



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0131924
(43) 공개일자 2022년09월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01J 1/44 (2006.01) H01L 31/09 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01J 1/44 (2013.01)
H01L 31/09 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7025974
(22) 출원일자(국제) 2021년01월29일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년07월26일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2021/052081
(87) 국제공개번호 WO 2021/152074
국제공개일자 2021년08월05일
(30) 우선권주장
20154495.4 2020년01월30일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
트리나미엑스 게엠베하
독일 67063 루드비히샤펜 암 라인 인더스트리스트라쎄 35
(72) 발명자
오구엔 셀랄 모한
독일 67063 루드비히샤펜 인더스트리스트라쎄 35
서워스 베른드
독일 67063 루드비히샤펜 인더스트리스트라쎄 35
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인(유)

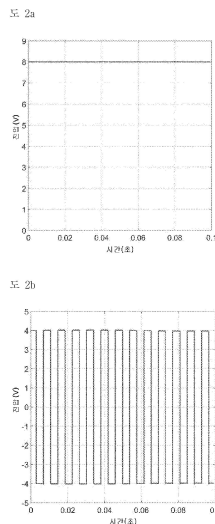
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 광전도체 판독 회로

(57) 요약

광전도체의 감광 영역의 조명에 따른 전기 저항 R_{photo} 를 나타내도록 구성된 적어도 하나의 광전도체, 적어도 하나의 광전도체 판독 회로를 포함하는 장치가 제안되는데, 여기서 광전도체 판독 회로는 광전도체의 전기 저항 R_{photo} 의 변화와 관련된 차동 전압을 결정하도록 구성되고, 여기서 광전도체 판독 회로는, 전기 출력이 그 극성을 적어도 한 번 변경하도록 광전도체에 적어도 하나의 주기적으로 변조된 바이어스 전압을 인가하도록 구성된 적어도 하나의 바이어스 전압원, 및 특정 조도(illumination level)에서 차동 전압을 밸런싱(balancing)하도록 구성된 적어도 하나의 전기 소자를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류
G01J 2001/4446 (2013.01)

(72) 발명자
페제스 피터

독일 67063 루드비히샤펜 인더스트리스트라쎄 35

플러 펠릭스 베르노

독일 67063 루드비히샤펜 인더스트리스트라쎄 35

명세서

청구범위

청구항 1

장치로서,

광전도체의 감광 영역의 조명에 따른 전기 저항 R_{photo} 를 나타내도록 구성된 적어도 하나의 광전도체와,

적어도 하나의 광전도체 판독 회로를 포함하되,

상기 광전도체 판독 회로는 상기 광전도체의 상기 전기 저항 R_{photo} 의 변화와 관련된 차동 전압을 결정하도록 구성되고,

상기 광전도체 판독 회로는, 전기 출력이 그 극성을 적어도 한 번 변경하도록 상기 광전도체에 적어도 하나의 주기적으로 변조된 바이어스 전압을 인가하도록 구성된 적어도 하나의 바이어스 전압원, 및 특정 조도 (illumination level)에서 상기 차동 전압을 밸런싱(balancing)하도록 구성된 적어도 하나의 전기 소자를 포함하는,

장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광전도체 판독 회로는 휘트스톤 브리지(Wheatstone bridge) 또는 샘플 및 홀드 회로(sample-and-hold circuit)를 포함하는,

장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 바이어스 전압 변조는 단극성(unipolar) 또는 양극성(bipolar)인,

장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 바이어스 전압 변조는 전력선 주파수, 특히 50Hz 또는 60Hz의 주파수를 갖는,

장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 장치는 적어도 하나의 평가 장치에 대한 적어도 하나의 커플링을 포함하는,

장치.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조명은 변조되는,

장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 감광 영역은 납황화물(PbS), 납셀렌화물(PbSe), 수은 카드뮴 텔루라이드(HgCdTe), 카드뮴 황화물(CdS), 카드뮴 셀렌화물(CdSe), 인듐 안티몬화물(InSb), 인듐 비화물(InAs), 인듐 갈륨 비화물(InGaAs), 외인성 반도체, 유기 반도체로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 광전도성 재료를 포함하는,

장치.

청구항 8

검출기로서,

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 적어도 하나의 장치를 포함하되,

상기 검출기는 상기 장치의 상기 광전도체 판독 회로의 적어도 하나의 출력부의 출력 신호를 결정하도록 구성된 적어도 하나의 평가 장치를 포함하고,

상기 평가 장치는 상기 출력 신호를 평가함으로써 조도(illumination intensity)를 결정하도록 구성되는,

검출기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 평가 장치는 적어도 하나의 푸리에 변환(Fourier transformation), 주파수 카운팅(counting), 에지(edge) 검출, 주기 길이의 측정으로 이루어진 군의 하나 이상의 연산을 수행하도록 구성되는,

검출기.

청구항 10

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 장치의 용도로서,

상기 용도는 적어도 하나의 PbS 센서, 적어도 하나의 PbSe 센서, 또는 복수의 픽셀을 포함하는 적어도 하나의 픽셀화된 센서 어레이 중 하나 이상의 판독의 목적을 위한 것이고,

상기 픽셀 각각은 적어도 하나의 PbS 또는 PbSe 센서를 포함하는,

장치의 용도.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광전도체 판독 회로, 검출기 및 광전도체 판독을 위한 광전도체 판독 회로의 용도에 관한 것이다. 특히, 광전도체 판독 회로는 납황화물 광전도체 센서와 같은 광전도체의 측정 가능한 전압 응답을 결정하는데 사용될 수 있다.

배경 기술

[0002] 선행 기술

[0003] 광전도체는 측정된 물리량에 따라 전기 출력을 생성하기 위해 외부 여기 신호를 필요로 하는 센서이다. 광전도체에서 이 물리량은 조명이다. 가장 일반적으로 전압 V_{Bias} 이 여기 신호로서 광전도체에 인가된다.

[0004] 광전도체는 조명에 따라 그 저항을 변경한다. 변화 자체는 광전도체의 전체 저항값에 비해 상대적으로 작다. 예를 들어, 약 1MΩ의 저항을 특징으로 하는 2mm x 2mm 크기의 PbS 검출기는 1% 변화에 해당하는 약 10kΩ의 16 μW/cm²의 복사 조도를 갖는 1550nm에서의 적외선 복사로 인해 그 저항을 변경한다. 따라서, 여기 신호는 조명으로 인한 전기 출력 변화보다 10배 더 크다. 필터링 없이, 판독 전자 장치는 전체 신호를 측정할 수 있어야 하지만 여전히 비교적 양호한 분해능으로 1%의 변화를 분해할 수 있어야 한다. 이러한 판독 전자 장치는 상업적으로

이용 가능하지만 매우 비싸다.

