

切断した気体放電誘起カーボンナノチューブフィラメントの再架橋現象

Reconnection Phenomenon of Broken Carbon Nanotube Filaments

Formed by Gas Discharge Breakdown

三重大院工 °(M2) 松木 星志, 廣村 雅俊, 佐藤 英樹

Mie Univ., °Seiji Funaki, Masatoshi Hiromura, 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) を薄膜状に塗布した電極間に気体の絶縁破壊に伴う火花放電を発生させると、電離したイオンの入射により陰極表面から多数の CNT 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、任意の箇所に CNT フィラメントを形成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 紡績への利用が有望であると考えられる。今回、我々は気体放電により電極間に架橋した CNT フィラメントを切断した後、電極間に気体放電が発生しない程度の低い電圧を印加することで、切断した CNT フィラメントが再架橋することを確認した。この現象は、切断した CNT フィラメントの再生が容易に可能であることを示しており、CNT 紡績などへの応用において望ましい特徴であると考えられる。

【実験】 熱 CVD 法によって生成した CNT をマット状に整形し、これを SUS304 基板上に圧着したものを放電装置の陰極側に設置した。この装置内を 5 Pa 以下まで真空排気後、電極 (陰極-陽極) 間の距離を 1.0 mm に調整し、Ar ガスを大気圧(1.0×10^5 Pa) まで導入して、電極間に直流電圧を印加して気体の絶縁破壊による放電を発生させ、電極間に CNT フィラメントを架橋させた。その後、電極間の距離を 3.0 mm まで増加させて CNT フィラメントを切断し、空気または Ar の所定の圧力下で直流電圧を印加し、電極間の様子を観察した。

【結果と考察】 大気圧の空气中で直流電圧を印加したときの電極間の様子を Fig. 1 に示す。50 V を印加したところ、両電極に残った CNT バンドルが電界方向に伸長する様子が確認された[Fig. 1(a)]。これは、電極表面に生じた電界応力の効果によるものと考えられる。印加電圧を 350 V まで増加させると CNT フィラメントが電極間を再度架橋し[Fig. 1(b)]、さらに電圧を上昇させると CNT フィラメントの本数が増加した[Fig. 1(c)]。この現象は大気圧の Ar 中でも同様に観られた。一方、放電装置内の圧力を 5 Pa まで減圧したところ、CNT フィラメントの再架橋は観られず、フィラメントの再架橋が単に電界応力の効果によるものではないことを示唆している。

【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 and Y. Mizushima and Y. Komatsu : Appl. Phys. Lett., 110 33104 (2017).

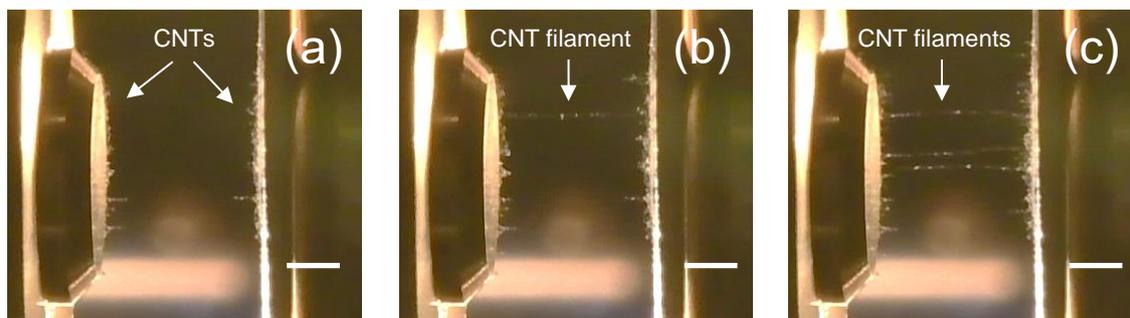


Fig.1 Photographs between electrodes during voltage applications. Applied voltage is (a) 50 V, (b) 350 V and (c) 450 V. Scale bars are 1.0 mm.