



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년01월15일  
(11) 등록번호 10-2625129  
(24) 등록일자 2024년01월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 31/14 (2019.01) G08B 6/00 (2014.01)  
H01L 31/0216 (2014.01) H01L 31/0232 (2014.01)  
H01L 31/10 (2024.01) H01L 33/58 (2010.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 31/14 (2019.01)  
G08B 6/00 (2021.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0098469  
(22) 출원일자 2018년08월23일  
심사청구일자 2021년06월28일  
(65) 공개번호 10-2020-0022632  
(43) 공개일자 2020년03월04일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020120003043 A\*  
KR1020160017601 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
박진우  
서울특별시 서초구 서초중앙로 188 아크로비스타 A동 2207호  
임창진  
서울특별시 서대문구 신촌로7안길 57(창천동, 201호)  
(74) 대리인  
특허법인(유한) 대아  
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 배준석

(54) 발명의 명칭 웨어러블 광 발광 센서 및 이를 구비한 원격 센싱장치

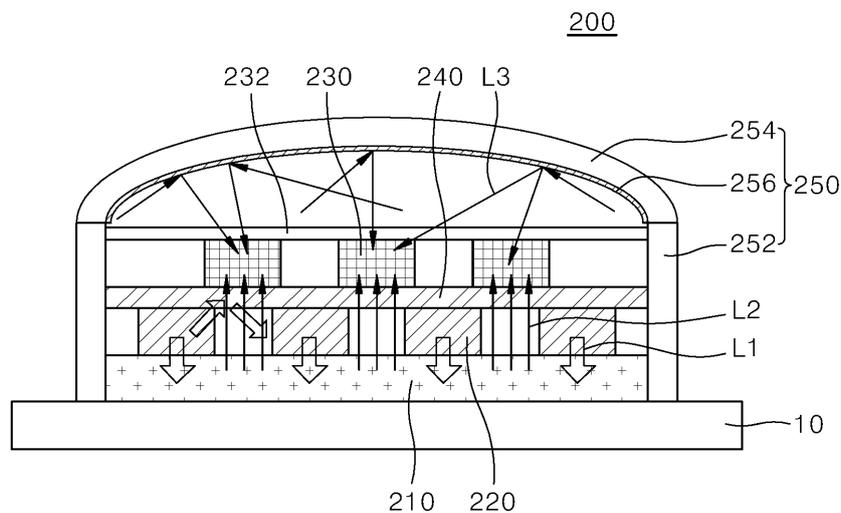
(57) 요약

휴대가 용이하며, 민감도와 정확성을 향상시킨 웨어러블 광 발광 센서 및 이를 구비한 원격 센싱장치에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드의 상부 및 하부에 반사 지지체 및 반투과 필터가 배치되는 것에 의해, 손실되거나 투과해 버리는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 파장대의 광을 재반사시켜 최대한 활용할 수 있으므로 민감도와 정확성을 향상시킬 수 있게 된다.

이 결과, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 센싱 필름으로부터 방출되어 반투명 포토 다이오드로 유입되는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 파장대의 광의 손실을 최소화할 수 있으므로, 센싱 정확도와 민감도를 향상시킬 수 있게 된다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

*H01L 31/02162* (2013.01)

*H01L 31/02327* (2013.01)

*H01L 31/03923* (2013.01)

*H01L 31/10* (2024.01)

*H01L 33/58* (2013.01)

(72) 발명자

**이소연**

서울특별시 성북구 정릉로26길 8, 208동 102호 (정릉동, 중앙하이츠빌2단지)

**최수석**

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

**장기석**

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

**문정민**

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

**정순신**

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

**유성필**

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

**정지환**

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1과장대의 광을 발산하는 발광소자;

상기 발광소자의 하부에 위치하고 상기 제1과장대의 광을 흡수하여 제1과장대의 광과 다른 제2과장대의 광을 발산하는 센싱 필름;

상기 발광소자와 이격된 상부의 외측에 배치되며, 상기 제2과장대의 광을 감지하는 제1면에 배치된 제1전극 및 상기 제1면과 대향하는 제2면에 배치된 제2전극을 포함하는 반투명 포토 다이오드;

상기 발광소자 및 반투명 포토 다이오드의 제1면 사이에 배치된 반투과 필터; 및

상기 반투명 포토 다이오드의 제2면과 마주하게 위치하여 상기 제2과장대의 광을 상기 반투명 포토 다이오드의 제2전극으로 반사시키는 반사층을 포함하는 반사 지지체;

를 포함하는 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발광소자는

레드(red), 그린(green) 및 블루(blue) 과장대 중 어느 한 과장대의 광을 발산하는 LED(light emitting diode) 또는 OLED(Organic light emitting diode)인 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 센싱 필름은

로다민 6G, 로다민 110, 로다민 700, 설퍼로다민 B 및 설퍼로다민 101을 포함하는 로다만계 유기착색제 및 움벨리페론(Umbelliferone) 중 선택된 1종 이상의 재질을 포함하는 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 반사 지지체는

수직 방향으로 배치된 제1 지지 프레임; 및

상기 제1 지지 프레임과 연결되어, 상기 반투명 포토 다이오드의 제2면 방향의 상층을 덮으면서 내측에 상기 반사층이 배치된 제2 지지 프레임을 포함하는 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 및 제2 지지 프레임 각각은

폴리이미드(PI), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리다이메틸실록산(PDMS), 폴리메타크릴산메틸(PMMA), 폴리(N, N-디메틸아크릴아미드)(PDMA), 폴리프로필렌(PP), 폴리아미드 이미드, 폴리카보네이트(PC), 폴리아릴레이트, 폴리에테르이미드, 폴리에틸렌나프탈레이트 및 폴리프탈아미드 중 선택된 1종 이상을 포함하는 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 반사층은

Au, Cu, Ag, Al, Pd, Pt, Ru 및 Rh 중 선택된 1종 이상을 포함하는 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 센싱 필름으로부터 발산되는 상기 제2 과장대의 광은 상기 제1 과장대의 광보다 높은 과장을 가지는 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 반투과 필터는

상기 센싱 필름으로부터 출사되는 상기 제2 과장대의 광만을 선택적으로 투과시키는 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 반투과 필터는

밴드패스 필터인 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 반투명 포토 다이오드는

투명 전극을 포함하는 상기 제2 전극이 배치된 절연 기재;

상기 투명 전극을 포함하는 상기 제2 전극이 배치된 절연 기재 상에 배치된 정공 수송층;

상기 정공 수송층 상에 배치된 광 흡수층;

상기 광 흡수층 상에 배치된 전자 수송층; 및

상기 전자 수송층 상에 배치되고 반투명 전극을 포함하는 상기 제1 전극;

을 포함하는 웨어러블 광 발광 센서.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,  
 상기 반투명 전극을 포함하는 상기 제1 전극은  
 50 ~ 150nm의 두께를 갖는 나노와이어인 웨어러블 광 발광 센서.

**청구항 12**

제10항에 있어서,  
 상기 반투명 전극을 포함하는 상기 제1 전극은  
 일정한 간격으로 절개된 복수의 슬릿을 갖는 금속 재질로 이루어진 웨어러블 광 발광 센서.

