



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0050065
(43) 공개일자 2023년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10K 59/00 (2023.01) H10K 50/80 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H10K 59/38 (2023.02)
H10K 50/84 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2021-0133317
(22) 출원일자 2021년10월07일
심사청구일자 2021년10월07일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경
희대학교 국제캠퍼스내)
아주대학교산학협력단
경기도 수원시 영통구 월드컵로 206 (원천동)
(뒷면에 계속)
(72) 발명자
박중욱
서울특별시 강남구 압구정로 151, 101동 506호(압
구정동, 현대아파트)
김상욱
서울특별시 송파구 올림픽로 435, 112동 601호(신
천동, 파크리오)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
유미특허법인

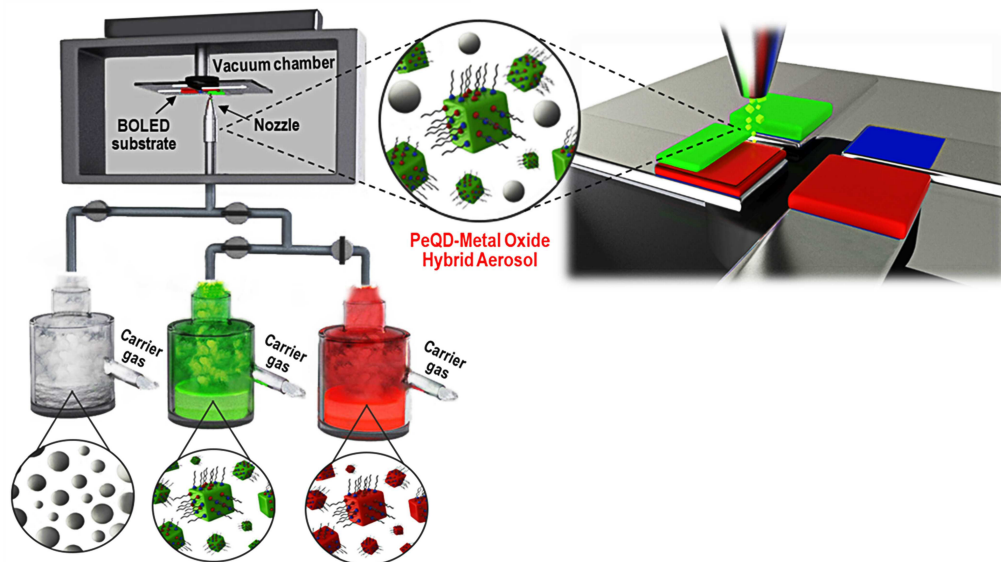
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 백라이트 유닛, 이를 포함하는 파장 변환 매체 및 디스플레이 장치

(57) 요약

청색광을 생성하는 광원; 및 상기 광원으로부터 생성된 청색광의 일부를 흡수하여 적색광 및 녹색광을 생성하는 광학 필름을 포함하고, 상기 광학 필름은 준금속원소 산화물이 내장된 양자점 매트릭스를 포함하는 백라이트 유닛, 이를 포함하는 파장 변환 매체 및 상기 파장 변환 매체를 포함하는 디스플레이 장치를 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H10K 50/85 (2023.02)

(71) 출원인

동의대학교 산학협력단

부산광역시 부산진구 엄광로 176(가야동)

광운대학교 산학협력단

서울특별시 노원구 광운로 20, 광운대학교 내 (월계동)

(72) 발명자

오종민

경기도 의정부시 송양로 94, 1909동 1406호(민락동, 민락엘리트19단지)

김성훈

서울특별시 강남구 압구정로 321, 2동 503호(압구정동, 한양아파트)

