



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0092209

(43) 공개일자 2015년08월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 33/50 (2010.01) H01L 33/04 (2010.01)

H01L 33/52 (2010.01)

(52) CPC특허분류

H01L 33/505 (2013.01)

H01L 33/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7017217

(22) 출원일자(국제) 2013년11월26일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2015년06월26일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/071947

(87) 국제공개번호 WO 2014/085424

국제공개일자 2014년06월05일

(30) 우선권주장

61/731,530 2012년11월30일 미국(US)

13/828,169 2013년03월14일 미국(US)

(71) 출원인

코닝 인코포레이티드

미국 뉴욕 (우편번호 14831) 코닝 원 리버프론트 플라자

(72) 발명자

오르슬레이, 티모시 제임스

미국, 캘리포니아 95118, 새너 제이, 보르들레 드 라이브 1492

트루트나, 윌리엄 리차드

미국, 캘리포니아 94027, 애서턴, 노스 게이트 86

(74) 대리인

청운특허법인

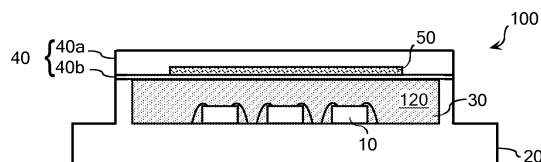
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 양자점 유리 격벽 플레이트를 구비한 LED 발광 소자

(57) 요약

칩-온-보드(COB) 발광 다이오드(LED) 광원, 광원 캡슐화재, 양자점 분포 색 변환 매체, 및 양자점 유리 격벽 플레이트를 포함하는 발광 소자가 제공된다. 상기 COB LED 광원은 적어도 하나의 LED를 포함하고 상기 광원 캡슐화재가 상기 LED에 걸쳐 분포되는 광원 캡슐화재 공동을 규정한다. 상기 양자점 유리 격벽 플레이트는 상기 광원 캡슐화재 공동에 걸쳐 위치되고 상기 양자점 분포 색 변환 매체를 포함한다. 상기 양자점 분포 색 변환 매체는 양자점 구조를 포함하고 상기 양자점 유리 격벽 플레이트 내에 발광 소자의 방출 영역에 걸쳐 2차원으로 분포된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

**H01L 33/504** (2013.01)

**H01L 33/52** (2013.01)

**H01L 2924/12041** (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

칩-온-보드(COB) 발광 다이오드(LED) 광원, 광원 캡슐화재, 양자점 분포 색 변환 매체, 및 양자점 유리 격벽 플레이트를 포함하는 발광 소자로서,

상기 COB LED 광원은 적어도 하나의 LED를 포함하고 상기 광원 캡슐화재가 상기 LED에 걸쳐 분포되는 광원 캡슐화재 공동을 규정하고;

상기 양자점 유리 격벽 플레이트는 상기 광원 캡슐화재 공동에 걸쳐 위치되고 상기 양자점 분포 색 변환 매체를 포함하며;

상기 양자점 분포 색 변환 매체는 양자점 구조를 포함하고 상기 양자점 유리 격벽 플레이트 내에 발광 소자의 방출 영역에 걸쳐 2차원으로 분포되는, 발광 소자.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 양자점 유리 격벽 플레이트는 유리 프레임을 포함하며;

상기 양자점 구조는 상기 유리 프레임의 내부 볼륨 내에 포함되는, 발광 소자.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 양자점 유리 격벽 플레이트는 내부 볼륨을 규정하기 위해 상보적인 에지(complementary edge)에서 밀봉되는 대향의 유리 패널들을 포함하며;

상기 양자점 구조는 상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 내부 볼륨 내에 포함되는, 발광 소자.

#### 청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 양자점 유리 격벽 플레이트는 특정 컬러를 얻기 위해 혼합되는 다양한 양자점 크기를 포함하는, 발광 소자.

#### 청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 광원 캡슐화재는 제1분포 색 변환 매체를 포함하고;

상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 색 변환 매체는 발광 소자의 보조 방출 영역을 규정하며;

제1분포 색 변환 매체에 의해 규정된 방출 영역은 상기 양자점 유리 격벽 플레이트에 의해 규정된 보조 방출 영역과 공간적으로 일치하나 스펙트럼적으로 다른, 발광 소자.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 광원 캡슐화재는 실리콘을 포함하며;

상기 제1분포 색 변환 매체는 형광체를 포함하는, 발광 소자.

#### 청구항 7

청구항 5에 있어서,

상기 양자점 유리 격벽 플레이트에 의해 규정된 방출 영역의 방출 스펙트럼이 상기 광원 캡슐화재의 제1분포 형광체 색 변환 매체에 의해 규정된 방출 영역의 방출 스펙트럼에 광 온기를 추가하는, 발광 소자.

#### 청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 발광 소자는 제1분포 색 변환 매체를 포함하는 제1유리 격벽 플레이트를 포함하고;

상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 색 변환 매체는 상기 발광 소자의 보조 방출 영역을 규정하며;

분포 색 변환 매체에 의해 규정된 방출 영역은 양자점 유리 격벽 플레이트에 의해 규정된 보조 방출 영역과 공간적으로 일치하나 스펙트럼적으로 다른, 발광 소자.

#### 청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제1유리 격벽 플레이트는 유리 매트릭스를 포함하며;

상기 제1분포 색 변환 매체는 유리 매트릭스에 분포된 형광체를 포함하는, 발광 소자.

#### 청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 제1유리 격벽 플레이트는 유리 프레임을 포함하며;

상기 제1분포 색 변환 매체는 상기 유리 프레임의 내부 볼륨 내에 포함된 양자점 구조를 포함하는, 발광 소자.

#### 청구항 11

청구항 8에 있어서,

상기 제1분포 색 변환 매체는 양자점 구조를 포함하고;

상기 제1유리 격벽 플레이트는 내부 볼륨을 규정하기 위해 상보적인 에지들에서 밀봉되는 대향의 유리 패널들을 포함하며;

상기 양자점 구조는 상기 제1유리 격벽 플레이트의 내부 볼륨 내에 포함되는, 발광 소자.

