

비정질 셀레늄 디지털 X선 검출기에 대한 잔류 전하 제거 기술

Latent Charge Erasing Technique for a-Se Digital X-ray Detector

강상식*, 최장용*, 박지균*, 조진욱*, 문치웅**, 최홍국**, 남상희**,

(S. S. Kang*, J. Y. Choi*, J. K. Park*, J. W. Cho*, C. W. Moon**, H. K. Choi**, S. H. Nam**)

Abstract

Currently there is much interested in removing latent charge that is caused to latent image effect and blurring of obtained image as well as reduction of x-ray conversion efficiency in digital radiography system. To remove latent charge a-Se film is irradiated by light with 3500 lux using halogen lamp and optical fiber. We measured dark current and photosensitivity to analyze removing effect of latent charge, then compared with and without light erasing method. The reduction of measured signal due to latent charge effect was 32.5 %, and the removal effect of latent charge by using light erase method was its 95.5 %.

Key Words : Latent effect, blurring, conversion efficiency, Photosensitivity

1. 서론

인체를 통과한 X선을 흡수하여 전자·정공쌍을 발생시키는 광도전물질을 이용하는 직접변환 방식의 디지털 X선 영상검출기 개발 필요성이 대두되면서 광도전체의 X선 반응특성에 대한 연구가 중요한 연구과제가 되고 있다. 최근 연구되고 있는 변환물질은 a-Se, PbI₂, TlBr, CdTe, HgI₂ 등이다. 특히, 비정질 셀레늄은 물질 자체의 높은 고유해상도(intrinsic resolution)와 낮은 누설전류(leakage current)를 지니기 때문에 다양한 영상검출기에서 이용되어지고 있다. 이러한 셀레늄의 약점은 충분한 X선 민감도와 전하수집효율을 높이기 위해서 약 10 V/μm 이상의 높은 전기장을 인가해야 한다. 이로 인하여 X선의 과잉조사(over-exposure) 또는 셀레늄층의 high leakage point가 발생할 경우 a-Si:TFT panel에서 픽셀 어레이의 파괴(damage)

가 일어나게 된다. 이러한 문제를 극복하기 위한 방법으로 셀레늄과 인가전극 사이에 유전층(dielectric layer)를 형성시켜 TFT array를 보호할 수 있다.

그러나, a-Se bulk에서 발생된 전자와 정공이 인가된 전기장에 의해 수집될 때 이러한 a-Se과 유전층의 계면에서 전하가 축적되기 때문에 이 잔류 전하를 제거해야 하는 단점을 가지게 된다. 이러한 축적 전하는 투시촬영과 같은 영상의 고속 획득시 더욱 문제시된다. Fig 1의 (b)와 같이 X-ray 조사 동안 계면에 잔류하는 전하는 조사 후에 (c)와 같이 영상정보를 가진 전자(electron)가 유전층과 셀레늄 계면에서 잠상(latent image) 신호를 가지고 머무르게 되며 또한 이 전자들에 의해서 전체 a-Se 내부는 불균일(non-uniformity)한 전기장을 형성하게 된다. 이러한 결과로 연속 X선 촬영시 이전 영상이 나타나는 현상인 ghost effect가 나타나고 전기장의 감소에 기인하여 X선 민감도가 저하되는 현상을 초래하게 된다.

따라서 본 연구의 목적은 셀레늄 내부의 잔류 전하들을 효율적으로 제거하기 위한 방법으로 빛

* : 인제대학교 의용공학과
(경남 김해시 어방동 607,
Fax : 055-325-7931
E-mail : kss94@drworksl.inje.ac.kr)

** : 인제대학교 의료영상연구소

과 외부전압을 이용하고자 하였다. 인가전압의 제어 및 빛 조사시간에 의한 전하 제거 효율을 실험적으로 검증함으로써 이러한 신속한 잔류 전하들의 제거에 의해 30 frames/sec 이상의 고속 투시영상에서 비정질 셀레늄에 영상검출기를 적용하는데 그 구체적인 의의가 있다.