강석우

경기도 화성시 동탄대로24가길 27, 122동 304호(영천동, 동탄2 엘에이치1단지 에이6블록)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711127377
과제번호	2020M3A7B4002030
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	나노·소재기술개발(R&D)
연구과제명	페로브스카이트용 전하 수송재료 및 박막공정 개발
기 여 율	1/4
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01~2021.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345321158
과제번호	2020R1A6A1A03048004
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중점연구소지원(이공계분야)
연구과제명	디스플레이 부품소재 지역혁신센터
기 여 율	1/4
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01~2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	p137800017
과제번호	P0017363
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술진흥원
연구사업명	산업혁신인재성장지원(R&D)
연구과제명	기능성 유무기 복합소재 실용화 전문인력양성
기 여 율	1/4
과제수행기관명	석유화학협회
연구기간	2021.03.01~2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345311787
과제번호	2019R1A6B6000001
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D) 기초과학연구역량강화사업
연구과제명	광전 소재 소자 분석 전문센터
기 여 율	1/4
과제수행기관명	경희대학교 산학협력단
연구기간	2019.06.01~2025.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

청색광을 생성하는 광원; 및
상기 광원으로부터 생성된 청색광의 일부를 흡수하여 적색광 및 녹색광을 생성하는 광학 필름을 포함하고,
상기 광학 필름은 준금속원소 산화물이 내장된 양자점 매트릭스를 포함하는,
백라이트 유닛.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 준금속원소는 붕소, 규소, 게르마늄, 비소, 안티모니, 텔루륨, 폴로늄 또는 이들의 조합을 포함하는,
백라이트 유닛.

청구항 3

제2항에 있어서,
상기 준금속원소 산화물은 실리카인,
백라이트 유닛.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 양자점은 2-6족 양자점, 3-5족 양자점, 4-6족 양자점, 4족 양자점, 1-3-6족 양자점 또는 이들의 조합을 포함하는,
백라이트 유닛.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 양자점은 페로브스카이트 결정구조를 가지는,
백라이트 유닛.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 양자점은 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점인,

백라이트 유닛.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점은 하기 화학식 1로 표시되는,

백라이트 유닛:

[화학식 1]

ABX_3

상기 화학식 1에서,

A는 유기 양이온 또는 무기 양이온이고,

B는 금속 양이온이고,

X는 할라이드 음이온이다.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 화학식 1은 $CsPbX'_3$ (X'는 Cl, Br 및/또는 I)로 표시되는,

백라이트 유닛.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점은 녹색 양자점 또는 적색 양자점인,

백라이트 유닛.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 녹색 양자점은 $CsPbBr_3$ 이고, 적색 양자점은 $CsPb(BrI)_3$ 인,

백라이트 유닛.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 준금속원소 산화물이 내장된 양자점 매트릭스는 에어로졸화된 것인,

백라이트 유닛.

청구항 12

제11항에 있어서,
상기 에어로졸화 시 진공 조건에서 실시되는,
백라이트 유닛.

청구항 13

제11항에 있어서,
상기 에어로졸화 시 에어로졸 가스 유량은 0.1L/min 내지 10L/min인,
백라이트 유닛.

청구항 14

제1항에 있어서,
상기 청색광을 생성하는 광원은 청색 OLED, 청색 LED 또는 청색 EL 소자인,
백라이트 유닛.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항의 백라이트 유닛을 포함하는 파장 변환 매체.

청구항 16

제15항에 있어서,
상기 파장 변환 매체는 컬러필터-프리 파장 변환 매체인 파장 변환 매체.

청구항 17

제15항의 파장 변환 매체를 포함하는 디스플레이 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 기재는 에어로졸화된 양자점을 포함하는 백라이트 유닛, 이를 포함하는 파장 변환 매체 및 상기 파장 변환 매체를 포함하는 디스플레이 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근, 페로브스카이트 나노결정이 폴리스티렌(polystyrene), 폴리메틸메타크릴레이트(poly-methyl methacrylate) 등의 다양한 고분자 물질로 인캡슐된 물질이 상업적 LED 소자에서 발광재료로서 적용될 수 있음이 증명되었고, 현재 이를 파장 변환 매체(down-convesion medium (DCM))에 적용하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 파장 변환 매체를 사용함에 있어 컬러필터를 반드시 사용해야 하는 게 종래 기술이었으며, 상기 컬러필터의 사용으로 인해 광효율의 개선이 어렵다는 문제점이 있었다.

