

ペーパーエレクトロニクスに向けた液体金属配線技術

Liquid metal wiring method towards paper electronics

東理大, (B)城市 啓太, 生野 孝

Tokyo Univ. Sci., Keita Joichi, Takashi Ikuno

E-mail: tikuno@rs.tus.ac.jp

近年, ヘルスモニタリングなどを目的とした, 生体貼り付け型フレキシブル IoT デバイスが注目されている^[1]. 基板材料として, 主に PET・ポリイミド・紙などが用いられている^[2]が, 上述した PET やポリイミドは生分解性が極めて低く, 環境問題の一因となっている. 一方, 植物由来である紙は生分解性が高く, 上記ポリマーに比べて低コストという利点がある. また, 配線材料として, 主に金属薄膜・導電性銀インクなどが用いられているが, 金属薄膜は作製工程が複雑であるし, 導電性銀インクについてはフレキシブルさに欠ける^[3]. そこで, 常温で液体の金属である EGaIn(Ga : 75.5%, In : 24.5%)に注目した.

これまで, 紙と EGaIn(Ga : 75.5%, In : 24.5%)を利用した簡便な配線プロセス^[4]が報告されているが, 詳細な電気伝導特性評価や素子実装は行われていなかった. そこで本研究では, 紙に作製した液体金属配線の静的・動的電気伝導特性評価および素子実装を行った.

電気伝導性評価のため, レーザー加工機により流路を形成し, EGaIn を注入することで幅 1.5 mm 高さ 0.2 mm の EGaIn 配線を作製した. 抵抗率を測定した結果, EGaIn 金属配線の抵抗率は $6.88 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ であった. これは, 一般的に, 紙基板に回路を印刷する際に用いられている導電性銀インクと同じオーダーの抵抗率^[5]であった.

次に, 液体金属配線を一定周期で屈曲させながら, 電気抵抗を測定した. その結果, 機械変位に追従し, 抵抗値が初期値の約 4%変化したものの,

EGaIn 配線は屈曲に対しロバストであることが分かった.

また, 一定電圧印加時の抵抗変化を測定した. 抵抗率は時間経過と共に減少し, 飽和することを確認した(Fig1). 以上より, EGaIn 配線を電子回路として使用する際には抵抗値の減少が生じる可能性があることが分かった.

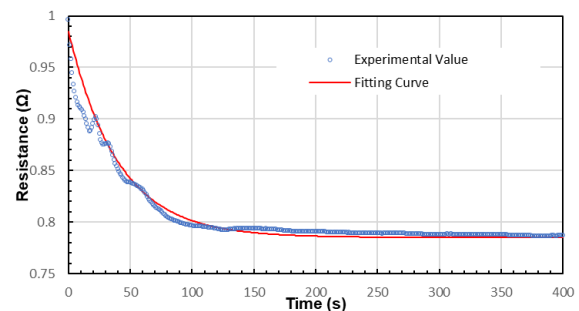


Fig1. Transient curve of the resistance of EGaIn wiring.

最後に, EGaIn 配線を用い, 紙基板上に素子実装し動作を確認した(Fig2).

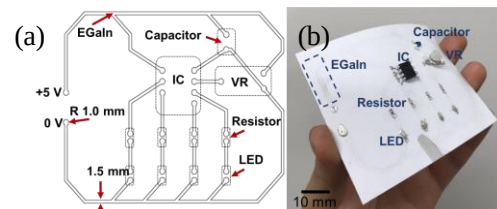


Fig2. (a)CAD image and (b)photograph of the paper-based circuit.

- [1] M. Nogi *et al.*, *Adv. Mater.* 2009, **21**, 1595-1598.
 [2] A. Martinez *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2007, **46**, 1318-1320. [3] M. Tavakoli *et al.*, *Adv. Mater.* 2018, **30**, 1801852. [4] Y. Long *et al.*, *Sci. Rep.* 2015, **5**, 11488. [5] L. Wang, J. Liu, *Imaging Sci. Photochem.* 2014, **32**, 382-392.