

電気二重層トランジスタの微視的理解に向けた周波数変調 AFM 及び 古典 MD 計算によるイオン液体/有機半導体界面の構造評価

Microscopic Studies of Ionic Liquid / Rubrene Single Crystal Interfaces for High-Performance Electric Double Layer Transistors

理研¹, 阪大院基礎工², 阪大院工³, 東大院新領域⁴ ○横田 泰之¹, 原 援又², 森野 裕介², 坂
東 賢一², 大野 桜子², 宮本 洋雄², 今西 哲士², 稲垣 耕司³, 森川 良忠³, 岡田 悠悟⁴,
松井 弘之⁴, 植村 隆文⁴, 竹谷 純一⁴, 福井 賢一²

RIKEN¹, Osaka Univ.², Univ. Tokyo³, °Yasuyuki Yokota¹, Hisaya Hara², Yusuke Morino², Ken-ichi
Bando², Sakurako Ono², Hiroo Miyamoto², Akihito Imanishi², Kouji Inagaki², Yoshitada
Morikawa², Yugo Okada³, Hiroyuki Matsui³, Takafumi Uemura³, Jun Takeya³, Ken-ichi Fukui²

E-mail: yyokota@riken.jp

イオン液体(IL)とルブレン単結晶半導体の界面を利用した FET は、電気二重層の形成によってホールを誘起させることで高い動作性能を示し¹, この界面構造と FET 性能との関係を理解することで更なる性能向上が期待されている. 本研究では周波数変調 AFM (FM-AFM)及び古典分子動力学(MD)計算によって IL/ルブレン界面の局所構造を評価すると共に(Fig. 1(a)), 表面形状とデバイス特性の関係について検討を行った²⁻⁵.

ステップの少ないルブレン単結晶を IL に浸漬すると、一日という長い時間スケールでルブレン分子が IL 中に溶出すること、その溶出速度は表面一層目が早く、二層目以降ではほとんど溶出しないことが分かった(Fig. 1(b)). また、この界面では容易に分子分解能像が得られ(Fig. 1(c)(d)), IL とルブレンの相互作用は弱いことが示唆された. MD 計算からも IL が特異な吸着構造を持たず、通常の溶媒として振る舞うことが示された. また、電気二重層 FET 特性を評価したところ、ルブレン分子の溶出と同じ時間スケールで移動度が上昇することが分かり、表面形状評価の重要性が示された.

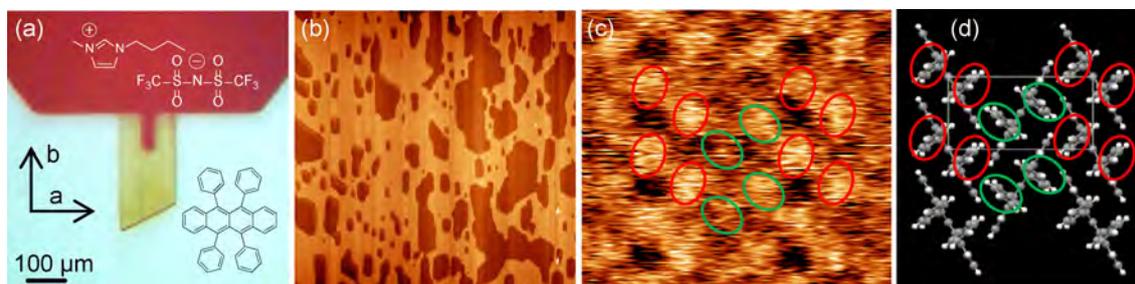


Fig. 1. (a) A photograph of a rubrene single crystal and an AFM cantilever. Molecular structures of IL and a rubrene are superimposed. (b) An FM-AFM image ($3 \times 3 \mu\text{m}^2$) of rubrene surfaces taken at 26 h after dropping IL. (c)(d) A High resolution FM-AFM image and crystal structure of rubrene.

(1) S. Ono, S. Seki, R. Hirahara, Y. Tominari, J. Takeya, *Appl. Phys. Lett.* **92**, 103313 (2008). (2) Y. Yokota, H. Hara, T. Harada, A. Imanishi, T. Uemura, J. Takeya, K. Fukui, *Chem. Commun.* **49**, 10596 (2013). (3) Y. Yokota, H. Hara, Y. Morino, K. Bando, A. Imanishi, T. Uemura, J. Takeya, K. Fukui, *Appl. Phys. Lett.* **104**, 263102 (2014). (4) Y. Yokota, H. Hara, Y. Morino, K. Bando, A. Imanishi, T. Uemura, J. Takeya, K. Fukui, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **17**, 6794 (2015). (5) Y. Yokota, H. Hara, Y. Morino, K. Bando, S. Ono, A. Imanishi, Y. Okada, H. Matsui, T. Uemura, J. Takeya, K. Fukui, *Appl. Phys. Lett.* **108**, 083113 (2016).