

塩化金酸溶液からの金のプラズマ援用インクジェットプリンティング

Plasma-assisted inkjet printing of Gold from Chloroauric acid solution

東大¹, 産総研² ○新田 魁洲¹, 石角 健¹, 寺嶋 和夫^{1,2}, 伊藤 剛仁^{1,2}

Univ. of Tokyo¹, AIST² ○Kaishu Nitta¹, Ken Ishizumi¹, Kazuo Terashima^{1,2}, Tsuyohito Ito^{1,2}

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

近年、液相と大気圧非平衡プラズマとの相互作用を用いたプラズマプロセスが注目を集めており^[1]、特にプラズマ-液相界面では一部の反応活性種が液中よりも豊富に存在するなど極めて特異な反応場が期待される^[2]。また、液相として直径数-数十 μm の微小な液滴を用いることで、プラズマと接する界面の比表面積が増大し、より界面反応が顕著となった反応場となる。我々は、このようなマイクロサイズの液滴を用いたプラズマプロセスの新たな応用展開として、液滴の生成にインクジェット装置を用い、大気圧非平衡プラズマの高反応性、比較的低温といった特徴を印刷プロセスに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を開発してきた^[3,4]。本発表では、従来の金属ナノ粒子分散インクを用いたプロセスにおける、粒子凝集によるノズルの詰まり、不純物として残る分散剤等の問題点を解決するために、粒子分散インクでなく金イオン含有溶液をインクとして、プラズマ中の電子・ラジカルなどによる還元作用により金配線を描画したプロセスを報告する。

実験では、電動ステージに取り付けたガラス基板上方 1 mm の位置のタングステン電極(アルミナ被膜)に、ナノ秒パルス電圧(パルス幅 10 ns)を印加し、基板上に大気圧非平衡プラズマ(5-18 W)を生成した。インクジェット装置から 3.8 M の塩化金酸水溶液をインクとして連続吐出し、直径約 30 μm の液滴をプラズマ中に直接導入した。飛翔中および基板上にてプラズマに曝された液滴は、1 mm/s で移動する基板上に約 2 cm の配線を形成した。図 1 は、プラズマを生成有り(18 W)とプラズマ生成無しの条件で作製した配線の X 線回折測定結果を示す。プラズマ生成時は塩化金由来の回折ピークが消失し、金が合成する様子が確認出来た。また、電気抵抗率は $10^{-5} \Omega\text{m}$ オーダーの高い電気伝導性を示した。プラズマにより供給された電子や H ラジカル等が反応に寄与したものと考えられる。

本プロセスは、従来の粒子分散インクにおけるノズルの詰まりや過剰な分散剤等の問題点に対する解決策になり得、今後、更なる優れた材料物性やプロセス特性の実現が期待される。

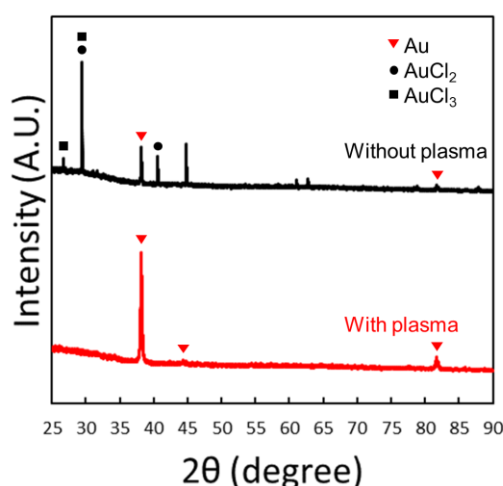


図 1 描画した配線の XRD 像

[1] P. J. Bruggeman *et al.*, *Plasma Sources Sci. Technol.* **25** (2016) 053002. [2] T. Kondo *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **50** (2017) 255002. [3] M. Tsumaki *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **51** (2018) 30LT01. [4] K. Nitta *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **52** (2019) 315202.