

グラフェン/Si 太陽電池応用に向けたオゾン酸化法による SiO₂ パッシベーション膜の形成と評価

Formation of SiO₂ film by ozone oxidation for graphene/Si solar cell application

北大院情 ○(M2) 芳野藤也, Subagyo Agus, 大和田真, 中根晃紀, 八木遂行, 八田英嗣, 末岡和久

○T. Yoshino, A. Subagyo, M. Owada, K. Nakane, K. Yagi, E. Hatta and K. Sueoka

E-mail: oubutsu@jsap.or.jp

炭素が六角形の網目状に結合した2次元構造グラフェンは、その特異な電氣的・光学的特性から高速トランジスタ、集積回路、センサー、太陽電池、蓄電デバイスなど次世代電子デバイス材料として注目されている^[1-5]。グラフェンをシリコンのショットキー障壁型太陽電池の透明電極としての応用開発に関心が高まっており、その電力変換効率は15.8%に達している^[6]。また、近年シリコンのp-n接合型太陽電池の電極にも応用され、その電力変換効率は18.8%に達している^[7]。実用化するには、さらなる電力変換効率の向上と製造のコストダウンなどの課題が残っている。グラフェン/Siショットキー障壁型太陽電池における電力変換効率の向上をするには、SiO₂などのパッシベーション膜による接合界面特性改善やキャリアドーピング、グラフェン転写法とグラフェン層数の最適化などが挙げられる^[8,9]。本研究は、SiO₂パッシベーション膜の形成法に着目し、オゾン酸化法を用いることにより膜厚制御とSiO₂/Si界面特性の改善を図る目的でおこなった。

シリコン基板の酸化膜をフッ酸により除去して超純水による洗浄をおこなった後、オゾン発生器を用いて300度の加熱をおこなった。5分~45分間のオゾン酸化をおこなった結果、エリプソメーター測定により15分間の加熱では約2nmのSiO₂膜が得られることが分かった。最適なSiO₂膜厚は約1.5nmとされているため、5、10、15分のオゾン酸化によるSiO₂のパッシベーション膜を形成したグラフェン/Siショットキー障壁型太陽電池を作製した。グラフェン電極は、破れなどの転写法に課題があるため、本研究では、グラフェンの直接成長を試みた。Fig.1は、SiO₂膜上にCを1nm、Niを5nm成膜した2層膜の500°Cでの真空加熱により作製したグラフェンのラマン分光スペクトルを示す。グラフェン由来のGと2Dピークが確認できるためグラフェンは形成できているが、欠陥由来のDピークが大きく、またアモルファスカーボンも多く含まれていることが分かった。太陽電池の電力変換効率も低いため、グラフェン電極作製の最適化が不可欠であると考えている。また、SiO₂/Si界面特性やSiO₂膜厚の影響についても調べる必要があると考えている。

- [1] K.S. Novoselov et al., *Science* **306**, 666(2004).
- [2] Y.-M. Lin et al., *Science* **327**, 662 (2010).
- [3] J. Yan et al., *Nat. Nanotech.* **7**, 472 (2012).
- [4] G. Eda et al., *Nat. Nanotech.* **3**, 270 (2008).
- [5] X. Miao et al., *Nano Lett.* **12**, 2745 (2012).
- [6] X. Kong et al., *RSC Adv.* **874**, 863 (2019).
- [7] Q. Gao et al., *Adv. Mater. Interfaces* **9**, 24 (2022).
- [8] Ma, J *et al.* *Nano Lett.* **160**, 76 (2018)
- [9] X. Miao *et al.* *Nano Lett.* **6**, 2745 (2012)

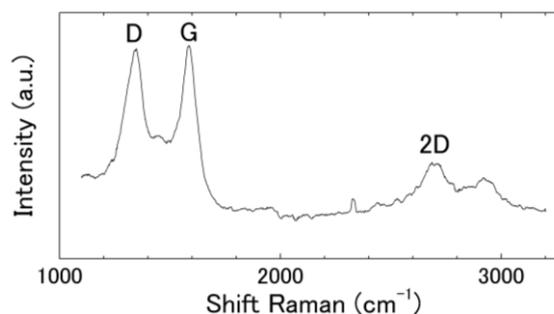


Fig. 1 Raman spectrum obtained on vacuum-annealed Ni/C films at 500°C