#### 청구항 12

청구항 8에 있어서,

접합층은 제1유리 격벽 플레이트 및 양자점 유리 격벽 플레이트의 분리 제조 및 이후의 접합을 허용하기 위해 상기 제1유리 격벽 플레이트와 양자점 유리 격벽 플레이트간 제공되는, 발광 소자.

#### 청구항 13

청구항 8에 있어서,

상기 제1유리 격벽 플레이트는 특정 컬러를 얻기 위해 혼합되는 다수의 양자점 크기를 포함하는, 발광 소자.

#### 청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 COB LED 광원은 열 히트 싱크 프레임워크를 포함하고;

상기 광원 캡슐화재는 분포 색 변환 매체에 자유롭고;

상기 광원 캡슐화재는 실리콘을 포함하고;

상기 양자점 유리 격벽 플레이트는 광원 캡슐화재 공동에 걸쳐 위치되고;

상기 광원 캡슐화재는 LED를 캡슐화 하기에 충분하고 상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 분포 색 변환 매체로부터 열 히트 싱크 프레임워크로 상기 광원 캡슐화재를 통해 확장되는 캡슐화재 열전도로( $T_{PE}$ )를 규정하는 두께로 LED에 걸쳐 분포되며;

상기 광원 캡슐화재의 두께는 상기 열전도로( $T_{PE}$ )가 상기 광원 캡슐화재를 통해 약 100  $\mu m$  미만으로 확장되는 두께인, 발광 소자.

#### 청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 광원 캡슐화재의 두께는 열전도로( $T_{PE}$ )가 상기 광원 캡슐화재를 통해 약 100  $\mu m$  미만으로 확장되는 두께인, 발광 소자.

#### 청구항 16

청구항 14에 있어서,

상기 광원 캡슐화재의 두께는 열전도로( $T_{PE}$ )가 상기 광원 캡슐화재를 통해 약 15°C/W 미만의 열 저항을 만나는 두께인, 발광 소자.

#### 청구항 17

청구항 14에 있어서,

상기 광원 캡슐화재의 두께는 열전도로( $T_{PE}$ )가 상기 광원 캡슐화재를 통해 약 10°C/W 미만의 열 저항을 만나는 두께인, 발광 소자.

#### 청구항 18

칩-온-보드(COB) 발광 다이오드(LED) 광원, 광원 캡슐화재, 양자점 분포 색 변환 매체, 및 양자점 유리 격벽 플레이트를 포함하는 발광 소자로서,

상기 COB LED 광원은 적어도 하나의 LED를 포함하고 상기 광원 캡슐화재가 상기 LED에 걸쳐 분포되는 광원 캡슐화재 공동을 규정하고;

상기 양자점 유리 격벽 플레이트는 상기 광원 캡슐화재 공동에 걸쳐 위치되고 내부 볼륨을 규정하기 위해 상보적인 에지들에서 밀봉되는 대향의 유리 패널들을 포함하고;

상기 양자점 분포 색 변환 매체는 상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 내부 볼륨 내에 포함되고;

상기 양자점 분포 색 변환 매체는 양자점 구조를 포함하고 상기 양자점 유리 격벽 플레이트 내에 발광 소자의 방출 영역에 걸쳐 2차원으로 분포되고;

상기 광원 캡슐화재는 제1분포 색 변환 매체를 포함하고;

상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 색 변환 매체는 발광 소자의 보조 방출 영역을 규정하며;

상기 제1분포 색 변환 매체에 의해 규정된 방출 영역은 상기 양자점 유리 격벽 플레이트에 의해 규정된 보조 방출 영역과 공간적으로 일치하나 스펙트럼적으로 다른, 발광 소자.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 2012년 11월 30일 출원된 미국 가출원 제61/731,530호 및 2013년 3월 14일 출원된 미국 출원 제13/828,169호를 우선권 주장한다.

[0002] 본 발명 개시는 발광 다이오드(LED) 발광 소자에 관한 것으로, 좀더 구체적으로 패키징된 칩-온-보드(COB;

packaged chip-on-board) LED 어레이에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0003] 먼저 도 1과 관련하여, 고휘도 LED 발광 소자, 즉 1000 루멘(lumen)에 근접하거나 이를 초과하는 광원은 통상 예컨대 금속 피복 PC 보드(20)에 고정된 2차원 어레이로 구성된 많은 다수의 청색 LED(10)들을 필요로 한다. 많은 경우, 그러한 다이오드 어레이는 실리콘 캡슐화재(15; silicone encapsulant)로 분산된 색 변환 형광체(30)에 의해 덮여진다. 이들 및 다른 타입의 COB LED 어레이들은 형태, 광 출력, 및 전기적 구동 조건들이 표준화되어 있으며, 생각하건대 새로운 발광 표준이 될 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0004] 본 발명은 양자점 유리 격벽 플레이트를 구비한 LED 발광 소자를 제공하기 위한 것이다.

### 과제의 해결 수단

- [0005] 본 발명 개시의 목적에 따르면, 칩-온-보드(COB) 발광 다이오드(LED) 광원, 광원 캡슐화재, 양자점 분포 색 변환 매체, 및 양자점 유리 격벽 플레이트를 포함하는 발광 소자가 제공된다. 상기 COB LED 광원은 적어도 하나의 LED를 포함하고, 상기 광원 캡슐화재가 그 LED에 걸쳐 분포되는 광원 캡슐화재 공동(light source encapsulant cavity)을 규정한다. 상기 양자점 유리 격벽 플레이트는 상기 광원 캡슐화재 공동에 걸쳐 위치되고, 양자점 분포 색 변환 매체를 포함한다. 상기 양자점 분포 색 변환 매체는 양자점 구조를 포함하고, 상기 양자점 유리 격벽 플레이트 내에 발광 소자의 방출 영역에 걸쳐 2차원으로 분포된다.

- [0006] 본 발명 개시의 양자점 유리 격벽 플레이트는 추가의 제조 공정 제어를 제공하기 때문에 이점이 있다. 구체적으로, 그러한 양자점 유리 격벽 플레이트는 대응하는 LED 어레이로부터 분리적으로 테스트될 수 있고, 적절한 플레이트-투-어레이 쌍(plate-to-array pairing)이 원하는 색 출력을 달성하도록 이루어질 수 있다. 이는, 비록 본 발명 개시의 실시예들이 변환 매체의 사용을 고려할 지라도, LED 어레이를 캡슐화하는데 사용된 실리콘의 슬러리가 그 실리콘의 슬러리로 제공됨에 따라 변환 매체가 제공된 때의 케이스는 아니다.

