シリコン3重量子ドットの等価回路シミュレーション

Equivalent-Circuit Model of Physically-Defined Silicon Triple Quantum Dots 東工大,未来研,工学院電気電子系 ^O(M2)平岡 宗一郎、堀部浩介、小寺哲夫、小田俊理 QNERC and Dept. of EE., Tokyo tech., ^oS. Hiraoka, K. Horibe, T. Kodera, and S. Oda

E-mail: hiraoka.s.aa@m.titech.ac.jp

超微細相互作用やスピン軌道相互作用が小さいため、シリコンの電子スピンを利用すればコヒ ーレンス時間の長い理想的な量子ビットが実現できると考えられている。また、3 つの電子スピ ンを1量子ビットとして利用することで、交換相互作用により電界のみを用いた量子ビット操作 を行えることが知られている。[1] そのため、シリコン3重量子ドット(TQD)内に閉じ込めた電 子を利用することが量子ビット実現において注目されている。

本研究室では既に、シリコン基板(SOI)上にエッチングにより物理的に量子ドットを形成するこ とでシリコン TQD を作製することに成功している[2]。本研究では、この TQD デバイスの等価回 路モデルを設計し(Figure1(a))、モンテカルロ法に基づくシミュレートを行った。今回設計した回 路モデルを用いると、トンネル結合のキャパシタンスの値を変えることで、任意の3 重量子ドッ トの電荷安定図をシミュレートできることが出来る(Figure1(c)-(f))。また、このモデルを用いて 本 TQD デバイスのシミュレーションを行い、各キャパシタンスの値を見積もることで、本 TQD デバイスが設計通りの動作を行っていることを示した。

本研究は、科研費(26249048, 26630151, 26709023), 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] J. Medford, et al., Nature Nanotechnology. 8, 654–659(2013)

[2] K. Horibe et al., Appl. Phys. Lett. 106, 083111 (2015)



Figure 1 (a) Equivalent-circuit diagram of TQDs. (b) Measured charge stability diagram of our TQDs devices. The color scale indicate the transconductance d_{ICS}/d_{VSGL} of a CS as function of V_{SGR} and V_{SGL} (c)- (e) Calculated charge stability diagram with the different values of capacitance in tunneling coupling T_{d2} and T_{2s} . Each values are 5.4 aF in (c), 8.0 aF in (d), and 12 aF in (e). (f)- (h) Calculated charge stability diagram with the different values of capacitances in tunneling coupling T_{12} and T_{23} . Each values are 2.0 aF in (c), 5 aF in (d), and 10 aF in (e).