**청구항 13**

생체에 부착되어 생물학적 상태를 측정하는 센서부;  
 상기 센서부에서 측정된 상기 생물학적 상태를 원격지로 무선 송신하는 송신부;  
 상기 원격지에서 알람을 무선 수신받는 수신부;  
 상기 센서부, 송신부 및 수신부로 전원을 각각 공급하는 전원부; 및  
 상기 센서부가 측정된 정보를 송신부로 전송하며, 상기 수신부에 수신된 알람과 상기 전원부의 전력량 정보를 부착자에게 표시하는 제어부; 를 포함하며,  
 상기 센서부는,  
 제1 과장대의 광을 발산하는 발광소자와,  
 상기 발광소자의 하부에 위치하고 상기 제1 과장대의 광을 흡수하여 제1 과장대의 광과 다른 제2 과장대의 광을 발산하는 센싱 필름과,  
 상기 발광소자와 이격된 상부의 외측에 배치되며, 상기 제2 과장대의 광을 감지하는 제1 면에 배치된 제1 전극 및 상기 제1 면과 대향하는 제2 면에 배치된 제2 전극을 포함하는 반투명 포토 다이오드와,  
 상기 발광소자 및 반투명 포토 다이오드의 제1 면 사이에 배치된 반투과 필터와,  
 상기 반투명 포토 다이오드의 제2 면과 마주하게 위치하여 상기 제2 과장대의 광을 상기 반투명 포토 다이오드의 제2 전극으로 반사시키는 반사층을 포함하는 반사 지지체를 포함하는 웨어러블 원격 센싱장치.

**청구항 14**

제13항에 있어서,  
 상기 알람을 발생시키는 진동 모터;  
 를 더 포함하는 웨어러블 원격 센싱장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 휴대가 용이하며, 민감도와 정확성을 향상시킨 웨어러블 광 발광 센서 및 이를 구비한 원격 센싱장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 광 발광 센서란 센싱 필름(sensing film)에 흡착된 특정 화합물 또는 원소에 의해 센싱 필름의 광루미네선스 특

성이 달라지는 것을 이용한 센서를 말한다.

- [0004] 이러한 광 발광 센서는 센서 필름, 발광소자 및 포토 다이오드로 이루어진다. 광 발광 센서는 원리가 매우 간단하며, 작동신뢰성이 높고 적용 가능한 화합물의 범위가 넓어 환경, 의료, 식품, 보안, 화학 공학 산업 등 매우 다양한 분야에 이용되고 있다.
- [0005] 최근에는 휴대가 용이하고 소형화된 센서에 관한 수요가 증가하면서 기존에 발광소자로 이용되었던 레이저, LED의 대체발광소자에 대한 필요성이 높아졌다. 따라서, 유기전계 발광소자(OLED)가 기존 발광소자에 비해 광 발광 센서와 통합이 용이하고 제조 단가가 낮아 일회용 센서로의 응용이 가능하며, 얇고 가벼워 휴대용 센서로의 적용이 용이하다는 점에서 대체 발광소자로 주목받고 있다.
- [0006] 현재, 유기전계 발광소자를 기반으로 하는 광 발광 센서 분야는 센싱 필름에서 방출되는 광루미네선스의 강도(intensity)를 높이기 위해 유기전계 발광소자의 작동시간, 빛의 세기 등을 증가시키거나 조절하는 연구, OLED와의 통합 편의를 위한 유기전계 발광소자의 개발에 집중되어 있다.
- [0007] 웨어러블 광 발광 센서는 인체의 피부에 직접 부착하여 특정 화학 원소나 기계적인 움직임 등을 센싱하는 장치를 총칭한다. 최근에는 미세 센싱 기술과 진단의학에 대한 기술이 발전하면서 웨어러블 광 발광 센서에 대한 관심이 증가하고 있다.
- [0008] 이에 따라, 인체 피부에 대한 수분량, 산소, 활성산소, 혈청의 함량을 실시간으로 측정하는 것이 가능하면서 휴대 또는 착용이 가능한 웨어러블 광 발광 센서에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0010] 본 발명의 목적은 휴대가 용이하며, 민감도와 정확성을 향상시킨 웨어러블 광 발광 센서 및 이를 구비한 원격 센싱장치를 제공하는 것이다.
- [0011] 이를 위해, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 발광소자와 반투명 포토 다이오드 사이에 반투과 필터가 배치되고, 반투명 포토 다이오드 상에는 반사 지지체가 배치된다.
- [0012] 이에 따라, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드를 적용함과 더불어, 발광소자와 반투명 포토 다이오드를 서로 다른 층에서 지그재그 배열로 배치시키는 것에 의해 양쪽 면에서 반투명 포토 다이오드가 광을 흡수하는 것이 가능해질 수 있다.
- [0013] 이 결과, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 양쪽 면에서 반투명 포토 다이오드가 광을 흡수할 수 있으므로 민감도를 더욱 향상시킬 수 있게 된다.
- [0014] 또한, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드의 상부 및 하부에 반사 지지체 및 반투과 필터가 배치되는 것에 의해, 손실되거나 투과해 버리는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 파장대의 광을 재반사시켜 최대한 활용할 수 있으므로 민감도와 정확성을 향상시킬 수 있게 된다.

**과제의 해결 수단**

- [0016] 본 발명의 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 센싱 필름; 상기 센싱 필름 상에 배치된 발광소자; 상기 발광소자와 이격된 상부에 배치되며, 상기 발광소자의 외측에 배치된 반투명 포토 다이오드; 상기 발광소자 및 반투명 포토 다이오드 사이에 배치된 반투과 필터; 및 상기 반투명 포토 다이오드와 이격된 상측에 배치된 반사 지지체;를 포함한다.
- [0017] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드를 적용함과 더불어, 발광소자와 반투명 포토 다이오드 사이에 반투과 필터가 배치되고, 반투명 포토 다이오드 상에는 반사 지지체가 배치되는 것에 의해, 반투명 포토 다이오드의 양쪽 방향에서 광을 흡수하는 것이 가능해질 수 있다.
- [0018] 이 결과, 본 발명의 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 양쪽 면에서 반투명 포토 다이오드가 광을 흡수할 수 있으므로 센싱 필름을 더 많이 여기(excitation)시킬 수 있게 된다.
- [0019] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 반투과 필터는 발광소자로부터 출시되는 제1 파장대의 광은 선택적으로 반사시키는 것에 의해 반투명 포토 다이오드로 유입되는 노이즈(noise)로 인한 간섭효과를 최소화할 수 있고, 센싱 필

름에서 발생하는 제2 파장대의 광은 선택적으로 투과시키게 된다.

