プラズマ促進エレクトロスプレー法の基礎検討

Fundamental study of plasma-enhanced electrospray deposition

橋本　光平 [1]、一木　隆範 [1,2]
(1. 東大工、2.ナノ医療イノベーションセンター)
Kohei Hashimoto[1], Takanori Ichiki[1,2]
(1. Eng,Univ.Tokyo、2. iCONM)
hashimoto@bionano.t.u-tokyo.ac.jp

【緒言】　エレクトロスプレーは、先端のとがったノズルに電圧を印加すると溶液が帯電し、ノズル先端の液滴から非常に小さい液滴が放出される現象である。この現象の応用例としてエレクトロスプレーデポジション法(ESD 法)がある。ESD 法は生体高分子やポリマー溶液をエレクトロスプレーし、ナノパーティクルやナノファイバーを形成させ、静電気力を用いて基板上に堆積させる技術である。エレクトロスプレーでは、電圧を上げることで液滴の表面電荷密度が上がり、より粒径の小さい液滴を発生させることができる。一方で電圧を上げすぎると大気の放電破壊によりコロナ放電を起こし、ノズル先端部の電場が小さくなるため、エレクトロスプレー現象が起きにくくなる。しかし、放電環境とエレクトロスプレーを有機的に結びつけることができれば、スプレー溶液内での励起化学反応を利用できるなどの効果が期待できる。本研究ではこのような新たな材料プロセス技術の開拓を目指した装置を製作し、その基礎特性の評価を行う。

【実験方法】　Fig. 1 にエレクトロスプレー装置図を示す。ノズルは 28G 、対向電極には銅板(100mm×100mm×3mm) を用いた。ステージ及びロボットアームはディスペンサー(武蔵エンジニアリング)のものを用いた。XZ 方向に動くロボットアームにノズルをセットし、Y 方向に動くステージに対向電極装置をセットすることでサンプル基板とノズルの相対位置を XYZ 方向に自在に動かせるようにした。酢酸エチルをシリンジポンプにより 40 μl/min で送り出した。電圧をかけ、電流と電場強度の関係をプロットした。

【結果及び考察】　電流と電場強度の関係は Fig. 2 のようになった。負電圧をかけた場合 5.7 kV/cm で 0.15 μA の電流が流れた。6.1 kV では 15 μA の電流値を得られたため、コロナ放電を起こしたと考えられる。肉眼でも針先が光る様子を確認できた。一方、正電圧を印加した場合 6.9 kV/cm で 0.12 μA の電流が流れ、7.1 kV/cm で 3 μA の電流が流れているため、コロナ放電は 7 kV/cm 付近で起こると考えられる。コロナ放電を起こすよりも低い電場強度ではエレクトロスプレーが起きており、正電圧をかけたときのほうが電流値が大きいため、酢酸エチルは正に帯電しやすいと考えられる。一方、コロナ放電は負電圧をかけたときのほうが起こりやすいことが一般に知られており、今回の実験でもコロナ放電は負電圧で起こりやすいことが確かめられた。今後は、PDMS 酢酸エチル溶液をエレクトロスプレーし、電流電圧特性の計測を行う。また、製膜された PDMS 膜の組成や化学構造について検討する予定である。

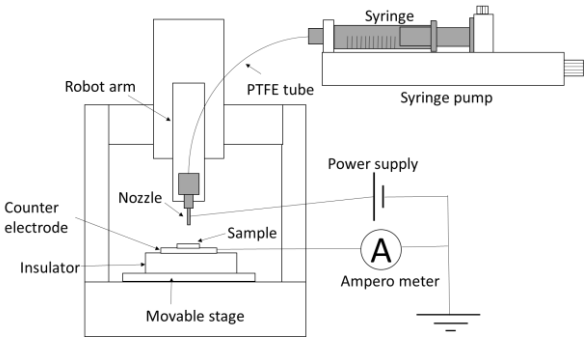

Fig. 1 A schematic diagram of the apparatus employed in this study.

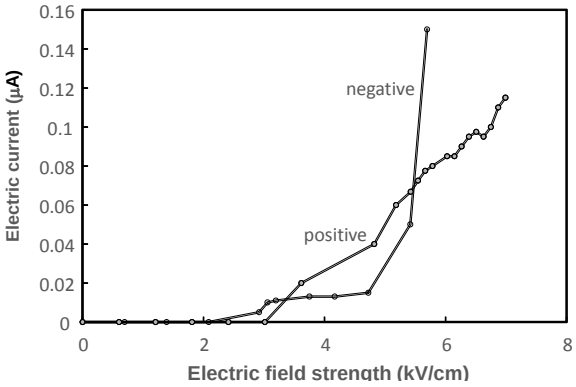

Fig. 2 I-V characteristics of the electrospray system.