(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0139938
(43) 공개일자 2013년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F21V 9/10 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7010301
(22) 출원일자(국제) 2011년10월04일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년04월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/054827
(87) 국제공개번호 WO 2012/047937
국제공개일자 2012년04월12일
(30) 우선권주장
61/390,091 2010년10월05일 미국(US)
61/427,411 2010년12월27일 미국(US)

(71) 출원인
인터매틱스 코포레이션
미국 캘리포니아 94538 프리몬트 46430 프리몬트 불러바드
(72) 발명자
유안, 시앙롱
미국 캘리포니아주 94539 프리몬트 에스코바 스트리트 360
멜먼, 조나단
미국 캘리포니아주 94582 샌 라몬 밀스트림 레인 2344
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인아주양헌

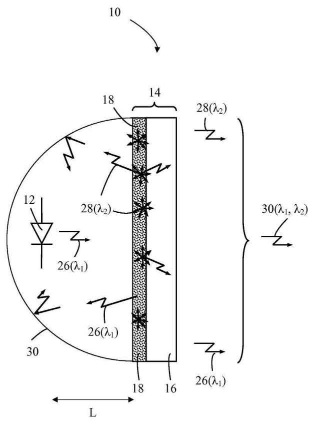
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 **포토루미네센스 파장 변환을 구비한 고체상태 발광 디바이스 및 표지판**

(57) 요 약

고체상태 발광 디바이스는 여기광을 발생시키도록 동작 가능한 고체상태 발광 소자(LED) 및 포토루미네센스 물질의 입자와 관 반사 물질의 입자의 혼합물을 포함하는 파장 변환 구성요소를 포함한다. 인광체는 여기광의 적어도 일부를 흡수하고 다른 컬러의 광을 방사한다. 디바이스의 방사 산물은 LED와 인광체에 의해 발생된 조합광을 포함한다. 파장 변환 구성요소는 광투과성이며, 인광체와 반사 물질의 혼합물이 층으로서 제공되거나 또는 기판의 용적 전역에 균질하게 분포되는 광투과성 기판을 포함한다. 대안적으로, 파장 변환 구성요소는 광 반사성일 수 있으며, 인광체와 광 반사 물질의 혼합물은 광 반사면 상에 층으로서 제공된다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자
다이, 빙
미국 캘리포니아주 94536 프리몬트 #170 프리몬트 블러바드 36000
왕, 강
미국 캘리포니아주 95035 밀피타스 카펠라 웨이 416
에드워즈, 찰스
미국 캘리포니아주 94566 플레젠튼 엔트라다 드라이브 4380

특허청구의 범위

청구항 1

여기광을 발생시키도록 동작 가능한 적어도 하나의 고체상태 발광 소자; 및

적어도 하나의 포토루미네센스 물질(photolumiescence material)의 입자와 광 반사 물질의 입자의 혼합물을 포함하는 포토루미네센스 파장 변환 구성요소를 포함하는 발광 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 분포되는 면적은 상기 발광 소자의 발광 면적의 적어도 50배인 것인 발광 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 파장 변환 구성요소는 상기 적어도 하나의 발광 소자로부터 적어도 5㎜의 거리에 위치 가능한 것인 발광 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 광 반사 물질은 0.01㎛ 내지 10㎛; 0.01㎛ 내지 1㎛; 및 0.1㎛ 내지 1㎛로 이루어진 군으로부터 선택되는 범위에 있는 입자 크기를 가지는 것인 발광 디바이스.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 포토루미네센스 물질에 대한 광 반사 물질의 중량% 장입량은 0.01% 내지 10%; 0.01% 내지 1%; 0.1% 내지 1%; 및 0.5% 내지 1%로 이루어진 군으로부터 선택되는 범위에 있는 것인 발광 디바이스.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 광 반사 물질은 산화마그네슘, 이산화티타늄, 황산바륨 및 이들의 조합물로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 발광 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 파장 변환 구성요소는, 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 적어도 하나의 층으로서 제공되는 광투과성 기판; 도광체(light guide)로서 구성되는 기판으로서, 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 상기 도광체의 일면의 적어도 일부 상에 제공되는 것인 상기 기판; 및 용적 전역에 균질하게 분포되는 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물과, 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 적어도 하나의 층으로서 제공되는 광 반사면을 가지는 광투과성 기판으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 발광 디바이스.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 적어도 하나의 고체상태 발광 소자는 440㎚ 내지 480㎚의 파장 범위에 있는 피크 파장을 가지는 청색 여기광을 발생시키도록 동작 가능한 LED를 포함하는 것인 발광 디바이스.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 포토루미네센스 물질과 상기 광 반사 물질의 혼합물은 적어도 0.8㎠의 면적에 걸쳐서 분포되는 것인 발광 디바이스.

청구항 10

제1항에 있어서, 광 반사 물질의 입자는, 상기 입자가 적어도 하나의 인광체 물질에 의해 발생된 광보다 상대적으로 많은 여기광을 산란시키는 정도의 입자 크기에 상응하는 것인 발광 디바이스.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 포토루미네센스 파장 변환 구성요소에 인접한 광 확산층을 추가로 포함하는 발광 디바이스.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 광 확산층은 상기 입자가 상기 적어도 하나의 포토루미네센스 물질에 의해 발생된 광보다 상대적으로 많은 여기광을 산란시키는 정도의 입자 크기에 상응하는 광 반사 물질의 입자를 포함하는 것인 발광 디바이스.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 광 반사 물질은 100㎚ 내지 150㎚의 범위에 있는 입자 크기를 가지는 것인 발광 디바이스.

청구항 14

제1항에 있어서, 사익 적어도 하나의 포토루미네센스 물질은 인광체 또는 양자점(quantum dot)을 포함하는 것인 발광 디바이스.

청구항 15

제1항에 있어서, 발광 표지로서 구성된, 발광 디바이스.

청구항 16

적어도 하나의 포토루미네센스 물질의 입자와 광 반사 물질의 입자의 혼합물을 포함하는 고체상태 발광 디바이스를 위한, 파장 변환 구성요소.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 광 반사 물질은 0.01㎛ 내지 10㎛; 0.01㎛ 내지 1㎛; 및 0.1 내지 1㎛로 이루어진 군으로부터 선택된 범위에 있는 입자 크기를 가지는 것인 파장 변환 구성요소.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 적어도 하나의 포토루미네센스 물질에 대한 광 반사 물질의 중량% 장입량은 0.01% 내지 10%; 0.01% 내지 1%; 0.1% 내지 1%; 및 0.5% 내지 1%로 이루어진 군으로부터 선택된 범위에 있는 것인 파장 변환 구성요소.

청구항 19

제16항에 있어서, 상기 파장 변환 구성요소는, 상기 적어도 하나의 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 적어도 하나의 층으로서 제공되는 광투과성 기판; 도광체로서 구성되어, 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 상기 도광체의 일면의 적어도 일부 상에 제공되는 것인 광투과성 기판; 용적 전역에 균질하게 분포되는 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물과, 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 적어도 하나의 층으로서 제공되는 광 반사면을 가지는 광투과성 기판으로 이루어진 군으로부터 선택되는 것인 파장 변환 구성요소.

청구항 20

제16항에 있어서, 상기 포토루미네센스 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 적어도 0.8㎠의 면적에 걸쳐서 분포되는 것인 파장 변환 구성요소.

청구항 21

제16항에 있어서, 상기 광 반사 물질의 입자는 해당 입자가 적어도 하나의 인광체 물질에 의해 발생된 광보다 상대적으로 많은 여기광을 산란시키는 정도의 입자 크기에 상응하는 것인 파장 변환 구성요소.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 광 반사 물질은 100nm 내지 150nm의 범위에 있는 입자 크기를 가지는 것인 파장 변환 구성요소.

청구항 23

제16항에 있어서, 상기 포토루미네센스 파장 변환 구성요소에 인접한 광 확산층을 추가로 포함하는 파장 변환 구성요소.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 광 반사층은 입자가 상기 적어도 하나의 인광체 물질에 의해 발생된 광보다 상대적으로 많은 여기광을 산란시키는 정도의 입자 크기에 상응하는 상기 광 반사 물질의 입자를 포함하는 것인 파장 변환 구성요소.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 일부 실시예들은 고체상태 발광 소자에 의해 발생된 광을 필요한 컬러의 광으로 변환하도록 포토루미네센스 파장 변환을 사용하는 고체상태 발광 디바이스 및 표지판에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 백색 발광 LED("백색 LED")는 종래에 공지되어 있으며, 상대적으로 최근의 혁신이다. 긴 동작 수명 기대(50,000 시간 초과) 및 높은 발광 효율(와트당 70 루멘 이상)로 인하여, 고휘도 백색 LED는 종래의 형광등, 콤팩트 형광등 및 백열등 소스를 대체하도록 점점 더 사용되고 있다.

[0003] 전자기파 스펙트럼의 청색/자외선 부분에서의 LED 방사가 개발되기까지, LED에 기초한 백색 광원을 개발하는 것이 실현되지 않았다. 예를 들어, 미국 특허 제5,998,925호에 교시된 바와 같이, 백색 LED는, LED에 의해 방사된 복사의 일정 비율을 흡수하고 다른 컬러의 복사(파장)를 재방사하는 하나 이상의 포토루미네센스 물질(예를 들어, 인광체 물질)을 포함한다. 전형적으로, LED 칩 또는 다이(die)는 청색광을 발생시키고, 인광체(들)는 청색광의 일정 비율을 흡수하고, 황색광 또는 녹색광 및 적색광, 녹색광 및 황색광, 녹색광 및 오렌지색광, 또는 황색광 및 적색광의 조합을 재방사한다. 인광체에 의해 방사된 광과 조합되는, 인광체에 의해 흡수되지 않은 LED에 의해 발생된 청색광의 부분은 컬러에서 거의 백색인 것으로 사람의 눈에 보이는 광을 제공한다.

[0004] LED 광에 의해 발생되는 정확한 컬러는, 이것이 얻어지는 광의 컬러를 결정하는 인광체 방사광의 양(및 파장)과 잔류 청색광의 양(및 파장)의 조합이기 때문에, 인광체 물질에 의해 방사되는 광의 양에 크게 의존한다. 그러므로, 불충분한 양의 인광체 물질을 가지는 인광체 기반 LED 디바이스가 백색으로 보이는 광을 발생시키는데 실패하게 되기 때문에, 백색광을 발생시키도록 의도된 인광체 기반 LED 디바이스는 정확하게 기능하도록 충분한 양의 인광체를 요구하게 된다.

[0005] 인광체 물질이 상대적으로 비싸고, 그러므로 인광체 기반 LED 디바이스를 제조하기 위한 비용의 상당한 부분에 해당하는 문제가 있다. 전형적으로, LED 광에서의 인광체 물질은 실리콘 또는 에폭시 물질과 같은 광투과성 물질과 혼합되고, 혼합물은 LED 다이의 발광면에 직접 적용된다. 이러한 것은 LED 다이 상에 직접 배치된 인광체 물질의 작은 풋프린트 층(footprint layer)을 유발하고, 인광체 물질의 상당한 비용때문에 부분적으로 제조하는데도 여전히 비싸다.

[0006] Li의 미국 특허 공개 제2008/02118992 A1호에 개시된 바와 같이, LED 다이로부터 물리적으로 멀리 떨어진 광학 구성요소 상에 층으로서 인광체 물질을 제공하거나 또는 광학 구성요소 내에 인광체 물질을 결합하는 것이 또한 공지되어 있다. 이러한 것은 전형적으로 앞의 문단에서 기술된 접근보다 훨씬 큰 풋프린트를 가지는 인광체 물질의 층을 유발한다. 그 큰 크기 때문에, 이러한 "멀리 떨어진 인광체" LED 디바이스를 제조하는데 훨씬 많은 양의 인광체가 통상적으로 요구된다. 그 결과, 이러한 멀리 떨어진 인광체 LED에 필요한 증가된 양의 인광체 물질을 제공하는데 또한 비용이 상응하게 더욱 많이 든다. 예를 들어, Li 등의 미국 특허 공개 제2007/0240346 A1호는, 필요한 컬러의 광을 발생시키도록 발광 표지판 표면(light emitting signage surface) 상의 인광체 물질을 여기하도록 LED로부터의 청색광이 사용되는 고체상태 발광 표지를 교시한다. 많은 양의 인광체 물질은 디바

이스가 그 의도된 광 기능성을 위해 적절한 컬러를 제공하도록 발광 표지판 표면의 확장(expanse)을 덧붙이도록 통상적으로 존재하여야만 한다.

[0007] 그러므로, 종래의 접근에 요구되는 많은 양의 포토루미네센스 물질(예를 들어, 인광체 물질)을 요구함이 없이 디바이스의 필요한 컬러 특성을 유지하는 LED 조명 장치를 시행하는 개선된 접근이 필요하다.

