

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
H04N 5/33

(45) 공고일자 2004년02월11일
(11) 등록번호 10-0402194
(24) 등록일자 2003년10월06일

(21) 출원번호	10-1998-0700775	(65) 공개번호	10-1999-0036107
(22) 출원일자	1998년01월31일	(43) 공개일자	1999년05월25일
번역문제출일자	1998년01월31일		
(86) 국제출원번호	PCT/GB1996/001805	(87) 국제공개번호	WO 1997/05742
(86) 국제출원일자	1996년07월29일	(87) 국제공개일자	1997년02월13일
(81) 지정국	국내특허 : 아일랜드 캐나다 중국 일본 대한민국 폴란드 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴 영국		

(30) 우선권주장 9515682.4 1995년07월31일 영국(GB)

(73) 특허권자	키네티큐 리미티드 영국 에스더블유 1 6티디 런던 버킹엄 게이트85
(72) 발명자	애실리 티모시 영국, 더블유알14 3피에스, 우스터, 맬베른, 세이트앤드류스 로드, 디알에이 맬베른 앨리오트 찰스 토마스 영국, 더블유알14 3피에스, 우스터, 맬베른, 세이트앤드류스 로드, 디알에이 맬베른 고든 네일 톰슨 영국, 더블유알14 3피에스, 우스터, 맬베른, 세이트앤드류스 로드, 디알에이 맬베른 홀 랄프 스티븐 영국, 더블유알14 3피에스, 우스터, 맬베른, 세이트앤드류스 로드, 디알에이 맬베른
(74) 대리인	이병호

심사관 : 장현근

(54) 고속응답교정장치를구비한열감지시스템및균일성보정적용방법

영세서

기술분야

<1> 본 발명은 열 감지 시스템에 관한 것으로, 특히 광자 검출 소자(photon-detecting elements)를 포함하고 있는 영상 및 비영상(non-imaging) 감지 시스템에 관한 것이다.

배경기술

<2> 열 촬상(thermal imaging) 시스템은 공지되어 있다. 이 촬상 시스템은 직렬 또는 병렬 처리를 포함할 수 있다. 직렬 처리를 포함하는 경우에, 장면(scene)이 주사되고 주사된 장면의 각각의 요소(component)가 순차적으로 검출기에 포커싱된다. 그러나, 소형화(compactness)가 중요한 경우, 상기 시스템을 설계하는 것은 쉽지 않다. 즉, 주사 메카니즘이 경량의 촬상기(imager)에의 적응을 매우 어렵게 한다. 영역 촬상(area imaging)을 위한 다른 배열은 장면의 별개 부분들을 동시에 샘플링하는데 많은 검출기를 사용한다. 이 시스템의 주된 단점은 입사 적외선 플럭스(incident infrared flux)로부터 출력 신호(검출기 신호)로의 전달 함수가 검출 소자들간의 변화에 특히 민감하다는 것이다. 이에 따라, 검출 소자내의 소스(source)와 검출 소자와 별개인 소스로부터 생기는 고정 패턴 노이즈에 의해 열화된 영상이 얻어진다. 광 시스템의 불완전(예컨대, 비네팅(vignetting)) 및 관련 전자 회로의 변화가 상기 검출 소자와 무관한 소스의 일에가 된다. 광 검출기 소스는 특성의 정적 변화(예컨대, 영역, 양자(quantum) 효율 또는 컷오프 파장) 또는 규칙적인 어레이 재교정(regular array recalibration)을 필요로 하게 하는 동적 불안정성(시간에 따라 변하는 온도, 오프셋 전압 및 경사 저항)일 수 있다. 또한, 1/f 노이즈는 교정들 사이의 기간에 따라 증가하는 에러를 유발한다. 내부 검출기(inter-detector) 변화에 대한 보상은 장면 내의 절대 조사광 세기(absolute radiation intensity)를 측정하는 "관측(staring)" 응용에서 특히 중요하다. 주사 촬상기는 장면 전체에서의 세기의 변화만을 측정한다. 따라서, 관측 어레이로부터의 출력은 비교적 양호하지 않은 콘트라스트를 가진다.

<3> 비영상 열 검출기도 공지되어 있다. 이 검출기는 검출기 출력을 사람이 분석할 필요가 없는 로봇 및 미사일 유도 시스템과 같은 분야에 응용된다. 실제의 검출 소자는 촬상 시스템과 관련하여 위에서 설

명한 소자와 유사하다. 그러나, 비활상 시스템에서는, 대상(로봇 또는 미사일)이 검출기 상에서 나타나는 특정 신호에 응답하도록 배열된다. 인식 특성은 그 복잡 정도에 따라 변할 수도 있다. 예컨대, 패턴 인식은 다수의 응답 옵션에 따라 행해질 수 있고, 또한 반사가 덜 복잡하면 검출기 응답 특성을 달성할 수 있다. 관측 어레이에는 미사일 시스템의 경량 요건을 충족하는데 특히 적합하다. 그러나, 이와 같은 미사일에서는, 비행 중에 미사일 콘(cone)이 가열될 때 검출기 시스템에서의 온도가 급격히 변하게 된다. 받아들일 수 있는 정확도를 유지하기 위해서는 빈번한 재교정이 요구된다.

