



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년06월30일

(11) 등록번호 10-1532557

(24) 등록일자 2015년06월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 33/00 (2010.01)

(21) 출원번호 10-2014-0170126

(22) 출원일자 2014년12월02일

심사청구일자 2014년12월02일

(30) 우선권주장

1020140055844 2014년05월09일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌

KR101315939 B1

KR1020140007569 A

KR1020130009364 A

(73) 특허권자

부경대학교 산학협력단

부산광역시 남구 신선로 365 (용당동, 부경대학교)

(72) 발명자

안형수

부산광역시 기장군 정관면 정관로 548, 1607동 502호(정관신도시, 한진해모로아파트)

이삼녕

부산광역시 수영구 광안해변로 100, 305-403호(남천동, 비치아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 동원

전체 청구항 수 : 총 13 항

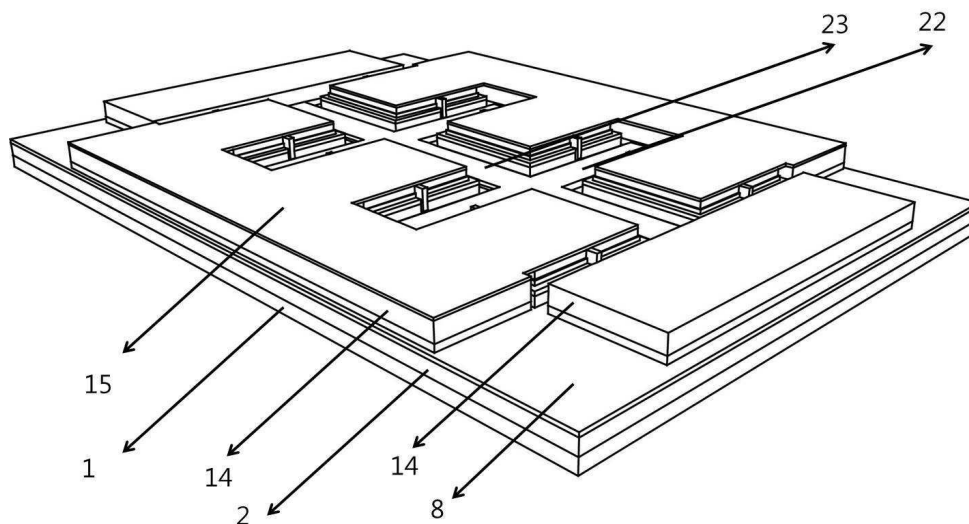
심사관 : 김태연

(54) 발명의 명칭 하이브리드 센서를 가지는 LED chip과 그 제작방법

(57) 요약

본 발명은 질화물계 발광다이오드(Light Emitting Diode: LED) 구조 내에 하이브리드 센서가 형성된 LED chip에 관한 것이다. 이러한 하이브리드 센서를 내장하는 칩(chip)구조는 조명으로서 기능하는 동시에, 환경오염을 모니터링할 수 있는 LED 발광 센서로서 기능하며 전극물질의 종류에 따라 다양한 환경 오염 센서로 사용할 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

양민

부산광역시 수영구 광안해변로 100, 203동 1205호
(남천동, 삼익비치아파트)

신기삼

부산광역시 남구 분포로 111, 109-1201호(용호동,
LG메트로시티1차아파트)

유영문

서울특별시 관악구 청룡길 77, 201-204호(봉천동,
풍림아이원아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 형성된 n형 반도체 층;

상기 n형 반도체 층 위에 형성되며 활성층과 p형반도체층을 포함하는 둘 이상의 LED셀;

상기 LED셀이 형성된 영역을 제외한 부분에 형성된 절연층;

상기 LED셀의 p형반도체층과 연결되며 상기 절연층위에 형성된 p 전극패드;

상기 절연층이 제거된 영역에 노출된 상기 n형 반도체층에 형성된 두 개이상의 n형 전극패드;

상기 둘 이상의 LED셀 사이의 중앙 영역을 지나며 상기 n형 전극패드 사이를 연결하는 n형 전극패드간 연결부;

상기 n형 전극패드간 연결부의 아래에 형성된 빈공간을 포함하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 칩에 연결된 출력장치를 갖는 것을 특징으로 하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 출력장치가 전류변화를 표시하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 n형 전극패드간 연결부가 오염 물질에 의해 손상됨으로서 전극에 연결된 상기 출력장치의 출력을 변화시켜 오염을 감지하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 출력변화에 의해 오염을 감지하는 하이브리드센서와

상기 n형 반도체층으로 전류 흐름에 의해 조명으로서 발광하는 LED셀이 n전극을 공유하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 n형 전극패드간연결부는 화학적 자극에 반응하는 금속인 것을 특징으로 하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 화학적 자극이 신경가스, 무색 가스, 무취가스를 포함하는 화학 가스와

HCl, H₂SO₄, 질산, HF, 왕수를 포함하는 환경오염가스와 환경오염 물질 중에 어느 하나 이상인 것을 특징으로

하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 n형 전극패드간 연결부의 상부가 n형패드전극 또는 p형패드전극의 높이보다 낮아서 상기 n형 전극패드간 연결부 위에 공간을 갖는 것을 특징으로 하는

하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 출력장치가 전류변화율을 표시하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩.

청구항 10

기판을 준비하는 단계;

상기 기판 상에 MQW에피층을 포함하는 반도체층을 적층하는 단계;

상기 반도체층에 둘 이상의 LED셀을 형성하는 단계;

상기 LED셀과 기판 상에 절연막을 형성한 후, n형 전극 부분과 p형 전극에 해당하는 영역을 전기적으로 독립시키기 위해서 둘 이상의 n형전극패드와 둘 이상의 p형전극패드, n형횡단전극이 형성될 부분의 실리콘 옥사이드를 식각하는 단계;

상기 LED셀 사이를 가로질러 횡단하는 브릿지형태의 PR패턴을 형성하는 단계;

상기 PR패턴을 덮는 메탈브릿지형태의 n형 전극패드간을 연결하는 연결부형성단계;

상기 브릿지형태의 PR이 제거되어 하이브리드센서를 형성하는 단계;를 포함하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩의 제작방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 연결부형성단계가

상기 메탈브릿지가 마스크에 의해 형성되는 증착단계;

인 것을 특징으로 하이브리드 센서를 가지는 LED칩의 제작방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 연결부형성단계가 상기 n형 전극패드간 연결부용 메탈이 형성되는 증착단계;와

상기 증착된 메탈이 상기 브릿지형태의 PR상에 브릿지형태로 형성되는 포토리소그래피 단계;를 포함하며, 상기 브릿지형태의 PR이 상기 포토리소그래피 공정 중에 제거되는 것을 특징으로 하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩의 제작방법.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 p형전극패드와 n형전극패드의 높이를 상기 메탈브릿지보다 높게 하는 것을 특징으로 하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩의 제작방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 질화물계 발광다이오드(Light Emitting Diode: LED) 구조 내에 하이브리드 센서가 형성된 LED chip에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 각종 이온의 농도, 산소나 이산화탄소와 같은 가스의 농도 등과 같이 다양한 화학물질 혹은 생물에서 유래한 물질을 감지하는 것이 센서의 중요한 역할 중 하나이다. 우리 주위의 환경에서 발생 할 수 있는 수질 오염, 대기 오염 등을 모니터링하기 위하여 CO, COx, 등 각종 가스와 이온 및 습도를 측정 할 수 있는 센서가 많이 사용되고 있다. 가스 센서의 경우 1923년 Johnson의 촉매 연소식 센서를 시작으로 수많은 센서들이 개발되어 왔다. 반도체 가스 센서의 경우는 전기저항식과 비전기저항식으로 크게 구분할 수 있으며, 다양한 가스를 검출 할 수 있어 매우 유용한 센서이다.

