

課題番号 : F-20-AT-0108
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 遷移金属カルコゲナイド原子細線の電気伝導特性の測定
Program Title (English) : Electrical Conductivity of Transition Metal Chalcogenide Fibers
利用者名(日本語) : 中西勇介, 宮田耕充
Username (English) : Y. Nakanishi, Y. Miyata
所属名(日本語) : 東京都立大学大学院理学研究科
Affiliation (English) : Department of Physics, Tokyo Metropolitan University
キーワード/Keyword : 電気計測・ナノプローバ・量子細線

1. 概要(Summary)

本研究では、直径3原子分の究極的に細い構造をもつ原子細線「遷移金属モノカルコゲナイド(TMC)」の束状構造(バンドル)の電気伝導特性の解明を目指す。ごく最近、申請者らの研究チームはTMC原子細線の多量合成法を世界に先駆けて開発した。TMC原子細線は、理論上では良導体であることが長年示唆されていたが、合成の難しさや試料の品質(長さ、結晶性)などが課題となり、実験研究が進んでいなかった。数ナノメートル径のTMC原子細線は量子閉じ込め効果により、バンドル径に依存した電気伝導特性が示すことが予想される。本申請課題ではさまざまな直径のTMC原子細線のバンドルを合成し、ナノプローバによる四端子測定により、電気抵抗率の直径依存性を評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

ナノプローバ[N-6000SS]

【実験方法】

化学気相成長法によりSiO₂/Si基板上に直接成長させたTMC原子細線(直径10~100 nm)にマニピュレーターを用いて微小電極プローブを当て、四端子測定により電気抵抗値を評価した。直径の異なるTMC原子細線を測定し、電気抵抗率と直径の相関解明に取り組んだ。また、電圧印加によりTMC原子細線が破断する電流値を調べ、電流容量も明らかにした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

測定した試料の電子顕微鏡像(SEM像)とI-VカーブをFigure 1に示す。TMC原子細線は電気抵抗率の低い良導体である。測定した試料はAFM測定、断面TEM観察を併せて行い、長さ・幅・高さを計測することにより、電気抵抗率を算出した。その結果、TMC原子細線の電気抵抗率は10⁻⁶ Ωm程度であることが判明した。この値

は単層カーボンナノチューブのバンドル(~10⁻⁷ Ωm)より低い。測定範囲では電気抵抗率は断面積に依存しにくいことも判明した。また、破断電流はカーボンナノチューブに匹敵するほど高い。本課題により、TMC原子細線は高い電気伝導率と電気容量を両立した材料であることが明らかになり、次世代の電子デバイスやセンサー、高効率なエネルギー変換素子などへの応用が期待される。

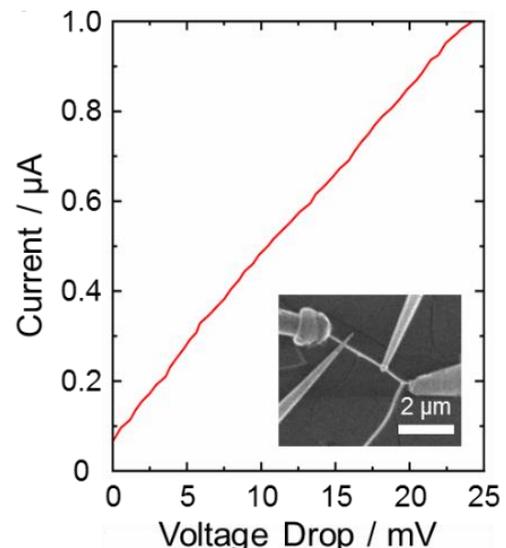


Figure 1. A *I-V* characteristic curve for a single WTe bundle. The inset shows a corresponding SEM image of the four-point probe measurement.

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

1) H.-E. Lim *et al.*, *Nano Lett.*, 2020
(DOI: 10.1021/acs.nanolett.0c03456)

6. 関連特許(Patent)

特願 2020-079285 「導電膜、導電部材及び導電膜の製造方法」 都立大学 (出願日:2020年4月28日)