

# 3극형 이온펌프를 위한 고압 시스템 제작

김성운, 한재천, 김영조  
 청운대학교 대학원 전자공학과  
 e-mail: epazet@hanmail.net, daci-99@hanmail.net,  
 yckim@cwunet.ac.kr

## Fabrication of High Voltage System for Triode Type Ion Pump

Sung-Woon Kim, Jae-Chun Han, Yung-Cho Kim  
 \*Dept of electronics engineering, Chungwoon University

### 요 약

반도체 및 디스플레이 제조에 필요한 진공펌프의 장·단점을 비교하고, 특히 2극형 이온펌프와 3극형 이온펌프의 구조를 비교하였다. 고압시스템과 3극형 이온펌프를 설계, 제작하여 전류-전압 특성을 비교하였다. 고압시스템을 이온펌프에 결합하여 측정된 결과 펌프 내부 저항과 챔버 내의 저항, 그리고 펌프내에서 전자의 방출 등에 따른 이유로 전류의 값이 변화 되는 것을 알 수 있었다..

### 1. 서 론

최근 들어 반도체 및 디스플레이 제조 부품·소재 산업의 발달로 그 중요성에 대한 인식이 확산되고 있다. 따라서 진동과 소음이 없고 청정한 진공환경을 만들 수 있는 진공장치로서의 이온펌프는 현대의 첨단산업에 적합한 것으로 알려져 있으며 그 개발 및 성공향상에 많은 관심이 집중되고 있다[1][2]. 대대분의 초고진공 제품이 선진국에 거의 의존하고 있으며 이온 펌프의 국내 개발 및 상업화도 이와 비슷하여 따라서, 본 연구에서는 국내 개발된 이극형 이온펌프의 문제점을 개선하여 삼극형 이온펌프의 고압시스템을 제작하여 특성을 연구하고자 한다.

저진공영역의 로터리 펌프, 고진공영역의 터보펌프, 초고진공영역의 이온 펌프를 장·단점을 비교하여 표.1에 나타내었다. 기계적 펌프에 속하는 로터리 펌프와 터보분자 펌프는 기계적 작동에 의해 기체를 흡입하여 높은 압력으로 압축하여 배출하는 것이며, 이온펌프는 전극 내부 구조의 양이온이 음극에 충돌에 의해 이온화 되어 방전을 일으켜 배기된다.[2][3]

본 연구에 사용된 이극형 스퍼터 이온펌프 구조

구분 종류	장 점	단 점
로터리 펌프	회전체의 균형이 좋아 진동이 적다 비교적 소형펌프로 사용된다.	배기 기체가 건조 기체인 경우는 적어서 수증기 흡입 흡입된 수증기는 물이 되어 기름과 혼합 배기성능 약화 압력이 낮거나 점성류의 영역을 넘어가면 기름 증기가 역류 압력이 떨어짐.
터보 펌프	배기가스 종류에 무관하게 사용가능 Hydrocarbome free, clean Vacuum(oil free) 최고회전속도에서 Air 유입에 둔감 낮은 소비 전력	최대배기 용량에 한계 설치비, 수리비 고가 유리조각 등의 particle 유입에 치명적 손실
이온펌프	초고진공( $\sim 10^{-11}$ )이하 넓은 압력영역에서 일정한 펌핑속도 이온펌프 단독으로 오랜 시간 동작가능 펌프전류로 진공도 측정 가능	많은 양의 기체를 펌핑하지 못함 저진공 영역에서는 비경제적임 불활성기체를 뽑아내는데 부적합

표. 1 진공펌프의 장·단점 비교

를 Fig. 1에 나타내었다. 이 구조는 티타늄 음극판(Titanium negative plate), 자석(Magnetic), 양극셀(Positive Cell), 전원(Power Source)으로 구성되어 있다. 이극형 이온펌프에서는 알곤(Ar), 헬륨(He)과 같은 무거운 불활성 가스는 배기속도가 작다. 따라

서 알콘이 일정한 간격으로 압력상승 현상이 나오며 알콘 불안성이라고 부른다.[1][4]

