

バンド伝導性 n 型有機半導体を用いた塗布型単結晶トランジスタの高周波応答特性評価

Evaluation of the high-frequency response of solution-processed n-channel single-crystalline transistors based on a band-transporting organic semiconductor

東大院新領域¹, パイクリスタル², OPERANDO-OIL³, JST さきがけ⁴, 物材機構⁵ ○熊谷 翔平¹, 諫早 伸明², 山村 祥史^{1,3}, 脇本 貴裕², 岡本 敏宏^{1,3,4}, 渡邊 峻一郎^{1,3}, 竹谷 純一^{1,2,3,5}

Univ. of Tokyo¹, PI-CRYSTAL Inc.², OPERANDO-OIL³, JST PRESTO⁴, NIMS⁵

○Shohei Kumagai¹, Nobuaki Isahaya², Akifumi Yamamura^{1,3}, Takahiro Wakimoto²,

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

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

従来の高温・超高真空を必要とする MOSFET に対して、低温・印刷プロセスが利用可能な有機トランジスタ (OFET) は安価かつ大面積化が可能な半導体素子として期待され、研究が進められている。OFET はディスプレイのバックプレーンや RFID タグに代表される電子回路への応用が想定されるが、そのために加工技術の向上や高速駆動化が求められる。最近では、印刷可能なバンド伝導性材料を基盤とした p 型単結晶 OFET において高周波応答特性の向上が報告されており^[1], 高速駆動可能な相補型電子回路の開発を目指す上では、同様に、印刷可能かつバンド伝導性の n 型有機半導体材料を基盤とした OFET の研究が有用であることが期待される。

本研究では、バンド伝導性 n 型有機半導体材料である PhC₂-BQQDI^[2]を用い、印刷型単結晶性薄膜に基づいたパターンニングの検討および素子評価をおこなった。特に、高周波応答特性を評価するため、フォトリソグラフィによる短チャネル素子 ($L = 6 \mu\text{m}$, $\Delta L = 9 \mu\text{m}$; Fig. 1a) のパターンニングをおこない、その遮断周波数 (f_T) を推定した。トランジスタはボトムゲート・トップコンタクト構造で、Au を注入電極として作製した。大気中で素子評価を実施したところ、駆動電圧 20 V において電子移動度は約 $1.2 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ と推定された。同一素子に対して、ファンクションジェネレータやカレントプローブ等を用いて f_T の評価^[3]をおこなったところ、4.3 MHz に応答することが示された。これまで、n 型 OFET では真空プロセスで 27.7 MHz^[3], 印刷プロセスで 20 MHz^[4]の f_T が報告されている。 f_T の向上には OFET の移動度や接触抵抗、チャネル長などが大きく寄与することが知られているため、本研究に関して、今後接触抵抗の低減やさらなる短チャネル化等を図ることで f_T の向上が期待される。

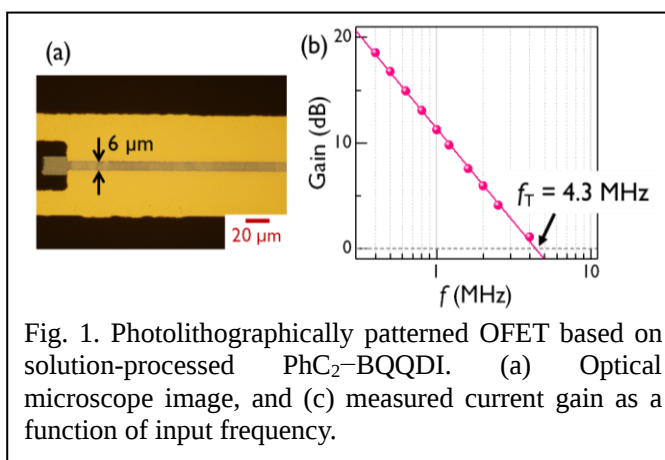


Fig. 1. Photolithographically patterned OFET based on solution-processed PhC₂-BQQDI. (a) Optical microscope image, and (c) measured current gain as a function of input frequency.

参考文献:[1] J. Takeya *et al.*, *Sci. Adv.*, 2018, **4**, eaao5758. [2] T. Okamoto *et al.*, *under revision*. [3] M. Kitamura *et al.*, *J. Jpn. Appl. Phys.*, 2011, **50**, 01BC01. [4] M. Caironi *et al.*, *Sci. Rep.*, 2016, **6**, 38941.