



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0133155
(43) 공개일자 2015년11월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09K 11/02 (2006.01) C09K 11/08 (2006.01)
H01L 33/50 (2010.01) H05B 33/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C09K 11/02 (2013.01)
C09K 11/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0069774
(22) 출원일자 2015년05월19일
심사청구일자 2015년05월19일
(30) 우선권주장
1020140059466 2014년05월19일 대한민국(KR)

(71) 출원인
루미마이크로 주식회사
경기도 용인시 처인구 남사면 봉무로 309
부경대학교 산학협력단
부산광역시 남구 신전로 365 (용당동,
부경대학교)
(72) 발명자
김태훈
경상남도 창원시 성산구 원이대로 774 105동 40
2호(상남동, 성원아파트)
김종수
부산광역시 남구 신전로 365 (부경대학교 산학협
력단)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 9 항

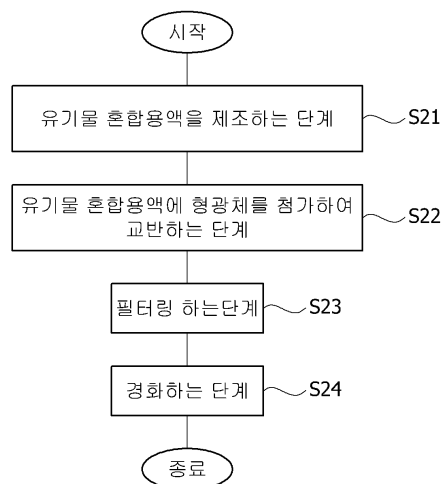
(54) 발명의 명칭 유/무기물이 코팅된 적색 형광체 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 실시 예에 따라 유/무기물 코팅 불화물 적색 형광체 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 코팅 용액의 제조 공정과 형광체가 코팅되는 단계를 포함하며, 코팅된 형광체를 광경화 또는 건조하여 열처리가 되는 단계를 포함한다.

유/무기물 코팅을 통해 형광체의 수분 흡착 방지 및 발광장치 제작 시 열퇴화 및 화학적 안정성 향상을 통한 발광장치의 발광 효율 및 빛의 안정성을 확보할 수 있게 된다. 또한, 상기 적색 불화물 형광체 주위 물질들과 반응하는 것을 제어할 수 있게 된다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H01L 33/50 (2013.01)

H05B 33/14 (2013.01)

(72) 발명자

정형석

부산광역시 남구 신선로 365 (부경대학교 산학협력단)

임석규

부산광역시 남구 신선로 365 (부경대학교 산학협력단)

강태욱

부산광역시 남구 신선로 365 (부경대학교 산학협력단)

예도사 계메추 데레사

부산광역시 남구 신선로 365 (부경대학교 산학협력단)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415135472

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 글로벌전문기술개발(주력, 신산업)

연구과제명 200lm/W - CRI 80 고효율 조명용 백색 LED 개발

기 여 율 1/1

주관기관 루미마이크로 주식회사

연구기간 2012.06.01 ~ 2017.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

유기물 또는 무기물을 이용한 형광체의 코팅 방법에 있어서,
유기물 또는 무기물을 용매에 혼합하는 단계;
상기 혼합된 용액에 형광체를 첨가하여 교반하는 단계;
상기 형광체와 교반된 용액을 필터링하는 단계; 및
상기 필터링한 형광체를 경화하는 단계를 포함하는 형광체 코팅방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 형광체는 불화물 형광체인 형광체 코팅방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,
상기 불화물 형광체는 $(\text{Li}, \text{Na}, \text{K})_2\text{SiF}_6: \text{Mn}^{4+}$ 또는 $\text{BaSiF}_6: \text{Mn}^{4+}$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 적색 형광체인 형광체 코팅 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 유기물은 PS(polystyrene), P4VP(poly(4-vinylpyridine)) 중에서 선택되는 하나 이상인 형광체 코팅방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,
상기 무기물은 ZnO인 형광체 코팅방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,
상기 용매에 첨가하는 유기물은 5 mg/ml 내지 15 mg/ml 인 형광체 코팅방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,
상기 형광체를 경화하는 단계에서,