- [0005] 탄소 복합재 또는 후막 저항기와 같은 다른 유형의 저항기뿐만 아니라 광전도체는 더 작은 주파수에서 우세한, 플리커 잡음(flicker noise)이라고도 하는 강한 $1/f$ 잡음을 나타낸다. $1/f$ 잡음은 광전도체를 통해 흐르는 전류 I_{DC} 의 DC 부분에 크게 의존한다.
- [0006] 광전도체 응답은 일반적으로, 광전도체에 일정한 DC 바이어스 전압을 인가하는 전압 분배기를 통해 측정된다. DC 전압의 불안정성 또는 편차는 출력 신호에 직접적인 영향을 미치고 측정 오류로 이어진다. 또한, $1/f$ 잡음은 I_{DC} 에 의존한다. 따라서 바이어스로서 일정한 DC 전압도 불리하다.
- [0007] 또한, 전압 분배기의 최대 출력 신호를 얻으려면 저항 값이 같거나 적어도 같은 자릿수여야 한다. 광전도체의 저항이 변경되자마자 시스템은 최적 동작점으로부터 드리프트(drift) 된다.
- [0008] 또한, DC 바이어스 전압에 대한 응답으로서 검출기의 저항이 드리프트될 수 있으며, 이는 아마도 검출기 재료의 전기화학적 프로세스로 인해 발생할 수 있다. 이온 드리프트와 같은, 전기화학 공정의 반응 시간보다 더 높은 주파수를 갖는 변조된 바이어스 전압은 광전도체의 저항 드리프트를 감소시킬 수 있다.
- [0009] 이 외에도 광전도체는 저항 비대칭의 특징을 가질 수 있는데, 이는 바이어스 전압의 극성에 따라 저항이 다를 수 있음을 의미한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 따라서, 본 발명이 해결하려는 과제는, 이러한 유형의 공지된 회로의 단점을 적어도 실질적으로 회피하는 광전도체 판독 회로 및 검출기를 지칭하는 것이다. 특히, 개선된, 특히 보다 신뢰성 있고 비용 효율적인, 광전도체의 판독이 바람직할 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 이러한 문제는 독립 특허 청구항의 특징을 갖는 발명에 의해 해결된다. 개별적으로 또는 조합하여 구현될 수 있는 본 발명의 유리한 전개는 종속항 및/또는 후속하는 명세서 및 상세한 실시예에 제시된다.
- [0012] 본 발명의 제1 양태에서, 장치가 개시된다. 장치는, 광전도체의 감광 영역의 조명에 따른 전기 저항 R_{photo} 을 나타내도록 구성된 적어도 하나의 광전도체, 적어도 하나의 광전도체 판독 회로를 포함하되, 여기서 광전도체 판독 회로는 광전도체의 전기 저항 R_{photo} 의 변화와 관련된 차동 전압을 결정하도록 구성되고, 여기서 광전도체 판독 회로는, 전기 출력이 그 극성을 적어도 한 번 변경하도록 광전도체에 적어도 하나의 주기적으로 변조된 바이어스 전압을 인가하도록 구성된 적어도 하나의 바이어스 전압원, 및 특정 조도(illumination level)에서 차동 전압을 밸런싱(balancing)하도록 구성된 적어도 하나의 전기 소자를 포함한다.
- [0013] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 포토레지스터(photoresistor)라고도 하는 "광전도체"라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 광전도체의 감광 영역의 조명에 따른 특정 전기 저항 R_{photo} 를 나타낼 수 있는 감광 소자를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다. 특히, 전기 저항은 광전도체 재료의 조명에 따라 달라진다. 아래에 상세히 설명되는 바와 같이, 광전도체는 "광전도성 재료"를 포함하는 감광 영역을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광전도체는 감광 검출기 회로에 적용될 수 있다.
- [0014] 본 명세서에 사용된 "조명(illumination)"이라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 가시 스펙트럼 범위, 자외선 스펙트럼 범위 및 적외선 스펙트럼 범위 중 하나 이상에 있는 전자기 방사선을 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다. 여기서, 표준 ISO-21348에 부분적으로 의거하여, 가시 스펙트럼 범위라는 용어는 일반적으로 380nm 내지 760nm의 스펙트럼 범위를 지칭한다. 적외선(IR: infrared) 스펙트럼 범위라는 용어는 일반적으로 760nm 내지 1000 μ m 범위의 전자기 방사선을 지칭하는데, 여기서 760nm 내지 1.4 μ m 범위는 일반적으로 근적외선(NIR: near infrared) 스펙트럼 범위로 표시되고, 15 μ m 내지 1000 μ m의 범위는 원적외선(FIR: far infrared) 스펙트럼 범위로 표시된다. "자외선 스펙트럼 범위"라는 용어는 일반적으로 1nm 내지 380nm 범위, 바람직하게는 100nm 내지 380nm 범위의 전자기 방사선을 지칭한다. 아래에서 "조명"이라는 용어는 "광(light)"으

로도 표시된다. 바람직하게는, 본 발명 내에서 사용되는 조명은 가시광선(즉, 가시광선 스펙트럼 범위의 광) 및/또는 적외선(즉, 적외선 스펙트럼 범위의 광)이다.

[0015] 본 명세서에 사용된 바와 같이, "광전도체의 감광 영역"이라는 용어는 일반적으로, (예컨대, 입사광 빔에 의한) 조명에 민감한 광전도체 영역을 지칭한다. 예를 들어, 감광 영역은, 반드시 그런 것은 아니지만 바람직하게는 연속적이며 연속 영역을 형성할 수 있는, 2차원 또는 3차원 영역일 수 있다. 광전도체는 이러한 감광 영역을 하나 또는 여러 개 가질 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "조명에 따른 전기 저항 R_{photo} 을 나타내기 위해"라는 용어는 일반적으로 광전도체의 전기 저항이 감광 영역의 조명, 특히 조명의 강도에 따라 조정 및/또는 변경되고/되거나 달라지는 것을 지칭한다. 특히, 조명에 응답하여 전기 저항이 조정 및/또는 변경되고/되거나 달라진다. 광전도체를 조명하면 광전도체는 감소된 전기 저항을 나타낼 수 있다. 광전도체는 조명을 받으면 그 저항률을 낮출 수 있다. 구체적으로, 광전도체의 전기 저항은 입사광의 강도가 증가함에 따라 감소할 수 있다. 암저항(dark resistance)과 명저항(bright resistance) 사이의 변화는 측정되거나 판독될 양이다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "암저항"은 일반적으로 조명되지 않은 상태의(즉, 조명이 없는) 광전도체의 전기 저항을 지칭한다. 본 명세서에서 추가로 사용되는 바와 같이, "명저항"이라는 용어는 조명된 상태의 광전도체의 전기 저항을 지칭한다. 측정 및/또는 판독을 위해 일반적으로 비선형 거동을 갖는 전압 분배기 회로가 알려져 있다. 광전도체 저항의 선형 변화는 전압 출력의 비선형 변화를 초래한다. 본 발명은 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이 선형 거동을 갖는 회로 특징을 제안한다.

[0016] 광전도체는 적어도 하나의 광전도성 재료를 포함할 수 있다. 전기 저항은 전기 전도도의 역수 값으로 정의되므로, 대안적으로 "포토레지스티브 재료(photoresistive material)"라는 용어도 동일한 종류의 재료를 지칭하는데 사용될 수 있다. 감광 영역은, 납황화물(PbS), 납셀렌화물(PbSe), 수은 카드뮴 텔루라이드(HgCdTe), 카드뮴 황화물(CdS), 카드뮴 셀렌화물(CdSe), 인듐 안티몬화물(InSb), 인듐 비화물(InAs), 인듐 갈륨 비화물(InGaAs), 외인성 반도체(예를 들어, 도핑된 Ge, Si, GaAs), 유기 반도체로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 광전도성 재료를 포함할 수 있다. 그러나 다른 재료도 가능하다. 추가 가능한 광전도성 재료는 예를 들어 WO 2016/120392 A1에 기재되어 있다. 예를 들어, 광전도체는 trinamiX GmbH(D-67056 Ludwigshafen am Rhein, Germany)의 상표명 HertzstueckTM으로 시중에서 구입 가능한 광전도체일 수 있다.

