

光電子制御プラズマ処理によるグラフェンの修飾

Modification of Graphene by Treatment of Photoemission-assisted Plasma

有明高専¹, ロスアラモス国立研究所², 東北大学 多元研³, 日本原子力研究開発機構⁴

○鷹林 将¹, (B)福田 旺土¹, (B)塚寄 琉太¹, (B)古賀 永¹, 山口 尚登², 小川 修一³,

高桑 雄二³, 津田 泰孝⁴, 吉越 章隆⁴

National Institute of Technology, Ariake College¹, Los Alamos National Laboratory²,

IMRAM, Tohoku Univ.³, Japan Atomic Energy Agency⁴

○Susumu Takabayashi¹, (B) Akito Fukuda¹, (B) Ryuta Tsukazaki¹, (B) Hisashi Koga¹,

Hisato Yamaguchi², Shuichi Ogawa³, Yuji Takakuwa³, Yasutaka Tsuda⁴, Akitaka Yoshigoe⁴

E-mail: stak@ariake-nct.ac.jp

グラフェンはその特異な物性から、電界効果トランジスタのチャネル材料やガスバリア膜など幅広い応用が期待されている[1]。グラフェンの可能性をより引き出すために、その化学修飾や改質に広く挑まれている。本発表で我々は、独自の光電子制御プラズマを用いたグラフェンの精密制御を報告する。光電子制御プラズマはDCプラズマの一種で、放電開始トリガーの初期電子に光電子を用いていることが特徴である。光電子は基板に深紫外光(172 nm = 7.2 eV)を照射することにより発生させている。放電は安定的で紫外光照射部位に限定されるため、電圧と電流密度を精密に評価できる。特にイオンダメージを防ぐことができるタウンゼント放電領域(光電子制御タウンゼント放電(PATD))領域では従来の約 10,000 倍の電流を得られるため、これを穏やかな反応処理に利用できる。

Figure 1 に、流量 100sccm、圧力 800 Pa、電圧 300 V の Ar 雰囲気 PATD で 1 mC/cm² 分だけ処理したグラフェン/Cu 基板の C 1s 光電子スペクトルを示す。スペクトル測定は SPring-8 BL23SU で行った。放射光エネルギーは 720 eV とした。PATD 処理後(a)では、グラフェンの基幹構造である sp^2 炭素由来のピーク(sp^2 C-C、 sp^2 C-H)の他に sp^3 炭素由来のピーク(sp^3 C-H)も観測された[2]。これは PATD 処理によりグラフェンの六員環構造が開裂し、そこに水素が付加したものと考えられる。続いて 5×10^{-4} Pa の H₂ 還元雰囲気下 700°C で 20 分間アニール処理をしたところ、(b)に示すようにスペクトルから sp^3 C-H ならびに sp^2 C-H ピークが消え、代わりに sp^3 C-C ピークが出現した。アニール処理により、水素が脱離したと考えられる。

参考文献: [1] S. Takabayashi et al., Diamond Relat. Mater. **22**, 118 (2012), S. Ogawa et al., J. Phys. Chem. Lett. **11**, 9159 (2020); [2] S. Takabayashi, T. Takahagi, J. Surf. Anal. **20**, 25 (2013).

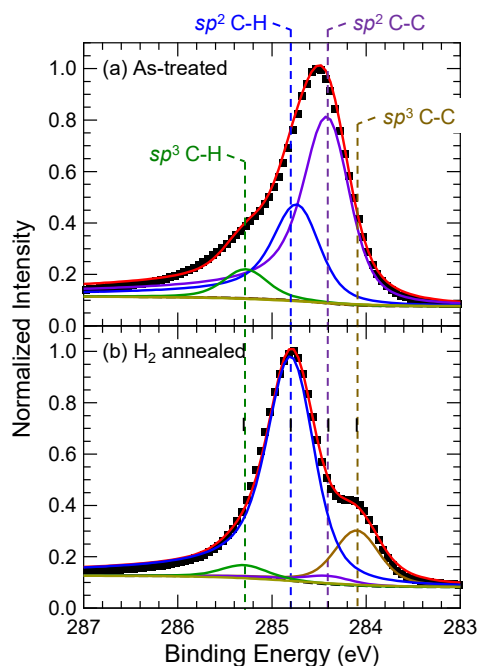


Figure 1. C 1s photoelectron spectra of graphene/Cu substrates after (a) PATD treatment in Ar and (b) following H₂ annealing at 700°C.