발명의 내용

[0008] 본 발명의 일부 실시예의 목적은 공지된 디바이스의 한계를 적어도 부분적으로 극복하는 발광 디바이스, 발광 표지(light emitting sign), 포토루미네센스 파장 변환 구성요소, 및 포토루미네센스 표지판 표면을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 실시예는, 청색광 여기성(blue light excitable) 포토루미네센스(예를 들어, 인광체 물질)의 입자를 포함하는 포토루미네센스 파장 변환 구성요소 또는 포토루미네센스 발광 표지판 표면을 여기하도록 사용되는 청색광을 발생시키도록 동작하는 하나 이상의 고체상태 발광 소자, 전형적으로 LED를 포함하는 고체상태 발광 디바이스 및 표지판에 관한 것이다. 본 발명의 일부 실시예에 따라서, 그리고 인광체 물질에 의한 포토루미네센스 광을 증가시키도록, 파장 변환 구성요소 및/또는 표지판 표면은 광 반사 물질의 입자("광 산란 물질"로서 또한 지칭됨)를 인광체 물질과 결합하는 것을 추가로 포함한다. 향상된 광 발생은 인광체 물질의 입자와 LED 발생광의 충돌의 수를 증가시키는 광 반사 물질로부터 유발되며, 이러한 것은 선택된 방사 산물(emission product) 컬러를 발생시키는 인광체 물질의 사용량을 감소시킨다.

[0010] 본 발명의 일부 실시예들에 따라서, 발광 디바이스는 청색광을 발생시키도록 동작 가능한 적어도 하나의 고체상태 발광 소자, 및 적어도 하나의 인광체 물질의 입자와 광 반사 물질의 입자의 혼합물을 포함하는 포토루미네센스 파장 변환 구성요소를 포함하며, 적어도 하나의 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 큰 풋프린트 면적, 예를 들어 적어도 0.8㎠의 면적 위에 분포된다. 특히, 인광체 물질과 함께 광 반사 물질의 입자를 포함하는 것은 인광체 물질에 의한 포토루미네센스 광 발생을 증가시킬 수 있다. 포토루미네센스 광 발생의 증가는 인광체 물질의 입자와 광자의 충돌 가능성을 증가시키는 광 반사 물질로부터 유발된다. 일부 실시예들에서, 광 반사 물질의 포함은 주어진 방사 산물 컬러 및 강도에 대해 33% 이상까지 인광체 물질 사용을 잠재적으로 감소시킬 수 있다. 본 발명의 일부 실시예는 인광체 물질을 포함하는 파장 변환 구성요소가 발광 소자로부터 인광체 물질로 열의 전달을 감소시키도록 발광 소자에 대해 "멀리" 제공되는 디바이스에 관한 것이다. 본 출원과 관련하여, "멀리 떨어진" 및 "멀리 떨어져"는 예를 들어 에어 갭 또는 광투과성 매체에 의해 물리적으로 분리되는 것을 의미한다. 멀리 떨어진 인광체 디바이스에서, 인광체 물질은 발광 소자의 발광면의 면적보다 훨씬 큰 면적 위에 분포된다. 본 발명의 일부 실시예에 따라서, 인광체 물질과 광 반사 물질이 분포되는 면적은 발광 소자의 발광 면적의 적어도 50배이다. 더욱이, 일부 실시예에서, 파장 변환 구성요소는 발광 소자로부터 적어도 5㎜의 거리에 위치되며, 바람직하게는 갭, 예를 들어 에어 갭에 의해 분리된다. 고체상태 에미터로부터 인광체 물질을 분리하는 것은 인광체 물질에 대한 열 전달을 감소시키고 인광체 물질의 열적 열화(thermal degradation)를 감소시킨다.

[0011] 유익하게는, 일부 실시예들에서 채택된 광 반사 물질은 가능한 높은 반사도를 가지며, 바람직하게는 적어도 0.9의 반사율을 가진다. 광 반사 물질은 산화마그네슘(MgO), 이산화티타늄(TiO_2), 황산바륨($BaSO_4$) 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 바람직하게는, 광 반사 물질은 0.01㎛ 내지 10㎛, 0.01㎛ 내지 0.1㎛ 또는 0.1㎛ 내지 1㎛의 범위에 있는 입자 크기를 가진다.

[0012] 일부 실시예에서 인광체 물질은 바람직하게는 2 내지 60㎛의 범위, 전형적으로 10 내지 20㎛의 범위에 있는 입자 크기를 가진다. 광 반사 물질 입자 크기가 바람직하게는 적어도 10의 인수(factor)만큼 인광체 물질 입자 크기보다 작게 되는 것이 유익한 것으로 믿어진다. 일부 실시예에서 인광체 물질에 대한 광 반사 물질의 중량% 장입량(weight percent loading)은 0.01% 내지 10%, 0.1% 내지 1% 또는 0.5% 내지 1%의 범위에 있을 수 있다.

[0013] 한 실시예에서, 파장 변환 구성요소는 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 적어도 하나의 층으로서 제공되는 광투과성 기판을 포함한다. 상기 구성요소는 구성요소를 통과하는 청색광의 일정 비율이 인광체 물질에 의해 다른 컬러의 광으로 변환될 수 있도록 광투과성 윈도우로서 구성될 수 있다. 대안적으로, 상기 구성요소는, 광 가이드(도파관)와 기판의 일면의 적어도 일부 상에 제공되는 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물로서 구성될 수 있다. 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 스크린 인쇄에 의해 기판의 표면에 유익하게 적용될 수 있다. 대안적으로, 혼합물은 잉크젯 프린팅, 스핀 코팅 또는 닥터 블레이딩에 의해 기판 상에 침착될 수 있다. 바람직하게는, 광투과성 기판은 아크릴, 폴리카보네이트, 에폭시, 실리콘 또는 유리를 포함한다.

[0014] 또 다른 배열에서, 파장 변환 구성요소는 그 용적 전역에 균질하게 분포되는 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물을 가지는 광투과성 기판을 포함한다. 바람직하게는, 광투과성 기판은 아크릴, 폴리카보네이트, 에폭시, 실리콘, 또는 유리를 포함한다.

[0015] 추가의 배열에서, 파장 변환 구성요소는 광 반사성이며, 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 적어도 하나의 층으로서 제공되는 광 반사면을 포함할 수 있다. 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 잉크젯 프린팅, 스핀 코팅 또는 닥터 블레이딩에 의해 기판 상에 침착될 수 있다. 광 반사 기판은 임의의 광 반사면을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 적어도 0.9의 반사율을 가진다. 광 반사면은 은, 알루미늄, 크롬과 같은 광택 금속면; 광 반사 폴리머, 광 반사 종이 또는 광 반사 페인트를 포함할 수 있다.

[0016] 일부 실시예에서, 적어도 하나의 고체상태 발광 소자는 440㎚ 내지 480㎚의 파장 범위에서 피크 파장을 가지는 청색광을 발생시키도록 동작할 수 있는 LED를 포함한다. 대안적으로, 고체상태 발광 소자(들)는 레이저 또는 레이저 다이오드를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일부 실시예들의 추가의 양태에 따라서, 고체상태 발광 소자를 위한 포토루미네센스 파장 변환 구성요소는 적어도 하나의 포토루미네센스 물질의 입자와 광 반사 물질의 입자의 혼합물을 포함하고, 적어도 하나의 포토루미네센스 물질의 입자와 광 반사 물질의 입자의 혼합물은 적어도 0.8㎠의 면적 위에 분포된다. 광 반사 물질은 바람직하게는 가능한 높은, 바람직하게는 적어도 0.9의 반사율을 가지며, MgO, TiO_2, $BaSO_4$ 또는 그 조합의 입자를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 광 반사 물질은 0.01㎛ 내지 10㎛; 0.01㎛ 내지 1㎛ 또는 0.1 내지 1㎛의 범위에 있는 입자 크기를 가진다.

[0018] 인광체 물질(들)은 바람직하게는 예를 들어 2㎛ 내지 60㎛, 특히 10㎛ 내지 20㎛의 범위에 있는 입자 크기를 가지는 오쏘실리케이트(orthosilicate), 질화물, 황화물, 옥시-질화물, 옥시-황화물 또는 석류석(YAG) 물질과 같은 무기물을 포함한다.

[0019] 유익하게는, 인광체 물질에 대한 광 반사 물질의 중량% 장입량은 0.01% 내지 10%; 0.01% 내지 1%; 0.1% 내지 1% 또는 0.5% 내지 1%의 범위에 있을 수 있다.

[0020] 파장 변환 구성요소는 광투과성 또는 광 반사성일 수 있다. 성분이 광투과성인 경우에, 상기 구성요소는, 구성요소를 통과하는 청색광의 일정 비율이 인광체 물질(들)에 의해 다른 컬러의 광으로 변환되도록 광투과성 윈도우로서 구성될 수 있다. 대안적으로, 상기 구성요소는 광가이드(도파관)과, 기판의 일면의 적어도 일부 상에 제공되거나 또는 상기 면에 근접한 층에 제공되는 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물로서 구성될 수 있다. 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 (a) 상기 구성요소의 표면의 적어도 일부 상에 하나 이상의 층으로서 제공되거나 또는 (ii) 광투과성 기판의 용적 전역에 균질하게 분포될 수 있다. 광투과성 기판은 광투과성 기판은 아크릴, 폴리카보네이트, 에폭시, 실리콘, 또는 유리와 같은 광투과성 폴리머를 포함할 수 있다. 파장 변환 구성요소가 광 반사성인 경우에, 파장 변환 구성요소는, 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물이 하나 이상의 층으로서 제공되는 광 반사면을 포함할 수 있다. 광 반사면은 은, 알루미늄, 크롬의 금속면, 광 반사 폴리머, 광 반사 종이 또는 카드, 광 반사 페인트를 포함하는, 높은 반사율, 바람직하게는 적어도 0.9을 가진 임의의 표면을 포함할 수 있다. 제작의 용이성을 위하여, 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 프린팅에 의해, 바람직하게는 스크린 인쇄 또는 잉크젯 프린팅; 스핀 코팅 또는 닥터 블레이드에 의해 상기 구성요소 상에 제공될 수 있다.

[0021] 일부 실시예에서, 파장 변환 구성요소 내에서 이용되는 광 반사/산란 물질은 인광체 물질에 의해 발생된 광을 산란시키는 것보다 상대적으로 많은 청색광을 입자가 산란시키도록 선택되는 입자 크기를 가진다. 예를 들어, 광 반사 입자 크기는 적어도 하나의 인광체 물질에 의해 발생된 광을 산란시키는 것보다 상대적으로 적어도 2배만큼 청색광을 입자가 산란시키도록 선택될 수 있다. 이러한 것은 파장 변환층으로부터 방사된 청색광의 보다 높은 비율이 산란되고, 이에 의해 인광체 물질 입자와 광자의 상호 작용 가능성을 증가시키고 포토루미네센스 광의 발생을 유발하는 것을 보장한다. 동시에, 인광체 발생광은 낮은 산란될 가능성으로 통과할 수 있다.

[0022] 광 반사/산란 물질은 인광체 물질을 포함하는 층에 인접하거나 또는 가까이에 있는 별개의 층에서 구현될 수 있다. 별개의 광 반사층은 광 반사/산란 물질 대신에, 및/또는 광 반사/산란 물질에 부가하여, 인광체 물질과 동일한 층 내로 광 반사/산란 물질을 혼합하여 사용될 수 있다. 동일 또는 다른 반사 물질은 인광체 물질과 혼합되는 광 반사 물질과 별개인 광 반사층에서 사용될 수 있다.

[0023] 본 발명의 실시예들은 평면 또는 3차원 및 일부 추가의 용적을 봉입하는지 간에 임의의 형상을 가지는 파장 변

환 구성요소에 적용될 수 있다.

[0024] 본 발명의 일부 실시예의 추가의 양태에 따라서, 발광 표지는, 청색광을 발생시키도록 동작 가능한 적어도 하나의 고체상태 발광 소자와, 적어도 100㎠의 면적 위에 분포된 적어도 하나의 인광체 물질의 입자와 광 반사 물질의 입자의 혼합물을 가지는 광투과성 기판을 포함하는 포토루미네센스 표지판 표면을 포함한다. 인광체 물질의 입자와 광 반사 물질의 입자의 혼합물은 이미지, 그림, 문자, 수치, 디바이스, 패턴 또는 다른 표지판 정보를 정의하는 패턴으로서 구성될 수 있다. 대안적으로, 예를 들어 채널 레터링(channel lettering)을 위해 요구됨으로써, 표지판 표면의 형상은 표지판 정보를 정의하도록 구성될 수 있다.

