

プラズマ援用インクジェットプリンティングによる PEDOT/PSS 配線の作製

PEDOT/PSS line fabrication by plasma-assisted inkjet printing

東大新領域¹, 東大工² °新田 魁洲¹, 妻木 正尚¹, 川野 倫弥², 寺嶋 和夫^{1,2}, 伊藤 剛仁^{1,2}

The Univ. of Tokyo, Grad. Sch. of Frontier Sci.¹ and Faculty of Eng.²

°Kaishu Nitta¹, Masanao Tsumaki¹, Tomoya Kawano², Kazuo Terashima¹, Tsuyohito Ito¹

E-mail: nitta@plasma.k.u-tokyo.ac.jp

【緒言】

インクジェットプリンティングなどの印刷技術によって電子デバイスを作製するプリントドエレクトロニクス技術は、省エネルギー性、省材料性、パターン自由度の高さといった点に優れ、フレキシブル・ウェアラブルデバイスなどを実現する技術として近年注目を集めている[1]。そのような背景のもとで、本研究室では、インクジェットプリンティングにプラズマプロセスを組み込んだプラズマ援用インクジェットプリンティングの創成に取り組んでおり、銀配線作製において、通常の熱処理による配線作製プロセスよりも配線の微細化およびプロセスの高速化・簡潔化を達成してきた[2]。プラズマ由来の高反応励起種が溶媒の蒸発、溶質の凝固、焼結を促進するためと考えられる。本研究では、このプラズマ援用インクジェットプリンティングを用いて、導電性ポリマーである poly (3,4ethylenedioxythiophene)/Poly(styrene-sulfonate) (PEDOT/PSS)の配線を作製し、プラズマが配線物性値へ与える影響を明らかにすることを目的とした。

【実験方法】

本実験では、PED500(化研産業)をインクとして用いた。セラミックス管で被膜された2本のタングステン電極にパルス電圧(ピーク電圧 -9 kV, パルス幅 10 ns)を印加することで、タングステン電極とガラス基板背後に配置した接地電極の間で大気圧空気プラズマを生成した。インクジェット装置から吐出した液滴は、プラズマを通過し、10 mm/s で移動するガラス基板上に配線を形成した(図 1)。プラズマの配線物性値への影響を調べるため、パルス電圧の周波数を 7 kHz から 23 kHz まで変化させることでプラズマの生成時間(デューティ比)を変化させた。作製された配線の抵抗値を四端子法により、配線幅及び高さをレーザー走査顕微鏡により測定し、電気伝導率を算出した。また、ラマン分光測定を用いて分子構造や結合状態の同定を行った。

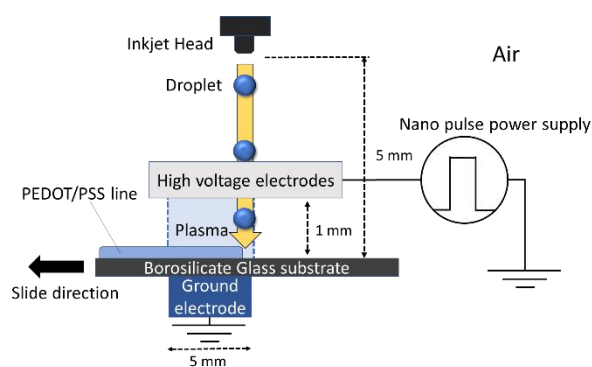


図 1. 実験装置図

【結果・考察】

描画された配線の電気伝導率には放電周波数依存性が見られた。低周波数領域においては、プラズマ非印加時に比べ電気伝導率が向上し、9 kHz において最大値が得られた。それ以上の周波数では、周波数の上昇に伴い電気伝導率は減少し、20 kHz 以上ではプラズマ非印加時の電気伝導率を下回った。また、ラマン分光測定により、プラズマによる PEDOT の構造変化を示唆するスペクトルが得られた。これらの結果から、低周波数領域ではプラズマ印加により PEDOT に極性基が付与され、それらがドーピング剤の役割を果たす事で導電性が向上したと考えられる。高周波数領域では、熱やラジカルにより PEDOT の電導構造が崩壊し、導電性が低下したと考えられる。以上のように、プラズマ援用により、PEDOT/PSS 配線特性を向上できることを明らかにした。詳細なメカニズム解明と、ガス組成制御も含めた更なる最適化が今後の課題である。

[1] H. Minemawari, *et al.*, *Nature*, **475** (2011) 364-367

[2] M. Tsumaki, *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, in press.