상기 경화는 300nm 내지 400nm의 파장을 갖는 자외선으로 5분 내지 60분 동안 수행하는 형광체 코팅방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 교반하는 단계에서,

상기 코팅 용액과 형광체의 교반은 1분 내지 5분 동안 초음파를 인가하는 형광체 코팅 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 의한 방법으로 제조된 형광체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 불화물 적색 형광체의 내구성을 향상시키기 위해 유/무기물을 이용한 코팅 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 1993년 후반에 고휘도 청색 LED의 상용화가 이뤄짐에 따라 하나의 칩에 형광체를 접목시키는 방법으로 청색 LED로부터 발산하는 청색광과 그 빛의 일부를 이용해서 $Y_3Al_5O_{12}:Ce^{3+}$ (YAG:Ce) 형광체를 여기시켜 얻어지는 황색광(560nm)을 사용함으로써 백색을 발광하는 LED가 처음으로 등장하게 되었다. 하지만 이 기술은 녹색 및 적색 영역의 결핍으로 조명광원에서 중요한 요소인 연색성(Color Rendering Index: CRI)이 낮고, 색온도 조절의 한계(최대: $Ra < 75$, $CCT = 7500K$)를 가지고 있다.

[0003] 이에 따라 조명광원의 연색성을 높이기 위해 청색 광원 하에서 발광효율이 우수한 녹색 및 적색 발광 형광체에 대한 개발이 국내외적으로 활발히 진행되고 있다.

[0004] 현재 대표적인 상용 적색 형광체로는 $CaAlSiN_3:Eu^{2+}$ 및 $Sr_2Si_5N_8:Eu^{2+}$ 등이 주류를 이루고 있으며, 발광 휘도 및 열 특성이 우수하고 백색 LED로의 적용에 적합한 장점을 가지고 있으나 합성조건이 고압(5 기압 이상), 고온($1600^\circ C$ 이상)으로 제조공정이 복잡하고 고가의 장비를 필요로 한다. 그로 인해 백색 발광 소자의 일반 조명시장 진입에 있어 제품 단가 측면에서 걸림돌이 되고 있는 실정이다.

[0005] 따라서, 440~480nm 영역의 청색 여기 에너지원에 대해 높은 발광효율을 가지며, 고온에서 안정한 발광 휘도를 유지하고, 발광 색 변화가 적으며, 제조공정이 간단하고 양산이 가능한 형광체 개발이 요구되고 있다.

[0006] 상기의 기술적 문제를 해결하기 위해서, 생산 공정이 용이하고 저온에서 합성 가능하며 합성공정에 있어 고가의 장비를 사용하지 않으며, 특히 황색에서 근적외선 영역까지 넓은 범위에서 발광하고 청색 영역의 여기광에서 발광하는 적색 형광체의 개발이 필수적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 백색 발광 장치에 사용되는 적색 형광체로서 청색 여기 에너지원에 대해 높은 발광 효율을 가지며 합성공정이 비교적 간단한 불화물 적색 형광체가 잘 알려져 있다. 특히, 이 불화물 적색 형광체 중 $K_2SiF_6 : Mn^{4+}$ 가 가장 대표적이다. 630 nm 내지 635 nm의 주발광파장을 가지며 10 nm 내외의 좁은 반치폭을 가진다. 이는 순도 높은 적색의 표현이 가능하고 백색 조명의 연색성을 증가시킬 수 있다.

[0008] 다만, 이 불화물 적색 형광체의 경우 화학적, 열적 안정성이 취약하다. 백색 발광장치 구현 시 다른 혼합 형광체(녹색, 황색)와의 열특성 차이, 봉지재 및 수분에 대한 취약성 때문에 발광 출력의 차이가 발생되어 원하는

