

# 凸版反転印刷電極を用いた相補型有機オペアンプと発振器の開発

## Organic Complementary Operational Amplifiers and Oscillator Circuits

### with Reverse-offset Printed Electrodes

山形大 ROEL<sup>1</sup>, DIC 株式会社<sup>2</sup>, 宇部興産株式会社<sup>3</sup>

○竹田 泰典<sup>1</sup>, 早坂 和将<sup>1</sup>, 塩飽 黎<sup>1</sup>, 森田 進<sup>2</sup>, 岡本 朋子<sup>2</sup>, 田中康裕<sup>3</sup>,

松井 弘之<sup>1</sup>, 熊木 大介<sup>1</sup>, 田邊 弘介<sup>2</sup>, 時任 静士<sup>1</sup>

ROEL, Yamagata Univ.<sup>1</sup>, DIC Corp.<sup>2</sup>, UBE Industries, Ltd.<sup>3</sup>

○Yasunori Takeda<sup>1</sup>, Kazuma Hayasaka<sup>2</sup>, Rei Shiwaku<sup>2</sup>, Susumu Morita<sup>2</sup>, Tomoko Okamoto<sup>2</sup>,

Yasuhiro Tanaka<sup>3</sup>, Hiroyuki Matsui<sup>2</sup>, Daisuke Kumaki<sup>1</sup>, Kousuke Tanabe<sup>2</sup>, Shizuo Tokito<sup>1</sup>

E-mail: y.takeda@yz.yamagata-u.ac.jp

【はじめに】 凸版反転印刷法は、印刷版を用いるオフセット印刷法の一つで、フォトリソグラフィ法に近い微細なパターンが形成可能な印刷方法として、プリントエレクトロニクスへの応用が期待されている。我々は、前回の講演会で凸版反転印刷法と銀ナノ粒子インクを用いた電極形成と塗布系有機半導体を用いた有機薄膜トランジスタ (OTFT)、それらを集積した相補型インバータ回路について報告した[1]。本研究では、凸版反転印刷電極と塗布系有機半導体を用い、リングオシレータとオペアンプの作製・評価、およびインクジェット印刷の場合との動的特性比較について報告する。

【実験】 p-OTFT は BGBC 型、n-OTFT は TGBC 型とし、各 OTFT を別々の層に形成した積層構造を採用した[2]。回路を構成する全ての電極は、凸版反転印刷法と銀ナノ粒子インクを用いて膜厚 100 nm で形成した。有機半導体には塗布成膜可能な diF-TES-ADT (p 型: インクジェット印刷) と TU-3 (n 型: ディスペンサー印刷) を用い、疎水性バンクにより分離した。また、有機半導体/電極界面の電極表面処理として、p 型には PFBT、n 型には 4-MBT を浸漬法により処理した。絶縁膜にはパリレン (diX-SR, KISCO) を用い、他のプロセスは全て塗布法で行った。

【結果】 凸版反転印刷法を用いることで、チャンネル長が 10  $\mu\text{m}$  の短チャンネル OTFT を再現性よく作製できた。9 段のリングオシレータは 1.25 V の駆動電圧で 96 Hz で発振、5 段では 7.5 V で 1 kHz を越える発振周波数を得た。また、p 型を 5 個、n 型を 3 個集積したオペアンプ (Fig. 1a) では、駆動電圧 10 V において 30 dB の開放利得 (Fig.1b) を得た。その周波数特性 (Fig. 1c) から、約 2 kHz で利得が 0 dB となった。この値はインクジェット印刷電極で作製した場合と比べて 40 倍程高速化している。以上、集積回路形成における本印刷法の有効性を実証する結果を得た。

[1] 竹田ら、2017 年応用物理学会春季 17p-302-2、[2] Y. Takeda et al., Sci. Rep., 6, 25714 (2016).

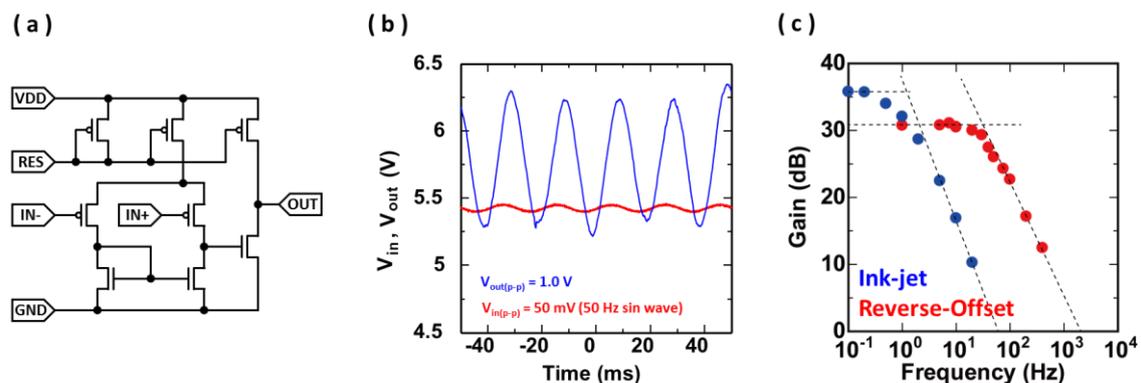


Figure 1. (a) Circuit diagram of operational amplifier (OPA). (b) Input and output waveform and (c) frequency characteristics of open loop gain of a fabricated OPA.