

様式2

平成29年度 生体医歯工学共同研究実施報告書

| | |
|-------|------|
| 受理年月日 | |
| 受理番号 | 2060 |

平成 30 年 3 月 14 日

生体医歯工学共同研究拠点 研究所長会議 議長 殿

申請者(代表者)

所属機関 宇宙航空研究開発機構
 職 名 教授
 氏 名 稲富 裕光 印
 勤務先所在地 〒252-5210 神奈川県相模原市中央区
 由野台3-1-1
 電話番号 050-3362-5180
 FAX番号 042-759-8808
 E-mailアドレス inatomi.yuko@jaxa.jp

下記により、共同研究の実施報告を致します。

記

| | | | |
|-------------------|---|------|---------|
| 研究題目 | (和)熱電材料の開発と生体応用 (英)Development of thermoelectric materials for bio-application | | |
| 研究領域 | 1. 生体材料に関する基礎・応用研究 2. 生体工学に関する基礎・応用研究 3. 生体機能分子に関する基礎・応用研究 ④化学・電気・機械・材料工学の生体応用研究 | | |
| 研究期間 | 平成 29 年 6 月 1 日 ~ 平成 30 年 3 月 31 日 | | |
| 研究組織 | | | |
| 氏名 | 所属機関・部局等 | 職名 | 役割分担 |
| 稲富裕光 | 宇宙航空研究開発機構 | 教授 | 研究統括、評価 |
| Nirmal Kumar | 宇宙航空研究開発機構 | 研究員 | 評価 |
| 石丸知邦 | 静岡大学・総合科学技術研究科 | 修士学生 | 結晶成長、評価 |
| 内海隼也 | 静岡大学・工学部 | 学部学生 | 結晶成長、評価 |
| M.Omprakash | 静岡大学・電子工学研究所 | 研究員 | 結晶成長、評価 |
| Ajay Singh | インド国バーバ原子研究センター | 研究員 | 結晶成長、評価 |
| D.K.Aswal | インド国国立物理研究室 | 所長 | 結晶成長、評価 |
| 志村洋介 | 静岡大学・電子工学研究所 | 助教 | 結晶成長、評価 |
| 池田浩也 | 静岡大学・電子工学研究所 | 准教授 | 結晶成長、評価 |
| 早川泰弘 | 静岡大学 電子工学研究所 | 教授 | 結晶成長、評価 |
| 生体医歯工学共同研究拠点内対応教員 | (共同研究をした教員名を記載) 静岡大学・電子工学研究所 教授 早川泰弘 | | |

研究成果

熱電デバイスは外部電力を要せず、クリーンで低環境負荷である等の優れた特長を有しており、温度差を有効に利用するデバイスとして期待されているが、熱電変換効率の向上が課題である。シリコンゲルマニウム(SiGe)は有害元素を含まず、耐熱性、耐酸化性に優れ、組成比の制御により熱電特性の制御が可能等の特長がある。本研究では、SiGe母体中にYSi₂異種ナノ結晶を意図的に導入することで、フォノン散乱を大きくして熱伝導率を小さくし、かつ電気伝導を阻害しない方法を検討した。

Si、Ge、Bの粉末を坩堝に入れ、ボールミリング法でp型Si₈₀Ge₂₀ナノ結晶を合成した後、1423 Kで1 h熱処理した。合成したSiGe粉末にY₂O₃粉末を混入し、真空ホットプレス法でSiGe結晶を合成した。Y₂O₃濃度を0 - 10 wt%の間で変化させ、Y₂O₃濃度が熱電特性に及ぼす効果を調べた。図1 (a),(b),(c)はそれぞれY₂O₃無添加SiGe結晶、Y₂O₃6 wt%添加SiGe結晶、SiGeとYSi₂結晶界面の透過電子顕微鏡写真、(d)は電子線回折パターンを示す。