- [0007] 색 변환 매체가 로딩된 유리 격벽 플레이트는 단지 LED 어레이의 와이어 본드(wire bond) 상에 위치한다. 열 등한 열 전도체인 공기가 아닌 순수 실리콘이 LED 주위에 사용될 수 있다. 이는 LED 상에 실리콘의 두께가 와이어 본드의 높이로 감소될 수 있다는 것을 의미하는데, 즉 약 50 $\mu$ m의 매우 낮은 프로파일의 다양한 와이어 본드의 높이로 감소될 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 구조는 다방면에 이점이 있다. 우선 색 변환 매체 자체는 이 매체가 실리콘으로 분산되는 경우보다 높은 온도에 견딜 수 있다. 더욱이, 패키징된 LED의 히트 싱크(heat sink)에 대한 채널 히트의 능력은 LED 상의 실리콘 층의 두께가 약 750 $\mu$ m에서 약 50 $\mu$ m로 크게 감소되기 때문에 크게 향상된다. 더 한층 두께의 감소는 와이어 본드가 더 이상 두께 요건을 부추기지 않아 플립-칩 LED 어레이를 가능하게 할 수 있을 것이라 생각된다. 아마도 처음엔 반 직관적이지만, 양자점에 의해 생성된 열에 대한 열 방산 경로는 LED 자체에 존재한다. 양자점 유리 격벽 플레이트의 유리는 실리콘 및 LED로부터 양자점을 분리하는데, 그래서 열 전달 관점에서, 가능한 한 얇은 격벽 플레이트의 유리를 만드는 것이 바람직하다. 또한 주목할 만한 것은 양자점 유리 격벽 플레이트에 포함된 양자점 매체가 통상 양자점에서 LED 어레이까지 열 통로 길이를 더 감소시키는데, 즉 단지 두께가 약 100 $\mu$ m 정도만 필요하다는 것이다.

- [0008] 본 발명 개시의 일 실시예에 따르면, 양자점 유리 격벽 플레이트는 유리 프레임의 내부 볼륨(interior volume) 내에 포함된다. 이러한 실시예의 몇몇 예들이 이하 좀더 상세히 기술되는 도 2-4에 나타나 있다.

- [0009] 본 발명 개시의 다른 실시예에 따르면, 광원 캡슐화재는 제1분포 색 변환 매체를 포함하고, 상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 그러한 색 변환 매체는 발광 소자의 보조 방출 영역을 규정하며, 그러한 제1분포 색 변환 매체에 의해 규정된 방출 영역은 상기 양자점 유리 격벽 플레이트에 의해 규정된 보조 방출 영역과 공간적으로(spatially) 일치하나 스펙트럼적으로(spectrally) 다르다. 이러한 실시예의 일 예가 이하 좀더 상세히 기술하는 도 2에 나타나 있다.

- [0010] 본 발명 개시의 또 다른 실시예에 따르면, 발광 소자는 제1분포 형광체 색 변환 매체를 포함하는 제1유리 격벽 플레이트를 포함하고, 상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 그러한 색 변환 매체는 발광 소자의 보조 방출 영역을

규정하며, 그러한 분포 형광체 색 변환 매체에 의해 규정된 방출 영역은 상기 양자점 유리 격벽 플레이트에 의해 규정된 보조 방출 영역과 공간적으로 일치하나 스펙트럼적으로 다르다. 이러한 실시예의 일 예가 이하 좀더 상세히 기술하는 도 3에 나타나 있다.

[0011]

본 발명 개시의 추가 실시예에 따르면, COB LED 광원은 열 히트 싱크 프레임워크(thermal heat sink framework)를 포함하고, 광원 캡슐화재는 소정의 분포 색 변환 매체에 자유로우며, 그러한 광원 캡슐화재는 실리콘을 포함하고, 양자점 유리 격벽 플레이트는 광원 캡슐화재 공동에 걸쳐 위치되며, 상기 광원 캡슐화재는 LED를 캡슐화 하기에 충분하고 상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 분포 색 변환 매체로부터 열 히트 싱크 프레임워크로 상기 광원 캡슐화재를 통해 확장되는 캡슐화재 열전도로( $T_{PE}$ )를 규정하는 두께로 LED에 걸쳐 분포되며, 상기 광원 캡슐화재의 두께는 상기 열전도로( $T_{PE}$ )가 상기 광원 캡슐화재를 통해 약 100  $\mu m$  미만으로 확장되는 두께이다. 이러한 실시예의 일 예가 이하 좀더 상세히 기술되는 도 4에 나타나 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0012]

본 발명 개시의 특정 실시예들에 대한 이하의 상세한 설명은 다음의 도면들과 연계하여 참조하면 더 잘 이해될 수 있으며, 유사한 구조에는 유사한 참조부호가 표시된다:

도 1은 실리콘 색 변환 매체 내장 형광체를 채용하는 LED 발광 소자를 나타내고;

도 2는 본 발명 개시의 일 실시예에 따른 LED 발광 소자의 개략도이고;

도 3은 본 발명 개시의 다른 실시예에 따른 LED 발광 소자의 개략도이며;

도 4는 본 발명 개시의 또 다른 실시예에 따른 LED 발광 소자의 개략도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013]

도 2-4는 적어도 하나의 LED(110), 광원 캡슐화재(120), 양자점 색 변환 매체(50), 양자점 유리 격벽 플레이트(40), 및 예컨대 금속 피복 인쇄회로기판(20) 형태의 열 히트 싱크 프레임워크를 포함하는 COB LED 발광 소자(100, 100', 100'')를 나타낸다. 상기 양자점 분포 색 변환 매체(50)는 상기 양자점 유리 격벽 플레이트(40) 내에 LED 발광 소자의 방출 영역(즉, 발광 영역)에 걸쳐 2차원으로 분포되고, LED의 방출(발광) 스펙트럼을 보다 길거나 또는 보다 짧은 파장으로 변환시키도록 구성된 양자점 구조를 포함한다.

