



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년01월19일
(11) 등록번호 10-2204220
(24) 등록일자 2021년01월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 25/075 (2006.01) H01L 33/46 (2010.01)
H01L 33/50 (2010.01) H01L 33/60 (2010.01)
(52) CPC특허분류
H01L 25/0753 (2013.01)
H01L 33/46 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7015008
(22) 출원일자(국제) 2013년10월25일
심사청구일자 2018년10월04일
(85) 번역문제출일자 2015년06월05일
(65) 공개번호 10-2015-0082543
(43) 공개일자 2015년07월15일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2013/059664
(87) 국제공개번호 WO 2014/072871
국제공개일자 2014년05월15일
(30) 우선권주장
61/723,342 2012년11월07일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006515963 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 13 항

(73) 특허권자
루미리즈 홀딩 비.브이.
네덜란드 씨엘 스키폴 1118 에버트 반 드 벡스트
라트 1 타워 비5 유닛 107 더 베이스
(72) 발명자
쉬릭커, 에이프릴 던
네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크
캠퍼스 5 내
백텔, 한스-헬무트
네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크
캠퍼스 5 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
양영준, 백만기

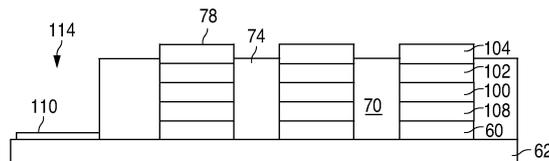
심사관 : 이종환

(54) 발명의 명칭 필터 및 보호층을 포함하는 발광 디바이스

(57) 요약

본 발명의 실시예들에 따른 방법은 마운트(62)에 부착되는 복수의 LED(60)를 제공하는 것을 포함한다. 필터(102)는 복수의 LED 중 적어도 하나에 부착된다. 보호층(104)은 필터 위에 형성된다. 반사층(74)은 마운트 위에 형성된다. 보호층 위에 배치되는 반사층의 부분은 제거된다.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

H01L 33/501 (2013.01)
H01L 33/502 (2013.01)
H01L 33/505 (2013.01)
H01L 33/60 (2013.01)
H01L 2933/0025 (2013.01)
H01L 2933/0041 (2020.05)

(72) 발명자

마이, 킴 케빈

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크 캠퍼스 5 내

디드리히, 토마스

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크 캠퍼스 5 내

보겔스, 주스트 피터 안드레

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크 캠퍼스 5 내

맥켄스, 우베

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크 캠퍼스 5 내

하이드만, 마티아스

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호벤 하이 테크 캠퍼스 5 내

(56) 선행기술조사문헌

JP2012521066 A*
JP2012525697 A*
US20070145350 A1*
US20100296312 A1*
W02011134777 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

마운트에 부착되는 복수의 LED를 제공하는 단계;

인광체를 포함하는 파장 변환 구조체(wavelength converting structure) 상에 필터를 형성하는 단계;

상기 파장 변환 구조체를 상기 복수의 LED 중 적어도 하나에 접촉시킴으로써 상기 필터를 상기 복수의 LED 중 적어도 하나에 부착시키는 단계;

상기 필터 상에, 상기 필터와 직접 접촉하도록 보호층(protective layer)을 형성하는 단계;

상기 마운트 위에 반사층(reflective layer)을 형성하는 단계; 및

상기 보호층의 상단을 노출시키도록 상기 보호층 위에 배치되는 상기 반사층의 부분을 제거하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 파장 변환 구조체는 파장 변환 세라믹(wavelength converting ceramic)인, 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 필터는 다이크로익 필터(dichroic filter)인, 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 파장 변환 구조체를 상기 LED에 접촉시키는 단계는 상기 파장 변환 구조체와 상기 LED 사이에 실리콘 본딩층(bonding layer)을 배치하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 실리콘 본딩층 내에 파장 변환 물질을 배치하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 파장 변환 구조체 상에 필터를 형성하는 단계는 파장 변환 구조체들의 웨이퍼 상에 필터를 형성하는 단계를 포함하고,

상기 방법은

상기 파장 변환 구조체를 상기 LED에 접촉시키기 전에 파장 변환 구조체들의 상기 웨이퍼를 다이싱(dicing)하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

필터를 형성하기 전에, 평활한(smooth) 표면을 형성하기 위해 상기 파장 변환 구조체 위에 물질을 배치하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 9

마운트에 부착된 복수의 LED;

상기 LED들 위에 배치되고 인광체를 포함하는 파장 변환 구조체;

상기 파장 변환 구조체 위에 배치된 필터;

상기 필터 상에, 상기 필터와 직접 접촉하도록 배치된 투명한 보호층; 및

인접하는 LED들 사이에 배치되고 상기 투명한 보호층의 상단을 노출시키는 반사성 물질을 포함하는 구조체.

