シリコン量子ドットにおけるデチューニングノイズの特性評価

Characterization of Detuning Noise in a Si Quantum Dot

東工大 [1]，日立研開 [2]　中越 一真 [1]，○荒川 雄登 [1]，松岡 竜太郎 [1]，土屋 龍太 [2]，峰 利之 [2]，
久本 大 [2]，水野 弘之 [2]，溝口 来成 [1]，米田 淳 [1]，小寺 哲夫 [1]

Tokyo Tech [1], R&D Group, Hitachi Ltd. [2], Kazuma Nakagoe[1], °Yuto Arakawa[1], Ryutaro Matsuoka[1], Ryuta Tsuchiya[2], Toshiyuki Mine[2], Digh Hisamoto[2], Hiroyuki Mizuno[2], Raisei Mizokuchi[1], Jun Yoneda[1], Tetsuo Kodera[1]

E-mail: nakagoe.k.aa@m.titech.ac.jp

シリコン量子ドットの電荷ノイズの理解を深めることはシリコンスピン量子ビットの操作精度向上に繋がる重要課題である[1]。これまで電荷ノイズが量子ビットに与える影響は、単一量子ドットのポテンシャル揺らぎを評価することで盛んに議論されてきた[2]。それと比べ、二重量子ドット間のエネルギー差を表す“デチューニング”をはじめとした、ドット間相関をもつ電荷ノイズの定量評価とそれが量子ビットに与える影響[3]は、まだ実験的な理解が進んでいない。

本研究では n-MOS 型シリコン量子ドットのデチューニングノイズを極低温環境下で測定した。量子ドットの電荷ノイズを評価する際、典型的にはドットの総電子数が変化する電荷遷移線上の測定点（Fig.1 の▲）が用いられる。それに対し、本研究ではドット間の電子数配置が変化する電荷遷移線上の点（Fig.1 の★）において電荷ノイズを評価することで、二重量子ドット間のデチューニングノイズを評価した。その結果、1 Hz における振幅が数 $\mu\mathrm{eV}/\sqrt{\mathrm{Hz}}$程度の $1/f$ スペクトルを観測した（Fig.2）。講演では、このノイズの温度依存性等についても議論する予定である。

本研究は JST Moonshot R&D Grant Number JPMJMS2065, MEXT Quantum Leap Flagship Program (MEXT QLEAP) Grant No. JPMXS0118069228, JST さきがけ(JPMJPR21BA)，科研費(JP20H00237, JP20K15114, JP21K14485)の支援を受けて遂行された。

[1] J. Yoneda *et al.*, *Nature Nanotechnology* **13**, 102 (2018).

[2] N. P. de Leon *et al.*, *Science* **372**, eabb2823 (2021).

[3] J. Yoneda *et al.*, arXiv:2208.14150 (2022).

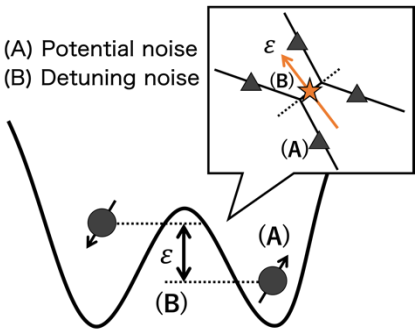

Fig. 1 The schematic of the (A) potential and (B) detuning noise in the potential landscape of a double quantum dot. The inset shows the measurement points of each noise in the charge stability diagram.

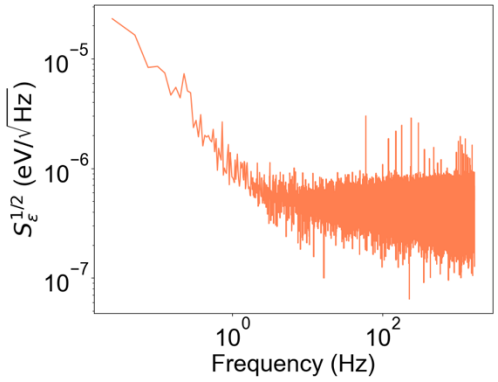

Fig. 2 The amplitude spectral density of the detuning noise. We can find that the spectral density follows a $1/f$ law in the low frequency range.