- [0020] 이 결과, 본 발명의 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 센싱 필름으로부터 방출되어 반투명 포토 다이오드로 유입되는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 파장대의 광의 소실을 최소화할 수 있으므로, 센싱 정확도와 민감도를 향상시킬 수 있게 된다.
- [0022] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 웨어러블 원격 센싱장치는 생체에 부착되어 생물학적 상태를 측정하는 센서부; 상기 센서부에서 측정된 상기 생물학적 상태를 원격지로 무선 송신하는 송신부; 상기 원격지에서 알람을 무선 수신받는 수신부; 상기 센서부, 송신부 및 수신부로 전원을 각각 공급하는 전원부; 및 상기 센서부가 측정한 정보를 송신부로 전송하며, 상기 수신부에 수신된 알람과 상기 전원부의 전력량 정보를 부착자에게 표시하는 제어부;를 포함한다.
- [0023] 여기서, 상기 센서부는, 센싱 필름과, 상기 센싱 필름 상에 배치된 발광소자와, 상기 발광소자와 이격된 상부에 배치되며, 상기 발광소자의 외측에 배치된 반투명 포토 다이오드와, 상기 발광소자 및 반투명 포토 다이오드 사이에 배치된 반투과 필터와, 상기 반투명 포토 다이오드와 이격된 상측에 배치된 반사 지지체를 포함한다.
- [0024] 이에 따라, 본 발명의 실시예에 따른 웨어러블 원격 센싱장치는 센서부의 부착자에 대한 생물학적 상태를 실시간으로 감지하고, 의료시설과 같은 원격지로 무선 전송함으로써 부착자의 건강상태를 전문의가 용이하게 확인하는 것이 가능해질 수 있게 된다.
- [0025] 이 결과, 본 발명의 실시예에 따른 웨어러블 원격 센싱장치는 실시간으로 부착자의 생물학적 상태를 실시간으로 감지하여 부착자의 건강상태를 용이하게 확인하는 것이 가능하므로, 원격지에서도 실시간으로 질병에 대한 조기 진단을 실시하는 것이 가능해질 수 있다.

**발명의 효과**

- [0027] 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드를 적용함과 더불어, 발광소자와 반투명 포토 다이오드 사이에 반투과 필터가 배치되고, 반투명 포토 다이오드 상에는 반사 지지체가 배치되는 것에 의해, 반투명 포토 다이오드의 양쪽 방향에서 광을 흡수하는 것이 가능해질 수 있다.
- [0028] 이 결과, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 양쪽 면에서 반투명 포토 다이오드가 광을 흡수할 수 있으므로 민감도를 더욱 향상시킬 수 있게 된다.
- [0029] 또한, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드의 상부 및 하부에 반사 지지체 및 반투과 필터가 배치되는 것에 의해, 손실되거나 투과해 버리는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 파장대의 광을 재반사시켜 최대한 활용할 수 있으므로 민감도와 정확성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0030] 또한, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드의 상부 및 하부에 반사 지지체 및 반투과 필터가 배치되는 것에 의해, 손실되거나 투과해 버리는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 파장대의 광을 재반사시켜 최대한 활용할 수 있으므로 민감도와 정확성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0031] 이 결과, 본 발명에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 센싱 필름으로부터 방출되어 반투명 포토 다이오드로 유입되는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 파장대의 광의 소실을 최소화할 수 있으므로, 센싱 정확도와 민감도를 향상시킬 수 있게 된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0033] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서를 나타낸 결합 단면도.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서의 작동 원리를 설명하기 위한 모식도.
- 도 3은 광전류 생성 원리를 설명하기 위한 그래프.
- 도 4는 스테른 볼머 플롯을 설명하기 위한 그래프.
- 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서를 나타낸 결합 단면도.
- 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서의 작동 원리를 설명하기 위한 모식도.
- 도 7은 도 5의 반투명 포토 다이오드의 일 예를 나타낸 사시도.

도 8은 도 5의 반투명 포토 다이오드의 다른 예를 나타낸 사시도.

도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서를 접촉 부재를 이용하여 인체의 피부에 부착한 상태를 나타낸 사진.

도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서를 접촉 부재를 이용하여 인체의 피부에 부착한 상태를 나타낸 모식도.

도 11은 본 발명의 제3 실시예에 따른 웨어러블 원격 센싱장치를 나타낸 블록도.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0034] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.
- [0035] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서 및 이를 구비한 원격 센싱장치에 관하여 상세히 설명하도록 한다.
- [0037] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서를 나타낸 결합 단면도이다.
- [0038] 도 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 센싱 필름(110), 발광소자(120), 포토 다이오드(130) 및 지지체(140)를 포함한다.
- [0040] 센싱 필름(110)은 피측정 대상인 생체에 부착된다. 이러한 센싱 필름(110)은 산소 또는 수분, 산화질소, 혈청 등을 감지할 수 있는 물질로 이루어질 수 있다. 이를 위해, 센싱 필름(110)은 로다민 6G, 로다민 110, 로다민 700, 설퍼로다민 B 및 설퍼로다민 101을 포함하는 로다만계 유기착색제 및 움벨리페론(Umbelliferone) 중 선택된 1종 이상의 재질을 포함할 수 있다.
- [0042] 발광소자(120)는 센싱 필름(110) 상에 배치된다. 이러한 발광소자(120)는 레드(red), 그린(green), 블루(blue) 파장대의 광 중 어느 하나를 발산할 수 있다. 이때, 발광소자(120)는 LED(light emitting diode) 또는 OLED(Organic light emitting diode)가 이용될 수 있으며, 이 중 플렉서블한 특성을 갖는 OLED를 이용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0043] 이때, 센싱 필름(110)은 발광소자(120)로부터 출사된 광(L1)을 흡수한다. 또한, 센싱 필름(110)은 피부에서 발생하는 피분석 물질, 즉 산소 또는 활성산소, 수분, 산화질소, 혈청(Serum) 등의 특정 화합물 또는 원소를 흡착한다.
- [0044] 여기서, 센싱 필름(110)은 발광소자(120)로부터 조사된 광(L1)을 흡수한 후, 특정 화합물 또는 원소의 함량에 따라 변형된 광루미네선스(PL) 특성을 가진 특정 파장의 광(L2)을 포토 다이오드(130)로 방출하게 된다.
- [0046] 포토 다이오드(130)는 센싱 필름(110) 상에 배치되어, 발광소자(120)와 교대로 이격 배치된다. 이러한 포토다이오드(130)는 센싱 필름(110)에서 방출된 광(L2)을 감지하며, 산소(O<sub>2</sub>) 또는 활성산소, 수분, 산화질소, 혈청(Serum) 등의 함량 정보를 포함하는 광량을 측정하여 광전류를 생성한다. 이를 위해, 센싱 필름(110)에서 출사된 광(L2)을 분석하고 연산하여 산출하는 수단이 더 구비되어 있을 수 있다.
- [0048] 지지체(140)는 센싱 필름(110) 및 발광소자(120)의 측면과 상면을 덮는다. 이러한 지지체(140)는 센싱 필름(110) 및 발광소자(120)의 측면에 부착된 수직부(142)와, 수직부(142)로부터 수평 방향으로 연장되어 발광소자(120) 및 포토 다이오드(130)의 상측을 덮는 수평부(144)를 가질 수 있다. 다만, 본 발명의 실시예들은 지지체(140)의 형성에 제한되지 않으며, 지지체(140)는 당업자가 용이하게 변경할 수 있는 수준에서 구조가 변경될 수 있다.
- [0050] 전술한 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 센싱 필름(110) 및 발광 소자(120)와, 센싱 필름(110)으로부터의 발광 세기를 측정하는 포토 다이오드(130)로 구성되어 있다.
- [0051] 이때, 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 센싱 필름(110)에 흡착된 피분석 물질에 의해서 센싱 필름(110)으로부터 방출되는 포토루미네선스(PL)의 발광 세기 특성이 달라져, 피분석 물질의 농도를

측정할 수 있게 된다.

