

六方晶窒化ホウ素フレーク上へのグラフェン層の直接成長

Direct growth of graphene layers on mechanically exfoliated h-BN flakes

東洋大理工¹, 東洋大 バイオ・エレクトロニクス研究センター², 物質材料研究機構³

○(B)高塚 亮輔¹, 五味 勇真¹, 鞆飼 智文², 黒須 俊治², 渡邊 賢司³, 谷口 尚³,
花尻 達郎^{1,2}, 前川 透^{1,2}, 根岸 良太^{1,2}

Toyo Univ.¹, Bio-nanoelectronics research center², NIMS³

○R. Takatsuka¹, Y. Gomi¹, T. Ukai², S. Kurosu², K. Watanabe³, T. Taniguchi³,
T. Hanajiri^{1,2}, T. Maekawa^{1,2}, R. Negishi^{1,2*}

E-mail: negishi046@toyo.jp

【はじめに】 乱層積層した多層グラフェンの電子構造は、弱い相関相互作用により多層構造でありながら単層グラフェンと同様の線形分散特性を保持することが理論的に予測されており、吸収効率の優れたテラヘルツ帯の電子デバイスへの応用が期待されている[1, 2]。触媒金属を用いた場合、液相から固相である多層グラフェンを合成するため、最安定構造であるオーダースタックが形成される傾向にある[3]。本研究では、グラフェンと同様の六員環構造を持つ六方晶窒化ホウ素 (h-BN) を固体テンプレートとした気相-固相成長のより、h-BN フレーク上へのグラフェンヘテロエピタキシー成長に関する検討を行った。

【実験】 グラフェンの成長テンプレートとなる h-BN 試料は、機械剥離法により劈開して薄膜化した h-BN フレークを水晶基板上へ転写することで作製した。グラフェン成長は、炭素源としてエタノール、キャリアガスに Ar/H₂ ガスを用いて、赤外線加熱炉により 1300°C で行った。

【結果と考察】 図 1 に、(a)成長前と(b)成長後(エタノール分圧:17 Pa), (c)成長後(67 Pa)の h-BN フレーク上から得られたラマンスペクトルを示す。成長前のスペクトルでは、1375cm⁻¹ 付近に h-BN 由来の鋭いピークが観察されている。成長後、G と 2D バンド領域に明瞭なピークが現れ、h-BN フレーク上にグラフェン層が形成されていることが分かる。G と 2D バンドピークの強度比が 1 に近く、2D バンドピークの形状が単一のローレンツ関数であることから、成長した多層グラフェンは乱層積層であることを示している。図 2(a) に、グラフェンの被覆率が 60% 以下の初期成長に着目した h-BN フレーク上の走査型原子間力顕微鏡 (AFM) 像を示す。h-BN 上には直径 100nm 程度の 2 次元のグラフェン島が観察されている。図 2(b)・(c) の AFM 像および高さ分布で示すように、単層グラフェンや単原子層ステップ構造が形成されている。注目すべきは、島の外形が六角形を示しており、ジグザク・アームチェアーエッジにおける成長速度の違いが見られ、2次元島は単結晶であることが分かる(図 2(b))。一方、水晶基板表面上ではカーボンの吸着を確認したが、単原子層ステップ構造は観察されず、アモルファスな構造を示した。以上のことから、気相-固相成長法により、h-BN フレーク上にグラフェン層がファンデルワールスヘテロエピタキシー成長することを明らかにした。

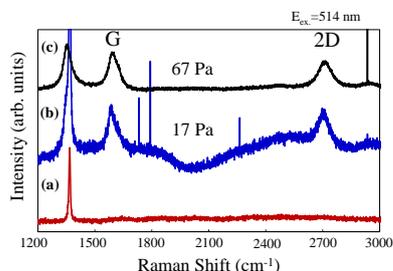


Fig. 1 Raman spectra obtained at h-BN flake (a) before growth, (b) after growth at partial pressure of 17 Pa and (c) 67 Pa, respectively.

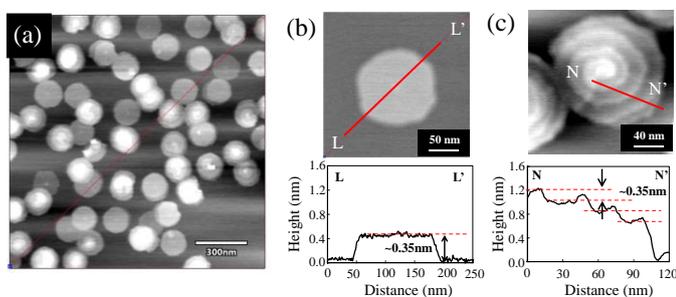


Fig. 2 AFM images and height profiles along L-L' and N-N' lines observed from the surface of h-BN flake after the growth.

謝辞 本研究の一部は科研費 (22K04865) および井上円了研究助成金の援助を受けて実施しました。

参考文献 [1]S. Latil, et al., PRB **76** (2007) 201402. [2]M. Tamagnone *et al.*, Nat. Commun., **7** (2016) 11216. [3]A. Reina *et al.*, Nano Lett. **9** (2009) 801827.