

# シリコン 3 重量子ドットにおける バイポーラパウリスピンブロックの磁場依存性 Magnetic Field Dependence of Bipolar Pauli Spin Blockade in Silicon Triple Quantum Dots

東工大<sup>1</sup>、松岡 竜太郎<sup>1</sup>、太田 俊輔<sup>1</sup>、田所 雅大<sup>1</sup>、平岡 宗一郎<sup>1</sup>、溝口 来成<sup>1</sup>、小寺 哲夫<sup>1</sup>

Tokyo Tech.<sup>1</sup>, Ryutaro Matsuoka<sup>1</sup>, Shunsuke Ota<sup>1</sup>, Masahiro Tadokoro<sup>1</sup>,  
Soichiro Hiraoka<sup>1</sup>, Raisei Mizokuchi<sup>1</sup>, Tetsuo Kodera<sup>1</sup>

E-mail: [matsuoka.r.ac@m.titech.ac.jp](mailto:matsuoka.r.ac@m.titech.ac.jp)

将来的な量子コンピュータの実現に向け、電子スピンのコヒーレンス時間が比較的長くなり、既存の CMOS プロセスとの整合性が良い、シリコン量子ドットが近年注目を集めている。また、量子ビットの拡張性のある集積化を目指す上で、離れた位置にある量子ドット間の長距離相互作用を考える際の最小単位となる直列 3 重量子ドット(LTQD)は重要な役割を果たすと考えられる<sup>2)</sup>。本研究では、電子線リソグラフィを用いて作製したシリコン LTQD(Fig. 1)の電流特性を測定し、その磁場依存性について調べた。

4.2 K の極低温下において、サイドゲートに電圧をかけ、LTQD を流れる電流値  $I_{TQD}$  を測定した(Fig. 2(a))。サイドゲートの電圧は、測定範囲が左右の離れた量子ドット間での電荷遷移に関する領域になるように調節した。測定の結果、パウリのスピン排他律によって電流が抑制されるパウリスピンブロック(PSB)と呼ばれる現象が双方向のバイアスで観測された。これはバイポーラ PSB<sup>3)</sup>と呼ばれる LTQD 特有の現象で、左右の離れた量子ドットが中央の量子ドットの準位に関わらず、間接的に結合された状態になっていることを示している。8 T の外部磁場を印加し、同様に電流値を測定した結果を Fig. 2(b)に示す。磁場が加わることで、PSB の領域が広がり、共鳴ラインのピークが鋭くなっていることがわかる。これはゼーマン効果によって各量子ドットの準位に変化が生じたことと、またそれによって左右のドット間の結合の強さに変化が生じたことが原因だと考えられる。この結果は、シリコン LTQD におけるバイポーラ PSB の磁場依存性を初めて捉えたものである。

本研究は、JST CREST(JPMJCR1675), MEXT Q-LEAP の助成を受けて実施したものである。

1) M. Veldhorst et al.: Nat. Nanotech **9**, 981-985 (2014). 2) R. Sánchez et al.: Phys. Rev. B **89**, 161402(R) (2014).  
3) M. Busl et al.: Nat. Nanotech **8**, 261-265 (2013).

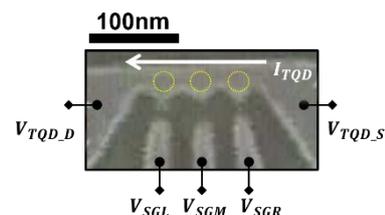


Fig. 1. Scanning electron microscope (SEM) image. Light gray area indicates patterned SOI, while, in dark gray area, buried oxide (BOX) layer is uncovered. The yellow dashed circles represent quantum dots.

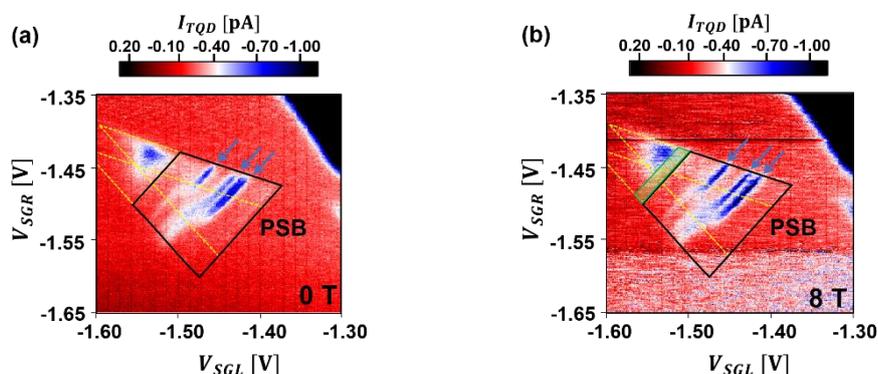


Fig. 2. LTQD current as a function of  $V_{SGL}$  and  $V_{SGR}$  with positive bias voltage  $V_{DS}$  at 0 T (a), and 8 T (b), respectively. The blue arrows indicate resonance lines. The green area in (b) represents where PSB is spread by applying magnetic field.