- [0053] 이에 대해서는 이하 첨부된 도면을 참조하여 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0054] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서의 작동 원리를 설명하기 위한 모식도이다. 또한, 도 3은 광전류 생성 원리를 설명하기 위한 그래프이고, 도 4는 스테른 볼머 플롯을 설명하기 위한 그래프이다.
- [0055] 먼저, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 일 예로 발광소자(120)로부터 550nm의 제1 파장대의 광이 센싱 필름(110)에 조사되면, 센싱 필름(110)은 제1 파장대의 광을 흡수한 후, 광루미네선스에 의해 제1 파장대보다 큰 650nm의 제2 파장대의 광을 방출한다. 이때, 산소의 농도를 바꿔주게 되면, 켄칭(quenching)이 진행되면서 광루미네선스의 광 강도가 바뀌게 된다. 이렇게 바뀐 제2 파장대의 광을 포토 다이오드(130)가 흡수하여 광전류 신호(photocurrent signal)을 얻을 수 있게 된다. 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 산소 농도 조절이 가능한 산소 공급 장치를 포함하거나, 또는 산소 공급 장치와 연결될 수 있다.
- [0056] 도 4에 도시된 바와 같이, 공급되는 산소 농도에 따라 다르게 나타나는 광전류 신호(photocurrent signal)가 변화하는 것을 확인할 수 있다. 여기서, 산소가 없을 때( $I_0$ )와 산소가 있을 때( $I$ )의 비율을 계산하면, 선형적인 스테른 볼머 플롯(Stern-Volmer plot)이 그려지게 되고, 여기서  $K_{sv}$  값이 기울기로 민감도를 의미하게 된다.
- [0058] 도 1을 다시 참조하면, 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 센싱 필름(110)에 흡착된 피분석 물질에 의해서 센싱 필름(110)의 광 세기 특성이 달라져, 피분석 물질의 농도를 측정할 수 있게 된다.
- [0059] 이 결과, 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 센싱 필름(110), 발광소자(120) 및 포토 다이오드(130)가 일체형 구조를 가지므로, 구조가 간단하여 제조 단가가 저렴할 뿐만 아니라 발광소자(120)와 포토 다이오드(130)가 동일한 면에 배치되므로 두께 감소를 통한 슬림화를 도모할 수 있게 된다.
- [0061] 다만, 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 발광소자(120)와 포토 다이오드(130)가 센싱 필름(110) 상의 동일한 면에서 일정한 간격으로 이격 배치되는 구조를 갖는다.
- [0062] 이에 따라, 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 센싱 필름(110)을 여기시키기 위해 발광소자(120)로부터 제1 파장대의 광(L1)을 출사할 시, 발광소자(120)로부터 출사된 광(L1)이 모두 센싱 필름(110)으로 흡수되는 것이 아니라, 이 중 일부가 포토 다이오드(130)로 흡수되어 신호 간의 크로스토크(crosstalk)를 발생시켜 센서의 민감도를 감소시키게 된다.
- [0063] 이와 같이, 제2 파장대의 광(L2)이 아닌 발광소자(120)로부터 출사되는 제1 파장대의 광(L1)이 포토 다이오드(130)로 함께 들어가는 간섭이 발생할 경우, 센싱 필름(110)의 산소 농도에 따른 광전류 신호가 크로스토크로 인한 노이즈(noise)가 발생할 수 있다. 즉, 제2 파장대의 광(L2) 및 제1 파장대의 광(L1)이 포토 다이오드(130)로 전달되어 정확도가 저감될 수 있다.
- [0064] 또한, 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 포토 다이오드(130)가 한쪽 방향의 면으로부터 입사되는 광만을 감지하기 때문에 포토 다이오드(130)가 센싱 필름(110)에서 무작위 방향으로 발생하는 제2 파장대의 광(L2)을 모두 감지하는데 어려움이 있다.
- [0065] 따라서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(100)는 한쪽 방향의 면으로부터 입사되는 광만을 감지할 수 있는 광학적 구조로 인해 산소 농도에 대응되는 정확한 광전류를 얻지 못하여 민감도가 저감될 수 있다. 이로 인해, 생물학적 감지 정확도를 향상시킬 수 있는 다양한 실시예들에 대하여 후술한다.
- [0067] 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드를 적용함과 더불어, 발광소자와 반투명 포토 다이오드를 서로 다른 층에서 지그재그 배열로 배치시키는 것에 의해 양쪽 면에서 반투명 포토 다이오드가 광을 흡수하는 것이 가능하도록 설계된 것을 특징으로 한다.
- [0068] 이를 위해, 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 발광소자와 반투명 포토 다이오드 사이에 반투과 필터가 배치되고, 반투명 포토 다이오드 상에는 반사 지지체가 배치된다.
- [0069] 이 결과, 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서는, 제1 실시예와 동일한 전력으로 발광소자를 구동시키더라도, 양쪽 면에서 반투명 포토 다이오드가 광을 흡수할 수 있으므로 민감도를 더욱 향상시킬 수 있게 된다.
- [0070] 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서는 반투명 포토 다이오드의 상부 및 하부에 반사 지지체 및 반투과 필터가 배치되는 것에 의해, 손실되거나 투과해 버리는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 파장대

의 광을 재반사시켜 최대한 활용할 수 있으므로 민감도와 정확성을 향상시킬 수 있게 된다.

