



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0056843
(43) 공개일자 2012년06월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 33/50 (2010.01) H01L 33/48 (2010.01)
H01L 33/58 (2010.01)
(21) 출원번호 10-2012-7006022
(22) 출원일자(국제) 2010년07월07일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2012년03월07일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2010/053113
(87) 국제공개번호 WO 2011/015959
국제공개일자 2011년02월10일
(30) 우선권주장
12/537,909 2009년08월07일 미국(US)

(71) 출원인
코닌클리케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.
네덜란드 엔엘-5621 베에이 아인드호펜 그로네보
드세베그 1
필립스 루미리즈 라이팅 캠퍼니 엘엘씨
미국 캘리포니아주 95131-1008 산 호세 웨스트
트림블 로드 370
(72) 발명자
바신, 그리고리
미국 95131 캘리포니아주 산 호세 웨스트 트림블
로드 엠에스 91/엠지 370
마틴, 폴 에스.
미국 95131 캘리포니아주 산 호세 웨스트 트림블
로드 엠에스 91/엠지 370
(74) 대리인
백만기, 양영준

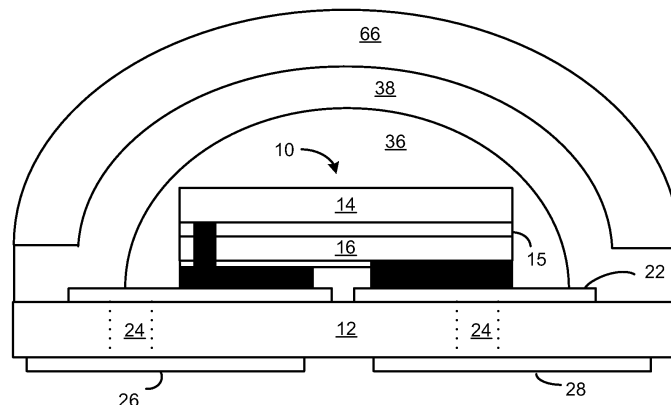
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 실리콘 층 및 라미네이트된 리모트 인광체 층을 갖는 LED

(57) 요약

서브마운트 웨이퍼 상에 플립칩 발광 다이오드(light emitting diode; LED) 다이들의 어레이가 실장되는 발광 디바이스를 제조하기 위한 방법이 설명된다. LED 다이들 각각 위에 반구형의 제1 실리콘 층이 동시에 몰딩된다. 실리콘에 주입된 인광체 파우더를 포함하는 미리 형성된 유연성 있는 인광체 층이 반구형의 제1 실리콘 층의 외부 표면에 일치하도록 제1 실리콘 층 위에 라미네이트된다. 그 다음에 실리콘 렌즈가 인광체 층 위에 몰딩된다. 인광체 층을 미리 형성함으로써, 인광체 층은 매우 타이트한 허용오차들로 만들어질 수 있고 테스트될 수 있다. 몰딩된 반구형의 실리콘 층에 의해 LED 다이로부터 인광체 층을 분리함으로써, 컬러 대 시야각이 일정하고, 인광체는 가열에 의해 저하되지 않는다. 유연성 있는 인광체 층은 복수의 상이한 인광체 층을 포함할 수 있고 반사기 또는 다른 층들을 포함할 수 있다.

대표도 - 도13



특허청구의 범위

청구항 1

발광 디바이스를 제조하기 위한 방법으로서,

서브마운트 웨이퍼(submount wafer) 상에 복수의 플립칩 발광 다이오드(light emitting diode; LED) 다이들을 제공하는 단계;

상기 웨이퍼 상의 각각의 LED 다이 위에 제1 실리콘 층을 동시에 몰딩하는 단계;

상기 웨이퍼로부터 별개로 유연성 있는 인광체 층을 형성하는 단계;

상기 인광체 층이 상기 제1 실리콘 층의 외부 표면에 직접 접촉하고 일치하도록 상기 웨이퍼 위에 상기 인광체 층을 라미네이트하는(laminating) 단계 - 상기 인광체 층은 상기 LED 다이로부터 방출되는 광을 파장 변환함 - ; 및

상기 인광체 층 위에 제2 실리콘 층을 몰딩하는 단계

를 포함하는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 실리콘 층은 렌즈를 포함하는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1 실리콘 층은 실질적으로 반구형인 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 인광체 층은 실리콘에 주입된 인광체 파우더(phosphor powder)를 포함하는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 실리콘 층은 제1 굴절률을 갖고, 상기 제2 실리콘 층은 상기 제1 굴절률보다 높은 제2 굴절률을 갖는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 인광체 층은 상기 웨이퍼의 영역과 대략 같거나 더 큰 영역을 갖는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 인광체 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 인광체 층은 복수의 층들을 포함하고, 상기 층들 중 적어도 2개는 상이한 인광체들을 포함하는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 인광체 층은 복수의 층들을 포함하고, 상기 층들 중 적어도 하나는 반사기를 포함하는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 인광체 층은 광학적 피쳐들(optical features)을 갖도록 몰딩되는 발광 디바이스 제조

