

비정질 셀레늄 기반에서 CsI:Na 응용을 위한 Na의 조성비 연구

차병열, 박지균, 강상식, 이규홍, 남상희, 최홍국
인제대학교 의료영상연구소

The study of Na Doping rate for application CsI:Na in the amorphous selenium

Byung-Youl Cha, Ji-Koon Park, Sang-Sik Kang, Kyu-Hong Lee, Sang-Hee Nam, Heung-Kook Choi
Medical Imaging Research Center of InJe University

Abstract

This paper is about research of scintillator layer, which is used for Hybrid method to increase electric signals in a-Se, the material of Direct method. In case of the thermal evaporation, CsI has column structure which is an disadvantage as scintillator . But it decreases scattering of incident X-ray, has better Light output intensity than other scintillation materials. CsI was made by Thermal evaporation. The Doping material, Na, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7g were added in each sample. Analysis of absorbed wavelength, PL(Photoluminescence), Light output intensity, SEM, and XRD analysis were performed to analyze optical characteristics. Doping rate of CsI:Na to use as scintillation layer in a-Se based detector could be optimized.

Key Words : CsI:Na, SEM, XRD, PL, Scintillator

1. 서 론

의학적 연구의 한 분야인 디지털 X선 영상 획득의 한 방향으로 거론되고 있는 Digital X-ray sensor 개발의 한 부분으로써 직접변환방식과 간접 변환방식의 접목인 Hybrid method를 적용하여 광 신호량 증가를 꾀하고자 하고 있다. 직접변환물질로 사용되고 있는 변환물질은 a-Se, Pbl₂, TlBr, CdTe, HgI₂ 등이 사용되며, 이중 비정질 셀레늄은 물성 자체의 높은 고유해상도(Intrinsic resolution)와 낮은 누설전류(leakage current)를 지니기 때문에 다양한 영상검출기에서 이용되고 있다. 하지만 비정질 셀레늄의 약점은 충분한 X선 민감도와 전하수집 효율을 증가시키기 위해서 약 10V/ μ m 이상의 높은 전기장을 인가해야 한다.

이로 인하여 X선의 과잉조사 또는 셀레늄층의 high leakage point가 발생할 경우 a-Si:TFT panel에서 픽셀 어레이의 파괴가 일어나게 된다

또 다른 방법인 간접변환 방식은 조사되는 X선을 가시광영역으로 변환하는 Scintillator층을 사용하여

특성 파장대의 방출하는 빛을 Pin Diode를 이용하여 전기적 신호를 검출하는 방법이다. 간접변환방식으로써의 장점은 빛 변환효율이 직접변환방법에 비해 우수한 반면에 빛의 산란에 의한 영상의 scattering 현상이 나타나는 단점을 보인다. 이러한 직접변환방식의 장점과 간접변환방식의 장점을 접목시키는 방법적 측면으로 Hybrid 변환 기술을 제안하게 되었으며, 이를 위한 기초적인 연구인 Scintillator 층의 물성적 특징과 Hybrid 변환시의 접목을 위한 연구가 이루어지고 있다.

본 논문은 이와 같은 맥락으로 현재 간접변환 방식에서 Scintillator layer 로 사용되고 있는 CsI (Cesium Iodide)물질을 광변환효율이 높고, 디지털 영상에서 해상도가 우수한 직접변환 방식의 셀레늄층에 적용하고자 한다.

순수 CsI Material 에 Doping Material로 사용되는 Na(Sodium)의 양을 일정비(각각 0.1, 0.3, 0.5, 0.7g)로 조절하여 열 진공증착 방법으로 Co-evaporation시켜 sample을 제작하였다. 제작된 sample을 통해 흡수파장분석과 PL(Photoluminescence),

Light output intensity, SEM, XRD측정을 병행하였으며, 직접변환물질인 비정질 셀레늄 기반에 사용될 조성비 연구를 통한 결과와 기존의 CsI(Na)의 물성적 연구와의 비교를 통한 결과를 도출하였다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 실험에 이용된 증착원료는 Cerac社의 순도가 99.999%인 CsI 와 순도 99.99%의 Na(Sodium)을 사용하였다. Na의 보관은 sample 제작바로 직전까지 석유와 함께 보관되었다. sample 제작을 위해 이용된 증착기는 자체설계 및 제작된 저항가열식 (Resistive Thermal Evaporator) 진공증착기로서 이 장치는 mechanical pump와 diffusion pump로 구성되어 샘플 증착시 10^{-7} Torr의 진공도를 유지하였으며, 기관의 온도는 상온(room temperature)을 유지하고, 기관의 온도는 복사열에 의한 기관온도 상승을 막고자 최고 $\sim 80^{\circ}\text{C}$ 까지 유지하였다.

