

小直径二硫化タングステンナノチューブの合成とトランジスタ特性

Synthesis and transistor properties of small-diameter tungsten disulfide nanotubes

首都大物理 ○蓬田 陽平, 柳 和宏

Tokyo Metro. Univ. ○Yohei Yomogida, Kazuhiro Yanagi

E-mail: yomogida@tmu.ac.jp

はじめに：二硫化タングステンを筒状に巻いた二硫化タングステンナノチューブ (WS₂-NT) は、構造によらず半導体であり、半導体デバイス応用の対象として興味深い。これまで我々は、CVD 合成により得られた WS₂-NT を用いて研究を行ってきた [1]。しかしながら、CVD 合成により得られた試料の直径は 100 nm 程度であり、小直径試料を得ることは困難である[2]。WS₂-NT の直径は、バンドギャップやキャリア易動度に影響すると予想されており、その効果が顕著となる小直径試料の研究は重要である。本研究では、液相合成法によって得られた小直径のナノワイヤから得られた試料に着目し、その合成条件の探索と得られた小直径 WS₂-NT のトランジスタへの適用を行った。

実験方法：小直径 WS₂-NT は、酸化タングステンナノワイヤの硫化によって行った。まず、前駆体であるナノワイヤを、テフロン内筒密閉容器中で、六塩化タングステンとエタノールから合成した。得られたナノワイヤ試料を、石英管内で硫黄蒸気と反応させ、WS₂-NT を得た。硫化温度が合成に与える影響を、透過電子顕微鏡観察により調べた。得られた試料の薄膜を用いて、イオン液体をゲート絶縁体として用いたトランジスタを作製し、トランジスタ特性の評価を行った。

実験結果：図1に得られた WS₂-NT の TEM 像を示す。750℃以下で硫化することにより、ナノワイヤの構造を維持したまま硫化することができることが分かった。得られた試料の直径は 20 nm 程度であり、CVD 合成試料に比べ大幅な低減に成功している。図2にそれらの試料を用いて作製したトランジスタの伝達特性を示す。トランジスタは両極性動作を示し、3 桁のオンオフ比、0.43 cm²/Vs のキャリア易動度が得られた。今後、精製法と組み合わせることで、さらなる直径の低減が期待される。

[1] M. Sugahara et al, Appl. Phys. Express, 2016, [2] Y. Yomogida et al, ACS Omega, 2018, [3] Y. Chen et al, Mater. Res. Lett., 2017

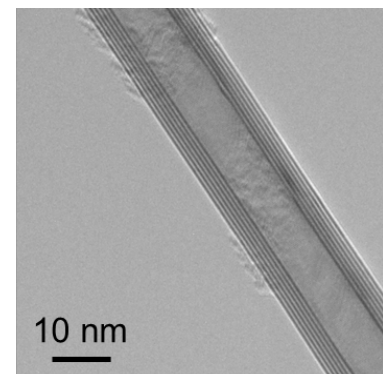


Fig. 1 TEM image of WS₂ nanotubes synthesized from solvothermally synthesized tungsten oxide nanowires

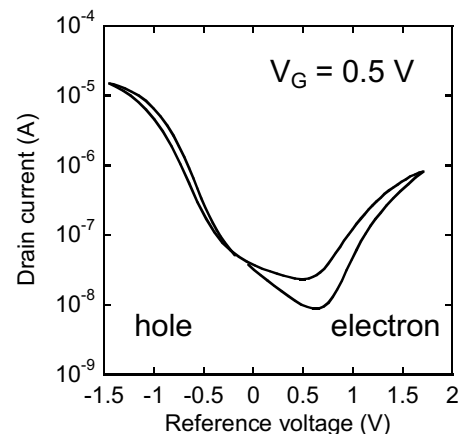


Fig. 2 Transfer characteristics of ionic-liquid gated transistors based on WS₂ nanotube networks