

多層カーボンナノチューブにおける内層引込み現象を利用した 層間電気抵抗の測定

Measurement of intershell electric resistance in a multiwall carbon nanotube
by utilizing the phenomena of inner-shell retraction

名大院工, [○]四ノ宮 悠司, 安坂 幸師, 中原 仁, 齋藤 弥八

Nagoya University, [○]Yuji Shinomiya, Koji Asaka, Hitoshi Nakahara, and Yahachi Saito

E-mail: shinomiya@surf.nuqe.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】 カーボンナノチューブ(CNT)は優れた電気伝導性を持つことから電子デバイスの微細配線への応用が期待されている。多層 CNT (MWCNT) においては層間の電気伝導の解明も重要となる。我々は MWCNT とモリブデン (Mo) 電極の接合過程をその場電子顕微鏡法で観察することで MWCNT の内層が Mo 電極に吸収され、それに伴って電気抵抗が変化する現象を見出した。本研究ではこの現象を利用して MWCNT の層間の電気抵抗を見積ることができたので、報告する。

【実験】 アーク放電法により作製した MWCNT を Au 基板の先端に固定し、透過電子顕微鏡 (TEM) 内で MWCNT を Mo 電極と接触させ、電圧を印加した。このときの MWCNT と Mo の構造変化を動的に観察し、同時に印加電圧と電流を測定した。

【結果】 図 1 は、MWCNT と Mo 電極との接合過程を示す TEM 像である。MWCNT の架橋長さは 240nm, 層数は 26 層である。MWCNT 先端を接触させ、印加電圧を 2.37 V まで上げると 160 μ A の電流が流れて Mo の形状が変化し、MWCNT 先端が Mo 内部へ挿入された(図 1(a))。その後、電圧を 2.00 V に保つと MWCNT 内層のうち最も内側から 7 層、3 層、3 層ずつ段階的に吸収される様子が観察された(図 1(b), (c), (d))。図 1 の矢印は Mo 側へ吸収される内層の最後尾を示す。CNT 内層吸収過程において、内層が Mo 側へ移動するにつれて全体の抵抗が増加した(図 1(b), (c), (d)の時点で 5.47 k Ω \rightarrow 6.28 k Ω \rightarrow 7.85 k Ω)。これは吸収されている内層も電気伝導に寄与していることを示し、抵抗の増加は吸収中の内層とその外側に隣接する層の層間の抵抗の変化に起因すると推察される。層間の接触面積変化に対する電極間の抵抗の変化の解析から層間の単位面積当たりのコンダクタンスは $[0.3-0.5 \text{ k}\Omega]^{-1}/\text{nm}^2$ であると見積もった。今回の層間抵抗の値は MWCNT の長さ方向に沿った電位分布計測から得られた値のうち B.Bourlon [1]らの報告の範囲にある。

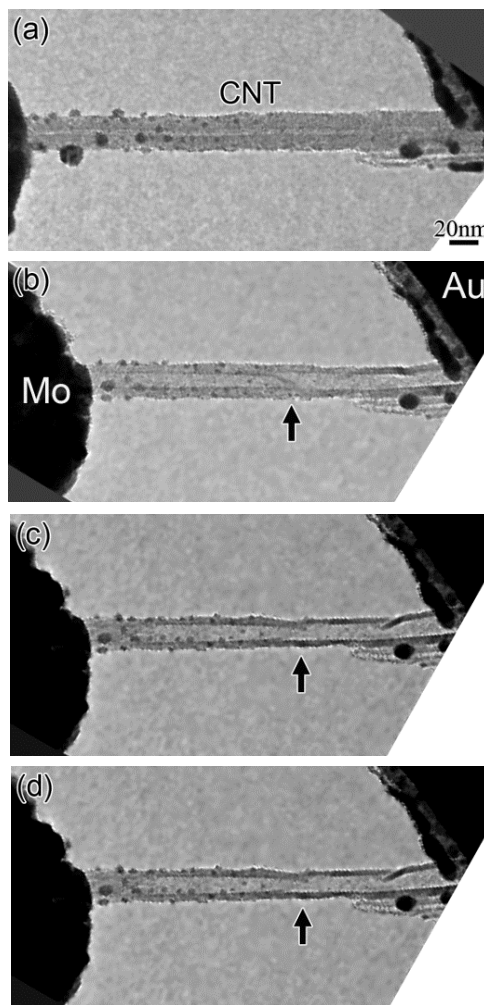


図 1 MWCNT の内層が Mo 電極側へ吸収される過程

[1] B.Bourlon *et al*, *Phys. Rev. Lett*, **93** (2004) 176806