

多層グラフェンにおける AFM 陽極酸化と理論分解電圧

AFM Local Anodic Oxidation and theoretical decomposition voltage of multilayer graphene

東理大理¹○宇木権一¹, 加藤幹大¹, 西村未来¹, 趙新為¹Tokyo Univ. of Science¹○Kenichi Uki¹, Mikihiro Kato¹, Miku Nishimura¹, Xinwei Zhao¹E-mail: xwzhao@rs.kagu.tus.ac.jp

概要: 現在グラフェンは、Si の 10 倍以上の高い電気移動度、高耐熱性、透過性といった様々な優れた性質から、次世代の電子デバイスとして注目されている。HOPG をスコッチテープで剥がして転写する方法で作られたグラフェンは、物性の研究に広く用いられている。そのため AFM (Atomic Force Microscope) 陽極酸化によるグラフェンの微細加工が可能になれば、ナノスケールの電子デバイスへの応用範囲が広がると考えられる。

先行研究^{1,2}より、HOPG の電圧と膜厚により、反応過程が異なる事が予測された。

今回は、グラフェンの理論分解電圧を計算し、厚さがほぼ均一な多層 (厚さ約 50nm 80-100 層) グラフェンに AFM 陽極酸化を行った。その結果を元に、隆起と陥没の反応過程の違いについて考察した。

実験: 試料には、酸化膜を付けた Si 基板の上に CVD 法で作成した多層 (約 80-100 層) グラフェンを転写したものをを用いた。この試料に常温 (約 20 度)、常湿 (20-30%) の条件で、AFM を用いて走査速度や印加電圧を変えて、陽極酸化を行った。

理論: グラフェンは、陽極酸化後に酸化グラフェンと二酸化炭素が形成されると考えられる。その為、Fig. 1, 2 に示すモデルを立て、大まかな理論分解電圧の計算を行った。その結果、1.23V 以上で、酸化グラフェンが形成して表面が隆起し、その後、4.22V 以上で、二酸化炭素が形成されて蒸発し、表面が陥没するという仮説を立てた。

結果: Fig. 3 は、走査速度 10nm/s で、電圧を変えて陽極酸化を行った時の表面の高さをまとめたものである。1V では、隆起、陥没共に起きず、2V からは隆起して酸化グラフェンが生成され、更に 5V 以上では陥没するという結果を得た。陥没部では、電圧の増加と共に深くなり、約 45nm まで陥没した後、一定となった。これは、多層グラフェンがほぼすべて陥没したためだと思われる。

大まかにではあるものの理論的仮説と近い結果を得た。

その他の詳細は、当日発表する。

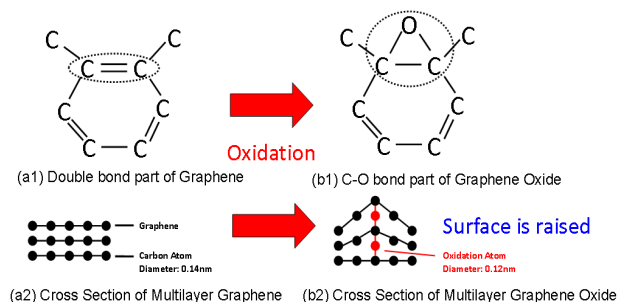


Fig.1 Oxidation Model of Graphene Oxide

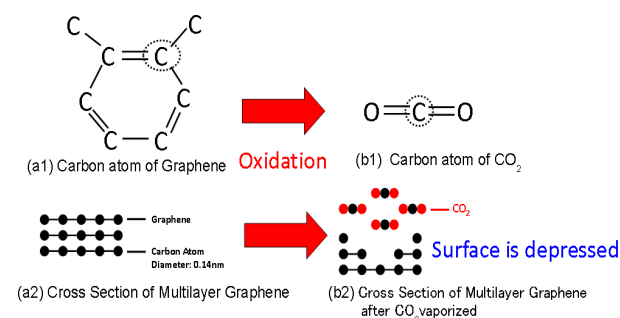


Fig.2 Oxidation Model of carbon dioxide

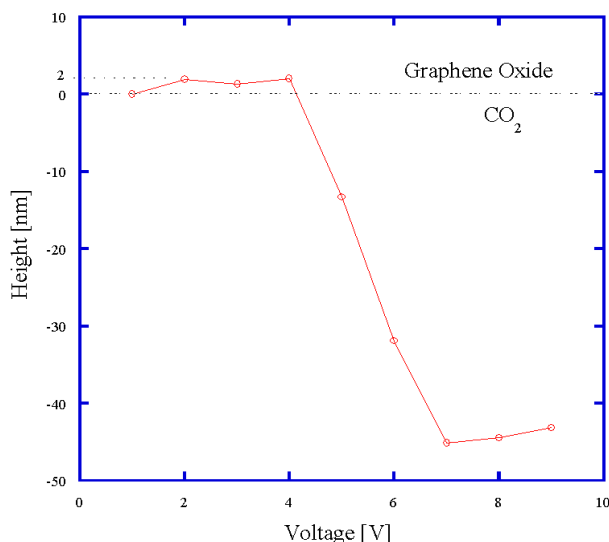


Fig.3 Height with Voltage of multilayer graphene

[1]宇木他 第 60 回春季応用物理学会 27p-G12-47

[2]Uki etc 2013 JSAP-MRS JointSymposia 17p-PM1-9