

積層構造を用いた印刷・相補型有機集積回路の作製

Fabrication of printed organic complementary circuits with bilayer structure



○(D2) 竹田 泰典^{1,2,3}、垣田 一成⁴、島 秀好⁴、米田 康洋⁴、田中 康裕⁴、儘田 正史^{1,5}、

横澤 晃二²、福田 憲二郎^{1,2,6}、熊木 大介^{1,2}、時任 静士^{1,2}

(1. 山形大院理工、2. 山形大 ROEL、3. 学振特別研究員 DC、

4. 宇部興産株式会社、5. 山形大 INOEL、6. JST さきがけ)

○(D2) Yasunori Takeda^{1,2,3}, Kazuaki Kakita⁴, Hidetaka Shima⁴, Yasuhiro Yoneda⁴, Yasuhiro Tanaka⁴,

Masashi Mamada^{1,5}, Koji Yokosawa², Kenjiro Fukuda^{1,2,6}, Daisuke Kumaki^{1,2}, Shizuo Tokito^{1,2}

(1. Yamagata Univ., 2. Yamagata Univ. ROEL, 3. JSPS Research Fellow DC,

4. Ube Industries, Ltd., 5. Yamagata Univ. INOEL, 6. JST PRESTO)

E-mail: twr96015@st.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】p型とn型の有機トランジスタを組み合わせて動作させる有機相補型集積回路の印刷法での作製は、電子回路の簡素化や省電力化が見込めるため、低コスト RFID タグやセンサーの実現に向けた重要な課題である。我々は、新規 n 型有機半導体とデバイス構造に積層型を用いることで、印刷手法による有機相補型回路を作製することに成功したので報告する。

【実験】本研究における p 型および n 型有機トランジスタ (OTFT) は、それぞれボトムゲート (BG)-ボトムコンタクト (BC)、トップゲート (TG)-BC 構造で作製した (図 1)。OTFT のソース・ドレイン電極・ゲート電極は、銀ナノ粒子インク (NPS-JL) をインクジェット印刷により形成した。絶縁膜にはパレレンを用い、半導体の隔壁用のバンクには、テフロンをディスペンサにより形成した。N 型半導体には新規塗布型半導体 (TU-3, 宇部興産株式会社) [1,2]、p 型半導体には diF-TES-ADT/PS ブレンド溶液を用い、それぞれ印刷形成した。n 型半導体が接する電極表面は、4-Methylbenzenethiol を、p 型半導体が接する電極表面は Pentafluorobenzenethiol を浸漬法で処理を行った。作製プロセスの最高温度は 150°C である。

【結果と考察】今回、作製した n 型 OTFT は、移動度 0.2 cm²/Vs、閾値電圧 1.6 V と良好な電気的特性を示した。これらを集積化した 3 段リングオシレータのデバイス写真を図 2 に示す。p 型と n 型 OTFT を形成する層を分けることで、両タイプ OTFT の電極表面処理を容易に実現できた。大気下、暗所で測定した発振周波数は、駆動電圧 10V において 180 Hz、ゲート遅延時間は 0.93 ms であった (図 3)。これはシミュレーションから見積もられる値と良い一致を示しており、素子性能を適切に反映した値であると言える。また、駆動電圧 3 V までの低電圧駆動を達成した。当日は、その他、フリップフロップ等の集積回路の結果についても報告する。

[1] Mamada et al., Chem. Mater. 27, 141 (2015). [2] 竹田ら、2014 年応物秋、17p-A4-17.

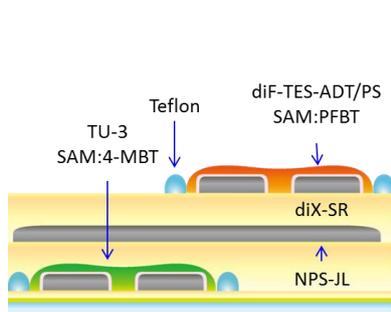


図 1、相補型回路の構造

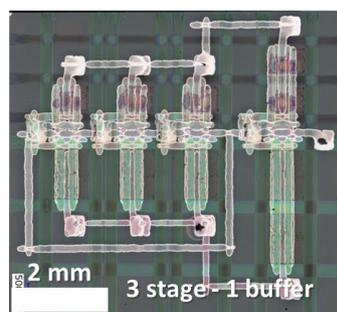


図 2、リングオシレータのデバイス写真

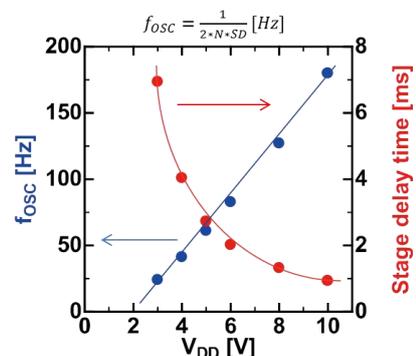


図 3、発振周波数の駆動電圧依存性