

氏名(本籍)	おお ば まさ かず 大 場 正 和 (秋 田 県)		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 3974 号		
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	異種金属活用空間分離型熱電冷却の研究		
主 査	筑波大学(連携)教授 (産業技術総合研究所)	工学博士	矢 部 彰
副 査	筑波大学教授	工学博士	村 上 正 秀
副 査	筑波大学教授	博士(工学)	阿 部 豊
副 査	筑波大学助教授	博士(工学)	石 田 政 義
副 査	筑波大学(連携)助教授 (産業技術総合研究所)	博士(工学)	竹 村 文 男

論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、コンピュータの高性能化、小型化を実現するための電子デバイスの高熱流束除熱を実現するため、熱電素子の性能向上を図る研究である。本研究で独創的な点は、異種金属を π 型構造熱電素子の電極として活用し、異種金属によるペルチェ係数の違いを活用して、熱電素子の冷却性能を向上させる方法を提案した点である。オンザガーの関係式を用い、起電力特性を測定することにより、種々のパラメータの影響を受けやすいペルチェ係数の値を、再現性良く測定した。また、起電力特性を最大にする実験的研究、冷却特性の実験、高熱流束除熱の実験を行い、以下の結論を得た。

- (1) 起電力特性を求めることにより、異種金属を電極として用いる熱電素子に対して、ペルチェ係数に与える異種金属活用の効果を、実験的に明らかにすることができた。
- (2) 2種類の金属を電極として使用する熱電冷却素子では、発熱側が Pt 電極の場合、冷却側電極の金属として Pd が最も起電力が大きく、Au が次に大きく、同じ金属である Pt が最も小さくなり、この効果で、冷却性能も Pd が最も大きく、次に Au が大きく、Pt は一番小さいことを明らかにした。これにより、異種金属を活用することにより、熱電冷却素子の冷却特性を向上させることができた。
- (3) 3種類の金属電極を使用する場合には、Pt と Pd と Au を組み合わせることにより、起電力特性を2種類の場合より増大させることができ、この場合の冷却効果も2種類の場合より増大させることができた。これにより、3種類の金属電極を活用し冷却特性を向上させる熱電素子を、実証することができた。
- (4) Pt 電極 - n 型ビスマス・テルル半導体 - Pd 電極 - p 型ビスマス・テルル半導体 - Au 電極の3種類の金属電極を使う一組の熱電冷却素子を作成することにより、0.03 W/mm² の熱流束を除熱できることを実証した。
- (5) 異種金属を電極として活用する熱電素子により、n 型半導体部分と p 型半導体部分に温度差を生じさせ、これを活用し、n 型半導体部分全体を冷却できることを実証し、埋め込み型の熱電冷却素子の可能性を明らかにした。

審査の結果の要旨

異種金属の物性値の違いを活用し、特に、ゼーベック係数とペルチェ係数の違いに着目し、熱電冷却素子の性能向上を実現し、このメカニズムについて検討した点は高く評価される。また、再現性の得にくいペルチェ効果の実験を、オンザーガーの関係式を使って熱起電力の観点から実験的に検討し、体系的に解明した点も評価できる。しかしながら、まとめ方と発表の仕方、緻密な論文の書き方については、まだ改善すべき点が多い。常に向上心を持って努力することが、強く期待される。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。