系の量子ポイントコンタクト (QPC) で, 量子伝導度 ($G_q \equiv 2e^2/h$) の $1/2$ での量子化現象 (0.5 プラトー) が見出され [2], スピンフィルター効果によるものとされている [3, 4]. 本発表では, 側面結合量子ドット (QD) による新手法を用いて擾乱を抑え, 0.5 プラトー及び 1 プラトーでのスピン偏極のバイアス電圧依存性を調べた結果について報告する.

試料は GaAs 基板上 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ の擬格子整合量子井戸中の 2DEG に対し, ショットキースプリットゲート法で QPC と QD とを形成した (図 1). 図 1 メインは QPC 伝導度のゲート電圧特性で, 0.5, 1 の両プラトーが観測されている. スピン偏極は, QD (電子数 N) への 2 電子トンネル過程 ($N: 1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 3$) の発生頻度比に対するスピンのブロックードを利用し, 1nA 程度の交流で測定する.

図 1 挿入図はスピン偏極 $P \equiv (n_{\uparrow} - n_{\downarrow}) / (n_{\uparrow} + n_{\downarrow})$ を 0.5, 1 のプラトーで, バイアス電圧の関数として調べた結果である. いずれもゼロバイアスで高い P を示しているが, 0.5 ではバイアスに対して P が減少するのに対し, 1 では逆に増加し, 異なる機構で偏極が生じていることがわかる. これは, 文献 [1, 4] と整合し, 理論提案された 1 プラトーでの初めてのスピン偏極検出である.

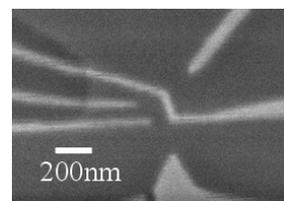
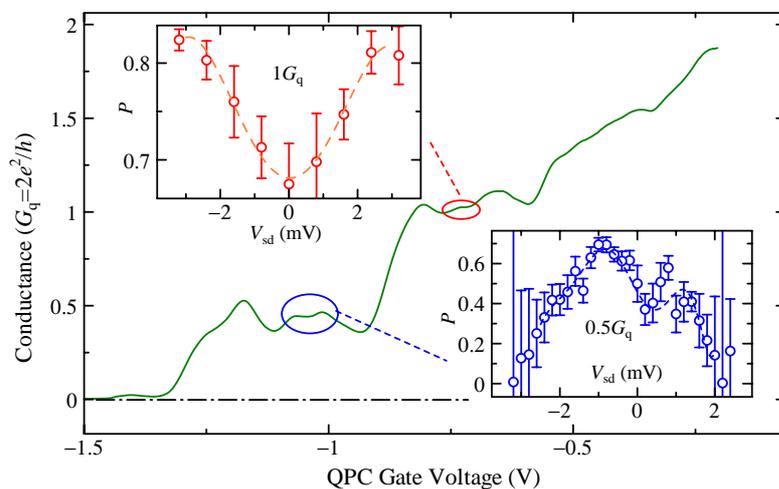


図 1 上: 試料の電顕写真. メイン: $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$ 2DEG ベースの QPC の伝導度ゲート電圧特性. 左上挿入図: 1.0 プラトーで測定したスピン偏極 P のバイアス電圧 V_{sd} 依存性. 右下挿入図: 0.5 プラトーで測定したスピン偏極 P のバイアス電圧 V_{sd} 依存性.

- [1] M. Eto, T. Hayashi, and Y. Kurotani, J. Phys. Soc. Jpn. **74**, 1934 (2005); M. Yamamoto, T. Ohtsuki, and B. Kramer, Phys. Rev. B **72**, 115321 (2005); A. Aharony *et al.*, Phys. Rev. B **78**, 125328 (2008).
 [2] P. Debray *et al.*, Nature Nanotech. **4**, 240 (2009).
 [3] SW. Kim, Y. Hashimoto, Y. Iye, and S. Katsumoto, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 054706 (2012).
 [4] M. Kohda *et al.*, Nature Comm. **3**, 1082 (2012).