

# Digital X-ray Image Sensor 개발

## Development of Digital X-ray Image Sensor

주 관 식

명지대학교 물리학과 양자전자 실험실

ksjoo@wh.myongji.ac.kr

### I. 서론

1895년 독일의 물리학자 뢰트겐(Wilhelm Conrad Rontgen)이 X선을 발견한 이후 그 성질과 특성에 대한 수많은 논문이 발표되면서 여러 분야에서 많은 연구와 응용이 시도되었다. X선을 조사하여 물질의 상태를 알아보는 회절실험, X선 천문학, 생물 물리학, 비파괴 검사 등이 이에 속하는 분야이다. 특히 모든 물체의 종류에 따라 투과도가 다르다는 성질과 형광작용이 있으며 사진건판에 작용된다는 성질은 X선을 이용한 영상장치의 실현을 가져다주었다. 초기의 사진 건판형 영상장치들은 X선 검출센서들의 개발로 인하여 더욱 발전을 거듭하여 영상정보의 디지털화를 이루게 되었다. 특히 이러한 영상장치들은 의료용 진단장치로 응용되어 현대 문명생활에 큰 기여를 하고 있다.

따라서 의학 물리학에서 많은 공헌을 하고있는 의료용 X선 영상장치에 대한 전반적인 소개와 함께 현재 새롭게 연구가 진행중인 MSGC (Microstrip Gas Chamber)형 디지털 영상장치에 대하여 설명하고자 한다.

### II. 의료용 X선 영상장치의 연구.

X선이 의학에 이용된 것은 X선의 발견과 동시에 이루어졌다. 초기 뢰트겐의 논문 중에서 X선을 투시하여 연부조직과 뼈를 구별할 수 있다는 내용이 발표되자 체내 이물을 검출할 수 있는 가능성을 지적하는 논문들이 많이 나왔다. 그 이후 투시진단과 사진진단 분야는 큰 발전을 하게 되었다. 현재의 X선 영상 시스템은 선원의 다양성과 센서의 발달로 인하여 점점 더 응용범위의 폭을 넓히고 있다. 지금까지 많이 사용되고 있는 X선 사진촬영을 분류해 보면 10keV 정도의 연 X선을 이용한 병리 연구에서부터 20-30keV대의 유방 등 연부 조직 촬영, 50-150keV의 진단영역, 200keV 이상의 흉부촬영등이 있다. 이러한 X선 영상장치들은 초기에 적산형으로 개발되어 사진 필름에 영상을 누적시키는 방법이 시도되어 왔다. 이것이 점차적으로 개량되어 오늘날 컴퓨터와 디지털 화상처리 기술을 적용한 CT (Computed Tomography)와 CR (Computed Radiography)등이 선보이게 되었다. 이러한 장치들은 초기에 Screen/Film법을 대신하여 새로운 개념의 검출 센서인 IP (Imaging Plate)를 사용함으로써 영상저장과 분석에 많은 기여를 하게 되었다. 그러나 이런 장치들도 역시 적산형의 센서로, 얻어진 영상을 디지털화 하기 위하여 다시 판독기를 사용하여야 한다. 따라서 촬영과 동시에 영상을 얻을 수 없고 촬영시 X선 조사선량에 따른 명암차이가 뚜렷하지 못한 단점을 가지고 있다. 따라서 X선 조사후의 IP판독이 필요 없는 계수형 영상장치를 개발하기 시작하였다.

계수형 검출센서는 작동원리에 따라 크게 섬광체형, 반도체형, 가스형으로 나뉘어 진다. 섬광 위치 검출센서는 다른것과 비교하여 불 때 위치분해능이 다소 떨어지며 반도체 검출센서는 위치 분해능은 매우 우수하지만 제작상의 어려움과 검출면적의 제한, 그리고 상온에서의 작동의 불안정성으로 인하여 실

용적으로 사용하기에는 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 따라서 작동조건이 별로 까다롭지 않고, 검출 면적에 큰 제한을 받지 않으며 비교적 위치분해능도 좋은 가스형 검출센서가 많은 분야에서 응용이 되고 있다.

