

放射光 X 線を用いたグラフェン析出成長過程のその場観察 - Ni 触媒結晶化の効果 -

In-situ observation of graphene precipitation process using synchrotron X-rays

-Effect of crystallization of Ni catalyst layer-

名城大理工 ○山田純平, 上田悠貴, 丸山隆浩, 成塚重弥

Meijo Univ. ○Junpei Yamada, Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka,

E-mail: 173441503@ccalumni.meijo-u.ac.jp

グラフェンの産業応用に向け、所望の基板上へのグラフェンの直接成長技術が注目されている。我々も、以前より直接成長に関して研究しており、W キャップ層を用いた析出法により再現性良くグラフェンを基板上に直接成長させることに成功している[1]。また、触媒の Ni 層を結晶化させることで、析出するグラフェンの結晶性が大きく向上することを報告した[2]。本研究では、結晶化 Ni 触媒層がグラフェンの品質向上をもたらすメカニズムについて SPring-8 の BL11XU の X 線回折 (XRD) 装置を用いたその場観察により、検討したので報告する。

サファイア(0001)基板上に電子ビーム蒸着法を用いて Ni (300 nm)を堆積した後、1000°Cで 30 分間、水素雰囲気中で加熱することで Ni 触媒層を結晶化した。その後、アモルファスカーボン (5 nm)、W (20 nm)を堆積しサンプル構造を作製した。比較のため、結晶化しないサンプルも準備した。これらサンプルを 900°Cで 30 分加熱処理することでグラフェンを析出成長させた。その場でグラファイト(002)回折ピークをモニターすることにより、加熱中に生じる現象を観察した。

図 1 に加熱時の各サンプルのグラファイト(002)回折ピーク強度の変化を示している。結晶化なしサンプル (青線) では、昇温時および加熱時にグラファイト(002)回折ピーク強度が徐々に上昇していることが分かる。これは炭素原子が粒界拡散し、基板界面でグラファイト構造を形成し始めていることを示す。一方、結晶化 Ni サンプル (赤線) では昇温時にピーク強度は変化せず、加熱時の上昇もわずかであった。これは、加熱プロセス時にはグラファイト構造はほとんど形成していないことを示す。以上より、結晶化 Ni サンプルでは、炭素の粒界拡散が抑制され、良好なグラフェンの析出成長が行われた結果、直接成長するグラフェンの結晶性が向上したものと考えられる。

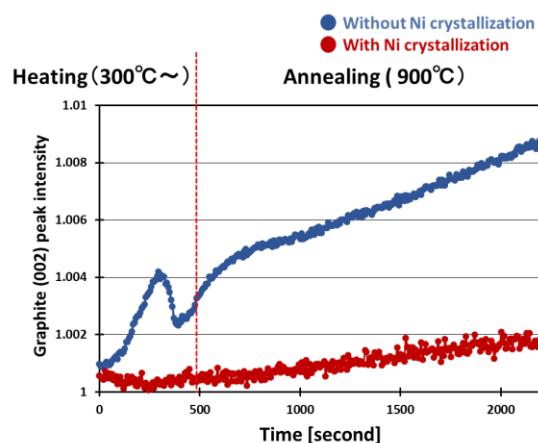


図 1 グラフェン直接析出成長のその場観察グラファイト(002)回折ピーク強度の時間依存性

[1] J. Yamada et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55, 100302 (2016).

[2] 山田 他, 第 63 回応用物理学会 春季学術講演会, 20p-S011-18 (2016).

【謝辞】 本研究の一部は JSPS 科研費 25000011、26105002、15H03558、2660089 の補助によって行われた。SPring-8 での X 線回折測定は JASRI (No. 2016A1003、2017B3584、2018A3588、2018B3588、2019A3589) の承認を得て、実施されました。