



등록특허 10-2467614



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년11월16일
(11) 등록번호 10-2467614
(24) 등록일자 2022년11월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/50 (2010.01) *H01L 33/54* (2010.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 33/50 (2013.01)
H01L 33/486 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7002103
- (22) 출원일자(국제) 2015년06월23일
심사청구일자 2020년06월10일
- (85) 번역문제출일자 2017년01월24일
- (65) 공개번호 10-2017-0020914
- (43) 공개일자 2017년02월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/IB2015/054700
- (87) 국제공개번호 WO 2015/198220
국제공개일자 2015년12월30일
- (30) 우선권주장
62/016,708 2014년06월25일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020140026276 A*
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 8 항

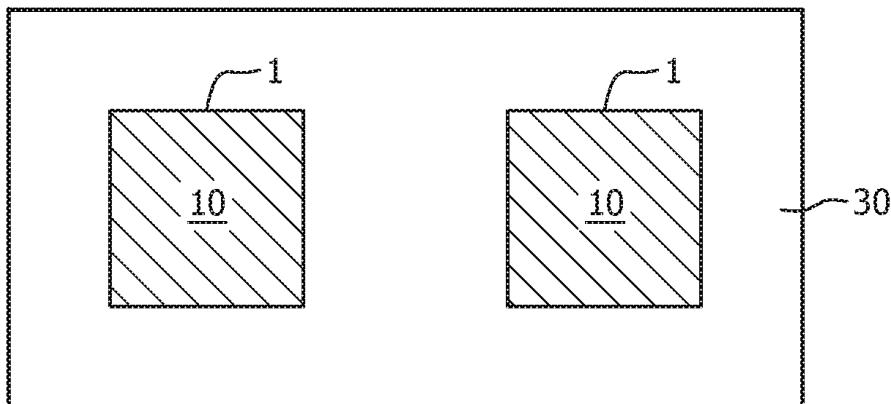
심사관 : 이용배

(54) 발명의 명칭 패키지화된 파장 변환형 발광 디바이스

(57) 요 약

발명의 실시예들은 복수의 발광 디바이스들(1)을 포함하고, 복수의 발광 디바이스들 중 하나의 발광 디바이스는 제1 피크 파장을 가지는 광을 방출하도록 구성된다. 파장 변환층(30)이 복수의 발광 디바이스들에 의해 방출되는 광의 경로에 배치된다. 파장 변환층(30)은 발광 디바이스에 의해 방출되는 광을 흡수하고, 제2 피크 파장을 가지는 광을 방출한다. 발광 디바이스들(1)은 파장 변환층(30)을 통해서만 서로 기계적으로 접속된다. 다른 실시예들에서, 광 변환층이 발광 디바이스들 위에 배치되고, 접착 또는 광학 엘리먼트 층이 측면 표면들에 그리고 광 변환층 위에 배치되고, 발광 디바이스들은 파장 변환층을 통해서만 서로 기계적으로 접속된다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 33/502 (2013.01)

H01L 33/505 (2013.01)

H01L 33/54 (2013.01)

H01L 2924/12041 (2013.01)

H01L 2933/0041 (2020.05)

(72) 발명자

취안, 청-즈

네델란드 엔엘-5656 에이이 아인트호벤 빌딩 5 하
이 테크 캠퍼스 내

발락리쉬난, 알 비 시바람

네델란드 엔엘-5656 에이이 아인트호벤 빌딩 5 하
이 테크 캠퍼스 내

드 스멧, 티에리 모리스 프랑소아

네델란드 엔엘-5656 에이이 아인트호벤 빌딩 5 하
이 테크 캠퍼스 내

(56) 선행기술조사문현

US20130234184 A1*

US20130207148 A1

JP2014045194 A

JP2013162130 A

JP2013526078 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

구조체로서,

복수의 발광 디바이스들 — 상기 복수의 발광 디바이스들의 각각은 최상부 표면, 상기 최상부 표면의 반대편에 있는 최하부 표면, 및 상기 최상부 표면을 상기 최하부 표면에 접속시키는 적어도 하나의 측면 표면을 가짐 — ;

상기 복수의 발광 디바이스들의 각각의 최상부 표면에 직접 접촉하여 배치되는 파장 변환층; 및

상기 파장 변환층에 직접 접촉하여 배치되는 광학 엘리먼트 층

을 포함하고,

상기 복수의 발광 디바이스들은 상기 파장 변환층 및 상기 광학 엘리먼트 층을 통해서만 서로 기계적으로 접속되는 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 파장 변환층은:

파장 변환 재료;

투명한 재료; 및

접착 재료

의 혼합물을 포함하는 구조체.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 파장 변환층은 상기 발광 디바이스 위에 몰딩되는 구조체.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 파장 변환층은 $100\mu\text{m}$ 미만의 두께를 가지는 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 파장 변환층은 상기 발광 디바이스 위에 라미네이트(laminate)되는 구조체.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 광학 엘리먼트 층은 상기 발광 디바이스 위에 몰딩되는 구조체.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 접착 재료는 상기 파장 변환 재료와 혼합되고, 상기 파장 변환 재료는 제1 피크 파장의 광을 흡수하고 제2 피크 파장을 가지는 광을 방출하기 위한 것인 구조체.

청구항 8

제2항에 있어서, 상기 접착 재료는 상기 투명한 재료와 혼합되는 구조체.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 패키지화된 파장 변환형 반도체 발광 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

발광 다이오드(LED)들, 공진 공동 발광 다이오드(RCLED)들, 수직 공동 레이저 다이오드(VCSEL)들, 및 에지 방출 레이저들을 포함하는 반도체 발광 디바이스들은 현재 이용 가능한 가장 효율적인 광원들 사이에 있다. 가시 스펙트럼에 걸친 동작이 가능한 높은-밝기의 발광 디바이스들의 제조 시 현재 관심 있는 재료 시스템들은 III-V족 반도체들, 특히, III-질화물 재료들이라고도 지칭되는, 갈륨, 알루미늄, 인듐 및 질소의 2원, 3원 및 4원 합금들을 포함한다. 통상적으로, III-질화물 발광 디바이스들은 금속-유기 화학적 기상 증착(MOCVD), 분자 빔 에피택시(MBE), 또는 다른 에피택셜 기법들에 의해 사파이어, 실리콘 탄화물, III-질화물 또는 다른 적절한 기판 상에 상이한 조성들 및 도편트 농도들의 반도체 층들의 스택을 에피택셜 방식으로 성장시킴으로써 제조된다. 스택은 기판 위에 형성되는 예를 들어, Si로 도핑되는 하나 이상의 n-타입 층들, n-타입 층 또는 층들 위에 형성되는 활성 영역 내의 하나 이상의 발광층들, 및 활성 영역 위에 형성되는, 예를 들어, Mg로 도핑되는 하나 이상의 p-타입 층들을 포함한다. 전기적 콘택트들이 n- 및 p-타입 영역들 상에 형성된다.

