

課題番号 : F-18-NU-0007
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : トンネル接合の作製およびカーボンナノ物質成長制御
 Program Title(English) : Fabrication of tunnel junctions and synthesis control of nanocarbon materials
 利用者名(日本語) : 山内健太郎
 Username(English) : K. Yamauchi
 所属名(日本語) : 名古屋大学工学研究科
 Affiliation(English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University
 キーワード/Keyword : マテリアルサイエンス、成膜・膜堆積、カーボンナノチューブ、構造変化

1. 概要(Summary)

多層カーボンナノチューブ(MWNT)は大規模集積回路等の微細配線材料としての応用が期待されている。これには通電時におけるMWNTの耐久性に関する知見が不可欠であるが、通電による破壊過程には未解明な部分が残されている。本研究ではこの通電破壊過程を解明するため、透過電子顕微鏡(TEM)中で使用可能なAuコートタングステンコンタクトプローブを作製した。そして同プローブでMWNTの電気伝導特性を測定しつつ、通電に伴うMWNTの構造変化をTEMでその場観察した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 電子ビーム蒸着装置

【実験方法】

タングステンワイヤーを水酸化ナトリウム水溶液に浸して電解研磨し、先端を針状に加工した。そして針表面の酸化防止のため、電子ビーム蒸着装置を用いて表面にAuを成膜した。完成したAuコートタングステンコンタクトプローブをTEM内に設置し、ピエゾ駆動XYZステージを用いて単一のMWNT先端に架橋接続した。その様子はFig. 1のTEM像の通りで、作製したコンタクトプローブを用いて単一MWNTの電気伝導特性を測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

試料に印加するバイアス電圧 V_{exp} を時間とともに増加させながらMWNTに流れる電流 I_{exp} を測定し、同時にTEM像をモニタした。 V_{exp} と I_{exp} の関係をFig. 2(a)に示す。 I_{exp} には複数のステップ構造が見られる。同時にモニタしたTEM像と比較すると、Fig. 2(b)のようにMWNT最外層の破断時に I_{exp} のステップが現れることがわかった。またモデル計算と比較すると破断には通電

に伴うMWNTの加熱が関連し、破断時の温度はMWNTの層数には依らずほぼ一定であることがわかった。今後は通電とそれに伴う破壊過程を応用したMWNT同士や異種金属との接合技術の開発を進める予定である。

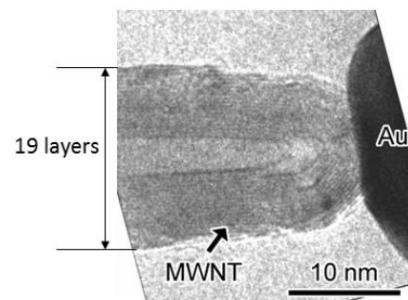


Fig. 1 TEM image of a single MWNT contacting with a Au-coated tungsten probe.

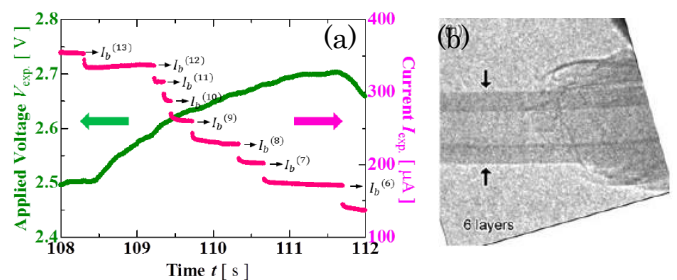


Fig. 2 (a) Applied voltage V_{exp} and measured current I_{exp} flowing through an MWNT as a function of time. (b) TEM image of a partially fractured MWNT.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

山内健太郎、名古屋大学工学研究科平成30年度修士学位論文。

6. 関連特許(Patent)

なし。