

六方晶窒化ホウ素フレーク上に気相成長させた グラフェンの電子物性解析

Electrical transport properties of graphene layers grown on h-BN flake

○寺田 祐晟¹ 宮下 裕乃介², 渡邊 賢司⁴, 谷口 尚⁴, 花尻 達郎^{1,2,3}, 根岸 良太^{1,2,3}

¹Toyo University²Graduate School of Science and Engineering, Toyo University

³Bio-nano Electronics Research Center, ⁴NIMS

○Y. Terada¹, Y. Miyashita², K. Watanabe⁴, T. Taniguchi⁴, R. Negishi^{1,2,3}

E-mail: s16C02100920@toyo.jp

【はじめに】層間相互作用の弱い乱層積層した多層グラフェンでは、グラファイト化せずに単層グラフェンが持つ線形分散の電子構造を保持する[1]。これまでの研究では、グラフェンと同様の六員環構造を有する六方晶窒化ホウ素をテンプレートとした気相-固相成長により、新たなグラフェン構造が形成し、ファンデルワールスヘテロエピタキシャル成長により形成したグラフェンが乱層積層構造を形成していることを報告してきた。[2][3]。本研究では、気相-固相成長したグラフェンアイランドの電子物性を調べた。

【実験】機械剥離法によって薄膜化した h-BN フレークを水晶基板上へ転写しテンプレートを作成した。その後赤外線加熱炉を用いて、エタノールを炭素源とし、1300-1400℃で加熱することで h-BN フレーク上へグラフェンを成長させた。成長後のグラフェンは、原子間力顕微鏡(AFM/Jupiter Oxford Instruments Inc.)やラマン分光装置(LabRAM・堀場)によって表面構造と結晶性の評価を行った。電気特性評価はグラフェンをチャンネルとした電界効果型トランジスタを作成し、電流-電圧特性を室温で行った。

【結果と考察】図1に h-BN フレーク上に成長させたグラフェンに対する AFM 像を示す。図1(a),(b)は多層グラフェン(以下試料 a)の AFM 像と高さ分布であり、(c),(d)は単層グラフェン(以下試料 b)の AFM 像と高さ分布である。図2に二つの試料から観察したラマンスペクトルを示す。多層グラフェンと単層グラフェンのラマンスペクトルを比較すると、多層グラフェンの方が比較的高い D バンドが h-BN ピークのショルダーとして観察された。多層グラフェンでは、核形成した複数のグラフェン島がドメイン境界を形成しているため、結晶性が低下したものと考えられる。一方、単一島である単層グラフェン(図1(c))では、D バンドのピーク強度は極めて小さい。さらに、G バンドに対して 2D バンドの強度が高いことから、線形分散の電子構造の形成を示唆している。図3(a)は試料 a をトランジスタ化した時の光学顕微鏡像であり、図3(b)は I-V 測定の結果である。図3(b)より5つのパターンにおける I-V 測定から計算された平均の抵抗値は 81.3[Ω]であり、Cu-CVD 法で作製された単層グラフェンが有する抵抗値[4]と比較するとはるかに小さい。これは、多層グラフェン構造に起因しているためと考えられる。今後は、単一の単層グラフェンの島上にチャンネルを作製し、電気測定を行うことで、単一グラフェン島の電子構造の解明を進める。

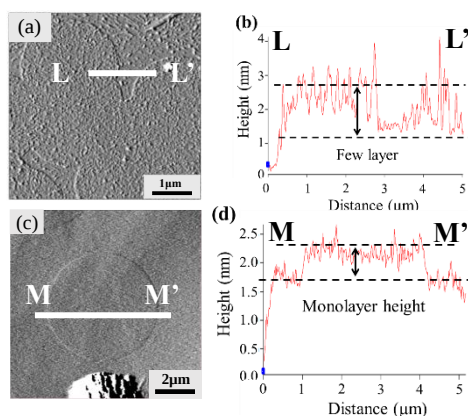


Fig. 1 AFM images of (a) multilayer graphene and (c) single layer graphene, and height profiles along (b) L-L' and (d) M-M' lines, respectively.

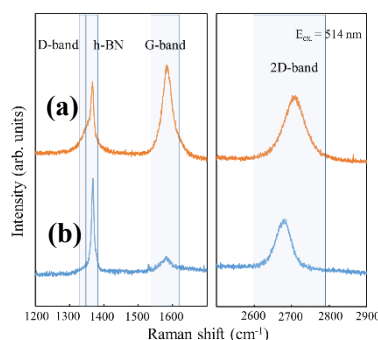


Fig.2 Raman spectra observed from (a) multilayer graphene and (b) single layer graphene.

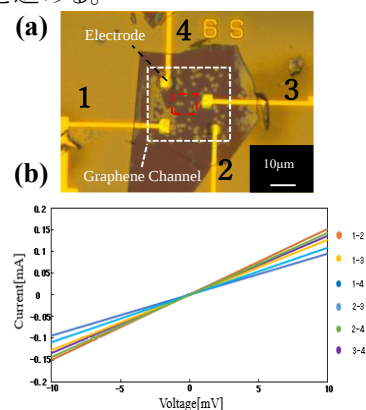


Fig.3 current-voltage curves obtained from grown graphene channel.

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、BN 研究センターの援助を受けて実施しました。

参考文献 [1] S. Latil, et al., Phys. Rev. B **76**, 201402(R) (2007). [2] 宮下 裕乃介 第 71 回春季応物 22p-P07-31. [3] 渡邊 颯人他 第 84 回秋季応物 19p-P01-33. [4] X. S. Li et al., Nano Lett., vol. 9, 4359 (2009).