

# アンチ・アンバイポーラトランジスタの開発 III -フレキシブル基板への展開-

## Development of anti-ambipolar transistors

### Part III: Multi-valued logic circuit on flexible substrate

物材機構<sup>1</sup>, 東理大<sup>2</sup> ○(M1)本間 航介<sup>1,2</sup>, 早川 竜馬<sup>1</sup>, 三成 剛生<sup>1</sup>, 金井 要<sup>2</sup>, 若山 裕<sup>1,2</sup>

NIMS<sup>1</sup>, Tokyo Univ. of Sci<sup>2</sup>, ○Kosuke Honma<sup>1,2</sup>, Ryoma Hayakawa<sup>1</sup>, Takeo Minari<sup>1</sup>, Kaname Kanai<sup>2</sup>, Yutaka Wakayama<sup>1,2</sup>

E-mail: HONMA.Kosuke@nims.go.jp

【はじめに】本研究では、室温で負性抵抗を発現する特殊な有機トランジスタであるアンチ・アンバイポーラトランジスタをフレキシブル基板上に作製し、柔軟性と演算処理能力を併せ持つ多値論理回路を実現することを目的とした。

柔軟性と軽量性に優れる有機論理回路は Internet of Things (IoT)社会を担うモバイル情報端末の実現に向けて必要とされている。特に従来の 2 値動作から論理値を増加させる多値化は単一素子あたりの情報処理能力を飛躍的に向上できる技術として注目されている。本課題に対し、我々はトランジスタチャネルの中央で部分的に PN ヘテロ接合を形成したアンチ・アンバイポーラトランジスタ (AAT) を作製し、室温で 4 桁に及ぶ負性抵抗を示すことを報告した<sup>[1]</sup>。また、AAT と N 型トランジスタを組み合わせることにより 3 値の多値論理動作に成功している<sup>[2]</sup>。本講演では、上記論理回路をさらにフレキシブル基板へ展開し、多値動作に成功したので報告する。

【実験および結果】 Polyethylene Naphthalate (PEN)フレキシブル基板上に形成した多値論理回路の模式図と光学顕微鏡写真を Figs. (a), (b)に示す。多値論理回路は赤線で示す AAT と青線で示す PTCDI-C8 トランジスタから構成されている。初めに基板表面を平坦化するためにスピンコート法により CYTOP を 200 nm 製膜した。次に入力電極として Cr (5 nm)/Au (30 nm)を真空蒸着し、その上にゲート絶縁膜として CYTOP をスピンコート法により 200 nm 製膜した。続いて、P 型半導体として  $\alpha$ -sexithiophene ( $\alpha$ -6T)を 16 nm、N 型半導体として PTCDI-C8 を 21 nm 真空蒸着法により形成した。最後に、30 nm の Au 電極を蒸着し、ドレイン電極、出力電極、ソース電極とした。

Fig. (c)に作製した多値論理回路の  $V_{IN}$ - $V_{OUT}$  曲線を示す。これまで検討してきた Si 基板上と同様に明瞭な 3 値の出力特性が得られた。領域 I では、AAT が ON、PTCDI-C8 トランジスタが OFF となるため、出力信号は“1”となる。領域 II では、PTCDI-C8 トランジスタに電流が流れ始め、AAT と PTCDI-C8 トランジスタに同一電流が流れるため出力信号は“1/2”となる。領域 III では、AAT が OFF、一方で PTCDI-C8 トランジスタが ON となり、“0”が出力された。上記結果はフレキシブル基板上においても 3 値論理回路を形成できることを示しており、今後、柔軟性と演算処理能力を兼ね備えたフレキシブル多値論理回路の開発が期待できる成果を得た。

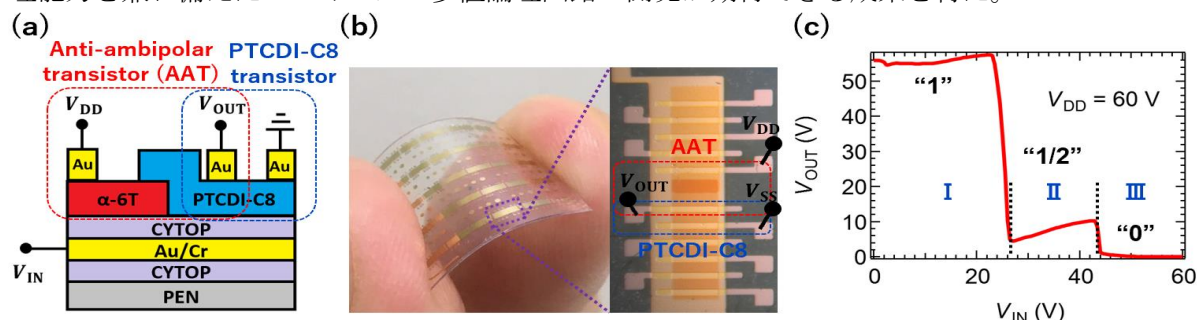


Fig. (a) Schematic illustration and (b) optical microscope image of an organic multi-logic circuit formed on a PEN substrate. (c)  $V_{IN}$ - $V_{OUT}$  curve of the multi-valued logic circuit.

### 【参考文献】

[1] K. Kobashi *et al.*, *Adv. Electron. Mater.* **3**, 1700106 (2017). [2] K. Kobashi *et al.*, *Nano. Lett.* **18**, 4355 (2018).