

垂直磁場下におけるグラフェン多重量子ドットの結合状態の変化

Variation of coupling between graphene multiple quantum dots under perpendicular magnetic fields

日大工¹, 物材機構², 東京電機大³ ○(M2) 加藤 拓¹, 岩崎 拓哉²,
渡邊 賢司², 谷口 尚², 森山 悟士³, 羽田野 剛司¹

Nihon Univ.¹, NIMS², Tokyo Denki Univ.³ ○Taku Kato¹, Takuya Iwasaki²,
Kenji Watanabe², Takashi Taniguchi², Satoshi Moriyama³, Tsuyoshi Hatano¹

E-mail: ceta19002@g.nihon-u.ac.jp

垂直電場遮蔽長より厚い多層グラフェンではスピンの不純物などの影響を受けにくく、単層グラフェンよりも長いスピン緩和長が観測されている [1]。従って多層グラフェンはスピントロニクスや量子効果デバイスの材料として期待されている。これまで我々は4層グラフェンを用いて単一量子ドットを作製し、エッジの影響で結合多重ドットが形成されている事を確認した。また、デバイスに対して垂直磁場を印加するとドットは単一に近い特性を示し、ドット直径が拡大することも明らかにした [2]。しかし、量子ドットの数が増えるメカニズムについては未だ明らかになっていない。そこで今回我々は異なるバックゲート電圧におけるクーロンピークの磁場依存性を測定し、ドットの結合状態が増えるメカニズムについて検討を行なった。

図1 (a), (b) にゲート電圧 $V_g = 0 \sim 2$ V と $V_g = 2 \sim 4$ V におけるクーロンピークの磁場依存特性をそれぞれ示す。 $V_g = 0 \sim 2$ V では電子軌道は磁場の影響をあまり受けていない事が分かる。これはドット内の電子が占有するエネルギー準位が低く、磁場の影響を受けにくいと考えられる。一方、 $V_g = 2 \sim 4$ V では $B = 0 \sim 4$ T の時、軌道は磁場によって大きく変化している。これは電子が占有した準位が高く磁場の影響が大きい為であり、また作製した量子ドットの対称性が良い事を示している。図1 (b) 中の赤破線で示す部分では反結合軌道も観測されており、エッジラフネスで形成されたドットと形状閉じ込めによる量子ドットはトンネル結合している事を示している。また磁場が大きくなるとクーロンピークの間隔が等間隔になっている。従って、印加する磁場を大きくする事で電子の波動関数がエッジにまで広がり、エッジに形成されたドットが形状閉じ込めによるドットに結合する事で単一量子ドットに近い状態になったと考えられる。

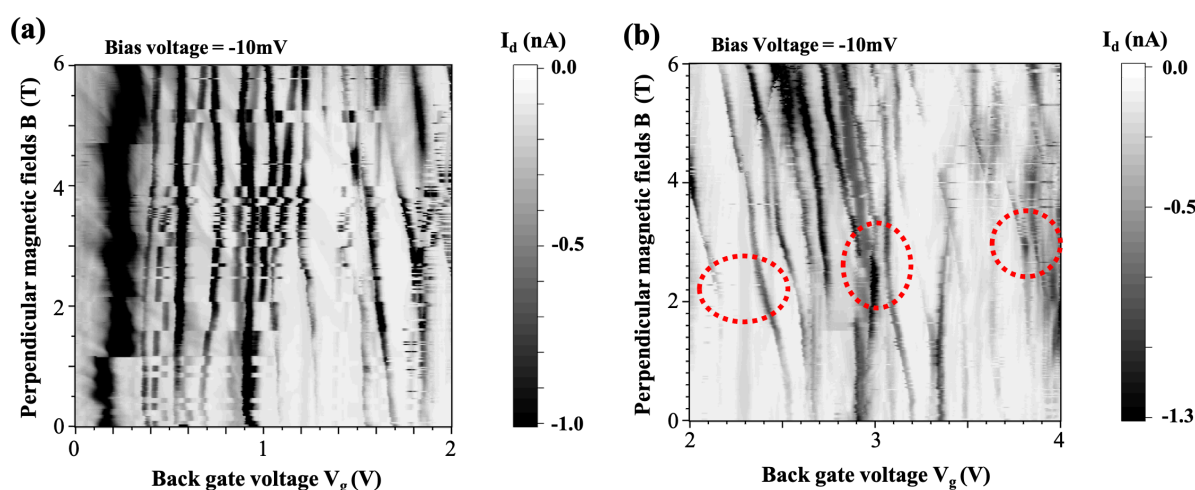


図 1: Coulomb peaks under perpendicular magnetic fields for, (a) $V_g = 0 \sim 2$ V. (b) $V_g = 2 \sim 4$ V. Red dashed circles indicate anticrossings.

[1] H. Goto, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 92, 212110 (2008). [2] T. Iwasaki, T. Kato, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 59, 024001 (2020).