

# 집속이온빔 장치를 위한 액체갈륨이온원의 빔에너지 분포 및 퍼짐특성

최은하, 안정철, 김영권, 황경환, 조광섭, 강승언  
FIB Laboratory, 광운대학교 물리학과

## 1. 서론

80년대 중반부터 집속이온빔(FIB: Focused Ion Beam) 장치가 본격적으로 개발되어 주로 표면 분석, 집적회로의 수정, 마스크의 교정(repair) 및 잘못된 부분의 분석(failure analysis) 등에 사용하고 있다. FIB의 최근 연구동향은 고분해능의 이온빔 리토그래피<sup>[1]</sup>와 이온 주입의 기술<sup>[2]</sup> 및 미세가공 기술<sup>[3]</sup> 등의 분야에 집중되고 있으며, 이를 위해서는 FIB의 수렴성(convergence)을 개선해 나가는 것이 중요하다. FIB의 수렴성은 이온빔의 각 분포 및 에너지 퍼짐(FWHM) 특성에 관계되며, 특히 에너지 퍼짐특성은 그 자체가 FIB의 색수차에 영향을 준다. 본 논문에서는 FIB의 이온 에너지 분포 및 퍼짐특성을 방출전류량에 따라서 조사하였으며, 이를 위해서 분해능 1 Volt의 그리드-저지형 정전 이온에너지 분석기를 제작하였다.

## 2. 실험방법 및 결과

실험에 사용된 FIB의 에너지 분포 및 퍼짐특성에 대한 측정회로의 개략도가 그림 1에 있다. 가열용 텅스텐 리본의 중앙구멍으로부터 바늘끝의 돌출길이는 2 mm로 하였고, 추출극판의 중앙의 구멍의 크기는 3 mm 직경으로 하였다. 바늘끝과 추출극판의 거리는 1 mm로 유지하였다. 가열용 텅스텐 리본의 히터 전류는 2 Amps로 고정시켰으며, 이때 갈륨이 장착된 부분의 온도를 열전대 방식으로 측정한 결과 335 K로 나타났다<sup>[4]</sup>. 그리드-저지형 정전 이온 에너지 분석기의 개요가 그림 2에 나타나 있다<sup>[5]</sup>. 분석기의 그리드는 그물망 사이의 간격이 33.8  $\mu\text{m}$ 인 니켈 그리드를 사용하였다. 첫번째 그리드는 모든 이온이 통과할 수 있도록 공간에 띄었으며(floating), 이온원에 인가된 고전압하에서 두 번째 그리드인 판별극(discriminator)의 전위 조절을 위하여 1 Volt의 분해능을 가지는 보조 전원회로(-200V ~ +200V DC)를 제작하였다. 컬렉터는 통과된 이온빔의 전류를 측정하며, 이때 이차전자의 영향을 없애기 위하여 +200 Volt의 바이어스 전압을 인가하였다. 진공도는  $2 \times 10^{-5}$  Torr를 유지하였으며, 판별극의 전위에 따른 컬렉터의 전류를 측정하여 분석기의 전류-전압(I-V) 특성곡선을 얻었다. 추출극에서 측정한 방출이온전류가 30  $\mu\text{A}$  일때의 분석기의 I-V 특성곡선 및 에너지 분포를 각각 그림 3(a) 및 3(b)에 나타내었다. 방출된 이온빔은 그림 3(b)에서 보듯이 Maxwellian의 형태에 가까운 분포를 하고 있으며, 이때 이온빔의 에너지는 8.09 keV, 그리고 에너지 퍼짐(FWHM;  $\Delta E_{1/2}$ )은 12 eV임을 알 수 있다. 방출전류량에 따른 에너지 퍼짐(FWHM)의 측정결과를 그림 4에 나타내었다. 이온빔의 에너지 퍼짐은 방출전류량이 커질수록 더 증가하는 경향을 보였으며, 이온빔의 분포는 Maxwellian의 형태에 더욱 가까운 분포를 가졌다.

## 3. 결론

FIB의 액체갈륨이온원으로부터 방출되는 이온빔의 에너지 분포 및 퍼짐특성을 방출전류량에 대하여 측정하였다. 이를 위하여 그리드-저지형 정전 이온에너지 분석기를 제작하였다. 진공도  $2 \times 10^{-5}$  Torr, 히터 가열전류 2 Amps의 실험조건하에서, 방출된 이온빔의 에너지 분포는 Maxwellian의 형태에 가까운 분포를 가지며, 빔 에너지의 퍼짐은 방출전류량에 따라 10 eV ~ 45 eV의 값을 가진다. 이온빔의 에너지 퍼짐은 방출전류량이 커질수록 더 증가하는 경향을 보였다.

