



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월21일  
(11) 등록번호 10-1245525  
(24) 등록일자 2013년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 31/02 (2006.01) A61B 6/00 (2006.01)  
G01N 23/04 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2011-0068506  
(22) 출원일자 2011년07월11일  
심사청구일자 2011년07월11일  
(65) 공개번호 10-2013-0007884  
(43) 공개일자 2013년01월21일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020020035052 A  
KR1020030031926 A  
KR1020030031927 A

(73) 특허권자  
한국전기연구원  
경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)  
(72) 발명자  
전성채  
경기도 안산시 상록구 사동 1510 안산 고잔7차 푸르지오 709-1901  
차보경  
경기도 안산시 상록구 광덕4로 460, 푸른마을주공 5단지 517동 604호 (사동)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 11 항

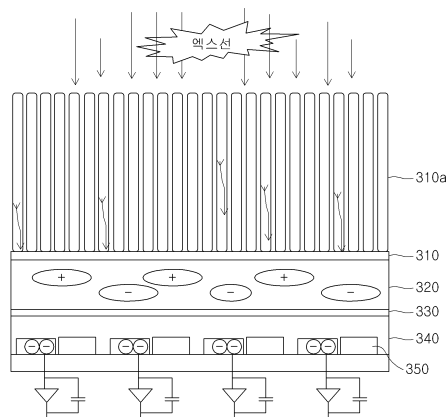
심사관 : 김태근

(54) 발명의 명칭 광 스위칭 방식을 이용하여 스캐닝하기 위한 디지털 엑스-선 영상 검출기

(57) 요약

본 발명에 의한 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기가 개시된다. 본 발명에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기는 엑스-선 조사시 입사하는 엑스-선을 가시광선으로 변환해주는 섬광체 물질; 상기 가시광선을 흡수하여 전자와 정공을 발생시키는 엑스-선 PCL; 상기 엑스-선 PCL에서 발생된 상기 전자를 모으는 ETL; 및 광선을 쪼이면 전자와 정공을 발생시키고 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합시키는 readout PCL을 포함하고, 상기 readout PCL에서 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합한 후 상기 readout PCL에 남은 전자를 수집하여 영상 정보를 획득하는 것을 특징으로 한다. 이를 통해, 본 발명은 고민감도와 고분해능의 엑스-선 영상을 획득하고, readout 효율성을 크게 향상시키고 이로 인해 영상 획득 시간을 단축시킬 수 있다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

**서창우**

서울특별시 송파구 동남로23길 53, 광동주택 301호  
(오금동)

**허두창**

경기도 용인시 수지구 수지로 166, 태영APT 107동  
2405호 (풍덕천동)

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

엑스-선 조사시 입사하는 엑스-선을 가시광선으로 변환해주는 물질로 구성되는 섬광체;  
 상기 가시광선을 흡수하여 전자와 정공을 발생시키는 엑스-선 PCL(Photo Conductive Layer);  
 상기 엑스-선 PCL에서 발생된 상기 전자를 모으는 ETL(Electron Trapping Layer); 및  
 광선을 쪼이면 전자와 정공을 발생시키고 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합시키는 독출(readout) PCL  
 을 포함하고, 상기 독출(readout) PCL에서 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합한 후 상기 독출  
 (readout) PCL에 남은 전자를 수집하여 영상 정보를 획득하는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는  
 디지털 엑스-선 영상 검출기.

### 청구항 2

제1 항에 있어서,  
 상기 섬광체는, CsI(Tl) 또는 CsI(Na)를 이용하여 구성되는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디  
 지털 엑스-선 영상 검출기.

### 청구항 3

제1 항에 있어서,  
 상기 섬광체는,  
 입사하는 엑스-선 에너지에 따라 흡수할 수 있는 수십  $\mu\text{m}$  ~ 수 mm의 두께를 가지는 것을 특징으로 하는 광 스  
 위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기.

### 청구항 4

제1 항에 있어서,  
 상기 섬광체와 상기 엑스-선 PCL 사이에 위치하여 상기 섬광체에서 변환된 가시광선을 통과시켜주는 투명 상부  
 전극  
 을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기.

### 청구항 5

제4 항에 있어서,  
 상기 투명 상부전극은,  
 상기 가시광선을 통과시킬 수 있는 물질로, ITO(indium/tin/oxide) 또는 CNT(Carbon-Nano Tube)를 이용하여  
 구성되는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기.

### 청구항 6

엑스-선 조사시 입사하는 엑스-선을 흡수하여 전자와 정공을 발생시키는 엑스-선 PCL(Photo Conductive Layer);  
 상기 엑스-선 PCL 내부의 소정 영역에 위치하여 발생된 상기 정공을 모으는 그리드;  
 상기 엑스-선 PCL에서 발생된 상기 전자를 모으는 ETL(Electron Trapping Layer); 및  
 광선을 쪼이면 전자와 정공을 발생시키고 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합시키는 독출(readout) PCL  
 을 포함하고, 상기 독출(readout) PCL에서 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합한 후 상기 독출  
 (readout) PCL에 남은 전자를 수집하여 영상 정보를 획득하는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는  
 디지털 엑스-선 영상 검출기.

## 청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 그리드는,

그 일측에 접지에 스위칭할 수 있도록 형성되어, 상기 엑스-선이 축적되는 시간동안 상기 접지에 연결되어 상기 엑스-선 PCL에서 발생된 정공을 수집하는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기.

## 청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 그리드는,

상기 엑스-선 PCL 내부의 상단에서부터 하단까지 그 특성 및 응용에 따라서 위치하는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기.

