

補助事業番号 2021M-199

補助事業名 2021年度 金属ナノデンドライトからなる導電パターンによるスマートテキスタイルの革新的創製 補助事業

補助事業者名 東北学院大学工学部機械知能工学科 李淵

1 研究の概要

本研究はスマートテキスタイルの革新的創製を図るために、イオンの移動を高度活用し、従来のテキスタイルに金属ナノデンドライトからなる導電通路を直接に形成することを目的としたものである。まず異なる導電パターンを作製し、その発熱特性を評価した。そして、イオンの移動を制御し、パターン化した金属ナノデンドライトを不織布に形成し、その電気的特性を調査した。これより、創製した金属ナノデンドライトは不織布内に導電通路を形成し、スマートテキスタイルとしての応用可能性が示し。今後は金属ナノデンドライトの形態制御等に挑戦し、導電性のさらなる向上に向けて取り組みたい。

2 研究の目的と背景

近年、IoT(モノのインターネット)やAI(人工知能)をはじめとする次世代社会を支える情報通信技術の発展に伴い、ウェアラブルデバイスへの関心が高まっている。そのため、柔軟性・導電性・快適性を兼ね備えるスマートテキスタイルの創製に関する研究が盛んに行われている。これまでに導電性材料を用いた表面皮膜を形成することや内部に含浸すること、あるいは導電性繊維を編み込むことにより、従来のテキスタイルに導電性を付与し、スマートテキスタイルを創製することが実現されている。しかし抵抗が高くかつ耐久性が低いために性能が制約され、高性能なスマートテキスタイルの開発が重要な課題となっている。

一方、申請者は金属イオンの拡散現象を取り扱う際に、枝分かれ構造を有する金属ナノデンドライトの創製に成功した。またイオンの移動を制御することにより、金属ナノデンドライトの析出位置をコントロールできる可能性にも気付いた。これに基づき、従来のテキスタイルに新たな導電性付与手法として金属ナノデンドライトからなる導電パターンを直接形成することができたならば、スマートテキスタイルの革新的創製が可能であると考えられる。

そこで本研究では、高性能なスマートテキスタイルの革新的創製を目指して、イオンの移動を意図的に制御することで、先駆けて金属ナノデンドライトからなる導電パターンを形成することを目的とした。

3 研究内容

<http://www.ipc.tohoku-gakuin.ac.jp/yuanlab/JKA2021.html>

(1) 導電パターンの作製と発熱特性評価

まず金属細線を用いて不織布に直接織り込むことで自立安定型導電パターンを作製した。そして、一定の直流電圧を印加し、不織布の表面温度を計測することにより、導電パターンの発熱特

性を評価した。

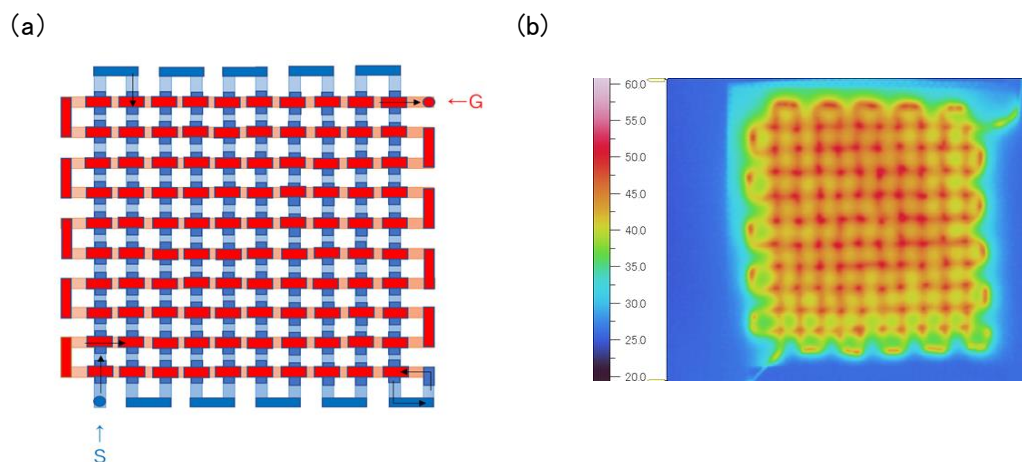


図1 導電パターンの発熱特性 (a) 模式図 (b) 表面温度

(2) 不織布表面における銀デンドライトの創製

独自の実験系を構築し、直流電圧を印加することにより、不織布表面に銀デンドライトの創製を実現させた。また銀デンドライトの整列化による導電パターンを形成するために、電極の形状設計により電界集中を意図的に作り出し、銀デンドライトの生成位置を制御することを実現した。

