

지르코니아 보철물의 급속 소결을 위한 마이크로웨이브 소결로용 인버터 개발에 관한 연구

정원근*

*한국폴리텍대학 대구캠퍼스

e-mail:twinnj@kopo.ac.kr

A Study on the Development of an Inverter for Microwave Sintering of Zirconia Prostheses for Rapid Sintering

Won-Geun Jeong*

*Daegu Campus of Korea Polytechnic

요약

본 논문에서는 치과 보철 지르코니아 소결을 위한 마이크로웨이브 소결로용 인버터 개발에 관한 연구를 수행하였다. 기존에 사용되고 있는 마이크로웨이브 소결로는 고압 트랜스를 사용함에 따라 과부하에 따른 발화, 10kg 이상의 무게, 지르코니아 블록 고유의 웨이드(명도와 채도) 표현의 어려움 등 단점을 개선하기 위한 인버터 전원장치를 제안하고 해석 및 제작을 통해 성능을 확인하였다. 직렬 공진 하프 브리지 인버터를 기본으로 하여 PFM, ZVS, 소프트 스타트를 적용하였으며, 연속 가변 출력으로 기존 ON/OFF 출력 조절 방식의 단점을 개선하여 안정적인 출력 특성과 웨이드 정밀 표현을 가능하게 하였다.

1. 서론

국내 치과 보철용으로 사용되는 지르코니아 가공은 10여년의 상대적으로 짧은 역사를 가지고 있다. 대부분의 신터링 퍼니스는 슈퍼칸탈선(Supercantilever)을 이용한 열선 가열 방식을 사용하여 10시간 이상의 소결 시간이 소요되었으나 마이크로웨이브를 활용한 치과 보철용 소결로가 개발되면서 시간이 획기적으로 줄어들어 3시간대에 제작이 가능하게 되었다. 마그네트론은 2.4Ghz의 마이크로웨이브를 발생시키는 다이오드 타입의 전자관으로 초고주파를 사용하여 분자 진동을 통해 발생하는 열을 이용하여 가열한다.

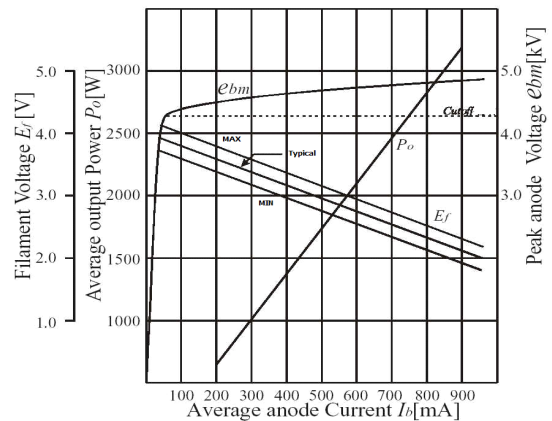
본 연구에서는 기존 HVT 아날로그 방식의 전원장치를 인버터 타입으로 개발함으로써 효율, 안전성과 특히 출력 가변을 통한 웨이드 정밀표현이 가능한 인버터형으로 제안하였다. 제안된 전원장치는 1200W급 마그네트론 구동용으로 고출력에 적합한 SRHBI(Series Resonant Half Bridge Inverter)를 적용하여 연속 가변 출력으로 사용자가 자유롭게 출력을 제어하여 온도를 조절할 수 있게 하였다.

2. 본론

2.1 마그네트론 특성

마그네트론은 양극, 필라멘트, 음극, 영구자석 등으로 구성되며 마그네트론의 음극이 가열되면 열전자가 방출되고 원통형 2극관의 양극에 공진기를 두고 축 방향으로 강한 자기장

이 형성되어 열전자가 양극 방향으로 가속되고 나선형 궤도를 그리며 원주 방향으로 변조되면서 전자의 운동 에너지가 공진기에 전달되어 그로 인해 마이크로파가 생성된다. 그림 1에 마그네트론 양극 전류에 대한 전압, 평균 출력 전력 및 전압 특성을 나타내었다. 그림에서와 같이 마이크로파가 발생하기 위해서는 3~5kV Cut Off 전압이 필요하며 따라서 고압 발생 및 전력제어가 가능한 전원장치가 요구된다.

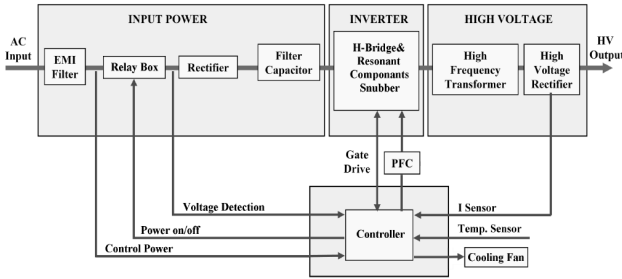


[그림 1] 마그네트론 특성

2.2 시스템 구성

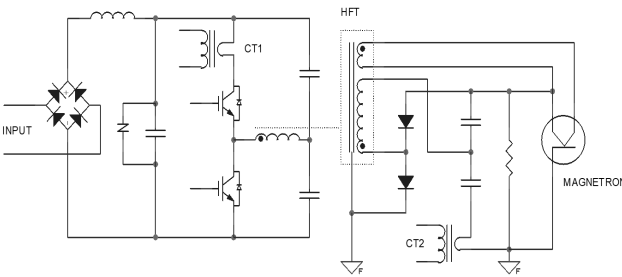
치과 소결용 마그네트론 구동용 인버터 시스템은 가변 출력 제어 방식으로 효율적 운영을 위해 소프트 스타팅 기법과

PFM, ZVS, SRHBI를 제안한다. HVT를 사용한 전원장치는 입력 전원변동에 따라 출력 또한 변동되는 구조로 전원 전압 및 주파수 변화에 따라 결과물의 차이가 발생한다.