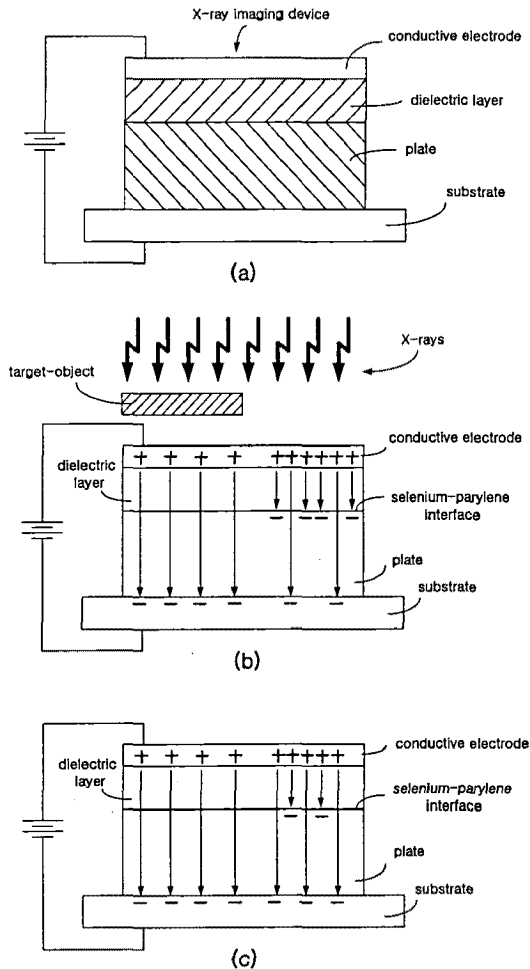


Fig 1. The mechanism of Latent charge effect

2. 실험

본 실험에 사용된 비정질 셀레늄 증착 장치는 열진공증착기(thermal vacuum evaporator)로서 Fig 2와 같다. 시편 제작 과정은 먼저 유리기판($2 \times 5 \text{cm}^2$)을 trichloroethylene, acetone, methanol 순서로 20분 간 초음파 세척 후, D.I water로 헹군 후 질소 gun으로 건조시켰다.

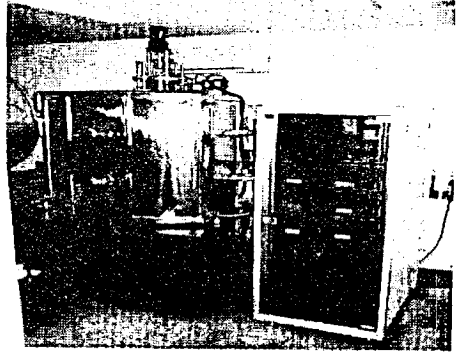


Fig 2. 비정질 셀레늄 증착용 열진공 증착기

a-Se를 증착하기 전에 하부전극인 ITO(indium thin oxide)를 sputtering 법에 의해 형성시켰다. a-Se 증착에 사용된 증착원료는 Nippon Rare Metal 社의 pellet 형태로서 99.999%(5N) 순도를 가진다. 또한 문헌에 보고된 증착된 비정질 상태의 재결정화 방지와 전하의 수송특성을 향상시키기 위한 최적 조성비로서 As(Arsenic, 0.3 w%)과 Cl(Cloline, 30 ppm)이 첨가된 셀레늄 화합물을 사용하였다.

a-Se 증착은 rotary pump와 diffusion pump에 의해 10^{-6} torr 정도의 진공도가 유지되었으며, 두께 균일도를 고려하여 4 개의 source boat를 기하학적 분사각을 고려하여 위치시켰다. substrate 온도는 50°C 정도로 유지시켰으며, 증착속도는 약 $1.8 \mu\text{m}/\text{min}$ 정도로 고정시켜 $500 \mu\text{m}$ 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} torr의 진공도를 유지하였으며 시료량을 조절하여 $10 \mu\text{m}$ 정도의 두께로 증착되었다. 고전압 인가를 위한 상부 전극으로 누설전류 특성이 좋은 Au wire(Cerac Co. 99.99%)를 원료로 하여 약 200 nmm 정도의 두께로 열증착법을 이용하여 증착하였다.

latent charge의 제거를 위해 사용된 광 선원은 hallogen lamp를 이용하였으며 이 빛은 발광 스펙트럼이 400-800 nm 영역이며, 광의 강도는 $20\text{-}100 \text{cd}/\text{m}^2$ 를 이용하였다.

