

気体放電を用いたカーボンナノチューブ紡績プロセスの検討

Study of Carbon Nanotube Spinning Process Using Gas Discharge Breakdown

三重大院工 〇(M2) 廣村 雅俊, 眞方 総一郎, 佐藤 英樹

Mie Univ., 〇Masatoshi Hiromura, Soichiro Magata, 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) 薄膜を陰極上に塗布した平板電極対間に, Ar ガス雰囲気下で電圧を印加し, 気体放電を発生させると, CNT 薄膜から CNT 束が剥離し, 電極間にフィラメント状の CNT が架橋する^[1]。この現象は, CNT の紡績に利用できる可能性がある。実際に CNT 紡績を行うためには, 気体放電による高効率な CNT フィラメント形成とその捕集方法の確立が必要である。我々は, 陽極を針形状とすることで, 高効率に CNT フィラメントが形成されることを報告した^[2]。今回は, 陽極に金属ワイヤ電極を用いることで CNT フィラメントの高効率形成を図るとともに, フィラメント捕集用の補助電極を設けることで, CNT 紡績を行う際に必要な CNT フィラメントの引き出しを試みた。

【実験手順】熱 CVD を用いて作製した CNT をマット状に成形し, ステンレス陰極板上に塗布した。タングステン線 ($\phi = 0.15 \text{ mm}$) を陽極として, 陰極上の CNT マットから 1.0 mm の位置に平行に設置した。さらに, 陽極ワイヤから 1.0 mm の位置にタングステン線を補助電極として垂直に固定した。補助電極は陽極と同電位とした。これらの電極を放電チャンバー内に設置し, 真空排気後, Ar ガスを $1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ まで導入し, 陽極-陰極間に直流電圧を印加した。このとき発生した気体放電により形成される CNT フィラメントの形態を観察した。

【結果と考察】放電前および放電中の電極周囲の様子を Fig.1(a) ~ (c)に示す。陽極-陰極間に直流電圧を印加し, 気体放電が生じることで, 陰極上の CNT マットからダスト状の CNT 束が多数剥離される様子が確認できる[Fig.1(b)]。このダスト状 CNT 束は補助電極周囲に飛散し, その先端に付着して樹枝状の CNT フィラメントを形成する[Fig.1(c)]。放電により陰極表面から飛散した CNT 束は負に帯電しているため, 静電気力により陽極と同電位の補助電極に CNT 束が付着し, これが多数連結することで CNT フィラメントが形成されたと考えられる。この結果から, 補助電極を任意の方向に移動可能にし, さらにこれに印加する電位を適切に制御できるようにすることで, 放電空間内からの高効率な CNT フィラメント取り出しが期待できる。

【謝辞】本研究は科学研究費補助費 (No. 19K05206) の助成を受けて行われた。

[1] H. Sato, et al., Appl. Phys. Lett., 110, 033101 (2017). [2] 廣村他, 2019 年第 66 回春季応用物理学会, 10p-PB5-30.

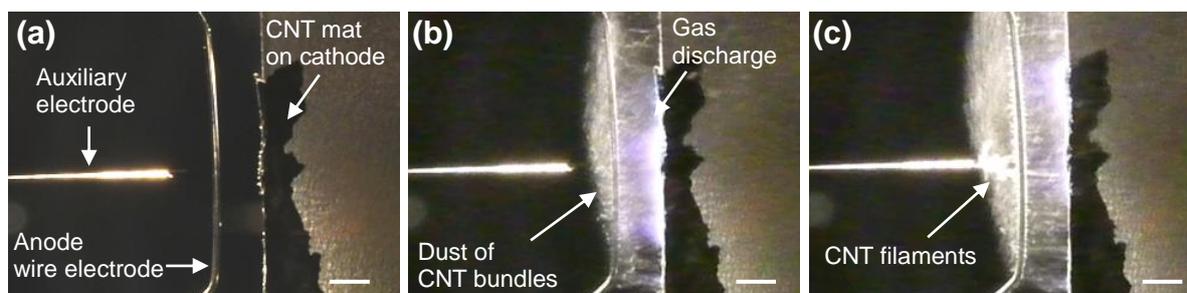


Fig.1 Photographs of electrodes (a) before gas discharge breakdown and of (b) 1.10 seconds and (c) 3.77 seconds from the start of gas discharge. Scale bars are 1.0 mm.