CsI 증착에 앞서 Clenaing 과정으로써 유리기관 (corning glass, $75 \times 25 \text{ mm}^2$)을 acetone, methanol 순으로 초음파 세척하여 D.I. water로 헹군 후 질소 gun으로 제거하고, 120°C 의 oven에서 건조시켰다.

CsI 증착의 경우 진공 (10^{-7} Torr) 상태에서 boat의 온도가 약 $400 \sim 540^{\circ}\text{C}$ 에서 증착이 이루어지고, 증착속도는 $4 \mu\text{m}/\text{min}$ 이다. 증착후 sample의 열적 평형상태를 상온까지 유지한 후 개봉하였으며, 제작된 sample의 면적은 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ size이다. 아래의 표 1은 제작된 시편의 조성비를 나타냈다. Na의 조해성을 고려하여 밀봉된 시료를 증착하기 바로전에 개봉하였으며, 증착되는 시간은 5~10분이다.

표 1. 각 시편에 따른 물질의 조성비.

Sample Number	CsI(g)	Na(g)
1	10	0.1
2	10	0.3
3	10	0.5
4	10	0.7

3. 결과 및 고찰

비정질 셀레늄층 위에 Multi-layer 로 사용될 CsI(Na)를 Doping Material의 조성비 별로 제작하였다. PL(Photoluminescence) 과 Light output

intensity 실험결과 상업적으로 제작되어진 특성 파장 분석과 다른 특이성은 보이지 않았으며 그 결과는 아래 그래프로 나타내었다. 제작된 샘플을 XRD, SEM 측정분석에서 needlelike 구조를 보였으며, 열진공증착에서 Co-evaporation timing matching 의 조건을 도출할 수 있었다. 샘플의 조해성을 통한 조성비에 따른 light output intensity 차이는 확인되지 않았으며, 실질적인 CsI(Na)의 light out 은 확인 할 수 있었다. SEM측정을 통해서 cross-section 구조의 유사 needlelike 구조를 다시 확인하였으며, 표면적으로는 Uniformity $\pm 7\%$ 이내로 제작되었다. XRD측정을 통해 Crystal 구조까지 제작되지 못함을 확인하였으며, 다른 방법적인 측면인 annealing 기술과 Cooling 기술의 병행을 통한 보다 나은 결과를 제안하고자 한다.

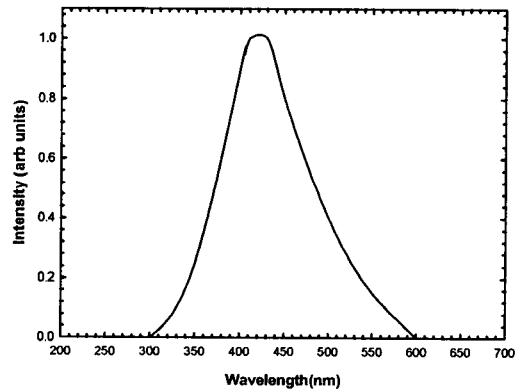


그림 1. CsI 의 PL, Light output intensity 측정.

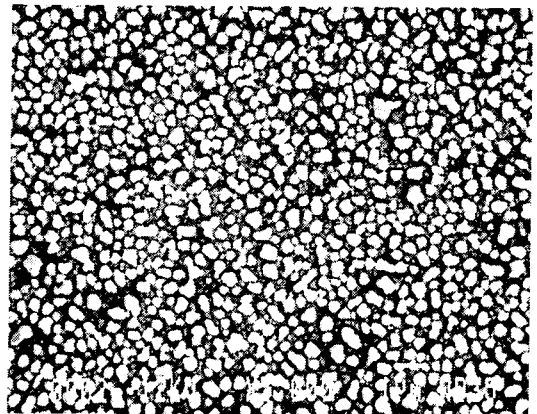


그림 2. CsI 의 표면 SEM 사진.

