

直列 2 重量子ドットにおける熱支援パウリスピンブロッケード

Thermally assisted Pauli spin blockade in double quantum dots in series

日大工¹, 東北大理², 理研³ ○(M2)御代田 宗佑¹, 泉田 渉², 天羽 真一³, 羽田野 剛司¹

Nihon Univ.¹, Tohoku Univ.², Riken³, °Shusuke Miyota¹, Wataru Izumida², Shinichi Amaha³,

Tsuyoshi Hatano¹

E-mail: cesh19005@g.nihon-u.ac.jp

量子ドットは電子スピンを電氣的に制御することが可能であるため、電子スピンを利用したスピントロニクスデバイスや量子コンピュータへの応用が期待されている。この量子ドットを用いた量子コンピュータにおいては、量子ビットの初期化及び読み出しに 2 重量子ドット内の 3 重項状態を用いたパウリスピンブロッケードが使われている[1]。また、パウリスピンブロッケードは、2 重量子ドット内の 3 電子のスピン状態である 4 重項によっても実現することが報告されている[2]。このパウリスピンブロッケードは量子力学的効果であり、極低温でのみ実現する。しかし、量子ドットがスピントロニクス及び量子コンピュータに応用されるためには、より高温での動作が必要となると考えられる。しかし、このパウリスピンブロッケードにおける熱エネルギーの影響に関する研究はほとんど行われていない。従って、本研究において、パウリスピンブロッケードの温度による熱エネルギーの効果についての研究を行った。

我々は温度 300mK において左右のドットにそれぞれ 1 準位及び 2 準位のエネルギー準位を有する 2 重量子ドットの電気伝導特性の計算を行った。その結果を Fig.1(a)に示す。図中の領域 α は、量子ドット内の電子が互いにクーロン斥力を受けるために生じるクーロンブロッケードによる電流抑制領域である。また、 β の領域においては量子ドット内で 3 電子が四重項状態を形成することでパウリスピンブロッケードが生じ電流が抑制されている。ここで、これら 2 つの領域の間に電子状態が 2 重項を介することで電流が流れる領域 γ が存在している。次に温度 1K における 2 重量子ドットの電気伝導特性の計算結果を Fig.1(b)に示す。温度が高くなると、領域 γ は縮小し四重項スピンスピンブロッケードが生じる領域 β が広がっていることが明らかに確認できる。これは、熱エネルギーによって電子が励起されることで四重項パウリスピンブロッケードの領域が生じる（熱支援スピンスピンブロッケード）ことを示している。本講演では、3 重項パウリスピンブロッケードにおける熱エネルギーの効果についても議論する予定である。

[1] K.Ono, *et al.*, Science **297**, 1313(2002). [2] S.Amaha, *et al.*, Physical Review B **89**, 085302(2014).

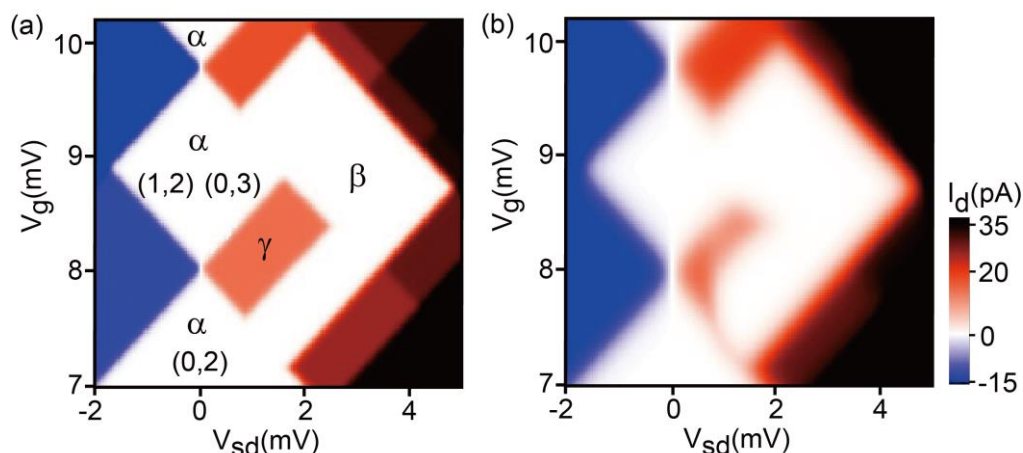


Fig. 1 Intensity plot of I_d as a function of V_{sd} and V_g at (a) $T = 300\text{mK}$ and (b) $T = 1\text{K}$.