

印刷技術で作製した超低電圧駆動有機インバータ回路

Printed Organic Inverter Circuits with Ultra-Low Operating Voltages

山形大 ROEL¹, 学振特別研究員 DC², 東ソー株式会社³○(D1)塩飽 黎¹, 松井弘之¹, 早坂和将¹, 竹田泰典^{1,2}, 福田貴³, 熊木大介¹, 時任静士¹Research Center for Organic Electronics, Yamagata Univ.¹JSPS Research Fellow DC², Tosoh Corporation³○(D1)Rei Shiwaku¹, Hiroyuki Matsui¹, Kazuma Hayasaka¹, Yasunori Takeda^{1,2}Takashi Fukuda³, Daisuke Kumaki¹, Shizuo Tokito¹

E-mail: tck59489@st.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】電源電圧が数ボルト以下であることは電子デバイスの実用化の必要条件である。近年、有機薄膜トランジスタ(OTFT)で構成される有機回路の駆動電圧は、材料やプロセス技術の進歩により、バッテリーで駆動可能な 1.5 V 付近まで低減されてきた。次なる挑戦は、1 V 以下の超低電圧領域での駆動である。これを達成することで太陽電池やバイオ燃料電池、熱電変換をはじめとする微小電源を用いた有機デバイスの自立的な駆動が可能となり、将来的な Internet of Things (IoT) システムの利用範囲を広げることができる。今回我々は、最低電源電圧 0.3 V で、ヒステリシスフリー、10 以上の利得、レイルツーレイル動作を可能にした印刷型有機インバータ回路等を実現したので報告する。

【実験】絶縁膜を除いた全ての層に 150°C 以下の印刷あるいは塗布プロセスを用い、ボトムゲート・ボトムコンタクト構造の p 型 OTFT を作製した。ソース、ドレインおよびゲート電極は、銀ナノ粒子インクをインクジェット印刷することにより作製した。活性層には、高い移動度と特性均一性を有するジチエノベンゾジチオフエン誘導体(DTBDT-C₆, 東ソー)とポリスチレン(PS)の混合インクを用いた[1]。

【結果】Fig. 1 に作製した印刷有機インバータ回路の写真、等価回路、入力電圧-出力電圧特性を示す。わずか 0.3V の超低電圧領域においても、ヒステリシスがほとんどなく(< 5 mV)、10 以上の利得と良好なレイルツーレイル動作を示した。また、作製した計 27 個のインバータのうち 23 個が良好に動作し、スイッチング電圧は 0.32 ± 0.03 V と均一な特性を得ることに成功した。本成果は、有機半導体層の組成とその熱処理条件やゲート絶縁層膜厚等を最適化することで実現できた。当日は、インバータ回路の動作解析および超低電圧で駆動させるための必要条件も併せて報告する。

【謝辞】本研究の一部は科学技術振興機構(JST)の支援を受けて行った。

[1] Shiwaku *et al.*, *Sci. Rep.* **6**, 34723 (2016).

Fig. 1. A device layout, the circuit diagram, and static input-output characteristics of a fabricated inverter circuit.

