



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월10일
(11) 등록번호 10-2250717
(24) 등록일자 2021년05월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/36 (2010.01) H01L 33/26 (2010.01)
H01L 33/50 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 33/36 (2013.01)
H01L 33/26 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0153752
(22) 출원일자 2019년11월26일
심사청구일자 2019년11월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020170136667 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
박철민
서울특별시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 217호
진우경
서울특별시 서대문구 연희로10가길 51-29, 202호 (연희동)
김의혁
서울특별시 노원구 상계로7길 18 우성아파트 101동 308호
(74) 대리인
김권석

전체 청구항 수 : 총 20 항

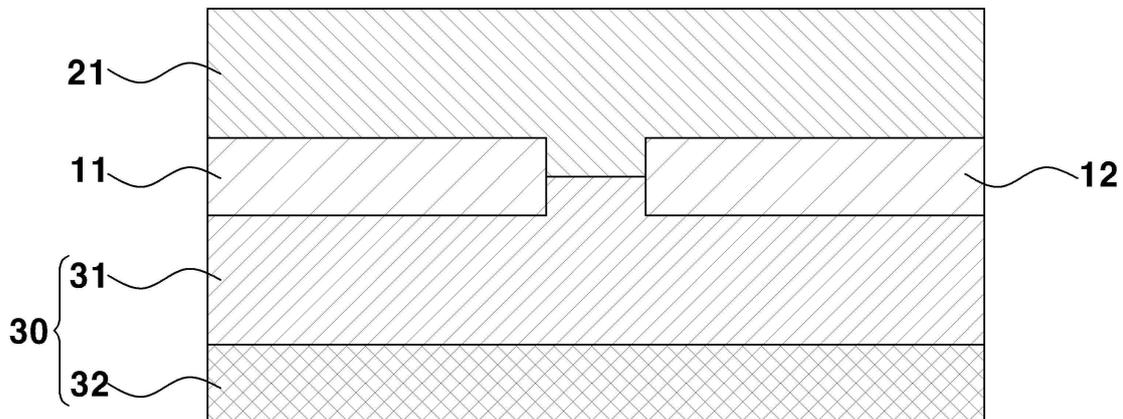
심사관 : 이용배

(54) 발명의 명칭 발광 소자

(57) 요약

본 발명에 따른 발광 소자는 서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부, 상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부, 및 상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부를 포함한다.

대표도 - 도2



A-A'

(52) CPC특허분류
H01L 33/502 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
 KR1020080101250 A*
 KR1020180069990 A*
 KR1020170061214 A
 KR102039029 B1
 KR1020180080008 A
 KR1020190010162 A
 KR1020090130646 A
 JP2002196375 A

KR1020190035585 A
 KR1020170087095 A
 KR1020170129349 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019110101(2017R1A2A1A05001160)
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	(후속)사용자 상호작용 교류기반 디스플레이/센싱 소재 및
소자(3/3)	(2017.3.1~2020.2.29)
기여율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018111787(2018M3D1A1058536)
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	원천기술개발사업
연구과제명	[Ezbaro] (총괄/3세부)인공 공감각 일렉트로닉스 플랫폼 개발 (1단계)(2/3)
기여율	1/2
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2019.01.16 ~ 2020.01.15

명세서

청구범위

청구항 1

서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부;

상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부; 및

상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되어, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부; 를 포함하며,

상기 제 1 자극부 및 상기 제 2 자극부는 각각 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 상에 공통 증착되어 상기 제 1 자극부와 상기 제 2 자극부가 독립적으로 동작하는 독립적인 회로를 구성하도록 배치되는 전도성 고분자층, 고분자 전해질층 또는 투명 전극 중 어느 하나를 포함하는, 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전극부에는 교류 전기 신호가 입력되는, 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극을 동일한 평면 상에 배치되는, 발광 소자.

청구항 4

서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부;

상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부; 및

상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부; 를 포함하며,

상기 제 1 자극 반응층과 상기 제 2 자극 반응층은 서로 상이한 색을 발현하는 전계 발광 형광 입자 (Electroluminescence phosphor)를 포함하는, 발광 소자.

청구항 5

서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부;

상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부; 및

상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부; 를 포함하며,

상기 제 1 및 제 2 자극 반응층 내 전계 발광 형광 입자는 ZnS계 나노 입자이고, 상기 전계 발광 형광 입자는 고분자 매트릭스에 분산된, 발광 소자.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 고분자 매트릭스는 PDMS (polydimethylsiloxane)인, 발광 소자.

청구항 7

서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부;

상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부; 및

상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부; 를 포함하며,

상기 제 1 자극은 압력이고, 상기 제 1 자극 반응층은 상기 압력의 세기를 감지하고,

상기 제 2 자극은 온도이고, 상기 제 2 자극 반응층은 온도 변화에 따른 저항 변화를 감지하는, 발광 소자.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 압력의 세기 및 상기 저항 변화는 연속적으로 감지될 수 있는, 발광 소자.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 자극부는 상기 제 1 자극 반응층과 마주하는 제 1 자극 인가층을 더 포함하는, 발광 소자.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 자극 인가층은 전도성 고분자층을 포함하고, 상기 전도성 고분자층은 상기 제 1 자극 반응층과 접촉할 수 있는, 발광 소자.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 전도성 고분자층은 PEDOT:PSS ((poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate)) 고분자를 포함하는, 발광 소자.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 전도성 고분자층은 외부 회로와 전기적으로 연결되지 않는, 발광 소자.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 자극 반응층과 접촉할 수 있는 상기 전도성 고분자층의 표면은 복수의 돔(dome) 형태를 포함하는, 발광 소자.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 자극 인가층은 상기 전도성 고분자층과 접하는 고분자 기재를 더 포함하는, 발광 소자.

청구항 15

서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부;

상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부; 및

상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부; 를 포함하며,

상기 제 2 자극부는 상기 제 2 자극 반응층의 저면에 고분자 전해질층을 더 포함하는, 발광 소자.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 고분자 전해질층은 온도에 따라 저항이 가변하는, 발광 소자.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 고분자 전해질층은 PEO(polyethylene oxide), LiTFSI(lithium trifluoromethanesulfonylimide), 및 폴리에틸렌글리콜디메틸에테르(Polyethylene glycol dimethyl ether, PEGDME)를 포함하는 고분자 복합체를 포함하는, 발광 소자.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 고분자 전해질층은 겔 형태인, 발광 소자.

청구항 19

서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부;

상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부; 및

상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부; 를 포함하며,

상기 제 1 자극 반응층의 적어도 일부와 상기 제 2 자극 반응층의 적어도 일부는 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 배치되는, 발광 소자.

청구항 20

서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부;

상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부; 및

상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부; 를 포함하며,

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극은 PEDOT:PSS ((poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate)) 고분자를 포함하는, 발광 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 발광 소자에 관한 것이며, 보다 상세하게는 가시광 가변형 발광 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 스마트폰이나 태블릿의 휴대용 전자 장치 뿐만 아니라 웨어러블 기기에 대한 수요가 폭발적으로 증가함에 따라 스마트 디스플레이 및 센서에 대한 요구도 증가하는 추세이다. 특히, 다양한 자극을 직접적으로 시각화하는 기술은 극한 상황에서 인간의 인지 능력의 한계를 극복할 수 있는 미래 기술로 각광받고 있고, 인간의 감지 능력 장애를 극복할 수 있는 대체 기술로도 각광받고 있다. 이처럼, 청각이나 촉각 등의 인체정보와 같은 인지

감각 정보의 시각화 기술은 스마트 디스플레이 및 센서에 적용되어 웨어러블 디바이스 뿐만 아니라, 차세대 휴대용 및 차량용 디스플레이, 광고용 스마트 윈도우, 미디어 파사드 대체 기술 등 광범위한 분야로의 응용 가능성을 갖고, 나아가 인체감지 능력의 한계를 극복한 로봇이나 인공지능 분야의 기술에도 그 응용이 가능하다.