[0017] 예를 들어, 감광 영역은 적어도 하나의 조명원(illumination source)에 의해 조명될 수 있다. 조명원은 예를 들어 주변 광원이거나 이를 포함할 수 있고/있거나 인공 조명원이거나 이를 포함할 수 있다. 예를 들어, 조명원은 적어도 하나의 적외선 방출기 및/또는 적어도 하나의 가시광 방출기 및/또는 적어도 하나의 자외선 방출기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 조명원은 적어도 하나의 발광 다이오드 및/또는 적어도 하나의 레이저 다이오드를 포함할 수 있다. 조명원은 특히, 레이저(특히, 레이저 다이오드(원칙적으로는, 대안적 또는 추가적으로, 다른 유형의 레이저도 사용할 수 있음)), 발광 다이오드, 백열등, 네온광, 화염원, 유기 광원(특히, 유기 발광 다이오드), 구조화된 광원 중 하나 또는 복수의 조명원을 포함할 수 있다. 대안적 또는 추가적으로, 다른 조명원도 사용될 수 있다. 조명원은 일반적으로 자외선 스펙트럼 범위, 적외선 스펙트럼 범위 중 적어도 하나의 스펙트럼 범위의 광을 방출하도록 구성될 수 있다. 가장 바람직하게는, 적어도 하나의 조명원은 NIR 및 IR 범위, 바람직하게는 800nm 내지 5000nm 범위, 더욱 바람직하게는 1000nm 내지 4000nm 범위의 광을 방출하도록 구성된다.

[0018] 조명원은 적어도 하나의 비연속 광원을 포함할 수 있다. 대안적으로, 조명원은 적어도 하나의 연속 광원을 포함할 수 있다. 광원은 감광 검출기의 감광 파장과 중첩되는 적어도 하나의 방사 파장을 갖는 임의의 광원일 수 있다. 예를 들어, 광원은 플랑키안(Planckian) 방사선을 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광원은 적어도 하나의 발광 다이오드(LED) 및/또는 적어도 하나의 레이저원을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원은 액체 또는 고체 물질 또는 기체의 산화와 같은 발열 반응에 의해 조명을 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광원은 형광 효과로부터 조명을 생성하도록 구성될 수 있다. 조명원은 적어도 하나의 변조된 광 빔을 생성하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 조명원에 의해 생성된 광 빔은 변조되지 않을 수 있고/있거나 추가 광학 수단에 의해 변조될 수 있다. 조명원은 연속 광원으로부터의 광 빔을 변조하도록 구성된 적어도 하나의 광학 초퍼(chopper) 장치를 포함할 수 있다. 광학 초퍼 장치는 연속 광원으로부터의 광 빔을 주기적으로 차단하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광학 초퍼 장치는 적어도 하나의 가변 주파수 회전 디스크 초퍼 및/또는 적어도 하나의 고정 주파수 튜닝 포크(tuning fork) 초퍼 및/또는 적어도 하나의 광학 셔터(shutter)일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 제안된 장치는 광 변조 주파수와 무관하게 광전도체의 저항을 측정 및/또는 결정할 수 있다. 따라서 제안된 장치는 변조된 광 강도 없이 조명원에 대한 광전도체 저항의 측정을 가능하게 한다.

[0019] 본 명세서에 사용된 "광전도체 판독 회로"라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인

의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 적어도 하나의 광전도체 및/또는 복수의 광전도체의 판독을 위해 구성된 전자 회로를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다.

[0020] 광전도체 판독 회로는 광전도체의 전기 저항 R_{photo} 의 변화와 관련된 차동 전압을 결정하도록 구성된다. 본 명세서에서 사용된 "차동 전압을 결정"이라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는, 특히 광전도체에 걸친(예를 들어, 상이한 시점 및/또는 조명 상태에서), 전압 사이의 차이, 특히 변화를 측정하는 것을 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다.

[0021] 광전도체 판독 회로는, 전기 출력이 그 극성을 적어도 한 번 변경하도록 광전도체에 적어도 하나의 주기적으로 변조된 바이어스 전압을 인가하도록 구성된 적어도 하나의 바이어스 전압원을 포함한다. 변조는 단극성(unipolar) 또는 양극성(bipolar)일 수 있다. 변조 주파수는 자유롭게 선택될 수 있지만, 낮은 $1/f$ 잡음에 대해서는 더 높은 주파수, 바람직하게는 20Hz 내지 1000Hz, 특히 50Hz 내지 200Hz가 권장된다. 예를 들어, 바이어스 전압 변조는 전력선 주파수, 특히 50Hz 또는 60Hz의 주파수를 갖는다.

[0022] 본 명세서에서 사용된 "바이어스 전압원"이라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 바이어스 전압을 생성하도록 구성된 적어도 하나의 전압원을 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다. 바이어스 전압은 광전도체 재료 양단에 인가된 전압일 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "변조된 바이어스 전압"이라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 광전도체 상의 바이어스 전압의 분극 변화를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다. 본 명세서에서 사용되는 "주기적으로" 변조된 바이어스 전압이라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 시간 간격으로 나타나고/나타나거나 발생하는 바이어스 전압의 분극의 변화를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다.

[0023] 바이어스 전압원은, 2V 내지 20V, 특히 약 8V와 같은 영구 공급 전압을 생성하도록 구성될 수 있다. 광전도체 판독 회로는 $\pm 4V$ 와 같은 주기적으로 변조된 바이어스 전압을 생성하기 위한 적어도 하나의 스위칭 소자를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스위칭 소자는 트리거된 스위치(triggered switches)를 포함할 수 있다. 본 명세서에서 사용된 "트리거된 스위치"라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 임의의 트리거, 특히 트리거 신호에 따라 및/또는 이에 응답하여 작동하는 스위치를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다. 트리거 신호는 외부 신호일 수 있고/있거나 광전도체 판독 회로의 적어도 하나의 소자에 의해 생성될 수 있다. 예를 들어, 광전도체 판독 회로는 나트 게이트(not gate)와 같은 적어도 하나의 논리 게이트를 포함할 수 있다. 트리거 신호가 1인 경우 트리거 신호는 스위치를 켤 수 있다. 트리거 신호가 0이면 스위치가 꺼진다.

[0024] 광전도체의 저항 R_{photo} 가 특정 변조 주파수를 갖는 입사 조명의 함수로서 그 값을 변경할 수 있는 반면, 바이어스 전압 V_{Bias} 은 그 극성을 여러 번 변경한다. 트리거의 주파수는 조명의 변조 주파수의 주파수보다 훨씬 더 높을 수 있다.

[0025] 광전도체 판독 회로는 특정 조도에서 차동 전압을 밸런싱하도록 구성된 적어도 하나의 전기 소자를 포함한다. 이것은 R_{photo} 의 절대값이 아닌 R_{photo} 의 변화에 기초한 전기 출력만을 측정할 수 있게 한다. 차동 전압을 밸런싱하는 여러 방법이 사용될 수 있으며, 바람직하게는 휘트스톤 브리지(Wheatstone bridge) 또는 샘플 및 홀드 회로(sample-and-hold circuit)가 사용된다. 휘트스톤 브리지가 차동 전압을 완전히 밸런싱할 수 없는 경우, 휘트스톤 브리지는 오프셋 디지털-아날로그 컨버터(DAC: digital-to-analog converter)와 결합될 수 있다. 변조광이 꺼진 상태에서 직류(DC) 부분을 측정하는 샘플 및 홀드 회로를 사용할 때, 이 DC 부분은 변조광이 켜져 있는 동안 차동 전압 측정의 기준 전위로서 사용할 수 있으며 그 반대의 경우도 마찬가지이다.