청구항 10

삭제

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 파장 변환 구조체는 파장 변환 세라믹인, 구조체.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 파장 변환 구조체와 상기 복수의 LED 사이에 배치된 본딩층을 더 포함하는 구조체.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 본딩층 내에 배치된 파장 변환 물질을 더 포함하는 구조체.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 필터는 다이크로익 필터인, 구조체.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 필터와 상기 파장 변환 구조체 사이에 배치된 평활층(smoothing layer)을 더 포함하는 구조체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 필터 및 보호층(protective layer)을 갖는 발광 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광 다이오드(light emitting diode: LED)들, 공진 캐비티 발광 다이오드(resonant cavity light emitting diode: RCLD)들, 수직 캐비티 레이저 다이오드(VCSEL)들, 및 단면 발광 레이저(edge emitting laser)들을 포함하는 반도체 발광 디바이스들은 현재 사용 가능한 가장 효율적인 광원들에 속한다. 가시 스펙트럼에 걸쳐 작동할 수 있는 고휘도 발광 디바이스들의 제조에서 현재 관심이 있는 재료계들은, III-V족 반도체들, 특히 3족

질화물 재료들이라고도 하는 갈륨, 알루미늄, 인듐과 질소의 2원, 3원, 및 4원 합금(alloy)들을 포함한다. 통상적으로, 3족 질화물 발광 디바이스들은, 금속-유기 화학 기상 증착(metal-organic chemical vapor deposition: MOCVD), 분자 빔 에피택시(molecular beam epitaxy: MBE), 또는 다른 에피택셜(epitaxial) 기술들에 의해 사파이어, 탄화 규소, 3족 질화물, 또는 다른 적절한 기판 상에서, 상이한 조성들 및 도펀트 농도들의 반도체 층들의 스택(stack)을 에피택셜하게 성장시킴으로써 제조된다. 스택은 보통, 예를 들어 Si으로 도핑(doping)되고 기판 상에서 형성되는 1 이상의 n형 층들, n형 층이나 층들 상에서 형성되는 활성 영역(active region) 내의 1 이상의 발광 층들, 및 예를 들어 Mg로 도핑되고 활성 영역 상에서 형성되는 1 이상의 p형 층들을 포함한다. 전기적 접촉들이 n형 및 p형 영역들 상에서 형성된다.

[0003] 도 1은 US 7,256,483에서 보다 상세히 설명되는 플립 칩 LED(flip chip LED)를 도시한다. 그 LED는 사파이어 성장 기판(도시되지 않음)에서 성장되는 n-형 층들(16), 활성 층(18), 및 p-형 층들(20)을 포함한다. p-층(20) 및 활성층(18)의 일부들은 LED를 형성하는 공정 동안 식각되고(etched away), 금속(50)(본딩 금속을 추가한 금속화 층)은 p-접촉 금속(24)과 동일한 면에서 n-층(16)과 접촉한다. 언더필 재료(underfill material)(52)는, LED에 걸쳐 열 구배(thermal gradient)들을 감소시키기 위해, LED와 패키지 기판 사이의 부착에 기계적 강도를 추가하기 위해, 그리고 LED 재료와의 접촉으로부터의 오염을 방지하기 위해, LED 밑의 보이드(void)들에서 퇴적될 수 있다. n-금속(50) 및 p-금속(24)은 패키지 기판(12) 상에서 패드들(22A 및 22B)에 각자 본딩된다. 패키지 기판(12) 상의 접촉 패드들(22A 및 22B)은, 비아(via)들(28A 및 28B) 및/또는 금속 트레이스들을 사용하여 납땀가능 전극들(26A 및 26B)에 연결된다. 성장 기판은, n-형 층(16)의 표면을 노출시키며 제거된다. 이 표면은, 광 추출(light extraction) 증가를 위해 예를 들어 KOH 용액을 사용한 광전기화학적 식각(photo-electrochemical etching)에 의해 조면화(roughening)된다.

발명의 내용

[0004] 필터를 가진 발광 디바이스를 제공하는 것이 본 발명의 목적이다. 필터는 보호층에 의해 보호된다.

[0005] 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 마운트에 부착된 복수의 LED를 제공하는 것을 포함한다. 필터는 복수의 LED 층 적어도 하나에 부착된다. 보호층은 필터 위에 형성된다. 반사층(reflective layer)은 마운트 위에 형성된다. 보호층 위에 배치된 반사층의 부분은 제거된다.

[0006] 본 발명의 실시예들은 마운트에 부착된 복수의 LED를 포함한다. 필터는 LED들 위에 배치된다. 투명층(transparent layer)은 필터 위에 배치된다. 반사성 물질(reflective material)은 인접한 LED들 사이에 배치된다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 조면화된 상부 표면을 갖는 플립 칩 LED를 도시하는 도면.

도 2는 마운트 상에 배치된 일군의 LED들을 도시하는 평면도.

도 3은 마운트 상에 배치된 LED들을 도시하는 단면도.

도 4는 파장 변환층(wavelength converting layer) 상에 배치된 필터를 도시하는 단면도.

도 5는 필터 위에 보호층을 형성한 후의 도 4의 구조체를 도시하는 도면.