[0004] 또한, 상기 발광재료 매트릭스로 사용되는 절연 폴리머는 본질적으로 열적 스트레스에 취약한 문제점이 여전히 존재한다. 특히, 장기 열적 스트레스는 폴리스티렌, 폴리메틸메타크릴레이트, 사이클로올레핀코폴리머 등과 같

은 열가소성 폴리머의 연화 변형 또는 손상을 야기할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 구현예는 패턴 공정성 및 광효율을 개선할 수 있는 백라이트 유닛을 제공하려는 것이다.

[0007] 다른 일 구현예는 상기 백라이트 유닛을 포함하는 파장 변환 매체를 제공하려는 것이다.

[0008] 또 다른 일 구현예는 상기 파장 변환 매체를 포함하는 디스플레이 장치를 제공하려는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 구현예는 청색광을 생성하는 광원; 및 상기 광원으로부터 생성된 청색광의 일부를 흡수하여 적색광 및 녹색광을 생성하는 광학 필름을 포함하고, 상기 광학 필름은 준금속원소 산화물이 내장된 양자점 매트릭스를 포함하는, 백라이트 유닛을 제공한다.

[0011] 상기 준금속원소는 붕소, 규소, 게르마늄, 비소, 안티모니, 텔루륨, 폴로늄 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 준금속원소 산화물은 실리카일 수 있다.

[0013] 상기 양자점은 2-6족 양자점, 3-5족 양자점, 4-6족 양자점, 4족 양자점, 1-3-6족 양자점 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0014] 상기 양자점은 3-5족 양자점일 수 있다.

[0015] 상기 양자점은 페로브스카이트 결정구조를 가질 수 있다.

[0016] 상기 양자점은 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점일 수 있다.

[0017] 상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점은 하기 화학식 1로 표시될 수 있다.

[0018] [화학식 1]

[0019] ABX_3

[0020] 상기 화학식 1에서,

[0021] A는 유기 양이온 또는 무기 양이온이고,

[0022] B는 금속 양이온이고,

[0023] X는 할라이드 음이온이다.

[0024] 상기 화학식 1은 $CsPbX'_3$ (X'는 Cl, Br 및/또는 I)로 표시될 수 있다.

[0025] 상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점은 녹색 양자점 또는 적색 양자점일 수 있다.

[0026] 상기 녹색 양자점은 $CsPbBr_3$ 이고, 적색 양자점은 $CsPb(BrI)_3$ 일 수 있다.

[0027] 상기 준금속원소 산화물이 내장된 양자점 매트릭스는 에어로졸화된 것일 수 있다.

[0028] 상기 에어로졸화 시 진공 조건에서 실시될 수 있다.

[0029] 상기 에어로졸화 시 에어로졸 유량은 0.1L/min 내지 10L/min일 수 있다.

[0030] 상기 청색광을 생성하는 광원은 청색 OLED, 청색 LED 또는 청색 EL 소자일 수 있다.

[0031] 다른 일 구현예는 상기 백라이트 유닛을 포함하는 파장 변환 매체를 제공한다.

[0032] 상기 파장 변환 매체는 컬러필터-프리 파장 변환 매체일 수 있다.

[0033] 또 다른 일 구현예는 상기 파장 변환 매체를 포함하는 디스플레이 장치를 제공한다.

[0034] 기타 본 발명의 측면들의 구체적인 사항은 이하의 상세한 설명에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0036] 일 구현예에 따른 백라이트 유닛은 컬러필터 없이도 파장 변환 매체의 광효율을 크게 개선시킬 수 있기에, 이를 포함하는 디스플레이 소자 내 블루 빛샘현상을 완벽히 차단하여 궁극적으로 디스플레이 소자의 광효율을 개선할 수 있으며, 나아가 얇은 선평 구현이 가능하여 마스크없이도 패턴 공정이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은 일 구현예에 따른 백라이트 유닛을 제조하는 공정을 나타낸 모식도이다.

도 2는 청색 OLED 상에, 실리카가 내장(embedded)된 녹색 양자점(CsPbBr_3)이 에어로졸화되어 증착된 백라이트 유닛의 현미경 사진이다.

