



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2013년11월14일  
 (11) 등록번호 10-1329170  
 (24) 등록일자 2013년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01J 1/02 (2006.01) G01J 11/00 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2012-0045348  
 (22) 출원일자 2012년04월30일  
 심사청구일자 2012년04월30일  
 (65) 공개번호 10-2013-0122204  
 (43) 공개일자 2013년11월07일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2006118965 A\*  
 KR1020080112104 A\*  
 KR1020110107006 A  
 KR1020070060469 A  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**클레어픽셀 주식회사**  
 경기도 성남시 분당구 대왕판교로 660, 1-비동  
 1206호 (삼평동, 유스페이스빌딩)  
 (72) 발명자  
**정현준**  
 서울특별시 서초구 방배동 725 방배삼호아파트  
 가-908  
 (74) 대리인  
**한상천**

전체 청구항 수 : 총 7 항

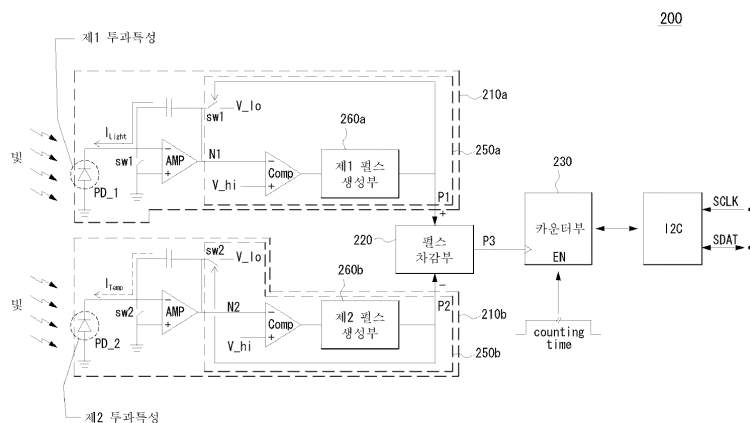
심사관 : 박장환

(54) 발명의 명칭 **인간의 시각 특성에 기반한 조도 센서**

**(57) 요약**

인간의 시각 특성에 기반한 조도 센서가 개시된다. 조도 센서는, 제1 투과 특성을 가지는 제1 광 검출 소자에 흐르는 전류에 상응하는 제1 전기 펄스 신호를 생성하여 출력하는 제1 조도 센싱 유닛; 제2 투과 특성을 가지는 제2 광 검출 소자에 흐르는 전류에 상응하는 제2 전기 펄스 신호를 생성하여 출력하는 제2 조도 센싱 유닛; 및 상기 제1 전기 펄스 신호의 펄스 열에서 상기 제2 전기 펄스 신호의 펄스 열을 차감한 차감 전기 펄스 신호를 출력하는 펄스 차감부를 포함한다. 본 발명에 의해, 인간의 시각 특성과 유사한 광 투과 특성을 가지고, 극 저조도 환경에서도 정밀한 광량 측정이 가능하여 측정 범위 극대화가 가능한 넓은 광량 측정 범위를 가지는 조도 센서가 제공될 수 있다.

**대표도**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

조도 센서에 있어서,

제1 투과 특성을 가지도록 녹색(Green) 컬러 필터가 적용된 제1 광 검출 소자에 흐르는 전류에 상응하는 제1 전기 펄스 신호를 생성하여 출력하는 제1 조도 센싱 유닛;

제2 투과 특성을 가지도록 청색(Blue) 컬러 필터와 적색(Red) 컬러 필터가 겹쳐진 조합 컬러 필터가 적용된 제2 광 검출 소자에 흐르는 전류에 상응하는 제2 전기 펄스 신호를 생성하여 출력하는 제2 조도 센싱 유닛; 및

상기 제1 전기 펄스 신호의 펄스 열에서 상기 제2 전기 펄스 신호의 펄스 열을 차감한 차감 전기 펄스 신호를 출력하는 펄스 차감부를 포함하는 조도 센서.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 조도 센싱 유닛 각각은,

광 검출 소자, 상기 광 검출 소자에 연결되는 증폭기, 상기 증폭기의 입출력 양단에 연결되는 피드백 커패시터 및 상기 증폭기의 출력단에 연결되는 비교기를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 조도 센서.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 제1 및 상기 제2 전기 펄스 신호는,

상응하는 광 검출 소자에 흐르는 전류로 인해 전하가 축적된 상기 피드백 커패시터 양단의 전압과 일치하는 상기 증폭기의 출력 전압이 상기 비교기의 기준 전압인 미리 지정된 제2 기준값( $V_{hi}$ )보다 커지면 상기 증폭기의 출력 전압을 미리 지정된 제1 기준값( $V_{lo}$ )으로 리셋(reset)시키기 위한 신호인 것을 특징으로 하는 조도 센서.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 리셋의 반복 주기는 광 검출 소자가 노출된 빛의 양의 비례하는 것을 특징으로 하는 조도 센서.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 펄스 차감부는,

상기 제1 전기 펄스 신호에서 상기 제2 전기 펄스 신호가 차감되도록 하기 위해, 상기 제2 전기 펄스 신호의 펄스 폭을 조절하기 위한 펄스 폭 조절부(Pulse width controller) 및 RS 플립플롭(RS Flip-flop)을 포함하는 것을 특징으로 하는 조도 센서.

### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 차감 전기 펄스 신호를 클럭으로 사용하고, 미리 지정된 카운팅 시간(counting time) 동안 동작되어 빛의 양에 상응하는 카운터값을 산출하는 카운터부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 조도 센서.

### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 카운터값은 I2C 인터페이스를 이용하여 수신 수단으로 제공되는 것을 특징으로 하는 조도 센서.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 인간의 시각 특성에 기반한 조도 센서에 관한 것이다.

