

VF-P003

## 원통형 Saddle Field Ion Source의 특성에 관한 연구

최성창

(재)송도테크노파크

Saddle field ion source는 구조가 간단하고 영구자석을 사용하지 않아 소형화에 유리하고 구조가 간단한 DC 파워서플라이를 이용하기 때문에 장치 가격이 저렴하여 다양한 분야에서 응용되고 있으며 특히 이온빔 밀링 분야에 많이 사용된다. 초기 saddle field ion source 는 대칭형의 구형이었으나 지속적인 연구 개발로 와이어형, 원판형, 원통형 등 다양한 형태의 saddle field ion source가 개발되었다. 본 연구에서는 비교적 제작이 용이하고, 구조적으로 외부간섭에 대하여 덜 민감한 원통형 saddle field ion source를 제작하였다. 초기 saddle field ion source는 이온원 내부에 saddle field를 형성하기 위하여 대칭 구조를 가지 형태로 제작되었으나, 비대칭 구조에서도 saddle field 가 형성될 수 있고 비대칭 구조를 채택할 경우 한쪽으로 더 많은 이온빔을 인출할 수 있기 때문에 실제 응용면에서는 비대칭 구조가 더 유리하다. 따라서 본 연구에서는 원통형 비대칭 saddle field ion source를 제작하였으며, 제작된 이온소스는 높이가 62 mm 지름이 55 mm 의 소형 이온소스였다. 제작된 원통형 saddle field ion source는 진공도와 가속전압에 따라 방전 모드 변화하였다. Saddle field ion source는 전극과 extractor의 구조에 따라 조금씩 다르지만 대체로  $5 \times 10^{-5}$  Torr ~  $5 \times 10^{-4}$  Torr 영역에서 안정적으로 작동하였다. 이온소스 내부의 압력이 높을 경우 수십 mA 의 방전 전류가 흐르는 고전류 방전 모드로 작동하였으며 압력이 낮을 경우에는 동일한 전압에서 수 mA 의 방전 전류만 흐르는 저전류 방전 모드로 작동하였다. 압력이 더 높아질 경우 아크 방전이 발생하여 이온소스의 작동이 불안정하여 연속적인 작동이 어려웠다. 고전류 방전 모드에서는 이온빔 전류가 Child-Langmuir 방정식에 따라  $V^{3/2}$ 에 비례하여 증가하는 경향을 보여주었으며 저전류 방전 모드에서는  $V_i$  에 선형적으로 증가하였다. 가속 전압이 동일한 경우 고전류 방전 모드가 저전류 방전 모드에 비하여 더 많은 이온빔 인출이 가능하지만, 고전류 방전 모드의 경우 이온의 방출 각도가 매우 넓은 반면 저전류 방전 모드에서는 이온빔의 퍼짐이 현저히 줄어들어 관찰할 수 있었다. 원통형 saddle field ion source는 내부 구조가 간단하기 때문에 내부 전극의 구조 변화에 따라 방전 특성 및 이온빔 인출 특성이 심하게 변동하였다. Saddle field ion source에서는 Anode에 인가되는 방전 전압이 가속 전압과 같은 역할을 하는데 가속 전압은 2~10 kV 사이에서 인가가 가능하였다. 일반적으로 동일한 방전 모드에서 진공도가 높아질수록 방전 전류의 양과 인출되는 이온의 양이 증가하는 것이 관찰되었다. 제작된 이온소스는 최적 조건에서 5 mm 인출구를 통하여 0.7 mA 의 이온빔 인출이 가능하였으며, 9 mm 인출구를 사용한 경우 1 mA 까지 이온빔 인출이 가능하였다.

**Keywords:** Saddle field ion source, ion beam milling, Cold cathode