방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 서브마운트 웨이퍼 상에 복수의 플립칩 LED 다이들을 제공하는 단계는, 상기 복수의 LED 다이들의 대응하는 전극들에 상기 서브마운트 웨이퍼 상의 전극들을 본딩하는 단계를 포함하는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 제2 실리콘 층을 몰딩하는 단계 후에, 상기 서브마운트 웨이퍼를 그 각각의 서브마운트 부분들 상에 실장되는 별개의 LED 다이들로 단일화하는(singulating) 단계를 더 포함하는 발광 디바이스 제조 방법.

청구항 13

발광 디바이스로서,

서브마운트 상에 실장되는 플립칩 발광 다이오드(LED) 다이;

상기 LED 다이를 코팅하는 제1 실리콘 층 - 상기 제1 실리콘 층은 상기 LED 다이 위에 실질적으로 반구형 모양을 가짐 - ;

상기 제1 실리콘 층의 외부 표면에 일치하도록 상기 제1 실리콘 층 위에 라미네이트되는(laminated) 인광체 층 - 상기 인광체 층은 상기 서브마운트 위의 상기 LED 다이를 넘어서 연장되고, 상기 인광체 층은 실리콘에 주입된 인광체 파우더를 포함함 - ; 및

상기 인광체 층 위에 몰딩된 제2 실리콘 층을 포함하는 발광 디바이스.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 인광체 층은 실리콘에 주입된 상이한 인광체들의 복수의 층들을 포함하는 발광 디바이스.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 인광체 층은 실질적으로 균일한 두께를 갖는 발광 디바이스.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 발광 다이오드(light emitting diode; LED) 방출을 파장 변환하기 위해 인광체 층이 위에 놓이는 LED들에 관한 것이고, 특히, 더욱 정확한 컬러 제어 및 더욱 균일한 컬러 대 시야각(viewing angle)을 실현하기 위해 LED 위에 리모트 인광체 층(remote phosphor layer)을 라미네이트하는(laminating) 기법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래 기술의 도 1은 서브마운트 웨이퍼(12)의 일부분 상에 실장된 종래의 플립칩 LED 다이(10)를 예시한다. 플립칩에서, n 및 p 콘택트들이 둘다 LED 다이의 동일한 측면 상에 형성된다.

[0003] LED 다이(10)는 사파이어 기판과 같은 성장 기판 상에 성장되는, n-층(14), 활성층(15), 및 p-층(16)을 포함하는 반도체 에피택셜 층들로 형성된다. 성장 기판은 도 1에서 레이저 리프트 오프(laser lift-off), 식각, 연삭에 의해, 또는 다른 기법들에 의해 제거되었다. 일 예에서, 에피택셜 층들은 GaN 기반이고, 활성층(15)은 청색광을 방출한다. UV광을 방출하는 LED 다이들도 본 발명에 적용가능하다.

[0004] 금속 전극(18)은 p-층(16)에 전기적으로 접촉하고, 금속 전극(20)은 n-층(14)에 전기적으로 접촉한다. 일 예에서, 전극들(18 및 20)은 세라믹 서브마운트 웨이퍼(12) 상의 애노드 및 캐소드 금속 패드들(22 및 24)에 초

음파적으로 용접되는 금 패드들이다. 서브마운트 웨이퍼(12)는 인쇄 회로 기판에 본딩하기 위한 바닥부 금속 패드들(26 및 28)로 인도하는 도전성비아들(24)을 갖는다. 많은 LED가 서브마운트 웨이퍼(12) 상에 실장되고 나중에 단일화되어(singulated) 개별 LED들/서브마운트들을 형성할 것이다.

[0005] LED들의 추가 상세들은 양수인의 미국 특허 번호 제6,649,440호 및 제6,274,399호, 및 미국 특허 공개 US 2006/0281203 A1 및 2005/0269582 A1에서 찾을 수 있고, 모두 본원에서 참고로 포함된다.

