

IH 調理器で加熱中の鍋から発生する 可聴領域騒音に対する電源フィルタの効果

Effect of Power Line Filter on Audible Noise Generated from a Pan being Heated in an IH Cooker

千葉幸喜

指導教員 米盛弘信

サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

キーワード：IH 調理器，騒音，電源ノイズ，LC フィルタ

1. 緒言

近年，IH 調理器が普及している．しかし，他のインバータ機器等から発生したノイズを含む商用電源で IH 調理器を動作させると，加熱対象の鍋が振動して騒音を発することが明らかになっている[1]．そこで，本研究室では，IH 調理器を使用中に発生する騒音が人々に不快感を与えないための諸条件を明らかにし，その対策法を検討している．先行研究において，IH 調理器から発する可聴領域騒音の抑制には，数 kHz 帯のノイズに対応した電源フィルタが必要だということがわかった[2]．数 kHz 帯のノイズは，インバータ機器等のノイズが重なりあって発生する可能性が高い[3]ことから，IH 調理器のスイッチング周波数である 20 kHz 帯，および数 kHz 帯のノイズ抑制が望まれる．

本稿では，数 kHz～20 kHz 帯の電源ノイズを抑制する LC フィルタを試作し，電源ノイズの抑制効果を明らかにする．

2. 実験方法

図 1 に実験構成を示す．はじめに，LC フィルタ ($L=28.56$ mH, $C=11$ μ F, $f_c=283.95$ Hz) の周波数特性を測定し，次に電源ノイズに対する LC フィルタの効果を測定する．LC フィルタの効果を測定する方法は，以下の①～⑨である．本実験では，鍋底径 14 cm の三層ステンレス鍋を負荷とする．

① IH 調理器に LC フィルタをつなぎ，スライダ

ック T_1 を経て交流安定化電源に接続する．交流安定化電源にはファンクションジェネレータを接続して商用電源に kHz 帯の電源ノイズを重畳する．

- ② LC フィルタの前後に電圧プローブを繋ぐ．
- ③ IH 調理器の上に水 500ml を入れた三層ステンレス鍋を置く．
- ④ 交流安定化電源を IH 調理器の電源定格 100 V, 50 Hz, 20 A に設定する．
- ⑤ 電源ノイズの振幅を 500 mVpp に設定する．
- ⑥ 電源ノイズ周波数は 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 7 kHz, 9 kHz とする．このとき，周波数を変えるごとに，無負荷時の電源ノイズ振幅値が 500 mV になっているか確認する．
- ⑦ FFT機能があるデジタルオシロスコープを用いて LC フィルタ前後の電圧スペクトルを観測し，重畳した電源ノイズ周波数のスペクトル値を測定する．
- ⑧ ④から⑦の実験を各電源ノイズ周波数について 5 回行い，平均値を算出する．

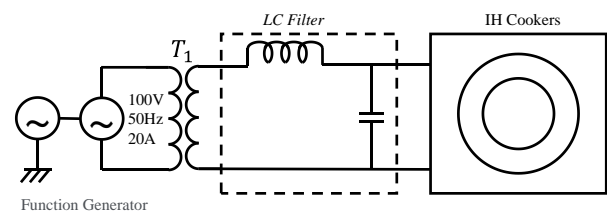


図 1 実験回路図

3. 実験結果

図 2 に試作した LC フィルタの周波数特性を示す。試作した LC フィルタのカットオフ周波数 f_c は 283.95 Hz であるため、ほぼ設計値通りの特性が得られていることを確認した。

