

塗布型フローティングゲート有機トランジスタメモリの 光応答と多段ビット記録に関する評価

Photoresponse and multibit storage of solution-processed
floating-gate organic transistor memories

○塩野 郁弥¹、永瀬 隆^{1,2}、小林 隆史^{1,2}、内藤 裕義^{1,2}

(1.大阪府大、2.大阪府大分子エレクトロニックデバイス研)

°Fumiya Shiono¹, Takashi Nagase^{1,2}, Takashi Kobayashi^{1,2}, Hiroyoshi Naito^{1,2}

(1.Osaka Pref. Univ., 2.RIMED)

E-mail: fumiya.shiono.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに 有機電界効果トランジスタ (OFET) メモリは、軽量、フレキシブル、溶液プロセス可能といった有機デバイスの利点を活かしつつ高性能なフラッシュメモリ特性が得られることから次世代エレクトロニクスデバイスとして注目を集めている。また、近年メモリデバイスは高性能化に向けて様々な方策が検討されているが、その中の一つとしてメモリの多段ビット化が挙げられる。我々は過去に塗布製膜可能な電荷蓄積層として低分子半導体 (PCBM, TIPS-pentacene) を分散した絶縁性ポリマー (PMMA) を用い、塗布プロセスで作製した素子を報告した[1,2]。本研究では、これらのデバイスに対する光応答性を評価し、多段ビットメモリとしての可能性について検討した結果について報告する。

2. 実験 フォトリソグラフィ法を用いてチャネル長 10 μm のソース-ドレイン電極 (Cr/Au) をガラス基板上に形成した。その後は以前の報告と同様に P3HT 層、電荷蓄積層、CYTOP 層をスピコート法により積層した。Al ゲート電極を真空蒸着により形成後、 O_2 プラズマを照射することで余分な半導体層等を除去し、図 1 に示す構造のメモリ素子を作製した。電気測定は窒素雰囲気下で行った。光特性を測定する際には LED 光源 (465 nm) を用い、ガラス基板側から光を照射した。

3. 結果及び考察 図 2 に PMMA:TIPS-pentacene = 80:20 (重量比)層を用いて作製した素子の書込消去特性及び保持特性を示す。書込は電圧印加と光照射によって行い、消去は電圧印加のみで行った。素子は 1 時間後も on/off 比が 10^3 以上を維持する良好な保持特性を示した。図 3 は書込時の光強度に対する伝達特性及び閾値電圧 (V_{th}) の変化を示す。素子は光強度依存性を示し、強度に応じて V_{th} シフトやドレイン電流 (I_D) が変化する様子が見られた。特に光強度が 10^{-3} mW/cm^2 から 10^{-1} mW/cm^2 において大きな変化が観測された。LED の波長の光における素子の受光感度は $590 \text{ A}/\text{W}$ を示した。この特性を活かして電圧のみならず光学的に制御可能な多段ビットメモリへの応用が期待できる。当日は他の分子フローティングゲートや光源に関する結果も合わせて報告する。

[1] 塩野他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, 10-092 (2016).

[2] 塩野他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 148-151 (2016).

謝辞 本研究は、科学研究費補助金 基盤研究(C) (No. 26420276)、基盤研究(B) (No. 17H03238) 及び SCAT 研究助成の支援を受けて行われた。

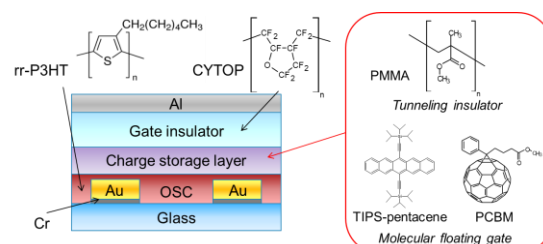


Fig. 1. Device structure of solution-processed top-gate OFET memory device.

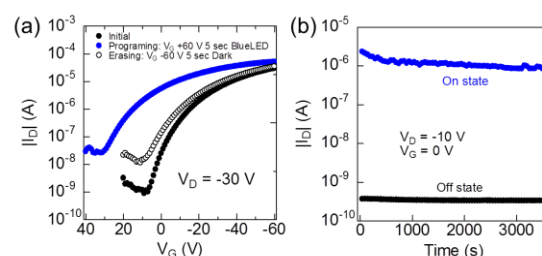


Fig. 2. (a) Programming ($V_G = +60 \text{ V}$ with $1.11 \text{ mW}/\text{cm}^2$ blue light) and erasing ($V_G = -60 \text{ V}$ under dark) characteristics and (b) retention characteristics of P3HT/PMMA:TIPS-pentacene memory device.

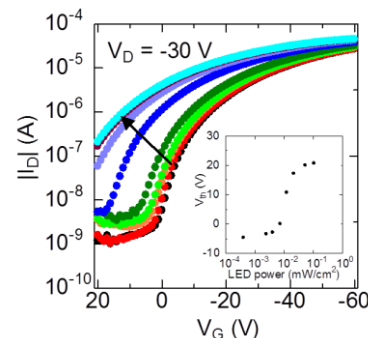


Fig. 3. Transfer curves of the same device after application of +60 V gate bias for 3 sec under blue light illumination with different intensities.