도 3은 청색 OLED 상에, 실리카가 내장(embedded)된 적색 양자점($\text{CsPb}(\text{BrI})_3$)이 에어로졸화되어 증착된 백라이트 유닛의 현미경 사진이다.

도 4는 청색 OLED 상에, 녹색 양자점(CsPbBr_3)이 에어로졸화되어 증착된 현미경 사진이다.

도 5는 청색 OLED 상에, 알루미늄이 내장(embedded)된 녹색 양자점(CsPbBr_3)이 에어로졸화되어 증착된 현미경 사진이다.

도 6은 청색 OLED 상에, 실리카가 내장(embedded)된 녹색 양자점(CsPbBr_3)이 에어로졸화되어 증착된 현미경 사진이다.

도 7은 청색 OLED 상에, 적색 양자점($\text{CsPb}(\text{BrI})_3$)이 에어로졸화되어 증착된 현미경 사진이다.

도 8은 청색 OLED 상에, 알루미늄이 내장(embedded)된 적색 양자점($\text{CsPb}(\text{BrI})_3$)이 에어로졸화되어 증착된 현미경 사진이다.

도 9는 청색 OLED 상에, 실리카가 내장(embedded)된 적색 양자점($\text{CsPb}(\text{BrI})_3$)이 에어로졸화되어 증착된 현미경 사진이다.

도 10 및 도 11은 각각 독립적으로 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛의 광효율을 나타낸 그래프이다.

도 12 및 도 13은 각각 독립적으로 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛의 휘도를 나타낸 그래프이다.

도 14는 실시예 2에 따른 백라이트 유닛의 휘도(녹색)를 나타낸 그래프이다.

도 15는 실시예 1에 따른 백라이트 유닛의 휘도(녹색)를 나타낸 그래프이다.

도 16은 실시예 3에 따른 백라이트 유닛의 휘도(녹색)를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 이하, 본 발명의 구현예를 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 예시로서 제시되는 것으로, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않으며 본 발명은 후술할 청구범위의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0040] 본 명세서에서 특별한 언급이 없는 한, "치환" 내지 "치환된"이란, 본 발명의 작용기 중의 하나 이상의 수소 원자가 할로젠 원자(F, Br, Cl 또는 I), 히드록시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기(NH_2 , $\text{NH}(\text{R}^{200})$) 또는 $\text{N}(\text{R}^{201})(\text{R}^{202})$ 이고, 여기서 R^{200} , R^{201} 및 R^{202} 는 동일하거나 서로 상이하며, 각각 독립적으로 C1 내지 C10

알킬기임), 아미디노기, 하이드라진기, 하이드라존기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 알킬기, 치환 또는 비치환된 알케닐기, 치환 또는 비치환된 알키닐기, 치환 또는 비치환된 지환족 유기기, 치환 또는 비치환된 아릴기 및 치환 또는 비치환된 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상의 치환기로 치환된 것을 의미한다.

[0041] 본 명세서에서 특별한 언급이 없는 한, "알킬기"란 C1 내지 C20 알킬기를 의미하고, 구체적으로는 C1 내지 C15 알킬기를 의미하고, "사이클로알킬기"란 C3 내지 C20 사이클로알킬기를 의미하고, 구체적으로는 C3 내지 C18 사이클로알킬기를 의미하고, "알콕시기"란 C1 내지 C20 알콕시기를 의미하고, 구체적으로는 C1 내지 C18 알콕시기를 의미하고, "아릴기"란 C6 내지 C20 아릴기를 의미하고, 구체적으로는 C6 내지 C18 아릴기를 의미하고, "알케닐기"란 C2 내지 C20 알케닐기를 의미하고, 구체적으로는 C2 내지 C18 알케닐기를 의미하고, "알킬렌기"란 C1 내지 C20 알킬렌기를 의미하고, 구체적으로는 C1 내지 C18 알킬렌기를 의미하고, "아릴렌기"란 C6 내지 C20 아릴렌기를 의미하고, 구체적으로는 C6 내지 C16 아릴렌기를 의미한다.

