

様 式 C-7-1

令和2年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

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

1. 研究種目名

基盤研究(B)(一般)

2. 課題番号

19H02601

3. 研究課題名

アモルファス酸化物半導体における熱輸送に着目した高性能フレキシブル熱電素子の研究

4. 研究期間

令和元年度～令和3年度

5. 領域番号・区分

—

6. 研究実績の概要

Zn系酸化物薄膜の熱電性能向上を目的とし、原子層堆積法による多元素積層技術と結晶性の影響および薄膜トランジスタ構造による効果を研究し、以下の成果を得た。

1、原子層堆積法により、ZnO層とHfO2層及びTiO2層の積層構造を作製し、その電気伝導度およびゼーベック係数を評価した。ZnO薄膜にHfO2層を挿入することで電気伝導度およびゼーベック係数の熱サイクル安定性の向上を実現した。XPSにより膜中酸素結合を評価し、熱サイクル後のHfO2層挿入膜は、酸素欠陥由来の結合の増加が抑制されていることを見出した。

2、InGaZnO薄膜に対し非晶質および微結晶による熱電特性の違いと水素含有雰囲気での熱処理効果の影響を明らかにした。c軸配向膜に一部ランダム配向を含む膜では、非晶質やc軸配向膜に比べて水素の取り込みにより熱電性能が大幅に変化することを見出した。

3、非晶質InGaZnO薄膜をチャネルとする薄膜トランジスタ構造における蓄積層の電気伝導度およびゼーベック係数を評価し、薄膜に比べ熱電性能が向上することを明らかにした。チャネル長が900 μmである薄膜トランジスタから得られた電気伝導度及びゼーベック係数の結果に対し、パーコレーション伝導を取り入れたKamiya-Nomura modelからポテンシャル障壁の違いにより実験結果が説明できることを明らかにした。非晶質InGaZnO薄膜では、膜中のポテンシャル障壁の高さに大きな分散が存在することに対し、薄膜トランジスタの蓄積状態では、ポテンシャル障壁の分散が小さいことを示した。さらに、熱電性能の向上とポテンシャル障壁によるエネルギーフィルタリング効果が関連していることを示した。

7. キーワード

金属酸化物 熱電素子 フレキシブル基板 薄膜トランジスタ

8. 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
本研究は酸化物薄膜の熱電素子への応用とそのメカニズム解明を目指した研究であるが、電気伝導度や熱伝導率において、従来の値の1桁以上の高い熱電性能の結果を実証できた。

2 版

9. 今後の研究の推進方策

今後は、金属酸化物の熱電応用をめざして、提案書に記載した計画通りに進めてゆきたい。つまり、材料の合成、デバイス作製、性能評価などの工程を繰り返し実行したい。特に最終年度は、デバイス構造も工夫して、その可能性をさぐりたい。これまでの成果も合わせて、目標である金属酸化物薄膜材料の熱電素子への応用による優位性と可能性についてまとめてゆきたい。

10. 研究発表（令和2年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件／うち国際共著論文 1件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Felizco Jenichi Clairvaux, Uenuma Mutsunori, Ishikawa Yasuaki, Uraoka Yukiharu	4. 巻 527
2. 論文標題 Optimizing the thermoelectric performance of InGaZnO thin films depending on crystallinity via hydrogen incorporation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Surface Science	6. 最初と最後の頁 146791～146791
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.apsusc.2020.146791	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 —

1. 著者名 Felizco Jenichi, Juntunen Taneli, Uenuma Mutsunori, Etula Jarkko, Tossi Camilla, Ishikawa Yasuaki, Tittonen Ilkka, Uraoka Yukiharu	4. 巻 12
2. 論文標題 Enhanced Thermoelectric Transport and Stability in Atomic Layer Deposited-HfO ₂ /ZnO and TiO ₂ /ZnO-Sandwiched Multilayer Thin Films	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Materials & Interfaces	6. 最初と最後の頁 49210～49218
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acsmi.0c11439	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 該当する

1. 著者名 Corsino Dianne C., Bermundo Juan Paolo S., Kulchaisit Chaayanan, Fujii Mami N., Ishikawa Yasuaki, Ikenoue Hiroshi, Uraoka Yukiharu	4. 巻 2
2. 論文標題 High-Performance Fully Solution-Processed Oxide Thin-Film Transistors via Photo-Assisted Role Tuning of InZnO	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Electronic Materials	6. 最初と最後の頁 2398～2407
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1021/acsaem.0c00348	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 —

1. 著者名 Safaruddin Aimi Syairah, Bermundo Juan Paolo Soria, Yoshida Naofumi, Nonaka Toshiaki, Fujii Mami N., Ishikawa Yasuaki, Uraoka Yukiharu	4. 巻 41
2. 論文標題 Improvement in Bias Stress Stability of Solution-Processed Amorphous InZnO Thin-Film Transistors via Low-Temperature Photosensitive Passivation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Electron Device Letters	6. 最初と最後の頁 1372~1375
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LED.2020.3011683	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 —

1. 著者名 Takahashi Takanori, Fujii Mami N., Miyanaga Ryoko, Miyanaga Miki, Ishikawa Yasuaki, Uraoka Yukiharu	4. 巻 13
2. 論文標題 Unique degradation under AC stress in high-mobility amorphous InWZnO thin-film transistors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Physics Express	6. 最初と最後の頁 054003~054003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1882-0786/ab88c5	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2件（うち招待講演 1件／うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Mutsunori Uenuma, Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Bayesian optimization and expected hyper volume improvement for SiO ₂ /GaN capacitor
3. 学会等名 International Conference on Solid State Devices and Materials (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yukiharu Uraoka
2. 発表標題 Hot Carrier Degradation in High Mobility Metal Oxide Thin Film Transistors
3. 学会等名 SID2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

2 版

〔図書〕 計1件

1. 著者名 浦岡行治他	4. 発行年 2020年
2. 出版社 株式会社 情報機構	5. 総ページ数 596 (うちp.386-388,p.471-472)
3. 書名 マテリアルインフォマティクス Q&A集	

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

—