



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년03월24일
(11) 등록번호 10-1719814
(24) 등록일자 2017년03월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 6/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0102361
(22) 출원일자 2009년10월27일
심사청구일자 2014년10월23일
(65) 공개번호 10-2010-0047167
(43) 공개일자 2010년05월07일
(30) 우선권주장
12/605,624 2009년10월26일 미국(US)
61/108,552 2008년10월27일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US6307915 B1
US20040065836 A1
US5694448 A

(73) 특허권자
이미징 사이언시즈 인터내셔널 엘엘씨
미국 펜실베이니아주 19440 햇필드 노쓰 펜 로드 1910
(72) 발명자
첼러, 우베
독일 디-88400 비베라크 리세게르 스테이지 139
(74) 대리인
양영준, 백만기, 정은진

전체 청구항 수 : 총 48 항

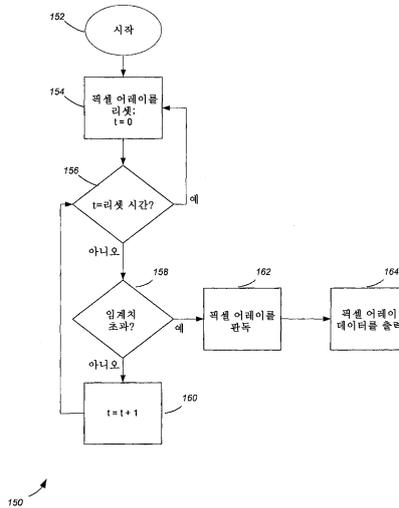
심사관 : 조형희

(54) 발명의 명칭 **센서를 이용한 X 레이 검출 시스템 및 방법**

(57) 요약

x 레이 센서에서의 x 레이 자동 검출을 위한 시스템 및 방법이 개시된다. 소스는 x 레이 센서를 향해 x 레이 방사선을 방출하고, x 레이 센서는 x 레이 방사선을 자동 검출한다. x 레이 센서는 시계열을 평가하고, 압전류 및 기타 노이즈로부터 전압 임계치가 크로싱되는 데에 소요되는 평균 시간보다 소정량의 시간만큼 이르게 전압 임계치가 크로싱되었음을 결정함으로써 x 레이 방사선을 자동 검출한다.

대표도 - 도7



명세서

청구범위

청구항 1

x 레이 센서로 x 레이 방사를 자동 검출하는 방법으로서,

픽셀 어레이를 리셋하는 단계;

상기 픽셀 어레이의 리셋 이후의 경과 시간을 측정하는 단계;

상기 경과 시간 및 기준 시간에 기초하여 비교를 수행하는 단계;

임계치가 크로싱(crossing)되었음을 결정하는 단계 -상기 임계치의 크로싱은 미리 결정된 전하량이 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에 저장되었음을 나타냄-;

상기 비교 및 상기 임계치의 크로싱에 기초하여 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신되었음을 결정하는 단계; 및

x 레이 방사가 수신되었음을 결정하면, x 레이 이미지를 생성하는 데에 이용되도록 상기 픽셀 어레이로부터 데이터를 출력하는 단계

를 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 비교를 수행하는 단계는, 상기 경과 시간과 상기 기준 시간 간의 차이를,

미리 정해진 값, 및

상기 기준 시간의 표준 편차와 미조정 변수(fine tuning variable)의 곱

중 적어도 하나와 비교하는 단계를 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 차이가 상기 미리 정해진 값 또는 상기 표준 편차 중 상기 적어도 하나보다 큰 경우에, 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신된 것으로 결정되는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기준 시간은, 상기 픽셀 어레이의 리셋과 암전류로 인해 상기 임계치가 크로싱되었다는 결정 간의 경과 시간을 반복적으로 계산하는 것에 기초하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기준 시간은 상기 x 레이 센서의 온도를 나타내는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 기준 시간이 나타내는 상기 x 레이 센서의 온도가 미리 정해진 레벨을 초과하는 경우 에러 상태를 발생하는 단계를 더 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 임계치는 미리 정해진 전압 레벨이고, 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에 저장된 미리 정해진 전하량은 다이오드에서의 전위(voltage potential)가 상기 임계치 미만으로 강하하게 하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 경과 시간과 상기 기준 시간을 이용하여 제2 비교를 수행하는 단계를 더 포함하고,

상기 제2 비교를 수행하는 단계는 상기 경과 시간과 상기 기준 시간 간의 차이를 제1 값과 비교하는 단계를 포함하고,

상기 제2 비교를 수행하는 단계는 상기 차이를 제2 값과 비교하고, 이전의 경과 시간과 이전의 기준 시간 간의 제2 차이를 상기 제2 값과 비교하는 단계를 포함하고,

상기 제1 값 및 상기 제2 값은 고유의 미리 정해진 값들 또는 동적 값들인 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 차이가 상기 제1 값보다 큰 경우, 또는

상기 차이와 상기 제2 차이 둘다가 상기 제2 값보다 큰 경우,

상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신된 것으로 결정되는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

1) 상기 차이가 상기 제1 값보다 큰 경우에 높은 선량율(dose rate)이 발생한 것으로, 2) 상기 차이와 상기 제2 차이 둘다가 상기 제2 값보다 큰 경우에 낮은 선량율이 발생한 것으로 결론내리는 단계를 더 포함하고, 상기 제1 값은 상기 제2 값보다 큰 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있음을 결정하는 단계; 및

상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 수신된 x 레이 방사의 지속기간(duration)에 기초하여, 후속 x 레이 방사 노출에 대한 적분 시간(integration time)을 감소시키는 단계

를 더 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 12

x 레이 수신 자동 검출하며, 프로세서, 픽셀 어레이 및 메모리를 포함하는 x 레이 센서로서,

상기 프로세서는,

상기 픽셀 어레이를 리셋하고,

상기 픽셀 어레이의 리셋 이후의 경과 시간을 측정하고,

상기 경과 시간과 기준 시간에 기초하여 비교를 수행하고,

임계치가 크로싱되었음을 결정하고 -상기 임계치의 크로싱은 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에 미리 정해진 전하량이 저장되었음을 나타냄-,

상기 비교 및 상기 임계치의 크로싱에 기초하여 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신되었음을

을 결정하고,

x 레이 방사가 수신되었음을 결정하면, x 레이 이미지를 생성하는 데에 이용되도록 상기 픽셀 어레이로부터 데이터를 출력하도록 구성된 것인 x 레이 센서.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 경과 시간과 상기 기준 시간 간의 차이를

미리 정해진 값, 및

상기 기준 시간의 표준 편차와 미조정 변수의 곱

중 적어도 하나와 비교함으로써 상기 비교를 수행하도록 더 구성된 것인 x 레이 센서.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 차이가 상기 미리 정해진 값 또는 상기 표준 편차 중 상기 적어도 하나보다 큰 경우에, 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신된 것으로 결정되는 x 레이 센서.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 기준 시간은, 상기 픽셀 어레이의 리셋과 암전류로 인해 상기 임계치가 크로싱되었다는 결정 간의 경과 시간을 반복적으로 계산하는 것에 기초하는 x 레이 센서.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 기준 시간은 상기 x 레이 센서의 온도를 나타내는 x 레이 센서.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 기준 시간이 나타내는 상기 x 레이 센서의 온도가 미리 정해진 레벨을 초과하는 경우에 에러 상태를 발생시키도록 더 구성된 것인 x 레이 센서.

청구항 18

제12항에 있어서,

상기 임계치는 미리 정해진 전압 레벨이고,

상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에 저장된 미리 정해진 전하량은 다이오드에서의 전위가 상기 임계치 미만으로 강하게 하는 x 레이 센서.

청구항 19

제12항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 경과 시간과 상기 기준 시간을 이용하여 제2 비교를 수행하도록 더 구성되고,

상기 제2 비교를 수행하는 것은, 상기 경과 시간과 상기 기준 시간 간의 차이를 제1 값과 비교하는 것을 포함하고,

상기 제2 비교를 수행하는 것은 상기 차이를 제2 값과 비교하는 것과, 이전의 경과 시간과 이전의 기준 시간 간의 제2 차이를 상기 제2 값과 비교하는 것을 포함하고,

상기 제1 값 및 상기 제2 값은 고유의 미리 정해진 값들 또는 동적 값들인 x 레이 센서.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 차이가 상기 제1 값보다 큰 경우, 또는

상기 차이 및 상기 제2 차이 둘다가 상기 제2 값보다 큰 경우,

상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신된 것으로 결정되는 x 레이 센서.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 프로세서는 1) 상기 차이가 상기 제1 값보다 큰 경우에는 높은 선량율이 발생한 것으로, 2) 상기 차이 및 상기 제2 차이 둘다가 상기 제2 값보다 큰 경우에는 낮은 선량율이 발생한 것으로 결론내리도록 더 구성되고, 상기 제1 값은 상기 제2 값보다 큰 x 레이 센서.

청구항 22

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있음을 결정하고,

상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 수신된 x 레이 방사의 지속기간에 기초하여 후속 x 레이 방사 노출에 대한 적분 시간을 감소시키도록 더 구성된 것인 x 레이 센서.

청구항 23

x 레이 센서로 x 레이 방사를 자동 검출하는 방법으로서,

픽셀 어레이를 리셋하는 단계;

암전류 시간을 결정하는 단계;

상기 픽셀 어레이의 리셋 이후의 경과 시간을 측정하는 단계;

비교를 수행하는 단계; 및

상기 비교에 기초하여 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신되었음을 결정하는 단계를 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 비교를 수행하는 단계는, 상기 경과 시간과 상기 암전류 시간 간의 차이를,

미리 정해진 값, 및

상기 암전류 시간의 표준 편차와 미조정(fine tuning) 변수의 곱

중 적어도 하나와 비교하는 단계를 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 차이가 상기 미리 정해진 값 또는 상기 표준 편차 중 상기 적어도 하나보다 큰 경우에, 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신된 것으로 결정되는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 26

제23항에 있어서,

상기 암전류 시간은, 상기 픽셀 어레이의 리셋과 트리거 임계치가 크로싱되었다는 결정 간의 경과 시간을 반복적으로 계산하는 것에 기초하여 결정되는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 27

제23항에 있어서,

상기 암전류 시간은 상기 x 레이 센서의 온도를 나타내는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 암전류가 나타내는 상기 x 레이 센서의 온도가 미리 정해진 레벨을 초과하는 경우 에러 상태를 발생하는 단계를 더 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 29

제23항에 있어서,

트리거 임계치가 크로싱되었음을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 임계치는 미리 정해진 전압 레벨이고, 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에 저장된 미리 정해진 전하량은 다이오드에서의 전위가 상기 임계치 미만으로 강하하게 하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 30

제23항에 있어서,

x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있음을 결정하는 단계; 및

상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 수신된 x 레이 방사의 지속기간에 기초하여, 후속 x 레이 방사 노출에 대한 적분 시간을 감소시키는 단계

를 더 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 31

x 레이 수신 자동 검출하며, 프로세서 및 픽셀 어레이를 포함하는 x 레이 센서로서,

상기 프로세서는,

상기 픽셀 어레이를 리셋하고,

트리거 임계치가 크로싱되었음을 결정하고,

상기 픽셀 어레이의 리셋 이후의 경과 시간을 측정하고,

평균 암전류 트리거 시간을 결정하고,

상기 경과 시간과 상기 평균 암전류 트리거 시간에 기초하여 비교를 수행하고,

상기 비교에 기초하여 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신되었음을 결정하고,

x 레이 방사가 수신되었음을 결정하면, x 레이 이미지를 생성하는 데에 이용되도록 상기 픽셀 어레이로부터 데이터를 출력하도록 구성되는, x 레이 센서.

