

金箔とレーザープリンタ印刷を用いた木材表面に貼り付ける紙回路の試作

角野亜弓* 瀬川典久†

概要. 人々は、木材に囲まれて生活を行っている。特に、家具、工芸品は、幅広く流通し、活用されている。また、その木材の表面に回路を生成し、その木材を活用する研究が行われている。本研究では、従来の方法とは異なり、金箔とレーザープリンタを活用し、紙の上に回路を生成し、その紙を木材に貼り付けることで、木材上に回路を作成する仕組みについて示す。また、その回路を利用して、リビングテーブルの表面に、簡易リモコンの実装を行い、本仕組みが動作することを示す。

1 はじめに

人々は、木材を活用して、さまざまな家具、工芸品を作成し生活をしている。例えば、洋室の中のリビングテーブルは、木材で作られていることが多い。

木材の表面に回路を生成し活用する研究が行われている。これは、木材で作られた、家具、工芸品を電子機器のインタフェースとして活用することを狙っているためである。

回路を容易に生成する手法の一つとして、銀ナノ粒子インクを用いた方法がある[1]。銀ナノ粒子インクは、直径約 20nm 程度の銀ナノ粒子を、水を主体とする媒体に分散させたインクであり、インクジェットプリンタを用い、専用メディアに印刷するだけで回路を生成することが可能である。木材の表面にこのインクで印刷された部材を貼り付けて、回路を構成することは可能であるが、このインクで作成した回路は、回路抵抗が大きく、なおかつ時間が経過すると導電性が失われる欠点がある[2]。

そこで、本研究では、昔から活用されている、金箔を木材の表面に接着させ、回路を製作する手法を考えた。それは、金の導電性の性質、安定性がよく知られているからである。また、金箔を加工し、木材の上に貼り付ける技術（沈金、盛金など）があり、容易に回路を生成できることがわかる。

Duo Skin[3]では、金箔をカッティングプロッターでカットし、さらに回路生成を行い、それをシールとして皮膚に貼り付けることで、皮膚の上で回路を作ること成功している。この仕組みを木材に用いれば、回路を生成できることは予想される。

そこで、本研究では、金箔とレーザープリンタを用いて、回路を生成し、その安定したシートを木材に貼り付けることで、木材の表面に回路を生成できることを目指した。

このアイデアは、[4]の研究を参考に考えた。[4]の研究は、衛生検査における細菌汚染を検出するためのテストベッドの製作の事例である。[4]の研究では、レーザープリンタとトナーを用い、紙の上に金箔を張り付け、その両端に電極を接触し、その上に LB 寒天を載せ、寒天に電圧、電流を流し、実験を行う物である。しかし、この論文では、表面に 1 枚の金箔を張り付けることが目的で有り、細かな回路を生成できるかどうか不明である。そこで、本研究では、微細な回路図を描いたとしても動作する手法を新たに構築することを目指す。

また、本手法を利用し、家具の表面に、タッチスイッチを生成し、IoT 機器を操作するリモコンを実装した。

以下 2 章で、金箔とレーザープリンタを用いて生成した回路について説明し、第 3 章で実装したテーブルについて示し、第 4 章でまとめを行う。

2 金箔とレーザープリンタを用いた回路生成

2.1 金箔をトナーに貼り付けさせる条件の調査

転写シートを用いずに、金箔を直接レーザープリンタに吸着させるためには、吸着する素材と金箔の圧着させる条件を調べる必要がある。そこで、以下の実験を行った。図 1 は、市販のラベル用紙に、黒トナーレーザープリンタで回路を印

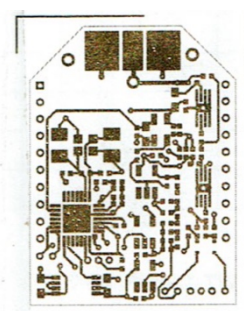


図 1: ラベル用紙に実装された回路

Copyright is held by the author(s).

