

# ドナー・アクセプタ型高分子を用いた n チャンネル有機トランジスタメモリのデバイス特性

Device characteristics of n-channel organic transistor memories based on donor-acceptor polymers

大阪府立大<sup>1</sup>, 大阪府立大 分子エレクトロニックデバイス研<sup>2</sup>

○(M1)西田直之<sup>1</sup>, 服部励太郎<sup>1</sup>, 永瀬 隆<sup>1,2</sup>, 小林隆史<sup>1,2</sup>, 内藤裕義<sup>1,2</sup>

Osaka Pref. Univ.<sup>1</sup>, RIMED<sup>2</sup>

○Naoyuki Nishida<sup>1</sup>, Reitaro Hattori<sup>1</sup>, Takashi Nagase<sup>1,2</sup>, Takashi Kobayashi<sup>1,2</sup>, Hiroyoshi Naito<sup>1,2</sup>

E-mail: naoyuki.nishida.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

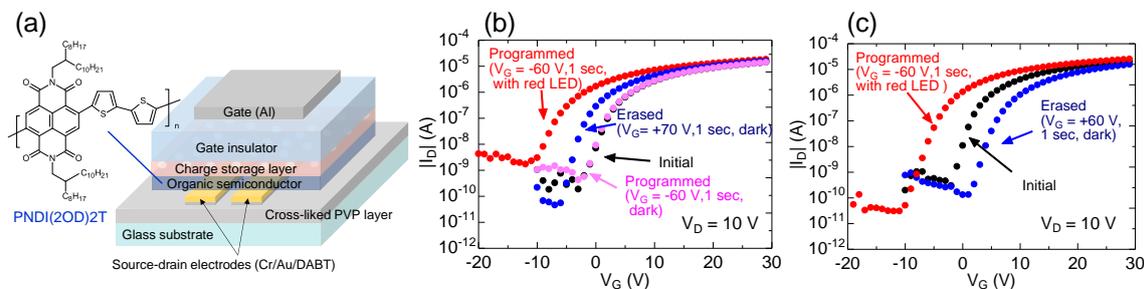
**1. はじめに** 高分子半導体を用いたトップゲート有機電界効果トランジスタ (有機FET) に poly(methylmethacrylate) (PMMA) と 6,13-bis(triisopropylsilylethynyl)pentacene (TIPS-pentacene) から成る電荷蓄積層を用いることで、塗布プロセスによる不揮発性有機メモリの作製が可能となる[1]。これまでに我々は、ポリチオフェンを用いたメモリ素子が光照射下でのみ動作し、ドナー・アクセプタ型の両極性高分子半導体を用いた際には暗状態でメモリ動作が可能となることを明らかにしてきた[2-4]。本研究では、高い電子移動度を有するドナー・アクセプタ型高分子半導体として知られている poly{[N,N'-bis(2-octyldodecyl)naphthalene-1,4,5,8-bis(dicarboximide)-2,6-diyl]-alt-5,5'-(2,2'-bithiophene)} (PNDI(2OD)2T) [5]を用いたnチャンネル有機FETメモリを作製し、特性を評価した。

**2. 実験** 図1(a)に作製した有機FETメモリの構造を示す。ガラス基板の上にpoly(4-vinylphenol) (PVP)の熱架橋膜を作製した後、フォトリソグラフィを用いてソース・ドレイン電極 (Cr/Au) を形成した。Au電極上に電子注入層 (4-(dimethylamino)benzenethiol (DABT)) を形成した後、PNDI(2OD)2Tをスピコートすることで半導体層を作製した。PNDI(2OD)2Tの直交溶媒 (酢酸ブチル) にPMMAとTIPS-ペンタセン (重量比70:30) または少量の可溶性フルーレン (PCBM) を添加したものを溶解し、スピコートすることで電荷蓄積層を形成した。ゲート絶縁膜 (CYTOP) を塗布した後、Alゲート電極をマスク蒸着することでトップゲート構造を有するメモリ素子を作製した。

**3. 結果及び考察** 図1(b)に電荷蓄積層としてPMMA:TIPS-pentacene (70:30) を有するPNDI(2OD)2T FETの伝達特性を示す。作製した素子は他の両極性半導体を用いたメモリ素子[3,4]と異なり、暗状態での書込ではメモリ動作を示さず、光照射でのみ閾値電圧がシフトし、光生成した正孔のTIPS-pentacene (フローティングゲート) への蓄積に起因したメモリ動作が得られることが分かった。これは、PNDI(2OD)2Tが電子に比べて2桁程度低い正孔移動度を有するためと考えられ、暗状態でのメモリ動作に半導体層のキャリア輸送特性が深く関与することを示唆する結果が得られた。また、電荷蓄積層にPCBMを添加することで、書込後、消去を行った際に閾値電圧が大きくシフトし、消去特性が改善されることが分かった (図1(c))。消去動作がTIPS-pentaceneからの正孔の脱離と電子の捕獲により行われていることを示唆した結果と考えられる。

**参考文献** [1] F. Shiono *et al.*, *Org. Electron.* **67**, 109 (2019). [2] H. Abe *et al.*, *Appl. Phys. Express* **14**, 041007 (2021). [3] M. Higashinakaya *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **118**, 103301 (2021). [4] 西田他, 第68回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 11-348 (2021). [5] H. Yan *et al.*, *Nature* **457**, 679 (2009).

**謝辞** 本研究は、三菱財団、マツダ財団、村田学術振興財団、池谷科学技術振興財団及び科学研究費補助金 (JP19H02599, JP20H02716, JP20K21007, JP21H04564) の助成を受けた。



**Fig. 1.** (a) Structure of the solution-processed top-gate organic FET memory. (b) Transfer characteristics of PNDI(2OD)2T FET memory devices with PMMA:TIPS-pentacene (70:30) and (c) PMMA:TIPS-pentacene:PCBM (70:27:3) charge storage layers measured before and after programming under red LED light (660 nm, 1 mW/cm<sup>2</sup>) and erasing in the dark.