[0003]

도 1은 하나의 파장의 광을 흡수하고 상이한 파장의 광을 방출하는, 인광체와 같은 발광성 재료(112)로 코팅되는 LED를 예시한다. LED는 사파이어, SiC, 또는 III-질화물 재료와 같은, 기판(114) 상에 형성되는 n-타입 영역(116)을 포함한다. 활성 영역(118)은 n-타입 영역(116) 위에 형성되고, p-타입 영역(122)은 활성 영역(118) 위에 형성된다. p-타입 영역(122)의 일부분, 활성 영역(118), 및 n-타입 영역(116)이 에칭되어 n-타입(116)의 일부분을 노출시킨다. p-타입 콘택트(124)는 p-타입 영역(122) 상에 퇴적되고, n-타입 콘택트(120)는 n-타입 영역(116)의 노출된 부분 상에 퇴적된다. LED는 뒤집혀서(flip over) 땀납과 같은 재료(126)에 의해 서브마운트(128)에 장착된다.

발명의 내용

[0004]

LED와 같은 패키지화된 반도체 발광 디바이스를 제공하는 것이 발명의 목적이며, 이는 LED가 마운트에 부착되는 것을 요구하지 않는다.

[0005]

발명의 실시예들은 복수의 발광 디바이스들을 포함하며, 복수의 발광 디바이스들 중 하나의 발광 디바이스는 제1 피크 파장을 가지는 광을 방출하도록 구성된다. 파장 변환층은 복수의 발광 디바이스들에 의해 방출되는 광의 경로에 배치된다. 파장 변환층은 발광 디바이스에 의해 방출되는 광을 흡수하고, 제2 피크 파장을 가지는

광을 방출한다. 복수의 발광 디바이스들은 과장 변환층을 통해서만 서로 기계적으로 접속된다.

[0006] 발명의 실시예들은 제1 피크 과장을 가지는 광을 방출하기 위한 발광 디바이스를 포함한다. 과장 변환층이 발광 디바이스 위에 배치된다. 광학 엘리먼트 층이 과장 변환층 위에 배치된다. 광학 엘리먼트 층은 발광 디바이스의 모든 측면 표면 및 최상부 표면을 커버한다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 서브마운트에 부착되고 인광체로 커버되는 LED를 포함하는 종래 기술이 디바이스를 예시한다.

도 2는 III-질화물 LED의 일 예를 예시한다.

도 3은 발명의 실시예들에 따른 과장 변환층을 가지는 LED들의 최상부 도면이다.

도 4는 기판 상에 배치되는 테이프의 일부분에 부착되는 LED들을 예시한다.

도 5는 기판 상에 배치되는 테이프의 단면도이다.

도 6은 LED들 위에 과장 변환층을 형성한 이후 도 4의 구조체를 예시한다.

도 7은 LED들을 분리시킨 이후 도 6의 구조체를 예시한다.

도 8은 기판 상에 배치되는 LED들 위에 등각으로 도포되는 과장 변환층을 예시한다.

도 9는 LED들 위에 광학 엘리먼트를 형성한 이후 도 8의 구조체를 예시한다.

도 10은 기판으로부터 LED들을 제거하고 LED들을 단일 LED들 또는 LED들의 그룹들로 분리한 이후 도 9의 구조체를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 도 1에 예시된 디바이스에서, 서브마운트(128)는 완성된 디바이스의 일부분을 남긴다. 이러한 디바이스는, 예를 들어, 서브마운트(128)와 호환불가능한 특정 플랫폼을 요구하는 응용예들에서, 또는 서로 근접하게 배치되는 개별 광학 엘리먼트들을 가지는 다수의 LED들을 요구하는 응용예들에서 불편할 수 있다.

[0009] 발명의 실시예들에서, LED를 마운트에 처음 부착하지 않고 LED가 패키지화된다. 패키지화된 LED는 LED 및 과장 변환층을 포함한다. 예를 들어, LED가 고전력 디바이스인 일부 실시예들에서, 과장 변환층이 LED들 위에 형성되고, 이후, 예를 들어, 몰딩, 라미네이션(lamination), 적출(spaying), 및 스크린 프린팅을 포함하는 임의의 적절한 기법에 의해 과장 변환층 위에 광학 엘리먼트가 형성된다. LED가 더 낮은 전력의 디바이스인 일부 실시예들에서, 과장 변환 재료는 광학 엘리먼트와 혼합되고, 예를 들어, 몰딩, 라미네이션, 적출, 또는 스크린 프린팅을 포함하는 임의의 기법에 의해 LED들 위에 배치된다.

[0010] 패키지화된 LED들의 웨이퍼는 개별 패키지화된 LED들, 또는 과장 변환층 및/또는 광학 엘리먼트 재료를 통해서만 접속되는 패키지화된 LED들의 어레이들로 분리될 수 있다.

[0011] 하기의 예들에서, 반도체 발광 디바이스가 블루 또는 UV 광을 방출하는 III-질화물 LED들이지만, 레이저 다이오드와 같이 LED들 이외의 반도체 발광 디바이스들 및 III-V 재료들, III-인화물, III-비화물, II-VI 재료들, ZnO, 또는 Si-기반 재료들과 같은 다른 재료 시스템들로 만들어진 반도체 발광 디바이스들이 사용될 수 있다.

