

# All Metal IH Cooking Heater 용기 판별 제어 알고리즘 설계

박상민<sup>1</sup>, 주동명<sup>1</sup>, 장은수<sup>1</sup>, 강홍주<sup>2</sup>, 이병국<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과, <sup>2</sup>삼성전자

## Design of a Pot Identification Algorithm for All Metal IH Cooking Heater

Sang Min Park<sup>1</sup>, Dong myoung Joo<sup>1</sup>, Eun Su Jang<sup>1</sup>, Hong Ju Kang<sup>2</sup>, and Byoung Kuk Lee<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical and Computer Engineering, Sungkyunkwan University

<sup>2</sup>Samsung Electronics

### ABSTRACT

본 논문에서는 All Metal 용기 가열을 위한 자성체 및 비자성체 용기 판별 제어 알고리즘을 설계한다. 용기 재질과 위치에 따른 파라미터를 분석 후 부하 모델링을 통해 동작 전 용기 재질 감지 및 동작 중 용기 사라짐 감지 등을 수행한다. 또한 용기 이외의 숟가락과 같은 물체 판별법을 분석하고 실험을 통해 설계된 알고리즘을 검증한다.

### 1. 서 론

최근 가스 가열 방식보다 안전하고 발열이 빠른 유도가열 (Induction Heating) 방식의 인덕션레인지가 국내에서 각광을 받고 있는 추세이다. 하지만 상용화 되어있는 인덕션레인지 인덕션 전용 냄비나 프라이팬 또는 자성이 있는 제품만 사용이 가능하며, 흔히 가정에 보급되어 있는 조리 용기인 알루미늄, 구리, 스테인리스 스틸 등 비자성체 용기는 가열할 수 없다는 단점이 존재한다. 따라서 기존에 보급된 용기를 활용하기 위해서 비자성체 용기를 포함한 모든 용기를 가열할 수 있는 All Metal IH 개발이 필요하다. 비자성체 용기는 자성체 용기에 비하여 비저항과 투자율이 매우 낮아 유도가열이 어렵기 때문에 그림 1처럼 높은 동작 주파수가 요구된다<sup>[1]</sup>. 따라서 본 논문에서는 그림 2와 같은 자성체 및 비자성체 용기의 동작 주파수

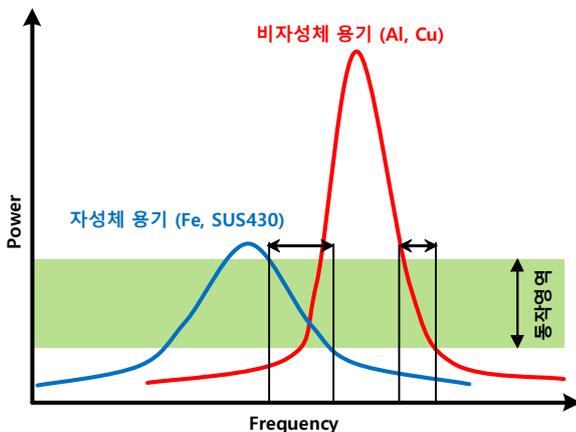


그림 1 자성체 및 비자성체 용기 유도가열 동작영역  
Fig. 1 IH operation area of magnetic and non-magnetic pot

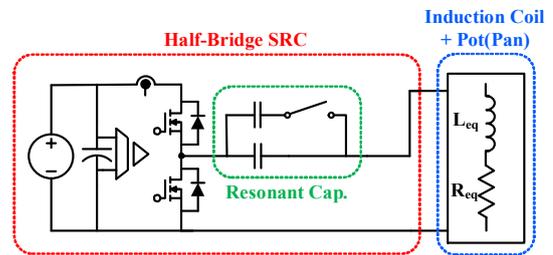


그림 2 All metal IH용 Half-Bridge 공진형 컨버터  
Fig. 2 Half-Bridge resonant converter for all metal IH

영역을 고려한 공진 커패시터 절체방식의 Half Bridge 직렬 공진형 컨버터를 통하여 All Metal 유도가열을 구현한다. 또한 용기 재질과 위치에 따른 파라미터를 분석을 통해 용기 판별 제어 알고리즘을 분석하고 설계한다.

