(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
G01T 1/185 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년02월07일
(11) 등록번호 10-0680130
(24) 등록일자 2007년02월01일

(21) 출원번호 10-2002-7010155
(22) 출원일자 2002년08월07일
심사청구일자 2005년12월07일
번역문 제출일자 2002년08월07일
(86) 국제출원번호 PCT/SE2001/000054
국제출원일자 2001년01월12일
(65) 공개번호 10-2002-0077423
(43) 공개일자 2002년10월11일
(87) 국제공개번호 WO 2001/59480
국제공개일자 2001년08월16일

(81) 지정국 국내특허 : 아랍에미리트, 안티구와바부다, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 벨리제, 캐나다, 스위스, 중국, 코스타리카, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 도미니카, 알제리, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그라나다, 그루지야, 가나, 감비아, 크로아티아, 헝가리, 인도네시아, 이스라엘, 인도, 아이슬랜드, 일본, 케냐, 키르키즈스탐, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 모로코, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 모잠비크, 노르웨이, 뉴질랜드, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 슬로베니아, 슬로바키아, 시에라리온, 타지키스탄, 투르크맨, 터어키, 트리니아드토바고, 탄자니아, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 세르비아 앤 몬테네그로, 남아프리카, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 가나, 감비아, 케냐, 레소토, 말라위, 모잠비크, 수단, 시에라리온, 스와질랜드, 탄자니아, 우간다, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탐, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크맨,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 사이프러스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 터어키,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 기니 비사우, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장
0000388-9 2000년02월08일 스웨덴(SE)
0000957-1 2000년03월21일 스웨덴(SE)

(73) 특허권자
엑스카운터 에이비
스웨덴, 에스-182 33 댄더이드, 스바르드바겐 11

(72) 발명자
프랑케,톰
스웨덴에스-19144솔렌투나헴가르트스페겐2

(74) 대리인
김윤배

(56) 선행기술조사문헌

미국등록특허 제4461953호
미국등록특허 제4260895호
* 심사관에 의하여 인용된 문헌

미국등록특허 제5521956호

심사관 : 명대근

전체 청구항 수 : 총 39 항

(54) 이온화 방사선의 검출을 위한 검출기 및 방법, 그리고 상기 검출기를 포함하는 2차원 빔 방사선 사진법에 사용하기 위한 장치

(57) 요약

검출기는 이온화 가능한 물질로 채워진 챔버(13), 방사선(1)이 제 1전극 및 제 2전극의 사이에 그리고 제 1전극 및 제 2전극과 평행하게 챔버내로 들어가서 이온화될 수 있도록 배열되는 제 1전극(17, 19) 및 제 2전극(21), 전자 애벌런치 증폭기, 및 판독부(29)를 포함하며, 여기에서, 상기 전극은 이온화 시에 생성되는 전자를 표류시키기에 적합하고 상기 애벌런치 증폭기는 전자를 증폭시키기에 적합하며 상기 판독부는 전자 애벌런치를 검출하기에 적합하다. 상기 챔버는 우선 챔버에 들어가는 방사선이 상기 전극들의 사이에 제 1거리(d_1)를 갖는 제 1챔버부에 들어가고, 그 다음에 상기 전극들의 사이에 상기 제 1거리(d_1)와 상이한 제 2거리(d_2)를 갖는 제 2챔버부에 들어가도록 디자인되고, 그리고 상기 판독부는 각각의 챔버부에서 이온화로부터 유도가능한 전자 애벌런치가 별개로 검출가능하도록 배열된다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

- 이온화 가능한 가스로 채워지고, 서로에 평행한 제 1전극부(17, 19) 및 제 2전극부(21)를 포함하며, 상기 제 1전극부(17, 19) 및 제 2전극부(21)의 사이에 제 1전압(U_1, U_2)이 인가가능하게 되어 있는 챔버(13);

- 방사선(1)이 이온화 가능한 가스의 이온화를 위해, 제 1전극부 및 제 2전극부의 사이로 그리고 제 1전극부 및 제 2전극부와 평행하게 챔버에 들어갈 수 있도록 배열되는 방사선 입구(33);

- 애벌런치 음극부(25) 및 애벌런치 양극부(27)를 포함하며, 애벌런치 음극부(25) 및 애벌런치 양극부(27)의 사이에 제 2전압(U_a)이 인가가능하게 되어 있는 전자 애벌런치 증폭 수단(15); 및

- 판독부(29)를 포함하며,

여기에서,

- 제 1전압이 전자 애벌런치 증폭 수단을 향하여 이온화 시에 생성되는 전자를 표류시키기 위해 인가가능하고, 제 2전압이 상기 전자의 애벌런치 증폭을 위해 인가가능하며, 그리고 판독부가 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온의 검출을 위해 배열되어 있는 이온화 방사선의 검출을 위한 검출기에 있어서,

- 상기 챔버는 상기 방사선 입구를 통하여 들어오는 방사선이 우선 제 1전극부 및 제 2전극부의 사이에 제 1거리(d_1)를 가지는 제 1챔버부에 들어가고, 그 다음에, 제 1전극부 및 제 2전극부 사이에 상기 제 1거리(d_1)와 상이한 제 2거리(d_2)를 가지는 제 2챔버부에 들어가도록 배열되고; 그리고

- 상기 판독부는 각각의 챔버부에서 주로 이온화로부터 유도가능한 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온이 별개로 검출가능하도록 배열되는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 제 1거리(d_1)는 이온화에 이어서 일어나는 이온화 가능한 가스에서 방사되는 형광전자의 감쇠길이 보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 3.

제 1항 또는 2항에 있어서, 제 1거리(d_1)는 제 2거리(d_2)보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 제 2거리(d_2)는 이온화에 이어서 이온화 가능한 가스에서 방사되는 형광전자의 감쇠길이 보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 5.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 방사선 입구(33)는 광대역 에너지 스펙트럼을 갖는 방사선이 챔버에 들어갈 수 있도록 배열되어서, 단범위 전자가 낮은 에너지 방사선에 의한 이온화를 통해 방출되고 장범위 전자가 높은 에너지 방사선에 의한 이온화를 통해 방출되며; 그리고 제 1거리(d_1)는 장범위 전자의 상호작용 길이 보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 제 1거리(d_1)는 단범위 전자의 상호작용 길이의 소정의 배보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 7.

제 5 항에 있어서, 제 2거리(d_2)는 장범위 전자의 상호작용 길이의 소정의 배보다 더 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 8.

제 5 항에 있어서, 제 1챔버부 및 제 2챔버부는 유체를 통과시키지 않지만 방사선을 투과시키는 방식으로 분리되어 각각의 챔버는 소정 압력의 이온화 가능한 가스로 개별적으로 채워지는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 9.

제 5 항에 있어서, 입사 X-선의 방향으로 각각의 챔버부의 및 길이(l_1, l_2) 및 이온화 가능한 가스는 낮은 에너지 방사선의 일부가 제 1챔버부에서 흡수되고, 높은 에너지 방사선의 일부가 제 2챔버부에서 흡수되도록 배열되어서, 판독부(29)가 상기 방사선의 에너지 분해 검출을 위해 배열되는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 10.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 제 1전극부 및 제 2전극부는 평면인 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 11.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 방사선 입구(33)는 2차원 방사선 빔(1)이 챔버에 들어갈 수 있도록 배열되고, 그리고 판독부(29)는 나란히 배치되어 각각의 위치에서 상기 2차원 방사선 빔의 방향에 평행한 방향으로 뻗은 복수의 판독 스트립들로 구비되어, 상기 2차원 방사선 빔의 횡으로 분리된 부분들에 의해 주로 이온화로부터 유도가능한 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온이 별개로 검출가능한 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 12.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 신호 유도 파라미터에 따라 검출된 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온으로부터 유도가능한 신호를 판별하기 위해 배열되는 신호 처리 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 13.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 전자 애벌런치 증폭 수단(15)은 복수의 애벌런치 영역(53)을 포함하는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 14.

제 13항에 있어서, 애벌런치 음극부(25)는 개구부들로 구비되는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 15.

제 13 항에 있어서, 애벌런치 양극부(27)는 복수의 스트립(47, 63) 또는 패드의 형태로 구비되는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 16.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 제 2전극부(21) 및 애벌런치 음극부(25)는 단일 배열로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 17.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 애벌런치 양극부(27) 및 판독부(29)는 단일 배열로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 18.

X-선 소스(3), 상기 X-선 소스 및 이미지화 될 객체(7) 사이에 위치되는 2차원 X-선 빔(1)을 형성시키는 수단(5), 및 상기 객체를 통하여 전달되거나 반사되는 2차원 X-선 빔의 검출을 위해 위치되어 배열된 제 1 항 또는 제 2 항에 청구된 바와 같은 검출기(9)를 포함하는 것을 특징으로 하는 2차원 빔 방사선 사진법에 사용하기 위한 장치.

청구항 19.

제 18항에 있어서, 상기 X-선 소스(3), 2차원 X-선 빔(1)을 형성시키는 상기 수단(5), 및 상기 검출기(9)는 서로에 관하여 고정되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20.

X-선 소스(3),

상기 X-선 소스 및 이미지화 될 객체(7) 사이에 위치되는 2차원 X-선 빔(1)을 형성시키는 수단(5),

상기 객체를 통하여 전달되거나 반사되는 2차원 X-선 빔의 검출을 위해 위치되어 배열된 제 1 항 또는 제 2 항에 청구된 바와 같은 검출기(9),

검출기 유닛을 형성하도록 더미화되는 제 1 항 또는 제 2 항에 청구된 바와 같은 제 2검출기 및 또다른 검출기, 그리고

상기 X-선 소스(3) 및 상기 객체(7) 사이에 위치되어 각각의 검출기에 대하여 2차원 X-선 빔을 형성시키는 수단(5)을 포함하며,

여기에서, 각각의 검출기는 상기 객체를 통하여 전달되거나 반사되는 각각의 2차원 X-선 빔의 검출을 위해 위치되어 배열되는 것을 특징으로 하는 2차원 빔 방사선 사진법에 사용하기 위한 장치.