[0012] 도 2는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 III-질화물 LED를 예시한다. 임의의 적절한 반도체 발광 디바이스가 사용될 수 있고, 발명의 실시예들은 도 2에 예시된 디바이스로 제한되지 않는다. 도 2의 디바이스는 본 기술분야에 공지된 바와 같이 성장 기판(10) 상에 III-질화물 반도체 구조체(12)를 성장시킴으로써 형성된다. 성장 기판은 종종 사파이어이지만, 예를 들어, SiC, Si, GaN, 또는 복합 기판과 같은 임의의 적절한 기판일 수 있다. III-질화물 반도체 구조체가 성장되는 성장 기판의 표면은 성장 이전에 패터닝되거나, 거칠어지거나, 또는 결이 생길 수 있는데, 이는 디바이스로부터의 광 추출을 개선시킬 수 있다. 성장 표면의 반대편에 있는 성장 기판의 표면(즉, 대다수의 광이 플립 칩 구성에서 추출되는 표면)은 성장 이전 또는 이후에 패터닝되거나, 거칠어지거나, 또는 결이 생길 수 있는데, 이는 디바이스로부터의 광 추출을 개선시킬 수 있다.

[0013] 반도체 구조체는 n-타입 영역과 p-타입 영역 사이에 끼인 발광 또는 활성 영역을 포함한다. n-타입 영역(16)이 먼저 성장될 수 있고, 예를 들어, 베퍼층들 또는 핵형성층들, 및/또는 성장 기판의 제거를 용이하게 하도록 설계되는 층들과 같은 준비층들을 포함하는 상이한 조성들 및 도편트 농도의 다수의 층들을 포함할 수 있는데, 이

는 n-타입 또는 고의적으로 도핑되지 않을 수 있고, 발광 영역이 광을 효율적으로 방출하는데 바람직한 특정 광학적, 재료적, 또는 전기적 특징들에 대해 설계되는 n- 또는 심지어 p-타입 디바이스 충들일 수 있다. 발광 또는 활성 영역(18)은 n-타입 영역 위에 성장된다. 적절한 발광 영역들의 예들은 단일의 두꺼운 또는 얇은 발광 층, 또는 장벽층들에 의해 분리되는 다수의 얇은 또는 두꺼운 발광층들을 포함하는 다중 양자 우물 발광 영역을 포함한다. p-타입 영역(20)은 이후 발광 영역 위에 성장될 수 있다. n-타입 영역과 마찬가지로, p-타입 영역은 고의적으로 도핑되지 않은 충들 또는 n-타입 충들을 포함하는, 상이한 조성, 두께 및 도편트 농도의 다수의 충들을 포함할 수 있다.

[0014] 성장 이후, p-콘택트가 p-타입 영역의 표면 상에 형성된다. p-콘택트(21)는 반사성 금속의 일렉트로마이그레이션(electromigration)을 방지하거나 감소시킬 수 있는 가드 금속 및 반사성 금속과 같은 다수의 전도성 충들을 종종 포함한다. 반사성 금속은 종종 은이지만 임의의 적절한 재료 또는 재료들이 사용될 수 있다. p-콘택트(21)의 형성 이후, p-콘택트(21), p-타입 영역(20), 및 활성 영역(18)의 일부분이 제거되어 n-콘택트(22)가 형성되는 n-타입 영역(16)이 일부분을 노출시킨다. n- 및 p-콘택트들(22 및 21)은 실리콘 산화물과 같은 유전체 또는 임의의 다른 적절한 재료로 채워질 수 있는 캡(25)에 의해 서로 전기적으로 분리된다. 다수의 n-콘택트 비아들이 형성될 수 있으며; n- 및 p-콘택트들(22 및 21)은 도 2에 예시되는 배열로 제한되지 않는다. 본 기술 분야에 공지된 바와 같이, n- 및 p-콘택트들이 재분배되어 유전체/금속 스택을 가지는 결합 패드들을 형성할 수 있다.

[0015] LED에 대한 전기 접속들을 형성하기 위해, 하나 이상의 상호접속들(interconnects)(26 및 28)이 n- 및 p-콘택트들(22 및 21) 상에 형성되거나 n- 및 p-콘택트들(22 및 21)에 전기적으로 접속된다. 상호접속(26)은 도 2의 n-콘택트(22)에 전기적으로 접속된다. 상호접속(28)은 p-콘택트(21)에 전기적으로 접속된다. 상호접속들(26 및 28)은 n- 및 p-콘택트들(22 및 21)로부터 그리고 서로로부터 유전층(24) 및 캡(27)에 의해 전기적으로 격리된다. 상호접속들(26 및 28)은, 예를 들어, 땜납, 스터드 범프들, 금 충들, 또는 임의의 다른 적절한 구조체일 수 있다. 많은 개별 LED들이 단일 웨이퍼 상에 형성되고, 이후, 디바이스들의 웨이퍼로부터, 단일 LED들 또는 LED들의 그룹들 또는 어레이들로 다이스된다(dice). 반도체 구조체 및 n- 및 p-콘택트들(22 및 21)은 블록(12)에 의해 후속하는 도면들에 표현된다.

[0016] 도 3은 2개의 LED들 및 파장 변환층을 포함하는 패키지화된 LED들의 어레이의 최상부 모습이다. 도 3에서, LED들(10)의 각각의 최상부 표면의 영역은 벗금 영역들에 의해 표현되지만, LED들(10)의 최상부 표면들은 파장 변환층(30)에 의해 커버된다. 도 4, 5, 6, 및 7은 도 3에 예시된 디바이스를 형성하는 방법을 예시한다. 도 3에 예시된 디바이스에서, 각각의 LED 다이(1)는 파장 변환층(30)에 의해 5개의 측면에서 둘러싸인다. 파장 변환층(30)은 LED들(1)의 최상부 및 모든 측면을 커버한다. 파장 변환층(30)에 의해 커버되지 않은 LED들(1)의 유일한 표면은 최하부 표면, 즉, LED들에 대한 전기 접속을 형성하기 위해 사용되는 임의의 적절한 구조체, 통상적으로 도 2에 예시되는 상호접속들을 포함하는 표면이다. 상호접속들은 사용자가 구조체를 PC 보드와 같은 다른 구조체에 부착하는 것을 허용한다. (도 3, 4 및 5에 예시된 바와 같은 LED(1)는 직사각형이며, 따라서 그것은 파장 변환층(30)에 의해 커버되는 기판의 최상부 표면 및 4개의 측면 표면을 가진다. 다른 형상들의 LED들이 발명의 범위 내에 있다 - 파장 변환층(30)은 일부 실시예들에서 임의의 형상의 LED의 최상부 표면 및 모든 측면 표면을 커버할 것이다.) 단일 LED에 대해, LED 및 파장 변환층(30)을 포함하는 구조체는 정육면체, 초평면 사각형(hyperrectangle), 직사각형 평행육면체, 평행육면체, 또는 임의의 다른 적절한 형상을 가질 수 있다.