[0042] 본 명세서에서 특별한 언급이 없는 한, "(메타)아크릴레이트"는 "아크릴레이트"와 "메타크릴레이트" 둘 다 가능함을 의미하며, "(메타)아크릴산"은 "아크릴산"과 "메타크릴산" 둘 다 가능함을 의미한다.

[0043] 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, "조합"이란 혼합 또는 공중합을 의미한다. 또한 "공중합"이란 블록 공중합 내지 랜덤 공중합을 의미하고, "공중합체"란 블록 공중합체 내지 랜덤 공중합체를 의미한다.

[0044] 본 명세서 내 화학식에서 별도의 정의가 없는 한, 화학 결합이 그려져야 하는 위치에 화학결합이 그려져 있지 않은 경우는 상기 위치에 수소 원자가 결합되어 있음을 의미한다.

[0045] 본 명세서에서 별도의 정의가 없는 한, "*"는 동일하거나 상이한 원자 또는 화학식과 연결되는 부분을 의미한다.

[0047] 일 구현에는 청색광을 생성하는 광원; 및 상기 광원으로부터 생성된 청색광의 일부를 흡수하여 적색광 및 녹색광을 생성하는 광학 필름을 포함하고, 상기 광학 필름은 준금속원소 산화물이 내장된 양자점을 포함하는, 백라이트 유닛을 제공한다.

[0048] 대면적 디스플레이를 구현하기 위한 현재 기술로서는 기존 증착 방식을 사용하지만 공정 수율, 마스크 휨, 균일도 문제점을 겪고 있고, 이를 해결하기 위한 기술로서 잉크젯 프린팅 방식이 거론되고 있다. 현재 양자점을 잉크젯 프린팅 방식으로 청색 OLED 기판 위에 잉크젯 프린팅 방식을 사용하고 있지만, 노즐 막힘, 건조 불균일, 뱅크 높이 구현의 어려움, 칼라 변환층 두께의 증가, 빛샘 현상 등의 문제를 겪고 있는 실정이다.

[0049] 이러한 문제점들은 파장 변환 매체(down-conversion medium (DCM))에 사용되는 컬러필터에 기인하는데, 본 발명의 발명자들은 상기 컬러필터없이도 파장 변환 매체 사용이 가능하도록 하기 위해 수많은 실험과 시행착오를 반복한 끝에, 청색광을 생성하는 광원, 예컨대 청색 OLED 기판 위에 준금속원소 산화물이 임베디드된 나노결정, 예컨대 양자점을 코팅시킴으로써, 상기 문제점을 해결하기에 이르렀다.

[0050] 종래에도 산화물이 임베디드된 양자점을 사용하려는 시도가 있었으나, 준금속원소의 산화물을 양자점에 임베디드시키려는 시도는 없었다.

[0051] 예컨대, 상기 준금속원소는 붕소, 규소, 게르마늄, 비소, 안티모니, 텔루륨, 플로륨 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 준금속원소는 규소일 수 있다.

[0052] 예컨대, 상기 준금속원소 산화물은 실리카일 수 있다.

[0053] 상기 양자점에 임베디드된 산화물이 준금속이 아닌 금속의 산화물일 경우, 준금속 산화물을 사용한 경우에 비해, 최종적으로 제조되는 백라이트 유닛의 휘도가 광효율 개선 효과가 미미하다.

[0054] 예컨대, 상기 양자점은 CdSe, CdS, CdTe, ZnSe, ZnS, ZnTe 등의 2-6족 양자점, InP, InAs 등의 3-5족 양자점, PbS, PbSe, PbTe 등의 4-6족 양자점, Ge, Si 등의 4족 양자점, $Cu_{1-x}In_xS_{1-y}Se_y$ ($0 < x$ 및 $y < 1$) 등의 1-3-6족 양자점 또는 이들의 조합을 포함할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0055] 예컨대, 상기 양자점은 코어-셸 구조를 가질 수 있으며, 이 때 상기 코어는 상기 2-6족 양자점, 3-5족 양자점, 4-6족 양자점, 4족 양자점, 1-3-6족 양자점 또는 이들의 조합 등으로 이루어질 수 있고, 상기 셸은 단일셸, 이중셸 또는 삼중셸일 수 있다.

