

単層グラフェンにおける開放系量子ドットの輸送特性

Transport Properties of Open Quantum Dot in Encapsulated Graphene

千葉大物質¹, 成均館大学校², バッファロー大³, アリゾナ州立大⁴, 物材機構⁵

○坂梨 昂平¹, 和田 直人¹, キム ギルホ², バード ジョナサン³, フェリー デイビッド⁴,
渡邊 賢司⁵, 谷口 尚⁵, 青木 伸之¹

Chiba Univ.¹, SKKU², Univ. at Buffalo³, ASU⁴, NIMS⁵ ○Kohei Sakanashi¹, Naoto Wada¹,

Gil-ho Kim², Jonathan P. Bird³, David K. Ferry⁴, Kenji Watanabe⁵, Takashi Taniguchi⁵,

Nobuyuki Aoki¹

E-mail: k.sakanashi@chiba-u.jp

グラフェンはバレー自由度やディラック電子系特有の特異な性質、きわめて高い移動度を示し、電界効果トランジスタ構造によってフェルミレベルが制御可能であるため、量子ポイントコンタクトや量子ドットといった量子デバイス構造への応用が期待されてきた[1]。本研究では、六方晶窒化ホウ素(hBN)によって挟まれた高移動度単層グラフェン(SLG)・ファンデルワールスヘテロ構造において、幅および長さともに 400nm 程度で、200nm 程度のポイントコンタクトを介してリード電極と強く結合したバリスティックなキャビティである開放系量子ドット(OQD)を反応性イオンエッチング(RIE)によって作製した(Fig.1(a))。hBN/SLG/hBN/Graphite ヘテロ構造はPCを用いたドライトランスファー法によって作製し、ソースドレイン電極はエッジコンタクト法によって形成された[2]。極低温における磁気輸送測定の結果、hBNとSLGのモアレ超格子が形成されており(Fig.1(b))、メインディラックポイント(MDP)とホール側のセカンドディラックポイント(SDP)の付近において、OQD特有の古典軌道による磁気振動、およびOQD内の離散的なエネルギースペクトルに対応した量子振動が観測された(Fig.1(c))。MDPにおける磁気振動をAharonov-Bohm振動解析[3]及び自己相関関数による解析の結果、観測された磁気振動の干渉面積はエッチングによって定義されたOQDキャビティのサイズとおおよそ一致し、OQDによる振動であることが確認された。

講演では理論計算との比較、およびMDPとSDPにおける磁気振動様式の違い等についての議論も行う予定である。

本研究は科研費(18H01812,20J20052),千葉大VBLの支援を受けて行われた。

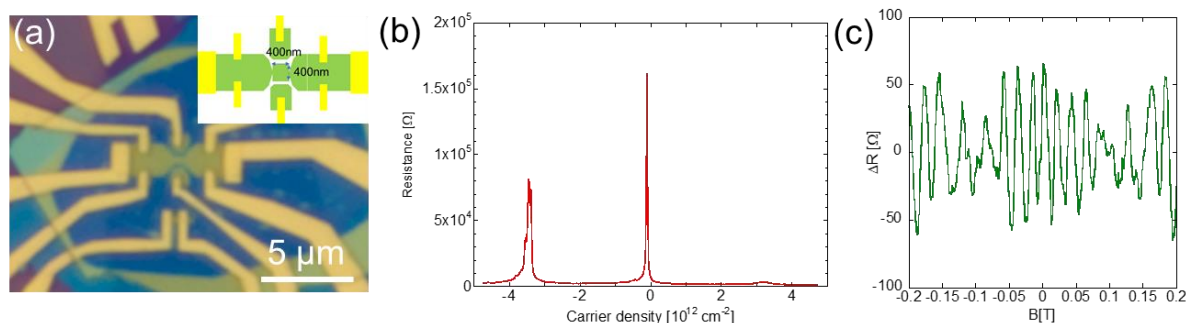


Fig. 1 (a) Optical microscope image of GOQD. Inset: The schematics of GOQD device. (b) Carrier density dependent resistance curve of the device at low temperature. Clear satellite peaks were observed. (c) Magneto-resistance oscillations across GOQD at carrier density of near main Dirac point. Periodic resistance oscillations were observed.

[参考文献]

- [1] H. Overweg, et al., Nano Lett. 18, 553 (2017).
- [2] L. Wang, et al., Science 342, 614 (2013).
- [3] J. Dauber, et al., Phys. Rev. B 96, 205407 (2017).