HgI2의 누설전류 저감을 위한 다층구조 제작 및 특성 평가

김경진 박지군 강상식 차병열 조성호 김진영 문치웅 남상희
인제대학교

The Multi-layer Fabrication and Characteristic Performance for Dark Current Reduction of Mercury Iodide

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. medical image lab*.

Abstract : In this paper, the electric properties of mercury Iodide multi-layer samples has been investigated. We measured and analyzed their performance parameters such as the X-ray sensitivity and dark-current for a mercury Iodide multi-layer X-ray detector with a dielectric layer. The digital X-ray image detector can be constructed by integrating photoconduction multi-layer that dielectric layer has characteristics of low dark-current, high X-ray sensitivity. However this process has found to have complexity on the performance of the sample. We have investigate dielectric layer that it substitute dielectric layer for HgO(Mercury Oxide). We have employed two approaches for producing the mercury Iodide sample : 1) Physical Vapor Deposition(PVD) and 2) Particle-In-Binder(PIB). In this paper fabricated by PIB Method with thicknesses ranging from approximately 180um to 240um and we could produce high-quality samples for each technique particular application. As results, the dielectric materials such as HgO between the dielectric layer and the top electrode may reduce the dark-current of the samples. Mercury Iodide multi-layer having HgO has characteristics of low dark-current, high X-ray sensitivity and simple processing. So we can acquired a enhanced signal to noise ratio. In this paper offer the method can reduce the dark-current in the X-ray detector.

Key Words : Mercury Iodide, Mercury Oxide, dark current, X-ray sensitivity, dielectric layer

1. 서 론

본 연구는 디지털 방사선 검출기의 개발에 있어서 X-선 반응 물질의 물리적, 전기적 성능을 측정, 분석함으로써, 검출기 설계에 필요한 기초 자료를 제공하는데 그 궁극적인 목적이 있다.

HgI_2는 높은 원자 번호와 일함수(W)를 가지기 때문에 X선 흡수율이 높고 전자-정공쌍(EHP)의 생성량이 많으며, a-Se에 비하여 상대적으로 낮은 전압에서 구동하므로 TFT(Thin film transistor)와 같은 검출회로의 파괴 및 손상을 막을 수 있다. 이와 같이 HgI_2는 X선 영상 검출기로의 유용한 특성을 가지지만 누설전류가 높기 때문에 전체 검출기의 신호대 잡음비(SNR)를 저하시킨다. 이러한 문제점은 보호층을 HgI_2 층과 상부전극층 사이에 형성함으로써 해결 할 수 있다. 일반적으로 사용되는 보호막 물질로는 폴리비닐계열의 비저항이 높은 물질을 사용하는데, 이와 같은 물질은 전극 물질과 HgI_2 사이의 화학 작용을 막고 고전압의 인가를 방지하지만, 내부 생성 정공의 이동을 막기 때문에 전기적 특성 측정 시 tailing effect를 일으킬 수 있다. 광도전체 물질이 X선 변환 층과 상부전극층의 사이에 형성되었을 때 물질간의 화학작용을 방지하고, 고전압의 인가를 방지하는 보호층의 역할을 하면서 한 방향의 전도도를 가지는 버퍼층의 역할을 수행할 수 있다.

본 연구는 HgI_2를 이용해 X-선 검출기에서 dielectric layer를 생성함에 따라 dark-current가 상승되는 현상을 저감할 수 있다는 연구에 관한 것이며, 기존 방식의 dielectric layer를 생성은 증착하여야 하는 단점을 보완하여 HgI_2 상에 산소 주입 상온 건조하여 HgO층 생성에 관한 연구이다. 따라서 더 빠르고 쉬운 검출기 제조 공정과 X 선 receptor 구조의 최적화에 그 목적이 있다.

2. 실 험

본 연구에서 사용된 HgI_2는 Cerac 社에서 제작된 99.9% 순도의 원료이다. 시편은 두 가지의 종류로 만들었으며 dielectric layer 로서 Parylene 과 HgO 의 다층구조의 설계되었다.

시편 제작을 위해 사용된 기기는 자체설계 및 제작된 PIB장비로써 이 장치는 시편 형성시 상온(20℃)를 유지하였다. HgI_2 형성에 앞서 *ITO(Indium Thin Oxide)*를 DC sputtering 법을 이용하여 유리기판(corning glass, 2 X 5 cm^2)에 코팅하였다. ITO가 코팅된 유리 기판위에 HgI_2 powder와 유기Binder를 교반하여 면적이 2 X 2 cm^2 의 HgI_2층을 형성하였으며, 단일층 필름의 두께는 약 200㎛ 이며, 다층구조의 필름의 두께는 2㎛로 증착하여 제작하였다. 첫번째 필름의 passivation 층을 증착하기 위해 PDS(Parlyene deposition System)-2060 을 이용하여 parylene 층을 100Å의 두께로 증착시켰다. 두 번째 다층구조의 필름은 엑스-선 민감도와 검출신호를 높이기 위해 자체설계

및 제작된 건조 장치를 이용하여 상온에서 산소 5cc/min 주입하여 HgO층을 약 2㎛의 두께로 형성시켰다. 두 시편의 I-V 측정을 위한 상부 전극으로는 ITO(Cerac, 99.99%) wire로 10^{-6} Torr 정도에서 열증착법으로 1.5 X 1.5 cm^2 의 면적으로 증착시켰다. 그림 1 은 제작된 두 종류의 HgI_2 필름의 단면구조이다.