- [0072] 이에 대해서는 이하 첨부된 도면을 참조하여 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0073] 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서를 나타낸 결합 단면도이고, 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서의 작동 원리를 설명하기 위한 모식도이다.
- [0074] 도 5 및 도 6을 참조하면, 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(200)는 센싱 필름(210), 발광소자(220), 반투명 포토 다이오드(230), 반투과 필터(240) 및 반사 지지체(250)를 포함한다.
- [0076] 센싱 필름(210)은 피측정 대상인 생체에 부착된다. 이러한 센싱 필름(210)은 산소 또는 수분, 산화질소, 혈청 등을 감지할 수 있는 물질로 이루어질 수 있다. 이를 위해, 센싱 필름(210)은 로다민 6G, 로다민 110, 로다민 700, 설퍼로다민 B 및 설퍼로다민 101을 포함하는 로다민계 유기착색제 및 움벨리페론(Umbelliferone) 중 선택된 1종 이상의 재질을 포함할 수 있다.
- [0078] 발광소자(220)는 센싱 필름(210) 상에 배치된다. 이러한 발광소자(220)는 레드(red), 그린(green), 블루(blue) 파장대의 광 중 어느 하나를 발산할 수 있다. 이를 위해, 발광소자(220)로는 LED(light emitting diode) 또는 OLED(Organic light emitting diode)가 이용될 수 있으며, 이 중 플렉서블한 특성을 갖는 OLED를 이용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0079] 이때, 센싱 필름(210)은 발광소자(220)로부터 조사된 광(L1)을 흡수한다. 또한, 센싱 필름(210)은 피부에서 발생하는 피분석 물질, 즉 산소 또는 활성산소, 수분, 산화질소, 혈청(Serum) 등의 특정 화합물 또는 원소를 흡착한다.
- [0080] 여기서, 센싱 필름(210)은 발광소자(220)로부터 조사된 광(L1)을 흡수한 후, 특정 화합물 또는 원소의 함량에 따라 변형된 광루미네선스(PL) 특성을 가진 특정 파장의 광(L2)을 포토 다이오드(230)로 방출하게 된다.
- [0081] 즉, 발광소자(220)는 제1 파장대의 광(L1)을 발산하고, 센싱 필름(210)은 제1 파장대의 광(L1)을 흡수하며, 특정 화합물 또는 원소의 함량에 따라 변형된 광루미네선스에 의해 제1 파장대의 광(L1)보다 높은 특정 파장인 제2 파장대의 광(L2)을 발산한다.
- [0083] 반투명 포토 다이오드(230)는 발광소자(220)와 이격된 상부에 배치되며, 발광소자(220)의 외측에 배치된다. 이러한 반투명 포토다이오드(230)는 센싱 필름(210)에서 방출된 광(L2)을 감지하며, 산소(O<sub>2</sub>) 또는 활성산소, 수분, 산화질소, 혈청(Serum) 등의 함량 정보를 포함하는 광량을 측정하여 광전류를 생성한다. 이를 위해, 센싱 필름(210)에서 출사된 광(L2)을 분석하고 연산하여 산출하는 수단이 더 구비되어 있을 수 있다.
- [0084] 이때, 도 7은 도 5의 반투명 포토 다이오드의 일 예를 나타낸 사시도이고, 도 8은 도 5의 반투명 포토 다이오드의 다른 예를 나타낸 사시도로, 이를 참조하여 반투명 포토 다이오드에 대하여 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0085] 먼저, 도 7에 도시된 바와 같이, 반투명 포토 다이오드(230)는 투명 전극(231)이 배치된 절연 기재(232)와, 정공 수송층(233), 활성층(234), 전자 수송층(235) 및 반투명 전극(236)을 포함할 수 있다.
- [0086] 절연 기재(232)는 투명 유리 또는 투명 고분자 필름이 이용될 수 있다.
- [0087] 투명 전극(231)은 인듐틴산화물(indium tin oxide, ITO), 플루오르틴산화물(fluorine tin oxide, FTO), 인듐아연산화물(indium zinc oxide, IZO) 등의 투명한 전도성 금속 산화물이 이용될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0088] 정공 수송층(233)은 투명 전극(231)이 배치된 절연 기재(232) 상에 배치되어 정공의 원활한 이동경로를 제공한다. 이러한 정공 수송층(233)은 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜):폴리(스타이렌 설프오네이트)(PEDOT:PSS), 폴리아세틸렌(polyacetylene), 폴리피롤(polypyrrole), 폴리티오펜(polythiophene), 폴리(p-페닐렌바이닐렌)[poly(p-phenylenevinylene) 등에서 선택된 1종 이상이 이용될 수 있다.
- [0089] 활성층(234)은 정공 수송층(233) 상에 배치된다. 이러한 활성층(234)은 폴리(3-헥실티오펜)((poly 3-hexylthiophene)) 또는 폴리(3-헥실티오펜-2,5-디일)((poly3-hexylthiophene-2,5-diyl))과 같은 통상적으로 "P3HT"로 불리는 폴리머와 같은 P형 폴리머 및 폴리머가 그래프트된 메틸 [6,6]-페닐-C61-부타노에이트(methyl [6,6]-phenyl-C61-butanoate) 와 같은 통상적으로 'PCBM'로 불리는 폴리머와 같은 N형 폴리머의 혼합일 수 있다.

- [0090] 전자 수송층(235)은 활성층(234) 상에 배치되어, 전자의 원활한 이동경로를 제공한다. 이러한 전자 수송층(235)은 티타늄 옥사이드(TiOx), 텅스텐 옥사이드(WOx), 산화 아연(ZnOx), 산화 철(FeOx), 산화 구리(CuOx), 산화 지르코늄(ZrOx), 산화크롬(CrOx), 산화 바나듐(VOx), 산화 망간(MnOx), 산화 코발트(CoOx), 산화 니켈(NiOx), 산화 주석(SnOx), 산화이리듐(IrOx) 등에서 선택된 1종 이상이 이용될 수 있다.
- [0091] 여기서, 전공 수송층(233)으로부터 주입되는 전공과 전자 수송층(235)으로부터 주입되는 전자는 활성층(234)에서 상호 작용하게 되며, 이러한 상호작용은 엑시톤들, 즉 전자-정공쌍을 형성하고, 전자과 정공은 분리되어 광전류를 생성하게 된다.
- [0092] 반투명 전극(236)은 전자 수송층(235) 상에 배치된다. 이러한 반투명 전극(236)은 은나노와이어(AgNWs) 용액을 분무법 또는 스핀코팅법으로 50 ~ 150nm의 얇은 두께로 코팅하고, 건조하여 형성될 수 있다. 이러한 은나노와이어(AgNWs)는 높은 전기전도도를 갖기 때문에 50 ~ 150nm의 얇은 두께로 반투명 전극(236)을 형성하더라도 전기전도성 확보에 문제가 없으므로 고투과도 특성을 나타낼 수 있게 된다.
- [0093] 이에 따라, 반투명 포토 다이오드(230)는 양측의 전극이 투명 전극(231)과 반투명 전극(236)으로 이루어지므로 반투과 특성을 확보할 수 있게 된다. 또한, 반투명 포토 다이오드(230)는 각 층을 모두 액상법으로 형성할 수 있으며, 이를 통해 공정 간소화를 도모할 수 있는 장점을 갖는다.
- [0095] 한편, 본 발명의 다른 예에 따른 반투명 포토 다이오드(230)는 반투명 전극(236)을 제외하고는, 도 7에서 도시하고 설명한 반투명 포토 다이오드와 실질적으로 동일하므로, 중복 설명은 생략하고 차이점 위주로 설명하도록 한다.
- [0096] 도 8에 도시된 바와 같이, 반투명 전극(236)은 일정한 간격으로 절개된 복수의 슬릿(S)을 갖는 금속 재질로 이루어질 수 있다.
- [0097] 이때, 반투명 전극(236)은 1 ~ 3mm의 일정한 간격을 갖는 격자구조를 가지며, 0.1 ~ 0.3mm의 너비로 절개된 복수의 슬릿(S)을 갖도록 설계되는 것이 바람직하다. 이에 따라, 0.1 ~ 0.3mm의 너비를 갖는 복수의 슬릿(S)으로 빛이 투과될 수 있으므로 반투명 특성을 확보할 수 있게 된다.
- [0098] 이러한 반투명 전극(236)은 전자 수송층(235) 상에 알루미늄(Al), 금(Au), 은(Ag), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 구리(Cu), 텅스텐(W), 철(Fe), 니켈(Ni), 아연(Zn) 등에서 선택된 1종 이상을 증착하여 금속층을 형성한 후, 금속층을 선택적으로 식각하는 것에 의해 형성될 수 있다.
- [0100] 한편, 도 5 및 도 6을 다시 참조하면, 반투과 필터(240)는 발광소자(220) 및 반투명 포토 다이오드(230) 사이에 배치된다. 이에 따라, 발광소자(220)는 센싱 필름(210) 상에 배치되고, 반투명 포토 다이오드(230)는 반투과 필터(240) 상에 배치된다. 이 결과, 발광소자(220)와 반투명 포토 다이오드(230)는 서로 다른 층에서 지그재그 형태로 배열될 수 있다.
- [0101] 이때, 반투과 필터(240) 상에 배치된 반투명 포토 다이오드(230)는 발광소자(220)와 일부가 중첩되도록 배열되거나, 또는 발광소자(220)와 중첩되지 않도록 배열될 수 있다.
- [0102] 이러한 반투과 필터(240)는 센싱 필름(210)으로부터 방출되는 제2 파장대의 광(L2)만을 선택적으로 투과시킨다. 이를 위해, 반투과 필터(240)는 특정 파장대의 광은 투과시키고, 특정 파장대의 광을 제외한 나머지는 반사시키는 밴드패스 필터(bandpass filter)를 이용하는 것이 바람직하다.
- [0103] 이에 따라, 반투과 필터(240)는 발광소자(220)로부터 출사되는 제1 파장대의 광(L1)을 선택적으로 반사시키는 것에 의해 반투명 포토 다이오드(230)로 유입되는 노이즈(noise)로 인한 간섭효과를 최소화할 수 있고, 센싱 필름(210)에서 방출되는 제2 파장대의 광(L2)은 선택적으로 투과시키게 된다. 일 예로, 제1 파장대의 광(L1)은 500nm ~ 600nm일 수 있고, 제2 파장대의 광(L2)은 601 ~ 700nm일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0105] 반사 지지체(250)는 반투명 포토 다이오드(230)와 이격된 상층에 배치된다.
- [0106] 반사 지지체(250)는 제1 지지 프레임(252), 제2 지지 프레임(254) 및 반사층(256)을 포함한다.
- [0107] 제1 지지 프레임(252)은 수직 방향으로 배치된다. 이러한 제1 지지 프레임(252)은 센싱 필름(210), 발광소자(210) 및 반투과 필터(240)의 측 벽면에 부착될 수 있다.
- [0108] 제2 지지 프레임(254)은 제1 지지 프레임(252)과 연결되어, 반투명 포토 다이오드(230)의 상층을 덮는다. 제2 지지 프레임(254)은, 단면상으로 볼 때, 반원 형상을 가질 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 그 형상은 다양한

