

# 単結晶有機トランジスタを用いた液中イオンセンサ

## Organic single-crystal transistor-based ion sensors in aqueous solution

東大院工<sup>1</sup>, 東大院新領域<sup>2</sup>, 物材機構<sup>3</sup>, パイクリスタル<sup>4</sup>, ファームシップ<sup>5</sup>, JST-CREST<sup>6</sup>

°(M2)早川 遥海<sup>1</sup>, 熊谷 翔平<sup>2</sup>, 山下 侑<sup>2,3</sup>, 糟谷 直孝<sup>2</sup>, 牧田 龍幸<sup>4</sup>, 宇佐美 由久<sup>2,5</sup>,

佐々木 真理<sup>2</sup>, 岡本 敏宏<sup>1,2,6</sup>, 渡邊 峻一郎<sup>1,2</sup>, 竹谷 純一<sup>1,2,3,4</sup>

School of Eng., Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, GSFS, Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, NIMS<sup>3</sup>,

PI-CRYSTAL Inc.<sup>4</sup>, Farmship Inc.<sup>5</sup>, JST-CREST<sup>6</sup>

°Harumi Hayakawa<sup>1</sup>, Shohei Kumagai<sup>2</sup>, Yu Yamashita<sup>2,3</sup>, Naotaka Kasuya<sup>2</sup>, Tatsuyuki Makita<sup>4</sup>,

Yoshihisa Usami<sup>2,5</sup>, Mari Sasaki<sup>2</sup>, Toshihiro Okamoto<sup>1,2,6</sup>, Shun Watanabe<sup>1,2</sup>, Jun Takeya<sup>1,2,3,4</sup>

E-mail: hayakawa-harumi556@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

イオンセンサは水質調査、肥料濃度測定、ヘルスケア等に使用される重要なデバイスであり、特に IoT 社会では様々な場所へ配置可能で長時間連続的にモニタリング可能な、柔軟で軽量かつ長寿命のセンサが求められている。そこで次世代イオンセンサとして有機電界効果トランジスタ (Organic Field-Effect Transistors: OFETs) を利用したセンサの開発が進められている。有機半導体は室温付近で塗布製膜が可能であり、柔軟、軽量、水に不溶であるといった特長を持つ。特に単結晶有機半導体は、欠陥や不純物による不必要な電気化学反応を抑制できると考えられ、長寿命化が期待できる。本研究では単結晶有機半導体の超薄膜を用いた電解質ゲート OFET の開発とセンサ応用に関して調査を行った。

p 型有機半導体である C<sub>9</sub>-DNBDT-NW<sup>[1]</sup> を連続エッジキャスト法<sup>[2]</sup> を用いて製膜することで数分子層の単結晶薄膜を得た。電極を蒸着した支持基板上に上記で得られた単結晶薄膜を転写<sup>[3]</sup> したのち、カリウムイオン(K<sup>+</sup>)選択性の液膜を搭載することで Fig. 1 に示す OFET イオンセンサを作製した。作製した OFET の伝達特性を測定すると K<sup>+</sup> を含む水溶液中でイオン濃度に応じて閾値電圧 ( $V_{th}$ ) が変化した (Fig. 2)。この  $V_{th}$  シフトは、測定溶液中の K<sup>+</sup> 濃度に応じた測定溶液/イオン選択膜界面でのポテンシャル変化量に対応する、実効的なゲート電圧の変化に起因すると考えられる。本研究は溶液プロセスによる単結晶 OFET が水中で安定に駆動し、センサとして応用可能であることを示唆している。

この成果の一部は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の業務委託の結果得られたものです。

[1] C. Mitsui *et al.*, *Adv. Mater.* **26**, 4546 (2014),

[2] J. Soeda *et al.*, *Appl. Phys. Express* **6**, 076503 (2013), [3] T. Makita *et al.*, *PNAS*, **117**, 80 (2019)

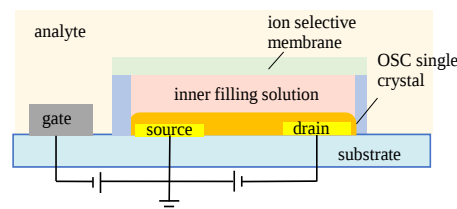


Fig. 1. Schematic illustration of the OFET-based ion sensor.

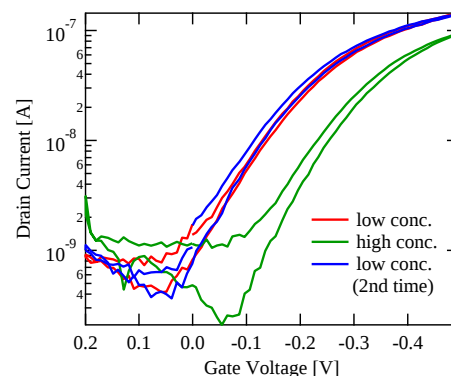


Fig. 2. The transfer characteristics dependent on the K<sup>+</sup> concentration in the analyte.