

炭酸ガスによる酸化雰囲気でのグラフェン成長

Graphene Growth in Oxidizing Environment by Carbon Dioxides

神奈川産技総研¹, ジャパン・アドバンスド・ケミカルズ², 大阪技術研³, 東工大⁴

○金子 智^{1,4}, 安原 重雄², 佐藤 和郎³, 安井 学¹, 黒内 正仁¹,

田中 聡美¹, 加藤 千尋¹, 松田 晃史⁴, 吉本 護⁴

KISTEC¹, JAC², ORIST³, Tokyo Inst. of Tech.⁴

°Satoru Kaneko^{1,4}, Shigeo Yasuhara², Kazuo Satoh³, Manabu Yasui¹, Masahito Kurouchi¹,

Satomi Tanaka¹, Chihiro Kato¹, Akifumi Matsuda⁴, Mamoru Yoshimoto⁴

E-mail: satoru@kanagawa-iri.jp

【はじめに】 グラフェンは様々な応用が期待されているが、化学気相法による作製には金属触媒が必要であり、高い成膜温度も必要である。金属触媒上で成長するため、デバイス化には成膜後に膜の転写が不可欠になる。我々は炭酸ガス雰囲気でのパルスレーザー蒸着法(PLD)を用いた絶縁基板上へのグラフェンの直接成長を確認したので報告する。

【実験方法】 PLD法を用いてカーボンターゲットとした成膜を行なった。雰囲気ガスとして窒素、酸素、二酸化炭素を導入し、レーザーには slower Q-switched YAG [1]の4倍波である266nmを使用した。基板にはシリコン(Si)、サファイア(AlO)、酸化マグネシウム(MgO)、チタン酸ストロンチウム(STO)を用いた。成膜後にはラマンと原子間力顕微鏡(AFM)による評価を行なった。

【実験結果】 PLD法を用いた窒素雰囲気中での成膜を試みた。窒素雰囲気では早い堆積速度が得られ、30分程度の成膜でもミクロン程度の厚膜が成長し、応力による膜の剥離が確認された。カーボン膜のラマンスペクトルでは 1590cm^{-1} 付近のグラファイト構造に由来するG-bandと 1350cm^{-1} 付近の欠陥由来のD-bandが観察される。窒素雰囲気中で成長した膜は、ブロードな1つピークが観察され、ダイヤモンドライクカーボンに近い特性を示した。そこで、酸素雰囲気での成膜を行い、プルーム中のアモルファスカーボンなどの酸化によりグラファイト系炭素のみが基板に到達し、グラフェンが成長することを期待した。酸素雰囲気での各種基板への成膜では、使用基板により異なる表面粗さの膜が成長した。しかし、平坦な膜が成長したSTO基板上でもラマンによる評価では、グラフェンの成長を示す顕著な2Dピークは確認できなかった。炭素の燃焼後に残る二酸化炭素は、一般的には安定な物質と思われるが、真空中では酸化剤としても作用する。そこで、STO基板を用いた二酸化炭素雰囲気でのPLD成膜を行なったところ、AFM(図1)によるlayer by layer 成長[2]が確認できた。

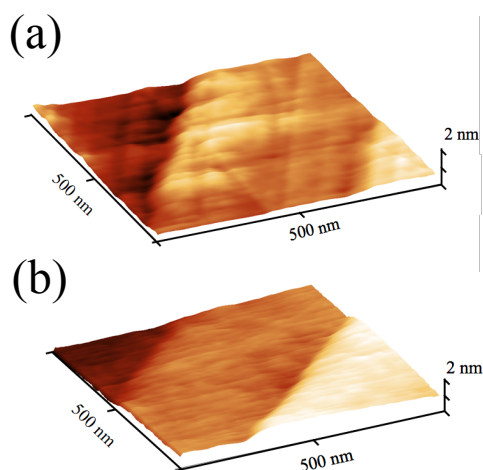


Fig.1 AFM images of carbon film deposited for (a) 30 sec. and (b) 60 sec. on STO substrate.

[1] S. Kaneko et.al. Jpn. J. Appl. Phys. **40** (2001) 4870.

[2] S. Kaneko et.al. ACS Omega **2** (2017) 1523.