乱流を用いた CVD 法による MoS_2 ナノチューブの合成

Synthesis of MoS_2 nanotubes by CVD with turbulent flow

北大工 [1]， 北大院工 [2] ○(B)後藤 真菜美 [1]， 柳瀬 隆 [2]， 長浜 太郎 [2]， 島田 敏宏 [2]

Hokkaido Univ.[1, 2], ◦Manami Goto[1], Takashi Yanase[2], Taro Nagahama[2], Toshihiro Shimada[2]

E-mail: ootori_3_gogo@eis.hokudai.ac.jp

【緒言】二硫化モリブデン（MoS_2）は代表的な層状物質であり、カーボンナノチューブ（CNT）と同様に、シートを巻くことによって MoS_2 ナノチューブ（NT）を作ることができる。NT 構造は表面積が大きいため、水素発生反応（Hydrogen Evolution Reaction : HER）などの触媒反応で高い活性を示すことが期待される。また、巻き方によって band gap を変化させることができるため、半導体としての応用が期待されている。MoS_2 NT は化学気相輸送法[1]や熱分解法[2]で合成する方法が主流だが、合成に長時間を必要としたり、還元雰囲気下で有毒なガスを使用しなければならないなどの問題点がある。本研究室では FeO ナノ粒子を触媒に用いた CVD 法[3]により MoS_2 NT の合成に成功し、上記の問題を解決した。本実験では触媒を用いずに乱流[4]を利用することで、より簡便な MoS_2 NT の合成を試みた。本手法では触媒が不要であり、また触媒と MoS_2 NT を分離する必要がない。

【実験】原料に MoO_3 を用いて、乱流条件下で 2 時間反応させ SiO_2/Si 基板上に MoO_2 ナノワイヤ（NW）を得た。得られた MoO_2 NW を硫化し、MoS_2 NT を合成した。

【結果・考察】上記の方法で合成した MoS_2 NT の SAED 像（Fig.1（b））から、MoS_2 のハニカム構造由来の六角形の回折スポットが確認された。ワイヤの成長方向（Fig.1（a））と SAED 像の六角形の方向から、zig zag タイプであることが分かる。また、断面を TEM で観察すると、内側から順に空孔、MoS_2、Si 化合物の 3 層構造になっていることが確認された（Fig.2（a）、（b））。なお、Si のピークは石英管由来の不純物であると考えられる。

以上のように、触媒ナノ粒子を用いずに zig zag タイプの MoS_2 NT を合成することに成功した。デバイスとして応用するには Si 化合物の除去が必要であり、現在実験を進めている。

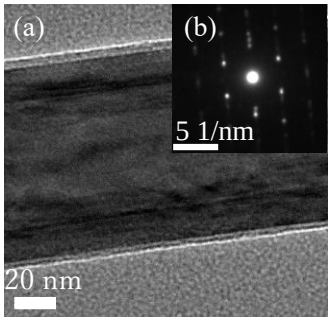

Fig.1 (a) TEM image of a MoS_2 nanotube (b) SAED pattern

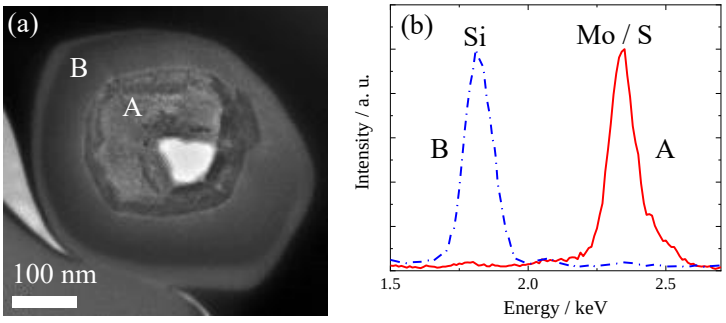

Fig.2 (a) Cross sectional TEM image of a MoS_2 nanotube (b) EDS spectrum

【参考文献】

[1] M. Remskar et al. Science 292, 479 (2001).

[2] H. Therese et al. Solid State Sci 8, 1133 (2006).

[3] M. Weng et al. CrystEngComm 19, 3915(2017); JJAP 57, 030304 (2018).

[4] Y. Feldman et al. Science 267, 222 (1995).

© 2019年 応用物理学会