

機能性剥離テープを用いた CVD グラフェンのドライ転写法の開発

Dry transfer of CVD graphene using functional tapes

九大院総理工¹, 九大 GIC², 日東電工³, JST-CREST⁴ ○小山 諄¹, 河原 憲治², 本田 哲士³,
小坂 尚史³, 岡田 研一³, 増田 将太郎³, 保井 淳³, 吾郷 浩樹^{1,2,4}
Kyushu Univ. IGSES¹, Kyushu Univ. GIC², Nitto Denko Co.,³ JST-CREST⁴ ○S. Oyama¹,
K. Kawahara², S. Honda³, N. Kosaka³, K. Okada³, S. Masuda³, A. Yasui³, H. Ago^{1,2,4}
E-mail: h-ago@gic.kyushu-u.ac.jp

【背景】単層グラフェンは非常に高いキャリア移動度や熱伝導度、機械的柔軟性や透明性などの優れた特徴を有し、電子デバイスやフォトニクス等への応用が期待されている。高品質で大面積の単層グラフェンは Cu を触媒として用いる CVD 法で合成できるようになっているが [1]、その産業応用に向けて Cu 表面からのグラフェンの転写プロセスの確立が大きな課題となっている。一般的には、Cu のエッチングを伴うウェット転写法が利用されているが、高分子保護膜の残渣が残る、Cu を再利用できない、エッチングに時間を要する、などの課題がある。そこで、我々は基板の表面処理や種々の機能性テープの検討を行い、Cu のエッチングを経ずにグラフェンを SiO₂ など他の基板に転写する効果的なドライ転写法の開発に成功したので報告する。

【結果と考察】今回行った転写プロセスを Fig. 1 に示す。サファイア基板上に製膜した Cu(111) 薄膜を触媒とし、メタンを用いた熱 CVD 法により単層グラフェンを合成した [1,2]。この基板を水に浸すことで Cu 表面を酸化し、グラフェンとの密着性を低下させた [3-6]。引張り試験機を用いた実験から、酸化によって密着

性が 1/20 まで低下することを明らかにした。その後、紫外線 (UV) 剥離テープ、あるいは熱剥離テープを押し付け、機械的にグラフェンを剥離した後、SiO₂/Si 基板に移し、UV 光 (熱) を加えてテープの粘着力を低下させ、最後にテープだけを剥がした。Fig. 2 は酸化後の Cu 表面と、UV 剥離テープを用いて SiO₂ 表面に転写後のグラフェンの光学顕微鏡像である。グラフェンのグレインをほぼ 100% 転写できていることが分かる。また、転写後のラマン分光測定からグラフェンにダメージはほとんど入っていないことが分かった。一方、熱剥離テープは粘着力低下のための発泡剤により、グラフェンに大きなダメージが入っていた。UV 剥離テープによる新たなドライ転写法は、グラフェンなどの原子膜の効果的な転写法として産業化を大きく促進するものと期待される。

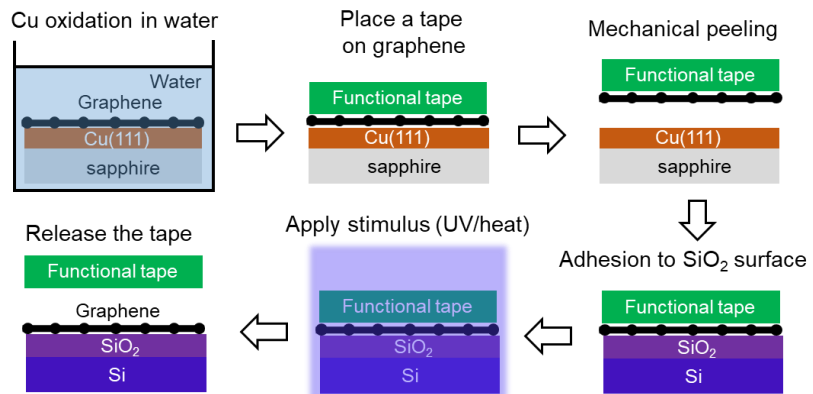


Figure 1. Schematic of the dry transfer process

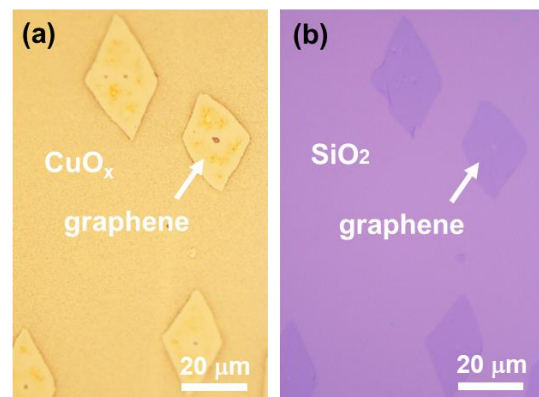


Figure 2. Optical micrograph images of monolayer graphene grains after water oxidation on Cu (a) and after transfer on SiO₂/Si substrate (b).

[1] H. Ago et al., *Appl. Phys. Express*, **6**, 075101 (2013). [2] H. Ago et al., *Chem. Mater.*, **27**, 5377 (2015). [3] P. Gupta et al., *Sci. Rep.*, **4**, 3882 (2014). [4] R. Wu et al., *Carbon*, **98**, 138 (2016). [5] D. Luo et al., *Chem. Mater.*, **29**, 4546 (2017). [6] P. R. Whelan et al., *Carbon*, **117**, 75 (2017).