

ホール輸送による p 型二重結合量子ドットの特性評価

Characterization of p-Channel Si Double Quantum Dot by Hole Transport

東工大量子ナノエレ研セ¹, 東大ナノ量子機構², JST-PRESTO³○山田 宏¹, 小寺 哲夫^{1,2,3}, 蒲原 知宏¹, 河野 行雄¹, 小田 俊理¹QNERC, Tokyo Tech.¹, NanoQuine, Univ. of Tokyo², JST-PRESTO³○Ko Yamada¹, Tetsuo Kodera^{1,2,3}, Tomohiro Kambara¹, Yukio Kawano¹, Shunri Oda¹

E-mail: yamada.k.av@m.titech.ac.jp

近年、量子コンピュータ実現に向けた量子ビットのコヒーレンス操作を実現する系として、量子ドット中のキャリアスピンの注目されている。シリコンは、95%の同位体に核スピンがないため、核スピン揺らぎによるデコヒーレンスが小さい。さらにシリコン量子ドット中のホールは p-like な対称性が小さい波動関数を持つため、電子よりも超微細相互作用が小さく、長いコヒーレンス時間が期待されている。本発表では p 型 Si を用いた二重結合量子ドット(DQD)デバイスの単一ホール輸送の電気特性の観測に成功したので報告する。

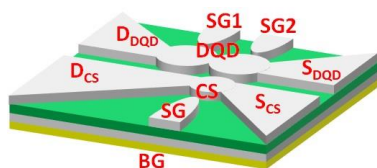
Silicon-on-insulator(SOI)基板を用いて、DQD と電荷検出センサ(CS)を電子線リソグラフィとドライエッチングにより作製し(Fig. 1)、ソース・ドレイン領域に BF_2^+ をイオン注入した。

4.2 K で測定した DQD の $V_{BG} = -20$ V での電荷安定状態図を Fig. 2 に示す。ここで V_{SG1}, V_{SG2} は SG1, SG2 電極にそれぞれ印加した電圧である。Fig. 2 より DQD に特有な特性であるハニカム構造の観測に成功した。またトリプルポイントの V_D 依存性の観測にも成功した。

さらに Fig. 2 の破線で囲まれた領域では、正の V_D を印加した際(Fig. 2 (a,c))には電流が観測されるトリプルポイントにおいて、負の V_D を印加すると、わずかな電流しか観測されないことがわかった(Fig. 2 (b,d))。この結果は、ホール輸送によるスピンプロックードの観測に成功した可能性を示唆している。CS を用いて電荷検出実験によりスピンプロックード領域の詳しい評価を行っている。

本研究は、科研費 (22246040, 24102703)、矢崎財団、文部科学省イノベーションシステム整備事業、JST-さきがけの助成の基に遂行された。また本発表のサンプルは東工大量子ナノエレ研セの EBL を用いて作製された。

(a)



(b)

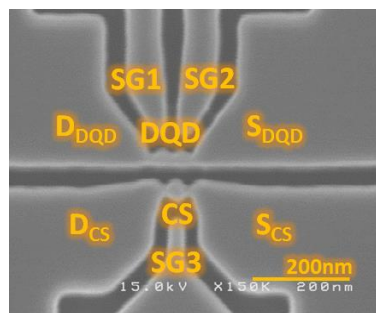
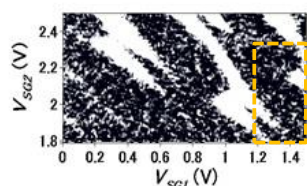


Fig. 1

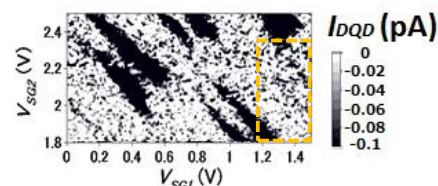
(a) Schematic of DQD and CS.

(b) SEM image of DQD and CS.

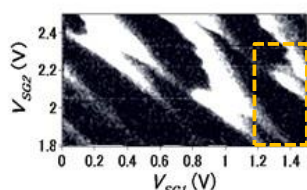
(a)



(b)



(c)



(d)

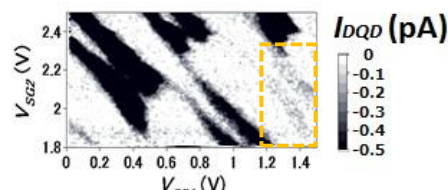


Fig. 2 Charge stability diagram of DQD. (a) $V_D = 15$ mV (b) $V_D = -15$ mV (c) $V_D = 20$ mV (d) $V_D = -20$ mV