[0003] 한편, 기존의 자극을 감지하고 표시하는 디스플레이 및 센서에 관한 연구는 외부 자극 변화에 따라 발광 세기 변화를 관측하는 원리이며 이 또한 발광 세기를 측정할 수 있는 장비와 과정이 필요하다. 또한, 기존의 기술은 하나의 소자로부터 다양한 자극을 감지할 수 있는 기능을 갖추고는 있지만, 구체적으로 어떠한 자극인지 구분할 수 없다는 한계를 가진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 외부 자극을 감지 및 표시하는 가시광 가변형 발광 소자를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 기술적 과제는 외부 자극을 감지 및 표시하는 경우, 자극을 관측하기 위한 별도의 장비없이 자극을 시각화 할 수 있는 발광 소자를 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 또다른 기술적 과제는 하나의 소자로부터 복수의 자극을 감지하고, 어떠한 종류의 자극인지 시각적으로 구별할 수 있는 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 제 1 실시예에 따른 발광 소자는 서로 이격되도록 배치되며, 상이한 극성을 가지는 제 1 전극 및 제 2 전극을 포함하는 전극부, 상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극 반응층을 포함하는 제 1 자극부, 및 상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부를 포함한다. 다른 실시예에서, 상기 제 1 자극부 및 상기 제 2 자극부는 각각 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 상에 공통 중첩되어 상기 제 1 자극부와 상기 제 2 자극부가 독립적으로 동작하는 독립적인 회로를 구성하도록 배치되는 전도성 고분자층, 고분자 전해질층 또는 투명 전극 중 어느 하나를 포함한다.

[0008] 본 발명의 제 2 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 전극부에는 교류 전기 신호가 입력된다.

[0009] 본 발명의 제 3 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 전극 및 상기 제 2 전극을 동일한 평면 상에 배치된다.

[0010] 본 발명의 제 4 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 자극 반응층과 상기 제 2 자극 반응층은 서로 상이한 색을 발현하는 전계 발광 형광 입자(Electroluminescence phosphor)를 포함한다.

[0011] 본 발명의 제 5 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 및 제 2 자극 반응층 내 전계 발광 형광 입자는 ZnS 계 나노 입자이고, 상기 전계 발광 형광 입자는 고분자 매트릭스에 분산된다.

[0012] 본 발명의 제 6 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 고분자 매트릭스는 PDMS (polydimethylsiloxane)이다.

[0013] 본 발명의 제 7 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 자극은 압력이고, 상기 제 1 자극 반응층은 상기 압력의 세기를 감지하고, 상기 제 2 자극은 온도이고, 상기 제 2 자극 반응층은 온도 변화에 따른 저항 변화를 감지한다.

[0014] 본 발명의 제 8 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 압력의 세기 및 상기 저항 변화는 연속적으로 감지될 수 있다.

[0015] 본 발명의 제 9 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 자극부는 상기 제 1 자극 반응층과 마주하는 제 1 자극 인가층을 더 포함한다.

[0016] 본 발명의 제 10 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 자극 인가층은 전도성 고분자층을 포함하고, 상기 전도성 고분자층은 상기 제 1 자극 반응층과 접촉할 수 있다.

[0017] 본 발명의 제 11 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 전도성 고분자층은 PEDOT:PSS ((poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate)) 고분자를 포함한다.

- [0018] 본 발명의 제 12 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 전도성 고분자층은 외부 회로와 전기적으로 연결되지 않는다.
- [0019] 본 발명의 제 13 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 자극 반응층과 접촉할 수 있는 상기 전도성 고분자층의 표면은 복수의 돔(dome) 형태를 포함한다.
- [0020] 본 발명의 제 14 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 자극 인가층은 상기 전도성 고분자층과 접하는 고분자 기재를 더 포함한다.
- [0021] 본 발명의 제 15 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 2 자극부는 상기 제 2 자극 반응층의 저면에 고분자 전해질층을 더 포함한다.
- [0022] 본 발명의 제 16 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 고분자 전해질층은 온도에 따라 저항이 가변한다.
- [0023] 본 발명의 제 17 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 고분자 전해질층은 PEO(polyethylene oxide), LiTFSI(lithium trifluoromethanesulfonylimide), 및 폴리에틸렌글리콜디메틸에테르(Polyethylene glycol dimethyl ether, PEGDME)를 포함하는 고분자 복합체를 포함한다.
- [0024] 본 발명의 제 18 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 고분자 전해질층은 겔 형태이다.
- [0025] 본 발명의 제 19 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 자극 반응층의 적어도 일부와 상기 제 2 자극 반응층의 적어도 일부는 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 배치된다.
- [0026] 본 발명의 제 20 실시예에 따른 발광 소자에서는 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극은 PEDOT:PSS ((poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrene sulfonate)) 고분자를 포함한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명에 따른 발광 소자에 따르면, 발광 소자를 통해 가시광 파장대의 변화를 직접적으로 관찰할 수가 있기 때문에 자극 세기를 측정하기 위한 별도의 장비를 구비할 필요가 없다.
- [0028] 본 발명에 따른 발광 소자에 따르면, 복수의 자극을 감지할 수 있고, 동시에 각각의 자극에만 반응하도록 구성되는 별도의 발광 셀 구조를 포함하여 구체적인 자극의 종류를 구별할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 발광 소자의 개략적인 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 I-I' 선을 따라 절단한 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 발광 소자의 작동에 대한 개략적인 회로도이다.
- 도 4(a) 및 도4(b)는 제 1 실시예 및 제 2 실시예에 따른 발광 소자의 구체적인 단면도이다.
- 도 5는 제 1 실시예에 따른 발광 소자에 대한 압력-휘도 그래프이다.
- 도 6은 제 1 실시예에 따른 발광 소자에 대한 시간-임피던스 그래프이다.
- 도 7(a)는 제 1 실시예에 따른 압력-임피던스 및 압력-민감도 그래프이다.
- 도 7(b)는 제 2 실시예에 따른 압력-임피던스 및 압력-민감도 그래프이다.
- 도 8은 제 1 실시예에 따른 발광 소자에서 온도 감지의 매커니즘을 보다 구체적으로 설명하기 위한 제 1 변형예에 따른 발광 소자의 단면도이다.
- 도 9 및 도 10은 온도 변화에 따른 발광 소자의 색깔 변화를 나타내는 그림이다.
- 도 11은 도 8에 도시한 발광 소자의 온도 변화에 따른 휘도 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 12는 제 1 실시예에 따른 발광 소자에서 온도-압력 감지의 독립성을 설명하기 위한 제 2 변형예에 따른 발광 소자의 단면도이다.
- 도 13은 도 12에 도시한 발광 소자의 파장-EL Intensity 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 본 발명의 추가적인 목적들, 특징들 및 장점들은 다음의 상세한 설명 및 첨부도면으로부터 보다 명료하게 이해될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 본 발명은 다양한 변경을 도모할 수 있고, 여러가지 실시 예를 가질 수 있는바, 아래에서 설명되고 도면에 도시된 예시들은 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.
- [0032] 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.
- [0033] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도는 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 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.
- [0034] 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...유닛", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미할 수 있다.
- [0035] 또한, 첨부도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 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.
- [0037] 이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 발광 소자(100)를 나타내는 사시도이고, 도 2는 도 1의 발광 소자를 A-A'을 따라 절단한 단면도이다. 본 발명에 따른 발광 소자(100)는 하나의 소자로부터 서로 상이한 자극을 감지하고, 그 변화에 따른 가시광 파장대 가변형 발광 소자이다. 도 1 및 도 2를 참고하면, 상기 발광 소자(100)는 제 1 전극(11)과 상기 제 1 전극으로부터 이격되어 상기 제 1 전극의 극성과는 상이한 극성을 인가하는 제 2 전극(12)을 포함하는 전극부(10); 상기 전극부의 일면 상에 배치되며 제 1 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 1 자극부(20); 및 상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에 배치되며, 상기 제 1 자극과 상이한 종류의 자극인 제 2 자극에 따라 휘도가 가변되는 제 2 자극 반응층을 포함하는 제 2 자극부(30); 를 포함한다.
- [0040] 상기 제 1 전극(11)과 상기 제 2 전극(12)을 포함하는 상기 전극부(10)는 교류 전기 신호를 입력할 수 있고, 상기 전극부에 교류 전기 신호가 입력되면, 발광 소자의 제 1 자극 반응층과 제 2 자극 반응층에서 서로 상이한 형광색이 발현된다.
- [0041] 상기 제 1 전극(11)과 상기 제 2 전극(12)은 비제한적인 예로서 동일한 평면 상에 배치될 수 있고, 여기서 동일한 평면이라 함은 제 1 전극의 일면과 제 2 전극의 일면이 발광 소자를 구성하는 x축, y축 및 z축 중 하나의 축에서 동일한 위치에 구성되는 것을 의미한다. 도 1 및 도 2에 나타낸 것과 같이, 제 1 전극의 일면과 제 2 전극의 일면은 발광 소자를 구성하는 y축을 기준으로 동일한 높이에 위치한다. 상기 제 1 및 제2 전극은 비제한적인 예로서, PEDOT:PSS의 전도성 고분자층일 수 있거나, 투명 전극, 예를들어 ITO(Indium Tin Oxide) 산화물일 수 있다.
- [0042] 상기 전극부의 일면 상에는 제 1 자극부(20)가 배치되고, 상기 전극부의 상기 일면과 마주하는 타면 상에는 제 2 자극부(30)가 배치된다. 이 경우, 상기 제 1 자극부와 상기 제 2 자극부는 서로 독립적으로 작동하며, 제 1 자극부의 자극 감지에 제 2 자극부의 자극 감지가 관여하지 않는다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 발광 소자의 간단한 회로도를 나타내며, 도 3을 참고하면, 제 1 자극부(2)와 제 2 자극부(30)는 전극부를 공유하면서, 상기 제 1 자극부의 회로와 상기 제 2 자극부의 회로는 서로 병렬적으로 연결된다.
- [0045] 상기 제 1 자극부(20)와 관련하여, 상기 제 1 자극부는 비제한적인 예로서 압력을 감지할 수 있는 자극부이고, 압력의 세기에 따라 가시광 영역 내 휘도가 가변된다. 본 명세서에서 휘도(luminance)란 특정 방향에 대한 광

