

# 이온빔 발생용 다채널 고전압 전원장치

## The multi channel high voltage power supply for the Ion Beam

\*#고재준<sup>1</sup>, 김영권, 김양규, 유용순

\*\*J. J. Ko(koz@ftlab.co.kr), Y. G. Kim, Y. G. Kim, Y. S. Yu

(주)에프티랩

Key words : High Voltage, Multi Channel Power Supply, Ion Beam, Cold Cathode Ion Gun

### 1. 서론

최근 저가격의 탁상형 전자현미경이 개발되어 사용되면서 소형 장비에 걸맞은 소형 이온밀링장치에 대한 요구가 대두되고 있다. 하지만 이온밀링 장치는 이를 구성하는 진공 장치와 더불어서 여러 개의 고전압 전원 장치를 사용해야 하므로 부피도 크고 고가이다. 따라서 저가의 소형 이온밀링 장치를 위해서는 통합적인 일체형 전원장치가 필요한데 수kV의 고전압이 사용되므로, 소형화와 저가격화가 용이하지 않은 형편이다.

이와 같은 점을 감안하여 일반적으로 냉음극 이온건에 사용되는 두개의 전원장치, 즉 기체 방전을 통한 이온 발생용 고전압 전원장치와 이온 가속용 고전압 전원장치를 하나의 전원장치로 통합한 소형 저가격의 일체형 다채널 냉음극 이온건용 고전압 전원장치의 개발이 필요하다.

### 2. 기생정전용량을 활용한 체배회로 연구

이온빔을 발생시키기 위한 이온건 중 냉음극 방식에 적용하는 고전압 전원장치는 이온건으로 유입되는 기체를 방전시키기 위한 주전원장치와 기체 방전으로부터 발생된 이온을 가속시키기 위한 부전원장치라는 두 개의 개별적인 전원장치로 구성되어 있다.

냉음극 이온건의 경우 음극과 양극 사이의 방전 개시 전압은 1kV 미만이고 방전 전류는 수백mA 정도이며 실제 양극을 통하여 방출되어 나오는 이온빔의 전류는 매우 작아서 1mA 미만에 해당됨으로 기체 방전을 위한 주 방전 전원장치가 대부분의 전력을 소모하는 특징이 있다.

2-1. 방전전압의 기생정전용량을 활용한 일반적으로 스위치모드 파워서플라이에 사용

되는 전압 승압용 변압기의 페라이트 코어는 권선 사이에 절연층이 형성되므로 권선간 정전용량이 발생된다. 이는 사실상 이상적인 변압기에서는 원치 않는 기생 정전용량(parasitic capacitance)이며 이러한 기생 정전용량은 변압기 2차에서 출력되는 전압파형에서 [그림 3]에서 도시한 것처럼 정상전압파형(3-2)외에 과도전압파형(3-1)을 발생시키게 되는데 이는 1차 전압이 off 되어 0으로 돌아갈 때 기생 정전용량에 축적되었던 전기에너지가 방출되어서 발생하는 현상이다.

대부분의 전원장치 설계에서는 이 과도 전압을 콘덴서와 다이오드, 저항 등을 이용하여 주열열(Joule heat)로 소진시켜 억제하려고 하는 것이 일반적이지만 본 발명에서는 이를 새로운 부(sub) 전압원으로 이용하였다.

2-2. 코크로프트-울슨 전압체배회로에서 충전 에너지 변환

변압기부의 2차 권선에서 발생하는 도 3의 과도 전압파형(3-1)의 전압방향과 일치하도록 과도전압체배회로의 다이오드 방향을 구성하고 과도전압의 전기 에너지를 과도전압체배회로내의 코크로프트-울슨 전압체배회로 원리에 따라 배열된 다이오드들을 통해 체배용 콘덴서들의 충전에너지로 변환시켜서 기존 정상전압파형(3-2)에서 형성되는 출력전압과는 별개의 고전압을 얻도록 설계하였다.