도 6은 싱글레이션(singulation) 후의 도 5의 구조체를 도시하는 도면.

도 7은 도 3에 도시된 LED들에 부착된 도 6의 구조체들을 도시하는 단면도.

도 8은 구조체 위에 반사층을 형성한 후의 도 7의 구조체를 도시하는 도면.

도 9는 보호층의 상단 표면을 노출시키기 위하여 반사층을 얇게 한 후의 도 8의 구조체를 도시하는 도면.

도 10은 필터와 파장 변환층 사이에 배치된 평활층(smoothing layer)을 도시하는 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 특정 응용들의 사양들을 만족시키기 위해서, LED들에 의해 방출된 광을 필터링하는 것이 때때로 필요하다. 본 발명의 실시예들에서, 필터는 LED에 의해 방출되는 광의 경로에 배치된다. 보호층은 LED의 동작 및/또는 프로세싱 동안 필터를 보호하기 위하여 필터 위에 형성될 수 있다. 아래의 예들에서 반도체 발광 디바이스들이 청

색광 또는 UV 광을 방출하는 3족 질화물 LED들이지만, 레이저 다이오드들과 같은 LED들 이외의 반도체 발광 디바이스들, 그리고 다른 III-V족 재료들, III족 인화물, III족 비화물, II-VI족 재료들, ZnO 또는 Si계 재료들과 같은 다른 재료 시스템들로부터 만들어지는 반도체 발광 디바이스들도 사용될 수 있다.

[0009] 도 2는 마운트에 부착된 일 군의 LED들(60)의 평면도이다. 도 2에서, 네 개의 LED들(60)이 2×2 배열로 마운트(62)에 부착되어 도시된다. 본 출원에 의해 나타나는 바와 같이, 단일한 LED 또는 임의의 수의 LED들(60)이 임의의 적합한 배열로 마운트(62)에 부착될 수 있다. 몇몇 실시예에서 마운트(62) 상의 본드패드들(bond pads)(72)은 LED들(60)에 전력을 공급하기 위해 사용된다.

[0010] 이하의 도면들에서 임의의 LED(60)는 예를 들어 LED의 상단 표면에서 광의 대부분을 방출하도록 구성된 플립 칩 디바이스일 수 있다. 임의의 적절한 LED가 사용될 수 있지만, 적절한 LED(60)의 한 예가 도 1에 도시된다. III족 질화물 LED를 형성하기 위하여, 당해 기술에 알려진 바와 같이 III족 질화물 반도체 구조체가 성장 기관 상에 먼저 성장된다. 성장 기관은 예컨대 사파이어, SiC, Si, GaN 또는 복합체 기관(composite substrate)과 같은 임의의 적합한 기관일 수 있다. 반도체 구조체는 n-형과 p-형 영역들 사이에 개재되는(sandwiched) 광 방출 또는 활성 영역을 포함한다. n-형 영역은 우선 성장될 수 있으며, 예를 들어 버퍼층(buffer layer) 또는 핵화층(nucleation layer)과 같은 준비층, 및/또는 성장 기관의 제거를 용이하게 하도록 설계된 층들을 포함하는 상이한 조성(compositions)과 도펀트 농도(dopant concentration)의 복수의 층을 포함할 수 있는데, 그 층은 n-형이거나 의도적으로 도핑되지 않은, 효과적으로 광을 방출하기 위한 광 방출 영역에 바람직한 특성의 광학적, 물리적 또는 전기적 특성들을 위하여 만들어진 n-형 또는 심지어 p-형 디바이스 층들일 수 있다. 광 방출 또는 활성 영역은 n-형 영역 위에 성장된다. 적절한 광 방출 영역의 예는 단일한 두껍거나 얇은 광 방출 층, 또는 배리어층들(barrier layers)로 분리된 복수의 얇거나 두꺼운 광 방출 층을 포함하는 다중 양자 우물 광 방출 영역(multiple quantum well light emitting region)을 포함한다. 그다음에 p-형 영역이 광 방출 영역 위에 성장할 수 있다. n-형 영역과 같이, p-형 영역은 의도적으로 도핑되지 않은 층들 또는 n-형 층들을 포함하여 상이한 조성, 두께, 및 도펀트 농도의 복수의 층을 포함할 수 있다. 디바이스의 모든 반도체 물질의 총 두께는 몇몇 실시예에서는 10 μm 미만이고, 몇몇 실시예들에서는 6 μm 미만이다. 몇몇 실시예에서는, p-형 영역이 먼저 성장되고 활성 영역 및 n-형 영역이 후속된다.

