プラズマ支援エレクトロスプレー堆積法による シリコンポリマー薄膜の作製

Preparation of silicon polymer thin film by plasma-assisted electrospray deposition system

橋本　光平 [1]、桑畑　湧太 [1]、竹原　宏明 [1,2]、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], Yuta Kuwahata[1], Hiroaki Takehara[1,2], Takanori Ichiki[1,2]
(1. Eng,Univ.Tokyo、2. iCONM)
hashimoto@bionano.t.u-tokyo.ac.jp

【緒言】　ジェットプリンティング技術は、常温・常圧下で各種材料の 2 次元又は 3 次元パターンを直接描画することが可能であり、様々な応用が期待される加工技術である。特にエレクトロプレー堆積(ESD) 法は、他のジェットプリンティングと比較し幅広い材料加工に使用することが可能であり[1,2]、バイオデバイスや有機エレクトロニクス用の薄膜製造に用いられている。しかし ESD 法はエレクトロスプレー現象を利用して生成した帯電液滴を噴霧する手法であるため、電荷蓄積が起こる絶縁基板上への適用が困難である。交流型の ESD 法の報告があるが、プロセスの汎用性等の観点からは十分な解決策ではない。そこで我々は、絶縁基板上に適用可能な材料使用効率の良い薄膜作成プロセスとしてプラズマ支援エレクトロスプレー堆積法を新たに開発し、実際に成膜を行い、評価した。

【実験方法】　Fig. 1 に本研究で用いた ESD 装置図を示す。ノズルはステンレス(SUS304)製 32G、対向電極には銅板（100×100×3 mm）を用いた。ノズル先端と対抗電極の距離を 5 mm に設定した。ポリジメチルシロキサン（PDMS）を酢酸エチルで 4 倍希釈し、3 μL/min でノズルから吐出した。ガラス板(松浪 20×20×0.5 mm)をノズル直下に置き、ノズルに電圧（−10~+10 kV）を印加し、エレクトロスプレー現象及びコロナ放電発生時の電流電圧特性を調べた。プルームの形状を撮影し放電が ESD に及ぼす影響を観察した。放電条件下の ESD で PDMS 薄膜を作成した。

【結果及び考察】　ノズル－対抗電極間に電圧を印加したところ、印加電圧の極性によらず 2 kV 付近から ESD が始まり、数 nA の電流が流れた。印加電圧を上げると、6 kV 付近で電流値が急激に増加し数 μA の電流が流れた。この電流値増加はコロナ放電発生に伴うものである。印加電圧－7 kV ではプルームが歪曲し、液滴がガラス基板を避けつつ電極部分に堆積した。これはガラス基板及びガラス基板に付着した帯電液滴によって電界が歪むためだと考えられる。一方、+7 kV の電圧を印加した際にはプルームの歪曲が少なく、液滴は直接ガラス基板上に堆積した。3 分間の成膜を行い、得られた薄膜の断面を走査型電子顕微鏡で観察した。Fig.2 に示すように膜厚 2~3 μm の緻密な PDMS 薄膜が得られた。以上の結果から、正電圧印加時のコロナ放電から供給された電子によりガラス基板表面の正電荷が中和され、絶縁基板上での連続的な ESD が実現されたと考えられる。

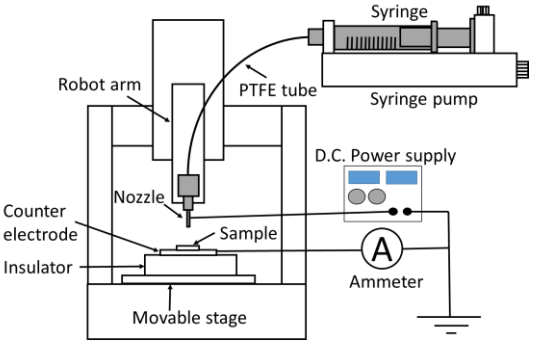

Fig. 1 A schematic diagram of the apparatus employed in this study

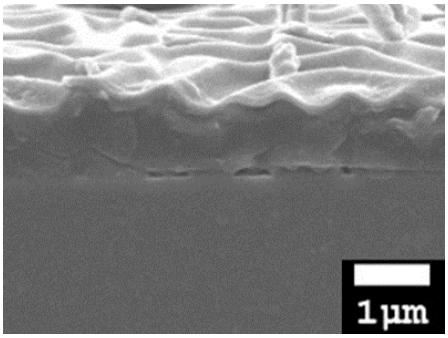

Fig. 2 A thin PDMS film was deposited on a glass substrate by plasma-assisted ESD.

【引用文献】 [1] Ku, B. K. et al. Journal of Aerosol Science 33, 1361-1378 (2002).
[2] Fenn, J. B. et al. Science 246, 64-71 (1989).