[0014]

구체적으로 도 2-4의 구성에 따르면, 상기 양자점 유리 격벽 플레이트(40)는 상기 양자점 분포 색 변환 매체(50)를 수용하기 위한 대향의 밀봉 유리 패널(40a, 40b)들간 규정된 내부 볼륨을 포함하는 유리 격벽 프레임의 형태로 존재한다는 것을 알아야 한다. 그러한 대향의 밀봉 유리 패널들은 하나의 공동(cavity) 유리(40a) 및 하나의 밀봉(sealing) 유리(40b)를 포함한다. 상기 밀봉 유리(40b)는 통상 코닝사로부터 이용가능한 매우 얇은(통상 100  $\mu m$ ) 버전의 EAGLE XG<sup>®</sup> 디스플레이 유리인 Willow와 같은 비교적 얇은(약 100  $\mu m$ ) 디스플레이 등급 유리이다. 적절한 공동은 소정 기존의 또는 아직 개발되지 않은 유리 몰딩 또는 예컨대 미세 기계가공, 레이저-지원 기계가공 또는 밀링(milling), 레이저 절삭, 에칭, 또는 그 조합을 포함하는 유리 기계가공 기술에 의해 공동 유리(40a)에 제공될 수 있다. 다음에 스퍼터(sputter)된 유리가 밀봉 유리(40b)의 하면 상에 배치될 수 있고, 레이저는 양자점이 그 공동 내에 안착되는 동안 그러한 공동 유리에 상기 밀봉 유리(40b)를 둘레 결합시키는데 사용될 수 있다.

[0015]

한 세트의 고려된 실시예들에 따르면, 상술한 양자점을 포함하기 위한 밀봉 유리 패널은 밀봉 유리, 공동 유리 또는 그 모두의 밀봉면의 주변부를 따라 비교적 낮은 용융 온도(즉, 낮은  $T_g$ ) 유리 밀봉 스트립(sealing strip)을 제공함으로써 구성될 것이다. 이런 식으로, 상기 공동 유리 및 밀봉 유리는, 결합 구성을 생성할 때, 그러한 양자점을 포함하는 내부 볼륨을 규정하기 위해 유리 밀봉 스트립과 협조한다. 상기 유리 밀봉 스트립은 예컨대 스퍼터링 타겟으로부터 스퍼터링함으로써 물리적 증착에 의해 증착될 것이다.

[0016]

초점 레이저 빔은 밀봉 인터페이스(sealed interface)를 형성하기 위해 낮은 용융 온도의 유리 밀봉 스트립 부근의 유리 기판 재료를 국부적으로 용융시키기 위해 사용될 수 있다. 한가지 접근방식에 있어서, 레이저는 공동 유리 또는 밀봉 유리를 통해 초점된 후 공동 유리 및 밀봉 유리의 인접한 부분 및 유리 밀봉 스트립을 국부적으로 가열하도록 위치적으로 스캔될 수 있다. 유리 밀봉 스트립의 국부 용융에 영향을 주기 위해, 유리 밀봉 스트립은 레이저 처리 파장에서 적어도 약 15%를 흡수하게 하는 것이 바람직하다. 상기 공동 유리 및 밀봉 유리는 통상 레이저 처리 파장에서 투명하다(예컨대, 적어도 50%, 70%, 80% 또는 90% 투명).