청구항 32

제31항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 경과 시간과 상기 평균 암전류 트리거 시간 간의 차이를

미리 정해진 값, 및

상기 평균 암전류 트리거 시간의 표준 편차와 미조정 변수의 곱

중 적어도 하나와 비교함으로써 상기 비교를 수행하도록 더 구성되는, x 레이 센서.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 차이가 상기 미리 정해진 값 또는 상기 표준 편차 중 상기 적어도 하나보다 큰 경우에, 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신된 것으로 결정되는 x 레이 센서.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 평균 암전류 트리거 시간은, 상기 픽셀 어레이의 리셋과 암전류로 인해 상기 임계치가 크로싱되었다는 결정 간의 경과 시간을 반복적으로 계산하는 것에 기초하는 x 레이 센서.

청구항 35

제31항에 있어서,

상기 평균 암전류 트리거 시간은 상기 x 레이 센서의 온도를 나타내는 x 레이 센서.

청구항 36

제35항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 평균 암전류 트리거 시간이 나타내는 상기 x 레이 센서의 온도가 미리 정해진 레벨을 초과하는 경우에 예러 상태를 발생시키도록 더 구성된 것인 x 레이 센서.

청구항 37

x 레이의 수신을 자동 검출하며, 프로세서 및 픽셀 어레이를 포함하는 x 레이 센서로서,

상기 프로세서는,

상기 픽셀 어레이를 리셋하고,

암전류에 기초한 트리거 임계치가 크로싱 되었음을 결정하고,

상기 픽셀 어레이의 리셋 이후의 경과 시간을 측정하고,

평균 암전류 트리거 시간을 결정하고,

상기 경과 시간과 상기 평균 암전류 트리거 시간에 기초하여 비교를 수행하고,

상기 비교에 기초하여 상기 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신되었음을 결정하고,

x 레이 방사가 수신되었음을 결정하면, 상기 픽셀 어레이로부터 데이터를 출력하도록 구성되는, x 레이 센서.

청구항 38

CMOS 픽셀 어레이를 갖는 x 레이 센서로 x 레이 방사를 자동 검출하는 방법으로서,

상기 CMOS 픽셀 어레이를 리셋하는 단계;

상기 CMOS 픽셀 어레이의 적어도 하나의 픽셀의 암전류에 기초하여 상기 CMOS 픽셀 어레이의 트리거 임계치를 조정하는 단계; 및

상기 트리거 임계치가 크로싱되는 경우 상기 CMOS 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신되었음을 결정하는 단계

를 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 39

제38항에 있어서,
 상기 압전류는 상기 x 레이 센서의 온도를 나타내는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 40

제39항에 있어서,
 상기 압전류가 나타내는 상기 x 레이 센서의 온도가 미리 정해진 레벨을 초과하는 경우 에러 상태를 발생하는 단계를 더 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 41

제38항에 있어서,
 상기 트리거 임계치는 미리 정해진 전압 레벨을 포함하고, 상기 CMOS 픽셀 어레이의 적어도 일부에 저장된 미리 정해진 전하량은 다이오드에서의 전위가 상기 트리거 임계치를 크로싱하게 하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 42

제38항에 있어서,
 x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있음을 결정하는 단계; 및
 상기 x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있다는 결정에 기초하여 상기 CMOS 픽셀 어레이의 적분 상태 (integration state)를 종료하는 단계
 를 더 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

청구항 43

x 레이 수신을 자동 검출하며, 프로세서 및 CMOS 픽셀 어레이를 포함하는 x 레이 센서로서,
 상기 프로세서는,
 상기 CMOS 픽셀 어레이를 리셋하고;
 압전류에 기초하여 상기 CMOS 픽셀 어레이의 트리거 임계치를 조정하고;
 상기 트리거 임계치를 크로싱하는 것에 기초하여 상기 CMOS 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신 되었음을 결정하고;
 x 레이 방사가 수신되었음을 결정한 후에, x 레이 이미지를 생성하는 데에 이용되도록 상기 CMOS 픽셀 어레이로부터 데이터를 출력하도록 구성되는, x 레이 센서.

청구항 44

제43항에 있어서,
 상기 트리거 임계치는 미리 정해진 전압 레벨을 포함하고, 상기 CMOS 픽셀 어레이의 적어도 일부에 저장된 미리 정해진 전하량은 다이오드에서의 전위가 상기 트리거 임계치를 크로싱하게 하는 x 레이 센서.

청구항 45

제43항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있음을 결정하고;
 상기 x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있다는 결정에 기초하여 상기 CMOS 픽셀 어레이의 적분 상태를 종료 하도록 더 구성되는, x 레이 센서.

청구항 46

제43항에 있어서,
 상기 압전류는 상기 x 레이 센서의 온도를 나타내는 x 레이 센서.

청구항 47

제46항에 있어서,
 상기 프로세서는 상기 압전류가 나타내는 상기 x 레이 센서의 온도가 미리 정해진 레벨을 초과하는 경우 에러 상태를 발생하도록 더 구성되는, x 레이 센서.

청구항 48

CMOS 픽셀 어레이를 갖는 x 레이 센서로 x 레이 방사를 자동 검출하는 방법으로서,
 상기 CMOS 픽셀 어레이를 리셋하는 단계;
 상기 CMOS 픽셀 어레이의 트리거 임계치가 크로싱되는 경우 상기 CMOS 픽셀 어레이의 적어도 일부에서 x 레이 방사가 수신되었음을 결정하는 단계;
 x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있음을 결정하는 단계; 및
 상기 x 레이 방사가 더 이상 수신되지 않고 있다는 결정에 기초하여 상기 CMOS 픽셀 어레이의 적분 상태를 종료하는 단계
 를 포함하는 x 레이 방사 자동 검출 방법.

발명의 설명

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 X 레이 이미징에 관한 것이다. 구체적으로는, 본 발명의 실시예들은 치의학에서 사용되는 X 레이 센서의 자동 트리거링에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] X 레이들은 다년간 치의학에서 치아 및 구강의 일부들을 이미징하기 위해 이용되었다. 일반적으로, 프로세스는 환자의 구강 외부에서 x 레이들을 생성하고, x 레이들을 환자의 구강에 위치한 이미지 리셉터로 향하게 한다. x 레이들은 환자의 치의학적 구조들(예를 들어 뼈 대 조직(bone versus tissue))의 상이한 부분들에 의해 상이하게 감쇠되며 이 감쇠의 차이가 이용되어 필름 상에 또는 전자 이미지 센서를 이용하는 등에 의해 이미지를 생성한다. 대부분의 경우에, x 레이 소스는 조작자에 의해 수동으로 트리거된다. 즉, 이미지의 캡처링은, 예를 들어, 스위치를 가동하는 것에 의하여 기술자 또는 다른 사람에 의해 개시된다. 필름 기반 시스템들의 경우, 필름이 x 레이 방사에 노출되자마자 이미지가 캡처링된다. 따라서, 필름을 "활성화"시킬 필요가 없다. x 레이 소스가 가동되고 x 레이가 필름에 도달하면, 이미지가 캡처링된다.

[0003] 전자 시스템들에서, 캡처링된 특정 이미지는 적어도 두 가지 인자들, 즉 x 레이 소스의 가동 및 센서의 "가동(activation)"에 의존한다. 센서의 "가동"을 구성하는 것은 사용된 센서의 유형에 기초하여 변화할 수 있지만, 대부분의 경우에 "가동"은 센서에 그 그것의 현재 이미지 데이터를 저장 또는 출력(여기에서는 "이미지 캡처"로 호칭됨)하라는 명령이 제공될 때 발생한다. 따라서, 어떤 시스템들에서는, x 레이 소스와 센서 간에 전기적인 링크가 있어, x 레이 소스가 가동될 때, (동시에 또는 거의 동시에) 이미지 캡처를 수행하기 위한 명령이 센서에 보내진다. 따라서, x 레이 방사의 버스트를 생성하고, 비교적 짧은 주기의 x 레이 노출 동안 센서에 의해 이미지가 캡처될 것이 확실하게 되는 것이 가능하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0004] 발명의 개요
- [0005] 본 발명의 실시예들은 x 레이 센서의 자동적인 트리거링을 제공한다. 자동 x 레이 센서에서, 센서는 특정의 트리거 신호가 센서에 보내질 필요없이 x 레이 소스로부터 x 레이 방사를 검출한다. 특정의 트리거 신호가 자동 x 레이 센서에 보내지지는 않지만, 센서를 가동시키거나, 센서를 장착(arm)시키고 x 레이 방사 검출을 대기하기 시작해야 함을 알리기 위한 소정의 개시 신호들이 센서에 보내질 수 있다.
- [0006] 본 발명자들은 자동 트리거링 시스템들에 관하여 많은 과제들을 인식하였다. 과제들 중 하나는 암전류 누적(dark current accumulation)에 기초한 거짓 트리거링(false triggering)에 관련된다. x 레이 센서가 x 레이 소스로부터의 x 레이 방사 검출을 대기하면, 암전류 및 다른 노이즈는 센서에 전하를 증가시키고, 결국, 센서로 하여금 x 레이 방사가 수신된 것으로 잘못 판정하게 할 수 있다. 이러한 거짓 트리거링 발생은 센서 근처의 주위 온도가 증가함에 따라 증폭되는데, 그 이유는 암전류가 온도에 따라 증가하기 때문이다.
- [0007] 자동 트리거링 시스템들과 연관된 다른 과제는 x 레이 소스와 센서 간의 정렬(alignment)에 관한 것이다. 많은 경우에, 포지셔닝 시스템 또는 메커니즘을 사용하여도, x 레이 센서들(특히, 구강에 위치한 것들(즉, 구강내(intraoral) 센서))은 종종 오정렬된다. 따라서, x 레이 센서의 일부만이 방사에 노출된다. 많은 경우, 이 부분적인 노출은 단순 임계값 기반 트리거가 이미지 캡처링을 개시하게 할 정도로 충분하지는 않다. 따라서, x 레이 기술자가 생성된 것으로 믿는 이미지들을 검토하려고 시도하여 그러한 이미지들이 생성되지 않은 것을 발견할 때까지, 오정렬은 인식되지 않을 수 있다. 그 후, 기술자는 x 레이 소스와 센서를 재정렬시키고 이미징 프로세스를 재개시시키는 노력을 할 수 있다. 그러나, 이용 가능한 이미지를 캡처하기 위해서는 수 차례 시도를 할 수도 있고 각각의 시도는 부가적인 x 레이 방사 선량(dose)에 환자를 노출시킨다. 공지되어 있는 바와 같이, 높은 x 레이 방사의 선량은 개인의 건강에 심각한 악영향을 끼칠 수 있다. 따라서, x 레이에 대한 불필요한 노출은 방지되어야 한다.
- [0008] 자동 트리거링 시스템들과 연관된 또 다른 과제는 리셉터에서 x 레이 이미지 형성을 수행하기 위해 제공되는 x 레이 선량(x-ray doses) 및 선량율(dose rates)의 비교적 큰 변동이다. 선량 및 선량율의 변동은 x 레이 소스들의 차이들을 포함하는 다수의 인자들에 의해 발생된다. x 레이 소스들은 다수의 상이한 제조자들에 의해 제조되며 그들의 설계 및 사양은 시간 경과에 따라 변경되었다. 따라서, 이들의 출력들의 강도는 변화한다. 예를 들어, 구형의 x 레이 기계들은 보통 교번하는(alternating) 선량율을 갖는 비교적 높은 x 레이 선량을 생성하는 한편, 신형 기기들은 더욱 안정된(steady) 선량율을 갖는 더 낮은 선량을 생성한다. 센서에서 수신되는 x 레이 선량 및 선량율의 변동은 또한 (환자마다의) 해부학적 구조의 변동들 및 소스로부터 환자까지의 거리의 결과이다. 공지되어 있는 바와 같이, 선량은 소스와 환자 간의 거리(d)에 d²만큼(by a factor of d²) 의존한다.