### 배경기술

- [0002] 텔레비전, 이동통신 단말기 등의 디지털 장치는 디스플레이의 전력 소모를 최적화하고 가독성을 높이기 위해 주변 광량을 검출하여 디스플레이 밝기를 조절하는 기능을 구비하고 있다. 즉, 주변의 빛의 세기와 양을 감지하여 화면의 밝기를 조절하는 데이터로 사용하기 위해 많은 디지털 장치가 조도 센서(ambient light sensor)를 구비하고 있다.
- [0003] 도 1은 종래기술에 따른 조도 센서의 회로도를 간략히 나타낸 도면이다.
- [0004] 도 1에 도시된 바와 같이, 종래기술에 따른 조도 센서는 광 검출 소자(photo diode), 증폭부(AMP), 아날로그 디지털 변환부(ADC) 등을 포함하여 구성된다. 조도 센서에 포함된 각 구성 요소의 기능 및 동작은 당업자에게 자명한 사항이므로 이에 대한 설명은 생략한다.
- [0005] 전술한 목적을 위해 디지털 장치에 구비되는 조도 센서는 어두운 곳(저조도 환경)에서도 정밀한 광량 측정이 요구된다. 그리고, 포토 다이오드 등의 광 검출 소자를 사용하여 저조도 환경에서 광량을 측정하기 위해서는 광 검출 소자의 암 전류(Dark Current) 및 온도에 따른 전류의 변화가 빛에 의한 전류의 변화보다 크기 때문에 이를 보상해줄 필요도 있다.
- [0006] 이러한 필요성에서, 종래 기술에 따른 조도 센서는 빛을 주파수로 변환하거나, 빛을 전압으로 변환한 후 아날로그 디지털 변환을 통해서 광량을 측정하는 방법을 사용하고 있었다.
- [0007] 그러나, 이러한 방법에 의해서는 온도에 따른 보상이 어려워 빛에 대한 다이내믹 레인지(Dynamic range)가 100,000:1로 제한되는 문제점이 있었다.
- [0008] 또한, 종래 기술에 따른 조도 센서는 인간의 시각 특성(human visual characteristic)을 고려하지 않는 한계도 있었다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0009] 본 발명은 인간의 시감 특성과 유사한 광 투과(luminosity transmission) 특성을 가지고, 극 저조도 환경에서도 정밀한 광량 측정이 가능하여 측정 범위 극대화가 가능한 인간의 시감 특성에 기반한 조도 센서를 제공하기 위한 것이다.
- [0010] 본 발명은 외부에 컬러 필터나 적외선 차단 필터를 형성하지 않고 온칩(on-chip) 컬러 필터를 조합함으로써 저비용, 초소형의 조도 센서를 구현할 수 있는 인간의 시감 특성에 기반한 조도 센서를 제공하기 위한 것이다.
- [0011] 본 발명은 온도나 바이어스 전압 영향을 최소화하여 저조도 환경에서도 정밀한 조도 측정이 가능한 인간의 시감 특성에 기반한 조도 센서를 제공하기 위한 것이다.
- [0012] 본 발명의 이외의 목적들은 하기의 설명을 통해 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0013] 본 발명의 일 측면에 따르면, 조도 센서에 있어서, 제1 투과 특성을 가지는 제1 광 검출 소자에 흐르는 전류에 상응하는 제1 전기 펄스 신호를 생성하여 출력하는 제1 조도 센싱 유닛; 제2 투과 특성을 가지는 제2 광 검출 소자에 흐르는 전류에 상응하는 제2 전기 펄스 신호를 생성하여 출력하는 제2 조도 센싱 유닛; 및 상기 제1 전기 펄스 신호의 펄스 열에서 상기 제2 전기 펄스 신호의 펄스 열을 차감한 차감 전기 펄스 신호를 출력하는 펄스 차감부를 포함하는 조도 센서가 제공된다.
- [0014] 상기 제1 투과 특성 및 상기 제2 투과 특성 각각은 컬러 필터의 적용 여부, 컬러 필터가 적용된 경우 해당 컬러 필터의 특성, 광 차단을 위한 금속 차단막의 적용 여부 중 하나 이상에 의해 결정될 수 있다.
- [0015] 상기 제1 광 검출 소자는 녹색(Green) 컬러 필터가 적용되고, 상기 제2 광 검출 소자는 청색(Blue) 컬러 필터와 적색(Red) 컬러 필터가 겹쳐진 조합 컬러 필터, 청색 컬러 필터 및 적색 컬러 필터 중 어느 하나가 적용될 수 있다.
- [0016] 상기 제1 광 검출 소자는 컬러 필터 없이 전 범위 파장의 빛을 입사받도록 구성되고, 상기 제2 광 검출 소자는 청색(Blue) 컬러 필터와 적색(Red) 컬러 필터가 겹쳐진 조합 컬러 필터, 적색 컬러 필터 및 상기 금속 차단막 중 어느 하나가 적용될 수도 있다.
- [0017] 상기 제1 및 제2 조도 센싱 유닛 각각은, 광 검출 소자, 상기 광 검출 소자에 연결되는 증폭기, 상기 증폭기의 입출력 양단에 연결되는 피드백 커패시터 및 상기 증폭기의 출력단에 연결되는 비교기를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0018] 상기 제1 및 상기 제2 전기 펄스 신호는, 상응하는 광 검출 소자에 흐르는 전류로 인해 전하가 축적된 상기 피드백 커패시터 양단의 전압과 일치하는 상기 증폭기의 출력 전압이 상기 비교기의 기준 전압인 미리 지정된 제2 기준값( $V_{hi}$ )보다 커지면 상기 증폭기의 출력 전압을 미리 지정된 제1 기준값( $V_{lo}$ )으로 리셋(reset)시키기 위한 신호일 수 있다.
- [0019] 상기 리셋의 반복 주기는 광 검출 소자가 노출된 빛의 양의 비례할 수 있다.
- [0020] 상기 펄스 차감부는, 상기 제1 전기 펄스 신호에서 상기 제2 전기 펄스 신호가 차감되도록 하기 위해, 상기 제2 전기 펄스 신호의 펄스 폭을 조절하기 위한 펄스 폭 조절부(Pulse width controller) 및 RS 플립플롭(RS Flip-flop)을 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 조도 센서는 상기 차감 전기 펄스 신호를 클럭으로 사용하고, 미리 지정된 카운팅 시간(counting time) 동안 동작되어 빛의 양에 상응하는 카운터값을 산출하는 카운터부를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 카운터값은 I2C 인터페이스를 이용하여 수신 수단으로 제공될 수 있다.
- [0023] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질