Y₂O₃無添加試料では約 19 nmサイズのSiGeナノ結晶が形成した。Y₂O₃添加試料では約 16 nmサイズのYSi₂ドメインが形成された。SiGeとYSi₂ドメイン境界の格子定数不整合率は 3.16 %であり、比較的格子整合が良いことがわかった。電子線回折から晶帯軸は[-111]方向であった。図2と図3に熱伝導率と無次元性能指数(ZT)の温度依存性を示す。Y₂O₃ 6 at%添加SiGeは他試料よりも熱伝導率が低減し、ZT値は1100 Kで1.81と大きな値が得られた。これは、YSi₂異種ナノ結晶の混入によりフォノン散乱が抑制され、さらに格子整合の良い境界のため電気伝導度の低減が抑制された結果である。

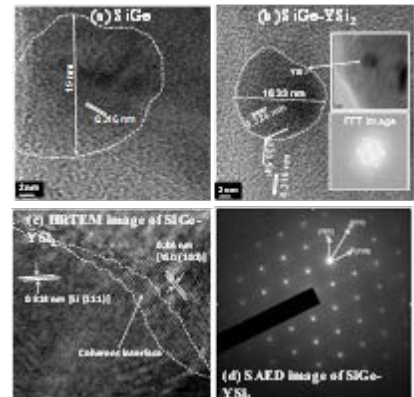


図1 SiGe 試料の
(a-c) 透過電子顕微鏡写真、
(d) 電子線回折パターン

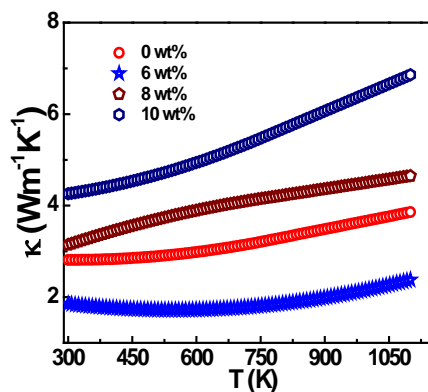


図2 Y₂O₃ 添加 SiGe の熱伝導率温度依存性

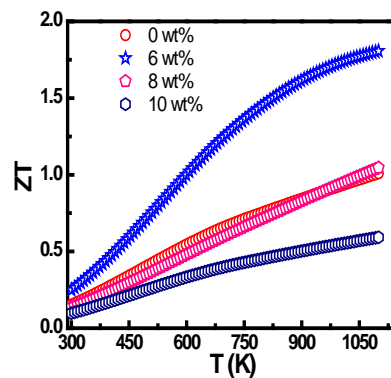


図3 Y₂O₃ 添加 SiGe の無次元性能指数温度依存性

使用した設備・資料・試料等

熱電特性評価装置、電気特性評価装置 X 線回折装置、ラマン散乱測定装置、走査電子顕微鏡観察装置、透過電子顕微鏡観察装置

本研究成果に関連する論文発表状況

講演リスト

- “Improved thermoelectric figure of merit in silicon germanium alloy”
Y.Inatomi, V.Nirmal Kumar, Y.Shimura and Y.Hayakawa
The 2nd International Symposium on Biomedical Engineering, A-9 (November 9-10, 2017, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan) (2017.11)
- “SiGe 熱電材料の開発”
志村洋介、石丸知邦、内海隼也、M.Omprakash、池田浩也、早川泰弘、Ajay Singh、D.K.Aswal、Nirmal Kumar、稲富裕光
2017 生体医歯工学共同研究拠点成果報告会,2-29, p.127 (2018年3月9日)
(東京工業大学 すずかけ台キャンパス (東京都).

| | | |
|------------------------|--|--------------------------|
| | 有 ・ <input checked="" type="radio"/> 無 | 拠点内対応教員とご相談の上ご記入ください。 |
| | | 継続の場合には次年度の研究計画をご記入願います。 |
| 次年度の研究計画(継続の場合) | | |
| | | |