청구항 21.

제 20항에 있어서, 산란된 X-선 광자들을 흡수하기 위해 검출기들(9) 사이에 배열되는 흡수 판을 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 22.

이온화 가능한 가스로 채워지고 서로에 평행한 제 1전극부(17, 19) 및 제 2전극부(21)를 포함하는 챔버(13), 방사선 입구(33), 애벌런치 음극부(25) 및 애벌런치 양극부(27)를 포함하는 전자 애벌런치 증폭 수단(15), 그리고 판독부(29)를 포함하며,

- 이온화 가능한 가스의 이온화를 위해, 제 1전극부 및 제 2전극부에 사이에 그리고 제 1전극부 및 제 2전극부와 평행하게 챔버내로 방사선 빔(1)을 도입하는 단계;

- 전자 애벌런치 증폭 수단을 향하여 이온화 시에 생성되는 전자를 표류시키기 위하여 제 1전극부(17, 19) 및 제 2전극부(21) 사이에 제 1전압(U_1, U_2)을 인가하는 단계;

- 상기 전자의 애벌런치 증폭을 위해 애벌런치 음극부(25) 및 애벌런치 양극부(27) 사이에 제 2전압(U_a)을 인가하는 단계; 및

- 판독부에 의해, 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온을 검출하는 단계를 포함하는 검출기의 이온화 방사선의 검출을 위한 방법에 있어서,

- 우선, 제 1전극부 및 제 2전극부의 사이에 제 1거리(d_1)를 가지는 챔버의 제 1부내로 방사선 빔(1)을 도입하고, 그 다음에, 제 1전극부 및 제 2전극부의 사이에 상기 제 1거리(d_1)와 상이한 제 2거리(d_2)를 가지는 제 2챔버부내로 방사선 빔을 도입하는 단계; 그리고

- 판독부에 의해, 각각의 챔버부에서 주로 이온화로부터 유도가능한 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온을 별개로 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 23.

제 22항에 있어서, 상기 소정 운동에너지에 따라 제 1거리(d_1) 또는 제 2거리(d_2)를 선택함으로써 챔버(13)에 있는 소정 운동에너지의 전자를 기하학적으로 판별하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24.

제 22항 또는 23항에 있어서, 상기 소정 에너지에 상응하는 특히 진폭 또는 그 적분값과 같은 신호 유도 파라미터를 가지는 펄스들을 분류시킴으로써 주로 소정 운동 에너지의 방사선으로부터 유도가능한 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온을 전자공학적으로 판별하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25.

제 22 항 또는 제 23 항에 있어서, 2차원 방사선 빔(29)의 형태로 방사선 빔을 챔버내에 도입하는 단계, 그리고 판독부(29)에 의해 상기 2차원 방사선 빔의 횡으로 분리된 부분들에 의해 주로 이온화로부터 유도가능한 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온을 별개로 검출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 26.

- 이온화 가능한 물질로 채워지고, 서로에 평행한 제 1전극부(17, 19) 및 제 2전극부(27, 45, 47)를 포함하는 챔버(13);

- 방사선(1)이 제 1전극부 및 제 2전극부 사이에 그리고 제 1전극부 및 제 2전극부와 평행하게 챔버에 들어가서, 이온화 가능한 물질을 이온화시키도록 배열되는 방사선 입구(33);

- 이온화 시에 생성되는 전자의 애벌런치 증폭을 위한 전자 애벌런치 증폭 수단; 및

- 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온의 검출을 위한 판독부(29, 45, 47, 63)를 포함하는 이온화 방사선의 검출을 위한 검출기에 있어서,

- 상기 챔버는 우선, 방사선 입구를 통하여 들어가는 방사선이 제 1전극부 및 제 2전극부의 사이에 제 1거리를 갖는 제 1챔버부로 들어가고, 그 다음에, 제 1전극부 및 제 2전극부의 사이에 제 1거리와 상이한 제 2거리을 갖는 제 2챔버부로 들어가도록 배열되며; 그리고

- 상기 판독부는 각각의 챔버에서 주로 이온화로부터 유도가능한 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온이 별개로 검출가능하도록 배열되는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 27.

제 26항에 있어서, 제 1거리는 이온화에 이어서 이온화 가능한 가스에서 방출되는 형광 광자의 감쇠길이보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 28.

제 26항 또는 27항에 있어서, 제 1거리는 제 2거리보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 29.

제 26 항 또는 제 27 항에 있어서, 제 2거리는 이온화에 이어서 이온화 가능한 가스에서 방출되는 형광 광자의 감쇠길이보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 30.

제 26 항 또는 제 27 항에 있어서, 방사선 입구(33)는 광대역 에너지 스펙트럼을 갖는 방사선이 챔버로 들어갈 수 있도록 배열되어서, 단범위 전자가 낮은 에너지 방사선에 의한 이온화를 통하여 방출되고 장범위 전자가 높은 에너지 방사선에 의한 이온화를 통해 방출되며; 그리고 제 1거리(d_1)는 장범위 전자의 상호작용 길이보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 31.

제 30항에 있어서, 제 1거리는 단범위 전자의 상호작용 길이의 소정의 배보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 32.

제 30 항에 있어서, 제 2거리는 장범위 전자의 상호작용 길이의 소정의 배보다 짧은 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 33.

제 30 항에 있어서, 제 1챔버부 및 제 2챔버부는 유체를 통과시키지 않지만 방사선을 투과시키는 방식으로 분리되며 그리고 각각의 챔버는 이온화 가능한 물질로 개별적으로 채워지는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 34.

제 30 항에 있어서, 입사 X-선의 방향으로 각각의 챔버부의 길이(l_1, l_2) 및 이온화 가능한 가스는 낮은 에너지 방사선의 일부가 제 1챔버부에서 흡수되고, 높은 에너지 방사선의 일부가 제 2챔버부에서 흡수되도록 배열되어서, 판독 요소부(29)가 방사선의 에너지 분해 검출을 위해 배열되는 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 35.

제 26 항 또는 제 27 항에 있어서, 제 1전극부 및 제 2전극부은 평면인 것을 특징으로 하는 검출기.

청구항 36.

X-선 소스(3)와, 상기 X-선 소스 및 이미지화 될 객체(7) 사이에 위치되는 2차원 X-선 빔(1)을 형성하는 수단(5), 및 상기 객체를 통하여 전달되거나 반사되는 2차원 X-선 빔의 검출을 위해 위치되어 배열되는 제 1 항 또는 제 2 항에 청구된 바와 같은 검출기(9)를 포함하는 것을 특징으로 하는 2차원 빔 방사선 사진법에 사용하기 위한 장치.

청구항 37.

이온화 가능한 물질로 채워지고 서로에 평행한 제 1전극부(17, 19) 및 제 2전극부(27, 45, 47)를 포함하는 챔버(13), 방사선 입구(33), 전자 애벌런치 증폭 수단(15) 및 판독부(29, 45, 47, 63)를 포함하는 방법으로서,

- 이온화 가능한 물질의 이온화를 위해, 제 1전극부 및 제 2전극부 사이에 그리고 제 1전극부 및 제 2전극부와 평행하게 챔버내로 방사선 빔(1)을 도입하는 단계; 및

- 이온화 시에 생성되는 전자를 애벌런치 증폭시키는 단계를 포함하는 검출기에서 이온화 방사선의 검출을 위한 방법에 있어서;

- 우선, 제 1전극부 및 제 2전극부 사이에 제 1거리(d_1)를 가지는 챔버의 제 1부내로 방사선 빔(1)을 도입하고, 그 다음에, 제 1전극부 및 제 2전극부 사이에 제 1거리(d_1)와 상이한 제 2거리(d_2)를 가지는 제 2챔버부내로 방사선 빔을 도입하는 단계; 그리고

- 판독부에 의해, 각각의 챔버부에서 주로 이온화로부터 유도가능한 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온을 별개로 검출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 38.

제 37항에 있어서, 챔버(13)에 있는 소정 운동에너지의 전자를, 상기 소정 운동에너지에 따라 제 1거리(d_1) 또는 제 2거리(d_2)를 선택함으로써 기하학적으로 판별하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 39.

제 37항 또는 38항에 있어서, 상기 소정 에너지에 상응하는 진폭 또는 그 적분값과 같은 신호 유도 파라미터를 가지는 펄스들을 분류시킴으로써 주로 소정 운동에너지의 방사선으로부터 유도가능한 전자 애벌런치, 이에 상응하여 생성된 이온, 또는 전자 애벌런치 및 이에 상응하여 생성된 이온을 전자공학적으로 판별하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 전체적으로 이온화 방사선의 검출에 그리고 특히 X-선의 검출에 관한 것이다.

보다 상세하게는, 본 발명은 이온화 방사선의 검출을 위한 검출기, 2차원(planar) 빔 방사선 사진법에 사용을 위한 장치 그리고 이온화 방사선의 검출을 위한 방법에 관한 것이다.

배경기술

일반적으로, 가스 검출기는 대략 10 keV보다 낮은 광자 에너지에서 매우 잘 작동된다. 가스 검출기의 주 이점은 이 가스 검출기가 고체상태 검출기에 비하여 제조비용이 저렴하며, 신호 진폭을 강하게(크기 차원에 있어) 증폭하는 것에 기체 증배를 사용할 수 있다는 것이다. 하지만, 10keV를 초과한 에너지에서 이 가스 검출기는, 가스의 저지능(stopping power)이 증가된 광자 에너지와 함께 급속히 감소하기 때문에, 비정상적이다. 이것은 X-선 흡수의 결과로서 생성되는 소위 장범위 전자(long-range electrons)들의 확장된 트랙(tracks)에 기인하여 과도하게 저하된 공간 해상도를 초래한다.