밀도, 즉 일정 면적을 통과하여 일정 입체각으로 들어오는 빛의 양으로서, 단위는 면적당 칸델라(Cd/m^2) 또는 니트(nit)로 표시된다.

[0047] 한편, 도 2를 참고하면, 상기 제 1 자극부(20)는 자극의 세기의 변화에 따른 휘도 변화를 관찰할 수 있는 제 1 자극 반응층 (21)을 포함한다. 상기 제 1 자극 반응층(21)은 그 내부에 전계 발광 형광 입자 (Electroluminescence phosphor)를 포함하고, 상기 전계 발광 형광 입자는 가시광선영역의 형광을 구현할 수 있는 입자이면 제한없이 적용될 수 있고, 비제한적인 예로서, ZnS 나노 입자에 구리 금속을 도핑한 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 상기 전계 발광 형광 입자의 사이즈는 비제한적인 예로서 $1\ \mu\text{m}$ 이상 $100\ \mu\text{m}$ 이하의 범위일 수 있으며, 보다 바람직하게는 $20\ \mu\text{m}$ 내지 $70\ \mu\text{m}$ 범위일 수 있다. 상기 사이즈가 $1\ \mu\text{m}$ 보다 작은 나노 스케일인 경우, 시각적으로 발광 정도를 확인하기에 불충분한 정도로 발광 성능이 저하될 우려가 있으며, $100\ \mu\text{m}$ 보다 큰 경우, 발광 세기가 강해질 수는 있으나, 보다 큰 전압을 인가해야 하기 때문에 웨어러블 등의 응용에 제약이 있을 수 있다. 상기 전계 발광 형광 입자가 보다 바람직한 사이즈 범위 내에 있는 경우, 높지 않은 전압에서도 가시광선 영역의 뚜렷한 형광의 발현이 가능하여 유리하다.

[0048] 본 발명자는 제 1 자극 반응층(21)의 내부에 포함되는 전계 발광 형광 입자로서, 10kHz 교류 전압에서 주황색을 띄는 Cu-ZnS 나노 입자로 선택하였으나, 나노 입자의 형광색은 당업자가 제조 요건이나 요구되는 물성에 따라 적절히 설정할 수 있는 것은 물론이다. 상기 제 1 자극 반응층에 가해지는 압력이 가변되면 그 압력 세기에 따라 Cu-ZnS 나노 입자로부터 발광되는 주황색의 휘도가 변화하는 것이다.

[0049] 상기 제 1 자극 반응층(21)은 특정한 색감을 구현하는 전계 발광 형광 입자와 동시에, 상기 전계 발광 형광 입자를 분산시킨 매트릭스(matrix)로서, PDMS(Polydimethylsiloxane) 고분자를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않고, PDMS(Polydimethylsiloxane), PB(polybutadiene), PU(polyurethane), PUA(polyurethaneacrylate), SBR(styrene-butadiene rubber), PVDF(polyvinylidene fluoride) 및 PVDF-co-TrFE(poly(vinylidene fluoride-co-trifluoroethylene)) 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다. 상기 PDMS 고분자는 탄성 중합체의 특성을 가지기 때문에, 평탄하지 않은 표면에 대해서도 안정적으로 접촉될 수 있고, 계면 자유 에너지(interfacial free energy)가 낮기 때문에, PDMS를 다른 폴리머와 몰당하더라도 접촉이 일어나지 않는 경향이 있으며, 상기 PDMS 고분자는 광학적으로 300nm 정도의 두께까지도 투명도를 유지할 수 있기 때문에 본 발명과 같이 자극 변화를 감지하는 발광 소자로서, 센서에 특히 유용한 재질이다.

[0050] 상기 제 1 자극 반응층(21)의 상기 전계 발광 형광 입자가 자극의 발생 및 변화에 따라 전기적 신호를 감지하고, 그 전기적 신호의 세기에 따라 제 1 자극 반응층 내부의 전계 발광 형광 입자의 휘도(luminescence)가 변화하는 것이다. 이러한 메커니즘을 통해 본 발명에 따른 발광 소자의 휘도 변화를 통해 자극의 종류와 자극의 세기를 시각적으로 확인할 수 있다.

[0052] 도 4(a) 및 도 4(b)는 도 1 및 도 2에 도시된 본 발명의 발광 소자에 제 1 자극 인가층을 더 포함하는 발광 소자의 단면도이다. 도 4(a) 및 도 4(b)는 제 1 자극 인가층의 형상이 상이하다. 구체적으로, 도 4(a)에 도시된 발광 소자(200)의 제 1 자극부(220)는 적어도 돔 형상의 돌기를 가지는 제 1 자극 인가층(222)을 더 포함하고, 도 4(b)에 도시된 발광 소자(300)의 제 1 자극부(320)는 적어도 피라미드 형상의 돌기를 가지는 제 1 자극 인가층(322)을 더 포함한다.

