無電解金めっき電極を用いた高性能有機薄膜トランジスタ

High-performance Organic Thin-film Transistors with Electroless-plated Gold Contacts

東大院新領域 [1], OPERANDO-OIL[2], JST さきがけ [3], 物材機構 [4] ○牧田 龍幸 [1,2], 中村 良平 [1],
佐々木 真理 [1], 熊谷 翔平 [1], 岡本 敏宏 [1,2,3], 渡邉 峻一郎 [1,2], 竹谷 純一 [1,2,4]
Univ. of Tokyo[1], OPERANDO-OIL[2], JST-PRESTO[3], NIMS[4],
°Tatsuyuki Makita[1,2], Ryohei Nakamura[1,2], Mari Sasaki[1], Shohei Kumagai[1], Toshihiro Okamoto[1,2,3],
Shun Watanabe[1,2], Jun Takeya[1,2,4]
E-mail: 7071193578@edu.k.u-tokyo.ac.jp

有機薄膜トランジスタ（OTFT）は印刷プロセスによる低コストでの作製が可能であることから、次世代電子デバイスの基本構成素子として期待され、盛んに研究されている。溶液プロセスで製膜された有機半導体薄膜上に、塗布法によって電極層を積層するためには、電極インクによる半導体膜へのダメージを考慮する必要がある。このような積層デバイス作製時の問題を解決するため、これまでに当研究室では、別基板上で真空蒸着法により作製した電極を薄い高分子保護膜及び水溶性高分子厚膜を用いて転写する手法を開発している[1]。本研究ではこの手法を応用し、あらかじめ別基板上で形成した塗布型電極を半導体膜上に転写する手法を開発した。親液撥液パターニングにより得られた銀ナノ粒子を触媒として無電解金めっきを施した高仕事関数電極を転写することで、高移動度・低接触抵抗 OTFT の作製に成功した。

ガラス基板上にフッ素系高分子 CYTOP®を塗布し、フォトマスク越しに平行光の真空紫外光（VUV）を照射した。VUV 照射箇所に対してフッ素系自己組織化単分子膜（F-SAM）を形成し、希釈した銀ナノ粒子インクを塗布することで、F-SAM 上にのみ選択的に銀ナノ粒子を得た。さらに、銀ナノ粒子を触媒として無電解金めっきを行うことで、高仕事関数の電極を形成した（Fig. 1 (a)）。パターニングされた電極上に Parylene 及び水溶性ポリマーPoly(vinyl alcohol)を製膜し、乾燥後に基板から剥離することで、無電解金めっき電極フィルムを得ることに成功した。p 型有機半導体 C_9–DNBDT–NW[2]の単分子層単結晶膜上に積層し、PVA 層を水に溶解させることでソース／ドレイン電極の転写を完了した。作製した OTFT の飽和領域の伝達特性は、13 $cm^2\ V^{-1}\ s^{-1}$ という高い移動度を示した（Fig. 1 (b)）。Transmission Line Method（TLM）法によって、接触抵抗を評価したところ、120 Ω cm という低い値を示し、本手法の塗布型電極により良好なキャリア注入を実現できることが明らかとなった（Fig. 1 (c)）[3]。

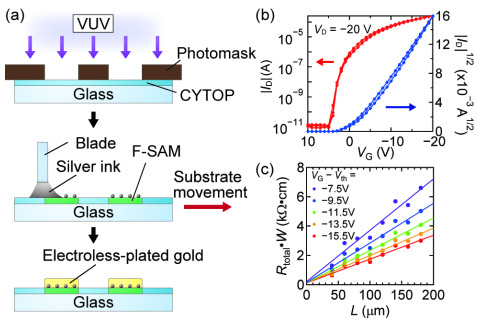

Fig. 1 (a) Schematic illustration of the electroless-plated gold contacts fabrication. (b) Transistor characteristic of the monolayer OTFT in the saturation regime (L/W = 100 μm/315 μm). (c) TLM plots for monolayer OTFTs.

[1] T. Makita *et al.*, *Sci. Rep.* **2020**, *10*, 4702. [2] S. Kumagai *et al.*, *Sci. Rep.* **2019**, *9*, 15897. [3] T. Makita *et al.*, *Adv. Funct. Mater. in press*.