향상된 공간 해상도는 2차원 빔 방사선 사진법에서 사용하는 가스 검출기에 의해 달성되며, 이 가스 검출기에서, 광자와 가스 원자 사이의 상호작용에 의해 방출된 전자는 입사 방사선에 수직한 방향으로 추출될 수 있다. 이 같은 종류의 검출기는 1998년 10월 19일에 출원되고, 제목이 "2차원 빔 방사선 사진법과 방사 검출기를 위한 장치 및 방법"인 계류중인 본 출원인의 국제 출원 제 PCT/SE98/01873호에 설명되어 있다. 또 다른 검출기는 차르팍(Charpak)에 허여된 미국 특허번호 5,521,956에서 설명되어 있다.

낮은 에너지의 광자를 위한 검출기를 디자인하여 낮은 에너지와 높은 에너지의 양측을 포함하는 에너지 영역의 X-선 방사(irradiation)를 사용할때, 높은 에너지의 광자일수록 검출기의 비교적 짧은 길이 때문에 보다 작게 검출기에서 흡수될 것이다.

하지만, 어떤 상황들에서는, 높은 에너지 광자가 낮은 에너지 광자의 정보와는 다른 정보를 전할 수 있기 때문에 높은 에너지 광자를 검출하는 것도 바람직하다. 예를 들면, 방사선학의 분야에서 뼈와 조직에 대한 흡수계수 각각은 광자 에너지와는 꽤 다르게 가변한다.

발명의 상세한 설명

그러므로, 애벌런치 증폭을 사용하여 종래의 검출기 보다 들어오는 방사선의 넓은 에너지 영역에서, 특히, 높은 에너지에서도 동작할 수 있는 검출기를 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.

이러한 관점에서, 향상된 공간 해상도 및 특히 향상된 에너지 분해능에 대비할 정도의 검출기를 제공하는 것이 본 발명의 특정한 목적이다.

본 발명의 다른 목적은 효과적이고 빠르고 정확하고 신뢰적이고 설치 및 사용이 쉽고 저렴한 검출기를 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 매우 낮은 X-선 플럭스에서 민감하여 동작할 수 있는 검출기를 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 요구 저지능을 성취하기 위하여, 들어오는 방사선의 대부분을 검출하는 것을 가능하게 만드는 길이인 들어오는 방사선의 방향에서의 길이로서 주어질 수 있는, 검출기를 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 광자와 가스 원자 사이의 상호작용에 의해 방출된 전자가 입사 방사선에 수직한 방향에서 추출될 수 있는 검출기를 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다. 여기에서, 특히 높은 공간 해상도를 얻는 것은 가능하다.

본 발명의 또 다른 목적은 성능저하 없이 높은 X-선 플럭스에서 동작할 수 있어 긴 수명을 갖는 검출기를 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 소립자를 포함하는 입사 입자에 더하여 전자기 방사선을 포함하는 검출기를 이온화 방사선의 모든 종류를 검출하는데 제공하는 것이다.

특히 이러한 목적들은 본 발명의 제 1태양에 따라 청구 1항에서 청구된 바와 같은 검출기에 의해 달성되며, 본 발명의 제 2태양에 따라 청구 26항에서 청구된 바와 같은 검출기에 의해 달성된다.

본 발명의, 예를 들면, 슬릿(slit) 방사선 사진법이나 스캔(scan) 방사선 사진법과 같은 2차원 빔 방사선 사진법에서 사용하는데, 제 1태양에 따른 적어도 하나의 검출기를 포함하는 장치를 제공하는 것이 본 발명의 또 다른 목적이다.

이러한 관점에서, 고해상도의 이미지가 얻어지는 동안, 이미지화될 객체가 단지 작은 양의 X-선 광자로 방사선 노출될 필요가 있도록 동작될 수 있을 정도의 장치를 제공하는 것이 본 발명의 특정 목적이다.

본 발명의 또 다른 목적은 검출기 상에 입사되는 X-선 광자의 대부분이 검출될 수 있는 장치를 2차원 빔 방사선 사진법에서 이용하는데, 더 나아가 이미지의 각각의 픽셀에 대한 값를 얻도록 계산이나 적분을 하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 시험될 객체에서 산란될 방사선에 의해 야기된 이미지 노이즈가 상당히 줄어드는 장치를 2차원 빔 방사선 사진법에서 사용하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 X-선 에너지 스펙트럼의 퍼짐에 의해 야기된 이미지 노이즈가 줄어드는 장치를 2차원 빔 방사선 사진법에서 사용하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 성능저하 없이 높은 X-선 플럭스에서 동작하여 긴 수명을 가질 수 있는 2차원 빔 방사선 사진법에서 사용하는데 제공하는 것이다.

특히 이러한 목적들은 본 발명의 제 3태양에 따라 청구 18항에 청구된 바와 같은 장치에 의해 얻어지며, 본 발명의 제 4태양에 따라 청구 36항에 청구된 바와 같은 장치에 의해 얻어진다.

애벌런치 증폭을 사용하여, 종래의 방법보다 넓은 들어오는 방사선의 에너지 범위, 특히, 높은 에너지에서도 효과적인 검출기를 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이 본 발명의 목적이다.

이러한 관점에서, 향상된 공간 해상도 및 향상된 에너지 분해능 모두에 대비하는 정도의 방법을 제공하는 것이 본 발명의 특정 목적이다.

본 발명의 또 다른 목적은 효과적이고 빠르고 정확하고 신뢰적이고 수행이 용이하고 그리고 간단하여 비용이 절감되는 방식에 충족되는 방법을 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 매우 낮은 X-선 플럭스에서 민감하게 동작할 수 있는 방법을 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 들어오는 방사선의 대부분을 검출하는 방법을 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 광자와 가스 원자 사이의 상호작용에 의해 방출된 전자가 입사 방사선에 수직한 방향으로 추출될 수 있는 방법을 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다. 여기에서, 특히 높은 공간 해상도를 얻는 것은 가능하다.

본 발명의 또 다른 목적은 높은 X-선 플럭스를 이용하여 수행될 수 있는 방법을 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 소립자를 포함하는 입사 입자에 더하여 전자기 방사를 포함하는 방법을 모든 종류의 이온화 방사선을 검출하는데 제공하는 것이다.

이러한 것들과 다른 목적들은 본 발명의 제 5태양에 따라 청구 22항에 청구된 바와 같은 방법에 의해 성취되며, 본 발명의 제 6태양에 따라 청구 37항에 청구된 바와 같은 방법에 의해 성취된다.

본 발명의 다른 특징과 이점은 첨부도면에서 보여지는 본 발명의 바람직한 실시예의 다음의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

본 발명은 이후에 주어진 본 발명의 실시예의 상세한 설명과 그리고 단지 예시의 방법으로서 주어진 것이어서 본 발명을 제한하지 않는 첨부된 도 1 내지 도 7로부터 보다 확실하게 이해될 것이다.

실시예

이하 설명에서, 제한이 아닌 예시의 목적을 위해, 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위하여 특정 기술 및 응용같은 것으로 해서 설명된다. 하지만, 본 발명이 이들 상세한 설명에서 벗어난 다른 실시예에서 실행될 수 있다는 것은 당업자에게 명백하게 될 것이다. 다른 예들에서, 공지된 방법 및 장치의 상세한 설명은 불필요한 상세로 본 발명의 설명을 혼동하지 않도록 생략된다.

도 1은 본 발명의 실시예에 따라, 2차원 빔 방사선 사진법을 위한 장치의 2차원 X-선 빔(1)의 면에 직교하는 면에서의 단면도이다. 이 장치는 X-선 소스(3)를 포함하는데, 이 X-선 소스(3)는 얇은 제 1 시준기 창(5)과 함께 이미지화될 객체(7)의 방사를 위하여 2차원 부채꼴의 X-선 빔(1)을 생산한다. 이 얇은 제 1시준기 창(5)은 X-선 회절 미러나 X-선 렌즈 등과 같은 2차원 X-선 빔을 형성하는 다른 수단에 의해 대체될 수 있다.

상기 객체(7)를 통하여 전달된 빔은 검출기(9)에 들어간다. 선택적으로, X-선 빔과 맞추어진 얇은 슬릿이나 제 2시준기 창(11)은 검출기(9)에 대한 X-선 빔의 입구를 형성한다.

입사 X-선 광자들의 대부분은 챔버(13)와 전자 애벌런치 증폭을 위한 수단(15) 및 판독부(29)를 포함하는 검출기(9)에서 검출된다. 이 검출기(9)는 X-선 광자가 제 1전극부(17, 19) 및 제 2전극부(21) 사이에서 비스듬히 들어가도록 방향설정되며, 제 1전극부(17, 19) 및 제 2전극부 사이에서 전압(U_1, U_2) 즉, 챔버(13)에 있는 전자와 이온의 표류를 위해 인가된다.

제 1표류 전극부(17, 19)는 제 1음극 판(17) 및 제 2음극 판(19) 각각으로 구성되며, 제 2표류 전극부(21)는 하나의 양극 판(21)으로 구성된다. 전압(U_1)은 음극 판(17) 및 양극 판(21) 사이에 인가되며, 전압(U_2)은 음극 판(19) 및 양극 판(21) 사이에 인가된다. 이 양 전압(U_1, U_2)은 같을 수 있지만, U_2는 챔버(13)에서 일정 크기의 전장을 만들기 위하여 전압(U_1)보다 바람직하게 크다. 바람직하게는, 이 전극부들은 상호간에 평행하고, 챔버(13)의 제 1부에서의 단거리(d_1)만큼, 즉, 음극 판(17)과 양극 판(21)의 사이의 거리만큼 그리고 챔버(13)의 제 2부에서의 장거리(d_2)만큼, 즉, 음극 판(19)과 양극 판(21)의 사이의 거리만큼 이격되어 있다. 이것은 이하에 보다 상세히 설명될 것이다.

