

ジアリールエテン光異性化薄膜を用いた光-電界制御トランジスタ

Optically controllable organic field-effect transistor with diarylethene thin film

物材機構¹, 明大理工², 京大院工³

○黒川 裕香^{1,2}, 早川 竜馬¹, 島田 信哉³, 東口 顕士³, 野口 裕², 松田 建児³, 若山 裕²

NIMS¹, Meiji Univ.², Kyoto Univ.³, °Yuka Kurokawa¹, Ryoma Hayakawa¹, Shinya Shimada³,

Kenji Higashiguchi³, Yutaka Noguchi², Kenji Matsuda³, Yutaka Wakayama¹

E-mail: KUROKAWA.Yuka@nims.go.jp

【背景】近年、電界だけでなく光によって制御可能な有機トランジスタの開発が注目されている。我々は光異性化分子として代表的なジアリールエテン(DAE)分子をトランジスタチャネルに用いた薄膜トランジスタを提案し、光照射によって 3 桁に渡るドレイン電流の変調に成功した^{1,2}。今回更なる特性向上を目指して末端基に縮合チオフェン環を導入した DAE 分子を合成し、そのトランジスタ特性を評価した。

【実験方法】図(a)に今回合成した DAE 分子とトランジスタ構造を示す。poly(methyl methacrylate) (PMMA) によって表面修飾した 200 nm-SiO₂/Si 基板上に、チャネル層として 22 nm の DAE 薄膜を真空蒸着法により形成した。その後、紫外光(300 nm)を照射し、閉環体にした。続いて 45 nm の Au をソース・ドレイン電極として蒸着し、ボトムゲート・トップコンタクト型トランジスタを作製した。

【結果・考察】図(b)に作製したトランジスタのドレイン電流-ゲート電圧特性を示す。図中の数字は光照射の順序を表している。まず紫外光を照射して閉環体にしたトランジスタでは、負のゲート電圧を印加するとドレイン電流の増加が見られ、p 型半導体として機能することが示された(図 b, 1)。得られたキャリア移動度は $8 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、閾値は -6 V であった。その後、620 nm の可視光を照射し、閉環体から開環体へ異性化したトランジスタにおいては電流が流れない OFF 状態になった(図 b, 2)。その後も紫外光・可視光を交互に繰り返し照射することによりドレイン電流の可逆的なスイッチングが確認された(図 b, 3-5)。光照射によるドレイン電流の変化量は 2×10^3 倍となり、これま

で報告してきたビフェニル基を末端基に用いた DAE 分子と同程度の特性を示した。以上の結果から、適宜 π 共役部位を末端基に導入すれば、一般的に DAE 分子は光応答性のトランジスタチャネルとして利用できることが分かった。今後はデバイス特性の改善に向けた電極材料の最適化などに取り組む予定である。

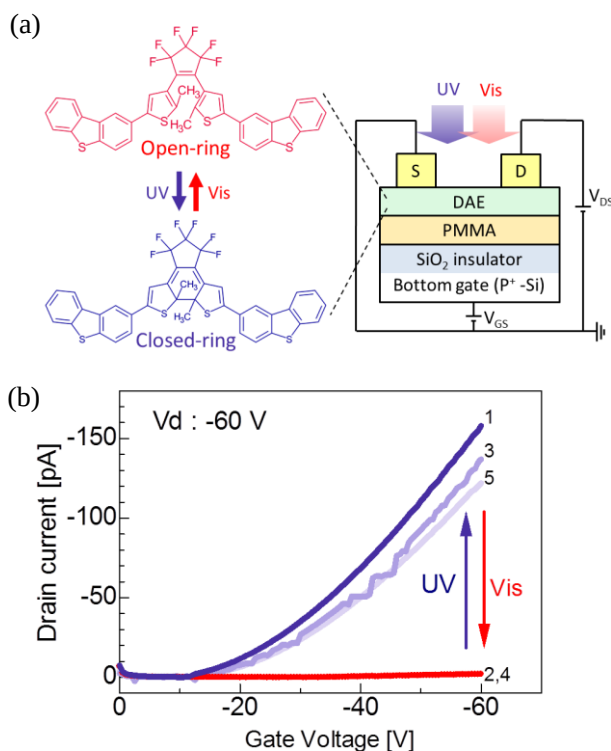


図 (a) 合成した DAE 分子の構造と作製したトランジスタの概略図。 (b) 紫外光・可視光を照射したときのドレイン電流-ゲート電圧特性。

【参考文献】

- 1) Ryoma Hayakawa et al., *Organic Electronics*, **2015**, 21,149-154.
- 2) Ryoma Hayakawa et al., *ACS Appl. Mater. & Interfaces*, **2013**, 5, 3625-3630.