

平成 29 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

【研究題目】「インタラクティブなペーパーデバイスの実現に向けた調査研究」

【整理番号】TK17-019

【代表機関】国立研究開発法人産業技術総合研究所

【調査研究代表者(氏名、連絡先 TEL & Mail)】福田伸子、029-861-9222 n-fukuda@aist.go.jp

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】江前敏晴(筑波大学)

【TIA 外連携機関】なし

【報告書作成者】福田 伸子

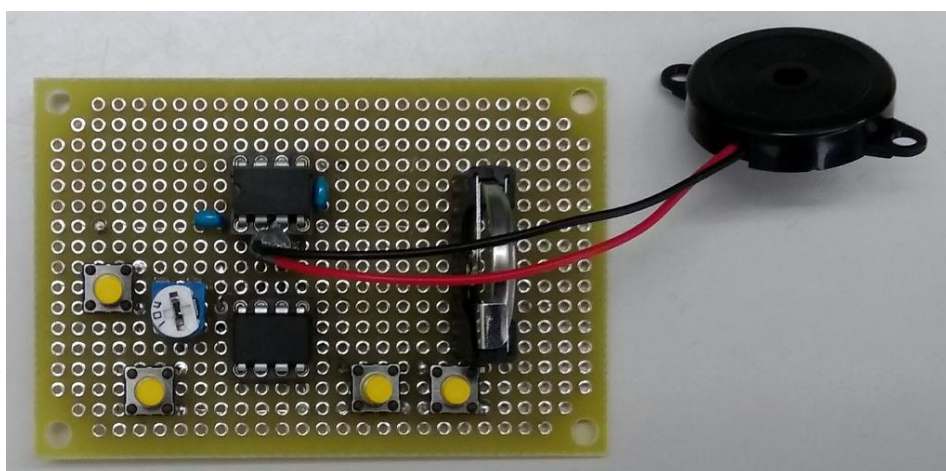
【報告書作成年月日】2018年3月29日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

産総研・筑波大の双方が持つ技術を深く知り、共同研究をより多いものとするため、研究室の相互訪問を行なった(4月26日、6月15日)。産総研では、本調査研究で実際に使用している各種印刷デバイス作製装置として、配線用スクリーン印刷機や塗布装置、焼成装置を紹介し、印刷デバイス作製プロセスをイメージしてもらうことができた。また、筑波大で研究している紙エレクトロニクス技術を用いた触覚提示などは、体験して初めてわかるものであった。今後試作予定のデバイスに活かしていく。

また、前項でも述べたように、ペーパー電子楽器を試作するため、回路設計を筑波大、回路の印刷と焼成を産総研が分担した。配線図を産総研の焼成技術に最適化するため何度か議論を行った後、相補的に双方の技術を持ち寄って、デバイスを完成させた。その後、音質の向上と入力方法の多様化を目指し、入力処理用 IC と高音質音源 IC を組み込んだ実験回路を筑波大が設計・試作した(写真)。さらには、折り曲げることができるという紙の性質を活かした入力方式である感圧導電性ゴムを用いたタッチセンシング、導電性の安定した配線を印刷するためのナノセルローズのプレコーティングについて検討した。2月7日に今年度締めミーティングを行ない、実デバイスおよび実験回路を見ながら今後の改良方向について議論した。

さらに、試作したデバイスを、筑波大・江前教授が主宰する「紙のエレクトロニクス応用研究会」で発表し、製紙会社・印刷会社・エレクトロニクス関連会社のみならず、デザイン事務所を含む広範囲の業種の聴衆に対してアピールし、「かけはし」の活動を広報した。