위치의 백색광 색도를 얻을 수 없고, 수명 저하의 주요 원인이 되는 치명적인 단점을 가진다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 형광체 코팅 방법은, 유기물 또는 무기물을 용매에 혼합하는 단계; 상기 혼합된 용액에 형광체를 첨가하여 교반하는 단계; 상기 형광체와 교반된 용액을 필터링하는 단계; 및 상기 필터링한 형광체를 경화하는 단계를 포함한다.
- [0010] 상기 형광체는 불화물 형광체일 수 있다.
- [0011] 상기 불화물 형광체는 $(\text{Li}, \text{Na}, \text{K})_2\text{SiF}_6: \text{Mn}^{4+}$ 또는 $\text{BaSiF}_6: \text{Mn}^{4+}$ 로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 적색 형광체일 수 있다.
- [0012] 상기 유기물은 PS(polystyrene), P4VP(poly(4-vinylpyridine)) 중에서 선택되는 하나 이상일 수 있다.
- [0013] 상기 무기물은 ZnO일 수 있다.
- [0014] 상기 용매에 첨가하는 유기물은 5 mg/ml 내지 15 mg/ml일 수 있다.
- [0015] 상기 형광체를 경화하는 단계에서, 상기 경화는 300nm 내지 400nm의 파장을 갖는 자외선으로 5분 내지 60분 동안 수행할 수 있다.
- [0016] 상기 교반하는 단계에서, 상기 코팅 용액과 형광체의 교반은 1분 내지 5분 동안 초음파를 인가할 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 실시 예에 따르면, 유/무기물 코팅에 의해 된 형광체에 수분이 흡착되는 현상을 방지할 수 있다.
- [0018] 또한, 발광장치 제작 시의 열퇴화 특성 및 화학적 안정성이 향상될 수 있다. 따라서, 발광장치의 발광 효율 향상 및 발광 특성의 안정성을 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명에서 사용된 불화물 형광체의 합성 공정 개략도이다.
- 도 2는 본 발명에서 사용된 불화물 형광체의 발광 및 여기 스펙트럼이다.
- 도 3은 본 발명에서 사용된 불화물 형광체의 SEM 이미지이다.
- 도 4는 본 발명에서 사용된 불화물 형광체의 X-선 회절 패턴 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 유기물 코팅 공정 개략도이다.
- 도 6는 본 발명의 실시 예에 따른 무기물 코팅 공정 개략도이다.
- 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 유/무기물이 코팅된 불화물 형광체를 이용하여 제작한 발광 장치의 발광 스펙트럼이다.
- 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 유/무기물이 코팅된 불화물 형광체의 구동 시간에 따른 밝기 및 밝기 감소를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0021] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제2 구성요소는 제1 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제1 구성요소도 제2 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0022] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 실시예를 상세히 설명하되, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0025] <형광체 합성>
