SiO_2/Si 基板と Ni 触媒間でのグラフェン成長に関する研究

Study on graphene growth between SiO_2/Si substrate and Ni catalyst.

北大院情報科学 [1]，○(M2)真野 太朗 [1]，(M2)川内 弘志 [1]，(M1)大田 敦史 [1]，(M1)高橋 尚斗 [1]，
Subagyo Agus[1]，末岡和久 [1]．Graduate School of IST, Hokkaido Univ. [1],
°T. Shinno[1], H. Kawauchi[1], A. Ohta[1], N. Takahashi[1], A. Subagyo[1], K. Sueoka[1]
E-mail: taro102879@eis.hokudai.ac.jp

グラフェンは炭素原子がハニカム構造をとる，原子 1 つ分の厚さのシート状の物質である[1]．この物質は高キャリア移動度，高透明度，高電気伝導度，高熱伝導率，高許容電流密度に加え，化学的に安定であり物理的強度も高く[2]，様々な用途に応用が期待されている[3]．グラフェンは一般に Cu や Ni の触媒材料上に化学気相成長法(CVD 法)によって作製し，近年では高品質で，かつ大きな単結晶のグラフェンが作製できるようになったため応用への期待が高まっている[4]．
SiO_2/Si 基板上のグラフェンデバイス応用のためにグラフェンの基板への転写が不可欠であり，この転写過程がグラフェンの品質を低下させるため改善が求められている．一方，転写過程が必要のない SiO_2/Si 基板への直接成長の研究も進められている．本研究は, Ni 触媒と CVD 法を用いた転写を必要としない SiO_2/Si 基板へのグラフェンの直接成長を目的とし, SiO_2/Si 基板と Ni 触媒間にグラフェンが成長する条件を調べた．また，Ni 触媒を予めパターニングすることによるグラフェンパターンの作製も試みた．まず, SiO_2/Si 基板上に Ni を成膜した試料を膜厚ごとに 3 種類用意した(Ni 膜厚 100nm,200nm,300nm)．さらに SiO_2/Si 基板上に予めカーボンを成膜したものを膜厚ごとに 3 種類用意した(C 膜厚 2.5nm,7.5nm,12.5nm).その上に Ni を 300nm 成膜したものを試料に加えた 6 つの試料で SiO_2/Si 基板と Ni 触媒間にグラフェンが成長する条件を調べた．また，上述の実験を踏まえて SiO_2/Si 基板に 300nm の Ni をパターニングした試料を用いて，グラフェンパターンの作成についても実験を行った. CVD は 900°C; 30 分, Ar500sccm, $H_2$500sccm, $CH_4$500sccm の条件で行った．グラフェン成長後の Ni を塩化鉄(III)水溶液(1mol/L)によるエッチングを行い，SEM やラマン分光での測定を行った. Ni のパターニングの有無と関係なくグラフェンが SiO_2/Si 基板上成長していることが確認できた．しかし，パターニングすることによってパターンの大小によるグラフェンの大きさや層数の違いがみられた. Fig. 1 に示すように，パターンの細いところに集中してグラフェンが成長しているのが分かる．グラフェン成長条件，すなわちパターンの寸法，触媒の厚さ, CVD の条件などを最適化することによって最適なグラフェンが得られると期待できる．

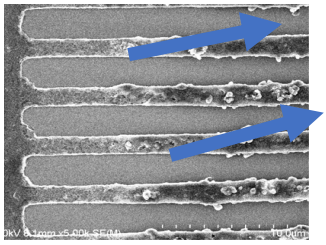

Fig.1 SEM image of graphene patterns grown directly on SiO2/Si substrate.

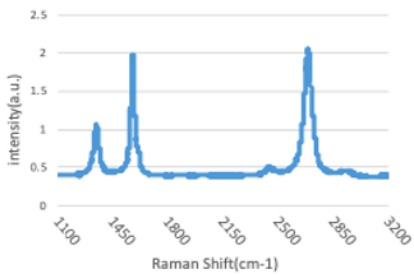

Fig.2 Raman spectra of graphene grown directly on SiO2/Si substrate.

[1] K. S. Novoselov *et al.* Science **306**, 666 (2004).
[2] Special Lecture by Andre Geim, ICMAT, June 29 (2011).
[3] Rebecca S. Edward and Karl S. Coleman ACCOUNTS OF CHEMICAL RESEARCH, **vol46, No.1,** 23-30 (2013).
[4] M. Huang *et al*. ACS Nano **12**, 6117-6127 (2018)