[0006] 청색 LED 다이(10)를 이용하여 백색광을 생성하기 위해서, 예를 들어, 전기이동, 바인더로 인광체를 스프레이 또는 스핀 코팅하거나, 인광체를 반사 겹에 적용하거나, 또는 다른 수단에 의해, YAG 인광체, 또는 적색 및 녹색 인광체들을, 다이(10) 위에 직접 퇴적하는 것이 잘 알려져 있다. 또한, LED 다이(10)의 최상부 상에 인광체의 미리 형성된 타일(예를 들어, 소결된 인광체 파우더)을 부착하는 것이 알려져 있다. 이러한 인광체 층들은 넌-리모트(non-remote)이며, 그 이유는 그것들이 반도체 다이(10)의 표면에 직접 접촉하기 때문이다. 인광체 광과 결합되는, 인광체를 통해 새어 나오는 청색광은 백색광을 생성한다. 이러한 넌-리모트 인광체들의 문제들은 다음의 것을 포함한다: 1) 광자 밀도(photon density)는 고전력 LED들을 위해 매우 높고 인광체를 포화시킨다; 2) LED는 매우 뜨겁고, 인광체들은 열에 반응하여 인광체 입자들이 내장되는 폴리머 바인더 층(예를 들어, 실리콘)의 암화(darkening)를 일으킬 수 있다; 3) 상이한 두께의 인광체들을 통과하는 청색광 선들의 다양한 각도로 인해(최소 두께를 통과하는 수직(normal) 청색광선), 컬러는 시야각에 따라 변한다; 및 4) 매우 균일한 인광체 층 두께들 및 밀도들을 생성하는 것이 어렵다.

[0007] 또한, 실리콘 바인더에 인광체 파우더를 주입하고 LED 다이 위에 실리콘을 몰딩하여 렌즈를 형성하는 것이 알려져 있다. 그러나, 몰드 허용오차들은 인광체의 두께 및 정렬에 영향을 미치고, 이것은 전체 컬러 및 컬러 대 시야각에 영향을 미친다. 몰드 허용오차들은 대략 30-50 마이크로미터이고, 원하는 인광체 두께는 오직 100 마이크로미터 정도여서, 고객에 의해 특정되는 특정 시야각 위의 백색 LED를 위한 +/- 50K 타겟 상관 컬러 온도(correlated color temperature; CCT)를 실현하는 것이 어렵다.

[0008] 동일한 프로세스를 이용하여 형성되는 청색 LED 다이들은 약간 상이한 우세한(dominant) 파장들을 생성하고, LED들은 때때로 그들의 우세한 파장에 따라 비닝된다(binned). 그래서 동일한 인광체 층이 각각의 청색 LED 다이에 적용되었다면, 전체 컬러 온도는 LED 다이의 각각의 빈(bin)에 대해 상이할 것이다. 백라이트를 위해서와 같이, 백색 LED들이 매칭될 필요가 있는 경우, 이러한 LED들은 동일한 빈으로부터 올 필요가 있을 것이다. 이것은 특정 긴급 애플리케이션들을 위한 수율을 실질적으로 감소시킨다.

[0009] 부가적으로, 인광체 층의 재현성(reproducibility)은 종래 기술의 프로세스들을 이용하기 어렵다.

[0010] 전술한 단점들을 겪지 않는 인광체-변환 LED를 생성하는 기법이 필요하다.

발명의 내용

[0011] 백색광(또는 다른 컬러)을 생성하기 위해 청색 또는 UV LED 다이와 함께 이용하기 위한 더욱 정확한 인광체 층을 실현하기 위해서, 리모트 인광체 층이 이용된다. 리모트 인광체 층은 LED 다이로부터 간격을 두고 떨어져 지므로, LED 다이 표면 상에 직접적으로 형성되는 인광체와 비교하여, 더 낮은 광자 밀도가 존재하고 인광체는 더 낮은 온도를 겪는다. LED 다이 광이 리모트 인광체 층에 충돌하기 전에 더 큰 영역에 걸쳐서 퍼지기 때문에 광자 밀도는 더 낮다.

[0012] 인광체 층 두께, 밀도, 및 파장 변환 특성에 있어 더 큰 정확도를 실현하기 위해서, 인광체 층은 실리콘 바인더에 주입되는 인광체 파우더를 포함하는 미리 형성된 테스트된 층이다. 이러한 인광체 층의 시트가 잘 제어되는 두께 및 인광체 밀도를 갖도록 형성된다. 시트는 그의 우세한 파장 출력을 결정하기 위해, 예를 들어 그것에 청색광으로 동력을 공급함으로써(by energizing) 테스트된다. 그 다음에, 상이한 특성들을 갖는 인광체 시트들이 비닝된 청색 LED 다이들과 매칭된다. 이러한 식으로, 상이한 빈들로부터의 청색 LED들을 이용하여 타겟 백색광 CCT가 실현될 수 있다.

[0013] LED 다이로부터 미리 형성된 인광체 층을 이격시키기 위해서, 먼저 다이를 캡슐화(encapsulate)하기 위해 LED 다이 위에 실리콘 층이 몰딩된다. 일 실시예에서, 이 제1 몰딩된 실리콘 층은 실질적으로 반구형 모양을 갖는다. 매칭된 인광체 시트는 진공을 이용하여 실리콘 층 위에 라미네이트되고, 열의 적용은 인광체 시트를 실리콘 층에 접착한다. 실리콘 층을 형성할 때 몰드 또는 정렬(예를 들어, 30-50 마이크로미터)에서의 임의의 통상적인 부정확함은, 인광체 층이 리모트이고 또한 반구형 모양을 갖기 때문에, 백색광 CCT에 현저하게 영향을 미치지 않는다.