- [0026] 도 1은 본 발명에 합성된 적색 불화물 형광체의 합성 공정 개략도이다.
- [0027] 도 1을 참고하면, 적색 불화물 형광체를 합성하는 방법은, 불산 수용액을 제조하는 단계(S11)와, 불산 수용액과 형광체 구성 원료를 교반하는 단계(S12)와, 필터링하는 단계(S13), 및 건조하는 단계(S14)를 포함한다. 이하의 형광체 합성 공정에 사용된 재료의 양은 1 g의 형광체를 얻기 위한 양이다. 따라서, 각 원료의 함량은 최종 형광체의 합성량에 따라 적절히 조절될 수 있다.
- [0028] 불산 수용액을 제조하는 단계(S11)는, 용기 내에 정제수(H₂O) 30 ml와 50% 농도의 불산(HF)을 100 ml 첨가하여 38 % 농도의 불산 수용액을 제조한다. 불산 수용액의 농도는 20% 내지 40% 사용 가능하다. 불산의 공기 중 유출을 방지하기 위하여 뚜껑이 있는 용기를 사용할 수 있으며, 용기는 불산에 용해되지 않는 재질이 선택될 수 있다.
- [0029] 불산 수용액과 형광체 구성 원료를 교반하는 단계(S12)는, 제조된 불산 수용액에 SiO₂ 분말(제1형광체 구성 원료)을 1g 첨가하여 5분간 교반하고 용해시킨다. 이후, 교반된 수용액을 상온에서 2시간 동안 보관한다.
- [0030] 이후, 상기 혼합용액에 KMnO₄ 분말을 6g 첨가하여 5분간 교반한다. 이후 교반된 수용액을 상온에서 12시간 동안 보관한다. 상온 보관 시간은 8시간 내지 72시간에서 적절히 조절될 수 있다.
- [0031] 필터링하는 단계(S13)는, 종이 필터를 이용하여 수용액을 분리하고 합성된 형광체를 수집한다. 이 때, 필터에 걸러진 형광체에서 잔여물을 제거하기 위하여 정제수를 흘리고, 필터를 통해 나온 수용액의 색이 무색투명해 질 때까지 정제수를 흘려줄 수 있다..
- [0032] 건조하는 단계(S14)는, 건조기에서 50°C의 온도에서 4시간 동안 건조하여 K₂SiF₆: Mn⁴⁺의 구조식을 갖는 적색 형광체 분말을 얻는다. 고온에서 건조할 경우 잔여 불산이 활성화되어 공기 중 유출이 우려되므로, 건조 온도는 40 °C 내지 80 °C이 바람직하다.
- [0033] 그러나, 적색 불화물 형광체 제조방법은 상기 열거한 순서에 한정되지 않고, 다양한 공지의 적색 불화물 형광체를 제조하는 방법이 모두 적용될 수 있다. 또한, 동일한 방법으로 (Li, Na, K)₂SiF₆: Mn⁴⁺ 또는 BaSiF₆: Mn⁴⁺의 불화물 형광체를 제작할 수도 있다.
- [0034] 도 2는 본 발명에서 합성된 화학식 K₂SiF₆: Mn⁴⁺ 적색 불화물 형광체의 흡수 및 발광 스펙트럼이다. 도 2에 나타난 바와 같이 적색 불화물 형광체는 610 nm 내지 635nm 파장대역의 광을 방출하며, 630 nm 내지 635 nm의 주발광파장을 갖는다. 이때 반치폭은 약 10 nm 내외일 수 있다. 또한, 400nm 내지 500nm의 가시광 영역에서의 광에 대한 넓은 흡수를 가진다.
- [0035] 도 3은 본 발명에서 합성된 적색 불화물 형광체의 주사형 전자 현미경(SEM) 이미지이다. 도 3과 같이 적색 불화물 형광체는 5 μm 내지 10 μm 크기의 구형의 형상을 가질 수 있다.
- [0036] 도 4는 본 발명에서 합성된 적색 불화물 형광체와 JCPDS Card number #85-1382의 X-선 회절 패턴 분석(X-Ray

