

무전극 플라즈마 광원용 협대역 초고주파 발진을 위한 전원 개발

윤현성, 김경신, 원동호, 백진수, 김진중
태원전기산업(주)

Development of a Power Supply Unit to Generate Narrow Band Microwaves for Plasma Light

Hyun-Sung Yoon, Kyoung-Shin Kim, Dong-Ho Won, Jin-Soo Baek, Jin-Joong Kim
Taewon Lighting Co., Inc.. Seoul. Korea

Abstract - 본 논문에서는 무전극 플라즈마 광원 장치가 무선기기와
의 간섭을 최소화하기 위해 협대역 초고주파 발진을 일으키기 위한 전
원 개발을 논의한다.

1. 서 론

무전극 플라즈마 방전 램프는 전극 없이 방전 되는 조명용 광원 시스
템으로 획기적인 기술로 인식되어 왔으며, 무전극 방전 램프는 방전구
안에 전극이 없기 때문에 재래식 전극 램프에 비해 많은 장점을 가지고
있다.

전극이 없어 램프 자체의 수명이 20,000시간 이상으로 장수명이며 인체
및 환경에 유해한 수은과 유해물질을 사용하지 않아 친환경 적이고 태
양광과 가까운 스펙트럼으로 연색성 98을 갖는 거의 완벽한 백색광원이
다.

국내에서는 한국전력연구원에서 처음 광원 개발에 성공한 후, LG전자,
태원전기산업이 기술 개발에 성공 하였다.

이러한 무전극 방전 램프는 국내에서 PLS(Plasma Lighting System),
SolaRay 로 알려져 있으며, 높은 에너지 절약 및 친환경적인 조명 기술
로서 LED와 함께 차세대 광원으로 발전하고 있다.

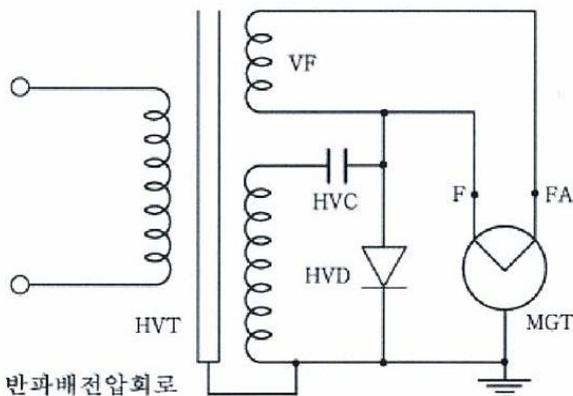
이 무전극 플라즈마 조명제품은 2.45 GHz 주파수를 사용하는 제품으로
초고주파의 넓은 대역폭(Band width)에 기인하여, 무선랜(wireless
LAN)에 간섭을 줄 수 있다.

본 논문은 무선 랜과의 간섭을 피하기 위하여, 초고주파의 대역폭을 감
소시키고 이로 인해 노이즈 감소, 마그네트론 수명연장, 도파관 설계시
의 이점을 가지기 위한 것이다.

2. 본 론

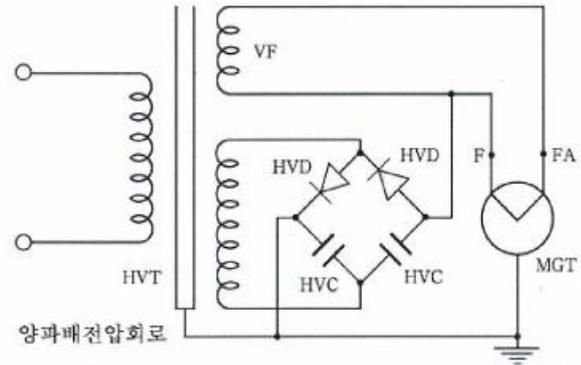
마그네트론에 사용하는 전원회로는 일종의 정전류 전원으로서 반파
배전압 방식과 양파 배전압 방식이 있다.

가정용 전자레인지에는 주로 반파 배전압 방식이 사용되며 측정장치나
무전극 플라즈마 광원에서는 양파 배전압 방식을 사용한다.



<그림 1> 반파 배전압 방식

그림 1의 이 방식은 제작 원가가 적기 때문에 가장 많이 사용되고
있는 방식이나 양극전류의 최대치가 평균 양극전류의 3배 이상으로
높기 때문에 모딩(Moding)이 쉽게 발생하는 단점이 있다.