[0026] 본 명세서에서 사용된 "전기 소자"라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 명명된 기능을 수행하도록 구성된 광전도체 판독 회로의 임의의 전기 구성요소를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다. 전기 소자는 적어도 하나의 휘트스톤 브리지 및 샘플 및 홀드 회로 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

- [0027] 본 명세서에서 사용된 "휘트스톤 브리지"라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 브리지 회로의 2개의 레그(legs)를 밸런싱함으로써 알려지지 않은 전기 저항을 결정하도록 구성된 전기 회로를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않으며, 여기서 레그 중 하나는 알려지지 않은 전기 저항을 포함한다. 예를 들어, 휘트스톤 브리지는 4개의 저항, 예를 들어, R_1 , R_2 , R_3 및 R_{photo} 를 포함할 수 있다. R_1 , R_2 및 R_3 은 알려진 저항을 가질 수 있으며, 여기서 상기 저항 중 적어도 하나, 예를 들어 R_2 는 조정 가능할 수 있다. R_{photo} 는 광전도체의 저항일 수 있다. 저항은 두 개의 레그, 즉, 알려진 저항(예를 들어, R_1 및 R_2)을 포함하는 알려진 레그, 및 알려지지 않은 저항 R_{photo} 및 예를 들어 R_3 를 포함하는 알려지지 않은 레그에 배열될 수 있다. 저항 R_2 는, 레그 사이의 두 중간점 사이의 전압이 0이 되도록 휘트스톤 브리지가 밸런싱될 때까지 조정될 수 있다. 이 밸런싱된 상태에서, 알려진 레그(R_2/R_1)에서의 두 저항의 비율은 알려지지 않은 레그(R_{photo}/R_3)에서의 두 저항의 비율과 같을 수 있다. 따라서, 밸런싱된 상태에서 차동 전압은 저항 중 적어도 하나의 조정에 의해 0V로 밸런싱될 수 있다. 조명을 받으면 광전도체의 저항은 그 속성을 변경하므로 휘트스톤 브리지는 0V와 다른 차동 전압을 생성한다. 장치는 휘트스톤 브리지에 직류(DC) 전압 또는 교류(AC) 전압을 인가하도록 구성된 전압원(V_S)을 포함할 수 있다. 따라서 휘트스톤 브리지는 전압원(V_S)에 연결될 수 있다. 광전도체는, 바이어스 전압원이 광전도체에 바이어스 전압을 인가할 수 있도록 바이어스 전압원에 연결될 수 있다.
- [0028] 본 명세서에 사용된 "샘플 및 홀드 회로"라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 연속적으로 변화하는 아날로그 신호의 전압을 샘플링하고 그 값을 지정된 최소 기간 동안 일정한 레벨로 유지하도록 구성된 전기 회로를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다. 샘플 및 홀드 회로는 적어도 하나의 아날로그 입력, 적어도 하나의 아날로그 출력, 및 적어도 하나의 제어 신호를 포함할 수 있다. 샘플 및 홀드 회로는 전하를 저장하도록 구성된 적어도 하나의 커패시터를 포함할 수 있다. 샘플 및 홀드 회로는 전계 효과 트랜지스터(FET: field effect transistor) 스위치와 같은 적어도 하나의 스위칭 소자, 및 적어도 하나의 연산 증폭기를 포함할 수 있다. 커패시터는, 스위칭 소자가 커패시터를 증폭기의 출력에 연결하는 경우 입력 전압을 샘플링하도록 구성될 수 있다. 증폭기는 커패시터 양단의 전압이 입력 전압과 동일 및/또는 비례하도록 커패시터를 충전 또는 방전하도록 구성될 수 있다. 스위칭 소자는 유지를 위해 증폭기로부터 커패시터를 차단(disconnect)하도록 구성될 수 있다. 저항 R_{photo} 가 특정 변조 주파수를 갖는 입사 조명의 함수로서 그 값을 변경할 수 있는 반면, 바이어스 전압 V_{Bias} 는 조명 변조의 하나의 주기 동안 그 극성을 여러 번 변경할 수 있다. 샘플 및 홀드 회로는 조명이 꺼져 있는 동안 기준 전압 V_{Ref} 를 샘플링하도록 구성될 수 있다. 샘플 및 홀드 회로는 조명이 켜져 있는 동안 차동 전압 V_{Diff} 의 측정을 위한 기준 전압을 유지하도록 구성될 수 있다. 기준 전압 측정은 조명이 켜져 있는 동안 수행될 수 있다. 차동 전압 측정은 조명이 꺼진 상태에서 수행될 수 있다.
- [0029] 본 명세서에서 사용된 "차동 전압의 밸런싱"이라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤화된 의미로 제한되어서는 안 된다. 구체적으로, 이 용어는 광전도체 판독 회로의 적어도 2개 지점 사이의 차동 전압이 특정 조도에서 0인 프로세스 또는 상태를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다.
- [0030] 광전도체의 조명이 변경되면 전기 출력이 변경된다. 차동 전압은 아날로그-디지털 컨버터(ADC: analog-to-digital converter)의 전체 동적 범위를 활용하도록 증폭될 수 있다. 따라서 전기 출력의 변화는 저비용 판독 전자 장치를 사용하여 비교적 높은 분해능으로 분해될 수 있다. 광과 여기 신호는 모두 상이한 주파수에서 변조될 수 있다. 광 신호는 또한 본 명세서에서 변조된 광 빔으로 표시될 수 있다. 여기 신호는 또한 본 명세서에서 바이어스 전압으로 표시될 수 있다. $1/f$ 잡음을 더 줄이기 위해 더 높은 여기 주파수가 권장된다. 생성 재결합 잡음을 줄이기 위해 변조된 광이 권장되지만, 생성 재결합 잡음은 플리커 잡음에 비해 작으며 광 변조 없이 측정이 수행될 수도 있다.
- [0031] 광전도체 판독 회로는 출력 신호를 증폭하도록 구성된 적어도 하나의 증폭기, 특히 적어도 하나의 임피던스 컨버터를 포함할 수 있다.
- [0032] 장치, 특히 광전도체 판독 회로는 적어도 하나의 평가 장치에 대한 적어도 하나의 커플링을 포함할 수 있다. 광전도체 판독 회로는, 주파수 측정을 위한 적어도 하나의 마이크로컨트롤러와 같은 저전압 평가 시스템에 커플링하기 위한 적어도 하나의 추가 전압 분배기 및 적어도 하나의 정류기를 포함할 수 있다. 커플링은 적어도 하나

의 다이오드 및 적어도 하나의 커플링 전압 분배기 회로를 포함할 수 있다. 커플링은 비교기 회로의 출력부에 배치될 수 있다.

[0033] 광전도체 판독 회로는 복수의 광전도체를 포함할 수 있다. 광전도체는 어레이로 배열될 수 있다. 광전도체 판독 회로는 복수의 광전도체 중 각 광전도체의 전기 저항을 결정하도록 구성될 수 있다. 복수의 광전도체의 판독을 위한 광전도체 판독 회로는 프로그래밍 가능 논리, 예를 들어 적어도 하나의 필드 프로그램 가능 게이트 어레이(FPGA: Field Programmable Gate Array), 단일 또는 다수의 입력 채널을 갖는 집적 회로, 단일 또는 다수의 입력부를 갖는 마이크로프로세서와 같은 적어도 하나의 논리 게이트를 포함할 수 있다. FPGA는 자유 발진 링 발진기(free running ring oscillator)로 구성될 수 있다. 이로 인해 비교기의 출력 주파수 측정에서 매우 높은 시간 분해능을 생성하는 것이 가능할 수 있다.

[0034] 어레이의 광전도체는 각각 상이한 파장의 전자기 에너지에 응답할 수 있다. 특히, 광전도체는 전자기 스펙트럼의 상이한 파장에서 전자기 흡수를 감지할 수 있다. 광전도체 어레이는 어레이의 각 픽셀이 상이한 파장의 전자기 에너지에 응답하도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 필터 배열이 사용될 수 있다. 그러나 다른 배열도 가능하다. 이를 통해 분광계용으로 어레이를 사용할 수 있다.

[0035] 광전도체 판독 회로는 특히 추가 평가를 위해 출력 신호를 디지털 신호로 변환하도록 구성된 적어도 하나의 아날로그-디지털 컨버터(ADC: analog-to-digital converter)를 더 포함할 수 있다.

[0036] 광전도체 판독 회로는 집적 회로로서 구현될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "집적 회로"라는 용어는 광의의 용어이고, 이는 당업자에게 통상적이고 관례적인 의미를 부여해야 하며 특별하거나 맞춤형된 의미로 제한되어서는 안 된다. 이 용어는 구체적으로 반도체 기판과 같은 기판 상의 전자 회로를 지칭할 수 있으나 이에 국한되지는 않는다. 예를 들어, 집적 회로는 마이크로칩으로 구현될 수 있다.

