

## 의료용 X선 영상을 위한 고분해능 CsI:Tl 섬광체의 제작 및 특성 평가

김종열<sup>1</sup> · 조규성<sup>1\*</sup> · 김영주<sup>2</sup> · 차보경<sup>3</sup> · 이경수<sup>4</sup>  
한국과학기술원<sup>1</sup> · (주)나노포커스레이<sup>2</sup> · KERI<sup>3</sup> · SMD<sup>4</sup>  
E-mail: gscho@kaist.ac.kr

중심어 (keyword) : X-ray, CsI:Tl 섬광체, 미세구조

### 서 론

X선 섬광체 중 CsI:Tl 섬광체는 X선이 입사하였을 때 높은 섬광 효율을 가지고 있으며 실리콘 기반의 광 검출기에 적합한 550nm의 파장을 방출하기 때문에 X선을 이용한 의료 영상 분야에 널리 사용되고 있다. CsI:Tl 섬광체는 단결정 성장법을 이용하여 단결정으로 제작하는 방법과 열증착법을 이용하여 제작하는 방법이 있다[1]. 열증착법을 이용하여 CsI:Tl 섬광체 제작시 미세구조는 증착조건에 따라 결정된다. 일반적으로 증착시 공정변수는 기판 온도, 챔버 압력, 증착온도, 증착속도 등이 복잡한 형태로 작용하며 특정한 조건에서 CsI:Tl 섬광체의 조직이 주상 조직으로 성장하게 된다[2]. CsI:Tl 섬광체의 조직이 주상 조직으로 성장하면 CsI:Tl 섬광체 내에서 생성된 섬광이 주상조직을 따라 광 검출기에 도달하게 되므로 고해상도 X선 영상을 얻을 수 있게 된다.

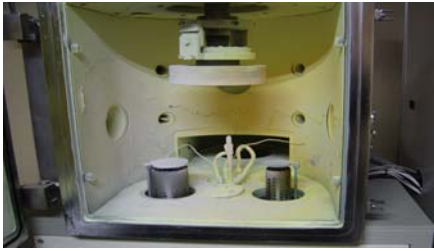
본 연구에서는 여러 조건에서 CsI:Tl 섬광체를 제작하였고 주사전자현미경을 이용하여 제작된 CsI:Tl 섬광체들의 미세구조를 관찰하였다. 그리고 CsI:Tl 섬광체와 CCD(Charge Coupled Device) 카메라를 결합하여 신호의 크기와 X선 영상 등을 얻을 수 있었으며 서로 비교함으로써 특성을 평가하였다. 또한 기존의 CsI:Tl 섬광체 증착장비를 주상조직으로 성장하기 위해 가장 중요한 변수인 증착온도와 증착속도의 안정성이 우수한 Effusion Cell Source를 이용하여 CsI:Tl 섬광체 제작을 시도하였다.

### 재료 및 방법

CsI:Tl 섬광체는 진공 챔버내에서 CsI와 도핑물 질인 Tl이 유리 기판에 증착함으로써 제작되어진다. 그림 1은 섬광체의 제작에 사용된 열증착기로 (a) Resistance Heated Source (b) Effusion Cell Source이다. Resistance Heated Source를 이용한 경우 CsI와 Tl의 도가니는 유리 기판으로부터 24cm 떨어진 곳에 위치하고 있으며 CsI:Tl 섬광체는 35°C와 250°C로 유리기판을 가열하고  $10^{-2}\sim 10^{-5}$  Torr의 압력에서 증착하였다. 증착후 Tl가 CsI에 일정하게 도핑 되도록 250°C로 2시간 열처리 하였다. Effusion Cell Source를 이용한 경우 유리 기판과 CsI와 Tl의 Effusion Cell 도가니는 서로 20cm 거리에 있으며 유리기판의 중심에서 좌우로 10cm 거리에 위치하고 있다. CsI:Tl 섬광체는 35°C와 250°C로 유리기판을 가열하고  $10^{-2}\sim 10^{-5}$  Torr의 압력에서 CsI는 555°C Tl은 262°C의 온도로 증착을 하였다. 증착후 Tl가 CsI에 일정하게 도핑 되도록 250°C로 2시간 열처리 하였다. 주사전자현미경을 이용하여 제작된 샘플의 미세구조를 확인하였으며 X선 발생기와 CCD 카메라를 이용하여 광량을 측정하고 X선 영상을 비교하였다.



그림1. (a) Resistance Heated Source



(b) Effusion Cell Source

## 결과 및 고찰

제작된 섬광체의 증착조건에 따른 단면의 미세구조를 관찰하였을 때 기판의 온도  $35^{\circ}\text{C}$ 와  $10^{-5}$  Torr에서 형성된 섬광체의 미세구조에서는 갈라진 틈들이 선명하게 보이나 기판의 온도  $250^{\circ}\text{C}$ 에서는 갈라진 틈들이 사라지고 있는 것을 확인할 수 있었으며 기판의 온도  $35^{\circ}\text{C}$ 와  $10^{-2}$  Torr에서 섬광체가 주상조직으로 성장하는 것을 확인할 수 있었다.  $10^{-2}$  Torr 압력에서 평균자유행정(Mean Free Path)이 짧아져 챔버내에서 가스등과의 충돌로 기판에 느리게 증착이 되어 주상조직 미세구조를 형성하고 고진공인  $10^{-5}$  Torr 압력에서는 충돌이나 산란이 발생하지 않아서 기등형태가 아닌 조밀한 형태로 증착이 된다. 기판의 온도  $35^{\circ}\text{C}$ 와  $10^{-5}$  Torr에서 형성된 섬광체의 미세구조에서 가장 많은 광량이 나오는 것을 확인하였다.

## 결론

CsI:TI 섬광체의 미세조직이 주상조직으로 성장하면 CsI:TI 섬광체 내에서 생성된 섬광이 주상조직을 따라 광 검출기에 도달하게 되므로 고해상도 X선 영상을 얻을 수 있게 된다. CsI:TI 섬광체가 주상조직으로 성장하는 증착조건을 찾을 수 있었으며 Effusion Cell Source를 이용하여 보다 우수한 주상조직 CsI:TI 섬광체를 제작할 수 있을 것이며 주상조직 CsI:TI 섬광체를 비정질 실리콘 평판형 검출기에 직접 증착하여 의료용 X선 영상에 적용할 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년도 지식경제부 산업원천기술개발사업의 지원에 의하여 연구되었음. KEIT (10033800)

## 참고 문헌

1. R. Gwin, R.B. Murray, Phys. Rev. 131 (1963) 508..
2. A. Fedorov, A. Lebedinsky, O. Zelenskaya, Nucl. Instr. and Meth. A 564 (2006) 328.