

無電解銅めっきナノファイバによる透明解氷ヒーター

Transparent De-icing Heater by Copper Plated Nanofibers

慶大院理工¹, ミラノ工科大², °吉川 亮平¹, 松林 毅¹, 竹中 一生¹, 真部 研吾¹,Testa Andrea², Magagnin Luca², 白鳥 世明¹Grad. Sch. Keio Univ.¹, Politecnico di Milano², °Ryohei Yoshikawa¹, Takeshi Matsubayashi¹,Issei Takenaka¹, Kengo Manabe¹, Andrea Testa², Luca Magagnin² and Seimei Shiratori¹

E-mail: shiratori@appi.keio.ac.jp

● 研究目的・背景

ディスプレイや LED などの様々な光学・電子デバイスに利用されている透明導電膜は、解氷ヒーターとして車の窓への応用も期待されている。現在主に用いられている材料は Indium-doped Tin Oxide (ITO) であるが、Indium の枯渇問題により、ITO 代替材料の研究が注目されている。中でも、金属ナノワイヤは ITO に匹敵する透明性、導電性を有しており^[1]、期待が大きい。本研究では、ナノファイバをテンプレートとし、無電解めっきにより金属ナノワイヤを作製することで、転写プロセス不要なフレキシブル透明導電膜を作製した。作製した導電膜は 3 V 印加時に 100°C を実現し、低電圧で使用可能な解氷ヒーターへの応用が可能である。

● 実験方法

エレクトロスピンニング法により、PET 基板上に SnCl₂ 含有 PVB ナノファイバを作製した。ナノファイバを PdCl₂ 溶液、次亜リン酸塩を還元剤とした Cu めっき液に浸漬した。また、解氷ヒーター性能を評価するため、電圧印加時の経時温度変化を観測した。

● 結果・考察

Figure 1 に Cu めっき後ナノファイバの電子顕微鏡像及び元素マッピング像を示す。元素マッピング像より、Cu はナノファイバに沿って析出していることがわかる。また、Ni 及び P も同様にナノファイバに沿って検出されており、各元素の質量比は Cu : Ni : P = 84.73 : 10.36 : 4.91 であった。自己触媒型 Cu 無電解めっき浴には少量の次亜リン酸塩及び硫酸ニッケル塩を混合しているため、めっき開始初期に Ni 及び Ni-P 合金も同時に析出した^[2]と考えられる。

Figure 2 に電圧印加時の経時温度変化を示す。各電圧において印加後 20 s 程度で最大温度に達し、その後安定した。各電圧下における最大温度は図中の表のようになり、3.0 V 以下で解氷ヒーターとして十分な性能を発揮できると示唆される。

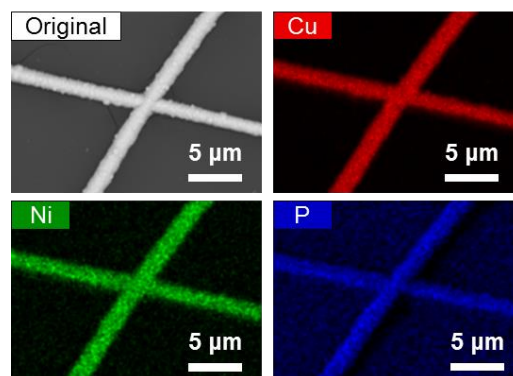


Figure 1. Scanning electron microscopic Images and Energy Dispersive X-ray Spectroscopic Images of copper plated nanofibers.

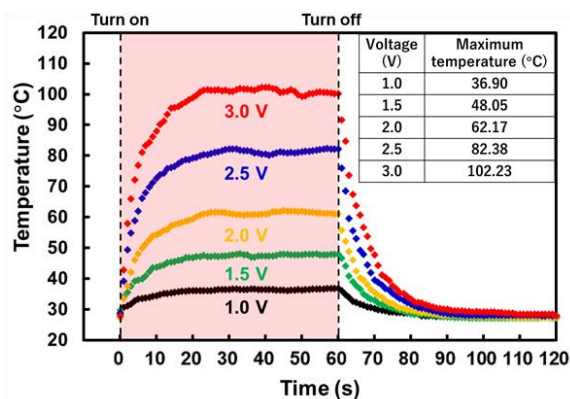


Figure 2. Time-dependent temperature profiles of the transparent copper heater ($R_s \approx 16.0 \Omega/\text{sq}$) under applying different voltages.

● 結論・今後の展望

ナノファイバに無電解 Cu めっきすることで印加電圧 3.0 V で 102°C を実現する透明ヒーターを作製した。今後は実際の解氷試験を行う。

参考文献

- [1] K. TaeYoung, *et al.*, *Adv. Funct. Mater.*, **23**, 1250 (2013).
- [2] H. Ashassi-Sorkhabi, *et al.*, *Appl. Surf. Sci.*, **185**, 155 (2002).