<4> 검출기 어레이를 포함하고 있는 활상 시스템이 P.N.J. Dennis 등에 의해 문헌 "Proc. SPIE 572 22(1985)"에 공개되어 있다. 실리콘 전하 결합 소자(charge coupled device:CCD)에 인터페이스된 카드뮴 수은 텔루르 화합물(cadmium mercury telluride) 검출기들의 2 차원의 밀폐형(close packed) 어레이에 대하여 기재되어 있다. 검출기에 입사하는 적외선은, CCD에 입사되어 시간 기간(관측 시간)동안 완성되는 응답 신호를 도출한다. 후속되는 신호 처리 시스템은 적외선 장면(infrared scene)으로부터의 열악한 콘트라스트 및 검출기 소자 응답의 비균일(nonuniformity)과 같은 기본 문제들을 처리하게 된다. 비균일성 보정은 상이한 온도의 균일한 두 장면을 광 경로에 도입하는데 사용되는 미러 배열을 사용하여 상기 균일한 두 장면에 어레이를 노출시킴으로써 수행된다. 적외선 플럭스 및 검출기 응답의 측정으로부터, 균일한 장면에 의해 균일한 영상이 생기도록 함으로써 각각의 개개의 검출기에 대해 보정 인자가 구해진다. 신호 응답은, 입사 방출광 세기와, 상기 어레이의 각 검출기에 대한 전달 합수를 설명하도록 도출된 오프셋 및 경도(gradient)에 선형적으로 대입된다. 따라서, 모든 검출기에 있어서의 신호 응답들의 모든 값이 보정된 입사 플럭스 값들로 변환될 수 있다. 이 방식의 어레이 교정이 주기적으로(가령, 시간마다 또는 매일) 수행되고, 갱신된 보정 인자들이 후속되는 측정에 적용된다. 이에 따라, 예컨대 온도 변화로 인한 시간 기간 상에서의 $1/f$ 노이즈 및 검출기 파라미터 드리프트(drift)가 보상된다.

<5> 이와 같은 감지 시스템의 단점은 가능한 기준 온도 소스가 속도 및 소형화면에서 성능을 제한한다는 것이다. 물리적으로 분리된 기준 장면이 사용되면, 센서는 상당히 복잡하고 큰 광학 시스템을 필요로하게 된다. 또한, 기준 온도가 펠티에(Peltier) 냉각/가열 기준면에 의해 공급될 수 있지만, 온도를 조정하는데 걸리는 제한된 시간에 의해 교정 과정이 길어진다.

<6> 이들 두 기술의 조합이 미국 특허 제 4,419,692 호 공보에 공개되어 있다. 이 특허는 부피가 큰 주사 메카니즘이 이미 가지고 있는 다중 검출기 주사 열 활상기에 관한 것이며, 기준 시스템의 물리적인 감소에 의해 어떠한 이점도 얻어지지 않는다. 주사 열 활상기는 감도를 증가시키기 위해 검출기 소자 어레이와 함께 종종 사용된다. 이때, 균일정 보정이 신호 처리에 포함되어야 한다. 이 장치에 있어서, 장면의 열 범위의 중간 지점의 기준 레벨을 제공하기 위해 3 개의 열전기(thermo-electric) 기준 중의 하나를 조작자가 변경하도록 함으로써 관측 중인 장면에 존재하는 열 범위에 걸쳐 어려가 감소된다. 이 제 3 기준을 제공하는데 사용되는 필터에 냉각기는 각 특정 장면의 특성에 교정 기술을 적용시키기 위해 장면에 따라 변한다. 3 개의 기준 온도는 상기 Dennis 시스템에서의 두 온도와 반대로 사용된다. 즉, 하나는 주사 활상기에 의해 검출된 ac 온도 변화들이 참조되는 하나의 dc 레벨을 제공하고, 나머지 두 온도는 검출기 어레이에 균일성 보정을 제공한다.

<7> 주사 열 활상기에 또한 사용되는 다른 보정 메카니즘이 영국 특허 공보 225 914 A 호에 설명되어 있다. 상이한 소스들을 광 경로에 제공하기 위한 부가적인 광 소자가 필요 없도록 단일의 기준 소스가 사용된다. 상이한 반사율의 영역을 제공하기 위하여 코팅된 디스크가 상기 단일의 기준 소스와 열 활상기 사이에서 회전된다. 상이한 반사율은 소스로부터 방출되는 상이한 비율의 조사광이 활상기에 전달되게 한다. 따라서, 상이한 유효 온도들이 기준으로서 사용될 수 있다. 디스크의 기계적인 회전은 주사 메카니즘과 동기되며, 이에 의해 기준 온도들이 주사의 비활성 기간 동안에만 열 활상기에 전달되도록 배열된다. 그러나, 이 기술은 여전히 디스크 회전과 장면 주사에 기계 운동 메카니즘을 필요로 한다. 전체적으로, 이 활상기는 여전히 부피가 크고 일부 응용에 적절하지 않다. 또한, 디스크 상에 포함될 수 있는 상이한 반사율 부분의 개수에 제한이 있다. 각 플럭스 레벨은 활상기가 새로운 판독에 대해 조절되도록 충분한 시간 동안 관측되어야 하며 상기 디스크의 대부분은 장면을 관측하는데 필요한 시간에 대응하도록 코팅되지 않아야 한다.

발명의 상세한 설명

<8> 본 발명의 목적은, 다른 형태의 열 감지 시스템을 제공하는데 있다.

<9> 본 발명은 광자 검출 소자들의 어레이와 상기 시스템의 장면 관측 모드와 검출기 교정 모드간을 상호 전환하는 스위칭 수단을 포함하는 열 감지 시스템을 제공하며, 이 시스템은 교정용의 어레이 조명(array illumination)을 제공하도록 배열된 가변 발광 장치(variable luminescence device)를 포함하고 있고, 상기 가변 발광 장치는 10초보다 짧은 정정 시간(setting time)에 정상 상태 값의 10% 내에서 가변하는 플럭스 방출을 가진 것에 특징이 있다.

<10> 본 발명은, 컴팩트한 형태로 구성될 수 있으며 또한 검출기 소자의 비균일성에 고속이고 빈번하며 정확한 보정을 제공할 수 있다는 이점을 제공한다.

