

# インクジェット法を用いて作成した有機透明導電膜のインクと塗布表面の改善

川原 和也\* 今村 優希\*\* 武田和大\*\*\* 新田 敦司\*\*  
 (鹿児島工業高等専門学校 \*専攻科 機械・電子システム工学専攻 \*\*電子制御工学科 \*\*\*情報工学科)

## 1 はじめに

現在、プラスチック基板を用いたフレキシブルな透明導電膜の研究が活発に進められている。太陽電池やスマートフォンなどに使用される透明導電膜は ITO (酸化インジウムスズ) が主原料である。しかし、ITO は資源枯渇、価格高騰に加えフレキシブル性に乏しいといった問題があり、フレキシブルデバイスには向かない[1]。また、ITO 薄膜の製造方法としてはスパッタリング法や真空蒸着法等が用いられているが、製造コストが高く、熱を加えるとプラスチック基板が歪んでしまうという問題がある。そこで著者らは ITO 代替材料として PEDOT/PSS[ポリ(3, 4-エチレンジオキシベンゾフェン)/ポリ(4-スチレンスルホン酸)]に注目し、市販のインクジェットプリンタを用いることで安価に透明導電膜を作製した。これまで基板の UV/O<sub>3</sub> 洗浄、熱処理、極性溶媒を用いた処理が薄膜の特性に影響を及ぼすことを報告している[2]。今回、インク塗布時の表面状態及びインク組成を変え、検討したのでその結果を報告する。

## 2 実験

PEDOT/PSS(Heraeus 社製 CLEVIOS PH500)にエタノールとエチレングリコールを添加しインクを作製した[3]。成膜にはピエゾ方式の顔料用インクジェットプリンタ(セイコーエプソン社製 PX-105)を用い、基板に耐熱透明フィルム(帝人デュポンフィルム社製 テオネックス Q65-FA)を使用した。UV/O<sub>3</sub> 洗浄には UV/O<sub>3</sub> 洗浄改質装置(あすみ技研社製 ASM401N)を、熱処理には定温乾燥器(アズワン社製 EOP-300B)を使用した。熱処理温度はエタノールの沸点以上である 90 °Cとした。

## 3 結果及び考察

著者らは印刷間の処理として熱処理を行ってきた。熱処理温度についてはエタノールの沸点以上である 80 °C, 90 °C, 100 °C, 110 °Cで検討し、90 °Cにて最も良い特性を得ている[2]。しかしながら、熱処理によって膜表面が凝集し、その面に重ねて塗布すると凹凸の激しい薄膜となることが問題となっていた。今回は全ての印刷が完了した後に熱処理を行った。図 1 に熱処理の有無と印刷回数による抵抗値の変化を示す。熱処理を行わない薄膜は抵抗値が低下した。図 2 の画像から凝集、凹凸の改善によって薄膜が均一になったことが要因と考えられる。

これまで、成膜に用いるインクは過去の研究で最も良好な特性が得られた PEDOT/PSS : エタノール : エチレングリコール = 70 : 20 : 10 wt%とし、研究を進めていた。しかし、印刷回数に伴う透過率への影響が大きかったため、表 1 に示すインクで成膜を行った。インク(2)は一層当たりの PEDOT/PSS とエチレングリコールの量がインク(1)の約半分となるようにした。表 2 に示すようにインク(1)とインク(2)で透過率が近い値を持つ薄膜を作成した結果、インク(2)の薄膜はインク(1)の 2 倍の印刷回数となった。また、インクの違いによる薄膜表面の変化は見られなかった。このことから、膜厚がほぼ等しいと推察されるが、抵抗値は低下した。インクに含まれるエタノールの量を増やすことでインクの粘

性が下がり、均一な膜となって特性が改善されたと考えられる。

## 4 まとめ

印刷間は熱処理を行わず、すべての印刷が完了した後に行うことで PEDOT/PSS 薄膜の凝集及び凹凸が改善され、抵抗値が低下した。また、インク組成を変えてエタノールの量を増やすことによって膜が均一化され、特性が改善されることが考えられる。

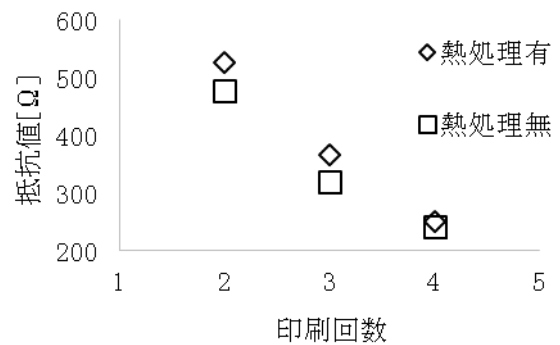


図 1. 熱処理の有無と印刷回数による抵抗値

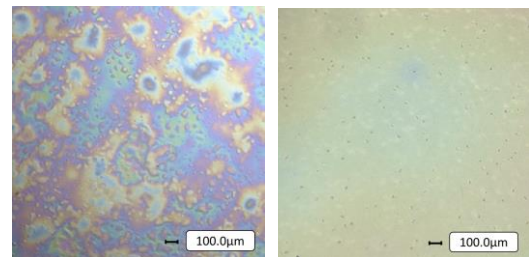


図 2. 熱処理の有無による表面状態のマイクロスコープ画像 (左 : 熱処理有, 右 : 熱処理無, 4 回印刷, ×100)

表 1. インク組成

	インク(1)	インク(2)
PEDOT/PSS [wt%]	70	35
エタノール [wt%]	20	60
エチレングリコール [wt%]	10	5

表 2. インク(1)及びインク(2)を用いた薄膜の特性

	インク(1)			インク(2)			
	印刷回数	2	3	4	4	6	8
抵抗値[Ω]		476	320	242	466	304	239
透過率[%]		87.8	83.6	80.1	87.1	83.9	80.9

## 参考文献

- [1] 石川明生, “有機導電材料(PEDOT)”, プリントドエレクトロニクス技術最前線, 2010
- [2] 川原和也, 新田敦司, “インクジェット法を用いて作製した有機透明導電膜の処理方法の検討”, 平成 28 年度電子情報通信学会総合大会.
- [3] 大西賢, 國方亮太, 中島伸一郎, “PEDOT/PSS の導電特性におよぼす添加剤の効果”, 航空電子技報 NO. 35, 2013.3