



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월20일
(11) 등록번호 10-1035412
(24) 등록일자 2011년05월11일

(51) Int. Cl.

G01T 1/24 (2006.01) G01T 1/185 (2006.01)

H01J 47/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0107131

(22) 출원일자 2010년10월29일

심사청구일자 2010년10월29일

(56) 선행기술조사문헌

JP2008546999 A

KR1020080062343 A

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가 1

(72) 발명자

이기성

경기도 용인시 수지구 성북동 벽산첼시빌 504-501

강정원

경기도 용인시 수지구 죽전동 126번지

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신성

전체 청구항 수 : 총 14 항

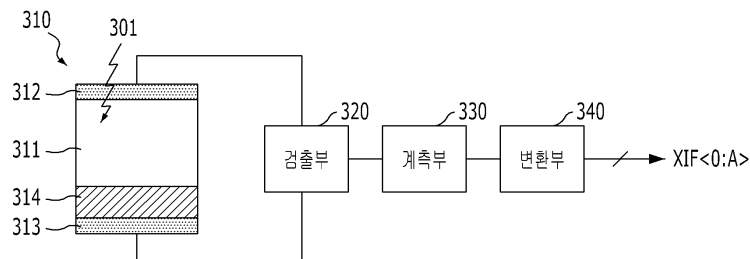
심사관 : 안재열

(54) 엑스레이 검출방법 및 엑스레이 검출기

(57) 요약

본 발명에 따른 엑스레이 검출방법은, 조사되는 엑스레이에 의해 가스가 이온화되는 전하를 생성하는 단계; 상기 가스에 전기장을 인가하는 단계; 상기 가스로부터 생성된 전하를 수집하는 단계; 상기 전기장의 인가시점으로부터 상기 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 측정하는 단계; 및 상기 측정된 시간을 기반으로 엑스레이 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

이학재

서울특별시 성북구 길음동 970 윤성빌라 A-401

신형섭

경기도 성남시 분당구 금곡동 청솔9단지 904-304

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009-0088239

부처명 교육과학기술부

연구관리전문기관 연구재단

연구사업명 기초연구사업-일반연구자지원사업-기본연구지원사업(협동)

연구과제명 직접방식의 엑스선 영상용 검출기를 위한 플라즈마 센서와 검출방법에 대한 연구

기여율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2009.09.01 ~ 2010.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

조사되는 엑스레이에 의해 가스가 이온화되는 전하를 생성하는 단계;
 상기 가스에 전기장을 인가하는 단계;
 상기 가스로부터 생성된 전하를 수집하는 단계;
 상기 전기장의 인가시점으로부터 상기 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 측정하는 단계; 및
 상기 측정된 시간을 기반으로 엑스레이 이미지를 생성하는 단계
 를 포함하는 엑스레이 검출방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
 상기 엑스레이가 조사되기 이전에 상기 가스의 이온화 상태를 초기화하는 단계를 더 포함하는 엑스레이 검출방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,
 상기 전기장의 인가시점으로부터 상기 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 상기 조사된 엑스레이에 대한 정보로 변환하는 단계를 더 포함하는 엑스레이 검출방법.

청구항 4

제 3항에 있어서,
 상기 엑스레이에 대한 정보는 디지털 정보인 엑스레이 검출방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,
 상기 가스에 상기 전기장을 인가하는 단계에서 상기 가스에 인가되는 상기 전기장의 방향을 한 번 이상 변경하는 엑스레이 검출방법.

청구항 6

다수의 픽셀을 포함하는 엑스레이 검출기가 엑스레이를 검출하는 방법에 있어서,
 상기 다수의 픽셀에 상기 엑스레이를 조사하여 전하를 생성하는 단계;
 상기 조사된 엑스레이를 검출하기 위해 상기 다수의 픽셀 내부에 전기장을 인가하는 단계;
 상기 조사된 엑스레이를 검출하기 위해 상기 다수의 픽셀에 생성된 상기 전하를 수집하는 단계;
 상기 다수의 픽셀 내부에 전기장을 인가하는 시점부터 상기 다수의 픽셀에 생성된 상기 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 측정하는 단계; 및

상기 측정된 시간을 기반으로 엑스레이 이미지를 생성하는 단계를 포함하는 엑스레이 검출방법.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 엑스레이가 상기 다수의 픽셀에 조사되기 이전에 상기 다수의 픽셀을 초기화하는 단계를 더 포함하는 엑스레이 검출방법.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 다수의 픽셀에 전기장을 인가하는 시점으로부터 상기 다수의 픽셀에 생성된 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 디지털 정보로 변환하는 단계를 더 포함하는 엑스레이 검출방법.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 조사된 엑스레이를 검출하기 위해 상기 다수의 픽셀 내부에 전기장을 인가하는 단계에서 상기 전기장의 방향을 한 번 이상 변경하는 엑스레이 검출방법.

청구항 10

가스층을 포함하는 픽셀;

상기 가스층에 전기장을 생성하기 위한 2이상의 전극;

상기 전극에 수집되는 전하를 감지하기 위한 검출부; 및

상기 2이상의 전극에 의한 전기장 생성시점으로부터 상기 검출부가 상기 전하를 감지하는 시점까지의 시간을 측정하는 계측부

를 포함하되 상기 계측부에서 측정된 시간은 엑스레이 이미지 생성의 기반이 되는 엑스레이 검출기.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 2이상의 전극은,

상기 픽셀에 엑스레이가 조사되기 이전에는 상기 픽셀을 초기화하기 위한 전기장을 생성하고,

상기 픽셀에 엑스레이가 조사된 이후에는 상기 전하를 수집하기 위한 전기장을 생성하는 엑스레이 검출기.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 픽셀에 엑스레이가 조사된 이후에 상기 2이상의 전극에 의해 상기 픽셀 내부에 생성되는 전기장은 한 번 이상 방향이 변경되는 엑스레이 검출기.