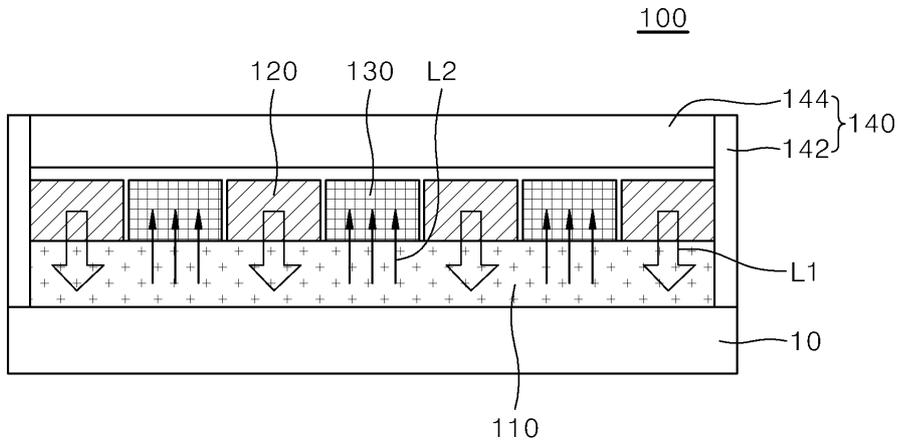
형태가 적용될 수 있다. 이때, 제2 지지 프레임(254)은 반투명 포토 다이오드(230)와 일정 간격 이격되도록 배치시키는 것이 바람직하다.

- [0109] 제1 및 제2 지지 프레임(252, 254) 각각은 폴리이미드(PI), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET), 폴리다이메틸실록산(PDMS), 폴리메타크릴산메틸(PMMA), 폴리(N, N-디메틸아크릴아미드)(PDMA), 폴리프로필렌(PP), 폴리아미드 이미드, 폴리카보네이트(PC), 폴리아릴레이트, 폴리에테르이미드, 폴리에틸렌나프탈레이트 및 폴리프탈아미드 중 선택된 1종 이상의 재질로 형성될 수 있다.
- [0110] 반사층(256)은 제2 지지 프레임(254)에 배치되어, 센싱 필름(210)으로부터 출사된 광(L2)을 반투명 포토 다이오드(230)로 재 반사시킨다. 즉, 반사층(256)은 센싱 필름(210)으로부터 출사되어 반투명 포토 다이오드(230)로 입사되지 못하고 통과해 버리는 제2 과장대의 광(L2)을 반투명 포토 다이오드(230)로 재반사시켜 재반사된 광(L3)이 반투명 포토 다이오드(230)로 다시 유입되도록 하는 역할을 한다.
- [0111] 이를 위해, 반사층(256)은 발광소자(220)에서 출사되는 제1 과장대의 광(L1)에서의 반사도(reflectance)보다 대략 2배 이상 높은 반사도 특성을 가지는 금속물질로 이루어지는 것이 바람직하다. 따라서, 반사층(256)은 Au, Cu, Ag, Al, Pd, Pt, Ru 및 Rh 중 선택된 1종 이상을 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 반사층(256)은 제2 지지 프레임(254)의 표면 전체 또는 반투명 포토 다이오드(230)와 마주보는 면에만 상술한 금속 물질을 스퍼터링 방식으로 증착하는 것에 의해 형성될 수 있다.
- [0112] 여기서, 센싱 필름(210)에서 발생하는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 과장대의 광(L2)은 무작위 방향으로 출사된다. 이때, 센싱 필름(210)로부터 출사되는 광(L2) 중 반투명 포토 다이오드(230)에 흡수되지 못하여 옆으로 진행된 광은 반투명 포토 다이오드(230)의 상층을 덮는 반사 지지체(250)의 반사층(256)에 의해 재반사되어 반투명 포토 다이오드(230)로 재 흡수될 수 있다.
- [0113] 이에 따라, 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(200)는 센싱 필름(210)으로부터 방출되어 반투명 포토 다이오드(230)로 유입되는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 과장대의 광(L2)의 소실을 최소화할 수 있으므로, 센싱 정확도와 민감도를 향상시킬 수 있게 된다.
- [0115] 전술한 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(200)는 반투명 포토 다이오드(230)를 적용함과 더불어, 발광소자(220)와 반투명 포토 다이오드(230) 사이에 반투과 필터(240)가 배치되고, 반투명 포토 다이오드(230) 상에는 반사 지지체(250)가 배치되는 것에 의해, 반투명 포토 다이오드(230)의 양쪽 방향에서 광을 흡수하는 것이 가능해질 수 있다.
- [0116] 이 결과, 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(200)는, 제1 실시예와 동일한 전력으로 발광소자(220)를 구동시키더라도, 양쪽 면에서 반투명 포토 다이오드(230)가 광을 흡수할 수 있으므로 센싱 필름(210)을 더 많이 여기(excitation)시킬 수 있게 된다.
- [0117] 또한, 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(200)는 반투명 포토 다이오드(230)의 상부 및 하부에 반사 지지체(250) 및 반투과 필터(240)가 각각 배치되는 것에 의해, 손실되거나 투과해 버리는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 과장대의 광(L2)을 재반사시켜 최대한 활용할 수 있으므로 민감도와 정확성을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0118] 특히, 본 발명의 반투과 필터(240)는 발광소자(220)로부터 출사되는 제1 과장대의 광(L1)은 선택적으로 반사시키는 것에 의해 반투명 포토 다이오드(230)로 유입되는 노이즈(noise)로 인한 간섭효과를 최소화할 수 있고, 센싱 필름(210)에서 방출되는 제2 과장대의 광(L2)은 선택적으로 투과시키게 된다.
- [0119] 이 결과, 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(200)는 센싱 필름(210)으로부터 방출되어 반투명 포토 다이오드(230)로 유입되는 포토루미네선스 특성을 갖는 제2 과장대의 광(L2)의 소실을 최소화할 수 있으므로, 센싱 정확도와 민감도를 향상시킬 수 있게 된다.
- [0121] 한편, 도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서를 접착 부재를 이용하여 인체의 피부에 부착한 상태를 나타낸 사진이고, 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서를 접착 부재를 이용하여 인체의 피부에 부착한 상태를 나타낸 모식도이다.
- [0122] 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른 웨어러블 광 발광 센서(200)는 접착 부재(260)에 의해 인체(10)의 피부, 구체적으로는 인체(10)의 손가락에 탈부착될 수 있다. 이때, 접착 부재(260)는 접착성을 가지며, 유연성과 신축성을 갖춘 소재 및 생체 적합성이 있는 것이라면 특별히 제한 없이 사용될 수