[0014] 인광체 층을 보호하고 렌즈로서 역할을 하기 위해 제2 실리콘 층이 인광체 층 위에 몰딩된다. 일 실시예에서, 제2 실리콘 층은 실질적으로 반구형이어서 백색 LED는 램버트 패턴(Lambertian pattern)을 출력한다. 제2 실리콘 렌즈의 모양은 임의의 타입의 방출 패턴을 생성하도록 형성될 수 있다.

[0015] 위의 프로세스는 서브마운트 웨이퍼 상에 실장되는 LED 다이들의 어레이에서 동시에 수행된다. 다이들의 어레이는 단일 빈으로부터 올 수 있다. 인광체 층은 전체 웨이퍼에 걸치는 단일 시트일 수 있다. 그 다음에 웨이퍼는 백색광 LED들/서브마운트들을 분리하도록 단일화된다.

[0016] 일 실시예에서, 인광체 층은 YAG 인광체(황색-녹색)를 포함한다. 다른 실시예에서, 인광체 층은 혼합된 적색 및 녹색 인광체들을 포함한다. 다른 실시예에서, 인광체 층은 따뜻한(warm) 백색 컬러를 생성하기 위해 적색의 층 및 YAG의 분리층과 같은 복수의 층을 포함한다. 프로세스는 임의의 타입의 인광체를 이용하여 임의의 컬러 광을 만드는 데 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 서브마운트 상에 실장되는, 종래 기술의 청색 또는 UV 플립칩 LED 다이의 단면도이다.
- 도 2는 500-4000개의 LED들과 같은, LED 다이들의 어레이에 의해 채워진 간략화된 서브마운트 웨이퍼를 예시하고, 여기서 웨이퍼 상의 모든 LED 다이가 동시에 프로세싱된다.
- 도 3은 LED 다이들을 캡슐화하고 LED 다이들로부터 인광체 층을 이격하기 위한 제1 실리콘 층을 형성하기 위해 몰드에 합쳐지는 서브마운트 웨이퍼를 예시한다.
- 도 4는 몰드 인덴션들(mold indentions)을 채우는 실리콘에 담가지는 LED 다이들을 예시한다.
- 도 5는 인광체 층이 실리콘 층의 외부 표면에 맞도록, 진공 및 가열을 이용하여 몰딩된 실리콘 층 위에 라미네이트되는 미리 형성되고 얇고 유연성 있는 인광체 층을 예시한다.
- 도 6은 적색 인광체의 층 및 YAG 인광체(또는 녹색 인광체)의 층을 갖는 인광체 시트를 예시한다.
- 도 7은 마이크로렌즈들을 갖는 최상부 층이 형성되는 다층 인광체 시트를 예시한다.
- 도 8은 청색광을 통과하지만 적색, 녹색, 및 황색 광을 반사하는 바닥부 상의 반사층이 존재하는 다층 인광체 시트를 예시한다.
- 도 9는 별개의 LED 다이들의 특성들을 매칭하기 위해 최상부 표면이 다양한 두께들을 갖도록 형성되는 다층 인광체 시트를 예시한다.
- 도 10은 위에 놓이는 착색(pigmented) 층을 갖는 인광체 층을 예시한다.
- 도 11은 본원에 설명된 프로세스들을 거친 후에 백색광 LED를 예시한다.
- 도 12는 경화한 후에 몰드로부터 제거되는 웨이퍼를 예시한다.
- 도 13은 별개의 LED들/서브마운트들을 형성하도록 서브마운트 웨이퍼가 단일화되는 LED를 예시한다.
- 동일 또는 등가의 요소들은 동일한 번호가 부여된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 도 2는 LED 다이들(10)의 어레이를 실장한 서브마운트 웨이퍼(12)의 간략화된 예시이다. 단일 서브마운트 웨이퍼(12) 상에 500-4000개의 LED가 존재할 수 있다. 웨이퍼(12) 상의 모든 LED는 아래 설명되는 방법을 이용하여 동시에 프로세싱될 것이다.

[0019] 다음과 같이 다이들(10)을 캡슐화하기 위해 LED 다이들(10) 위에 제1 실리콘 층이 몰딩된다.