청구항 13

제 10항에 있어서,

상기 픽셀은 상기 엑스레이를 흡수하여 전자나 자외선을 방출하는 변환층을 포함하는 엑스레이 검출기.

청구항 14

제 10항에 있어서,

상기 계측부에 의해 측정된 시간을 디지털 정보로 변환하는 변환부를 더 포함하는 엑스레이 검출기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 엑스레이 검출방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현재 의학용, 공학용 등으로 널리 사용되고 있는 엑스레이(X-ray) 검출방법은 엑스레이 감지필름을 사용하여 촬영하고, 그 결과를 알기 위하여 소정의 필름 인화단계를 거치게 된다. 그러나 이로 인해 일정시간이 흐른 후에 원하는 목적물에 대한 사진을 인지할 수 있다는 점에서 그 이용성에 있어서 시간이 길어지는 문제가 있었으며, 특히 촬영 후에 필름의 보관 및 보존이 어려워 필름 자체가 훼손되는 경우에는 결과물을 확인하기 어려운 문제점이 있었다.

[0003] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 방안으로 TFT(Thin Film Transistor)를 이용한 엑스레이 이미지 검출용 디텍터가 연구/개발되었다. TFT를 이용한 디텍터는 TFT를 스위칭 소자로 사용하고 엑스레이의 촬영 즉시 실시간으로 결과를 진단할 수 있는 이점을 구현할 수 있으며, 현재 상용화되고 있는 엑스레이 신호 검출 방법에는 간접 방식과 직접 방식이 있다.

[0004] 간접방식은 조사된 엑스레이를 가시광선으로 변환하고 상기 가시광선을 다시 전기적 신호로 변환하는 방식이고, 직접방식은 조사된 엑스레이를 곧바로 전기적 신호로 변환하는 방식을 말한다. 간접방식과 직접방식은 각자 장단점을 가지고 있으나 TFT를 이용한 방식의 경우 대체로 종래의 TFT를 이용한 디텍터는 제조가 어려운 난점 이외에도, 대면적이 어렵고 비용이 증가하게 되며, 감도가 낮아지는 문제점이 있었다.

[0005] 이러한 문제점들을 보완할 수 있는 획기적인 디지털 이미지 장치의 개발이 절실히 요구되고 있는 실정에서 최근 대체 디텍터로 PDP(Plasma Display Panel)를 활용한 방안이 제시되었다. PDP는 복수 개의 전극이 형성된 두 기판 사이에 Xe 이나 Ne 등의 불활성 가스를 봉입한 후 전압을 인가하고, 이 인가된 전압으로 인하여 발생하는 방전내의 자외선에 의해 하판에 형성된 형광체가 여기되어 소망하는 숫자, 문자 또는 그래픽을 얻는 영상 장치를 말한다.

[0006] 이하에서 종래의 PDP를 이용한 엑스레이 검출기 및 엑스레이 검출방법에 대해 설명한다.

[0007] 도 1은 종래의 엑스레이 검출기의 구성도이다.

[0008] 도 1에 도시된 바와 같이, 엑스레이 검출기는, 가스층(111)을 포함하는 픽셀(110), 가스층(111)에 전기장을 생성하기 위한 2이상의 전극(112, 113), 전극에 수집되는 전하의 양을 측정하기 위한 검출부(120), 검출부(120)에 의해 검출된 전하를 적분하여 전극(112, 113)에 수집된 총 전하량을 측정하는 계측부(130), 계측부(130)에 의해 측정된 전하의 양을 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환하는 변환부(140)를 포함한다.

[0009] 도 1을 참조하여 엑스레이 검출기의 동작에 대해 설명한다.

[0010] 픽셀(110)은 엑스레이 검출기에서 최소의 감지 및 표시단위를 의미한다. 픽셀(110)로 조사된 엑스레이(101)에

관한 정보를 전기적인 신호로 전화하여 이를 디지털 코드로 저장하면 엑스레이 이미지를 영구적으로 저장할 수 있다.