[0011] 금속 p-접촉부는 p-형 영역 상에 형성된다. 광의 대부분이 플립 칩 디바이스 내에서와 같이 p-접촉부 반대쪽 표면을 통해 반도체 구조체 밖으로 향하게 되는 경우, p-접촉부는 반사성일 것이다. 플립 칩 디바이스는 금속 n-접촉부가 그 위에 형성되어있는 n-형 영역의 표면을 드러내는 메사(mesa)를 형성하기 위해, 표준 포토리소그래피 공정(standard photolithographic operations)에 의해 반도체 구조체를 패터닝화(patterning)하고 p-형 영역의 전체 두께의 일부와 광 방출 영역의 전체 두께의 일부를 제거하기 위하여 반도체 구조체를 식각함으로써 형성될 수 있다. 메사 및 p-접촉부 및 n-접촉부는 임의의 적절한 방법으로 형성될 수 있다. 메사 및 p- 및 n-접촉부들을 형성하는 것은 본 기술분야의 숙련된 자에게 잘 알려져 있다.

[0012] 도 3은 마운트(62)에 부착된 네 개의 LED(60)의 간략한 단면도이다. LED들은 2×2 배열, 선형 배열 또는 임의의 다른 적절한 배치의 일부일 수 있다. 도시된 4개보다 더 많거나 더 적은 LED들이 단일한 마운트(62) 상에 마운트될 수 있다. LED들(60)은 p- 및 n-접촉부들, 골드 스타드 범프들(gold stud bumps) 또는 임의의 다른 적합한 연결 매커니즘을 통해 마운트(62)에 연결될 수 있다. 예로서, 실리콘 또는 임의의 다른 적절한 물질과 같은 언더필 물질(underfill material)은 LED들(60)과 마운트(62) 사이에서 LED들(60) 아래의 임의의 공간에 주입될 수 있다. 마운트(62)와 언더필은 성장 기관을 제거하는 것과 같은 추후의 공정 단계들 동안 반도체 구조체를 기계적으로 지지할 수 있다. 임의의 적절한 마운트가 사용될 수 있다. 적절한 마운트들의 예들은 실리콘 웨이퍼 또는 세라믹 웨이퍼, 금속 구조체, 또는 임의의 다른 적합한 마운트와 같이, 반도체 구조체에 전기적 연결들을 형성하기 위한 도전성 비아(conductive vias)를 가진 절연(insulating) 또는 반절연(semi-insulating) 웨이퍼를 포함한다. 몇몇 실시예에서는, 성장 기관을 제거하는 것과 같은 프로세싱 동안 반도체 구조체를 지지하기 위하여, 두꺼운 금속 본딩 패드들(bonding pads)이 반도체 구조체 상에 형성된다. 성장 기관은 LED들(60)을 마운트(62)에 부착하기 전 또는 후에 부분적으로 또는 전체적으로 제거될 수 있거나, 성장 기관이 디바이스의 일부로 남을 수 있다. 성장 기관을 제거하여 노출된 반도체 구조체는 광 추출을 증가시키기 위하여 조면화되거나 패터닝되거나 텍스처링(textured)될 수 있다.

[0013] 도 3에 의해 도시된 것과는 별도의 프로세스에서, 파장 변환층이 도 4, 5 및 6에 도시된 바와 같이 준비된다.

[0014] 도 4에서, 필터층(filter layer)(102)은 파장 변환 구조체(100) 상에 형성된다. 파장 변환 구조체(100)는 LED들에 의해 방출되는 광을 흡수하고 상이한 파장의 광을 방출하는 하나 이상의 파장 변환 물질들을 포함하는 미

리 만들어진(prefabricated) 파장 변환 부재(wavelength converting member){즉, 도 3의 LED들(60) 및 마운트(62)와는 별도로 형성된 자립적인(self-supporting) 파장 변환 부재}이다. 적절한 파장 변환 구조체(100)의 한 예는 자립적인 파장 변환 세라믹 슬래브(slab)이다. 파장 변환 세라믹은 예를 들어 소결되어(sintered) 자립적인 슬래브로 되는 분말 인광체(powder phosphor)일 수 있다. 슬래브는 일반적으로 인광체 그 자체 외의 바인더(binder) 물질을 포함하지 않는다. 예를 들어, 적절한 슬래브들은 몇몇 실시예에서 50 μ m 이상의 두께, 몇몇 실시예에서 500 μ m 이하의 두께, 몇몇 실시예에서 100 μ m 이상의 두께, 및 몇몇 실시예에서 300 μ m 이하의 두께일 수 있다. 적절한 파장 변환 구조체(100)의 다른 예는 자립적인 구조체를 형성하기 위해 투명 물질(transparent material) 내에 배치된 분말 파장 변환 물질이다. 적절한 투명 물질들의 예들은 실리콘, 유리, 및 에폭시를 포함한다.