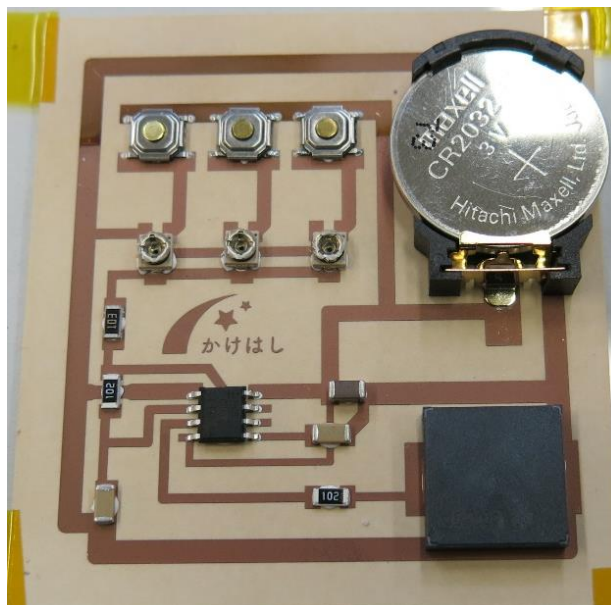
入力処理用 IC および高音質音源 IC を組み込んだ実験回路

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

現在、印刷配線技術で主に用いられている導電材料は銀である。しかしながら、大量配布および廃棄が予想されるペーパーデバイスにおいては、コスト的観点から銅を使用することが必須である。紙表面への配線印刷技術および焼成技術の確立を目指して、種々の用紙への銅ペースト印刷と産総研オリジナルの低温プラズマ焼結による導体化のテストを行なった。その際、印刷のパターンとして、筑波大の設計による電子楽器の回路を用いた。その際、筑波大が回路設計ソフトを用いて出力したファイルから、産総研が今回の研究予算で購入したソフトで機械系 CAD のフォーマットに変換し、手作業で微調整してスクリーン版の設計図とした。

プリントド・エレクトロニクス向けの特殊コート紙（Power Coat、p_e:smart）や王子製紙のコート紙（ミラーコートプラチナ）といった上質な紙への印刷を試したが、概してコート層と銅ペーストのなじみがよくないことが分かった。これはコート層のバインダの耐熱性と原紙層との接着力に問題があると考えられた。一方、ごく一般的なケント紙を用いてみたところ、セルローズ繊維だけからなる紙の方が、耐熱性と吸収性が高く、インクの浸み込みによるアンカー効果があり、焼成時にクラックが入る現象もほぼ回避できることが分かった。そこでケント紙上に回路を作製し、部品を実装してペーパー電子楽器とした（写真）。複数のタクトスイッチを単独または複数同時押しすることで、異なった音程を奏でることができる。このようなデバイスを例えばコンサートチケットに組み込むことで、会場の聴衆がアーティストのキューで合奏をするというような、「コト消費」の体験を一層エンハンスするような用途が期待できる。

本研究に関して、第9回 TIA シンポジウム（2017/10/2 開催）でポスター発表を行い、その結果、産学官からの参加者から多くの問い合わせを受けた。また、本研究で試作したデバイスを「紙のエレクトロニクス応用研究会」第14回技術研究発表&交流会（2018/3/19 開催）でお披露目し、10社以上の民間企業から興味を持っていただいた。試作したデバイスは今後さらにペーパーデバイスらしい仕上げを行ない、種々の展示会でのアピールに活用する予定である。



試作されたペーパー電子楽器

【今後の活動予定】

現在のテーマをさらに発展させるため、かけはしの継続申請書を提出する。また、筑波大の回路設計技術と産総研のプロセス技術を合わせて、紙の特徴を活かした新たなデモ品の製作に取り込む予定である。方向性としては、ペーパー電子楽器の薄型化を進めコンサートチケットへ組み込むことや、極薄平面スピーカー・電気的触覚付与等の技術の大判ポスター型インタラクティブデバイスへの展開などを考えている。また、新たな資金獲得へ向けては、紙のエレクトロニクス応用研究会を活用し、本や商品パッケージへのエレクトロニクス導入を目指す製紙会社、印刷会社等との資金提供型共同研究を模索する。

以上