<11> 상기 가변 발광 장치는 바람직하게 전기적으로 제어 가능하며, 또한 플럭스 방출의 세기를 1초보다 짧은 정정 시간에 정상 상태 값의 1% 내로 재조정할 수 있다. 특정 제한 내에서의 동작은, 상기 가변 발광 장치가 바람직한 실시예에서 양 및 음의 적외선 발광 방출을 제공하도록 전기적으로 바이어스할 수 있는 적외선 발광 다이오드(IR LED)인 반도체 장치인 경우에 제공될 수 있다. 피. 베르달(P.Berdahl) 등의 문헌(Infrared Phys. 29(2-4) 667 (1989))에는, 열적 평형 상황이 여기(exciting) 메카니즘에 의해 방해될 때 물체로부터 방출되는 조사광으로 증가하는 양의 발광에 대하여 설명되어 있다. 이와 유사하게, 음의 발광은 평형 열방출과 대조적으로, 방출된 조사광에 의해 감소한다. 상기 IR LED는 이상적으로는 방출 세기와 바이어스 세기간의 소정의 관계를 가지고 있다. 이에 따라, 고속 교정 능력이 제공된다. 이 실시예에서, 상기 시스템은 종래의 열 센서의 유사한 시간 상에서 가능한 균일성 보정보다 정확한 균일성 보정을 제공하는데 적합하다. 종래의 열 센서의 한가지 단점은 검출기 비균일성이 관심 있는 온도 범위 전체에 걸쳐 비선형적이고 비선형 보정은 검출기 상에 조사광을 방출하는데 적어도 3 개의 기준 장면을

필요로 한다는 점이다. 상기 IR LED의 고속 정정 속도(setting speed)는 균일성 보정에 사용될 일련의 상이한 세기 기준 플럭스를 제공하며, 따라서 입사 플럭스에 응답하는 개개의 검출기 신호에 관련된 교정 함수가 선형성을 취하지 않는 다항식에 대입될 수 있다.

<12> 또한, 이들 특성을 가진 IR LED는 선택적으로 주위 온도 이상 또는 이하인 기준 온도를 제공할 수 있다. 상기 LED는 통상적으로 사용되는 펠티에 냉각기보다 넓은 온도 범위를 커버할 수 있다. 실제로, 펠티에 냉각기는 주위 온도 이상의 온도에 도달하기 위해 역으로 동작하며, 커버되는 범위는 수십 도에 불과하다. IR LED는 펠티에 냉각기/가열기의 온도를 훨씬 초과하는 범위 내의 온도를 시뮬레이팅할 수 있다.

<13> 이들 이점은 검출기 소자들의 어레이를 사용하는 주사 및 관측 열 센서에서 명백하며, 본 발명은 이들에 제한되지 않는다. 그러나, 상기 이점들은 IR LED가 관측 어레이에 균일성 보정을 제공하기 위해 사용될 때 보다 중요하다. 관측 열센서는 이미 컴팩트한 구성으로 될 수 있고, 일반적으로 달성 가능한 낮은 콘트라스트를 개선하는데 보다 높은 정확성이 중요하다. 크기를 크게 증가시키지 않고 콘트라스트를 개선하는 것은 관측 열 센서 및 유사한 비열상 센서의 활용 범위를 넓히는 진보이다.

<14> 상기 스위칭 수단은 검출기 어레이가 장면 관측의 간격들 사이에서 상기 가변 발광 장치로부터 조사광을 수신할 수 있도록 배열되는 것이 바람직하다. 일실시예에서, 상기 스위칭 수단은 관측 중인 장면으로부터의 조사광이 검출기 상에 입사하는 제 1 구조와 상기 가변 발광 장치로부터의 조사함이 검출기 상에 입사하는 제 2 구조간을 전환할 수 있다. 이에 따라, 검출기 어레이가 유휴 상태인 시간이 상기 두 구조간을 전환하는데 걸리는 시간으로 감소한다. n 개의 물리적으로 분리된 기준 영상을 가진 종래 기술의 활상기는 $n+1$ 개의 상이한 구조를 제공하는 스위칭 수단을 필요로 한다.

<15> 본 발명의 열 감지 시스템은 상기 가변 발광 장치에 대한 검출기 출력 응답으로부터 상기 어레이의 각 검출기에 대해 보정 함수를 도출하고 이 보정 함수에 따라 관측 장면에 대한 검출기 출력 응답을 보정하도록 배열된 컴퓨터를 포함할 수 있다. 이에 따라, 고속 계산의 이점이 제공되며, 이 고속 계산은 본 발명의 열 감지 시스템이 실용적인 검출기 어레이를 포함할 수 있게 한다. 특히, 상기 컴퓨터는, 조사광 소스가 소정의 세기의 적외선 플럭스를 제공하도록 배열된 가변 발광 장치일 때, 상기 어레이의 검출기 상에 입사하는 적외선 조사광(F_1)의 세기와 전기 신호 응답(s_m)의 크기간의 관계를 계산하도록 배열될 수 있다. 이때, 상기 컴퓨터는 도출된 관계를 보정으로서 장면 관측 과정 중에 상기 검출기로부터 출력되는 신호에 적용하도록 또한 배열된다. 상기 가변 발광 장치는 어레이 교정을 위해 적어도 3 개의 상이한 소정의 세기를 가진 조사광을 방출하도록 배열될 수 있으며, 상기 컴퓨터는 소정의 조사광 세기를 적어도 2차의 역급수 전개식인 검출기 신호 응답에 대입함으로써 어레이의 각 검출기를 교정하도록 배열된다. 이 방식으로, 이전에 설명한 입사 플럭스 세기의 범위에 걸친 정확한(비선형) 보정 인자들의 이점이 상기 위에서 설명한 고속 계산의 이점과 조합될 수 있다.