[0003] 습도센서는 고분자, 반도체나 세라믹 등과 같은 소재를 이용하여 성능이 우수한 첨단소자가 개발됨에 따라 습도를 전기적인 신호로 변환하는 형태로 개발되었고, 구체적으로는 임피던스, 전기전도성, 열전도와 정전용량 등으로 변환하여 출력하는 센서가 이에 해당한다.

[0004] 습도 측정 방법에는 직접측정과 간접측정 방식이 있다. 직접측정 방식은 포화, 흡수, 증발 방식에 의한 다양한 습도계가 있다. 간접 측정 방식은 수분흡착이나 분광학적 특성을 평가하는 방식이 있으며, 전기 전도도, 표면 전도도, 유전상수변화, 근적외선 흡수, 확산 속도에 의한 압력차, 이온화 전위의 변화 측정등이 해당한다.

[0005] LED는 현재 널리 사용 되고 있으며, 조명과 관련된 특정분야에서 점차 응용 분야를 넓히고 있는 상황이지만 센서와 같은 역할은 상기에서 서술한 것과 같이 LED와는 무관한 개별 센서에 의해 수행되고 있다. 따라서 종래에는 LED와 일체형 구조로 형성된 센서는 찾아 볼 수 없으며 특히 이러한 구조로 특정한 오염 물질을 측정하거나 온도 및 압력을 측정하여 오염 정도를 알리는 LED 센서는 존재하지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 질화물계 발광다이오드(Light Emitting Diode: LED)로서, 조명으로서 작동 중인 LED의 발광이 지속되는 상태에서 주위 환경의 오염을 감지하여 오염여부를 판단하기 위해 사용할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 과제해결수단은 사파이어 기판; 상기 기판 상에 형성된 n형 반도체 층; 상기 n형 반도체 층 위에 형성된 둘 이상의 LED셀; 상기 LED셀의 p형 반도체층 상에 형성된 p형 전극과 이를 연장하여 n형 반도체 위에 형성된 절연층 위에 형성된 p전극패드; 식각에 의해 상기 절연층이 제거된 영역에 노출된 상기 n형 반도체층 일부에 형성된 마주보는 n형전극패드; 상기 양쪽의 n형전극패드를 연결하며 셀의 중앙부를 지나는 n형패드간전극; 상기 n형전극패드간전극(n형 전극패드간 연결부, 또는 hybrid전극, 또는 하이브리드전극) 아래에 형성된 빈 공간을 포함하는 하이브리드 센서를 가지는 LED칩이다.

[0008] 본 발명의 과제 해결 수단은, 상기 양쪽의 패드전극을 연결하는 상기 n형 전극패드전극간연결부 아래에 공기층을 갖는 하이브리드 센서와 연결된 출력장치를 포함할 수 있다. 이때, 출력장치의 예시로서 전류값의 변화를 표시하는 장치를 들 수 있다. 또한 상기 표시장치의 하나로서의 전류계는 아날로그 또는 디지털 방식일 수 있으며, 일정한 전류값 이하에서 점등하는 형태로 작동할 수 있고, 또는 일정한 전류값 이상에서 점등하는 형태로도 작동할 수 있으며, 이와는 다른 형태의 출력수단이 하나 이상 적용될 수 있다.

[0009] 본 발명의 과제 해결 수단은, 상기 양쪽의 패드전극을 연결하는 상기 연결부 아래에 빈 공간을 갖는 하이브리드 센서가 특정한 오염 물질에 의해 손상됨으로서 전극에 연결된 출력장치에 임의의 변화를 주어 오염을 감지할 수 있다. 상기 변화는 전류값의 변화 또는 전류변화율의 증감일 수 있다.

[0010] 본 발명의 과제해결수단은, 상기 양쪽의 n형 전극패드를 연결하는 상기

[0011] n형 패드전극간의 연결부(n형 하이브리드 전극) 아래에 빈공간을 갖는 하이브리드 센서가 특정한 오염 물질에

의해 손상됨으로서 이에 연결된 출력장치에 임의의 변화를 주는 동시에, 조명으로서의 역할을 하는 LED칩(도면상 예시는 여섯 개의 cell로 구성됨)은 하부의 반도체 층으로 전류 흐름이 유지되어 발광을 수행할 수 있다.

[0012] 본 발명의 과제해결 수단으로서, 상기 양쪽의 패드전극을 연결하는 상기 n형 패드간의 연결부(n형 하이브리드 전극)를 포함하는 하이브리드 센서는 그 아래의 빈 공간을 갖는다. 이러한 n형 하이브리드 전극은 신경가스, 무색가스, 무취가스등 화학 가스와 특정 환경오염가스 (HCl, H₂SO₄, 질산, HF, 왕수 등)와 일반 환경오염 물질 등에 반응하는 금속(Al, Au, Sn, Ni, Cr 등)을 하나 이상 포함할 수 있다.

[0013] 본 발명의 과제해결수단으로서, 상기 n형 전극패드간 연결부의 상부가 n형패드전극 또는 p형패드전극의 높이보다 낮아서 상기 n형 전극패드간 연결부 위에 공간을 갖는 것을 특징으로 할 수 있다. 이러한 구성에 의해 n형 전극패드간 연결부의 상부와 하부에 빈 공간이 형성되어 오염물질을 포함하는 공기가 유동하는데 도움이 된다.

[0014] 본 발명의 과제해결 수단으로서, 하이브리드 센서를 가지는 LED칩의 제작방법은 기판을 준비하는 단계; MQW에피층을 포함하는 반도체층의 적층단계; 둘 이상의 LED셀을 형성하는 단계: 절연막을 형성한 후, n형 전극 부분과 p형 전극에 해당하는 영역을 전기적으로 독립시키기 위해서 둘 이상의 n형전극패드와 둘 이상의 p형전극패드, n형횡단전극이 형성될 부분의 실리콘 옥사이드를 식각하는 단계; 상기 LED셀 사이를 가로질러 횡단하는 브릿지형태의 PR패턴을 형성하는 단계; 상기 PR패턴을 덮는 메탈브릿지형태의 n형횡단전극을 형성하는 단계;상기 브릿지형태의 PR이 제거되는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 과제해결수단은, 상기 n형횡단전극을 형성하는 단계가 상기 메탈브릿지가 마스크에 의해 형성되는 증착단계;일 수 있다.

[0016] 본 발명의 과제해결수단은, 상기 n형횡단전극을 형성하는 단계가 상기 메탈브릿지용 메탈이 형성되는 증착단계;와 상기 증착된 메탈이 브릿지로 형성되는 포토리소그래피 단계;를 포함하며, 상기 브릿지형태의 PR이 상기 포토리소그래피 공정 중에 제거될 수 있다.

