

터보 인버터 알고리즘을 탑재한 전자레인지 구현에 관한 연구

이민기, 고강훈, 권순걸*, 이현우*
 LG 전자 조리기기 연구실, 경남대학교

A Study on about Implementation to Microwave Oven that Load Turbo Inverter algorithm

Min-Ki Lee, Kang-Hoon Koh, Soon-Kurl Kwon*, Hyun-Woo Lee*
 LG Electronics CA Division, Kyungnam University

Abstract - In response to this inverter microwave oven has been developed to improve high speed cooking time & energy saving performance. The voltage resonating inverter has a defect in switching element that works at 5 or 6times higher than input voltage. Especially, it is very difficult to choose the switching device is very high for the 220[V] commercial voltage.

In this paper, it is proposed the optimum method to realize the turbo 1200[W] output power for microwave oven that is employed the 900[V] IGBT with decreasing operating voltage of the switching component by making the 220[V], 1000[W] inverter through the active clamp voltage resonating inverter.

가정용 MWO에서 Microwave를 발생시키기 위해서 마그네트론의 발진관에 4,000[VDC]의 고압을 공급해 주어야 한다.

대부분의 전자레인지의 경우 이 고압을 얻기 위해서 철 공진형 자기 누설 고압트랜스(이하 LC전원)를 사용하고 있으며, 이 고압트랜스의 2차 측에서 반파 배전압 방식에 의해 고압(4,000[VDC])을 얻게 된다. 최근 소형화, 경량화, 고 출력화 및 고 효율화 목적으로 인버터형 전원방식이 확대되고 있는 추세이다.

그림 1은 LC전원 방식의 회로도를 나타냈으며, 그림 2는 LC 전원 회로의 철 공진형 자기누설 고압트랜스 사진을 보여주고 있다.

1. 서 론

전자레인지(MicroWave Oven :이하 MWO)는 1981년에 시장에 등장한 이후로 2000년에는 보급율이 90[%]에 달하여, 생활 필수품으로 정착되고 있다. 특히 냉동, 냉장식품의 인스턴트 식품이 보급이 확대되면서 전자레인지의 사용 빈도가 높아졌으며, 조리성능과 함께 요리시간의 단축이 요구되어 지고 있으며, 고 효율에 의한 성능이치가 요구되어지고 있다.

이에 따라 고압 발생용 전원장치에 고주파 인버터를 채용하여, 에너지 효율을 높이고 고출력을 통한 요리 시간 단축 및 미세한 화력제어로 요리 성능을 향상 하고자 한다. 공진형 인버터는 스위칭소자에 상용전압의 약 5~6배의 높은 전압이 인가되는 단점이 있다. 특히 상용전압 220[V]에서는 이 방식의 경우 스위칭 소자에 걸리는 전압이 매우 높게되므로 1000[W] 이상의 출력에는 스위칭 소자의 선정이 매우 어렵게 된다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 액티브 클램프 방식이 제안되어져 왔었다. 그러나 기존에 제안되어져 왔던 액티브 클램프 방식에서는 주 공진 IGBT와 클램프용 IGBT의 에미터 전위가 서로 달라 제어에 어려움이 많았다.

본 논문에서는 기존의 클램프 방식의 문제점을 해결하기 위하여 IGBT의 에미터 전위를 동일하게 함으로서 제어 용이하게 할 수 있도록 새롭게 제안하였으며, 제안된 액티브 클램프 방식의 전압공진형 인버터로 220[V], 1000[W] 및 터보1200[W]의 출력을 최적 제어하고 실험적으로 고찰하고자 한다.