## 청구항 9

제7 항에 있어서,

상기 그리드는,

상기 엑스-선이 쉽게 투과할 수 있도록 소정의 격자 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기.

## 청구항 10

제7 항에 있어서,

상기 그리드는,

상기 엑스-선이 쉽게 투과할 수 있도록 가로 또는 세로 줄무늬 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기.

## 청구항 11

제6 항에 있어서,

$$E1 = 1 - \frac{L1}{2(L1 + d)}, L > L1$$

상기 그리드에 의한 독출(readout) 효율성(efficiency) E1은 수학적 식에 의해 구하고,

여기서, 상기 L은 상기 엑스-선 PCL의 두께를 나타내고, 상기 L1은 상기 그리드와 상기 ETL 사이의 거리를 나타내며, 상기 d는 상기 독출(readout) PCL의 두께를 나타내는 것을 특징으로 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기에 관한 것으로, 특히, 엑스-선 PCL(Photo Conductive Layer)의 구조에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일반적으로, 엑스-선의 투과성질을 이용하여 환자의 신체부위나 물체를 투시하여 촬영하는 의료용 또는 산업용의 디지털 엑스-선 영상 검출기는 널리 사용되고 있다. 이러한 디지털 엑스-선 영상 검출기는 엑스-선 영상 정

보를 가져오기 위하여 픽셀화된 readout 기판에 TFT를 사용하고 있다.

[0003] 그러나 TFT를 사용하여 영상 정보를 readout하는 방식은 픽셀 사이즈가 작아지면 노이즈가 증가하기 때문에 영상의 해상도(resolution)를 향상시키기 위한 픽셀의 소형화에 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 근래에 제안되는 방식으로 광 스위칭을 이용하여 영상 정보를 readout하는 방식이 개발되고 있다.

[0004] 도 1은 종래 기술에 따른 광 스위칭을 이용하여 영상 정보를 readout하는 원리를 설명하기 위한 예시도이다.

[0005] 도 1에 도시한 바와 같이, 광 스위칭 방식은 엑스-선을 흡수하여 직접적으로 전자와 정공을 생성시키는 전도체를 사용하여 엑스-선의 흡수율을 증가시킬 수 있고, 적은 노이즈와 높은 DQE(Detective Quantum Efficiency)를 확보할 수 있다.

[0006] 엑스-선 발생장치에 의해 발생된 엑스-선은 촬영하고자하는 물체나 인체를 투과하여 물체의 영상 정보를 가지고 영상 센서 표면으로 입사하게 된다.

[0007] 그림 (a)처럼 엑스-선이 입사되면 엑스-선 PCL에서 엑스-선 변환 물질인 a-Se, CZT(CdZnTe), CdTe, PbI<sub>2</sub>, HgI<sub>2</sub>, PbO BiI<sub>3</sub> 등의 광전도체를 거치면서 전자  $\ominus$ 와 정공  $\oplus$ 으로 변환된다.

[0008] readout 기판에서 전자를 수집하기 위하여 그림 (b)처럼 상부전극에 (-) 전극을 접지로 변환하면 정공  $\oplus$ 은 상부전극에 모이게 되고, 전자  $\ominus$ 는 ETL(Electron Trapping Layer)에 모이게 된다.

[0009] 축적된 전자를 readout 기판에서 읽기 위하여 그림 (c)처럼 빛 예컨대, 레이저, LED, 빔, 플라즈마 등을 쏘이면 readout PCL에 EHP(Electron-Hole Pair) 즉, 정공  $\oplus$ 과 전자  $\ominus$ 가 새로 생성이 된다. 이 때 새로 생긴 정공  $\oplus$ 은 ETL에 축적되어 있는 전자  $\ominus$ 와 결합하여 사라지고, 결합한 정공  $\oplus$ 의 수만큼의 전자  $\ominus$ 를 readout PCL의 출력단에서 신호를 획득한다.

[0010] 이와 같이 광 스위칭 방식은 상부전극을 (-) 전극에서 접지로 바꾸고 하부전극에 빛을 쬔음으로서 readout 기판을 통해 영상 정보를 읽어오는 방식이다.

[0011] 그러나 단일 a-Se 물질을 엑스-선 PCL로 사용하는 광 스위칭 방식은 ETL에 생성된 전자를 readout 할 경우 두꺼운 엑스-선 PCL에 의한 readout 효율성이 낮은 한계점이 있다.

[0012] 도 2는 종래 기술에 따른 광 스위칭 방식의 readout 효율성을 설명하기 위한 예시도이다.

[0013] 도 2에 도시한 바와 같이, 종래 기술에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기는 상부전극, 엑스-선 PCL, ETL, readout PCL, 및 하부전극 등을 포함하여 구성된다. 여기서, 엑스-선 PCL의 두께를 L, readout PCL의 두께를 d라고 정의하면, 광 스위칭 방식의 readout 효율성은 다음의 [수학식 1]과 같이 나타낼 수 있다.

[0014] [수학식 1]

$$E=1-\frac{L}{2(L+d)}$$

[0015] 즉, 엑스-선 PCL의 두께 L의 두께가 두꺼워지면 readout 효율성이 떨어지는 문제가 발생하게 된다.

[0017] 또한, 엑스-선 PCL의 두께를 줄이게 되면 입사하는 엑스-선을 모두 흡수하지 못해 엑스-선 검출효율이 감소하는 문제점이 발생하며, 또한 엑스-선 PCL을 투과한 여분의 엑스-선은 readout PCL에서 정공  $\oplus$ 과 전자  $\ominus$ 을 발생시키는 단점이 있다.

