(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[7]
G01J 1/42

(45) 공고일자 2002년02월19일
(11) 등록번호 10-0313688
(24) 등록일자 2001년10월23일

(21) 출원번호	10-1998-0051388	(65) 공개번호	특1999-0045663
(22) 출원일자	1998년11월27일	(43) 공개일자	1999년06월25일
(30) 우선권주장	97-328618 1997년11월28일 일본(JP)		

(73) 특허권자 캐논 가부시끼가이샤 미다라이 후지오
일본 도꾜도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고
(72) 발명자 이따바시 사또시
일본 도꾜도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤 내
엔도 다다오
일본 도꾜도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고캐논 가부시끼가이샤 내
(74) 대리인 구영창, 장수길, 주성민

심사관 : 공인복

(54) 방사선검출장치및검출방법

요약

방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된 복수의 픽셀 -각각의 픽셀이 상기 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자, 및 상기 센서 소자에 결합되어 상기 픽셀로부터의 신호를 순차적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함- 을 갖는 방사선 검출 장치가 제공된다. 이 장치는 방사선 조사가 중단된 후, 적어도 $n \times \tau_1$ -여기서, τ_1은 파장 변환기의 특성을 나타내는 시정수이고, n은 SN을 원하는 신호-대-잡음비로 할 때 ln(SN)임- 의 지연 후에 전송용 TFT들 중에서 가장 먼저 턴온되어야 할 TFT를 턴온시켜 그 대응하는 픽셀 내에 저장된 신호를 전송하는 수단을 포함하는 방사선 검출 장치.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 신틸레이터의 잔광 특성의 한 예를 대략적으로 도시한 도면.

<2> 도 2는 방사선 검출 장치의 개략적 구성의 한 예를 도시한 개략적 회로도.

<3> 도 3a는 광전 변환 회로부의 한 예를 도시한 개략적 평면도.

<4> 도 3b는 도 3a의 3B-3B선을 따라 절취한 개략적 횡단면도.

<5> 도 4는 광전 변환부의 한 예를 도시한 개략적 회로도.

<6> 도 5는 방사선 검출 장치의 판독 동작 타이밍의 한 예를 도시한 타이밍도.

<7> 도 6은 센서 출력의 신호-대-잡음비의 한 예를 개략적으로 도시한 도면.

<8> 도 7a, 7b, 7c, 7d 및 7e는 동화상 판독시 판독 동작의 한 예를 도시한 타이밍도.

<9> 도 8은 TFT의 전송 시간과 전송된 신호의 품질 사이의 관계의 한 예를 개략적으로 도시한 도면.

<10> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

<11> 11 : X-선 제공원

<12> 12 : 방사선

<13> 13 : 오브젝트

<14> 14 : 신틸레이터

<15> 15 : 제어 회로

<16> 16 : CPU

<17> 17 : 프로그램 메모리

<18> 100 : 검출 장치

<19> 101 : 광전 변환부

<20> 103 : 시프트 레지스터(SR2)

<21> 106 : 전원

<22> 107 : 판독 회로부

<23> 108 : 센서 소자

<24> 109 : 픽셀

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

<25> 본 발명은 방사선 검출 장치 및 방사선 검출 방법에 관한 것으로, 특히 신틸레이터(scintillator)(또는 인광 물질)와 같은 파장 변환기를 이용하여 X-선을 포함하는 방사선 파장을 센서에 의해 검출가능한 파장 영역의 파장으로 변환함으로써 화상과 같은 정보를 검출하는데 사용하기에 적합한 방사선 검출 장치 및 방사선 검출 방법에 관한 것이다.

<26> X-선 등을 이용하는 방사선 진단 장치 및 X-선 촬영 장치에서, X-선과 같은 방사선을 광센서(photosensor)로 직접 검출하는 경우, 방사선에 대한 고감도의 광센서가 없기 때문에, 이와 같은 장치는 그 효율이 낮아진다. 그러므로, 방사선을 가시광으로 변환할 수 있는 신틸레이터를 광센서와 조합하여 사용하는 것이 고려된다.

<27> 신틸레이터의 특성으로서, 소위 발광 스크린의 잔광 특성(afterglow characteristic)이라 불리는 특성이 있다. 방사선 노출시 나타나는 신틸레이터의 발광은 도 1에 도시된 바와 같은 소정의 함수 관계로 발생 및 감쇠하며, 슬로우 성분(slow component)이 수백 밀리초만큼 긴 시정수를 갖는 것으로 나타나 있다. 그것에 대한 대응책으로서 잔광의 감쇠를 보정하기 위해, 일례로서, 미국 특허 공보 제5,331,682호에는, 다수의 신호 샘플들이 검출되어 복잡한 계산에 의해 보상치를 계산하고, 이러한 보상치가 신호로부터 감산되는 것이 개시되어 있다. 게다가, 이러한 계산을 위해, 초기의 감쇠 성분이 무시될 수 있을 때까지 지연이 발생된다.

<28> 반면에, 예를 들어, 미국 특허 공보 제5,262,649호에는 X-선 등을 사용하는 X-선 촬영 장치 및 방사선 진단 장치와 조합하여 박막 반도체로 구성된 광센서를 사용하는 것이 제안되었다. 이러한 공보에는, 박막 반도체 및 트랜지스터로 구성된 센서에 따른 시정수와 이러한 장치의 속도 및 S/N(신호/잡음)비들간의 관계가 개시되어 있다. 미국 특허 공보 제5,262,649호에는 X-선이 연속 조사되는 투시 모드(fluoroscopic mode), 및 X-선이 단시간동안에만 조사되어 모든 센서들이 동시에 신호를 저장하는 촬영 모드(photographic mode)의 판독 방법이 소개되었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<29> 그러나, 다수의 신호를 검출하여 보상치를 계산하고 신호로부터 이 보상치가 감산되는 계산을 수행하기 위해서는, 예를 들어, 미국 특허 공보 제5,331,682호에서는, 고가의 신호 처리 회로 및 연산 장치가 필요하다. 게다가, 초기 감쇠 성분이 무시될 때까지 지연이 발생되기 때문에, 검출기로부터의 신호를 가져오기 위해서는 지연 시간만큼 기다려야 한다.

<30> 미국 특허 공보 제5,262,649호에는, X-선이 연속 조사되는 투시 모드, 및 X-선이 단기간동안에만 조사되는 촬영 모드가 소개되어 있다. 촬영 모드에서는, 신틸레이터의 광 조사 및 감쇠의 시정수가 고려되지 않는다. 따라서, X-선의 조사후의 소정 기간에 판독이 개시되면, 신틸레이터의 광 감쇠의 시정수로 인해, 신호는 암전류(dark current)가 높은 동안인 판독의 초기 라인에서 판독되며, 암전류 성분이 통합되어 들어간 신호는 최종측의 판독 라인에서 판독된다. 그러므로, 신틸레이터의 지연된 감쇠 특성으로 인해, 신호에 혼합되는 암전류는 라인의 판독 순서에 따라 크게 변한다.

<31> 미국 특허 공보 제5,262,649호에는, a-Si:H(비정질 실리콘 수산화물)로 구성된 센서 및 박막 트랜지스터를 포함하는 대형 스크린 센서 패널을 사용하는 X-선 진단 장치 또는 방사선 치료 장치가 소개되었으며, 센서의 용량에 박막 트랜지스터의 ON 저항을 곱하여 얻어지는 시정수, S/N비, 및 프레임 주파수 간의 관계가 유도되어 있다. 이러한 관계는 실시간 화상 센서로서 필요하지만, X-선이 연속 조사되는 것으로 가정했을 경우이며, 상술된 것과 같은 신틸레이터의 감쇠 특성은 고려되지 않았다. 이 공보에는, X-선이 간헐적으로 조사될 경우의 판독 설계에 대해서는 언급되지 않았다.

<32> 신틸레이터의 감쇠 특성은, 촬영 모드 등의 경우에는 충분한 시간을 가지기 때문에 심각한 문제가 되지는 않는다. 그러나, 순환기 시스템의 진단에서와 같이 많은 프레임을 갖는 전체 동화상의 경우에는, 광의 잔여 성분이 잡음으로서 영향을 미칠 수도 있다는 것을 고려해야 한다.

<33> 그러나 이러한 경우, 신틸레이터의 감쇠 특성과 그 경우의 센서 패널에서의 센서의 용량 및 박막 트랜지스터의 온 저항으로 이루어진 시정수의 판독 특성을 조합하여 설계하는 것이 제안되지 않았다.

<34> 본 발명의 목적은 X-선등의 방사선에 간헐적으로 노출시켜 노출된 양을 감소시킬 수 있는 방사선 진단 장치용 방사선 검출 장치에서 신틸레이터의 감쇠 특성을 고려하는 판독 방법을 채용하여, 잡음이 감

소되고 산란이 저감되는 소망의 S/N비의 신호를 판독하는 것이다.

<35> 본 발명의 다른 목적은, 방사선이 연속적으로 조사되는 검사, 진단 및 치료에서 신틸레이터의 감쇠 특성을 고려하여 신호-대-잡음비(S/N)를 고려하여 최적의 신호를 얻는 관계를 유도하기 위한 것이다.

<36> 상기의 목적들은 후술되는 본 발명에 의해 달성될 수 있다.