[0037] 본 발명의 추가 양태에서, 본 발명에 따른 적어도 하나의 광전도체 판독 회로를 포함하는 검출기가 개시된다. 검출기는 또한 장치의 광전도체 판독 회로의 적어도 하나의 출력부의 출력 신호를 결정하도록 구성된 적어도 하나의 평가 장치를 포함하고, 여기서 평가 장치는 출력 신호를 평가함으로써 조도를 결정하도록 구성된다.

[0038] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "평가 장치"라는 용어는 일반적으로 전압 출력부에서 적어도 하나의 전압 출력 신호를 결정 및/또는 생성하도록 설계된 임의의 장치를 지칭한다. 예를 들어, 평가 장치는 하나 이상의 주문형 집적 회로(ASICs: application-specific integrated circuits)와 같은 하나 이상의 집적 회로, 및/또는 하나 이상의 컴퓨터, 바람직하게는 하나 이상의 마이크로컴퓨터 및/또는 마이크로컨트롤러와 같은 하나 이상의 데이터 처리 장치이거나 이를 포함할 수 있다. 하나 이상의 AD 컨버터 및/또는 하나 이상의 필터와 같은, 전압 신호를 수신 및/또는 사전 처리하기 위한 하나 이상의 장치와 같은, 하나 이상의 사전 처리 장치 및/또는 데이터 수집 장치와 같은 추가의 구성요소가 포함될 수 있다. 또한, 평가 장치는 하나 이상의 데이터 저장 장치를 포함할 수 있다. 평가 장치는 하나 이상의 무선 인터페이스 및/또는 하나 이상의 유선 인터페이스와 같은 하나 이상의 인터페이스를 포함할 수 있다. 평가 장치는 특히 적어도 하나의 출력 전압 신호를 결정하도록 설계될 수 있는 적어도 하나의 데이터 처리 장치, 특히 전자 데이터 처리 장치를 포함할 수 있다. 평가 장치는 또한 적어도 하나의 조명원을 완전히 또는 부분적으로 제어하고/하거나 적어도 하나의 전압원을 제어하고/하거나 적어도 하나의 부하 저항기를 조정하도록 설계될 수 있다. 평가 장치는, 하나 이상의 측정 유닛 및/또는 하나 이상의 평가 유닛 및/또는 하나 이상의 제어 유닛과 같은, 하나 이상의 전자 하드웨어 구성요소 및/또는 하나 이상의 소프트웨어 구성요소와 같은, 하나 이상의 추가 구성요소를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 평가 장치는 예컨대 적어도 하나의 전압계와 같은, 적어도 하나의 출력 전압 신호를 측정하도록 구성된 적어도 하나의 측정 장치를 포함할 수 있다. 평가 장치는 적어도 하나의 푸리에 변환(Fourier transformation), 주파수 카운팅(counting), 에지(edge) 검출, 주기 길이 측정 등으로 이루어진 군의 하나 이상의 연산을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0039] 검출기는 적어도 하나의 조명원을 포함할 수 있다.

[0040] 본 발명의 이러한 양태에 관한 추가 세부사항, 특히 광전도체 판독 회로, 평가 장치 및 선택적 조명원의 추가 세부사항에 대해서는, 위에서 설명되고 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같은 광전도체 판독 회로의 설명을 참조할 수 있다.

[0041] 본 발명의 추가의 양태에서, 본 발명에 따른 장치의 용도는, 적어도 하나의 PbS 센서, 적어도 하나의 PbSe 센서, 또는 복수의 픽셀을 포함하는 적어도 하나의 픽셀화된 센서 어레이 중 하나 이상의 판독을 목적으로 개시되는데, 이 때, 픽셀의 각각은 적어도 하나의 PbS 또는 PbSe 센서를 포함한다. 특히, 본 발명에 따른 장치는 보통 또는 낮은 바이어스 전압 애플리케이션(예를 들어, 장치가 배터리로 작동되거나 저전력으로 실행되어야 하는

애플리케이션(예를 들어, 센서 노드, 휴대용 측정 장치, 폭발성 대기의 장치))에 사용될 수 있어, 신호 대 잡음비 개선과 그로 인한 높은 신호 품질을 가능하게 한다. 예를 들어, 전압 분배기 회로는 분광기, 수분 측정 기기, 두께 측정 기기, 가스 분석 기기 또는 포토레지스터를 센서 소자로 사용하는 임의의 기타 유형의 장비에 사용될 수 있다. 장치는 광학 센서에 사용될 수 있다. 예를 들어, 전압 분배기 회로는 소위 FiP 효과를 사용하는 광학 센서, 예를 들어 WO 2012/110924 A1, WO 2014/097181 A1 및 WO 2016/120392 A1에 사용될 수 있다. 공지된 전압 분배기 회로는 광 변조 없이 저항의 변화를 고분해능으로 측정할 수 없으므로 광전도성 검출기를 갖는 분광기는 분산 소자와 다수의 픽셀로만 구현될 수 있다. 단일 픽셀 분광기는 광변조 없이 측정할 수 있는 안정성 때문에 광다이오드 및 InGaS, Si-포토다이오드 등과 같은 기타 전류 생성 검출기를 사용한다. 본 발명에 따른 장치는 광변조 없이 광전도체의 저항 변화를 고정밀도로 측정할 수 있으므로 마이켈슨 간섭계(Michelson Interferometers) 또는 패브리 페로 간섭계(Fabry Perot Interferometer) 등을 기반으로 하는 단일 픽셀 분광기는 광전도성 검출기로도 구현될 수 있다. 언급된 모든 장점을 가진 제안된 장치는 단일 픽셀 분광기를 구축하는데 사용될 수 있다.

[0042] 요약하면, 본 발명의 맥락에서 하기 실시예가 특히 바람직한 것으로 간주된다.

[0043] 실시예 1. 장치로서,

[0044] 광전도체의 감광 영역의 조명에 따른 전기 저항 R_{photo} 을 나타내도록 구성된 적어도 하나의 광전도체,

[0045] 적어도 하나의 광전도체 판독 회로를 포함하되, 상기 광전도체 판독 회로는 상기 광전도체의 상기 전기 저항 R_{photo} 의 변화와 관련된 차동 전압을 결정하도록 구성되고, 상기 광전도체 판독 회로는, 전기 출력이 그 극성을 적어도 한 번 변경하도록 상기 광전도체에 적어도 하나의 주기적으로 변조된 바이어스 전압을 인가하도록 구성된 적어도 하나의 바이어스 전압원, 및 특정 조도(illumination level)에서 상기 차동 전압을 밸런싱(balancing)하도록 구성된 적어도 하나의 전기 소자를 포함하는, 장치.

[0046] 실시예 2. 실시예 1에 있어서, 상기 광전도체 판독 회로는 휘트스톤 브리지(Wheatstone bridge) 또는 샘플 및 홀드 회로(sample-and-hold circuit)를 포함하는, 장치.

[0047] 실시예 3. 실시예 1 또는 실시예 2에 있어서, 상기 바이어스 전압 변조는 단극성(unipolar) 또는 양극성(bipolar)인, 장치.

[0048] 실시예 4. 실시예 1 내지 실시예 3 중 어느 하나에 있어서, 상기 바이어스 전압 변조는 50Hz 이상의 주파수를 갖는, 장치.

[0049] 실시예 5. 실시예 1 내지 실시예 4 중 어느 하나에 있어서, 상기 장치는 적어도 하나의 평가 장치에 대한 적어도 하나의 커플링을 포함하는, 장치.

[0050] 실시예 6. 실시예 1 내지 실시예 5 중 어느 하나에 있어서, 상기 조명은 변조되는, 장치.