### 2. All Metal IH Cooking Heater 설계

#### 2.1 용기 파라미터 분석 및 부하 모델링

All Metal IH Cooking Heater의 부하는 코일과 용기로 이루어지며 용기 재질과 주파수에 따라 변화한다<sup>[2]</sup>. 따라서 용기 종류에 따른 공진 커패시터의 Relay 온오프 선택 (22nF/300nF) 이 가열전에 이루어져야 하며, 사용자의 실수로 인한 용기 벗어남 및 용기 이외의 숟가락과 같은 물체 감지 기능 이 요구된다. 가정에 보급되어 있는 조리 용기 재질은 주철, 알루미늄 용기와 바닥에 철가루를 도포한 포탄 이중용기로 나눌 수 있으며 용기가 없는 무부하 상태와 숟가락과 유사한 규격스틱까지

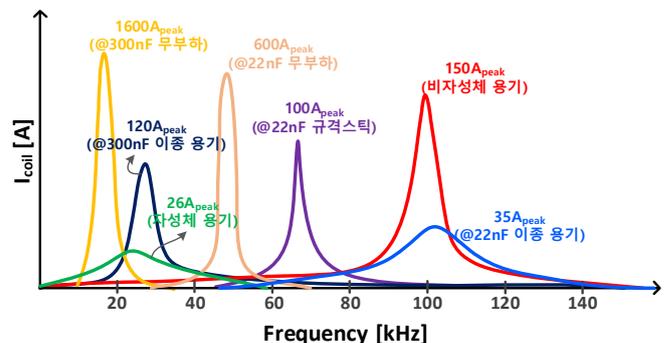


그림 3 용기 종류 및 주파수에 따른 공진 전류 곡선  
Fig. 3 Current gain curve by pot type and frequency