<37> 본 발명에 따르면, 방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된 복수의 픽셀 -각각의 픽셀이 상기 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자, 및 상기 센서 소자에 결합되어 상기 픽셀로부터의 신호를 순차적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함- 을 갖는 방사선 검출 장치가 제공되는데, 이 장치는, 방사선 조사가 중단된 후, 적어도 $n \times \tau_1$ -여기서, τ_1은 파장 변환기의 특성을 나타내는 시정수이고, n은 SN을 원하는 신호-대-잡음비로 할 때 ln(SN)임- 의 지연 후에 전송용 TFT들 중에서 가장 먼저 턴온(turn on)되어야 할 TFT를 턴온시켜 그 대응하는 픽셀 내에 저장된 신호를 전송하는 수단을 포함한다.

<38> 본 발명에 따르면, 방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된 복수의 픽셀 -각각의 픽셀은 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자와 센서 소자에 결합되어 픽셀로부터의 신호를 성공적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함- 을 갖는 방사선 검출 장치가 제공되는데, 이 방사선 검출 장치는,

<39> $(\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2) \leq 1/FPS$

<40> $SN = \exp(\alpha + \beta)$를 만족하며,

<41> 여기서, SN은 전체 장치의 원하는 신호-대-잡음비이고; FPS는 방사선 검출 장치의 판독시 초당 프레임수 또는 판독에 필요한 시간의 역수이며; τ_1은 파장 변환기의 개시 및 감쇠의 시정수이고; τ_2는 상기 센서 소자의 용량에 전송용 TFT의 ON 저항을 곱하여 얻어지는 시정수이고; α는 [센서 소자에서의 광신호의 축적 시간/τ_1]의 배수, 또는 파장 변환기에 필요한 신호-대-잡음비를 SN_1으로 한 경우 $\ln(SN_1)$이며; β는 전송용 TFT가 턴온하는 시간의 시정수의 배수, 또는 TFT가 센서 소자의 커패시터에 저장된 신호를 전송하는데에 필요한 신호-대-잡음비를 SN_2로 한 경우 $\ln(SN_2)$이다.

<42> 본 발명에 따르면, 방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된 복수의 픽셀 -각각의 픽셀은 상기 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자와 상기 센서 소자에 결합되어 상기 픽셀로부터의 신호를 성공적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함-을 이용하여 방사선을 검출하는 방법이 제공되는데, 이 방사선 검출 방법은, 방사선 조사가 중단된 후, 적어도 $n \times \tau_1$ -여기서, τ_1은 파장 변환기의 특성을 나타내는 시정수이고, n은 SN을 원하는 신호-대-잡음비로 할 때 ln(SN)임- 의 지연 후에 전송용 TFT들 중에서 가장 먼저 턴온되어야 할 TFT를 턴온시켜 그 대응하는 픽셀 내에 저장된 신호를 전송하는 단계를 포함한다.

<43> 본 발명에 따르면, 방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된 복수의 픽셀 -각각의 픽셀은 상기 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자와 상기 센서 소자에 결합되어 상기 픽셀로부터의 신호를 성공적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함- 을 갖는 방사선 검출 방법이 제공되는데, 이 방사선 검출 방법은,

<44> $(\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2) \leq 1/FPS$,

<45> $SN = \exp(\alpha + \beta)$를 만족하며,

<46> 여기서, SN은 전체 장치의 원하는 신호-대-잡음비이고; FPS는 방사선 검출 장치의 판독시 초당 프레임수 또는 판독에 필요한 시간의 역수이며; τ_1은 파장 변환기의 개시 및 감쇠의 시정수이고; τ_2는 상기 센서 소자의 용량에 전송용 TFT의 ON 저항을 곱하여 얻어지는 시정수이고; α는 [센서 소자에서의 광신호의 축적 시간/τ_1]의 배수, 또는 파장 변환기에 필요한 신호-대-잡음비를 SN_1으로 한 경우 $\ln(SN_1)$이며; β는 전송용 TFT가 턴온하는 시간의 시정수의 배수, 또는 TFT가 센서 소자의 커패시터에 저장된 신호를 전송하는데에 필요한 신호-대-잡음비를 SN_2로 한 경우 $\ln(SN_2)$이다.

발명의 구성 및 작용

<47> 본 발명은 신틸레이터 등의 파장 변환기의 파장에 관련된 시간 특성을 고려하여 고 정밀도 및 안정성을 갖는 정보 판독을 달성한다.

<48> 특히, 본 발명에 따르면, 소정의 펄스 간격으로 조사되는 방사선을 사용하는 촬영에 사용되는 방사선 검출 장치 및 방법에 있어서, 검출 장치는 방사선을 파장 변환시키는 파장 변환기(예를 들어, 방사선을 가시 영역의 파장을 갖는 방사선으로 변환하며 발광 스크린의 잔광 특성의 시정수를 갖는 신틸레이터) 및 매트릭스 형태로 배열되어 있으며 적어도 하나의 선정된 열마다 박막 트랜지스터(전송용 TFT)를 온시켜 구동되며, 소정의 용량을 가진 박막 센서 소자 및 소정의 온 저항을 가지고 있으며 각각의 박막 센서 소자에 접속되어 있는 박막 트랜지스터(전송용 TFT)로 이루어진 픽셀들로 이루어진 광전 변환 회로부를 구비하며, 방사선 검출 방법은 이들 각 부분을 사용하며, 여기서 검출 장치 또는 방법은, 방사가 정지된 후에 적어도 $(n \times \tau_1)$[τ_1은 파장 변환기의 특성(신틸레이터의 발광 스크린의 잔광 특성)인 시정수임]의 지연 후, 박막 트랜지스터를 온시켜, 대응하는 박막 센서 소자에 저장되어 있는 신호들을 전송하도록 되어 있으며, 다음의 관계식을 만족시키도록 시스템을 설계함으로써 상기 목적들이 달성될 수 있다:

<49> $n = \ln(SN)$

<50> $n \times \tau_1 = \ln(SN) \times \tau_1$

<51> 여기서, SN은 시스템에서 요구되는 신호-대-잡음비이다.

<52> 본 발명에 따르면, 방사선을 이용하는 방사선 촬영 사진, 방사선 진단 장치 또는 방사선 치료 장치에서 사용되는 방사선 검출 장치 또는 방법에 있어서, 검출 장치는 방사선을 파장 변환시키는 파장 변환기(예를 들어, 방사선을 가시 영역의 파장을 갖는 방사선으로 변환하며 발광 스크린의 잔광 특성의 시정수를 갖는 신틸레이터), 및 매트릭스 형태로 배열되어 있으며 적어도 하나의 선정된 열마다 박막 트랜지스터를 온시켜 얻어지며, 소정의 용량을 가진 박막 센서 소자 및 소정의 온 저항을 가지고 있으며 상기 각각의 박막 센서 소자에 접속되어 있는 박막 트랜지스터로 이루어진 픽셀들로 이루어진 광전 변환 회로부를 구비하며, 방사선 검출 방법은 이들 각 부분을 사용하며, 다음의 관계식을 만족시킴으로써 시스템에서 요구되는 소망의 신호-대-잡음비(SN)가 얻어지며, 상기의 목적들이 달성될 수 있다:

<53> $(\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2) \leq 1/FPS$

<54> $SN = \exp(\alpha + \beta)$

<55> $1/SN = \exp(-\alpha - \beta)$

<56> 여기서, τ_1은 파장 변환기(신틸레이터의 광 조사의 개시 및 감쇠) 특성의 시정수이며, τ_2은 박막 센서 소자의 용량 C와 박막 트랜지스터의 온 저항 R의 승산으로 얻어진 시정수이며, FPS는 반사선 검출 장치의 판독시 초당 프레임의 수 또는 판독에 필요한 시간의 역수이며, α는 [(센서에서의 광 신호의 저장 시간)/(신틸레이터의 광 조사의 개시 및 감쇠의 시정수 τ_1)] 또는 $\ln(SN_1)$(여기서, SN_1은 파장 변환기(신틸레이터)에서 필요한 신호-대-잡음비)의 배수이며, β는 박막 트랜지스터(TFT)가 턴온(turn on)될 때의 시정수 또는 $\ln(SN_2)$(여기서, SN_2은 박막 센서 소자의 커패시터에 저장된 신호를 전송하기 위한 TFT에서 필요한 신호-대-잡음비)의 배수이다.

<57> 본 발명에 따르면, 상술된 바와 같이, 잡음이 감소되고 분산이 좁게 되는 소망의 S/N비의 신호들은, 방사선 또는 X-선에 간헐적으로 노출시켜 노출량을 감소시킬 수 있는 신틸레이터의 감쇠 특성과 같은 파장 변환기의 특성을 고려하여 판독 방법을 사용하여 판독될 수 있다.

<58> 게다가, 소망의 S/N비를 갖는 방사선 검출 장치는 연속적으로 방사선이 조사되는 검사, 진단 및 치료시 신틸레이터의 감쇠 특성을 고려하여 최적의 신호-대-잡음비(S/N)를 얻는 관계를 유도하여 쉽게 설계될 수 있다.

