

高誘電率ゲート絶縁膜によるジアリールエテン トランジスタの駆動電圧低減

Reduction of operating voltage in diarylethene transistors with a high-k gate insulator

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, Hai Dang Ngo¹, Thang Duy Dao¹,
長尾 忠昭¹, 野口 裕², 松田 建児³, 若山 裕¹

NIMS¹, Meiji Univ.², Kyoto Univ.³,

Yuka Kurokawa^{1,2}, Ryoma Hayakawa¹, Shinya Shimada³, Kenji Higashiguchi³, Hai Dang Ngo¹,
Thang Duy Dao¹, Tadaaki Nagao¹, Yutaka Noguchi², Kenji Matsuda³, Yutaka Wakayama¹

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

【背景】近年、光メモリや光センサへの応用に向け電界だけでなく光により制御可能な有機トランジスタが注目されている。これに対し、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)をチャネル層に用いた薄膜トランジスタを提案している。これまで閉環体が半導体、開環体が絶縁体として機能することを明らかにし、3桁に渡るドレイン電流の光スイッチングやアンバイポーラ特性の光制御を実証してきた¹⁻⁴。しかしながら、従来の素子では、ゲート絶縁層にSiO₂ (200 nm)を用いており60 Vと極めて高い動作電圧が必要であった。そこで今回、駆動電圧の低減を目指し高誘電率絶縁膜であるAl₂O₃ (20 nm)を絶縁層として用いた。従来の素子と比較して低電圧駆動を実現したので報告する。

【実験方法】Fig.1 に作製した DAE トランジスタの素子構造を示す。Si 基板上にゲート絶縁膜として20 nm のAl₂O₃膜を原子層堆積法(ALD)により基板温度300℃において形成した。その後、Al₂O₃/Si 界面の欠陥を低減するため急速熱処理装置(RTA)を用いN₂(95%)/H₂(5%)ガス雰囲気下で550℃、30分間ポストアニーリングを行った。続いて3 nm のpoly(methyl methacrylate)をスピコート法により製膜し、チャネル層として25 nm のDAE薄膜を真空蒸着法により形成した。最後に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型 DAE トランジスタを作製した。

【結果・考察】Fig. 2(a)に紫外光照射(340 nm)により DAE 分子を閉環体(半導体)に異性化させた試料でのドレイン電流(I_D)-ドレイン電圧(V_D)特性を示す。負のゲート電圧印可時に負のドレイン電流が観測され、明瞭な p 型トランジスタ動作が確認された。重要なことはゲート電圧-4 V 程度においてもドレイン電流が誘起されており大幅なゲート電圧の低減に成功した。続いてドレイン電流(I_D)-ゲート電圧(V_G)特性から閾値電圧を算出した(Fig. 2(b))。比較としてSiO₂ (200 nm)絶縁膜を用いた素子の結果も合わせて示す。SiO₂を用いた試料では-8 V の閾値電圧であったのに対し、Al₂O₃を用いることにより-1.6 V まで低減した。今後、ゲート絶縁膜の薄膜化など素子構造の最適化により更なる特性改善を目指す。

【参考文献】

- 1) R. Hayakawa *et al.*, *ACS Appl. Mater. & Interfaces*, **2013**, 5, 3625.
- 2) R. Hayakawa *et al.*, *Organic Electronics*, **2015**, 21,149-154.
- 3) Y. Kurokawa *et al.*, *The 65th JSAP Spring Meeting* (19a-A204-2).
- 4) Y. Kurokawa *et al.*, *Org. Electron.* 2018 (submitted).

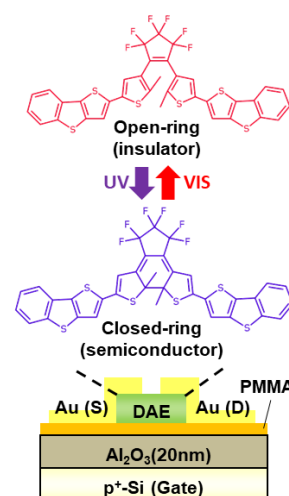


Fig. 1 A schematic illustration of DAE-channel transistor.

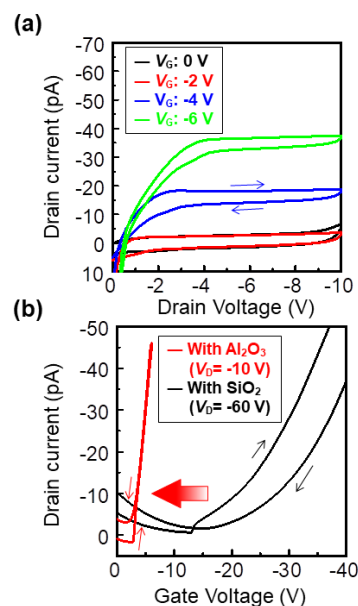


Fig. 2 (a) I_D - V_D curves of a DAE transistor with Al₂O₃ layer. (b) I_D - V_G curves of the devices with Al₂O₃ (red line) and SiO₂ (black line) gate insulators.