것이다.

**발명의 효과**

- [0024] 본 발명의 실시예에 따르면, 인간의 시각 특성과 유사한 광 투과(luminosity transmission) 특성을 가지고, 극 저조도 환경에서도 정밀한 광량 측정이 가능하여 측정 범위 극대화가 가능한 효과가 있다.
- [0025] 또한 외부에 컬러 필터나 적외선 차단 필터를 형성하지 않고 온칩(on-chip) 컬러 필터를 조합함으로써 저비용, 초소형의 조도 센서를 구현할 수 있는 효과도 있다.
- [0026] 또한 온도나 바이어스 전압 영향을 최소화하여 저조도 환경에서도 정밀한 조도 측정이 가능한 효과도 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0027] 도 1은 종래기술에 따른 조도 센서의 회로도를 간략히 나타낸 도면.
- 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 조도 센서의 구성과 파형을 각각 간략히 나타낸 도면.
- 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 펄스 생성부의 구성과 파형을 각각 간략히 나타낸 도면.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 펄스 차감부의 구성과 파형을 간략히 나타낸 도면.
- 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 조도 센서의 구성을 나타낸 도면.
- 도 5b는 빛의 파장에 따른 광 검출 소자의 반응치를 나타낸 그래프.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0030] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0031] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0032] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...유닛", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0033] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일하거나 관련된 참조 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0034] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 일 실시예에 따른 조도 센서의 구성과 파형을 각각 간략히 나타낸 도면이고, 도 3a

및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 다른 펄스 생성부의 구성과 파형을 각각 간략히 나타낸 도면이며, 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 다른 펄스 차감부의 구성과 파형을 간략히 나타낸 도면이다.

- [0035] 도 2a를 참조하면, 조도 센서(ambient light sensor)(200)는 제1 조도 센싱 유닛(210a), 제2 조도 센싱 유닛(210b), 펄스 차감부(220), 카운터부(230)을 포함한다. 제1 및 제2 조도 센싱 유닛(210a, 210b)는 각각 광 검출 소자(photo diode), 광 검출 소자에 연결되는 증폭부(AMP), 증폭부의 입출력단에 각각 연결되는 피드백(feedback) 커패시터 및 전류 주파수 변환 유닛(250a 또는 250b)을 포함한다. 조도 센서(200)는 해당 조도 센서(200)가 구비된 디지털 장치의 제어장치와 통신하기 위한 통신 모듈이 더 포함될 수 있으며, 통신 방식은 예를 들어 I2C(Inter-Integrated Circuit) 방식 등일 수 있다.
- [0036] 도시된 바와 같이, 조도 센서(200)는 각각 동일한 크기의 두 개의 광 검출 소자(포토 다이오드)와 감지회로 구조를 이용하되, 하나의 광 검출 소자만 빛에 노출시키고 다른 하나의 광 검출 소자는 빛이 차단되도록 구성된다. 빛의 차단을 위해 예를 들어 금속 차단막 등이 이용될 수 있을 것이다.
- [0037] 그리고, 펄스 차감부(220)는 빛에 노출된 광 검출 소자에 연결되는 감지회로 구조의 결과값과 빛이 차단된 광 검출 소자에 연결되는 감지회로 구조의 결과값의 차이에 해당하는 값(즉, 두 개의 광 검출 소자간의 차이인 빛의 양만에 해당하는 값)을 출력력을 내보낸다.
- [0038] 이 경우, 빛이 차단된(즉, 빛을 받지 않는) 광 검출 소자는 온도 및 암 전류(dark current) 등의 기생적인 변화를 감지하여 빛에 노출된 광 검출 소자(이하, 수광 포토 다이오드라 칭해질 수 있음)의 기생적인 변화를 보상하는 역할을 한다.
- [0039] 특히 저조도 환경(광량이 적은 경우)에서는 수광 포토 다이오드에 흐르는 전류의 변화가 온도 및 증폭기(AMP)의 오프셋 전압 등에 의한 전류 변화보다 높을 수 있다.
- [0040] 따라서 본 실시예에서는 도시된 두 개의 광 검출 소자로부터의 출력력을 각각 펄스 열로 변환하되, 수광 포토 다이오드에 의한 펄스 열에서 수광하지 않는 포토 다이오드에 의한 펄스의 개수를 차감함으로써 빛의 차이만을 검출해 내는 방법을 채용하여 광량이 극히 적은 저조도 환경에서도 빛을 양을 정확히 측정 할 수 있도록 하는 방안을 제시한다.
- [0041] 이를 간단히 설명하면, 광 검출 소자인 포토 다이오드는 빛에 노출되면 다이오드 역방향으로 빛의 양에 비례하여 전류가 흐른다. 그러나 같은 포토 다이오드에 역방향 전압을 걸면 빛이 없어도 암 전류(Dark current)가 흐르며, 또한 온도의 증가에 의해서도 흐르는 전류가 증가한다.
- [0042] 도 2a의 제1 조도 센싱 유닛(210a)에 포함되고 빛에 노출된 광 검출 소자인 PD\_1에 상응하는 전류는 빛에 의한 전류, 다이오드 바이어스 전압에 의한 전류 및 온도 증가에 따른 전류를 모두 포함하고 있다. 이에 비해, 제2 조도 센싱 유닛(210b)에 포함되고 빛이 차단된 광 검출 소자인 PD\_2에 상응하는 전류는 바이어스 전압에 의한 전류와 온도 증가에 따른 전류만이 포함된다.
- [0043] 각 광 검출 소자에 따른 전류들은 제1 또는 제2 전류 주파수 변환 유닛(250a 또는 250b)에 의해 각 전류에 비례하는 주파수를 가지는 전기 펄스 신호들(즉 sw1, sw2)로 변환되고, 펄스 차감부(220)가 제1 전기 펄스 신호(sw1)의 펄스 열에서 제2 전기 펄스 신호(sw2)의 펄스 열을 차감하여 출력한다. 이때, 출력된 결과 펄스의 주파수는 온도와 바이어스 전압에 관계없이 순수하게 빛에 의한 전류 량에 비례한다.
- [0044] 이 펄스 신호(즉, 결과 펄스)를 카운터부(230)의 클럭(clock)으로 사용하고 미리 설정된 시간 동안 카운터부(230)를 동작시킨 후 정지시키면 이때의 카운터 값은 빛의 양에 비례하는 디지털 값이 된다.
- [0045] 카운터부(230)는 예를 들어 20비트 카운터일 수 있으며, 카운터 값은 예를 들어 I2C 인터페이스를 통해 외부로 전달될 수 있다.
- [0046] 이하, 관련 도면을 참조하여 본 실시예에 따른 조도 센서의 동작을 설명한다.
- [0047] 도 2a를 참조하면, 조도 센서(200)는 빛에 노출되어 빛과 온도(또는/및 다이오드 인가 전압)에 의해 발생된 제1 광 검출 소자(PD\_1) 전류에 비례하는 주파수의 제1 전기 펄스 신호(sw1)를 발생시키는 제1 전류 주파수 변환 유닛(210a)과, 빛이 차단되어 온도(또는/및 다이오드 인가 전압)에 의해서만 발생된 제2 광 검출 소자(PD\_2) 전류에 비례하는 주파수의 제2 전기 펄스 신호(sw2)를 발생시키는 제2 전류 주파수 변환 유닛(210b)을 포함한다.
- [0048] 제1 및 제2 전류 주파수 변환 유닛(210a, 210b)은 각각 비교기(Comp)와 펄스 생성부(260a 또는 260b)를 포함할 수 있다.

