

갈륨이 도핑된 산화아연 박막을 이용한 알파입자 신틸레이터의 제작 및 특성 분석

최용석¹, 황대규¹, 오민석¹, 홍광표², Vyacheslav T. Em², 최한우³, 박성주^{1*}

¹광주과학기술원 신소재 공학과, ²한국 원자력 연구소, ³한국 지질자원연구소

산화아연은 나노초 단위의 붕괴 시간 상수, 중간 크기의 밀도 (5.6 g/cm^3), 방사선에 대한 강한 내구성 그리고 높은 발광효율의 특성 때문에 차세대 재료로 각광받고 있는 물질이다. 갈륨이 도핑된 산화아연 박막의 신틸레이션 특성을 분석하기 위해서 c-축으로 배향된 사파이어 위에 $800 \text{ }^\circ\text{C}$ 의 성장온도에서 rf-마그네트론 스퍼터링 장비를 사용하여 박막을 증착하였다. 알파입자에 대한 신틸레이션 발광 효율을 증가시키기 위해서, 갈륨 도펀트를 활성화시키기 위한 급속 열처리를 $900 \text{ }^\circ\text{C}$ 의 온도에서 1분 동안 실행 하였고 알파입자에 의한 발광 체적을 증가시키기 위해 박막의 두께를 증가시켰다. 또한 박막 성장 중간에 열처리 과정을 넣어줌으로써 신틸레이션 발광 강도를 증가시키는 연구를 진행 하였다. 갈륨이 도핑된 산화아연 박막의 알파입자에 대한 신틸레이션 특성의 분석은 3MeV 의 He^{2+} 이온을 사용하는 입자가속기를 이용하였다. 알파입자는 갈륨이 도핑된 산화아연 박막의 표면으로 입사가 되고 광 검출기는 샘플의 뒷면에 위치하여 신틸레이션 광 신호를 측정하였다. 갈륨이 도핑된 산화아연 박막은 380 nm 파장대의 신틸레이션 발광을 보여주었다. 급속 열처리를 통하여 갈륨이 도핑된 산화아연 박막의 신틸레이션 발광 효율이 증가하였는데, 이는 급속 열처리에 의해 비 발광 영역에 해당하는 Ga_2O_3 도펀트가 효과적으로 활성화됨에 따른 결과이다. 신틸레이션 발광 효율은 박막의 두께를 증가시킴에 따라 또한 증가되었는데, 이는 알파입자에 대한 발광 체적이 증가함에 따른 결과이다. 신틸레이션 발광 효율은 박막의 성장 중간에 $800 \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 30분의 열처리 과정을 넣어줌으로써 더욱 크게 향상이 되었다. 본 연구에서는 갈륨이 도핑된 산화아연 박막의 성장 중간에 열처리 과정이 들어있는 2단계 성장을 통하여, 알파입자에 대한 신틸레이션 발광 강도를 크게 증가시킴으로써 갈륨이 도핑된 산화아연 박막의 알파입자에 대한 신틸레이터로서의 가능성을 보여주었다.