### 발명의 내용

[0018] 본 발명의 목적은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 섬광체와 엑스-선 PCL을 이용하는 하이브리드형 다층 구조를 구현하고자 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기를 제공하는

데 있다.

[0019] 또한, 본 발명은 엑스-선 PCL에 금속으로 구성된 그리드를 삽입하는 구조를 구현하고자 하는 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기를 제공하는데 있다.

[0020] 이를 위하여, 본 발명의 관점에 따른 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기는 엑스-선 조사시 입사하는 엑스-선을 가시광선으로 변환해주는 섬광체 물질; 상기 가시광선을 흡수하여 전자와 정공을 발생시키는 엑스-선 PCL; 상기 엑스-선 PCL에서 발생된 상기 전자를 모으는 ETL; 및 광선을 쪼이면 전자와 정공을 발생시키고 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합시키는 readout PCL을 포함하고, 상기 readout PCL에서 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합한 후 상기 readout PCL에 남은 전자를 수집하여 영상 정보를 획득하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 바람직하게, 상기 섬광체는 원자번호와 밀도가 높은 물질로서 CsI(Tl) 또는 CsI(Na)를 이용하여 구성되는 것을 특징으로 한다. 그리고 상기 섬광체는 입사하는 엑스-선 에너지에 따라 수십  $\mu\text{m}$  ~ 수mm의 두께를 가지는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 본 발명에 따른 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기는 상기 섬광체와 상기 엑스-선 PCL 사이에 위치하여 상기 섬광체에서 변환된 가시광선을 통과시켜주는 투명 상부전극을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 이때, 상기 투명 상부전극은 상기 가시광선을 통과시킬 수 있는 물질로 구성되며, ITO(indium/tin/oxide) 또는 CNT(Carbon-Nano Tube)를 이용하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 본 발명의 다른 한 관점에 따른 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기는 엑스-선 조사시 입사하는 엑스-선을 흡수하여 전자와 정공을 발생시키는 엑스-선 PCL; 상기 엑스-선 PCL 내부의 소정 영역에 위치하여 발생된 상기 정공을 모으는 그리드; 상기 엑스-선 PCL에서 발생된 상기 전자를 모으는 ETL; 및 광선을 쪼이면 전자와 정공을 발생시키고 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합시키는 readout PCL을 포함하고, 상기 readout PCL에서 발생된 정공과 상기 ETL에 모인 전자를 결합한 후 상기 readout PCL에 남은 전자를 수집하여 영상 정보를 획득하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 바람직하게, 상기 그리드는 그 일측에 접지에 스위칭 할 수 있도록 형성되어, 상기 엑스-선이 축적되는 시간동안 상기 접지에 연결되어 상기 엑스-선 PCL에서 발생된 정공을 수집하는 것을 특징으로 한다. 이때, 상기 그리드는 상기 엑스-선 PCL 내부의 상단에서부터 하단까지 그 특성 및 응용에 따라서 위치하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 필요에 따라, 상기 그리드는 상기 엑스-선이 쉽게 투과할 수 있도록 소정의 격자 형태로 형성되는 것을 특징으로 한다. 그리고 상기 그리드는 상기 엑스-선이 쉽게 투과할 수 있도록 가로 또는 세로 줄무늬 형태로 형성되는 것을 특징으로 한다.

$$E1 = 1 - \frac{L1}{2(L1+d)}, L > L1$$

[0027] 또한, 상기 그리드에 의한 readout 효율성(efficiency)은 수학적  
에 의해 구하고, 여기서 상기 L은 상기 엑스-선 PCL의 두께를 나타내고, 상기 L1은 상기 그리드와 상기 ETL 사이의 거리를 나타내며, 상기 d는 상기 readout PCL의 두께를 나타내는 것을 특징으로 한다.

[0028] 이를 통해, 본 발명은 엑스-선 PCL에 금속으로 구성된 그리드를 삽입하는 구조, 및 섬광체와 엑스-선 PCL을 이용하는 하이브리드형 구조를 구현함으로써, 고민감도와 고분해능의 엑스-선 영상을 획득할 수 있는 효과가 있다.

[0029] 또한, 본 발명은 엑스-선 PCL에 금속으로 구성된 그리드를 삽입하는 구조, 및 섬광체와 엑스-선 PCL을 이용하는

하이브리드형 구조를 구현함으로써, readout 효율성을 크게 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0030] 또한, 본 발명은 엑스-선 PCL에 금속으로 구성된 그리드를 삽입하는 구조, 및 섬광체와 엑스-선 PCL을 이용하는 하이브리드형 다층 구조를 구현함으로써, readout 효율성을 향상시켜 영상 획득 시간을 단축시킬 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 종래 기술에 따른 광 스위칭을 이용하여 영상 정보를 readout하는 원리를 설명하기 위한 예시도이고,  
 도 2는 종래 기술에 따른 광 스위칭 방식의 readout 효율성을 설명하기 위한 예시도이고,  
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 구조를 나타내는 제1 예시도이고,  
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 구조를 나타내는 제2 예시도이고,  
 도 5는 도 4에 도시된 그리드(420a)의 다양한 구조를 나타내는 예시도이고,  
 도 6은 도 4에 도시된 그리드(420a)의 다양한 위치를 나타내는 예시도이고,  
 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 동작원리를 설명하는 제1 예시도이고,  
 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 동작원리를 설명하는 제2 예시도이고,  
 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 동작원리를 설명하는 제3 예시도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하에서는, 본 발명의 실시예에 따른 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기를 첨부된 도 3 내지 도 9를 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명은 광 스위칭 방식을 이용한 디지털 엑스-선 영상 검출기의 구조 특히, 새로운 엑스-선 PCL(Photo Conductive Layer)의 두 가지 구조를 제안하고자 한다. 즉, 본 발명은 1) 섬광체와 엑스-선 PCL을 이용하는 하이브리드형 다층 구조, 및 2)엑스-선 PCL에 금속으로 구성된 그리드를 삽입하는 구조를 구현하고자 한다.