- [0017] 다른 대안의 실시예에 있어서, 패턴된 유리 밀봉 스트립의 형성 대신, 밀봉(낮은 용융 온도) 유리의 블랭킷 층(blanket layer)이 밀봉 유리의 거의 모든 표면에 걸쳐 형성될 수 있다. 공동 유리/밀봉 유리 층/밀봉 유리를 포함하는 조립된 구조는 상기와 같이 조립될 수 있으며, 레이저는 두 기관간 밀봉 인터페이스를 국부적으로 규정하기 위해 사용될 수 있다.
- [0018] 레이저 500은 밀봉에 영향을 주기 위한 소정의 적절한 출력을 가질 수 있다. 일 예의 레이저로는 일반적인 디스플레이 유리에 대한 투명도 범위를 나타내는 355 nm 레이저와 같은 UV 레이저가 있다. 적절한 레이저 파워는 약 5 W 내지 약 6.15 W의 범위가 될 수 있다. 레이저의 이동 속도(밀봉율)는 약 1 mm/sec 내지 100 mm/sec의 범위가 될 수 있는데, 즉 1, 2, 5, 10, 20, 50 또는 100 mm/sec가 될 수 있다. 그러한 레이저 스폿(spot) 크기(직경)는 약 0.5 내지 1 mm가 될 수 있다.
- [0019] 그러한 레이저 스폿 크기에 비례될 수 있는 밀봉 영역의 폭은 약 0.1 내지 2 mm, 예컨대 0.1, 0.2, 0.5, 1, 1.5 또는 2 mm가 될 수 있다. 유리 밀봉 층의 총 두께는 약 100 nm 내지 10  $\mu$ (micron)이 될 수 있다. 다양한 실시예들에 있어서, 그러한 층의 두께는 10  $\mu$ 보다 작을 수 있는데, 즉 10, 5, 2, 1, 0.5, 또는 0.2  $\mu$ 보다 작을 수 있다. 예시의 유리 밀봉 층 두께는 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5 또는 10  $\mu$ 를 포함한다.
- [0020] 본 발명 개시의 다양한 실시예들에 있어서, 유리 밀봉 스트립의 재료는 투명 및/또는 반투명한 비교적 얇은 불투과성 "녹색 안료"이고, 밀봉 재료와 인접한 유리 기관간 열팽창계수(CTE)의 큰 차이를 수용하기에 충분한 밀봉 강도로 그리고 낮은 온도로 기밀 밀봉을 형성하도록 구성된다. 더욱이, 밀봉 스트립의 재료가 충전제(filler), 바인더(binder), 및/또는 유기 첨가제에 자유롭다는 것을 보장하는 것이 바람직할 것이다. 그러한 밀봉 재료를 형성하기 위해 사용된 그러한 낮은 용융 온도의 유리 재료가 유리 분말 또는 가루 유리로 형성되거나 또는 형성되지 않을 수 있다.
- [0021] 일반적으로, 적절한 밀봉 재료는 낮은  $T_g$  유리 및 적합하게는 반응성의 동(copper) 또는 주석(tin) 산화물을 포함한다. 그러한 유리 밀봉 재료는 인산염 유리, 붕산염 유리, 텔루르산염(tellurite) 유리 및 칼코겐화물(chalcogenide) 유리와 같은 낮은  $T_g$  재료로 형성될 수 있다. 본원에서 규정한 바와 같이, 낮은  $T_g$  유리 재료는 400°C보다 작은, 예컨대 350°C, 300°C, 250°C, 또는 200°C보다 작은 유리 전이 온도를 갖는다. 예시의 붕산염 및 인산염 유리는 주석 인산염, 주석 플루오로인산염, 및 주석 플루오로붕산염을 포함한다. 스퍼터링 타겟은 그와 같은 유리 재료 또는 대안으로 그 전구체를 포함할 수 있다. 예시의 동 및 주석산화물은 이들 재료의 압축 분말을 포함하는 스퍼터링 타겟으로부터 형성될 수 있는 CuO 및 SnO이다.
- [0022] 옵션으로, 유리 밀봉 조성물은 한정하진 않지만 텅스텐, 세륨 및 니오븀을 포함한 하나 또는 그 이상의 도펀트를 포함할 수 있다. 포함될 경우 그와 같은 도펀트들은 예컨대 유리 층의 광학 특성에 영향을 줄 수 있으며, 레이저 방사의 유리 층에 의한 흡수를 제어하는데 사용될 수 있다. 예컨대, 산화세륨의 도펀트는 레이저 처리 과정에서 낮은  $T_g$ 의 유리 격벽에 의한 흡수를 증가시킬 수 있다.
- [0023] 일 예의 주석 플루오로인산염 유리 조성물은 대응하는 3상 상태에서 각각의 조성 SnO, SnF<sub>2</sub> 및 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 형태로 표현될 수 있다. 적절한 주석 플루오로인산염 유리는 20-100 mol% SnO, 0-50 mol% SnF<sub>2</sub> 및 0-30 mol% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 포함한다. 이들 주석 플루오로인산염 유리 조성물은 옵션으로 0-10 mol% WO<sub>3</sub>, 0-10 mol% CeO<sub>2</sub> 및/또는 0-5 mol% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 포함할 수 있다.
- [0024] 예컨대, 유리 밀봉 층을 형성하는데 적절한 도핑된 주석 플루오로인산염 개시 재료의 조성물은 35 내지 50 mol% SnO, 30 내지 40 mol% SnF<sub>2</sub>, 15 내지 25 mol% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 및 WO<sub>3</sub>, CeO<sub>2</sub> 및/또는 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>와 같은 1.5 내지 3 mol%의 도펀트 산화물을 포함한다.
- [0025] 하나의 특정 실시예에 따른 주석 플루오로인산염 유리 조성물은 약 38.7 mol% SnO, 39.6 mol% SnF<sub>2</sub>, 19.9 mol% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 및 1.8 mol% Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 포함하는 니오븀-도핑 주석산화물/주석 플루오로인산염/5산화인 유리이다. 그와 같은 유리 층을 형성하는데 사용될 수 있는 스퍼터링 타겟은 원자 mol%로 표현된 23.04% Sn, 15.36% F, 12.16% P, 48.38% O 및 1.06% Nb를 포함할 것이다.
- [0026] 다른 대안의 실시예에 따른 주석 인산염 유리 조성물은 원자 mol%로 약 27% Sn, 13% P 및 60% O를 포함하는 스퍼터링 타겟으로부터 유도될 수 있는 약 27% Sn, 13% P 및 60% O를 포함한다. 알 수 있는 바와 같이, 본원에 개시된 다양한 유리 조성물들은 증착된 층의 조성물과 관련되거나 또는 소스 스퍼터링 타겟의 조성물과 관련된



다.

[0027] 그러한 주석 플루오로인산염 유리 조성물과 같이, 예시의 주석 플루오로붕산염 유리 조성물은 각각 3상 상태도 조성물  $\text{SnO}$ ,  $\text{SnF}_2$  and  $\text{B}_2\text{O}_3$ 으로 표현될 수 있다. 적절한 주석 플루오로붕산염 유리 조성물은 20-100 mol%  $\text{SnO}$ , 0-50 mol%  $\text{SnF}_2$  및 0-30 mol%  $\text{B}_2\text{O}_3$ 를 포함한다. 이들 주석 플루오로붕산염 유리 조성물은 옵션으로 0-10 mol%  $\text{WO}_3$ , 0-10 mol%  $\text{CeO}_2$  및/또는 0-5 mol%  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 를 포함할 수 있다.

[0028] 이들 재료들로부터 유리 밀봉 층을 형성하는데 사용된 추가 형태의 적절한 낮은  $T_g$  유리 조성물 및 방법들이 공동 양도된 미국 특허 제5,089,446호 및 미국 특허출원 제11/207,691호, 제11/544,262호, 제11/820,855호, 제12/072,784호, 제12/362,063호, 제12/763,541호 및 제12/879,578호에 개시되어 있다.

[0029] 본원에 개시된 것 이외에, 광원 캡슐화재(120), 양자점 분포 색 변환 매체(50), 양자점 유리 격벽 플레이트(40) 및 열 히트 싱크 프레임워크(20)를 위해 선택된 특정 재료들이 최초로 LED 발광 소자의 색 변환 형광체의 사용과 관련된 US PG Pub. No. 2012/0107622, LED 기반의 단색성 및 백색 광원을 제공하기 위해 광-변환의 콜로이드 도핑된 반도체 나노크리스탈의 사용과 관련된 US 2012/0175588, 및 광원에 걸쳐 배치된 하나 이상의 나노입자 개체를 갖는 층 및 하나 이상의 하부 LED 칩 또는 광원을 통합하는 발광 소자와 관련된 US 7,723,744와 같은 참고문헌으로부터 찾아질 수 있다. 그러한 나노입자들은 그러한 하부 소스에 의해 방출된 일부의 광을 흡수하고, 각기 다른 레벨로 광을 재방출한다. 그러한 나노입자들의 타입 및 상대적 농도를 변경함으로써, 각기 다른 방출 스펙트럼이 달성될 것이다.

