

디지털 X선 영상센서 적용을 위한 진공증착 CsI 특성평가

신정욱, 박지균, 최장용, 석대우, 김재형*, 남상희*

인제대학교 의생명공학대학 의용공학과, 인제대학교 의료 영상 연구소*

The X-ray Detection Characteristic of vacuum evaporated CsI for Digital X-ray Image Sensor

Jung-Wook Shin, Ji-Koon Park, Jang-Yong Choi, Dea-woo Seok, Jea-Hyung Kim*, and Sang-Hee Nam*
Inje University Biomedical Engineering, College of Biomedical Science and Engineering Inje University*

Abstract

In recent years, there has been keen interest in phosphor materials responding X-ray. Cesium iodide of the materials is a material with a high γ -ray stopping power due to its relative high density and atomic number. CsI is noted for its high resistance to thermal and mechanical shock due to the absence of a cleavage plane. To design the structure of CsI detector, we analysed the structure with SEM and XRD and measured UV meter.

Key Words : evaporation, CsI, SEM, XRD

1. 서 론

최근 X-선에 반응하는 phosphor 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. phosphor는 DR(digital Radiography)의 간접방식의 Scintillator 물질, 그리고 radiographic cassette의 일부분으로 사용되고 있다. phosphor는 X-선 및 가시광 등에 반응하여 특정 파장대의 빛을 방출하는 특성을 가지고 있다. phosphor 물질에는 Zns(Ag), BGO, NaI(Tl), NaI, CsI, CsI(Tl) 등이 있다. 이 중 CsI는 높은 밀도와 원자번호 때문에 빛 변환효율이 다른 phosphor 물질에 비하여 높은 편이다. 또한 임상 적용에 편리한 열과 기계적인 충격에 강한 저항성을 가진다. 비록, CsI가 조해성을 가지기 때문에 습도가 높아지면 표면 붕괴가 일어날 수 있으므로 항상 밀폐된 상태로

있어야 하지만, 위에서 언급한 장점들과 또한 detector 제작의 용이함 때문에 많은 연구가 이루어지고 있는 실정이다.

CsI가 가지는 Peak Wavelength는 약 280nm로 나타나지만 Na와 Tl을 첨가함으로써 흡수파장 peakcl의 변화를 가져오는 것으로 알려져 있다.

본 연구의 목적은 대면적 증착이 가능한 Thermal evaporation을 사용하여 CsI 결정구조를 증착하여 CsI 센서 제작을 최적화시키고 SEM과 XRD 측정을 통하여 CsI의 구조분석을 하며, 제작된 CsI와 CsI(Tl)의 흡수파장대를 UV meter로 측정하여 비교 분석하고자 하였다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 실험에 이용된 증착원료는 Cerac 社의 순도가 99.999%인 CsI 와 순도 99.99%의 Tl을 사용하였다. 시편제작을 위해 이용된 증착기는 자체설계 및 제작된 저항가열식(Resistive Thermal Evaporator) 진공 증착기로써 이 장치는 mechanical pump와 diffusion pump로 구성되어 증착시 10^{-7} Torr의 진공도를 유지하였으며, 기관의 온도는 상온(room temperature)을 유지하였다.

CsI 증착에 앞서 유리기관(corning glass, $75 \times 25 \text{ mm}^2$)이 acetone, methanol 순으로 초음파 세척하여 D.I. water로 행군 후 질소 gun으로 건조시켰다.

CsI 증착의 경우 진공(10^{-7} Torr) 상태에서 boat의 온도가 약 $300 \sim 400^\circ\text{C}$ 에서 증착이 이루어지므로 온도는 고정시키고 시간을 조절하여 시편을 제작하였다. 시편의 면적은 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ size 이다. 아래의 표 1은 제작된 시편의 조성비를 나타낸다.

표 1. CsI 시편 number에 따른 CsI와 Tl의 조성비.

시편 number	CsI(g)	Tl(g)
1	30	0
2	30	4.5

3. 결과 및 고찰

제작된 CsI 시편의 SEM 측정결과 표면결정상태는 그림 2, 3과 같이 나타났으며 CsI의 단면결정상태는 그림 4, 5와 같이 나타났다.



