

課題番号 : F-12-AT-0007

※支援課題名(日本語) : 酸化物保護膜を用いた CVD グラフェン転写技術の開発

※Program Title(in English) : Development of CVD graphene transfer methods with oxide-passivations

※利用者名(日本語) : 山口淳一

※Username(in English) : Junichi Yamaguchi

※所属名(日本語) : 最先端研究開発支援プログラム「グリーンナノエレクトロニクスのコア技術開発」

※Affiliation(in English) : Funding Program for World-Leading Innovative R&D on Science and Technology (FIRST Program), Development of Core Technologies for Green Nanoelectronics

※概要(Summary):

Dirac粒子系として記述される特異な電子状態を有するグラフェンは、極めて高いキャリア移動度を示すことから次世代の高速動作トランジスタのチャンネル材料として期待されている。工業的応用の観点から、グラフェンの高品質、かつ大面積合成が広く試みられており、特に単層グラフェンの合成にはCu金属触媒を用いた化学気相堆積(CVD)法が有望と考えられている[1]。金属触媒上にCVD合成したグラフェンをトランジスタのチャンネルとして利用するには絶縁体基板への転写が必須となる。この転写プロセスでは、グラフェンの支持層としてレジストが広く用いられており、さらにトランジスタ作製におけるリソグラフィ工程においてもレジストは繰り返し利用される。しかし、それらのレジストの高分子膜は除去処理の後もグラフェン表面に強固に残存し、グラフェンへの非本質的なキャリアドーピングや輸送特性の劣化の原因と成り得ると考えられている[2,3]。そこで本研究では、グラフェンに対するレジストの高分子残留物の影響を抑制することを目的に、酸化物薄膜をグラフェンの保護膜として用いた新規の転写プロセス技術を構築を試みた。

※実験(Experimental):

- ・真空蒸着装置・スピコーター・ホットプレート
- ・有機/酸ドラフト

グラフェンの転写、およびトランジスタ作製プロセスの際に、グラフェンとレジストとが直接接触することを防ぐことを目的に、持ち込みのCVD法でCu触媒上に合成した単層グラフェン上に、酸化物保護膜( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{NiO}$ )を形成した。これらの酸化物保護膜は、金属薄膜( $\text{Al}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Ti}$ ,  $\text{Ni}$ : ~1 nm)を真空蒸着装置を用いてグラフェン上に堆積し、大気中で自然酸化させることで得た。転写プロセスは従来手法と同様に、レジストを支持層としてCu触媒をウェットエッチングにより除去することで、酸化物保護膜/グラフェンを $\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板に転写した。

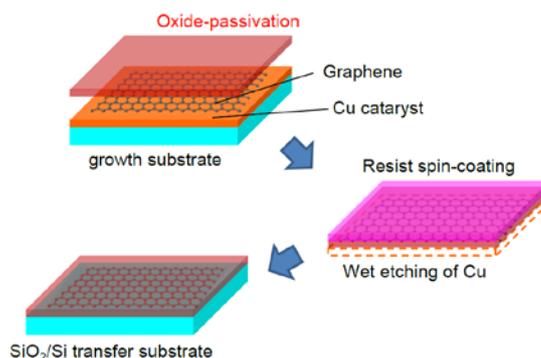


Fig. 1. Process flow of CVD graphene transfer with oxide-passivations

※結果と考察(Results and Discussion):

Fig. 1 に本研究で試みた酸化物保護膜を利用した CVD グラフェンの転写プロセスフローを示す。本手法では特にグラフェンに目立ったクラックや皺などが入ることなく転写できることが分かった。

※その他・特記事項(Others):

- ・今後の課題

作製した酸化物保護膜/CVD グラフェン/ $\text{SiO}_2/\text{Si}$  基板の各種試料に対して、分光、および電気特性を評価し、酸化物保護膜の有用性を検証する。

- ・参考文献

- [1] X. S. Li *et al.*, Science **324**, 1312 (2009).
- [2] Y. C. Lin *et al.*, Nano Lett. **12**, 414 (2012).
- [3] J. Chan *et al.*, Nano Lett. **6**, 3224 (2012).

共同研究者等(Coauthor):

林賢二郎, 佐藤信太郎, 横山直樹

論文・学会発表(Publication/Presentation):

J. Yamaguchi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **102**, 143505 (2013).

関連特許(Patent): 1 件出願中