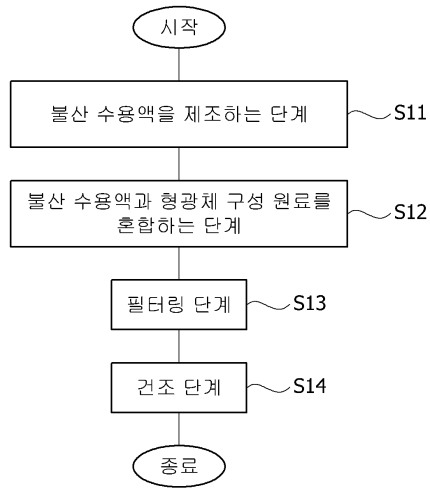
diffraction pattern)결과를 비교한 그래프이다.

- [0037] <실시 예 1-유기물 코팅 형광체 제조>
- [0038] 도 5는 합성된 적색 불화물 형광체 표면의 본 발명의 실시 예에 따른 유기물 코팅 공정의 개략도이다.
- [0039] 도 5를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기물을 이용한 형광체의 코팅 방법은, 유기물 혼합 용액을 제조하는 단계(S21)와, 유기물 혼합용액에 형광체를 첨가하여 교반하는 단계(S22)와, 필터링하는 단계(S23), 및 필터링한 형광체를 경화하는 단계(S24)를 포함한다.
- [0040] 유기물 혼합 용액을 제조하는 단계(S21)는 유기 고분자 물질을 용매에 10 mg/ml 첨가하여 혼합용액을 제조하였다. 유기 고분자 물질은 PS(polystyrene), P4VP(poly(4-vinylpyridine))에서 선택된 어느 하나 이상일 수 있다. 이때, PS에 대한 용매로는 무극성 용매가 사용될 수 있다, 일 예로, 무극성 용매는 톨루엔일 수 있다. 또한, P4VP에 대한 용매로는 극성 용매가 사용될 수 있다. 일 예로 극성 용매는 메탄올일 수 있다. 용매에 첨가하는 유기물은 5 mg/ml 내지 15 mg/ml 일 수 있다.
- [0041] 유기물 혼합용액에 형광체를 첨가하여 교반하는 단계(S22)는, 유기물 고분자 혼합 용액에 전술한 불화물 적색 형광체를 교반하면서 혼합한다. 이때, 초음파 분쇄기를 이용하여 교반 시 형광체 표면에 균일하게 코팅할 수 있다. 초음파 분쇄를 수반하는 시간은 1분 내지 5분이 바람직하다. 초음파 인가 시간이 5분을 초과하는 경우 초음파에 의해 형광체가 분해되거나 손상되는 문제가 발생할 수 있다. 또한, 코팅 효율이 저하되어 형광체의 성능이 저하될 수 있다.
- [0042] 필터링하는 단계(S23)는, 적색 형광체가 혼합된 유기물 코팅 용액을 종이 필터를 이용하여 코팅되지 않고 남은 잔여 용액을 걸러낼 수 있다.
- [0043] 형광체를 경화하는 단계(S24)는, 필터에 남은 형광체를 수집하여 적외선(UV) 램프 아래에서 광 경화를 시킨다. 적외선 조사에 사용된 수은 램프는 10 W의 파워와 365 nm의 주파장을 가질 수 있다. 광 경화 시간은 5분 내지 60분일 수 있다.
- [0044] <실시 예 2-무기물 코팅 방법>
- [0045] 도 6은 합성된 적색 불화물 형광체 표면의 본 발명의 실시 예에 따른 무기물 코팅 공정의 개략도이다.
- [0046] 도 6을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 무기물을 이용한 형광체 코팅 방법은, 무기물 혼합 용액을 제조하는 단계(S31)와, 무기물 혼합 용액에 형광체를 첨가하여 교반하는 단계(S32)와, 형광체와 교반된 용액을 필터링하는 단계(S33), 및 필터링한 형광체를 경화하는 단계(S34)를 포함한다.
- [0047] 무기물 혼합 용액을 제조하는 단계(S31)는, 무기물 코팅을 위한 ZnO 용액을 제조한다. 먼저, IPA(Isopropanol) 30 ml에 MEA(Monoethanolamine)를 1 mol 첨가하고, 상온에서 30분 내지 60분간 교반하여 투명한 용액을 제조한다. 이때, 혼합 용액이 교반중 휘발하여 공기 중으로 유출되는 것을 막기 위해 뚜껑이 있는 용기를 사용한다. 이후, 상기 혼합용액에 아세트산 아연(Zinc acetate dihydrate)을 1 mol 첨가하고, 50°C에서 30분 내지 60분간 교반하여 투명한 ZnO 용액을 제조한다.
- [0048] 교반하는 단계는, 제조된 ZnO 용액에 형광체를 교반하면서 혼합한다. 이때, 초음파 분쇄기를 이용하여 교반 시 형광체 표면에 균일하게 코팅할 수 있다. 초음파 분쇄를 수반하는 시간은 1분 내지 5분이 바람직하다. 초음파 인가 시간이 5분을 초과하는 경우 초음파에 의해 형광체가 분해되거나 손상되는 문제가 발생할 수 있다. 또한, 코팅 효율이 저하되어 형광체의 성능이 저하될 수 있다.
- [0049] 필터링하는 단계(S33)는 적색 형광체가 혼합된 무기물 코팅 용액을 종이 필터를 이용하여 코팅되지 않고 남은 잔여 용액을 걸러낼 수 있다.
- [0050] 경화하는 단계(S34)는, 코팅된 형광체를 80°C 내지 120°C에서 60분 내지 120분 건조한다. 150°C 이상의 고온에서 건조 할 경우 코팅 형광체가 타 버리거나 손상을 받을 수 있으므로 120°C 이하의 온도에서 장시간 건조하는 것이 유리하다.
- [0051] 본 발명에서는 실시 예에 따라 형광체 표면을 유/무기물을 이용하여 코팅하였다. 형광체의 수분 흡착 방지 및 발광장치 제작 시 열퇴화 및 화학적 안정성 향상을 통한 발광장치의 발광 효율 및 빛의 안정성을 확보할 수 있게 된다. 또한, 상기 적색 불화물 형광체 주위 물질들과 반응하는 것을 제어할 수 있게 된다.

