

熱電変換素子を用いたアクティブ RFID タグ駆動に関する研究

A Study on an Active RFID Tag powered by Thermomodules

AC10 野上 諒

主査 吉野 純一 副査 吉田 将司

1. はじめに

本研究室は、緊急時における安否確認手段としてアクティブ RFID タグを用いることを考えている。アクティブ RFID タグの電源は、一般にリチウム電池が使用されており、電池の寿命があるため定期的に電池を交換する必要がある。そこで、リチウム電池に代わる電源として熱電変換素子に着目した。熱電変換素子は、温度差を与えることで起電力を生じ、人の体温と外気温の差によって発電可能である。アクティブ RFID タグは、非通信時には自己をスリープするため、間欠的に通信を行うので携帯電話等の通信機器と比較して駆動に要する電力が小さい。人の体温と外気温による温度差発電は、昇圧回路などと組み合わせることでアクティブ RFID タグを駆動させることが可能であると推測される。これは、緊急時の電源確保において有効的な手段であると考えられる。

本研究は、アクティブ RFID タグの電源確保として熱電変換素子による温度差発電駆動方式を考案し、その駆動方式がアクティブ RFID タグの電源として利用可能であることを示した。

2. 研究のアプローチ

(1) 熱電変換素子を用いた駆動方式

熱電変換素子に与える温度差は、人の体温と外気温による差を想定している。そこで、この温度差を等価的に再現し、検証に必要な任意の温度差を確保するための治具製作を行った。さらに、製作した治具を用いて発電される起電力を測定した。

製作した治具を用いて熱電変換素子の起電力を測定した結果、アクティブ RFID タグを駆動させるのに必要な電圧を得るためには約 90[°C]以上の温度差を与えなければならない。そこで、発電された起電力を電気二重層コンデンサに並列充電し、直列接続し直して DC-DC コンバータで昇圧させることで所望電圧を確保することができた。

(2) アクティブ RFID タグ駆動に関する評価

温度差発電駆動方式がアクティブ RFID タグの電源として使用可能であることを示すために 4 つの評価を行い、既存の電源であるリチウム電池による場合と比較した。評価結果より、温度差発電駆動方式はアクティブ RFID タグの電源として使用可能であることがわかった。

(3) 継続駆動を可能とする温度差発電駆動方式

温度差発電駆動方式は、電気二重層コンデン

サを約 30 分間充電することでアクティブ RFID タグを約 60 分間駆動することが可能である。そこで、アクティブ RFID タグの継続駆動するための回路を考案した。その回路は、スイッチを切り替えることによって電気二重層コンデンサに充電する動作と電気二重層コンデンサより DC-DC コンバータを通じてアクティブ RFID タグを駆動させる動作を同時に行うものである。これにより、恒久的にアクティブ RFID タグへ給電を行うことが可能となった。

(4) 熱電変換素子の個数と温度差

温度差発電駆動方式に用いる熱電変換素子は 20 個直列接続し、温度差を 25[°C]与えて検証を行ってきた。しかし、熱電変換素子を多く用いて、高い温度差を与えてアクティブ RFID タグを駆動させることは、人の体温と外気温による温度差を利用しようとしている本研究にとって、実用性に欠ける。そこで、より実用的に温度差発電駆動方式を使用するために熱電変換素子の個数を減らし、温度差を小さく与えてアクティブ RFID タグを駆動させた。

その結果、DC-DC コンバータの動作電圧が下がることによって熱電変換素子の個数を減らし、温度差を下げる事が可能となった。

(5) 屋内外における温度差発電の検討

日本の各地域における屋内外の外気温と人の体温による温度差を算出し、ある条件下における温度差評価を行った。

日本の各地域における屋内外は、年間を通して同様な温度差推移を示していることがわかった。屋内では、年間の 67[%]にあたる 8 ヶ月の期間においてアクティブ RFID タグへ電源供給可能である。また屋外では、全ての期間においてアクティブ RFID タグへ電源供給可能である。

3. おわりに

熱電変換素子を用いた温度差発電駆動方式はアクティブ RFID タグの電源として利用可能であることを明らかとした。温度差発電は温度差を確保できれば、場所を問わず発電可能であり、アクティブ RFID タグを動作させることができる。この温度差発電とアクティブ RFID タグの併用使用は、災害時の安否確認や高齢者の見守りといった人命保護の一助として十分に期待できる。