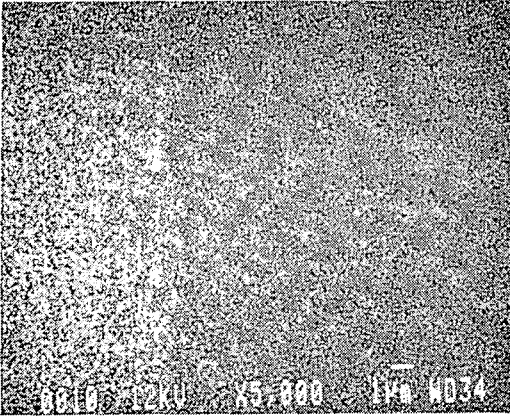


그림 3. CsI 의 표면 SEM 사진.

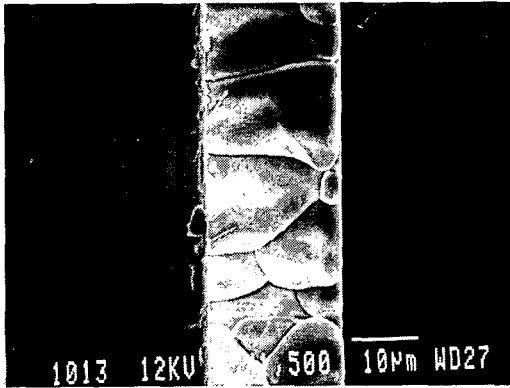


그림 4. CsI의 단면 SEM 사진.

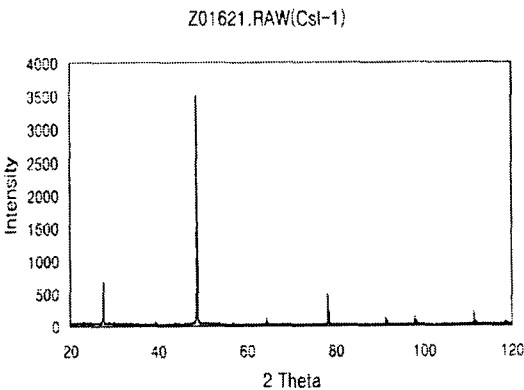


그림 5. CsI:Na의 X 선 회절 패턴.

4. 결론

Cesium Iodide에 Doping Material로 사용되는

Na(Sodium)은 Peak energy 인 2.95eV의 Band gap energy를 가지고 있으며, 실질적으로 열진공 증착을 통한 샘플제작으로 PL과 intensity 측정시 pure CsI의 wavelength shift만 보이고, doping rate 에 따른 light output intensity, PL의 변화는 보이지 않았다. 환경적 error effect와 Sodium의 조해성을 고려해볼때, 상업적으로 사용되고 있는 CsI(Na)의 특성과 같은 결과를 보이며, 본 논문에서는 비정질셀레늄에 Multi layer로 증착될 CsI(Na)의 증착기술을 가질 수 있었다.

감사의 글

본 연구보고서는 정보통신부의 출연금 등으로 수행한 정보통신선도기반기술개발사업의 연구결과입니다.

참고 문헌

- [1] M. Kobayashi, S. Sakuragi, " Radiation Damage of CsI(Tl) crystals above 103 rad," Nucl. instr. and Meth. vol. A254, 1987, pp. 275-280
- [2] 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
- [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] Paul, J.R. Leblans, Luc Struye, Peter Willems. "New Needle-crystalline CR Detector", SPIE, Vol. 4320(2001) p.59 , 2001.
- [5] J. D. Valentine, D. K. Wehe, G. F. Knoll, and C. E. Moss, " Temperature Dependence of CsI(Tl) Absolute Scintillation Yield, "IEEE Trans. Nuci. Sci. vol. 40, No. 4, 1993, pp. 1267-1274
- [6] Jpn. J. Appl. Phys. Vol 41 (2002) pp. L263-L265 Part 2, 3A, 1 March 2002 "Scintillation from NaI Nanoparticles Formed in CsI:Na Thin films.