과제 해결수단

- [0009] 일 실시예에서, 본 발명은 x 레이 센서를 이용하여 x 레이 방사를 자동으로 검출하는 방법을 제공한다. 이 방법은 픽셀 어레이로부터 저장된 전하를 제거하여 픽셀 어레이를 리셋하는 단계, 및 픽셀 어레이의 리셋 후 경과 시간을 프로세서에 의해 측정하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한 프로세서가 상기 경과 시간 및 평균 암전류 트리거 시간을 이용하여 판정 동작을 실행하는 단계, 및 임계값이 크로싱(crossing)된 것을 결정하는 단계를 포함한다. 임계값이 크로싱되는 것은 픽셀 어레이의 적어도 일부에 소정의 전하량이 저장되었음을 나타낸다. 이 방법은 또한 프로세서에 의해, 상기 판정 동작에 기초하여 픽셀 어레이의 일부에서 x 레이 방사가 수신된 것을 결정하는 단계를 포함한다. x 레이 방사가 수신된 것을 결정하면, x 레이 이미지를 생성하기 위해 이용되도록 픽셀 어레이로부터 데이터가 출력된다.
- [0010] 일 실시예에서, 본 발명은 x 레이들의 수신을 자동으로 검출하는 x 레이 센서를 제공한다. x 레이 센서는 프로세서, 픽셀 어레이, 및 메모리를 포함한다. 프로세서는 픽셀 어레이로부터 저장된 전하를 제거하여 픽셀 어레이를 리셋하고 픽셀 어레이의 리셋 후 경과 시간을 측정하도록 구성된다. 프로세서는 또한 상기 경과 시간 및 평균 암전류 트리거 시간을 이용하여 판정 동작을 실행하고, 임계값이 크로싱된 것을 결정하도록 구성된다. 임계값이 크로싱되는 것은 픽셀 어레이의 적어도 일부에 소정의 전하량이 저장된 것을 나타낸다. 프로세서는 판정 동작에 기초하여 픽셀 어레이의 일부에서 x 레이 방사가 수신된 것을 결정하도록 구성된다. x 레이 방사가 수신된 것을 결정하면, 프로세서는 x 레이 이미지를 생성하는 데에 이용하기 위해 픽셀 어레이로부터 데이터를

출력하도록 구성된다.

[0011] 본 발명의 다른 양태들은 상세한 설명 및 첨부도면들을 고려하여 명백해질 것이다.

효 과

[0012] 본 발명의 실시예들은 x 레이 센서의 자동적인 트리거링을 제공한다. 자동 x 레이 센서에서, 센서는 특정의 트리거 신호가 센서에 보내질 필요없이 x 레이 소스로부터 x 레이 방사를 검출한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 어떠한 실시예들이라도 상세히 설명되기 전에, 본 발명은 본 출원 명세서에서 이하의 상세한 설명부에 기재되거나 이하의 도면들에서 도시되는 컴포넌트들의 구성 및 배열의 세부사항들에 제한되는 것은 아니라는 것이 이해되어야 한다. 본 발명은 다른 실시예들이 가능하며 다양한 방식으로 실시 또는 수행될 수 있다. 또한, 본 출원의 명세서에서 사용된 프로세서라는 용어는 마이크로컨트롤러, 프로그래머블 로직 장치(예를 들어, "FPGA(field programmable gate array)", 범용 프로세서, 특별 설계된 하드웨어(예를 들어, "ASIC(application specific integrated circuit)"), 또는 이들의 조합 중 어느 하나를 의미한다.

[0014] 도 1은 치과용 x 레이 시스템(10)을 예시한다. 이 시스템은 x 레이 소스(12)를 포함한다. 도시된 실시예에서, 소스는 기계적인 암(arm)(15)의 일 단부(13)에 위치된다. 가동시, x 레이 소스(12)는 x 레이 스트림(16)을 생성한다 (물론, x 레이들은 일반적으로 보이지 않지만, 본 발명의 이해를 촉진하기 위해 스트림의 표시가 도시됨). 어떤 응용들에서는, x 레이 스트림과 x 레이 센서를 정렬시키는 것을 돕는 기계적 포지셔닝 장치와 함께 이동식 시준기(removable collimator)가 이용된다.

[0015] 도 1에 도시된 바와 같이, x 레이 스트림이 구강내 센서(20)로 향하도록 암(15)이 (예를 들어, 조작자에 의해) 위치된다. 구강내 센서(20)는 환자(21)의 구강 내에 위치되는 것으로 도시된다. 일부 실시예들에서, 구강내 센서(20)는 x 레이 방사를 가시광으로 변환하는 신틸레이터(scintillator) 및 가시광을 전자들로 변환하는 광검출 소자들을 포함한다. 다른 실시예들에서, 센서(20)는 신틸레이터없이 x 레이들을 전자들로 변환시키도록 구성된다.

[0016] 도 2를 참조하여 가장 잘 알 수 있는 바와 같이, 센서(20)는 또한 픽셀들의 어레이(22)를 포함한다. 각각의 픽셀은 그 위에 충돌하는 x 레이 방사 또는 (신틸레이터로부터의) 광에 응답하여 전기신호를 생성한다. 일 실시예에서, 센서(20)는 픽셀들에 의해 생성된 아날로그 신호들을 디지털 신호들로 변환시키는 하나 이상의 "A/D(analog-to-digital)" 컨버터들을 포함한다. 이 신호들은 프로세서(23)(프로그래머블, 전자 마이크로프로세서, FPGA, ASIC, 또는 유사한 장치 등)에 제공된다. 어떤 실시예들에서, A/D 컨버터들은 픽셀 어레이(22)의 일부로서, 프로세서(23)의 일부로서, 또는 픽셀 어레이(22)와 프로세서(23) 간의 별개 컴포넌트들로서 구현된다. 도시된 실시예에서, 프로세서(23)는 메모리(24)(ROM 및 RAM) 및 입력-출력 인터페이스(25)에 연결된다. 센서(20)는 또한 픽셀 어레이를 구동하고, 출력을 구동하는 전원 공급을 위한 하나 이상의 전자 회로들(예를 들어, I/O 인터페이스(25)에 위치한 회로들)을 포함한다. 픽셀 어레이(22)와 컴포넌트들(23, 24, 및 25) 간의 연결들의 예시를 용이하게 하기 위해, 어레이(22)는 센서(20)의 일 부분만 커버하는 것으로 도시된다. 그러나, 대부분의 응용들에서, 어레이(22)는 일반적으로 센서(20)와 동일 공간에 있으며(coextensive) 컴포넌트들(23, 24, 및 25)은 (도 2에 도시된 것처럼) 어레이(22) 쪽보다는, 어레이(22)의 뒤에 위치된다.

[0017] 다시 도 1을 참조해보면, 센서(20)의 배선, 케이블, 또는 유사한 커넥터(27)가 센서(20)를 컴퓨터(30)에 연결시킨다. 컴퓨터(30)는 프로세서 또는 유사한 전자 장치(32), 입력/출력 인터페이스(34), 및 메모리(36)(예를 들어, RAM 및 ROM)을 포함하는 다양한 컴포넌트들을 포함한다. 특정한 일 실시예에서, 입력/출력 인터페이스(34)는 "USB(Universal Serial Bus)" 연결이며 커넥터(27)는 USB 케이블이다. 다른 실시예들에서, 센서(20)와 컴퓨터(30) 간에는 무선 연결이 이루어진다. 도 1은 센서(20)에 의해 캡처되고 컴퓨터(30)에 의해 프로세스된 이미지 데이터가 디스플레이(38)에 보내지고 이미지(40)로서 보여지는 것을 예시한다(이미지(40)는 일반적으로 x 레이 이미지가 보여지는 것보다 뚜렷하게 그려져 있다).

[0018] 도 3은 픽셀 어레이(22)의 예시적인 도면을 도시한다. 픽셀 어레이(22)는 설명을 위하여 3x3 픽셀 어레이로서 도시되지만, 픽셀 어레이(22)는 일반적으로 9개보다 많은 픽셀을 갖는다. 픽셀 어레이(22)는 픽셀(42), 리셋 스위치(44) 및 감지 스위치(45)를 포함한다. 각각의 픽셀은 리셋/감지 스위치(46), 적분 소자(integrating element)(48), 판독(read-out) 증폭기(50) 및 판독 스위치(52)를 포함한다. 적분 소자(48)는 이하 상술되는 바와 같이, x레이, 암전류(dark current) 및 노이즈에 기초한 에너지를 수신하는 것에 응답하여 전하(charge)를

적분한다. 본 명세서에서 전하란 용어를 사용함에 있어서, 폭넓게 말하자면, 전하는 적분 소자(48)에서 수신된 에너지의 양을 나타낸다. 다른 실시예에서는, 적분 소자(48)에서 수신된 에너지의 양을 나타내는 전자, 홀, 또는 아날로그나 디지털의 기타 전기 신호일 수 있다. 또한, 각각의 픽셀은 로우(row) 선택 신호(54) 및 컬럼(column) 선택 신호(56) 중 하나의 선택 신호를 수신한다. 로우 선택 라인(54)은 판독 스위치(52)를 제어한다. 각각의 적분 소자(48)에 저장된 전하는 상술된 바와 같이 로우 선택 신호(54) 및 컬럼 선택 신호(56)를 사용하여 판독되고, x레이 이미지(40)를 생성하도록 해석될 수 있다. 일부 실시예에서, 적분 소자(48)는 판독 시에 소거된다("파괴적" 판독("destructive" read)). 다른 실시예에서는, 적분 소자(48)가 판독 시에 소거되지 않는다("비파괴적" 판독(non-destructive" read)).

[0019] 픽셀 어레이(22)는 4가지의 일반적인 기능 상태, 즉, 1) 리셋 상태, 2) 검출 상태, 3) 적분 상태, 및 4) 판독 상태를 갖는다. 리셋 상태에서, 각각의 픽셀(42)의 적분 소자(48) 상에 저장된 전하는 적분 소자(48)를 기준 전압(예를 들어, 2볼트)으로 설정함으로써 제거된다. 적분 소자(48)는 리셋/감지 스위치(46) 및 리셋 스위치(44)는 닫고 감지 스위치(45) 및 판독 스위치(52)는 열어둠으로써 기준 전압으로 설정된다.

[0020] 검출 상태에서는, 적분 소자(48)를 감지 라인(47)에 접속시키도록 리셋/감지 스위치(46) 및 감지 스위치(45)는 닫고, 리셋 스위치(44) 및 판독 스위치(52)는 열어 둔다. 검출 상태에서는, 임계치가 크로싱되었는지 여부를 판정하기 위하여 x레이 방사의 수신을 나타낼 수 있는 픽셀 어레이의 총체적인 전하(collective charge)가 측정된다. 각각의 적분 소자(48)는 리셋 상태에서부터 기준 전압과 대략 동일한 전압에서 시작된다. 그 후, 전하가 x레이 에너지, 암전류 및 노이즈로부터 적분 소자(48)에서 적분되면, 적분 소자(48)에서의 전압이 감소된다. 그러므로, 임의의 적분 소자(48)에서의 전압이 감소됨에 따라, 감지 라인(47) 및 그라운드(59) 양단에서 측정된 전체 픽셀 어레이 전반에 걸친 총체적인 전압(전체 픽셀 어레이(22)가 메타 다이오드(meta diode)로서 보일 수 있기 때문에, "다이오드 전압"으로 참조됨)이 감소된다. 일부 실시예에서는, 검출 상태 동안 일부분의 픽셀(42)만이 감지 스위치(45)에 접속된다. 다른 실시예에서는, 추가적인 감지 스위치(45)가 픽셀 어레이(22)에 제공되고, 각각의 감지 스위치(45)는 특정 부분의 픽셀(42)에 접속된다. 따라서, 전체 픽셀 어레이(22) 전반에 걸쳐 감지하는 것과는 반대로, 특정 부분의 픽셀(42)이 전압 임계치를 크로싱한 것으로 감지될 수 있다.