[0053] 도 4(a) 및 도 4(b)를 참고하여, 상기 제 1 자극부(220, 320)를 구체적으로 살펴보면, 상기 제1 자극부의 제 1 자극 반응층(221, 321)은 제 1 및 제 2 전극 사이를 연결하도록 배치된다. 상기 제 1 자극부가 상기 제1 및 제 2 전극 사이에 배치되는 위치는 제 1 자극부와 상기 제 1 및 제 2 전극들이 서로 회로적으로 연결될 수 있으면 제한없이 선택될 수 있다. 상기 제 1 자극부는 비제한적인 예로서, 탄성체인 PDMS 고분자 매트릭스 및 형광 나노 입자를 포함하는 재질로 구성되며, 보다 구체적으로는 PDMS 고분자 매트릭스에 형광 나노 입자가 분산된 구조를 가질 수 있다. 상기 형광 나노 입자는 ZnS계 입자에 구리를 도핑한 구조를 가질 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0054] 도 4(a) 및 도 4(b)를 참고하면, 상기 제 1 자극부(220, 320)에 포함되는 상기 제 1 자극 인가층(222, 322)은 전도성 고분자층을 포함할 수 있다. 상기 제 1 자극 인가층이 전도성 고분자층의 단층으로 구성될 수도 있으며, 도 4(a) 및 도 4(b)에 도시된 것과 같이 전도성 고분자층을 포함하는 복수 층으로 구성될 수도 있다. 상기 전도성 고분자층(222, 322)은 전도성을 갖는 재질이면 제한없이 적용될 수 있고, 예를 들어, PEDOT:PSS 고 전도성 고분자 재질로 구성될 수 있으나, 당업자가 요구되는 특성 및 제조 조건을 고려하여 전도성 재질을 선택할 수 있다. 또한, 상기 전도성 고분자층(222, 322)은 고분자 재질이 아니지만 투명한 특성을 갖고 우수한 전

기 전도도를 갖는 ITO 재질로 구성될 수도 있으며, 그에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

[0055] 한편, 상기 제 1 자극 인가층에 포함되는 전도성 고분자층(222, 322)은 외부 회로와 전기적으로 연결되지 않고, 여기서, 상기 전도성 고분자층이 외부 회로와 전기적으로 연결되지 않는다는 것은 상기 전도성 고분자층은 상기 제 1 자극층(221, 321)과 접촉에 의해서만 전기적 신호가 인가되는 구조이며, 별도의 외부 회로로부터 전기적 신호가 입력되지 않는 것을 의미한다. 또한, 상기 전도성 고분자 층(222, 322)은 이를 지지하기 위한 고분자 기재(223, 323)를 더 포함할 수 있고, 비제한적인 예로서, 상기 고분자 기재의 재질은 PDMS 고분자일 수 있다. 상기 고분자 기재(223, 323)는 상기 전도성 고분자 층(222, 322)을 지지하는 역할을 하기 때문에, 전도성 고분자 층은 상기 고분자 기재와 적어도 일면에서 접하도록 구성되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 고분자 기재는 선택적으로, 상기 고분자 기재(223, 323)를 보호하고 지지하기 위해 상기 고분자 기재와 접하는 PET 필름 박막(224, 324)을 더 포함할 수도 있고, 상기 고분자 기재는 PET이외에도, PE(polyethylene), PP(polypropylene), PDMS(polydimethylsiloxane), PVDF(polyvinylidene fluoride), PES(polyethersulfone), PS(polystyrene), PC(polycarbonate), PI(polyimide), PEN(polyethylene naphthalate) 및 PAR(polyarylate) 중 하나 이상을 포함하는 유연성 기재일 수 있다.

[0056] 한편, 상기 전도성 고분자 층(222, 322)은 도 4(a) 및 도 4(b)에 보여지듯이, 표면에 복수의 돌기를 갖는 구조를 가질 수 있고, 도 4(a)는 상기 전도성 고분자층의 돌기가 돔(dome)형태를 갖는 구조를 가지며, 도 4(b)는 상기 전도성 고분자층의 돌기가 피라미드 형태를 갖는 구조를 가진다. 여기서, 복수의 돔(dome)형태를 갖는 구조란, 복수의 돌기의 표면이 곡선이나 반원 형태를 갖는 구조를 의미할 수 있다. 상기 전도성 고분자층(222, 322)에 돌기 구조가 있는 경우, 그러한 돌기 구조 없이 편평한 구조와 대비하여 압력 세기의 변화를 보다 민감하고 세밀하게 검출할 수 있다. 구체적으로, 압력을 선형적으로 증감시킬 때, 전도성 고분자층(222, 322)과 제 1 자극 반응층(221, 321) 간의 접촉 면적도 선형적으로 증감할 수 있도록 돌기를 구성한 것이다.

[0058] 도 5는 돔 형태를 가지는 돌기를 포함하는 제 1 자극 인가층을 포함하는 도 4(a)에 따른 발광 소자(200)에서, 압력 변화에 따른 임피던스 값의 변화를 나타내고, 이를 참고하면, 압력의 세기가 증가함에 따라 임피던스 변화가 실질적으로 비례한다. 도 5로부터, 돔 형태를 가지는 돌기를 포함하는 발광 소자는 압력의 변화를 연속적으로 감지할 수 있고, 연속적으로 감지된 압력 변화에 따라 휘도도 선형적으로 증가하는 것을 알 수 있다.

[0060] 다음, 도 6은 도 4(a)에 도시된 발광 소자(200)의 구조에서, 제 1 자극 반응층(221)과 제 1 자극 인가층(222, 223, 224)을 소정의 시간 동안 접촉시키는 실험을 반복한 것에 대한 시간-임피던스 그래프이다. 도 6을 참고하면, 제 1 자극 반응층과 제 1 자극 인가층이 접촉함과 동시에 임피던스 저항값이 매우 낮은 수준으로 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 또한, 임피던스 저항값이 매우 낮은 수준으로 떨어진 후, 제 1 자극 반응층과 제 1 자극 인가층 간의 접촉을 계속 유지하는 경우, 임피던스 저항값은 낮은 수준으로 계속 유지된다. 이어서, 상기 접촉을 제거하는 경우, 접촉으로 인해 낮아진 임피던스 저항값이 초기 임피던스 저항값으로 신속하게 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이로부터, 본 발명의 발광 소자에 압력이 가해지고, 압력이 유지되고, 그 후, 압력이 제거되는 등의 압력 변화의 움직임이 발광 소자에 감지되는 경우, 발광 소자의 임피던스 저항값 거동도 상기 압력 변화에 따라 신뢰성 있게 변화하고, 이를 통해 압력 변화를 신속하게 감지할 수 있다는 것이 확인된다.