챔버(13)는 변환 및 표류의 볼륨이며, 이온화가능한 가스로 채워진다. 이 챔버(13) 안으로 들어간 방사선은 상기 가스를 이온화시켜서, 양 전압(U_1 및 U_2)에 의해 생성된 전장이 영역(13)에서 표류장을 초래하게하여, 양극 판(21)을 향한 전자들의 표류 및 이에 따른 애벌런치 증폭 수단(15)을 향한 전자들의 표류 그리고 음극 판(17, 19)을 향한 이온들의 표류를 야기한다.

챔버(13)는 예를 들면, 90%의 크립톤과 10%의 카본 다이옥사이드의 혼합물 또는 80%의 크세논과 20%의 카본 다이옥사이드의 혼합물인 가스로 채워진다. 상기 가스는 바람직하게 1 내지 20 atm 범위의 압력을 받을 수 있다. 그러므로, 상기 검출기는 슬릿 입구 창(33)을 가진 기밀 하우징(31)을 포함하며, 슬릿 입구 창(33)을 통하여 X-선 빔(1)이 검출기에 들어간다. 상기 창은 방사선에 투과성이 있는 재료 예를 들면, 밀러(Mylar®) 또는 얇은 알루미늄박으로 만들어 진다. 이것은 양극 판 및 음극 판에 수직한 입사 방사선을 위하여 디자인되어 넓은 영역을 커버하는 창을 필요로하는 종래의 가스 애벌런치 챔버와 비교되게, 가스 애벌런치 검출기(9)에서 비스듬하게 입사하는 빔들을 검출하게하는, 본 발명의 특히 유용한 부가적 효과이다. 이렇게 하여, 상기 창은 보다 얇게 만들어질 수 있어서, 창에서 흡수되는 X-선 광자의 수를 줄인다.

작동에서, 입사 X-선(1)이 존재한다면, 입사 X-선(1)은 가능하다면 선택적인 얇은 슬릿 또는 시준기 창(11)을 통하여 그리고 음극 판(17)과 양극 판(21)의 사이로 바람직하게는, 도 1에 나타낸 바와 같이 음극 판(17)과 양극 판(21) 사이의 중앙면내로 검출기에 들어간다. 그 다음에, 상기 입사 X-선(1)은 전극 판(17, 19, 21)과 평행한 방향으로 가스 볼륨을 통하여 이동하여서, 흡수되어, 챔버(13)에 있는 가스 분자를 이온화시킨다.

상기 전자 애벌런치 증폭 수단(15)은 방출된 전자가 증폭 수단(15)의 전자 애벌런치 증폭 볼륨(23)을 향하여 표류해서 그 볼륨(23)에 들어가도록 배열되며, 바람직하게는, 애벌런치 음극부(25)를 통하여 그 볼륨(23)에 들어가도록 배열되며, 여기에서, 전자들은 전압(U_a)에 의해 증배되어 상기 애벌런치 음극부(25)와 애벌런치 양극부(27) 사이에 인가된다.

전압(U_a)은 애벌런치 음극과 애벌런치 양극의 사이에 인가되어, 애벌런치 음극(23)을 지나가는 챔버(13)로부터의 전자가 애벌런치 양극(27)을 향하여 가속되게 하여 전자 증배를 초래하여서, 증배한 애벌런치 전자가 애벌런치 양극(27)에 도달하게한다. 애벌런치 양극(27)과 관련하여, 판독부(29)는 전자 애벌런치에 의해 유도된 펄스의 검출을 위해 준비될 것이다. 그러한 방법으로, 단일광자 검출은 실현될 수도 있다.

바람직하게는, 상기 판독부(29)는 애벌런치 양전극(27)도 구성하고 있으므로, 이 구성요소(29, 27)들은 단일 요소로 일체화 된다. 변경적으로, 상기 판독부(29)는 전자 애벌런치 증폭 수단(17)의 다른 부분과 관련하여, 또는 표류 음극 판(17, 19)과 관련하여 형성될 수 있다. 또한, 상기 판독부는 절연층이나 기판(도 1에 도시되지 않음)에 의해 양극부나 음극부와는 별개로 형성될 수 있다. 그러한 경우에, 상기 양극부나 음극부가, 예를 들면, 스트립 또는 패드와 같이 형성된 유도된 펄스에 대하여 반투과성인 것은 필수적이다. 도 6을 참조하면 가능성이 있는 상이한 판독부(15)들이 더 도시되어 있다.

X-선 소스(3), 얇은 제 1시준기 창(5), 선택적인 시준기 창(11) 및 검출기(9)는 예를 들면, 프레임 또는 지지체(도 1에 도시않음)과 같은 적의 수단에 의해 서로에 관하여 연결되어 고정된다.

상기와 같이 형성된 방사선 사진법을 위한 장치는 시험될 객체를 스캔하도록 유닛으로써 이동될 수 있다. 도 1에 보여진 바와 같이, 단일 검출기 시스템에서 스캐닝은 피버팅 운동에 의해 행해져서 그 유닛을 예를 들면, X-선 소스(3)나 검출기(9)를 통하여 축선의 주위로 회전시킬 수 있다. 축선의 위치는 적용물이나 장치의 사용에 의존하며, 어떤 적용물에서는, 상기 축선은 상기 객체(7)를 관통할 수도 있다. 또한, 이 스캐닝은 검출기와 시준기가 이동되거나 또는 이미지화될 객체가 이동되는 장소인 병진 이동으로 행해질 수 있다. 도 7과 관련하여 이후에 예시되는 바와 같이, 다수의 검출기가 더미화되어 있는 다중라인 구조에서, 이 스캐닝은 다양한 방식으로 수행될 수 있다. 많은 경우에서, 이러한 것은 방사선 사진법을 위한 장치가 고정되어 이미지화될 객체가 이동된다면 효과적일 수 있다.

이미 언급된 바와 같이, 상기 X-선은 검출기에 들어가며, 바람직하게는 음극 판(17)과 양극 판(21)에 평행한 방향으로 검출기에 들어간다. 이러한 방법에서, 상기 검출기는 입사 X-선 광자의 대부분이 상호작용하여 검출되게 하기에 충분히 긴 상호작용 경로로 쉽게 만들질 수 있다. 입사 방사선과 평행한 방향에서의 검출기(9)의 길이와 음극 판(17, 19)의 길이는 이하에서 더 설명될 것이다.

상기 X-선 광자가 불활성 가스의 원자와 충돌하여 상호작용할 때, 원자의 K나 L의 껍질에서 홀(hole)이 생성되어, 운동에너지 $E=h\nu-E_{shell}$ 를 가진 광전자는 방출된다. 챔버 내측에서 이러한 상호작용이 발생하는 곳은 사용되는 가스나 가스 혼합물에서의 X-선의 흡수율에 의해 통계적으로 결정된다. 도 2는 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 및 크세논(Xe) 각각에 있어서의 흡수에 기인한 X-선 각각의 평균자유경로(λ)를 표준상태(STP)에서 X-선 에너지(hν)의 함수로서, 도시하는 다이아그램이다. 이 다이아그램에서, 상기 평균자유경로는 상기 X-선 광자 에너지가 0keV에서 50keV까지 가변함에 따라 0cm에서 70cm까지 변한다.

본 발명에 따른 검출기는 광대역 X-선 방사선이 사용될 때 특히 유용하다. 따라서, 광범위의 운동에너지의 광전자는 방출된다. 낮은 운동에너지를 가진 전자들은 그 전자들이 다소 짧은 평균자유경로를 가지고 있기 때문에 단범위 전자(short-range electrone)로서 언급되며, 그리고 높은 운동에너지의 전자들은 이에 상응하게 장범위 전자(long-range electrons)로서 언급된다.

따라서, 장범위 전자는 높은 운동 에너지(100keV까지)를 가진 전자이어서, 가스에서 방해받게 되어 정지(그 운동에너지에서 방출되기)되기 전에 상대적으로 긴 경로(1 atm에서 1-20mm)를 이동할 것이다. 도 3은 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 및 크세논(Xe) 각각에 있어서의 산란에 기인한 전자의 각각의 실제적인 상호작용 범위(δ_e)를, 표준상태(STP)에서 전자 에너지(E_e)의 함수로서 도시하는 다이아그램이다. 다이아그램에서, 전자의 상호작용 길이는 전자 에너지가 0keV에서 50keV까지 변함에 따라 0cm에서 5cm까지 가변한다.

K나 L의 껍질에서의 홀이 고준위로부터 전자에 의해 채워질 때, 오제(Auger) 전자 및/또는 형광(X-선) 광자는 나타날 것이다. 오제 전자는 단범위 전자이다.

단범위 전자는 낮은 운동 에너지(전형적으로 1-5keV)를 가진 전자이어서, 가스나 가스 혼합물에서 정지(그 운동에너지에서 방출)되기 전에 상대적으로 짧은 경로(1 atm에서 0.01-0.1mm)를 이동하게 될 것이다.

그러므로, 가스 원자를 가진, 예를 들면, 크립톤이나 크세논을 가진 X-선 광자의 하나의 단일 상호작용 동안, 많은 경우로 해서 장범위 전자 및 단범위 전자와 같은 여러 전자들이 동시에 방출될 것이다. 게다가, 형광 광자는 상호작용 동안 방사될 수도 있다.

장범위의 전자와 단범위의 전자들 양자는 가스에서 이동 동안, 전자에 의해 생성되는 이차 이온화 전자의 전자 트랙을 생성한다. 전자가 다소 높은 운동에너지(예를 들면, 20-30keV)를 가지고 있을 때, 방출되는 전자(이차 이온화 전자)의 수는 경로 유닛 당 낮다. 낮은 운동에너지(통상적으로 1-4keV)를 가진 전자에 대하여, 경로 유닛 당 방출되는 전자(이차 이온화 전자)의 수는 높다.