- [0011] 가스층(111)은 일반적으로 PDP에서 상판과 하판의 사이를 Xe이나 Ne 등의 불활성 가스로 채워서 형성된다. 엑스레이(101)가 픽셀(110)에 조사되면 가스층(111)을 이루는 기체분자들은 엑스레이(101)와 충돌하여 엑스레이(101)의 에너지를 흡수하여 전자(electron)와 양의 이온(ion)으로 이온화된다. 이때 엑스레이(101)의 조사량이나 엑스레이(101)가 가진 에너지에 따라 가스층(111)의 이온화 정도가 달라진다.
- [0012] 가스층(111)이 이온화되면 가스층(111)에 포함된 전하를 수집하기 위하여 2이상의 전극(112, 113)에 전압이 인가된다. 인가된 전압에 의해 2이상의 전극(112, 113) 사이에 전기장이 형성되고, 형성된 전기장이 가스층(111)에 가해진다. 이때 전기장에 의해 가스층(111)에 조사에 따라서 형성된 전하들이 각 전극(112, 113)으로 수집되고 검출부(120)는 이를 검출한다. 형성된 전하들은 전기장에 따라 이동하면서 가스층(111)의 가스입자와 충돌하여 추가적인 전하를 생성할 수 있다.
- [0013] 각 전극(112, 113)에 전하의 수집이 완료되면 계측부(130)는 검출부(120)에서 검출한 전하의 양을 적분하여 전극(112, 113)에 수집된 총 전하의 양을 측정한다. 상술한 바와 같이 엑스레이(101)의 조사량이나 엑스레이(101)가 가진 에너지에 따라 가스층(111)의 이온화 정도가 달라지므로 결과적으로 전극(112, 113)에 수집된 전하의 양은 엑스레이(101)의 조사량이나 엑스레이(101)가 가진 에너지에 따라 달라진다.
- [0014] 변환부(140)는 계측부(130)에 의해 측정된 전하의 양을 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환한다. 이러한 과정을 통하여 픽셀에 조사된 엑스레이(101)에 관한 정보를 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환하여 저장할 수 있다. 이러한 디지털 정보(XIF<0:A>)는 영구적인 보존이 가능하고 필요한 경우 언제든지 엑스레이 이미지로 나타내어 질 수도 있다.
- [0015] 일반적으로 엑스레이 검출기는 다수의 픽셀(110)을 포함한다. 다수의 픽셀(110)에 조사된 엑스레이(101)를 검출 및 디지털 정보로 변환분석하여 의료 분야를 포함한 다양한 분야에서 활용될 수 있다.
- [0016] 상술한 바와 같이 기존의 PDP를 사용한 엑스레이 검출기는 조사된 엑스레이에 의해 가스층(111)의 기체분자들이 이온화하고 이온화된 전하들을 수집한다. 그리고 수집된 전하의 양으로부터 디지털 정보(XIF<0:A>)를 산출한다. 이하에서 상술한 방법에서 발생할 수 있는 문제점에 대해 설명한다.
- [0017] 도 2는 가스층(111)에 가해지는 전기장에 따른 신호의 증폭 정도를 나타낸 도면이다.
- [0018] 제1라인(201)은 1MeV의 에너지를 가지는 엑스레이 광선을 조사한 경우 전기장의 세기에 따른 신호의 증폭 정도를 나타낸 것이고, 제2라인(202)은 2MeV의 에너지를 가지는 엑스레이 광선을 조사한 경우 전기장의 세기에 따른 신호의 증폭 정도를 나타낸 것이다. 여기서 신호의 증폭 정도는 도 1의 설명에서 전극(112, 113)에 수집된 전하량에 대응된다.
- [0019] 제1구간(203)에서 엑스레이가 가진 에너지에 따라 신호의 증폭 정도가 차이를 보인다. 즉 엑스레이의 조사량 또는 엑스레이가 가진 에너지가 변하면 신호의 증폭 정도도 변하므로 엑스레이의 조사량 또는 엑스레이가 가진 에너지가 변하면 이를 감지하는 것이 가능하다. 그러나 도 2에 도시된 바와 같이 신호의 증폭 정도와 조사된 엑스레이의 에너지는 선형적인 관계를 가지지는 않고 비선형적인 관계를 나타낸다.
- [0020] 그러나 제2구간(204)에서부터 엑스레이가 가진 에너지가 가진 에너지가 변하여도 신호의 증폭정도는 변하지 않는다(제2구간(204)에서 제1라인(201)과 제2라인(202)이 겹쳐진다).
- [0021] 일반적으로 엑스레이(101)는 투과력이 강하므로 엑스레이에 가스층(111)의 기체분자가 이온화되는 정도는 작다. 따라서 가스층(111)에 가해지는 전기장의 세기를 강하게 하여서 수집되는 전하의 양을 증가시켜야 한다. 그런데 가스층(111)에 가해지는 전기장의 세기를 강하게 하는 경우 도 2의 설명에서 상술한 바와 같이 픽셀(110) 조사된 엑스레이의 에너지 차이를 감지하지 못하게 된다는 문제가 발생할 수도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 본 발명은 상기한 종래기술의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 엑스레이 검출의 정확도를 높인 엑스레이 검출방법 및 엑스레이 검출기를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0023] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 엑스레이 검출방법은, 조사되는 엑스레이에 의해 가스가 이온화되는 전하를 생성하는 단계; 상기 가스에 전기장을 인가하는 단계; 상기 가스로부터 생성된 전하를 수집하는 단계; 상기 전기장의 인가시점으로부터 상기 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 측정하는 단계; 및 상기 측정된 시간을 기반으로 엑스레이 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0024] 엑스레이 검출방법은 상기 엑스레이가 조사되기 이전에 상기 가스의 이온화 상태를 초기화하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0025] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 엑스레이 검출방법은, 다수의 픽셀을 포함하는 엑스레이 검출기가 엑스레이를 검출하는 방법에 있어서, 상기 다수의 픽셀에 상기 엑스레이를 조사하여 전하를 생성하는 단계; 상기 조사된 엑스레이를 검출하기 위해 상기 다수의 픽셀 내부에 전기장을 인가하는 단계; 상기 조사된 엑스레이를 검출하기 위해 상기 다수의 픽셀에 생성된 상기 전하를 수집하는 단계; 및 상기 다수의 픽셀 내부에 전기장을 인가하는 시점부터 상기 다수의 픽셀에 생성된 상기 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 측정하는 단계; 및 상기 측정된 시간을 기반으로 엑스레이 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 엑스레이 검출방법은 상기 엑스레이가 상기 다수의 픽셀에 조사되기 이전에 상기 다수의 픽셀을 초기화하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0027] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 엑스레이 검출기는, 가스층을 포함하는 픽셀; 상기 가스층에 전기장을 생성하기 위한 2이상의 전극; 상기 전극에 수집되는 전하를 감지하기 위한 검출부; 및 상기 2이상의 전극에 의한 전기장 생성시점으로부터 상기 검출부가 상기 전하를 감지하는 시점까지의 시간을 측정하는 계측부를 포함하되 상기 계측부에서 측정된 시간은 엑스레이 이미지 생성의 기반이 된다.

[0028] 상기 계측부에 의해 측정된 시간을 디지털 정보로 변환하는 변환부를 더 포함할 수 있다.

