

気体放電により誘起される カーボンナノチューブフィラメント形成における気体種依存性 Gas Species Dependence of Carbon Nanotube Filaments Formation

Induced by Gas Discharge Breakdown

三重大院工 〇(M2)水嶋 悠貴, (M1)松木 星志, 佐藤 英樹

Mie Univ., 〇Yuuki Mizushima, Seiji Funaki, Hideki Sato

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

【はじめに】 カーボンナノチューブ(CNT)薄膜電極を使用して比較的高い圧力のアルゴン(Ar)雰囲気下で火花放電を生じさせると, CNT 薄膜から多数の CNT の束が剥離し, これらが連なってフィラメント状の CNT 束が電極間を架橋する^[1]。この現象は, 任意の電極間への CNT 架橋構造の作製を可能とし, 各種センサや電子デバイス作製への利用, さらに CNT 紡績に利用できる可能性がある。本研究では, CNT 架橋構造形成における気体種依存性について調査した。

【実験】 CNT の架橋構造を作製するため, 熱 CVD 法によりステンレス基板上に CNT 薄膜を形成し電極とした。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 5 Pa 以下まで真空排気後, Ar もしくはヘリウム(He)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, 気体の絶縁破壊による放電を発生させた。以上の実験において, 気体放電開始から CNT 架橋構造形成に至るまでの電極間の状態を観察した。

【結果と考察】 Ar を導入して実験を行った場合の電極間の様子を Fig. 1(a)および(b)に, He を導入した場合の電極間の様子を Fig. 1(c)および(d)に示す。このときの放電開始電圧は Ar において -900 V, He では -700 V であり, 放電開始からそれぞれ 0.47 秒, 0.83 秒で放電が停止し, 電極間に架橋構造が形成された [Fig. 1(b), (d)]。観察された放電路は Ar に比べ He 雰囲気の方が細く, 形成した架橋構造についても He 雰囲気で形成した架橋構造の方が細くなる傾向が観られた。CNT フィラメントの架橋構造形成は, 放電により生成されたイオンが電界により加速されて CNT 薄膜形成基板へ入射し, これにより CNT 束が基板から剥離して生じると考えられる^[1]。本研究の結果は気体種により放電形態が異なり, これが架橋構造の形態に違いをもたらすことを示している。

【謝辞】 本研究は科学研究費補助金(No. 16K04899)の助成を受けて行われた。

[1] H. Sato, Y. Mizushima, and Y. Komatsu, Appl. Phys. Lett. 110 (2017) 033101.

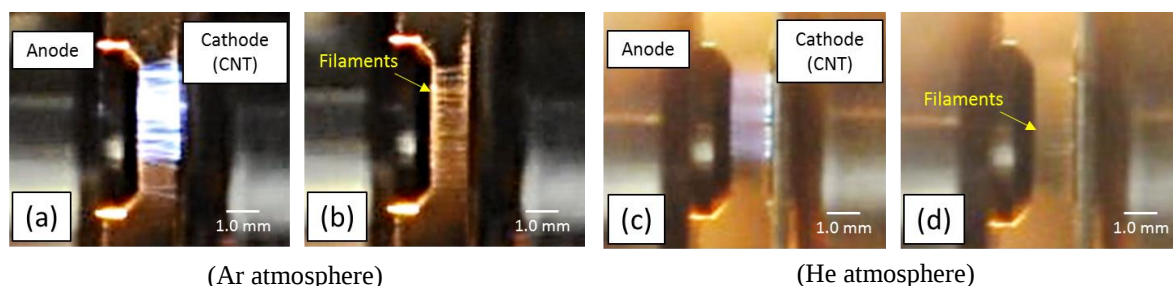


Fig. 1. Photographs of discharges [(a), (c)] and CNT filaments [(b), (d)] created between the electrodes. (a) and (c) are images of discharge breakdowns in Ar and He, and (b) and (d) are CNT filaments created after Ar and He discharge breakdowns, respectively.