

酸処理法によるシリコン酸化膜上グラフェンの歪とドーピング除去

Minimization of Unintentional Strain and Doping of Graphene on SiO₂ by Acid

Treatments

増田 祥也、[○]佐野 正人 (山形大院理工)

Katsuya Masuda, [○]Masahito Sano (Yamagata Univ.)

E-mail: mass@yz.yamagata-u.ac.jp

グラフェンはゼロギャップ半導体であり、ディラック点で線形分散を示すことから、同様に n ドープや p ドープされる。また、化学的に安定で、原子レベルで平坦な面が数ミクロンサイズで得られるので、トランジスタやセンサーへの応用が期待されている。一方、これらの特性は、グラフェンの電子物性が支持基板や周りの環境に影響されやすいことをも意味する。実際、電子デバイスで最もよく用いられるシリコン酸化膜上にグラフェンを担持しただけで、グラフェンが p ドープされることが知られている。ドーピングレベルはサンプルに依存してばらつき、1 枚の単層グラフェン内でも位置により異なる。一方、周辺環境の重要な要素であるアミン類は、カーボンナノチューブに対して電子供与体として働くことが知られている。特に、バイオ分野で緩衝液として広く用いられるトリスヒドロキシメチルアンモニウム (トリス) はナノチューブを介する電子移動によりタンパク質を還元する場合もある。安定で、再現性のあるデバイス動作には、これらの基板やアミン類からの影響を最小限に抑えることが望まれる。

支持基板がグラフェンの電子物性に影響を与えているのは、転写などの作製工程やナノレベルで凹凸のあるシリコン酸化膜への付着により生じた歪と、酸化膜に存在する活性化学種による電荷移動が原因と考えられている。今回、我々は、これらを軽減する目的で、シリコン酸化膜上グラフェンを濃塩酸やアルカリ水溶液に浸し、洗浄、乾燥したサンプルを、様々な濃度のトリス塩酸緩衝液中で評価した。まず空気中でラマン分光により単層グラフェンを探し、レーザー光を同じ位置に保ったまま水で満たした後、緩衝液に置換した。G および 2D バンドの解析から、処理を施さなかったサンプルは強いサンプル依存性を示したが、処理したものの依存性は軽減され、また、トリスに対しても安定であった。特に、酸処理した中にはフリースタンディング・グラフェンと同じ振る舞いを示すものもあり、この簡便な処理法が有効であることがわかった。

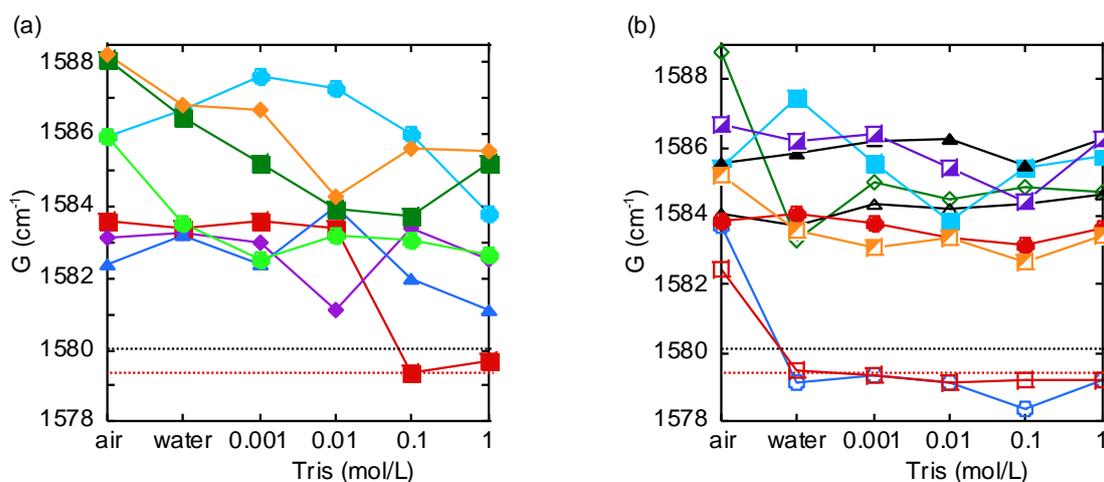


Fig. 1. The G center frequency in air, water and various Tris concentrations for (a) the untreated samples, (b) the acid- and alkali-treated samples with rinsing (filled marks) and without rinsing (empty marks). The black and red dashed lines correspond to the values of graphite and freestanding graphene, respectively.