グラファイト上での単層六方晶窒化ホウ素単結晶の化学気相成長

Growth of Monolayer Hexagonal Boron Nitride Single-Crystals on Graphite by Chemical Vapor Deposition

東大工[1]，産総研[2] ○荒井 隼人[1]，井ノ上 泰輝[1]，項 栄[1]，千足 昇平[1]，丸山 茂夫[1, 2]

Univ. of Tokyo[1], AIST[2], ○Hayato Arai[1], Taiki Inoue[1], Rong Xaing[1], Shohei Chiashi[1], Shigeo Maruyama[1, 2]

E-mail: maruyama@photon.t.u-tokyo.ac.jp

グラフェンは炭素原子の六員環からなる物質で，高いキャリア移動度[1]と 2 次元構造から，ナノエレクトロニクス材料として期待されている．また，グラフェンと似た構造を持つ 2 次元物質である六方晶窒化ホウ素 (hexagonal Boron Nitride, h-BN) は，表面にダングリングボンドを持たない絶縁材料であり，グラフェンやそのほかの 2 次元物質の物性を保護するための基板や保護膜としての利用が期待されている[2, 3]．しかし一般に単層 h-BN は金属基板上での化学気相成長 (Chemical Vapor Deposition, CVD)により合成されるが，デバイス応用にはウェットプロセスによる転写を必要とし，合成された 2 次元物質の物性が低下することが報告されている[4]．以上の理由から触媒となる金属基板を用いず直接 h-BN を合成する技術が必要とされている．触媒金属なしでの h-BN の直接合成の報告はいくつかあるが，多結晶[5]や数十層[6]のものに限られる．本研究では, 金属触媒を用いずに剥離グラファイト上で単層 h-BN 単結晶を合成することを目的とした．

Si/SiO_2 基板上にグラファイトを機械的剥離法[7]で転写した後に空気中で 500°C に加熱して不純物を除去し，h-BN の CVD 合成の基板とした．CVD 合成は温度 1100°C，Ar/H_2 雰囲気下でアンモニアボラン(NH_3BH_3)を原料として行った. 合成後の h-BN/グラファイトは走査型電子顕微鏡(SEM), 原子間力顕微鏡(AFM)，ラマン分光法を用いて観察・分析を行った．グラファイト上に合成された h-BN の SEM 像を Fig. 1 (a) に示す．三角形状の h-BN 単結晶が合成されており，配向性があることも確認できる．Figure 1 (b) はグラファイト上に合成された h-BN の AFM 像であり，Fig. 1 (c) は Fig. 1 (b) 内の黒い線に沿った高さプロファイルである．ステップの高さが 0.4 nm であることから，合成された h-BN は単層であることが確認できた．

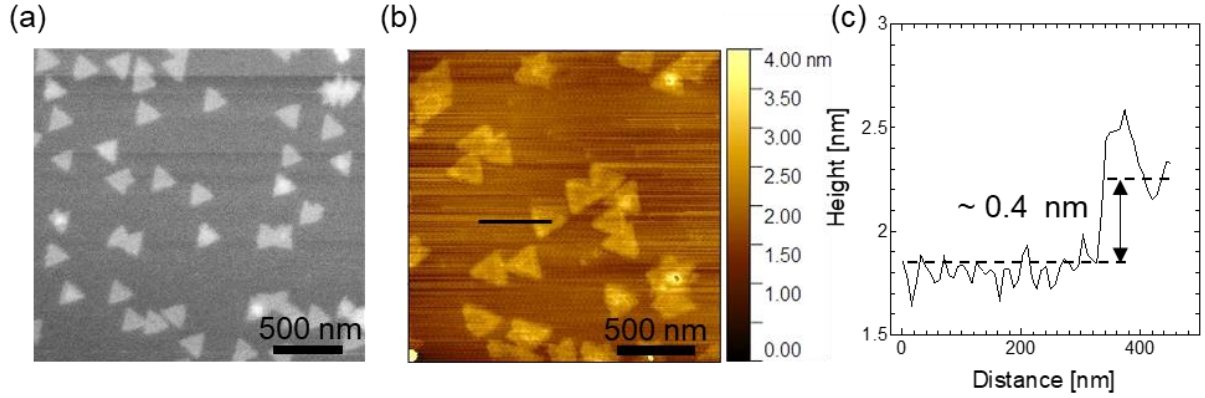

Fig. 1 (a) SEM image of h-BN on graphite. (b) AFM image of h-BN on graphite. (c) Height profile along the black line in Fig. 1 (b).

[1] K. S. Novoselov, *et al.*, Nature, **438**, 197 (2005). [2] W. Gannett, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **98**, 242105 (2011). [3] S. Sinha, *et al.*, *2D Mater.*, **3**, 035010 (2016). [4] Y. Y. Stehle, *et al.*, *Nanotechnology*, **28**, 285601 (2017). [5] Z. Liu, *et al.*, *Nano Lett.*, **11**, 2032 (2011). [6] Y. Song, *et al.*, *Nanoscale Res. Lett.*, **9**, 367 (2014). [7] K. S. Novoselov, *et al.*, *Science*, **306**, 666 (2004).

© 2019年 応用物理学会