

物理的に形成された p 型シリコン量子ドットにおける 電流特性の交流電場依存性

AC electric field dependence of current characteristics in physically defined p-type silicon quantum dot

東京工業大学 ○田所 雅大、魏 赫男、高橋 洋貴、溝口 来成、小寺 哲夫

Tokyo Tech., ○Masahiro Tadokoro, Henan Wei, Hiroki Takahashi,

Raisei Mizokuchi, and Tetsuo Kodera

E-mail: tadokoro.m.aa@m.titech.ac.jp

将来的な量子コンピュータ実現に向け、半導体量子ドットは量子ビットの大規模集積化に有利な系であるとされ注目を集めている。中でも p 型シリコン量子ドットは核スピンの超微細相互作用が小さく、長いコヒーレンス時間を持つとされている。また強いスピン軌道相互作用を持つため交流電場のみでスピン操作を実現することができる[1]。

本研究では物理的に形成された p 型シリコン量子ドット (Fig.1) に交流電場を印加し電流特性の変化を観測した。物理形成量子ドットは silicon-on-insulator 基板をエッチングしてドットを形成するため、ゲート数を削減でき、将来的な量子ビットの大規模集積化に有利であると考えられる。測定ではデバイス上部に作製されたトップゲート (TG) から交流電場を印加したときの単一量子ドット (SQD) の電流特性の変化を観測した (Fig.2)。Fig.2 から、クーロンピークが印加する交流電場の強度を大きくすると分裂することがわかる。これは交流電場を印加することで輸送が抑制されていた正孔がフォトンの吸収により励起し、非弾性トンネリングが発生したためだと考えられる。この現象は Photon assisted tunneling (PAT)と呼ばれ[2]、交流電場の強度が大きくなるほど顕著に効果が現れるため、Fig.2 に示す交流電場の強度への依存性が観測されたと考えられる。

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。

[1] Ono K., et al. *Physical review letters* **119**, 156802 (2017).

[2] Fujisawa T., & Tarucha S. *Superlattices and Microstructures* **21**, 247 (1997).

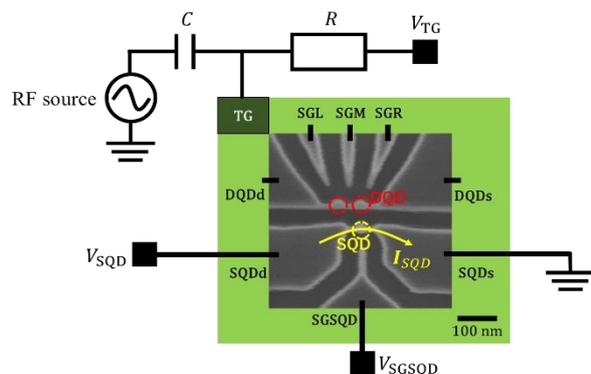


Fig.1 Scanning electron micrograph of the device and measurement circuit. To apply AC electric field and DC offset voltage at the same time, we made bias tee with $R = 1 \text{ k}\Omega$ and $C = 4.7 \text{ }\mu\text{F}$. In the measurements, $V_{TG} = -3.85 \text{ V}$, $V_{SQD} = 8 \text{ mV}$, and output frequency of RF source is 5 GHz.

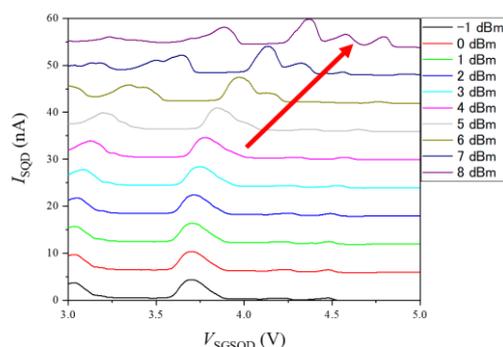


Fig.2 SQD current dependence as a function of V_{SGSQD} at different amplitudes of AC electric field. Coulomb peak splits along red arrow in large amplitudes, which is induced by PAT.