[그림 2] 마이크로웨이브 소결로용 인버터 전원장치 구성도

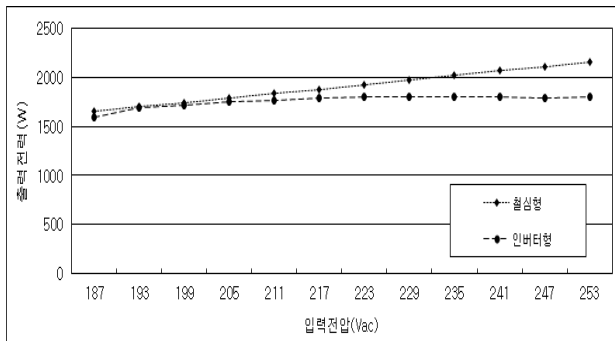
인버터 타입은 마그네트론의 동작 전원을 항상 일정하게 안정화하여 출력의 변동에 따른 제품의 신뢰성을 확보하고 마그네트론의 수명을 연장하며, 출력조절에 따라 지르코니아의 웨이드, 밀도를 조절하여 고품질의 제품을 제작할 수 있는 인버터형 전원장치로 설계하였다.



[그림 3] SRHBI(Series Resonant Half Bridge Inverter)

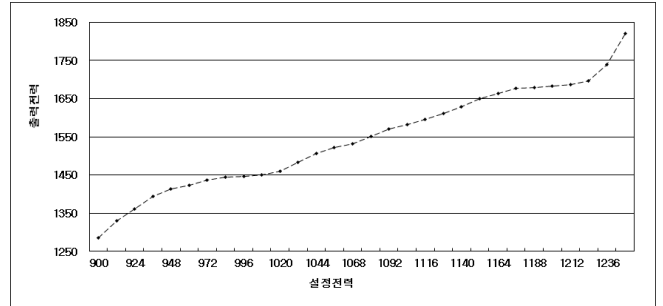
2.3 실험 결과

본 연구에서 설계한 인버터의 입력전압에 대한 출력전력, 설정전력에 대한 출력전력의 변화를 그림 4, 그림 5에 나타내었다. 그림 4에서와 같이 제안된 인버터가 입력 전원변동에도 거의 일정한 전력을 출력하는 것을 알 수 있다.

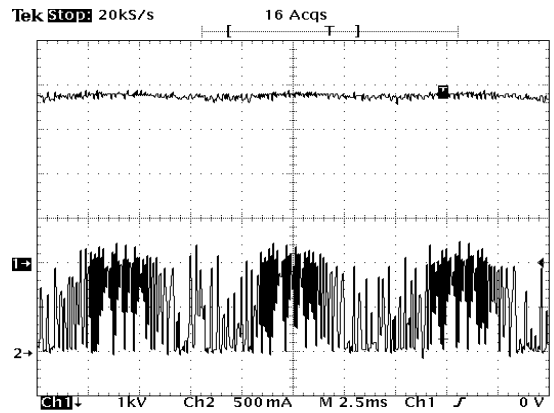


[그림 4] 입력전압에 대한 출력전력의 변화

그림 5에서는 가변 설정전력에 대해 출력전력이 변화하는 것을 확인할 수 있다. 그림 6에서는 제안한 인버터의 양극 및 필라멘트의 전압 측정 결과이다.



[그림 5] 설정전력에 대한 출력전력의 변화



[그림 6] 양극 및 필라멘트 전압

3. 결론

본 연구에서 제안한 마이크로웨이브 소결로용 인버터형 전원장치는 기존 HVT 전원장치에 비해 1/4(2.5kg)의 경량화를 달성하였고, 연속 가변 출력과 상용 전원 220[V]±15[%]의 변화에 대해 안정적인 출력 특성을 나타낸다. 따라서 지르코니아의 웨이드, 밀도 등을 조절하여 고품질의 보철물 제작이 가능하다.

참고문헌

- [1] 김태석, 유진호, 김기철, 박원욱, 서정일, 황규홍, “마이크로웨이브 소결방법에 따른 치과용 지르코니아의 물리적 특성”, 대한치과기공학회지, 제 34권 1호, pp. 11-21, 2012년
- [2] 전병욱, 이광영, “마이크로웨이브 소결이 치과용 지르코니아의 굴곡강도에 미치는 영향”, 대한치과재료학회지, 제 44권 2호, pp. 163-169, 2017년
- [3] 이주영, 최민규, 이윤석, 류홍제, “고출력 마그네트론 연계 구동을 위한 펄스 전원 펄스 상승시간 가변 기법”, 전력전자학술대회 논문집, pp. 977-978, 2024년 7월