

# 人体着用・自発電式充電器

## Self-powered wearable charger

### 研究の概要と特徴

現在、身体に着用可能な電子デバイスへの要求が世界的に高まっているが、これに組み込む電源としては人体体温を熱源として、安定的かつ連続的に作動する熱電素子が不可欠とされる。勿論、熱電素子には優れた熱電特性のみならず、軽量、安価、通気性、及び折り畳み可能性等も必須である。我々の先行研究では、従前の印刷法の欠点（粒境界が顕著に存在することから、界面での電子・格子振動子の振る舞いが性能低下を著しくする等）を取り除くため、新たに開発した“冷圧法”を用いて、 $Ag_2Te$ 、 $Ag_{2.3}Se$ を紙の上に圧接し $Ag_2Te$ 、 $Ag_{2.3}Se$ 粒境界が無視できる程度に結晶化させ、電気伝導率及びSeebeck係数を高め、高熱電示数（high-ZT）を実現した。

### 研究の内容



**熱電素子**




**着用式充電器**

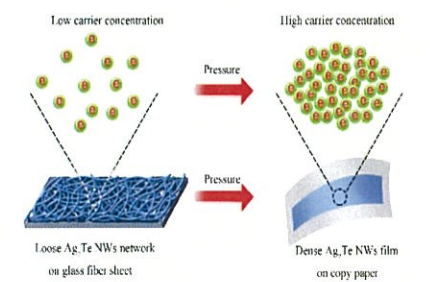


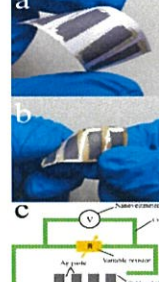
**熱電モジュール装着腕時計**

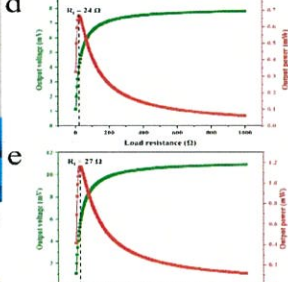
熱電モジュールを利用して、体温と環境温度との差を利用し、seebeck効果により発電し、電子デバイスへの充電器とする。

### 内容1：冷圧法による紙基板上に $Ag_{2.3}Se$ 熱電材料合成及び素子発電性能評価









**Voltage : 5.6mV**

**Out power: 1.16uw**

**power density : 5.80 W/m<sup>2</sup>**

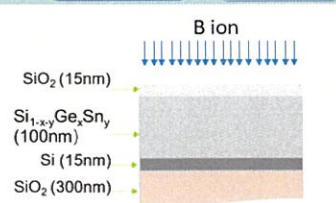
**新規性:** 新たに開発した“冷圧法”及び性能増加原理。  
(中国特許: ZL201610831800.7)

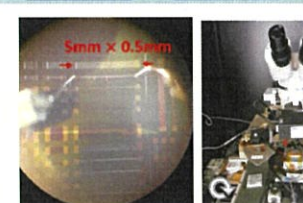
冷圧法により紙基板上に作製した $Ag_{2.3}Se$ 熱電発電機の実物写真: (a)熱処理前; (b)熱処理後; (c)熱電素子性能測定模式図; (d) 25K温度差のとき、デバイスで得られる熱処理前の電圧及び出力及び(e) 同じく、熱処理後の電圧及び出力。

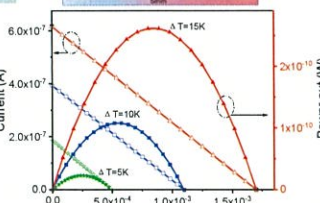
### 内容2：スパッタ法によるSi/SiO<sub>2</sub>基板上にSiGe熱電薄膜作製及び素子発電性能評価

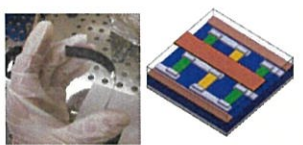
**Experiment Process**

Si/SiO<sub>2</sub> substrate cleaning → Si<sub>1-x</sub>Ge<sub>x</sub>Sn<sub>y</sub> film sputtering → Boron ion implantation → RTA → XRD, SEM, Raman and α, S, κ test









中国特許: 1) 着用可能熱電デバイス用のSiGeナノ薄膜の柔軟作製法, ZL 201610263449.6 ; 2) One flexible silicon-based nano thin film thermoelectric device CN201910995909.8.

### 研究の効果並びに優位性

- 紙基板では通気性、軽い、安価、柔軟特徴がある。冷圧法の膜は、基板との密着性に優れ、結晶性も良い。その結果、高い熱電性能を示す。
- シリコン系材料は無毒、安価、かつ、生産技術が成熟している、大規模電子デバイス化し易い。独自の合成方法、ドーピング、熱処理などのプロセス改良によって室温で効率よく稼働する熱電素子を得られる。

### 技術応用分野・企業との連携要望

応用分野：多機能スマート時計用微小電源、体温利用各種充電器。対象企業：半導体・熱電デバイス関連企業。