

気相成長 WO_x ナノワイヤを前駆体とした小径 WSe_2 ナノチューブの合成

Synthesis of small-diameter WSe_2 nanotubes from CVD-grown WO_x nanowires

都立大理 ○伊原 茜, 永野 真衣, 蓬田 陽平, 上治 寛, 柳 和宏

Tokyo Metro. Univ., °Akane Ihara, Mai Nagano, Yohei Yomogida, Kan Ueji, Kazuhiro Yanagi

E-mail: yanagi-kazuhiro@tmu.ac.jp

はじめに：遷移金属ダイカルコゲナイドナノチューブ (TMDC NT) は、遷移金属 Mo・W、カルコゲン S・Se からなる層状化合物の遷移金属カルコゲナイド (TMDC) を円筒状に丸めたものである。1992年にイスラエルの Tenne らによって発見されて以降、TMDC NTの研究は盛んに行われてきた。TMDC NTでは、2次元のTMDCより対称性が低い構造をとり、バルク光電効果や非従来型超伝導などのユニークな物性が報告されている。しかし、ナノチューブの特徴が顕著に表れると期待される直径の小さいTMDC NTや、層数の少ないTMDC NTの合成に関する報告はほとんどない。またTMDC NTの電子構造は、遷移金属やカルコゲンの種類に大きく依存するため、デバイス応用やヘテロ接合形成には複数のTMDC NTの合成が必要になる。しかし、 WS_2 NT以外の合成はほとんど報告されていない。前回、我々は、気相成長させた WO_x ナノワイヤの直径を制御し[1]、それを前駆体として用いることにより、小直径の WS_2 NTの合成に成功した[2]。本研究では、この手法を適用し、異なるTMDC NTである WSe_2 NTの直径制御を試みた。**実験手法**：TMDC NTの前駆体となる WO_x NWを、気相蒸着法によりSi基板上に合成した[2]。この WO_x NWをエタノールに分散し、それぞれ石英基板、Mo TEMグリッド上に滴下した後、セレン化を行った。 WSe_2 NTを合成するためのセレン化は、化学気相法で行った。石英管に2つの電気炉を設置し、ArもしくはAr/ H_2 ガスを供給した。ガスが投入される側(上流)の電気炉を $380^\circ C$ に設定しSeを置き、排気される側(下流)の電気炉は $650\sim 700^\circ C$ に設定し WO_x NWを置き、1時間セレン化を行った。その後、得られた試料のTEM観察とラマン測定を行った。

結果と考察：実験では4つのパラメーターを変化させることで最適な合成条件を探した。Seを供給するタイミング、 H_2 を供給するタイミング、上流側の電気炉の温度、 H_2 濃度である。また、石英基板とMo TEMグリッドにおいて、合成条件がどのように異なるか調べた。図1は、合成された試料の代表的なTEM像である。直径10nm程度の層状物質を外壁に持つナノチューブ構造が得られた。ラマンスペクトル(図2)により、その層状物質は WSe_2 であり、先行研究[3]よりも直径の小さい WSe_2 NTの合成に成功した。本発表ではパラメーターを変化させることで WSe_2 NTがどう変化するかを報告する。

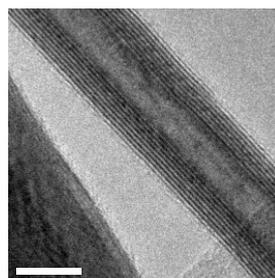
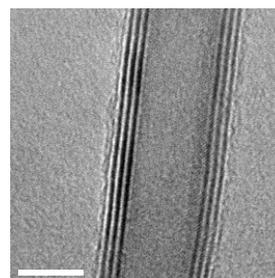


図1：TEM images of synthesized WSe_2 NTs on quartz substrate (top) and Mo TEM grid (bottom)

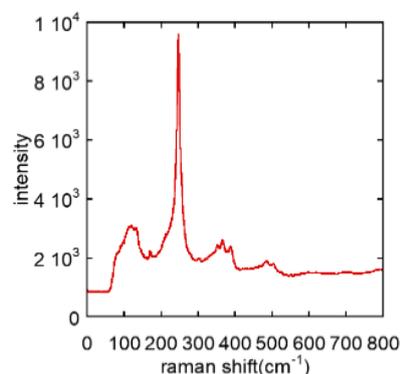


図2：Raman spectrum of synthesized WSe_2 NTs

[1] Kunquan Hong et al., Nanotechnol. 19, 085604 (2008)

[2] 永野真衣ら, 第83回応用物理学会秋季学術講演会, 21p-P12-34

[3] Y. Yomogida et al., Appl. Phys. Lett. 116, 203106 (2020)