[0017] 본 발명의 과제해결 수단은, 상기 p형전극패드와 n형전극패드의 높이를 상기 메탈브릿지보다 높게 하는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

[0018] 본 발명은 기판상에 형성된 n 형의 반도체 층 위에 형성된 둘 이상의 LED cell 구조와 둘 이상의 n형 패드전극, 그리고 n형 전극패드로부터 연장되어 n형 전극패드 사이를 연결하는 n형 전극패드간 연결부로 구성된 n형 전극과 p형 절화물 반도체층 상에 형성된 p형 전극과 이를 연장하여 n 형 반도체 위에 형성된 절연층위에 형성된 p 패드 전극에 의해 둘 이상의 cell이 동시에 발광되며, 이러한 다수의 발광 셀(cell)을 포함하는 칩(chip)에서 칩 중앙을 지나는 n형 전극패드간 연결부의 하측 내부는 비어있는 상태로 제작한다. 이때 n 전극은 주변 오염 환경에 일정시간 노출될 경우, 전기적 전도성에 변화가 생길 수 있으며 주변 오염 물질에 노출되는 시간이 길어지면서 칩 중앙의 n 전극패드간 연결부를 통과하는 전류의 변화를 통해 오염 정도 및 오염 물질을 감지할 수 있다. 이와 동시에 동작 중인 LED는 미세한 발광 변화를 일으키지만 수명과는 관계 없이 작동할 수 있다. 이러한 하이브리드 센서를 내장하는 칩(chip)구조는 환경오염을 모니터링할 수 있는 LED 발광 센서로서 기능하며 전극 물질의 종류에 따라 다양한 환경 오염 센서로 사용할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예인 하이브리드센서를 내장한 6-LED chip 구조를 예시
 도 2는 본 발명에 있어서, 센서에 연결된 전류계를 설치한 회로도 예시
 도 3은 본 발명에 있어서, LED소자, 전류계와 전원을 포함하는 구성의 예시
 도 4는 n형 전극패드간 연결부 (n형횡단전극, n형 전극패드간 전극 또는 hybrid전극: 이중의 기능이 복합됨)와 절개선(A-A')을 포함하는 칩의 윗면도를 예시
 도 5는 단면(A-A')를 따라 n형횡단전극 하부에 형성되는 빈 공간을 예시하는 칩 단면도를 예시
 도 6은 n형횡단전극과 절개선(B-B')를 포함하는 칩의 윗면도를 예시
 도 7은 단면(B-B')를 따라 3개의 cell의 p-영역, n-영역, 발광 영역, n패드전극을 예시
 도 8은 기판과 MQW에피층을 포함하는 적층구조를 예시

- 도 9는 하나의 칩 내에 여섯 개의 셀 형성을 위한 포토작업이 끝난 모습을 예시
- 도 10은 건식식각용 마스크의 역할을 하는 메탈(metal)이 증착된 모습을 예시
- 도 11은 p-GaN층 위에 메탈마스크가 노출된 모습을 예시
- 도 12는 n-GaN이 노출될 때까지 식각한 모습을 예시
- 도 13은 메탈마스크가 제거된 모습을 예시
- 도 14는 p전극을 증착하기 위한 포토작업이 끝난 모습을 예시
- 도 15는 P층 위에 ITO가 증착된 모습을 예시
- 도 16은 리프트오프(lift-off) 후에 ITO가 남겨진 모습을 예시
- 도 17은 실리콘옥사이드를 증착한 후 n형전극과 p형전극, n형횡단전극이 형성될 부분의 실리콘 옥사이드를 식각한 형태를 예시
- 도 18은 소자 내부를 횡단하는 메탈 브릿지를 형성하기 전에 PR을 도포한 상태를 예시
- 도 19는 소자 내부를 횡단하는 메탈 브릿지를 포함하여 n형전극과 n형패드를 형성한 상태를 예시
- 도 20은 베리어 메탈, 리플렉터 메탈이 형성된 상태를 예시
- 도 21은 1차 solder metal을 n-pad와 p-pad에 형성한 상태를 예시
- 도 22는 p-pad와 p-전극사이을 연결시켜주는 2차 solder metal을 형성한 상태를 예시

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명은 질화물계 발광다이오드(Light Emitting Diode: LED)에 관한 것으로, 다수의 발광 cell을 갖는 칩에서 칩 중앙을 관통하는 n 전극의 하부를 비어있는 상태로 만들어 이 전극으로 흐르는 전류의 변화를 통해 LED가 발광하면서도 오염 물질을 감지할 수 있다. 이러한 방식으로 동작하는 LED는 미세한 발광 변화를 일으키나 수명에는 지장이 없는 LED chip 구조를 갖는다. 즉, 본 발명의 질화물계 발광다이오드(Light Emitting Diode: LED)는 통상적인 발광구조와 함께 구조적으로 내장되어 있는 센서를 가지는 하이브리드 칩에 관한 것이다.
- [0021] 도 1에 본 발명의 한 가지 실시 예인 하이브리드 센서를 내장한 6셀 LED chip 구조를 예시하였으며, 셀의 수는 본 발명의 권리범위에 영향을 미치지 아니한다. 구성은 다음과 같다. 사파이어 기판(1) 상에 형성된 n 형의 반도체 층(2), 그리고 반도체 층 위에 형성된 6개의 LED 셀, 6개의 LED 셀의 중앙을 지나는 하이브리드 (n형) 전극(23), 하이브리드 (n형) 전극의 양단에 형성되며 절연층의 식각에 의해 노출된 n형 질화물 반도체층의 일부 영역에 형성된 n형전극패드; p형 질화물 반도체층(4)상에 형성된 p형 전극과 연결되며 n형 반도체층 위의 절연층에 형성된 베리어메탈(12)을 덮는 솔더메탈(14, 15)로 이루어진 P형전극패드를 포함하는 하이브리드 센서를 내장한 LED 칩이 예시되어 있다. 이때 8은 n형반도체 층 위에 형성된 절연층 일 수 있다.
- [0022] 도 2의 회로도 본 발명에서 센서 역할을 하는 구성의 실시 예이다. LED는 본 발명에서 제안하는 자체 하이브리드 센서를 가지는 6-CELL-LED chip이며, 센서역할과 동시에 (-) 전극 역할을 하는 하이브리드 n-전극 부분을 가변 저항으로 표시하였다. 본 발명에 의한 하이브리드 센서를 내장한 6-LED chip 구조는 하이브리드 (n) 전극의 오염에 의한 완전 손상 시에도 LED의 광 출력은 변화가 없도록 구성되어 있다.
- [0023] 도 3은 본 발명의 실시예로서 LED칩을 포함하는 구성을 나타낸 것이다. 본 발명의 실시예로서, 전극의 구성이 도 4 내지 도7에 예시되어 있다. p-전극은 +전극으로 기능하며, p-전극 아래에는 도7과 같이 LED CELL 구조가 포함되어 있다. 도 4의 n형 하이브리드 전극은 센서와 - 전극 역할을 하며, 10의 17층에서 19층까지 n형 도핑 물질로 도핑 되어 있는 층을 포함할 수 있다. 도 7의 LED CELL 구조는 통상적인 LED의 발광 영역의 역할을 한다.
- [0024] 도 5를 참조하면, 사파이어 기판 상에 n-도핑 층이 형성된다. 도 4의 단면(A-A')는 n-전극이 센서와 -전극의 역할을 하는 hybrid 형태로 구성되는 것을 보여주며, 도 6의 단면(B-B')에 대하여 n-영역 그리고 p-영역과 발광 영역을 포함하는 cell을 도 7에 단면으로 예시한다.
- [0025] 사파이어기판의 두께는 100~250 마이크로 정도이며, 6개의 LED cell 크기는 예시로서 각각 1mmx1mm 혹은 그 이상으로 할 수 있다. 하이브리드전극은 하이브리드전극의 좌우방향으로 확장되어 6개의 cell(3)에 공통으로 n전