[0017] 2개의 LED들의 선형 어레이가 예시되지만, 예를 들어, 단일 LED들, 2개 LED들보다 더 긴 선형 어레이, 2x2 또는 3x3 정사각형 어레이들, 직사각형 어레이들 또는 임의의 다른 적절한 배열과 같은, 임의의 적절한 배열의 LED들 및 임의의 개수의 LED들이 사용될 수 있다. LED들이 마운트와 같은 구조체 위에 배치되지 않기 때문에, 도 3에 예시된 2개의 LED들은 파장 변환층(30)을 통해서만 서로 기계적으로 접속된다. 따라서 LED들은 이들의 최하부 표면들을 통해서가 아니라 이들의 최상부 표면들 및 이들의 측면 표면들을 통해서만, 파장 변환층(30)을 통해 접속된다. 반면, LED들이 마운트 상에 배치될 때, 이들은 이들의 최하부 표면들을 통해 마운트에 통상적으로 접속된다.

[0018] 파장 변환층(30)은 파장 변환 재료, 투명한 재료, 및 접착 재료를 포함할 수 있다. 파장 변환층(30)은 높은 열 전도율을 가질 수 있다. 추가로, 파장 변환층 재료가 예를 들어, 몰딩, 라미네이션, 또는 임의의 다른 적절한 기법에 의해 디바이스 위에 형성되기 때문에, 파장 변환층의 입자 콘텐츠(즉, 파장 변환 재료 및 투명한 재료)가 중요할 수 있는데, 예를 들어, 일부 실시예들에서, 무게로 파장 변환층의 90%까지일 수 있다. 하기의 예들이 파장 변환층의 몰딩을 참조하지만, 몰딩 화합물 이외의 접착 재료들 및 몰딩 이외의 기법들이 사용되어 파장 변환층을 형성할 수 있으며, 발명의 실시예들의 범위 내에 있다. 예를 들어, 발명의 실시예들에서, 파장 변환

층은 파장 변환 재료, 투명한 재료, 및 콜-겔 접착 재료를 포함한다. 이러한 파장 변환층은 액체 형태로 파장 변환층을 분배(dispense)하고 이후 콜-겔 재료를 경화시킴으로써 형성될 수 있다.

[0019] 종래 기술의 패키지화된 LED의 일 예는 LED를 몰딩된 리드프레임 컵에 부착시키는 와이어결합을 가지는 수직 LED를 포함한다. 와이어 결합의 형성 이후, 컵은 실리콘/인광체 슬러리로 채워진다. 이 아키텍처는 "굽 인 컵(goop in cup)"이라 지칭될 수 있다. 굽 인 컵 아키텍처는 저 비용이며 제조하기 용이하다. 그러나, 굽 인 컵 아키텍처는 LED 다이, 와이어 결합, 및 인광체/실리콘 재료("굽")의 높은 열저항(~ 20 C/W만큼 높음)으로 인해 높은 입력 전력 밀도들을 신뢰가능하게 핸들링하는 것에 있어서 제한된다. 플립 칩 타입 LED들이 또한 굽 인 컵 아키텍처 내에 배치될 수 있다. 플립 칩의 장점은 LED 및 통상적인 플립 칩 상호접속들의 열 저항이 비교적 낮다는(통상적으로 <5 C/W) 것이다. 그러나, 인광체/실리콘 재료의 열 저항은 여전히 높으며, 그 결과 디바이스는 높은 전력 밀도들을 신뢰가능하게 핸들링할 수 없다.

[0020] 도 3에 예시된 구조체에서, 파장 변환층(30)은, 파장 변환층(30)이 굽 인 컵 디바이스들에서 사용되는 인광체/실리콘 재료에 비해 높은 입자 콘텐츠를 가지는 것을 허용하는 기법(전술된 굽 인 컵 아키텍처에서와 같이, LED 위에 분배하는 것이 아님)에 의해 LED(1) 위에 형성되기 때문이다. 따라서, 파장 변환층(30)은 높은 열 전도율을 가지는 입자들의 높은 콘텐츠를 가질 수 있으며, 이는 파장 변환층(30)의 열 전도율 및 따라서 구조체의 열 전도율을 개선할 수 있다.

[0021] 파장 변환 재료는, 예를 들어, 종래의 인광체들, 유기 인광체들, 양자점들, 유기 반도체들, II-VI 또는 III-V 반도체들, II-VI 또는 III-V 반도체 양자점들 또는 나노결정들, 염료들, 폴리머들, 또는 밸광하는 다른 재료들일 수 있다. 파장 변환 재료는 LED에 의해 방출되는 광을 흡수하고, 하나 이상의 상이한 파장들의 광을 방출한다. LED에 의해 방출되는 변환되지 않은 광이 종종 구조체로부터 추출되는 광의 최종 스펙트럼의 일부이지만, 그럴 필요는 없다. 공통 조합들의 예들은 옐로우-방출 파장 변환 재료와 결합되는 블루-방출 LED, 그린- 및 레드-방출 파장 변환 재료들과 결합되는 블루-방출 LED, 블루- 및 옐로우 방출 파장 변환 재료들과 결합되는 UV-방출 LED, 및 블루-, 그린-, 및 레드-방출 파장 변환 재료들과 결합되는 UV-방출 LED를 포함한다. 다른 컬러들의 광을 방출하는 파장 변환 재료들이 추가되어 구조체로부터 방출되는 광의 스펙트럼을 조정(tailor)할 수 있는데, 예를 들어, 옐로우 방출 재료는 레드 방출 재료와 더불어 증가될 수 있다.

