

サイバーフィジカルシステム (CPS) を支える熱電変換デバイスの開発 - 熱電変換技術が実現する DX -

Development of lightweight and compact flexible thermoelectric conversion device for Cyber Physical System

阪大産研¹, 阪大工² ○菅原 徹¹, 伊庭野 健造²

E-mail : sugahara@sanken.osaka-u.ac.jp

緒言

CPS(サイバーフィジカルシステム)の技術開発により Society 5.0 は実現する。CPS を実現するには、数千億個以上の IoT 機器が社会実装される。そのためには、メンテナンスフリー、低価格、超軽量、超小型、高性能な電源の開発が要求される。つまり、我々の環境下の温度差から電力として供給することが出来る小型熱電変換デバイスが要求されている。

また、CPS において、サイバー空間で最適化されたデータがフィジカル空間へ戻る際、情報端末までのデータ移送は技術開発が進んでいるが、端末から人間へ(ラスト・ワン・センチ)の情報伝達が課題となっている。温度を時空間に制御することで、ヒトのウェアネスを刺激するヒューマンマシンインタラクション技術開発が注目されている。

これらの背景から、我々の研究グループでは、高密度実装技術を利用した熱電変換デバイスを開発している^{1,2}。本研究では、熱(温度差)から電気を生み出す技術開発と、温度を時空間で精密に制御する技術を開発している。

実験

図 1 に、本研究で作製した熱電変換デバイスの作製工程を示す。フレキシブル基板に、各種半導体実装技術[真空蒸着、めっき、エッチング、マウンティング、ソルダーリング、スクリーン/マスク印刷]を活用し湾曲可能な小型フレキシブル熱電変換デバイスを作製した(図 2)。

結果と考察

作製したフレキシブル熱電変換素子は、100 K の温度差で、開放電圧が最大 1.5 V、最大出力 30 mW/cm²(I=0.14A, V=0.75V)を示した。ゼーバックデバイス利用では、小型デバイスとして非常に高い変換特性を示している。ペルチェデバイスとして、200mA の印過電流で、約 40°C の温度差を示している。また、20~200mA の印加電流の下で、2~3°C/s の温度応答速度を実現した。最後に、チップと基板の接合信頼性を調べるためせん断強度試験を実施した。チップの平均接合強度は約 15MPa であり、一般的な電子部品の接合強度と比較しても高い接合性を示している。

参考文献

1) T. Sugahara, *et al.*, *Adv. Mater. Tech.* 1800556 2018. 2) Y. Ekubaru, **T. Sugahara**, K. Ibano, *et al.*, *Adv. Mater. Tech.*, 5, 1901128 (2020).

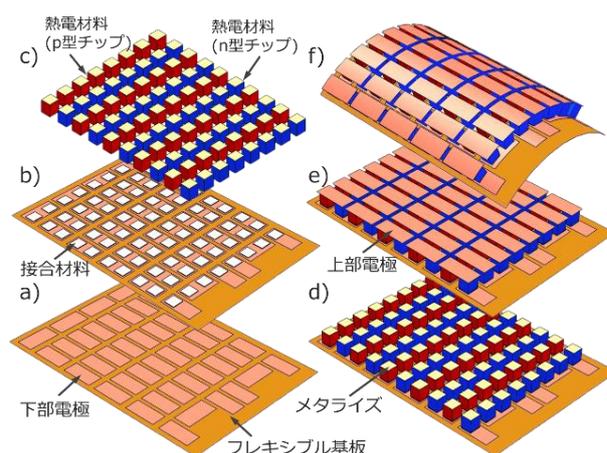


図 1. 本研究で作製した熱電変換デバイスの作製工程の簡略図。

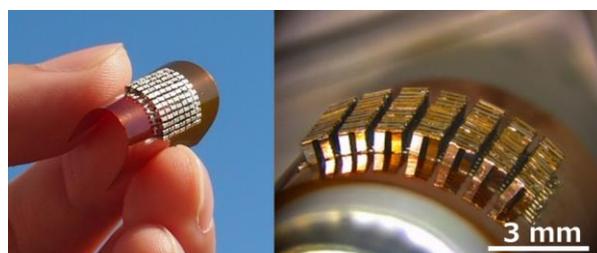


図 2. 本研究で作製した熱電変換デバイスの外観写真。