

卓上型 IH 調理器における独立型高温警告装置の動作に必要な加熱時間の検討

Investigation of The Heating Time Required for The Operation of A Stand-Alone High Temperature Warning Device in Desktop Type IH Cooker

有松宏之¹⁾

指導教員：米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

本研究では、卓上型 IH 調理器のトッププレートにおける高温警告装置の提案を行っている。先行実験では、温度差発電で得た電力を電気二重層キャパシタ (EDLC) へ充電し、警告用 LED が点くことを確認している。本稿では、温度差発電による EDLC への充電時間と警告用 LED の点滅時間の関係を報告する。

キーワード：IH 調理器、熱傷、熱電変換素子、温度差発電

1. 緒言

近年、家庭等に IH 調理器が普及している。一方で、調理後に高温化したトッププレートに触れて、熱傷を負う事故が報告されている。一部のメーカーでは、トッププレートが高温の際に警告用の LED を点灯させる機能を搭載し、温度を可視化することによって不慮の事故を防止している。しかし、同システムの多くは加熱終了後も商用電源から切り離されない据置型 IH 調理器を想定しており、商用電源から容易に切り離せる卓上型 IH 調理器への搭載事例は見受けられない。ここに、卓上型 IH 調理器の課題を指摘できる。卓上型 IH 調理器の場合、調理終了後に電源を抜いてしまうことが考えられるため、電源供給の停止後も警告用 LED に電力を供給し続けられるスタンドアロンシステムが必要となる。そこで、筆者らは IH 調理器のトッププレート温度と外気温度の差で発電する熱電変換素子 (以下、熱電素子) を用いた温度差発電を提案している。先行実験では温度差発電で得た電力を EDLC へ充電し、警告用 LED が点くことを確認している [1][2]。

本稿では、温度差発電による EDLC への充電時間と警告用 LED の点滅時間の関係を報告する。

2. 高温警告用 LED の必要性と提案システム

熱傷を負う熱源の温度と時間に関する調査を行った結果、文献[3]より、60 °C で数秒、50 °C で数十秒の接触で熱傷を負うことが示されていた。予備実験として調理後の IH 調理器のトッププレート表面温度を計測したところ、表面温度が 60 °C に下がるまでに 600 sec、50 °C に下がるまでに 900 sec、45 °C に下がるまでに 1200 sec かかることがわかった。前述のとおり 50 °C までは火傷の危険性が高いため、安全マージンを考慮して 45 °C まで警告を行うとしたとき、警告装置は最低 1200 sec 以上動作する必要がある。そのため、本研究における警告目標時間は 1200 sec とした。

まず、IH 調理器のトッププレートの熱で温度差発電が可能であるか自作の装置を用いて確認を行った[1]。その結果、警告用 LED を点灯させるだけの発電を行うことができた。次に、加熱時に発電した電力を EDLC へ充電し、加熱終了後に放電して高温警告用 LED を点灯させることを考え実験を行った[2]。その結果、0~900 sec 間 LED を明瞭に発光させることができた。しかし、900 sec 以降は視認性が悪化した。そのため、LED の点滅と EDLC の容量変更によって点灯時間の延長を試みたところ

ろ、点滅周波数を 2.4 Hz, EDLC の容量を 6 F としたとき高温警告目標時間に最も近づけることができた。しかし、加熱時間が先行実験[2]の 1500 sec よりも短い場合の点滅時間が不明であった。

3. 実験方法

先行実験の結果を受けて本実験では、加熱時間を変更した場合の提案システムの動作時間を調査した。実験対象は市販の IH 調理器ではなく図 1 (a) に示すような自作の装置を用いた。充電に使用した EDLC の静電容量は 6 F とした。熱源はラバーヒータをトッププレートの表面へ置くことによって加熱された鍋を再現した。トッププレートの加熱はトッププレート表面の温度が 120 °C になるまで行い、加熱時間は 300, 600, 900, 1200, 1500 sec とした。熱電素子とヒートシンクは、図 1 (b) のように放熱用シリコングリスを用いてトッププレート裏面に貼り付け、冷却ファンによって冷却を行った。ファンの風速は、先行実験[2]と同様の 5.0 m/s とした。加熱時間が経過した後、加熱と冷却を停止すると同時に EDLC に充電した電力を LED に放電した。そして、LED が消灯するまでの時間を計測した。LED の点滅周波数は 2.4 Hz とした。