<16> 상기 컴퓨터는 바람직하게는 입사 플럭스과 검출기 응답간의 도출된 관계를 이용하여 어레이 신호 응답에 균일성 보정을 적용하도록 배열되어 있다. 활상 시스템에 있어서, 컴퓨터는 또한, 검출기 어레이의 위치에 대응하는 영상 내의 위치에 각 개개의 검출기로부터의 신호의 세기를 나타내도록 배열된 디스플레이 수단에 보정된 신호를 전달하도록 배열되어 있다.

<17> 상기 컴퓨터는 또한, 입사 플럭스와 각각의 단일 검출기 신호 응답간의 도출된 관계를 때때로 갱신하고 갱신된 관계를 후속 관측에 적용하도록 배열되어 있다. 이에 따라, 시간 기간 상에서의 검출기 드리프트의 효과가 감소되는 이점이 제공된다. 이 실시예에 있어서, 상기 컴퓨터는 입사 플럭스와 각각의 단일 검출기 응답간의 도출된 관계를 시간당 1회 이상 때때로 갱신하도록 배열될 수도 있다. $1/f$ 노이즈에만 관련된 드리프트는 1 시간보다 짧은 시간 내에 고성능 2 차원 검출기 어레이의 감도를 반감시킬 수 있다. 갱신 주파수는 관측된 장면에 적응될 수 있다. 검출기 특성이 이전의 균일성 보정을 부정확하게 하는 장면 온도에 따라 변한다는 점에서 상기 갱신 주파수는 적절하게 선택될 수 있다. 따라서, 해상도는 장면 내의 평균 온도 변화율에 비례하여 저하되며, 작은 온도 차이를 해결하기 위해 빈번한 갱신이 필요하게 된다. 종래의 활상기에 있어서, 펠티에 냉각기에 의해 요구되는 정정 시간은 그와 같은 빈번한 검사를 방지하기 때문에, 고온의 장면에 대해 심한 왜곡이 나타나게 된다. 비영상 미사일 자동 추적 시스템에 있어서, 미사일이 발사됨에 따라 주위 온도의 급격한 변화에 의해 도출되는 에러가 본 발명에 따른 검출기 어레이의 빈번한 재교정에 의해 제거될 수 있다. 종래의 자동 추적 시스템은 분리된 저온의 기준 장면과 고온의 기준 장면 사이의 급격한 전환에 의해 빈번한 재교정을 제공한다. 그러나 이러한 전환 메카니즘은 시스템 크기의 최소화 관점에서 희생이 크다. 단일 소스 IR LED는 이러한 스위칭 메카니즘 없이 빈번한 재교정을 용이하게 한다.

<18> IR LED는 관측 중인 장면으로부터 방출하는 조사광의 세기 범위와 유사한 세기 범위를 커버하는 기준 플럭스를 방출하도록 배열될 수 있다. 이에 따라, 관측된 장면의 기준 조사 특성으로부터 도출될 균일성 보정이 제공된다. 따라서, 에러 보정이 실제적으로 측정되는 온도의 영역에서 가장 효율적으로 행해질 수 있다. 상기 IR LED의 동적 범위는 폭넓은 환경의 효율적인 활상을 가능하게 하는 그와 같은 기준 소스를 포함하는 활상기를 형성한다.

<19> 또 다른 실시예에서, 상기 컴퓨터는 검출기 출력 신호에 응답하여 IR LED에 흐르는 전류를 제어하도록 배열될 수도 있다. 상기 전류는 먼저 보정되지 않은 신호에 응답하여 제어되고 다음에 입사 플럭스 세기의 보정된 값에 응답하여 제어되게 된다. 이에 따라, 교정 플럭스가 관측 장면의 특성이 되도록 자동적으로 제어되는 이점이 제공된다. 종래의 센서는 이러한 융통성을 가지고 있지 않고, 기준 온도 장면은 관측 중인 장면에 대해 어떠한 관련도 가지고 있지 않으며, 따라서 교정은 부정확하다. 이 이점은 배경과의 작은 차이가 중요할 때 특히 관련된다.

<20> 특히, 상기 가변 발광 장치는 카드뮴 수은 텔루르 화합물(cadmium mercury telluride) 또는 InAlSb와 같은 인듐 안티몬화물(indium antimonide) 기초 물질로된 발광 다이오드일 수 있다.

<21> 다른 측면에서, 본 발명은 광자 검출 소자들의 어레이를 포함하는 열 감지 시스템에 균일성 보정을 적용하는 방법을 제공하며, 이 방법은,

- <22> (a) 10초보다 짧은 조정 시간으로 선택 값의 10% 내에서 조정 가능한 발광을 가지고 있고 소정의 플럭스 출력 특성을 가지고 있는 가변 발광 장치로부터의 적외선 조사광으로 상기 검출기 어레이를 조사하는 단계와;
- <23> (b) 소정의 플럭스에 대한 출력 응답으로부터 상기 어레이의 각 검출기에 대한 보정 인자들을 도출하는 단계와;
- <24> (c) 관측된 장면으로부터의 적외선 조사광이 상기 검출기 어레이 상에 입사할 때 발생하는 상기 어레이 검출기로부터의 출력 신호에 상기 보정 인자들을 적용하는 단계를 포함한다.
- <25> 본 발명은 균일성 보정이 계산되어, 열 감지 시스템이 동작하는 상황의 요건에 적절한 정확도 및 속도로 적용될 수 있다는 이점을 제공한다.
- <26> 단계(a, b)는 단계(b)에서 도출된 보정 인자들을 간신하기 위해 때때로 반복될 수 있으며, 따라서, 균일성 보정이 시스템의 동작 요건에 적절한 주파수로 간신될 수 있다는 추가적인 이점이 있다.
- <27> 단계(a)에서의 어레이 조사는 가변 발광 장치로부터 출력되는 적어도 3 개의 상이한 소정의 플럭스 세기, 및 입사 조사 세기를 검출기 신호 응답의 적어도 2차 역급수 전개식에 대입함으로써 도출되는 단계(b)의 보정 인자들로 수행될 수 있다. 이에 따라, 상기 관측 장면으로부터 방출되는 조사광 세기의 범위에 걸쳐서 입사 플럭스에 대한 검출기 응답에서의 비선형성을 처리할 수 있는 이점이 제공된다.
- <28> 본 발명이 보다 충분히 이해될 수 있도록 본 발명의 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명한다.