[0051] 실시예 7. 실시예 1 내지 실시예 6 중 어느 하나에 있어서, 상기 감광 영역은 납황화물(PbS), 납셀렌화물(PbSe), 수은 카드뮴 텔루라이드(HgCdTe), 카드뮴 황화물(CdS), 카드뮴 셀렌화물(CdSe), 인듐 안티몬화물(InSb), 인듐 비화물(InAs), 인듐 갈륨 비화물(InGaAs), 외인성 반도체, 유기 반도체로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 광전도성 재료를 포함하는, 장치.

[0052] 실시예 8. 검출기로서, 실시예 1 내지 실시예 7 중 어느 하나에 따른 적어도 하나의 장치를 포함하되, 상기 검출기는 상기 장치의 상기 광전도체 판독 회로의 적어도 하나의 출력부의 출력 신호를 결정하도록 구성된 적어도 하나의 평가 장치를 포함하고, 상기 평가 장치는 상기 출력 신호를 평가함으로써 조도(illumination intensity)를 결정하도록 구성되는, 검출기.

[0053] 실시예 9. 실시예 8에 있어서, 상기 평가 장치는 적어도 하나의 푸리에 변환(Fourier transformation), 주파수 카운팅(counting), 에지(edge) 검출, 주기 길이의 측정으로 이루어진 군의 하나 이상의 연산을 수행하도록 구성되는, 검출기.

[0054] 실시예 10. 실시예 1 내지 실시예 7 중 어느 하나에 따른 장치의 용도로서, 상기 용도는 적어도 하나의 PbS 센서, 적어도 하나의 PbSe 센서, 또는 복수의 픽셀을 포함하는 적어도 하나의 픽셀화된 센서 어레이 중 하나 이상의 판독의 목적을 위한 것이고, 상기 픽셀 각각은 적어도 하나의 PbS 또는 PbSe 센서를 포함하는, 장치의 용도.

도면의 간단한 설명

[0055] 본 발명의 추가적인 선택적 세부사항 및 특징은 종속항과 함께 뒤따르는 바람직한 예시적인 실시예의 설명으로부터 명백하다. 이러한 맥락에서, 특정 특징은 단독으로 구현되거나 특징들과 조합하여 구현될 수 있다. 본 발명은 예시적인 실시예에 제한되지 않는다. 예시적인 실시예는 도면에 개략적으로 도시된다. 개별 도면에서 동일한 참조 부호는 동일한 구성요소 또는 동일한 기능을 갖는 구성요소, 또는 그 기능과 관련하여 서로 대응하는 구성요소를 지칭한다.

구체적으로, 도면에서,

도 1a는 DC로 차동 전압 V_{Diff} 를 측정하기 위한 전기 회로를 도시한다.

도 1b는 AC로 차동 전압 V_{Diff} 를 측정하기 위한 전기 회로를 도시한다.

도 2a 내지 2d는 AC 및 변조된 광 강도로 차동 전압 V_{Diff} 를 측정하기 위한 전기 회로를 도시하고, 도 2a 내지 2d는 시간 종속 전원 전압(2a), 바이어스 전압(2b), 측정된 전압(2c) 및 광 변조(2d)를 보여준다.

도 3은 샘플 및 홀드 회로에 의해 광 저항 R_{Photo} 에 따른 차동 전압 V_{Diff} 를 측정하기 위한 새로운 전기 회로를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0056] 도 1은 DC(101) 동작에서 휘트스톤 브리지에 의해 저항기(105)에 따른 차동 전압(107)을 측정하는 가장 일반적으로 사용되는 방법을 보여준다. 휘트스톤 브리지는, 저항기(102, 103, 104)를 조정하여 차동 전압이 0V로 밸런싱될 수 있는 회로 표준이다.

[0057] 휘트스톤 브리지의 저항기 중 하나는, 적절한 저항을 가지지만 어두워진(darkened) 광전도체(105)로 대체될 수 있다. 광전도체는 측정된 물리량에 따른 전기 출력을 생성하기 위해 외부 여기 신호를 필요로 하는 센서이다. 광전도체에서 이 물리량은 조명이다. 가장 일반적으로, 전압 V_{Bias} (106)는 여기 신호로서 광전도체(105)에 인가된다.

[0058] 광전도체(105)는 조명에 따라 그 저항을 변경한다. 변화 자체는 광전도체의 전체 저항값에 비해 상대적으로 작다. 예를 들어, 약 $1M\Omega$ 의 저항을 특징으로 하는 $2mm \times 2mm$ 크기의 PbS 검출기는 1% 변화에 해당하는 약 $10k\Omega$ 의 $16\mu W/cm^2$ 의 복사 조도를 갖는 $1550nm$ 에서의 적외선 복사로 인해 그 저항을 변경한다. 따라서, 여기 신호는 조명에 의한 전기 출력 변화보다 10배 더 클 것이다. 필터링 없이, 판독 전자 장치는 전체 신호를 측정할 수 있어야 하지만 여전히 비교적 양호한 분해능으로 1%의 변화를 분해할 수 있어야 한다. 이러한 판독 전자 장치는 상업적으로 이용 가능하지만 매우 비싸다.

[0059] 탄소 복합재, 후막 저항기 등과 같은 다른 유형의 저항기뿐만 아니라 광전도체, PbS, PbSe 등은 더 작은 주파수에서 우세한, 플리커 잡음(flicker noise)이라고도 하는 강한 $1/f$ 잡음을 나타낸다. $1/f$ 잡음은 광전도체를 통해 흐르는 전류 I_{DC} 의 DC 부분에 크게 의존한다.

[0060] $1/f$ 잡음은 더 낮은 주파수에서 우세하다. R_{Photo} 의 변화는 $1/f$ 잡음을 제거하기 위해 더 높은 주파수에서 측정되어야 한다. 측정 잡음은, 광전도체를 통해 흐르는 전류를 변조하거나 전도체의 저항 R_{Photo} 을 변조하거나 여기 신호를 변조함으로써 감소될 수 있다.

[0061] 가장 일반적으로, 광원이 변조되거나 광원에서 검출기로 가는 광 경로가 (예를 들어, 초퍼(chopper) 또는 셔터(shutter) 등과 같은 기계적 설정을 이용하여) 단속(chopped)된다. 그런 다음 변조된 신호는 아날로그 또는 디지털 도메인에서 복조되지만 변조 주파수에서 $1/f$ 잡음을 유지하여 $1/f$ 잡음을 줄인다.

[0062] 조명을 받으면 저항 R_{Photo} 가 그 속성을 변경하므로 휘트스톤 브리지는 0V와 상이한 차동 전압을 생성한다. 시스템의 온도 불안정으로 인한 바이어스 전압(106)의 임의의 드리프트는 다크 광전도체(darkened photoconductor)(105)로 밸런싱될 수 있고 차동 전압(107)은 광 변조의 온 위상(on-phase) 또는 오프 위상(off-phase) 동안 0V로 유지될 것이다.

[0063] 전원 전압(108)의 극성을 변경하면 바이어스 전압(106)의 극성이 변경된다. 이 설정은 도 1b에 도시된다. 조명에 의한 전기 출력의 변화는 바이어스 전압의 극성을 2회 이상 변경하여 측정되므로 앞서 언급한 광전도체 저항의 비대칭은 추후 측정에 영향을 미치지 않을 수 있다. 측정은 전압 극성의 두 변화 사이에서 수행된다.