図 3 は、電源ノイズ周波数を変化させた際の LC フィルタ通過前と通過後における電源ノイズの平均値である。LC フィルタ通過前では、各周波数の電源ノイズを重畳させた際、1 kHz: 520 mV, 2 kHz: 530 mV, 4 kHz: 434 mV, 7 kHz: 400 mV, 9 kHz: 464 mV の電源ノイズを確認することができた。LC フィルタ通過後は、1 kHz: 436 mV, 2 kHz: 466 mV, 4 kHz: 344 mV, 7 kHz: 424 mV, 9 kHz: 594 mV の電源ノイズを確認することができた。LC フィルタ通過前と通過後を比較すると、6 kHz 辺りまではノイズの抑制が確認できた。しかし、6 kHz を超えた辺りで LC フィルタの通過前よりも通過後の方が電源ノイズ値の上昇が見られた。これは、IH 調理器内部の L 成分や C 成分と結合して生じたと考えられる。そこで、実験に供試した IH 調理器の内部回路を調査した。その結果、IH 調理器の電源側には、フィルタとして 11 μ F のコンデンサが直列接続されていることがわかった。そして、ダイオードブリッジを通して、LC フィルタが内蔵されていた。したがって、これらの LC 素子が今回試作した LC フィルタと結合することによって所望のノイズ抑制を実現できなかったと考察する。

また、フィルタ通過後の低周波数帯を確認したところ、ファンクションジェネレータを使用して意図的に重畳させた電源ノイズとは別の周波数帯のノイズが重畳していることがわかった。この電源ノイズは、750 Hz から 1 kHz にかけて最大約 850 mV で存在していた。これは、図 2 のカットオフ周波数付近の利得の上昇帯域とほぼ一致しており、共振が発生したと考えられる。

4. 結言

本稿では、数 kHz~20 kHz 帯の電源ノイズを抑制する LC フィルタを設計し、電源ノイズの抑制効果を実験によって明らかにした。実験の結果、1 kHz~6 kHz の電源ノイズの抑制は確認できたが、

6 kHz を超えた辺りで IH 調理器内のコンデンサなどと共振し、フィルタの通過前と比べ、通過後の電源ノイズが増大してしまった。また、LC フィルタの通過後では、750 Hz から 1 kHz の低周波数帯で重畳させていないノイズが出現してしまった。したがって、今回試作した LC フィルタは一部の周波数帯の電源ノイズを抑制できたが、所望する全ての周波数帯域の電源ノイズを抑制することはできなかった。

今後は LC フィルタが共振を起こした理由を詳しく調べ、ノイズフィルタの改善を図りたい。

参考文献

- [1] 継田夏海, 米盛弘信: “IH クッキングヒータにおける電源ノイズと騒音の関係”, 2019 年 (第 37 回) 電気設備学会全国大会講演論文集, p.542, (2019)
- [2] 橋本春樹, 米盛弘信: “IH 調理器の電源ラインに重畳するノイズ対策の検討”, 2022 年 (第 4 回) 電気設備学会学生研究発表会プログラム・予稿集, A-9, pp.17-18, (2022)
- [3] 橋本春樹, 米盛弘信: “IH クッキングヒータが他のインバータ機器から受ける電源ノイズの影響”, 2022 年 (第 40 回) 電気設備学会全国大会講演論文集, p.418, (2022)

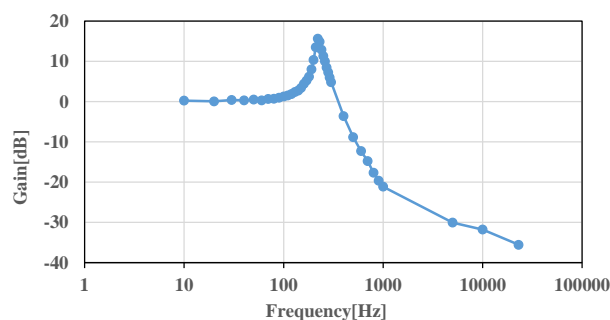


図 2 試作した LC フィルタの周波数特性

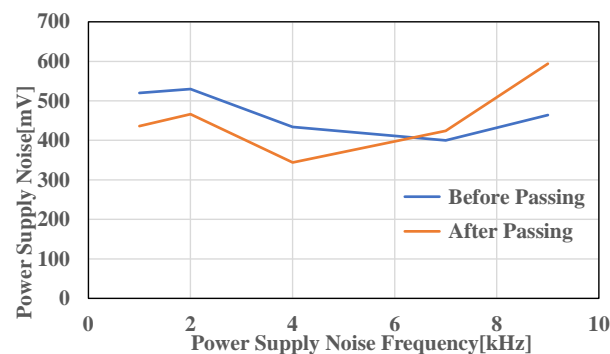


図 3 フィルタ通過前と通過後