도면의 간단한 설명

- <29> 도 1은 음/양의 발광 장치를 사용하여 균일성 보정을 수행하는 제한된 동작 모드를 개략적으로 나타낸 도면.

실시예

- <30> 도 1을 참조하면, 10으로 나타낸, 활상 구현에 있어서의 열 감지 시스템이 도시되어 있다. 상기 시스템(10)은 광선(11, 12)으로 나타낸, 관측된 장면(도시되지 않음)으로부터 마이크로검출기(14)들의 2 차원 어레이 상에 방출되는 적외선(IR) 조사광을 포커싱시키는 대물 렌즈(L1)를 포함하고 있다. 2 위치(two-position) 미러(M1)가 관측 위치(P_{obs})(점선으로 나타냄) 또는 교정 위치(P_{cal})(굵은 선으로 나타냄)에 있다. 상기 미러(M1)가 위치(P_{obs})에 존재할 때, 상기 렌즈(L1)에 의해 포커싱된 조사광의 경로가 광선(16, 17)과 광선(18, 19) 사이의 영역에 대응되게 된다. 인듐 안티몬화물 발광 다이오드(LED)(20)가 펠티에 냉각기/가열기 장치(22) 상에 장착된다. 렌즈(L2)가 상기 LED(20)에 의해 방출되는 IR 조사광을 상기 위치(P_{cal})에 있는 상기 미러(M1)로부터의 반사를 통해 상기 검출기 어레이(14)에 전달된다. 이 조사 빔의 경로는 광선(24, 25, 17 및 26, 27, 19) 내에 포함된다. 컴퓨터(28)가 상기 검출기 어레이(14)로부터 수신되는 정보를 처리하고, 그 정보를 디스플레이 장치(3)에 전달하고 LED(20)에 입력되는 전류를 제어한다.
- <31> IR 플럭스에 노출된 때, 검출기 어레이(14)는 대응하는 전자 신호(s_n)($1 \leq n \leq N$)들의 어레이로 응답하며, 여기서 S_n 은 상기 어레이의 n 번째 검출기로부터의 신호이고, N 은 어레이에 있는 검출기 전체의 수이다.
- <32> 조사 평형 상황에서, IR LED(20)는 흡수한 양만큼의 조사광을 주위로 방출하게 된다. 그러나, 이러한 평형 상황은 전류의 인가에 의해 방해된다. 이와 같은 상황에서, 상기 IR LED(20)는 IR 조사광의 네트(net) 방출기(양의 발광) 또는 네트 흡수기(음의 발광)이다. 동작 모드는 상기 LED가 순바이어스인지 아니면 역바이어스인지의 여부에 따라 좌우된다. 방출(또는 흡수)되는 IR 조사광의 세기는 흐르는 전류의 세기와 좌우된다. 상기 IR LED(20)는, 흐르는 전류의 어떠한 특정 값 및 바이어스에 대해서도, IR LED에 의해 방출 또는 흡수되는 IR 조사광의 세기를 알 수 있도록 교정된다. 상기 펠티에 장치(22)는 IR 방출이 교정되는 온도에서 IR LED의 온도를 안정적으로 유지시키는 역할을 한다. 이러한 방식으로, 상기 IR LED(20)는 IR 조사에 대한 교정된 가변 세기 소스 또는 싱크의 역할을 한다. 이 IR 플럭스는 특정(비평형) 온도(T)에서 몸체로부터 방출되거나 몸체에 의해 흡수되는 플럭스로서 동등하게 간주될 수 있다. 상기 IR LED의 온도를 안정화시키기 위해 펠티에 장치(22)를 사용하는 것이 꼭 필요한 것은 아니다. 요구되는 온도 시뮬레이션에 적절한 레벨로 IR 플럭스를 유지하는 것만이 필요하다. 다른 실시예에서, 이 유지는 LED 온도의 직접 측정에 응답하여 상기 IR LED에 흐르는 전류를 조절하는 전자 피드백 메카니즘을 구현함으로써 행해진다.

- <33> 상기 검출기 어레이(14)는 상기 미러(M1)가 위치(P_{cal})에 있을 때 상기 IR LED(20)로부터 조사광을 수신한다. 이 장치에서, 상기 LED(20)에 의해 방출되는 기준의 IR 플럭스가 렌즈(L2)에 의해 전달되고 P_{cal} 에 있는 미러(M1)에 의해 검출기 어레이(14)로 반사된다. 상기 IR LED(20)로부터 방출되는 기준의 플럭스, 즉 F_1 은 상기 어레이(14)의 각각의 검출기 상에 입사되는 것으로 추정된다. 상기 어레이에서의 비균일성의 보정을 위해, n 번째 검출기로부터의 신호(s_{1n})가 F_1 에 대한 응답으로서 해석된다. n 번째 검출기로부터의 입사 플럭스와 신호 응답간의 관계는 수학식 1과 같은 다항식으로 표현된다:

$$F_1 = a_n + b_n s_{1n} + c_n s_{1n}^2 + d_n s_{1n}^3 + \dots$$

- <35> 여기서, a_n , b_n , c_n , d_n 등은 상기 어레이의 n 번째 검출기에만 특정된다.