언급된 바와 같이, 장범위 전자의 통상적인 트랙 길이는 대기압에서 1-20mm이다. 그러므로, 이것은 공간 해상도의 물리적 제한이다. 방사된 형광 광자도 상기 언급된 바와 같이, 이온화를 일으킨다. 이러한 이온화는 대기압에서 1.5-250mm의 통상적인 감소 길이를 갖고서 일차 상호작용으로부터 멀리 떨어져서 일어난다. 또한, 이러한 이온화는 공간 해상도를 저하시키고 배경 노이즈를 일으킨다.

현존하는 모든 검출기에서 수행되고있는 형광 광자에 의한 이온화로부터 방출되는 전자들을 포함하는 모든 전자들을 검출함으로써, 공간 해상도는 10keV 이상의 광자 에너지에서 급격히 저하된다. 모든 전자들은 전극 간극이 크기때문에 검출된다.

통상적으로 수백 수천 사이에서, 이차 이온화 전자-이온 쌍들은 상기 공정에서 단일의 20keV의 X-선 광자로부터 생성된다. 이 이차 이온화 전자(일차 이온화 전자와 함께)는 변환 및 표류의 볼륨에서 이 전장에 기인하여 전자 애벌런치 증폭 수단(17)을 향하여 표류할 것이다. 이 전자들이 상기 전자 애벌런치 증폭 수단(17)의 초점이 맞추어진 필드 라인의 영역에 들어갈 때, 이 전자들은 애벌런치 증폭을 받게 될 것이다.

상기 애벌런치 전자 및 이온의 이동은 전자 애벌런치의 검출을 위해 판독부(29)에서 전기적 신호를 유도한다. 이 판독부(29)는 전자 애벌런치 양극(27)의 부근에 바람직하게 배열되지만, 상기 신호는 예를 들면, 음극 판(17, 19)의 근처나 애벌런치 음극(25)에서 또는 상기 위치의 둘 또는 그 이상의 겸용위치에서와 같은 다른 곳에서 포착될 수 있다. 게다가, 상기 신호는 X-선 광자의 정확한 측정을 얻도록 판독 회로(도 1에 도시되지 않음)에 의해 증폭되어 처리된다. 각각의 챔버부(즉, 음극 판(17)과 양극 판(21)의 사이, 예를 들면 참조부호 35에서 , 그리고 음극 판(17)과 양극 판(21)의 사이, 예를 들면 참조부호 37에서)에서 이온화로부터 주로 유도가능한 전자 애벌런치가 별개적으로 검출가능하도록 상기 판독부(29)는 배열된다. 따라서, X-선의 분해된 에너지 검출을 위한 검출기(9)가 성취되고, 여기에서, 적어도 통계적 관점으로부터, 낮은 에너지의 X-선은 전극 판들 사이의 단거리(d_1)를 가진 챔버(13)의 제 1부에서 흡수되고 그리고 높은 에너지의 X-선은 전극 판들 사이의 거리(d_2)를 갖는 챔버(13)의 제 2부에서 흡수된다.

제 1챔버부에서의 전극 거리(d_1)는 높은 공간 해상도의 낮은 에너지 광자의 검출이 가능하도록 바람직하게 선택된다. 따라서, d_1은 형광(X-선) 광자의 감쇠길이보다 바람직하게 짧게 된다. 이것은 많은 수의 형광 광자가 변환 및 표류의 볼륨에서의 이온화를 야기하지 않게 한다.

이 검출기가 장범위 전자의 전자 트랙의 길이(즉, 상호작용 길이) 보다 짧은 전극 간극 거리(d_1)를 가지는 제 1챔버부로 구비된다면, 공간 해상도의 더이상의 향상은 성취된다. 이것은 더 많은 수의 형광 광자와 많은 수의 장범위 전자가 제 1챔버부에서 완전한 에너지 손실을 받지 않게 한다.

이 거리(d_1)는 형광 광자 및/또는 장범위 전자의 대부분이 판별되도록 바람직하게 선택될 수 있다. 즉, 형광 광자의 대부분은 변환 및 표류 간극에서 이온화를 야기하지 않을 것이며 및/또는 장범위 전자의 대부분은 이 전자들이 제 1챔버부내에서 경로 유닛 당 높은 수의 이차 이온화 전자를 생성하는 그 에너지 레벨에서 방해받지 않을 것이다.

검출기가 단범위 전자의 전자 트랙의 길이(즉, 상호작용 길이)의 몇배, 예를 들면 단범위 전자의 전자 트랙의 길이의 1-5배인 전극 간극 거리(d_1)를 가진 제 1챔버부로 구비된다면, 공간 해상도의 더이상의 향상은 성취된다. 이것은 많은 수의 형

광 광자와 많은 수의 장범위 전자가 변환 및 표류의 볼륨에서 완전한 에너지 손실을 받지 않게 한다. 물론, 상기 거리(d_1)는 단범위 전자의 전자 트랙의 길이보다 짧을 수 있지만, 이때, 단범위 전자도 완전한 이온화 이전에 전극 판에 도달하기 때문에 효율은 떨어질 것이다.

장범위 전자와 형광전자의 그러한 기하학적인 판별에 의해서, 판별이 없을 때보다 많은 양의 검출된 애벌런치들이 단범위 전자들에 의해 야기되는 것은 성취된다. 이것은 장범위 전자와 형광 광자가 입사 X-선의 상호작용 위치로부터 멀리 떨어진 애벌런치를 야기하기 때문에 공간해상도를 향상시킨다. 판별되는 장범위 전자와 형광 광자가 많으면 많을수록, 단범위 전자에 의해 야기된 검출된 애벌런치와 장범위 전자 및 형광 광자에 의해 야기된 검출된 애벌런치 사이의 비율은 더욱더 높아질 것이다. 그 결과, 높은 공간 해상도는 이러한 방법으로 성취된다.

입사 X-선의 방향으로 제 1챔버부의 길이(l_1)는 낮은 에너지 방사선의 일부가 제 1챔버부에서 흡수되도록 배열된다.

제 2챔버부에서의 전극 거리(d_2)는 높은 에너지 광자의 검출이 가능하도록 바람직하게 선택된다. 따라서, d_2는 일차 장범위 전자가 방해받게하여 가스분자를 이온화시키게 하도록 d_1보다 바람직하게 길어서, 단범위 전자를 방출시킨다. 따라서, 높은 에너지 광자를 검출하는 효율은 저하된 공간 해상도의 비용에 대해서 향상된다.

그렇다하여도 바람직하게는, 제 2챔버부에서 이 전극 거리(d_2)는 형광(X-선) 광자의 감쇠길이보다 짧다. 이것은 많은 수의 형광 광자가 변환 및 표류의 볼륨에서 이온화를 야기하지 않게 한다.

검출기가 장범위 전자의 전자 트랙의 길이(즉, 상호작용 길이)의 몇배, 예를 들면, 장범위 전자의 전자 트랙의 길이의 1-5배인 전극 간극 거리(d_2)를 가진 제 2챔버부로 구비된다면, 공간 해상도의 더이상의 향상은 성취된다.

입사 X-선의 방향으로 제 2챔버부의 길이(l_2)는 높은 에너지 방사선의 일부가 제 2챔버부에서 흡수되도록 배열된다.

물론, 전극 거리(d_1, d_2) 및 챔버부 길이(l_1, l_2)는 원하는 검출 효율 그리고 필요되는 공간 해상도 및 에너지 분해능을 성취하는데 사용되는 각각의 특정 적용물 및 각각의 특정 방사선 스펙트럼에 관련하여 선택된다.

또한, 전자공학적 판별은 공간 해상도 및 에너지 분해능을 향상시키는데 사용될 수 있다. 언급된 바와 같이, 단범위 전자는 경로 유닛 당 높은 수의 이차 이온화 전자를 생성하고, 높은 에너지를 가진 전자는 경로 유닛 당 낮은 수의 이차 이온화 전자를 생성한다. 그러므로, 판독부에서의 애벌런치 증폭된 펄스는 단범위 전자에 대하여 높거나 및/또는 넓은 한편 제 1챔버부에서의 애벌런치 증폭 펄스가 장범위 전자에 대하여 작다. 예를 들면, 진폭 또는 그 적분값인 어떤 적의 신호 유도 파라미터로서 간주되는 문턱 함수를 판독 전자 기술에 제공함으로써, 제 1챔버부에서의 장범위 전자로부터의 펄스는 전자공학적으로 판별될 수 있어, 공간 해상도 및 에너지 분해능 양측은 더욱더 향상된다.

유사하게, 제 2챔버부에서, 높은 에너지 전자들은 완전하게 방해받게 되어 전체적으로 볼때 단범위 전자로부터 보다는 많은 수의 전자가 높은 에너지 전자로부터 방출되어서, 검출된 애벌런치 증폭 펄스가 단범위 전자 보다는 장범위 전자에 대하여 높거나 및/또는 넓다. 따라서, 높은 에너지 광자들이 장범위 전자를 생산함에 따라, 제 2챔버부에서의 에너지 분해능은 어느 일정의 문턱값 아래의 신호 유도(signal-derived) 파라미터, 예를 들면, 진폭이나 그 적분값을 가진 펄스를 전자공학적으로 판별함으로써 더욱더 향상될 수 있다.

본 발명의 또 다른 실시예에서, 제 1챔버부 및 제 2챔버부는 유체를 통과시키지 않지만 방사선을 투과시키는 방식(도 1에 도시하지 않음)으로 분리되고, 각각의 챔버는 소정 압력의 이온화 가능한 가스로 개별적으로 채워진다. 이 챔버부들은 관통시켜 X-선 빔(1)을 제 2챔버부에 들어가게하는 적의 방사선 투과 창이 창(33)과 유사하게 배열되는 유밀벽에 의해 분리될 수 있다. 각각의 챔버에서 가스 혼합물 및 가스 압력의 함유량을 개별적으로 조절함으로써, 더욱 향상된 에너지 분해능 및 공간 해상도는 성취될 수 있다.