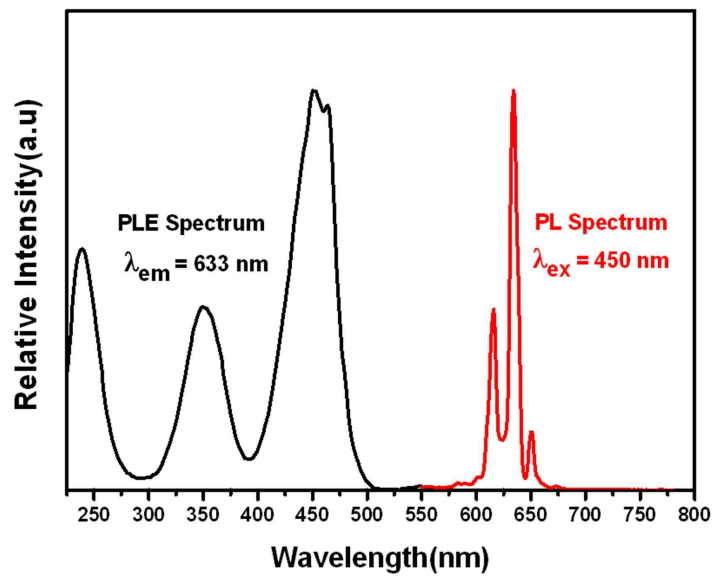
- [0052] <실험 예 1>
- [0053] 도 7은 유/무기물 코팅된 적색 불화물 형광체를 이용하여 제작한 발광장치의 스펙트럼이다.
- [0054] 실시 예에 의해 제조된 코팅 불화물 형광체의 코팅 재료 및 코팅 유무에 따른 발광 특성을 비교하기 위하여 발광 장치를 제작하였다. 450nm 청색 발광을 하는 발광 장치(LED) 위에 상기 실시 예에 의해 제조된 형광체와 코팅 형광체를 봉지제와 혼합하여 몰딩하였다. 이 때, 사용된 청색 발광 장치는 청색 발광 다이오드이고, 형광체와 봉지제의 혼합 비율은 질량 비율로서 2: 8로 하였다. 또한, 직류전원 3 V의 전압을 공급하였다.
- [0055] 도 7에서와 같이 코팅되지 않은 형광체와 비교하여 유기 고분자 물질 PS(polystyrene)와 P4VP(poly(4-vinylpyridine))를 코팅한 형광체는 밝기가 비교적 어둡다. 이는 코팅에 의해 발생하는 에너지 전달 효율의 감소, 발생하는 빛의 내부 전반사 때문으로 판단된다. 그러나, 무기물인 산화아연(ZnO)으로 코팅된 형광체는 코팅되지 않는 형광체와 거의 유사한 발광특성을 나타냄을 확인할 수 있다. 도 7에서 코팅 유무에 관계없이 주발광 파장은 동일하다.
- [0056] 종래의 코팅되지 않은 형광체는 봉지제 또는 수분과 접촉시 발광 세기가 상당히 약해진다. 실험 예 1에 의한 측정의 결과 도 7에서 형광체가 코팅에 의해 봉지제와의 혼합 과정에서 용해되지 않고, 내구성이 향상되었음을 확인할 수 있다.
- [0057] <실험 예 2>
- [0058] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 유/무기물 코팅 불화물 형광체의 구동 시간에 따른 밝기 및 밝기 감소를 나타낸 그래프이다.
- [0059] 실험 예 1에서 제작한 것과 동일한 발광장치를 제작하여 지속적으로 구동하였다. 상기 실시 예에 의해 제조된 형광체와 코팅 형광체를 각각 몰딩한 발광장치를 3 V의 동일한 전압을 공급하여 지속적으로 구동하였다. 이에, 일정한 구동시간 간격으로 발광 스펙트럼을 측정하였다. 스펙트럼 측정은 USB4000 UV-VIS(Ocean Optics Inc.)를 이용하여 측정하였다.
- [0060] 도 8에서 지속 시간의 증가에 따라 모든 형광체의 밝기 감소가 보인다. 이는 지속적인 장치 구동에 따른 열의 발생으로 형광체에 전달된 열에 의해 형광체의 성능 저하로 이어진 것이다.
- [0061] 도 8에서 실선으로 나타난 것은 각 형광체의 밝기 감소의 경향을 보여주고 있다. 이는 구동 시간별 데이터를 그래프로 만들고, OriginPro 8(OriginLab Corp.) 프로그램을 통하여 계산하였다. 코팅된 형광체의 밝기 감소는 유기물, 무기물에 관계없이 유사한 정도를 보여주고 있다. 반면, 코팅이 되지 않은 형광체의 밝기는 빠른 속도로 감소하며 50시간 구동 후에는, 최초 큰 밝기 차이를 보였던 유기물 코팅 형광체와도 유사한 밝기를 나타낸다. 또한, 30시간 구동 이후에는 무기물 코팅 형광체와 밝기가 거의 유사하거나, 어두워 진다.
- [0062] 이는 유/무기물을 이용한 형광체 코팅으로 불화물 적색 형광체의 내구성 및 열적 안정성의 향상으로 휘도 감소의 정도가 줄었기 때문으로 판단된다.

