

p 型 SiC 上グラフェンのタンパク質吸着特性

The characteristics of p-type graphene film for protein adsorptions

徳島大学¹, NTT 物性基礎研² [○](D)谷口 嘉昭¹, 高村 真琴², 谷保 芳孝²,
大野 泰秀¹, 永瀬 雅夫¹

Tokushima Univ.¹, NTT Basic Research Labs.², [○]Yoshiaki Taniguchi¹, Makoto Takamura²,
Yoshitaka Taniyasu², Yasuhide Ohno¹, Masao Nagase¹

E-mail: y_taniguchi@ee.tokushima-u.ac.jp

絶縁性の SiC 基板を超高温で加熱することで得られる SiC 上グラフェンは、レジストなどのコンタミが介入する複雑なプロセスを経ずにデバイスとして用いることが出来るためセンサ応用に適している[1]。これまでの研究から、SiC 上グラフェンを用いたグラフェン FET では、タンパク質吸着によって n ドーピングがタンパク質に依らず生じることが明らかになっている[2]。SiC 上グラフェンは SiC 基板によって強く n ドープされているため、タンパク質の正電荷部分がクーロン力によって引き寄せられ n ドーピングが生じたと考えられるが、キャリアタイプがタンパク質の吸着に与える影響は明らかになっていない。そこで、本研究では H₂ アニールにより正孔がメインキャリアとなった p 型 SiC 上グラフェンを用いてタンパク質吸着に対する応答を評価した。

4H-SiC(0001)基板を Ar 雰囲気中で 1650 °C に加熱することでグラフェン薄膜をエピタキシャル成長させた。その後、H₂ 雰囲気中で 1050 °C のアニール処理を行った。H₂ アニール前後でのホール効果測定の結果を Table 1 に示す。キャリアタイプは n から p に変化し移動度が上昇する、典型的な H₂ アニールによる p 型 SiC 上グラフェンの電気特性が得られた[3]。その後、Ag/AgCl 参照電極を用いて溶液ゲート FET 構造を作製した。検体には、pH 6.8 のリン酸緩衝液中で負に帯電したウシ血清アルブミン(BSA)を準備した。

Fig. 1 は各 BSA 濃度での p 型グラフェン FET の I_D-V_G 特性を示している。水素アニールによりキャリアタイプが p であることから、ディラック点は n 型 SiC 上グラフェン(-0.3 V 以下[2])よりも正電圧側に存在することが示された。また、BSA 濃度の増加に伴い正孔側の伝導が減少しており、タンパク質吸着による SiC 上グラフェンの n ドーピングはキャリアタイプに関わらず生じることが明らかになった。

[1] T. Mitsuno, et al., Appl. Phys. Lett. **111**, 213103 (2017).

[2] Y. Taniguchi, et al., 49th SSDM, H-1-05 (2017).

[3] J. A. Robinson, et al., Nano Lett. **11** (9), pp. 3875–3880 (2011).

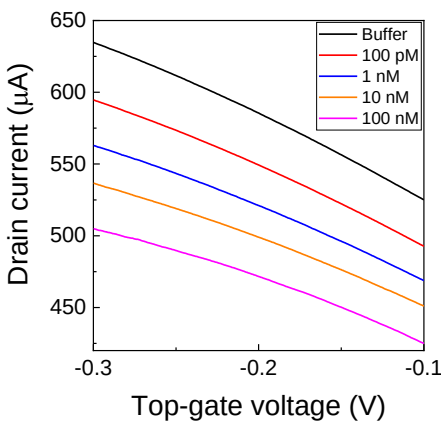


Fig. 1: I_D-V_G characteristics of p-type graphene FET for negatively BSA adsorptions

Table 1: Electric properties of graphene film before and after H₂ anneal

Condition	Carrier type	Sheet carrier density [cm ⁻²]	Mobility [cm ² /Vs]
Before H ₂ anneal	n	6.15 × 10 ¹²	1434
After H ₂ anneal	p	1.27 × 10 ¹³	2752