[0022] 투명한 재료는, 예를 들어, 분말, 입자들, 또는 높은 열 전도율을 가지는, 예를 들어, 파장 변환 재료 또는 접착 재료보다 더 높은 열 전도율을 가지는 다른 재료일 수 있다. 일부 실시예들에서, 투명한 재료는 공통 실리콘 재료들보다 더 높은 열 전도율을 가지는데, 이는 약 0.1 - 0.2 W/mK의 열 전도율을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 투명한 재료는 접착 재료에 실질적으로 인덱스 매치된다. 예를 들어, 투명한 재료 및 접착 재료의 굴절률들은 일부 실시예들에서 10% 미만으로 달라질 수 있다. 일부 실시예들에서, 투명한 재료의 굴절률은 적어도 1.5이다. 적절한 투명한 재료들의 예들은 크리스토발라이트, 유리 입자들, 또는 비드(bead)들을 포함한다.

[0023] 다수의 LED들이 파장 변환층(30)을 통해 접속되는 실시예들에서, 접착 재료는 다수의 LED들을 함께 접속시키기에 충분히 강건한 임의의 재료일 수 있다. 접착 재료는 투명한 재료와 파장 변환 재료를 함께 결속시킨다. 접착 재료는 일부 실시예들에서 적어도 1.5의 굴절률을 가지도록 선택될 수 있다. 일부 실시예들에서, 접착 재료는 몰딩가능한, 열경화성 재료이다. 적절한 재료들의 예들은 실리콘, 에폭시 및 유리를 포함한다. 접착 재료 및 투명한 재료는 통상적으로 상이한 재료들, 또는 상이한 형태들인 동일한 재료이지만, 이들이 그럴 필요는 없다. 예를 들어, 투명한 재료는 유리 입자일 수 있는 반면, 접착 재료는 몰딩된 유리일 수 있다. 일부 실시예들에서, 접착 재료는 콜-겔 재료이다. 접착 재료가 콜-겔인 실시예들에서, 파장 변환 재료, 투명한 재료, 및 콜-겔 액체의 혼합물이 LED들(1) 위에 제공되고, 이후 물이 콜-겔 액체로부터 증발되어, 본질적으로 규산염 네트워크에 내장되는 투명한 재료 및 파장 변환 재료를 가지는 유리인 규산염 네트워크를 남긴다.

[0024] 일부 실시예들에서, 파장 변환층(30)은 대체로 투명한 재료이며, 상대적으로 더 적은 파장 변환 재료 및 접착 재료를 가진다. 파장 변환층(30)은 무게로 일부 실시예들에서 적어도 50%의 투명한 재료, 일부 실시예들에서 60%의 투명한 재료, 및 일부 실시예들에서 70% 이하의 투명한 재료일 수 있다. 파장 변환층(30)은 무게로 일부 실시예들에서 적어도 20%의 파장 변환 재료, 일부 실시예들에서 30%의 파장 변환 재료, 및 일부 실시예들에서 40% 이하의 파장 변환 재료일 수 있다. 파장 변환층(30)은 무게로 일부 실시예들에서 적어도 5%의 접착 재료, 일부 실시예들에서 10%의 접착 재료, 및 일부 실시예들에서 20% 이하의 접착 재료일 수 있다.

[0025] 파장 변환층(30)의 열 전도율은 일부 실시예들에서 적어도 0.5 W/mK 및 일부 실시예들에서 적어도 1 W/mK일 수 있다. 반면, 굽 인 컵 아키텍처에서의 굽은 통상적으로 0.1 W/mK 이하의 열 전도율을 가진다.