[0030] 도 2의 COB LED 광원(100)과 관련하여, 양자점 유리 격벽 플레이트의 색 변환 매체(50)가 발광 소자(100)의 보조 방출 영역을 규정하도록 광원 캡슐화재(120)가 제1분포 색 변환 매체(30)를 포함하는 것이 고려된다. 제1분포 색 변환 매체에 의해 규정된 방출 영역은 상기 양자점 유리 격벽 플레이트에 의해 규정된 보조 방출 영역과 공간적으로 일치하나 스펙트럼적으로 다르다. 예컨대, 한정하진 않지만, 그러한 양자점 유리 격벽 플레이트(40)에 의해 규정된 방출 영역의 방출 스펙트럼은 실리콘 광원 캡슐화재의 제1분포 형광체 색 변환 매체(30)에 의해 규정된 방출 영역의 방출 스펙트럼에 광 온기(optical warmth)를 부가하도록 구성될 수 있다. 적색 양자점의 경우에, 양자점이 비교적 좁은 방출 대역을 갖기 때문에, IR의 테일링(tailing)의 문제를 피할 수 있어 양호한 파워 효율을 유지한다. 특정 컬러의 양자점 플레이트를 선택하기 위한 대안으로서, 포함된 양자점의 크기가 원하는 컬러를 얻기 위해 조절될 수 있는 것이 고려된다. 또한 다양한 양자점 크기가 특정 컬러, 예컨대 백색을 얻기 위해 혼합될 수도 있는 것이 고려된다.

[0031] 도 3 및 4의 실시예에 있어서, 광원 캡슐화재(120)는 소정의 분포 색 변환 매체에 자유롭다. 그러나, 도 3의 실시예에 있어서, 그러한 양자점 유리 격벽 플레이트(40)는 제1유리 격벽 플레이트(140) 상에 배치되고, 그와 같이 LED 발광 소자(100')의 보조 방출 영역을 규정한다. 좀더 구체적으로, 상기 제1유리 격벽 플레이트(140)는 제1분포 색 변환 매체(130)를 포함하고, 상기 제1유리 격벽 플레이트(140)의 분포 색 변환 매체(130)에 의해 규정된 방출 영역은 양자점 유리 격벽 플레이트(40)의 양자점 분포 색 변환 매체(50)에 의해 규정된 보조 방출 영역과 공간적으로 일치하나 스펙트럼적으로 다르다. 이런 식으로, 상기 양자점 유리 격벽 플레이트(40)에 의해 규정된 방출 영역의 방출 스펙트럼은 상기 제1유리 격벽 플레이트(140)의 분포 색 변환 매체(130)에 의해 규정된 방출 영역의 방출 스펙트럼에 광 온기(optical warmth)를 부가하도록 맞추어질 수 있다. 예컨대, 상기 제1유리 격벽 플레이트(140)의 분포 색 변환 매체(130)가 LED(110)로부터의 청색광을 황색으로 변환시킬 경우, 상기 양자점 유리 격벽 플레이트의 양자점은 일부의 황색광을 적색으로 변환할 뿐만 아니라 청색광을 누설함으로써 온기를 부가하도록 맞추어질 수 있으며, 이는 IR에 테일링함으로써 광을 낭비하는 적색 형광체와 달리 적색 양자점이 비교적 좁은 방출 대역을 갖는다는 하나의 장점이 있다.

[0032] 상기 제1유리 격벽 플레이트(140)는 추가의 양자점 유리 격벽 플레이트, 색 변환 매체를 수용하기 위한 내부 볼륨을 포함하는 유리 격벽 프레임, 색 변환이 분포되는 유리 격벽 매트릭스, 또는 소정의 다른 거의 평면 구조의 유리 부재, 용기나, 또는 색 변환 매체를 수용하는데 적절한 어셈블리로서 제공될 것이다. 제조에 있어서, 실리콘 접합층(135)은 제1유리 격벽 플레이트(140) 및 양자점 유리 격벽 플레이트(40)의 분리 제조 및 이후의 접합을 허용하기 위해 상기 제1유리 격벽 플레이트(140)와 양자점 유리 격벽 플레이트(40)간 제공될 수 있다.

[0033] 도 3 및 4에 따르면, 광원(100', 100'')은 유리형 열전도로( $T_{PG}$  및) 및 캡슐화재 열전도로( $T_{PE}$ )를 포함하는 것으로 기술될 수 있다. 양자점 유리 격벽 플레이트(40)는 양자점 분포 색 변환 매체(50)로부터 열 히트 싱크 프레임워크(20)로 상기 양자점 유리 격벽 플레이트(40)를 통해 확장하는 유리형 열전도로를 규정한다. 광원 캡슐화재(120)는, 그들 와이어 본드 및 소정 다른 LED 하드웨어를 포함하여 LED(110)를 캡슐화하고, 상기 양자점

분포 색 변환 매체(50)로부터 상기 열 히트 싱크 프레임워크(20)로 광원 캡슐화재(120)를 통해 확장하는 캡슐화재 열전도도를 규정하기에 충분한 두께로 어레이의 LED(110)에 걸쳐 분포된다.

[0034]

상기 기술한 바와 같이, 본 발명 개시는 LED 발광 소자의 그러한 색 변환 층으로부터 좀더 효율적으로 열이 제거될 수 있는 수단 및 그러한 색 변환 층에서 보다 큰 절대 온도 상승을 허용하는 수단을 도입하고 있다. 이들 요소들 모두는 그러한 소자의 LED(들)가 좀더 심하게 구동될 수 있게 하여 총 광 출력을 증가시키게 한다. 결국, 바람직하게 상기 열전도로( $T_{PE}$ )가 광원 캡슐화재(120)를 통해 약 100  $\mu\text{m}$  미만으로 확장되도록 상기 광원 캡슐화재(120)가 맞추어진다. 좀더 구체적으로, 상기 광원 캡슐화재의 두께는 상기 열전도로( $T_{PE}$ )가 상기 광원 캡슐화재(120)를 통해 약 50  $\mu\text{m}$  미만으로 확장되도록 맞추어질 수 있다는 것이 고려된다.