[0033] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 구조를 나타내는 제1 예시도이다.

[0034] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기 또는 디지털 엑스-선 영상 센서는 섬광체(310a), 투명 상부전극(310), 엑스-선 PCL(320), ETL(Electron Trapping Layer)(330), readout(독출) PCL(340), 하부전극(350) 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0035] 섬광체(310a)는 엑스-선을 가시광선으로 변환해주는 다양한 물질로 구성되어 있다.

[0036] 투명 상부전극(310)은 엑스-선 조사시 엑스-선 PCL(320)에서 발생하는 전하(charge)를 수집하기 위하여 전압을 인가해주기 위한 전극으로 정공  $\oplus$ 을 수집하는 역할을 한다. 이러한 투명 상부전극(310)으로는 가시광선을 잘 통과시킬 수 있는 물질로, 예컨대, ITO(indium/tin/oxide) 또는 CNT(Carbon-Nano Tube) 등을 사용하는 것이 바람직하다.

[0037] 엑스-선 PCL(320)은 엑스-선 변환 물질인 a-Se, CZT(CdZnTe), CdTe, PbI<sub>2</sub>, HgI<sub>2</sub>, PbO BiI<sub>3</sub> 등의 광전도체로 구성되어 입사하는 가시광선을 흡수하여 전하 즉, 전자  $\ominus$ 와 정공  $\oplus$ 을 발생하게 된다. 이때, 광전도체는 빛이 없는 암 상태에서는 유전체이지만, 빛이나 엑스-선이 조사되면 도체의 성질을 나타낸다.

[0038] 이때, 이렇게 형성된 섬광체와 엑스-선 PCL을 이용하는 하이브리드형 다층 구조의 이점을 설명하면 다음과 같다.

[0039] 기존의 광전도체를 이용한 직접(direct) 방식의 경우 일반적으로 a-Se, CdTe, CZT(CdZnTe), HgI<sub>2</sub>, PbI<sub>2</sub>, PbO, BiI<sub>3</sub> 등의 물질을 이용하여 입사한 엑스-선에 의한 전자  $\ominus$ 와 정공  $\oplus$ 을 생성시켜서 발생한 신호를 읽어 영상



을 획득한다.

- [0040] 보통 80-100 kVp 조사 엑스-선 에너지의 범위를 사용하는 일반적인 방사선 촬영(radiography) 분야인 경우, 80 ~ 100%의 엑스-선 흡수를 위해 사용되는 a-Se 층은 약 500 ~ 1000  $\mu\text{m}$ 의 두꺼운 두께를 필요로 한다.
- [0041] 하지만 a-Se 층은 충분하지 않은 엑스-선 저지능(X-ray stopping power) 뿐 아니라 전자  $\ominus$ 와 정공  $\oplus$ 을 생성 시키기 위한 에너지가 약 50eV로 높기 때문에 엑스-선에 대한 낮은 민감도를 가진다. 또한 두꺼운 두께의 a-Se 층은 가해지는 10V/ $\mu\text{m}$ 의 높은 전기장 때문에 TFT 어레이의 브레이크다운(breakdown) 같은 단점을 가지고 있다.
- [0042] 앞서 말한 단층의 두꺼운 광전도체 물질대신 본 발명은 엑스-선을 가시광선으로 변환하는 섬광체와 그 가시광선을 전자  $\ominus$ 와 정공  $\oplus$ 으로 변환시키는 얇은 광전도체층을 가진 하이브리드형 다층 구조로서 광 스위칭 방식에서 다양한 장점을 가지고 있다.
- [0043] 즉, 기존의 단층의 두꺼운 a-Se를 대체하여, 원자번호와 밀도가 높은 물질로, 예컨대, CsI(Tl) 또는 CsI(Na) 등의 다양한 섬광체를 이용하며 입사하는 에너지에 따라 수십  $\mu\text{m}$  ~ 수 mm 등의 다양한 두께를 가지는 것을 특징으로 한다.
- [0044] 또한 앞서 말한 입사하는 엑스-선을 모두 흡수할 수 있는 수백  $\mu\text{m}$  두께의 단일 a-Se 대신 섬광체에서 방출되는 400 ~ 600nm 파장의 가시광선을 거의 흡수할 수 있는 약 수십  $\mu\text{m}$ 의 두께로 충분하다. 이 수십  $\mu\text{m}$ 의 두께를 가진 얇은 광전도체는 광 스위칭 방식에서 기존의 엑스-선 PCL의 두께 L을 상당히 줄임으로써 readout 효율성(efficiency)을 크게 향상시킬 수 있게 되었다.
- [0045] 그리고 ETL(330)은 엑스-선 PCL(320)에서 변환된 전자  $\ominus$ 를 저장 또는 축적하게 된다.
- [0046] readout PCL(340)은 상부전극(310)을 (-) 전극에서 접지로 변환하고 하부전극(350)의 아래쪽에 빛 예컨대, 자외선, 가시광선 등을 쏘이면 EHP(Electron-Hole Pair) 즉, 정공  $\oplus$ 과 전자  $\ominus$ 를 새로 발생시키게 된다. 이 때 새로 발생된 정공  $\oplus$ 은 ETL(330)에 축적된 전자  $\ominus$ 와 결합하게 된다.
- [0047] 이후, 하부전극(350)은 아래쪽에서 가해주는 광선을 투과해야하는 물질로 구성되는 투명 전극으로 엑스-선 조사시 투명 상부전극(310)과 같이 전압을 인가해주는 전극이다.
- [0048] 결국, readout PCL(340)에서 새로이 발생한 전하 중 정공  $\oplus$ 은 ETL(330)의 전자  $\ominus$ 와 결합하고, 결합한 정공  $\oplus$ 의 수만큼의 전자  $\ominus$ 를 readout PCL(340)의 출력단에서 수집함으로써, 신호 및 영상 정보를 획득하게 된다.
- [0049] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 구조를 나타내는 제2 예시도이다.
- [0050] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기 또는 디지털 엑스-선 영상 센서는 상부전극(410), 엑스-선 PCL(420), 그리드(420a), ETL(430), readout PCL(440), 하부전극(450) 등을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0051] 상부전극(410)은 엑스-선 조사시 엑스-선 PCL(420)에서 발생하는 전하중 정공을 수집하기 위해 전압을 인가해 주기 위한 전극이다.
- [0052] 엑스-선 PCL(420)은 엑스-선 변환 물질인 a-Se, CZT(CdZnTe), CdTe, PbI<sub>2</sub>, HgI<sub>2</sub>, PbO BiI<sub>3</sub> 등의 광전도체로 구성되어 입사하는 엑스-선을 흡수하여 전하 즉, 전자  $\ominus$ 와 정공  $\oplus$ 을 발생하게 된다. 이때, 광전도체는 빛이 없는 암 상태에서는 유전체이지만, 빛이나 엑스-선이 조사되면 도체의 성질을 나타낸다.
- [0053] 그리드(420a)는 엑스-선 PCL(420) 내의 소정 영역에 위치하여 엑스-선이 축적되는 시간동안 접지에 연결되어 정공  $\oplus$ 을 수집하는데, 이를 도 5 내지 도 6을 참조하여 설명한다.
- [0054] 도 5는 도 4에 도시된 그리드(420a)의 다양한 구조를 나타내는 예시도이다.