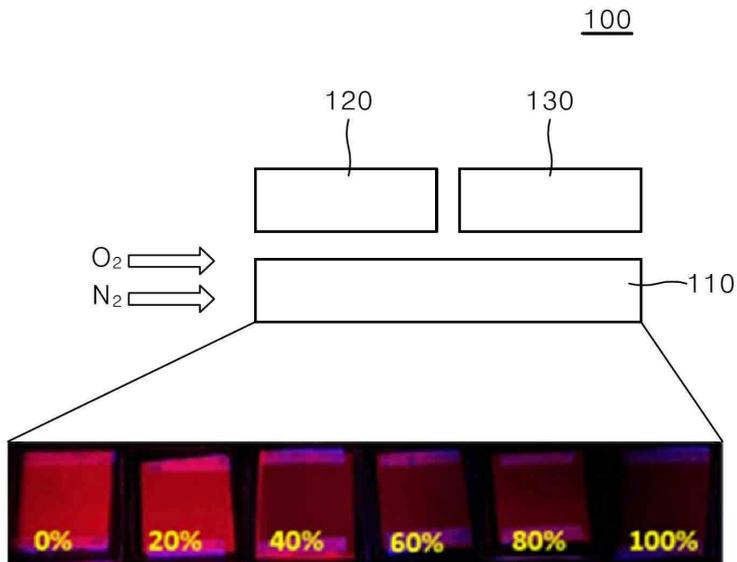


도면

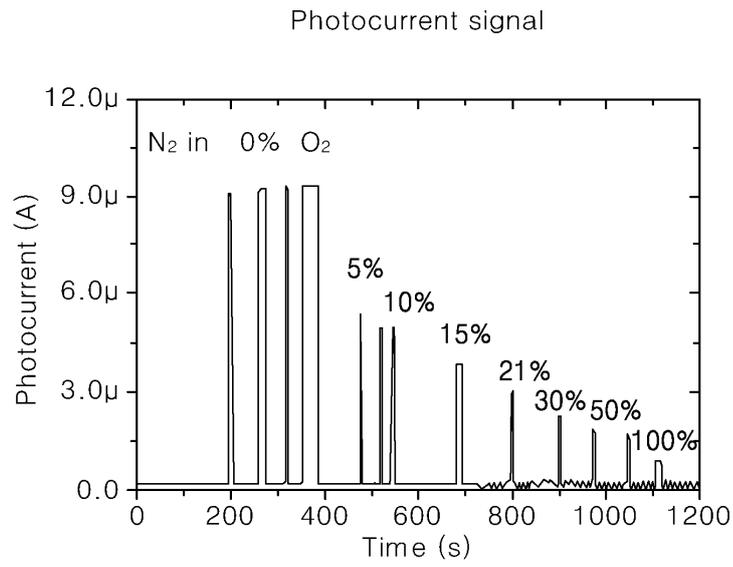
도면1



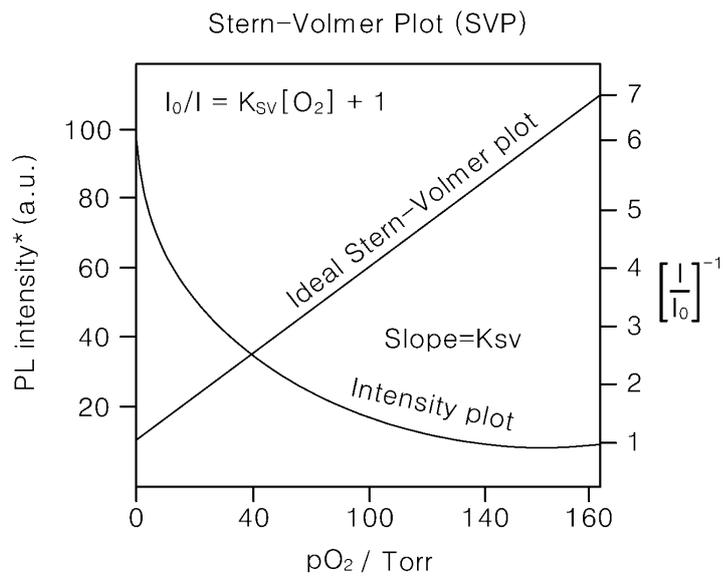
도면2



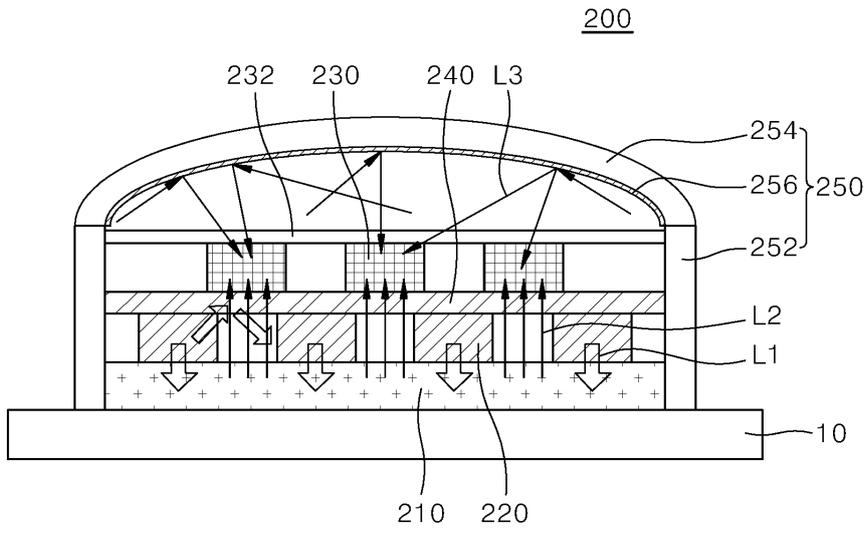
도면3



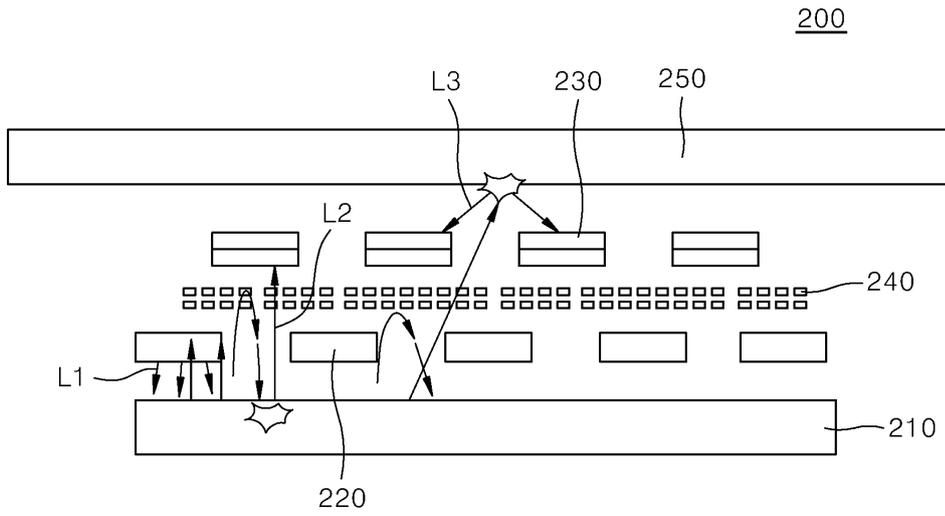