누설전류(leakage current)의 측정을 위해 고전압발생기(EG&G 558H, USA)를 이용하였으며 암실에서 시편의 양단에 2.5 kV의 고전압을 인가 한

후, 발생하는 전류를 Electrometer(Keithley 6517A, USA)를 이용하여 측정하였다.

Fig 3은 X선에 의한 신호발생량을 측정하기 위한 측정 시스템의 개략도를 나타낸 것이다.

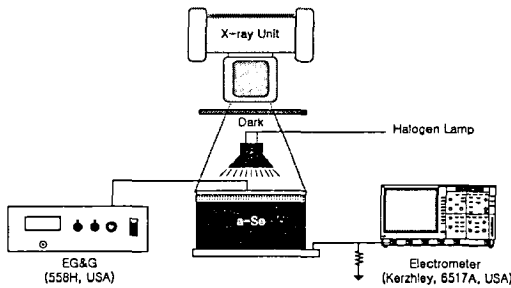


Fig 3. The Schematic of Latent charge removal experiment

X-ray 발생장치는 Shimadazu 社의 TR-500-125 Radio-Textcx-s를 이용하였으며, 발생된 과도전압은 오실로스코프(LeCroy, LC334A, USA)를 통해 획득되어 적분함으로써 총 전하량을 측정하였다.

측정은 X-ray exposure 후 광선원을 on 시키고 광 노출 후 다시 X-ray exposure 하는 순서로 신호를 검출함으로써 X선 조사 후 셀레늄 bulk 내에서의 잔류전하량이 연속된 동일한 X선 조사에 의해 발생한 신호량에 미치는 영향을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 Light erasing method를 이용한 제거 방법을 사용한 경우와 사용하지 않은 경우, X선 조사에 의한 신호발생량을 측정한 것이다. 이때 광 조사시간은 60 sec를 조사하였다.

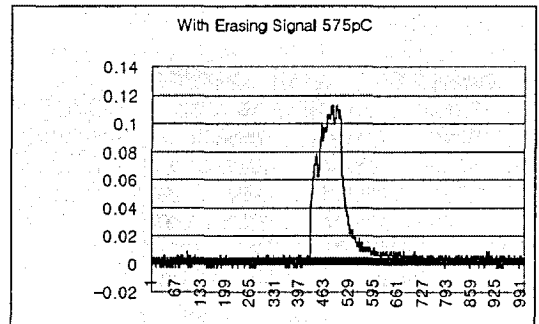
구분		측정신호량 [pC/mm · mR]
광 조사 ×	누설전류 [pA]	470
	원 신호 발생량	584
	연속신호 발생량	394
광 조사 ○	누설전류 [pA]	481
	신호 발생량	584
	연속신호 발생량	575

Table 1. Light erasing method 사용 전·후의 신호변화량

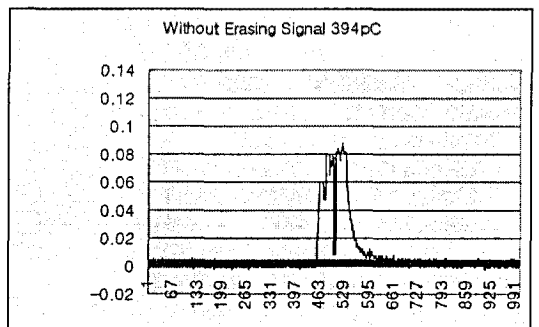
광 조사시간 [sec]	원 신호발생량 [Average]	광 조사 후 신호발생량
0	584	189
10	584	221
20	584	304
30	584	487
60	584	575
120	584	567
180	584	551

Table 2. Light erasing method의 광 조사시간에 따른 신호발생량 측정

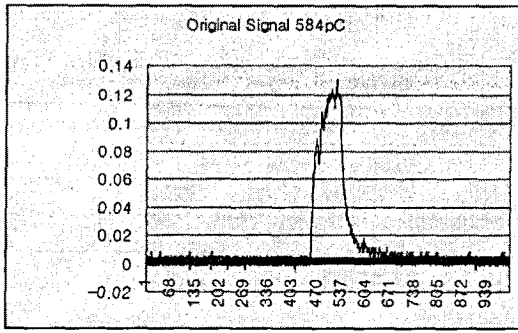
Table 1에서 나타나는 바와 같이 제거방법을 사용한 경우와 사용하지 않았을 때의 신호 측정에 있어 그 측정 신호량의 32.5% 정도의 감소를 초래하였다. 하지만 Light erasing method를 이용하여 잔류전하량을 제거한 경우, X선 조사 전·후의 신호 측정에 있어 제거 효과는 측정된 결과로부터 95.5 % 정도로 평가되었다.



