

熱電変換素子を用いた 自己冷却システム

ゼーベック効果利用による 新たな発熱部冷却システムの実現

熱電変換素子は、身の回りに存在する低温の排熱を利用して直接電気エネルギーを得たり、通電により冷熱を得ることができます。そのような特性を生かして、熱源部の温度を外部からの電源、制御回路を用いずに冷却できる自己冷却システムを開発しました。

この自己冷却システムは、ゼーベック効果^(注)を用いた発熱部冷却システムで、モータの軸受部や制御装置盤などの冷却に幅広く適用できる省エネルギー冷却システムです。

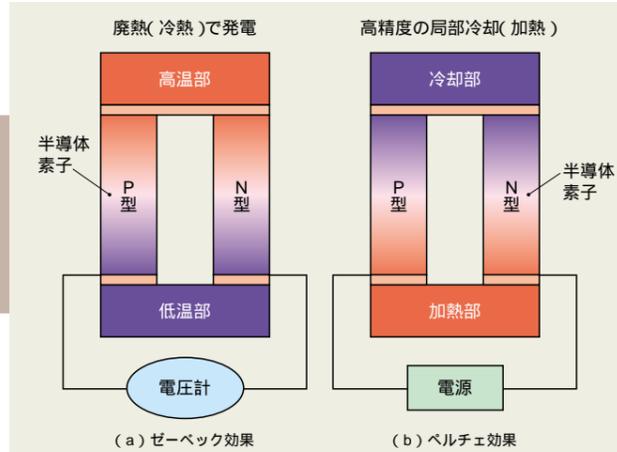


図1. 熱電変換素子の持つ二つの効果 - 温度差により発電を行うゼーベック効果と通電により冷却が行えるペルチェ効果の原理を示します。

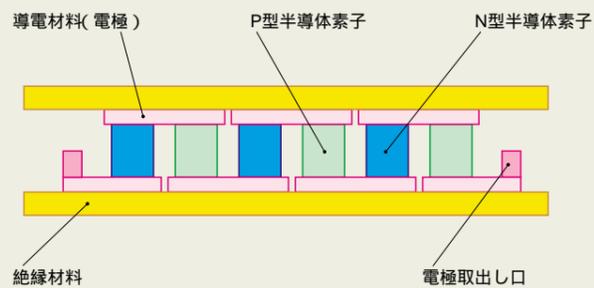


図2. 熱電変換素子の構造 - P型・N型半導体素子対とこれらをつなぐ導電材料、絶縁材料から構成されます。



図3. 自己冷却システムの外観 - 手のひらの体温と室温の温度差により発電が可能です。

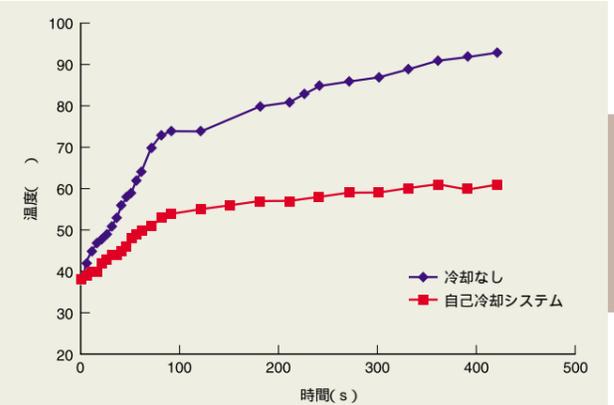


図5. 自己冷却システムによる冷却効果 - 自己冷却システムの設置により、電力レスで32℃の冷却が可能となります。

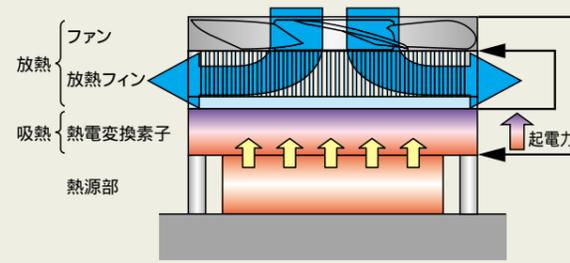


図4. 自己冷却システムの構造 - 自己冷却システムは、熱電変換素子、放熱フィンとファンで構成されています。

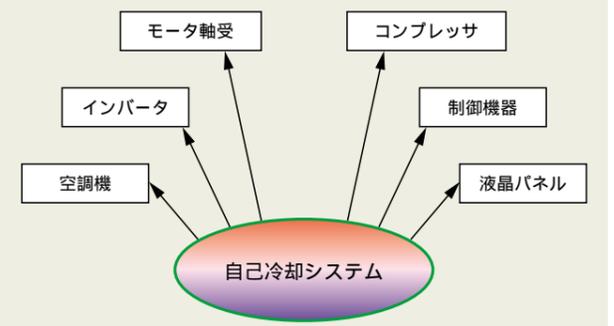


図6. 環境に優しい熱電変換技術 - 駆動・稼働により発熱を起こす機器、部品などへの適用が考えられます。

熱電変換素子とは

熱電変換素子の持つ二つの効果を図1に示します。

(a)のゼーベック効果による熱電変換素子は、P型半導体素子とN型半導体素子の一方を低温、もう一方を高温とすることで、温度差により熱エネルギーを電気エネルギーに直接変換します。(b)のペルチェ効果による熱電変換素子は、P型半導体素子とN型半導体素子に通電することで、フロンなどを用いずに直接冷却が行える可逆性のある機能性材料です。

(注) ゼーベック効果とは、2種類の異なる金属の接点部分に温度差を与えると、金属間に電圧が発生し、電流が流れる現象です。ドイツ人科学者ゼーベックにより発見されました。

最近では、ペルチェ効果を利用してワインクーラー、小型で携帯が可能な冷蔵庫、CPU冷却器などの製品化が進められていますが、ゼーベック効果を利用した製品はまだありません。