[0020] 도 3은 액체 실리콘(34), 또는 부드러운 실리콘(softened silicone)(34), 또는 파워드 실리콘(powered silicone)(34), 또는 정제 실리콘(silicone in tablets)으로 채워진 캐비티들(32)을 갖는 몰드(30) 위에 배치되는 서브마운트 웨이퍼(12) 및 LED 다이들(10)의 일부분을 예시한다. 실리콘(34)이 액체 또는 부드러운 형태로 분배(disperse)되지 않은 경우, 몰드(30)는 실리콘(34)을 부드럽게 하기 위해 가열된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 서브마운트 웨이퍼(12)는 몰드(30)에 합쳐져서, LED 다이들(10)은 각각의 캐비티(32)에서 실리콘(34)에 담긴다. 웨이퍼(12)와 몰드(30)는 함께 눌러져서 실리콘(34)이 모든 보이드를 채우게 한다. 주변 밀봉(perimeter seal)은 실리콘(34)이 보이드들을 채움에 따라 모든 공기가 빠져나가게 하면서 압력이 높아지게

한다. 진공은 또한 밀봉 둘레의 진공 소스를 이용하여 웨이퍼(12)와 몰드(30) 사이에 풀링(pulled)될 수 있다.

- [0021] 그 다음에 몰드(30)는 이용되는 실리콘(34)의 타입에 따라, 실리콘(34)을 경화하기 위해 가열된다. 원래의 실리콘(34)이 실온에서 고체(예를 들어, 파우더 또는 정제)였다면, 몰드(30)는 실리콘(34)을 굳어지게 하기 위해 냉각된다. 대안적으로, 투명한 몰드가 이용될 수 있고 실리콘(34)은 UV 광으로 경화될 수 있다.
- [0022] 그 다음에 몰드(30)가 웨이퍼(12)로부터 제거됨으로써, 도 5의 구조가 되고, 결과로서 생기는 실리콘 층(36)이 각각의 LED 다이(10)를 캡슐화한다. 도식된 실시예에서, 실리콘 층(36)은 실질적으로 반구형 모양을 갖도록 형성된다. 실리콘 층(36)의 두께는, LED 광이 투명한 실리콘 층(36)을 통해 램버트 패턴으로 확장하기 때문에 중요하지 않다.
- [0023] 그 다음에 웨이퍼(12)는 이용되는 실리콘(34)의 타입에 따라, 실리콘 층(36)을 부가적으로 굳어지게 하기 위해 대략 250℃의 경화후 온도하에 있을 수 있다. 파우더 형태의 에폭시 몰딩 화합물 또는 다른 적절한 폴리머와 같은 실리콘 이외의 물질들이 이용될 수 있다.
- [0024] 실리콘 층(36)은 또한 사출 성형(injection molding)을 이용하여 형성될 수 있고, 여기서 웨이퍼(12)와 몰드는 합쳐지고, 액체 실리콘은 입구를 통해 몰드 내로 압력 주입되고(pressure-injected) 진공이 생성된다. 몰드 캐비티들 사이의 작은 채널들은 실리콘이 모든 캐비티를 채울 수 있게 한다. 실리콘은 그 다음에 가열에 의해 경화되고, 몰드는 웨이퍼(12)로부터 분리된다.
- [0025] 실리콘 층(36)은 아래 설명되는 바와 같이 LED 다이로부터 균일한 인광체 층을 분리하는 역할을 한다.
