

並列 2 重量子ドットにおける直列電流経路の観測

Observation of series current paths in parallel-coupled double quantum dots

日大工¹, 津山高専², 理研 CEMS³, 筑波大数理物質⁴

○羽田野 剛司¹, 久保 敏弘², 天羽 真一³, 都倉 康弘⁴, 樽茶 清悟³

Nihon Univ.¹, NIT Tsuyama Col.², RIKEN CEMS³, Univ. of Tsukuba⁴

°Tsuyoshi Hatano¹, Toshihiro Kubo², Shinichi Amaha³, Yasuhiro Tokura⁴, Seigo Tarucha³

E-mail: hatano.tsuyoshi@nihon-u.ac.jp

量子ドットは、電子 1 個単位で電荷及びスピンを制御できる素子であり、量子コンピュータへの応用も期待されている。単一量子ドットを 2 つ結合させた 2 重量子ドットにおいては、単一量子ドットでは実現しない Pauli スピンブロックードが実現する。この Pauli スピンブロックードは、量子ドットを用いた量子コンピュータの動作に必要な不可欠な効果である。この Pauli スピンブロックードは、基本的には、ドット間の結合が十分に弱い弱結合直列 2 重量子ドットにおいてのみ生じる効果である。そのため、2 重量子ドットの研究は直列 2 重量子ドットの研究が中心であり、並列 2 重量子ドットの研究はあまり行われていない。我々は、これまで並列 2 重量子ドットの研究を行い、量子コンピュータの実現に必要な Heitler-London 状態[1]、また Aharonov-Bohm 効果[2]の観測を行った。今回は、弱結合並列 2 重量子ドットにおいて、直列電流経路を流れる電流を観測したことを報告する。

Fig. 1 (a)に並列 2 重量子ドットにバイアス電圧 $V_b = 20 \mu\text{V}$ を印加した時の Stability diagram を示す。ここで、 (M, N) は、2 つの量子ドットの電子数を示す。図のように、2 重量子ドット内の全電子数が異なる領域の境界で電流が流れる弱結合並列 2 重量子ドット特有の Stability diagram が観測される。次に、バイアス電圧 $V_b = 0.8 \text{ mV}$ を印加したときの Stability diagram を Fig. 1 (b)に示す。図中の 3 重縮退点において、通常の並列結合の場合では現れない直列結合の特徴である三角形型の電流形状が現れる。この三角形型の電流はバイアス電圧の極性を逆にした場合、三角形の方向が反転する。従って、弱結合並列 2 重量子ドットにおいて、直列結合による電流経路が新たに形成されたと考えられる。この弱結合並列 2 重量子ドットは、量子力学的なブリッジ回路(量子ブリッジ回路) として動作することが可能である[3]。研究は科学技術振興機構及び日本大学学術研究助成金の助成を受けている。

[1] T. Hatano, *et al.*, Science **309**, 268 (2005). [2] T. Hatano, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **106**, 076801 (2011).

[3] T. Hatano, *et al.*, Appl. Phys. Express **14**, 105001 (2021).

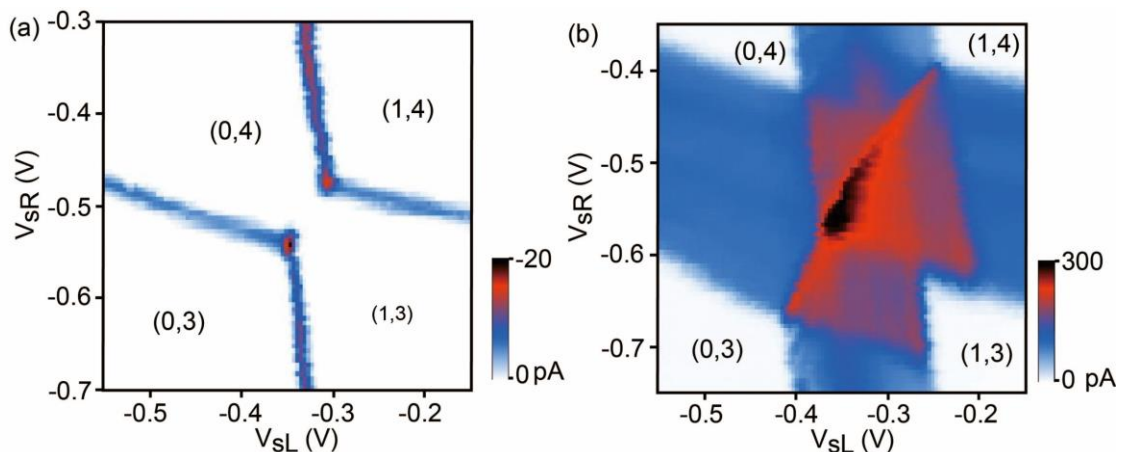


Fig.1 Stability diagrams at (a) $V_b = -20 \mu\text{V}$ and (b) $V_b = 0.8 \text{ mV}$.