東芝では、身近に存在する-40から100℃程度の低温排熱を利用した熱電変換システムを開発しています。熱電変換システムとは、現状技術では利用困難な未利用エネルギー(産業、民生、運輸部門から発生する熱や自然エネルギー)を電気エネルギーに直接変換するシステムです。

このシステムに使用しているビスマス(Bi)-テルル(Te)系熱電変換素子は、Bi-Te成分にアンチモン(Sb)、セレン(Se)などの微量添加を行ったP型・N型半導体素子対です。熱電変

換素子は、これらの多数の半導体素子対とそれらをつなぐ導電材料、及び絶縁材料から構成されています(図2)。

熱電変換システムは、構造が非常に簡単で、メンテナンスが極めて容易であるという特長を持っています。

ゼーベック効果を用いた 自己冷却システム

ここでは、当社が開発したゼーベック効果を用いた自己冷却システムを紹介いたします。図3は外観、図4はその構造を示します。

このシステムは、熱電変換素子と放熱フィン、ファンから構成され、発熱部の冷却を外部からの電源供給なしに、また制御システムなしに行うことができます。

自己冷却システムを発熱部に設置すると、熱電変換素子は、熱源部の熱を電気に変換することにより熱源部を冷却します。更に、熱電変換素子で得られた電気でファンを駆動し、ファンの風で熱源部を冷却します。つまり、熱源部は熱電変換素子の吸熱と熱電変換素子で得られた電気で発生した風による放熱促進で、二重の自己冷却効果を受けます。図3では、手のひらの体温と室温の温度差で発電を起こしファンを駆動させています。

図5に、自己冷却システムによる冷却効果を示します。冷却を行わないと94℃以上になる熱源部に設置した場合、熱源部温度は62℃となり、32℃の低減が可能となります。

冷却は外部からの電源を用いない

め配線が不要で、省エネルギー化や装置のコンパクト化が達成されます。更に、熱源部の温度に応じて、熱電変換素子、設置部の大きさ、ファン出力などの自己冷却システムの最適化を行うことで、制御システムを用いずに希望する温度領域に熱源部の温度を自動的に冷却制御することもできます。

図6に示したように、モータの軸受部、制御装置、インバータなどの熱源部の放熱、拡散、冷却への幅広い適用が考えられます。

今後の展望

ゼーベック効果を用いた自己冷却システムは、排熱利用のため新たな燃料の消費は不要で、電源、配線、制御システムも省けるために、従来の冷却機

器に比較してコンパクトで、ランニングコストの掛からない経済性の高い冷却システムです。

図3は、室温・気温と熱源部の温度差を用いる吸熱量40~60Wの自己冷却システムですが、用途に応じて熱電変換素子設計や冷却設計を行い、吸熱量8Wから1kWをカバーし、自己冷却システムの用途分野の拡充を行っていきます。

新藤 尊彦

電力・社会システム社
電力・社会システム技術開発センター
金属・セラミックス材料開発部主査