이렇게 얻어진 고전압의 에너지는 [그림 3]에서 볼 수 있듯이 과도전압파형(3-1) 면적이 정상전압파형(3-2)보다 현저히 작으므로 제 1 출력부를 통해 얻어지는 주 전원에 비해 상대적으로 작을 수밖에 없다. 하지만 냉음극 이온건에서는 이온가속에 필요한 부(sub) 전원의 전력이 기체 방전에 필요한 주(main) 전원에 비하여 수십~ 수백분의

일밖에 되지 않아서 주 및 부 전원 간의 전력 차이는 문제되지 않으므로 본 연구에서 다채널 전원장치에 응용할 수 있다.

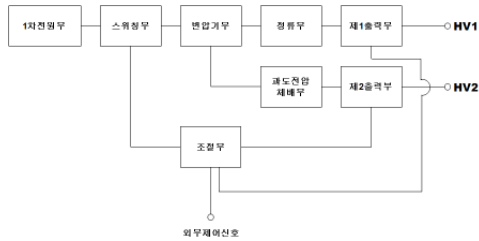


그림. 1 회로 블록도

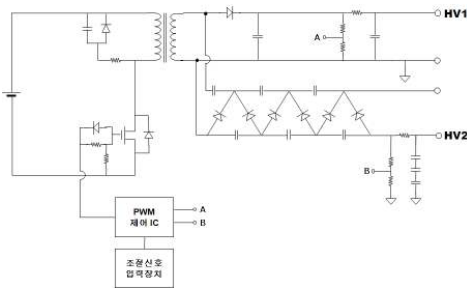


그림. 2 과도전압 체배회로를 적용한 일 회로도

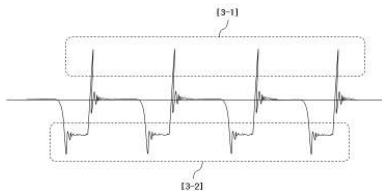


그림. 3 고전압부의 기생정전용량(parasitic capacitance)에 의한 과도전압 파형

### 3. 이온빔용 다채널 고전압 전원장치 제작

#### 3-1. 다채널 고전압 전원장치의 구성

일차전원부는 60Hz, 220V의 교류상용전원을 정류하여 사용하였고, 스위칭부는 변압기부에서 과도전압이 가급적 대량 발생하는 플라이백 컨버터 방식을 사용하였다.

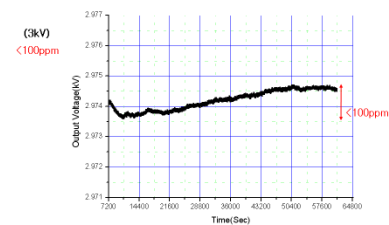
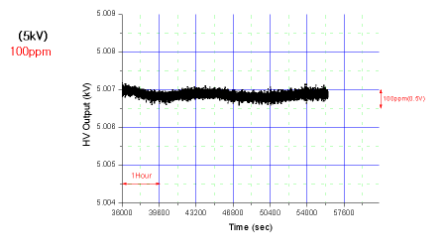


그림. 4 이온빔 발생용 다채널 고전압 전원장치 (상)와 그 내부 구성(하)

3-2. 개발된 전원장치의 스펙은 다음과 같다.

- 1) ACC : -5kV, 2mA, 100ppm
- 2) Bias A : +5kV, 2mA, 100ppm
- 3) Bias B : -5kV, 2mA, 100ppm
- 4) Magnet : 100V, 2A (200W)

#### 3-3. 고전압 출력의 안정도(Stability)



### 4. 결론

본 연구에 의한 냉음극 이온건용 다채널 고전압 전원장치는 한 개의 전원장치로 기체 방전을 통한 이온 발생 및 이온 가속을 위한 두 개의 서로 다른 전원을 공급할 수 있으므로 저가격의 소형화된 전원을 구성하는 장점이 있으며 또한 일반적으로 주열(Joule heat)로 소모되어 버리는 에너지를 부 전원으로 활용하였으므로 전체적인 전원장치의 효율 개선에 도움을 주는 효과가 있다.