- [0049] 제1 및 제2 펄스 생성부(260a, 260b)는 도 3a에 도시된 바와 같이 입력 신호(A0, 즉 도 2a에 도시된 증폭기(AMP)의 출력값인 N1 또는 N2이며, 도 2b, 도 3b의 파형 참조)가 로우(Low)에서 하이(High)로 전환되는 것을 감지하여 일정한 펄스 폭을 가지는 신호를 생성한다. 제1 및 제2 펄스 생성부(260a, 260b)에서 생성되는 신호는 입력 신호가 로우(즉, 제1 기준값(V<sub>lo</sub>))에서 하이로 전환하기 시작하는 시점부터 입력 신호가 미리 지정된 제2 기준값(V<sub>hi</sub>, 즉 비교기의 기준 전압)에 도달하는 시점까지 로우(low) 상태인 펄스 폭을 가지는 신호일 수 있다.
- [0050] 도 3b에는 제1 및 제2 전류 주파수 변환 유닛(210a, 210b)에 포함된 각 구성 요소의 입출력 위치(즉, A0, B0, B1, B2, B3, OUT)에서의 신호 파형이 도시되어 있다.
- [0051] 제1 및 제2 조도 센싱 유닛(210a, 210b)의 동작(즉, 전류에 비례하는 주파수 펄스를 생성하는 동작)을 간략히 설명하면, 제1 조도 센싱 유닛(210a)에 포함된 제1 광 검출 소자(PD<sub>1</sub>)에 일정한 빛이 쏘이면 빛의 양에 비례하여 일정한 전류(I<sub>Light</sub>)가 흐르게 되고, 이 전류에 의해 증폭기(AMP)의 양단에 연결된 피드백 커패시터에 전하가 축적되어 시간에 따라 일정한 비율로 전압이 증가한다.
- [0052] 이때, 피드백 커패시터 양단의 전압은 증폭기의 출력 단자 전압 N1이 되고, 출력 단자 전압 N1이 시간에 따라 증가하게 되며, 출력 단자 전압 N1이 비교기(Comp)의 기준 전압인 제2 기준값(V<sub>hi</sub>)보다 커지면 비교기의 출력(B0)이 로우에서 하이로 전환된다.
- [0053] 로우에서 하이로 전환되는 신호를 이용하여 일정한 폭을 가지는 제1 전기 펄스 신호(sw1)(B3)가 생성되고, 제1 전기 펄스 신호(sw1)의 펄스가 하이인 시간동안 증폭기의 출력 단자 전압을 제2 기준값(V<sub>hi</sub>)에서 제1 기준값(V<sub>lo</sub>)로 리셋(reset)시킨다.
- [0054] 증폭기의 출력 단자 전압이 제1 기준값으로 리셋되면, 다시 빛에 의한 제1 광 검출 소자(PD<sub>1</sub>)의 전류에 의해 증폭기의 출력 단자 전압(N1)이 시간에 따라 증가하기 시작하고, 출력 단자 전압이 제2 기준값에 도달되면 다시 제1 전기 펄스 신호(sw1)를 이용하여 증폭기의 출력 단자 전압을 리셋시키는 과정을 반복한다. 이와 같은 리셋의 반복 주기는 빛의 양(즉, 전류의 크기)에 비례하며, 따라서 빛의 양을 주파수로 변환할 수 있게 된다.
- [0055] 전술한 처리는 빛이 차단된 제2 조도 센싱 유닛(210b)의 제2 광 검출 소자(PD<sub>2</sub>)에 대해서도 동일한 방식으로 수행하여 제2 전기 펄스 신호(sw2)가 생성된다.
- [0056] 또한, 조도 센서(200)는 도 2a에 도시된 바와 같이, 제1 전기 펄스 신호(sw1)의 펄스 열과 제2 전기 펄스 신호(sw2)의 펄스 열간의 차이를 검출하여 출력하는 펄스 차감부(220)와, 검출된 펄스를 카운팅할 카운터부(230)을 더 포함한다.
- [0057] 펄스 차감부(220)의 회로 구성 및 파형이 도 4a 및 4b에 각각 도시되어 있다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 펄스 차감부(220)는 제1 전기 펄스 신호(sw1)로부터 제2 전기 펄스 신호(sw2)를 차감하기 위하여, RS 플립플롭(flip-flop)과 제2 전기 펄스 신호(sw2)의 펄스 폭을 조절(pulse width control)하기 위한 펄스 폭 조절부를 포함한다.
- [0058] 펄스 차감부(220)는 빛에 노출된 제1 광 검출 소자(PD<sub>1</sub>)에 의해 생성된 제1 전기 펄스 신호(sw1)에서 빛이 차단된 제2 광 검출 소자(PD<sub>2</sub>)에 의해 생성된 제2 전기 펄스 신호(sw2)를 차감함으로써 온도, 바이어스 전압, 증폭기의 오프셋 전압 등의 원인에 의한 다이오드 전류의 변화량을 제거함으로써 빛 만에 의한 전류량을 정밀하게 측정할 수 있도록 한다.
- [0059] 이러한 특징은 특히 빛이 적은 저조도 환경에서 보다 효과적일 수 있으며, 본 실시예에서 제시한 조도 센서(200)의 구조를 활용하고 카운팅 시간(counting time)을 늘림으로써 이론적으로 0.01 lux 이하의 빛을 측정할 수 있는 고효율의 조도 센서로 기능하도록 할 수 있다.
- [0060] 이외에, 미리 지정된 시간 동안 카운터부(230)를 동작시키기 위한 인에이블(EN, enable) 신호를 제공하는 인에이블 신호 발생기, 증폭기(AMP)의 출력에 리셋(reset) 전압과 비교기(Comp)의 레퍼런스(reference) 전압을 발생시키기 위한 바이어스 전압 발생 회로 등을 더 포함할 수도 있다. 바이어스 전압 발생 회로에 의한 바이어스 전압은 예를 들어 0V 이거나 임의의 다른 값의 전압값으로 지정될 수 있음은 당연하다.
- [0061] 이제까지 관련도면을 참조하여 2개의 조도 센싱 유닛을 포함하되, 어느 하나의 조도 센싱 유닛은 빛에 노출시키고 다른 하나의 조도 센싱 유닛은 빛을 차단하여 각각 흐르는 전류에 비례하는 주파수를 가지는 전기 펄스 신호

