16p-P7-9

Ni シリサイドを用いた Si 基板上エピタキシャルグラフェンの低温形成

Low-temperature Formation of Epitaxial Graphene On Silicon Substrate Using Ni silicidation

東北大通研 [1]

○長谷川美佳 [1]，菅原健太 [1]，三本菅正太 [1]，原本直樹 [1]，須藤亮太 [1]，

吹留博一 [1]，長澤弘幸 [1]，末光眞希 [1]

RIEC,Tohoku Univ. [1]

Mika Hasegawa [1], Kenta Sugawara [1], Shota Sambonsuge [1], Naoki Haramoto [1], Ryota Suto [1],

Hirokazu Fukidome [1], Hiroyuki Nagasawa [1], Maki Suemitsu [1]

E-mail: mh7389@riec.tohoku.ac.jp

SiC 基板の熱処理により表面にグラフェンを形成するエピタキシャルグラフェン（EG）法 [1] は工業的グラフェン製造法の一つであるが、SiC 基板の高価格や大口径化の困難さなどの欠点を有する。Suemitsu ら[2]は、エレクトロニクスの基幹材料である Si 基板上に SiC 薄膜をヘテロエピタキシャル成長させ、同 SiC 薄膜を真空中で加熱することで Si 基板上に EG を得るというグラフェン・オン・シリコン（graphene on silicon: GOS）技術を開発した。しかし GOS 法も、なお 1200 ℃以上の高温を必要とし、Si プロセスに完全対応できる低温化はいまだ実現されていない。Imaizumi ら[3]は、酸素添加アニールによる 1000℃での低温グラフェン化に成功したが、欠陥指標であるラマン D/G 比は従来 GOS 法の 2 倍以上と、いまだ高い値を示す。こうした中、Enrique Escobedo-Cousin ら[4]は SiC 結晶基板上に Ni を蒸着し、700 ℃という，従来 EG 法より 500℃以上低温での真空加熱による EG 形成を報告している。今回、私たちはこの Ni シリサイド法を Si 基板上 SiC 薄膜に適用し、酸素添加法よりも高品質のグラフェンを低温形成することに成功したので報告する。

基板には p-Si(111)ウエハを用いた。モノメチルシラン（MMS）を原料とするガスソース MBE 法により SiC(111) 薄膜（~100nm）を製膜、Ni（~10 nm） を電子ビーム蒸着した後、種々の温度にて 30 min の真空加熱を行ってグラフェン形成を試みた。グラフェン評価にはラマン散乱分光法を用いた。図 1 は 800℃、900℃におけるラマンスペクトルである。グラフェンの特徴である D バンド（1350 cm^{-1}）、G バンド（1585 cm^{-1}）、G’バンド（2700 cm^{-1}）が見られたことから、グラフェンが形成されていることがわかる。酸素添加を用いた場合に比べて D/G 比もおよそ 2.0 から 1.06 へと低下しており、より低いグラフェン化温度であるにも関わらず、グラフェン品質が向上していることが分かる。グラフェン化時には Ni シリサイドが形成していると考えられ、Ni シリサイド援用 GOS 法により、従来 GOS 法より低温でグラフェン形成できることがわかった。

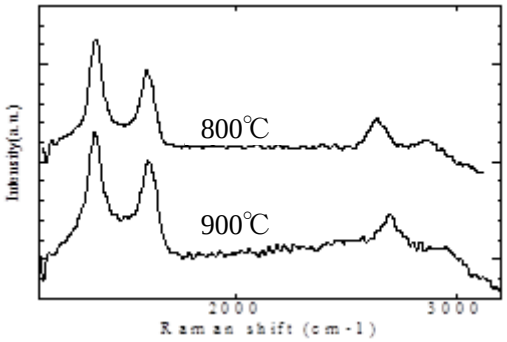

図 1　800℃、900℃で加熱した時のラマン測定の結果

[1] A. J. van Bommel, et al. Surf. Sci. **48,** 463-472 (1975).

[2] M.Suemitsu, et al. e-J. Surf. Sci. Nanotech**. 7**, 311-313 (2009).

[3]K.Imaizumi,et al.Japanese Journal of Applied Physics 50, 070105 (2011)

[4]Enrique Escobedo-Cousin et al., Materials Science Forum Vols. 740-742 (2013) pp 121-124

© 2013 年　応用物理学会