塩化ナトリウムをアシスト剤に用いた単層 MoS_2 及び WS_2 の気相成長

Vapor deposition of single-layer MoS_2 and WS_2 using NaCl as an assist reagent.

埼玉大院理工　○五十嵐玲太，白井肇，上野啓司

Saitama Univ.　°Reita Igarashi, Hajime Shirai and Keiji Ueno

E-mail: r.igarashi.842@ms.saitama-u.ac.jp

【序論】半導体デバイスの単純微細化の限界に伴い、将来デバイスへの応用を目指した新規材料探索の研究が活発化している中、リーク電流の抑制やゲート制御性の観点から、バンドギャップを有した層状物質である二硫化モリブデン(MoS_2)や二硫化タングステン(WS_2)が次世代デバイスのチャネル材料として注目されている[1]。これらの薄膜を得る方法はいくつかあるが、低コストで簡易な化学気相成長(CVD)や物理気相成長(PVD)は現在までに多くの研究がなされている。しかしこれらの手法では、高品質な大面積単結晶グレインを再現性良く得ることが難しい。本研究で我々は、基板をあらかじめ塩化ナトリウム水溶液によって処理してから CVD または PVD により薄膜成長を行うと、単層の大面積単結晶グレインが容易に得られることを見出した。講演では、これまでに塩化ナトリウムをアシスト剤として成長した MoS_2、WS_2 単層膜について、作製条件と成膜試料の評価結果を報告する。

【実験】1%塩化ナトリウム水溶液を p 型 SiO_2 基板(酸化膜 285 nm)に塗布し、気相成長を試みた。前駆体には CVD では三酸化モリブデン MoO_3 または三酸化タングステン WO_3 と単体硫黄を、PVD では MoS_2 または WS_2 と単体硫黄を用いた。Ar をキャリアガスとし、管状炉の石英管中に上流から S, MoO_3 (WO_3)または MoS_2 (WS_2), SiO_2/Si 基板の順となるように配置し、各原料と基板を加熱し薄膜成長を行った。

【結果・考察】一例として、S、WO_3 及び基板をそれぞれ 200 ℃、1050 ℃、900 ℃で 15 分加熱して成長した薄膜の光学像を Fig. 1 に示す。また、Fig. 2 には得られた薄膜のラマンスペクトルを示す。これらの測定結果から、単層の大面積単結晶 WS_2 が成長していることが確認された。現在、塩化ナトリウム以外の様々な塩をアシスト剤に用いた薄膜成長を試みると共に、アシスト剤の薄膜成長における役割について考察を進めている。

[1] B. Radisavljevic, A. Kis, Nature Mat. 12, 815 (2013)　等

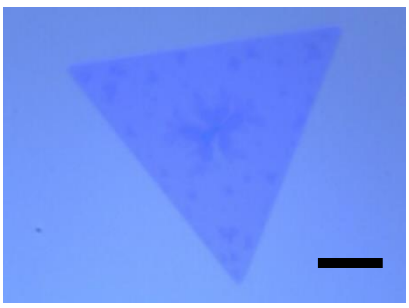

Fig. 1: Optical image of a single-layer WS_2 triangular crystalline domain grown on SiO_2 by NaCl-assisted CVD. The scale bar represents 20 μm

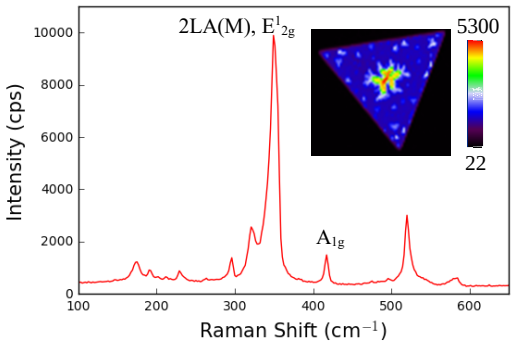

Fig. 2: Raman spectrum of the single-layer WS_2 domain shown in Fig. 1. The inset indicates an A_{1g}-mode Raman peak intensity map of the domain.

© 2018年 応用物理学会