- [0026] 도 3에 예시된 구조체는 도 4, 5, 6, 및 7에 예시된 방법에 따라 형성될 수 있다. LED들이 형성되고 LED들의 웨이퍼로부터 분리된 이후, 이들은 "버려지는 테(binned)", 이는 유사한 피크 방출 파장들을 가지는 LED들이 파장 변환형 LED가 주어진 응용예에 대한 규격을 만족시키기 위해 필요한 파장 변환 재료의 특성들에 따라 그룹화됨을 의미한다.
- [0027] 도 4에서, 단일 빈(bin)으로부터의 개별 LED들은 예를 들어, 종래의 퍽 앤 플레이스(pick and place) 프로세스와 같은, 임의의 적절한 기법에 의해 기판(40) 상에 배치된다. 단일 LED들이 도 4에 예시되지만, LED들(1)은 웨이퍼로부터 단일 LED들보다는 그룹들로 다이스될 수 있다. 결국 웨이퍼로부터 개별 디바이스들로서 분리될 LED들은, 예를 들어, 파장 변환 재료의 도포 방법에 따라 또는 다른 인자들에 따라, 예를 들어, 일부 실시예들에서 적어도 $100\mu\text{m}$ 떨어져서, 일부 실시예들에서 적어도 $200\mu\text{m}$ 떨어져서, 일부 실시예들에서 $500\mu\text{m}$ 이하 떨어져서, 그리고 일부 실시예들에서 $400\mu\text{m}$ 이하 떨어져서 이격될 수 있다. 결국 어레이 내의 웨이퍼로부터 분리될 LED들은, 예를 들어, 일부 실시예들에서 어레이 내의 다른 LED들로부터 적어도 $100\mu\text{m}$, 일부 실시예들에서 어레이 내의 다른 LED들로부터 적어도 $200\mu\text{m}$, 일부 실시예들에서 어레이 내의 다른 LED들로부터 $500\mu\text{m}$ 이하, 및 일부 실시예들에서 어레이 내의 다른 LED들로부터 $400\mu\text{m}$ 이하 이격될 수 있다.
- [0028] 기판(40)은 임시 핸들링 기판이다. 접착층을 가지는 캐리어 테이프와 같은 임의의 적절한 재료가 사용될 수 있다. 도 5는 기판(40)의 일 예의 단면이다. 기판(40)은 캐리어(50), 및 접착층(52), 테이프층(54), 및 릴리즈 층(56)을 포함하는 양면 접착 테이프를 포함한다.
- [0029] 캐리어(50)는 기판 상의 장착 동안 그리고 추후 프로세싱 동안 LED들에 기계적 지지 및 안정성을 제공하는 구조체일 수 있다. 적절한 재료들은, 예를 들어, 유리, 세라믹 또는 플라스틱을 포함한다.
- [0030] 접착층(52), 테이프층(54) 및 릴리즈 층(56)은 캐리어에 부착되는 양면 접착 테이프를 형성한다. 프로세싱 이후, 양면 접착 테이프는 캐리어(50)로부터 제거될 수 있고, 따라서, 캐리어는 재사용될 수 있다. 또한, 양면-접착-테이프-온 캐리어 구성(double-sided-sticky-tape-on carrier configuration)은 하기에 기술되는 파장 변환층(30) 및 광학 엘리먼트 층(70)이 종래의 몰딩 머신 내에 형성되도록 한다. 테이프 층(54)은 2개의 끈적 임층(sticky layer)들을 분리하고, 예를 들어, 웨이퍼 핸들링 테이프를 포함하는 임의의 적절한 구조체일 수 있다. 접착층(52)은 테이프층(54)을 캐리어(50)에 부착한다. 아크릴 및 실리콘을 포함하는 임의의 적절한 재료가 사용될 수 있다. LED들은 릴리즈 층(56)에 부착한다. 따라서, 릴리즈 층(56)은, 프로세싱 동안 LED들을 제자리에 고정하여 유지하고, 이후 프로세싱 이후 LED들과 연관된 구조체들을 릴리즈하도록 선택된다. 적절한 재료들의 예들은 열 릴리즈 접착제(thermal release adhesive)를 포함하는데, 이는 실온에서는 접착제처럼 작용하지만, 실온 이상의 온도로 가열함으로써 제거될 수 있다.
- [0031] 도 6에서, 파장 변환층(30)은, 전술된 바와 같이, LED들(1) 위에 몰딩된다. 예를 들어, 몰드(도 6에 도시되지 않음)는 LED들(1)의 그룹 위에 배치되고, 이후 몰딩 재료(즉, 파장 변환층을 형성할 재료)로 채워질 수 있다. 파장 변환층(30)은 액체 형태인 열가소성 접착 재료를 포함할 수 있다. 구조체는, 예를 들어, 가열에 의해 처리되어, 열가소성 접착 재료를 고체로 변환시킨다. 몰드가 이후 제거된다. 파장 변환층(30)은 LED들(1)의 최상부들 위에 그리고 이웃 LED들(1) 사이에 배치된다. 릴리즈 층(56) 및 몰딩 재료는, 릴리즈 층(56)이 LED들의 최하부 표면 상의 금속에 적절하게 부착하지만, 몰딩 재료에는 상대적으로 약하게 부착하도록 선택된다. 몰딩 이후, LED들은 릴리즈 층으로부터 용이하게 제거될 수 있다.
- [0032] 도 7에서, 개별 LED들 또는 LED들의 그룹은, 예를 들어, 원하는 위치들에서 스트리트(42)들로 이웃 LED들 사이에서 파장 변환층(30)을 절단함으로써 분리된다. 다이아몬드 소잉 또는 레이저 절단과 같은 임의의 적절한 절단 기법이 사용될 수 있다. 바람직하게는, 절단 기법은 기판(40)을 통해 절단되지 않아야 한다. 도 7에 예시된 절단은 예시된 바와 같이, 일부 실시예들에서 실질적으로 수직 측벽들(44)을 초래할 수 있다. 일부 실시예들에서, 측벽들(44)은, 예를 들어, 파장 변환층(30)으로부터 광 추출을 향상시키도록, 각을 이루거나 또는 다른 방식으로 성형된다. 분리 단계는 제2 단계에서 각을 이루는 수직 측벽들을 남길 수 있다. 대안적으로, 더 넓은 스트리트가 상이한 절단 날, 예를 들어, 원뿔형 날과 함께 사용되어 한 단계에서 각을 이루는 측면들을 생성할 수 있다.
- [0033] 분리된 LED들 또는 LED들의 어레이들은 예를 들어, 열 방출, 제2 기판으로의 전달, 또는 직접 피킹을 포함하는 임의의 적절한 방법에 의해 기판(40)으로부터 릴리즈된다. LED들은 테스트될 수 있으며, PC 보드와 같은 구조체에 사용자에 의해 장착되도록 다른 방식으로 준비된다. LED들은 예를 들어, LED들(1)의 최하부들 상에서 상호접속들(28 및 26)을 통해 솔더링 또는 임의의 다른 적절한 장착 기법에 의해 또다른 구조체 상에 장착된다.