[0025] 표지가 백라이트인 경우에, 즉, 구성요소를 통과하는 청색광의 일정 비율이 인광체 물질에 의해 다른 컬러의 광으로 변환되도록 광투과성 윈도우로서 구성되는 표지판 표면 뒤에 발광 소자가 위치되는 경우에, 표지판 표면은 바람직하게는 발광 소자로부터 적어도 5㎜의 거리에 위치된다. 대안적으로, 표지는 에지 라이트(edge lit)일 수 있으며, 도광체(light guide)와 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물로서 구성된 기판은 도광체의 발광면의 적어도 일부 상에 제공된다. 일부의 경우에, 기판은 평면이며, 광은 기판의 하나 이상의 가장자리로부터 도광체 내로 결합될 수 있다.

[0026] 일부 실시예에서 광 반사 물질은 0.01㎛ 내지 10㎛; 0.01㎛ 내지 1㎛ 또는 0.1㎛ 내지 1㎛의 입자 크기를 가지는 한편, 인광체 물질은 2㎛ 내지 60㎛, 바람직하게는 10㎛ 내지 20㎛의 입자 크기를 가진다. 인광체 물질에 대한 광 반사 물질의 중량% 장입량은 0.01% 내지 10%; 0.01% 내지 1%; 0.1% 내지 1% 또는 0.5% 내지 1%의 범위에 있을 수 있다. 광 반사 물질은 MgO, TiO_2, $BaSO_4$ 또는 그 조합을 포함할 수 있다.

[0027] 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 스크린 인쇄에 의해 기판 상에 유익하게 제공된다. 대안적으로, 이것은 잉크젯 프린팅, 스핀 코팅 또는 닥터 블레이딩에 의해 기판 상에 침착될 수 있다.

[0028] 광투과성 기판은 아크릴, 폴리카보네이트, 에폭시, 실리콘 및 유리를 포함하는 임의의 광투과성 물질을 포함할 수 있다.

[0029] 본 발명의 또 다른 양태에 따라서, 고체상태 발광 표지를 위한 포토루미네센스 표지판 표면은 적어도 100㎠의 면적 위에 분포된 적어도 하나의 인광체 물질의 입자와 광 반사 물질의 입자의 혼합물을 가지는 광투과성 기판을 포함한다.

[0030] 표지판 표면은 구성요소를 통과하는 청색광의 일정 비율이 다른 컬러의 광으로 변환되도록 광투과성 윈도우로서 구성될 수 있다. 대안적으로, 기판은 광 과이드와, 도광체의 발광면의 적어도 일부 상에, 또는 일부에 근접하여, 일부에 제공된 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물로서 구성될 수 있다.

[0031] 광 반사 물질은 0.01㎛ 내지 10㎛; 0.01㎛ 내지 1㎛ 또는 0.1 내지 1㎛의 입자 크기를 가질 수 있다. 인광체 물질은 2㎛ 내지 60㎛, 바람직하게는 10㎛ 내지 20㎛의 범위에 있는 입자 크기를 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 인광체 물질에 대한 광 반사 물질의 중량% 장입량은 0.01% 내지 10%; 0.01% 내지 1%; 0.1% 내지 1% 또는 0.5% 내지 1%의 범위에 있을 수 있다. 광 반사 물질은 MgO, TiO_2, $BaSO_4$ 또는 그 조합을 포함할 수 있다.

[0032] 바람직하게는, 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 스크린 인쇄에 의해 기판 상에 제공되다. 대안적으로, 이것은 잉크젯 프린팅, 스핀 코팅 또는 닥터 블레이딩에 의해 침착될 수 있다.

[0033] 광투과성 기판은 아크릴, 폴리카보네이트, 에폭시, 실리콘 및 유리를 포함할 수 있다.

[0034] 본 발명을 더욱 잘 이해하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 고체상태 발광 디바이스와 표지는 단지 예의 방식에 의해 첨부된 도면을 참조하여 지금 기술된다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 LED 기반 발광 디바이스의 개략도;

도 2는 공지된 발광 디바이스의 동작 원리를 예시하는 개략도;

도 3은 도 1의 발광 디바이스의 동작 원리를 예시하는 개략도;

도 4는 광 반사 물질의 상이한 중량% 장입량에 대한 본 발명에 따른 LED 기반 발광 디바이스를 위한 방사 강도 대 색도 CIE x의 도표;

도 5는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 LED 기반 발광 디바이스의 개략도;

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 LED 기반 발광 디바이스의 개략도;

도 7은 본 발명의 추가의 실시예에 다른 LED 기반 발광 디바이스의 개략도;

도 8은 도 7의 발광 디바이스의 동작 원리를 예시한 개략도;

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 인광체 파장 변환 구성요소의 개략도;

도 10은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 인광체 파장 변환 구성요소의 개략도;

도 11은 적색광, 녹색광 및 청색광을 위한 상대적 광 산란 대 광회절 입자 크기(nm)의 도표를 도시한 도면;

도 12는 본 발명의 추가의 실시예에 따른 LED 기반 발광 디바이스를 예시한 도면; 및

도 13은 본 발명의 추가의 실시예에 따른 도 12의 LED 기반 발광 디바이스의 단면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 본 발명의 일부 실시예는 청색광 여기성 인광체 물질과 같은 포토루미네센스 물질(예를 들어, 인광체 물질)의 입자를 포함하는 파장 변환 구성요소를 여기하도록 사용되는 여기광(전형적으로 청색)을 발생시키도록 동작 가능한 하나 이상의 고체상태 발광 소자, 전형적으로 LED를 포함하는 발광 디바이스에 관한 것이다. 추가적으로, 파장 변환 구성요소는 인광체 물질에 의한 포토루미네센스 광 발생을 향상시키도록 인광체 물질과 결합되는 광 반사 물질(또한 "광 산란 물질"로서 지칭됨)의 입자를 포함한다. 향상된 광 발생은 인광체 물질의 입자와의 발광 소자(들)에 의해 발생된 광의 충돌의 수를 증가시키는 광 반사 물질로부터 유발된다. 순수 결과는 발광 디바이스를 위한 인광체 물질 사용에서의 감소이다.

[0037] 단지 예시의 목적을 위하여, 다음의 설명은 특히 인광체 물질로서 구현되는 포토루미네센스 물질을 참조하여 만들어진다. 그러나, 본 발명은 인광체 물질 또는 양자점(quantum dot)과 같은 임의의 형태의 포토루미네센스 물질에 적용 가능하다. 양자점은 그 여기가 특정 파장 또는 파장 범위의 광을 방사하도록 복사 에너지에 의해 여기될 수 있는 모든 3차원 공간으로 국한되는 물질(예를 들어, 반도체)의 일부이다. 그리하여, 본 발명은 이러한 것으로 청구되지 않으면 인광체 기반 파장 변환 구성요소로 한정되지 않는다. 부가하여, 본 명세서 전체에 걸쳐, 동일한 도면 부호는 동일한 부분을 인용하도록 사용된다.

[0038] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 LED 백색 기반 발광 디바이스(10)의 개략도이다. 디바이스(10)는 청색 발광 LED(12)와, LED에 대해 멀리 떨어진 포토루미네센스 파장 변환 구성요소(14)를 포함한다. 도시된 바와 같이, 파장 변환 구성요소(14)는 적어도 하나의 면에 인광체 변환층(18)을 가지는 광투과성 윈도우(기판)(16)을 포함할 수 있다. 인광체 변환층(18)은 청색광 여기성 인광체 물질(20)의 입자, 광 반사 물질(22)의 입자, 및 광투과성 바인더 물질(24)의 혼합물을 포함한다. 광투과성 윈도우(16)는 예를 들어 폴리카보네이트, 아크릴, 실리콘 또는 에폭시 또는 석영 유리와 같은 유리와 같은 임의의 광투과성 물질을 포함할 수 있다. 전형적으로, 제작의 용이성을 위해, 광투과성 윈도우(16)는 이것이 의도된 적용에 의존하여 정사각형, 직사각형 또는 다른 형상일 수 있을지라도 형태에 있어서 평면 흔히 디스크 형상이다. 광투과성 윈도우가 디스크 형상인 경우에, 그 지름은 0.8㎠ 내지 80㎠의 면적의 광학 구멍(optical aperture)인 약 1㎝ 내지 10㎝일 수 있다. 대안적인 실시예에서, 광투과성 윈도우(16)가 볼록 또는 오목과 같은 선택된 방향으로 광을 안내하는 광학 구성요소를 포함하는 것이 예측된다. LED(12)로부터 파장 변환 구성요소(14)로 열 전달, 특히 인광체 물질로의 열의 전달을 감소시키도록, 파장 변환 구성요소는 적어도 5㎜의 거리(L)만큼 물리적으로 분리되어 LED에 대해 멀리 떨어져 위치된다. 본 발명의 실시예는, 파장 변환 구성요소, 더욱 중요하게 인광체 물질이 발광 소자로부터 인광체 물질로 열의 전달을 감소시키도록 LED에 대해 멀리 떨어져 제공되는 디바이스에 관한 것이다. 본 출원과 관련하여, "멀리 떨어진"은 예를 들어 에어 갭 또는 광투과성 매체에 의해 물리적으로 분리되는 것을 의미한다. 멀리 떨어진 인광체 디바이스에서, 인광체 물질이 LED의 발광면의 면적(예를 들어, 0.03㎠)보다 훨씬 큰 면적(예를 들어, 0.8㎠ 내지 80㎠)에 분포되는 것을 예측할 것이다. 전형적으로, 인광체 물질은 LED의 발광면적의 적어도 50배, 전형적으로 적어도 100배인 면적 위에 분포된다.

[0039] 청색 LED(12)는 440㎚ 내지 480㎚(전형적으로 465㎚)의 파장 범위에서 피크 파장(λ)을 가지는 청색광(26)을 발생시키도록 동작 가능한 GaN-기반(갈륨 질화물 기반) LED를 포함할 수 있다. 청색 LED(12)는, 청색 여기광(26)으로 파장 변환 구성요소(14)를 조사하도록 구성되며, 청색 여기광의 일정 비율은 인광체 물질(20)에 의해 흡수되고, 인광체 물질은 응답하여 냉 백색 발광 디바이스에 대해 컬러에서 전형적으로 황색-녹색인, 다른 파장(λ

$_2$)의 광(28)을 방사한다. 컬러에서 백색으로 보이도록 구성된 디바이스(10)의 방사 산물(30)은 LED에 의해 방사된 조합광(26)과 인광체 물질(20)에 의해 발생된 광(28)을 포함한다.

[0040] 분말 형태를 하는 인광체 물질(20) 및 광 반사 물질(22)은 폴리머 물질(예를 들어 열 또는 UV 경화성 실리콘 또는 에폭시 물질) 또는 예를 들어 Nazdar's® UV 경화성 리토 클리어 오버프린트(PSLC-294)와 같은 클리어 잉크와 같은 광투과성 바인더 물질(24)과 공지된 비율로 완전히 혼합된다. 혼합물은 균일한 두께의 하나 이상의 층으로서 윈도우(16)의 면에 적용된다. 바람직한 실시예에서, 혼합물은 스크린 인쇄에 의해 광투과성 윈도우에 적용되고, 층의 두께(t)는 프린팅 패스(printing pass)의 수에 의해 제어된다. 당업자에 의해 자명하게 되는 바와 같이, 인광체/반사 물질 혼합물은 잉크젯 프린팅, 스핀 코팅 또는 스퀴즈와 같은 블레이드(예를 들어, 닥터 블레이딩)를 사용하여 표면 위에 혼합물의 스위핑(sweeping)을 포함하는 다른 방법을 사용하여 적용될 수 있다.

[0041] 추가의 실시예에서 광투과성 윈도우 내에 인광체 및 광 반사 물질의 혼합물을 결합하는 것이 예측된다. 예를 들어, 인광체 및 광 반사 물질 혼합물은, 구성요소의 용적 전역에 균질하게 분포되는 인광체 및 광 반사 물질과 함께 파장 변환 구성요소(14)를 형성하도록 압출 또는 사출 성형된 광투광성 폴리머와 폴리머/인광체 혼합물과 혼합될 수 있다.

[0042] LED에 대해 멀리 떨어져 인광체 물질을 위치시키는 것은 다수의 이점, 즉 인광체 물질의 감소된 열적 열화를 제공한다. 추가적으로, 인광체 물질이 LED 다이의 발광면과 직접 접촉하여 제공된 디바이스와 비교하여, 인광체 물질을 멀리 떨어져 제공하는 것은 LED 다이에 의한 후방 산란 광의 흡수를 감소시킨다. 또한, 멀리 떨어져 인광체를 위치시키는 것은 인광체 물질이 LED 다이의 발광면에 직접 인광체를 제공하는 것과 비교하여 훨씬 큰 면적에 제공되기 때문에 보다 일관적인 컬러 및/또는 CCT의 광의 발생을 가능하게 한다.

