16p-P7-42

グラフェン上 Al_2O_3 ゲート絶縁膜形成中の「その場」ラマン分光観察

In-situ Raman Observation of Graphene during Formation of Al_2O_3 Gate Dielectrics

東北大学電気通信研究所，須藤亮太，佐藤良，吹留博一，末光眞希

Tohoku University Research Institute of Electrical Communication, Ryota Suto, Ryo Sato,

Hirokazu Fukidome, Maki Suemitsu

E-mail: fukidome@riec.tohoku.ac.jp

超高移動度を示すグラフェンは、電界効果トランジスタ（FET）用次世代チャネル材料として期待されている。グラフェン FET を作製するには、高誘電率のゲート酸化膜をグラフェンにダメージを与えることなく形成することが重要であるが、グラフェンは酸化種によるダメージを受けやすく、多くの研究が今なお為されている。グラフェンへのダメージが少ない高誘電率ゲート酸化膜形成法の一つに、金属 Al の低温酸化による Al_2O_3 形成がある[1]。今回われわれは、G バンドシフトはグラフェンの Al 酸化中の体積変化による応力及び Al 蒸着によるキャリアドーピングが含まれていると予想し、Al 酸化膜形成中にグラフェンに導入される応力及びキャリアドーピングの時間発展を評価すべく、「その場」ラマン分光観察を行ったので報告する。

グラフェンは、グラファイトから剥離法で SiO_2(90nm)/Si 基板上に転写させた。このグラフェン上に金属 Al を 5nm、EB 蒸着させ、室温、大気下で自然酸化させた。自然酸化の間、ラマン顕微鏡にてラマンスペクトルを 30 分間隔で「その場」測定した。自然酸化の進行に伴い、グラフェンの基本振動モードである G バンド強度が低下し[2]、欠陥起因の D バンドがわずかに強くなっていることから、自然酸化中にグラフェン品質が低下していることがわかる。しかし、PECVD 法など他の酸化法で D バンド強度が G、G'バンド強度よりも大きくなることに比べると、自然酸化法ははるかにグラフェンへのダメージが小さい酸化膜形成法であるといえる[3]。図 1 は酸化中の G'バンドのピーク位置から求めた応力の時間変化である。酸化中に圧縮応力が増加していることがわかる。図 2 は G バンドのピーク位置（赤点）と半値幅（青点）の時間変化である。酸化中にピーク位置（赤点）はレッドシフトし、半値幅（青点）は増加する。このことは、Al 蒸着直後にグラフェンにホールドーピングが生じ、Al 酸化中にそのホール密度が減少することを示している。

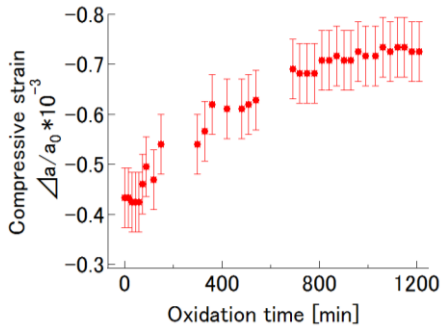

図 1：界面応力の時間変化

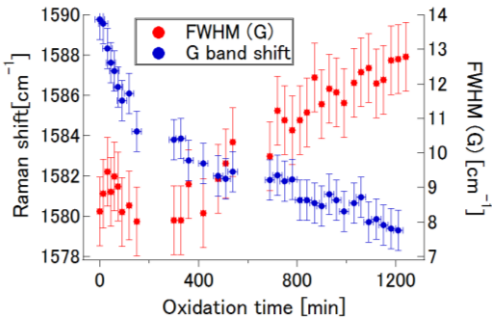

図 2：G バンドのピーク位置と半値幅の時間変化

[1]M.H.Jung et al. Japanese Journal of Applied Physics 50 (2011) 070111
[2]M.S. Dresselhaus et al. Nano Letter, 10 751 (2010)
[3] L. Liao et al. Materials Science and Engineering R 70 354 (2010)

© 2013 年　応用物理学会