

自発的に形成される有機半導体単結晶／ポリマー界面の
有機無機ハイブリッド CMOS インバータへの応用

Application of Spontaneously Formed Interface between Organic Semiconductor Single
Crystals/Polymer for Organic-Inorganic Hybrid CMOS Inverter

東大院新領域¹, JST さきがけ², 東工大院理工³, パイクリスタル⁴ ◯牧田 龍幸¹, 熊谷 翔平¹,
都竹 康太郎¹, 佐々木 真理¹, 渡邊 峻一郎^{1,2}, 早川 晃鏡^{2,3}, 岡本 敏宏^{1,2}, 竹谷 純一^{1,4}

Univ. of Tokyo¹, JST-PRESTO², Tokyo Tech.³, PI-CRYSTAL Inc.⁴,

◯Tatsuyuki Makita¹, Shohei Kumagai¹, Koutaro Tsuzuku¹, Mari Sasaki¹, Shun Watanabe^{1,2},

Teruaki Hayakawa^{2,3}, Toshihiro Okamoto^{1,2}, Jun Takeya^{1,4}

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

有機電界効果トランジスタ (OFET) は溶液プロセスにより作製可能な次世代電子デバイスとして近年注目を集めており、その実用化には高移動度および低い subthreshold swing (S)の達成が必要である。これまでに当研究室では、低分子有機半導体溶液に絶縁性高分子を添加し連続エッジキャスト法により塗布することで、高移動度および低い S を示す OFET について報告している[1-2]。今回、自発的に形成される低分子有機半導体単結晶／絶縁性高分子界面のトラップ密度評価をより詳細に行い、さらにこの手法を n 型酸化化物半導体 In-Zn-O との有機無機ハイブリッド CMOS インバータに応用した。

p 型有機半導体である C₁₀-DNBDT-NW[3]に対し、絶縁性高分子としてポリメタクリル酸メチル (PMMA) を 0.5 等量添加した半導体溶液を SiO₂ 基板あるいは SAM 処理した SiO₂ 基板上に塗布し、ボトムゲート・トップコンタクト型の OFET を作製した。伝達特性から求めた S 及びトラップ密度 (D_{it}) を Table 1 に示す。SAM 処理なかつ PMMA を添加した膜は、他よりもトラップ密度が小さく、製膜時の自発相分離現象によってキャリア伝導に好ましい界面が簡便なプロセスで得られることが示された[4]。さらに、この手法の利用により、同一基板上に In-Zn-O との CMOS インバータ作製が可能となった。 p 型 FET は $\mu_{sat} = 9.0 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 、 $S = 0.21 \text{ V dec}^{-1}$ 、 $V_{on} \sim 0 \text{ V}$ という良好なトランジスタ特性を示し、 n 型 FET も p 型 FET の作製過程で特性を損なうことなく保持できた結果、最大 890 という高いゲインが得られた (Fig. 1) [5]。

Table 1. Summary of averaged S and D_{it} .

PMMA	SAM treatment	S [V dec ⁻¹]	D_{it} [$\times 10^{11} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$]
No	Yes	0.44 ± 0.10	14.2 ± 3.8
Yes	Yes	0.33 ± 0.14	9.9 ± 5.2
Yes	No	0.25 ± 0.06	6.9 ± 2.4

[1] J. Soeda *et al.*, *Org. Electron.* **2016**, 39, 127. [2] 牧田 龍幸 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-P4-5 (2016). [3] C. Mitsui *et al.*, *Adv. Mater.* **2014**, 26, 4546. [4] T. Makita *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **2017**, 110, 163302. [5] S. Kumagai *et al.*, *Org. Electron.* **2017**, 48, 127.

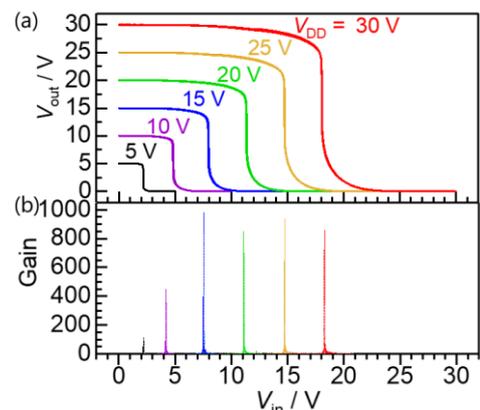


Fig. 1 Hybrid CMOS inverter characteristics. (a) VTCs, (b) gain in the V_{DD} range of 5–30 V.