도면4



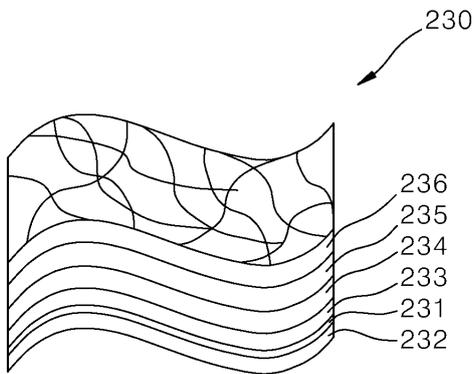
도면5



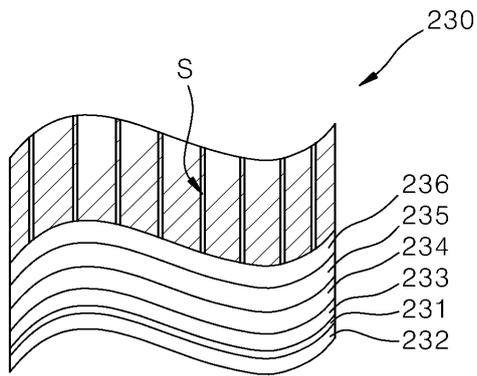
도면6



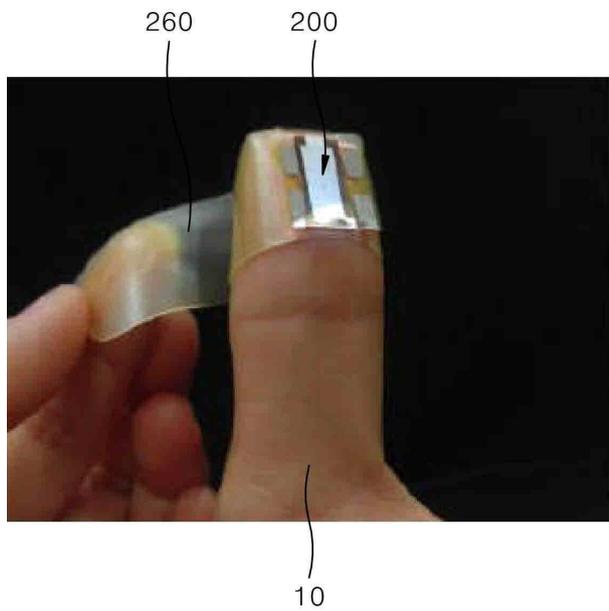
도면7



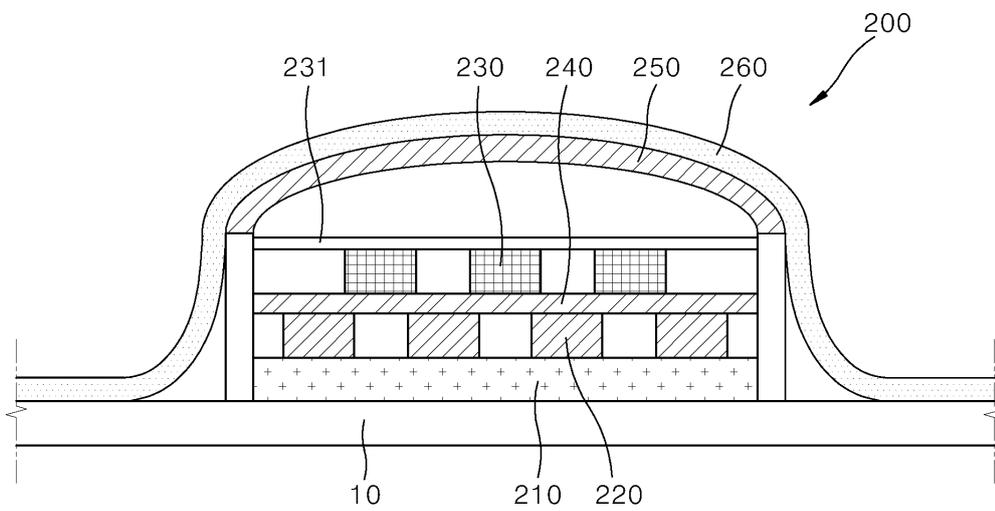
도면8



도면9



도면10



도면11

300

