

超親水性ナノすりガラスを用いた高移動度極薄有機単結晶膜の作製

Fabrication of High Mobility Ultra-thin Organic Single-crystal Film

Using Superhydrophilic Nano-ground Glass

東大院新領域¹, OPERANDO-OIL², JST さきがけ³, 物材機構⁴ ○二宮 陽真¹, 牧田 龍幸^{1,2},

熊谷 翔平¹, 岡本 敏宏^{1,2,3}, 佐々木 真理¹, 渡邊 峻一郎^{1,2,3}, 竹谷 純一^{1,2,4}

Univ. of Tokyo¹, OPERANDO-OIL², JST-PRESTO³, NIMS⁴ °Yoma Ninomiya¹, Tatsuyuki Makita^{1,2},

Shohei Kumagai¹, Toshihiro Okamoto^{1,2,3}, Mari Sasaki¹, Shun Watanabe^{1,2,3}, Jun Takeya^{1,2,4}

E-mail: 7624713665@edu.k.u-tokyo.ac.jp

有機電界効果トランジスタ (OFET) は低コストでの作製が可能であることから次世代電子デバイスの構成素子として期待されている。一方で、半導体膜の塗布プロセスでは、塗布下地層に対して、有機溶剤耐性、結晶成長に十分な平坦性および熱耐性などの性能が求められることから、構成材料や構造に制約がかかってしまう問題があった。この問題の解決策として半導体膜の転写手法が開発されている[1]。この手法は、超親水性基板上に塗布された半導体膜に対し水を用いて剥離しているが、この超親水性基板は UV/O₃ 処理による水酸基の生成によるものであり、150 °C の高温環境下においては親水性が失われるため、使用可能な半導体材料に制限があった (Fig. 1 (a))。そこで本研究では、表面に微細な凹凸を形成することで、高温環境下においても安定に超親水性を保つ塗布基板を開発した。さらに、転写時に半導体膜にかかる応力を低減するために、エラストマー材料である Polydimethylsiloxane (PDMS) を用いて作製したリレー基板を導入し、高温塗布が必要な n 型有機半導体単結晶膜の転写を行い、その転写膜を用いて OFET を作製した。

高温環境下においても超親水性を保つ基板、ナノすりガラス (Nano-ground glass : NGG) は、ソーダ石灰ガラスを 80 °C の NaHCO₃ 水溶液に浸漬させることで表面をエッチングして作製した。耐熱性を調べたところ、150 °C の加熱下で超親水性を 150 分間以上維持した (Fig. 1 (a))。NGG 上に n 型有機半導体 PhC₂-BQQDI[2] の単結晶膜を製膜し、得られた半導体膜を PDMS 基板に密着させ転写した。続いて PDMS

基板を目的の基板へ押し付けたところ半導体膜を目的の基板にダメージなく転写することに成功した。転写した PhC₂-BQQDI 膜を用いて作製した OFET は飽和領域において、 $2.2 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ と n 型有機半導体としては極めて高い移動度を示した。

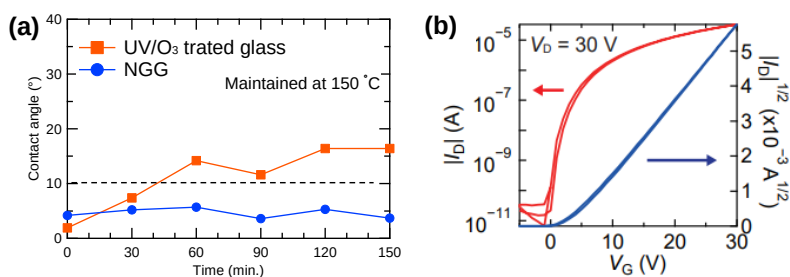


Fig. 1 (a) Time evolution of contact angle of the substrates, (b) transistor characteristic of the transferred-film-based OFET in saturation regime ($V_D = 30 \text{ V}$, $L/W = 50 \text{ }\mu\text{m}/100\text{ }\mu\text{m}$).

[1] T. Makita *et al.*, *PNAS* **117**, 80–85 (2020). [2] T. Okamoto *et al.*, *Sci. Adv.* **6**, eaaz0632 (2020).