

熱電変換素子を用いた皮膚装着時における温度差発電の検討 -装着部位と行動状態と外乱要素による影響について-

A study on Thermal energy conversion using Thermomodule Attached to the skin

AC06 佐伯 亮介

指導教員 吉野 純一, 斉藤 成一

1. はじめに

先行研究では、熱電変換素子を用いたアクティブ RFID タグの電源確保について検討してきた。この検討では、熱電変換素子に与える温度差をヒータとヒートシンクによって等価的に再現し、DC-DC コンバータを用いることによりアクティブ RFID タグの発信を実現している^[1]。熱電変換素子を用いたアクティブ RFID タグの電源確保では、人の体温と外気温による温度差で発電することを目標としているが、実際に人の皮膚に熱電変換素子を装着した状態では実験を行っていない。そのため、人の皮膚に熱電変換素子を装着して、体温と外気温による温度差でアクティブ RFID タグ発信可能電圧が得られるか確認する必要がある。また、人は常時動きを伴うので、熱電変換素子を皮膚に装着するにあたって、行動状態(静止時と運動時)が発電電圧に及ぼす影響についてもあわせて検討する必要がある。

本研究は、熱電変換素子を皮膚に装着し、人の体温と外気温の差による温度差発電で、アクティブ RFID タグの発信可能電圧を確保できるか計測する。また、静止時と運動時において熱電変換素子の発電電圧に及ぼす影響について検討する。

2. 研究のアプローチ

(1)アクティブ RFID タグ最低発信電圧の測定

アクティブ RFID タグ最低発信電圧の測定は、実際に温度差発電を用いたアクティブ RFID タグ発信方式を使用して、アクティブ RFID タグから信号が発信される一番低い電圧を測定した。

その結果、アクティブ RFID タグ発信に 44[mV]以上の発電が必要であることがわかった。

(2)皮膚装着時における発電電圧の測定

皮膚装着時における静止時と歩行時の発電電圧測定は、人の身体に熱電変換素子を装着して、信号が発信できる電圧である 44[mV]を得られるのか実験を行った。また、熱電変換素子の発電電圧は、人の行動状態や装着部位によって影響があるのではないかと考えた。そこで、人の行動状態や装着部位が熱電変換素子の発電電圧へ与える影響を調べた。

実験結果より、熱電変換素子 1 個を人の身体に装着した場合は、アクティブ RFID タグの信号発

信可能電圧である 44[mV]を得ることはできなかった。人の行動状態や装着部位が熱電変換素子の発電電圧に与える影響は、行動状態によって発電電圧が高い装着部位が異なること、静止時と運動時の場合、運動時において放熱材の種類・形状を問わず電圧が高くなるという 2 つの影響が見られた。

(3)対流における熱電変換素子への影響

対流における熱電変換素子への影響は、熱電変換素子に人工的に温度差を与え、自然対流時と強制対流時の熱電変換素子の発電電圧を測定し、静止時と運動時の発電電圧と比較を行った。

測定結果より、自然対流時と比べ、強制対流時の発電電圧はセラミックホットプレートが 50[°C]の場合 3.07~3.32 倍、40[°C]の場合 3.91~4.39 倍であることがわかった。静止時と運動時の発電電圧は、2.5~3.7 倍であるため、自然対流時と強制対流時の発電電圧と近い値になっていることがわかった。そのため、運動時には強制対流が発生していると考えられる。

3. おわりに

熱電変換素子を用いた皮膚装着時における温度差発電の検討では、以下の知見が得られた。

①温度差発電を用いたアクティブ RFID タグ発信方式では、アクティブ RFID タグの信号発信に 44[mV]以上の電圧が必要である。

②熱電変換素子 1 個を人の身体に装着しただけではアクティブ RFID タグ発信可能電圧である 44[mV]を得られないため、熱電変換素子を複数個直列に接続する必要がある。

③行動状態によって発電電圧が高い装着部位が異なり、運動時において放熱材の種類・形状を問わず静止時よりも発電電圧が高くなる。

④強制対流時では、熱電変換素子の発電電圧が高くなることがわかった。これより、運動時において静止時より電圧が高くなる原因は、強制対流による影響が大きいと考えられる。

文献

- [1] 野上 諒, 他”熱電変換素子を用いたアクティブ RFID タグ駆動に関する評価”, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, B-20-14, p.598, March 2010.