이제 도 4를 참조하면, 본 발명의 특정 실시예는 설명될 것이고, 여기에서, 인간의 뼈 무기물 밀도를 측정하는데 사용될 수 있다. 도 4는 인체의 뼈와 조직 각각에서의 흡수에 기인하는 X-선 각각의 흡수계수(α)를 X-선 에너지의 함수로서 도시하는 다이아그램이다. 이 다이아그램에서, 이 흡수계수는 X-선 광자 에너지가 0에서 150keV까지 가변함에 따라, 1에서 약 0.4까지 가변한다. 또한, 보여지는 것은 광자 에너지의 함수로서, 조직과 뼈 사이에서의 흡수선택성의 표시인 미분 흡수계수(조직 및 뼈를 나타내는)이다.

일반적으로, 뼈는 불분명한 양의 조직에 의해 둘러싸여 진다. 뼈의 양을 판단하는데 보통 사용되는 하나의 방법은 두가지 상이한 X-선 에너지에서 전달되는 X-선을 검출하는 것이다. 하나의 노출은 뼈와 조직이 매우 다르게 X-선을 흡수하는 X-선 에너지에서, 통상적으로는, 미분 흡수계수가 최대치를 갖는 40keV에서 만들어진다(도 4 참조). 또 다른 노출은 유사한 방식으로 뼈 및 조직이 X-선을 흡수하는 에너지에서, 통상적으로는, 100keV 이상의 에너지에서 만들어진다(도 4 참조). 이러한 두가지 측정으로부터, 뼈의 양은 판단된다. 하지만, 이것은 검출기가 높은 에너지 X-선(>100keV) 뿐만 아니라 낮은 에너지(40keV 정도) X-선을 검출하는 것을 필요로하며, 종종 문제가 된다. 더군다나, 낮은 에너지에서 협대역 에너지 분포를 가진 빔을 얻기 위하여, 광대역 스펙트럼을 가진 들어오는 X-선 플럭스는 과도하게 필터링되는 것을 필요로 해서, X-선 튜브(tube)에 큰 부하를 부여한다. 또한, 상이한 시간들에서 취해진 이 두가지 별개의 노출은 이 두가지 노출 사이에서의 객체의 이동에 기인하는 문제를 일으킨다.

본 발명은 넓은 에너지 범위에 걸쳐서 X-선을 측정할 수 있는 검출기 및 방법을 설명한다. 낮은 에너지 X-선은 그 짧은 흡수 길이에 기인하여 검출기의 얇은 제 1챔버부에서 바람직하게 검출된다. 높은 에너지 X-선은 검출기의 제 1챔버부를 주로 통과하여, 두꺼운 제 2챔버부에서 검출된다. 본 발명은 상기 검출기가 일반적으로 사용되는 더블 노출 방법을 이용하여 상기 검출기와는 다소 상이한 에너지에서 X-선을 효율적으로 검출하는데 사용되게 한다.

변경적으로, 이 두가지 측정은 입사 X-선의 광대역 X-선 스펙트럼을 사용하여 동시적으로 이루어질 수 있다. 이러한 제 2 변경 실시예는 X-선의 보다 낮은 필터링을 필요로하여 X-선 튜브에 보다 낮은 부하를 부여한다. 더구다나, 동시에 두가지 에너지를 검출함으로써, 노출 사이에의 이동에 대한 인터벌(intervals) 문제들은 줄어든다.

도 5는 도 1의 A-A를 따라 취해진 본 발명의 특정 실시예의 개략적인 부분 확대 단면도를 보이며, 특히, 애벌런치 증폭수단을 보다 상세하게 보인다. 하지만, 본 발명이 이러한 디자인으로 제한되지 않는다는 것은 이해되어야 한다. 게다가, 다른 가능한 애벌런치 증폭 수단 디자인은 1999년 4월 14일에 출원되고 제목이 "방사선 검출기, 2차원 방사선 사진법에서 이용하기 위한 장치 및 이온화하는 방사선을 검출하기 위한 방법"인 계류중인 본 출원인의 스웨덴 특허 출원 제 9901325-2호에서 상세히 설명되어 있으며, 이 출원은 여기에 참조로서 언급된 것이다. 또한, 애벌런치 증폭 수단이 고체상태 장치일 수 있거나 또는 액체 증폭 영역을 포함할 수 있다는 것은 이해되어야 한다.

제 1전극부(17)는 절연기판(41)과 음전극인 전도층(43) 그리고 애벌런치 음극(25)과 같은 부분인 제 2전극부(21)를 포함한다. 애벌런치 양극(27)은 절연기판(45)과 전도층 스트립(47)을 포함한다.

절연체(49)는 애벌런치 전극(25)과 애벌런치 양극(27)의 사이에 배열된다. 이것은 도면에 도시되는 바와 같이 음극(25) 및 양극(27)을 반송하는 가스 또는 고체 기판(49)이 될 수 있다. 제 1전압은 직류 전력 공급기(도 5에 도시되지 않음)에 의해 제 1전극부(17)와 제 2전극부(21) 및 애벌런치 전극(25)의 사이에 인가되며, 제 2전압은 음극(25)과 양극(27)의 사이에 인가되어 전장(51)이 성취되어서 가스로 채워진 애벌런치 증폭 영역(53)에서 매우 강하다. 상기 애벌런치 영역(53)은 서로 직면하는 애벌런치 음극(25)의 에지들 사이 및 주위의 그리고 애벌런치 음극(25)과 애벌런치 양극(27)의 사이의 영역에서 형성되며, 이 영역에서 집중된 전장은 인가된 전압으로 인하여 일어날 것이다.

인가된 전압은 약한 전장 및 표류장이 챔버(13)의 제 1부에 걸쳐서 생성되도록 선택된다. 예를 들면 참조부호 35에서, 상호작용에 의해 방출되는 전자(일차 전자 및 이차 전자)는 표류장으로 인하여 애벌런치 증폭 수단을 향해 표류할 것이다. 이 전자들은 매우 강한 애벌런치 증폭장에 들어가서 가속될 것이다. 이 가속된 전자들은 영역들(53)중 하나에서의 다른 가스 원자들과 상호작용 하여, 또 다른 전자 이온 쌍들이 생성되게한다. 또한, 이렇게 생성된 전자들도 상기 애벌런치 증폭장에서 가속되어 새로운 가스 원자와 상호작용하여, 또 다른 전자 이온 쌍들이 생성되게 한다. 이러한 공정은 양극(27)을 향한 애벌런치 영역에서 전자의 이동 동안 계속되어 전자 애벌런치가 형성된다.

이 애벌런치 영역(53)은 음극(25) 및 절연 기판(49)에 개구부나 채널이 존재한다면, 그 개구부나 채널에 의해 형성된다. 이 개구부나 채널은 위에서 설명한 바와 같이, 임의의 형상, 예를 들면, 원형이나 사각형으로 될 수 있고 또는 기판(49)의 두개의 에지들이 존재한다면 그 에지들과 음극(25) 사이에서 연속적으로 길이방향으로 뻗은 형상으로 될 수 있다. 상기 개구부나 채널이 위에서 볼때 원형일 경우에 개구부나 채널은 여러줄로 배열되고 각각의 줄의 개구부나 채널은 복수의 원형 개구부 또는 채널을 포함한다. 복수의 길이방향 개구부나 채널이나 채널의 열은 서로의 옆에, 서로에 평행하게, 또는 입사 X-선과 평행하게 형성된다. 변경적으로, 개구부나 채널은 다른 패턴으로 배열될 수 있다.

또한, 전도층 스트립(47)은 판독부(29)의 판독 요소을 형성한다. 이 스트립은 애벌런치 영역(53)을 형성하는 개구부나 채널에 연관하여 배열된다. 바람직하게는, 하나의 스트립은 각각의 개구부나 채널 또는 개구부나 채널의 열을 위해 준비된다. 이 스트립은 그 길이를 따라 여러 부분으로 나누어질 수 있으며, 여기에서, 하나의 부분은 패드의 형태로 각각의 개구

부나 채널을 위해 또는 복수의 개구부나 채널을 위해 준비될 수 있으며, 이하에 보다 구체적으로 설명된다. 이 스트립과 이 부분들이 존재한다면, 이 스트립과 이 부분들은 서로 전기적으로 절연된다. 각각의 검출기 전극 요소 즉, 스트립이나 부분은 전자공학적 처리부(도 5에 도시되지 않음)에 바람직하게 개별적으로 접속된다.

도 5에 도시된 바와 같이, 복수의 판독 스트립(47)을 구비함으로써, 검출기(9)는 성취되는데, 여기에서 2차원 방사선 빔의 횡으로 분리된 부분들에 의해 이온화로부터 주로 유도가능한 전자 애벌런치가 별개로 검출가능하다. 그 결과, 일차원 화상은 검출기(9)를 사용하여 수행될 수 있다.

변경적으로, 이 판독 요소는 기판의 배면에 위치될 수 있다. 이 경우에 양전극(4, 19)이 유도 펄스에 반투과성이라는 것이 필요하다. 도 6에 관련하여, 이하 가능성 있는 상이한 판독 요소의 부분들이 도시된다.

일 예로서, 길이방향 채널은 0.01-1mm 범위에서 폭을 가질 수 있으며, 채널은 0.01-1mm 범위에서 폭을 가질 수 있으며, 그리고 절연체(49)의 두께(애벌런치 음극(25) 및 양극(27) 사이의 이격)는 0.01-1mm 범위이다.

변경적으로, 전도층(43, 47)은 예를 들면 실리콘이나 전도 유리 또는 다이아몬드의 저항성 캐리어(carrier)에 의해 대체될 수 있으며, 절연 기판(41, 45)은 전도층에 의해 대체될 수 있다.

