

研究ノート

インクジェットプリンターを用いた銀パターンの作製

吉元昭二*1、杉本賢一*2、酒井昌夫*3、山口梨斉*4

Preparation of Silver Patterns by Inkjet Printing

Shoji YOSHIMOTO*1, Kenichi SUGIMOTO*2, Masao SAKAI*3
and Rise YAMAGUCHI*4

Industrial Research Center*1~4

本研究ではインクジェットプリンターのノズルから銀を含む溶液を直接噴射することにより基材上に銀パターンを作製することを試みた。その結果、インクジェットプリンターのノズルからの微量の噴射反応溶液からでも基材上に銀が生成できていることが確認でき、さらには幅数百 μm 以下のアンテナ形状の銀パターンを作製することも可能であることが分かった。

1. はじめに

プリンターの高性能化、低価格化に伴い、ものづくりの現場においてもプリンターが積極的に活用される時代になってきた。3D プリンターの出現はものづくりの形態を大きく変え始め、インクジェットプリンターもまた、ものづくりの分野へ利用が進められている。そのひとつが、プリンターを利用して印刷により微細配線を形成する技術であるプリンテッド・エレクトロニクスと呼ばれる研究である¹⁾。フォトリソグラフィ技術やエッチング技術といった複雑な工程で作製してきた配線基板の作製にインクジェットプリンターを活用することで、製造コストや原料を削減できるだけでなく環境にも優しい技術となり、さらには特殊な装置も不要となる。

我々はこれまでの研究において、回路のマスク(孔版)を通して PET 基材上に銀溶液と還元溶液を噴霧することにより銀のアンテナパターンを作製してきた²⁾。

本研究では、市販のインクジェットプリンターを改造しノズルから噴射される pl 量の銀溶液と還元溶液から銀パターンの作製を試みたので報告する。

2. 実験方法

実験に用いた硝酸銀、硫酸ヒドラジンは和光純薬工業製または東京化成工業製の試薬を用いた。インクジェットプリンターはブラザー工業製の DCP-J540N を、また PET フィルムはエーワン製の厚み 0.10mm のものを用いた。X 線回折 (XRD) 分析は $\text{CuK}\alpha$ 線を用いたリガク製粉末 X 線回折装置 RINT2200/PC により測定した。表面抵抗率は三菱化学製 Loresta HP MCP-T410 を用いて四端子法により測定した。電子顕微鏡 (SEM) は日本電子

社製 JSM-6510 を使用した。

3. 実験結果及び考察

改造した市販のインクジェットプリンターの外観を **図 1** に示す。インクカートリッジを使用せずに、銀パターンの生成に使用する硝酸銀溶液 (以下、銀溶液) と硫酸ヒドラジンを含む溶液 (以下、還元溶液) をプリンターのノズル部に直接導入できるようにするとともに、プリンター内の流路の洗浄が行えるように市販のインクジェットプリンターを改造した。2M の銀溶液と約 0.4M の還元溶液を用いてインクジェットプリンターにより PET 基材上に銀薄膜を作製し、XRD 分析、表面抵抗率の測定、SEM 観察及び元素分析を行った。**図 2** に作製した薄膜の XRD 分析の結果を示す。2 θ で 38°、44°、64°、77° のピークはいずれも銀のピークである。54° の強度の強いピークは基材の PET に由来するピークである。XRD 分析の結果から、明らかに PET 基材上に銀の薄膜が形成されていることが分かる。



図 1 実験に使用したインクジェットプリンター

*1 産業技術センター 化学材料室 (現常滑窯業技術センター 材料開発室) *2 産業技術センター 化学材料室 (現防災局消防保安課) *3 産業技術センター 自動車・機械技術室 *4 産業技術センター 化学材料室

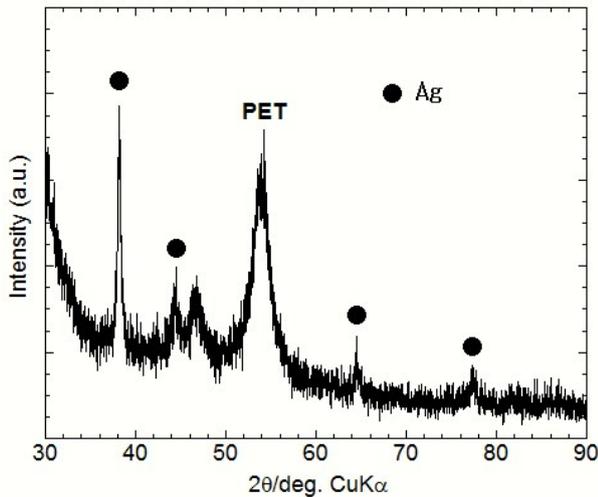


図2 インクジェットプリンターにより PET 基
材上に作製した薄膜の XRD パターン

作製した銀薄膜の表面抵抗率はおよそ $175\text{m}\Omega/\square$ であった。膜厚はおよそ 200nm であるため、体積抵抗率に換算すると $3.5 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$ になる。この値は銀の標準的な体積抵抗率である $1 \times 10^{-8}\Omega \cdot \text{m}$ にほぼ近い値であり、プリンターで作製した銀が緻密で良好な銀薄膜を形成していることを示している。