[0062] 다음, 도 7(a)는 도 4(a)의 구조에 따른 발광 소자(200)에서 제 1 자극 반응층에 가해지는 압력에 따른 휘도 변화(파란 선) 및 민감도(검정 선)를 나타내는 그래프이고, 도 7(b)는 도 4(b)의 구조에 따른 발광 소자(300)에서 제 1 자극 반응층에 가해지는 압력에 따른 휘도 변화(파란 선) 및 민감도(검정 선)를 나타내는 그래프이다. 도 7(a) 및 도 7(b)를 참고하면, 525V, 10kHz 회로 조건에서, 압력의 증가에 따라 휘도(luminance)가 실질적으로 선형 증가하는 경향을 가지는 것을 알 수 있다. 또한, 압력이 낮은 범위일수록 우수한 민감도를 가지기 때문에, 특히, 낮은 압력 범위에서 압력 세기 변화에 따른 휘도 변화를 시각적으로 관찰하기 유리한 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0064] 다음, 도 8을 참고하여, 제 1 및 제 2 자극 사이에 배치되고, 제 1 자극부와는 상이한 종류의 자극을 감지하는 제 2 자극부를 자세히 살펴본다. 본 발명의 발광 소자에서, 상기 제 1 자극부는 상기 제 2 자극부와 독립적으로 작동할 수 있기 때문에, 하나의 발광 소자에서 서로 상이한 자극들을 독립적으로 감지할 수 있는 것은 상술한 바와 같다. 본 발명의 발광 소자는 비제한적인 예로서, 제 1 자극부를 통해 압력의 변화를 감지하고, 제 2 자극부를 통해 온도의 변화를 감지할 수 있다. 도 8은 본 발명의 발광 소자의 각 구성의 재질을 구체적으로 한정하였으나, 이는 발명의 설명에 대한 편의를 위한 것이며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 또한, 도 8에서 최상면은 ITO 투명전극으로 코팅된 것을 알 수 있는데, 이는 도 8을 통해 제 2 자극부의 반응 메커니즘을 보다 자세히 설명하기 위해 제 1 자극부에 가해지는 압력과 무관하도록, 제 1 자극부와 제 1 및 제 2 자극 간

단힌 회로가 형성되도록 하기 위한 것이다.

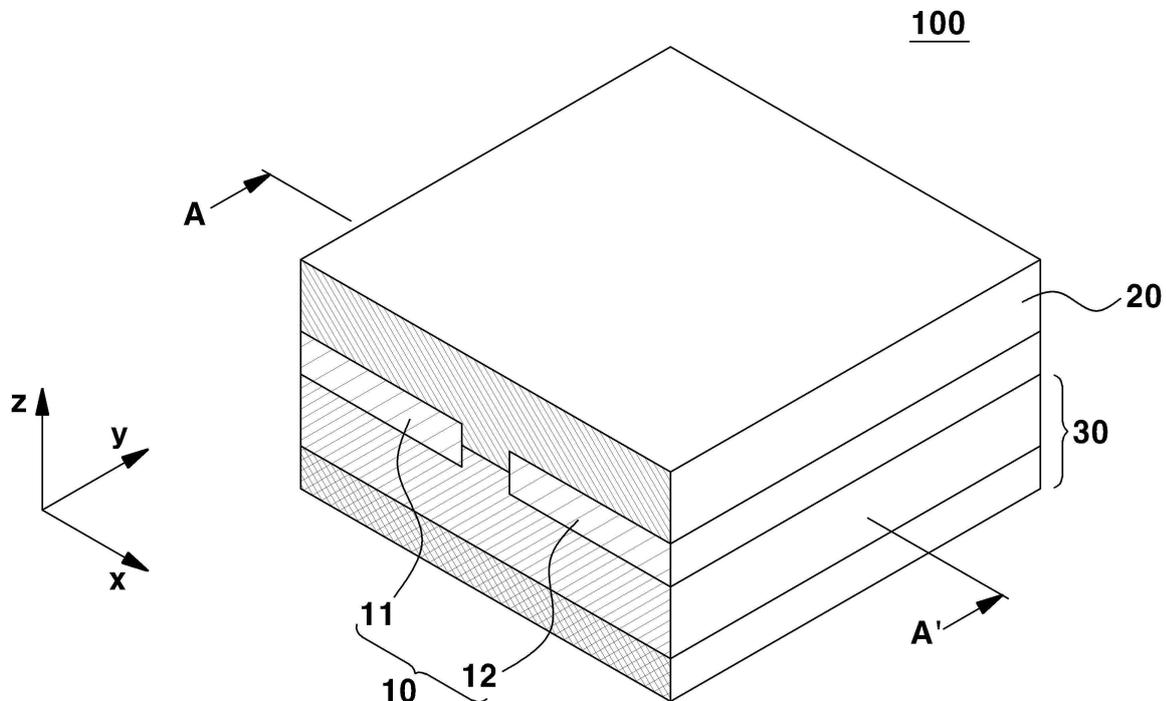
- [0065] 구체적으로, 상기 제 2 자극부는 제 2 자극 반응층(ZnS:Cu/PDMS)을 포함하고, 상기 제 2 자극 반응층은 제 1 자극부의 제 1 자극 반응층에 가해지는 자극과 상이한 자극인 것을 시각적으로 관찰할 수 있도록, 상기 제 1 자극 반응층에 함유되는 전계 발광 형광 입자와 상이한 색깔을 발현하는 전계 발광 형광 입자를 함유하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 제 1 자극 반응층의 전계 발광 형광 입자가 오렌지색 계열을 발현하는 ZnS계 형광 나노 입자라면, 제 2 자극 반응층의 전계 발광 형광 입자는 푸른색 계열을 발현하는 ZnS계 형광 나노 입자일 수 있다.
- [0066] 도 8을 참고하면, 제 2 자극부는 제 1 및 제 2 전극(PEDOT:PSS)사이 배치되는 제 2 자극 반응층(ZnS:Cu/PDMS)과 상기 제 2 자극 반응층의 저면에 배치되는 고분자 전해질층을 포함한다. 상기 제 2 자극 반응층은 제 1 자극 반응층에서 설명한 것과 같이, PDMS 고분자 매트릭스에 상기 제 1 자극 반응층과 상이한 색을 발현하는 전계 발광 형광 입자를 분산한 구조로 구성될 수 있다. 또한, 상기 고분자 전해질층은 온도 상승에 따라 전기 저항이 변화될 수 있는 층이면 제한없이 적용될 수 있고, 비제한적인 예로서, PEO(polyethylene oxide) 및 lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide(LIFTSI)를 포함할 수 있다. 또한, 상기 고분자 전해질층은 선택적으로, poly(ethylene glycol) dimethyl ether(PEGDME)을 더 포함할 수 있고, 상기 PEGDME를 더 포함하는 경우, 온도 변화에 따른 저항의 변화를 보다 선형적으로 제어할 수 있다. 상기 고분자 전해질층은 일 실시예로서, PEO 와 LIFTSI를 중량 기준으로 15:1의 비율로 포함할 수 있고, 상술한 것과 같이, PEO 및 LIFSI에 PEGDME를 더 포함하는 경우에는, 3wt%의 PEO, PEO중량 기준 1/15 중량의 LIFTSI, 및 5wt%의 PEGDME를 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니며, 당업자가 요구되는 특성에 따라 상기 고분자 전해질층 내 조성 및 조성비를 적절히 제어할 수 있다. 구체적인 일 예로, 도 8에 도시된 본 발명의 일 예에 따른 발광 소자는 PDMS 고분자 매트릭스와 푸른색의 ZnS계 전계 발광 형광 입자를 약 1.3:1의 비율로 포함하는 제 2 자극 반응층과 PEO, LIFSI에 추가로 PEGDME를 포함하는 고분자 전해질층을 포함할 수 있으나, 본 발명이 이에 제한되지는 않는다. 상기 고분자 전해질층은 비제한적인 예로서 겔일 수 있으나, 당업자가 요구되는 발광 소자의 특성에 따라 소재의 특성을 적절히 변경할 수 있는 것은 물론이다.
- [0068] 다음, 도 9는 도 8에 도시된 발광 소자의 제 2 자극부에서, 온도 변화에 따른 휘도 변화를 시각적으로 나타내는 그림이며, 도 9를 참고하면, 본 발명의 발광 소자는 제 2 자극부에서 상온부터 80℃까지의 온도 범위 내에서 온도 상승/하강을 감지하고, 그에 따른 휘도의 변화는 시각적으로 감지할 수 있는 정도이다.
- [0070] 한편, 도 10은 도 9와 대비하여, 제 2 자극 반응층에 함유되는 전계 발광 형광 입자의 색상이 노란색인 것에 차이가 있으며, 도 10을 참고할 때, 상온과 80℃의 온도 범위 내에서 온도 상승/하강을 감지하고, 그에 따른 휘도의 변화는 시각적으로 감지할 수 있는 정도이다.
- [0072] 도 9 및 도 10을 통해 알 수 있듯이, 자극 반응층 내 함유되는 전계 발광 형광 입자의 색상은 도 9의 푸른색 혹은 도 10의 오렌지 색과 같이 다양화할 수 있다. 상기 전계 발광 형광 입자의 색상을 변경하는 방법은 비제한적인 예로서, ZnS계 발광 입자에 도핑되는 금속의 종류를 변경하는 방법을 채택할 수 있다. 이는, ZnS계 발광 입자의 경우, 도핑된 금속에 따라 고유한 발광 파장대를 지니기 때문인데, 예를 들어, 푸른 색의 발광을 구현하기 위하여, ZnS 발광 입자에 구리를 도핑할 수 있고, 오렌지 색의 발광을 구현하기 위하여, ZnS 발광 입자에 구리 혹은 망간을 도핑할 수 있는 것이다. 이 경우, ZnS계 발광 입자에 도핑되는 금속 및 그 도핑된 금속의 양을 제어함으로써, 전계 발광 형광 입자의 색을 다양화할 수 있는 것이다.
- [0073] 한편, 도 11은 도 8에 도시한 발광 소자에서, 온도의 증가/감소에 따른 휘도의 변화를 나타내는 그래프이다. 도 11을 참고하면, 발광 소자의 온도가 증가하는 경우, 휘도의 변화가 실질적으로 선형적으로 증가하고, 마찬가지로, 온도가 감소하는 경우, 휘도의 변화가 실질적으로 선형적으로 감소한다. 도 11의 그래프를 통해, 본 발명의 발광 소자가 온도의 상승 및 하강 사이를 반복하는 조건에서도 그 온도 변화를 선형적으로 감지할 수 있고, 그 감지된 변화를 전계 발광 형광 입자를 통해 시각적으로 표현할 수 있는 것을 알 수 있다.
- [0075] 다음, 도 12는 도 4(a)에 도시한 본 발명의 발광 소자(200)에서, 압력 변화를 감지하는 제 1 자극부와, 전극부를 사이에 두고 마주하는 제 2 자극부가 서로 독립적으로 작동하는 것을 확인하기 위해 제 2 자극부가 제 1 및 제 2 전극과 단힌 회로를 형성하도록 변형한 발광 소자의 단면도이다. 도 12를 살펴보면, 제 2 자극부의 고분자 전해질층을 ITO 투명 전극으로 변경함으로써, 도4(a)의 발광 소자의 고분자 전해질층의 온도 감지 및 그에 따른 저항 변화의 메커니즘이 생략될 수 있도록 한 것이다.
- [0077] 도 13은 도 12의 발광 소자에 압력을 가하면서, 파장에 따른 EL(electroluminescence) intensity의 변화를 나