[0056] 최근 전 세계적으로 환경에 대한 관심이 크게 증가하고 유독성 물질에 대한 규제가 강화되고 있으므로, 카드뮴

계 코어를 갖는 양자점을 대신하여, 친환경적인 비카드뮴계 양자점(InP/ZnS, InP/ZeSe/ZnS 등)를 사용할 수 있으며, 예컨대 상기 친환경적인 비카드뮴계 양자점이 코어-셸 구조를 가질 때 상기 코어로 상기 3-5족 양자점을 사용할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0057] 예컨대, 상기 양자점은 페로브스카이트 결정구조를 가질 수 있다.

[0058] 예컨대, 상기 양자점은 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점일 수 있다. 이 경우, 상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 양자점은 상기 금속할라이드 원소에 의해 밴드갭을 조절할 수 있다. 상기 양자점의 밴드갭 에너지는 1eV 내지 5 eV 일 수 있다.

[0059] 예컨대, 상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점은 하기 화학식 1로 표시될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0060] [화학식 1]

[0061] ABX_3

[0062] 상기 화학식 1에서,

[0063] A는 유기 양이온 또는 무기 양이온이고,

[0064] B는 금속 양이온이고,

[0065] X는 할라이드 음이온이다.

[0066] 예컨대, 상기 화학식 1은 $CsPbX'_3$ (X'는 Cl, Br 및/또는 I)로 표시될 수 있다.

[0067] 예컨대, 상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점은 1nm 내지 8nm의 평균 입경을 가지는 녹색 양자점 또는 9nm 내지 15nm의 평균 입경을 가지는 적색 양자점일 수 있고, 이 때 상기 녹색 양자점은 $CsPbBr_3$ 으로 표시될 수 있고, 적색 양자점은 $CsPb(BrI)_3$ 으로 표시될 수 있다.

[0068] 예컨대, 상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점의 크기는 1nm 내지 900nm 일 수 있다. 만일 상기 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점의 크기를 900nm를 초과하여 형성할 경우 큰 나노결정 안에서 열적 이온화 및 전하 운반체의 비편재화에 의해서 엑시톤이 발광으로 가지 못하고 자유 전하로 분리되어 소멸되는 근본적인 문제가 있을 수 있다.

[0069] 예컨대, 상기 준금속원소 산화물이 내장된 양자점은 에어로졸화된 것일 수 있다. 즉, 상기 준금속원소 산화물이 내장된 양자점은 상기 청색광을 생성하는 광원 위에 에어로졸화 되어 코팅될 수 있다. 이 경우, 상기 양자점을 에어로졸화시키지 않고 코팅시키는 경우와 비교하여, 공정 시간 단축, 칼라 변환층 두께 감소 및 광효율 개선 등의 효과를 꾀할 수 있다. 또한, 청색 OLED 기판 위에 양자점을 에어로졸화 시켜 코팅 시, 약 7 μ m 두께에서 블루 빛샘 현상을 완벽히 차단할 수 있다. 더 나아가 상기 준금속원소 산화물이 임베디드(내장)된 양자점을 에어로졸화 하여 코팅 시 더욱 얇은 두께, 예컨대 3 μ m 두께 수준에서 블루 빛샘 현상을 완벽히 차단할 수 있으며, 광 효율도 준금속원소 산화물을 임베디드시키지 않고 코팅하는 경우 대비 약 40% 이상 개선시킬 수 있다.

[0070] 예컨대, 상기 에어로졸화는 진공 조건에서 실시될 수 있다.

[0071] 일 실시예로, 상기 준금속원소 산화물이 임베디드된 양자점은 양자점의 전구체 물질과 준금속원소 산화물 분말을 용매 내에서 혼합한 후 상기 준금속원소 산화물 분말의 표면 상에서 나노결정을 성장시키고, 이를 분쇄함으로써 제조될 수 있다. 이와 다른 실시예로, 상기 기함성된 양자점과 준금속원소 산화물 분말을 용매 내에서 혼합한 후 상기 용매를 증발시켜 나노결정을 상기 준금속원소 산화물 분말 표면에 흡착 또는 결합시키고, 이를 분쇄함으로써 제조될 수 있다.