[0021] 적분 상태에서는, 모든 스위치(44, 45, 46 및 52)가 열린다. 픽셀 어레이(22)는 x레이 방사뿐만 아니라 바람직하지 않은 노이즈 성분(예를 들어, 암전류)에 의해 생성된 차지도 적분한다.

[0022] 판독 상태에서는, 신호가 컬럼 선택 라인(56)(j, j+1 또는 j+2 중 어느 것)에 제공된다. 또한, 신호는 로우 선택 라인(54)(i, i+1 또는 i+2 중 어느 것)을 따라 특정 로우의 픽셀에 제공된다. 이에 응답하여, 선택된 로우의 픽셀의 판독 스위치가 닫힌다. 그 로우의 픽셀의 적분 소자(48) 상에 저장된 전하는 출력 경로(57)를 따라 출력된다. 특정 컬럼 선택 라인(56)에 제공된 표시(indication)는 출력 경로(57) 중 하나의 출력 경로를 선택하도록 기능하고, 선택된 출력 경로(57)를 따라 출력된 전하로 하여금 A/D 컨버터(58)에 입력되게 할 수 있다. A/D 컨버터(58)는 픽셀로부터 수신된 아날로그 신호를 변환하여, 프로세서(23)에 디지털 신호를 출력한다. 적절한 로우 선택 라인(54) 및 컬럼 선택 라인(56)에 신호를 제공하는 것을 통해 각각의 픽셀(42)에 대해 이 프로세스를 반복함으로써, 전체 픽셀 어레이(22)가 판독된다.

[0023] 일부 실시예에서는, 복수의 픽셀이 병렬로 판독된다. 예를 들어, 일부 실시예에서는, A/D 컨버터(58)가 픽셀(42)로부터의 복수의 아날로그 신호를 디지털 신호로 동시에 변환하고, 멀티-비트(multi-bit) 버스를 따라 디지털 신호를 프로세서(23)로 전달(forwarding)한다. 다른 실시예에서는, 단일의 A/D 컨버터(58)와는 반대로, 개별적인 픽셀 A/D 컨버터가 각각의 픽셀 내에 제공된다. 일부 실시예에서는, 적분 소자(48) 상에 적분된 전하가 각각의 적분 소자 양단에 저장된 전압을 (감소시키기 보다는 오히려) 증가시킨다. 본 실시예에서, 리셋 신호는 각각의 적분 소자(48) 양단에 걸친 전압을 그라운드로 설정되게 함으로써 각각의 적분 소자(48) 상에 저장된 전하를 제거한다. 또한, 픽셀 어레이가 x레이 방사, 암전류 및 기타 노이즈에 노출됨에 따라, 다이오드 전압은 감소되기보다는 오히려 증가된다. 따라서, 임계치 전압은 리셋 값을 넘는 값으로 설정되고, 다이오드 전압이 임계치를 넘는 수준으로 증가하면 크로싱된다.

[0024] 도 4는 소스(12)가 x레이 스트림(16)을 방출하는 것, 센서(20)가 x레이 스트림을 검출하는 것, 및 프로세서(23)에 의해 이미지를 캡처하는 것에 대한 시간 흐름도(80)를 도시한다. 시간(82) 전에, 픽셀 어레이(22)는 리셋 상태와 검출 상태 사이를 반복적으로 스위칭함으로써 준비된다. 시간(82)에서, 소스(12)는 x레이 스트림(16)을 방출하기 시작한다. 시간(84)에서, 센서(20)는 x레이 스트림(16)을 검출하고, 그 x레이 스트림(16)에 응답하여 생성된 전하를 적분하기 시작한다. 시간(86)에서, 소스(12)로부터 방출된 x레이 방사가 완료되었다. 시간(86)과 시간(88) 사이에서, 픽셀 어레이(22)는 적분 상태로 유지된다. 일부 실시예에서, 시간(86)과 시간(88) 사

이의 적분 시간은 손실된 x레이 정보로 되는 때 이른 판독(early readout)을 회피하기 위하여 포함된다. 시간(88)에서, 픽셀 어레이(22)에서 적분된 전하는 프로세서(23)에 의해 판독되고, 일부 실시예에서는, 메모리(24)에 저장된다. 일 실시예에서, 시간(82)과 시간(84) 사이의 기간은 1 내지 6밀리초의 범위 내에 있고, 시간(84)과 시간(86) 사이의 기간은 20 내지 600밀리초의 범위 내에 있고, 시간(86)과 시간(88) 사이의 기간은 약 20 초(200 hundred milliseconds)이고, 시간(88)과 픽셀 판독의 끝 부분 사이의 기간은 대략 1초이다. 일반적으로, 시간(84)과 시간(88) 사이의 적분 기간은 소스(12)가 x레이 방사를 방출하는 시간 길이보다 길게 설정된다. 그러나, 일부 실시예에서는, 센서(20)가 x레이 방사선의 끝부분을 검출하기 위한 회로 또는 소프트웨어를 제공하여, 시간(88)에서 시작되는 판독 동작이 시간(86)에 앞서, 또한 x레이 방사의 끝 부분에 좀더 가까이에서 발생된다.

[0025] 픽셀 어레이(22)의 픽셀에서 수신되는 신호는 2개의 주된 부분, 즉 배경 신호(background signal) 및, 입사하는 x레이 방사의 결과로서 생성되는 신호를 포함한다. 배경 신호는 대부분 1) 암전류, 2) 다른 파라미터 및 3) 노이즈의 결과이다. 픽셀 어레이(22) 상의 신호의 합이 트리거링 임계치 수준을 크로스하면, 센서(20)는 x레이를 검출하거나, 후술되는 바와 같이, x레이가 수신되었는지 여부를 판정하기 위한 추가적인 단계를 수행한다.

[0026] 도 5는 픽셀 어레이(22)의 단일의 픽셀(u, v)에 의해 출력되는 신호 및 x레이 누적(x-ray accumulation)의 모델(90)을 도시한다. 픽셀 상에 구축되는 전하는 3개의 성분, 즉 1) 신틸레이터(scintillator) 또는 유사한 장치에 의해 광으로 변환되었을 수 있는, 소스(12)로부터의 x레이 신호(92), 2) 여러 가지 소스로부터의 랜덤 노이즈(94), 및 3) 암전류(96)를 포함한다. 3개의 성분은 픽셀에서 적분되는데, 그 기능은 적분기(98)에서 나타난다. 적분기(98)는 도 3의 적분 소자(48)로서 도시된다. 블록(100)에서, 일 실시예에서의 CMOS 장치인 픽셀은 적분된 전하를 전압으로 변환한다. 블록(100)은 도 3의 판독 증폭기(50)로서 도시된다. 그 후, 단계(104 및 106)에서, 픽셀 어레이(22)의 컬럼을 판독한 다음에 픽셀 어레이(22)의 로우를 판독하는 것에 의해 픽셀의 판독이 발생된다. 다르게는, 컬럼의 판독 전에 로우가 판독된다. 컬럼-로우 순서에 관계없이, 픽셀 어레이(22)의 판독된 전압은 픽셀 어레이 내부에 또는 픽셀 어레이(22) 외부에 있을 수 있는 A/D 컨버터(108)에 의해 변환된다. A/D 컨버터(108)는 도 3의 A/D 컨버터(58)로서 도시된다. 블록(102a-c)은 픽셀 어레이가 또한 랜덤 노이즈를 받을 수는 있지만, 그 효과는 정상적으로 무시할 수 있음을 나타낸다. 이득은 A/D(108) 앞, A/D(108) 내 또는 디지털적으로 A/D(108) 후 중 어느 때에 신호에 추가될 수 있다.

[0027] 도 6은 반도체 이미징 분야에서 알려진 바와 같은 암전류에 대한 온도의 영향을 도시한다. 센서(20)의 픽셀 어레이(22)의 온도가 (특정 부분상에서 또는 전역적으로) 증가되면, 암전류가 증가된다. 예를 들어, 암전류는 대략 7-11°C마다 두배로 된다. 픽셀 어레이(22)의 온도는, 예를 들면, 구강 내 x레이를 위하여 환자의 입 안에 배치되면 증가되고, 햇빛에 노출되면 증가되고, 또는 (알콜과 같은) 살균제(disinfectant)에 노출되면 감소된다. 암전류는, 만약 누적될 수 있다면, 결국에는 픽셀 어레이(22)의 트리거링 임계치가 크로스되게 하고, 어떠한 x레이도 수신되지 않은 경우에 이미지 캡처를 트리거링하게 한다.

[0028] 도 7 및 도 8은 암전류의 누적이 픽셀 어레이(22)를 거짓으로 트리거링하는 것을 방지하는 프로세스(150) 및 고정된 리셋 타이밍도(151a 및 151b)를 도시한다. 프로세스는 단계(152)에서 시작되어, 리셋 단계(154)로 진행된다. 리셋 단계(154)에서, 변수 "t"가 0으로 리셋되고, 픽셀 어레이(22)가 리셋된다. 픽셀 어레이(22)를 리셋하기 위하여, 도 3을 참조하여 상술한 바와 같이 전하가 각각의 픽셀에서 배출된다(drained). 리셋 후에, 전하는 암전류 또는 x레이 스트림(16)과 같은 소스로부터 누적되기 시작한다. 단계(156)에서, 프로세스는 변수 t가 미리 정해진 "리셋 시간"과 동일한지 여부를 판정한다. 변수 t가 리셋 시간과 동일하지 않으면, 프로세스는 단계(158)로 진행된다. 단계(158)에서, 프로세스는 픽셀 어레이(22)에 누적된 전하가 트리거링 임계치를 초과하였는지 여부를 판정한다. 초과하지 않았다면, 프로세스는 변수 t가 1씩(즉, t=t+1) 증가되는 단계(160)로 진행된다.

[0029] 단계(160) 이후, 프로세스는 단계(156)로 되돌아가고, 다시 변수 t가 리셋 시간과 동일한지 여부를 판정한다. 미리 정해진 양의 시간(리셋 시간)에 걸쳐 어떠한 x레이 스트림(16)도 픽셀 어레이(22)에 의해 수신되지 않았으면, 프로세스 단계(156-160)는 단계(156)에서 t가 리셋 시간과 동일하게 되도록 충분한 시간동안 반복될 것이다. 그리고, 프로세스는 리셋 단계(154)로 진행되고, 픽셀 어레이(22)는 암전류 전하가 픽셀 어레이(22)로부터 제거되도록 리셋된다. 프로세스는 x레이 스트림(16)의 수신을 기다리기 위하여 단계(156-160)로 되돌아간다. 예시적인 리셋 시간은 대략 1밀리초일 수 있다. 리셋 시간은 센서(20)의 제조 동안에 또는 센서(20)의 설치(설치는 센서가 사용자의 컴퓨터(30)에 접속될 때 발생됨) 전의 다른 시간에 프로세서(23)에 저장될 수 있다. 일부 실시예에서, 리셋 시간은 상이한 x레이 선량(dose)을 수용하도록, 또한 센서(20)의 노화 및/또는 사용을

고려하도록 실제 사용시에 갱신된다.