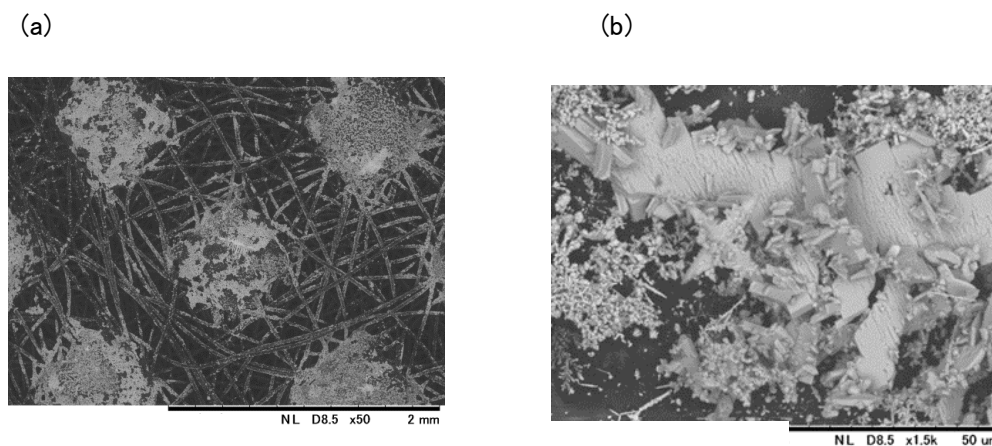


図2 不織布表面に創製した銀デンドライトのSEM画像

(3) 銀デンドライトの電気的特性評価とスマートテキスタイルへの応用検討

上記で作製したものをを用いて、通電実験により電気的特性を評価した。これより銀デンドライトからなる導電通路の形成が実現でき、スマートテキスタイルとしての応用可能性を示した。なお、導電性のばらつきについて改善する必要がある。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究の結果に踏まえて、今後は銀デンドライトの形態制御を実現できれば、導電性のさらなる向上が期待できると考えられる。これより、日常生活の個人熱マネジメントや人体特定部位への温熱治療から臨場感溢れる仮想現実への応用まで広範囲に期待されているウェアラブルデバイスへの開発にも大きく貢献できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者はこれまでにナノ材料の創製・特性評価・応用展開に関する研究を取り組んできた。今回の研究は蓄積した知識と経験のもとで、スマートテキスタイルへの革新的創製を狙い、イオンの移動を意図的に利用することで、不織布の表面に銀デンドライトからなる導電パターンを形成するものである。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- (1) 増川史朗, 菅原隆寿, 李淵, イオンマイグレーションを活用した導電性不織布の新規開発に関する研究, 第13回日本複合材料会議(JCCM-13, 2D11), 2022
- (2) Y. Li, Fabrication of Metal-based Nanoparticles for Electrically Conductive Fabrics, 17th Asia-Pacific Conference on Fracture and Strength 13th Conference on Structural Integrity and Failure (APCFS & SIF 2012)

7 補助事業に係る成果物

- (1) 補助事業により作成したもの

特になし

- (2) (1)以外で当事業において作成したもの

特になし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 東北学院大学工学部(トウホクガクインダイガクコウガクブ)

住 所: 〒984-0075

宮城県仙台市若林区清水小路3-1

担 当 者: 准教授 李 淵(リ ユエン)

担 当 部 署: 材料信頼性工学研究室(ザイリョウシンライセイコウガクケンキュウシツ)

E - m a i l: liyuan@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

U R L: <http://www.ipc.tohoku-gakuin.ac.jp/yuanlab/>