

a-Se 기반의 X선 검출기에서의 고전장 간섭 연구

The High Voltage Research of X-ray Detector Based on Amorphous Selerum

차병열, 강상식, 조성호, 이규홍, 김재형, 남상희

(Byung-Youl Cha, Sang-sik Kang, Sung-Ho Cho, Gyu-Hong Lee, Jae-Hyung Kim, and Sang-Hee Nam)

Abstract

Present. direct method x-ray conversion detector is studied by abroad medical instrument and country with amorphous Selenium. And we search the method for large area x-ray detector. Amorphous-Selenium based photoreceptor is widely used on the X-ray conversion materials. But amorphous-selenium based x-ray conversion detector is broken by high voltage and leakage defect point.

In this paper, We investigated top-electrode distance rate to improve defect point and high voltage broken. The result to appoint to made large area x-ray conversion detector with base data.

Key Words : high-voltage, amorphous-Selenium, top-electrode distance, large area DXD

1. 서 론

현재 DR(Digital Radiography)기술의 receptor 물질로 많이 쓰이고 있는 비정질 셀레늄은 결정구조를 사용하는 다른 물질에 비해 일반적 진공 열 증착법에 의해서 대면적 구현이 가능하며 제작 비용이 싸기 때문에 가장 먼저 평판 X 선 영상검출기의 광도전층으로 이용되고 있으나, 원자번호가 34인 물질로서 상온에서도 서서히 결정화되는 특성과 190℃에서 열처리를 할 경우에 현저히 결정화 되는 경향을 보인다. 전자정공쌍 수집을 위해 10V/μm의 높은 인가전장일 경우 $W_{\pm}=50eV$ 로 다른 광도전물질에 비해 약 10배이상 높으므로 동일하게 흡수된 에너지에 대해 발생하는 전자 정공쌍 생성효율은 이론적으로 10배 이상 낫다. 또 PbI_2 , HgI_2 , $CdTe$ 에 비해 유효원자번호가 낮기 때문에 저지능의 감소에 의해 흡수에너지도 낮아 변환효율이 낮은 단점을 가진다. 그리고 결정화를 위해 doping 되는 Cl(Chlorine) 및 As(Arsenic) 같은 불순물에 의한 내부 trap center 가 형성되어

전하의 재결합 및 trap을 방지하여 전하수집을 좋게 하기위해 고전장 인가시 수명 단축이라는 단점을 가져온다.

현재 x 선 변환물질로서 많이 사용되고 있는 a-Se 의 경우비저항이 $10^{15}\Omega cm$ 정도로 매우 높아 누설전류가 다른 물질에 비해 극히 낮은반면, 문헌에 따르면 원자번호가 상대적으로 낮기 때문에 전자-정공쌍을 발생시키는데 필요한 에너지인 W 값이 10V/μm 정도의 고전장에서 생성된다는 점이다. 이 에너지가 단일시편의 경우에는 고전장에 W 값을 발생시킬 수 있는 에너지로 가능성이 대외적으로 많이 알려졌으나, 검출기를 대면적으로 만들 경우 각각의 검출기 사이에 고전장 인가로 인한 누설전류에 의해 각 검출기사이의 상부전극에 시편 파괴현상이 일어난다. 이는 고전장 인가시 상·하부 전장에 따른 전장에 따른 누설전류의 흐름에 인한 것이다. 이를 보다 정량화 하기위해 시편과 시편의 간격을 각각 0, 1, 2, 3mm 간격으로 만들었으며 0V~2kV까지 전장을 인가하였다.

그리고 다시 유전층(dielectric layer)을 증착하여 다시한번 누설전류의 흐름을 막고자 하였다.

본 연구를 통하여 X 선의 과잉조사 또는 셀레늄층

의 high leakage point 가 발생할 경우 a-Si:TFT panel에서의 픽셀 어레이 파괴 및 고전장으로 인한 hole trap을 방지하는데 기여할 것으로 사료된다.

2. 실험

2.1 실험 시편

본 실험에 사용된 비정질 셀레늄 증착장치는 열진공증착기(Thermal vacuum vaporator)이다.

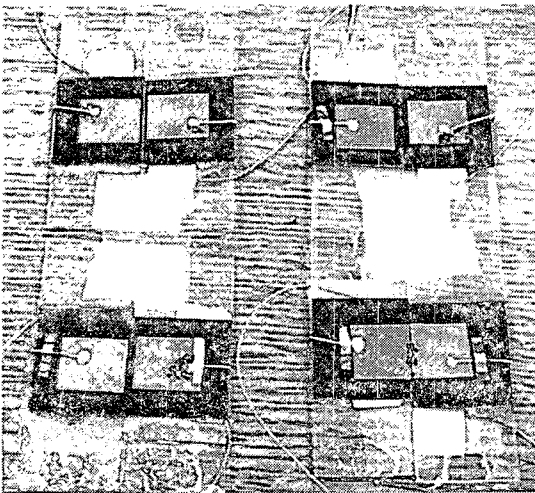


그림 1. 고전압인가 시편.