[0043] 인광체 물질은 예를 들어 일반적인 조성 $A_3Si(O,D)_5$ 또는 $A_2Si(O,D)_4$의 실리케이트 기반 인광체와 같은 무기 또는 유기 인광체를 포함할 수 있으며, 여기에서 Si는 실리콘, O는 산소, A는 스트론튬(Sr), 바륨(Ba), 마그네슘(Mg) 또는 칼슘(Ca)이며, D는 염소(Cl), 불소(F), 질소(N) 또는 황(S)을 포함한다. 실리케이트 기반 인광체는 미국 특허 제7,575,697호(발명의 명칭: "Europium activated silicate-based green phosphor", Intematix Corp.로 양도됨), 미국 특허 제7,601,276gh(발명의 명칭: "Two phase silicate-based yellow phosphor", Intematix Corp.로 양도됨), 미국 특허 제7,601,276호(발명의 명칭: "Silicate-based orange phosphor", Intematix Corp.로 양도됨) 및 미국 특허 제7,311,858호(발명의 명칭: "Silicate-based yellow-green phosphor" Intematix Corp.로 양도됨)에 개시되어 있다. 인광체는 또한, 본 출원인의 동시 계류중인 미국 특허 공개 제S2006/0158090호(발명의 명칭: "Aluminate-based green phosphor") 및 미국 특허 제7,390,437호(발명의 명칭: "Aluminate-based blue phosphor", Intematix Corp.로 양도됨)에서 교시된 바와 같은 알루민산염 기반 물질, 본 출원인의 동시 계류중인 미국 특허 공개 제2008/0111472호(발명의 명칭: "Aluminum-silicate orange-red phosphor")에서 교시된 바와 같은 알루미늄-실리케이트 인광체, 또는 동시 계류중인 2009년 12월 7일 출원된 미국특허 출원 제12/632,550호에서 교시된 바와 같은 질화물 기반 적색 인광체 물질을 또한 포함할 수 있다. 인광체 물질이 본 명세서에 기술된 예들로 한정되지 않고, 질화 및/또는 황화 인광체 물질, 옥시-질화 및 옥시-황화 인광체 또는 석류석 물질(YAG)을 포함하는 임의의 인광체 물질을 포함할 수 있다는 것이 예측될 것이다.

[0044] 인광체 물질은, 10㎛ 내지 20㎛, 및 전형적으로 15㎛의 지름을 가진 형태에 있어서 대체로 구형인 입자를 포함한다. 인광체 물질은 2㎛ 내지 60㎛의 크기의 입자를 포함할 수 있다.

[0045] 광 반사 물질(22)은 높은 반사율, 전형적으로 0.9 이상의 반사율을 가진 분말화된 물질을 포함한다. 광 반사 물질의 입자 크기는 전형적으로 0.1㎛ 내지 10㎛의 범위에 있으며, 바람직한 실시예에서 0.1㎛ 내지 10㎛의 범위 내에 있다. 인광체 물질에 대한 광 반사 물질의 중량% 장입량은 0.1% 내지 10%의 범위에 있으며, 바람직한 실시예에서, 1% 내지 2%의 범위에 있다. 광 반사 물질의 예는 산화 마그네슘(MgO), 이산화티타늄 (TiO_2), 황화바륨($BaSO_4$) 및 그 조합을 포함한다. 광 반사 물질은, 예를 들어 이미 높은 광 반사 물질, 전형적으로 TiO_2의 입자를 포함하는 Norcote International Inc의 슈퍼 화이트 잉크(GN-027SA)와 같은 화이트 잉크를 또한 포함할 수 있다.

[0046] 본 발명의 디바이스의 동작을 기술하기 전에, 공지된 발광 디바이스의 동작은 인광체 파장 변환을 이용하는 냉백색 LED 기반 발광 디바이스의 개략을 도시하는 도 2를 참조하여 기술된다. 본 발명의 디바이스와 마찬가지로, 공지된 디바이스는 광투과성 바인더(24)의 용적 전역에 균질하게 분포되는 인광체 물질 입자(20)를 포함하는 파장 변환 구성요소(18)를 포함한다. 본 발명의 디바이스와 달리, 공지된 디바이스는 광 반사 물질의 입자를 포함하지 않는다. 동작시에, LED로부터 청색광(26)은 인광체 물질의 입자를 충돌할 때까지 광투과성 바인더(24)에

의해 전도된다. 인광체 물질과 광자의 10,000의 상호 작용에서 평균하여 최소 1번은 포토루미네센스 광의 흡수 및 발생을 유발하는 것으로 믿어진다. 인광체 입자와 광자의 상호 작용의 다수, 약 99.99%는 광자의 산란을 유발한다. 산란 프로세스의 등방성(isotropic nature)으로 인하여, 평균하여 산란된 광자의 절반은 LED를 등지는 방향에 있게 된다. 테스트는, 전형적으로 전체 입사 청색광의 약 10%가 파장 변환 구성요소로부터 LED를 등지는 방향으로 산란되고 방사되는 것을 나타낸다. 냉 백색 발광 디바이스에 대하여, 인광체 물질의 양은 전체 입사 청색광의 대략 10%가 윈도우를 통해 방사되고 방사 산물에 기여하는 것을 허용하도록 선택된다. 입사광의 다수, 대략 80%는 인광체 물질에 의해 흡수되고 포토루미네센스 광(28)으로서 재방사된다. 포토루미네센스 광 발생의 등방성으로 인하여, 인광체 물질에 의해 발생된 광(28)의 대략 절반은 LED를 향하는 방향으로 방사되게 된다. 그 결과, 전체 입사광의 40%까지(↑) 파장(λ_2)의 광(28)으로서 방사되게 되고, 방사 산물(30)에 기여하는 반면에, 전체 입사광의 40%> 까지(↑) LED를 등지는 방향으로 파장(λ_2)의 광(28)으로서 방사된다. 전형적으로, LED를 향하여 방사되는 광은 디바이스의 전체 효율을 증가시키도록 반사기(도시되지 않음)에 의해 재반사된다.

[0047] 본 발명의 일부 실시예에 따른 냉 백색 발광 디바이스(10)의 동작은 도 1의 디바이스의 동작의 개략도인 도 3을 참조하여 지금 기술된다. 본 발명의 디바이스의 동작은 도 2의 디바이스와 유사하지만, 광 반사/산란 물질의 입자에 의해 광의 반사 또는 산란(파장(λ_1 및 λ_2)의)을 추가로 포함한다. 인광체 물질과 광 반사 물질의 입자를 포함하는 것에 의해, 이러한 것은 주어진 컬러 방사 산물을 발생시키는데 요구되는 인광체 물질의 양을 예를 들어 일부 실시예에서 33%까지 감소시킬 수 있다. 광 반사 물질이 인광체 물질의 입자를 충돌할 가능성을 증가시키고, 그러므로 주어진 컬러의 방사 산물을 위하여 보다 적은 인광체 물질이 요구되는 것으로 믿어진다.

[0048] 도 4는 ◆- 0%, ■- 0.4%, ▲- 1.1%, 및 ●- 2%의 광 반사 물질의 중량% 장입량에 대해 본 발명에 따른 발광 디바이스를 위한 방사 강도 대 색도 CIE x의 도표이다. 데이터는, 바인더 물질이 Nazdar's® UV 경화성 리토 클리어 오버프린트(PSLC-294)를 포함하고 인광체 물질이 15㎛의 평균 입자 크기를 가지는 Intematix Corporation의 인광체(EY4453)를 포함하는, 스크린 인쇄된 인광체 변환층에 대한 것이다. 클리어 잉크에 대한 인광체 물질의 비율은 중량으로 2:1의 비율이다. 광 반사 물질은 Norcote International Inc의 슈퍼 화이트 잉크(GN-027SA)를 포함한다. 광 반사 물질의 첨가량을 위한 도면은 클리어 잉크에 대한 슈퍼 화이트의 중량%로 인용한다. 각 데이터 지점과 관련된 작은 도면 부호는 인광체 층을 형성하도록 사용된 프린팅 패스의 수('n')를 나타낸다. 프린팅 패스의 수는 인광체 층(18)의 두께와 인광체의 양에 직접 비례한다. 타원(32, 34, 36, 38)들은 실질적으로 동일한 강도 및 CIE x 값을 가지는 방사 산물을 위한 데이터 지점을 그룹화하도록 사용된다. 예를 들어, 타원(32)은 유사한 강도 및 컬러의 방사 산물이, i) 광 반사 물질 없이 3 프린트 패스 및 ii) 광 반사 물질의 2% 첨가량으로 2 프린트 패스를 포함하는 인광체 변환층(18)을 위해 생성될 수 있다는 것을 나타낸다. 이러한 데이터는, 광 반사 물질의 2 중량% 장입량의 포함에 의해, 약 33% 미만의 인광체 물질을 포함하는 인광체 변환층(18)을 사용하여 동일한 컬러 및 강도의 광을 발생시키는 것을 가능하다는 것을 나타낸다. 타원(34)은, 동일 강도 및 컬러의 방사 산물이, i) 광 반사 물질 없이 4 프린트 패스 및 ii) 광 반사 물질의 0.4% 첨가량으로 3 프린트 패스를 포함하는 인광체 변환층을 위해 생성될 수 있다는 것을 나타낸다. 이러한 데이터는, 광 반사 물질의 0.4 중량% 장입량의 포함에 의해, 약 25% 미만의 인광체를 포함하는 인광체 변환층을 사용하여 동일한 컬러 및 강도의 광이 생성될 수 있다는 것을 나타낸다. 타원(36)은, 동일 강도 및 컬러의 방사 산물이, i) 광 반사 물질 없이 4 프린트 패스 및 ii) 광 반사 물질의 1.1% 첨가량으로 3 프린트 패스를 포함하는 인광체 변환층을 위해 생성될 수 있다는 것을 나타낸다. 이러한 데이터는, 광 반사 물질의 1.1 중량% 장입량의 포함에 의해, 약 25% 미만의 인광체를 포함하는 인광체 변환층을 사용하여 동일한 컬러 및 강도의 광이 생성될 수 있다는 것을 나타낸다. 타원(38)은, 동일 강도 및 컬러의 방사 산물이, i) 광 반사 물질의 0.4 중량%의 첨가량으로 4 프린트 패스 및 ii) 광 반사 물질의 2 중량% 장입량으로 3 프린트 패스를 포함하는 인광체 변환층을 위해 생성될 수 있다는 것을 나타낸다. 이러한 데이터는, 광 반사 물질의 0.4 중량% 장입량의 포함에 의해, 약 25% 미만의 인광체를 포함하는 인광체 변환층을 사용하여 동일한 컬러 및 강도의 광이 생성될 수 있다는 것을 나타낸다. 지점(40, n=4, 1.1% 첨가량) 및 지점(42, n=4, 2% 첨가량)은, 포화점이 존재하고, 포화점 위에서, 광 반사 물질 첨가량에서의 증가가 컬러에 거의 영향 없이 방사 강도에서의 감소를 유발하는 것을 제안한다.

[0049] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 LED 기반 백색 발광 디바이스(10)의 개략도이다. 이 실시예에서, 광투과성 기판(16)은 도광체(도파관)로서 구성되고, 인광체 변환층(18)은 기판의 한면, 즉 발광면 위에 제공된다. 전형적으로, 기판(16)은 적용에 의존하여 디스크 형상, 정사각형, 직사각형 또는 다른 형상일 수 있다. 기판이 디스크 형상인 경우에, 지름은 전형적으로 약 20㎠ 내지 약 700㎠의 면적의 발광면에 상응하는 약 5㎝ 내지 30㎝일 수 있다. 기판이 형태에 있어서 정사각형 또는 직사각형인 경우에, 변들은 전형적으로 약 80㎠ 내지 약 5000㎠의 발광면에 상응하는 약 5㎝ 내지 40㎝일 수 있다. 기판(16)의 비발광면(하부면으로 도시됨) 상에, 디바

이스의 후방으로부터 광의 방사를 방지하도록 광 반사 물질(44)의 층이 제공될 수 있다. 반사 물질(44)은 크롬과 같은 금속 코팅 또는 플라스틱 물질 또는 종이와 같이 화이트 글로시 물질(glossy white material)을 포함할 수 있다. 기판의 가장자리로부터 방사되는 광을 최소화하도록, 기판의 가장자리는 광 반사면(도시되지 않음)을 포함하는 것이 바람직하다. 하나 이상의 청색 LED(12)는 기판(16)의 하나 이상의 가장자리 내로 청색광(26)을 결합하도록 구성된다. 동작 시, 기판(16) 내로 결합된 광(26)은 내부 전반사에 의해 기판(16)의 전체 용적 전역으로 안내된다. 임계각 이상의 각도로 기판의 발광면에 충돌하는 광(26)은 상기 면을 통해 인광체 파장 변환층(18) 내로 방사되게 된다. 디바이스의 동작은 도 3을 참조한 것과 동일하다. 도 5에 도시된 바와 같이, 발광면으로부터 멀어지는 방향으로 방사된 인광체 발생광(46)은 기판(16)으로 다시 들어갈 수 있고, 궁극적으로 광 반사층(44)에 의해 반사되는 것에 의해 발광면을 통해 방사되게 된다. 디바이스로부터 방사된 최종 조명 산물(30)은 LED에 의해 발생된 청색광(26)과 인광체 파장 변환층(18)에 의해 발생된 파장 변환된 광(28)의 조합이다.