<59> 본 발명에 따르면, 예를 들어, 복수의 박막 트랜지스터 및 절연 기판 상에 매트릭스 형태로 2방향으로 배열되어 있는 a-Si(비정질 실리콘)를 갖는 박막 센서 대형 스크린 및 대형 스크린 센서 패널의 표면 상에 배열되어 있는 신틸레이터와 같은 파장 변환기를 포함하는 방사선 검출 장치가, 센서의 용량 C와 박막 트랜지스터의 온 저항 R의 승산에 의해 얻어진 시정수 τ, 판독률, S/N 및 방사선의 타이밍에 대한 신틸레이터 등의 파장 변환기의 감쇠 특성을 연관시켜 소망의 S/N비를 갖는 방사선 검출 장치로서 쉽게 설계될 수 있다.

<60> 이하, 도면을 참조하여, 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.

<61> [제1 실시예]

<62> 도 2는 이 실시예를 설명하기 위한 방사선 검출 장치(100)를 중심으로 하는 회로도이다. 도 2에는, 오브젝트(13)와 신틸레이터(14) 사이의 관계가 개략적으로 도시되어 있다.

<63> 도 2에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 방사선 검출 장치는, 방사선(12)을 광전기적으로 변환가능한 광으로 변환하는 파장 변환기로서 신틸레이터(14)와, 광을 전기 신호로 변환하는 센서 소자(S1-1 내지 S3-3)를 포함하며 매트릭스 형태로 배열되어 있는 픽셀(109)과 도 2에서 참조 번호(108)로 표시된 센서 소자, 및 픽셀로부터 신호를 연속적으로 전송하기 위해 각각의 픽셀에 접속되어 있는 TFT(박막 트랜지스터;T1-1 내지 T3-3)를 갖는다.

<64> 이 실시예에서, 소망의 신호-대-잡음비 SN를 얻기 위해, 검출 장치는 또한 적어도 ($n \times \tau_1$) 동안 지연시키기 위한 수단(예를 들어, 도 2에서 제어 회로(15), CPU(16) 및 프로그램 메모리(17))에 의해 지연이 발생된 후 전송을 위해 TFT(T1-1 내지 T3-3)중에서 제일 먼저 턴온되는 TFT를 턴온시키기 위한 수단(도 2에서 시프트 레지스터(102))을 포함하며, 여기서 τ_1은 신틸레이터(14)의 발광 스크린의 잔광 특성의 시정수이며, n은 ln(SN)이며, 방사선(12)으로 조사한 후 대응하는 픽셀에 저장된 신호를 전송한다.

<65> 방사선 검출 장치(100)는 방사선(12)을 가시광으로 변환하는 신틸레이터(14), 가시광을 수신하여 전기 신호로 변환하기 위한 반도체 층으로서 a-Si를 갖는 박막 센서 소자(S1-1 내지 S3-3) 및 박막 센서 소자(S1-1 내지 S3-3)에 의해 광전기적으로 변환되는 신호 전하를 매트릭스 신호 배선(M1 내지 M3) 측상으로 전송하기 위한 반도체 층으로서 a-Si를 갖는 박막 트랜지스터(전송용 TFT)를 포함하는 픽셀들이 매트릭스 형태로 2 방향으로 배열된 광전 변환부(101), 및 박막 트랜지스터(T1-1 내지 T3-3)의 게이트 라인(G1 내지 G3)을 유도하기 위한 시프트 레지스터(102)를 포함한다. 이 실시예에서, 픽셀들은 간략한 설명을 위해 3×3 매트릭스로 도시되어 있다.

<66> 박막 트랜지스터의 전극간 용량(Cgs)의 3배의 용량이 전송시 매트릭스 신호 배선(M1)에 부가된다. 그러나, 도 2에서는, 커패시터 소자로서 표시하지 않았다. 다른 매트릭스 신호 배선(M2 및 M3)의 경우에도 동일하게 적용된다. 도 2에 도시된 광전 변환 회로부(101)는 박막 센서 소자(이하, "광전 변환 소자"라 칭함) S1-1 내지 S3-3, 박막 트랜지스터(이하, "스위칭 소자"라 칭함) T1-1 내지 T3-3, 게이트 구동 배선(G1 내지 G3) 및 매트릭스 신호 배선(M1 내지 M3)을 포함한다. 이들은 도시되지 않은 절연 기판 상에 배열된다. 시프트 레지스터[SR1(102)]는 스위칭 소자(T1-1 내지 T3-3)를 스위칭 온 또는 오프시키기 위한 구동 회로로 작용한다.

<67> 참조 부호(L1 내지 L3)는 매트릭스 신호 배선(M1 내지 M3)으로부터 신호 전하를 증폭하여 임피던스 변환하기 위한 연산 증폭기를 나타낸다. 도 2에서는, 전압 폴로어 회로를 형성하는 버퍼 증폭기로서 도시된다. 참조 부호(Sn1 내지 Sn3)는 연산 증폭기(L1 내지 L3)로부터의 출력, 즉 각각의 매트릭스 신호 배선(M1 내지 M3)으로부터의 출력을 판독하여 커패시터(CL1 내지 CL3)에 전송하기 위한 전송 스위치를 나타낸다. 판독 커패시터(CL1 내지 CL3)는 전압 폴로어 회로를 형성하는 버퍼 증폭기(B1 내지 B3)를 통해 판독 스위치(Sr1 내지 Sr3)에 의해 판독된다.

<68> 참조 번호(103)는 판독 스위치(Sr1 내지 Sr3)를 스위칭 온 또는 오프시키기 위한 시프트 레지스터(SR2)를 나타낸다. 판독 커패시터(CL1 내지 CL3)로부터의 병렬 신호는 판독 스위치(Sr1 내지 Sr3) 및 시프트 레지스터[SR2(103)]에 의해 직렬 신호로 변환되어 최종 전압 폴로어 회로를 포함하는 연산 증폭기(104)에 입력되어 A/D 변환 회로부(105)에서 디지탈화된다. 참조 부호(RES1 내지 RES3)는 각각의 매트릭스 신호 배선(M1 내지 M3)에 부가된 커패시터(3 Cgs)에 저장된 신호 성분을 리셋시키는 리셋 스위치를 나타내며, 이들 신호 성분은 CRES 단자로부터의 펄스에 의해 소망의 리셋 전위로 리셋(도 2에서 GND 전위로 리셋)된다.

<69> 참조 번호(106)는 광전 변환 소자(S1-1 내지 S3-3)에 바이어스를 인가하는 전원을 나타낸다. 판독 회로부(107)는 버퍼 증폭기(L1 내지 L3), 전송 스위치(Sn1 내지 Sn3), 판독 커패시터(CL1 내지 CL3), 버퍼 증폭기(B1 내지 B3), 판독 스위치(Sr1 내지 Sr3), 시프트 레지스터(SR2), 최종 연산 증폭기(104), 및 리셋 스위티(RES1 내지 RES3)를 포함한다. 도면에서, 부호 "SMPL"는 SMPL 펄스용 SMPL 단자를 나타낸다.

<70> 도 3a는 박막 비정질 실리콘 반도체 막(312)를 사용하여 광전 변환 소자 및 스위칭 소자가 제조되는 광전 변환 회로부의 한 예를 도시한 개략 평면도이다. 도 3b는 도 3a의 3B-3B 라인을 따라 절취한 횡단면도이다. 박막 센서 소자(301) 및 박막 트랜지스터(비정질 실리콘 TFT; 이하, 단지 "TFT"라 칭함)는 동일한 글래스 기판(303) 내에 형성된다. 각각의 박막 센서 소자(301)의 하부 전극 및 각각의 TFT(302)의 하부 전극(게이트 전극)은 동일한 제1 박막 금속층(304)에 의해 형성된다. 박막 센서 소자(301)의 상부 전극(305, 309) 및 TFT(302)의 상부 전극(소스 및 드레인 전극)은 동일한 제2 박막층에 의해 형성된다. 제1 및 제2 박막 금속층은 광전 변환 회로부내에 게이트 구동 배선(306) 및 매트릭스 신호 배선(307)을 형성한다. 도 3a에는, 총 2×2 픽셀이 도시되어 있다. 도 3a에서, 빗금 영역은 박막 센서 소자의 광 수신면을 나타낸다. 상부 전극(305, 309)은 각각의 박막 센서 소자에 바이어스를 인가하는 전원선이다. 참조 번호(310)는 박막 센서 소자(301)를 TFT(302)에 접속하는 접촉 홀을 나타낸다.

<71> 박막 센서 소자(301)는 TFT(302)와 단면이 동일한 MIS 구조를 갖는다. 박막 센서 소자(301) 및 TFT(302)의 절연막(311)은 동시에 형성된 절연막으로 이루어진다. 게이트 구동 배선(306)과 매트릭스 신호 배선(307)의 교차 영역(314)은 절연막(311), 박막 비정질 실리콘 반도체 막(312) 및 배선들 사이의 오옴성 도전층[n^+층 (313)]을 갖는다. 참조 번호(315)는 박막 센서 소자(301)과 TFT(302)를 형성한 후 형성되는, 예를 들어 보호막으로서 실리콘 질화막(SiN)의 절연층을 나타낸다.

<72> 도 4는 도 2에서 광전 변환 회로부의 등가 회로도이다. 박막 센서 소자 및 TFT로 구성된 픽셀은, 편의를 위해 사각형으로 나타내었다.

<73> 각각의 박막 센서 소자에 바이어스가 인가되는 바이어스선은 4 계통(Vs1 내지 Vs4)으로 나눠지며, 센서의 리셋은 4 계통에서 각각 행해진다.