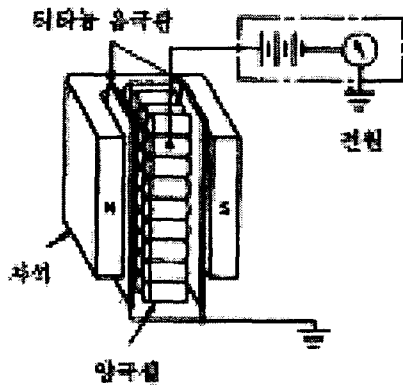


Fig. 1 이극형 스퍼터 이온펌프

삼극형 스퍼터 이온펌프의 구조를 Fig. 2에 나타내었다. 이 구조는 이극형 스퍼터 이온펌프와 비슷하나 다른점은 펌프벽(Pump Wall)이 양극으로 되어 있다는 것이다. 스퍼터 이온펌프에서는 양극은 격자형으로 구성되어 있으며, 티타늄 음극판은 양이온의 충격으로 티타늄이 스퍼터 되도록 되어있으며, 전원을 인가하면 자석에 의해 자장이 형성되며, 전계전자방사 등으로 인한 전자들이 자장 양극 공간에서 자장 방향으로 나선 모양으로 회전하게 된다.

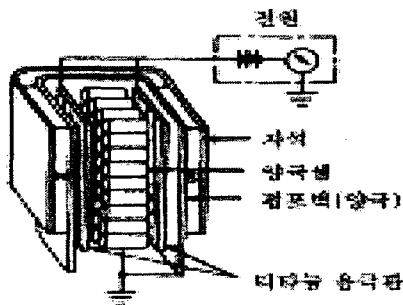


Fig. 2 삼극형 스퍼터 이온펌프

따라서 삼극형에서는 스퍼터 만을 담당하는 스퍼터 음극이 추가되어 있어 종래의 음극은 가스의 흡착만을 담당한다.[3]

자장 및 전계 내부에 존재하는 기체 분자는 이온화 하여 양극 공간 내에서 전자와 같이 플라즈마 방전이 일어난다. 공간 밖에서는 자장의 영향이 없이 음극에 충돌한다. 가스분자는 음극 속에 흡착하기도 하고 표면에서 화학반응으로 배기되기도 한다. 이온의 충돌로 스퍼터한 티타늄은 양극표면 그리고 건너

편 음극 표면에 부착하여 가스를 흡착하는 청정한 면을 형성한다.

본 연구에서도 고압시스템을 제작하고 3극형 이온펌프를 제작하여 전류-전압특성을 고찰하였다.

## 2. 실험 방법

본 실험에 사용된 고압시스템 블록도 Fig. 3에 나타내었다.

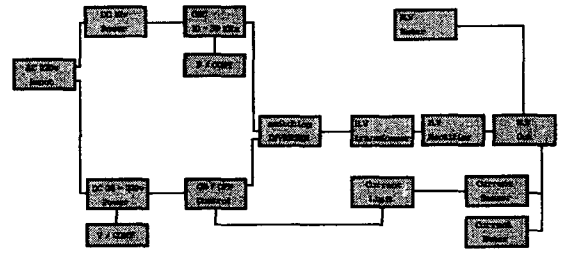


Fig. 3 고압시스템 블록도

고압시스템의 입력단은 AC220V를 인가하여 주파수 제어를 위한 DC12V의 전원부와 전압 컨트롤을 위한 DC20V ~ 220V 전원부로 이루어져 있으며, 고압 Transformer, 고압 Rectifier 등의 고압회로부 그리고 Current 와 전압을 표시하기 위한 출력단부로 구성하였다. 고압회로의 접지테스트를 한 후 이온펌프 내에 전원을 인가하기전 출력전압이 과부하에 의한 전원차단 기능을 확인한 후 본 실험에 임하였다. 이온펌프내에 전원을 인가한후 -1kV ~ -7kV까지의 전압 변동에 따른 펌프내의 진공도를 실험하였다.