도 1에 있는 선 A-A에 평행하게 그러나 챔버(13)의 제 2부내에서 취해진 단면도는 간극을 구성하는 챔버(13)가 상당히 크다는 것을 제외하고는, 도 5에 도시된 것과 동일하다. 챔버(13)의 각각의 부 아래에 별개의 판독 스트립을 제공함으로써, 검출기(9)는 성취되며 여기에서 상이한 에너지의 X-선에 의해 이온화로부터 주로 유도가능한 전자 애벌런치가 별개적으로 검출가능하다.

위에 기술된 실시예에서, 검출기 양극부 및 음극부의 특정 위치가 기술되었다. 하지만, 본 발명과 연관하여 동등하게 잘 적용가능한 복수의 다른 위치들이 있다.

이제 도 6을 참조하면, 애벌런치 양극부(27)(그리고 판독부(29))의 가능성있는 구조는 도시되어 있다. 이 부는 전도 스트립(47, 63)에 의해 형성된다.

복수의 스트립(47)은 나란히 배치되고 그리고 복수의 스트립(63)은 나란히 배치되어, 이 스트립(47, 63)들은 각각의 위치에서 소스(3)로부터 생기는 입사 X-선 광자의 방향에 평행한 방향으로 뻗는다. 바람직하게는, 이 스트립(47)은 제 1챔버부의 아래에 배열되고 그리고 이 스트립(63)은 제 2챔버부의 아래에 배열된다. 이 스트립들은 기판상에 일정공간을 남겨두고서 서로 전기적으로 절연된 상태로 형성된다(도 6에 도시되지 않음). 이 스트립은 사진 석판술 방법이나 전기 주조 등에 의해 형성될 수 있다.

스트립(47)의 공간과 폭은 원하는(최적의) 공간 해상도를 얻기 위해 특정 검출기에 맞추어진다. 따라서, 스트립(63)은 어떠한 방법으로도 성취가능한 공간 해상도가 높은 에너지 X-선에 대하여는 저하되므로 스트립(47)보다 넓다.

상기 스트립(47)은 도 5에 보여진 바와 같이, 개구부나 채널 또는 개구부의 열이나 채널의 열 아래에 배치되어야 한다. 유사하게, 스트립(63)은 제 2챔버부의 아래의 애벌런치 증폭 수단에 형성된 상응하는 개구부나 채널 또는 개구부의 열이나 채널의 열 아래 배치되어야 한다.

각각의 스트립(47, 63)은 별개의 신호 도체에 의해 전자공학적 처리부에 접속되며, 여기에서 각각의 스트립에서의 신호가 별개적으로 바람직하게 처리된다. 양극 스트립이나 음극 스트립이 검출기 스트립을 구성한다면, 이 신호 도체는 분할을 위해 적절한 연결장치를 가진 높은 전압 직류 전력 공급기에 각각의 스트립을 또한 연결시킨다.

도 6에 도시된 바와 같이, 상기 스트립(47, 63)은 X-선 소스(3)를 향하고 있어 검출된 이미지에서의 시각차 에러에 대해 보상을 제공한다.

판독부(29)가 별개의 부분인 경우에, 양전극(27)은 스트립 및 그 스트립으로 인한 공간 없이 단일의 전극으로서 형성될 수 있다.

판독부의 변경 구조(도시되지 않음)는 입사 X-선의 방향에서 더욱 더 서로에 전기적으로 절연된 여러 부분들로 나누어진 스트립(47 및/또는 63)을 가지고 있다. 바람직하게는, 입사 X선에 수직으로 뻗은 짧은 공간은 개개의 스트립의 각각의 부분 사이에 제공된다. 각각의 부분은 별개의 신호 도체에 의해 전자공학적 처리부에 연결되며, 여기에서 각각의 부분에서의 신호가 별개로 바람직하게 처리된다.

이러한 판독부는 X-선의 보다 나은 에너지 분해 검출이 요구될 때 사용될 수 있다. 통계적인 방법들에 의해, 판독부는 뛰어난 에너지 분해능을 가진 입사 광자의 스펙트럼을 회복할 수 있다. 예를 들면, 이. 엘. 코사레브(E.L Kosarev)등에 의한 뉴클. 인스트리 및 방법(Nucl. Instr and methods), 208 (1998) 637, 그리고 지. 에프. 카라바잭(G.F. Karabadjak)등에 의한 뉴클. 인트리 및 방법(Nucl. Instr and methods), 217 (1983) 56 을 보아라.

모든 실시예에 대하여, 각각의 입사 X-선 광자는 하나(또는 그 이상)의 검출기 전극 요소에서 하나의 유도 펄스를 야기한다. 이 펄스들은 결국, 펄스를 형상화시켜 하나의 화상 요소를 나타내는 각각의 스트립(패드 또는 패드의 세트)에서의 펄스를 적분하거나 카운트하여 전자공학적 처리부에서 처리된다. 또한, 이 펄스는 각각의 픽셀에 대한 에너지 측정을 공급하기 위하여 처리될 수 있다.

검출기 전극이 음극측 위에 있는 곳에서, 유도 신호의 영역은 양극측 위에서보다 넓다(이 X-선 광자의 입사 방향에 수직한 방향으로). 따라서, 전자공학적 처리부에서의 신호에 대한 평가(weighing)는 바람직하다.

도 7은 서로 나란하게 더미화된 본 발명의 복수의 검출기를 가지는 본 발명의 실시예에 따른 장치(91)를 개략적으로 도시한다. 이러한 실시예에 의해서, 다중라인 스캔은 스캐닝은 성취되어서, 시간 뿐만 아니라 전체 스캐닝 거리를 감소시킨다. 본 실시예의 이 장치는 X-선 소스(3)를 포함하는데, 이 X-선 소스(3)는 이미지화될 객체(7)의 방사를 위하여 다수의 시준기 창(5)과 함께 다수의 2차원 부채꼴의 X-선 빔(1)을 생산한다. 이 객체(7)를 통하여 전달된 빔들은 X-선 빔과 맞추어진 다수의 제 2시준기 창(11)을 통하여 개개의 더미화된 검출기(9)에 선택적으로 들어간다. 제 1시준기 창(5)은 제 1강성 구조(도 7에 도시되지 않음)에 배열되며, 선택적인 제 2시준기 창(11)은 그 검출기(9)에 부착된 제 2강성 구조(도 7에 도시되지 않음)에 배열되거나 그 검출기 상에 별개로 배열된다.

X-선 소스(3), 시준기 창(11)을 포함하는 제 1강성 구조 및 가능하다면 상기 시준기 창을 포함하고 있는 제 2강성 구조, 그리고 서로에 고정된 더미화된 검출기(9)는 소정의 수단, 예를 들면, 프레임 또는 지지체(도 7에 도시되지 않음)에 의해 서로에 연관하여 접속되어 고정된다. 이와같이 형성된 방사선 사진법용 장치는 시험될 객체를 스캔하도록 유닛으로서 이동될 수 있다. 이러한 다중라인 구조에서, 이 스캐닝은 상기 언급된 바와 같이, X-선 빔에 수직하는 횡단 이동으로 행해질 수 있다. 또한, 방사선 사진법을 위한 장치가 고정되고 이미지화 될 객체가 이동한다면, 효과적일 수 있다. 변경적으로, 이 시준기 및 이 검출기는 공통적으로 제어되는 모터에 의해 동시에 이동될 수 있다.

더미화된 구조를 사용하는데 있어서의 다른 효과는 대규모의 단일 볼륨 가스 검출기에 비하여 객체(7)에서 산란되는 X-선 광자에 의해 야기되는 배경 노이즈의 감소에 있다. 이 입사 X-선 빔에 평행하지 않은 방향으로 이동하는 이들의 산란된 X-선 광자들은 양극 판 및 음극 판을 지나가서 챔버에 들어간다면, 더미화 상태에 있는 다른 검출기들(9) 중 하나에서 의사(false) 신호나 의사(false) 애벌런치를 야기할 수 있다. 이러한 감소는 시준기(11) 또는 양극 판 및 음극 판의 재료에서 X-선 광자(산란된)의 두드러진 흡수에 의해 성취된다.

게다가, 이러한 배경 노이즈는 더미화된 검출기들 사이에 얇은 흡수 판(도시되지 않음)을 제공함으로써 감소될 수 있다. 이들 흡수 판이나 쉬트는 높은 원자번호 재료, 예를 들면, 텅스텐으로 만들어질 수 있다.

가스 볼륨이 매우 얇아서, 이온들의 신속한 제거를 초래하여, 공간전하들에 대한 축적을 낮게 하거나 전혀 없게 하는 것은 모든 실시예에 대해서 그러하다. 이것은 고율에서의 작동을 가능하게 만든다.

또한, 단거리가 낮은 작동 전압을 이끌어내서, 있을 수 있는 스파크에서 낮은 에너지를 초래하여, 전자공학적인 면에서 유리하다는 것도 모든 실시예에 대해서 마찬가지다.

또한, 본 실시예에서의 필드라인의 초점맞춤은 스트리머(streamer) 형성을 억제하는데 유리하다. 이것은 스파크에 대한 감소된 위험을 이끌어낸다.

모든 실시예에 대한 변경으로서, 변환 및 표류간극(볼륨)에서의 전장은 전자 애벌런치을 야기하기 충분히 높게 유지되어서, 예비 증폭기 모드에 사용될 수 있다.

다른 변경으로서, 전극부(21, 25)가 배제될수도 있어서, 전극부(17, 19) 및 음극부(27) 사이의 전장은 영역(13 및 23, 53)에 의해 구획형성된 완전 볼륨내에서 전자 애벌런치 증폭을 야기하기에 충분히 높게 유지될 수 있다.

