垂直電場印加による 2 層グラフェンにおける 量子ポイントコンタクトの形成と磁場印加効果

Fabrication of quantum point contact in bilayer graphene by application of vertical electric field and magnetic field effect

○(M1)村瀬健太郎[1], (M2)荒川友貴[1], (M1)坂梨昂平[1], 音賢一[1],
Younseob Kim[2], Gil-ho Kim[2], 渡邊賢司[3], 谷口尚[3], 青木伸之[1]
Chiba Univ.[1], Sungkyunkwan Univ.[2], National Institute for Materials Science[3]
E-mail: k.murase@chiba-u.jp

グラフェンとは炭素原子が蜂の巣格子状に共有結合した 2 次元半導体であり、価電子帯と伝導帯が 1 点で交わるディラックポイントを持つなど、特異なバンド構造を持つことで知られている。近年、六方晶窒化ホウ素(*h*–BN)を絶縁層として用いることで非常に高移動度な試料を作製することができるようになった。室温で 10^5 cm^2/Vs を超える移動度も報告されている[1]。我々はこの構造を利用して量子閉じ込め現象の実現を目的とした研究を行っている。本研究では、2 層グラフェン上に形成したスプリット型のトップゲートと Si 基板を利用したバックゲートに対して逆電圧を印加することで垂直電場を印加し、トップゲート直下を空乏化させることで 2 層グラフェン中に量子ポイントコンタクト (QPC) 構造を形成し、極低温下で電気伝導測定を行った。

バックゲート電圧 (V_{BG}) を -80 V に固定し、スプリットゲート電圧 (V_{SG}) をスイープしていくと、Fig.1 の赤線で示すようなコンダクタンスの変化が起こった。垂直電場 (D) が 0.98 [V/nm] から 1.15 [V/nm] 付近では、コンダクタンスが階段状に変化する量子化コンダクタンスが観測された。青線は、そのプラトーの位置を特定するためにコンダクタンスを V_{SG} で微分した値を示している。

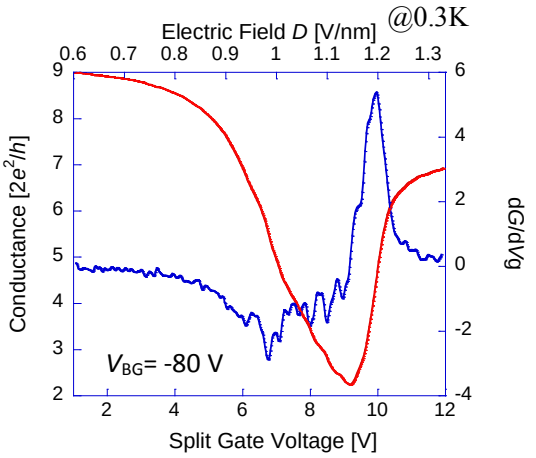


Fig.1 Red line: Split gate characteristics when back gate is applied at -80 V. Blue line: Value obtained by differentiating split gate characteristics with split gate voltage.

本来、グラフェンの QPC ではバレーとスピンの縮退により、$4e^2/h$ のステップでプラトーが出現すると考えられてきた。実際、いくつかの論文ではそのように報告されている[2][3]。しかし、我々の研究室では $2e^2/h$ のステップでプラトーが出現した。この違いについての考察を中心に当日議論を行っていく。

[1] K. I. Bolotina, *et al.*, Soild State Commun. **146**, 351 (2008).
[2] H. Overweg, *et al.*, Nano Lett. **18**, 553 (2018).
[3] L. Benszerus, *et al.*, Nano Lett. **18**, 4785 (2018).

© 2019年 応用物理学会