[0015] 파장 변환 구조체(100)의 파장 변환 물질(들)은 종래의 인광체들(phosphors), 유기 인광체들(organic phosphors), 양자 점들(quantum dots), 유기 반도체들(organic semiconductors), II-VI족 또는 III-V족 반도체들, II-VI족 또는 III-V족 반도체 양자 점들 또는 나노결정들(nanocrystals), 염료들(dyes), 중합체들(polymers) 또는 냉광을 발하는(luminesce) 물질들일 수 있다. $0 < x < 1$, $0 < y < 1$, $0 < z \leq 0.1$, $0 < a \leq 0.2$ 및 $0 < b \leq 0.1$ 인 $(Y, Gd, La, Lu, T, Pr, Sm)_3(Al, Ga, In)_5O_{12}:Ce$, $(Lu_{1-x-y-a-b}Y_xGd_y)_3(Al_{1-z}Ga_z)_5O_{12}:Ce_aPr_b$ 와, $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ (YAG), $Lu_3Al_5O_{12}:Ce$ (LuAG), $Y_3Al_{5-x}Ga_xO_{12}:Ce$ (YAlGaG), $(Ba_{1-x}Sr_x)SiO_3:Eu$ (BOSE)와 같은 가넷계 인광체들(garnet-based phosphors), 및 $(Ca, Sr)AlSiN_3:Eu$ 및 $(Ca, Sr, Ba)_2Si_3N_8:Eu$ 와 같은 질화물계 인광체들(nitride-based phosphors)을 포함하지만 그에 제한되지 않는 임의의 적절한 분말 인광체가 사용될 수 있다.

[0016] 파장 변환 구조체(100)는 단일한 파장 변환 물질, 파장 변환 물질들의 혼합, 또는 함께 섞이는 대신 분리된 층들로 형성된 복수의 파장 변환 물질을 포함할 수 있다. 상이한 색들의 빛을 방출하는 파장 변환 물질들은 파장 변환 구조체(100)의 분리된 영역들 내에 배치되거나 함께 섞일 수 있다.

[0017] 필터층(102)은 파장 변환 구조체(100)의 한 면 상에 퇴적될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 필터층(102)은 다이크로익 필터(dichroic filter)이다. 다이크로익 필터는 Nb_2O_5 , SiO_2 , TiO_2 및 임의의 다른 적절한 물질과 같은 고대하는 물질들의 얇은 층들(thin layers of alternating materials)로 구성될 수 있다. 필터층(102)의 두께는 몇몇 실시예에서 10nm 이상, 몇몇 실시예에서 5 μ m 이하의 두께, 몇몇 실시예에서 1 μ m 이상의 두께, 및 몇몇 실시예에서 2 μ m 이하의 두께일 수 있다. 필터층(102) 내의 층들의 총 수는 몇몇 실시예에서 2 층 이상, 몇몇 실시예에서 50 층 이하, 몇몇 실시예에서 10 층 이상, 몇몇 실시예에서 30 층 이하일 수 있다. 각각의 층이 동일한 두께일 수 있거나, 상이한 두께의 층들이 사용될 수 있다. 다이크로익 필터층(102)은 메가트론 스퍼터링(megatron sputtering), DC 스퍼터링, 플라즈마 기상 증착(plasma vapor deposition), 화학적 기상 증착(chemical vapor deposition), 증발(evaporation)을 포함하는 임의의 적절한 기술에 의하여 파장 변환 구조체(100) 상에 퇴적될 수 있다.

[0018] 몇몇 실시예에서, 도 10에 도시된 바와 같이, 평활층(103)은 파장 변환 구조체(100)와 필터(102) 사이에 배치된다. 파장 변환 구조체(100)의 표면은 필터(102)의 효율성에서 역할을 할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 필터(102)의 성능은 그것이 더 평활한 경우 개선된다; 그에 맞춰, 필터(102)가 그 위에 배치되는 평활한 표면을 형성하도록 설계된 평활층(103)은 필터(102)의 퇴적(deposition) 전에 파장 변환 구조체(100) 상에 형성될 수 있다. 예를 들어, 파장 변환 세라믹 슬래브는 10nm 내지 600 μ m의 표면 RMS(root mean square; 실효치) 조도(roughness)를 가질 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서 RMS 조도가 300 μ m 보다 큰 경우, 필터(102)를 형성하기 전에 평활층(103)이 파장 변환 구조체(100) 위에 형성될 수 있다. 평활층(103)은 예를 들어 Nb_2O_5 , 하나 이상의 실리콘 산화물, 하나 이상의 티타늄 산화물, 하나 이상의 실리콘 질화물, 하나 이상의 전이 금속 산화물(transition metal oxides), 또는 하나 이상의 전이 금속 질화물(one or more transition metal nitrides)일 수 있다. 예를 들어, 평활층(103)은 몇몇 실시예에서 5nm 이상의 두께, 몇몇 실시예에서 500 μ m 이하의 두께, 몇몇 실시예에서 1 μ m 이상의 두께, 몇몇 실시예에서 20 μ m 이하의 두께일 수 있다.

[0019] 다이크로익 필터층(102)의 두께의 편차들은 디바이스로부터 추출된 "색 구름(color cloud)"의 크기를 바람직하지 않게 증가시킬 수 있고/있거나(즉, 디바이스로부터 추출된 색 포인트들의 분산), 파장 변환 물질들과 LED들에 의해 방출된 결합 스펙트럼(combined spectrum)의 색 타겟팅을 방해할 수 있다.

