塗布型有機フローティングゲートメモリの光メモリ特性の波長依存性

Wavelength dependence of optical memory characteristics of

solution-processable organic floating-gate transistor memory devices

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, JST さきがけ³

⁰阿部駿人¹, 永瀬 隆^{1,2}, 石原良晃¹, 野内 亮^{1,3}, 小林隆史^{1,2}, 内藤裕義^{1,2}

Osaka Pref. Univ.¹, RIMED², JST-PRESTO³

[°]Hayato Abe¹, Takashi Nagase^{1,2}, Yoshiaki Isihara¹, Ryo Nouchi^{1,3}, Takashi Kobayashi^{1,2}, Hiroyoshi Naito^{1,2}

E-mail: hayato.abe.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに これまでに我々は、低分子半導体/高分子絶縁体混合体から自己組織的に形成した有機フローティングゲート構造を用いることで、塗布プロセスによりトップゲート有機トランジスタメモリを作製し、光照射下で書込を行うことで良好なメモリ特性が得られることを報告した [1,2]。本研究では、書込特性に対する波長依存性を評価することで、有機フローティングゲート メモリの光メモリ特性について詳細な知見を得ることを目的とした。

2. 実験 フォトリソグラフィによりチャネル長 10 µmのCr/Au ソース-ドレイン電極を作製した後、poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) (P3HT) または dinaphtho[2,3-b:2',3'-f]thieno[3,2-b]thiophene (DNTT) をそれぞれスピンコート法、真空蒸着法により製膜することで有機半導体層を作製した。PMMA に可溶性ペンタセン (TIPS-pentacene) 及び可溶性フラーレン (PCBM) を重量比 80:17:3 で混合し、半導体層上に塗布し、熱処理を施すことで有機フローティングゲート構造を形成した。制御ゲート絶縁膜 (CYTOP) 及び Al ゲート電極を積層した後、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で素子分離を行った。高安定モノクロ光源を用いて、書込時にメモリ素子の上面 から光照射することで波長依存性を測定した。

3. 結果及び考察 図1(a) に半導体層にP3HTを用いたメモリ素子に波長450 nm,550 nm,650 nmの 単色光 (強度:22 μ W/cm²)を照射し、書込を行った際の伝達特性を示す。図1(b) に各波長で得ら れた閾値電圧 (V_{th})のシフト量及び P3HT/PMMA:TIPS-pentacene:PCBM 膜の吸収スペクトルを示 す。P3HT 層は1.9 eV 程度の光学バンドギャップを有し、赤色光 (波長:650 nm) に対して弱い光 学吸収を示すことで、P3HT 層での光キャリア生成は低下すると考えられるが、赤色光照射下にお いても有機フローティングゲートへの電子蓄積による V_{th} シフトを示すことが分かった。より広い 光学バンドギャップ (2.8 eV 程度)を有する DNTT 層を用いたメモリ素子においても、赤色光照 射下で V_{th} シフトが観測され [図 1(c)]、絶縁性高分子を電荷蓄積層として用いた DNTT メモリ素 子[3]と異なる振る舞いを示すことが明らかとなった。詳細なメカニズムは未だ明らかではないが、 TIPS-pentacene が赤色光に対しても比較的強い吸収を示すことから、有機フローティングゲート構 造内での光キャリア生成が V_{th} シフト量の増加に関与しているものと考えられる。

参考文献 [1] 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). [2] 阿部他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 11-102 (2018). [3] X. Ren *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 113302 (2014).

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



Fig. 1. (a) Transfer curves of P3HT FET memory before and after programming at various light wavelengths. (b) Wavelength dependence of threshold voltage shift. (c) Transfer curves of DNTT FET memory before and after programming under red and (d) blue light illumination.