타넨 그래프이다. 도 13을 참고하면, 압력에 따른 발광 파장대가 명확하게 관찰되는 반면, 온도에 대해서는 발광이 일어나지 않는다. 이러한 결과로부터 압력에 반응하는 제 1 자극부와 온도에 반응하는 제 2 자극부를 동시에 포함하는 발광 소자에 있어서, 상기 제 1 자극부는 온도에 영향을 받지 않도록 구동될 수 있고, 상기 제 2 자극부는 압력에 영향을 받지 않도록 구동될 수 있음을 확인할 수 있다. 결론적으로, 도 12 및 도 13을 참고할 때, 본 발명의 발광 소자에서 압력을 감지하는 제 1 자극부는 온도를 감지하는 제 2 자극부의 영향을 받지 않도록 설계되었으며, 발광 소자에서 압력을 감지하는 제 1 자극부와 온도를 감지하는 제 2 자극부는 서로 독립적으로 작동하는 것을 알 수 있다.

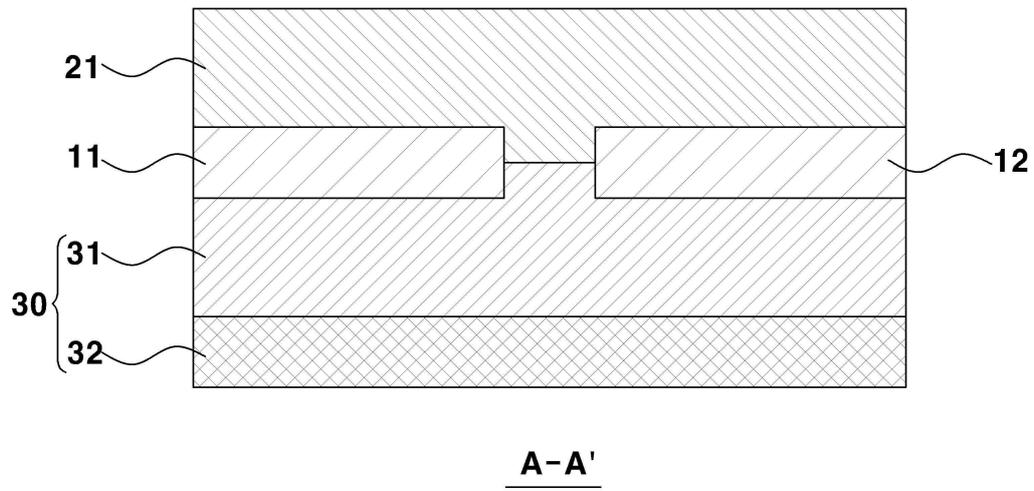
[0079] 본 발명에 따른 발광 소자에 의할 경우, 하나의 발광 소자로부터 상이한 종류의 복수 자극을 독립적으로 감지할 수 있고, 그 감지된 자극이 각각의 자극부에서 가시광 파장대의 변화를 통해 직접적으로 관찰될 수 있기 때문에, 상기 발광 소자에 의할 경우, 하나의 소자로부터 감지된 자극의 종류 및 세기를 별도의 측정 장비 없이 감지할 수 있다.

