

トッパン・フォームズ株式会社
富士フイルム株式会社
地方独立行政法人大阪府立産業技術総合研究所
JNC 株式会社
株式会社デンソー
田中貴金属工業株式会社
日本エレクトロプレイティング・エンジニアーズ株式会社
パイクリスタル株式会社
国立大学法人 東京大学

2017.02.14

世界最速有機 CMOS 回路でフレキシブル温度センサの多ビット化を実現 —箱単位から個品へと高度な情報管理を実現する IoT デバイスとして更に進化—

トッパンフォームズ、富士フイルム、パイクリスタル等のグループは、NEDO プロジェクトにおいて印刷で製造可能な有機半導体 CMOS 回路の更なる高速化と集積化に成功し、電子タグ内部に格納された固有 ID コードや温度センサからの取得情報量の大幅な拡張が可能になりました。

今回開発した世界最速有機 CMOS 回路は、全てフィルム基板上に形成されており、IoT (Internet of Things) を実現する低コストな温度センサ機能つきプラスチック電子タグとして、より高度な物流管理やヘルスケア等の広範な用途への量産化に大きく前進しました。

なお、2017 年 2 月 15 日から 17 日まで東京ビッグサイトで開催される「nano tech 2017」内 NEDO ブースにおいて、本成果の展示を予定しています。

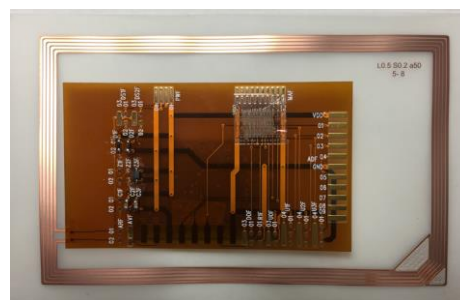
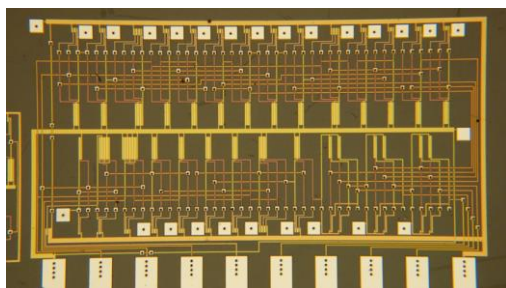


図 1 今回開発した世界最速有機 CMOS 回路で構成された温度管理用電子タグのデジタル回路と試作タグ

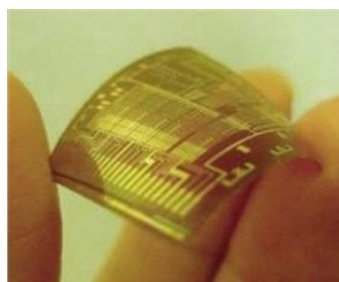


図 2 有機 A/D コンバーター回路を搭載した温度センサブロック

本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の戦略的省エネルギー技術革新プログラム「革新的高性能有機トランジスタを用いたプラスチック電子タグの開発」の成果として得られたものです。

1. 今回の成果

① 世界最速有機 CMOS と集積化

パイクリスタル株式会社と富士フイルム株式会社と東京大学竹谷教授のグループは、溶液を塗布し、単結晶化する「塗布単結晶化」によって作製する高移動度の有機半導体 CMOS 回路を開発しました。図3の有機 CMOS フリップフロップ回路の高速動作において、論理演算速度は、0.5 MHzを超え、これまでの同グループの報告よりさらに1桁以上高い速度を実現しました。さらに本塗布型高速有機 CMOS について、p 型層と n 型層を積層することによって、従来手法からの微細化に頼らない集積化を実現するプロセスも開発しました。これらの新しい技術によって、数 1000 個以上のトランジスタを用いる高度な集積回路を構築することができ、温度管理用電子タグとスマートデバイスとの直接通信も可能になります。

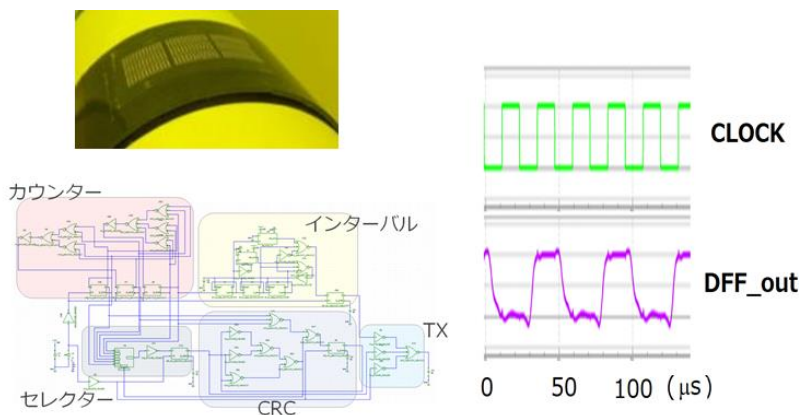


図3 温度管理用電子タグのデジタル回路(左)と高速論理演算波形(右)

② フレキシブルな多ビット有機 A/D コンバーターによる温度センサ読み出しを実現

大阪府立産業技術総合研究所のグループは、物流温度モニター用として、冷蔵・冷凍温度範囲であっても安定に動作可能なフレキシブル温度センサ構造を開発しました。またパイクリスタル株式会社と共同で、世界最高の応答速度をもつ有機 CMOS フリップフロップ回路を用いて、温度センサのアナログ信号をデジタル信号に変換する多ビット A/D コンバーターを、世界で初めて印刷でできる半導体を用いて実現しました(図4)。①の有機半導体 CMOS 回路と組み合わせることによって、非接触通信可能な温度管理用電子タグが構成でき、物流管理、環境管理などの低コスト温度モニターへの利用が実現できます。