- [0030] 단계(158)에서, 픽셀 어레이(22)에 누적된 전하가 트리거링 임계치를 초과하면, 프로세스(150)는 x-레이 스트림(16)이 픽셀 어레이(22)에 의해 수신되었음을 판정한다. 그 후, 단계(162)에서, 픽셀 어레이(22)는 프로세서(23)에 의해 판독되고, 단계(164)에서, 컴퓨터(30)로 출력된다.
- [0031] 도 8은 (리셋 단계(154) 동안 픽셀 어레이(22)로 송신된) 리셋 신호(181) 및 픽셀 어레이(22) 내의 전하 누적에 대한 타이밍도(151a 및 151b)을 도시한다. 픽셀 어레이(22) 내에 전하가 누적됨에 따라, 다이오드 전압(182)은 초기 값에서 하락한다. 타이밍도(151a)에서 나타나는 바와 같이, 리셋 시간이 경과한 후에(단계(156)에서 $t =$ 리셋 시간), 어떤 x-레이 스트림(16)도 픽셀 어레이에 의해 수신되지 않았다고 가정하면, 리셋 신호가 펄싱(pulsing)되고 픽셀 어레이(22)가 리셋된다. 그러나, x-레이 스트림(16)이 수신되면, 타이밍도(151b)에 나타나는 바와 같이, 다이오드 전압은 더 빨리 하강하여 임계 전압(183) 아래로 크로스될 것이며, x-레이 스트림(16)이 검출될 것이다(단계 158). 도 8에 나타난 실시예에서, 300 마이크로초의 리셋 시간, 0.5V의 임계 전압(183), 및 2V의 초기 전압이 사용된다. 다른 실시예에서, 상이한 값들이 사용될 수 있다.
- [0032] 몇몇 실시예에서는 도 7의 고정 타이밍 프로세스가 작용하지만, 더 적응가능한 기술들이 채용될 수 있다. 선택된 리셋 시간이 너무 길면, 암전류가 누적되고, 어떤 x-레이 스트림도 수신되지 않았을 때에 이미지 캡처를 트리거할 것이다. 선택된 리셋 시간이 너무 짧으면, x-레이 방사의 수신을 표시(signify)하기에 충분하지 못한 전하가 픽셀 어레이(22) 상에 적분될 수 있을 것이다. 따라서, 트리거 임계치가 크로스되지 못하고 x-레이 스트림(16)이 검출되지 못할 것이다. 게다가, 리셋 시간은 동작 동안 서로 다른 환경 설정들에 대해 자동으로 조정될 수 없다. 예를 들어, 도 6에 도시된 바와 같이, 암전류는 온도에 크게 의존한다. 온도 변동에 대한 잠재성은 적절한 리셋 시간을 선택하는 것을 더 어렵게 한다. 또한, 제1 설정에 적절한 리셋 시간은 제2 설정에는 적절하지 못할 수 있다. 또 하나의 문제는, 소스(12), 소스(12)와 센서(20) 간의 거리, 및 소스(12)와 센서(20)의 정렬에 따라 상이한 방사량이 방출될 수 있다는 것이다. 그렇기 때문에, 리셋 시간은 누적된 암전류에 의한 거짓 트리거(false trigger)를 피하기에 충분히 짧아야 하며, 낮은 선량의 x-레이 방사를 누적하기에 충분히 길어야 한다.
- [0033] 도 9 및 도 10은 이들 문제점을 다루는 적응가능한 타이밍 프로세스(250)를 도시한다(도 10은 이하에서 설명되는 타이밍도(251)을 도시함). 도 9의 프로세스(250)는 단계(252)에서 시작하고, 리셋 단계(254)로 진행한다. 리셋 단계(254)에서, 변수 i 는 0으로 리셋되고 픽셀 어레이(22)는 리셋 신호(256)를 펄싱함으로써 리셋된다. 리셋 단계 이후에, 센서는 다이오드 전압(258)이 단계(262)에서 트리거 임계치(260)를 크로스할 때까지 암전류를 누적하는 것이 허용된다. 카운터가 리셋 단계(254)와, 암전류가 트리거 임계치(260)가 크로스되게 하는 것 사이의 클럭 펄스들(264)의 개수를 카운트하고, $t_0 =$ 클럭 펄스들(264)의 개수로 설정한다. 이 t_0 값은 초기의 암전류 트리거 시간이다. t_i 값들은 또한 "시계열(time series)"라고도 불린다.
- [0034] 프로세스(250)는 리셋 신호(256)를 펄싱함으로써 픽셀 어레이가 다시 리셋되고 $i=i+1$ 이 되는 단계(266)로 진행한다. 단계(268)에서, 프로세스(250)는 트리거 값(270)이 논리적 하이(high)로 변경되었는지의 여부를 결정함으로써 트리거 임계치가 크로스되었는지의 여부를 판정한다. 단계(268)는 트리거 값(270)이 논리적 하이로 변경될 때까지 반복된다. 트리거 값(270)이 논리적 하이로 될 때, 단계(272)는 $t_i =$ 리셋 단계(266) 이후에 경과한 클럭 펄스들(264)의 개수로 설정한다. 단계(276)에서, $T_{AVG}(i=0$ 내지 1의 t_i 의 이동 평균)가 계산된다. 또한, 시간 $i=0$ 내지 1의 T_{AVG} 의 표준 편차가 단계(276)에서 계산된다. T_{AVG} 는 평균 암전류 트리거 시간을 나타낸다. 평균 암전류 트리거 시간은 픽셀 어레이(22)의 리셋과, 다이오드 전압이 암전류로 인해 임계치(260)를 크로스하는 것 사이의 평균 경과 시간이다. 몇몇 실시예에서, T_{AVG} 는 단순히 t_{i-1} 과 동일하게 설정되거나, 이전의 t_i 값들(예를 들어, $i=i-20$ 내지 i 의 t_i) 중 오직 최대 수에 대한 t_i 의 이동 평균이다.
- [0035] 이후, 단계(278)에서, $T_{AVG}-t_i$ 는 T_{AVG} 의 표준 편차의 배수와 비교된다. $T_{AVG}-t_i$ 가 T_{AVG} 의 표준 편차의 n 배보다 크면, x-레이가 검출된다. 미조정(fine tuning) 변수 " n "의 값은 검출 프로세스를 조정하도록 선택된다. 몇몇 실시예에서는, $0 < n < 1$ 인데, 이것은 T_{AVG} 로부터의 작은 변화들은 결국 x-레이 검출을 초래할 것임을 의미한다. 다른 실시예에서는, $n > 1$ 이고, T_{AVG} 로부터의 큰 변화들만이 x-레이 검출을 초래할 것이다. 또 다른 실시예에서는, $n=1$ 이고, 표준 편차보다 큰 T_{AVG} 로부터의 임의의 변화는 x-레이 검출을 초래할 것이다. x-레이의 검출 시에, 프로세스(250)는 프로세서(23)에 의해 픽셀 어레이(22)가 판독되는 단계(280)로 진행하고, 단계(282)에서, 컴퓨터

(30)에 출력한다. 그러나, 단계(278)에서, $t_i - T_{AVG}$ 가 n 과 T_{AVG} 의 표준 편차의 곱보다 작은 경우, 프로세스는 단계(266)로 되돌아가서 픽셀 어레이를 리셋하고 $i=i+1$ 로 설정한다.

[0036] 몇몇 실시예에서, 단계(278)의 비교는 단순히, T_{AVG} 와 t_i 의 차이를 미리 정해진 값(예를 들어, 0, 1, 2 등)과 비교하는 것이다. T_{AVG} 와 t_i 간의 차이가 미리 정해진 값보다 크면, 방법(250)은 센서(20)에서 x-레이가 수신되었다고 판정할 것이다.

[0037] 다른 실시예에서, 단계(276)는 복수의 하위-단계들(도시되지 않음)로 대체되고, 각각의 하위-단계는 T_{AVG} 와 t_i 의 차이와, 고유의 미리 정해진 값(예를 들어, 0, 1, 2 등) 또는 동적 값(표준 편차)의 비교를 포함한다. 복수의 비교를 이용하는 것은, 프로세스(250)가 1) 높은 선량율의 단기간의 x-레이 노출 및 2) 낮은 선량율의 장기간의 x-레이 노출 둘 다를 검출할 수 있게 해준다. 높은 선량율의 단기간 노출을 검출하기 위해, 하나의 하위-단계는 가장 최근의 t_i 값들에만 초점을 두는 검출 알고리즘을 포함할 수 있다. 낮은 선량율의 장기간 노출을 검출하기 위해, 다른 하위-단계는 더 긴 시간 기간 동안 t_i 값들을 분석하는 검출 알고리즘을 포함할 수 있다. 하위-단계들은 병렬로 실행되며, 임의의 하위-단계가 x-레이가 검출되었음을 나타내면, 프로세스(250)는 단계(280)로 진행된다. 예를 들어, 변수 X 가 변수 Y 보다 더 큰 경우, 높은 선량율의 단기간 노출을 검출하기 위한 제1 하위-단계는 T_{AVG} 와 t_i 의 차이가 X 보다 더 큰 경우 x-레이를 검출할 수 있다. 낮은 선량율의 장기간 노출을 검출하기 위한 제2 하위-단계는 T_{AVG} 와 t_i , T_{AVG} 와 t_{i-1} , T_{AVG} 와 t_{i-2} , T_{AVG} 와 t_{i-3} 및 T_{AVG} 와 t_{i-4} 의 차이들이 모두 Y 보다 큰 경우, x-레이를 검출할 수 있다. X 와 Y 는 미리 정해진 정적 값일 수도 있고, 또는 T_{AVG} 의 표준 편차와 같은 동적 값에 부분적으로 기초하지만 서로 다른 미조정 변수들 n 을 이용하는 것일 수도 있다. 제3 하위-단계는 단순히, t_i 와 t_{i-1} 간의 차이가 변수 Z 보다 크다고 판정함으로써 x-레이를 나타낼 수 있다. 이러한 제3 하위-단계에서, 변수 Z 는 그것이 단지 노이즈에 의해 야기된 임의의 있음직한 변화보다 더 크도록 상대적으로 커야 한다.

[0038] 몇몇 실시예에서, 단계(262 및 268)는 시간아웃 제한을 갖는데, 이에 의해, 센서(20)는, 임계치(260)가 크로싱되지 않은 경우 미리 정해진 시간량 이후에 시간아웃 신호를 생성할 것이다. 따라서, 시간아웃 제한은, 임계치(260)가 크로싱되지 못하게 에러가 막을 때 센서(20)가 무한 시간량 동안 기다리는 것을 방지한다.

[0039] 몇몇 실시예에서, T_{AVG} 또는 t_i 값은 프로세서(23)에 의해 센서(20)가 (직사 일광에의 노출로부터) 과열된 것을 나타내는 표시로서 사용된다. 예를 들어, 암전류가 다이오드 전압이 임계치(260)를 크로싱하게 하는 일회의 경우에, 또는 그것의 미리 정해진 횟수의 반복에 걸쳐 T_{AVG} 가 너무 낮으면, 프로세서(23)는 센서(20)가 과열되었다고 결론을 내린다. 센서(20)가 과열되었음을 검출할 때, 적절한 경고 신호, 경보 또는 다른 정보가 사용자에게 제공된다.

