

新しい電界紡糸法による透明な CNT フィルムの作製に関する研究

Study on Manufacturing Transparent CNT Film using Novel Electrospinning Method

○江頭雅之¹, 前田昇吾¹, 山口大貴¹, 矢澤翔大²,
工藤祐輔², 山内博³, 田所貴志³, 渡邊康之¹

Suwa University of Science.¹, Nihon University.², Tokyo Denki University.³

○Masayuki Egashira¹, Shogo Maeda¹, Daiki Yamaguchi¹, Shota Yazawa², Yusuke Kudo², Hiroshi Yamauchi³, Takashi Tadokoro³, and Yasuyuki Watanabe¹

E-mail: egashira.masayuki@rs.sus.ac.jp

1.はじめに

電気と光を良く通す透明電極は有機デバイスに必要であり、広く透明電極として用いられている ITO 電極には酸化インジウムスズが必要であるが、希少なため代替材料にはカーボンナノチューブ(以下 CNT)や銀ナノワイヤーなどの材料が検討されている。これらの代替材料が透明電極として実用化するには高い透過率と導電率を有していなければならない。しかし透過率と導電率はトレードオフの関係にあるため、これがボトルネックになってしまい、高い透過率と導電率を有する透明電極の開発が進まない。

透明電極の作製法にはエレクトロスピンニング法と呼ばれる技術が用いられ、この技術は粘度の高い液体に高電圧を印加することでファイバーが蛇行して生成・射出される。しかし、従来のエレクトロスピンニング法ではフィルム内の構造制御ができない。筆者らはフィルム内の構造を制御する技術として、2つのノズルから異なる極性の高電圧を用いて、気相中でファイバーを接触させ細孔を作り出す新しい電界紡糸技術を提案している^[1]。

本研究では新しい電界紡糸技術(以下 Dual spinning)と CNT 分散液を用いて透明電極を作製し、光学的特性の計測および SEM による表面形態の観察を行ったので、それを報告する。

2.実験方法

2.1 溶液作製

Dual spinning 溶液に用いた材料は PVA と純水、CNT 分散液である。PVA 溶液の作製手順として PVA を 7.0 g、純水を 9.0 g をバイアルに入れ、80℃に熱した水が入っている超音波洗浄機の浴槽に入れ7時間超音波撹拌を行った。PVA 溶液に対して CNT 分散液を 4.0 g 入れ 80℃で3時間、超音波撹拌を行い溶液を完成させた。さらに溶液は使用する直前に常温で1時間超音波撹拌を行った。

2.2 Dual spinning による CNT フィルムの成膜

本実験で用いた実験装置の概略図を Fig.1 に示す。2.1 で作製した溶液をガスタイトシリンジに充填し、ガスタイトシリンジは絶縁のためにφ35 mm のテフロンパイプにφ15.2 mm の貫通穴を開けた治具を装着し、これをシリンジポンプに設置した。さらにシリンジポンプを塩ビ製の治具により 45 度の角度に固定した。このガスタイトシリンジを向い合わせ、正と負の高電圧電源を印加しファイバーを生成した。このとき、ノズル同士の距離 d_1 を 150 mm、ノズルと接地電極との距離 d_2 を 70 mm に設定し、印加電圧は両極で 18 kV とした。生成したファイバーは 20 × 20 mm 厚さ 0.7 mm のソーダガラス上に3分間堆積させることで CNT フィルムを完成させた。作製した試料は紫外可視分光光度計で透過率を計測し、SEM により表面やファイバーの形状を観察した。

3.実験結果

CNT フィルムと何も塗布していないガラス基板の透過率を Fig.2 に、ガラス上に堆積させた CNT フィルムの表面を 1000 倍に拡大して撮影した SEM 画像を Fig.3 に示す。Fig.2 より、Dual spinning で作製したフィルムの透過率はおおよそ 370 nm から 900 nm まで常に一定の透過率を有しており、400 nm から 700 nm までの可視光平均透

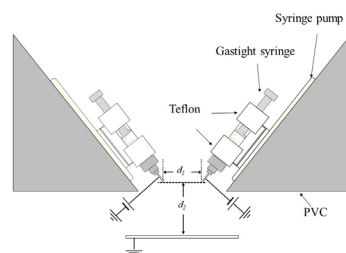


Fig.1 Experimental setup for dual spinning

過率 (AVT) は 74.8 % と高い値になっている。さらに試料の表面は透明であり Fig.3 の SEM 画像よりファイバー同士が絡まっている様子が確認できた。このことからファイバー同士が気相中で絡まった状態で堆積したことにより、細孔が生じ透過率が高くなった可能性がある。しかし、現時点でフィルムの導電率が計測できない。これは PVA を除去していないため、PVA の絶縁性により導電率が低くなっているか、材料の導電率が異なるためフィルム内に存在する CNT が少なくなり、導電率が低いと考えられる。

4.まとめ

本研究では Dual spinning を用いて CNT フィルムを作製した。その結果、AVT はおおよそ 75 % と高い値を示し、かつ SEM ではファイバーが絡まっている様子を確認できた。この結果は気相中でファイバーを接触させたことで細孔を形成できた可能性を示唆すると考える。今後は PVA の除去方法の検討および有機薄膜太陽電池としてデバイス化を行う。

参考文献

- [1] 江頭雅之, 前田昇吾, 山口大貴, 平井紅陽, 松浦竜一, 矢澤翔大, 工藤祐輔, 山内博, 田所貴志, 渡邊康之”エレクトロスピンニング法へのフェムトリアクターの適用に関する研究” 2022 年 第 83 回応用物理学会秋季講演会, 20p-P02-6(2022)

謝辞

本研究は公益財団法人 高橋産業経済研究財団の研究助成事業により執り行われたものです。

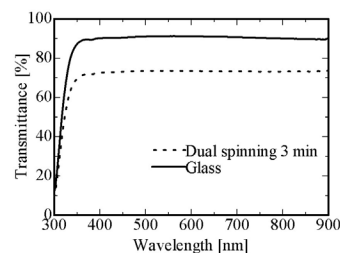


Fig.2 Result of Transmittance

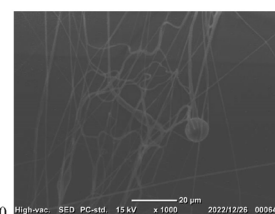


Fig.3 SEM image