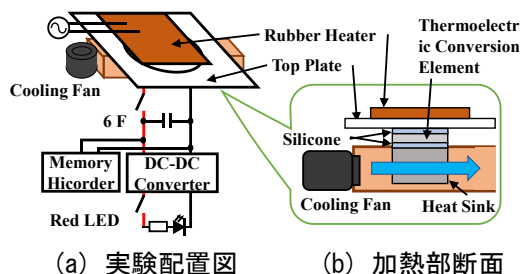


図 1 実験構成

4. 実験結果

図 2 に加熱時間と LED の点滅時間の関係を示す。図 2 より、本実験における警告目標時間の 1200 sec 程度点滅できた加熱時間は 1200 sec と 1500 sec となった。加熱時間 900 sec と 600 sec では目標時間から約 50~120 sec 不足する結果となり、加熱時間 300 sec では点滅することはできなかった。

今回の実験結果で示された点滅時間で十分な警告を行えるか確認するため、加熱時間を変えた加熱後のトッププレートが 45 °C に下がる時間を測定した。そして、図 3 の点滅時間と比較を行った。

図 3 にトッププレートが 45 °C に下がる時間と LED の点滅時間の比較を示す。図 3 より加熱時間 600~1500 sec において、トッププレートが 45 °C に下がるまでの時間は点滅時間とほぼ同等である。そのため、600 sec より長い加熱時間においては十分に警告を行えることが考察される。

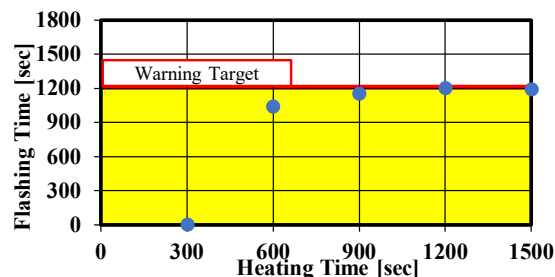


図 2 加熱時間と LED の点滅時間の関係

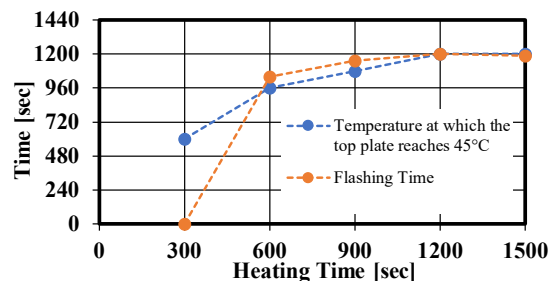


図 3 トッププレートが 45 °C に下がる時間と LED の点滅時間の比較

5. 結言

本稿では、温度差発電による EDLC への充電時間と警告用 LED の点滅時間の関係を報告した。その結果、加熱時間 1200 sec と 1500 sec では警告目標時間の 1200 sec 程度、警告用 LED を点滅させることができた。また、600 sec より長い加熱時間においては十分に警告を行えることを考察した。

参考文献

- [1] 有松宏之, 米盛弘信: “卓上型 IH 調理器のトッププレートにおける高温警告装置の提案に伴う冷却パラメータの選定”, 第 15 回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集, PF5-45
- [2] 有松宏之, 米盛弘信: “卓上型 IH 調理器における高温警告装置の回路動作”, 2023 年(第 5 回)電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, A-7, pp.13-14 (2023-12)
- [3] 清家紗耶佳, 石井暢明, 秋元正宇, “ヘアドライヤーによる右頸部Ⅲ度熱傷の 1 例”, 日本成形外科学会・抄録集, Vol.65 (2022), pp.102-106