[0040] 이제 도 10을 참조하면, 타이밍도(251)은 다이오드 전압(258)이 트리거 임계치(260)를 크로싱하였음을 나타내는 트리거 값(270)을 포함한다. 시간은 예를 들어, 클럭 펄스들(264)을 카운팅함으로써 측정된다. 이어서, 변수 t_i 는 프로세스(250)에 대하여 설명된 바와 같이, 카운팅된 클럭 펄스들의 개수로 설정된다. 리셋 신호(256)는 픽셀 어레이(22)를 리셋하고 다이오드 전압(258)을 리셋하기 위해 펄싱된다. 도 10에 도시된 실시예에서는, 0.5V의 트리거 임계치(260) 및 2V의 초기 다이오드 전압(258)이 사용된다. 다른 실시예에서는, 상이한 값들이 사용된다.

[0041] 프로세서(250)의 몇몇 실시예들에서, 센서(20)는 장착된 상태(armed state) 또는 비장착된 상태(disarmed state)에 있도록 구성된다. 센서(20)가 비장착된 상태로 있을 때, 프로세서(250)는 단계(278)에서의 판정이 항상 거짓인 것으로 결정되며, T_{AVG} , t_i , n 및 T_{AVG} 의 표준 편차의 값에 무관하게 프로세스가 단계(266)으로 복귀된다는 점을 제외하고는 정상적으로 진행된다. 센서(20)가 장착된 때, 단계(278)에서의 판정은 정상적으로 실행된다 ($T_{AVG} - t_i$ 가 조정 변수 n 과 T_{AVG} 의 표준 편차의 곱보다 크면, 프로세스는 단계(280)로 진행함). 그러나, 센서(20)가 비장착되었던 동안 계산된 값들은 장착 상태에서 계속 사용된다.

[0042] 몇몇 실시예들에서, 픽셀 어레이(22)로부터의 데이터 출력에 일정한 이득 레벨이 적용된다. 이득 레벨은 다이오드 전압(258)의 변화율(259)을 변경한다(도 10 참조). 예를 들어, 더 높은 이득 레벨은 임계 전압(260)의 크로싱을 유발하기 위해 적분 소자(48)에서의 더 적은 전하 적분이 필요하도록 변화율(259)을 증가시킬 것이다. 반면에, 더 낮은 이득 레벨은, 임계 전압(260)의 크로싱을 유발하기 위해 적분 소자(48)에서의 더 많은 전하 적

본이 필요하도록 변화율(259)을 증가시킬 것이다. 몇몇 실시예들에서, 이득 레벨은 t_i 레벨에 기초하여 변경된다. 예를 들어, t_i 레벨이 너무 짧으면, 이득 레벨이 감소하여 평균 암전류 시간을 증가시킬 수 있다. 일반적으로, 결과는 x 레이가 센서에서 수신될 때 T_{AVG} (평균 암전류 시간)와 t_i 값 간의 더 큰 차이를 포함할 것이다. t_i 레벨이 너무 긴 경우, 전하에 연관된 충분한 x 레이이 적분되어 낮은 노이즈의 x 레이 이미지를 생성하도록 이득 레벨이 증가될 수 있다.

[0043] 몇몇 실시예들에서, 프로세스(250)에서 계산된 평균 암전류 트리거 시간은 센서(20)가 동작하는 온도를 추정하기 위해 프로세서(23)에 의해 이용된다. 계산된 온도는, 다른 이유들 중에서도, 센서(20)의 온도 레코드를 생성하고, 사용자에게 센서(20)가 허용가능한 온도 범위 밖의 온도에서 동작하고 있음을 경고하기 위해 사용될 수 있다. 온도 레코드는 센서(20)에 가해지는 열적 스트레스(예를 들어, 센서에 살균제를 분사하는 것에 의해 유발되는 스트레스)를 확인하기 위해서, 또는 다른 유지보수 분석을 위해 이용된다. 또한 계산된 온도는 센서의 오프셋 이미지를 스케일링하거나, 센서(20)의 오프셋 이미지를 예측하거나, 둘다를 행하기 위해 사용될 수 있다.

[0044] 다른 실시예들에서, 픽셀 어레이(22)에 대한 원하는 적분 시간이 픽셀 어레이(22)의 리셋과 (방법(250)에 의해 결정된) 픽셀 어레이(22)에서의 x 레이의 수신 간의 시간 t_i 를 분석함으로써 추정된다. 시간 t_i 는 선량율을 추정하기 위해 분석된다. t_i 가 짧을수록 임계치가 크로싱되는 데에 소요되는 시간량이 감소되므로 추정된 선량율이 높아진다. 추정된 선량율이 결정되고 나면, 적분 시간(즉, 도 4의 시간(84)과 시간(88) 사이의 시간)은 적절하게 조정될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(23)가 높은 선량율을 추정하면, 더 짧은 적분 시간이 이용된다. 프로세서가 낮은 선량율을 추정하면, 더 긴 적분 시간이 이용된다. 정확하게 추정된 선량율에 기초하여 적분 시간을 조정하면, 긴 적분 시간으로부터 픽셀 어레이(22)의 암전류가 더 적어지면서도, x 레이 신호의 적분을 지나치게 조기에 컷오프하는 짧은 적분 시간을 방지한다.

[0045] 프로세스(150 및 250)는 전체 픽셀 어레이(22)에 걸친 누적 전하에 기초한 검출 프로세스를 이용한다. 전체 픽셀 어레이 상의 전하를 측정하는 것이 몇몇 상황에서는 적합한 검출을 제공하지만, x 레이 필드가 전체 픽셀 어레이(22)를 커버하지 않는 경우에는 누적 전하 적분의 레벨이 변경된다. x 레이 필드가 전체 픽셀 어레이(22)를 커버하지 않는 경우("콘 컷(cone cut)"이라고도 함), x 레이로 인한 적분량은 커버되지 않은 픽셀 어레이(22)의 부분에 비례하여 감소되지만, 암전류의 효과는 여전히 전체 픽셀 어레이(22)에 걸쳐 적분된다. 따라서, x 레이 소스가 픽셀 어레이(22)에 적절하게 정렬되지 않으면, x 레이 검출되지 않을 수도 있다. 예를 들어, 도 11a에서, x 레이 소스(12)는 적절하게 정렬되고, 픽셀 어레이(22)는 완전히 x 레이 스트림(16)의 씨클(400) 내에 있다. 그러나, 도 11b 및 도 11c에서, x 레이 스트림(16)의 씨클(400)은 전체 픽셀 어레이(22)에 도달하지 않는다. 오히려, 픽셀 어레이(22)의 일부만이 x 레이 방사를 수신한다. 전체 픽셀 어레이(22)보다 적은 부분이 x 레이 방사를 수신하는 경우에는, (예를 들어 도 11a에 도시된 것과 같이) 전체 픽셀 어레이가 씨클(400) 내에 있었던 경우보다 더 적은 전하량이 축적될 것이다. 따라서, 도 11b 및 도 11c에서, 트리거 임계치는 x 레이 방사의 수신에도 불구하고 크로싱되지 않을 수 있다.

[0046] 몇몇 실시예들에서, 오정렬된 x 레이 소스를 고려하기 위해, 검출 프로세스(150 및 250)는 픽셀 어레이(22)의 복수의 섹션을 독립적으로 모니터링한다. 예를 들어, 도 11a 내지 도 11c의 픽셀 어레이(22)는 14개의 섹션을 포함하며, 그 중 4개의 섹션이 예시를 위하여 402, 404, 406, 408로 표시되었다. 따라서, x 레이 섹션들 중 어느 것에서라도 검출되면, 프로세스는 전체 픽셀 어레이(22)에 대해 x 레이 검출할 것이고, 이미지 캡처가 발생할 것이다. 따라서, 자동 검출 프로세스는 오정렬된 x 레이 소스(12) 및 센서(20)를 고려한다.

[0047] 몇몇 실시예들에서, 독립적으로 모니터링되고 있는 픽셀 어레이(22)의 복수의 섹션 중 하나 이상은 x 레이 검출 후에 검출 모드로 유지되는 한편, 픽셀 어레이(22)의 나머지 섹션들은 적분 모드로 스위칭된다. 검출 모드로 유지되는 몇몇 섹션에 의해 제공되는 정보는 1) 거짓인 트리거가 발생하지 않았음을 확인하고, 2) A/C x 레이 펄스 패턴을 검출하고, 3) 픽셀 어레이(22)에서 수신된 x 레이 방사의 끝을 검출하는 데에 사용될 수 있다. 앞에서 논의된 바와 같이, x 레이 방사의 끝을 검출하는 것은 픽셀 어레이(22)의 적분의 지속시간을 x 레이 노출의 지속시간에 더 가깝게 맞추는(tailoring) 데에 사용될 수 있다. 적분의 지속시간을 더 가깝게 맞추는 것은 시간(84)과 시간(88) 사이의 기간을 감소시켜 x 레이 노출의 지속시간을 더 가깝게 매칭시킨다.

[0048] 위에서 설명된 검출 프로세스는 인간 치과의학에 관한 것이지만, 몇몇 실시예들에서 프로세스는 수의학 응용; 비치의학 응용; 및 무생물 객체의 이미징을 위해 의도된 x 레이 센서에서 사용된다. 또한, 몇몇 실시예들에서, 센서(20)의 프로세서(23) 및 메모리(24), 또는 그들의 관련 기능은 컴퓨터(30)에 상주하거나 컴퓨터 내에서 실행

행된다.

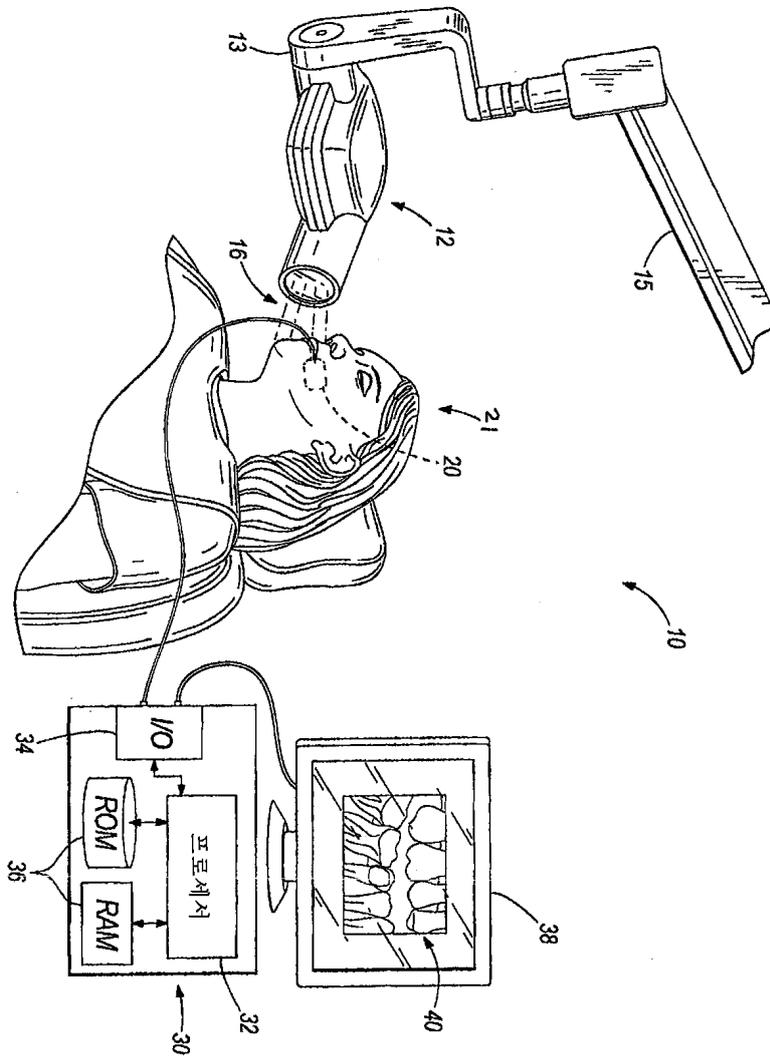
- [0049] 타이밍도 및 프로세스가 예를 들어 논리적 하이 및 논리적 로우와 같은 특정한 논리적 상태로 설명되었지만, 본 발명의 실시예들은 유사한 이벤트들을 시그널링하기 위해 다른 신호 적응을 이용하는 것을 예상한다. 예를 들어, 트리거값(270)은 도 10에서 다이오드 전압(258)이 트리거 임계치(260)를 크로싱하면 논리적 하이로 된다. 그러나, 몇몇 실시예들에서, 트리거값(270)은 트리거 임계치(260)가 크로싱되었음을 나타내기 위해 논리적 로우로 된다.
- [0050] 이와 같이, 본 발명은 다른 것들 중에서도 특히 x 레이의 자동 검출을 위한 시스템 및 방법을 제공한다. 본 발명의 다양한 특징 및 이점들은 이하의 특허청구범위에 제시된다.

