

六方晶窒化ホウ素/2層グラフェン超格子素子における超伝導

Superconductivity in hexagonal boron nitride/bilayer graphene superlattices

¹物材機構, ²群馬大, ³明治大, [○]森山 悟士¹, 守田 佳史², 小松 克伊¹, 遠藤 滉亮^{1,3},
岩崎 拓哉¹, 中払 周¹, 野口 裕³, 若山 裕¹, 渡辺 英一郎¹, 津谷 大樹¹,
渡邊 賢司¹, 谷口 尚¹

NIMS¹, Gunma Univ.², Meiji Univ.³, [○]Satoshi Moriyama¹, Yoshifumi Morita², Katsuyoshi Komatsu¹,
Kosuke Endo^{1,3}, Takuya Iwasaki¹, Shu Nakaharai¹, Yutaka Noguchi³, Yutaka Wakayama¹,
Eiichiro Watanabe¹, Daiju Tsuya¹, Kenji Watanabe¹, Takashi Taniguchi¹

E-mail: MORIYAMA.Satoshi@nims.go.jp

2次元材料を積層したヘテロ構造は、原子層スケールでの超格子構造を形成することが可能であり、新奇量子輸送現象および波動関数工学の観点から大きな関心を集めている。六方晶窒化ホウ素(hBN)とグラフェンの積層構造では、hBNとグラフェンの間の結晶方位がほぼ0度のときにエネルギーバンドの再構成およびバンドギャップが誘起される。これまで我々は、このhBN/グラフェン超格子構造を作製し、反転対称性の破れから生じるBerry曲率を起源とする、トポロジカル電流の観測等を報告してきた[1, 2]。今回、hBN/2層グラフェン超格子素子において2次元超伝導特性を示す電子輸送を観測したので報告する。

近年、2枚のグラフェンを一定の角度で積層したねじれグラフェンにおいて超伝導の発現が報告されている[3]。我々の素子は、ねじれのない2層グラフェン(BLG)およびhBNを積層したhBN/BLG/hBNモアレ超格子構造に、1次元エッジコンタクトを取り作製した[2]。図1(a)に垂直磁場下での縦抵抗(R_{xx})のキャリア密度(n)依存性を示す。BLG/hBN超格子構造を反映した量子ホール効果(Hofstadter's butterfly)が観測された。図1(b)はゼロ磁場下における R_{xx} の温度依存性を示したもので、 $n \sim -3.5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 付近で低温において抵抗の急激な減少が観測された。電子輸送特性の結果は、2次元超伝導におけるBerezinskii-Kosterlitz-Thouless (BKT)転移による解析と良く一致し、ゲート電圧によってキャリア密度を調整することにより、 $T_{\text{BKT}} = 14 \text{ K}$ までの転移温度で調整可能な超伝導素子の動作が確認された[4]。

【参考文献】 [1] K. Komatsu *et al.*, *Sci. Adv.* **4**, eaaq0194 (2018). [2] K. Endo *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **114**, 243105 (2019). [3] Y. Cao *et al.*, *Nature* **556**, 43 (2018). [4] S. Moriyama *et al.*, arXiv.1901.09356.

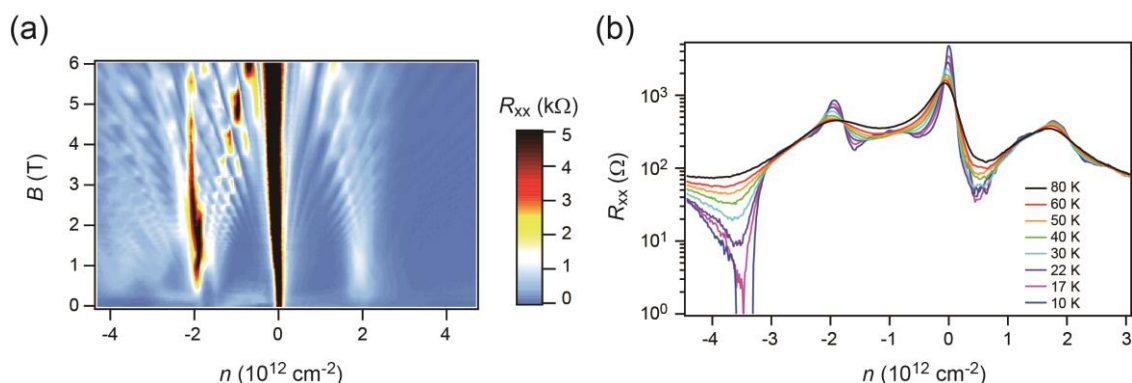


Fig.1. (a) Intensity map of the longitudinal resistance, R_{xx} as a function of the carrier density, n and the magnetic field B (applied perpendicular to the substrate) at 6 K for our hBN/bilayer graphene superlattice device. (b) R_{xx} as a function of n , at $B = 0 \text{ T}$ for various temperatures (T).