- [0055] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 그리드(420a)는 금속으로 구성되어 있으며, 위에서 바라본 다양한 형태의 그리드의 구조를 나타내고 있다. 그림 (a)처럼 격자 형태로 형성되거나 그림 (b)나 (c)처럼 가로 또는 세로 줄무늬 형태로 형성될 수 있다. 여기서 그리드의 형태는 모양에 제한되지 않고 다양한 형태로도 나타낼 수 있다. 따라서 그리드에는 큰 구멍이 있기 때문에 엑스-선이 쉽게 투과될 수 있어 ETL에서의 전자 및 상부전극에서의 정공의 수집을 크게 방해하지 않는다.
- [0056] 이러한 그리드(420a)는 전체가 하나로 연결되어 있으며, 그 일측에 접지(ground)와도 스위칭할 수 있는데, 엑스-선이 축적되는 시간동안 접지에 연결된다.
- [0057] 도 6은 도 4에 도시된 그리드(420a)의 다양한 위치를 나타내는 예시도이다.
- [0058] 도 6에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 그리드(420a)는 엑스-선 PCL 내부에 위치하는데, 그 특성에 따라서 엑스-선 PCL의 상단에서부터 하단까지 어느 곳이든 위치할 수 있다. 그리고 각 응용에 따라서 그 위치는 달라질 수 있다.
- [0059] 그리고 ETL(430)은 엑스-선 PCL(420)에서 변환된 전자  $\ominus$ 를 저장 또는 축적하게 된다.
- [0060] readout PCL(440)은 상부전극(410)을 (-) 전극에서 접지로 변환하고 하부전극(450)의 아래쪽에 빛 예컨대, 자외선, 가시광선 등을 쏘이면 EHP(Electron-Hole Pair) 즉, 정공  $\oplus$ 과 전자  $\ominus$ 를 새로 발생시키게 된다. 이 때 새로 발생된 정공  $\oplus$ 은 ETL(330)에 축적된 전자  $\ominus$ 와 결합하게 된다.
- [0061] 이후, 하부전극(450)은 아래쪽에서 가해주는 광선을 투과해야하는 물질로 구성되는 투명 전극으로 엑스-선 조사시 상부전극(410)과 같이 전압을 인가해주는 전극이다.
- [0062] 결국, 출력단에서 readout PCL(440)에서 생성된 정공  $\oplus$ 은 ETL(430)에 축적되어 있는 전자  $\ominus$ 와 결합하여 사라지고, 결합된 정공  $\oplus$ 의 수만큼 readout PLC(440) 내부의 전자  $\ominus$ 를 수집함으로써, 엑스-선에 의해 촬영된 신호 또는 영상 정보를 획득하게 된다.
- [0063] 이와 같이 구성된 본 발명에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기를 통해서 신호 또는 영상 정보를 읽어오는 과정을 도 7 내지 도 9를 참조하여 설명한다.
- [0064] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 동작원리를 설명하는 제1 예시도이다.
- [0065] 도 7에 도시한 바와 같이, 먼저, 엑스-선 발생장치에 의해 발생된 엑스-선은 촬영하고자하는 물체나 인체를 투과하여 물체의 영상 정보를 가지고 영상 센서 표면으로 입사하게 된다.
- [0066] 즉, 엑스-선이 엑스-선 PCL에 입사되면, 엑스-선 변환 물질인 a-Se, CZT(CdZnTe, CdTe, PbI<sub>2</sub>, HgI<sub>2</sub>, PbO BiI<sub>3</sub> 등의 광전도체에 의해서 전자  $\ominus$ 나 정공  $\oplus$ 으로 변환하게 된다. 이때, 엑스-선 PCL의 소정 영역에 삽입된 그리드는 이러한 과정에서 아무런 동작을 하지 않을 뿐 아니라 어떠한 영향도 미치지 않는다.
- [0067] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 동작원리를 설명하는 제2 예시도이다.
- [0068] 도 8에 도시한 바와 같이, 다음으로, readout 기관에서 전자를 수집하기 위해서 상부전극에 (-) 전극을 접지로 변환시키고, 엑스-선 PCL 내부에 있는 그리드를 접지에 연결시키게 된다.
- [0069] 그러면 정공  $\oplus$ 이 상부전극 뿐만 아니라 그리드에도 달라붙게 되기 때문에 ETL 가까이 있는 정공  $\oplus$ 도 거리가 짧아져서 쉽게 그리드에 달라붙게 된다.