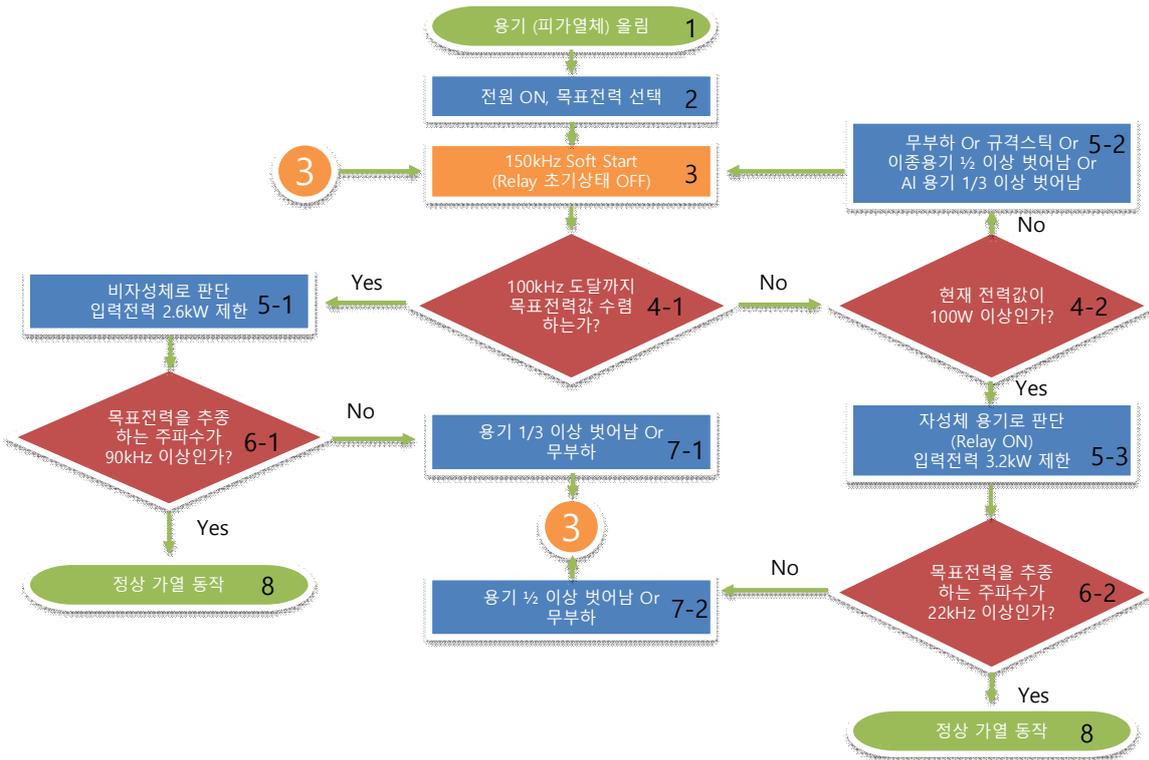


그림 4 All metal 유도가열을 위한 제어 알고리즘 flowchart  
 Fig. 4 Flowchart of Half-Bridge resonant converter for all metal IH control algorithm

포함한 각 용기의 주파수에 따른 전류곡선은 그림 3과 같다. All Metal IH Cooking Heater의 입력 DC link 전압은 380V이고 최대출력은 자성체 용기일 때 3.2kW (26kHz)이며, 비자성체 용기는 과도한 출력전류를 방지하기 위해 2.6kW (106kHz)로 선정한다. 이중용기는 자성체로 구분 했을 때보다 상대적으로 낮은 코일 전류로 가열할 수 있는 비자성체로 분류하고 모든 용기의 최소출력은 400W로 선정한다.

## 2.2 용기 판별 알고리즘 설계

2.1절에서 분석한 각 용기별 전류곡선을 고려하여 공진커패시터 Relay 스위치가 항상 초기상태가 온인 상태에서 150kHz 지점에서 소프트 스타트를 시작한다. 그림 4의 제어 알고리즘 Flowchart와 그림 5의 순번 기반으로 100kHz까지 주파수 제어를 하면 비자성체인 알루미늄 용기와 이중용기를 입력전력만 센싱하여 간단하게 용기 재질을 판별할 수 있다. 주파수가 100kHz까지 감소할 때 자성체용기는 목표전력에 도달할 수 없기 때문에 Relay를 온 시키고, 용기 이외의 순가락과 같은 물체나

정중앙에서 벗어난 용기들은 다시 초기상태로 돌아가는 제어를 한다. 그림 5에서 볼 수 있듯이 자성체 용기는 비자성체 용기와 다르게 가열도중 용기가 사라져 무부하 상태가 되면 전력 추종을 위해 주파수가 감소하고 무부하 공진곡선을 부근에서 운전을 하게 되므로 주파수 Under Limit가 필요하다.

## 3. 결론

본 논문에서는 All Metal 용기 가열을 위한 부하 모델을 분석하고 공진 커패시터 절체 방식을 이용한 자성체 및 비자성체 용기 가열 방법을 기술하였다. 용기 재질과 위치에 따른 파라미터를 기반으로 부하 모델링을 통해 입력전력 정보만으로 동작 중 용기 벗어남 또는 사라짐 감지 및 용기 판별이 가능한 제어 알고리즘을 설계하였다.

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 에너지인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다. (No. 20164030200980)

## 참고 문헌

[1] I.Millan, J.M Burdio, "Series resonant inverter with selective harmonic operation applied to all metal domestic induction heating", *IET Power Electron.*, 2011, Vol. 4, No. 5, pp. 587-592.  
 [2] H. W. Koertzen, J. D. van Wyk, and J. A. Ferreira, "Design of the halfbridge series resonant converters for induction cooking," *Proc. IEEE Power Electron. Spec. Conf. Records*, 1995, pp. 729-735

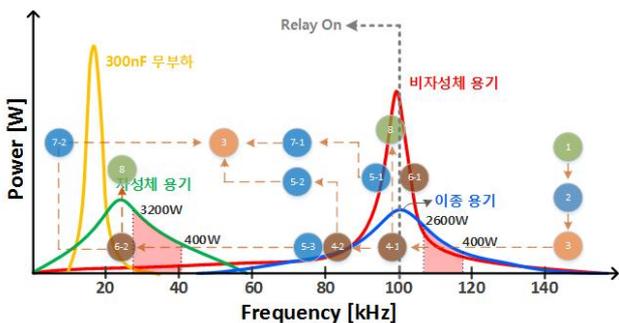


그림 5 All metal 용기 판별 및 유도가열 순서도  
 Fig. 5 Control flowchart for all metal IH