- [0064] 도 2 및 도 3은 본 발명에 따른 장치의 실시예를 도시한다.
- [0065] 도 2는 휘트스톤 브리지에 의한 저항 R_{photo} (205)에 따른 차동 전압(207)을 측정하기 위한 광전도체 판독 회로를 도시한다. 저항 R_{photo} (205)는 특정 변조 주파수를 갖는 입사 조명의 함수로서 그 값 ΔR_{photo} 을 변경하는 반면, 바이어스 전압 V_{Bias} 은 그 극성을 여러 번 변경한다. 따라서, 앞서 설명한 광전도체 판독 회로는 도 2a 내지 2d에 도시된 바와 같은 시간 종속 외부 매개변수와 함께 사용된다. 8V의 영구 공급 전압(201)이 회로에 인가된다. 도 2a는 시간의 함수로서 공급 전압을 도시한다. 공급 전압은 휘트스톤 브리지에서 $\pm 4V$ 의 바이어스 전압(206)을 얻기 위해 트리거된 스위치를 통해 스위칭된다. 이 바이어스 전압은 도 2b에 도시된다. 시간의 함수로서의 측정된 차동 전압은 도 2c에 도시된다. 포토레지스터의 조명은 도 2d에 표시된 주기로 램프와 같은 조명원의 변조에 의해 변형된다. 트리거(208)의 주파수는 램프 변조의 주파수보다 훨씬 더 높다.
- [0066] 결과적인 출력 전압(207)은 도 2d에 도시된다. 이는 두 변조된 입력의 오버레이(overlay)인 반면, 높은 트리거 주파수(208)는 제안된 바와 같이 $1/f$ 잡음을 감소시킨다.
- [0067] 도 2에서, 광전도체 판독 회로는 도 1과 관련하여 설명된 바와 같은 휘트스톤 브리지를 포함한다. 휘트스톤 브리지는 4개의 저항기 R_1 (202), R_2 (203), R_3 (204, 205)를 포함할 수 있으며, 여기서 저항(205)은 광전도의 저항 R_{photo} 이다. 휘트스톤 브리지는 참조 부호 201로 표시된 전압원 V_s 에 연결될 수 있다. 광전도체는 광전도체 양단에 바이어스 전압 V_{Bias} (206)을 인가하도록 구성된 바이어스 전압원에 연결될 수 있다. 바이어스 전압(206)은 주기적으로 변조된 바이어스 전압이다. 바이어스 전압원은 영구 공급 전압을 생성하도록 구성될 수 있다. 광전도체 판독 회로는 주기적으로 변조된 바이어스 전압을 생성하기 위한 적어도 하나의 스위칭 소자를 포함할 수 있다. 예를 들어, 스위칭 소자는 트리거된 스위치를 포함할 수 있다. 트리거된 스위치는 트리거(208), 특히 트리거 신호에 따라 및/또는 이에 응답하여 작동할 수 있다. 트리거 신호는 외부 신호일 수 있고/있거나 광전도체 판독 회로의 적어도 하나의 소자에 의해 생성될 수 있다. 예를 들어, 도 2의 실시예에서, 광전도체 판독 회로는 저항기(204, 205) 사이의 우측 상 및 저항기(202, 203) 사이에 휘트스톤 브리지에 바이어스 신호를 인가하기 위한 2개의 서브 회로를 포함할 수 있다. 각각의 서브 회로는 트리거(208)에 대한 연결을 포함하는 트리거된 스위치 및 나트 게이트(not gate)와 같은 적어도 하나의 논리 게이트를 포함할 수 있다. 예를 들어, 트리거 신호가 1인 경우 트리거 신호는 서브 회로 중 하나, 예를 들어 도 2의 좌측 상의 서브 회로의 트리거된 스위치를 켤 수 있다. 동시에 다른 서브 회로의 트리거된 스위치는 꺼진다. 트리거 신호가 0이면 앞서 설명한 것과 반대로 스위치가 꺼지고 켜질 수 있다.
- [0068] 휘트스톤 브리지를 통해 차동 전압을 밸런싱할 수 없는 경우에도 "Offset DAC"와 같은 추가 전자 부품을 사용하여 결과적인 오프셋을 보상할 수 있다. 변조된 광이 꺼져 있는 동안 DC 부분을 측정(샘플링)하고 변조된 광이 켜져 있는 동안 측정된 DC 부분을 차동 전압 측정의 기준 전위로 사용하는(또는 그 반대의 경우도 마찬가지임) 샘플 및 홀드 회로는 또 다른 가능한 구현이다. R_{photo} 의 전기화학적 드리프트 또는 온도와 무관하게, 샘플 및 홀드 회로가 사용될 때 기준 전압 V_{Ref} 는 항상 재보정될 것이다.
- [0069] 본 발명의 광전도체 판독 회로의 예가 도 3에 도시된다. 공급 전압(301)은 스위치(312 내지 316)를 통해 저항기(302) 및 포토레지스터(305)에 인가된다. 인가된 전압은 외부 신호(308) 및 부정 신호(negated signal)(309)에 의해 트리거되는 반면, 램프는 트리거 신호(310)에 의해 변조된다. 저항 R_{photo} (305)가 특정 변조 주파수(301)를 갖는 입사 조명의 함수로서 그 값 ΔR_{photo} 을 변경하는 반면, 바이어스 전압 V_{Bias} (306)은 램프 변조의 하나의 주기 동안 그 극성을 여러 번 변경하고, 이에 반해, 샘플 및 홀드 회로는 램프가 꺼져 있는(312) 동안 기준 전압 V_{Ref} (311)를 샘플링하고 램프가 켜져 있는 동안 V_{Diff} (307)의 측정을 위해 기준 전압 V_{Ref} (311)를 유지한다. 기준 전압 측정은 램프가 켜져 있는 동안 수행될 수 있고, 차동 전압 측정은 램프가 꺼진 상태에서 수행될 수 있다. 램프 변조는 정현파, 구형파, 삼각파 또는 임의의 다른 파형일 수 있다. 램프는 측정 세트의 시작 부분에서 기준 측정을 위해 꺼질 수 있는 한편, 조명의 강도 또는 파장의 변화가 바이어스 전압의 변조 주파수보다 더 느린 한, 상이한 조명 강도 및/또는 상이한 파장에서 V_{Diff} 가 여러 번 측정될 수 있다.