게다가, 모든 전극 표면은 측정치에 영향을 주어 검출기의 전자 장비를 파괴시킬 수 있는 스파크의 발생에 대한 위험을 줄이기 위하여 저항성 재료에 의해 피복될 수 있다. 이러한 저항성 층은 1999년 4월 14일에 출원되고 제목이 "방사선 사진법에 사용하기 위한 장치 및 방사선 검출기"인 계류중인 본 출원인의 스웨덴 특허 출원 제 9901327-8호에 보다 상세히 설명되어 있다. 이 출원은 여기에 참조로서 언급된 것이다.

산업상 이용 가능성

본 발명이 다수의 방식으로 변형될 수 있다는 것은 명백할 것이다. 예를 들면, 이 전압들은 상기 기술된 전장이 생성되는 한 다른 방식으로 인가될 수 있다.

이러한 변경은 본 발명의 범주로부터 벗어난 것으로서 간주되지 않는다. 당업자에게 명백하게 되는 모든 수정은 첨부된 청구항의 범주 내에 포함되게 의도될 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 2차원 빔 방사선 사진법을 위한 장치를 단면도로 개략적으로 예시한다.

도 2는 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 및 크세논(Xe) 각각에 있어서의 흡수에 기인한 X-선 각각의 평균자유경로를 표준상태(STP)에서 X-선 에너지의 함수로서 도시하는 다이아그램이다.

도 3은 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 및 크세논(Xe) 각각에 있어서의 산란에 기인한 전자의 각각의 실제적인 상호작용 범위를 표준상태(STP)에서 전자 에너지의 함수로서 도시하는 다이아그램이다.

도 4는 인체의 조직과 뼈 각각에 있어서의 흡수에 기인하는 X-선 각각의 흡수계수를 X-선 에너지의 함수로서 도시하는 다이아그램이다.

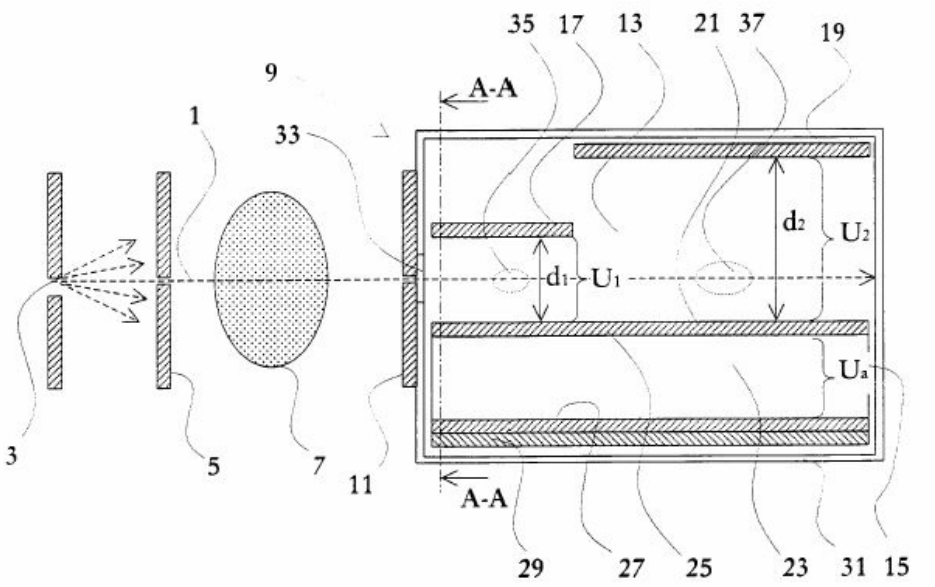
도 5는 도 1의 A-A를 따라 취해진 본 발명의 특정 실시예의 개략적인 확대 단면도이다.

도 6은 본 발명에 따라 부채꼴의 판독 스트립에 의해 형성된 X-선 소스 및 전극의 실시예의 개략도이다.

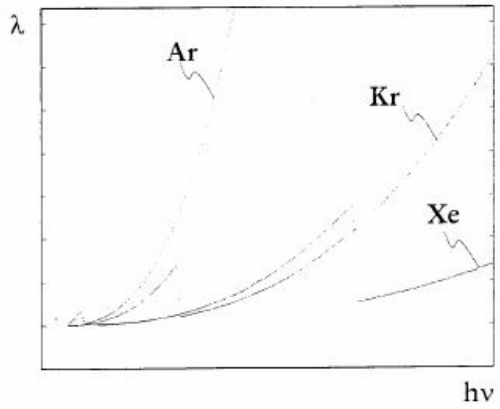
도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따라 2차원 빔 방사선 사진법에 사용하기 위한 더미화된 검출기를 갖는 장치의 개략 단면도이다.

도면

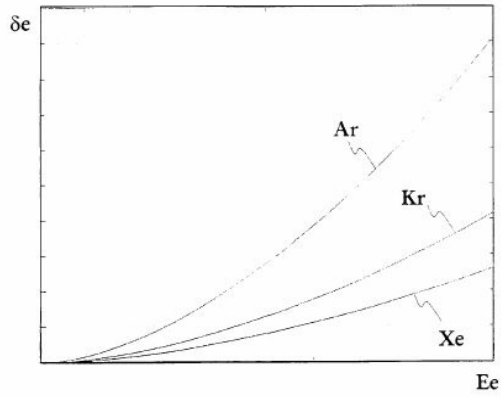
도면1


35
17
13
21
37
19
9
A-A
1
33
d2
U2
d1
U1
Ua
3
5
7
11
A-A
29
27
25
23
31
15

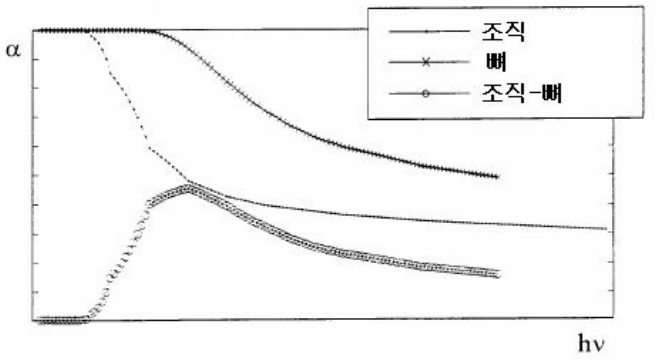
도면2


λ
Ar
Kr
Xe
hν

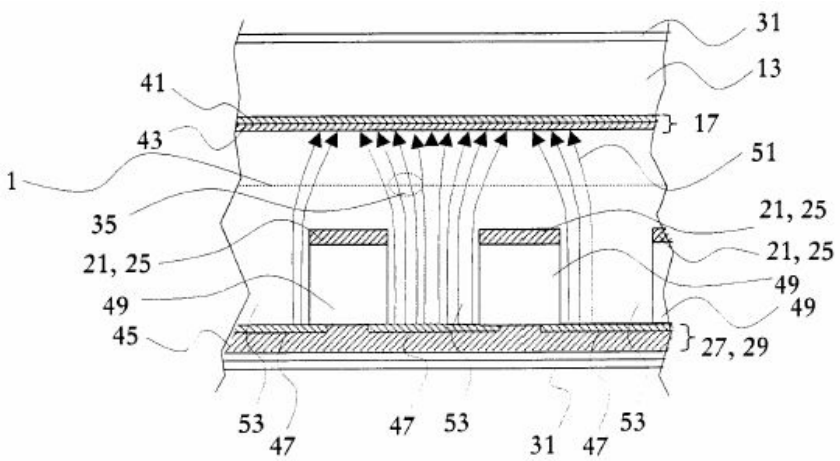
도면3


δe
Ar
Kr
Xe
Ee

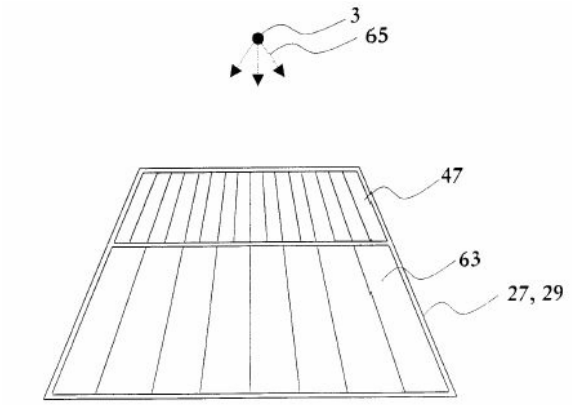
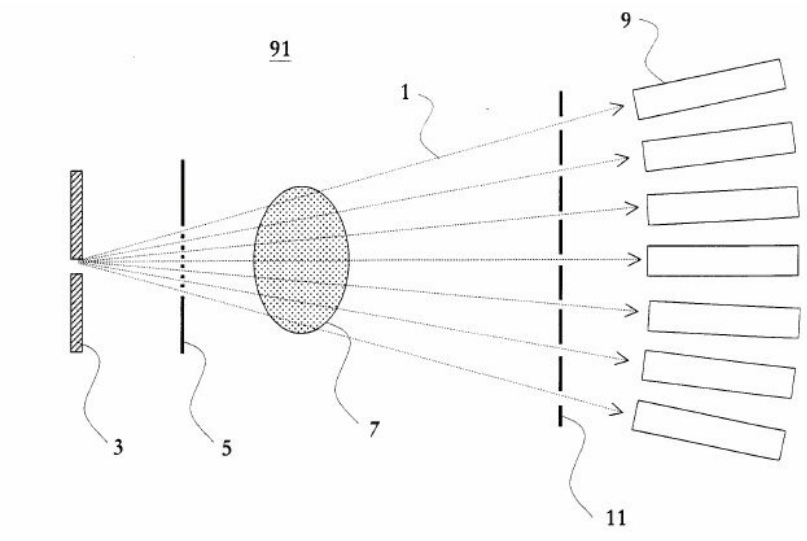
도면4


α
조직
뼈
조직-뼈
hν

도면5


31
13
41
17
43
51
1
35
21, 25
21, 25
21, 25
49
49
49
45
27, 29
53
47
47
53
31
47
53

도면6


3
65
47
63
27, 29

도면7