

様 式 F-7-1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成30年度）

			機関番号	14603
所属研究機関名称 奈良先端科学技術大学院大学				
研究 代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	助教		
	氏名	上沼 睦典		

1. 研究種目名 基盤研究(C)(一般)

2. 課題番号 18K04939

3. 研究課題名 アモルファスまたは微結晶酸化物半導体の熱電応用に関する研究

4. 補助事業期間 平成30年度～令和2年度

5. 研究実績の概要

本研究では、熱電変換素子の適応範囲を広げるため、既存材料とは異なる利用価値のある材料に対して基礎的な物性の評価や実デバイス応用に向けた動作実証の検証を目的としている。特に、研究報告の少ないガラスのようなアモルファス酸化物材料に着目し、アモルファス酸化物半導体熱電素子実現に必要な材料やプロセスを開発し、熱電応用に対するポテンシャルを検証する。初年度は、InGaZnO薄膜に対して、成膜条件、組成比、結晶性をそれぞれ変化させ、膜の物性を評価した。まず、スパッタによって成膜する際の、RF電力・ターゲット距離・圧力に対して熱電特性の変化を評価した結果、熱電特性は成膜圧力に対して大きく変化する傾向を示した。ホール移動度及びキャリア密度、ゼーベック係数の温度依存性を評価し、パーコレーションモデルによる理論解析を実施した。最適な成膜圧力を選択することで、膜中欠陥によるポテンシャル障壁が下がり、移動度の向上と温度依存性が大きく変化したことが要因であると示唆された。また、組成比In:Ga:Zn=2:2:1のInGaZnO膜に対し、Inをリッチにした2:1:1のターゲットを用いて成膜した結果、それぞれの移動度は約12.9 cm²/Vs、26.5 cm²/Vsであり、熱電性能も移動度の増加に伴い増加することが明らかとなった。さらに、アモルファス状態と微結晶状態のInGaZnO膜に対して、熱電特性を評価した結果、アモルファス膜の方が窒素雰囲気中のアニールによるキャリア密度制御が容易であった。一方、微結晶膜は水素アニールにより熱電特性が大きく向上することが明らかとなった。また、実用化に向けたデバイスの試作を実施した。PEN基板上での薄膜型熱電素子の構造の最適化をおこない、InGaZnO膜及びMo電極を利用したUni-leg型の薄膜熱電素子を提案し動作実証に成功した。

6. キーワード

熱電発電 薄膜 アモルファス

7. 現在までの進捗状況

区分	(2) おおむね順調に進展している。
理由	本研究では、アモルファス酸化物半導体の熱電素子実現に必要な材料やプロセスを開発し、熱電応用を検証している。アモルファスInGaZnO薄膜の熱電性能が成膜条件や組成で制御可能であることが明らかとなり、計画通りに進んでいる。また、薄膜の熱電デバイス応用に向けた素子構造を提案し、フレキシブル基板上で動作実証しており、応用に向けた実験についても順調に進んでいる。

2 版

8. 今後の研究の推進方策

アモルファス酸化物半導体の熱電特性向上のためInGaZnOとは異なる元素を用いたアモルファス酸化物半導体薄膜について評価を進める。さらに界面制御による特性の改善も実施する。薄膜型熱電デバイスの試作においては、放熱を考慮した素子設計や電力密度向上に向け取り組む。

9. 次年度使用が生じた理由と使用計画

次年度使用額が無いため、記入しない。

10. 研究発表（平成30年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Uenuma M., Felizco J. C., Senaha D., Uraoka Y.	4. 巻 1052
2. 論文標題 Transparent Thin Film for Energy Harvesting	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012011～012011
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1742-6596/1052/1/012011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 Umeda K., Uenuma M., Senaha D., Felizco J. C., Uraoka Y., Adachi H.	4. 巻 1052
2. 論文標題 Amorphous Thin Film for Thermoelectric Application	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012016～012016
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1088/1742-6596/1052/1/012016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 —

1. 著者名 Uenuma Mutsunori, Umeda Kenta, Felizco Jenichi, Senaha Daiki, Uraoka Yuki haru	4. 巻 48
2. 論文標題 Flexible TEG Using Amorphous InGaZnO Thin Film	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 1971~1975
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11664-018-06854-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 —

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Jenichi Felizco, Mutsunori Uenuma, Daisuke Senaha, Kenta Umeda, Yasuaki Ishikawa, Yuki haru Uraoka
2. 発表標題 Single Crystalline InGaZnO Nanowires for Potential Thermoelectric Applications
3. 学会等名 37th/16th International and European Conference on Thermoelectrics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 梅田鉄馬, 上沼睦典, 藤本裕太, 石河泰明, 木村睦, 浦岡行治, 足立秀明
2. 発表標題 透明半導体を用いた薄膜熱電変換素子
3. 学会等名 第15回日本熱電学会学術講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jenichi Felizco, Mutsunori Uenuma, Daisuke Senaha, Kenta Umeda, Yasuaki Ishikawa, Yuki haru Uraoka
2. 発表標題 Thermoelectric Properties of Bimetal-catalyzed InGa03(Zn0)4 Nanowire
3. 学会等名 第79回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2018年

2 版

1. 発表者名 梅田鉄馬, 上沼睦典, Jenichi Felizco, 石河泰明, 浦岡行治, 足立秀明
2. 発表標題 アモルファスInGaZnOを用いた透明フレキシブル薄膜熱電変換素子
3. 学会等名 薄膜材料デバイス研究会 第15回研究集会 TFMD2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村川星斗, 上沼睦典, 梅田鉄馬, Jenichi Felizco, 石河泰明, 浦岡行治
2. 発表標題 pn接合を有する熱電薄膜の熱起電力評価
3. 学会等名 第66回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件／うち取得0件）

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

—

1 4. 備考

—