

光パターニングによるフレキシブル有機トランジスタの閾値電圧制御

Photopatternable control of threshold voltage in flexible organic transistors

阪大産研¹, 阪大院工², 産総研 PhotoBio-OIL³, Joanneum Res.⁴

○(D)田口 剛輝^{1,2,3}, 植村 隆文^{1,3}, 難波 直子³, Andreas Petritz⁴, 荒木 徹平^{1,2,3},
杉山 真弘^{1,2,3}, 関谷 毅^{1,2,3}

ISIR¹, Osaka Univ.², PhotoBio-OIL. AIST.³, Joanneum Res.⁴

○Koki Taguchi^{1,2,3}, Takafumi Uemura^{1,3}, Naoko Namba³, Andreas Petritz⁴, Teppei Araki^{1,2,3},
Masahiro Sugiyama^{1,2,3}, Tsuyoshi Sekitani^{1,2,3}

E-mail: k-taguchi31@sanken.osaka-u.ac.jp

有機トランジスタは柔軟性や生体調和性を有しており、フレキシブルな IoT センサデバイスや生体計測デバイスに向けた集積回路に応用されてきている。集積回路の特性を向上させるために制御すべきトランジスタ特性の一つに閾値電圧がある。様々な閾値電圧のトランジスタを回路に集積できれば、デバイスのノイズマージンや周波数応答性を向上できる。これまでに、ゲート電極を2層用いる手法^[1]、自己組織化単分子膜や酸素プラズマを利用する手法^[2,3]、ゲート電極の仕事関数を変調する手法^[4]によって閾値電圧を制御する研究が報告されてきた。しかしながら、これらの手法では微細加工が困難であり、将来の集積化の点で課題がある。そこで本研究では、PNDPE*^[5]と呼ばれる感光性ポリマーを絶縁膜に用いて閾値電圧の制御及び回路特性の向上を行った。PNDPEに紫外光を照射することでOH基が生成され、その直上にあるトランジスタの閾値電圧が変化する。今回、厚さ1 μm のパリレン基板上にPNDPEを用いた有機トランジスタを作製し、トランジスタの閾値電圧を紫外光の照射量で制御できることを確認した(図1(a)-(b))。さらに、インバータ回路を作製し(図1(c))、負荷トランジスタのみに紫外光を照射することで、ノイズマージンと周波数特性の向上を示した。周波数特性の向上はリング発振器でも確認できた(図1(d))。本手法はフォトマスクを利用することで閾値電圧のより微細なパターニング(最大半波長程度)を可能にするため、本研究の成果は今後のフレキシブル集積回路の開発に大きく貢献できると期待される。講演では作製手法、閾値電圧制御の評価結果、回路応用について詳しく述べる。

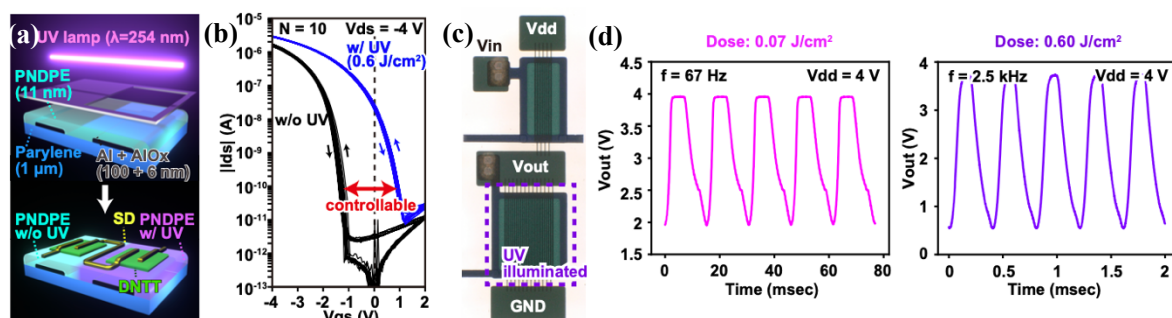


Figure 1. (a). Photopatternable threshold voltage control by PNDPE. (b). Transfer curve of organic transistors with and without UV illumination. (c). Optical image of Zero-Vgs load inverter circuit. Scale bar: 300 μm . (d). Output signals of the ring oscillators with different dose.

Reference:

- [1] K. Hizu, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **90**, 093504, (2007), [2] U. Zschieschang, *et al.*, *Adv. Mater.*, **22**, 4489-4493, (2010), [3] H. Takahashi, *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **58**, SBBJ04, (2019), [4] R. Shiwaku, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, **106**, 053301, (2015), [5] A. Petritz, *et al.*, *Org. Electron.*, **14**, 3070-3082, (2013)

*PNDPE: Poly((\pm)endo,exo-bicyclo[2.2.1]hept-5-ene-2,3-dicarboxylic acid, diphenylester)