<그림 2> 양파 배전압 방식

그림 2의 이 방식은 양극전류의 최대치가 평균전류의 2배로 비교적 낮
기 때문에 고출력 전자레인지에 사용된다.

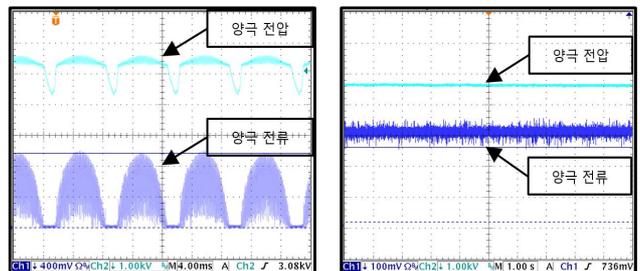
무전극 플라즈마 광원의 전원으로는 양파 배전압회로를 사용한다.

하지만 양파 배전압 회로를 적용하게 되면 불연속적인 발진에 의하여
주파수 스펙트럼에 영향을 주어 넓은 주파수 대역폭을 가지게 된다.

무전극 플라즈마 광원은 공진기내의 공진 주파수 이외의 이상발진을
방지하기 위해서 적절한 전계와 전류를 공급하여 안정적인 발진을 유지
할 수 있도록 하여 좁은 주파수 대역폭(Band width)을 갖게 하는 것이
필요하다.

2.1 전원 구동 방식에 의한 방법

무전극 플라즈마 광원의 초고주파 발진시 일반적인 전자레인지의 전원
(single ended type inverter)을 사용하면 미발진 구간이 길어 플라즈마
를 원활히 유지시키지 못하여 플리커(flicker)등의 현상을 유발시키게 되
며, 주파수 스펙트럼에도 영향을 주어 61 MHz의 넓은 주파수 대역폭
(Band width)을 가진다.



<그림 3> 전원 파형 비교

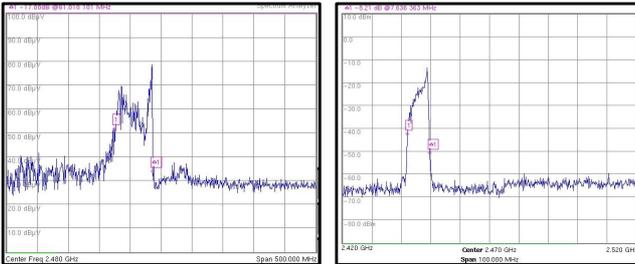
그림 3은 양파 배전압 방식 중 일반적인 전자레인지의 전원 Single
ended type inverter와 DC 전류를 통전시키기 위한 Half bridge type
inverter의 전원 파형 비교로 양극 전류의 연속성을 비교할 수 있다.

미발진 구간(발진 전류의 오프구간)을 최소화하기 위해 역률 보상회로
가 추가하여 스위칭 주파수를 높은 Half bridge 구동 방식으로 DC 전류
를 통전시켰을 때 표 1과 같이 주파수 스펙트럼이 7.6 MHz의 좁은 주
파수 대역폭을 가짐을 알 수 있다.

〈표 1〉 전원 구동 방식에 의한 동작 특성

전원방식	Single ended	Half bridge
중심 주파수 대역폭	61 MHz	7.6 MHz

그림 4는 전원방식에 따라 주파수 대역폭이 감소하는 것을 알 수 있다.



