

物理的に形成した p 型シリコン二重量子ドットの特性評価

Characterization of physically defined p-channel silicon double quantum dots

東京工業大学 ○小林瑞基, Egle Tylaite, 島谷直樹, 山岡裕, 小寺哲夫

Tokyo Tech., °Mizuki Kobayashi, Egle Tylaite, Naoki Shimatani, Yu Yamaoka, and Tetsuo Kodera

E-mail: kobayashi.m.bb@m.titech.ac.jp

シリコン量子ドットを用いたスピン量子ビットは、長いコヒーレンス時間を持ち、従来の半導体デバイス製造技術との整合性が高いため、期待を集めている[1]。特に、p 型量子ドットは、スピン軌道相互作用を用いたスピン操作が可能なので、近年盛んに研究がおこなわれている[2,3]。スピン軌道相互作用を用いたスピン操作には、高周波磁界を印加するための特殊な構造が不要なため、p 型シリコン量子ドットは、特に量子ビット集積化に適した構造として期待されている。

本研究では、p 型シリコン二重量子ドット(Fig.1 (a))を作製し、その特性評価として、直流および高周波を用いて行った。直流電圧特性に関しては、スピン状態の読み出しに必要なスピンプロセクトド状態を 1.5 K において観測した(Fig.1 (b))。スピン状態の高速な読み出しに向けて、ベクトルネットワークアナライザ (VNA) を用いた高周波反射測定[4]を行い、高周波特性評価を行った(Fig1 (a))。量子ドットは一般的に数 $k\Omega$ 以上の抵抗値を持つので、高周波を印加するためには共振を用いたインピーダンスマッチングが必要である。Fig.1 (a)において、 C_p はデバイスの寄生容量であり、左側の 470 nH のチップインダクタと共振回路を形成しており、2.2 nF のコンデンサ、1 K Ω の抵抗、右側の 470 nH はバイアススティを形成している。測定結果として、292 MHz において共振を観測することができ、その周波数から見積もった寄生容量は 0.6 pF であった。この実験は二次元ホールガスを形成していない状態で行ったため、高周波の印加を示すための予備的なデータである。今後は、二次元正孔ガスを印加し、ドットのインピーダンス変化を反射測定によって読み出すことを目指す。

本研究は、科研費 (26709023, 16F16806)、CREST-JST、の助成を受けて遂行された。

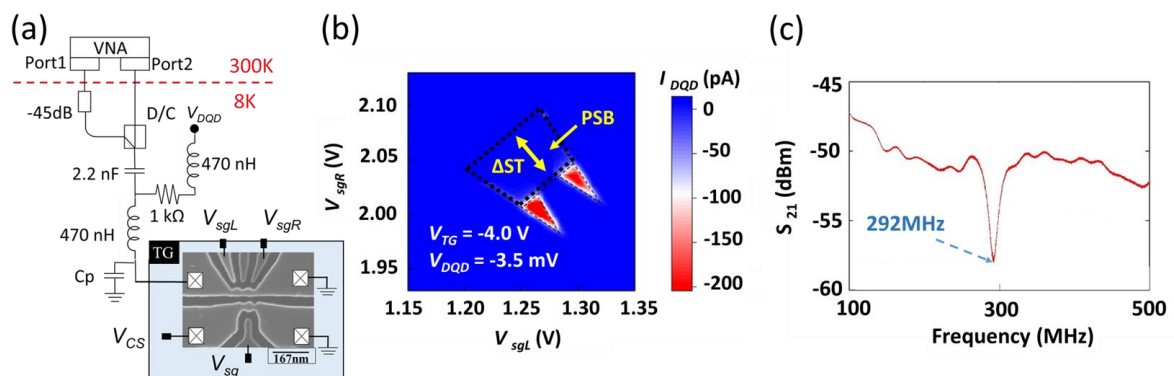


Fig1 (a) SEM image of p-channel double QDs and schematic image of simultaneous RF and DC measurement setup. (b) PSB at 1.5 K. (c) Resonance at 8 K using RF reflectometry.

[1] M. Veldhorst et al., Nature 526, 410-414 (2015). [2] B. Voisin., et al., Nano Lett., 16.1 (2015).

[3] Ruoyu Li., et al., Nano Lett., 15.11 (2015). [4] M. Jung., et al., Appl. Phys. Lett. 100, 253508 (2012).