

革新的熱回収・量産技術による普及型熱電デバイスの開発

Thermoelectric device by innovative heat recovery and mass production technology

研究開発の背景

トリリオン・センサ時代における小型センサーや通信機を駆動する「大量にばら撒ける」熱電発電デバイスの実現を目指す。そのためには、以下が課題である。

- ◆ 室温付近の数十℃の温度差で100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ オーダーの発電ができることと。
- ◆ 超量産に耐えうる材料・プロセスからなること。

材料の熱電性能指数よりも、費用対効果と熱回収率が本質である。ただし、自律分散デバイスでは能動的な冷却様式は使えないため、自然放熱機構の革新が必須である。

研究開発の内容と目標

左記を踏まえて本研究では、(i)超量産に耐えうる材料系革新し、(ii)受動的な冷却様式で高い熱伝達率の達成し、(iii)高い密度での素子の集積化を達成することを目指している。

そのために、以下の研究を行う。

- シリコン系材料と安価金属を複合した $ZT=0.5$ @室温を超えるバルク材料を開発
- 凝縮水を作って毛細管現象により誘導し気化させる技術を利用した受動的冷却法を開発
- 熱電発電部、パワーマネジメント部、センシング部、無線送信部の熱設計と電気回路設計による高集積デバイスの開発

研究開発項目

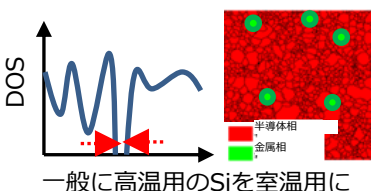
- 狭バンドギャップシリサイドと安価金属をナノ複合化した熱電材料作製技術の開発
- 量産型シリコンと安価金属をナノ複合化した熱電材料作製技術の開発
- 乾燥空気から水を自然採取して気化熱を利用して冷却する放熱技術の開発
- センシング/データ通信と一体型の小型熱電デバイスの開発

研究開発の実施体制

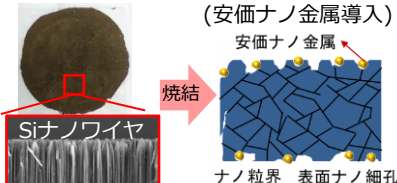
- 東ソー株式会社
- 国立大学法人 名古屋工業大学
- 国立大学法人 東京大学
- 学校法人 早稲田大学

熱電材料の革新

材料系①:狭バンドギャップシリサイドと安価金属のナノ複合材料



材料系②: 量産型シリコンと安価金属のナノ複合材料
ウエハサイズ



超量産プロセス確立

- ・ Si熱電では世界トップ性能のシーズ技術を応用
- ・ 費用対効果を指標にした材料開発

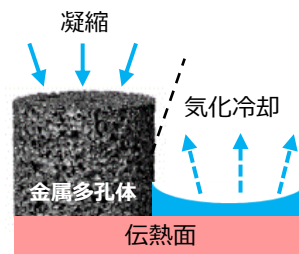
(i) シリコン系材料と安価金属を複合した $ZT=0.5$ @室温を超えるバルク材料を開発

(ii) 凝縮水を作って毛細管現象により誘導し気化させる技術を利用した受動的冷却法を開発

(iii) 熱電発電部、パワーマネジメント部、センシング部、無線送信部に関して熱設計と電気回路設計→高効率集積

冷却機構の革新

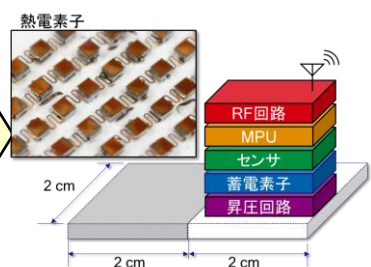
乾燥空気から水を自然採取して気化冷却する放熱技術



- ・ 気化熱を利用した熱電デバイス
- ・ 相変化×濡れ性×伝熱の統合的な制御技術を駆使

デバイスの統合実装

センシング/データ通信と一体型の小型熱電デバイス



- ・ 高度な熱電デバイス実装での実績
- ・ Self-foldingによる3次元形状形成など独自の技術