

グラフェン誘導体を触媒とした半導体の化学エッチング

京都大学 大学院工学研究科材料工学専攻 助教 宇都宮 徹

緒言：酸化グラフェン (graphene oxide: GO) は触媒, 半導体材料などの様々な用途への応用が期待されている材料である. GO やその還元体 (rGO) の触媒特性は金属が持つ酸素や過酸化水素還元と同等となる可能性が知られている. 本研究ではシリコンの表面加工法として知られている金属アシストエッチングにおける金属ナノ粒子の代替にグラフェン誘導体が活用可能か調査した. 本エッチングプロセスが実現できるようになれば, 金属を用いずにシリコン表面へのナノ構造形成やウェハのケミカルダイシングを行える可能性がある.

実験方法： Modified Hummers 法によって作製した GO を, 水素終端化処理を施した Si (111) 基板上に担持した. 次に, この基板を高真空チャンバー ($<10^{-3}$ Pa) 内で真空紫外(Vacuum ultraviolet: VUV)光 ($\lambda=172$ nm, 10 mW cm $^{-2}$) を照射距離 10 mm で 64 分間照射することで光還元を行い, rGO 担持試料とした. その後, 50 wt.% フッ化水素酸 (HF) と 30 wt.%過酸化水素水 (H $_2$ O $_2$) の混合液 (体積比 1:1) に 25°C で浸漬した. 作製した試料は原子間力顕微鏡(AFM)で表面形状観察を行った.

実験結果： 水素終端化シリコン表面に単層の GO や rGO シートを担持した時に得られる厚さは 1.0~1.5 nm 程度である. Figure 1 に GO や rGO シートを担持した基板を HF/H $_2$ O $_2$ 溶液に浸漬した試料表面の AFM 表面形状像を示す. 1 時間浸漬した試料(Figure 1a,b)では GO, rGO シートに由来する凸部の高さが 2.5 nm 程度と観測された. Figure 1(c,d)に示す 16 時間浸漬後の試料では担持したシートに由来する 10 nm 程度の凹部が観測された. これらの結果から, 一定時間以上エッチング溶液に浸漬することでグラフェン誘導体シートを担持した部分が優先的にエッチングされる, すなわちグラフェン誘導体アシスト Si エッチングが可能であることが実証できた. ただし, 短時間の浸漬ではグラフェン誘導体シート部位が盛り上がることから, グラフェン誘導体に被覆されていない部分が優先的にエッチングされ, 担持したシートがエッチングマスクとしても働き得ることが示唆された. 今後はエッチング速度の向上やエッチングメカニズム解明に取り組む予定である.

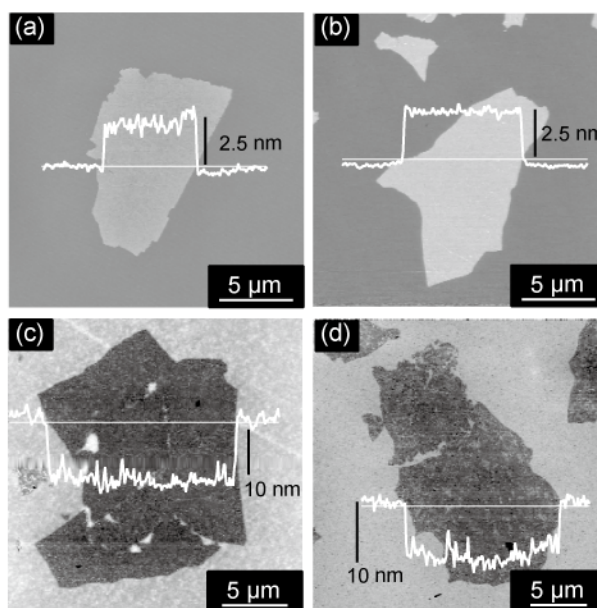


Figure 1. (a) GO, (b) rGO を担持して HF/H $_2$ O $_2$ 溶液に 1 時間浸漬した試料表面の AFM 像. (c) GO, (d) rGO を担持して HF/H $_2$ O $_2$ 溶液に 16 時間浸漬した試料表面の AFM 像.