ナノ・フレーク状グラフェンの表面電位分布評価（その２）

Surface Potential Distributions of Graphene Nanoflakes (II)

金沢工大　○(M1)石橋 和真、(M1)島村 隼太、西岡 圭太、芦野 慎

Kanazawa Institute of Technology　Kazuma Ishibashi*, Hayata Shimamura, Keita Nishioka and Makoto Ashino

E-mail: c6201766@st.kanazawa-it.ac.jp

【はじめに】

グラフェンはシート状の 2 次元物質であり、特徴的な構造特性を持ちナノメートル寸法の構造の発現により、電気・電子特性が変化し、とりわけ表面電位(仕事関数)に影響を与えると報告されている[1]。単原子層グラフェンの仕事関数は、4.56 eV [2]程度であると知られているが、基板上ではグラフェンの積層数により仕事関数が変化すると報告されている[3] [4]。その場合、グラフェンと基板との間だけでなく、グラフェンや下地基板の表面への吸着分子とグラフェンとの間でのキャリアの移動や遮蔽効果が仕事関数変化を引き起こす可能性が指摘されている[5]。また、グラフェン内のキャリア密度をバックゲート電圧によって調整することで仕事関数が変化するとの報告例もある。本研究では、SiO_2/Si 基板上に積層したナノ・フレーク状グラフェン(GNF)に対して、周波数変調方式のケルビンプローブ力顕微鏡(FM-KPFM)を用いて観察を行い、積層構造とともに仕事関数を求め、仕事関数変化の要因について検討を行ったので報告する。

【実験方法】

粘着テープを用いた劈開法により、高配向熱分解グラファイト(HOPG)表面の劈開を繰り返し、SiO_2/Si 基板表面に GNF の形成を行った。作製した試料に対して FM-KPFM を用いて表面凹凸構造と接触電位差(ΔV_{CPD})の同時観察を行った。その際、SiO_2/Si(111)基板の清浄表面と HOPG の大気中劈開表面の観察時に使用したものと同一の PtIr 被膜探針を用いた。両者の仕事関数をもとに探針先端の仕事関数を決定することで、GNF の仕事関数、および、その積層数依存性を求めた。

【結果と考察】

Fig.1 は実際の観察結果である。凹凸像(左上)の断面図(左下)では、高さ 5Å 程度の比較的平坦なテラス構造と 5Å の倍数程度の高さのステップ構造が観察され、1500 nm×700 nm 程度の大きさの単層グラフェン上に一辺が 200 nm 以下の GNF が 3-4 層積層していると考えられる。同時に得られた ΔV_{CPD} 像(右上)では断面図(右下)が示すように凹凸像に対してコントラストが反転しており、単層の ΔV_{CPD} は 0.4 V 程度であるのに対し、層数の増加により ΔV_{CPD} は基板と同等かそれ以下まで減少している。本研究では、PtIr 被膜探針の仕事関数を決定することで GNF の仕事関数の導出を行い、単層では約 4.4 eV であるのに対し、層数の増加とともに 4.8 eV 程度まで増加することが確認できた。仕事関数のこうした変化については GNF や下地基板の表面への分子吸着とともに GNF のサイズ効果やひずみによる影響を考慮する必要性がある。

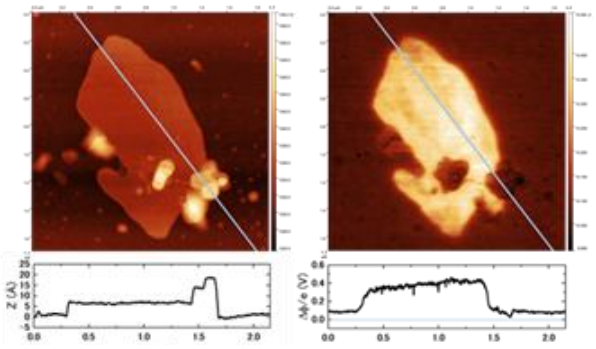

Fig.1 FM-KPFM image of GNF

【参考文献】

[1] A. Singh, et al, Appl. Surf. Sci. **402**, 271-276 (2017).
[2] Yan et al., Appl. Phys. Lett. **101**, 022105 (2012).
[3] Lee et al., Appl. Phys. Lett. **95**, 222107 (2009).
[4] Yu et al., Nano Lett. **9**, 3430-3434 (2009).
[5] M Temmen et al, New J. Phys. **16**, 053039(2014)

© 2023年 応用物理学会