- <36> 상기 IR LED(20)에 흐르는 전류는 순바이어스 방향 및 역 바이어스 방향으로 각종 세기로 조절된

다. 이에 따라, 상기 검출기 어레이로 향하는 다른 기준 플럭스(F_2 , F_3 , F_4 , 등)가 제공된다. 새로운 플럭스 값에서 IR LED가 안정되는 시간은 1초보다 짧으며, 다른 가변 플럭스 제공 방법, 즉 온도 제어를 위한 냉각/가열 기준면과 매우 유사하게 비교되는 응답이 펠티에 냉각기/가열기에 의해 제공된다. 기준 관측들의 전체 회수가 i_{max} 로 주어지면, 수학식 2의 형태의 한 세트의 연립 방정식이 n 번째 검출기에 대해 도출될 수 있다:

$$F_1 = a_n + b_n s_{in} + c_n s_{in}^2 + d_n s_{in}^3 + \dots$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, i_{max}$$

<38> 각 검출기에 대하여 IR 플럭스(F)과 신호(s)간의 관계가 추론될 수 있는 정

<39> 확도는 행해진 기준 관측의 회수에 좌우된다. 즉, 상기 다항식은 s 의 ($i_{max}-1$) 자까지만 풀 수 있다.

<40> 유사한 세트의 연립 방정식들이 컴퓨터의 도움으로 상기 어레이의 N 개의 검출기 각각에 대해 도출되어 풀린다. 아날로그 검출기 신호들이 먼저 디지털 표현으로 변환되며, 컴퓨터는 N 개의 일련의 i_{max} 방정식을 세우고 푸는데 사용된다. 다음에, N 세트의 값(a_n , b_n , c_n , d_n , 등)이 균일성 보정을 적용할 때 나중에 사용하기 위해 컴퓨터 메모리에 저장된다.

<41> 장면을 관측할 때의 열 활성 시스템(10)의 통상적인 동작 동안에, 상기 미러(M1)는 위치(P_{obs})로 피보팅(pivot)된다. 이때, 상기 장면으로부터의 조사광이 검출기 어레이(14) 상에 포커싱되고 상기 어레이의 각 검출기로부터의 출력 전자 신호가 기록된다. 이에 따라, N 개의 신호가 생성되며, 이들 신호는 수학식 3의 계산을 수행하기 위해 수학식 2로부터의 a_n , b_n , c_n , d_n , 등의 계수를 사용하여 N 개의 균일성이 보정된 IR 플럭스 값으로 변환된다.

$$F_n^{obs} = a_n + b_n s_n^{obs} + c_n (s_n^{obs})^2 + d_n (s_n^{obs})^3 + \dots$$

<43> 여기서, 위첨자 obs 는, 시스템이 관측 모드에 있는 동안에 상기 신호들이 측정되어 도출된 플럭스가 n 번째 검출기 상에 입사하는 IR 플럭스임을 나타낸다.

<44> 열 영상을 재구성하기 위해, 어레이 위치(D'')에 있는 n 번째 검출기 상에 입사하는 IR 조사광 세기가 픽셀 위치(P_n)에 있는 디스플레이 스크린 상에 시각적으로 디스플레이된다. 어레이 위치(D_n)와 스크린 위치(P_n) 사이에 직접적인 기하학적 일치가 존재하며, 따라서 관측 중인 장면의 특정 위치에서 나타나는 모습이 열 영상의 대응 위치에 디스플레이된다. F_n^{obs} 의 N 개의 값들이 감소되어 고정된 패턴 노이즈를 가진 열 영상을 구성하기 위해 사용된다.

<45> 검출기의 신호 응답과 상기 응답을 생성하는데 필요한 입사 플럭스간의 관계는 검출기 동작 범위를 커버하는 곡선에 의해 그래프적으로 표현될 수 있다. 상기 악설된 상수(a , b , c , d , ...)를 얻는 방법은 이 곡선(기준 플럭스) 상에 몇개의 개별적인 포인트를 고정시키고, 중간 값에 대한 보간을 행하기 위해 이들 포인트들을 다항식 함수에 대입하는 것이다. 따라서, 실곡선(true curve)에 대한 근사가 도출되어 측정된 검출기 신호 응답(s_n^{obs})으로부터의 입사 플럭스(F_n^{obs})를 계산하는데 사용된다. 명백하게는, 이 곡선 상에서 실질적으로 측정되는 개별적인 포인트들의 수가 많을수록 보간에 의해 도출된 포인트들이 보다 정확해진다. 그러나, 이를 기준 측정은 열 활성 시스템(10)이 교정 모드에 있을 때 수행되고 이러한 상태에서, 관측 모드에서는 어떠한 측정도 수행될 수 없다. 따라서 교정식(수학식 2)에서의 정확성 요구와 관심의 대상이 되는 장면의 의미 있고 정확한 관측을 취하는데 걸리는 시간 사이에 균형이 이루어져야 한다.

<46> 교정 계수(a_n , b_n , c_n , d_n 등)를 주기적으로 갱신하는 시스템(10)을 사용할 수도 있다. 장면의 관측들은 중지되고, 미러(M1)는 위치(P_{cal})에 피보팅되며, 교정 측정들이 고속으로 행해진다. 이때, 미러(M1)는 위치(P_{obs})로 복귀되고 장면 측정은 갱신된 계수 값을 이용하여 계속된다. 이 방식으로 갱신을 빈번하게 수행할 수 있으므로 검출기 파라미터의 편차로부터 발생하는 부정확성이 감소되게 된다.