インクジェットプリンターで作製した銀のアンテナパターンの写真を図3に示す。ライン幅/スペース幅でおよそ $300/300\mu\text{m}$ 以下の鮮明な銀パターンが作製できていることが確認できる。

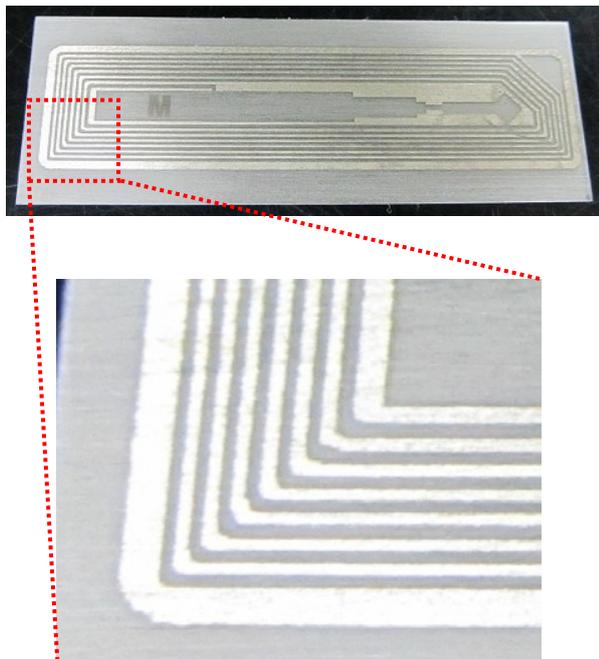


図3 インクジェットプリンターで作製した銀
のアンテナパターン

この銀パターンの炭素(C)、酸素(O)、銀(Ag)の元素分析を行った結果を図4に示す。C、O は銀以外の部分、すなわち基材である PET 部分に多く分布していることが分かる。また、SEM 写真と比較して分かるように、SEM 写真の銀パターン部分に Ag が均一に分布されていることが確認できる。

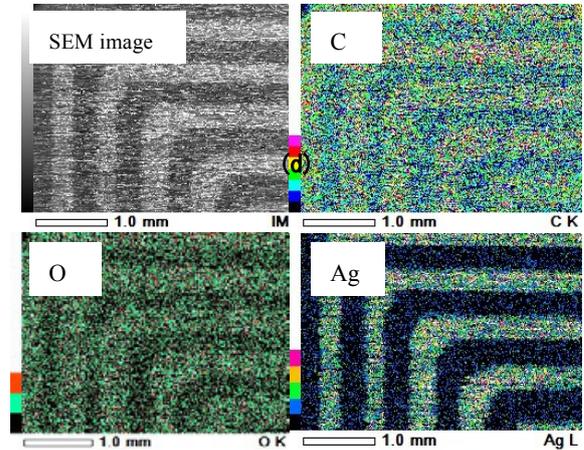


図4 PET 基材上に作製した銀パターンの元素
分析結果

4. 結び

本研究では、銀溶液と還元溶液をインクジェットプリンターのノズルから直接噴射することにより基材上に銀パターンを作製した。作製したパターンの X 線回折分析、電子顕微鏡による元素分析などの結果からインクジェットプリンターのノズルからの pl 量の噴射反応溶液からでも銀が生成されていることが確認できた。また、インクジェットプリンターにより、ライン幅/スペース幅でおよそ $300/300\mu\text{m}$ 以下のアンテナ形状の銀パターンを作製することが可能であった。

謝辞

本研究の遂行にあたり、ご協力頂きましたブラザー工業(株)に深く感謝いたします。

付記

本研究は、独立行政法人科学技術振興機構(現国立開発法人科学技術振興機構)平成 24 年度研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)の助成のもと実施した研究内容の一部である。

文献

- 1) 牛島洋史：表面技術，**64**，572(2013)
- 2) 吉元昭二，酒井昌夫，山口梨斉，松本望：あいち産業科学技術総合センター研究報告，**2**，36(2013)