

グラフェン層成長における水添加効果

Water-assisted layer growth of graphene on a graphene template

阪大院工¹、NTT 物性科学基礎研究所²、[○]根岸 良太¹、高村 真琴²、谷保 芳孝²、小林 慶裕¹

Osaka Univ.¹, NTT Basic Research Laboratories²

[○]Ryota Negishi¹, Makoto Takamura², Yoshitaka Taniyasu² and Yoshihiro Kobayashi¹

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

【はじめに】 これまでグラフェンを成長核としたエタノール気相雰囲気における高温加熱プロセスにより、多層グラフェンや多層グラフェンナノリボンの合成が可能であることを報告してきた[1,2]。今回、多層グラフェンの初期成長に着目し、エタノールに微量の水添加が成長表面のラフネスを低減するのに効果的であることを見出したので報告する。

【実験】 成長核となるグラフェンは機械剥離法により得られた。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行った。このときの処理温度・エタノールおよび水の分圧は 1300°C、5Pa、1Pa とした。初期の成長挙動を解析するため、グラフェンテンプレート上に形成させるグラフェン島の被覆率を 0.2~0.3 として、走査型原子間力顕微鏡 (AFM) により表面形状を評価した。

【結果と考察】 Fig. 1 に (a) エタノール、(b) エタノールと水を混合させた気相雰囲気で加熱処理した機械剥離グラフェンフレック表面の AFM 像を示す。L-L' 断面図から単原子層の高さを持つステップ構造が観察されている。島の核形成サイトと見られる中心では、突起状構造物が観察され、そこを起点としたグラフェンの層成長により 3 次元的な島構造が形成されている。一方、水を添加した場合、島の中心にあった突起状の構造物は観察されず、単原子層の 2 次元島が多く形成されている。Fig. 2 に、各島の高さ分布を示す。水の添加により、単原子層高さを持つ 2 次元島の形成が支配的になっていることが分かる。水を添加しない場合、島の中心では構造の乱れたアモルファスライクなカーボンの凝集体が形成されている。このような構造では、ダングリリングボンドを多く含むため、カーボンの取り込みが促進され、表面ラフネスの増加を引き起こしているものと考えられる。機械剥離グラフェンと欠陥構造を多く含む酸化グラフェン (GO) に対して、エタノールを含まない水だけの加熱処理を行った場合、機械剥離グラフェンでは変化が無いのに対し、GO フレックは消失した。このことは、水がダングリリングボンドを含む不安定構造に対して強いエッチング効果を持つことを示している。つまり、水のエッチング効果が島の中心における過剰なカーボンの取り込みサイトの形成を抑制し、結晶性の高い 2 次元の層状成長が促進されたものと考えられる。以上の結果は、水の添加が成長に伴う表面ラフネスの増大を抑制する効果があることを示している。

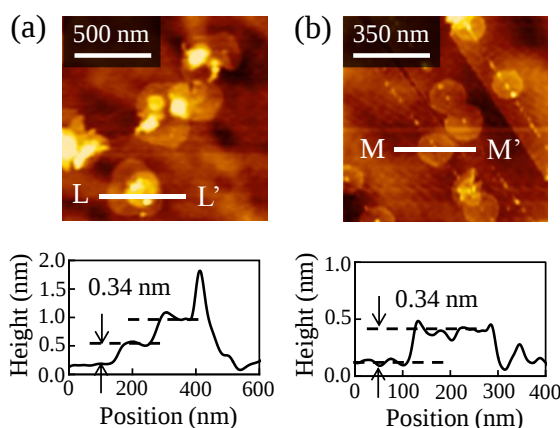


Fig. 1 AFM images and height profiles of the grown graphene by thermal treatment using ethanol vapor (a) without and (b) with water.

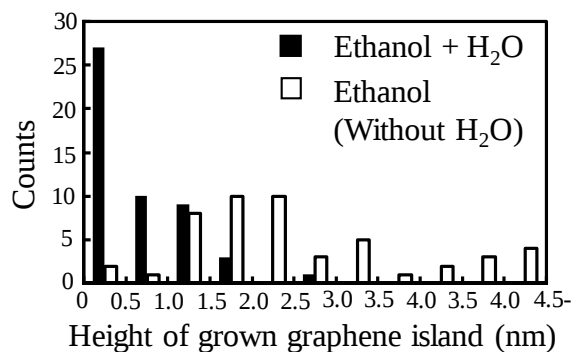


Fig. 2 Height distributions of grown graphene islands under the condition of surface coverage less than 0.3.

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

[1] 丸岡 真人 他、第 65 回応物春季 17p-C202-10

[2] R. Negishi, et al., Appl. Phys. Lett., **110** (2017) 201901.