<74> 도 4는 픽셀이 n×m 매트릭스로 배열되어 있는 한 예를 도시한다. 센서 바이어스가 4 계통으로 분할되기 때문에, 열 수 m는 4의 배수이다.

<75> 이제, 본 발명의 한 실시예에 따른 방사선 검출 장치의 동작을 설명하기로 한다. 도 5는 방사선 사진 촬영시 도 2에 도시된 바와 같은 방사선 검출 장치의 동작의 한 예를 도시한 타이밍도이다. 이하, 도면을 참조하여, 그 동작을 상세히 설명하기로 한다.

<76> X-선 제공원(11)으로 시간 T 동안만 조사한 후, 배선(M1, M2 및 M3)에 남아 있는 전하들은 CRES 단자 및 트랜지스터 RES1 내지 RES3를 턴온시켜 제거되고, 배선(M1, M2 및 M3)을 접지 전위로 되게 한다.

<77> X-선 제공원(11)으로부터 조사되어 구조물 또는 인체 등의 물체(13)에 의해 투과되는 X-선(12)은 신틸레이터(14)에 입력되어, 신틸레이터로 하여금 투과된 X-선의 양에 따라 광을 방출시킨다.

<78> 신틸레이터(14)로부터 조사된 광은 방사선 검출 장치(100) 내의 각각의 광전 변환 소자(S1-1, S1-2, … 내지 S3-3)에 입력되며, 각각의 광전 변환 소자(S1-1 내지 S3-3)에 입사된 광의 양에 따라 신호 전하가 발생된다.

<79> 신호 전하는 광전 변환 소자(S1-1 내지 S3-3) 내에 형성된 커패시터 성분에 소정 기간동안 저장된다. 제1 라인의 광전 변환소자(S1-1 내지 S1-3)에 저장된 신호 전하는, 시프트 레지스터(SR1, 102)로부터의 게이트 펄스 신호 G1에 따라 시간 t1 동안만 스위칭 소자(T1-1 내지 T1-3)를 턴온함으로써 매트릭스 신호 결선(M1 내지 M3) 내에 각각 형성된 커패시터 요소(스위칭 소자 T1-1 내지 T1-3의 Cg보다 3배의 커패시턴스)들로 전송된다. 도 5에서, M1 내지 M3은 각각의 광전 변환소자에 저장된 신호 라인의 양이 변동하는 곳에서의 전송을 가리킨다. 더욱 구체적으로는, 제1 라인의 광전 변환소자(S1-1 내지 S1-3)에서, 출력 레벨은 다음과 같다: S1-2>S1-1>S1-3. 매트릭스 신호 결선(M1 내지 M3)으로부터의 신호 출력은 각각 연산 증폭기(L1 내지 L3)에 의해 증폭된다.

<80> 그 후에, 판독 회로부 내의 스위칭 소자 Sn1 내지 Sn3은 도5에 도시된 SMPL 펄스에 따라 시간 t2 동안만 턴온된다. 이렇게 함으로써 신호는 각각 판독 커패시터(CL1 내지 CL3)로 전송된다. 판독 커패시터(CL1 내지 CL3)는 각각 버퍼 증폭기(B1 내지 B3)에 의해 임피던스-변환된다. 그 후에, 판독 스위치(Sr1 내지 Sr3)는 시프트 레지스터(SR2, 103)로부터의 시프트 펄스(Sp1 내지 Sp3)에 따라 연속적으로 도통상태가 된다. 이렇게 함으로써 판독 커패시터(CL1 내지 CL3)로 전송된 병렬 신호 전하들은 직렬 신호로 변환되어 판독된다. 시프트 펄스(Sp1, Sp2, Sp3)의 펄스폭이 서로 동일하게 t3라고 가정하면(즉, Sp1

= Sp2 = Sp3 = t3), 직렬 변환 및 판독에 필요한 시간은 t3×3이다. 직렬로 변환된 신호는 최종 연산 증폭기(104)로부터 출력되고 A/D 변환 회로부(105)에 의해 디지타이징된다.

<81> 도 5 에 도시된 V_{out}은 A/D 변환 회로부(105)로 입력되기 전의 아날로그 신호를 가리킨다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 라인의 S1-1 내지 S1-3으로부터의 병렬 신호, 즉, 매트릭스 신호 결선(M1 내지 M3)의 신호 퍼텐셜의 병렬 신호들은 그 레벨에 따라 V_{out} 신호 상에서 직렬로 변환된다.

<82> 결국, 매트릭스 신호 결선(M1 내지 M3)의 신호 퍼텐셜은 CRES 펄스를 인가하는 시간 t4 동안만 CRES 단자를 턴온함으로써 각각의 리세팅 스위치(RES1 내지 RES3)를 통해 어떤 리셋 퍼텐셜(접지 퍼텐셜)로 리셋된다. 그 다음, 제2 및 제3 라인의 광전적으로 변환된 신호는 제1 라인에서와 마찬가지 방식으로 반복적으로 판독된다.

<83> 이 때, TFTs의 게이트 전압(G1 내지 G3)이 턴온될 때까지 센서들은 신호를 저장한다. 따라서, 센서 신호를 전송하기 위해 제일 먼저 턴온되는 G1이 턴온되는 시간과 가장 나중에 턴온되는 G3가 턴온되는 시간간에는 편차가 있게 되어, 신틸레이터(scintillator)의 발광 감쇠의 영향은 라인마다 다르다. 이것은 도 6을 참조하여 기술될 것이다. 도 6은 방사선 조사의 중단 후 센서 출력이 어떻게 변동하는지를 도식적으로 설명하고 있다.

<84> 도 6에서, 감쇠 요소는 도면에 설명된 바와 같이 신호 요소 S로서 간주되는데, 이는 감쇠 요소가 종좌표축 상에서 센서 출력이 감쇠하는 영역에서 신호 성분으로서 저장되는 것으로 간주되기 때문이다. 예를 들어, 저장된 신호 전하를 판독하기 위해 방사선 조사를 턴오프하여 시간 Tm1이 경과한 후 전송용 TFTs가 턴온될 때, 이미 저장된 S' 성분은 신호로서 판독될 수 있다. 그러나, Tm1이 경과한 후 발생된 N' 성분은 아직 저장되지 않았기 때문에 전송되지 않는 나머지 성분으로 남는다. 따라서, 이 나머지 성분은 신호 성분이 아닌 잡음 성분 N'라 불린다.

<85> 즉, 방사선 조사를 턴온프한 후 전송용 TFTs의 게이트들이 곧바로 턴온되는 라인의 센서들은 방사선 조사의 중단 후 짧은 저장 시간만에 전송을 개시한다.

<86> 따라서, 그 신호-대-잡음비(S'/N')는 낮다. 반면, 게이트가 나중에(예를 들어 Tm2에) 턴온되는 라인의 센서들은 높다. 따라서, 신호-대-잡음비는 라인마다 다르며, 결과적으로 시스템 전체로 보았을 때의 신호-대-잡음비는 감소된다.

<87> 그러나, 시스템에 요구되는 신호-대-잡음비(SN)는 시스템에 요구되는 신호-대-잡음비(SN)에 대응하는 시간을, 전송용 TFTs의 게이트 전압이 턴온되는 때까지 신틸레이터 감쇠 시정수 τ_1으로 프리셋팅함으로써 얻어질 수 있다.

<88> 방사선 조사의 중단 직후에 신틸레이터의 발광량이 1이라고 할 때, t의 경과 시간 후에 신틸레이터의 발광량 또는 잡음 성분(N)은 $\exp(-\alpha)$, $\alpha = t/\tau_1$ 가 되고, 시스템 전체의 SN은 대략 SN = S/N = (1-exp(-α))/exp(-α)??1/ exp(-α)=exp(α)가 된다. 따라서, 방사선 조사의 중단 후 센서 신호를 판독하기 위해 전송용 TFTs가 처음으로 턴온될 때까지의 시간을 $n \times \tau_1$라고 할 때, $n \times \tau_1$의 경과 시간 후에 신틸레이터의 발광량은 exp(-n)가 되고, 시스템 전체로서 요구되는 SN에 대해 SN = exp(n)과 n=In(SN)이 설정될 수 있다.

<89> 따라서, 방사선 조사의 중단 후 센서 신호를 판독하기 위해 전송용 TFTs가 처음으로 턴온될 때까지의 시간을 도 6에 도시된 바와 같이 $Tm2 = n \times \tau_1$ 또는 그 이상으로 프리셋팅함으로써 원하는 SN이 얻어질 수 있다.

<90> 적어도 $n \times \tau_1$의 지연을 유발하기 위한 본 실시예에서의 수단이 간단히 기술될 것이다.

<91> 전송용 TFTs가 최초로 턴온될 때까지의 시간을 적어도 $n \times \tau_1$으로 제어하기 위한 수단으로서, 방사선 제공원(11)에 의한 방사선의 조사가 완료되는 시점에서 마이크로컴퓨터(CPU)에 의해 카운팅을 개시하도록 되어 있는 제어 프로그램을 가진 수단이 있다. 도 2에 도시된 회로를 예로서 들면, 시프트 레지스터(SR1)의 G1 출력은 최소한 $n \times \tau_1$ 만큼의 지연후에 구동된다. 따라서, 이 제어는 종래의 기술을 통해 용이하게 이루어지 수 있다.

