CVD グラフェンをテンプレートとしたグラフェン多層成長

Multilayer graphene growth on CVD-grown graphene template

阪大院工 [1]、NTT[2]、°根岸 良太 [1], 丸岡 真人 [1], 小川 友以 [2], 高村 真琴 [2], 谷保 芳孝 [2], 小林 慶裕 [1]

Osaka Univ.[1], NTT BRL[2], °Ryota Negishi[1], Masato Maruoka[1], Yui Ogawa[2], Makoto Takamura[2], Yoshitaka Taniyasu[2] and Yoshihiro Kobayashi[1]

E-mail: negishi@ap.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】 乱層・多層グラフェンは、多層でありながら層間相互作用が弱く、各層が単層の電子構造を保持するため、高い移動度と伝導度を両立するデバイス材料として期待されている。これまでグラフェンを成長核とした1100℃を越える超高温での気相成長法を開拓し、乱層構造を有する多層グラフェンの合成が可能であることを報告した[1]。一方で成長核として用いたグラフェンは機械剥離法で得られたものであり、更なる物性の解明やデバイス化に向けてスケールアップが課題であった。本研究では、化学気相成長（CVD）法により合成した単層グラフェンを核として、多層グラフェンの成長を検討したので報告する。

【実験】 成長核となる単層グラフェンは銅箔を用いた CVD 法により合成し、水晶基板上へ転写した。グラフェンの成長は、エタノールを炭素源として赤外線加熱炉により 1300℃で行った。

【結果と考察】 成長前・後のグラフェンの光学顕微鏡像を Fig. 1に示す。六角形のシート状グラフェン構造が観察されている。成長前・後でコントラストが変化しており、グラフェンの層数が増加していることが分かる。Fig. 2に成長（a）前・（b）後のグラフェンおよび、（c）成長後の基板部分から得られたラマンスペクトルを示す。成長前のグラフェンは、G バンドと 2D バンドピークの強度比から単層グラフェンであることが分かる。成長後、G バンドピークの強度が増加しており、これまでの機械剥離グラフェン上での成長結果を踏まえると 2～4 層程度層数が増加している。さらに、2D バンドがシングルのローレンツ型ピーク形状を示すことから乱層構造を有していることが分かる[2]。一方、成長核の無い基板部分からも G バンドピークが観察されているが、強い D バンドピークも同時に観察されていることからアモルファスライクな結晶性の低いカーボン構造が形成しているものと考えられる。Fig. 3に、成長後のグラフェンの AFM 像および、L-L’ に沿った高さ分布を示す。単原子層の高さに相当するステップ構造が観察されており、グラフェンが層状に成長していることが分かる。一方、基板部分では単原子ステップ構造は観察されず、カーボンが凝集したラフネスの大きな構造を示した。以上のことから、CVD グラフェンは、グラフェンの多層成長における成長核として有効であると結論付ける。

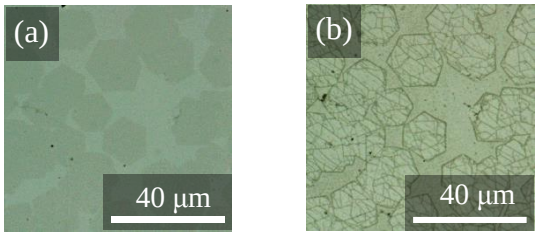

Fig. 1 Optical microscope images of the graphene (a) before and (b) after growth.

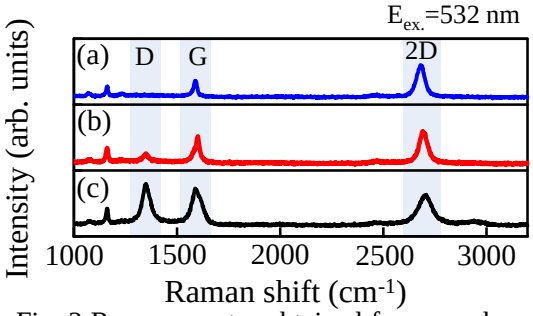

Fig. 2 Raman spectra obtained from graphene (a) before and (b) after growth, and (c) substrate.

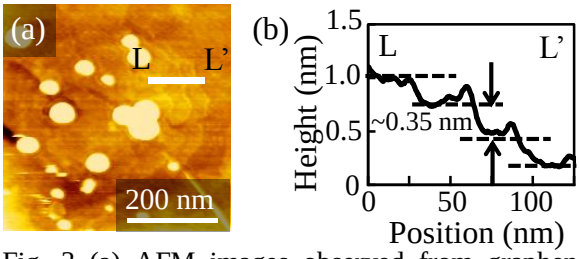

Fig. 3 (a) AFM images observed from graphene after growth and (b) height profile along L-L’ line.

謝辞：本研究の一部は科研費及び阪大フォトニクスセンターの援助を受けて実施しました。

[1] 根岸 他、第 78 回応物秋季 8a-C16-5, [2] R. Negishi, et al., Thin Solid Films **519** (2011) 6447.

© 2018年 応用物理学会