[0035]

그러한 구조의 열 성능은 도 3 및 4에 개략적으로 나타낸 열 경로( $T_{PG}$  및  $T_{PE}$ )의 열 저항으로 표현될 수 있다. 실제 치수에 있어서, 비교적 수직인 열 경로( $T_{PE}$ )는 이 경로가  $T_{PG}$ 보다 짧기 때문에 거의 지배적이다. 도 3 및 4의 비교적 얇은 유리 캡슐화재 매트릭스 디자인은 더 많은 광을 생성하기 위해 LED가 보다 높은 전류로 구동될 수 있게 하는 비교적 정도의 LED 파워로 형광체의 온도 상승을 감소시킨다. 이러한 장점은 양자점 격벽 플레이트(40)의 얇은 프로파일 및 LED(110) 상의 캡슐화재 층(120)의 감소된 두께로부터 뚜렷하게 나타난다. 열 저항과 관련하여, 열전도로( $T_{PE}$ )가 광원 캡슐화재(120)를 통해 약 15°C/W 미만의 열 저항을 만나도록 광원 캡슐화재(120)가 맞추어질 수 있다는 것이 고려된다.

[0036]

열전도로  $T_{PE}$ ,  $T_{PG}$ 와 관련하여, 1차원(x)으로  $dT/dx$ 인 연관된 온도 구배에 흐름  $H(\text{watt})$ 가 비례한다는 것을 염두에 두자. 수학적으로 아래와 같다:

$$H = kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

[0037]

[0038]

여기서,  $k$ 는 재료의 열 전도율이고,  $A$ 는 열이 유동되는 두께( $dx$ )의 극소 슬래브(infinitesimal slab)의 횡단 영역이다. 만약 열 유동이 차폐된 열경로에서 1차원으로 제한되면, 상기 식 (1)의 해는 아래와 같이 간단해진다:

$$\Delta T \equiv T_2 - T_1 = \frac{HL}{kA} = R_{th}H \quad (2)$$

[0039]

[0040]

여기서,  $R_{th}$ 는 열 저항으로 정의되고,  $L$ 은 열 경로의 길이이다.

[0041]

도 1에 나타낸 것과 같은 LED 발광 소자 구성에 있어서, COB 어레이에서의 열 유동은 얇은(~5  $\mu\text{m}$  두께) GaN LED 및 그 하부의 사파이어 기판을 통해 형광체부터 히트 싱크까지 수직이다. 그러한 어레이는 1차원 열 유동으로서 모델되고 상기 식 (2)를 이용하여 열 저항을 산출할 수 있다. 1000 루멘(lumen) 어레이가 LED의 열로서 약 5W가 방산되는 약 10W 전기 입력을 필요로 한다는 가정 하에 작동할 경우, 나머지 5W는 청색광으로 방출된다. 색 변환 프로세스에 있어서, 약 1.3W가 형광체의 열로서 손실되고, 약 3.7W 총 광 출력을 남긴다. 그러한 패키징에서의 가장 뜨거운 평면은 형광체의 표면이다. 상기 어레이는 직렬의 2개의 열 저항, 즉 제1열 저항으로서 실리콘 내의 형광체 및 제2열 저항으로서 사파이어 LED 기판으로 모델될 수 있다. GaN 필름이 지나치게 얇으면 그 열 저항은 무시할 수 있다.

[0042]

그러한 열 모델을 위한 적절한 명세서가 다음의 표에 나타나 있다:

순방향 전압	12.2 V
동작 전류	1050 mA
Junction-to-Case 열 저항	0.7 deg/Watt
LED 측면 치수	1.5 mm X 1.5 mm
LED 두께	0.125 mm
형광체 층 두께 (LED 상의)	0.757 mm
총 다이 영역	$9 \times (1.5 \text{ mm})^2 = 36 \text{ mm}^2$

[0043]

[0044]

사파이어의 열 전도율이 70°C에서 17.35 watt/m-K이기 때문에, 36  $\text{mm}^2$  영역의 열 저항(식 (2)), 0.125 mm 두께

사파이어는  $R_s=0.2$  degrees/watt이다. 그러한 형광체 층에서의 온도 상승은 그 열 부하가 필름에 걸쳐 분포되기 때문에 좀더 번거롭다. 청색광은 흡수 및 산란으로 인해 베에르의 법칙(Beer's Law)에 따라 지수적으로 감소할 것으로 예상되기 때문에, 그러한 연관된 열 부하는 동일한 분포를 가질 것이다.  $t=0.757$  mm 두께 형광체 층에서 90%가 흡수된다고 가정하면, 그 흡수 깊이( $d$ )는 약 0.3285 mm이다. 가장 뜨거운 평면의 온도는 형광체에서 생성된 전체 1.3 W가 아래와 같이 주어진 등가의 두께를 통해 흐른다는 것을 가정하여 추정될 수 있다:

$$t_{eq} = d - \frac{te^{-t/d}}{1 - e^{-t/d}} \quad (3)$$

여기서  $t=0.757$  mm 및  $d=0.3285$  mm, 등가의 두께  $t_{eq}=0.244$  mm이다. 실리콘과 같이 실리콘 내 형광체의 열 전도율이 0.22 watt/m-K라고 가정하면, 그 형광체 층의 열 저항은 상기 사파이어의 열 저항보다 큰 약 60배인  $R_p=30.8$  degrees/watt이다.