<92> 이러한 제어는, 지연 회로 내의 방사선 제공원(11)로부터의 방사선 조사 완료를 나타내는 완료 신호를 지연시킨 다음, 이를 시프트 레지스터를 위한 개시 신호로서 입력하기 위해 시프트 레지스터(SR1)과 방사선 제공원(11) 사이에 동기화 신호와 지연 회로를 제공하여 용이하게 이루어질 수도 있다.

<93> [제2 실시예]

<94> 이 실시예에서, 움직이는 영상을 형성하기 위해 많은 프레임 영상이 계속해서 판독되는 경우에 원하는 SN이 얻어지는 예가 기술될 것이다.

<95> 도 2의 광전 변환 회로부 내의 방사선 검출 장치의 픽셀들이 3×3 매트릭스로 배열되어 있지만, 이 실시예에서는 m(라인) × n(컬럼)으로 이루어진 픽셀들이 기술될 것이다. 이 경우에, 초당 30 프레임으로 센서 어레이를 판독하는 것이 일반적이다. 이 경우, 프레임당 스캐닝 시간은 1/30 초, 즉, 33ms이다.

<96> 도 7a 내지 도 7e는 움직이는 방사선 영상의 판독시의 타이밍을 도시하는 타이밍도이다. 도 7a에 도시된 바와 같이, 방사선의 조사는 계속해서 수행된다.

<97> 도 7b는 신호의 판독 또는 저장이 계속해서 수행되는 경우를 도시한다.

<98> 도 7c는 전체 어레이가 판독된 후 다음 판독이 개시(도면에서 점선으로 표시된 부분)되기 이전에 휴지 시간 Q(Quiescent time)가 제공되는 경우를 도시한다. 휴지 시간은 최대 $t_f - t_x*q$까지 프리셋될 수

있으며, 여기서, t_f는 프레임당 스캐닝 시간, t_x는 컬럼당 판독 시간, q는 판독된 컬럼 수(≤ n)이다.

<99> 도 7d는 특정 타이밍에서 각각의 컬럼이 판독되는 경우를 도시한다. 그러나, 휴지 시간은 (저장이 수행되고 있는 동안에) 각각의 컬럼의 판독 시간 사이에 제공된다.

<100> 도 7e는 도 7d와 같이 각각의 컬럼의 판독 시간 사이에 휴지 시간이 제공되지만, 이 휴지 시간 동안에 각각의 컬럼에서 저장은 수행되지 않는 경우를 도시한다. S/N 비는, 예를 들어, 센서로부터 방전(충전) 후의 남은 성분이 제거되도록 (리프레쉬) 함으로써 더욱 개선될 수 있다.

<101> 방사선 검출기를 포함한 시스템에서의 판독에 관련된 필수적인 파라미터에는 다음 4개 파라미터가 포함된다:

<102> (1) 시스템에 필요한 SN

<103> (2) 각각의 픽셀 내의 센서와 스위치에 따른 CR 시정수 τ_2

<104> (3) 장치에 필요한 스캐닝 속도(프레임 수) 및

<105> (4) X-선 노출시 감쇠 및 노출 후 감쇠에 관한 신틸레이터의 발광 시정수 τ_1

<106> 이들 파라미터 (1) 내지 (4)는 더욱 상세히 기술될 것이다.

<107> (1) 센서 패널로부터의 신호의 SN은 스위치를 통해 전송된 신호의 양 S와 전송후 남은 신호의 양 N에 의해 정의된다.

<108> (2) CR 시정수 τ_2는 각각의 픽셀 내의 스위치(TFT)의 ON 저항 R과 센서의 저장 용량 C를 곱하여 얻어지는 값이다.

<109> (3) 스캐닝 속도(프레임의 수)는 초당 n(q < n) 컬럼의 스캐닝 동작 시간(프레임의 수)이다. 정상적인 상황에서, 대개 초당 30프레임이다.

<110> (4) 방사선 노출시 신틸레이터의 발광의 개시와 방사선 노출 후 신틸레이터의 발광 감쇠는 배수* 지수 감쇠 ($\Sigma \alpha t^n$) 곡선을 보여준다. 그러나, 본 발명에서는 시정수 τ_1에 따라 지수 함수로 표현되는 바와 같이 정의된다.

<111> 도 8은 TFT의 전송 시간과, 전송된 신호양 및 전송후에 남은 신호간의 관계예를 도시하며, 광전변환 소자(예로서, 도 2의 S1-1 내지 S1-3) 내의 커패시터들에 저장된 신호 전하가 1로서 정의된 경우의 전송된 양을 도시한다. 도 8을 참조하여 상기 파라미터들이 고려될 것이다.

<112> 전송이 시정수 τ_2의 β배만큼 수행될 때, ($\beta = t/\tau_2$) 전송된 신호 성분 S의 양은 파라미터 (1)과 파라미터 (2)를 결합하면 도 8에 도시된 바와 같이 $S = 1 - \exp(-\beta)$로 표시된다. 전송 후에 남은 성분 N_2는 도 8에 도시된 바와 같이 $N_2 = \exp(-\beta)$이다. 전송된 신호 성분이 S로서 정의될 때, $S = 1-N_2 = 1 - \exp(-\beta)$이다. $\exp(-\beta) \ll 1$이기 때문에, 표준화될 때 S는 거의 1과 같다고 말할 수 있다.

<113> 반면, $SN_2 = S/N_2$이기 때문에, SN_2는 $S/N_2 = 1/\exp(-\beta)$로 표현될 수 있다. 따라서, SN_2의 역수 $1/SN_2 = \exp(-\beta) = N_2$. 즉, 전송 후에 남은 성분 N_2는 N_2의 역수가 된다. 즉, $\beta = \ln SN_2$이다.

<114> 파라미터(4)에 기초한 출력의 스캐터링이 도 6을 참조하여 기술될 것이다.

<115> 1) 광방출의 개시에 따른 광방출로부터 시간 t 이후의 광방출 시정수 τ1을 갖는 신틸레이터의 출력 $S=S_0*(1 - \exp(-\alpha))$로 표현된다. 여기서, S_0는 포화되었을 때의 센서 출력이고 α는 t/τ_1이다.

<116> 2) 신틸레이터의 발광 감쇠의 지연에 따른 출력에서의 변화는 $S = S_0*\exp(-\alpha)$로 표시된다.

<117> 신틸레이터의 발광 개시 및 감쇠의 시정수가 0일 때, 즉, 변동이 순간적으로 유발될 때, 잡음은 없다. 그러나, 신틸레이터는 시정수 τ_1을 가지기 때문에, 잡음 성분은 $\exp(-\alpha)$에 비례해서 발생한다. 이 때, 출력 S는 거의 1과 같다고 말할 수 있다. 실제 판독에서, 저장 시간은 프레임의 수의 역수와 거의 같다. 예로서, 프레임 수가 초당 30 프레임이면, 저장 시간은 33ms이다. 따라서, 신틸레이터의 시정수가 밀리초 단위일 때, 좋은 근사치가 얻어진다.

<118> 즉, 필요한 SN_1에 대해 $1/SN_1 = \exp(-\alpha)$가 만족된다.

<119> 시스템으로서 외부로부터 필요한 SN은 TFT의 시정수로부터 생기는 $SN_2 = \exp(\beta)$와 신틸레이터의 시정수로부터 생기는 $SN_1 = \exp(\alpha)$의 합성 SN이 된다.

<120> 이 합성 SN의 역수는 $1/SN = \exp(-\alpha-\beta)$이다.

<121> TFT가 센서 신호를 전송하기 위한 시간은 $\beta \times \tau_2$ 이며, 신틸레이터로부터의 광을 센서가 수신하여 저장하는 시간은 $\alpha \times \tau_1$이다. $\alpha \times \tau_1$과 $\beta \times \tau_2$의 총시간은 1프레임의 시간을 넘지 못한다.

<122> 따라서, 다음과 같은 관계식이 만족된다.

<123> $(\alpha \times \tau_1+\beta \times \tau_2) \leq 1/FPS$

<124> 여기서, FPS는 방출 센서의 판독시 초당 프레임 수이고, τ_1 은 신틸레이터에 방사선 조사시 및 그 후의 발광 및 감쇠의 시정수이며, τ_2는 센서 용량에 TFT의 ON 저항을 곱하여 얻어지는 시정수이고, α는 [센서에서의 광신호의 저장 시간/신틸레이터의 발광 개시 및 감쇠의 시정수]의 배수이며, β는 전송용

TFT가 턴온하는 시간의 시정수의 배수이다.

<125> 따라서, 프레임당 센서의 스캐닝 회수는, 예를 들어, 적어도 ($\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2$)으로 프리셋될 때, 마이크로컴퓨터 및 원하는 신호-대-잡음비 SN=ln($\alpha+\beta$)를 갖는 방사선 검출 장치를 이용한 제어 시스템이 용이하게 얻어질 수 있다. 부언하여, 신틸레이터에 필요한 신호-대-잡음비가 SN1이라고 가정하며, α는 ln(SN_1)으로 표시될 수 있고, β는 ln(SN_2)로 표시될 수 있으며, 여기서 SN_2는 센서 소자 내의 커패시커에 저장된 신호를 전송하기 위해 TFT가 필요로 하는 신호-대-잡음비이다.