극으로 작용하며 하이브리드전극의 길이방향의 양쪽에 패드 메탈 있어 전압을 동시에 일정하게 인가하여 6개의 LED cell을 동작시키게 된다. 이때 하이브리드 전극은 양단의 패드를 연결하는 부위 밑에 n형 반도체층과 분리된 빈 공간을 두고 있으며 하이브리드 n 전극의 폭은 수십 마이크로에서 수백 마이크로의 범위를 가질 수 있고, 두께는 5000 옹스트롬에서 10000옹스트롬의 범위를 가질 수 있다.

[0026] 본 실시 예에서, p 형 전극은 6개의 cell마다 독립적으로 형성되어 각각 전류가 적용되나 두 개의 패드메탈을 통해 연결된다. 각각 3개씩의 cell을 하나의 패드메탈에 연결하여 2개의 그룹으로 구분하여 한 개의 그룹은 3개의 cell이 같이 동작한다.

[0027] 센서 부분은 양쪽의 패드 메탈을 연결하는 하이브리드 전극(n형 하이브리드 전극 또는 하이브리드 n전극)의 중앙부 아래에 빈 공간을 둔 구조(도 5)로서, LED 동작을 위하여 전압을 가하면 양쪽의 패드 메탈을 연결하는 하이브리드 전극 사이로 저항과 일부 전류가 형성되고, 하이브리드 전극의 오염 물질에 의한 변화 혹은 손상에 의해 저항이 변하고 이에 따라서 흐르는 전류의 양이 변하게 되어 센서 역할을 하게 된다. 이때, 빈 공간의 공기층의 부피(볼륨)의 변화는 본 발명에 영향을 주지 않는다. 기체(예: 공기)를 포함하는 유체상태의 화학물질 등의 전파는 농도차에 의한 디퓨전(diffusion)이 주요한 작동원리(mechanism)이기 때문이다. 즉, 하부에 공기로 채워진 빈 공간을 둔 하이브리드 전극 부분이 오염 물질에 의해 변화하여 손상될 경우 하이브리드 전극 부분으로의 미세한 전류 변화를 감지하여 센서의 기능을 수행할 수 있으나, 동작 중인 LED 는 n-도핑 층으로 전류 흐름을 유지 할 수 있어 조명으로서의 역할은 충분히 실행할 수 있다.

[0028] 따라서 본 발명의 자체 하이브리드 센서를 가지는 LED chip 구조는 발광 기능을 수행하는 LED 구동에는 지장이 없으면서 주위 환경의 미세한 오염 정도를 구동 LED 조명을 통하여 감지할 수 있는 기능을 가진 질화물계 발광 다이오드(Light Emitting Diode: LED)의 배열을 제공한다.

[0029] 메탈의 종류는 n-전극으로서 사용가능한 모든 금속의 조합으로 이루어질 수 있다. 예로서 Cr/Ni/Au 혹은 Ti/Al 등이 있으며, 오염 물질로는 염산계, 황산계, 불소계, 고염분 수증기, 암모니아계 등이 있다. 예시로서 염산 등의 케미칼을 사용하는 장비 또는 공간(예: 반도체용 식각장비 또는 식각공정섹션)에 대하여 본 발명의 실시예가 적용된 LED조명을 설치하면, 염산누출이 있는 경우 공기 중의 염산농도의 증가를 센싱하여 필요한 조치를 취하는 형태로 활용될 수 있다. 센싱의 민감도는 n-전극으로 사용되는 물질의 종류 또는 물질의 조합, 전극의 물리적 dimension (길이, 두께, 너비, 길이에 따른 두께 또는/와 너비의 변화)의 설계 등의 요소에 의해 조절될 수 있다. 또한, 전류의 변화외에 전류변화율을 연산하여 표시기능을 보강할 수 있다. 즉, 전류가 감소하며 전류변화율이 빠른 경우와 전류가 감소하며 전류변화율이 느린 경우를 구분하여 표시기능을 둘 이상으로 세분화거나 다단계화할 수 있다.

[0030] 도8 내지 도22는 본 발명을 구성하는 단계를 예시한다. 도 8은 기판과 MQW에피층을 포함하는 칩의 적층구조로서, 2 inch 사파이어 기판 위에 성장된 6 mm x 4 mm 크기로 잘라낸 칩 한 개의 영역을 예시하는 것이다. 도 9는 하나의 칩 내에 3X2 배열을 갖는 여섯 개의 셀 형성을 위한 포토작업이 끝난 모습을 예시한다.

[0031] 도 10은 6개의 cell 형성을 위한 포토작업 후, 건식식각용 마스크의 역할을 하는 메탈(metal)이 증착된 모습을 예시한다. 도 11은 PR을 제거한 후 나타난 p-GaN층 위에 메탈마스크가 노출된 모습을 예시한다. 도 12는 건식식각 마스크용 meta이 덮여 있는 부분을 제외한 n-GaN(2)이 노출될 때까지 식각된 모습을 예시한다. 도 13은 3x2 배열을 갖는 6개의 cell을 형성에 사용된 건식식각용 마스크 metal을 불산을 이용하여 제거한 상태를 예시한다.

[0032] 도 14는 p전극을 증착하기 위한 포토작업이 끝난 모습을 예시한다. p전극은 p전극메탈에 의해 감소되는 광방출량을 최소화하기 위하여 ITO를 사용하여 투명전극으로 형성할 수 있으며, 도 15는 e-beam evaporation 등으로 P층 위에 ITO가 증착되는 모습을 예시한다. 도 16은 리프트오프(lift-off) 후에 ITO가 남겨진 모습을 예시한다. 아세톤을 이용해 불필요한 metal 부분과 PR을 제거하기 위한 lift-off 공정을 진행하면 ITO패턴이 남는다.

[0033] 도 17은 Sputtering 등으로 전면에 절연막(예: SiO₂)을 증착하고 패터닝하여 절연막 형성한 후, n형 전극 부분과 p형 전극에 해당하는 영역을 전기적으로 독립시키기 위해서 n형전극과 p형전극, n형횡단전극(하이브리드전극)이 형성될 부분의 실리콘 옥사이드를 식각한 형태를 예시한다. 도 18은 소자 내부를 횡단하는 메탈 브릿지와 그 아래 빈 공간을 형성할 부분에만 마스크를 이용하여 PR을 도포한 상태를 예시한다. 도 19는 소자 내부를 횡단하는 메탈 브릿지를 포함하여 n형전극과 n형패드를 형성한 상태를 예시한다. 이때 브릿지 형태로 도포되었던 PR(9)은 n형 전극(22, 23)과 n형 패드(10)를 형성하는 단계의 포토리소그래피의 PR 제거단계 등에서 함께 제거될 수 있다. 또는, n형전극을 먼저 형성하는 포토리소그래피와 n형패드를 형성하는 포토리소그래피를 나누어 진행하는 방법에 의해 PR(9)을 제거할 수도 있다. 이러한 공정에 의해 빈 공간이 형

성될 수 있다. 또한, 상기 메탈브릿지는 증착용마스크에 의해 상기 브릿지 형태의 PR위에 브릿지 형태로 형성될 수 있으며, 이때 하부의 PR은 메탈브릿지 형성후 케미칼(예:PR REMOVER 등)에 의해 제거될 수 있다.

