

物理的に形成されたシリコン量子ドットを用いた 電子状態のシングルショット測定

Single-shot readout of electron state in physically defined silicon quantum dot

東工大 ○溝口 来成、田所 雅大、平山 勝登、小寺 哲夫

Tokyo Tech. °Raisei Mizokuchi, Masahiro Tadokoro, Masaru Hirayama, Tetsuo Kodera

E-mail: mizokuchi.r.aa@m.titech.ac.jp

大規模な量子ビットシステム構築に向け、シリコン量子ドット中の長いコヒーレンス時間を持つスピンを利用したスピン量子ビットの研究が盛んに行われている[1]。Silicon-on-insulator 基板をエッチングすることで形成された物理形成シリコン量子ドット構造は少ないゲート電極の数で量子ドットを実現でき、集積化に適した構造である。本研究では、この物理形成シリコン量子ドット中のスピン読み出しに向け、電荷センサを利用した電子状態のシングルショット測定を行った。

測定では 300 mK において電荷センサ(CS)の電流値から近傍の量子ドット(QD)の電子状態を観測した(Fig. 1)。まず、任意波形発生装置から十分に緩やかな三角波と階段波を出力し、それぞれ別のサイドゲートに入力した際の CS 電流の応答を調べた(Fig. 2 (a))。この結果において定常状態での QD 内の電子数変化(N-1 個⇔N 個)を観測した。続いて、この電子数変化が起こるようにパルスを加えることで、単発のトンネリング現象を捉えた(Fig. 2 (b, c)) [2]。パルスは3段階で構成されており、まず一段目で量子ドットからリードに電子をトンネリングさせ(N-1 個)、次に新しい電子をリードからドットにトンネリングし(N 個)、最後に QD のトンネリングを読み出す(N-1 or N 個)。三段目で電流値が階段状に変化していることから、単発のトンネリングを観測していると考えられる。今後はこの技術を用いてスピンの読み出しを行う。

本研究は、JST CREST (JPMJCR1675)、MEXT Q-LEAP(JPMXS0118069228)、科研費(18K18996)の助成を受けて遂行された。

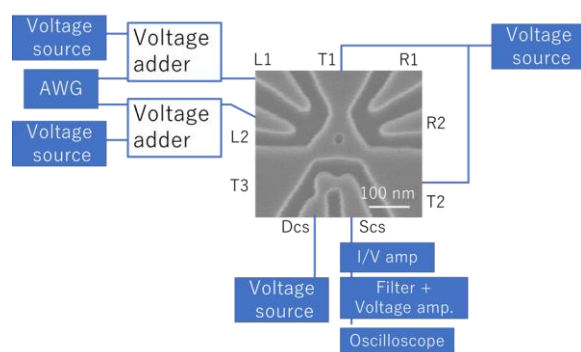


Fig. 1 Device structure and setup. Target quantum dot (QD) is one of quantum dots located at the center. Ramp and step voltages are applied to two of four side gates (L1, L2) from arbitrary waveform generator (AWG). Charge sensor (CS) current is monitored by oscilloscope after I/V conversion and filtered.

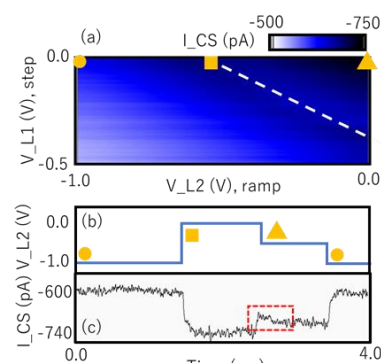


Fig. 2 (a) Charge sensor current I_{CS} as a function of two side gate voltages. White line indicates a charge sensing line. (b, c) Applied pulse and the I_{CS} response. Symbols in (b) corresponds to voltage conditions indicated by symbols in (a). In red rectangle in (c), a step response due to charge transition is observed.

[1] L.M.K. Vandersypen, et al., *npj Quantum Inf.* **3**, 34 (2017).

[2] M. Andrea, et al. *Nature* **467**, 687 (2010).