

## MOSFET를 이용한 X선 신호의 전기적 획득에 관한 연구

°박성광, 강영수, 서지현, 박지균, 남상희  
인제대학교 보건대학 의용공학과

## The study for electric readout of X-ray signal using MOSFET

°S.K. Park, Y.S. Kang, J.H. Seo, J.K. Park, S.H. Nam

Department of Biomedical Engineering, College of Health Science, Inje University

## ABSTRACT

With xeroradiography appearance, DR (Digital Radiography) system have been studying for X-ray detection using photoreceptor. Also detection method for receptor charge change have been developing variably. We use photoreceptor material of a-Se(Amorphous Selenium) with high DQE, high SNR(Signal to Noise Ratio) and high transformation efficiency of X-ray signals into electrical signals.

After a-Se receptor is uniformly charged by using Arc discharge, X-ray is exposed. Then a-Se receptor produce subtle charge variation and MOSFET detect charge variations. The detected signal pass A/D converter and signal processing by PC.

As results, the initial voltage is 8V. It has wide dynamic range needed digital radiography system. In this study, we obtained data with changing kVp(tube potential voltage) and fixed 8mAs(tube current by exposure time) in X-ray system. However MOSFET detector for X-ray signal is not tested X-ray mAs variations. But if MOSFET detector is tested X-ray mAs variation and exactly calibrated multichannel is made and noise-reduction is done, suitable DR system readout method will be done.

## 서 론

X선 image formation 과정에서 photoreceptor에 관한 개념들이 널리 사용되어지기 시작했다. 그리고 많은 논문들이 charge image generation의 원리에 대해 발표하고 있다.[1] 또한 photoreceptor는 xeroradiography의 등장과 함께 medical radiography에 많이 이용되고 있다.[2][3] 이런 photoreceptor에 형성된 charge를 신호의 소실없이 정확히 검출하는 것 또한 매우 중요하다고 할 수 있다.

X선 촬영은 독일의 Roentgen이 X선을 발견한

이래 그다지 발전이 없었으나 현재 기존의 X선 촬영장치를 digital화하는 과정에서 이런 photoreceptor와 그것의 readout에 대한 관심들이 증가되고 있다. 이에 본 연구에서는 X선 촬영장치의 digital화에서 최고 중요부분 중 하나인 receptor에 형성된 charge data를 검출하는 방법에 대해 언급하고자 한다.

본 연구에서는 X선 변환효율이 높은 광도전 물질을 선택하고 FET를 사용하여 X선 receptor에서 형성된 미세한 charge 변화를 검출하기 위한 적절한 회로를 설계하고 A/D를 통해 이 data를 획득하여 digital 화상 구현의 가능성을 제시하고자 한다.

## 방 법

사용되어진 X선 receptor는, 에너지 변환 효율이 높고 DQE(Detective Quantum Efficiency)가 높은 a-Se(amorphous selenium)을 광도전 물질로 사용하였다.[4] 실험에 사용된 receptor는 알루미늄 drum에 50  $\mu m$  두께로 a-Se를 증착하여 제작한 것이다. 이 receptor에 6.5kV의 arc 방전장치를 사용하여 정 코로나 방식으로 receptor에 양전하를 균일하게 대전시켰다. 이때 receptor의 균일한 대전을 위하여 receptor 회전장치를 만들어 receptor를 12rpm으로 회전시켰다. 정코로나 방식에 사용되어진 corotron은 텅스텐을 사용하였으며 이것의 직경은 50~100  $\mu m$ 이다.

이렇게 형성된 receptor상의 charge에 X선을 조사하면 a-Se receptor drum에 균일하게 대전된 양전하(positive charge)가 ground로 방전된다. 그러므로 양전하가 남는 부분과 남지 않은 부분과의 potential의 차이가 생기게 되고 이렇게 형성된 potential의 차이를 MOSFET를 사용하여 검출하는 것이다. 이때 mAs는 8mAs로 고정시키고 kVp만을 변화시키면서 X선을 조사하였다. MOSFET sensor와 receptor 사이의 간격은 1mm로 고정하였다. 이렇게 얻어진 data는 A/D converter (ADVANTEC PC818HG board)를 통해 PC에서 signal processing 되어진다. Fig. 1.은 전체 system 계략도이다.

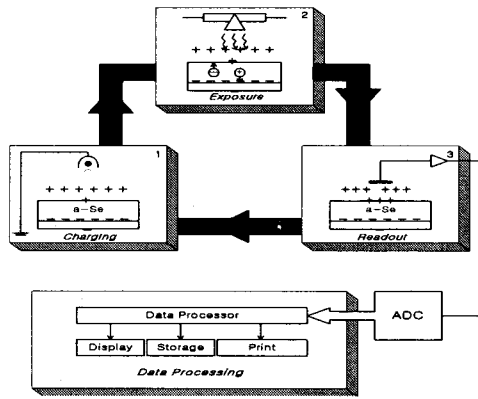


Fig. 1. 전체 system 계략도

아래 fig. 2.은 1 channel 회로도이다. 여기서 사각 block 부분은 discharge 회로이다. 이것은 MOSFET가 data를 한번 획득한 후 다시 data 획득 시 잔존 data값을 가지고 있으므로 그것의 제거를 위해 사용되었다.

