

補助事業番号 2018M-144
補助事業名 平成30年度 可視光透過型フレキシブル熱電発電シートの開発補助事業
補助事業者名 長岡技術科学大学 産学融合特任准教授 溝尻 瑞枝

1 研究の概要

太陽光の未利用エネルギーである、近赤外光を熱電変換に有効利用するため、可視光は透過し、近赤外光は熱エネルギーとして熱電変換に利用するための、デバイス開発を目的とする。発電デバイスは、窓等へ容易に添付可能なフレキシブルシート状であり、可視光を最高利用し、近赤外光を熱電変換に利用するための屈折回折複合マイクロレンズアレイの設計と大面積作製プロセスを創製する。屈折回折複合マイクロレンズは、太陽光の可視光と近赤外光を分波集光する機能を有し、可視光は発電シートを透過させ、近赤外光は熱電発電高音部に集光して熱電発電に用いることで、増加する消費電力を補うための環境発電技術として期待できる。

2 研究の目的と背景

太陽光エネルギーの約40%を占める近赤外光は、光電発電に利用できないだけでなく、変換素子を加熱してその性能を低下させる問題がある。未利用熱エネルギーを有効活用することで、増加する電力消費を補う技術としての社会貢献が期待できる。

3 研究内容

(1) 薄膜熱電発電デバイスの開発

<https://mcweb.nagaokaut.ac.jp/~mizoshiri/research.html> (URL)

本研究では、より高いフレキシブル性を有する薄膜熱電発電デバイスの作製を目指し、マイクロフレネルレンズを用いたフレキシブル薄膜熱電発電デバイスを提案し、その作製プロセスを検討した。高次回折モードを利用したフレネルレンズは半球型レンズと同等の集光特性を有する一方、薄型化が可能であるため、高いフレキシブル性を有すると期待できる。

図1に作製するデバイスの概略図を示す。熱電材料にCu/Cu-Ni (p型/n型)を用い、88対の熱電対を配置した。熱電対の半径は1mmとした。基板にはフレキシブル性を持つpolyethylene naphthalate (PEN)基板を利用した。

作製した薄膜熱電対を図2(a)に示す。Cu, Cu-Ni薄膜は高周波 (Radio-frequency, RF) マグネトロンスパッタ法により成膜し、リフトオフ法により形成した。Cu, Cu-Ni薄膜はそれぞれRF出力40 W, 30 W, とし、Arガス圧力0.5 Pa, 1.0 Pa, の条件で10 min成膜を行った。その結果、設計通りの薄膜熱電対の作製に成功した。次に、提案したマイクロフレネルレンズアレイの作製方法を図2(b)に示す。レンズは、半径1mm, 高さ20 μ m, 焦点距離1.25 mmと設計した。フォトリソ (SU-8 3050) をガラス基板にスピンコートし、フェ

ムト秒レーザによりレンズアレイをレジスト内部に描画し、現像する。その後、PDMS (polydimethylsiloxane)にて型を取り、その型にエポキシ樹脂を充填させることによって樹脂性レンズアレイを作製する。最後に、薄膜熱電デバイスとレンズを組み合わせて完成させる。

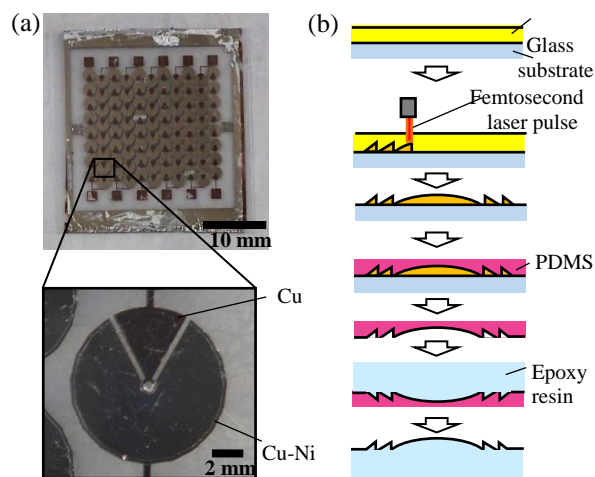
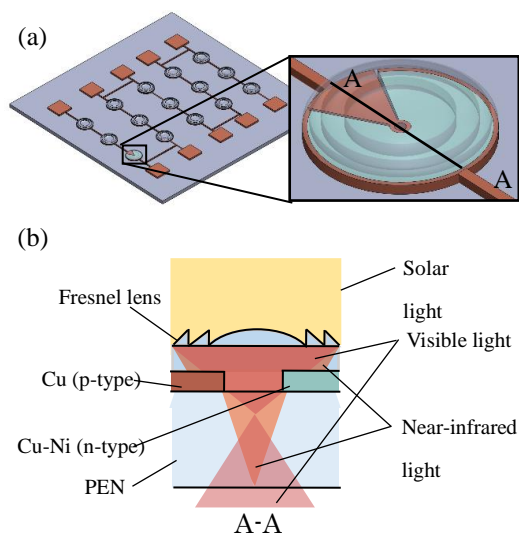


図 1(a)作製するデバイスの概略図と(b)断面図。 図 2(a)作製した熱電対と(b)デバイス作製手順。

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

太陽光中の近赤外光は、室内や車両の加熱を防ぐため、近赤外吸収フィルタを窓ガラスへ貼付して、その入射を防止してきたが、エネルギー源として有効利用されていなかった。本事業で開発するフレキシブル熱電発電シートは、従来の近赤外光カットフィルタとの高機能化とも位置付けられ、可視光は従来通り採光利用し、近赤外光は熱電発電へ利用できる。IoT (Internet of Things) 社会において、需要があるセンサの自立駆動源として利用できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまでに、最高ガラス上へ可視光透過型熱電発電デバイスの作製に取り組んできたが、①直接採光ガラス基板上へ作製するプロセスであったこと、②近赤外光の分波集光にガラス微小球レンズによる色収差を利用したため、シート化できなかったこと、の2点の理由から大面積化が困難であった。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

論文

1. 青井亮, 溝尻瑞枝, 「マイクロレンズを付与したフレキシブル熱電発電デバイスの作製」,

平成30年度技学セミナー概要集.

学会発表

1. 青井亮, 溝尻瑞枝, 「マイクロレンズを付与したフレキシブル熱電発電デバイスの作製」,
平成30年度技学セミナー, 2018年8月9日.

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

平成30年技学セミナーの予稿集 (未公開につき開催URLのみ)

https://mcweb.nagaokaut.ac.jp/j/kousen/kousen_meeting/kousen_meeting_2018/gigaku_seminar2018

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名 : 長岡技術科学大学 産学融合トップランナー養成センター (兼) 機械
創造工学専攻 マイクロ・ナノプロセス応用研究室

(ナガオカギジュツカガクダイガク サンガクユウゴウトップランナー
ヨウセイセンター マイクロ・ナノプロセスオウヨウケンキュウシツ)

住 所 : 〒940-2188

新潟県長岡市上富岡町1603-1 機械建設1号棟401号室

担 当 者 : 溝尻 瑞枝 (ミゾシリ ミズエ)

担 当 部 署 : 産学融合特任准教授 (サンガクユウゴウトクニンジュンキョウジュ)

E - m a i l : mizoshiri@mech.nagaokaut.ac.jp

U R L : <https://mcweb.nagaokaut.ac.jp/~mizoshiri/>