<126> 상술한 바와 같이, 필요한 SN 및 판독률간의 관계가 방사선 촬영 장치, 방사선 진단 장치, 및 방사선 치료 장치의 시스템에서 역시 최적으로 설정될 때, 형광체의 잔광 특성의 시정수 및 박막 센서 소자 및 박막 트랜지스터로부터의 시정수를 고려하여 만족스런 신호-대-잡음비를 갖는 다양한 방사선 검출 장치가 제공될 수 있다.

<127> 본 발명에 따르면, 안정적인 판독을 수행할 수 있는 방사선 검출 방법 및 장치가 역시 제공될 수 있다.

<128> 또한, 본 발명에 따르면, 성능 요건에 맞는 설계가 용이하게 이루어질 수 있기 때문에 저렴한 방사선 검출 방법 및 장치가 제공될 수 있다.

<129> 본 발명에서, 방사선은 X-선, α-선, β-선, γ-선등에 제한되지 않으며, 파장 변환기에 의해 파장 변환되는 정보가 광전 변환 소자에 의해 전기 신호의 형태로 출력되는 시스템에도 적용될 수 있다. 그러나, 널리 사용되는 X-선을 사용하는 시스템에 본 발명을 응용하는 것이 바람직하다. 파장 변환기로서, 광원으로부터의 광입사에 의한 파장변환 특성에서 시정수를 갖는 신틸레이터(또는 인)이 양호하게 사용된다.

<130> 당연히, 본 발명은 첨부된 청구 범위의 영역과 정신 내에서 적절히 수정될 수 있다.

발명의 효과

<131> X-선등의 방사선에 간헐적으로 노출시켜 노출된 양을 감소시킬 수 있는 방사선 진단 장치용 방사선 검출 장치에서, 신틸레이터의 감쇠 특성을 고려하는 판독 방법을 채용하여, 잡음이 감소되고 산란이 저감되는 소망의 S/N비의 신호를 판독할 수 있으며, 방사선이 연속적으로 조사되는 검사, 진단 및 치료에서 신틸레이터의 감쇠 특성을 고려하여 신호-대-잡음비(S/N)를 고려하여 최적의 신호를 얻는 관계를 유도할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된 복수의 픽셀 -각각의 픽셀이 상기 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자, 및 상기 센서 소자에 결합되어 상기 픽셀로부터의 신호를 순차적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함- 을 갖는 방사선 검출 장치에 있어서,

상기 방사선 조사가 중단된 후, 적어도 $n \times \tau_1$ -여기서, τ_1은 파장 변환기의 특성을 나타내는 시정수이고, SN을 원하는 신호-대-잡음비로 할 때 n은 ln(SN)임- 의 지연 후에 전송용 TFT들 중에서 가장 먼저 턴온되는 TFT를 턴온시켜 그 대응하는 픽셀 내에 저장된 신호를 전송하는 수단을 포함하는 방사선 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 방사선을 방출하기 위한 방사선 제공원을 더 포함하는 방사선 검출 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 방사선 제공원은 α-선, β-선, γ-선, 및 x-선으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 방사선을 방출하는 방사선 검출 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 파장 변환기는 신틸레이터(scintillator)를 포함하는 방사선 검출 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 신틸레이터는 인광 물질을 포함하는 방사선 검출 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 파장 변환기는 신틸레이터이고, 상기 파장 변환기의 특성은 신틸레이터의 잔광 특성인 방사선 검출 장치.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 잔광 특성은 상기 신틸레이터의 감쇠 특성인 방사선 검출 장치.

청구항 8

방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된

복수의 픽셀 -각각의 픽셀이 상기 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자, 및 상기 센서 소자에 결합되어 상기 픽셀로부터의 신호를 순차적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함- 을 갖는 방사선 검출 장치에 있어서,

$(\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2) \leq 1/FPS$ 이고,

$SN = \exp(\alpha + \beta)$

여기서, SN은 전체 장치의 원하는 신호-대-잡음비이고; FPS는 방사선 검출 장치의 판독시 초당 프레임수 또는 판독에 필요한 시간의 역수이며; τ_1은 파장 변환기의 개시 및 감쇠의 시정수이고; τ_2는 상기 센서 소자의 용량에 전송용 TFT의 ON 저항을 곱하여 얻어지는 시정수이고; α는 [센서 소자에서의 광신호의 축적 시간/τ_1]의 배수, 또는 파장 변환기에 필요한 신호-대-잡음비를 SN_1으로 한 경우 $\ln(SN_1)$이며; β는 전송용 TFT가 턴온하는 시간의 시정수의 배수, 또는 TFT가 센서 소자의 커패시터에 저장된 신호를 전송하는데에 필요한 신호-대-잡음비를 SN_2로 한 경우 $\ln(SN_2)$인 방사선 검출 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 방사선을 검출하기 위한 방사선 제공원을 더 포함하는 방사선 검출 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 방사선 제공원은 α-선, β-선, γ-선, 및 x-선으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 방사선을 방출하는 방사선 검출 장치.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 파장 변환기는 신틸레이터를 포함하는 방사선 검출 장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 신틸레이터는 인광 물질을 포함하는 방사선 검출 장치.

청구항 13

제8항에 있어서, 상기 파장 변환기는 신틸레이터이고, 상기 파장 변환기의 개시 및 감쇠 상수는 신틸레이터의 개시 및 감쇠 시정수인 방사선 검출 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 신틸레이터의 발광 개시의 시정수는 1인 방사선 검출 장치.

청구항 15

방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된 복수의 픽셀 -각각의 픽셀은 상기 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자, 및 상기 센서 소자에 결합되어 상기 픽셀로부터의 신호를 순차적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함-을 이용하여 방사선을 검출하는 방법에 있어서,

상기 방사선 조사가 중단된 후, 적어도 $n \times \tau_1$ -여기서, τ_1은 파장 변환기의 특성을 나타내는 시정수이고, SN을 원하는 신호-대-잡음비로 할 때 n은 $\ln(SN)$임- 의 지연 후에 전송용 TFT들 중에서 가장 먼저 턴온되어야 할 TFT를 턴온시켜 그 대응하는 픽셀 내에 저장된 신호를 전송하는 단계를 포함하는 방사선 검출 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 방사선을 방출하기 위한 방사선 제공원을 더 이용하는 방사선 검출 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 방사선 제공원은 α-선, β-선, γ-선, 및 x-선으로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 방사선을 방출하는 방사선 검출 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 파장 변환기는 신틸레이터를 포함하는 방사선 검출 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 신틸레이터는 인광 물질을 포함하는 방사선 검출 방법.

청구항 20

제15항에 있어서, 상기 파장 변환기는 신틸레이터이고, 상기 파장 변환기의 특성은 신틸레이터의 잔광 특성인 방사선 검출 방법.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 잔광 특성은 신틸레이터의 감쇠 특성인 방사선 검출 방법.

청구항 22

방사선을 광전적으로 변환가능한 광으로 변환하기 위한 파장 변환기, 및 매트릭스 형태로 배열된 복수의 픽셀 -각각의 픽셀은 상기 광을 전기 신호로 변환하기 위한 센서 소자, 및 상기 센서 소자에 결합되어 상기 픽셀로부터의 신호를 순차적으로 전송하기 위한 전송용 박막 트랜지스터(TFT)를 포함함- 을 갖는 방사선 검출 방법에 있어서,

$(\alpha \times \tau_1 + \beta \times \tau_2) \leq 1/FPS$ 이고,

$SN = \exp(\alpha + \beta)$

여기서, SN은 전체 장치의 원하는 신호-대-잡음비이고; FPS는 방사선 검출 장치의 판독시 초당 프레임수 또는 판독에 필요한 시간의 역수이며; τ_1은 파장 변환기의 개시 및 감쇠의 시정수이고; τ_2는 상기 센서 소자의 용량에 전송용 TFT의 ON 저항을 곱하여 얻어지는 시정수이고; α는 [센서 소자에서의 광신호의 축적 시간/τ_1]의 배수, 또는 파장 변환기에 필요한 신호-대-잡음비를 SN_1으로 한 경우 $\ln(SN1)$이며; β는 전송용 TFT가 턴온하는 시간의 시정수의 배수, 또는 TFT가 센서 소자의 커패시터에 저장된 신호를 전송하는데에 필요한 신호-대-잡음비를 SN_2로 한 경우 $\ln(SN_2)$인 방사선 검출 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 방사선을 방출하기 위한 방사선 제공원을 더 이용하는 방사선 검사 방법.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 방사선 제공원은 α-선, β-선, γ-선, 및 x-선으로 이루어지는 그룹으로부터 선택되는 방사선을 방출하는 방사선 검출 방법.

청구항 25

제22항에 있어서, 상기 파장 변환기는 신틸레이터를 포함하는 방사선 검출 방법.

청구항 26

제25항에 있어서, 상기 신틸레이터는 인광 물질을 포함하는 방사선 제공 방법.

