

銅上 CVD グラフェンにおける Ta 誘起局所核生成のメカニズム

The mechanism of Ta-induced localized nucleation of CVD graphene on Cu

物材機構¹, 豊田工大² °鈴木 誠也¹, 原 正則², 吉村 雅満²

NIMS¹, Toyota Tech Inst.², °Seiya Suzuki¹, Masanori Hara², Masamichi Yoshimura²

E-mail: seiya09417@gmail.com

【はじめに】化学気相成長(CVD)法で得られるグラフェンは多結晶であり、グラフェンの電子移動度は結晶粒界により低下する。グラフェンの伝導性を向上するためには、核生成を抑制して大面積の単結晶ドメインを得る必要がある。近年、Cu 基板に穴空きの Ni 箔を配置するだけの簡便な手法によるグラフェンの核生成制御法が報告された[1]。これは Ni 箔付近で局所的に炭素濃度が低下することを利用した核生成位置の制御と考えられる。前回の発表で、グラフェン成長基板となる Cu 上にタンタル(Ta)板を置くことで、核生成が局所的に増加する現象を報告した[2]。本研究では、この Ta によるグラフェンの局所核生成のメカニズムについて報告する。

【実験方法及び結果】基板に 2 × 10 cm の Cu 板(100 μm 厚)を用い、Cu 上に 100 μm 厚、5 mm 角の Ta または Cu を配置して大気圧 CVD 法でグラフェンを合成した。CVD は 1035 °C で H₂ アニール 100 分、Ar アニール 35 分の後、90 分間のグラフェン成長(炭素源: メタン)の順で行った。合成したグラフェンとアニールした Ta を光学顕微鏡と昇温脱離ガス分析(TDS)法でそれぞれ評価した。

図 1(a,b)に Ta または Cu を配置して CVD を行った後の Cu 裏面(Ta の接触面直下の裏)の光学顕微鏡像を示す。Ta 配置領域に対応する範囲でグラフェンの核生成密度が増加している(図 1(a))が、Cu を置いてもグラフェンの核生成密度は増加しない(図 1(b))。このことから、Ta による核生成密度の増加は立体的なプロセスガスの流れの影響ではなく、Ta の化学的な効果と考えられる。図 2 に Ta の TDS 測定で得られた 1035 °C での主要ガスの放出量を示す。H₂ ガスのイオン電流値が他の放出ガス種よりも約一桁高く、Ta からは主に H₂ ガスが放出されることが分かった。

CVD の Ar アニールは残留酸素による酸化反応で Cu 中の炭素不純物濃度を低下させ、結果としてグラフェンの核生成が抑制される[3]。しかし、Ta から還元性ガスである H₂ が放出されると、この酸化の効果が相殺されてしまい、グラフェンの核生成密度が局所的に増加したと考えられる。

[1] D. Ding *et al.*, ACS Nano **10**, 11196 (2016). [2] S. Suzuki *et al.*, The 79th JSAP Autumn Meeting, 18p-PB3-74. [3] S. Suzuki *et al.*, Coatings **7**, 206 (2017).

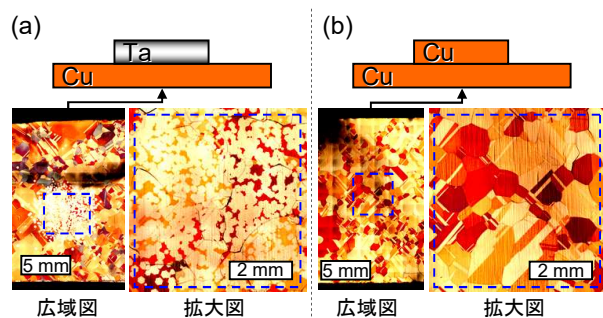


図 1. (a)Ta または(b)Cu を配置して CVD を行った後の Cu 裏面(Ta の接触面直下の裏)の光学顕微鏡像

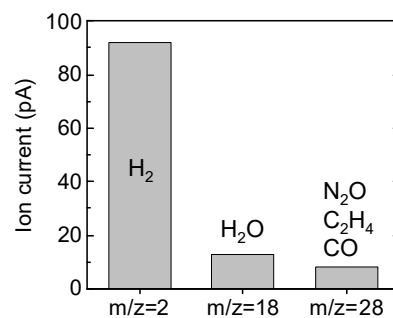


図 2. Ta の 1035 °C での主要ガスの放出量 (イオン電流値)の比較