Fig. 1. high-voltage samples.

시편제작 과정에 있어서 우선 유리기판(2×5cm)을 trichloroethylene, acetone, methanol 순서로 20분간 초음파 세척후, D.I water 로 헹군후 질소 gun 으로 건조시켰다. a-Se을 증착하기 전에 하부전극인 ITO(indium thin oxide)를 sputtering법에 의해 형성시키고 a-Se을 증착했다. 증착에 사용된 증착원료는 Nippon Rare Metal 사의 pellet 형태로써 99.999%(5N) 순도를 가진다. 또한 문헌에 의하면 증착된 비정질 상태의 재결정화 방지와 전하의 수송특성을 향상시키기 위한 최적 조성비로써 As(Arsenic, 0.3w%)과 Cl(Chlorine, 30ppm)이 첨가된 셀레늄 화합물을 사용하였다.

a-Se 증착은 Rotary pump와 Diffusion pump 에 의해 10^{-6} torr 정도의 진공도가 유지되었으며, 두께 균일도를 고려하여 4개의 source boat를 기하학적 분사

각을 고려하여 위치시켰으며, Substrate를 잡는 기관(Zig)는 3 rpm/min으로 하고 증착속도는 약 $1.8\mu\text{m}/\text{min}$ 정도로 고정시켜 $100\mu\text{m}$ 두께를 가진 4cm^2 면적의 시편으로 제작하였다.

제작된 a-Se 시편은 SCS 社의 PDS 2060 system을 이용하여 유전층을 증착하였다. 이 장비는 mechanical pump로 10^{-3} torr 의 진공도를 유지하였으며 시료량을 조절하여 $10\mu\text{m}$ 두께로 증착되었다. 진공증착 장비로 고전압 인가를 위한 상부 전극으로 누설전류 특성이 좋은 Au wire(Cerac co. 99.99%)를 원료로 하여 약 200nm 정도의 두께로 열증착법을 이용하여 증착하였다.

각 시편의 top electrode 간격별로 시편을 제작해야 하므로 두 시편이 붙는 부분의 각 간격을 0, 0.5, 1, 1.5로써 정하였고, 이는 열증착법을 이용하여 증착하였다. 그리고 다시 유전층(dielectric layer)를 각각 10g을 증착하여 다시한번 누설전류의 흐름을 막고자 하였으며 이는 Figure 와 같은 구조를 만들었다.

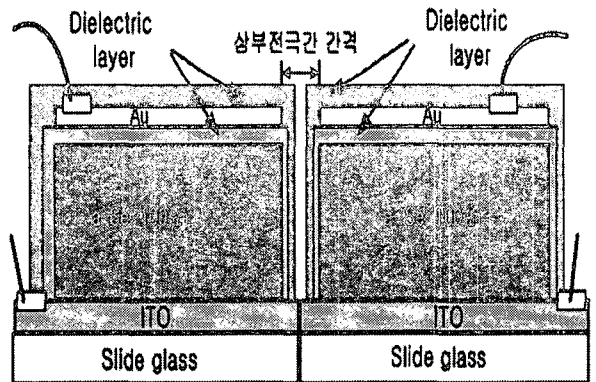


그림 2. 고전압인가 시편구조.

Fig. 2. high-voltage samples structure.

2.2 실험장치

고전압인가 (high voltage) 및 측정(measurement) 은 고전압발생기 (Fug HCN700-12500)를 이용하였으며, 시편의 양단에 고전압을 인가 후, 발생하는 전류를 Electrometer (Keithley 6517A, USA)를 이용하여 측정하였으며 구조는 그림 과 같다.

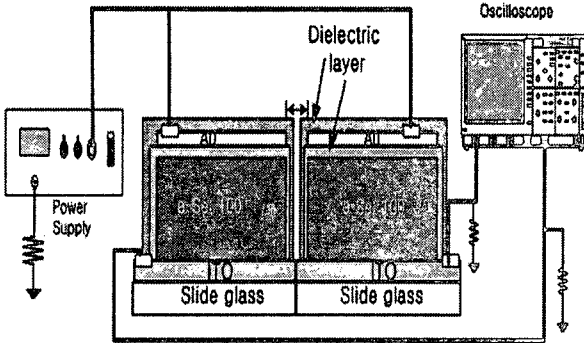


그림 3. 고전압인가 실험장치.
Fig. 3. high-voltage measurement.

3. 결과 및 고찰

아래표는 고전장 인가시 1개 sample에 대한 data와 2개의 sample을 붙일경우의 breakdown point를 나타낸다.