청구항 27

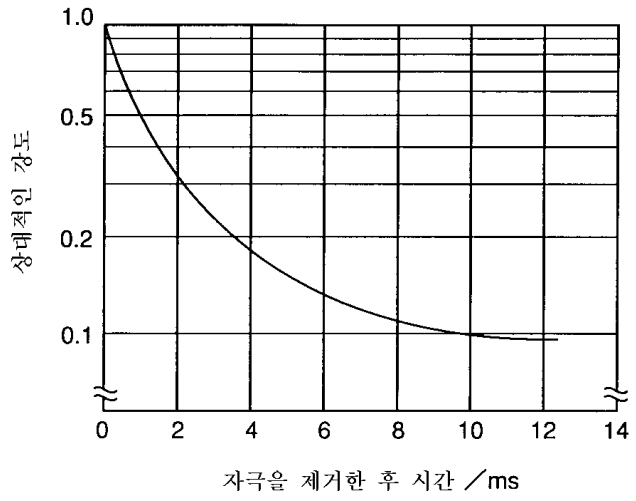
제22항에 있어서, 상기 파장 변환기는 신틸레이터이고, 상기 파장 변환기의 개시 및 감쇠 상수는 신틸레이터의 개시 및 감쇠 시정수인 방사선 검출 장치.

청구항 28

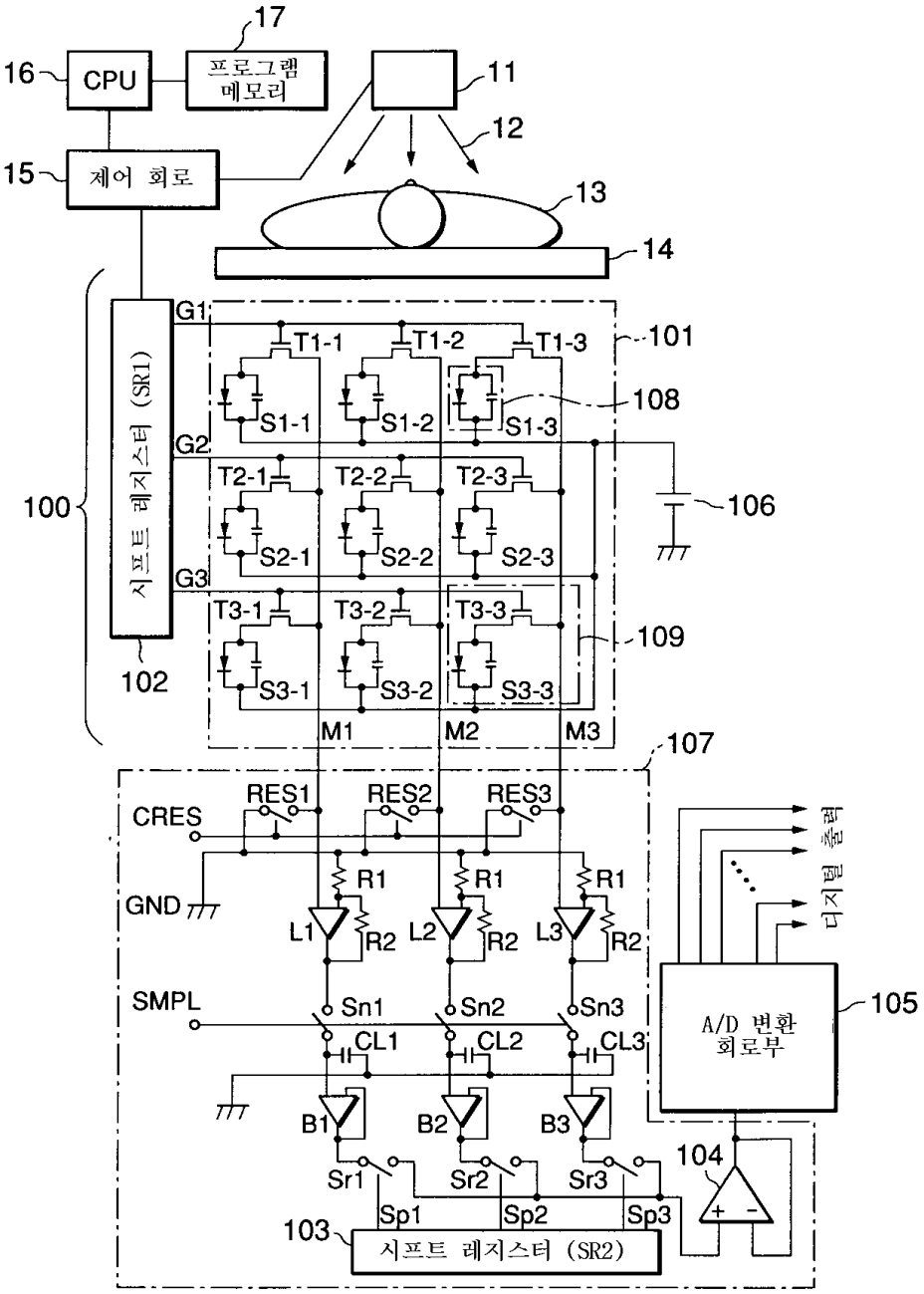
제27항에 있어서, 상기 신틸레이터의 발광 개시의 시정수는 1인 방사선 검출 방법.

도면

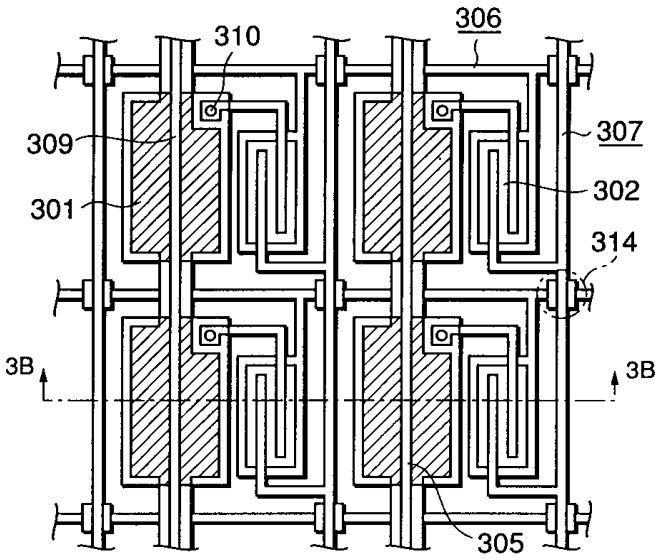
도면1



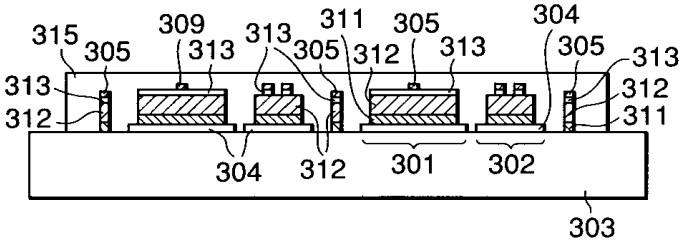
도면2


17
16
CPU
프로그램 메모리
11
12
15
제어 회로
13
14
G1
T1-1
T1-2
T1-3
101
S1-1
S1-2
S1-3
108
G2
T2-1
T2-2
T2-3
106
100
시프트 레지스터 (SR1)
S2-1
S2-2
S2-3
G3
T3-1
T3-2
T3-3
109
S3-1
S3-2
S3-3
102
M1
M2
M3
107
RES1
RES2
RES3
CRES
R1
GND
L1
R2
L2
L3
SMPL
Sn1
Sn2
Sn3
CL1
CL2
CL3
B1
B2
B3
디지털 출력
A/D 변환 회로부
105
104
Sr1
Sr2
Sr3
Sp1
Sp2
Sp3
103
시프트 레지스터 (SR2)