가스형 검출센서로 초기에 각광을 받기 시작한 것은 MWPC(Multiwire Proportional Counter)이다. 이것은 1968년 G. Charpak 등에 의해서 개발되어 고 에너지 물리학 분야에서 사용되었다. 이 검출기는 반도체 위치 검출기에 비하여 위치 분해능은 조금 떨어지지만 시그널 대 잡음 비가 적으며 뛰어난 계수특성을 가지고 있다. 따라서 결정의 회절실험, 유기 물질의 회절실험, 생체조직 연구에 응용되어 왔으며 최근들어 X선 디지털 영상센서로 사용하기 위한 연구가 수행되었다. 그러나 MWPC 작동에 있어서 그 기능을 저해하는 심각한 요소가 있었다. 그 첫 번째 요소는 위치 분해능이 와이어 간격에 크게 제한을 받는데 MWPC 특성상 수 mm 이하의 간격으로 제작하기는 불가능하다는 것이고 두 번째로는 양이온 수집시간이 길어서 계수율에 지장을 초래한다는 것이다.

이를 개선하기 위하여 1989년 A. Oed는 양 전극과 음전극 사이의 간격을 과감하게 줄여주기 위한 디자인을 고안하였다. 이것이 바로 MSGC(Microstrip Gas Chamber)이다. 와이어를 이용하지 않고 사 진평판기술을 통하여 절연기판에 금속 전극을 구성한 것으로 전극사이의 거리를 수  $\mu\text{m}$ 로 줄여줌으로써 MWPC의 단점을 보완해 줄 수 있었다.

MSGC는 MWPC의 장점과 더불어 더 높은 위치 분해능, 에너지 분해능, 효율을 가지는 차세대 영상 센서로 많은 관심의 대상이 되고 있다. MSGC의 작동원리는 MWPC와 비슷하다. MSGC는 수  $\mu\text{m}$ 의 극간격을 형성하여 계수율의 증대와 위치 분해능의 증대에 크게 기여할 수 있다. Chamber내에서 일차 이온화 현상에 의해 전자가 생성된 후 강한 전기장에 의하여 전자 사태가 발생한다. 이것은 짧은 시간 내에 발생하며 전자들은 순간적으로 양극에 모두 수집된다. 비교적 무거운 양이온들의 속도에 의하여 검출속도가 좌우되는데 예전의 MWPC에 비하여 pitch 사이의 거리가 좁혀짐으로써 이 문제가 개선되었다. 그러나 장시간 검출기를 사용하는데 있어서 ageing 효과로 인하여 여러 가지 문제점이 발생하게 되었다. 절연층이 형성된 음극선에는 과다의 양이온이 누적되어 이것이 음극선 내부의 전자를 취하게 된다. 그 결과로 방사선이 입사하지 않은 경우에도 계속 신호가 발생하게 된다. 이것은 검출성능을 저해하고 잘못된 정보를 제공해주는 결정적인 단점이 된다. 이점을 보완하기 위해서 소멸기체를 사용하는 방법이 고안되었으며, strip의 재질에 따른 ageing 연구를 통하여 개선하려고 많은 노력을 기울이고 있다.

### III. 앞으로의 전망

지금까지 설명한 가스검출형 센서는 여러 선진국에서도 연구가 계속적으로 진행되고 있으며 곧 필름을 대신하여 여러 분야에서 응용될 새로운 시스템이다. 특히 관심의 대상이 되는 분야로는 높은 위치 분해능이 요구되는 연구조직검사를 생각할 수 있으며, 그중에서도 심장의 혈관조사와 유방암 진단에 응용될 수 있다. 사실 이런 가스형 검출센서뿐 아니라 반도체 array 검출 센서도 많은 발전을 거듭하여 왔으나 넓은 면적을 제작하기에는 가격과 기술 등에서 많은 문제에 부딪쳐 왔다. 또한 이러한 영상센서들은 적은 비용과 최소의 피폭선량으로 최대의 정보를 만족할 수 있는 장치로 많은 관심과 기대를 모으고 있는 실정이다.