<47> 본 발명의 다른 방법은 실제 장면 내의 플럭스에 대응하는 교정 플럭스들을 선택하는 것이다. 컴퓨터(28)는 활성 시스템(10)이 관측 모드인 동안에 어레이(14)의 검출기에 의해 등록된 신호(s_n^{obs})들의 최소 및 최대 값을 저항한다. 다음에, 컴퓨터는 2 개의 기준 플럭스를 제공하기 위해 IR LED(20)에 입력되는 진류를 제어한다. 하나의 이와 같은 플럭스가 s_n^{obs} 의 최대값에서 또는 최대값의 근처에서 신호 응답으로 나타나게 되고 다른 플럭스는 최소 응답을 나타낸다. 이때 다른 기준 플럭스들이 LED(20)를 통해 흐르는 전류의 중간값으로부터 생성된다. 제1교정 후에, 컴퓨터는 모든 s_n^{obs} 를 플럭스 값으로 변환시켜 IR LED를 조절하여 신호 응답보다는 검출기 어레이 상에 입사하는 플러스 세기를 재생하게 된다. 이러한 방식으로, 계수(a_n , b_n , c_n , d_n , ...)들은 측정된 장면과 관련된 온도 범위에 걸쳐 입사 플럭스와 측정된 전자기 신호간의 실제 관계를 (매우 근사하게) 재생하기 위하여 계산된다.

산업상이용가능성

<48>

본 발명의 본 실시예는 활상 시스템을 개시하였지만, 본 발명은 비영상 검출시스템에도 동일하게 적용될 수 있음을 알 수 있다. 이 실시예에서, 디스플레이(30)는 필요 없으며, 컴퓨터(28)는 검출기 어레이(14)의 출력 신호(s_n , s_n^{obs})들의 특성에 따른 응답을 도출하도록 배열된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

광자 검출 소자들의 어레이(14)를 포함하고 있는 열 감지 시스템에 있어서,

교정(calibration)용의 어레이 조명을 제공하도록 배열된 가변 발광 장치(20)와;

상기 시스템의 장면 관측 모드와 검출기 교정 모드간을 상호 전환시키는 스위칭 수단을 포함하고 있으며,

상기 가변 발광 장치(20)는 10 초보다 짧은 정정 시간(setting time)에 정상 상태 값의 10% 내에서 변동하는 플럭스 방출(flux emission)을 가진 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가변 발광 장치는 전기적으로 제어 가능하며 또한 1초보다 짧은 정정 시간에 정상 상태값의 1% 내로 플럭스 방출의 세기를 재조절할 수 있는 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 스위칭 수단(M1)은 상기 검출기 어레이(14)가 장면 관측의 간격들 사이에서 상기 가변 발광 장치(20)로부터의 조사광을 수신할 수 있도록 배열되는 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 스위칭 수단(M1)은 관측 중인 장면으로부터의 조사광이 상기 검출기(14) 상에 입사하는 제 1 구조(P_{obs})와 가변 발광 장치(20)로부터의 조사광이 상기 검출기(14) 상에 입사하는 제 2 구조(P_{cal})간을 전환할 수 있는 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 스위칭 수단(M1)은 상기 검출기 어레이(14)가 장면 관측의 간격들 사이에서 상기 가변 발광 장치(20)로부터의 조사광을 수신할 수 있도록 배열되는 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 스위칭 수단(M1)은 관측 중인 장면으로부터의 조사광이 상기 검출기(14) 상에 입사하는 제 1 구조(P_{obs})와 가변 발광 장치(20)로부터의 조사광이 상기 검출기(14) 상에 입사하는 제 2 구조(P_{cal})간을 전환할 수 있는 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가변 발광 장치(20)는 양의 발광과 음의 발광 중 적어도 하나를 제공하도록 배열된 반도체 장치인 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 가변 발광 장치(20)는, 양의 적외선 발광 방출과 음의 적외선 발광 방출을 제공하도록 전기적으로 바이어스 가능하고 방출 세기와 바이어스 세기간의 소정의 관계를 가진 적외선 발광 다이오드(IR LED)인 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가변 발광 장치(20)에 대한 검출기 출력 응답으로부터 상기 어레이의 각 검출기에 대한 보정 함수를 구하고, 이 보정 함수에 따라 관측 장면에 대한 검출기 출력 응답을 보정하도록 배열된 컴퓨터(28)를 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 컴퓨터(28)는 조사광의 소스가 소정 세기의 적외선 플럭스를 제공하도록 배열된 가변 발광 장치(20)일 때 상기 어레이의 검출기 상에 입사하는 적외선 조사광(F_i)의 세기와 상기 검출기로부터의 전기적 신호 응답(s_{in})의 크기 사이의 관계를 계산하고, 이 계산 다음에 상기 컴퓨터(28)는 장면 관측 과정 중에 상기 검출기로부터 출력된 신호들에 보정으로서 상기 관계를 적용하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 가변 발광 장치(20)는 어레이 교정용의 적어도 3 개의 상이한 소정의 세기(F_i)를 가진 조사 광을 방출하도록 배열되어 있고,

