

気体放電により電極間に形成された 架橋カーボンナノチューブフィラメントの電気抵抗のガス圧力依存性 Gas pressure dependence of resistance value of suspended carbon nanotube filaments formed between electrodes by gas discharge breakdown

三重大院工 [○](M1)水島 悠貴, 佐藤 英樹

Mie Univ., [○]Yuuki Mizushima, Hideki Sato

E-mail: sato@elec.mie-u.ac.jp

【はじめに】 我々は、カーボンナノチューブ(CNT)薄膜電極を使用して気体の絶縁破壊に伴う放電を発生させると、CNT 薄膜から多数のCNT の束が剥離し、これらが多数連なってフィラメント状のCNT 束が電極間を架橋する現象が生じることを見出した[1]。この現象は、任意の電極間にCNT フィラメントの架橋構造を作製する方法として利用でき、各種センサや電子デバイス作製への利用、さらにはCNT 紡績に利用できる可能性がある。今回、我々は作製した架橋CNT 束の電気的特性を明らかにすることを目的として、その抵抗値を種々のガス圧力下で調べた。

【実験】 架橋CNT フィラメントを作製するため、熱CVD法によりステンレス基板上に厚み40 μm 程度の垂直配向CNT 薄膜を成長させた電極板を作製した。これを真空装置内に設置した放電電極の陰極側に取り付け、装置内を3 Pa 以下まで真空排気後、Ar ガスを大気圧(1.0×10^5 Pa) まで導入した。その後、陰極-陽極間隔を1.0 mm に設定したのち、電極間に直流電圧を印加し、Ar の絶縁破壊による放電を発生させることで、多数のCNT 束が連なった架橋CNT フィラメントが電極間に形成される。この状態で電極間に電圧(100 V)を印加し、電流値を測定することで抵抗値を求めた。さらに容器内のAr ガス圧力を変化させて、その抵抗値変化を測定した。

【結果と考察】 電極間距離1.0 mm における放電後の電極間の様子をFig.1 に示す。多数のCNT フィラメントが電極間に架橋されていることが解る。この状態で測定した電極間の抵抗値のAr ガス圧力依存性の測定結果をFig.2 に示す。Ar ガスの圧力が減少するにつれて抵抗値も減少する様子が観られる。これはCNT が負の抵抗温度係数を有することに関係していると考えられる。ガス圧力が減少するにつれ、架橋CNT フィラメントの周囲のAr ガス分子密度が減少し、奪われるジュール熱が減少するため温度上昇し、結果として抵抗値が減少する。本研究の結果はCNT フィラメントの抵抗値変化が雰囲気ガス圧力の変化に再現性良く追従することを示しており、真空計などに利用可能であると考えられる。

【謝辞】 本研究は科学研究費補助金(No. 16K04899)およびマツダ財団の助成を受けて行われた。

[1] 水島 他, 2016年 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-P5-5.

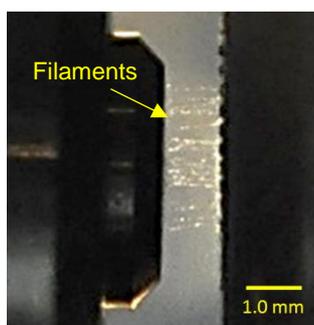


Fig.1. CNT filaments formed between the electrodes by the spark discharge of Ar gas.

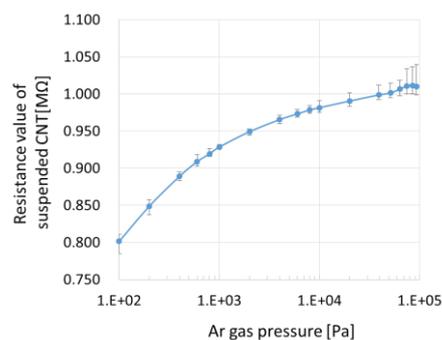


Fig.2. Ar gas pressure dependence of resistance of suspended carbon nanotube filaments.