## 참고 문헌

- [1] J. S. Huh, M. I. Shepard, and J. Melngailis, J. Vac. Sci. Technol. **B9**, 173 (1991).
- [2] H. J. Lezec, C. R. Musil, J. Melngailis, L. J. Mahoney, and J. D. Woodhouse, J. Vac. Sci. Technol. **B9**, 2709 (1991).
- [3] T. Ishitani, T. Ohnishi, and Y. Kawanami, Jap. J. Appl. Phys. **29**, 2283 (1990).
- [4] G. S. Cho, E. H. Choi, and S. O. Kang, Kor. Appl. Phys. **5**, 611 (1992).
- [5] E. H. Choi, S. K. Kim, C. W. Park, H. S. Lee, C. Rhee, S. Cho, and M. Kim, J. Korean Phys. Soc. **25**, 525 (1992).

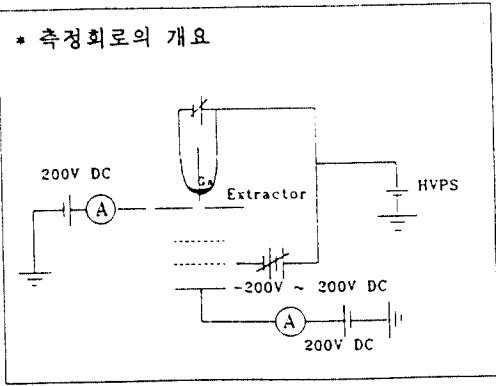
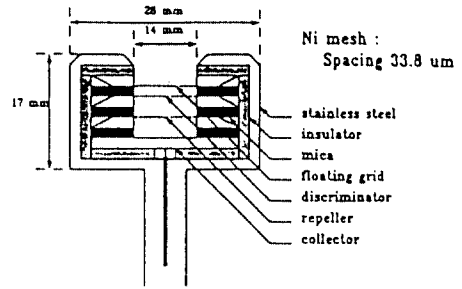


그림 1



Ion Energy Analyzer

그림 2

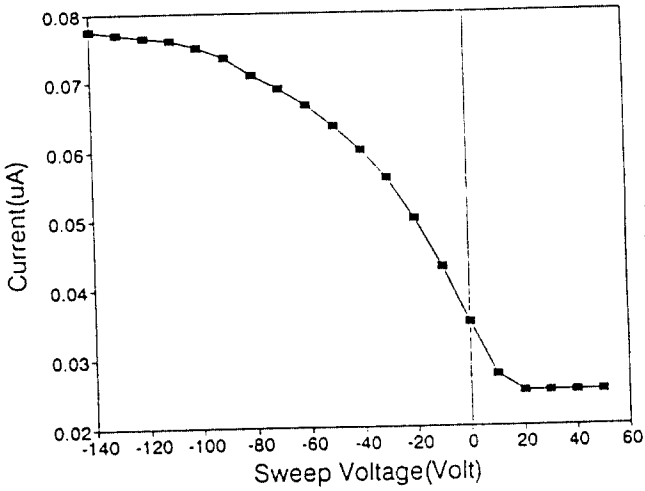


그림 3(a)

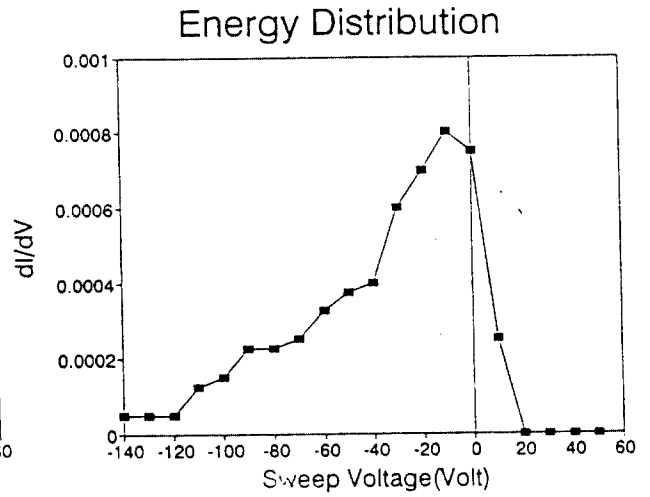


그림 3(b)

Energy Spread vs Extractor Current

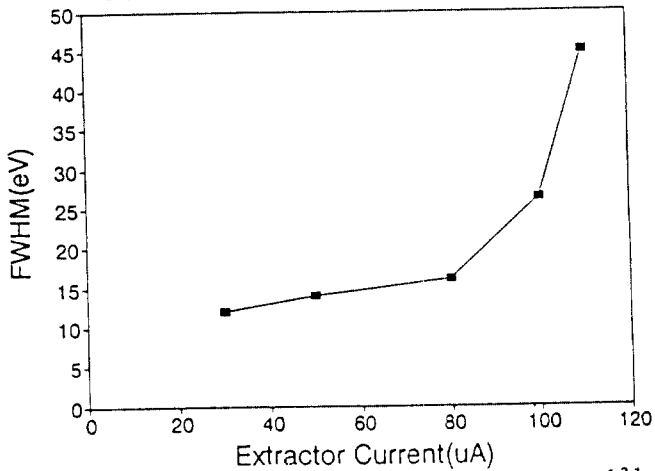


그림 4