遷移金属カルコゲナイドとグラフェンの面内ヘテロ構造体の創製

Synthesis of in-plane heterostructures consisting of TMC and graphene

九大院総理工 [1], グローバルイノベーションセンター[2], 関学理工 [3]
末永 健志朗 [1], 白土 喜博 [1], Dong Ding[1], 日比野 浩樹 [3], 河原 憲治 [2], 吾郷 浩樹 [1,2]
Kyushu University[a], Kwansei Gakuin University[b]
Kenshiro Suenaga[a], Yoshihiro Shiratsuchi[a], Dong Ding[a], Hiroki Hibino[b], Kenji Kawahara[2], Hiroki Ago[a]
E-mail : h-ago@gic.kyushu-u.ac.jp

【背景】遷移金属カルコゲナイド（TMC）とグラフェンを融合させたヘテロ構造体が、優れたキャリア輸送特性と高い光応答性を兼ね備えた新たなデバイスとして期待されている[1,2]。しかし、これまで報告されたヘテロ構造体のほとんどは機械剥離などで積層させたものであり、面内で接合したヘテロ構造の研究は少ない。現在報告されている面内ヘテロ構造体では、TMC の CVD 合成に用いるプロモーターが不純物として残存したり、TMC とグラフェンが界面でオーバーラップしてきれいな面内接合が得られないなどの課題がある[3]。そこで、本研究では単結晶グラフェンの有するジグザグエッジを起点として二硫化モリブデン（MoS_2）を CVD 成長させることで、従来にないグラフェン端からの MoS_2 の面内エピタキシャル成長を目指して検討を行った (Fig. 1)。

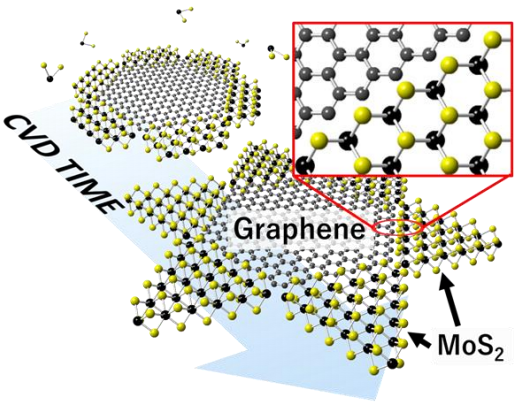

Fig. 1. Illustration of CVD growth of MoS_2-graphene in-plane heterostructure.

【結果と考察】Cu ホイルを金属触媒、CH_4 を原料とした CVD によって大きさが 10-100 μm 程度の単層グラフェンの六角形グレインを合成し、それを c 面サファイア基板に転写した。その後、酸化モリブデン（MoO_3）と硫黄（S）を原料に用いた CVD により、MoS_2–グラフェンのヘテロ構造体の合成を試みた。Fig. 2(a) に、実際に得られた MoS_2–グラフェン面内ヘテロ構造体の SEM 像を示す。MoS_2 が面内方向に選択的に成長していることが分かる。また、MoS_2–グラフェン界面の AFM プロファイルから、グラフェン上への MoS_2 のオーバーラップはなく、グラフェン端から基板方向にのみ MoS_2 が成長したものと考えられた (Fig. 2(b))。さらに、MoS_2 の三角形グレインの方位について検討した結果、グラフェンのないサファイア基板上の MoS_2 では、主に 0 °と 60 °の方向を向いたグレインが観測されたのに対し[4]、グラフェンと接して成長した MoS_2 グレインは、方位がグラフェンによって制御されている結果を得た (Fig. 2(c,d))。この結果は、グラフェン端からの MoS_2 の面内エピタキシーの可能性を示唆するものである。当日は、グラフェンと MoS_2 の方位の詳細な解析、面内ヘテロ接合におけるキャリア輸送特性についても議論する予定である。

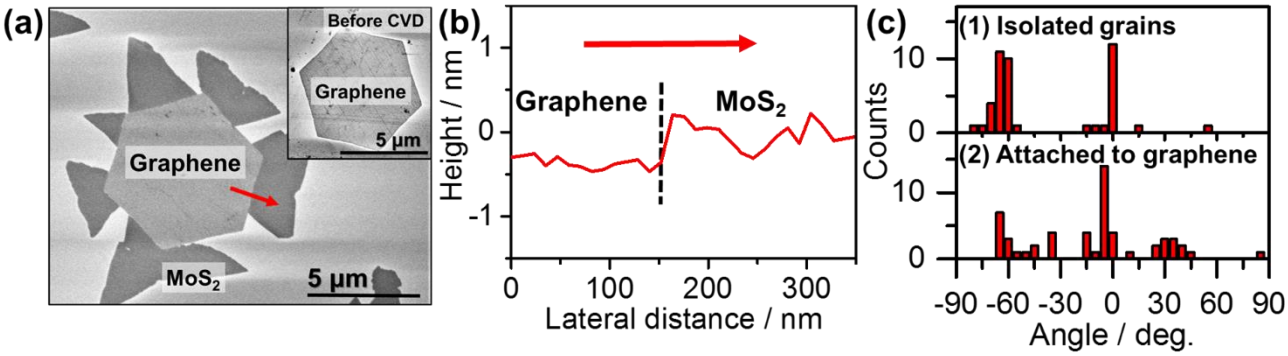

Fig. 2. (a) SEM image of MoS_2-graphene heterostructure. Inset shows a graphene grain used as a template of MoS_2 growth. (b) Height profile at the interface between MoS_2 and graphene. (c) Distributions of MoS_2 orientations.

【参考文献】[1] C. Xiang *et al.*, *Nanoscale*, **8**, 15181 (2016). [2] X Ling *et al.*, *Adv. Mater.*, **28**, 2322 (2016). [3] M. Zhao *et al.*, *Nat. Nanotechnol.*, **11**, 954 (2016). [4] D. Dumcenco *et al.*, *ACS Nano*, **9**, 4611 (2015).

© 2017年 応用物理学会