들의 차로서 빛 만에 의한 전류량을 정밀하게 측정할 수 있는 조도 센서를 설명하였다.

- [0062] 그러나, 이러한 기술적 사상은 컬러 필터를 이용하여 각각의 조도 센싱 유닛의 광 투과 특성을 달리하는 방법으로 도 확장될 수 있다.
- [0063] 이하, 도 5a 및 도 5b를 참조하여 광 투과 특성을 달리하는 광 검출 소자를 각각 포함하는 조도 센싱 유닛들을 이용한 조도 센서에 관하여 설명하기로 한다.
- [0064] 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 조도 센서의 구성을 나타낸 도면이고, 도 5b는 빛의 파장에 따른 광 검출 소자의 반응치를 나타낸 그래프이다.
- [0065] 도 5a를 참조하면, 조도 센서(200)는 제1 조도 센싱 유닛(210a), 제2 조도 센싱 유닛(210b), 펄스 차감부(220), 카운터부(230)을 포함한다. 제1 및 제2 조도 센싱 유닛(210a, 210b)는 각각 광 검출 소자(photo diode), 광 검출 소자에 연결되는 증폭부(AMP), 증폭부의 입력력단에 각각 연결되는 피드백(feedback) 커패시터 및 전류 주파수 변환 유닛(250a 또는 250b)을 포함한다.
- [0066] 조도 센서(200)에 포함되는 각 구성 요소의 동작은 앞서 도 2a 등을 참조하여 설명한 바와 같으므로 이에 대한 중복되는 설명은 생략한다. 다만, 본 실시예는 각 광 검출 소자의 광 투과 특성을 달리 적용하고 있으므로 이를 중심으로 설명한다.
- [0067] 도 5a에 도시된 바와 같이, 제1 조도 센싱 유닛(210a)에 포함되는 제1 광 검출 소자(PD\_1)과 제2 조도 센싱 유닛(210b)에 포함되는 제2 광 검출 소자(PD\_2)는 광 투과 특성이 상이하도록 구성된다.
- [0068] 여기서, 광 투과 특성은 컬러 필터가 적용되었는지 여부 및 컬러 필터가 적용된 경우 해당 컬러 필터의 특성, 빛의 차단을 위한 금속 차단막 적용 여부에 의해 결정될 수 있다. 또한, 컬러 필터가 광 검출 소자에 적용되는 경우 예를 들어 해당 컬러 필터가 광 검출 소자의 외부에 형성될 수도 있으나, 온칩(on-chip) 컬러 필터를 이용하여 광 검출 소자와 일체화함으로써 소형 패키지화 할 수도 있다. 만일 제1 광 검출 소자(PD\_1)에는 아무런 컬러 필터 등을 적용하지 않고 빛에 노출되도록 하고, 제2 광 검출 소자(PD\_2)에는 빛의 차단을 위해 금속 차단막을 적용하여 각 광 검출 소자의 광 투과 특성을 지정한 경우라면 앞서 설명한 도 2의 구조와 동일 또는 유사해질 수도 있을 것이다.
- [0069] 컬러 필터를 이용하여 각 광 검출 소자의 광 투과 특성을 달리하는 일 예로, 제1 광 검출 소자(PD\_1)는 컬러 필터 등을 적용하지 않아 전 범위의 파장의 빛에 노출시키되, 제2 광 검출 소자(PD\_2)는 적색(Red) 컬러 필터를 형성하여 도 5b에 도시된 바와 같이 적색 영역 및 적외선 영역의 빛을 수광하도록 할 수 있다. 제2 광 검출 소자(PD\_2)에 적용되는 컬러 필터가 적색 컬러 필터 대신 예를 들어 적색과 청색 컬러 필터가 겹쳐진 형태일 수도 있음은 당연하다.
