

二層-二層グラフェン/hBN 超格子素子のキャリア輸送特性

Carrier transport properties in double bilayer graphene/hBN superlattices

物材機構¹, 群馬大², 東京電機大³, [○]岩崎 拓哉¹, 守田 佳史², 中払 周¹, 若山 裕¹,

渡辺 英一郎¹, 津谷 大樹¹, 渡邊 賢司¹, 谷口 尚¹, 森山 悟士³

NIMS¹, Gunma Univ.², Tokyo Denki Univ.³, [○]Takuya Iwasaki¹, Yoshifumi Morita², Shu Nakaharai¹,

Yutaka Wakayama¹, Eiichiro Watanabe¹, Daiju Tsuya¹, Kenji Watanabe¹, Takashi Taniguchi¹

and Satoshi Moriyama³

E-mail: IWASAKI.Takuya@nims.go.jp

単層グラフェン同士をある一定の角度で積層させたグラフェンねじれ積層構造では、強相関絶縁/超伝導状態などが報告され、大きな注目を集めている。これに続き、熱的安定状態の AB 積層二層グラフェンを積層させた二層-二層グラフェン超格子構造においても強相関輸送現象が議論されている[1]。本研究では、折り重なった AB 積層二層グラフェン (folded bilayer-bilayer graphene: fBBLG) を利用し、二層-二層グラフェン超格子素子を作製し、キャリア輸送特性を調べた。

素子作製に関しては、機械的剥離法により準備した fBBLG を、バブルフリー転写法により六方晶窒化ホウ素 (hBN) で挟んだ。本研究における fBBLG はねじれ角が $\sim 60^\circ$ のものを利用し、片方の hBN と結晶方位がそろった構造 (モアレ超格子) を形成している[2]。積層構造作製後、 CHF_3/O_2 プラズマエッチングでホールバー型に加工し、電子線蒸着により 1 次元エッジコンタクト電極 (Cr/Pd/Au) を作製した。ホールバー上にさらに hBN を転写後、トップゲートを作製した。測定について、4 端子法により電気抵抗を測定した。

温度 1.7 K における縦抵抗率 (ρ_{xx}) および横抵抗 (ρ_{xy} , 垂直磁場 $B = 0.22$ T) のトップゲート電圧 (V_{tg}) 依存性を Fig. 1(a) に示す。 $V_{\text{tg}} \sim 0.3$ V は電荷中性点であり、同一積層構造上の AB 積層二層グラフェン/hBN 超格子素子の測定結果およびキャリア密度を考慮すると、 $V_{\text{tg}} \sim -9$ V は BLG/hBN のサテライト点、 $V_{\text{tg}} \sim \pm 5$ V は fBBLG のサテライト点、 $V_{\text{tg}} \sim -2$ V は fBBLG のモアレバンドが半分占有された状態に対応すると考えられる。これらの領域では、 ρ_{xx} はピークを示し、 ρ_{xy} の符号 (電子/正孔) が切り替わる。 ρ_{xx} はキャリア密度 (n) に依存して金属または絶縁体的な異なる温度依存性を示した (Fig. 1(b))。この結果は、グラフェン超格子における抵抗に寄与するキャリア散乱機構が、通常のグラフェンに見られるフォノンが支配的な機構とは異なるためであると考えられる。

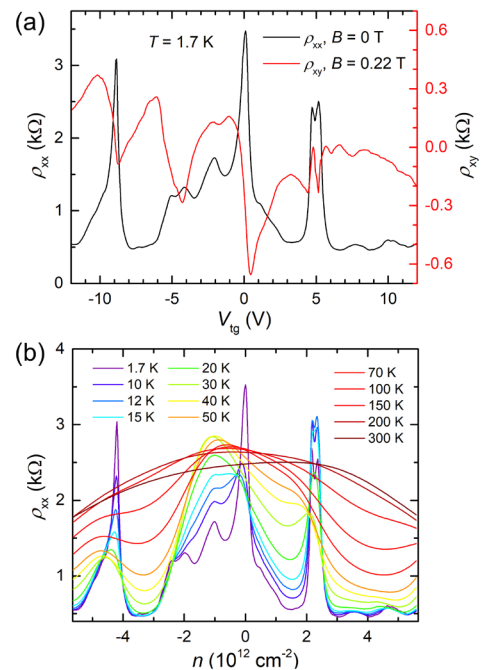


Fig. 1 Transport properties of the fBBLG/hBN device. (a) ρ_{xx} and ρ_{xy} as a function of V_{tg} at 1.7 K. (b) ρ_{xx} vs n for various temperatures.

謝辞：本研究は JSPS 科研費 19K15385 の助成を受けて行われました。

参考文献：[1] G. William Burg et al., Phys. Rev. Lett. 123, 197702 (2019); C. Shen et al., Nat. Phys. 16, 520 (2020); X. Liu et al., Nature 583, 221 (2020); Y. Cao et al., Nature 583, 215 (2020). [2] T. Iwasaki et al., Appl. Phys. Express 13, 035003 (2020).