[0034]

도 20은 전극의 금속물질간의 접합을 위한 barrier metal(12)과 p전극으로 방출되는 빛을 기판 쪽으로 반사시키는 reflector metal(11), p전극의 pad와 과전류로 인한 소자파손을 방지해주는 피뢰침영역(13)(한국특허 1011399150000 참조)이 형성된 상태를 예시한다. 도 21은 flip-chip로 뒤집었을 때의 단차를 없애고 sub-mount와의 접착을 위한 1차 solder metal을 n-pad와 p-pad에 형성한 상태를 예시한다. 도 22는 p-pad와 p-전극사이의 원활한 전류흐름을 위해 연결시켜주는 2차 solder metal을 형성한 상태를 예시한다. 이러한 공정에 의해 패드전극의 높이가 맞추어져서 플립칩 공정에 유리하게 되고, 메탈브릿지와 높이 간격을 확보할 수 있게 된다. 이 결과로 메탈브릿지는 상부와 하부에 빈공간을 가지게 되어 오염된 공기가 원활하게 디퓨전(diffusion)하게 되어 오염도변화를 신속하게 전류변화에 반영할 수 있게 된다.

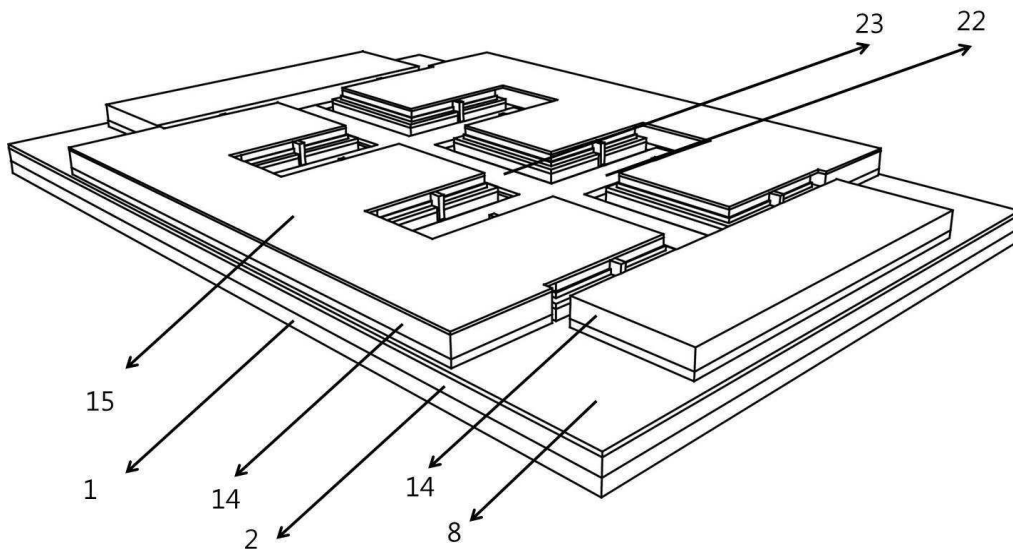
부호의 설명

[0035]

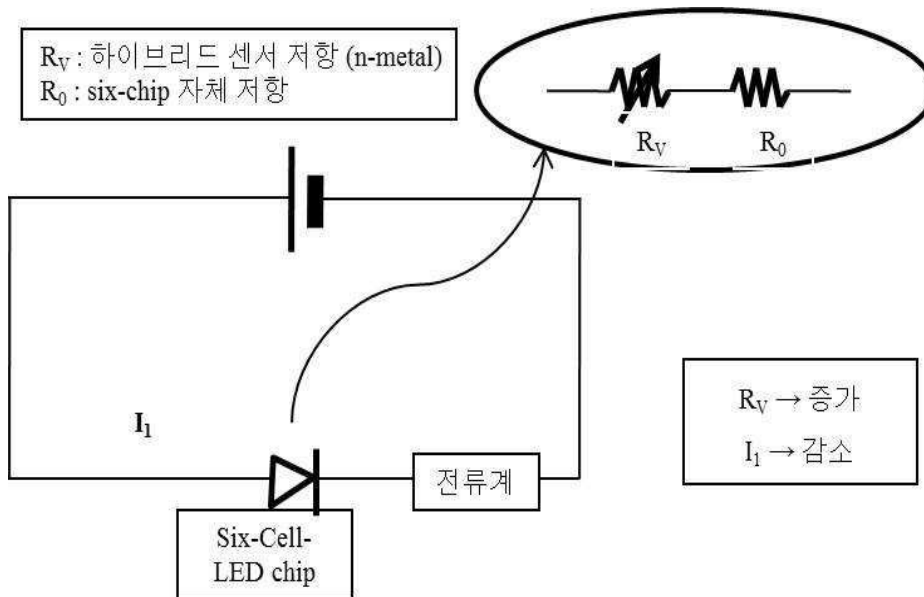
1: 사파이어기판 2: n-GaN 21: n-GaN 22: n형 전극패드간 연결부 23: n형 전극확장부 3: MQW
4: p-GaN 5: PR 6: 메탈(건식식각 mask 용) 7: ITO 8: SiO₂ 9: 브릿지
형태로 도포된 PR 10: n-pad 및 전극 11: Reflector metal 12: Barrier metal 13: 피뢰침
14: 1차 solder 15: 2차 solder

