

様 式 F - 7 - 2

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 若手研究(B) 4. 補助事業期間 平成26年度～平成27年度
5. 課題番号

2	6	8	7	0	3	7	0
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 生体超分子の自己組織化ナノ構造設計による高効率熱電材料の開発

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
2 0 5 4 9 0 9 2	ウエヌマ ムツノリ	物質創成科学研究科	助教
	上沼 睦典		

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

熱電発電素子においてナノ構造制御は重要な要素の一つである。一方、ナノ材料である生体超分子には、自己組織化能力や均一構造の利点があるため、機能的ナノ構造を形成することで熱電性能の向上が期待できる。本研究では、粒子間隔を制御するためにPEG修飾フェリチンを用いた。当初、熱電母体材料としてBiTeを用いる予定だったが、タンパク除去工程でBiTe表面が酸化され、熱電性能が低減することが明らかとなった。そのため、タンパク除去工程での影響がない酸化物熱電材料に転換した。また、ナノ粒子の効果のみを評価する必要があるため、粒界の影響を受けない非晶質材料を選択し、アモルファスInGaZnO(a-IGZO)を用いた。IGZOは透明・フレキシブル化が可能な酸化物半導体であり、ディスプレイ応用として広く研究されているが、熱電特性はほとんど評価されていなかった。そこで、まずa-IGZO薄膜の基礎的熱電特性評価を行った。キャリア密度を制御することで熱電性能が最大となる条件を明らかにした。さらに、パーコレーションモデルを利用した理論解析により測定結果が説明できることを示した。この酸化膜に対しフェリチンナノ粒子を埋め込み、熱電性能の評価を行った。ナノ粒子材料には酸化鉄、酸化コバルト、酸化インジウム、金、白金を用いた。ナノ粒子導入により、導電率は増加し、ゼーベック係数は減少した。導電率向上の効果が大きかったため、熱電性能(PF)値は約2倍に増加した。吸着密度を制御した結果、密度が高いほど性能向上がみられた。この向上効果は、ナノ粒子の材料元素による効果ではなく、ナノ構造により形成されたa-IGZO/基板界面での欠陥が影響していると考えられる。また、キャリア密度を最適化したa-IGZOを用いてITOを対電極とする薄膜熱電素子を試作し、透明熱電素子として利用可能であることを示した。

10. キーワード

- (1) 熱電素子 (2) 生体超分子 (3) アモルファス (4) _____
 (5) _____ (6) _____ (7) _____ (8) _____

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(1/6)

11. 研究発表

(雑誌論文) 計(2)件/うち査読付論文 計(2)件 (最終年度分)

/うち国際共著論文 計(0)件 (最終年度分) /うちオープンアクセス 計(1)件 (最終年度分)

著者名		論文標題				
Yuta Fujimoto, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka		Analysis of thermoelectric properties of amorphous InGaZnO thin film by controlling carrier concentration floating gate				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
AIP advance	有	5	2 0 1 5	097209-1	-	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)						
10.1063/1.4931951						
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)						

著者名		論文標題				
Yuta Fujimoto, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka		Improvement of Thermoelectric Properties of a-InGaZnO Thin Film by Optimizing Carrier Concentration				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Journal of ELECTRONIC MATERIALS	有	45	2 0 1 5	1377	-	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)						
10.1007/s11664-015-4039-3						
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						

(学会発表) 計(11)件/うち招待講演 計(1)件 (最終年度分) /うち国際学会 計(7)件 (最終年度分)

発表者名		発表標題	
Yuta Fujimoto, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka		Thermoelectric Properties of a-InGaZnO Thin Film	
学会等名	発表年月日	発表場所	
International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai(国際学会)	2015年06月04日 ~ 2015年06月05日	龍谷大学(京都府京都市)	

(課題番号: 26870370)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(2/6)

発表者名	発表標題	
Yuta Fujimoto, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Yukiharu Uraoka	Improved Thermoelectric Properties by Control of Nanoparticles in Thin Film	
学会等名	発表年月日	発表場所
INTERNATIONAL CONFERENCE ON THERMOELECTRICS(国際学会)	2015年06月28日 ~ 2015年07月02日	Dresden (Germany)