[0072] 이 때, 상기 양자점의 전구체 물질 또는 상기 양자점과 혼합되는 상기 준금속원소 산화물 분말은 상기 양자점보다 큰 크기를 가질 수 있다. 예컨대, 상기 준금속원소 산화물 분말은 약 300nm 이상 2000nm 이하의 크기를 가질 수 있다. 한편, 상기 양자점과 상기 준금속원소 산화물 분말을 혼합함에 있어서, 상기 양자점은 상기 준금속원소 산화물 분말 100 중량부 대비 약 0.5 중량부 내지 20 중량부로 혼합될 수 있다.

[0073] 상기 준금속원소 산화물이 내장된 양자점은 에어로졸화 시켜 코팅하는 공정은 에어로졸 증착 장치를 이용하여 수행될 수 있다.

- [0074] 도 1에 도시된 바와 같이, 에어로졸 증착 장치는 에어로졸 챔버(미도시), 증착 진공 챔버(Deposition Vacuum chamber), 캐리어 가스(Carrier gas) 공급 수단, 진공 펌프(미도시) 및 노즐(Nozzle)을 포함할 수 있다. 상기 에어로졸 챔버에는 상기 양자점 및 준금속원소 산화물 분말이 수용될 수 있고, 상기 증착 챔버에는 청색광을 생성하는 광원, 예컨대 청색 OLED 기판이 배치될 수 있다. 상기 캐리어 가스 공급 수단은 상기 에어로졸 챔버에 캐리어 가스를 공급할 수 있고, 상기 진공 펌프는 상기 증착 챔버를 진공 상태로 만들 수 있다. 상기 노즐은 상기 증착 챔버 내에서 상기 기판과 일정간격 이격되도록 배치되고 연결관을 통해 상기 에어로졸 챔버와 연결될 수 있다. 한편, 상기 에어로졸 챔버는 상기 노즐이 상기 복합체 분말을 균일한 에어로졸 형태로 분사할 수 있도록, 진동장치(Vibrator)를 구비할 수 있다.
- [0075] 상기 에어로졸 증착 공정은 상기 에어로졸 챔버 내에 상기 양자점 및 준금속원소 산화물 분말을 수용시키고 상기 증착 챔버 내에 청색 OLED 기판을 배치시킨 상태에서 상기 캐리어 가스 공급 수단을 통해 상기 에어로졸 챔버에 캐리어 가스를 주입하면, 진공 상태인 증착 챔버와 상기 에어로졸 챔버 사이의 압력 차이에 의해 상기 양자점 및 준금속원소 산화물 분말들이 에어로졸 형태로 상기 노즐을 통해 상기 청색 OLED 기판으로 분사되어 상기 청색 OLED 기판 상에 상기 준금속원소 산화물이 임베디드된 양자점으로 이루어진 박막을 형성할 수 있다.
- [0076] 일 실시예에 있어서, 상기 에어로졸 증착 공정의 캐리어 가스로 질소(N_2)가 사용될 수 있다.
- [0077] 일반적인 에어로졸 증착 공정의 캐리어 가스로는 헬륨(He)이 사용된다. 하지만, 헬륨의 경우에는 분자량이 작기 때문에, 헬륨 가스를 캐리어 가스로 사용하는 경우, 에어로졸 증착 과정에서 양자점 및 준금속원소 산화물 분말들은 상대적으로 높은 속도로 기판 및 다른 분말들과 충돌하게 된다. 이와 같이 헬륨 가스에 의해 양자점 및 준금속원소 산화물 분말들이 상대적으로 높은 속도로 기판 또는 다른 분말들과 충돌하여, 양자점 및 준금속원소 산화물 분말들이 높은 충격력을 받는 경우, 헬륨 가스에 의해 전기적으로 방전된 플라즈마가 형성되고, 이러한 플라즈마는 양자점 및 준금속원소 산화물 분말, 특히 양자점에 심각한 손상을 유발할 수 있다. 실제 에어로졸 증착 공정에서, 헬륨 가스를 캐리어 가스로 사용하여 $CsPbBr_3-SiO_2$ 복합체 분말을 기판에 분사한 경우, 지엽적 영역에서의 강한 빛 방출이 관찰되었고, 에어로졸 증착 공정을 통해 형성된 박막에서 발생하는 광의 파장이 상기 복합체 분말 자체에서 발생하는 광의 파장보다 블루 쉬프트되고 발광 강도가 낮아지는 것이 확인되었다.
