

秋田県立大学「人類の持続可能な発展に資する科学技術」
「苗」研究のエントリーシート

| | | | |
|---|---|------|--------------------------|
| 研究テーマ | 酸化物熱電変換材料の開発及びモジュール信頼性に関する研究 | | |
| 研究代表者 | 山口博之 | 役職 | 准教授 |
| フリガナ | ヤマグチ ヒロユキ | 学位 | 博士（理学） |
| 学科等 | 電子情報システム | Eメール | yamaguchi@akita-pu.ac.jp |
| 主な共同研究者(学内) | 長南安紀（電子情報システム学科）Eメール: chonan@akita-pu.ac.jp | | |
| 主な共同研究者(学外) | 杉山重彰（秋田県産業技術センター） | | |
| 研究の内容 | | | |
| <p>2011年の大地震に伴う原発事故以来、新エネルギーとしての再生可能エネルギーの開発が急務となっており、その次世代の発電方法として熱電変換による発電が候補に挙がっている。熱電変換とはゼーベック効果を利用し、熱（温度差）を直接電気エネルギーに変換するものであるため、熱電変換素子による発電モジュールには駆動部分が無い。そのため小型化が容易であり、発電効率も規模の大小に依存しない。従って、既存の工場や発電所、焼却炉、自動車の排気ガス等から排出され大量に分散した廃熱を再利用し電気エネルギーとして回収できる点で優れている。また、その機構上CO2ガスを発生させない事から環境にも優しくその点からも次世代のエネルギー技術として注目されている。</p> <p>熱電発電は様々な温度領域での実用化が求められており、低温領域(<200℃)では温泉の熱と沢水で発電する温泉発電が、中高温領域(>500℃)では自動車の排気ガス、焼却炉等大気中に捨てられている熱を用いることができる。現在、室温付近での熱電変換モジュールには、変換効率の優位性から、ビスマステルル系の材料が用いられている。ただし、毒性があることと、高温大気中では使用できないという課題がある。これに対し、酸化物熱電変換材料は高温中でも安定なため中高温領域での実用化に適しており、注目されている。酸化物熱電変換材料は省資源、環境適合性、安価の点でも優位性を持ち、魅力的である。</p> <p>酸化物熱電変換材料の課題としては、変換効率がまだ十分に高められていない点があげられる。熱電変換効率は無次元性能指数$ZT = S^2 \sigma / \kappa$ で評価されるので、熱電性能の向上には「ゼーベック係数Sおよび電気伝導度σ」向上と「熱伝導率κ」抑制の両立が重要な要素となる。また、舟橋（産総研、株式会社TESニューエナジー）らによる一部の実用化例を除けば、酸化物熱電変換材料のモジュールへの応用例が少なく、モジュール化した際の長期的な信頼性に関する研究は十分になされていない。本研究では、以下のようなアプローチにより、これらの課題に対処していく。</p> <p>熱電変換酸化物セラミクス合成プロセスの最適化 ドーパントおよびドーピングレベルの最適化 共ドーピング 通電過熱焼結 結晶粒構造、界面の制御 熱電変換酸化物単結晶育成 TSFZ法、フラックス法による単結晶育成および評価</p> <p>熱電変換酸化物薄膜の配向性向上 ゾルゲル法、PLD法をによる薄膜作製プロセスの工夫</p> <p>モジュールの試作および信頼性向上 熱電変換酸化物への配線接合箇所構造解析および安定性向上</p> | | | |

研究の独自性・アピール点

共ドーピングでは、固溶度の向上など単ドーピングでは見られなかった副次的な効果が表れる場合が少なくない。またセラミクスにおいては、通常ジレンマの関係にある熱伝導率の抑制および電気伝導率の向上という二つの要求を、同時に満たすことも可能である。(業績1) これらは結晶粒の径・構造、界面の影響が大きく、これらを明らかにすることが本研究でも重要なウエイトをしめる。また実用化の際、変換モジュール本体の主役になると考えられるのはセラミクス試料だが、これについては配向性の向上が変換効率改善のカギとなる。我々はすでにセラミクス、ゾルゲル膜、PLD薄膜において、合成プロセスを工夫し、結晶配向性を高める成果を得ており、今後さらに追究していく。一方、酸化物をモジュール化した際、素子の信頼性を左右する重要なポイントの一つとなるのが、セラミクス本体と配線の接合安定性である。これに関する報告はまだほとんどなされていないが、銅配線に関して行ってきたこれまでの研究成果(業績2)を利用しながら、接合部の構造力学を追求する。

期待される成果・波及効果

酸化物熱電材料による効率的な廃熱のエネルギーの再利用技術の開発によって省エネルギー化と新しい産業創成が可能となる。

関連する主な業績

- 1) Thermoelectric properties of ZnO ceramics co-doped with Al and transition metals, Hiroyuki Yamaguchi, Yasunori Chonan, Manabu Oda, Takao Komiyama, Takashi Aoyama and Shigeaki Sugiyama, JOURNAL OF ELECTRONIC MATERIALS Volume 40, Number 5 (2011), pp. 723-727.
- 2) Analyses of Interfacial Structures and Reliability at the Solder Joints between Plated Ni Film and Solder, Yasunori Chonan, Takao Komiyama, Jin Onuki, Ryoichi Urao, Takashi Kimura, and Takahiro Nagano, Materials Transactions, , Vol 43, No. 8(2002) pp. 1840-1846.

キーワード

新エネルギー、省資源