- [0070] 이 경우, 제1 전류 주파수 변환 유닛(210a)은 필터가 형성되지 않은 제1 광 검출 소자(PD\_1)에 흐르는 전류에 비례하는 주파수의 제1 전기 펄스 신호(sw1)를 발생시키고, 제2 전류 주파수 변환 유닛(210b)은 적색 컬러 필터가 형성된 제2 광 검출 소자(PD\_2)에 흐르는 전류에 비례하는 주파수의 제2 전기 펄스 신호(sw2)를 발생시킨다.
- [0071] 조도 센서(200)는 빛에 노출되어 빛과 온도(또는/및 다이오드 인가 전압)에 의해 발생된 제1 광 검출 소자(PD\_1) 전류에 비례하는 주파수의 제1 전기 펄스 신호(sw1)를 발생시키는 제1 전류 주파수 변환 유닛(210a)과, 빛이 차단되어 온도(또는/및 다이오드 인가 전압)에 의해서만 발생된 제2 광 검출 소자(PD\_2) 전류에 비례하는 주파수의 제2 전기 펄스 신호(sw2)를 발생시키는 제2 전류 주파수 변환 유닛(210b)을 포함한다.
- [0072] 펄스 차감부(220)는 제1 전기 펄스 신호(sw1)에서 제2 전기 펄스 신호(sw2)를 차감함으로써, 조도 센서(200)가 전체 빛(도 5b에 Clear로 표기)에서 적색 및 적외선(IR) 영역의 빛이 제거되어 인간의 눈에 가장 잘 반응하는 파장(즉, 초록색 영역, 도 5b에 Visible로 표기)의 빛의 밝기를 측정할 수 있도록 한다.
- [0073] 컬러 필터를 이용하여 각 광 검출 소자의 광 투과 특성을 달리하는 다른 예로, 제1 광 검출 소자(PD\_1)에는 녹색(Green) 필터를 적용시켜 빛에 노출시키되, 제2 광 검출 소자(PD\_2)는 청색(Blue)과 적색(Red) 컬러 필터를 적용시킬 수도 있다. 이 경우, 도시된 조도 센서(200)의 구성에 의해, 녹색 필터를 투과한 빛의 양에서 청색과 적색을 겹친 컬러 필터를 투과한 빛의 양이 차감된다. 물론, 제2 광 검출 소자(PD\_2)에 적용되는 컬러 필터가 청색 컬러 필터 또는 적색 컬러 필터일 수도 있음은 당연하다.
- [0074] 제2 광 검출 소자(PD\_2)에 청색과 적색을 겹친 컬러 필터를 적용하는 이유는, 제1 광 검출 소자(PD\_1)에 적용된



녹색 컬러 필터가 600nm 대역의 광량 투과를 제거하는 특성을 가지고 있지만, 적색 컬러 필터는 600nm 대역에서 투과 특성을 가지고 있어 제2 광 검출 소자(PD\_2)에 적색 컬러 필터만 적용할 경우 조도 센서(200)의 광 투과 특성이 600nm 대역에서의 투과 특성을 가지지 못하게 되어 시감 특성과 상이하기 때문이다.

[0075] 따라서, 제2 광 검출 소자(PD\_2)에 적색 및 청색 컬러 필터를 함께 배치함으로써 600nm 파장 대역에서 광량 투과를 제거하는 특성을 가지도록 하여, 제1 광 검출 소자(PD\_1)의 결과값에서 제1 광 검출 소자(PD\_1)의 결과값을 차감한 광 투과 특성이 600nm 파장 대역의 빛에 감응하는 특성을 가지도록 하기 위한 것이다. 이는 인간의 시감 특성과 유사하다.

[0076] 또한 일반적으로 CMOS 반도체 공정에서 사용하는 적색, 녹색, 청색 컬러 필터는 적외선 파장의 영역의 광도 투과하게 되므로, 도시된 조도 센서(200)의 구성에 따를 때 녹색 컬러 필터를 투과한 광량(즉, 제1 조도 센싱 유닛(210a)의 결과값)에서 청색과 적색을 겹친 컬러 필터를 투과한 광량(즉, 제2 조도 센싱 유닛(210b)의 결과값)이 차감되어, 결과적으로 적외선 파장 부분의 광량이 제거될 수 있다.