실험에 앞서 고압시스템의 전류-전압 특성을 이론적으로 계산한 결과를 Fig. 4에 보였다.

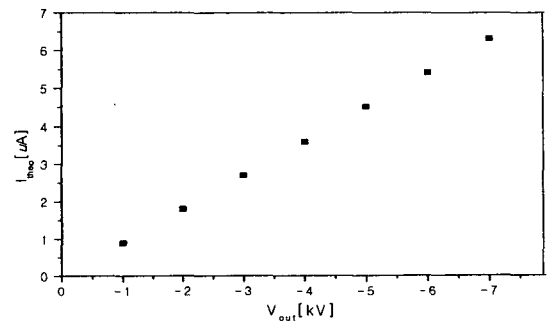


Fig. 4 전류-전압 특성(이론치)

전압이  $-1\text{kV} \sim -7\text{kV}$ 까지 변함에 따라 전류의 값 또한 선형적으로 변하는 것을 볼 수 있다. 전압은  $-1\text{kV}$ 씩 변할 때마다,  $-101.2\text{V}$ 씩 변하며, 전류는  $0.9 [\mu\text{A}]$ 씩 변해간다.

### 3. 결과 및 고찰

출력전압에 따른 전류의 이론적 측정치를 보면 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 실제 고압시스템을 제작하여 측정한 결과를 Fig. 5에 나타냈다.

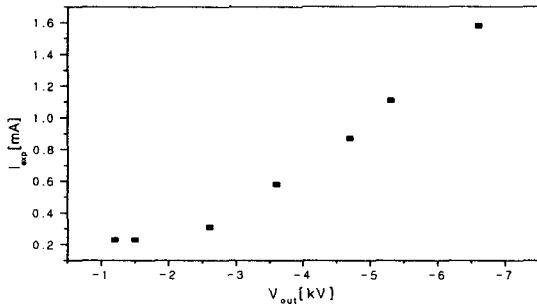


Fig. 5 전류-전압 특성(측정치)

Fig. 5에서 보듯이 위의 Fig. 4의 선형적인 전류-전압특성이 아닌 지수적으로 증가하는 전류-전압 특성을 볼 수 있다.  $-1\text{kV} \sim -2\text{kV}$ 에서는 전류의 변화가 거의 없고  $-3\text{kV}$ 을 넘어서는 순간부터 선형적으로 변하는 것을 볼 수 있다.

실제 고압시스템을 이온펌프에 결합하여 측정한 결과 펌프 내부 저항과 챔버 내의 저항, 그리고 펌프 내에서 전자의 방출 등에 따른 이유로 전류의 값이 변화 되는 것을 알 수 있다[2]. 초기  $-2\text{kV} \sim -3\text{kV}$ 에서는 방전 전류의 증가로 발열이 있으나  $-4\text{kV}$  이후로는 방전 전류가 감소하기 때문에 방전 전류에 의한 발열은 무시할 수 있으며, 초고진공 영역으로 가는  $-7\text{kV}$ 에서의 온도는 거의 실온과 동일하다는 것을 알 수 있다.

### 4. 결론

이극형 이온펌프의 고압시스템에서 문제됐던 내부 전극 구조에 따른 이온화 손실과 고전압 방전특성은 삼극형 이온펌프의 고압시스템에서 보다 더 우수하다는 것을 알 수 있으나 초(극)고진공( $10^{-11}$  Torr)으로 가기 위한 전압 안정성의 문제는 방전전압이 10%내에서 유지되어야 하고 그에 따른 고전압 특성의 성능을 향상 시켜야 한다고 생각된다.

### 참고문헌

- [1] L.D. Hall, Rev. Sci. Instrument, 29, 367(1958).
- [2] H.Hartwig and J. S. Koupsidis, J. Vac. Sci. Technol., 11, 1154 (1974)
- [3] J. M. Lafferty ed., Foundation of Vacuum Science and Technology, JHON WIERY & SONS,1998,.
- [4] D. M. Hoffman et.al ed., Handbook of Vacuum Science and Technology, ACADEMIC PRESS,1998