

B₄C 薄膜の熱分解によるホウ素ドーピンググラフェンの作製

Growth of Boron-Doped Graphene by Thermal Decomposition of B₄C Thin Film

名大院工¹, 名大シンクロトロン², 名大未来³ ○(M2) 高田奈央¹, 乗松航¹, 伊藤孝寛², 楠美智子³

Nagoya Univ.¹, Nagoya Univ. SR.², Nagoya Univ. IMaSS.³

○Nao Takata¹, Wataru Norimatsu¹, Takahiro Ito², Michiko Kusunoki³

E-mail: takata.nao@i.mbox.nagoya-u.ac.jp

〔緒言〕 グラフェンは炭素原子 1 層分厚さの二次元ナノカーボン材料であり、優れた電氣的、機械的、化学的特性を有することから様々なデバイスへの応用が期待されている。炭化ケイ素 (SiC) を真空中や不活性ガス雰囲気下で高温処理することにより絶縁性基板上に直接グラフェンを形成する SiC 表面分解法は、注目を集めている手法の 1 つであるが、他の炭化物からもグラフェンが生成することが分かってきた。これまでに我々は、炭化ホウ素 (B₄C) 粒子の表面分解により、ホウ素がドーピングされたグラフェンの形成に成功した[1]。ホウ素のドーピングにより、様々な新規特性の可能性が期待されるが、直接的な物性評価には至っていない。そこで今回我々は、SiC 基板上にパルスレーザー堆積 (PLD) 法を用いてより高品質な B₄C 薄膜を作製し、その熱分解によって基板上に大面積なホウ素ドーピンググラフェンを形成し、さらにその特性評価を行った。

〔実験方法〕 基板としては、4H-SiC (000-1) 単結晶ウェハを 5x5 mm²に切り出し、HF 溶液で表面の自然酸化膜を除去したものを用いた。まず、PLD 法により、10⁻⁴ Pa 以下の真空中、基板温度 1600℃ で B₄C 薄膜を作製した。次に、得られた B₄C 薄膜を大気圧 Ar 雰囲気中、1500℃で加熱を行うことで、表面にグラフェンを形成した。試料は原子間力顕微鏡 (AFM)、反射高速電子回折 (RHEED)、透過型電子顕微鏡 (TEM)、ラマン分光分析、角度分解光電子分光 (ARPES)、および Hall 効果測定により評価した。

〔結果と考察〕 Figure 1 に、グラフェン化後の TEM 像を示す。SiC 基板上に広範囲にわたって B₄C 薄膜が成長していることが分かる。この B₄C 薄膜は、SiC 基板と [11-20]_{B₄C}//[11-20]_{SiC} の方位関係を持ってエピタキシャル成長していることが分かった。また、表面には 2~3 層程度のグラフェンが観察された。この試料から得られたラマンスペクトルを Figure.2 に示す。明瞭な 2D バンドが観測されたことから大面積なグラフェンの存在が確認された。また、D バンドの強度が大きいことからホウ素ドーピングが示唆される。当日はさらにホウ素ドーピンググラフェンの電気特性とバンド構造についても報告する。

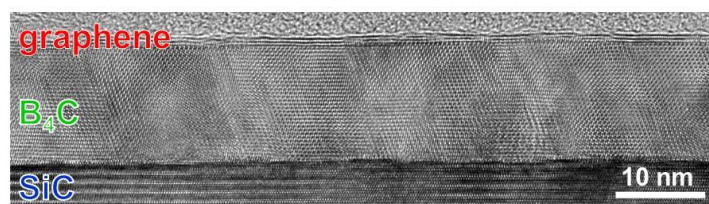


Figure 1 TEM image of graphene grown on B₄C/SiC.

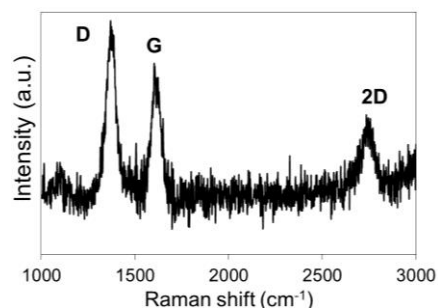


Figure 2 Raman spectrum of graphene derived from boron carbide.

[1]W. Norimatsu, K. Hirata, Y. Yamamoto, S. Arai and M. Kusunoki, J. Phys: Condens. Matter., 24, 314207 (2012).