- [0034] 도 8, 9 및 10은 패키지화된 LED 또는 LED들의 어레이의 대안적인 실시예들의 형성을 예시한다. 도 4에 예시되고 전술된 바와 같이, LED들(1)이 기판(40) 상에 배치된 이후, 도 8에 도시된 바와 같이, 파장 변환층(60)이 LED들 위에 배치된다. LED들(1)의 최상부들 위의 파장 변환층(60)의 두께는 다소 얇을 수 있는데, 예를 들어, 일부 실시예들에서, 500 μm 이하의 두께, 일부 실시예들에서, 100 μm 이하의 두께, 일부 실시예들에서 50 μm 이하의 두께, 및 일부 실시예들에서 적어도 10 μm 두께일 수 있다. 파장 변환층(60)은 적어도 하나의 파장 변환 재료를 포함할 수 있는데, 이는 도 3의 논의에서 전술된 재료들 중 임의의 것일 수 있다. 파장 변환 재료는 실리콘과 같은 투명한 결합재 재료 또는 임의의 다른 적절한 재료 내에 배치될 수 있다.
- [0035] 파장 변환층(60)은 LED들과는 별도로 형성될 수 있다. 일 실시예에서, 파장 변환층을 생성하기 위해, 하나 이상의 인광체 분말들이 실리콘과 혼합되어 타겟 인광체 밀도를 달성하며, 파장 변환층은 타겟 두께를 가지도록 형성된다. 원하는 두께는 예를 들어, 평탄한 표면 상에서의 혼합물의 스피닝, 파장 변환층의 몰딩, 라미네이션을 포함하는 임의의 적절한 기법에 의해 획득될 수 있다. 일부 실시예들에서 파장 변환층은 플렉시블하다.
- [0036] 도 8에 도시된 구조체를 형성하기 위해, 파장 변환층(60)은 LED들(1) 위에 배치될 수 있고, 실질적으로 모든 공기를 제거하도록 파장 변환층(60)과 LED들(1) 사이에 진공을 끌어낼 수 있다. 파장 변환층(60)은 이후 열 및 압력을 사용하여 LED들(1)에 라미네이트될 수 있는데, 이는 파장 변환층(60)을 LED들(1)의 최상부 표면에 일치시킨다. 파장 변환층(60) 내의 실리콘과 같은 투명한 재료는 열 또는 UV에 의해 경화될 수 있다. 위의 기재가 LED들 위에 사전-형성된 파장 변환층을 라미네이트하는 것을 참조하지만, 발명은 라미네이트하는 것으로 제한되지 않으며, 임의의 적절한 기법 및 임의의 적절한 파장 변환층이 사용될 수 있다.
- [0037] 도 9에서, 광학 엘리먼트 층(70)이 파장 변환층 위에 배치된다. 광학 엘리먼트 층(70)은, 예를 들어, 렌즈처럼 작용할 수 있는 투명한 재료일 수 있다. 도 9에서 광학 엘리먼트 층(70)의 최상부 표면은 평탄하지만, 일부 실시예들에서, 광학 엘리먼트 층은, 예를 들어, 반구형 또는 다른 적절하게 성형된 렌즈로 성형될 수 있다. 광학 엘리먼트 층(70)은 각각의 LED의 모든 측면 표면의 적어도 일부분 및 최상부 표면을 커버한다.
- [0038] 광학 엘리먼트 층은 접착 재료, 및 선택적인 투명한 재료를 포함할 수 있다. 투명한 재료는, 예를 들어, 분말, 입자들, 또는 접착제보다 더 높은 열 전도율을 가지는 다른 재료일 수 있다. 일부 실시예들에서, 투명한 재료는 공통 실리콘 재료들보다 더 높은 열 전도율을 가지는데, 이는 약 0.1 - 0.2 W/mK의 열 전도율을 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 투명한 재료는 접착 재료에 실질적으로 인덱스 매치된다. 예를 들어, 투명한 재료 및 접착 재료의 굴절률들은 일부 실시예들에서 10% 미만으로 달라질 수 있다. 일부 실시예들에서, 투명한 재료의 굴절률은 적어도 1.5이다. 적절한 투명한 재료들의 예들은 크리스토발라이트, 유리 입자들, 또는 비드들을 포함한다.
- [0039] 다수의 LED들이 광학 엘리먼트 층에 의해 접속되는 실시예들에서, 접착 재료는 다수의 LED들을 함께 접속시키기에 충분히 강건한 임의의 재료일 수 있다. 접착 재료는 또한 함께 투명한 재료를 함께 결속시키며, 일부 실시예들에서, 투명한 재료를 포함한다. 접착 재료는 일부 실시예들에서 적어도 1.5의 굴절률을 가지도록 선택될 수 있다. 일부 실시예들에서, 접착 재료는 몰딩 가능한, 열가소성 재료이다. 적절한 재료들의 예들은 실리콘, 에폭시, 및 유리를 포함한다. 접착 재료 및 투명한 재료는 통상적으로 상이한 재료들, 또는 상이한 형태들인 동일한 재료이지만, 이들이 그럴 필요는 없다. 예를 들어, 투명한 재료는 유리 입자들일 수 있는 반면, 접착 재료는 몰딩된 유리일 수 있다. 일부 실시예들에서, 접착 재료는 콜 젤 재료이다. 접착 재료가 콜 젤인 실시예들에서, 투명한 재료와 콜 젤 액체의 혼합물이 LED들(1) 위에 제공될 수 있고, 이후 물이 콜 젤 액체로부터 증발되어, 본질적으로 규산염 네트워크에 내장되는 투명한 물질을 가지는 유리인 규산염 네트워크를 남긴다.
- [0040] 일부 실시예들에서, 광학 엘리먼트 층은 대체로 투명한 재료이며, 상대적으로 더 적은 접착 재료를 가진다. 광학 엘리먼트 층은 무게로 일부 실시예들에서 적어도 50%의 투명한 재료, 일부 실시예들에서 60%의 투명한 재료, 및 일부 실시예들에서 70% 이하의 투명한 재료일 수 있다.
- [0041] 광학 엘리먼트 층(70)의 열 전도율은 일부 실시예들에서 적어도 0.5 W/mK 및 일부 실시예들에서 적어도 1 W/mK일 수 있다.
- [0042] 도 10에서, LED들이 기판으로부터 제거되고, 도 3에 관하여 전술된 바와 같이, 개별 LED들 및 LED들의 그룹들 또는 어레이들로 분리된다.
- [0043] 일부 실시예들에서, 파장 변환 재료가 접착 재료와 혼합되고 LED들 위에 몰딩되는, 도 3, 6 및 7에 예시된 LED들은 중간 전력 디바이스들인데, 이는 LED들로부터의 열이 파장 변환 재료(30)에 의해 방산될 수 있는 충분히 낮은 전력이다. 예를 들어, 중간 전력 디바이스들은 0.5A 미만에서 또는 0.2A에서 동작될 수 있고, 50 루멘스

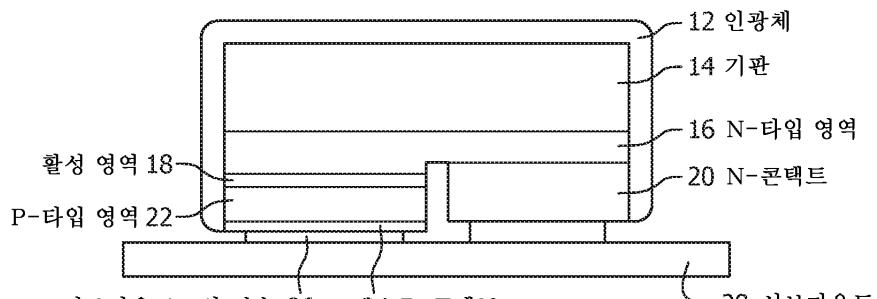
또는 그 미만의 플렉스로 광을 방출할 수 있다.

