

# K 添加多層グラフェン FET における EBAC 像のゲート電圧依存性

## Dependence of EBAC images on gate voltage for K-doped few-layer graphene FETs

産総研<sup>1</sup>, 静大<sup>2</sup> ○沖川 侑揮<sup>1</sup>, 増澤 智昭<sup>2</sup>, 中島 秀朗<sup>1</sup>, 岡崎 俊也<sup>1</sup>, 山田 貴壽<sup>1</sup>

AIST<sup>1</sup>, Shizuoka Univ.<sup>2</sup>, Y. Okigawa<sup>1</sup>, T. Masuzawa<sup>2</sup>, H. Nakajima<sup>1</sup>, T. Okazaki<sup>1</sup>, and T. Yamada<sup>1</sup>

E-mail: okigawa.yuki@aist.go.jp

【はじめに】グラフェンエレクトロニクス実現において、グラフェン面内での均一なフェルミ準位制御および伝導型制御は重要である。これまでに、カリウム(K)添加グラフェンによる n 型伝導実証[1]に加え、FET チャンネル内での電子線吸収法(EBAC)評価からグラフェンのフェルミ準位と電流パスの関係を明らかにした[2]。本研究では、伝導機構の理解を深めるため、ゲート電圧変調による EBAC 像の変化を調べた[3]。

【実験方法および結果】PMMA を用いた転写法にて、Ni 箔上に合成された CVD 多層グラフェン (~40 nm) を石英基板に転写した。KOH 処理により K を添加した。テープ剥離により、石英上 K 添加多層グラフェンを薄片化 (厚み ~4 nm) し、SiO<sub>2</sub>/Si 基板に転写した。作製したバックゲート型 4 端子素子のシート抵抗のゲート電圧特性から、n 型伝導を確認した[3]。EBAC は、SEM 装置内にてソース-ドレイン電極間に電圧印加した状態で、チャンネルに電子線照射することで、電子線吸収電流を可視化した EBAC 像が得られる。図 1(a)-(c) に EBAC 像のゲート電圧依存性を示す。EBAC 像での暗・明領域はそれぞれ抵抗の大・小に対応する。暗領域は E<sub>F</sub> がディラック点から近いことを意味する。V<sub>GS</sub> = 5 V 及び 0 V の場合、EBAC 像では領域 I, IV が暗く、領域 II, III が明るい。n 型伝導の範囲内でゲート変調させていることを考慮すると、V<sub>GS</sub> = 5 V 及び 0 V では、全領域のキャリア伝導が電子であり、領域 I, IV は E<sub>F</sub> がディラック点から近く、領域 II, III は E<sub>F</sub> がディラック点から遠い。一方、V<sub>GS</sub> = -5 V の EBAC 像では、V<sub>GS</sub> = 5 V 及び 0 V の EBAC 像とは異なり、領域 I, III が暗く、領域 II, IV が明るくなり、領域 III, IV でコントラストが反転した。V<sub>GS</sub> = -5 V 印加により、領域 III では E<sub>F</sub> がディラック点に近づき、領域 IV では E<sub>F</sub> がディラック点から遠ざかったことに相当する。これは、領域 IV での伝導キャリアが電子からホールに変わり、各領域での抵抗の関係に変化が生じたことが原因として考えられる。上記考察から、バンド図は図 1(d)-(f) になると推測される。

【謝辞】本研究の一部は、JSPS 科研費 JP20H02191、JP22H01534 の助成を受けて行った。

【参考文献】[1] T. Yamada *et al*, *APL*, **112** 043105 (2018). [2] 沖川他、第 84 応用物理学会秋季学術講演会 19p-P01-41. [3] Y. Okigawa *et al*, *J. Phys. D : Appl. Phys.* **57**, 075302 (2024).

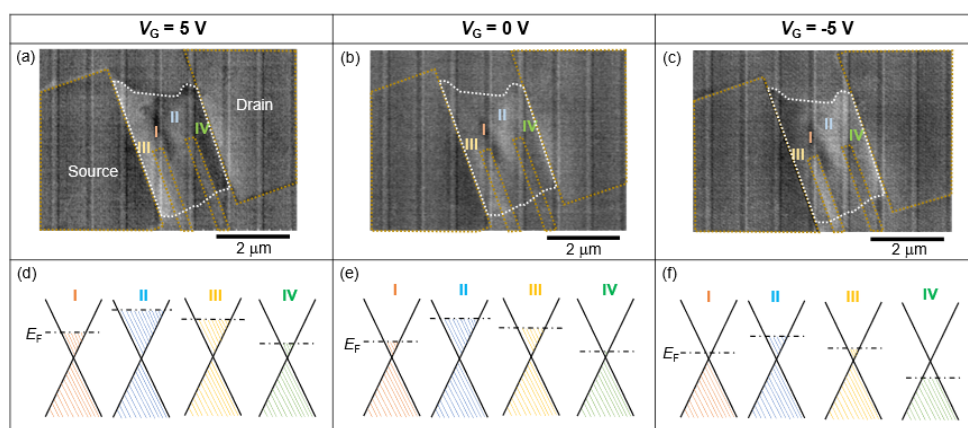


図 1 (a) (b) (c) V<sub>G</sub>=5, 0, -5V 印加時の EBAC 像, (d)(e)(f) V<sub>G</sub>=5, 0, -5V 印加時のバンド図