도면

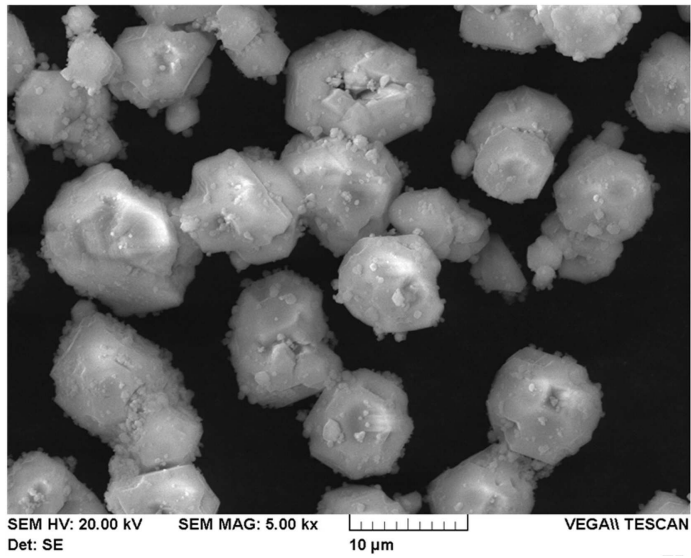
도면1



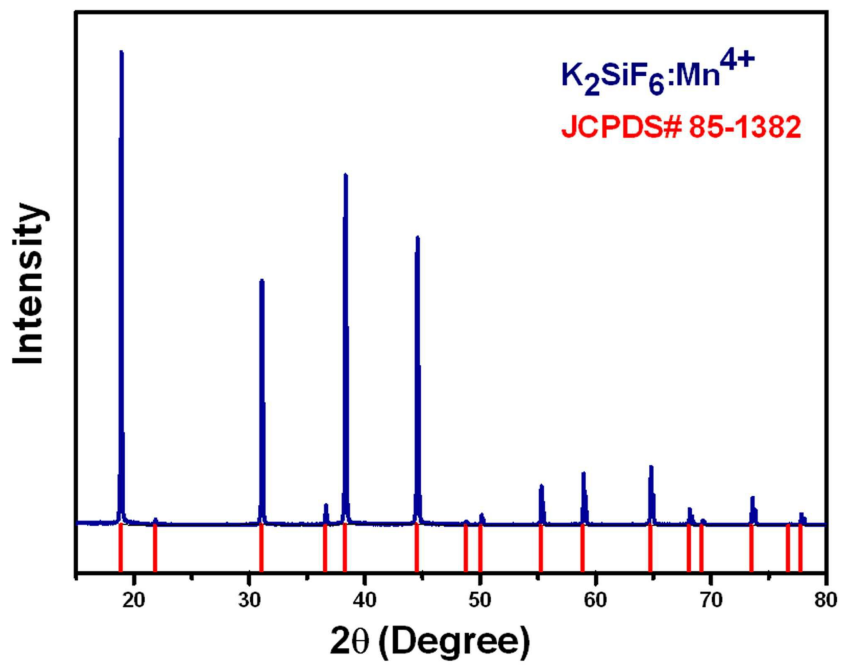
도면2



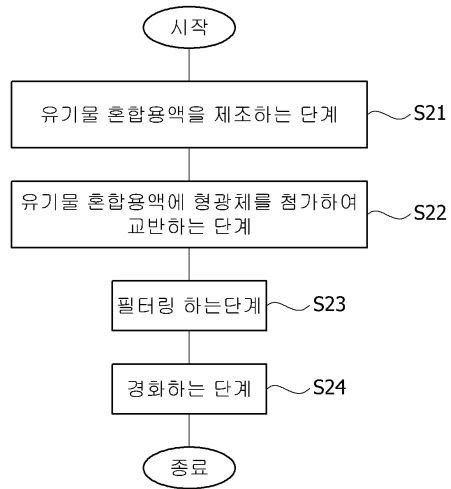