[0029] 상기 픽셀은 상기 엑스레이를 흡수하여 전자나 자외선을 방출하는 변환층을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0030] 본 발명에 따른 엑스레이 검출방법은 가스층에 전기장을 인가하는 시점부터 전극에 전하가 수집되기 시작하는 시점까지를 측정하여 조사된 엑스레이를 검출함으로써 엑스레이 검출의 정확도를 향상시켰다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 종래의 엑스레이 검출기의 구성도,
 도 2는 가스층(111)에 가해지는 전기장에 따른 신호의 증폭 정도,
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스레이 검출기의 구성도,
 도 4는 본 발명에 따른 엑스레이 검출방법을 설명하기 위한 순서도,
 도 5는 본 발명에 따른 엑스레이 검출기의 성능을 시뮬레이션해보기 위한 픽셀(310)의 구성도,
 도 6은 제2전극(502)과 제3전극(503)의 전압(V) 및 전류밀도(J)의 변화를 나타낸 파형도,
 도 7은 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수

있도록 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

- [0033] 삭제
- [0034] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 엑스레이 검출기의 구성도이다.
- [0035] 도 3에 도시된 바와 같이, 엑스레이 검출기는, 가스층(311)을 포함하는 픽셀(310), 가스층(311)에 전기장을 생성하기 위한 2이상의 전극(312, 313), 전극(312, 313)에 수집되는 전하를 감지하기 위한 검출부(320), 및 2이상의 전극(312, 313)에 의한 전기장 생성시점으로부터 검출부(320)가 전하를 감지하는 시점까지의 시간을 측정하는 계측부(330), 및 계측부(330)에 의해 측정된 시간을 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환하는 변환부(340)를 포함한다.
- [0036] 도 3을 참조하여 엑스레이 검출기의 동작에 대해 설명한다.
- [0037] 픽셀(310)이란 엑스레이 검출기에서 조사된 엑스레이(301)에 관한 정보를 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환하기 위한 기본단위를 의미한다. 따라서 변환된 디지털 정보(XIF<0:A>)를 표시하는 경우에는 픽셀에 수집된 디지털 정보(XIF<0:A>)를 기반으로 엑스레이 이미지를 생성하게 된다.
- [0038] 엑스레이(301)를 픽셀(310)에 조사하기에 앞서 전극(312, 313)에 픽셀(310)을 초기화하기 위한 전기장이 생성된다. 여기서 픽셀(310)을 초기화한다는 것의 의미는 다음과 같다. 예를 들어 엑스레이 검출기를 이용하여 2번 연속하여 엑스레이를 검출하는 경우를 생각하자. 먼저 첫 번째 조사된 엑스레이(301)를 검출하고 나면 가스층(311) 및 전극(312, 313) 등의 픽셀(310) 내의 전하분포는 엑스레이(301)가 조사되기 이전의 전하분포와는 다르게 변화하게 된다. 이 상태 그대로 다시 두 번째 검출동작을 수행하는 경우 변화된 픽셀(310) 내의 전하분포에 영향을 받아서 두 번째로 조사된 엑스레이(301)가 제대로 검출되지 않을 수도 있다. 따라서 검출동작을 수행하고 차회 검출동작을 시작하기 전에 가스층(311) 및 전극(312, 313) 등의 전하분포를 엑스레이(301)가 조사되기 이전의 상태로 되돌리기 위한 전기장을 전극(312, 313)에 인가하게 된다.
- [0039] 픽셀(310)의 초기화가 완료되면 픽셀(310)에 엑스레이(301)가 조사된다. 가스층(311)의 기체분자는 조사된 엑스레이(301)에 의해 이온화되어 가스층(311)에 전하가 생성된다. 일반적으로 엑스레이(301)는 투과력이 강하여 기체분자를 이온화 시키지 않고 그대로 통과하는 경우가 많다. 이온화된 기체분자가 너무 적을 경우 조사된 엑스레이(301)를 제대로 검출하지 못할 수도 있기 때문에 엑스레이(301) 조사하는 과정에서 발생하는 전하의 양을 증가시키기 위하여 픽셀(310)은 엑스레이(301)를 흡수하여 전자나 자외선을 방출하는 변환층(314)을 포함할 수 있다.
- [0040] 변환층(314)은 조사된 엑스레이(301)의 조사량 및 에너지에 따라서 전자 또는 자외선, 가시광선 등을 발생시킨다. 전자의 경우 전극(312, 313)에 전기장이 형성되면 곧바로 수집되고, 자외선이나 가시광선의 경우 다시 가스층(311)의 기체분자를 여기화 혹은 이온화하고, 이렇게 생성된 전하들이 전극(312, 313)으로 수집된다. 즉 변환층(314)은 조사된 엑스레이(301)에 의해 발생하는 전하량을 늘리기 위한 수단이다. 엑스레이(301)를 전자 정공 쌍으로 변환하기 위한 변환층(314)은 PbO, HgI₂, PbI₂, CdS, CdTe, a-Se(광도전체) 중에서 선택된 어느 하나나 또는 둘 이상의 조합으로 이루어질 수 있다. 또한 엑스레이(301)를 전자로 변환하기 위한 변환층(314)은 CsI, KI, KBr, MgO로, 엑스레이(301)를 자외선으로 변환하기 위한 변환층(314)은 LaF₃(Nd)로 이루어질 수 있다.
- [0041] 조사된 엑스레이(301)에 의해 픽셀(310)에 전하가 생성되면 전극(312, 313)에 전하를 수집하기 위한 전기장이 생성된다. 전기장을 생성하기 위해 전극(312, 313)에는 소정의 전압이 인가되는데 인가되는 전압은 전극(312, 313)에 전위차를 생성할 수 있는 전압이면 어떠한 전압이 인가되어도 전하를 수집할 수 있다. 다만 상술한 바와 같이 조사된 엑스레이(301)에 의해 가스층(311)의 기체 분자가 이온화되어 생성된 전하의 양은 엑스레이(301)를 정확히 검출하는데 적을 수 있다. 따라서 전하를 수집하기 위한 전기장을 생성하면서 동시에 생성된 전하의 양을 늘리기 위한 전기장을 생성할 수 있다.
- [0042] 생성된 전하를 증가시키기 위한 방법 중 하나로 픽셀(310) 내부에 생성되는 전기장의 한 번 이상 방향이 변경하는 방법을 사용할 수 있다. 전하(양전하 기준)는 전기장의 방향으로 움직이므로 전극(312, 313)에 도달하기 전에 전기장의 방향을 변경해주면 전하의 이동방향도 바뀌게 된다. 전하는 이동하면서 가스층(311)의 기체분자와 충돌하여 다시 다른 전하를 생성하게 되는데 위와 같이 전기장의 방향을 계속 바꾸어 주게 되면 생성된 전하가 전극(312, 313) 사이를 이동하면서 가스층(311)의 기체분자와 계속 충돌하면서 다른 전하를 생성하게 되어 생성된 전하의 양을 증가시킬 수 있다. 전기장의 방향을 바꾸어 주기 위해서는 전극(312, 313)에 인가된 전압을 바