2. MWO전원장치

2.1 개요

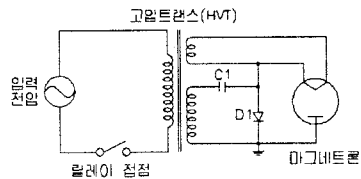


그림 1 LC형 MWO 전원 회로
 Fig. 1 LC Type Power supply of MWO

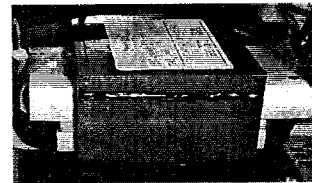


그림 2 LC 전원회로 사진
 Fig. 2 Picture of LC power supply

2.2 전원방식의 장단점 비교

MWO 전원장치에서 인버터 전원장치와 LC 전원방식의 장단점을 비교한 것을 표 1에 나타내었다. 인버터 방식은 경량이면서, 고 효율의 장점을 갖고 있지만 가격 및 전파장애의 문제점을 갖고 있음을 알 수 있다.

표 1 전원장치 장단점 비교
 Table 1 Comparison with inverter and LC power supply of MWO

구 분	인버터	LC전원
무게(kg)	1.5	7.5
전원장치 효율(%)	90.2	82
전파장애	불리	유리
가격	비쌈	쌘

2.3 MWO용 인버터

통상 SEVRI(Single Ended Voltage Resonant Inverter)를 널리 사용하고 있으며, 이 방식에서 스위칭 소자에 인가되는 전압을 줄이기 그림 3과 같은 액티브 클램프 방식이 제안되었다. 그러나 스위칭 소자 Q_1, Q_2 의 에미터전위가 서로 달라서 Q_2 를 제어하는데 어려움이 많았고 또한 신뢰성도 떨어졌었다.

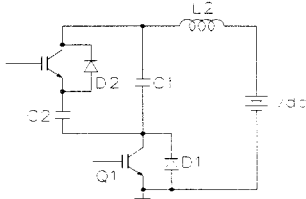


그림 3 기존방식의 클램프회로
Fig. 3 Active Clamp circuit of conventional type

2.3 제안하는 클램프 방식

본 제안회로는 스위칭 소자 Q_1 과 Q_2 의 에미터를 공통접지 하여 Q_2 의 제어를 용이하게 할 수 있는 특징이 있으며 Q_1 의 공진전압이 600[V]상이 되면 트랜지스터 Q_3, Q_4 가 턴-온 되어 Q_2 를 턴-온 시킨다. 회로구성이 매우 간단하면서 안정성이 높은 클램프 회로를 구성할 수 있는 장점이 있다. 그림 4에 제안된 회로를 나타내었다.

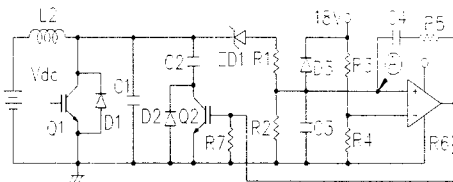


그림 4 제안하는 클램프회로
Fig. 4 Proposed active clamp circuit

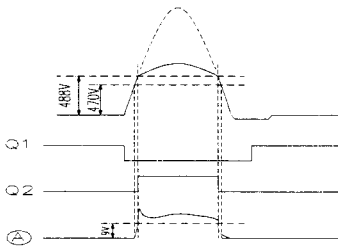


그림 5 제안하는 클램프 회로의 동작 파형
Fig. 5 The waveform of proposed active clamp inverter

2.3 제안하는 클램프 방식을 적용한 MWO인버터

제안하는 클램프 전압공진형 인버터를 채용한 MWO의 구성을 그림 6에 나타내었다. 상용전원 220[V]를 브릿지 다이오드(BD)에 의해 정류하고 콘덴서 C3에 의해 평활 되어진다. 초크코일 L1, 평활콘덴서 C4를 거쳐 유도가열 코일 L2에 직류전원이 공급되어진다. 스위칭소자로는 IGBT(Q1)을 사용하였고, IGBT의 콜렉터, 에미터 양단에는 공진콘덴서 C1이 접속되어진다. 공진콘덴서 양단에 콘덴서 C2, 스위칭소자 Q1로 구성된 클램프회로가 접속되어져 있다.

프회로가 접속되어져 있다.