- [0026] 도 5는 웨이퍼(12)의 표면에 그리고 실리콘 층(36)에 라미네이트되는 미리 형성된 인광체 층(38)을 예시한다. 인광체 층(38)은 웨이퍼(12)와 동일한 사이즈일 수 있다. 인광체 층(38)은 타겟 컬러 방출을 실현하기 위해, YAG, 적색, 또는 녹색 인광체, 또는 인광체들의 임의의 결합과 같은 적절한 인광체 파우더로 형성된다. 인광체 층(38)을 생성하기 위해, 인광체 파우더는 타겟 밀도를 실현하도록 실리콘과 혼합되고, 인광체 층(38)은 타겟 두께를 갖도록 형성된다. 원하는 두께는 평평한 표면 상에 혼합물을 스핀 또는 인광체 층을 몰드하는 것에 의해 획득될 수 있다.
- [0027] 인광체 층(38)이 경화된 후에, 인광체 층(38)은 청색 광원을 이용하여 인광체 층(38)에 동력을 공급하고(energizing) 광 방출을 측정함으로써 테스트될 수 있다. 청색 LED들은 일반적으로 약간 상이한 우세한 파장을 방출하기 때문에, 청색 LED들은 서브마운트 웨이퍼(12) 상에 실장되기 전에 테스트될 수 있고, LED들은 그들의 우세한 파장들에 따라 비닝된다. 그 다음에 다양한 두께들 또는 인광체 밀도들의 미리 형성된 인광체 층들이 특정 빈들로부터의 LED들과 매칭되어, 결과로서 생기는 컬러 방출들은 모두 동일한 타겟 백색 포인트(또는 CCT)일 수 있다. 서브마운트 웨이퍼(12) 상의 모든 LED 다이가 동일한 빈으로부터 오고 인광체 층(38)이 이전에 그 빈과 매칭되었다면, 컬러 방출은 타겟 CCT일 것이다.
- [0028] 일 실시예에서, 인광체 층(38)은 수백 마이크로미터 두께 정도이고 매우 유연성 있다.
- [0029] 도 5에 도식된 바와 같이, 매칭된 인광체 층(38)은 웨이퍼(12) 위에 배치되고, 모든 공기를 제거하기 위해 인광체 층(38)과 웨이퍼(12) 사이에 진공이 끌어당겨진다(drawn). 이것은 실리콘 층(36)과 웨이퍼(12)를 컨포멀하게(conformally) 코팅할 것이다. 그 다음에 구조는 실리콘 층(36)에 인광체 층(38)의 실리콘을 접착하기 위해 가열된다.
- [0030] LED 다이 위에 인광체를 형성하기 보다는 미리 형성된 인광체 층을 라미네이트함으로써, 균일한 인광체 두께 및 밀도가 보장된다. 균일한 인광체 시트를 생성하는 것은 매우 쉽다. 실리콘 층(36)을 이용하여 LED 다이(10)로부터 인광체 층(38)을 이격함으로써, 인광체 층(38)에서의 광자 밀도가 감소되고, 인광체의 열적 저하 문제들이 존재하지 않고, 실리콘 층(36)의 굴절률은 추출 효율성을 증가시키기 위해 맞춰질 수 있고, 인광체 층(38) 성능에 영향을 미치는 몰드 허용오차들이 존재하지 않는다. 어떠한 몰드 오정렬도 인광체 층에 영향을 미치지 않기 때문에, 컬러 균일성이 향상된다. 청색 LED 광은 모든 각에서 동일한 두께의 인광체 층(38)을 통과하기 때문에, 컬러 대 시야각은 일관적이다.
- [0031] 미리 형성된 라미네이트된 인광체 층(38)의 다른 이점은, 인광체 층은 복수의 층으로 형성될 수 있고, 각각의 층은 커스터마이징(customize)되고 정확하게 형성된다는 것이다. 도 6-10은 웨이퍼(12) 상에 라미네이트될 수 있는 일부 다층 인광체 층들을 예시한다. 바람직한 실시예에서, 층들을 함께 라미네이트하는 용이함으로 인해 다층 시트가 미리 형성되고, 시트가 테스트되고 나서 웨이퍼(12)에 단일 시트로서 라미네이트된다. 대