[0020] 따라서, 도 5에서, 투명한 비-파장 변환 보호층(clear non-wavelength converting protective layer)(104)이 필터층(102) 위에 생성된다. 이 보호층(104)은 예를 들어, 실리콘 화합물들 KJR9222A/B 및 KRJ9226D뿐만 아니라 다른 재료들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 보호층(104)은 층들(102 및 104) 사이의 경계에서의 손실

들을 회피하기 위해 필터층(102)과 동일한 굴절률을 갖는다. 보호층(104)은 예를 들면, 스크린 인쇄, 라미네이션(lamination), 오버몰딩(overmolding), 캐스팅(casting) 등을 포함하는 다양한 기술들 중 임의의 것을 이용하여 필터층(102) 위에 형성될 수 있다.

- [0021] 필터층(102) 위의 보호층(104)의 형성을 용이하게 하기 위해, 필터층(102)에 산소 플라즈마, UV 오존, 및 그 비슷한 것과 같은 처리들이 일반적으로 2 내지 30분 동안 실시될 수 있다. 이 처리의 유효성을 최대화하기 위해, 보호층(104)의 형성과 처리 사이의 지연은, 만약 있다면, 몇 시간을 초과하지 않아야 한다.
- [0022] 보호층(104)의 두께는 마이크로 비드 블라스팅(micro-bead blasting), 또는 두께를 감소시키는 다른 프로세스들의 영향들의 예상된 제어 정도에 의존할 것이고, 2에서 100 μm의 범위일 수 있다. 종래의 프로세싱 기술들을 가정하면, 20 내지 40 μm의 보호층 두께가 일반적으로 충분할 것이다. 실리콘이 보호 재료로서 사용되는 경우, 경화(curing)의 스케줄은 80°C에서 1 시간, 그리고 나서 120°C에서 1 시간, 그 후에 150°C에서 4 시간일 수 있다.
- [0023] 적절한 보호층(104)의 다른 예는 필터층(102)의 상부에 형성된 Nb₂O₅, TiO₂, SiO₂, 또는 TaO₂의 단일층과 같은 광학적으로 투명한 고체 상태 필름(optically transparent solid state film)이다. 고체 상태 보호층(104)의 이점은 고체 상태 보호층이 상술된 다이크로익 필터(102)와 동일한 도구로 동일한 시간에 퇴적되는 경우 프로세싱 단계들의 수가 줄어들 수 있다는 것이다. 고체 상태 보호층(104)은 몇몇 실시예에서 5 μm 이하의 두께일 수 있고, 몇몇 실시예에서 500nm 이하의 두께일 수 있다.
- [0024] 도 6에서, 파장 변환 구조체(100), 필터층(102), 평활층이 존재하는 경우에는 그 평활층(103), 및 보호층(104)을 포함하는 구조체가 영역들(106)에서 예를 들어, 소잉(sawing) 또는 임의의 적절한 기술에 의하여 다이싱(diced)된다.
- [0025] 도 7에서, 다이싱된 구조체들은 LED들(60)에 부착되는데, 그 LED들은 마운트(62)에 부착된다. 한 본드 패드(110)가 마운트(62)의 좌측 상에 도시된다. 각각의 파장 변환 구조체(100)는 접착제(adhesive)(108)에 의해 LED(60)에 연결될 수 있다. 임의의 적절한 접착제가 사용될 수 있다. 적절한 접착제의 한 예는 LED들(60) 위에, 필터층(102)에 반대되는 파장 변환 구조체(100)의 표면 상에, 또는 양 표면들 상에 배치되는 실리콘이다. 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 접착제(108)는 각각의 LED(60) 위에 정적 제공(dropwise-dispensed){한 방울씩 연속하여 제공(dispensed as a series of drops)}된다.
- [0026] 몇몇 실시예에서, 파장 변환 물질은 접착층(adhesive layer)(108) 내에 배치될 수 있다. 예를 들어, 분말 인광체는 실리콘 접착층(108)과 섞일 수 있고, 그다음에 LED들(60) 위에 배치될 수 있다.
- [0027] 몇몇 실시예에서 파장 변환 구조체(100) 및 접착층(108)과 같은 디바이스 내의 임의의 파장 변환 구조체들 내의 파장 변환 물질들, 사용된 파장 변환 물질의 양, 필터 물질들 및 두께의 선정(selection)은 LED(60)에 의해 방출된 광의 피크(peak) 파장에 맞추도록(match) 선택되어, 구조체를 나가는 파장 변환 광 및 LED(60)로부터의 변환되지 않은 펌프 광(unconverted pump light)의 결합은 예를 들어 색 포인트 및 루멘 출력에 대한 미리 결정된 사양을 만족시킨다.
- [0028] LED들(60)로부터 방출된 변환되지 않은 광은, 그럴 필요가 있는 것은 아니지만 종종 구조체로부터 추출된 광의 최종 스펙트럼의 일부이다. 혼한 조합들의 예들은 황색-방출 파장 변환 물질과 결합된 청색-방출 LED, 녹색- 및 적색-방출 파장 변환 물질들과 결합된 청색-방출 LED, 청색- 및 황색- 방출 파장 변환 물질들과 결합된 UV-방출 LED, 및 청색-, 녹색-, 적색-방출 파장 변환 물질들과 결합된 UV-방출 LED를 포함한다. 다른 색들의 광을 방출하는 파장 변환 물질들은 구조체로부터 방출된 광의 스펙트럼을 조정하기(tailor) 위해 추가될 수 있다.
- [0029] 몇몇 실시예에서, LED들(60)은 청색인 피크 파장을 가진 광을 방출하고, 파장 변환 구조체(100)는 LED들(60)에 의해 방출된 광을 흡수하고 녹색 및/또는 황색 광을 방출하는 하나 이상의 파장 변환 물질들을 포함하며, LED들(60)로부터의 청색 광 또는 파장 변환 구조체(100)로부터의 파장 변환된 광을 흡수하고 적색 광을 방출하는 인광체와 같은 파장 변환 물질은 접착층(108) 내에 배치된다. 몇몇 실시예에서, LED들(60)은 청색인 피크 파장을 가진 광을 방출하고, 파장 변환 구조체(100)는 LED들(60)에 의해 방출된 광을 흡수하고 녹색, 황색, 및 적색광 중 일부 또는 전부를 방출하는 하나 이상의 파장 변환 물질을 포함하여, 추가적인 파장 변환 물질이 접착층(108) 내에 배치되지 않는다.
- [0030] 도 8에서, 반사성 물질(74)은 LED들(60)과 마운트(62) 위에 형성된다. 반사성 물질(74)은 인접하는 LED들(60) 사이의 영역들(70)을 채운다. 반사성 물질(74)은 예를 들어, 실리콘과 같은 투명하거나 반사성인 서포팅 매트