[0044] 일부 실시예들에서, 얇은 파장 변환층이 LED들 위에 형성되고, 이후 광학 엘리먼트 층이 파장 변환층 위에 형성되는 도 8, 9 및 10에 예시된 LED들은 고전력 디바이스들이다. 예를 들어, 고전력 디바이스들은 0.8A 초과에서 또는 1A 초과에서 동작될 수 있고, 200 루멘스 또는 그 초과의 플렉스로 광을 방출할 수 있다. 일부 고전력 디바이스들을 이용하여, 몰딩된 파장 변환 재료층(30)은, 도 3, 6 및 7에 예시된 바와 같이, LED들로부터의 열을 방산시키기에는 충분히 열 전도율이 아닐 수 있다. 따라서, 인광체와 같은 열 전도율 파장 재료는 LED들과 몰딩된 광학 엘리먼트 층(70) 사이에 놓이는 얇은 파장 변환층(60) 내에 배치된다. 얇은 파장 변환층 내의 열 전도율 인광체 입자들은 LED 다이 상의 열 전도율 구조체들로의 열 방산을 용이하게 하며, 이는 디바이스의 열 성능을 개선시킬 수 있다.

[0045] 발명을 상세하게 기술하였지만, 본 기술분야의 통상의 기술자는, 본 개시내용이 주어지는 경우, 본원에 기술된 발명 개념의 사상으로부터 벗어나지 않고 발명에 대한 수정들이 이루어질 수 있음을 인지할 것이다. 따라서, 발명의 범위가 예시되고 기술된 특정 실시예들로 제한되도록 의도되지 않는다.

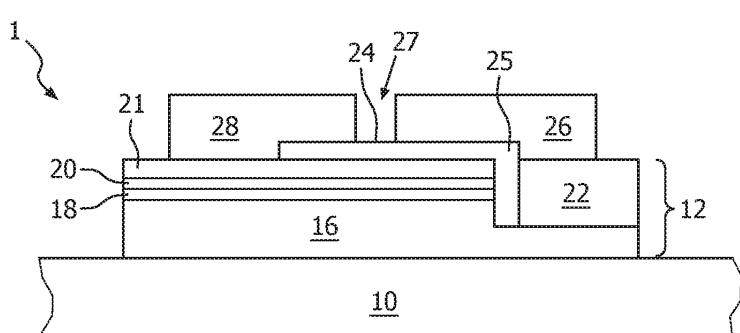
도면

도면1

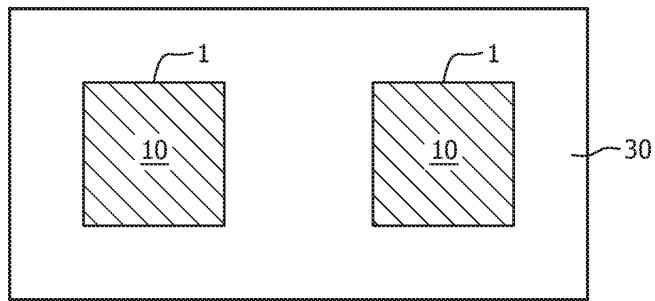


(종래 기술)

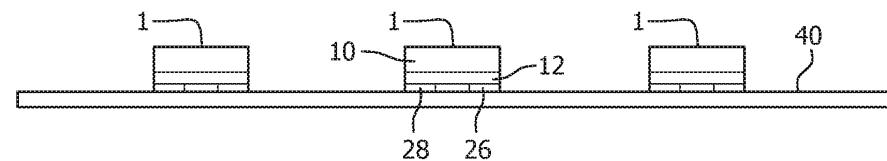
도면2



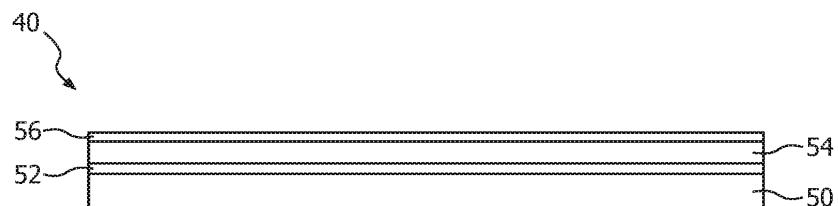
도면3



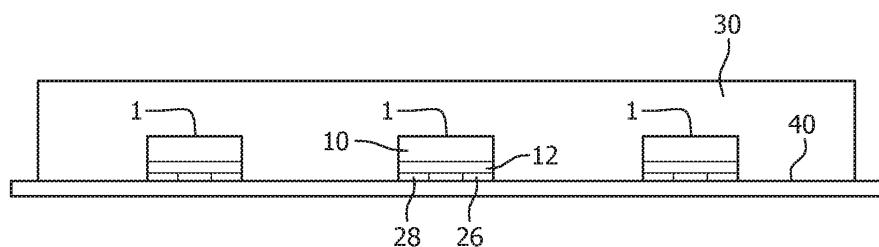
도면4



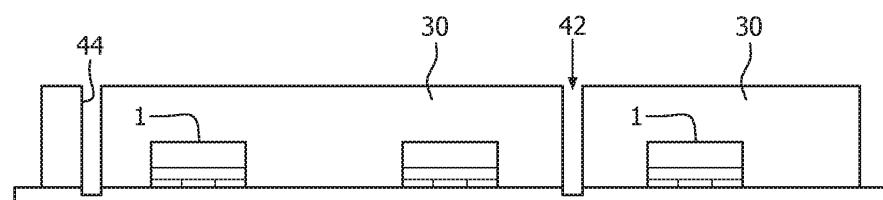
도면5



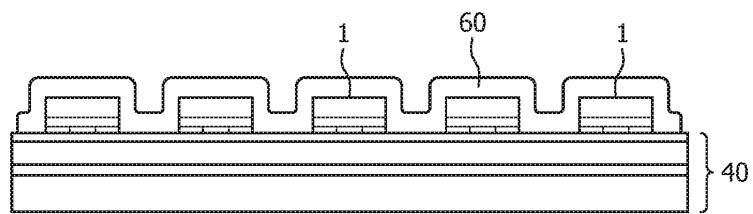
도면6



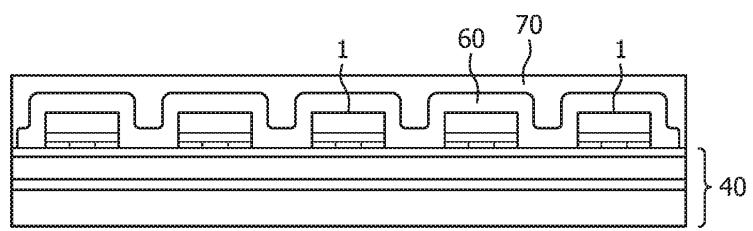
도면7



도면8



도면9



도면10

