

PIB법을 이용한 대면적 HgI₂ 검출기의 I-V 특성평가

김경진, 박지균, 강상식, 차병열, 조성호, 신정욱, 문치웅*, 남상희*
인제대학교 의용공학과, 인제대학교 방사선영상 연구실*

I-V Measurements of large area HgI₂ X-ray detector produced by PIB method

Kyung-Jin Kim, Ji-Koon Park, Sang-Sik Kang, Byung-Youl Cha, Sung-Ho Cho, Jin-Yung Kim
Chi-Ung Mun*, Sang-Hee Nam*
Inje Uni. dept. BME, Inje Uni. Radiation image lab*.

Abstract : In this paper, we investigated electrical characteristics of the X-ray detector of mercuric iodide (HgI₂) film fabricated by PIB(Particle-In-Binder) Method on ITO substrates 17cm×20cm in size with thicknesses ranging from approximately 200μm to 240μm. In the present study, using I-V measurements, their electrical properties such as leakage current, X-ray sensitivity, and signal-to-noise ratio (SNR), were investigated. The results of our study can be useful in the future design and optimization of direct active-matrix flat-panel detectors (AMFPD) for various digital X-ray imaging modalities.

Key Words : mercuric iodide, PIB(Particle-In-Binder) Method, I-V measurements, digital X-ray imaging

1. 서론

DR(Digital Radiography)은 아날로그 신호를 디지털화하여 영상을 획득하는 디지털 방사선 검출기로 영상 획득, 처리 및 전달이 용이하여 최근 몇 년간 급속히 발전하고 있다.

직접 방식의 광도전체 물질은 높은 X-선 흡수율을 가져야 하며 비저항과 광자효율이 높아서 높은 신호대 잡음비(SNR)를 획득할 수 있어야 한다. 이러한 광도전체 물질로는 CdTe, CdZnTe, a-Se, HgI₂, PbI₂, BiI₃ 등이 있다. 복사기 등의 사용으로 물리적 특성에 대해서 잘 알려진 a-Se는 타 물질에 비하여 낮은 누설 전류, 뛰어난 공간 분해능 등의 장점을 가지고 있기 때문에 직접 방식의 광도전체로 많이 사용되고 있다. HgI₂와 PbI₂는 a-Se에 비하여 상대적으로 높은 누설 전류를 가진다는 단점이 있지만 a-Se에 비하여 상대적으로 낮은 전압을 인가해 주며, X-선 에너지에 반응하여 높은 광 민감도를 가지기 때문에 직접 방식의 디지털 방사선 검출기의 이미지 디텍터로서 효용성을 가지고 있다.

대면적 a-Se X-선 검출기는 이미 의료기 시장에 적용되고 있으나 낮은 광 민감도와 고전압 요구에 따른 TFT의 효율저하의 문제점을 가지고 있다. 그리고 CdZnTe의 대면적 증착은 매우 높은 제조 온도(600℃) 때문에 TFT를 이용하기 어렵다는 문제를 가지고 있다.

본 연구에서는 직접방식 방사선 검출기의 광도전체로 연구되고 있는 HgI₂를 PIB(Particle-In-Binder)법을 이용하여 진공증착보다 쉽게 대면적으로 제작하였으며, 구동전압에 대한 누설전류, X선에 대한 민감도, 응답특성 등을 측정, 비교함으로써 검출기로서의 적용 가능성을 검증하고자 하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용된 HgI₂는 Cerac社에서 제작된

99.9% 순도의 원료이다.

시편 제작을 위해 사용된 기기는 자체설계 및 제작된 PIB장비로써 이 장치는 시편 형성 시 상온(20℃)를 유지하였다. HgI₂ 형성에 앞서 ITO(Indium Thin Oxide)를 DC sputtering 법을 이용하여 유리기판(coming glass, 17.5 X 21 cm²)에 코팅하였다. ITO가 코팅된 유리 기판위에 PIB(Particle-In-Binder)법으로 HgI₂ powder와 유기Binder를 교반하여 면적이 17.5 X 21 cm²의 HgI₂층을 형성하였으며, 단일층 필름의 두께는 약 200μm이며, HgI₂ 필름의 passivation 층을 증착하기 위해 PDS(Parlyene deposition System)-2060을 이용하여 parlyene 층을 100Å의 두께로 증착 시켰다. 그 후 HgI₂ 필름은 엑스-선 민감도와 검출신호를 높이기 위해 자체설계 및 제작된 건조 장치를 이용하여 50℃에서 건조 하였다. 시편의 I-V 측정을 위한 상부 전극으로는 ITO(Cerac, 99.99%) wire로 10-6 Torr 정도에서 열 증착법으로 17 X 20 cm²의 면적으로 증착시켰다. 그림 1은 제작된 HgI₂ 필름의 단면구조이다.

제작된 시편의 누설전류(dark current)의 측정을 위해 (EG & G 588, USA)를 이용하여 시편의 양단에 전압을 인가한 후, electrometer (Keithley 6517A)를 이용하여 미세 전류를 측정하였다. 그림 2은 누설전류를 측정하기 위한 실험의 개략도이다. 그리고 그림 3은 X-선 민감도를 측정하기 위한 실험의 개략도이다.