그림 2. CsI의 표면 SEM 사진

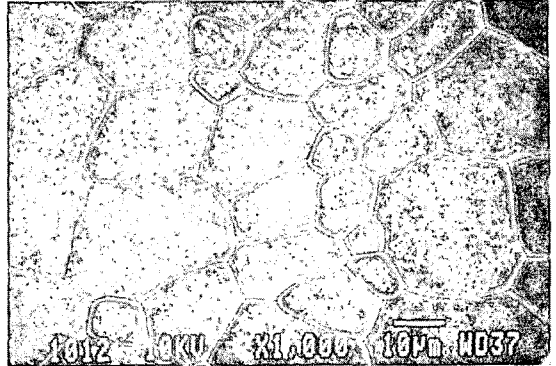


그림 3. CsI의 표면 SEM 사진

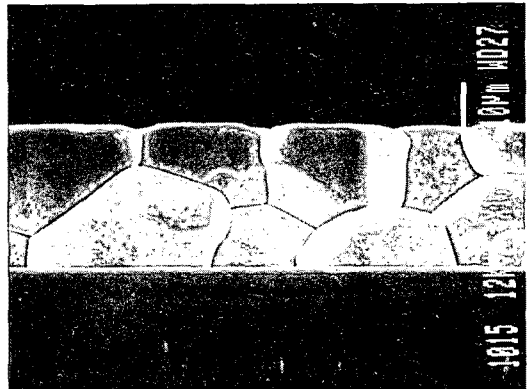


그림 4. glass 위에 증착된 CsI 단면 SEM 사진

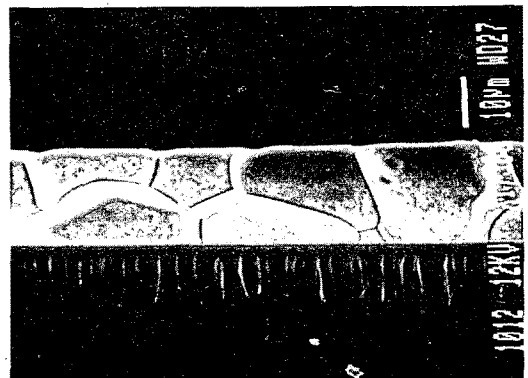


그림 5. glass 위에 증착된 CsI 단면 SEM 사진

SEM 측정 결과 Thermal evaporation로 증착된 CsI는 고유의 결정구조를 가지고 있는 것으로 나타났으며 증착된 CsI 결정 구조는 약 $20\mu\text{m}$ 의 두께를 가진다.

CsI 결정구조 분석을 위해 X선 회절 분석을 한 결과 아래 그림 6, 7과 같은 그래프를 얻을 수 있었다.

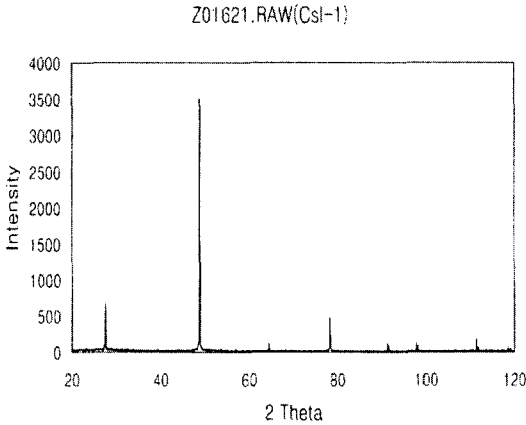


그림 6. CsI의 XRD 측정 결과 그래프

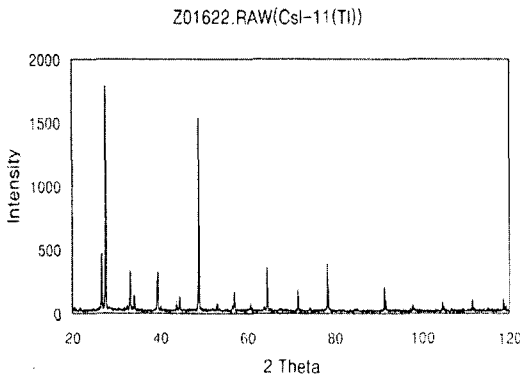


그림 7. CsI(Tl)의 XRD 측정 결과 그래프

이는 CsI가 가진 고유의 결정형과 같은 결과를 나타내었고, 그림 7의 CsI(Tl) XRD의 측정 결과는 CsI 결정과 Tl결정에 의한 intensity 차이로 확인하였다. UV Meter로 분석한 결과의 경우 순수 CsI가 증착된 시편의 경우에는 최대 흡수 Peak Wavelength의 값이 약 280nm인 것에 비하여 CsI(Tl)의 경우에는 약 330nm로 Tl의 첨가로 인하여 최대 흡수 Peak wavelength가 변화되는 것을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 디지털 X선 영상검출기 개발을 위한 phosphor Layer인 CsI 및 CsI(Tl)을 진공증착법에 의해 형성하였다. 제작된 2cm × 2cm size의 CsI는 고유의 결정구조를 가지고 있다. 증착조건은 400℃의 boat 온도에서 30분 동안 증착하였고, CsI 시편의 두께는 20 μ m로 측정되었다. CsI(Tl)의 경우 순수 CsI의 absorption Peak Wavelength가 280nm에서 330nm로 이동됨을 확인하였다. 위의 결과는 디지털 X선 검출기로서의 응용을 위한 Scintillator로서의 기초 자료로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실 지원(M1-0104-00-0149)에 의하여 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] J. D. Valentine, D. K. Wehe, G. F. Knoll, and C. E. Moss, "Temperature Dependence of CsI(Tl) Absolute Scintillation Yield," IEEE Trans. Nucl. Sci. vol. 40, No. 4, 1993, pp. 1267-1274
- [2] GLENN F. KNOLL, "Radiation Detection and Measurement"
- [3] Fiorini, C, Longoni, A, Perotti, F, Labanti, C, "Detectors for high resolution gamma-ray imaging based on a single CsI(Tl) scintillator coupled to an array of silicon drift detectors", J. of IEEE Vol. 1, no. 1, p. 10, 2001.
- [4] I. Fujieda, G. Cho, J. Drewery, T. Jing, S. N. Kaplan, S. Qureshi, and D. Wildermuth, "Amorphous Silicon Based Detector," J. Non-crystalline Solid, vol.137, No. 12, 1991, 1291-1296
- [5] C. L. Woody, P. W. Levy and S. Stoll, "Radioation Damage in Undoped CsI and CsI(Tl)," IEEE Trans. Nucl. Sci. vol.39, No. 4, 1992, pp. 524-531
- [6] H. Grassmann, E. Lorenz, and H. G. Moster, "Properties of CsI(Tl) -Renaissance of an old scintillation material," Nucl. Instr. and Meth.

KIEEME SPRING CONFERENCE 2003

vol. 228, 1985, pp. 323-326

- [7] M. Kobayashi, S. Sakuragi, " Radiation Damage of CsI(Tl) crystals above 103 rad," Nucl. instr. and Meth. vol. A254, 1987, pp. 275-280