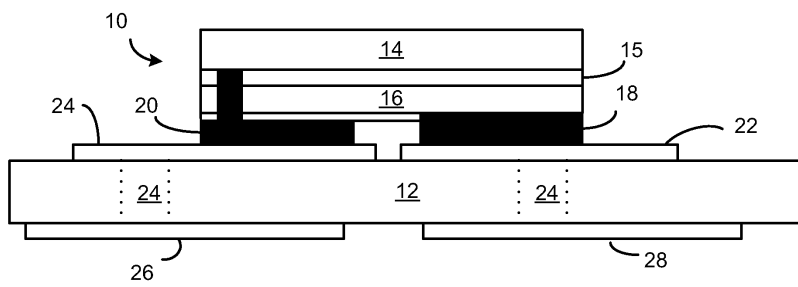
안적으로, 복수의 층이 웨이퍼(12) 상에 개별적으로 라미네이트될 수 있다.

- [0032] 도 6은 위에 놓이는 YAG 인광체 층(42)을 갖는 적색 인광체 층(40)을 예시한다. 적색 인광체 층(40)은 더 따뜻한 백색을 생성하기 위해 커스터마이즈되는데, 그 이유는 황색-녹색 YAG 인광체는 하쉬(harsh) 백색을 생성하는 경향이 있기 때문이다. 녹색 인광체가 YAG 대신에 이용될 수 있다. 원하는 컬러 특성들을 생성하기 위해 임의의 수의 인광체 층이 형성될 수 있다. 일 실시예에서, UV LED 다이가 이용되고 층들 중 하나가 청색 인광체 층이다. 복수의 인광체 층들이 가열 및 압력 및/또는 진공을 이용하여 별개로 형성되고 함께 라미네이트될 수 있다.
- [0033] 도 7은 최상부 인광체 층(44)이 TIR을 줄이기 위해 또는 광 산란 또는 다른 광학 효과들의 증가를 실현하기 위해서 그의 표면 위에 아주 작은 렌즈들(또는 다른 광학 요소들)을 갖도록 몰드될 수 있는 것을 예시한다.
- [0034] 도 8은 라미네이트된 층들 중 하나는 청색광이 통과하게 하지만 더 긴 파장 광을 반사하는 크로매틱 반사기(46)일 수 있는 것을 예시한다. 이러한 식으로, 인광체들에 의해 생성되는 광은 LED 다이(10)에 의해 흡수되지 않지만 항상 위쪽으로 반사된다.
- [0035] 도 9는 최상부 인광체 층(48)이 각각의 LED에 대해 동일한 타겟 CCT를 실현하기 위해 웨이퍼(12) 상의 개별 청색 LED 다이들(10)과 매칭되도록 상이한 두께들을 갖도록 몰드될 수 있는 것을 예시한다.
- [0036] 도 10은 인광체 층(42)이 착색 컬러 필터(pigmented color filter), 광 산란 층(예를 들어, TiO_2 의 입자들을 포함하는 실리콘), 또는 다른 타입의 층일 수 있는 비-인광체 광학 층(50)으로 라미네이트될 수 있는 것을 예시한다.
- [0037] 도 11은 LED들 위에 실리콘 렌즈를 형성하기 위해 몰드(60)에 합쳐지는 라미네이트된 인광체 층(38)을 갖는 웨이퍼(12)를 예시한다. 이것은 실리콘의 굴절률 및 렌즈의 모양을 맞춤으로써 라미네이트된 인광체 층(38)을 보호하고, 임의의 원하는 방출 패턴을 생성하고, 광 추출을 증가시킬 것이다.
- [0038] 도 11에서, 몰드(60)는 반구형 렌즈(66)(도 12)를 형성하기 위해 실리콘(64)으로 채워지는 캐비티들(62)을 포함한다. 몰딩 프로세스는 도 3과 관련하여 설명된 바와 동일할 수 있다. 렌즈(66)는 그 대신에 측면 방출 렌즈(side-emitting lens) 또는 임의의 다른 타입의 렌즈일 수 있다. 렌즈(66)는 심지어 출력 컬러 온도를 시프트(shift)하기 위해 그 안에 인광체 파우더(예를 들어, 적색 인광체)를 가질 수 있다.
- [0039] 도 12는 경화후에 몰드(60)로부터 제거되는 웨이퍼(12)를 도시한다.
- [0040] 일 실시예에서, 내부로 반사되는 청색 광자들의 퍼센티지를 줄이기 위해 제1 실리콘 층(38)은 1.4의 굴절률을 갖고, 렌즈(66)는 1.5의 굴절률을 갖는다. 외부 렌즈(66)를 위한 몰드는 광 추출 효율을 증가시키기 위해 거칠게 된 외부 표면을 생성할 수 있다.
- [0041] 미리 형성된 인광체 층(38)의 라미네이트를 이용함으로써, 몰드 허용오차들은 컬러 방출 또는 컬러 대 시야각에 영향을 미치지 않는다. 동일한 빈으로부터의 많은 LED들이 웨이퍼 스케일에서 동시에 프로세싱되고 인광체 층(38)은 큰 시트로서 라미네이트되기 때문에, LED들은 (50K보다 작은) 매우 타이트한 허용오차로 타겟 CCT를 발생하고, 프로세싱은 비교적 용이하다.
- [0042] 그 다음에 서브마운트 웨이퍼(12)는 개별 LED들/서브마운트들을 형성하기 위해 단일화되고, 하나의 이러한 LED가 도 13에 도시된다. 인광체 층(38)은 단일화된 서브마운트의 에지들에 이어진다는 것에 주목한다.
- [0043] 본 개시에서, "서브마운트 웨이퍼"라는 용어는 LED 다이들의 어레이를 위한 지지대를 의미하는 것으로 의도되고, 웨이퍼 상의 전기적 콘택트들은 LED 다이들 상의 전극들에 본딩되고, 웨이퍼는 나중에 단일 서브마운트 상의 하나 이상의 LED를 형성하도록 단일화되고, 서브마운트는 파워 서플라이에 접속될 전극들을 갖는다.
- [0044] 본 발명의 특정 실시예들이 도시되고 설명되었지만, 본 발명으로부터 벗어나지 않고 그의 더 넓은 양태들에서 변경들 및 수정들이 만들어질 수 있고, 따라서 첨부된 청구항들은 본 발명의 진정한 사상 및 범위 내에 있는 바와 같이 모든 그러한 변경들 및 수정들을 그들의 범위 내에 포함한다는 것이 이 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다.

