

転写法を用いた有機単結晶トランジスタ作製

Fabrication of Organic Single-crystal Transistors by Transfer Techniques

東大院新領域¹, OPERANDO-OIL², 物材機構³, JST さきがけ⁴, パイクリスタル⁵

○牧田 龍幸^{1,2}, 山村 祥史^{1,2}, 鶴見 淳人³, 熊谷 翔平¹, 黒澤 忠法¹, 佐々木 真理¹,

岡本 敏宏^{1,2,4}, 渡邊 峻一郎^{1,2}, 竹谷 純一^{1,2,3,5}

Univ. of Tokyo¹, OPERANDO-OIL², NIMS³, JST-PRESTO⁴, PI-CRYSTAL Inc.⁵

○Tatsuyuki Makita^{1,2}, Akifumi Yamamura^{1,2}, Junto Tsurumi³, Shohei Kumagai¹, Tadanori Kurosawa¹,

Mari Sasaki¹, Toshihiro Okamoto^{1,2,4}, Shun Watanabe^{1,2}, Jun Takeya^{1,2,3,5}

E-mail: 7071193578@edu.k.u-tokyo.ac.jp

有機電界効果トランジスタ (OFET) は低コストでの大量生産が可能であると考えられることから、次世代電子デバイスの基本素子として盛んに研究されている。電極・絶縁膜・有機半導体層といった各要素の積層からなる OFET の作製時には、多くの制約が存在する。例えば半導体膜塗布時の下地としては溶剤耐性や熱耐久性といった性能が要求され、電極形成プロセスは下地にダメージを与えないことが求められる。本研究では、このような制約を軽減するため、特に半導体層およびソース/ドレイン (S/D) 電極層について、別基板で作製し転写する手法を開発した。これにより、高性能な電気的特性を維持しながら、OFET 作製時の自由度を広げることに成功した。

半導体層の転写手法では、超親水性のガラス基板と高撥水性の有機半導体単結晶薄膜の表面エネルギー差を利用し、水のみを用いて単結晶膜を転写する (Fig. 1(a))。p 型有機半導体 C₉-DNBDT-NW [1]の単結晶薄膜を製膜・転写したところ、8 cm 角の大面积で転写することに成功した (Fig. 1(b)) [2]。S/D 電極の転写手法では剥離層付き基板上で電極をパターンニングし、その上に薄い Poly(methyl methacrylate) (PMMA) 層および厚い水溶性ポリマー Poly(vinyl alcohol) (PVA) 層を塗布した後に、剥離することで電極フィルムを作製する。これを C₉-DNBDT-NW 単結晶薄膜上に貼り付け、PVA 層を水に溶解させることで、薄い PMMA 層の静電気力によって電極フィルムが貼り付く (Fig. 1(c))。これにより、単分子層単結晶膜を用いて $10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 程度の高い移動度を示す OFET 作製に成功した (Fig. 1(d)) [3]。以上から、転写法が高性能な OFET 作製に有用であることが明らかとなった。

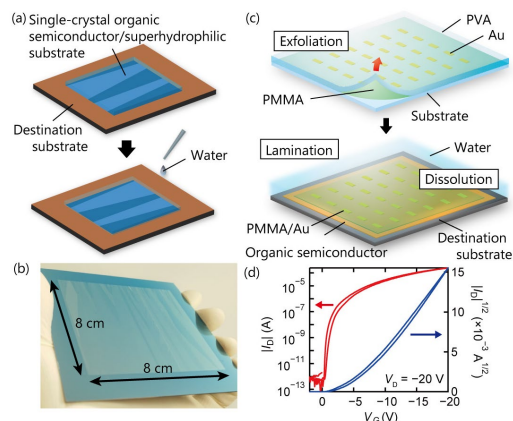


Fig. 1 (a) Schematic illustration of the transfer method for semiconductor film. (b) Photograph of an 8 cm × 8 cm sized C₉-DNBDT-NW film. (c) Schematic illustration of the transfer method for electrodes. (d) Transistor characteristic of the fabricated monolayer OFET ($L/W = 200 \text{ } \mu\text{m}/1000 \text{ } \mu\text{m}$).

[1] S. Kumagai, J. Takeya *et al.*, *Sci. Rep.* **2019**, 9, 15897. [2] T. Makita, J. Takeya *et al.*, *PNAS* **2020**, 117, 80. [3] T. Makita, J. Takeya *et al.*, *under review*.