

[II~6]

E×B필터에 의한 갈륨 이온빔의 동위원소 분리 및 에너지 특성 분석

이용문, 최복기, 이준호, 이동석, 김영권, 최은하, 서윤호, 조광섭, 강승언

광운대학교 물리학과

1. 서론

반도체 제조 공정에서 광범위하게 사용되고 있는 액체금속 이온원(Liquid Metal Ion Source : LMIS)은 다른 이온원에 비해 고전류 밀도, 작은 에너지 퍼짐 및 좋은 집속도로 인해 1980년대 이후 이를 이용한 집속 이온빔 장치(Focused Ion Beam System : FIBS)가 개발되었다. FIB 장치에 사용되는 단일 금속원은 대부분 용점이 높거나 증기압이 높고 필요시 마다 금속원을 교체해야 하는 단점이 있으나 합금원은 대부분 용점이 낮고 E×B필터를 이용하여 쉽게 원하는 이온만을 분리하여 사용할 수 있기 때문에 다양한 응용이 가능하다.

2. 실험방법.

FIB 장치의 핵심이 되는 LMIS의 에너지 특성분석은 빔 집속이나 이온빔 리소그래피, 이온주입, 스퍼터링 등의 응용을 위해 필수적이다. 이를 위해 E×B필터와 그리드 저지형 에너지 분석장치를 제작 사용하였다.

질량분석장치인 E×B필터를 사용하여 질량차이가 작은 갈륨 동위원소를 분리함으로써 합금원을 구성하고 있는 이온들은 질량차이가 커 쉽게 분리할 수 있다. 전산모사에 의해 제원을 설정한 후 영구자석을 4mm간격으로 유지하여 자기장이 0.7Tesla될 수 있도록 하고 자기장에 수직된 방향에 5mm간격의 전극을 설치하여 인가전압을 조정할 수 있도록 제작하였다. 빔 분리를 위하여 50 μ m의 슬릿을 이용하였으며, 정전렌즈를 사용하여 슬릿위치에서 빔이 집속되도록 하였다. 에너지 퍼짐과 에너지 결손을 측정하기 위하여 그리드 저지형 에너지 분석장치를 제작하였다.

3. 결과 및 고찰

제작된 E×B필터와 50 μ m의 슬릿을 이용하여 갈륨 동위원소인 $^{69}\text{Ga}^+$ 와 $^{71}\text{Ga}^+$ 를 분리하였다. 각각의 동위원소에 대해 분리 측정된 최대값을 비교한 결과 동위원소 구성비율이

${}^{69}\text{Ga}^+ : {}^{71}\text{Ga}^+ = 60\% : 40\%$ 로서 이에 알려진 구성 비율과 동일함을 확인하였다.

그리드 저지형 에너지 분석장치의 그리드 인가전압을 변화시켜 슬릿을 통과한 동위원소에 대한 에너지 퍼짐과 에너지 결손을 측정하고 분리되지 않은 갈륨의 값과 비교하였다. 에너지 퍼짐은 방출전류가 증가됨에 따라 Ga과 ${}^{69}\text{Ga}^+$, ${}^{71}\text{Ga}^+$ 의 측정치가 크기만 다를뿐 동일하게 증가되었다. 에너지 결손은 Ga과 ${}^{69}\text{Ga}^+$ 경우 크기외에는 동일하게 방출전류에 무관하게 일정하게 유지되었으나 ${}^{71}\text{Ga}^+$ 경우는 방출전류가 증가됨에 따라 급격하게 감소되었다.

4. 결론

갈륨이온의 동위원소 분리 및 분리된 동위원소에 대한 에너지 특성을 조사하였다. 에너지 퍼짐은 이론치와 실험결과가 잘 일치되었으나 에너지 결손은 이론치와 다소 차이가 있었다.