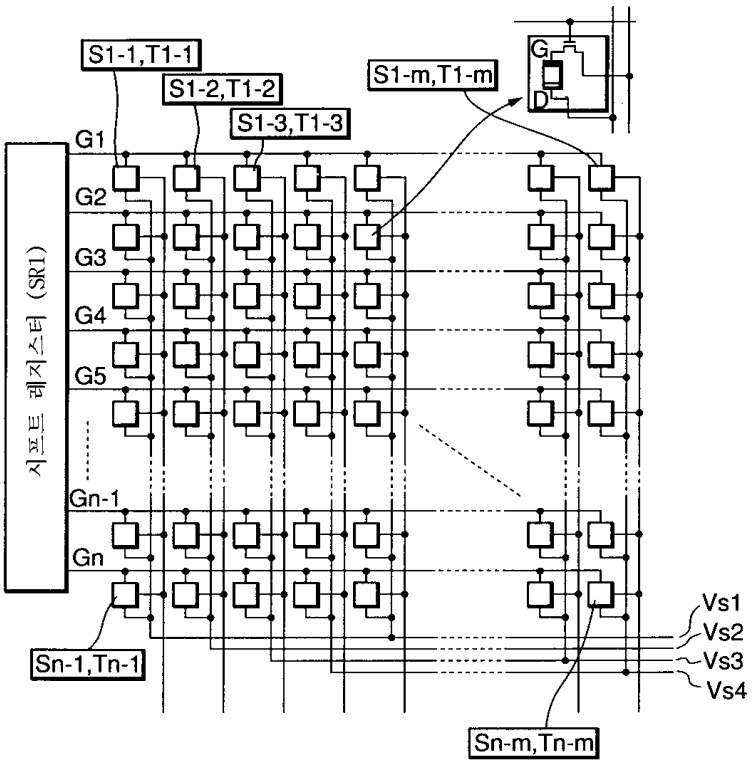
도면3a



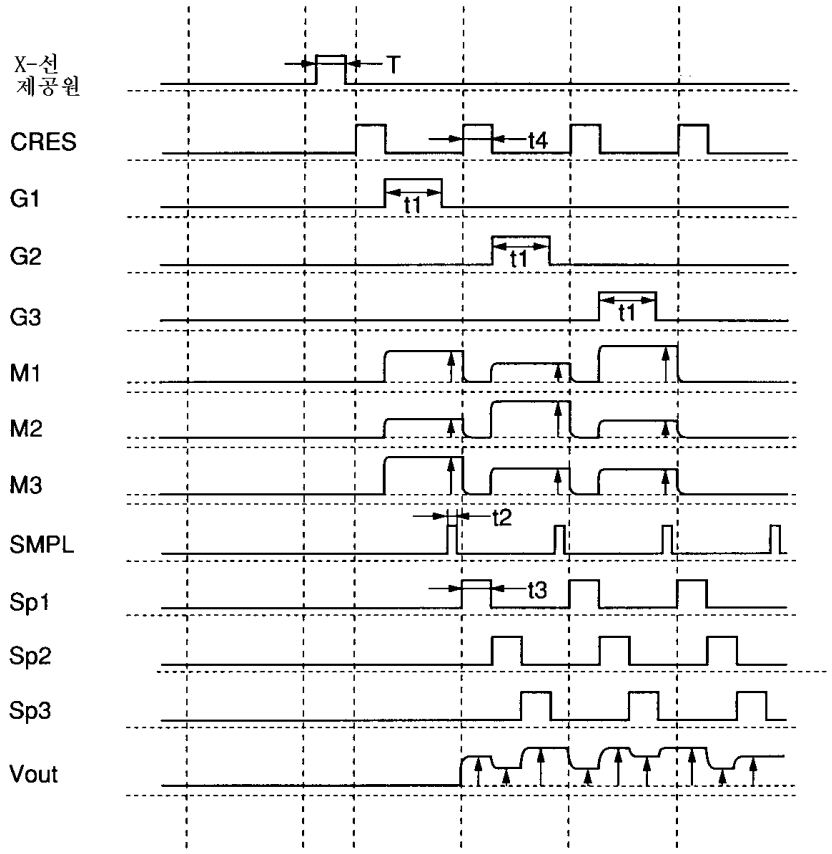
도면3b



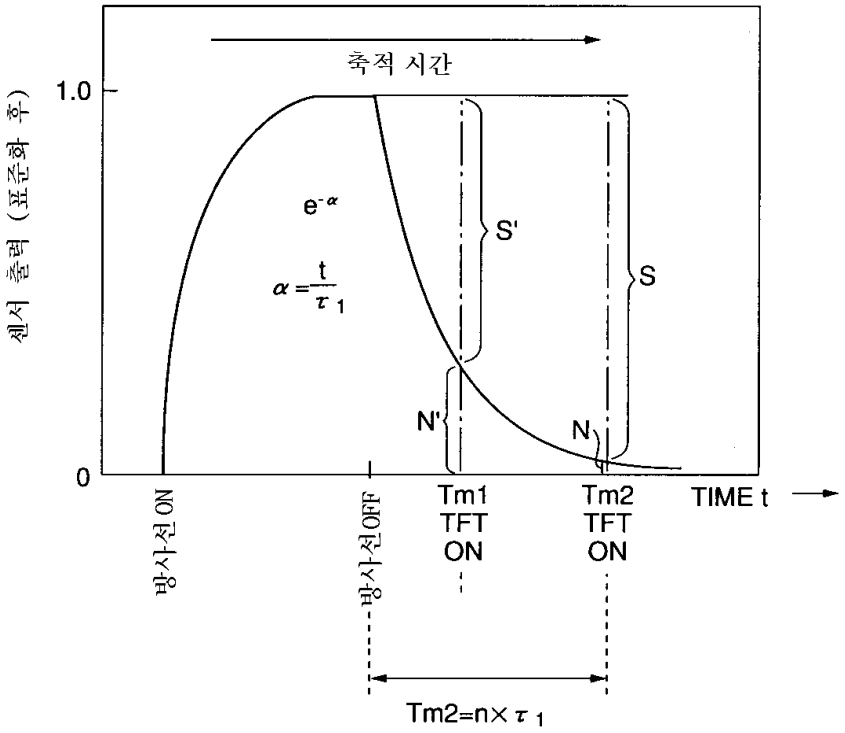
도면4



도면5



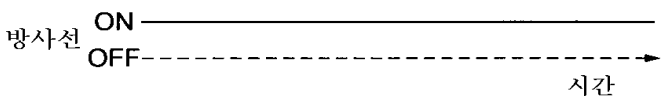
도면6



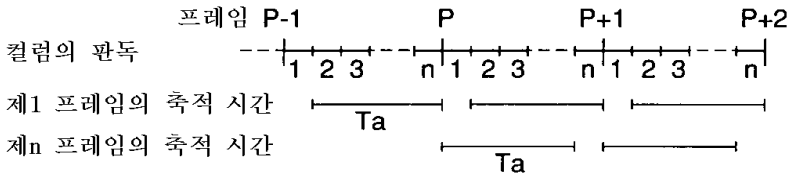
여기서 $N = e^{-\alpha}$.

S/N 은 대략 $SN = \frac{S}{N} = \frac{1-e^{-\alpha}}{e^{-\alpha}} \approx \frac{1}{e^{-\alpha}} = e^{\alpha}$.

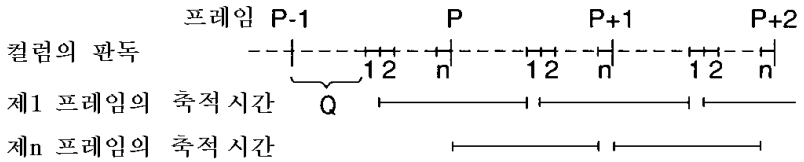
도면7a



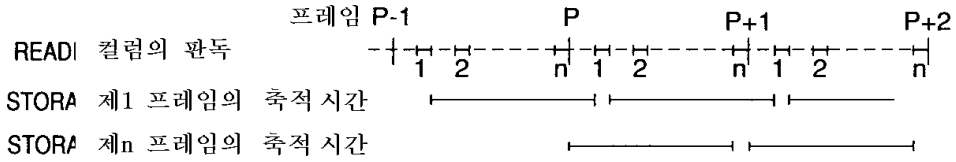
도면7b



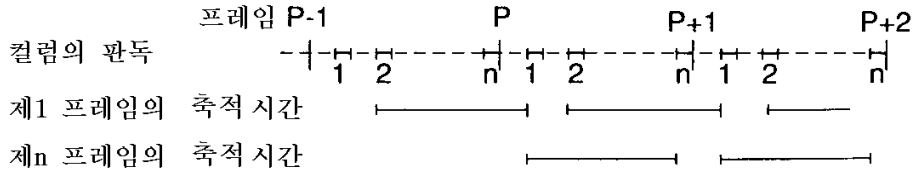
도면7c



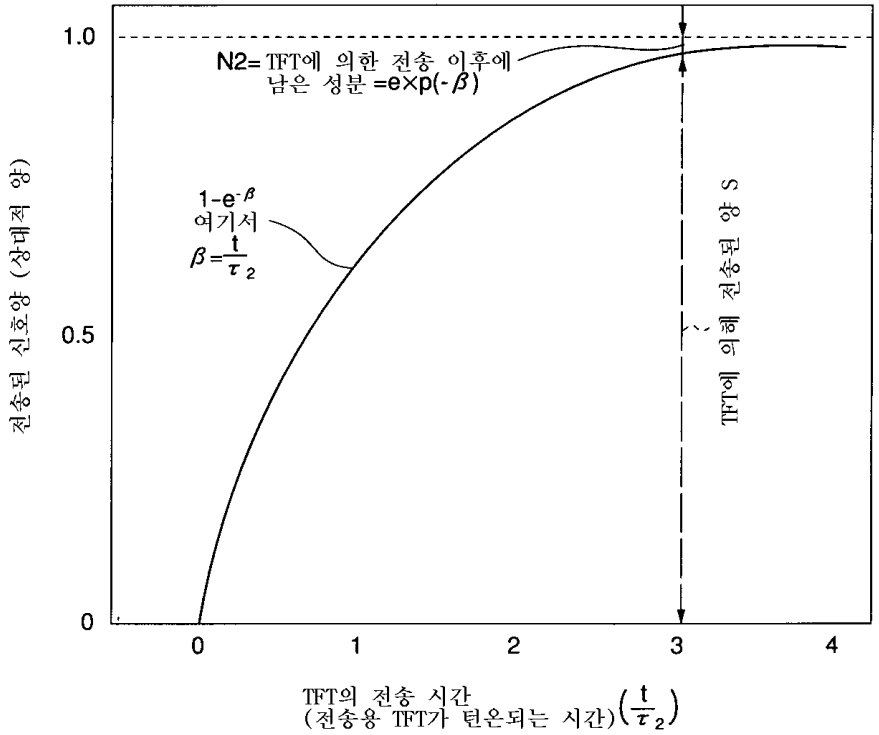
도면7d



도면7e



도면8



여기서 SN_2는 대략 $SN_2=\frac{1-e^{-\beta}}{e^{-\beta}}\approx\frac{1}{e^{-\beta}}=e^{\beta}$.