(a)



(b)



(c)

Fig 4. Photo response in with and without Latent charge removal

Fig 4는 Light erasing method를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우 연속된 X선 조사에 따른 측정 신호량의 감소를 측정한 그림이다. Fig 4 (a)는 X선 조사에 의해 발생하는 원 신호 발생량의 측정이며, (b)는 Light erasing method를 이용하지 않은 경우 연속된 X선 조사에 의해 신호발생량이 감소된 정도를 나타내며, (c)는 Light erasing method를 이용하여 60 sec의 광을 조사한 후, X선 조사에 의해 발생된 신호를 측정한 그래프이다.

하지만 이러한 제거효과는 광 조사시간에 의존하는 경향을 가지므로, 광 조사시간에 따른 제거효과를 측정하였다. Table 2에서는 광조사시간에 따른 X선 조사 전·후의 신호발생량 측정 결과를 나타내고 있다.

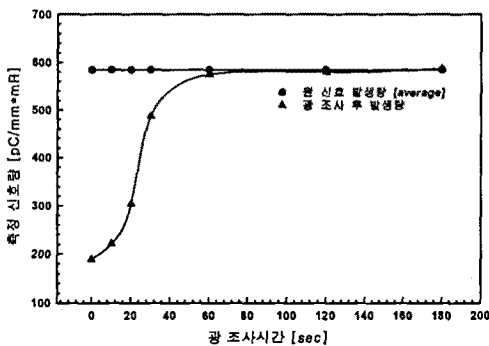


Fig 5. Photo response signal as a function of Light exposure time

Fig 5는 latent charge effect를 저감시키기 위해

Light erasing method를 사용하여 광 조사시간에 따른 측정 신호량을 그래프화 한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 누설전류는 거의 유사한 값을 보이지만, X선 조사 후 인가된 전장하에서 빛 조사 시간이 증가함에 따라 신호발생량의 회복치가 증가하는 경향을 나타낸다.

X선에 의한 총 전하량은 동일 강도의 광 조사 시간이 길어짐에 따라 크게 증가하다가 60 sec 이후 서서히 포화되는 경향을 볼 수 있다.

셀레늄과 유전층 계면에서 축적된 전자들은 셀레늄 표면에 입사된 빛에 의해 생성된 정공에 의해 재결합하여 중성화되어 소멸되는 것으로 사료된다. 이렇듯 Light erasing method를 이용하여 Latent charge를 제거함으로써 X선 조사에 의한 신호발생량의 영상 정보를 보다 더 정확하게 검출할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 디지털 방사선 장치의 X선 Receptor의 다층 구조의 신호발생량 측정시 고전장 인가에 따른 검출물질 박막에서의 breakdown 현상을 방지하기 위한 목적으로 삽입되는 유전층에 의한 전하 축적과 X선 조사에 의해 발생된 전하들이 발생한 전하 운반자들의 trapping center로써 작용함으로써 초래되는 Latent Charge를 제거하기 위한 방법으로 Light erasing method를 이용하였다. 결과적으로 Light erasing method를 사용한 경우 연속된 X선 조사에 의해 발생된 전하량 감소 영향을 제거할 수 있었다.

감사의 글

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

Reference

- [1] ANRAD Corporation. PT6,078,053, X-ray Image Erasure Method
- [2] J.Phys.D Effect Of Combinational Doping On X-Ray Sensitivity Of a-Se Films. 1998
- [3] C.Haugen And S.O.Kasap, J Rowlands. X-Ray Irradidtion Induced bulk Space Charge In Stabilized a-Se X-Ray. Vol.84, No.10, November(1998)