이들 데이터를 이용하여, GaN LED 및 형광체 필름의 온도 상승을 추정할 수 있다. 12.8 W(12.2 volts x 1.05 amps)의 전기 입력 파워가 주어지면, 사파이어를 통해 흐르는 8.1 watt 및 형광체에서 방산된 1.66 watt를 갖는다. 히트 싱크 온도가 85°C라고 가정하면, LED 및 형광체 평면의 온도는 각각 87°C 및 138°C가 되고, 도 2의 LED 발광 소자를 나타내는 유사하게 모델된 데이터와 용이하게 비교될 수 있으며, 여기서 사파이어 열 저항은 동일한 0.20 degrees/watt이고, ~150  $\mu$ m 두께의 유리 내부 형광체(PiG) 필름에서 생성된 1.66 watt가 얇은 실리콘 필름을 통해 흐른다. 그러한 필름은 유리 내부 형광체(Pig) 필름에서 GaN 히트 싱크로의 열 유동에 대한 열 저항을 최소화하기 위해 가능한 한 얇아질 수 있으며, 50  $\mu$ m 두께가 LED 와이어본드를 충분히 선명하게 할 수 있는 것으로 생각된다. 0.22 degree/m-watt의 실리콘 열 전도율, 및 상기 동일한 36 mm<sup>2</sup>의 총 LED 영역을 이용하면, 그러한 수직 경로의 열 저항은 6.3 degrees/watt이다.

따라서, 유리 내의 형광체(PiG) 필름에서의 상기 동일한 1.66 watt 열 방산에 의한 그러한 형광체의 온도 상승은 10 degrees이며, 이는 도 1의 구성과 비교하여 도 2의 구성이 그 형광체 온도를 크게 감소시키는 것을 보여준다. 이들의 결과가 아래의 표에 요약되었다:

	히트 싱크 온도	LED 온도	형광체 온도
도 1	85°C	87°C	138°C
도 2	85°C	87°C	97°C

유사한 결과가 도 3 및 4의 발광 소자 구성에서 예상될 수 있다.

본 발명 개시의 목적 및 그 특정 실시예들을 참조함으로써, 이들 상세한 설명이 본원에 기술된 다양한 실시예들, 심지어 발명의 설명에 수반되는 각 도면에서의 특정 요소가 기술되는 경우에서조차 본질적인 구성요소들과 관련된다는 것을 암시하기 위한 것이 아니라는 것을 알아야 한다. 오히려, 여기에 부가된 청구항들이 본 발명 개시 범위의 독점적인 대표 및 본원에 기술된 다양한 발명들의 대응하는 범주로 취해질 수 있다. 더욱이, 그러한 부가된 청구항에 규정된 발명의 범주로부터 벗어나지 않고 변형 및 변경이 가능하다는 것은 자명할 것이다. 좀더 구체적으로, 본 발명 개시의 일부 형태들이 바람직하거나 또는 특정 장점으로 본원에서 확인될 지라도, 그러한 발명의 개시가 이들 형태로 반드시 한정될 필요는 없다는 것을 알아야 한다.

특정 특성, 또는 특정 형태의 기능으로 실시하기 위해 특정 방식으로 "구성"되는 발명 개시의 구성요소의 본원에서의 설명은 의도된 사용의 설명에 반대되는 것과 같은 구조적인 설명이라는 것을 알아야 한다. 좀더 구체적으로, 구성요소가 "구성되는" 형태에 대한 본원에서의 참조사항은 그러한 구성요소의 기존의 물리적인 조건을 나타내며, 그와 같이 그러한 구성요소의 구조적인 특성의 명확한 설명으로 취해지는 것이다. 또한 "적어도 하나의" 성분, 요소 등의 본원에서의 설명은 표현 "하나" 또는 "한"의 대안의 사용이 단일의 성분, 요소 등으로 한정하는 추론을 야기하도록 사용되지 않는다는 것을 알아야 한다.

"바람직하게", "일반적으로", 및 "통상적으로"와 같은 용어들이 본원에 사용될 경우 청구된 발명의 범위를 한정하거나 또는 소정의 형태들이 임계적인, 본질적인, 또는 심지어 청구된 발명의 구조 또는 기능에 중요하다는 것을 암시하기 위해 사용되지 않는다는 것을 알아야 한다. 오히려, 이들 용어는 단지 본 발명 개시의 실시예의 특정 형태들을 나타내거나 또는 본 발명 개시의 특정 실시예에 사용되거나 사용되지 않는 대안의 또는 추가의

형태들을 강조하기 위한 것일 뿐이다.

[0054]

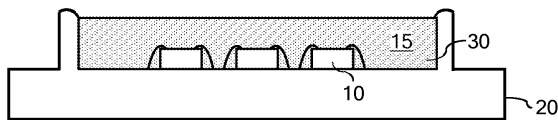
본 발명을 기술 및 규정하기 위한 목적으로, 용어 "약" 및 "거의"는 소정의 양적인 비교, 값, 측정, 또는 다른 표현을 추정하는 고유의 불활실성의 정도를 나타내기 위해 본원에 사용된다는 것을 알아야 한다. 그러한 용어들은 또한 이슈에서 청구대상의 기본적인 기능의 변경을 야기하지 않고 진술된 기준으로부터 양적인 표현이 변경되는 정도를 나타내기 위해 본원에 사용된다.

[0055]

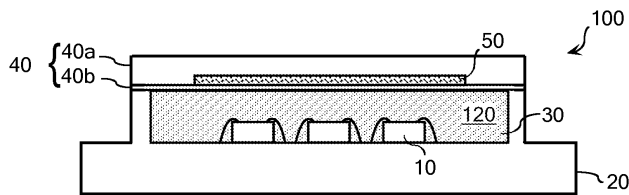
이하의 하나 또는 그 이상의 청구항은 과도적인 표현으로서 용어 "거기서"를 사용한다는 것을 염두해 두자. 본 발명을 규정하기 위한 목적으로, 구조의 일련의 특성의 설명을 도입하기 위해 사용되고 좀더 일반적으로 사용된 제약을 두지 않은 전문의 용어 "포함하는"과 유사한 형태로 해석되는 제약을 두지 않은 과도적인 표현으로서 청구항에 이러한 용어가 도입된다는 것을 염두해 두자.

## 도면

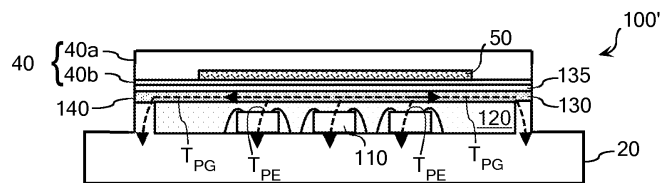
### 도면1



### 도면2



### 도면3



### 도면4