꾸어 주면 된다.

- [0043] 상술한 과정을 통해 생성된 전하의 양은 조사된 엑스레이(301)의 조사량과 에너지와 관련이 있다. 엑스레이(301)의 조사량이 많을수록, 조사된 엑스레이(301)의 에너지가 클수록 픽셀(310) 내부에는 많은 전하가 생성된다. 이렇게 생성된 전하는 전극(312, 313)에 의해 생성되는 전기장에 의해 전극(312, 313)으로 수집되고, 검출부(320)는 이렇게 수집되는 전하를 검출한다. 전하가 수집되면 전극(312, 313)의 전류밀도가 변하게 되므로 전극(312, 313)의 전류 밀도변화를 통하여 전극(312, 313)에 수집되는 전하를 검출할 수 있다.
- [0044] 계측부(330)는 전극(312, 313)에 조사된 엑스레이(301)에 의해 생성된 전하를 수집하기 위한 전기장을 생성하는 시점부터 전극(312, 313)에 상기 생성된 전하가 수집되는 시작하는 시점까지의 시간을 측정한다. 즉 전극(312, 313)에 전기장 생성을 위한 전압을 인가해 주는 시점을 시작으로 하여 전극(312, 313)의 전류밀도에 변화가 발생하는 시점을 끝으로 하는 구간(이하 '측정구간')의 시간을 측정하면 된다. 이때 끝의 경우 명확히 특정되지 않을 수 있으므로(수집이 시작되는 시점은 전류 밀도 변화가 너무 작아 검출이 어려울 수 있음) 다른 시점을 끝으로 정의할 수 있다. 예를 들어 전류밀도가 피크값의 10%에 도달하는 시점을 끝으로 정의하여 이러한 '측정구간'의 시간을 측정하는 것도 가능하다. 전극(312, 313)에 수집된 총 전하량과 마찬가지로 '측정구간'의 시간도 조사된 엑스레이(301)의 조사량 및 에너지와 관련이 있다.
- [0045] 변환부(340)는 '측정구간'의 시간을 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환한다. 변환을 위해 미리 실험을 통해 조사된 엑스레이(301)의 조사량 및 에너지에 따라 '측정구간'의 시간에 어떻게 변하는지를 측정하고 이를 변환부(340)의 변환 동작에 적용한다. 디지털 정보(XIF<0:A>)는 저장이 가능하고 엑스레이 이미지로 표시하는 것도 가능하다.
- [0046] 본 발명에 따른 엑스레이 검출기는 엑스레이(301)를 검출하기 위한 측정 파라미터(parameter)를 달리하였다는 것에 큰 특징이 있다.
- [0047] 도 4는 본 발명에 따른 엑스레이 검출방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0048] 도 4에 도시된 바와 같이, 엑스레이 검출방법은, 엑스레이가 조사되기 이전에 가스(가스층(311)을 이루는 가스임)의 이온화 상태를 초기화하는 단계(S401), 조사되는 엑스레이에 의해 가스가 이온화되는 단계(S402), 가스에 전기장을 인가하는 단계(S403), 가스로부터 생성된 전하를 수집하는 단계(S404), 전기장의 인가시점으로부터 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 측정하는 단계(S405), 및 전기장의 인가시점으로부터 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 조사된 엑스레이의 조사량 및 전기장의 인가시점으로부터 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환하는 단계(S406)를 포함한다.
- [0049] 이하 도 3 및 도 4를 참조하여 엑스레이 검출방법에 대해 설명한다.
- [0050] 엑스레이(301)가 조사되기 이전에 가스의 기체분자의 이온화 상태를 초기화 한다(S401). 초기화란 가스의 이온화 상태를 엑스레이(301)가 조사되기 이전의 상태로 되돌리는 것을 의미한다. 이는 이전이 검출 동작에 의해 당해 검출 동작의 결과가 영향을 받지 않도록 하기 위함이다. 이전 동작에 의해 가스층의 전하가 교란된 상태에서 다시 엑스레이(301)를 조사하는 경우 조사된 엑스레이(301)에 관한 정보가 잘못 측정될 수도 있기 때문이다. 가스의 초기화는 가스층(310)에 초기화를 위한 전기장을 인가하여 수행한다(초기화 단계).
- [0051] 초기화(S401)가 완료되면, 엑스레이(301)가 가스층(311)에 조사되어 가스를 이온화하여 전하를 생성한다(S402). 생성되는 전하의 양은 조사된 엑스레이(301)의 조사량 및 에너지가 클수록 많아지게 된다. 이때 정확한 측정을 위해서 생성된 전하의 양을 늘릴 수도 있는데 이를 위해 엑스레이(301)를 흡수하여 전자 또는 자외선을 방출하는 변환층(314)을 이용할 수 있다(엑스레이 조사 단계).
- [0052] 전하가 생성되면 생성된 전하를 수집하기 위해 가스에 전기장을 인가한다(S403). 전기장을 인가하기 위해 전극(312, 313)에 소정의 전압을 인가하는데 전극(312, 313)에 전기장을 인가하는 시점이 '측정구간'의 시작이 된다. 이때 전하생성 단계(S402)와 같이 생성된 전하량을 늘리기 위해 가스에 인가되는 전기장의 방향을 한 번 이상 변경해 줄 수 있다. 생성된 전하들을 가스층(311) 사이에서 위아래로 이동시켜 기체분자들과 충돌시켜 다른 전하를 생성하기 위함이다(전기장 인가 단계).
- [0053] 전기장이 인가되면 전하생성 단계(S402)에서 생성된 전하들이 전극(312, 313)으로 이동한다(S404). 이때 양전하(양이온)는 전기장의 방향으로 이동하고, 전자는 전기장의 반대 방향으로 이동하여 각각 전극(312, 313)으로 수집된다(전하수집 단계).
- [0054] 전하가 수집되기 시작하면 전기장 인가 단계(S403)에 전극(312, 313)에 의해 가스층(311)에 전기장을 인가한 시