도면

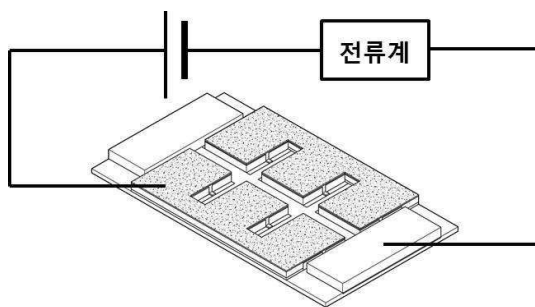
도면1



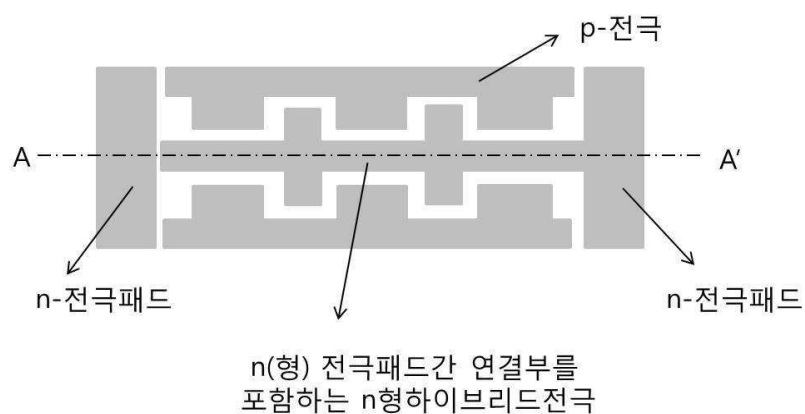
도면2



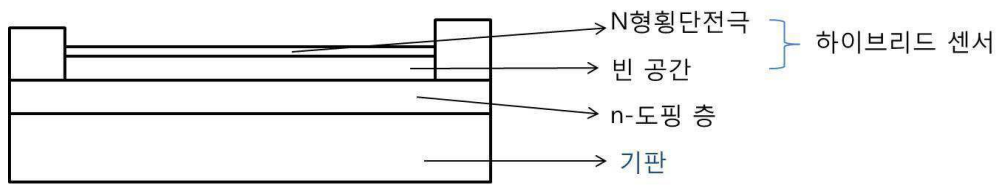
도면3



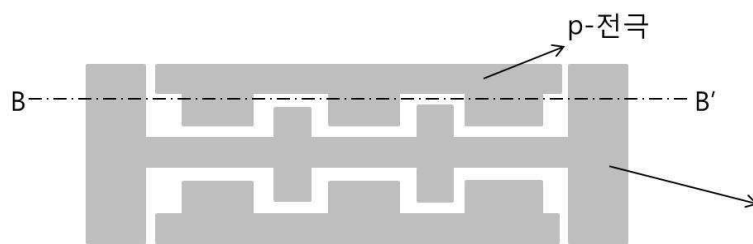
도면4



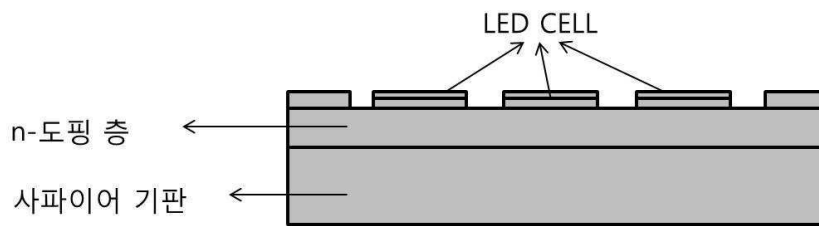
도면5



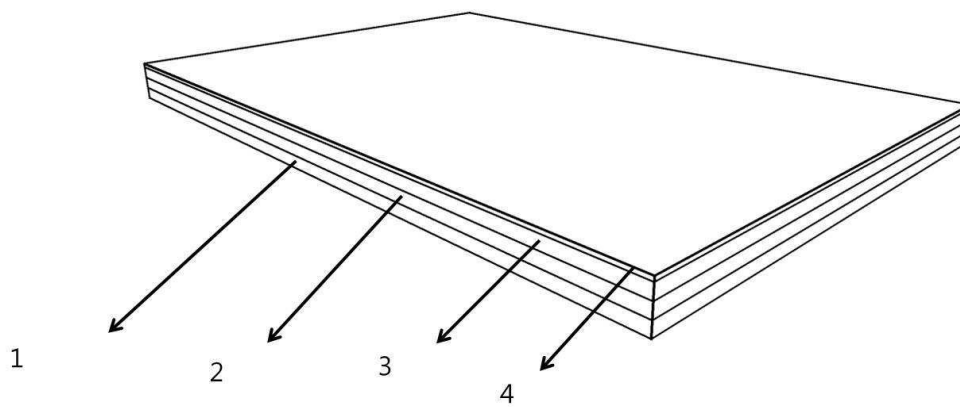
도면6



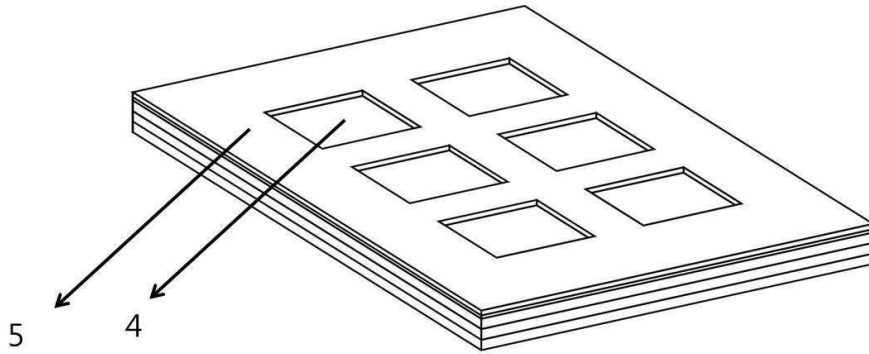