▶ Single ended

▶ Half bridge

〈그림 4〉 주파수 대역폭 비교

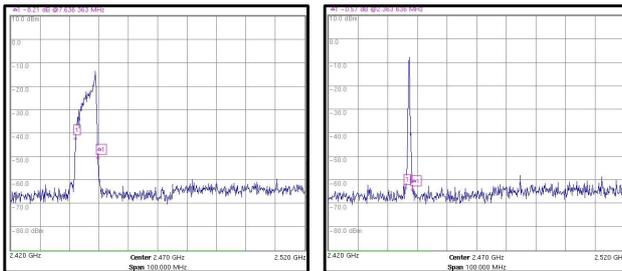
2.2 고압 리플 제거회로에 의한 방법

초고주파 방전기술의 주파수 대역폭을 감소하는 방법으로 필라멘트 전류 및 고압 인가시점 제어를 통한 필라멘트 열전자 방사체어로 작용 공간 내 잔류전자 최소화 여진발생 제거하여 주파수 대역폭을 감소할 수 있고 보다 협대역의 주파수 범위를 갖기 위해 고압 발생부의 직류 구동 회로에 인덕터를 추가하여 전류 텀핑(damping) 역할을 함으로써 리플을 제거하여 보다 좁은 주파수 대역폭을 가질 수 있다. 무전극 플라즈마 광원의 구동 전원부에 고압 리플제거용 인덕터의 유무에 따라서 중심 주파수 대역폭이 크게 감소함을 알 수 있다.

〈표 2〉 고압 리플 제거부의 동작 특성

인덕턴스	무	유
중심 주파수 대역폭	7.6 MHz	2.3 MHz
중심 주파수	2.449 GHz	2.447 GHz

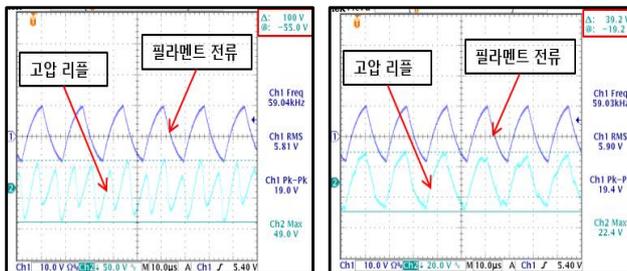
표 2와 그림 5에서 처럼 고압 리플제거용 인덕터를 추가 함으로 중심 주파수 대역폭이 2.3 MHz 까지 낮아지는 것을 볼 수 있다.



▶ 고압 리플 제거 無

▶ 고압 리플 제거 有

〈그림 5〉 주파수 대역폭 비교



▶ 고압 리플 제거용 인덕터 無

▶ 고압 리플 제거용 인덕터 有

〈그림 6〉 전원 파형 비교

그림 6을 보면 고압 리플이 100V에서 39V로 감소됨을 알 수 있으며,

이에 따라 무전극 플라즈마 램프의 광 리플 또한 감소한다.

3. 결 론

현대의 사회는 무선주파수에 의한 전자기기들이 활용되어 있어 전파를 사용하는 기기들과의 영향을 고려하지 않을 수 없게 되었다.

무전극 플라즈마 광원의 큰 어려움은 마이크로웨이브를 이용하는 기기의 특성으로 인해 동일한 대역의 주파수를 사용하는 무선기기와의 주파수 혼신이었다.

그러나 본 연구를 통해 무전극 플라즈마 광원을 구동함에 있어 전원 구동방식과 고압 리플 제거회로로 협대역 초고주파 발진을 이루어 인접 대역의 무선기기와의 혼신을 방지할 수 있게 되었다.

또한 좁은 대역폭을 가짐에 따라 도파관의 설계 및 임피던스 매칭이 용이하며, 반사파의 파워가 감소하여, 장치의 신뢰성 및 안전성에 크게 향상 된다.

[참 고 문 헌]

[1] George B. Collins, Microwave Magnetron, McGRAW-HILL, 1948
 [2] B. P. Turner, "Progress in sulfur lamp technology". the 7th Int. Symp. on Light Sources, No. 35, 1996
 [3] David M. Pozar, Microwave Engineering, JOHN WILEY & SONS Inc, 1998
 [4] Jin J. Kim, et al., Proc. The 9th Int. Symp. on Light Sources, p. 123, 2001.
 [5] Jin J. Kim, IEEE International Conference on Plasma Science, p. 318, 2002.
 [6] C. W. Johnston, H. W. P. van der Heijden, J J A M vander Mullen, "A self-consistent LTE model of a microwave-driven, high-pressure sulphur lamp", J. Appl. Phys. 35, 2002.
 [7] 이민기, "ZCS 인버터를 채용한 고효율, 터보출력 전자레인지 전원장치에 관한 연구-박사학위 논문", pp. 4-26, 2003
 [8] J. J. Kim, K. S. Kim, K. S. Oh, D. H. Won, H. S. Yoon, "An electrodeless HID sulfur lamp system using a non-rotating bulb excited by circularly polarized micro wave discharges", the 11th Int. Symp. on Light Sources, 2007.