도면3



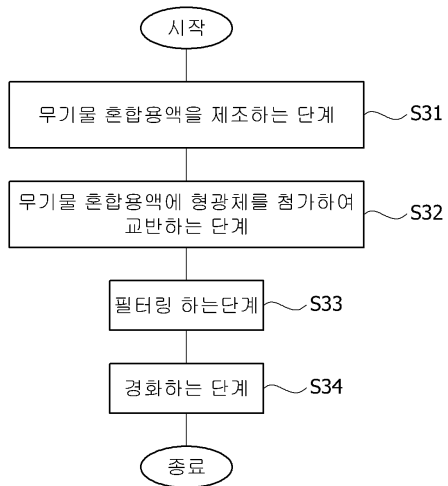
도면4



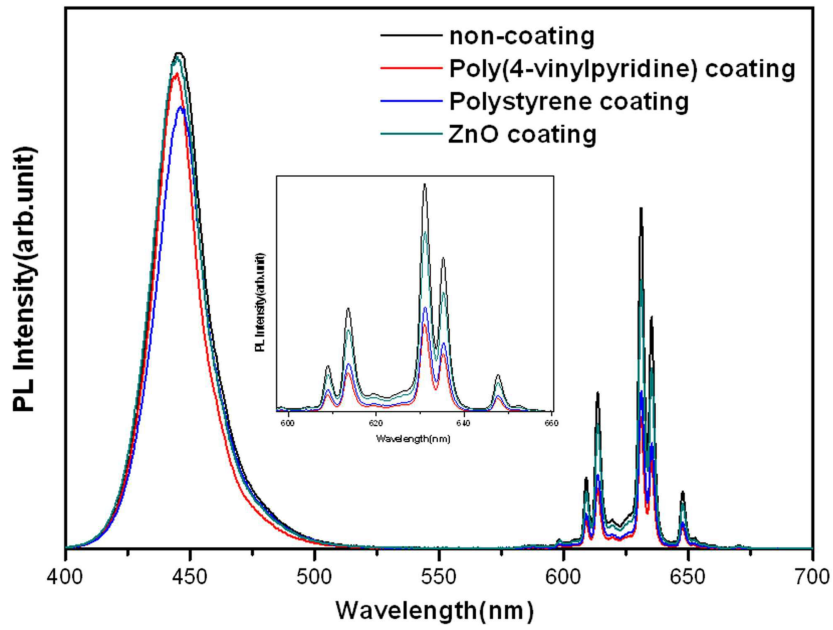
도면5



도면6



도면7



도면8

