気体放電によるカーボンナノチューブフィラメント形成における電極形状の影響

Influence of Electrode Shape on Carbon Nanotube Filament Formation by Gas Discharge Breakdown

三重大院工　○(M1)廣村　雅俊，舩木　星志，佐藤　英樹

Mie Univ., °Masatoshi Hiromura, 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) 薄膜を陰極上に塗布した平板電極対間に，アルゴン(Ar)雰囲気下で気体放電を発生させると，CNT 薄膜から多数の CNT バンドルが剥離し，これが集積して形成された多数のフィラメント状の CNT 束が電極間に架橋する[1]。この現象は，CNT 紡績をはじめ様々な分野に利用できる可能性がある。我々は平行平板電極の片側（陽極）を針形状に変更することで，CNT フィラメントの形成効率が大きく向上することを報告した[2]。本研究では，陽極の針状電極の形状（先端半径）がフィラメント形成に及ぼす影響を調査した。

【実験】熱CVD法を用いて作製したCNTをマット状に成形し，ステンレス陰極板上に貼付した。陽極にはタングステン線 (ϕ = 0.15 mm) を電解研磨エッチングして作製した，先端曲率半径が異なる 2 種類の針状電極を用いた。CNT マット（陰極）と金属針（陽極）先端の間隔を 1.0 mm として放電実験装置内に設置した。装置内を真空排気後，Ar を 7.0×10^3 Pa まで導入し，電極間に直流電圧を印加して気体放電を発生させ，形成されるフィラメントの形態を観察した。

【結果と考察】金属針と CNT マットが貼付された電極の配置を Fig.1(a)に示す。これらの電極間に直流電圧 (> 400 V)を印加し，気体放電を発生させると，陰極表面の CNT マットから大量のダスト状の CNT バンドルが生成し，陽極の金属針周囲に付着した。これらが多数連なることで，Fig.1(b)，(c)に示すように，金属針の周囲に樹枝状の CNT フィラメントが形成することを確認した。このとき，針先端の曲率半径が大きい場合(>1 μm)と比べ，小さい方(< 1 μm)がより多くの CNT フィラメントが形成されることが解った。これは針電極の先端曲率半径が小さいほど電界強度が増加し，その結果，より高密度の放電が生成されたためと考えられる。

【謝辞】本研究は科学研究費(No. 16K04899)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，2018 年第 79 回秋季応用物理学会，20a-437-7.

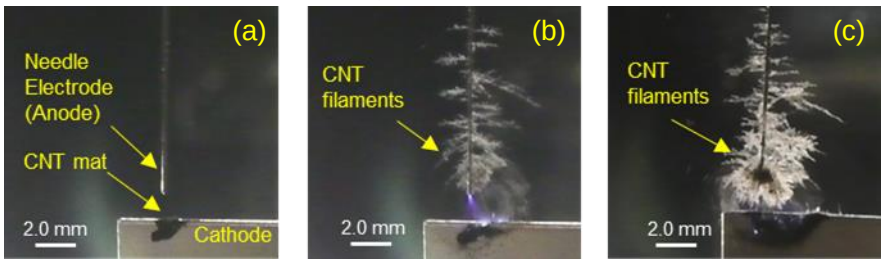

Fig.1 Photographs of (a) electrodes before gas discharge breakdown and during gas discharge breakdown with (b) large curvature radius (>1 μm) and (c) submicron curvature radius (< 1 μm) needle electrodes.

© 2019年 応用物理学会