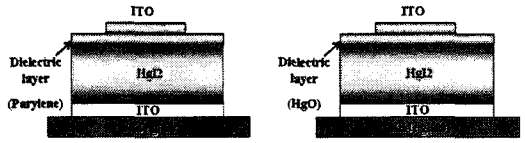

그림 1. HgI_2 단면 구조

제작된 시편의 암전류(dark current)의 측정을 위해 (EG & G 588, USA)를 이용하여 시편의 양단에 0.5V/㎛에서 3V/㎛까지 0.5V/㎛의 간격으로 전압을 인가한 후, electrometer (Keithley 6517A)를 이용하여 미세전류를 측정하였다. 그림 2 은 누설전류를 측정하기 위한 실험의 개략도이다.

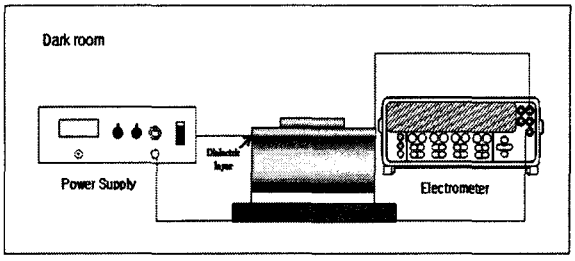

그림 2. Dark Current 측정 장치

3. 결과 및 검토

그림 3 은 dielectric layer HgI_2의 검출기 각각에 대하여 인가전압에 따른 누설전류을 나타낸 것이다. 같은 조건에서 두 종류의 검출기가 비슷한 누설전류 값을 보여주고 있다. 이것은 기존의 dielectric layer 으로써 Parlyen의 작용처럼 HgO층 역시 같은 작용를 나타내고 있다. 이것은 높은 비저항을 가지는 HgO층이 외부전압에 의한 전압유입을 충분히 차단시킬 뿐만 아니라, HgO층의 P형의 비정질구조에 의해 HgI_2와 HgO층의 계면에서의 공핍층이 증가한 결과임을 확인할 수 있었다

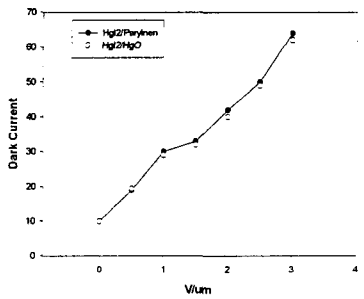

그림 3. 인가전압에 따른 누설전류

그림4는 1V/㎛의 전기장이 형성되었을때, HgO층을 사용한 HgI_2 필름은 12.4 nC/mR/cm^2, parlyene층을 사용한 HgI_2 필름 역시 비슷한 12 nC/mR/cm^2의 민감도를 가진다. HgO층 HgI_2 내부에서 발생된 전하가 HgO을 통해 상부전극으로 이동하여 내부 전기장 약화를 야기하지 않기 때문에 전하수집효율을 증가시켜 민감도가 향상되었다.

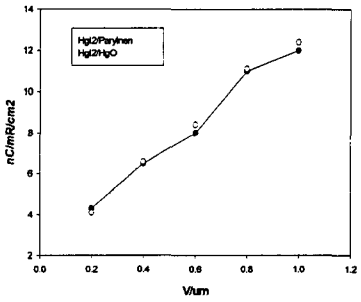

그림 4.인가전압에 따른 Charge량

4. 결 론

HgI_2 검출기의 누설 전류를 저감하기 위하여 기존 사용되어지는 parlyene 보호 층을 대신하여 HgO 층을 보호층으로 형성하였을 시 전기적 특성 변화를 관측하였다. 연구결과 HgO 보호층의 사용 시 내부 생성된 전자-정공 쌍의 이동을 방해하지 않으면서 고전압 방지 및 물질 간의 화학작용을 막음으로써 충분한 보호층의 역할을 하였다. 이로써 보다 쉽고 간단한 공정으로 검출기 제작이 가능하다.

향후 검출기 공정의 최적화 및 더 우수한 보호층을 사용과 전기적 특성을 관측하고자 한다.

감사의 글

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

참고 문헌

[1] M. schieber, H. Hermon, A. Zuck, A. Vilrnsky, E. Meerson, and Y. Saado, Proceeding of the SPIE Conf., Denver, CO, July 1999, Vol. 3770, 1999, p. 146.

[2] M. schieber, H. Hermon, A. Zuck, A. Vilrnsky, R. Turchetta, Proceeding of the SPIE Conf., Denver, CO, July 1999, Vol. 3768, 1999, p. 296.

[3] R. A. Street, M. Mulato, S. E. Read, R. Lau, J. Ho, K. Van Schuylengergh, A. Vilensky, K. Shah, P. Bennett and Y. Dmitryev, Proc. of the SPIE MI 2001. Vol. 4320 (2001) p. 1.

[4] M. Schieber, H. Hermon, A. Zuck, A. Vilensky, L. Melekhov, M. Lukach, E. Pinkhasy, S. E. Ready, R. A. Street, J. of crystal growth, 225(2001)118-123