도면

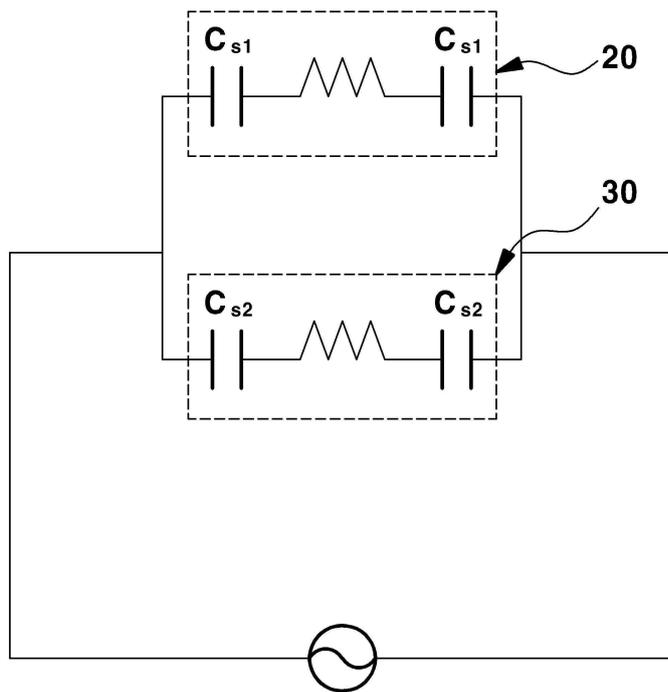
도면1



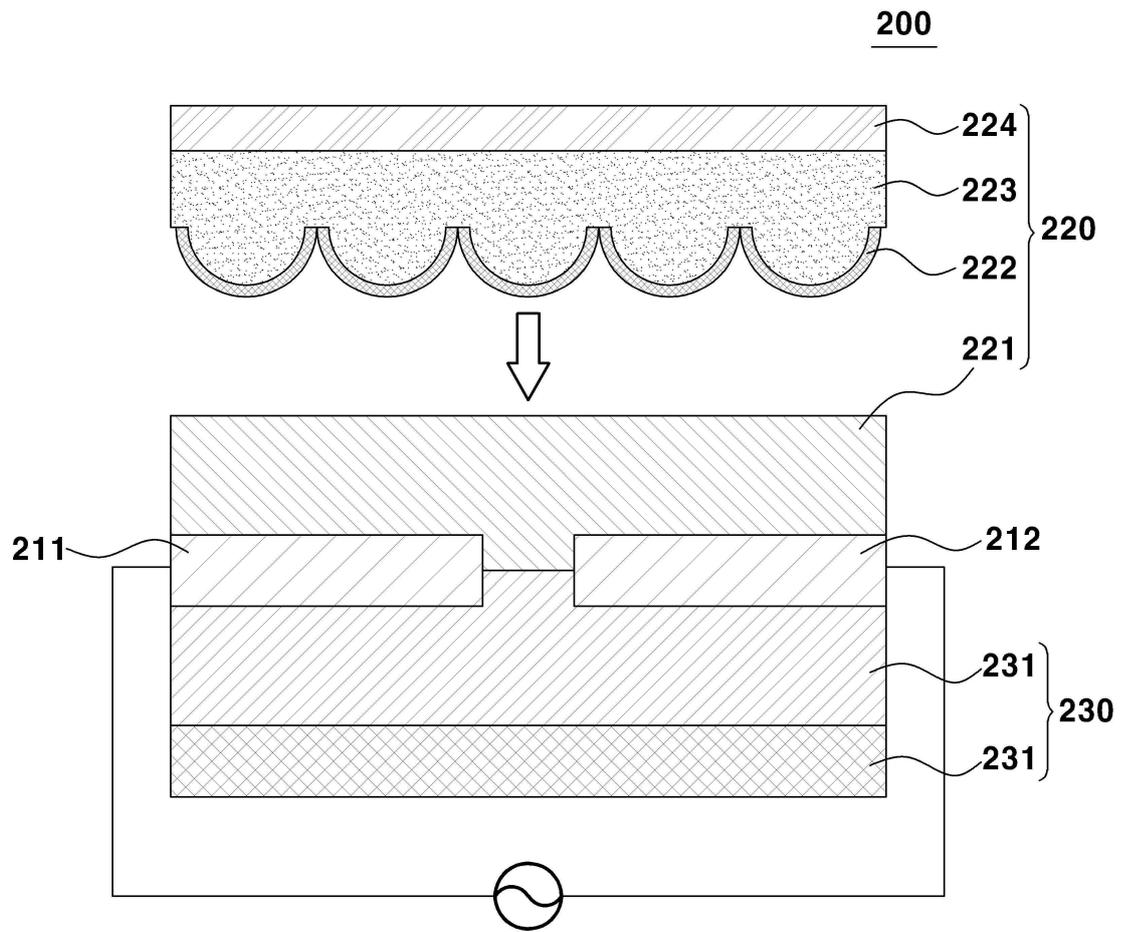
도면2



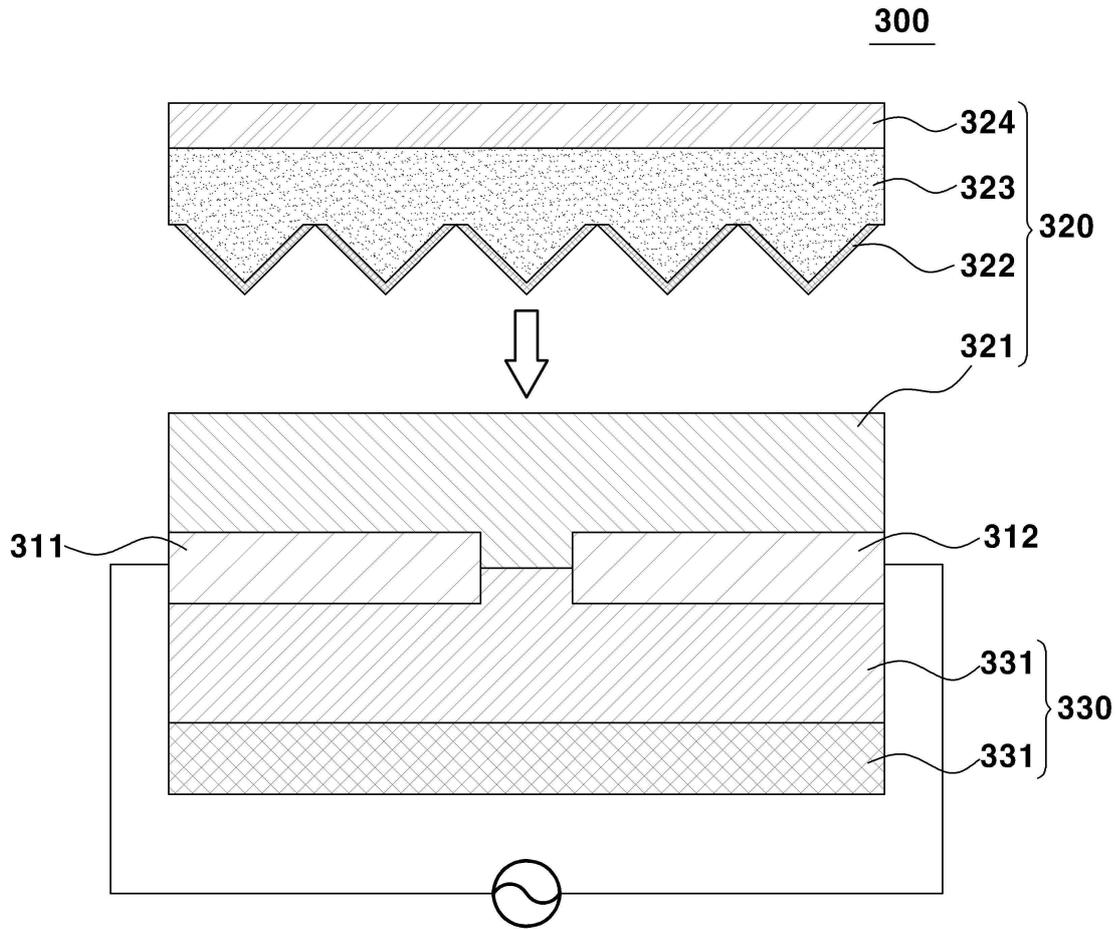
도면3



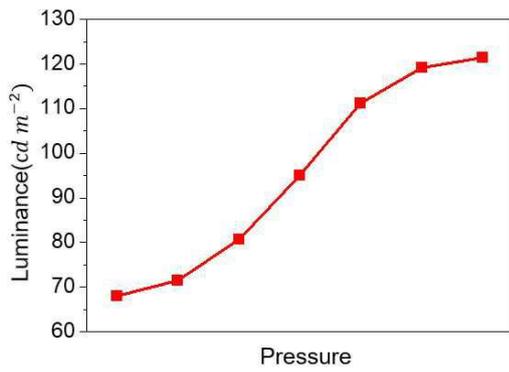
도면4a



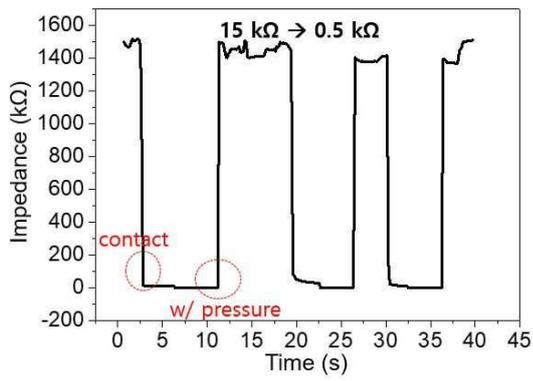
도면4b



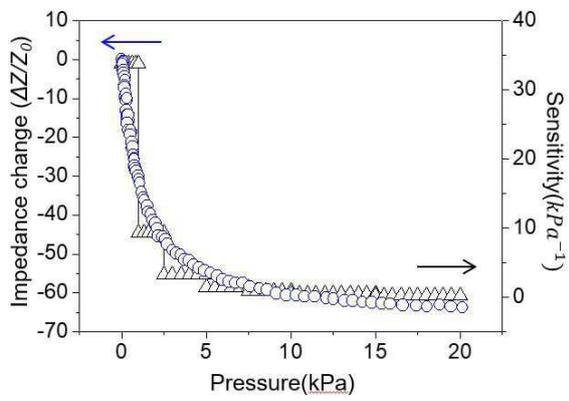
도면5