인버터 제어부는 전원입력단에 다이오드 D1, D2를 거쳐 정류된 신호가 전원장치에 입력되어 인버터 제어부의 동작용 전원으로 사용되어진다. 전원의 한 단자에 변류기(CT)를 거쳐, 입력전류를 감지하고, 유도가열코일 L2의 양단전압을 비교하여 IGBT(Q1)의 온 신호를 제어하기 위한 스위칭 제어1, 그리고 클램프 회로의 IGBT(Q2)를 동작시키기 위한, 스위칭 제어 2가 있다. 마이콤 제어 신호는 전원 분리하여 입력전력을 제어하게 하고, 인버터의 신호를 마이콤에 계환 시키기 위한 신호 제어부로 구성되어 있다.

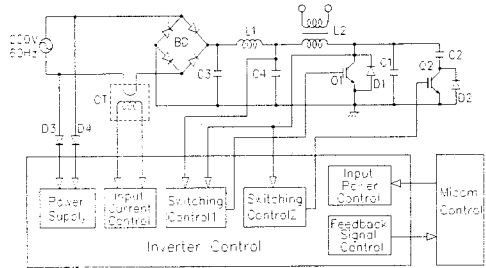


그림 6 제안된 클램프 인버터 전원장치의 구성도
Fig. 6 Configuration of active clamp voltage resonant inverter of MWO

2.3 터보출력 알고리즘

그림 7에 터보출력 알고리즘 플로우차트를 나타내었다. 상용입력전압과 스위칭 소자의 온도가 낮을 때만 1200[W]의 터보출력이 가능하다.

실험적으로 입력전압이 231[V] 이하이고, 스위칭 소자의 방열판 온도가 70[°C]이하 일 때 터보 출력이 가능함을 실험적으로 정하였다. 터보출력 제어 할 때 입력전력 제어 듀티신호를 90[%]로 제어하고 1000[W](일반출력) 경우에는 듀티를 70[%]로 제어한다.

그림 8은 입력 전력 제어 신호를 1200[W]의 터보 출력과, 1000[W]의 상시출력 및 400[W] 저 출력 시 듀티 신호를 나타내었다.

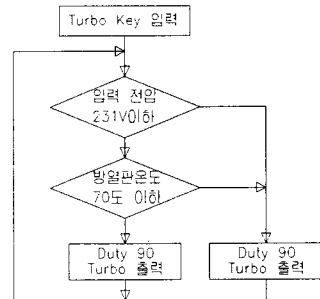


그림 7 터보 알고리즘 플로우 차트
Fig. 7 Flow chart of turbo algorithm

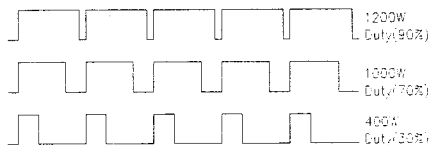


그림 8 터보알고리즘 입력전력 제어 신호
Fig. 8 Input power control signal of turbo algorithm

그림 9는 제안되어진 인버터의 전원회로를 2차측과 함께 나타내었으며, 그림 10은 제안되어진 인버터의 모듈 사진을 나타내었다.

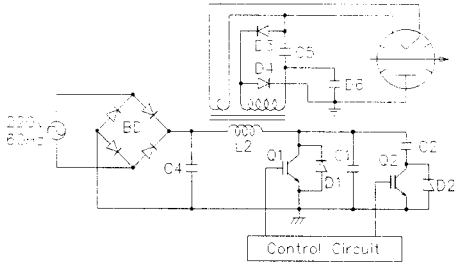


그림 9 제안되어진 인버터 전원 회로
Fig. 9 Circuit diagram of proposed active clamp inverter

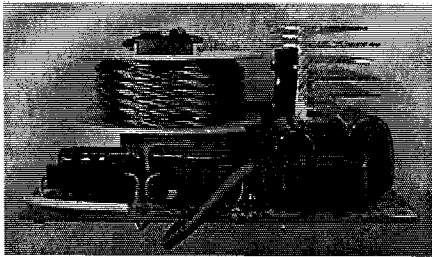


그림 10 설계되어진 MWO 인버터 모듈 사진
Fig. 10 Picture of designed MWO inverter module

3. 실험결과

표 2는 제안된 액티브 클램프 전압공진형 인버터를 채용하여 터보출력기준 입력전압을 가변 시켰을 때 IGBT의 공진전압·전류와 입력전력을 실험한 측정값이다.