도면7



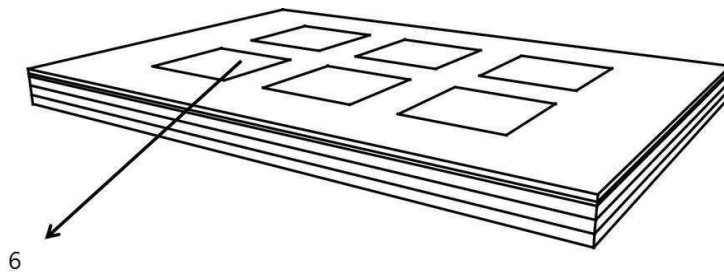
도면8



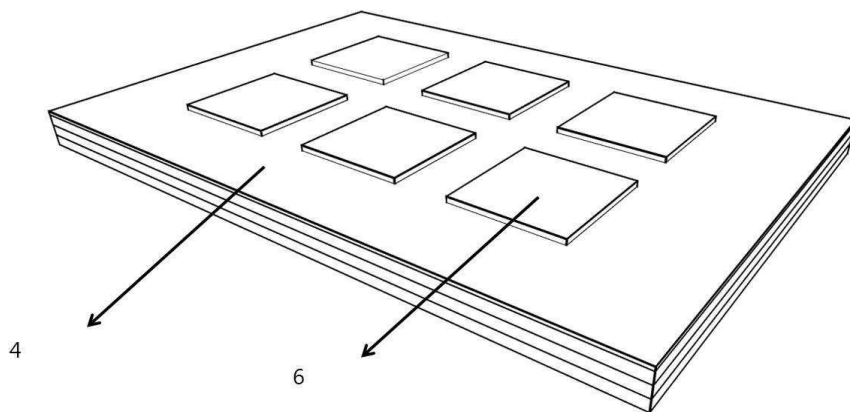
도면9



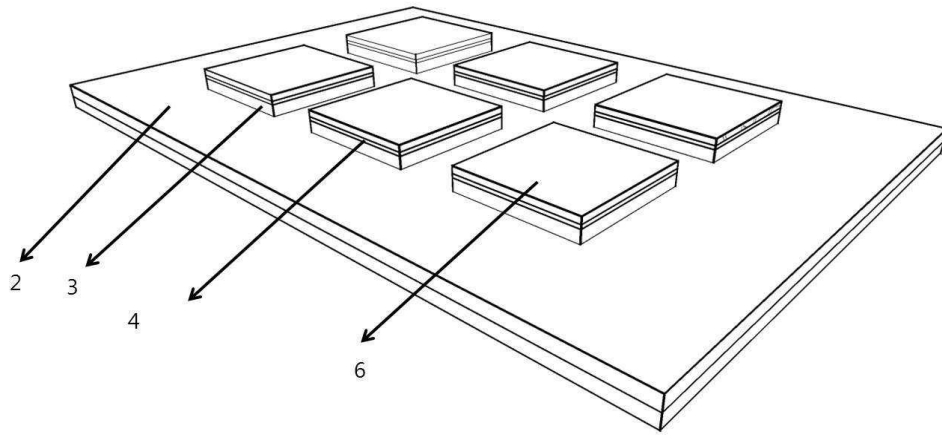
도면10



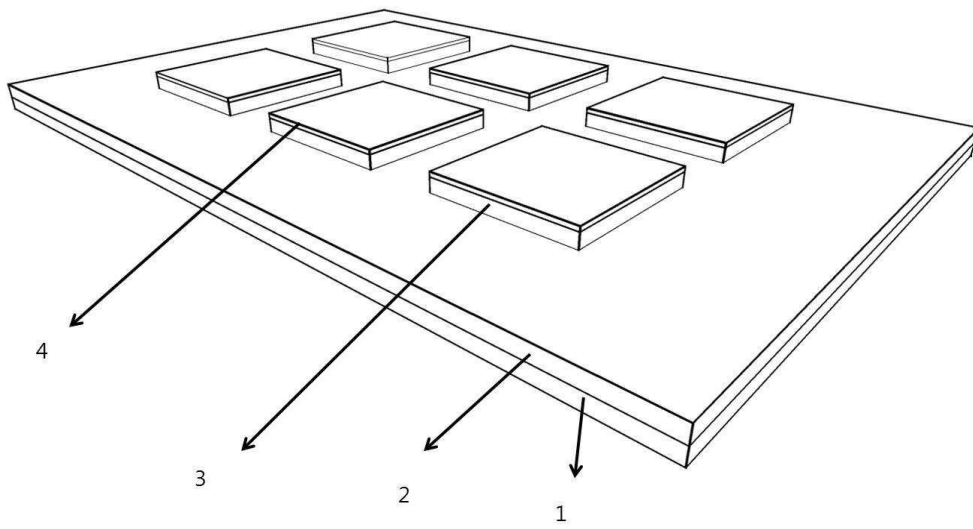
도면11



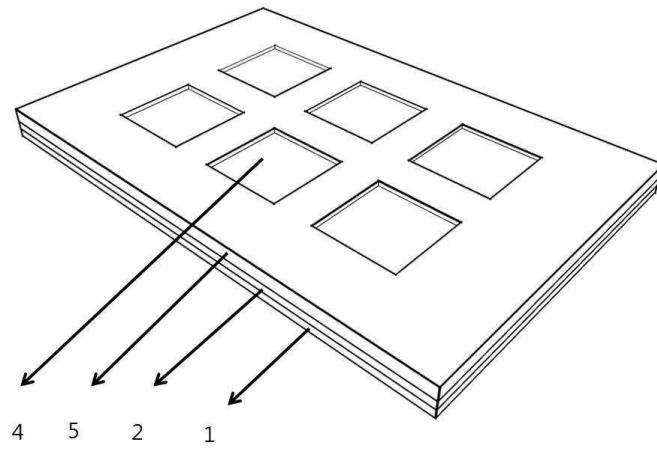
도면12



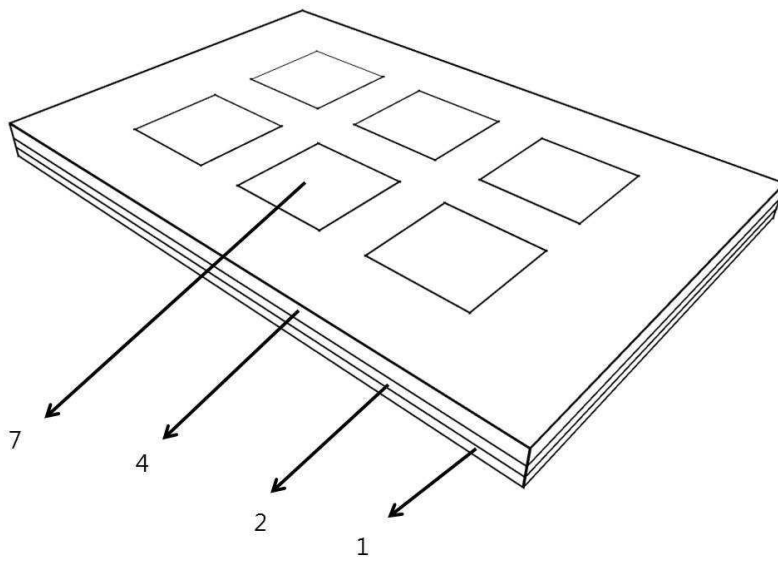
도면13



