

シリコン量子ドットにおける表面酸化膜中電荷のコヒーレンス効果

Coherent Effects of Interface Charge in a Silicon Quantum Dot

東工大 未来研、工学院電気電子系 前川未知瑠, Jaime O. Tenorio-Pearl, Ernst D. Herbschleb,
山岡裕, 小寺哲夫, 小田俊理

QNERC and Dept of EE, Tokyo Tech °Michiru Maekawa, Jaime O. Tenorio-Pearl,
Ernst D. Herbschleb, Yu Yamaoka, Tetsuo Kodaera, Shunri Oda

E-mail: maekawa.m.ad@m.titech.ac.jp

量子情報処理への応用として期待される量子ドットは、ゲート電極で電氣的制御が可能である。特にシリコン量子ドットは、素子作製に CMOS 技術を利用出来るメリットがある。しかし、表面酸化膜中電荷は量子ドットの特長を変化させる^[1]ため、その影響や効果について研究が必要とされている。SOI 基板上に量子ドットを作製し、4.2K の極低温下でクーロンダイヤモンドを測定した。(図 a) この温度下では酸化膜中電荷が、伝導電荷の湧いたチャンネルにポテンシャルの形状を作る^[2]。マイクロ波を量子ドットに照射し分光測定すると、電流値に多くの high quality factor (high-Q)を持った共鳴($Q > 10^4$)が観測できた。(図 b) High-Q 共鳴の形はそれぞれ異なり、対称的な Lorentzian-shaped や非対称的な Fano-shaped がある。High-Q 共鳴は、マイクロ波によって捕獲電荷が誘起された際の分極とチャンネルの percolation pathway との相互作用によって起こると考えられる。High-Q 共鳴の形状は Fano factor で非対称性が評価され、バックゲート電圧によって変化する。(図 c) 我々は捕獲電荷のコヒーレンス時間と Fano factor、及び量子ドットの伝導性の間に相関性があることを実験的に見つけることに成功した。(図 d) また、High-Q 共鳴近傍でマイクロ波を変化させると、クーロンダイヤモンドがシフトすることを観測した。本研究は科研費 (26709023, 26249048)、文部科学省イノベーションシステム整備事業の助成の基に遂行された。

[1]E. Nordberg, et al., P.R.B. 80, 115331 (2009).[2] H. Mueller, M. Schulz, J.A.P. 83, 1734 (1998).

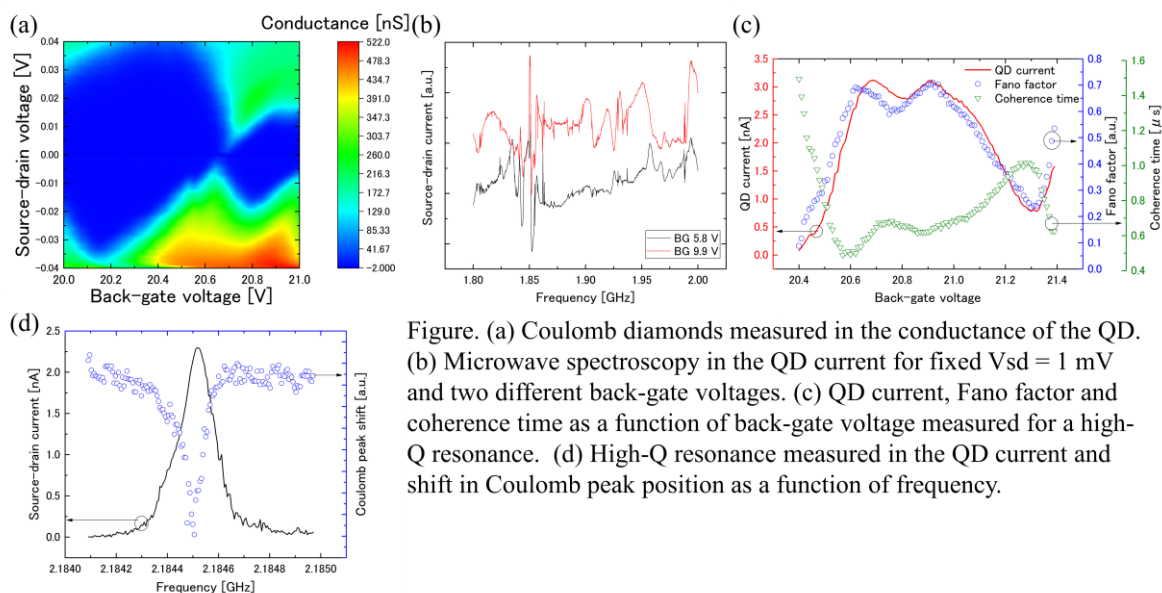


Figure. (a) Coulomb diamonds measured in the conductance of the QD. (b) Microwave spectroscopy in the QD current for fixed $V_{sd} = 1$ mV and two different back-gate voltages. (c) QD current, Fano factor and coherence time as a function of back-gate voltage measured for a high-Q resonance. (d) High-Q resonance measured in the QD current and shift in Coulomb peak position as a function of frequency.