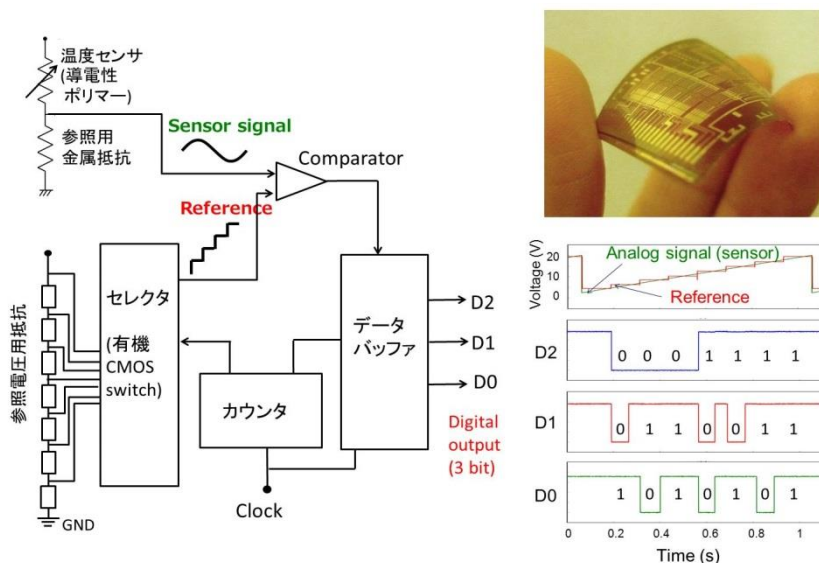


図4 温度センサ読み出し用有機 A/D コンバーター回路(左)と作製した素子(右上)、及びその出力特性(右下)

【用語解説】

- ※1 有機 CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 回路は、活性層に p 型及び n 型の有機半導体を用いる薄膜トランジスタを集積させた回路。低消費電力の効率的な論理演算が可能となる。
- ※2 フリップフロップ (Flip Flop) 回路は、論理情報を記録・保持するための論理回路。データ量の多いデジタル信号処理が可能となる。本件では D 型を採用。

2. NEDO プロジェクトの概要と目的

トッパン・フォームズ株式会社、富士フイルム株式会社、大阪府立産業技術総合研究所、JNC 株式会社、株式会社デンソー、田中貴金属工業株式会社、日本エレクトロプレイティング・エンジニアーズ株式会社、パイクリスタル株式会社、国立大学法人東京大学で構成されるグループで、NEDO の戦略的省エネルギー技術革新プログラム「革新的高性能有機トランジスタを用いたプラスチック電子タグの開発」を実施しています。

本プロジェクトでは、従来の多結晶有機半導体デバイスと比べて 1/10 以下のコスト、10 倍以上の性能でコストパフォーマンス 100 倍以上を目標とする有機半導体を簡便かつ低コストに成膜し、商用周波数で通信可能な高速応答性能を持つ RFID タグの実現を目指します。

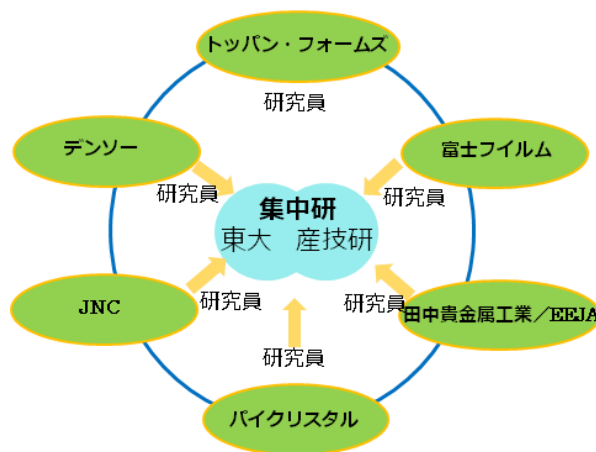


図 5 プロジェクト体制図

3. 問い合わせ先

(研究内容についての問い合わせ先)

国立大学法人 東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 竹谷純一

TEL:04-7136-3790、080-5484-2760 FAX:04-7136-3790 E-mail:takeya@k.u-tokyo.ac.jp

(各機関広報担当)

トッパン・フォームズ株式会社 広報部

TEL:03-6253-5730 FAX:03-6523-5629 E-mail:koho@toppan-f.co.jp

富士フイルム株式会社 コーポレートコミュニケーション部

TEL:03-6271-2000 FAX:03-6271-1171

地方独立行政法人大阪府立産業技術総合研究所 経営企画室 森雄彦

TEL:0725-51-2560 FAX:0725-51-2513

JNC 株式会社 研究開発本部付 小池俊弘

TEL:0436-21-5127 FAX:0436-23-0381 E-mail:koike@jnc-corp.co.jp

株式会社デンソー 広報部 吉田浩徳

TEL:0566-25-5593 FAX:0566-25-4509

田中貴金属工業株式会社/日本エレクトロプレイティング・エンジニアーズ株式会社

マーケティング部 ヘッドマネージャー 進藤義朗

TEL:03-6311-5596 FAX:03-6311-5529 E-mail:t-shindou@ml.tanaka.co.jp

パイクリスタル株式会社 研究開発部 松室智紀

TEL:06-6155-5676 FAX:06-6155-5676