점과 전하수집 단계(S404)에서 전극(312, 313)에 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간('측정구간'의 시간)을 측정한다(시간측정 단계, S405). 다만 엄밀히 말하면 생성된 전하가 수집되기 시작하는 단계에서 '측정구간'의 시간을 측정하므로 전하수집 단계(S404)와 시간측정 단계(S405)는 시간적 선후관계 없이 동시에 이루어진다고 볼 수 있다. 원인과 결과라는 관점에서 고려해 볼 때 먼저 전하를 수집하고 시간측정을 측정하는 것이 논리적으로 타당하므로 위와 같은 순서를 가진다고 볼 수 있다.

[0055] 이렇게 측정된 '측정구간'의 시간을 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환한다(S406). 변환된 디지털 정보(XIF<0:A>)들은 디지털 코드로 저장되고, 필요한 경우 엑스레이 이미지로 표시하는 것도 가능하다(정보변환 단계).

[0056] 상술한 단계를 다수의 픽셀(310)을 포함하는 일반적인 엑스레이 검출기에 적용하여 생각하는 경우 다음과 같다.

[0057] 다수의 픽셀(310)을 포함하는 엑스레이 검출기가 엑스레이를 검출하는 방법에 있어서, 엑스레이(301)가 다수의 픽셀(310)에 조사되기 이전에 다수의 픽셀(310)을 초기화하는 단계(S401), 다수의 픽셀(310)에 엑스레이(301)를 조사하여 전하를 생성하는 단계(S402), 조사된 엑스레이(301)를 검출하기 위해 다수의 픽셀(310) 내부에 전기장을 인가하는 단계(S403), 조사된 엑스레이(301)를 검출하기 위해 다수의 픽셀(310)에 생성된 전하를 수집하는 단계(S404), 다수의 픽셀(310) 내부에 전기장을 인가하는 시점부터 다수의 픽셀(310)에 생성된 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 측정하는 단계(S405), 및 다수의 픽셀(310)에 전기장을 인가하는 시점으로부터 다수의 픽셀(310)에 생성된 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간을 디지털 정보(XIF<0:A>)로 변환하는 단계(S406)를 포함한다.

[0058] 상술한 엑스레이 조사방법의 각 단계는 도 4의 설명에서 상술한 바와 동일하다. 다만 초기화 단계(S401)에 있어 초기화의 의미를 확대할 수 있다. 도 4에서는 가스층(311)의 이온화 상태를 엑스레이(301) 조사 전으로 되돌리는 것을 초기화로 정의 하였다. 그러나 넓은 범위에서 초기화는 엑스레이 검출기의 다수의 픽셀(310)에 포함된 가스층(311), 전극(312, 313), 변환층(314) 등의 다수의 픽셀(310) 내부의 상태를 엑스레이(301) 조사 전의 상태로 되돌리는 것을 의미하며 여기서 상태의 중심적 의미는 전하의 분포 상태에 해당한다. 이는 상술한 바와 같이 당해 엑스레이 검출동작의 결과가 이전 엑스레이 검출동작의 결과에 영향을 받지 않도록 하기 위함이다.

[0059] 참고로 측정 파라미터인 '측정구간'의 시간(이하 $T_{\text{parameter}}$)은 $T_{\text{parameter}} = T_1(\text{개시시간}) + T_2(\text{지연시간})$ 으로 표현될 수 있다. T_1 과 T_2 는 픽셀의 구조(전극 간 거리), 인가된 전기장의 세기 및 생성된 전하의 이동도(μ : Mobility), 픽셀(310)의 공간 내의 초기 전하량(n_0)과 전하의 충돌에 의해 새로운 전하가 생성되는 생성율(G: Gain)에 영향을 받는다.