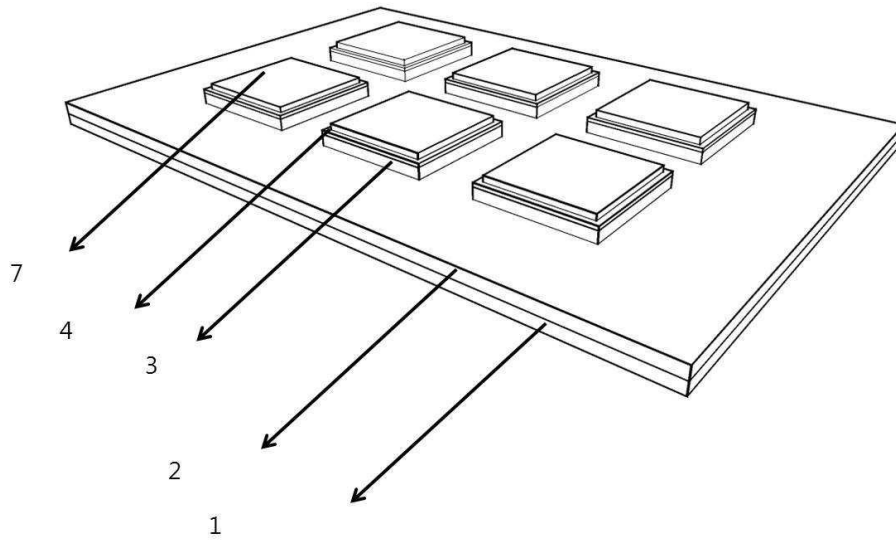
도면14



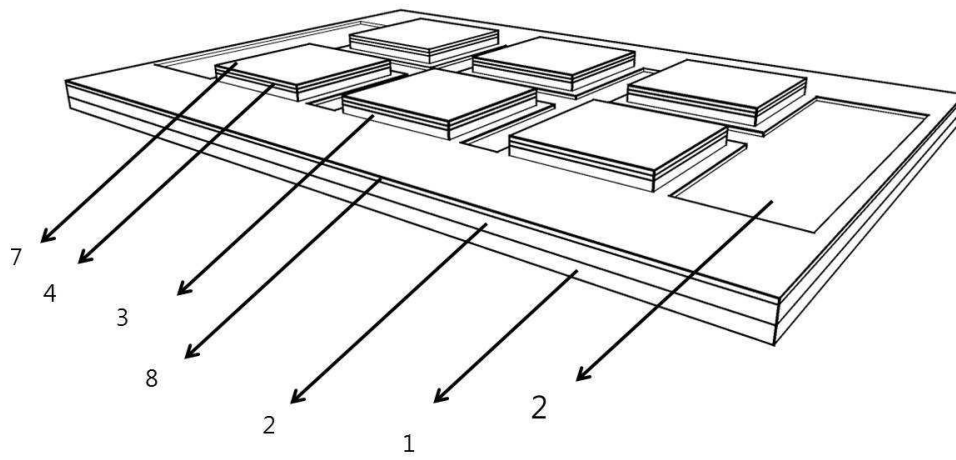
도면15



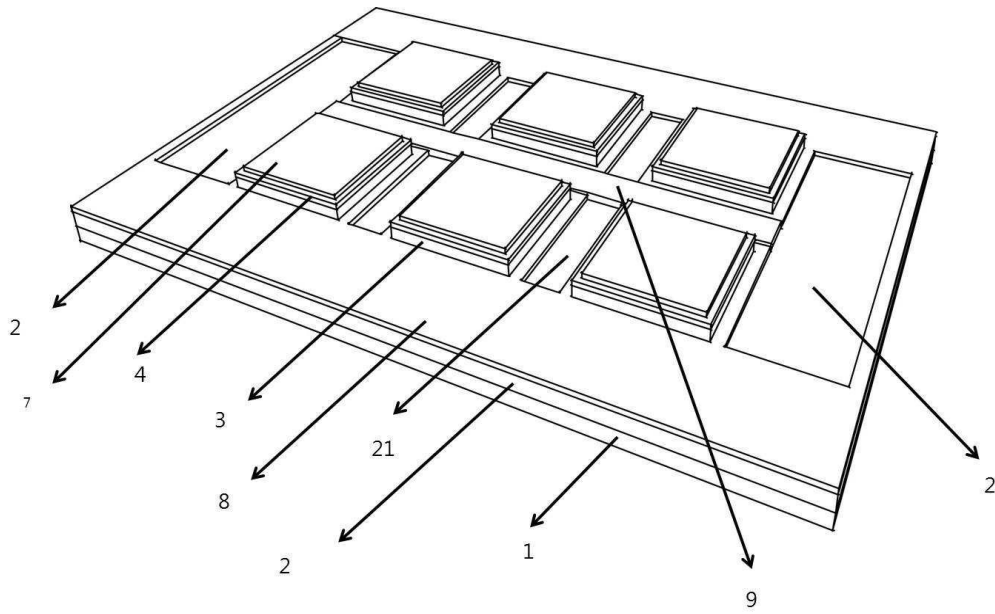
도면16



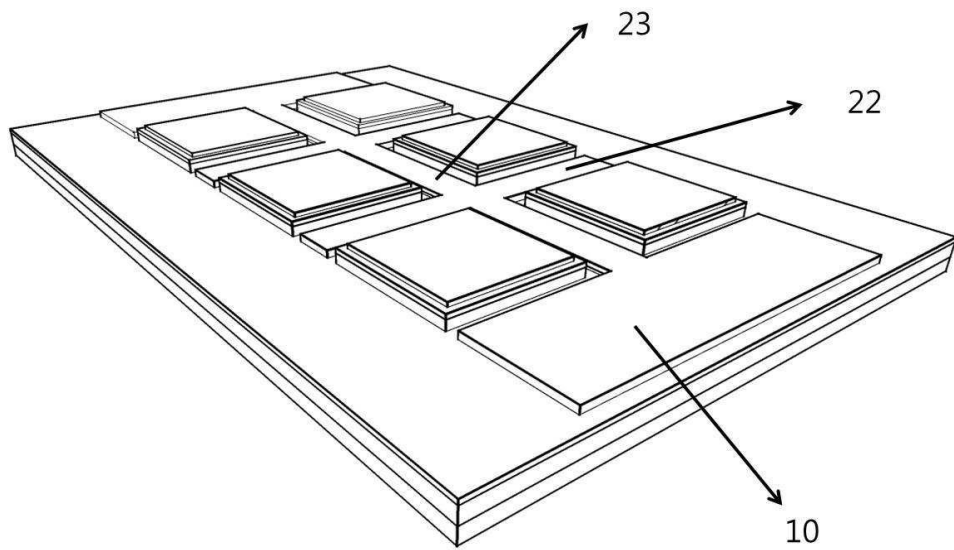
도면17



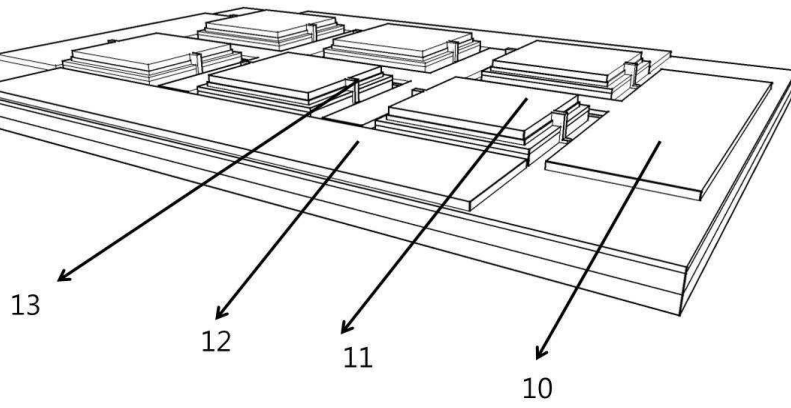
도면18



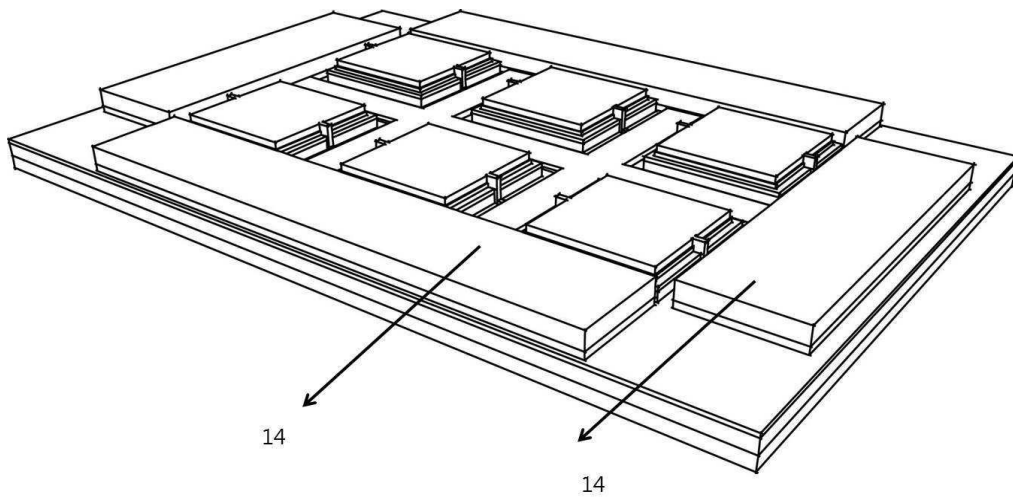
도면19



도면20



도면21



도면22