[0077] 전술한 방법들 각각은 적외선(IR) 제거 필터를 사용하지 않으므로 제작 비용이 감소되고 제조 공정이 단순화되는 장점을 가진다. 또한 광 투과 특성이 상이한 두 개의 광 검출 소자에 의한 결과값 차감을 통해 온도에 의한 변화가 무시(상쇄 효과)될 수 있도록 함으로써 두 개의 광 검출 소자가 가진 조건의 차이인 광량만이 측정될 수 있도록 하는 효과도 있다.

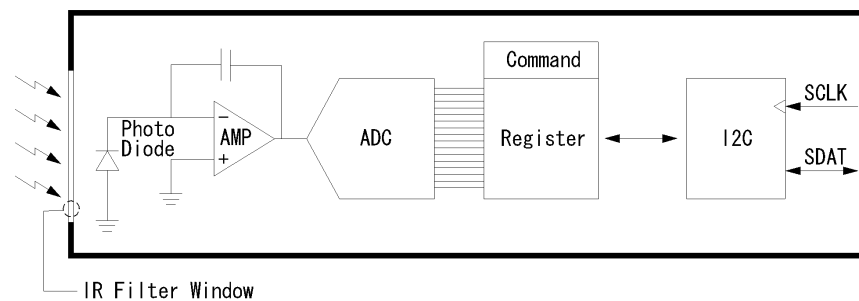
[0078] 상기에서는 본 발명의 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

**부호의 설명**

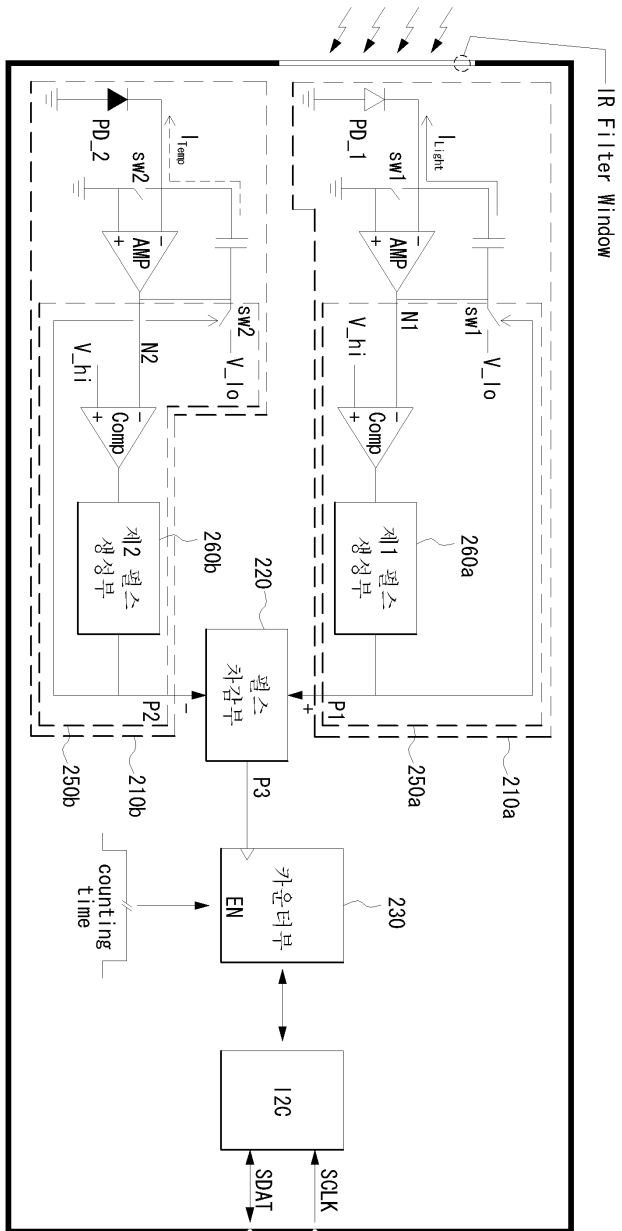
- [0079] 200 : 조도 센서
- 210a, 210b : 전류 주파수 변환 유닛
- 220 : 펄스 차감부
- 230 : 카운터부