[0060] 본 발명에 따른 엑스레이 검출방법은 종래의 엑스레이 검출방법과 달리 측정 파라미터(parameter)를 달리한다. 종래의 경우 수집된 전하의 총량을 이용하여 엑스레이(301)를 검출하였으나 본 발명의 경우 가스에 전기장을 인가하는 시점으로부터 생성된 전하가 수집되기 시작하는 시점까지의 시간을 측정하여 엑스레이를 검출한다. 이러한 방법은 종래의 방법보다 생성된 전하량과의 관계에서 선형성이 더 뛰어나다. 생성된 전하량은 조사된 엑스레이(301)의 조사량과 에너지에 관계되므로, 생성된 전하량과 측정 파라미터 사이의 선형성이 개선되면 픽셀(310)의 DQE(Detective Quantum Efficiency) 및 SNR(Signal to Noise Ratio)가 증가한다는 장점이 있다.

[0061] 도 5는 본 발명에 따른 엑스레이 검출기의 성능을 시뮬레이션해보기 위한 픽셀(310)의 구성도이다.

[0062] 시뮬레이션을 위한 픽셀(310)은 제1전극(501), 제2전극(502), 제3전극(503), 제1유전체(504), 제2유전체(505)로 구성되며 각 부분의 사이즈는 도 5에 도시되어 있다. 제1유전체(504)와 제2유전체(505) 사이의 공간(506)은 가스층(311)에 대응된다. 제1전극(501)은 사용되지 않는다. 제2전극(502)과 제3전극(503)에 전압을 인가한 후 제2전극(502)과 제3전극(503)으로 수집된 총 전하량의 변화(이하 'P1')와, '측정구간'의 시간(이하 'P2')을 측정한다. 측정 후 픽셀(310) 내부의 초기 전하량(n_0)을 달리하며 두 파라미터의 변화를 관찰한다.

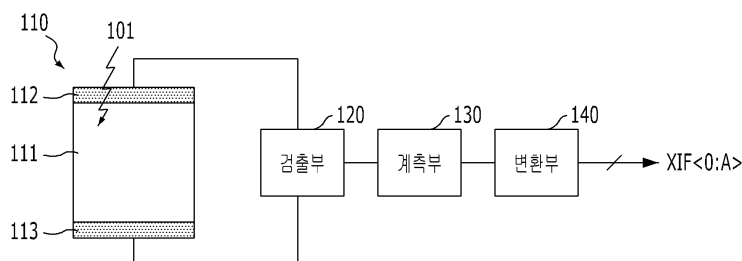
[0063] 픽셀(310) 내부의 초기 전하량(n_0)은 곧 픽셀(310)로 조사된 엑스레이(301)의 조사량 및 에너지에 따라 변한다. 따라서 픽셀(310) 내부의 초기 전하량(n_0)의 변화에 따른 두 파라미터 'P1', 'P2'의 변화를 측정하여 결과적으로 엑스레이(301)의 조사량 및 에너지에 따라 측정 파라미터 'P1', 'P2'가 얼마나 민감하게 변화하는지 알 수 있다.

[0064] 도 6은 제2전극(502)과 제3전극(503)의 전압(V) 및 전류밀도(J)의 변화를 나타낸 파형도이다.

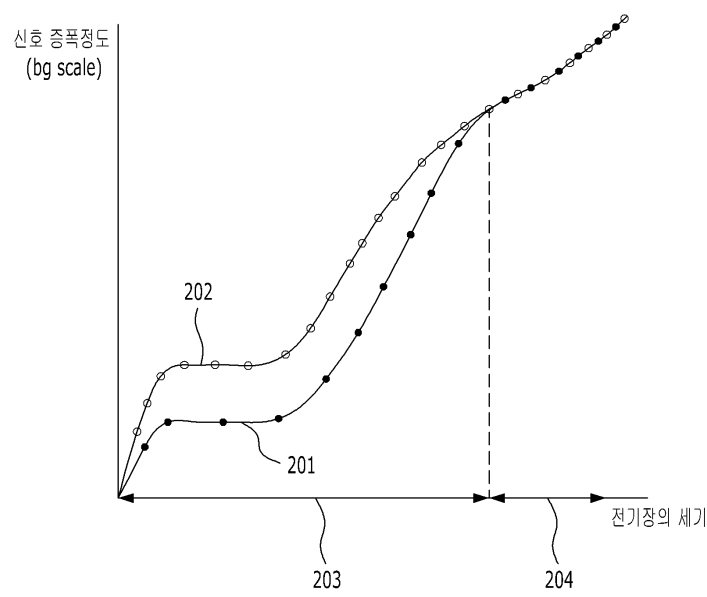
- [0065] 'P1'을 측정하기 위해서는 제1구간(601)에서 제2전극(502)에 공간(506)에 전기장을 생성하기 위한 전압을 인가하고, 제3전극(503)의 전류밀도(J)를 측정하여 이를 적분한다. 'P2'를 측정하기 위해서는 제2전극(502)에 공간(506)에 전기장을 생성하기 위한 전압을 인가하고, 이러한 전압이 제2전극(502)에 인가되는 시점을 시작점으로 제3전극(503)에 전하가 수집되기 시작하는 시점을 끝점으로 하는 제2구간(602)의 시간(T)을 측정해야 한다. 제1구간(601)은 $0.5\mu s$ 이다.
- [0066] 수집되는 전하의 양을 증가시키기 위해 공간(506)에 가해지는 전기장의 방향을 한 번 바꿔주게 된다. 전기장의 방향은 제2전극(502)와 제3전극(503)에 인가되는 전압(V)에 의해 결정된다. 변경지점(603)에서 제2전극(502)에 인가되는 전압의 극성을 변경하여 공간(506)에 인가되는 전기장의 방향을 반대로 바꾼다. 이러한 과정으로 통해 생성된 전하를 가스층(311)의 기체분자와 충돌시켜 다른 전하를 생성하게 된다.
- [0067] 제1세로축(604)은 제2전극(502) 및 제3전극(503)의 전류밀도(J)를 나타내고, 제2세로축(605)은 제2전극(502) 및 제3전극(503)의 전압(V)을 나타낸다.
- [0068] 도 7은 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면이다.
- [0069] 가로축(701)은 픽셀(310) 내부의 초기 전하량(n_0)을 나타낸 것이고, 제1세로축(702)은 전류밀도(J), 제2세로축(703)은 시간(T)을 나타낸다. 제1라인(702)은 픽셀(310) 내부의 초기 전하량(n_0)의 변화에 따른 'P1'의 변화, 제2라인(703)은 픽셀(310) 내부의 초기 전하량(n_0)의 변화에 따른 'P2'의 변화를 나타낸다.
- [0070] 시뮬레이션 결과로 볼 때 'P2'가 'P1'보다 픽셀(310) 내부의 초기 전하량(n_0)과 선형적인 관계에 있음을 확인할 수 있다. 이러한 시뮬레이션 결과가 의미하는 것은 상술한 바와 같이 조사된 엑스레이(301)의 조사량 및 에너지를 검출하기 위해 'P2'(전기장의 인가시점으로부터 전하가 수집되기 시작하는 시점 사이의 시간) 더 효과적인 파라미터가 된다는 것이다.
- [0071] 따라서 본 발명에 따른 엑스레이 검출방법 및 엑스레이 검출기는 조사된 엑스레이(301)의 조사량 및 에너지를 검출하기 위한 측정 파라미터를 종래와 달리하여 엑스레이 검출방법 및 엑스레이 검출기의 성능을 향상시켰다.
- [0072] 본 발명의 기술사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능함을 알 수 있을 것이다.