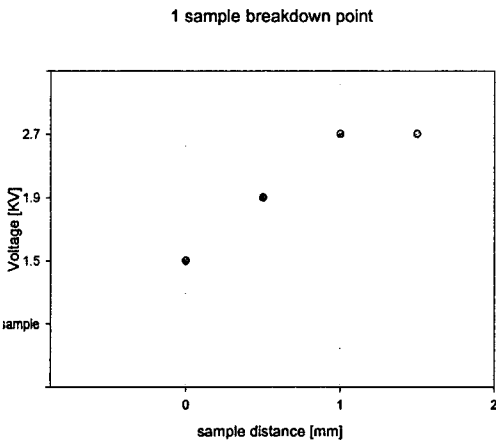


그림 4 각각의 시편 상부전극 및 박막 파괴지점.
Fig. 4. Top-Electrode & Receptor Breakdown Point. [Single Sample]

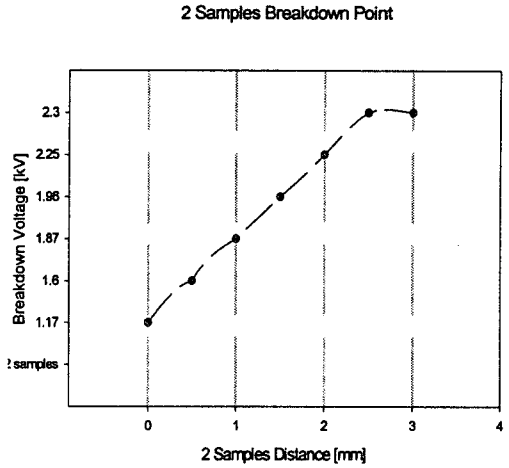


그림 5. 2장의 시편 붙일 경우 상부전극 및 박막 파괴지점
Fig. 5. Top-Electrode & Receptor Breakdown Point. [Pair Samples]

각각의 시편에서 1개의 sample이 있을 경우 [0mm]시편의 breakdown 현상은 1.5V에서 일어나고 [0.5mm]의 경우에는 1.9V가 일어남을 확인할 수 있었다. 이는 2장의 sample이 붙어있을 경우 breakdown 현상이 일어나는 1.17V, 1.6V보다 높은 수치로 고전장에 의한 간섭에 의해 시편의 breakdown 현상이 나타남을 확인할 수 있었다.

이는 top electrode에 dielectric layer가 coating 된 시편에서 비정질 셀레늄의 정량적 수치인 10v/μm를 넘는 수치로써 고전장으로 인한 간섭이 본 구조에서는 미약함을 보였다.

2장의 sample electrode 간격이 [1mm]떨어질 경우에는 1.87V이상으로 실제 top electrode로 인한 고전압이 인가되었을때의 시편파괴현상이 아닌 시편 박막 두께에 기인하여 a-Se 박막파괴에 의해 일어났다. 그림6은 고전장으로 인한 top electrode가 파괴됨을 보여준다.

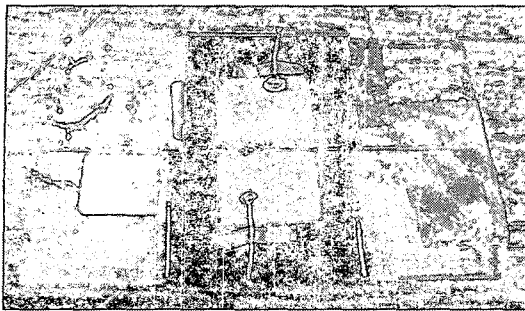


그림 6. 2장의 붙은 시편 상부전극 파괴시편
Fig. 6. Top-Electrode Breakdown Point. [Pair Samples]

4. 결 론

본 연구는 a-Se를 이용한 대면적 digital X-ray receptor 설계시, 각 detector를 여러장으로 붙일 경우 고전장으로 인한 detector 파괴와 defect point에서의 누설전류감소, 그리고 dead pixel의 감소에 관한 연구내용이다.

연구결과 top electrode에 dielectric layer가 coating 된 시편에서 비정질 셀레늄의 정량적 수치인 $10\text{v}/\mu\text{m}$ 를 넘는 수치로써 고전장으로 인한 간섭이 본 구조에서는 미약함을 보였지만, 이는 실제 Digital X-ray Detector 제작시의 구조와 동일한 Dielectric layer에 인한 누설전류에 의한 저감효과로 사료되고, 각 시편의 대면적화에서 detector 간격은 1mm일 경우 위의 단점을 줄이면서 보다 나은 x-선 영상 검출기의 구조 설계시 기초 자료로 활용될 것이다.

감사의 글

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

참고 문헌

- [1] ANRAD Corporation. PT6,078,053, X-ray Image Erasure Method
- [2] J.Phys.D Effect Of Combinational Doping On X-Ray Sensity Of a-Se Films. 1998.

- [3] National Physical Laboratory, New Delhi-110, India "Effect of combinational doping on x-ray sensitivity of a-Se films
- [4] W. Q ue, and J. A. Rowlands. "X-ray Imaging using Amorphous Selenium : Inherent Spatial Resolution", Med. Phys., Vol. 22, No. 4, pp. 365-373, 1995
- [5] C. Haugen, S. O. Kasap, AND J. Rowlands. "Charge transport and electron -hole-pair creation energy in stabilized a-Se x-ray photoconductors", J. Phys. D: Appl. Phys. Vol. 32, pp. 200-207, 1999