

印刷有機 TFT を用いたダイナミック型 D フリップフロップ

Dynamic D-flipflops using printed organic TFTs

山形大院理工¹、山形大 ROEL²、宇部興産株式会社³

○早坂 和将^{1, 2}、松井 弘之²、竹田 泰典²、塩飽 黎²、田中 康裕³、芝 健夫²、
熊木 大介²、時任 静士²

Yamagata Univ.¹, ROEL, Yamagata Univ.², UBE Industries, Ltd.³

○Kazuma Hayasaka^{1, 2}, Hiroyuki Matsui², Yasunori Takeda², Rei Shiwaku², Yasuhiro Tanaka³,
Takeo Shiba², Daisuke Kumaki², Shizuo Tokito²

E-mail: tyt71787@st.yamagata-u.ac.jp

D フリップフロップ(D-FF)はデジタル回路で用いられる重要な回路の一つであり、デジタル回路においては多数の D-FF を集積化する必要がある。我々はこれまでに高集積化に有利なクロックドインバータを用いた有機 D-FF を報告してきた[1]。今回我々は、更に高集積化に有利なダイナミック型の有機 D-FF を設計し(Fig. 1a)、印刷法を用いて作製したので報告する。

相補型回路は p 型と n 型を積層構造にすることで実現した(Fig. 1b)[2]。n 型は 2 つのゲートを使用したデュアルゲート・ボトムコンタクト構造、p 型はボトムゲート・ボトムコンタクト構造とした。n 型半導体は TU-3 (我々と宇部興産の共同開発) /ポリ- α -メチルスチレン混合溶液、p 型半導体は diF-TES-ADT/ポリスチレン混合溶液を用い、それぞれディスペンサによって印刷した。デバイスのすべての電極は銀ナノ粒子インク(NPS-JL)をインクジェット印刷することにより形成した。ソース・ドレイン電極は n 型には 4-methylbenzenethiol (4-MBT)、p 型には pentafluorobenzenethiol (PFBT) にそれぞれ浸漬することによって表面修飾を行った。絶縁膜は厚さ 240 nm の Parylene-SR を用いた。

今回作製した n 型 OTFT と p 型 OTFT の移動度は、それぞれ $0.40 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ と $0.090 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であった。Fig. 2 にダイナミック型有機 D-FF のデバイス写真を示す。この有機 D-FF は、クロックドインバータ型有機 D-FF に比べて必要な OTFT 数を 18 個から 12 個にまで削減することができ、占有面積は約 10 %削減できた。また、Fig. 3 に示す通り、作製した有機 D-FF 回路は駆動電圧 5 V、クロック周波数 40 Hz で正常に動作した。特に OTFT 数や配線数が大幅に削減されたことから、デバイス作製が簡単になり、回路の歩留まりの向上が期待される。以上より、ダイナミック型 D-FF が有機回路の集積化に有効であることが示された。

[1]早坂ら、応用物理学会 2016 秋、16p-1G-1 (2016). [2] Y. Takeda *et al.*, *Sci. Rep.* **6**, 25714 (2016).

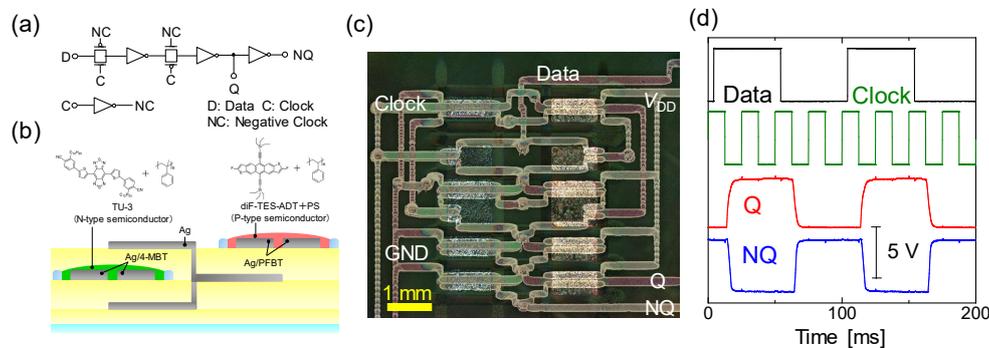


Figure 1. (a) Circuit diagram of the Dynamic-type D-FF. (b) Schematic cross-section of the complementary circuit. (c) Optical microscope image of the fabricated Dynamic-type D-FF. (d) Experimental dynamic characteristics of the Dynamic-Type D-FFs with a clock frequency of 40 Hz and a supply voltage of 5 V.