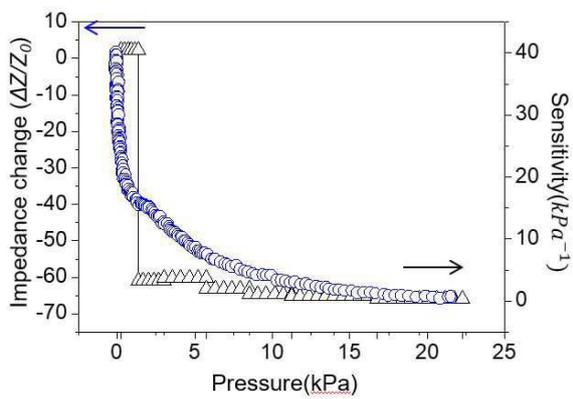
도면6



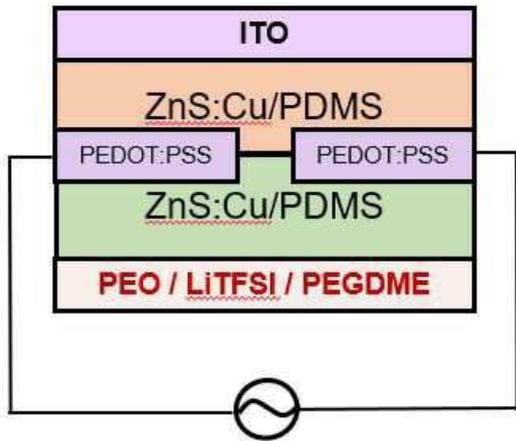
도면7a



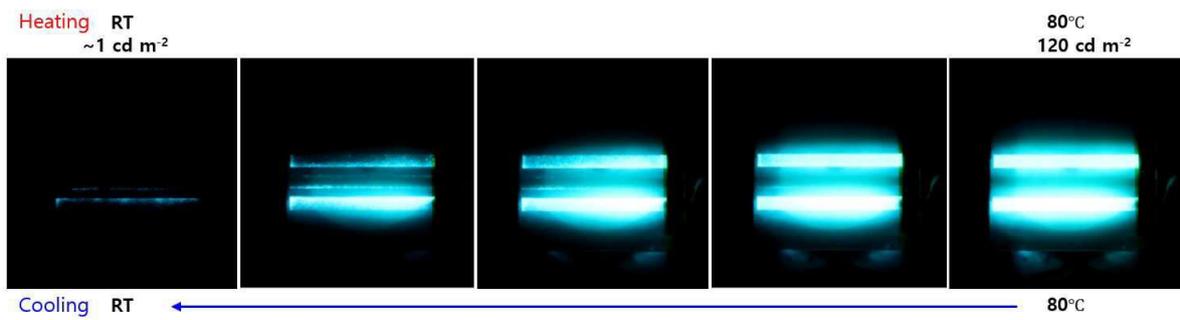
도면7b



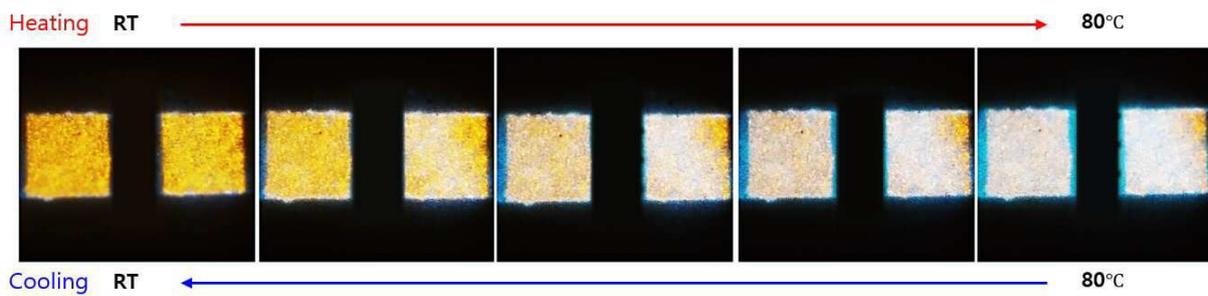
도면8



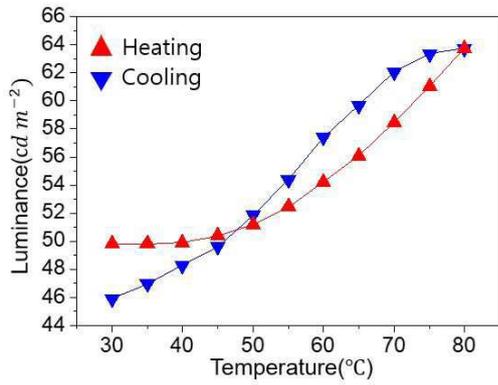
도면9



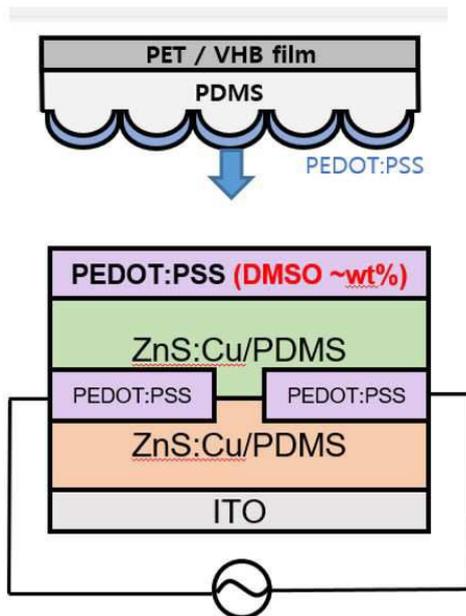
도면10



도면11



도면12



도면13