[0050] 도 6은 광투과성 기판(16)이 도광체(도파관)로서 구성되는 대안적인 LED 기반 백색 발광 디바이스(10)의 개략도이다. 이 실시예에서, 인광체 변환층(18)은 발광면 맞은편의 기판의 면 상에 제공되고, 광 반사층(44)은 인광체 변환층(18) 위에 제공된다.

[0051] 도 7은 본 발명의 추가의 실시예에 따른 LED 기반 백색 발광 디바이스(10)의 개략도이다. 이 실시예에서, 파장 변환 구성요소(14)는 광 반사성이며, 인광체 변환층(18)이 적용되는 광 반사면(48)을 포함한다. 도시된 바와 같이, 광 반사면(48)은 평면, 볼록 및 오목면을 포함하는 임의의 표면을 포함할 수 있을지라도 포물면을 포함할 수 있다. 디바이스로부터 광 방사를 최대화하도록, 광 반사면은 가능한 반사성이며, 바람직하게는 적어도 0.9의 반사율을 가진다. 광 반사면은 은, 알루미늄, 크롬과 같은 광택 금속 면; 광 반사 폴리머, 광 반사 종이 또는 광반사 페인트를 포함할 수 있다. 열의 분산을 돕도록, 광 반사면은 바람직하게는 열전도성이다.

[0052] 도 7의 발광 디바이스의 동작은 도 8에 도시되며, 도 3의 동작과 유사하므로 상세하게 기술되지 않는다. 그러나, 평균하여 LED 광(26)의 절반까지 인광체 변환층을 통해 2번 진행하게 되기 때문에, 인광체 변환층(18)의 두께가 광투과성 파장 변환 구성요소를 가진 배열(도 1 및 도 5)과 비교하여 절반, 즉 t/2까지의 것일 수 있다는 것을 예측하여야 한다. 광 반사면 상에 인광체 물질을 제공한 결과, 동일 컬러의 방사 산물이 인광체 물질 사용에서 약 50%까지의 추가적인 잠재적 감소와 함께 달성될 수 있다. 광투과성 기판(16)이 인광체 변환층(18)으로 LED 광(26)을 안내하도록 사용되는 것으로, 도 6의 실시예가 도 7의 실시예에 대한 동작에 관하여 유사하다는 것을 예측할 것이다.

[0053] 본 발명이 발광 디바이스에 관련하여 기술되었지만, 본 발명의 원리는, 그 명세서가 참조에 의해 본 명세서에 통합되는 동시 계류중인 Li 등의 미국 특허 공개 제 2007/0240346호에 개시된 것들과 같은 필요한 컬러의 방사된 광을 발생시키도록 포토루미네센 파장 변환을 이용하는 고체상태 발광 표지판에 또한 적용한다. 이러한 발광 표지에서, 파장 변환 구성요소(14)가 필요한 컬러의 표지판 정보를 발생시키도록 포토루미네센 표지판 표면으로서 사용될 수 있다는 것이 예측될 것이다. 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물은 광투과성 기판 상에 이미지, 그림, 문자, 수치, 디바이스, 패턴 또는 다른 표지판 정보를 정의하는 패턴으로서 구성될 수 있다. 대안적으로, 예를 들어 채널 레터링을 위해 요구됨으로써, 광투과성 기판인 표지판 표면의 형상은 표지판 정보를 정의하도록 구성될 수 있다. 본 발명은, 인광체 물질이 100㎠(10㎝×10㎝), 보다 전형적으로 수백 또는 심지어 수천 평방센티미터의 최소 면적 위에 분포되는 것을 요구하는, 표지판 표면의 면적이 수백 평방 센티미터인 표지판 적용에 특히 유익하다.

[0054] 표지는 백라이트일 수 있으며, 즉 LED는 예를 들어 라이트 박스(light box) 내에서 표지판 표면 뒤에 위치되고, 표지판 표면은 라이트 박스 개구를 겹쳐서 제공된다. 전형적으로, 표지판 표면은 LED로부터 적어도 약 5㎜의 거리에 위치된다. 대안적으로, 표지는 에지라이트일 수 있으며, 광투과성 기판은 도광체와 도광체의 발광면의 적어도 일부 상에 제공되는 인광체 물질과 광 반사 물질의 혼합물로서 구성된다.

[0055] 일부 실시예에서, 광 반사 물질은 황화바륨($BaSO_4$), 산화마그네슘(MgO), 이산화규소(SiO_2) 또는 산화알루미늄(Al_2O_3)과 같은 다른 물질을 포함할 수 있을지라도 이산화티타늄(TiO_2)을 포함한다. 일부 실시예에서, 광 반사 물질은 1㎛ 내지 50㎛, 보다 바람직하게는 10㎛ 내지 20㎛의 범위에 있는 평균 입자 크기를 가진다.

[0056] 일부 실시예에서, 파장 변환 구성요소 내에서 이용되는 광 반사/산란 물질은 포토루미네센(인광체) 물질(들)에 의해 발생된 광을 입자가 산란시키게 되는 것보다 상대적으로 많은 여기광(전형적으로 청색)을 산란시키도록 선택되는 입자 크기를 가진다. 예를 들어, 광 반사 입자 크기는 적어도 하나의 인광체 물질에 의해 발생되는 광을 산란시키는 것보다 상대적으로 적어도 2배 여기광을 산란시키도록 선택될 수 있다. 이러한 것은 청색 여기광의

보다 높은 비율이 산란되어, 인광체 물질 입자와 광자의 상호 작용 가능성을 증가시키고, 포토루미네센 광의 발생을 유발하는 것을 보장한다. 동시에, 인광체 발생광은 더욱 낮은 산란될 가능성으로 통과할 수 있다.

[0057] 이러한 접근이 인광체 물질 입자와 청색 광자의 상호 작용 가능성을 더욱 증가시킬 수 있기 때문에, 보다 적은 인광체 물질이 선택된 방사 컬러를 발생시키도록 요구된다. 이러한 배열은 파장 변환 구성요소/디바이스의 조명 효율을 또한 증가시킬 수 있다. 청색(400nm 내지 480nm) 여기광을 채택하는 일부 실시예에서, 광 반사 물질은 약 150nm 미만의 평균 입자 크기를 가지며, 전형적으로 100nm 내지 150nm의 범위에 있는 평균 입자 크기를 가진다.

[0058] 광 반사/산란 물질(즉 청색광을 우선적으로 산란시키기 위한)은 인광체 물질과 동일 층의 물질 내에 끼워질 수 있다.

[0059] 대안적으로, 광 반사/산란 물질은 인광체 물질을 가지는 층에 인접하여 또는 바로 가까이에 있는 별개의 층 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 일부 실시예에 따라서 그리고 도 9에 도시된 바와 같이, 파장 변환 구성요소(136)는 순서적으로, 광투과성 기판(142), 광 반사 입자를 포함하는 광 반사층(144), 및 하나 이상의 인광체(포토루미네센) 및 광 반사 물질의 혼합물을 포함하는 파장 변환층(146)을 포함한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 파장 변환 구성요소(136)는 동작 시에 파장 변환층(146)이 LED를 마주하도록 구성된다. 본 발명의 일부 실시예에 따라서, 파장 변환 구성요소(136)는 순서적으로 광투과성 기판(142), 광 반사 입자를 포함하는 광 반사층(144), 하나 이상의 인광체(포토루미네센) 물질을 포함하는 파장 변환층(146)을 포함할 수 있다.

[0060] 광투과성 기판(142)은 380nm 내지 740nm의 파장 범위에서 광을 실질적으로 투과시키는 임의의 물질일 수 있으며, 폴리카보네이트 또는 아크릴과 같은 광투과성 폴리머 또는 붕규산염 유리를 포함할 수 있다. 일부 실시예에서 기판(142)은 지름 ϕ= 62mm 및 전형적으로 0.5mm 내지 3mm인 두께(t_1)의 평면의 원형 디스크를 포함한다. 다른 실시예에서, 기판은 예를 들어 돔 형상 또는 원통과 같은 형태를 하는 볼록 또는 오목과 같은 다른 기하학적 형태를 포함할 수 있다.

[0061] 광 확산층(144)은 광 반사 물질, 바람직하게는 이산화티타늄(TiO_2)의 입자의 균일 두께 층을 포함한다. 대안적인 실시예에서, 광 반사 물질은 가능한 높은 반사율, 전형적으로 0.9 이상의 반사율을 가진 황화바륨($BaSO_4$), 산화마그네슘 (MgO), 이산화규소(SiO_2), 산화알루미늄(Al_2O_3) 또는 분말화된 물질을 포함할 수 있다. 광 반사 물질 분말은 현탁액과, 결과적인 혼합물을 형성하도록 광투과성 액체 바인더 물질과 공지된 비율로 완전히 혼합되고, 결과적인 혼합물은 기판의 전체면을 덮는 두께(t_2, 전형적으로 10㎛ 내지 75㎛의 범위임)의 균일 층을 형성하도록 바람직하게는 스크린 인쇄에 의해 기판(142)의 면 상에 침착된다. 광 확산층(144)에서 단위 면적당 광 확산 물질의 양은 10㎍ · ㎠ 내지 5mg · ㎠의 범위에 있게 된다.

[0062] 스크린 인쇄가 광 확산층(144)을 침착하기 위한 바람직한 방법이지만, 예를 들어 슬롯 다이 코팅, 스핀 코팅, 롤러 코팅, 드로우다운(drawdown) 코팅, 또는 닥터 블레이딩과 같은 다른 기술을 사용하여 침착될 수 있다. 바인더 물질은 폴리머 수지, 모노머 수지, 아크릴, 에폭시(폴리에폭사이드), 실리콘 또는 불화계 폴리머와 같은 경화성 액체 폴리머를 포함할 수 있다. 바인더 물질은 경화된 상태에서 인광체 물질(들)과 LED에 의해 발생되는 광의 모든 파장에 대해 실질적으로 투과성이며, 바람직하게는 가시 스펙트럼(380nm 내지 800nm)에 걸쳐서 적어도 0.9의 투과율을 가진다. 바인더 물질은 바람직하게는 열경화성, 용제 또는 그 조합일 수 있을지라도 바람직하게는 U.V. 경화성이다. U.V. 또는 열경화성 바인더들은 용제 물질과 달리, 이것들이 중합화 동안 "기체를 빼지(outgas)" 않기 때문에 바람직할 수 있다. 하나의 배열에서, 광 회절 물질의 평균 입자 크기는 5㎛ 내지 15㎛의 범위이지만, 전술한 바와 같이 나노(nm) 범위, 유리하게는 100nm 내지 150nm일 수 있다. 액체 바인더에 대한 광 반사 물질의 중량% 장입량은 전형적으로 7% 내지 35%의 범위에 있다.

[0063] 파장 변환층(146)은 임의의 중간층 또는 에어 갭이 없이 광 확산층(144)과 직접 접촉하여 침착된다. 분말 형태를 하는 인광체 물질은 현탁액과 반사층(144) 상으로 직접 침착되는 결과적인 인광체 물질 조성물("인광체 잉크")을 형성하도록 액체 광투과성 바인더 물질과 공지된 비율로 완전히 혼합된다. 파장 변환층은 바람직하게는 슬롯 다이 코팅, 스핀 코팅 또는 닥터 블레이딩과 같은 다른 침착 기술이 사용될 수 있을지라도 스크린 인쇄에 의해 침착된다. 파장 변환층과 반사층(146, 144)들 사이의 광 간섭을 제거하고 층들 사이에서 광의 투과를 최대화하도록, 예컨대, 폴리머 수지, 모노머 수지, 아크릴, 에폭시, 실리콘 또는 불화계 폴리머 등과 같은 동일한 액체 바인더 물질은 바람직하게는 두 층을 제작하도록 사용된다.

[0064] 본 발명에 따른 인광체 파장 변환 구성요소(136)의 추가의 예는 도 10에 도시되어 있다. 도 9의 파장 변환 구성

요소와 마찬가지로, 구성요소는 광투과성 기판(142), 광 확산층(144) 및 광 변환층(146)을 포함한다. 본 발명에 따라서, 광 확산 및 파장 변환층(144, 146)은 서로 접촉하여 침착된다. 다시 동작 시에, 구성요소는, 파장 변환층(146)이 LED를 마주하도록 파장 변환 구성요소가 구성되도록 구성된다.