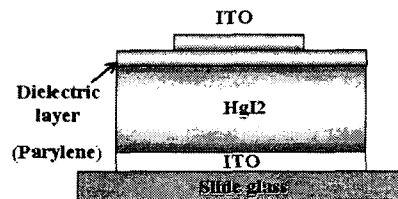


그림 1. HgI₂ 단면 구조

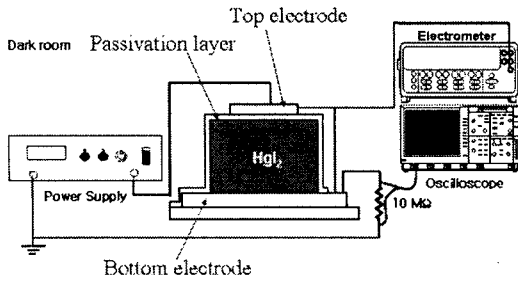


그림 2. 누설 전류 측정

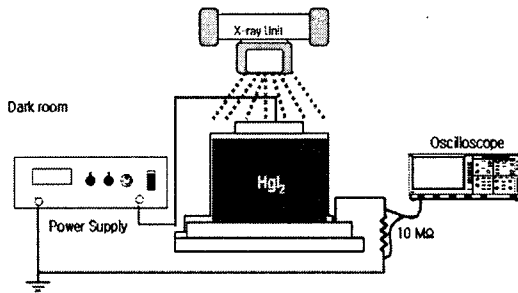


그림 3. X선 민감도 측정

3. 결과 및 검토

그림 4은 PIB법을 이용하여 제조된 대면적 HgI2 검출기의 인가전압에 따른 누설전류를 나타낸 것이다. 1V/μm일 때 0.4 nA/cm² 로 직접방식 방사선 검출기가 요구하는 누설전류 1nA/cm² 이하의 값을 나타내고 있다. 이는 PIB법의 Binder로 인해 낮은 누설전류 특성이 나타난 것이며 낮은 누설 전류로 인한 높은 검출 효율비를 제공한다.

그림 5는 PIB법을 이용하여 제조된 대면적 HgI2 검출기의 인가전압에 따른 민감도를 나타낸 것이다. 1V/μm일 때 15 nC/mR/cm² 로 높은 값을 나타내고 있다. PIB법의 검출기 제조 시 HgI2와 Binder 사이에 Air Hole 영역이 존재하는데 이는 검출기의 효율을 낮아지게 하는 작용을 한다. 하지만 압력을 이용한 PIB법은 이를 줄여서 HgI2층의 밀도를 높여주어 우수한 민감도 검출 효율을 제공한다.

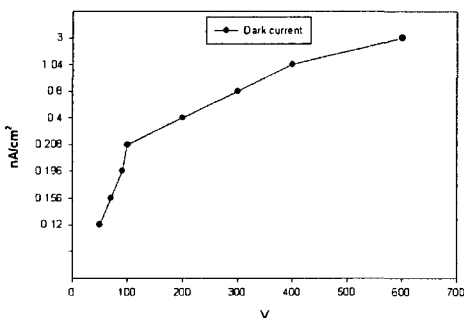


그림 4. 인가전압에 따른 누설전류

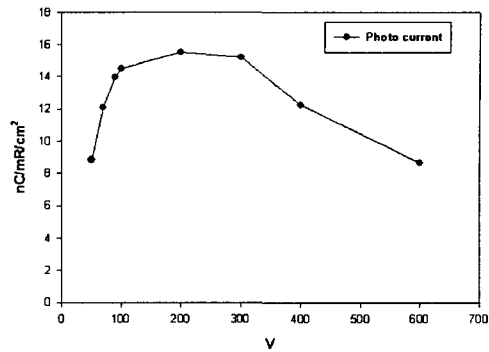


그림 5. 인가전압에 따른 민감도

4. 결론

본 연구에서는 PIB법을 이용하여 대면적 HgI2 검출기의 I-V특성 실험을 하였다. I-V특성 실험결과, 1V/μm일 때 0.4 nA/cm² 의 낮은 누설전류와 1V/μm일 때 15 nC/mR/cm² 의 높은 민감도를 가졌다. 이는 직접 방식 방사선 검출기로서의 우수한 성능과 보다 쉽고 간단한 제조 공정의 검출기 제작을 가능하게 하는 결과이다.

차후 좀 더 향상된 PIB법의 최적화를 통해 좀 더 우수한 검출 효율의 검출기를 연구하고자 한다.

감사의 글

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

참고 문헌

- [1] M. Schieber, et al., Progress in polycrystalline-HgI₂ used for X-ray imaging detectors, Proceedings of IEEE Conference on Medical Imaging, Portland, OR, October 20.25, 2003.
- [2] G. Zentai, et al., Mercuric iodide medical imagers for low exposure radiography and fluoroscopy, Proceedings of SPIE Conference on Medical Imaging, San Diego, February 14.19, 2004.
- [3] G. Zentai, et al., Improved properties of PbI₂ X-ray imagers with tighter process control and using positive bias voltage, Proceedings of SPIE Conference on Medical Imaging, San Diego, 2004.
- [4] G. Zentai, et al., Detailed Imager Evaluation and Unique Applications of a New 20 cm25 cm Size Mercuric Iodide Thick Film X-Ray Detector, Proceedings of SPIE.NDE, San Diego, 2003.