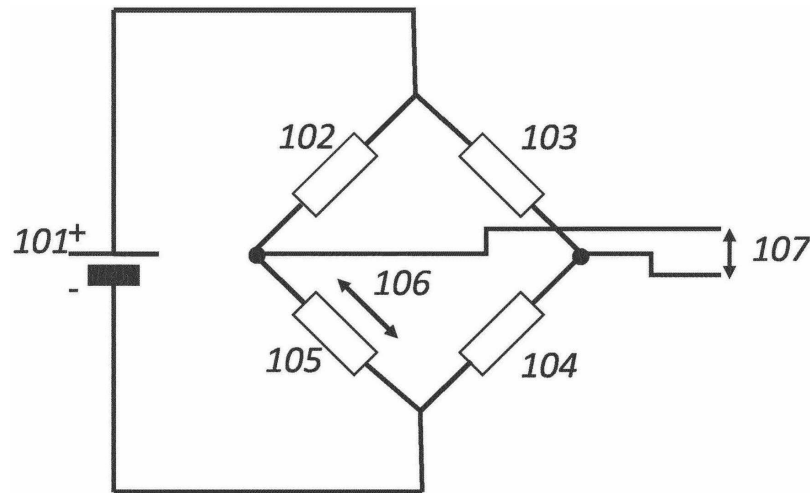
부호의 설명

- [0070] 101 전원 전압 V_s

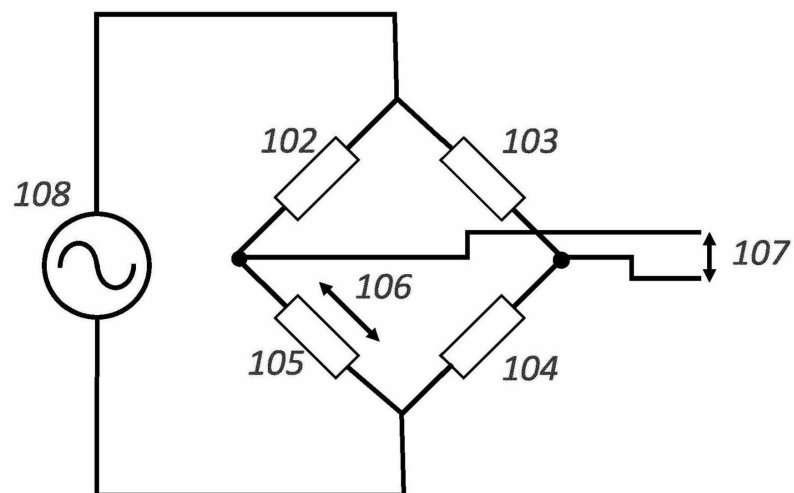
- 102 저항기 R_1
- 103 저항기 R_2
- 104 저항기 R_3
- 105 포토레지스터 R_{Photo}
- 106 바이어스 전압 V_{Bias}
- 107 차동 전압 V_{Diff}
- 108 소스 AC
- 201 소스 V_s
- 202 저항기 R_1
- 203 저항기 R_2
- 204 저항기 R_3
- 205 포토레지스터 R_{Photo}
- 206 바이어스 전압 V_{Bias}
- 207 출력 전압 V_{out}
- 208 트리거
- 301 소스 V_s
- 302 저항기 R_1
- 305 포토레지스터 R_{Photo}
- 306 바이어스 전압 V_{Bias}
- 307 출력 전압 V_{out}
- 308 트리거 AC
- 309 트리거 AC
- 310 램프 트리거
- 311 컴포넌트
- 312 스위치
- 313 스위치
- 314 스위치
- 315 스위치
- 316 스위치
- 317 접지
- 318 접지

도면

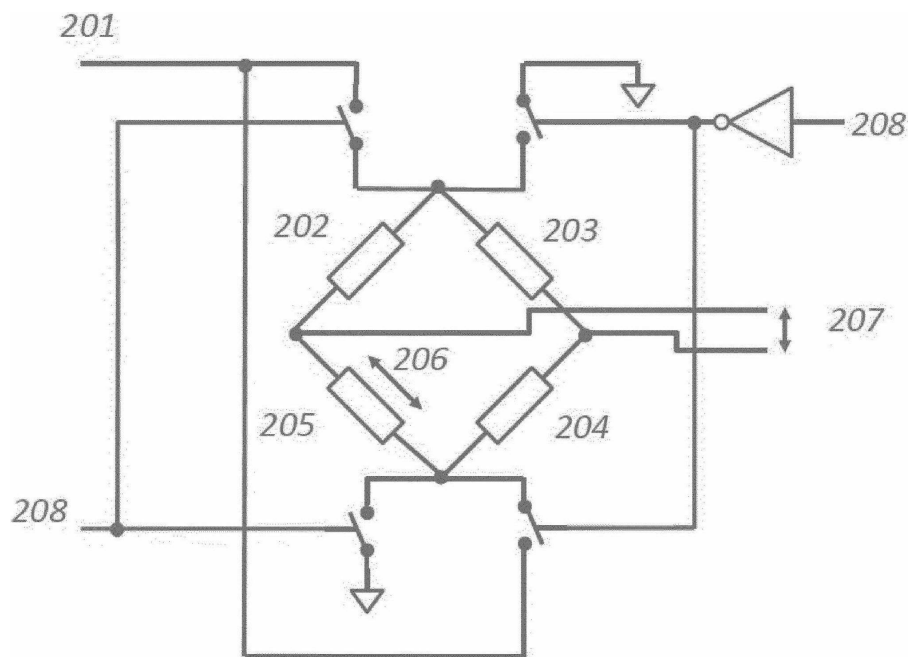
도면1a



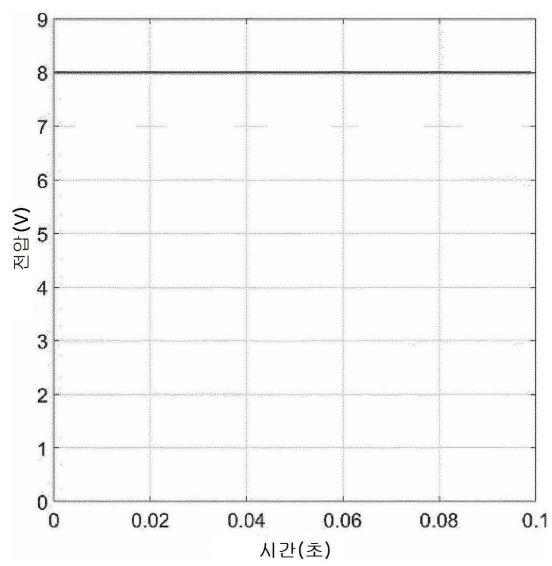
도면1b



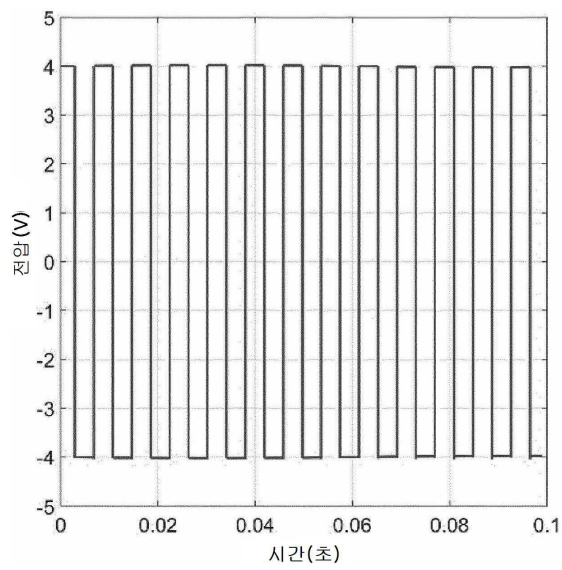
도면2



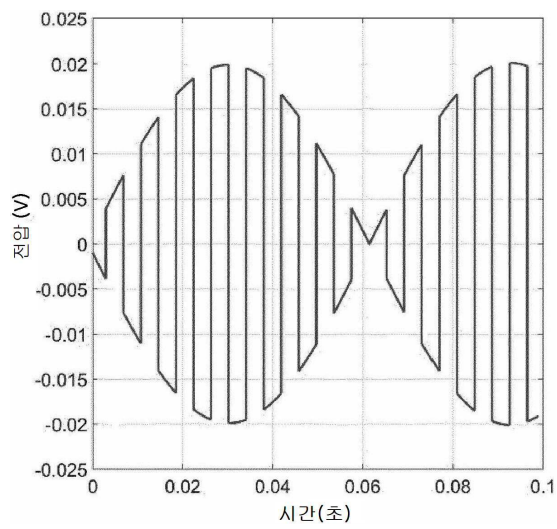
도면2a



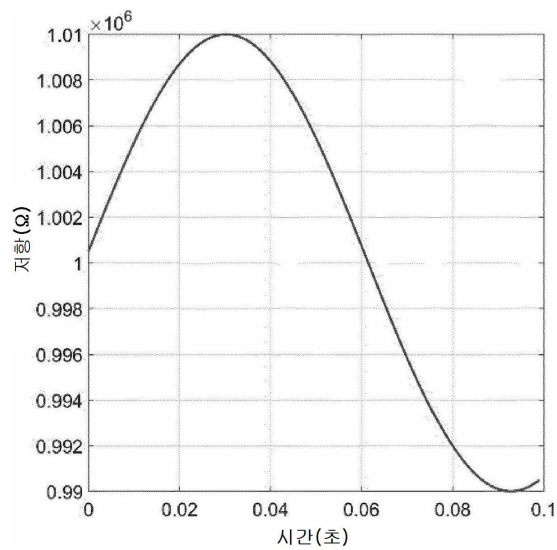
도면2b



도면2c



도면2d



도면3