[0065] 동작 시에, LED에 의해 발생된 청색 여기광(128)은 인광체 물질의 입자를 충돌할 때까지 파장 변환층(146)을 통해 진행한다. 인광체 물질 입자와 광자의 10,000회 상호 작용에서 평균하여 최소 1회는 포토루미네센스 광(138)의 흡수 및 발생을 유발하는 것으로 믿어진다. 인광체 입자와 광자의 상호 작용의 다수, 약 99.99%는 광자의 산란을 유발한다. 산란 프로세스의 등방성으로 인하여, 평균하여 산란된 광자의 절반은 LED를 등지는 방향에 산란하게 된다. 테스트는, 전형적으로 전체 입사 청색광(128)의 약 10%가 산란되고 파장 변환 구성요소(136)로부터 LED를 등지는 방향으로 방사되는 것을 나타낸다. 냉 백색 발광 디바이스에 대하여, 인광체 물질의 양은 전체 입사 청색광의 대략 10%가 윈도우를 통해 방사되고 방사 산물(140)에 기여하는 것을 허용하도록 선택된다. 입사광의 다수, 대략 80%는 인광체 물질에 의해 흡수되고 포토루미네센스 광(138)으로서 재방사된다. 포토루미네센스 광 발생의 등방성으로 인하여, 인광체 물질에 의해 발생된 광(138)의 대략 절반은 LED를 향하는 방향으로 방사되게 된다. 그 결과, 전체 입사광의 단지 40%까지만 파장(λ_2)의 광(138)으로서 방사되고 방사 산물(138)에 기여하게 되고, 전체 입사광의 나머지(약 40%까지)는 LED를 등지는 방향으로 파장(λ_2)의 광(138)으로서 방사된다. 파장 변환 구성요소(136)로부터 LED를 향하여 방사되는 광은 방사 산물에 기여하고 디바이스의 전체 효율을 증가시키도록 반사 챔버의 광 반사면에 의해 재안내된다.

[0066] 광 반사 물질의 입자로 구성된 광 확산층(144)의 추가는 선택된 컬러의 방사된 광을 발생시키는데 요구되는 인광체 물질의 양을 상당히 감소시킬 수 있다. 확산층(144)은 광자가 파장 변환층(146) 내로 다시 광을 반사시키는 것에 의해 포토루미네센 광의 발생을 유발할 가능성을 증가시킨다. 파장 변환층과 직접 접촉하는 반사층의 포함은 예를 들어 일부 실시예에서 40%> 까지 주어진 컬러 방사 산물을 발생시키는데 요구되는 인광체 물질의 양을 감소시킬 수 있다.

[0067] 그러므로, 인광체 물질에 의해 발생된 광을 산란시키는 것보다 많은 LED에 의해 발생된 청색 여기광을 선택적으로 산란시키도록 광 확산층을 구성하는 것이 예측된다. 이러한 광 확산층은 파장 변환층으로부터 방사된 청색광의 보다 높은 비율이 광 반사 물질에 의해 산란되고 파장 변환층 내로 다시 안내되어, 인광체 물질 입자와 광자의 상호 작용 가능성을 증가시키고 포토루미네센 광의 발생을 유발한다. 동시에, 인광체 발생광은 낮은 산란될 가능성으로 확산층을 통과할 수 있다. 확산층이 인광체 물질 입자와 청색 광자의 상호 작용 가능성을 증가시키기 때문에, 더욱 적은 인광체 물질이 선택된 방사 컬러를 발생시키는데 필요하게 된다.

[0068] 부가하여, 이러한 배열은 파장 변환 구성요소/디바이스의 조명 효율을 또한 증가시킬 수 있다. 관 산란 물질의 평균 입자 크기의 적절한 선택에 의해, 다른 컬러, 즉 녹색광 및 적색광보다 용이하게 청색광을 산란시키도록 광 확산층을 구성하는 것이 가능하다. 도 11은 적색광, 녹색광 및 청색광을 위한 상대적 광 산란 대 광회절 입자 크기(nm)의 도표를 도시한 도면이다. 도 11로부터 알 수 있는 바와 같이, 100nm 내지 150nm의 평균 입자 크기를 가진 TiO_2 입자는 녹색광(510nm 내지 550nm) 또는 적색광(630nm 내지 740nm)을 산란시키는 것보다 청색광(450nm 내지 480nm)을 시킬 가능성이 2배가 넘는다. 예를 들어, 100nm의 평균 입자 크기를 가진 TiO_2 입자는 녹색광 또는 적색광을 산란시키는 것보다 청색광을 거의 3배(2.9=0.97/0.33) 산란시키게 된다. 200nm의 평균 입자 크기를 가진 TiO_2 입자에 대하여, 녹색광 또는 적색광을 산란시키는 것보다 청색광을 2배(2.3=1.6/0.7) 이상 산란시키게 된다. 본 발명의 일부 실시예에 따라서, 광 회절 입자 크기는 입자가 인광체 물질(들)에 의해 발생된 광보다 청색광을 상대적으로 적어도 2배 청색광을 산란시키도록 선택되는 것이 바람직할 수 있다. 인광체 물질에 의해 발생된 파장의 광과 비교하여 LED에 의해 발생된 파장에 상응하는 광을 우선적으로 산란시키는 광 반사 입자로 구성된 광 반사층을 포함하는 파장 변환 구성요소의 개념은 그 자체로 발명인 것으로 고려된다.

[0069] 그러므로, 광 반사/산란 물질은 인광체 물질을 포함하는 층에 인접하거나 또는 가까이 있는 별개의 층으로 구현될 수 있다. 별개의 광 반사층은 광 반사/산란 물질 대신에, 및/또는 광 반사/산란 물질에 부가하여, 인광체 물질과 동일한 층 내로 광 반사/산란 물질을 혼합하여 사용될 수 있다. 동일 또는 다른 반사 물질은 인광체 물질과 혼합되는 광 반사 물질과 별개인 광 반사층에서 사용될 수 있다.

[0070] 본 명세서에 개시된 본 발명의 개념은 임의의 적절한 형상을 포용하는 파장 변환 구성요소에 적용될 수 있다. 예를 들어, 백열광 전구를 대체하기 위한 고체상태 전구를 도시하는 도 12 및 도 13에 도시된 LED 조명 디바이스(200)를 고려한다.

[0071] LED 조명 디바이스(200)는 스크루 베이스(206)를 포함하는 조명 베이스(204)를 포함한다. 스크루 베이스(206)는

예를 들어 표준 에디슨 스크루 베이스로서 시행되는, 표준 전구 소켓 내에 끼워지도록 구성된다. 외피(208, envelope)는 LED 조명 디바이스(200)의 상부 부분 주위에서 확장할 수 있다. 외피(208)는 LED 조명 디바이스(200)를 위한 보호 및/또는 확산 특성을 제공하는 광투과성 물질(예를 들어, 유리 또는 플라스틱)이다.

[0072] LED 조명 디바이스(200)는 조명 베이스(204)로부터 연장하는 가늘고 긴 돔 형상을 가지는 파장 변환 구성요소(202)를 포함한다. 청색 LED 디바이스(12)는 파장 변환 구성요소(202) 밑에서, 조명 베이스(204)의 상부면 상에 위치한다. 파장 변환 구성요소(202)의 3차원 특성은 LED(12) 주위 및 위의 용적을 둘러싸는 상대적으로 큰 형상을 만든다. 조명 디바이스(200)에 있는 파장 변환 구성요소(202)를 위해 3차원 형상을 사용하는 것은 조명 디바이스(200)에 의해 방사된 광을 위한 조명 형상화를 수행하는 능력과 같이 특정의 기능적 이점을 가능하게 한다.

[0073] 그러나, 파장 변환 구성요소(202)를 위한 이러한 형태의 3차원 형상은 파장 변환 구성요소를 위한 상대적으로 큰 용적에 또한 상응하고, 이는 적절한 양의 인광체 물질이 덧붙여지도록 요구한다. 그러므로, 종래의 접근으로는, 상당히 많은 양의 인광체 물질이 이러한 파장 변환 구성요소(202)를 제조하는데 요구되게 된다. 본 발명의 실시예는 이러한 파장 변환 구성요소(202)를 제조하는데 요구되는 인광체의 양을 감소시키도록 채택될 수 있다. 특히, 파장 변환 구성요소(202)는 인광체와 반사 물질의 혼합물을 포함한다. 파장 변환 구성요소(202) 내의 반사 물질이 광을 산란시키는 특성을 가지기 때문에, 이러한 것은 파장 변환 구성요소(202)를 위해 필요한 인광체 물질의 양을 감소시킨다.

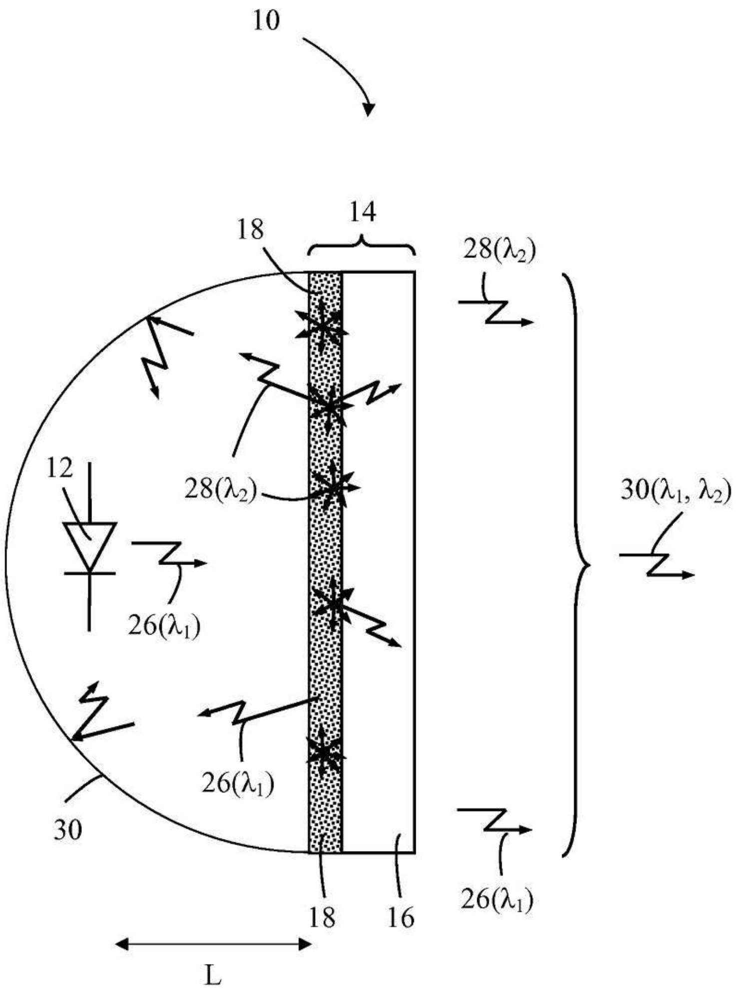
[0074] 일부 실시예에서, 광 확산층(도시되지 않음)은 파장 변환 구성요소(202)를 제조하는데 요구되는 인광체 물질의 양을 감소시키도록 파장 변환 구성요소(202)에 추가될 수 있다(인광체와 혼합되는 반사 물질에 추가하여 및/또는 반사 물질 대신에). 청색광을 더욱 잘 산란시키는데 충분히 작도록 선택되는 광 산란 입자와 같은 임의의 적절한 물질이 광 반사 물질을 위해 채택될 수 있다.

[0075] 그러므로, 기술된 것은 LED 기반 조명 디바이스 및/또는 파장 변환 구성요소를 실시하기 위한, 이러한 디바이스와 구성요소의 제조에 요구되는 포토루미네센 물질의 양을 감소시키는 개선된 접근이다.