표 2 제안된 MWO 인버터 특성
Table 2 Characteristics of proposed MWO inverter

구분 \ 입력전압[V]	198	220	242
발진주파수[KHz]	36.91	39.78	40.04
공진전류[A]	61.8	65.3	68.0
공진전압[V]	584	624	670
출력[W]	1185	1200	1195 (입력전압감지회로 제거기준)

그림 11, 12, 13은 입력 전압을 가변 하였을 때 IGBT의 전압·전류파형을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 전압이 증가 할 수록 발진주파수와 공진전압·전류가 증가하고 있음을 알 수 있다.

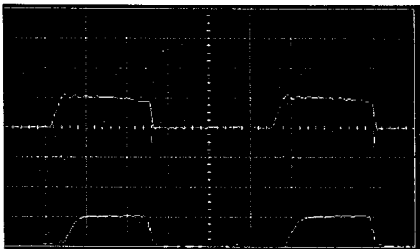


그림 11 IGBT 전압, 전류파형(198[V])
Fig. 11 IGBT voltage, Current waveform(198[V])

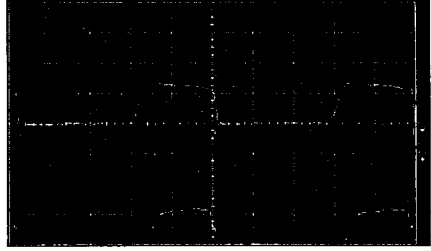


그림 12 IGBT 전압, 전류파형(220[V])
Fig. 12 IGBT voltage, current waveform(220[V])

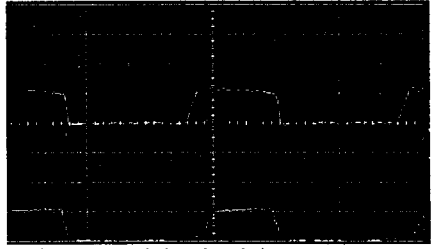


그림 13 IGBT 전압, 전류파형(242[V])
Fig. 13 IGBT voltage, current waveform(242[V])

4. 결 론

본 논문에서는 기존의 액티브 클램프 방식의 문제점인 IGBT의 에미터 전위 차에 의한 제어의 신뢰성의 저감 문제를 해결하기 위하여 IGBT의 에미터 전위를 동일하게 함으로서 제어를 용이하도록 한 회로를 제안하였다.

이 회로를 이용하여 범용 IGBT 900[V], 60[A]를 이용하여 MWO터보 출력 1200[W]를 실현하였으며, 전압 변동 10[%]에서 출력의 안정성을 확인하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] W. E. Frank et. al: " New Induction Heating Transformers", IEEE, Vol. MAG 18, No. 6, pp 1752~1755, 1982
- [2] M.K.Kazmierczuk, "Class-D Voltage Switching MOSFET Power Amplifier", IEE Proc.B. Vol. 138, No. 6, pp. 285~296, 1991.
- [3] 민병재, 노채균, "ZVS를 이용한 고주파 공진 인버터(SEPP형)의 특성해석과 설계", 전력전자학회, pp. 19~27, 전력전자학회 논문지 권 2권 제 4호, 1997.
- [4] 김희준, "공진형 컨버터의 기술현황 및 향후과제", 전력전자학회지, pp. 2407~2418, 1998
- [5] "Matsushita Technical Journal", Vol.45 No. 3 Jun. ,1999
- [6] 일본전자기계공업회, "전자레인지 용 마그네트론의 사용 방법 기술", Report DER-1501
- [7] 이민기, "평형 전압 공진형인버터의 구현에 관한 논문", 경남대학교 학위논문, 1993. 12.