発表者名	発表標題	
藤本裕太, 上沼睦典, 石河泰明, 浦岡行治	a-InGaZnO 薄膜の熱電特性におけるキャリア密度の影響 a-InGaZnO 薄膜の熱電特性におけるキャリア密度の影響 a-InGaZnO 薄膜の熱電特性におけるキャリア密度の影響 a-InGaZnO 薄膜の熱電特性におけるキャリア密度の影響	
学会等名	発表年月日	発表場所
第 12 回日本熱電学会学術講演会	2015年09月07日 ~ 2015年09月08日	九州大学筑紫地区総合研究棟(福岡県春日市)

発表者名	発表標題	
何超, 上沼睦典, 藤本裕太, 石河泰明, 山下一郎, 浦岡行治	ナノ粒子制御による熱電特性の改善	
学会等名	発表年月日	発表場所
第76回応用物理学会秋季学術講演会	2015年09月13日 ~ 2015年09月16日	名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)

発表者名	発表標題	
Yuta Fujimoto, Mutsunori Uenuma, Yasuaki Ishikawa, and Uraoka Yukiharu	Characterization of Thermoelectric Properties of Amorphous InGaZnO Thin Film	
学会等名	発表年月日	発表場所
International Workshop on DIELECTRIC THIN FILMS FOR FUTURE ELECTRON DEVICES(国際学会)	2015年11月02日 ~ 2015年11月04日	日本科学未来館(東京都江東区)

発表者名	発表標題	
Mutsunori Uenuma, Chao He, Naofumi Okamoto, Ichiro Yamashita, and Yukiharu Uraoka	Two dimensional ordered array of PEGylated ferritin	
学会等名	発表年月日	発表場所
International chemical congress of Pacific Basin Societies 2015(国際学会)	2015年12月15日 ~ 2015年12月20日	Honolulu(USA)

発表者名	発表標題	
Mutsunori Uenuma, Chao He, Ichiro Yamashita, and Yukiharu Uraoka	Improved Thermoelectric Properties Using Protein Assisted Nanostructure	
学会等名	発表年月日	発表場所
International Conference on Organic and Hybrid Thermoelectrics (国際学会)	2016年01月18日 ~ 2016年01月20日	京都テルサ(京都府京都市)

発表者名	発表標題	
Mutsunori Uenuma, Yuta Fujimoto, and Yukiharu Uraoka	Thermoelectric Properties of Amorphous Oxide Thin Films	
学会等名	発表年月日	発表場所
EMN Meeting on Thermoelectric Materials(招待講演)(国際学会)	2016年02月21日 ~ 2016年02月25日	Orlando(USA)

発表者名	発表標題	
藤本裕太, 上沼睦典, 多和勇樹, 岡本尚文, 石河泰明, 山下一郎, and 浦岡行治	Improved Thermoelectric Properties of a-InGaZnO Thin Film by using nanostructure	
学会等名	発表年月日	発表場所
EMN Meeting on Thermoelectric Materials(国際学会)	2016年02月21日 ~ 2016年02月25日	Orlando(USA)

発表者名	発表標題	
多和勇樹, 上沼睦典, 藤本裕太, 岡本尚文, 石河泰明, 山下一郎, 浦岡行治	PEGフェリチンを用いた無機ナノ粒子の分散配置	
学会等名	発表年月日	発表場所
第63回応用物理学会春季学術講演会	2016年03月19日 ~ 2016年03月22日	東京工業大学(東京都目黒区)

発表者名	発表標題	
藤本裕太, 上沼睦典, 多和勇樹, 岡本尚文, 石河泰明, 山下一郎, 浦岡行治	熱電応用に向けたPEG修飾フェリチンによるナノ構造形成	
学会等名	発表年月日	発表場所
第63回応用物理学会春季学術講演会	2016年03月19日 ~ 2016年03月22日	東京工業大学(東京都目黒区)

〔図書〕計(0)件(最終年度分)

著者名	出版社		
書名		発行年	総ページ数

12. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕計(0)件(最終年度分)

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

(取得) 計(0)件 (最終年度分)

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

13. 科研費を使用して開催した国際研究集会

(国際研究集会) 計(0)件 (最終年度分)

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

14. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究: -

15. 備考

--