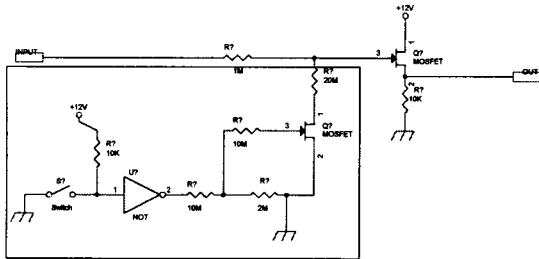


Fig. 2. 1 Channel 회로도

## 결 과

정크로나 방식을 사용하여 균일하게 charge가 형성된 receptor에 8mAs로 고정시키고 kVp를 변화시켜 가면서 X선을 조사하여 receptor에 생기는 charge의 변화를 MOSFET를 사용하여 검출하였고 이 data는 A/D converter를 통해 PC에서 signal processing되어진다. 즉, MOSFET를 사용하여 X선 조사 후의 data를 획득하면 fig. 3.과 같이 나타난다.

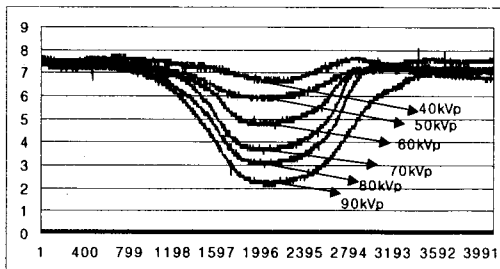


Fig. 3. 얻어진 X선 신호에 따른 receptor의 charge변화 data

이렇게 얻어진 결과를 보면 kVp에 따라 a-Se receptor drum에서 실제적인 전기적 신호의 변화가

X선 에너지, 즉 광 에너지의 증가에 따라 더 커짐을 알 수 있다. 그리고 여기서 살펴보면 초기값이 8V정도임을 알 수 있다. 즉, 우수한 dynamic range를 가진다는 것이다.

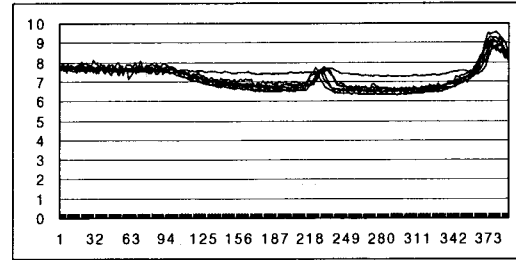


Fig. 4. Pb로 제작된 십자형태 피사체에 X선을 조사하여 얻은 8ch data

Fig. 4.는 십자형태 피사체를 두고 X선을 조사하여 receptor의 charge변화를 검출한 data이다. 여기서 보면 아직 data간 calibration이 수행되진 않았으나 십자형태의 화상을 얻을 수 있는 data를 포함하고 있음을 알 수 있다.

## 결 론

본 연구의 결과에서 a-Se receptor의 X선 조사 후 charge 변화를 MOSFET를 사용하여 검출한 data는, 우선 receptor의 미소한 charge변화에 대한 X선의 크기에 따른 획득이다. 그리고 초기 전압값이 8V임을 볼 때 넓은 dynamic range를 가졌다고 할 수 있고 이는 의료용 digital image 구현의 중요한 요건을 충족시키는 결과이다. X선 mAs를 8mAs로 고정시키고 kVp를 변화시키면서 얻어진 data는 실제 임상에 적용할 수 있는 범위로 조건설정된 것이다. mAs의 변화에 따른 data가 획득되어지면 현재 digital radiography의 중요부분을 차지하는 receptor와 sensor부분에 기초자료가 될 수 있으며, multichannel로 이를 재구성하고 FET간 calibration이 정확히 이루어지면 충분히 좋은 화상을 얻을 수 있을 것으로 사료되어진다. 그리고 남은 문제인 noise 최소화를 이루어낸다면 digital radiography system의 sensor방식 중 하나로서 충분한 가능성을 제시할 수 있을 것이다.

## REFERENCE

- [1] Tabak, M.D. and P. Warter, "Photogeneration and free carrier transport in amorphous selenium films", Phys. Rev., 173 : 899-907(1968)
- [2] Boag, J. W. "Xeroradiography", Phys. Med. Biol. 18 : 3-37(1973)
- [3] Thourson, T. L. "Xeroradiography" of the breast", Charles C. Thomas, Springfield III., 1972, pp.3-19
- [4] W. Que, and J. A. Rowlands "X-ray Imaging Using Amorphous Selenium : Inherent Spatial Resolution", Med. Phys., 22, 1995