도면의 간단한 설명

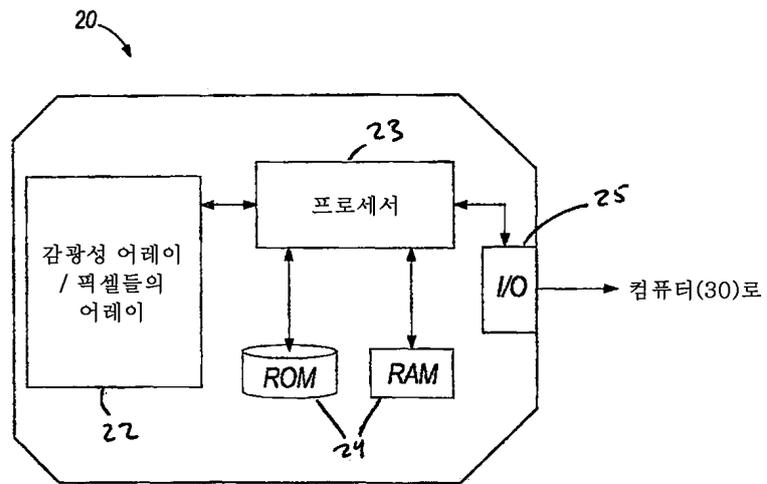
- [0051] 도 1은 x 레이 소스, 환자의 구강에 위치한 구강내 센서, 및 구강내 센서에 연결된 컴퓨터를 포함하는 치과 x 레이 시스템을 도시하는 도면.
- [0052] 도 2는 구강내 센서를 도시하는 도면.
- [0053] 도 3은 본 발명의 일부 실시예들에 따른 픽셀 어레이의 회로도를 도시하는 도면.
- [0054] 도 4는 픽셀 어레이 상의 x 레이 노출의 타이밍도를 도시하는 도면.
- [0055] 도 5는 픽셀에 의한 출력 및 x 레이 누적의 흐름도를 도시하는 도면.
- [0056] 도 6은 온도에 대한 암전류의 그래프를 도시하는 도면.
- [0057] 도 7은 x 레이 방사를 자동으로 검출하는 프로세스를 도시하는 도면.
- [0058] 도 8은 고정된 리셋 타이밍도들을 도시하는 도면.
- [0059] 도 9는 x 레이 방사를 자동으로 검출하는 프로세스를 도시하는 도면.
- [0060] 도 10은 완전 적응성 리셋 타이밍도를 도시하는 도면.
- [0061] 도 11a 내지 도 11c는 x 레이 방사를 수신하는 센서를 도시하는 도면.
- [0062] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0063] 32 : 프로세서
- [0064] 58 : A/D 컨버터
- [0065] 181, 256 : 리셋
- [0066] 182, 258 : 다이오드 전압
- [0067] 183, 260 : 임계치 레벨
- [0068] 270 : 트리거
- [0069] 264 : 클릭