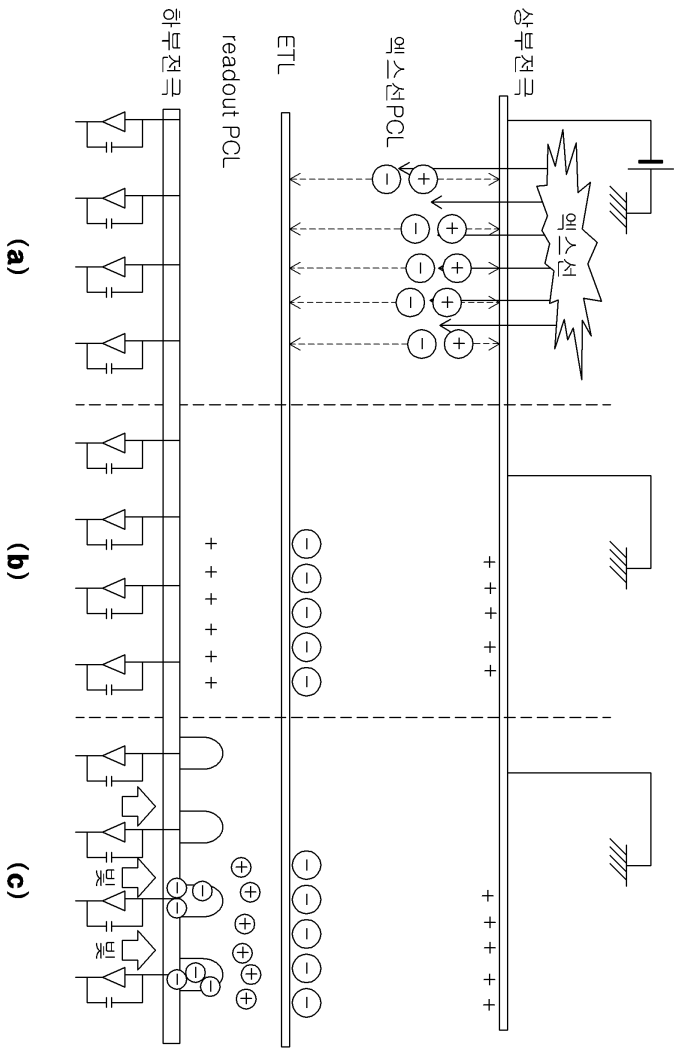
- [0070] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 디지털 엑스-선 영상 검출기의 동작원리를 설명하는 제3 예시도이다.
- [0071] 도 9에 도시한 바와 같이, 다음으로, 축적된 전자를 readout 기관에서 읽기 위해서는 하부전극의 아래쪽에서 빛 예컨대, 레이저, 빔, 플라스마 등을 쏘이게 된다.
- [0072] 이렇게 하부전극의 아래쪽에서 빛을 쏘이면, readout PCL에서 새로이 발생한 전하 중 정공  $\oplus$ 은 ETL의 전자  $\ominus$ 와 결합하고, 결합한 정공  $\oplus$ 의 수만큼의 전자  $\ominus$ 를 readout PCL의 출력단에서 수집함으로써, 신호를 획득하게 된다.
- [0073] 이러한 동작 원리를 근거로 다시 도 4을 살펴보면, 엑스-선 PCL의 두께를 L, 그리드와 ETL 사이의 거리를 L1, readout PCL이 두께를 d라고 정의하면, 앞의 [수학식 1]에서 정의된 광 스위칭 방식의 readout 효율성 E1은 다음의 [수학식 2]와 같이 나타낼 수 있다.
- [0074] [수학식 2]
- $$E1 = 1 - \frac{L1}{2(L1 + d)}, L > L1$$
- [0075]
- [0076] 이때, readout 효율성은 그리드와 ETL 사이의 거리 L1이 작을수록 좋기 때문에, 결국 L1이 작아질수록 엑스-선 PCL의 두께 L은 작아지게 될 수 있다. 따라서 본 발명의 readout 효율성 E1은 종래 기술의 readout 효율성 E보다 좋다는 것을 알 수 있다.
- [0077] 이와 같이, 본 발명은 엑스-선 PCL에 금속으로 구성된 그리드를 삽입하는 구조, 및 섬광체와 엑스-선 PCL을 이용하는 하이브리드형 구조를 구현함으로써, 고민감도와 고분해능의 엑스-선 영상을 획득할 수 있다.
- [0078] 또한, 본 발명은 엑스-선 PCL에 금속으로 구성된 그리드를 삽입하는 구조, 및 섬광체와 엑스-선 PCL을 이용하는 하이브리드형 구조를 구현함으로써, readout 효율성을 크게 향상시키고 이로 인해 영상 획득 시간을 단축시킬 수 있다.
- [0079] 본 발명에 의한, 광 스위칭 방식을 이용하는 디지털 엑스-선 영상 검출기는 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 형태로 변형, 응용 가능하며 상기 실시예에 한정되지 않는다. 또한, 상기 실시 예와 도면은 발명의 내용을 상세히 설명하기 위한 목적일 뿐, 발명의 기술적 사상의 범위를 한정하고자 하는 목적은 아니며, 이상에서 설명한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형, 및 변경이 가능하므로 상기 실시 예 및 첨부된 도면에 한정되는 것은 아님은 물론이며, 후술하는 청구범위뿐만이 아니라 청구범위와 균등 범위를 포함하여 판단되어야 한다.