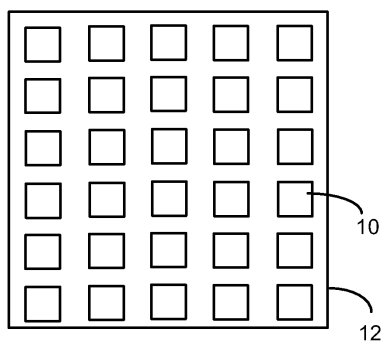
도면

도면1

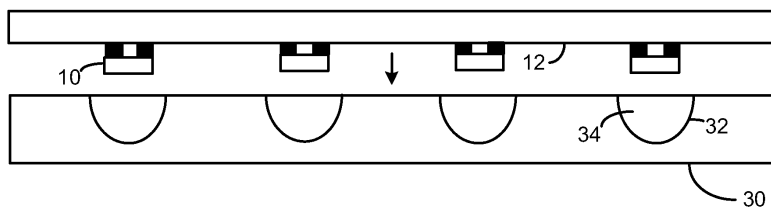
(종래 기술)



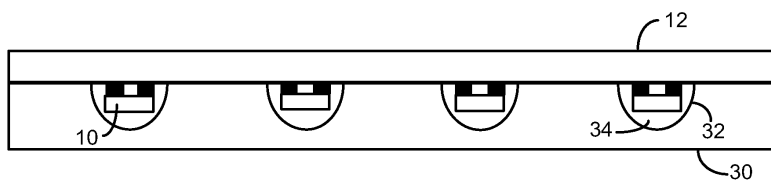
도면2



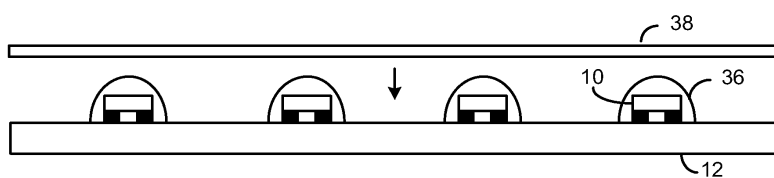
도면3



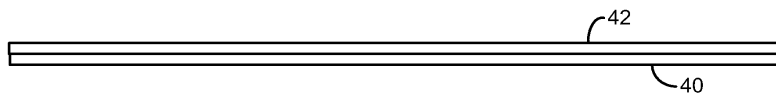
도면4



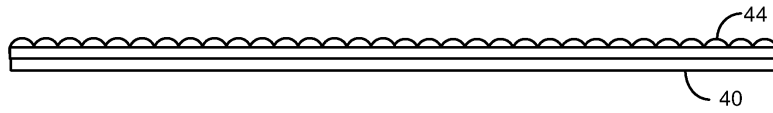
도면5



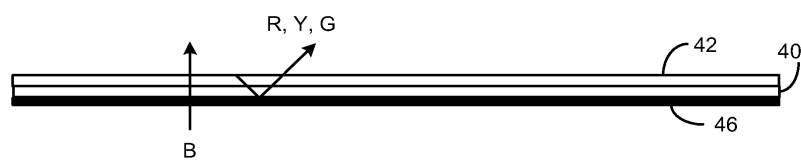
도면6



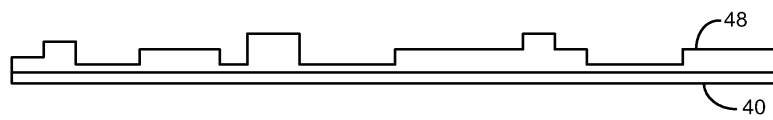
도면7



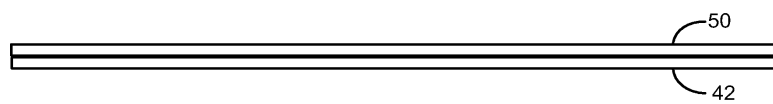
도면8



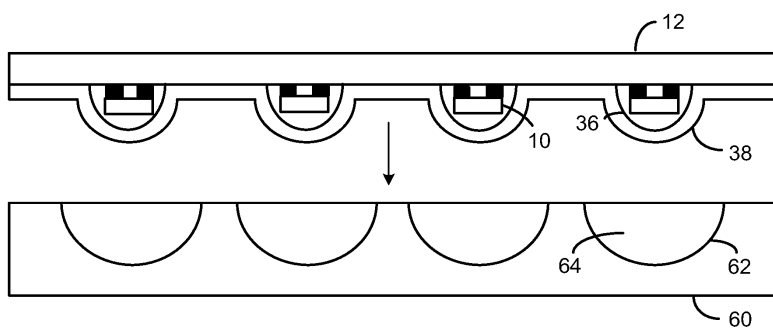
도면9



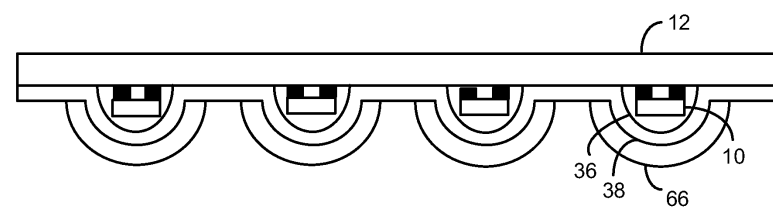
도면10



도면11



도면12



도면13