도면

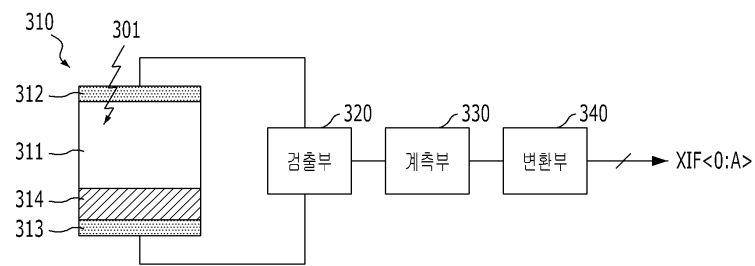
도면1



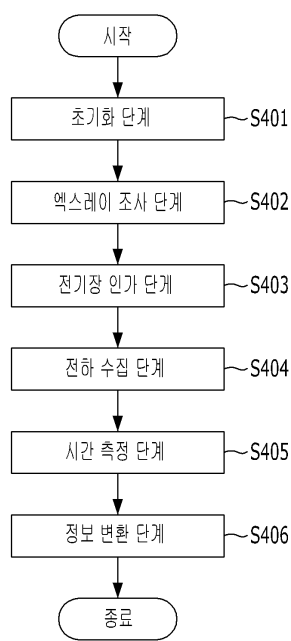
도면2



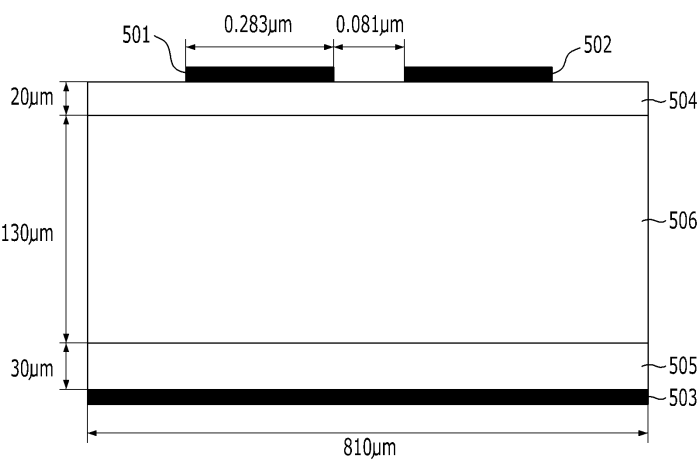
도면3



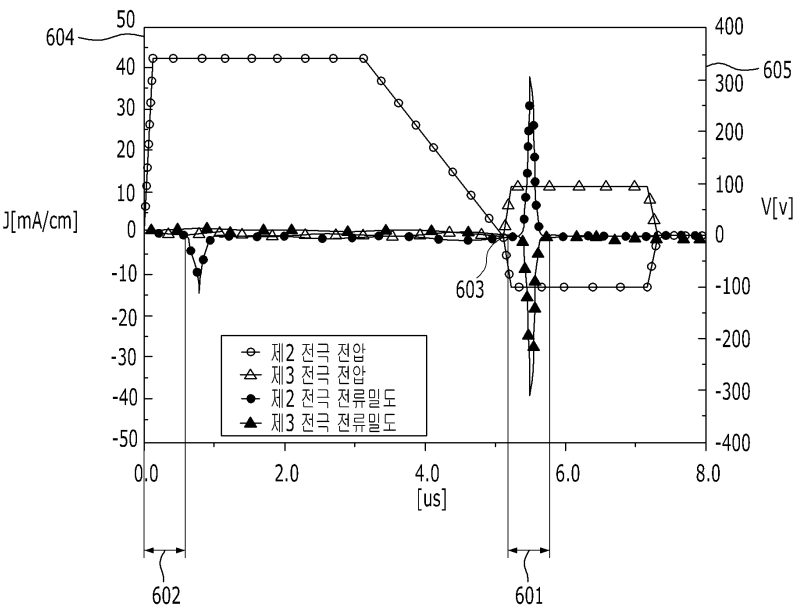
도면4



도면5



도면6



도면7