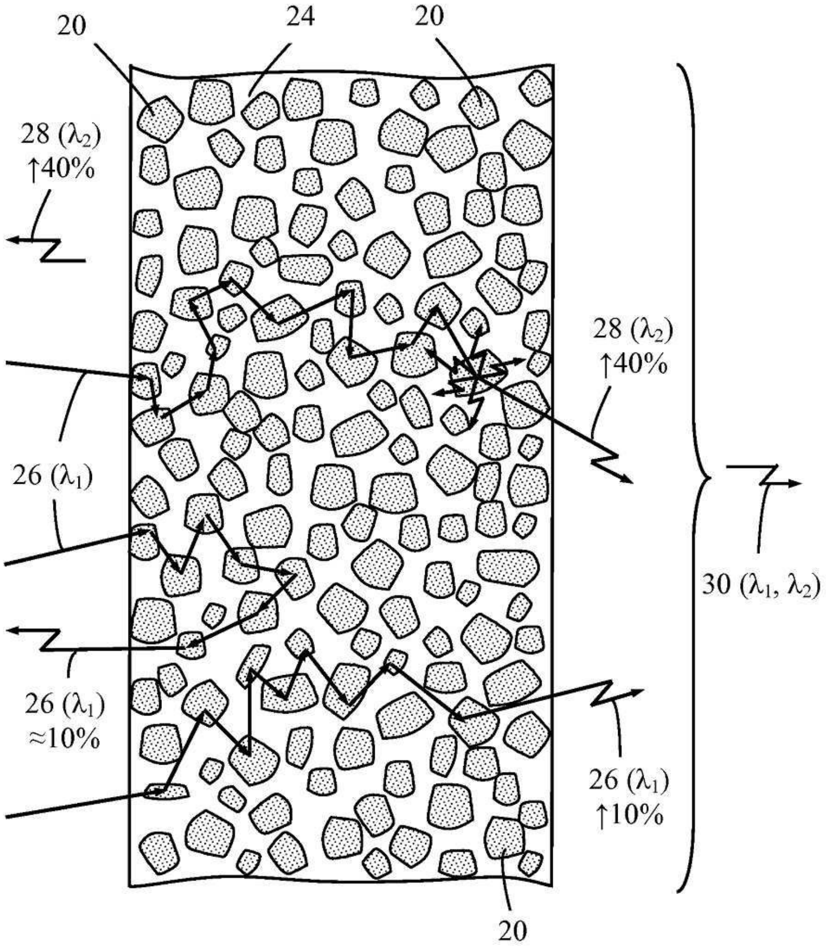
[0076] 본 발명에 따른 발광 디바이스는 기술된 예시적인 실시예로 한정되지 않고 다양한 변형들이 본 발명의 범위 내에서 만들어질 수 있다는 것이 예측될 것이다. 예를 들어, 본 발명에 LED 기반 발광 디바이스에 관계하여 기술되었지만, 본 발명은 고체상태 레이저와 레이저 다이오드를 포함하는 다른 고체상태 발광 소자에 기초한 디바이스에 또한 적용한다.

도면

도면1

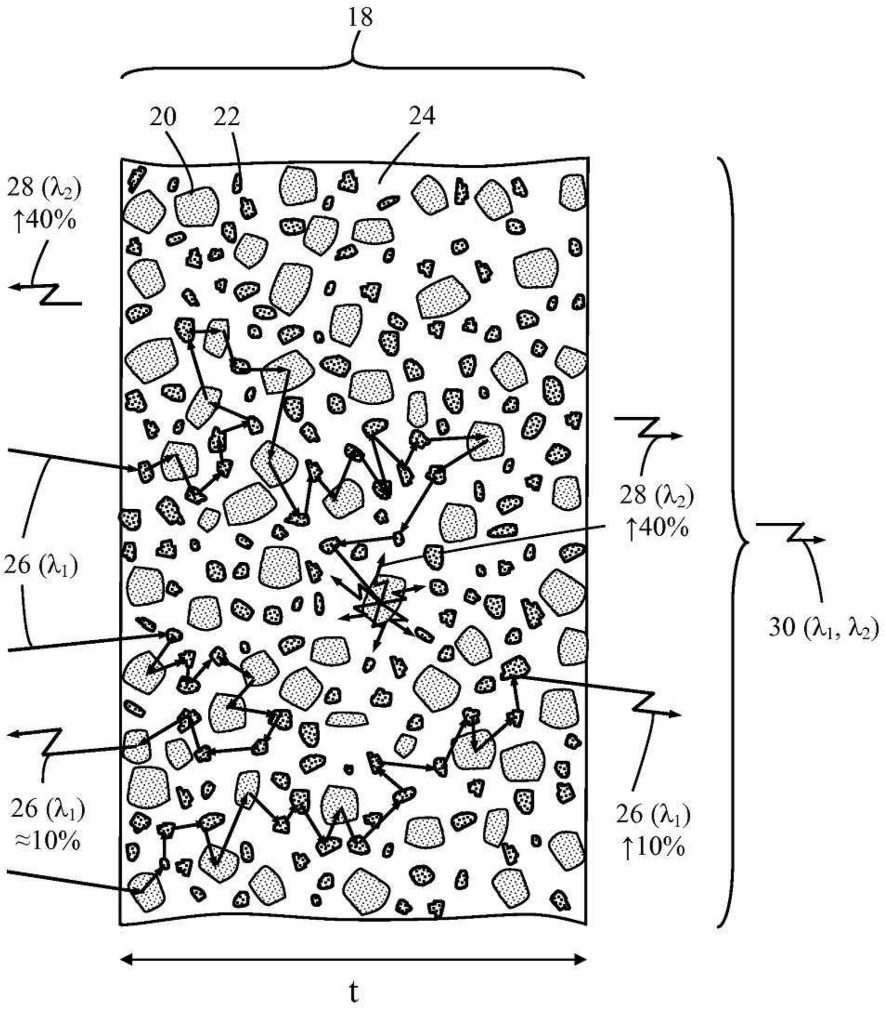


도면2

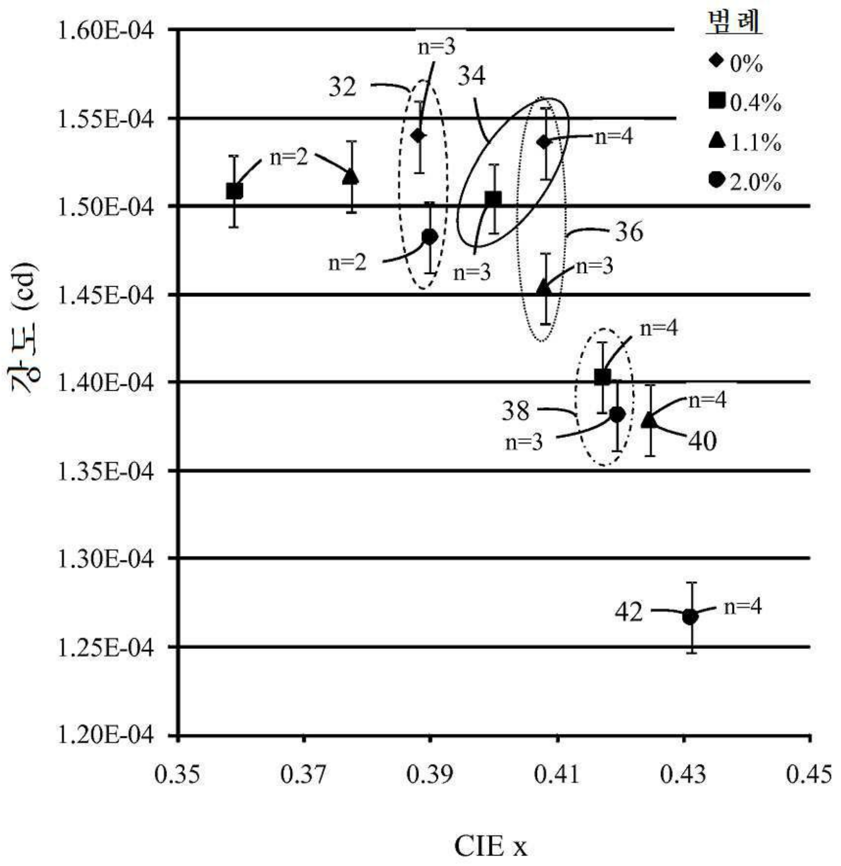


종래 기술

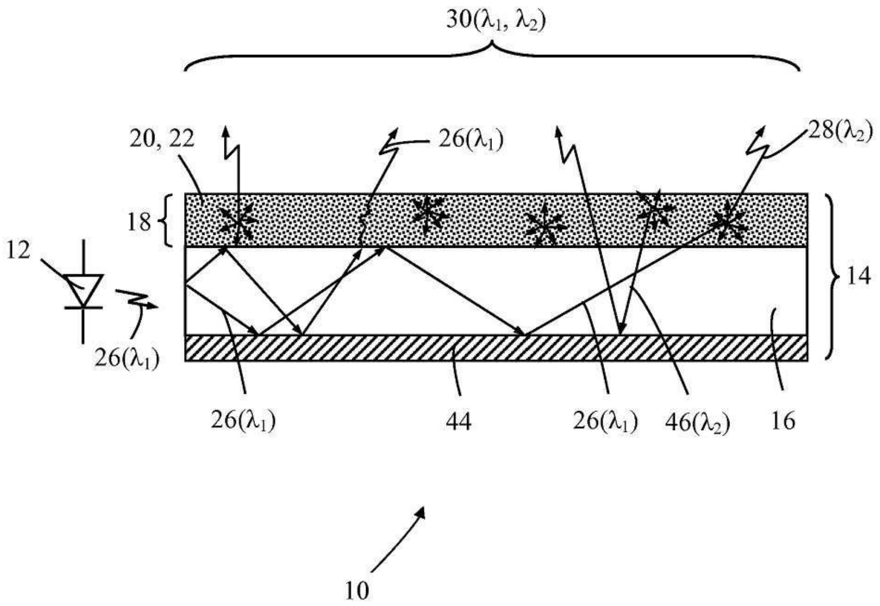
도면3



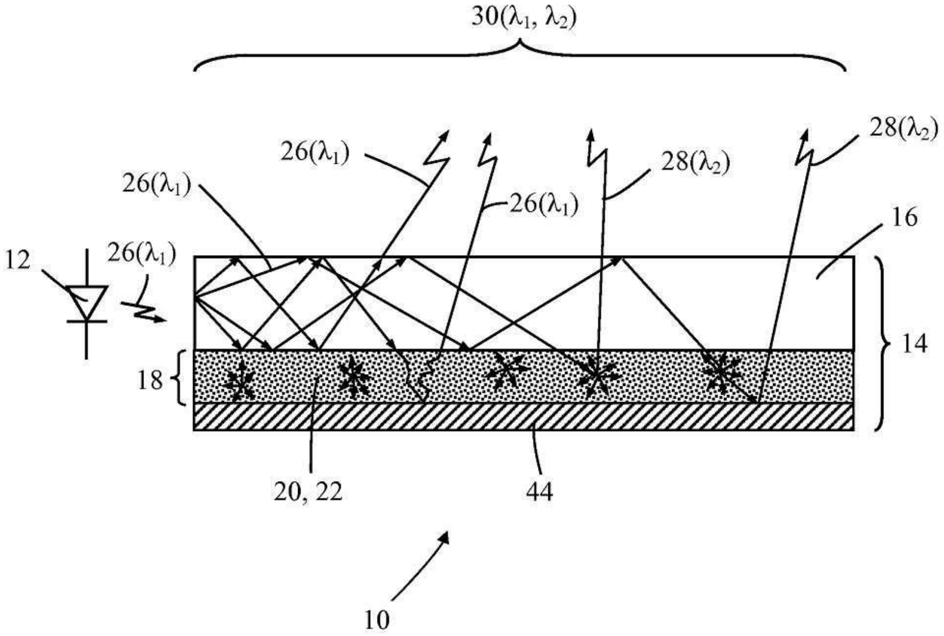
도면4


1.60E-04
1.55E-04
1.50E-04
1.45E-04
1.40E-04
1.35E-04
1.30E-04
1.25E-04
1.20E-04
강도 (cd)
0.35
0.37
0.39
0.41
0.43
0.45
CIE x
범례
0%
0.4%
1.1%
2.0%
32
34
36
38
40
42
n=2
n=3
n=4