도면

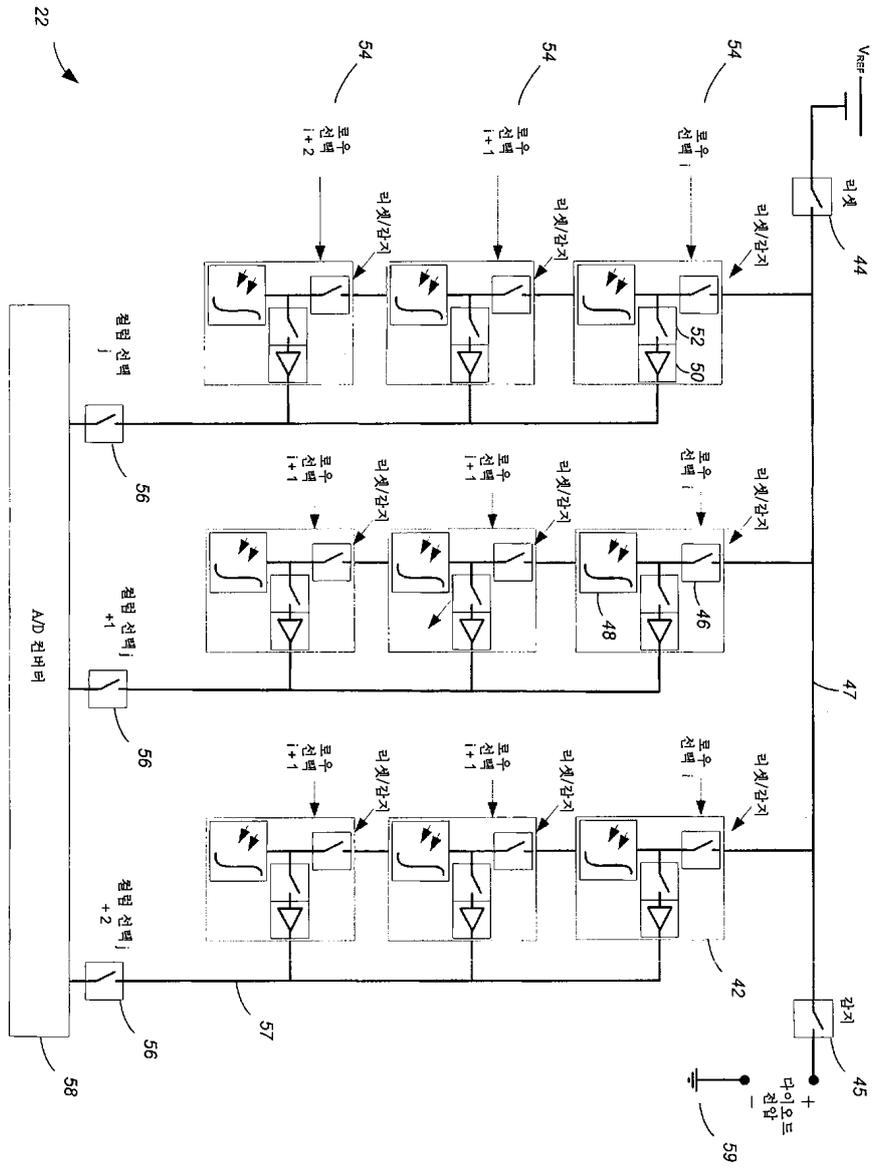
도면1



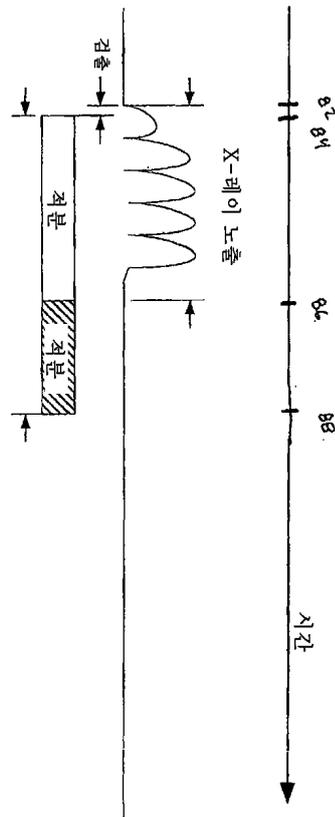
도면2



도면3

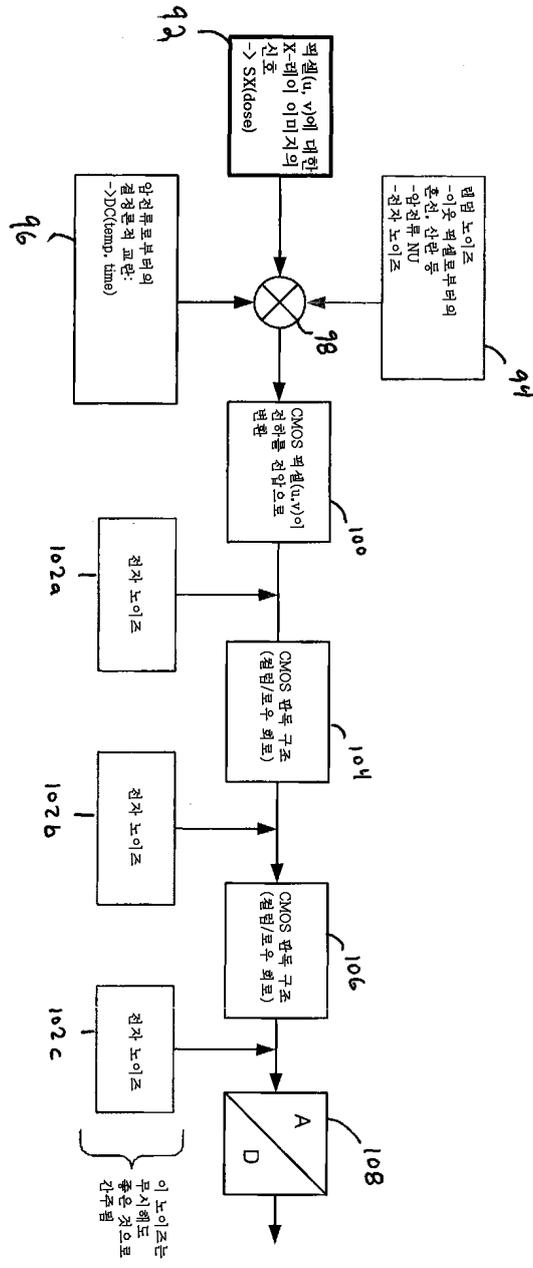


도면4



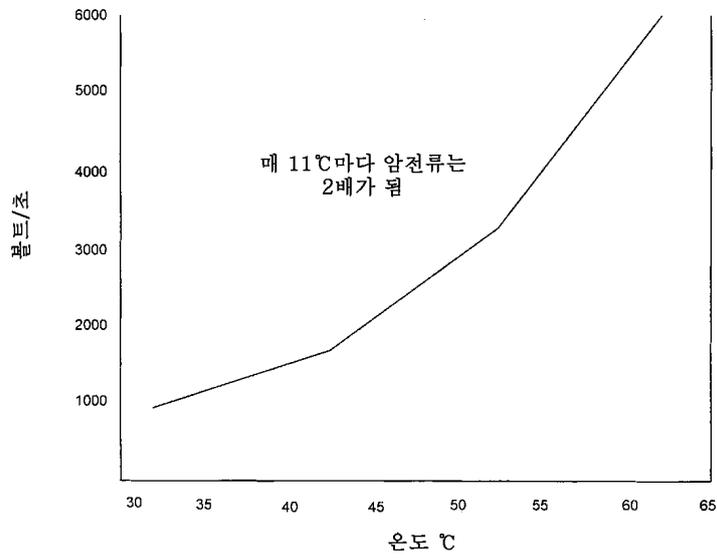
80

도면5

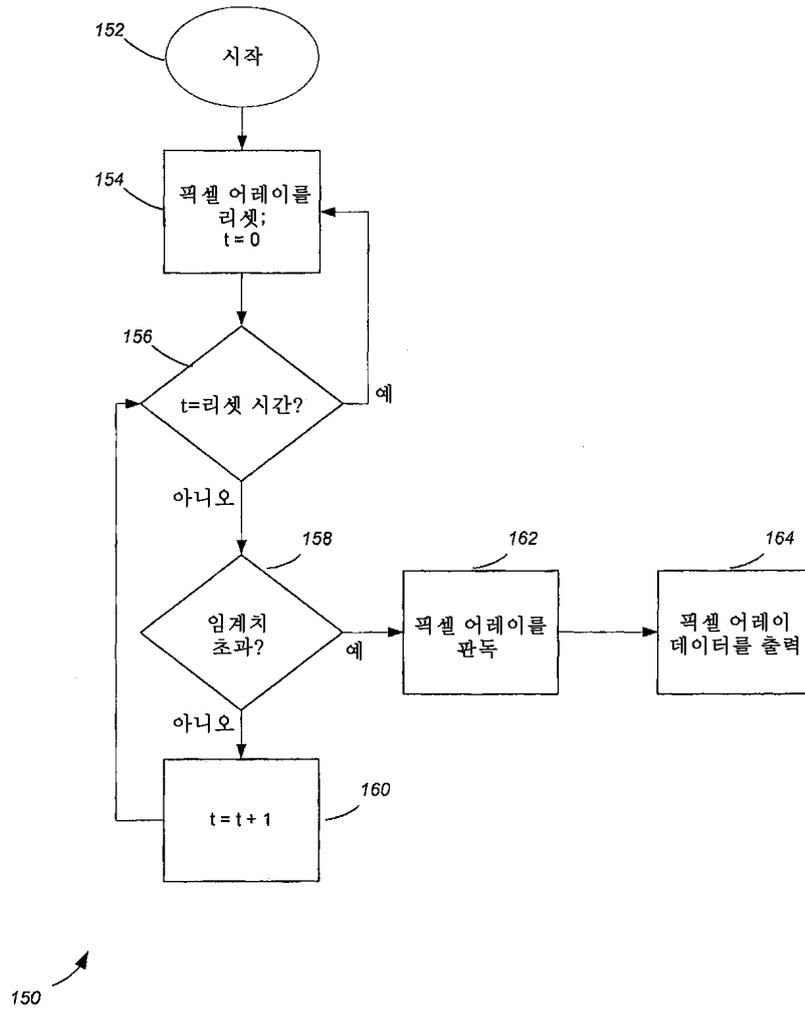


도면6

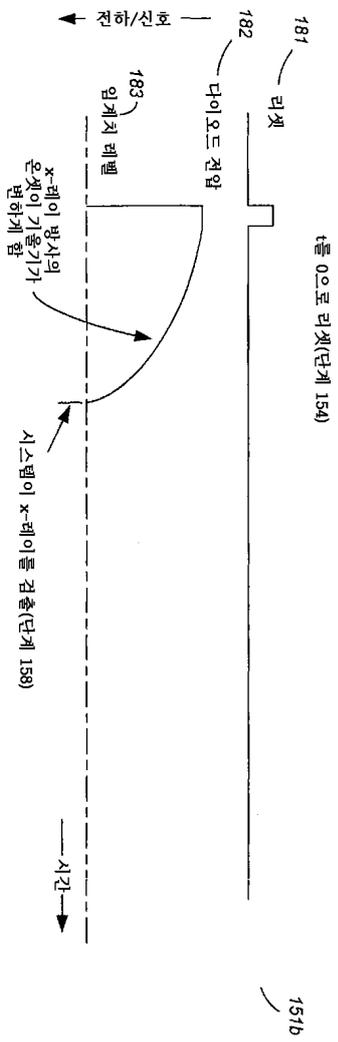
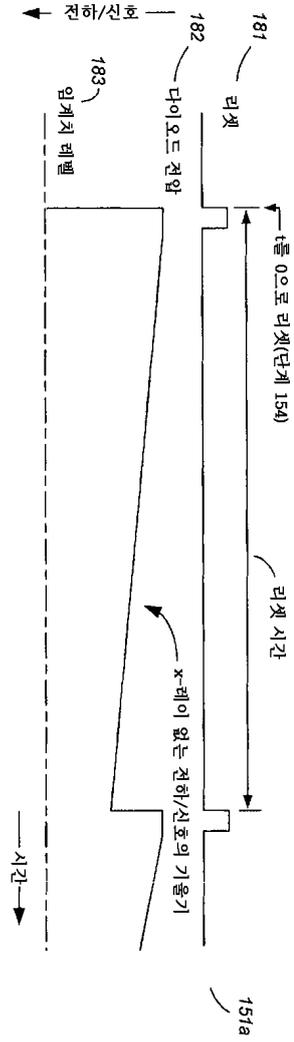
측정된 압전류 기울기 대 온도



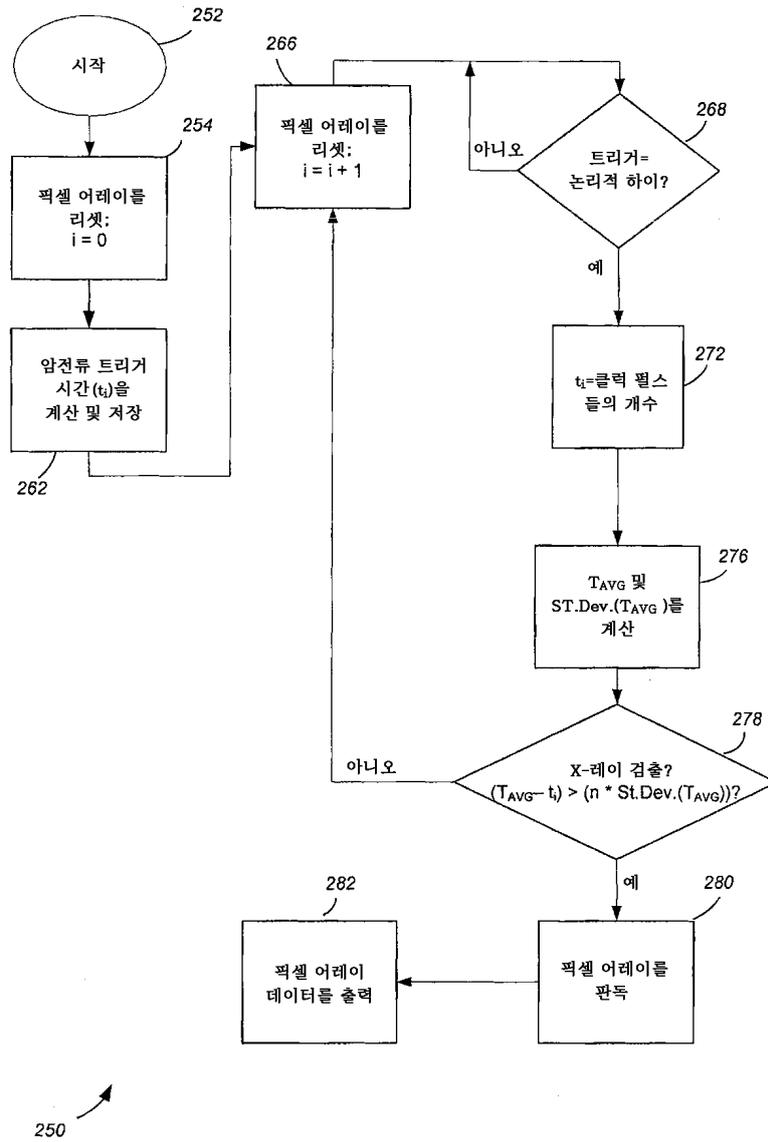
도면7



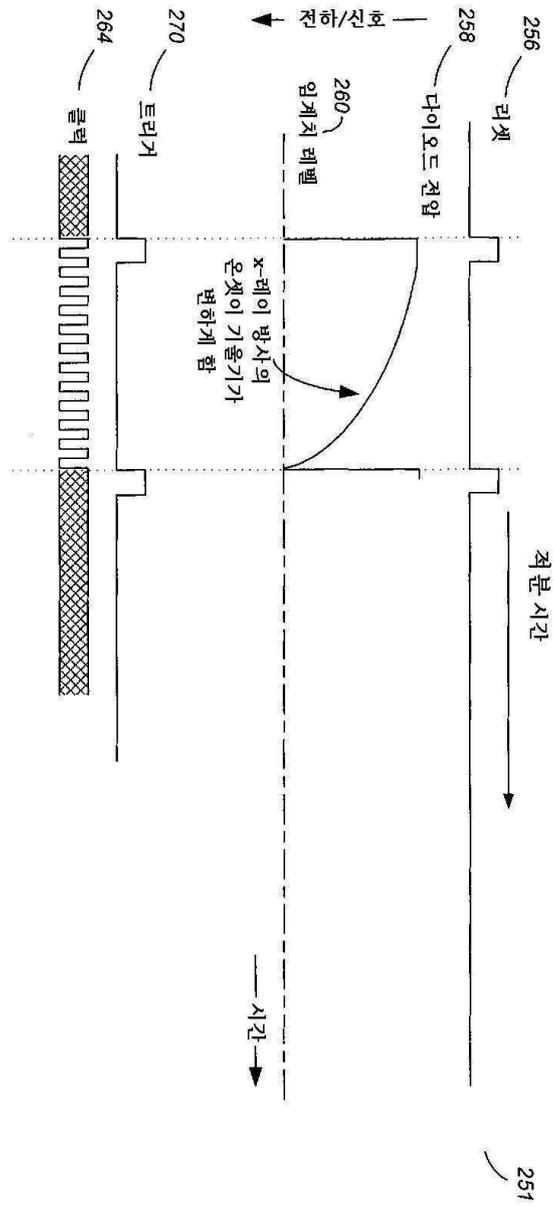
도면8



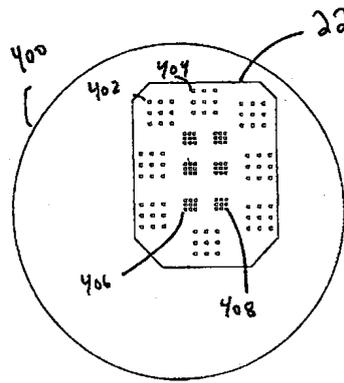
도면9



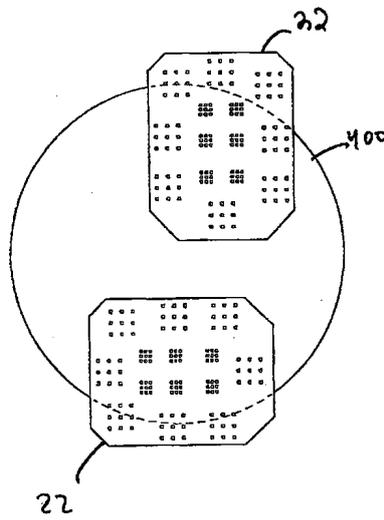
도면10



도면11a



도면11b



도면11c