상기 컴퓨터(28)는 소정의 조사광 세기(F_i)를 적어도 2차의 역급수 전개식인 검출기 신호 응답(s_{in})에 대입함으로써 상기 어레이의 각 검출기를 교정하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 컴퓨터(28)는 입사 플럭스(F_i)와 검출기 응답(s_{in})간의 도출된 관계를 이용하여 어레이 신호 응답(s_n^{obs})에 균일성 보정을 적용하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 컴퓨터(28)는 또한 상기 검출기 어레이에서의 위치에 대응하는 영상의 위치에 있는 각각의 개개의 검출기로부터의 신호의 세기를 나타내도록 배열된 디스플레이 수단(30)에 보정된 신호들을 전달하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 컴퓨터(28)는 입사 플럭스(F_i)와 각각의 단일 검출기 신호 응답(s_{in})의 도출된 관계를 때때로 간신하고, 간신된 관계를 후속 관측들에 적용하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 컴퓨터(28)는 입사 플럭스(F_i)와 각각의 단일 신호 검출기 응답(s_{in}) 간의 도출된 관계를 시간당 1회 이상 때때로 간신하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 IR LED는 관측 중인 장면으로부터 방출되는 조사광의 세기 범위와 유사한 세기 범위를 커버하는 기준 플럭스(F_i)들을 방출하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 컴퓨터(28)는 검출기 신호 응답(s_n^{obs})의 크기들을 기록하고, 이들 기록된 측정값들로부터 비롯되는 피드백 메카니즘을 통해 상기 IR LED(20)에 흐르는 전류를 제어하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 컴퓨터(28)는 관측 장면에서 비롯되는 플럭스의 범위와 매우 일치하여 그 범위를 커버하는 교정 플럭스(F_i)를 제공하기 위해, 먼저 검출기 신호 응답 (s_n^{obs})의 기록된 측정들로부터, 다음에 입사 플럭스 세기(F_n^{obs})의 보정된 값들로부터 비롯되는 피드백 메카니즘을 통해 상기 IR LED(20)에 흐르는 전류를 제어하도록 배열된 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 가변 발광 장치(20)는 카드뮴 수은 텔루르 화합물(cadmium mercury telluride) 또는 인듐 안티몬화물(indium antimonide) 기초 물질의 발광 다이오드인 것을 특징으로 하는 열 감지 시스템.

청구항 20

광자 검출 소자들의 어레이(14)를 포함하는 열 감지 시스템에 균일성 보정을 적용하는 균일성 보정 적용 방법에 있어서,

(a) 10초보다 짧은 조정 시간으로 발광이 선택 값의 10% 내로 조정 가능하고 또한 소정의 플럭스 출력 특성을 가지고 있는 가변 발광 장치(20)로부터의 적외선 조사광으로 상기 검출기 어레이(14)를 조사하는 단계와;

(b) 소정의 플럭스(F_i)들에 대한 출력 응답(s_{in})으로부터 상기 어레이의 각 검출기에 대한 보정 인자들을 도출하는 단계와;

(c) 관측 장면으로부터의 적외선 조사광이 상기 검출기 어레이 상에 입사할 때 발생하는 상기 어레이 검출기들로부터의 출력 신호(s_n^{obs})들에 상기 보정 인자들을 적용하는 단계를 포함하고 있는 균일성 보정 적용 방법.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 단계(b)에서 도출된 상기 보정 인자들을 간신하기 위해 단계(a)(b)들이 때때로 반복되는, 균일성 보정 적용 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

단계(a)에서의 어레이 조사가 상기 가변 발광 장치(20)로부터 출력되는 적어도 3 개의 상이한 소정의 플럭스 세기들에 의해 수행되고,

단계(b)에서의 보정 인자들은 입사 조사광 세기(F_i)들을 검출기 신호 응답(s_{in})의 적어도 2차항에 대한 멱급수 전개식에 대입함으로써 도출되는, 균일성 보정 적용 방법.

청구항 23

제 20 항에 있어서,

단계(a)에서의 어레이 조사가 상기 가변 발광 장치(20)로부터 출력되는 적어도 3 개의 상이한 소정의 플럭스 세기들에 의해 수행되고,

단계(b)의 보정 인자들은 입사 조사광 세기(F_i)들을 검출기 신호 응답(s_{in})의 적어도 2차항에 대한 멱급수 전개식에 대입함으로써 도출되는, 균일성 보정 적용 방법.

청구항 24

제 20 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가변 발광 장치(20)는 양 및 음의 적외선 발광을 제공하도록 전기적으로 바이어스 가능한 적외선 발광 다이오드(IR LED)인, 균일성 보정 적용 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 가변 발광 장치(20)는 카드뮴 수은 텔루르 화합물 또는 인듐 안티몬화물 기초 물질의 발광 다이오드인, 균일성 보정 적용 방법.

요약

광자 검출기(14)들의 어레이를 포함하고 있는 열 감지 시스템(10)은 조사광에 대한 검출기 의존 응답을 생성한다. 개개의 검출기 특성의 변화는 영상이나 다른 응답을 열화시키는 고정 패턴 노이즈를 생성한다. 전환 가능 미러(M1)가 위치(P_{cal})에서 발광 다이오드(20)로부터의 적외선 조사광이 검출기 어레이(14)로 향하도록 한다. 상기 다이오드(20)는 양 및 음의 발광 방출기이다. 방출된 플럭스는 주위보다 낮거나 높은 온도의 범위에서 흑체(black body) 조사광과 동일하도록 제어되는 전류이다. 입사 세기를 신호 응답과 관련시키는 전달 함수를 포함하는 교정 관계가 각 검출기에 대해 도출된다. 또한, 미러(M1)는 관측 위치(P_{obs})에 있을 수 있으며, 원격 장면으로부터의 적외선 조사광이 검출기 어레이(14)에 도달한다. 결과적으로 얻어진 검출기 신호가 이전에 도출된 개개의 교정 관계를 이용하여 보정 플럭스로 변환되며, 감소된 고정 패턴 노이즈를 가진 영상 또는 응답이 얻어진다.

대표도

도1

도면

도면1