### 부호의 설명

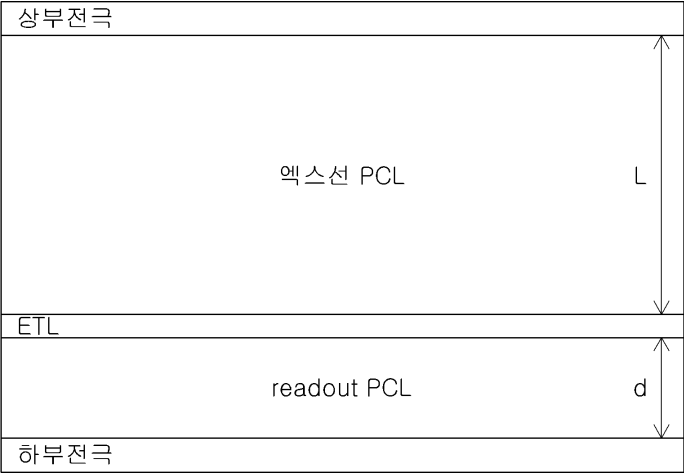
- [0080] 310a: 섬광체
- 310: 투명 상부전극
- 320: 엑스-선 PCL
- 330: ETL
- 340: readout PCL
- 350: 하부전극

도면

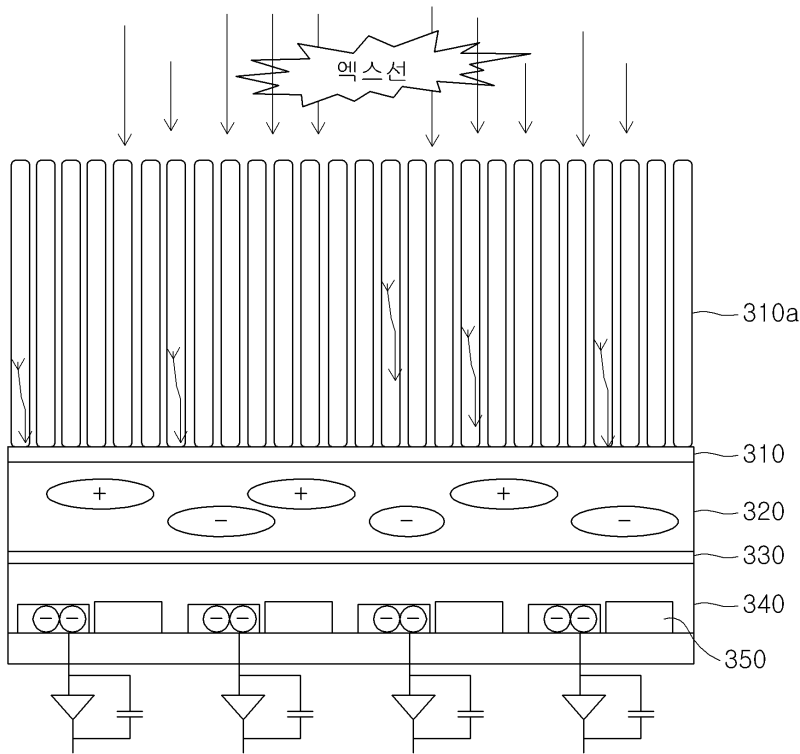
도면1



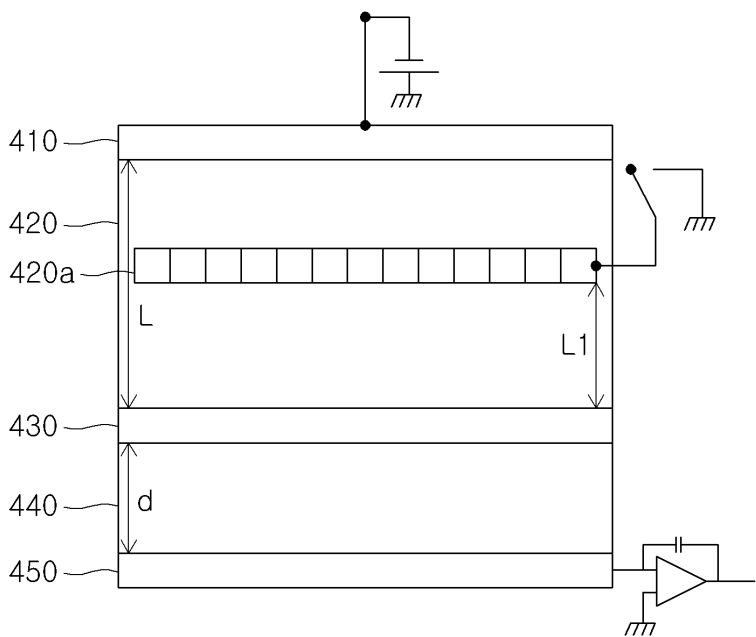