릭스(supporting matrix) 내에 배치된 알루미늄 산화물 입자들 또는 TiO₂와 같은 반사성 입자들일 수 있다. 반사성 물질 층(74)은 예를 들어, 반사성 입자들과 서포팅 매트릭스의 혼합(mixture)을 영역들(70) 내로 압축하는 것 또는 몰딩을 포함하는 임의의 적절한 기술로 형성될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 반사성 물질(74)은 각각의 디바이스 위의 보호층(104)의 상단들 위의 영역들(76) 내에 배치될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 반사성 물질(74)은 도 8에 도시된 바와 같이 본딩 패드(110) 위에 반사성 물질의 더 얇은 영역(112)을 형성하는 것을 가능하게 하는 몰딩과 같은 기술에 의해 형성된다.

[0031] 도 9에서, 반사성 물질(74)은 LED들(60) 위의 보호층(104)의 상단들(78)을 노출시키고 영역(114) 내의 본딩 패드(110)를 노출시키기 위하여 얇아진다. 보호층(104)은 반사성 물질(74)이 제거되는 동안 필터층(102)을 손상으로부터 보호한다. 여분의 반사성 물질(74)이 예를 들어 식각, 또는 마이크로 비드 블라스팅(micro bead blasting), 웨트 비드 블라스팅(wet bead blasting), 드라이 비드 블라스팅(dry bead blasting) 및 그라인딩(grinding)과 같은 기계적 기술들을 포함하는 임의의 적절한 기술에 의해 제거될 수 있다. 예를 들어, 드라이 비드 블라스팅에서, 80 μm 베이킹 소다 입자들은 공기의 흐름(stream) 내에서 반사성 물질(74)의 표면에 부딪칠 수 있다. 다른 예에서, 웨트 비드 블라스팅에서, 워터 슬러리(water slurry) 내의 180 μm 플라스틱 입자들은 반사성 물질(74)의 표면을 향하게 된다. 상이한 식각 매커니즘들에 덕분에, 드라이 비드 블라스팅은 보호층(104)이 실리콘일 때 적절하고, 웨트 비드 블라스팅은 보호층(104)이 실리콘이나 Nb₂O₅, TiO₂, 또는 SiO₂와 같은 고체 상태 물질일 때 적절하다.

[0032] 보호층(104) 층은 바람직하지 않게 색 포인트 구름을 증가시킬 수 있는 두께 편차들을 잠재적으로 회피하여 필터층(102)의 두께를 보호하고 보존한다. 보호층(104)은 필터층(102)의 천공(punch-through) 손상을 허용하지 않으면서 여분의 반사성 물질(74)을 제거하기 위하여 사용되는 기술의 제거 편차를 수용할 수 있도록 충분히 두꺼워야 한다. 반사성 물질(74)은 보호층(104)에 비해 제거 프로세스에 대한 저항력이 적을 수 있다. 여분의 반사성 물질(74)을 제거하기 위해 사용되는 기술은 광 추출을 개선할 수 있는 보호층(104)의 표면 조면화를 용이하게 할 수 있다.

