

ドナーアクセプタ型高分子半導体を用いた塗布型有機トランジスタメモリのデバイス特性

Device characteristics of solution-processed organic transistor memories based on donor-acceptor polymer semiconductors

大阪府大¹, 大阪府大分子エレクトロニックデバイス研²

○東中屋 美帆¹, 阿部 駿人¹, 永瀬 隆^{1,2}, 小林 隆史^{1,2}, 内藤 裕義^{1,2}

Osaka Pref. Univ.¹, RIMED²

○Miho Higashinakaya¹, Hayato Abe¹, Takashi Nagase^{1,2}, Takashi Kobayashi^{1,2}, Hiroyoshi Naito^{1,2}

E-mail: miho.higashinakaya.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに 我々はこれまでに、トップゲート有機電界効果トランジスタ (OFET) に可溶性低分子半導体と高分子絶縁体の混合膜から自己組織的に形成される有機フローティングゲート (FG) 構造を用いることで、OFET メモリの全ての有機層を塗布プロセスで作製できることを報告した[1]。また、半導体層に *p* 型高分子半導体の poly(3-hexylthiophene) (P3HT) を用いたメモリ素子においては、光生成した電子を有機 FG に蓄積させることで閾値電圧シフト量の増大や制御が可能となり、多ビット記録に応用できることを報告した[2]。本研究では、暗状態で書込可能な有機メモリを開発することを目的とし、電子・正孔の両キャリア伝導を示すドナーアクセプタ型高分子半導体 poly(*N*-alkyl diketopyrrolopyrrole-dithienylthieno[3,2-*b*]thiophene) (DPP-DTT) を用いて、有機 FG 構造を有する塗布型 OFET メモリを作製し、特性評価を行った。

2. 実験 図 1(a)に作製したトップゲート/ボトムコンタクト構造の OFET メモリの構造を示す。フォトリソグラフィを用いて Cr 密着層を有する Au ソースドレイン電極を作製した後、DPP-DTT をスピコート法により塗布し有機半導体層を形成した。有機 FG 構造の作製は、重量比 80:20 で混合した絶縁性高分子 polystyrene (PS)/可溶性低分子半導体 6,13-bis(triisopropylsilyl)ethynylpentacene (TIPS-pentacene) を有機半導体層 (DPP-DTT) 上にスピコートし、熱処理を施すことで行った。制御ゲート絶縁層として、CYTOPTM (AGC) をスピコート法により積層し、Al ゲート電極を真空蒸着により作製した。Al ゲート電極をマスクとして O₂ プラズマを照射することにより素子分離を行った。

3. 結果及び考察 図 1(b)に暗状態で書込/消去を行った際のメモリ素子の伝達特性を示す。正のゲート電圧 $V_G = +60$ V を 5 秒間印加することで、伝達特性が正電圧側に 7.1 V 程度シフトすることが分かった。これは、電極から注入された電子が PS に分散した TIPS-pentacene 分子に蓄積されていることを示唆している。この様な暗状態での良好な書込特性は、より浅い LUMO 準位 (−2.7~3.1 eV) を有する P3HT を用いたメモリ[2]では得られておらず、DPP-DTT の深い LUMO 準位 (−3.5 eV) や電子輸送性がメモリ特性に大きく関与することが明らかとなった。図 1(c)に $V_G = 0$ V におけるオン、オフ状態の保持特性を示す。両対数表示した保持特性からオン、オフ電流の外挿を行うことにより 10⁵秒以上の電荷保持が可能であることが分かった。当日は他のゲート絶縁膜や絶縁性高分子の異なる電荷蓄積層を用いた結果も併せて報告する。

参考文献 [1] 塩野他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 講演予稿集, 11-466 (2016). [2] 塩野他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 講演予稿集, 11-511 (2017).

謝辞 本研究は科学研究費補助金 (JP17H03238, JP17H01265) 及び (一財) テレコム先端技術支援センター (SCAT) の助成を受けた。

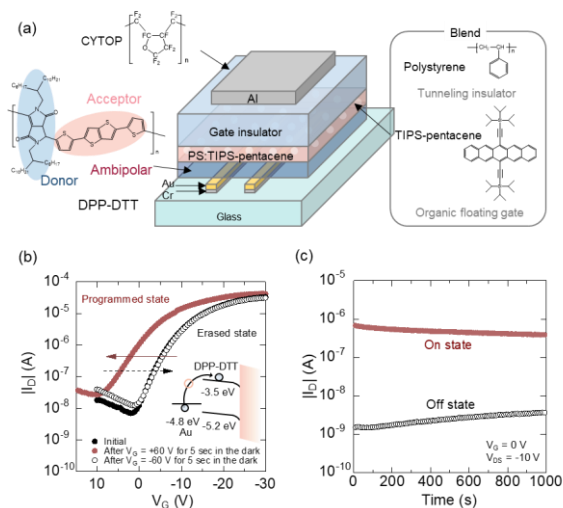


Fig. 1. (a) Device structure of solution-processed a DPP-DTT FET memory device with PS: TIPS-pentacene (80:20) composite film, (b) programming and erasing, and (c) retention characteristics.