**도면**

**도면1**

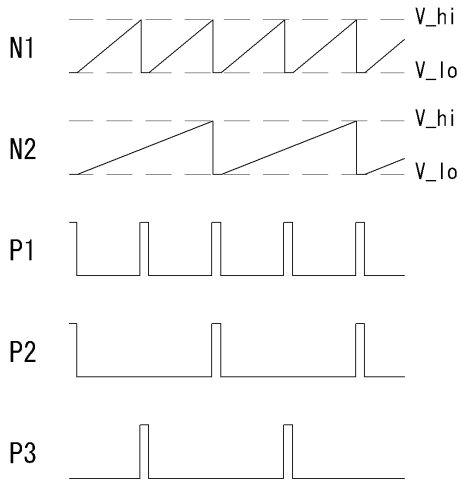


도면2a

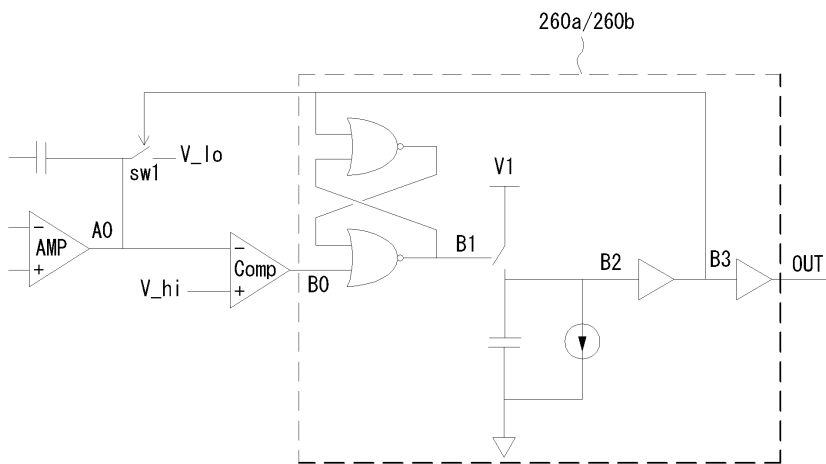


200

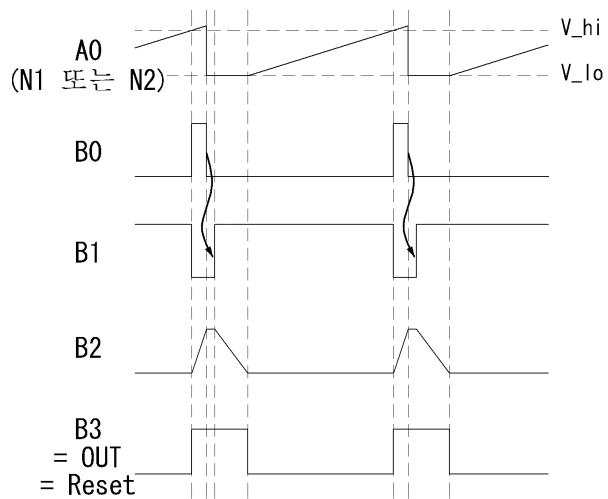
도면2b



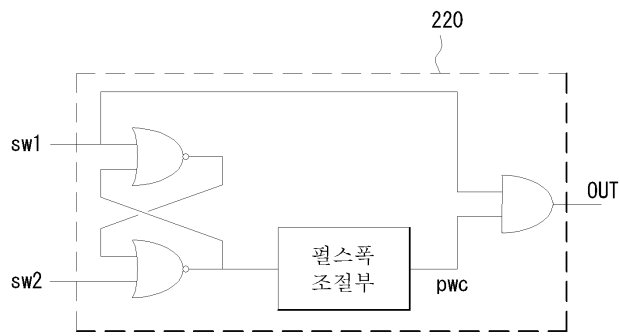
도면3a



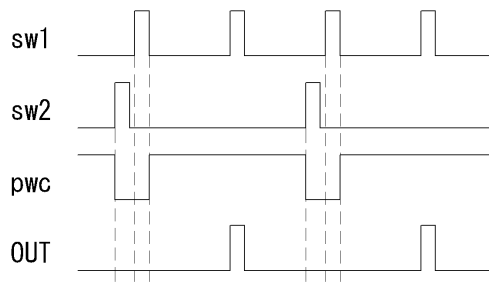
도면3b



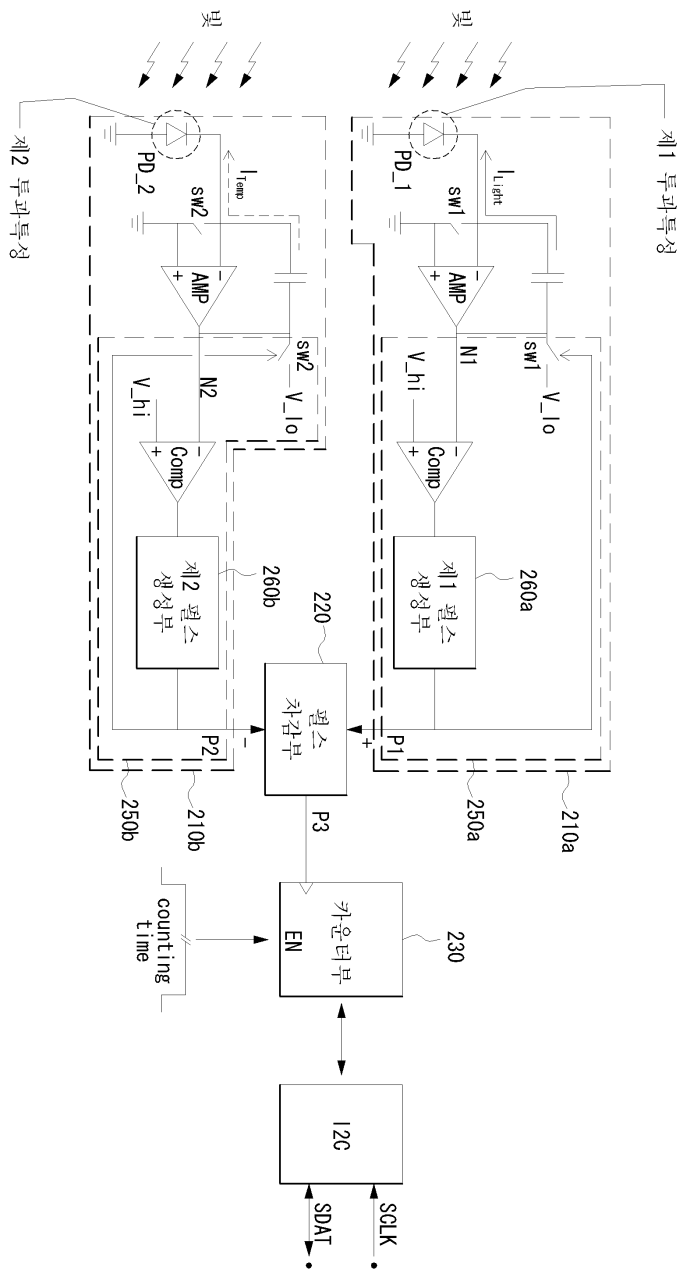
도면4a



도면4b



도면5a



200

도면5b