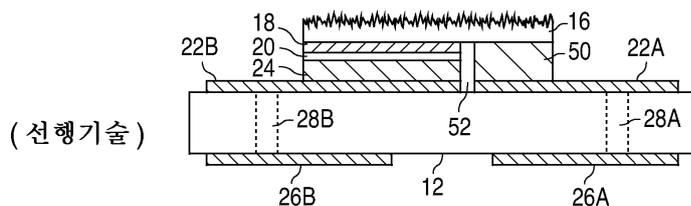
[0033] 몇몇 실시예에서, 여분의 반사성 물질(74)이 제거된 뒤, 도 9에 도시된 바와 같이 보호층(104)의 상부 표면(78)이 노출된다. LED들(60) 사이의 영역들(70)의 반사성 물질(74)은 광이 LED들(60)의 측면들과 과장 변환 구조체(100)의 측면들로부터 빠져나가는 것을 예방하여, LED들(60), 과장 변환 구조체(100), 및 필터층(102)의 상단을 통하여 대부분의 광이 추출되게 한다. 몇몇 실시예에서, 반사성 물질(74)은 도 9에 도시된 바와 같이, LED들(60), 과장 변환 구조체, 필터(102) 및 보호층(104)의 일부의 측면들과 직접 접촉하고 있다. 몇몇 실시예에서, 반사성 물질(74)의 상부 표면은 보호층(104)의 상부 표면(78)의 높이이다(평평하게 된다).

[0034] 몇몇 실시예에서, 보호 필름(68)의 상부 표면(78)은 광 추출을 증가시키기 위하여 조면화되거나 텍스처링되거나 패터닝될 수 있다. 표면 상의 조면화, 텍스처링 또는 패터닝은 여분의 반사성 물질(74)을 제거하는 것과 동일한 프로세스에 의해 또는 하나 이상의 별도의 프로세싱 단계들에서 형성될 수 있다.

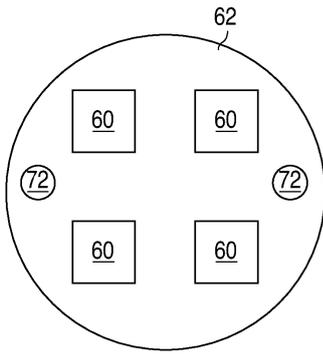
[0035] 본 발명을 상세히 설명하였기 때문에, 당업자들은 본 개시 내용이 주어지면, 본 명세서에서 설명된 발명 개념의 사상에서 벗어남 없이 본 발명에 수정들이 행해질 수 있다는 것을 이해할 수 있다. 그러므로, 본 발명의 범위는 도시되고 설명된 특정 실시예들에 제한되는 것으로 의도되지 않는다.

도면

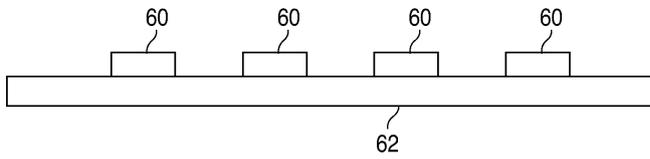
도면1



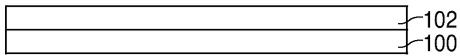
도면2



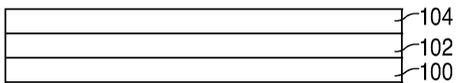
도면3



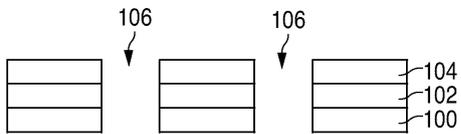
도면4



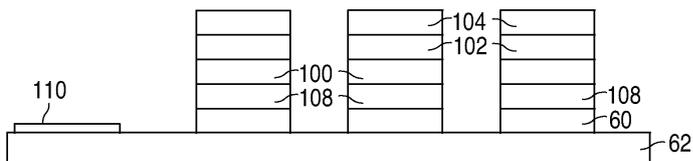
도면5



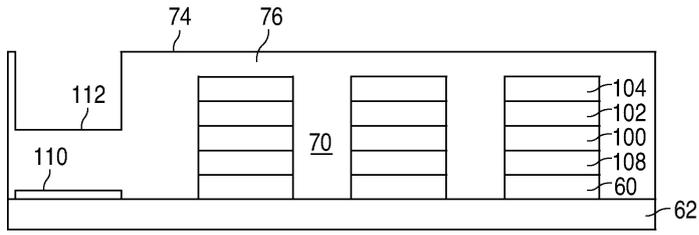
도면6



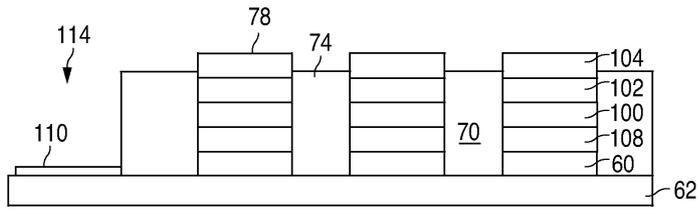
도면7



도면8



도면9



도면10