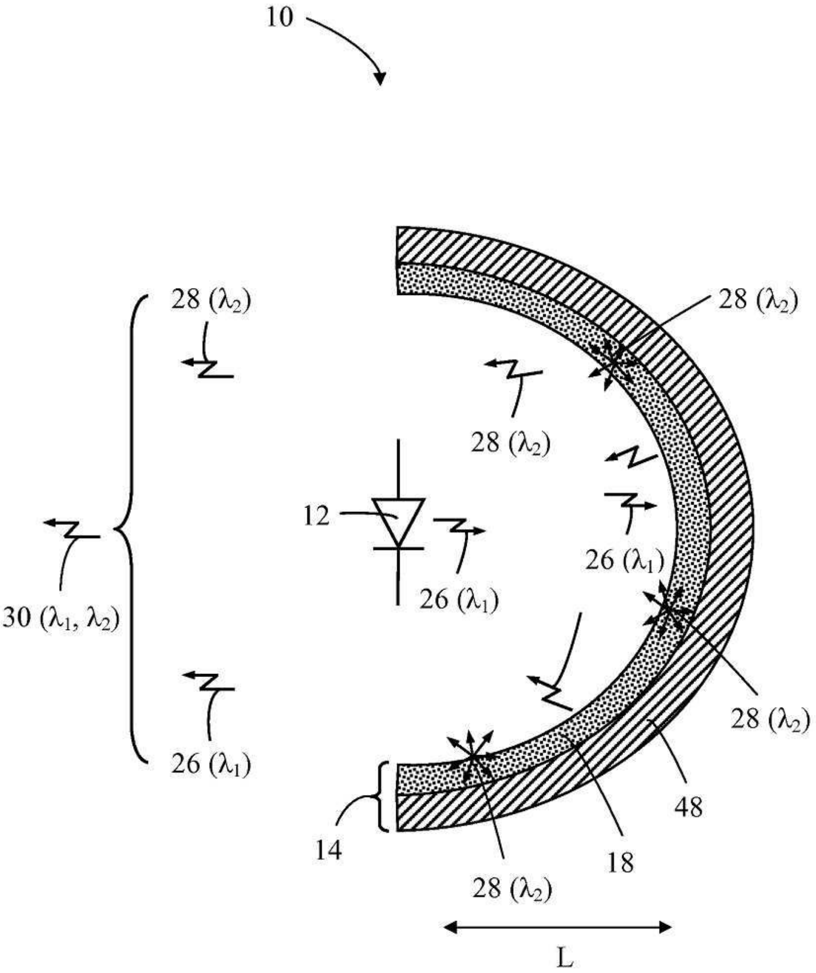
도면5


30(λ1, λ2)
20, 22
26(λ1)
28(λ2)
18
12
14
26(λ1)
26(λ1)
44
26(λ1)
46(λ2)
16
10

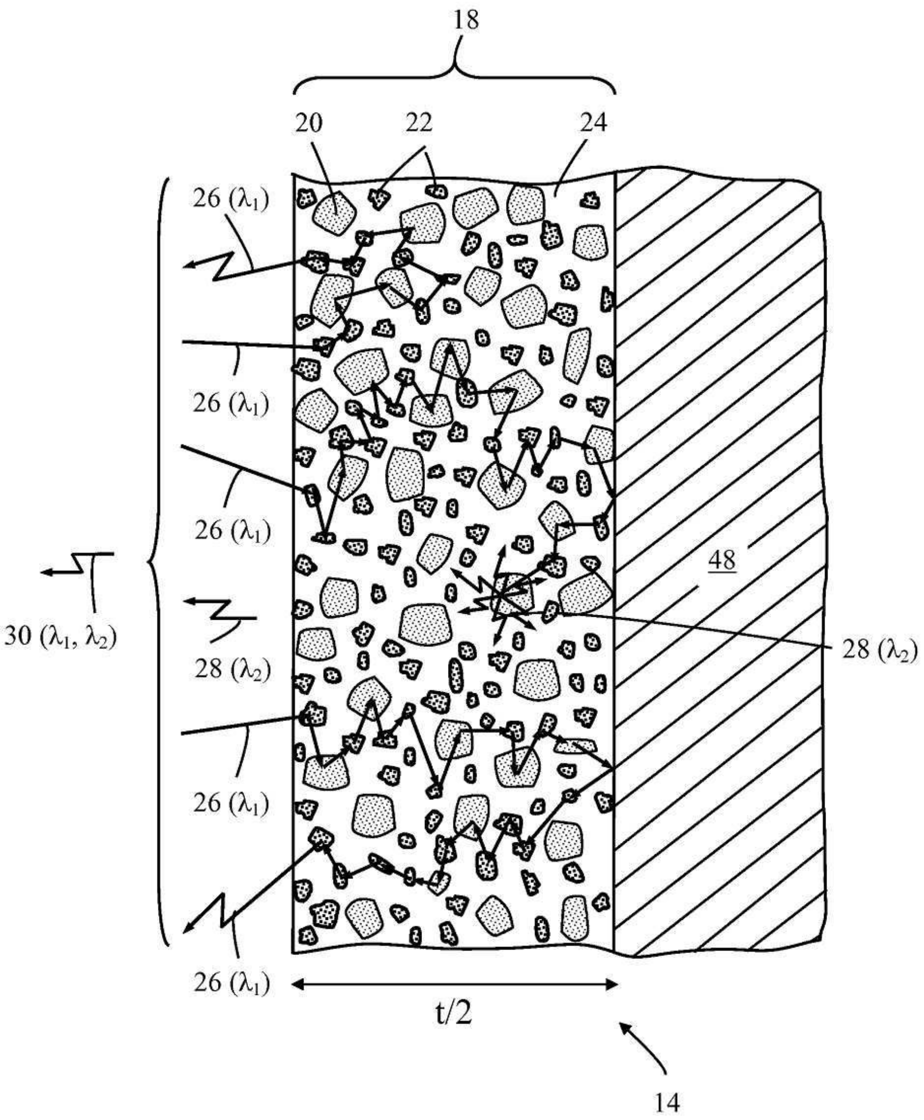
도면6


30(λ1, λ2)
26(λ1)
26(λ1)
28(λ2)
28(λ2)
26(λ1)
26(λ1)
16
12
14
18
20, 22
44
10

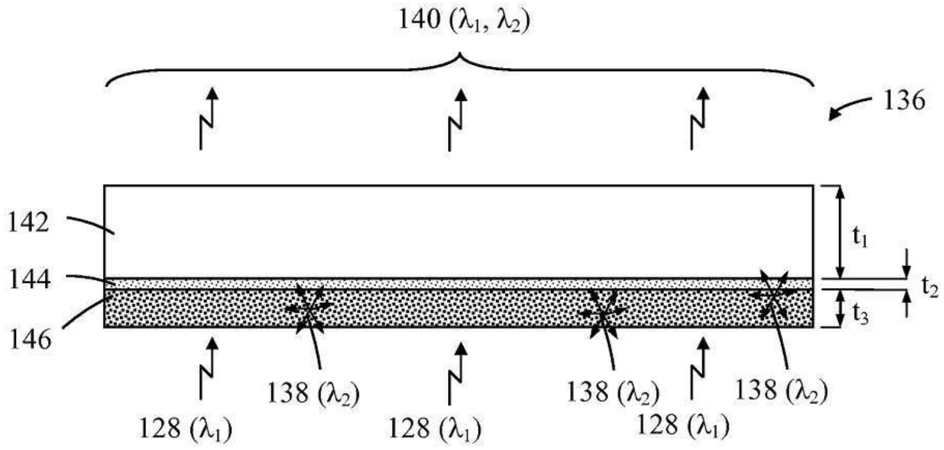
도면7


10
28 (λ2)
28 (λ2)
28 (λ2)
12
26 (λ1)
26 (λ1)
30 (λ1, λ2)
28 (λ2)
26 (λ1)
48
14
18
28 (λ2)
L

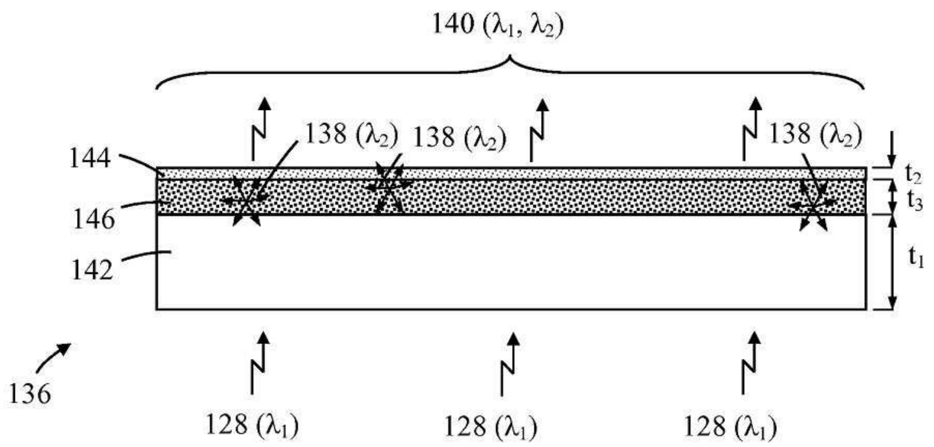
도면8


18
20
22
24
26 (λ1)
26 (λ1)
26 (λ1)
30 (λ1, λ2)
28 (λ2)
26 (λ1)
26 (λ1)
48
28 (λ2)
t/2
14

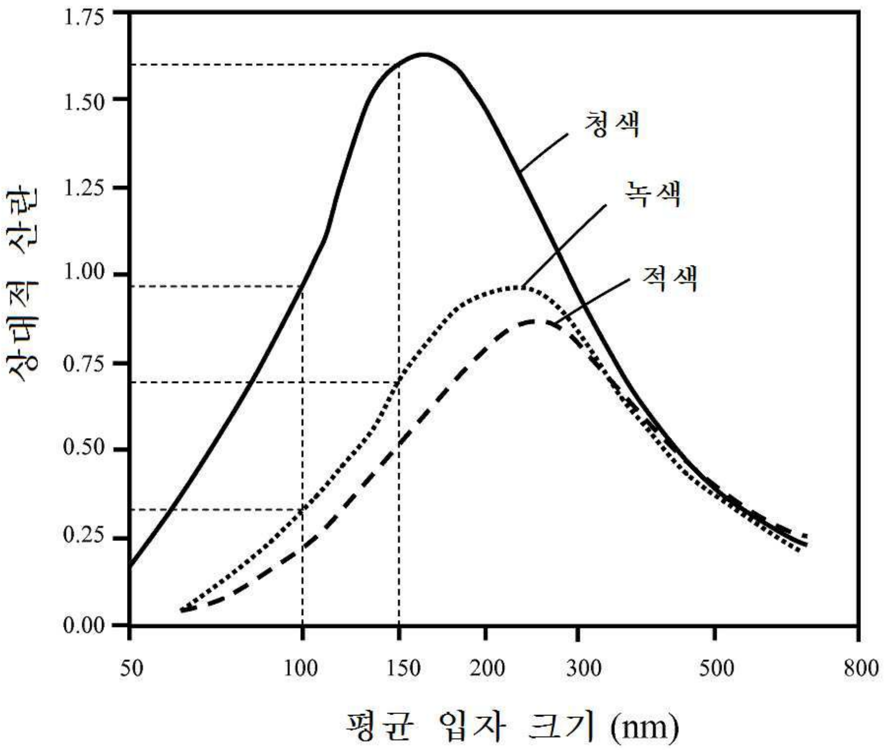
도면9


140 (λ1, λ2)
136
142
144
146
t1
t2
t3
138 (λ2)
138 (λ2)
138 (λ2)
128 (λ1)
128 (λ1)
128 (λ1)

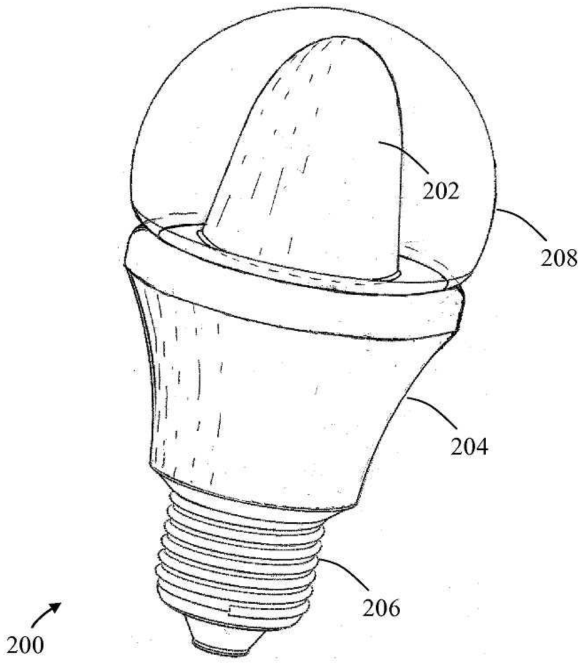
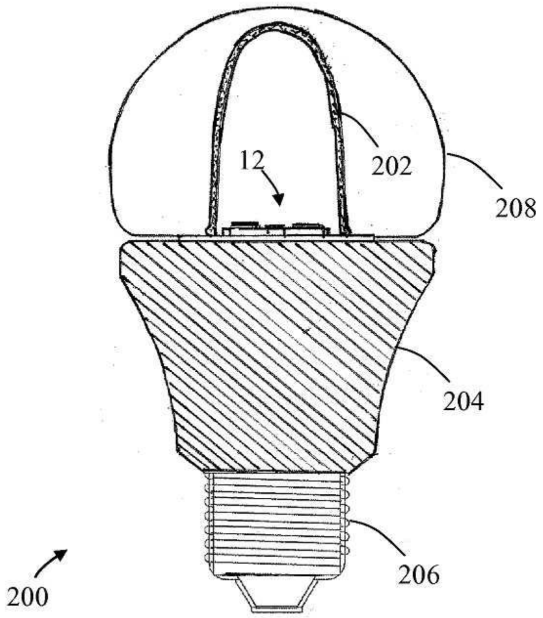
도면10


140 (λ1, λ2)
138 (λ2)
138 (λ2)
138 (λ2)
144
146
142
136
t2
t3
t1
128 (λ1)
128 (λ1)
128 (λ1)

도면11


상대적 산란
평균 입자 크기 (nm)
청색
녹색
적색
1.75
1.50
1.25
1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
50
100
150
200
300
500
800

도면12



도면13