도면2



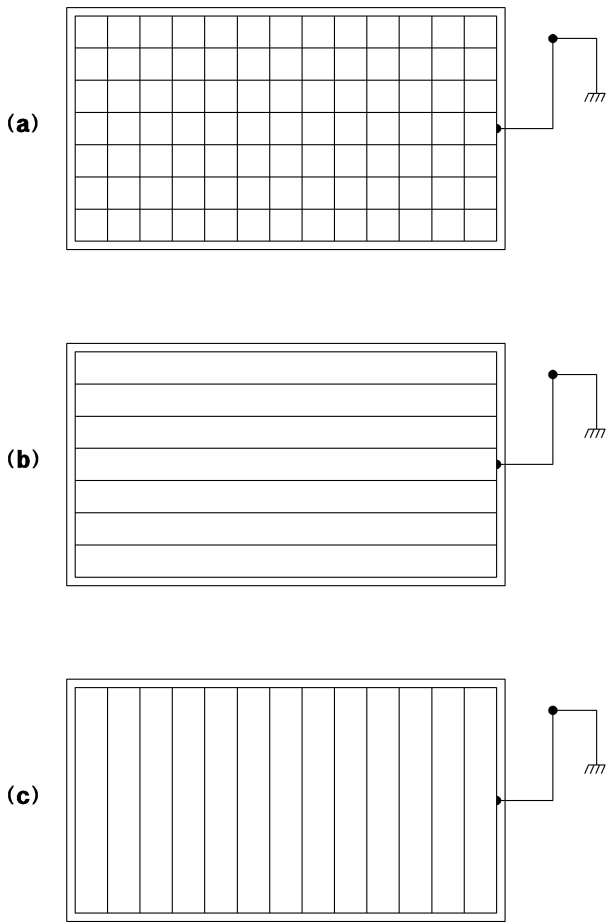
도면3



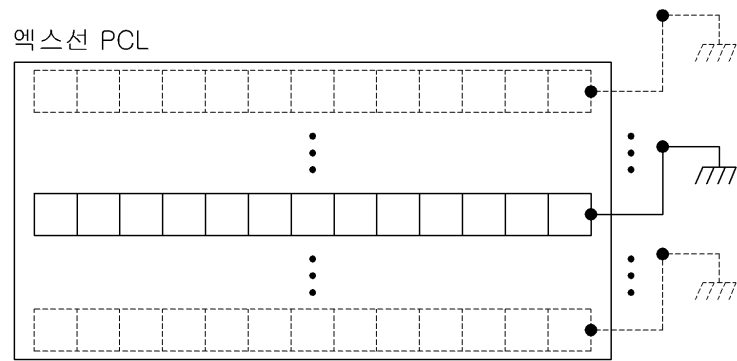
도면4



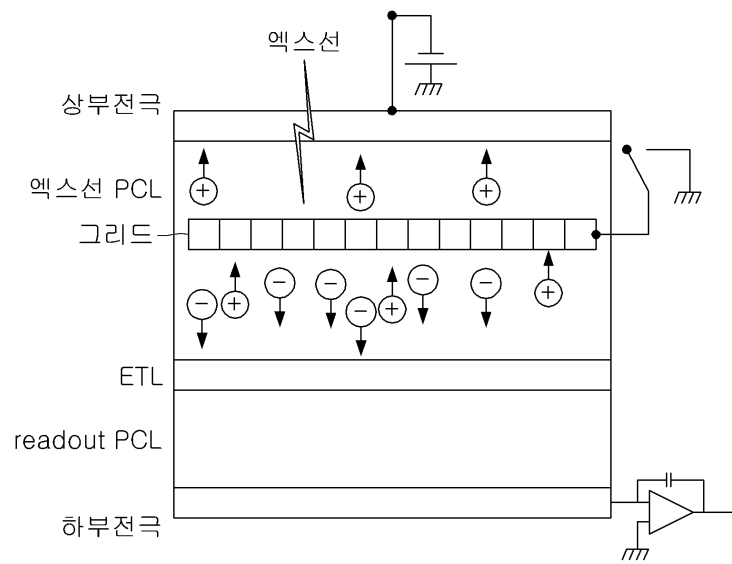
도면5



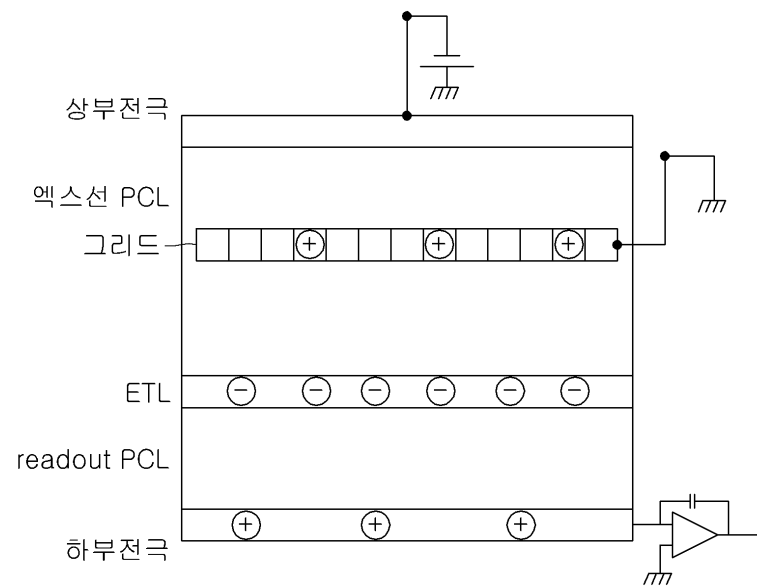
도면6



도면7



도면8



도면9