* 京都産業大学コンピュータ理工学部 (卒), † 京都産業大学情報理工学部

刷し、その黒トナーに、金箔を圧着させた物である。

3 回路を生成した用紙を用いた木材表面回路の試作

2章で述べたように、レーザープリンタを用い、ラベル用紙に印刷した回路を木材に貼ることで、木材表面に回路を生成することが可能である。本章では、この仕組みを用い、簡単なリモコンを作成した。

本研究では、IKEA 製のリビングテーブルを加工し、製作した回路を埋め込み、ライトの On, Off をコントロールするリモコンを作成した。

3.1 木材加工

本手法を用い、電球型の図形回路の図を描き、それをレーザープリンタで印刷し、その図形に対して回路を作成した(図 2 左)。回路は、すべて同電位で、一番細いところで約 2mm の幅を持つ。

パネルは木材を直径 6cm、高さ 2cm の円柱に加工し、特定の位置に直径 0.2cm の穴を空けコードを通した(図 2 右)。



図 2: 木材パネル (左: 表 右: 裏)

3.2 システム実装

本システムは、ESP-32-WROOM および Raspberry Pi3 で動作する(図 3)。

ESP-32-WROOM では、手が触れられたかどうかの判別を行う。ESP-32-WROOM には、静電容量の変化を計測するセンサが内蔵されており、その機能を活用した。ESP-32-WROOM は、ユーザがパネルの表面の回路に触れた場合、静電容量の変化を読み取り、その情報を Raspberry Pi3 に無線で伝送する。

Raspberry Pi3 では、ESP-32-WROOM から、受け取った情報を元に、ライトの On, Off をコントロールする。本システムでは、Philips Hue の On Off をコントロールしている。

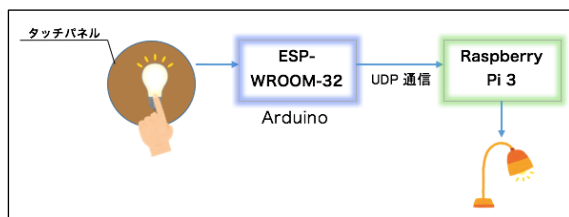


図 3: システム概要

図 4 は、実装したシステムの動作図である。パネル

に触れることで、Hue のライトの On, Off が切り替わる。



図 4: システム動作

4 まとめ

本論文では、金箔とレーザープリンタを用い、紙のラベル用紙の上に回路を生成し、そのラベル用紙を木材に吸着させることで、木材上に回路を生成できることを示した。

また、リビングテーブルを加工し、本研究の仕組みを用い、テーブル上に作成した回路で、ライトの On, Off を行うリモコンの試作を行った。

今後は、京都市内に在住する金細作家と合同で、工芸品に回路を生成し、普段から活用できる工芸品の試作を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K00132 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 銀ナノ粒子インク, 三菱製紙株式会社 <https://www.mpm.co.jp/electronic/gin-nano/index.html> (2018年6月1日現在)
- [2] AgIC #1000 インク 劣化試験報告書, <https://assets.agic.co/pages/files/report-ink1000.pdf> (2018年8月1日現在)
- [3] Hsin-Liu (Cindy) Kao, Christian Holz, Asta Roseway, Andres Calvo, and Chris Schmandt. 2016. DuoSkin: rapidly prototyping on-skin user interfaces using skin-friendly materials. In Proceedings of the 2016 ACM International Symposium on Wearable Computers (ISWC '16). ACM, New York, NY, USA, 16-23. DOI: <https://doi.org/10.1145/2971763.2971777>
- [4] Tithimanan Srimongkon, Marius Buerkle 江前敏晴, 牛島 洋史, 福田 伸子: Study of the electrical response of culture during bacterial growth on a paper-based device. SAT テクノロジーショーケース 2017, P-57, pp.59 (2017)