- [0078] 하지만, 본 발명에서와 같이 에어로졸 증착 공정의 캐리어 가스로 질소(N_2)를 사용하는 경우, 질소는 방전 플라즈마를 형성하지 않으므로 헬륨 가스를 캐리어 가스로 사용하는 경우에 발생하는 양자점 및 준금속원소 산화물 분말 손상 문제를 해결할 수 있다.
- [0079] 에어로졸 증착 공정의 경우, 적용된 산화물 분말 입자의 크기가 약 $1\mu m$ 수준의 크기를 가지는 입자들이 고속 분사하는 형태이기에, 캐리어 가스의 종류, 입자 모양, 캐리어 가스 유속 조건, 노즐 디자인 등 다양한 요소들로 인해 열화현상이 유발될 수 있으나, 일 구현예에서 적용된 양자점은 그 크기가 매우 작기 때문에($1nm$ 내지 $15nm$) 양자점이 손상될 만큼의 kinetic energy가 높지 않고, 따라서, 상기 열화현상은 찾아볼 수 없으며, 오히려, 고속분사 방식을 이용하여 상당히 치밀한 성막을 형성함에 따라 성막 내부의 핀홀, 결점등을 해소할 수 있으며, 성막 두께를 크게 줄일 수 있다는 장점이 있다.
- [0080] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 에어로졸화된 준금속원소 산화물이 임베디드된 양자점의 에어로졸 가스 유량을 제어, $0.1L/min$ 내지 $10L/min$, 예컨대 $0.1L/min$ 내지 $1.0L/min$, 예컨대 $0.1L/min$ 내지 $0.5L/min$, 예컨대 $0.2L/min$ 내지 $0.4L/min$ 로 제어할 수 있다. 에어로졸 유량을 상기와 같이 제어할 경우, 양자점 및 준금속원소 산화물 분말에 인가되는 충격량을 충분히 감소시킬 수 있어서 발광 강도가 낮아지지 않으며, 제조되는 박막의 기계적 특성 또는 광학적 특성을 저하시키지도 않을 수 있다. 특히, 상기 에어로졸 가스 유량을 상기와 같이 제어함으로써, 광학적 특성 중 휘도 특성을 크게 개선시킬 수 있다. 또한 에어로졸 시 가스 유량을 상기와 같이 조절하게 되면 매우 얇은 선폭을 구현할 수 있기 때문에 마스크 없이 패터닝 공정이 가능한 장점도 가질 수 있다.
- [0081] 상기 준금속원소 산화물이 임베디드된 양자점은 준금속원소 산화물 매트릭스 내에 양자점이 균일하게 분산된 구조를 가질 수 있고, 약 1 내지 $50\mu m$ 의 두께를 가질 수 있다.
- [0082] 예컨대, 상기 청색광을 생성하는 광원은 청색 OLED, 청색 LED, 청색 EL 소자 등일 수 있으며, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 예컨대, 상기 청색광을 생성하는 광원은 확산판 및 상기 확산판 하부에 배치된 청색 OLED들을 포함하는 직하형 광원 유닛이거나 도광판 및 상기 도광판의 측면에 배치된 청색 OLED들을 포함하는 예지형 광원 유닛일 수 있다.
- [0083] 그리고, 상기 광학 필름은 상기 청색광을 생성하는 광원의 상부에 배치되어 상기 광원에 의해 생성된 청색광의

일부를 흡수한 후 이를 적색광 및 녹색광으로 변환할 수 있다.

[0084] 예컨대, 상기 광학 필름은 제1 광변환층 및 제2 광변환층을 포함할 수 있다.

[0085] 상기 제1 광변환층은 상기 광원으로부터 청색광을 흡수한 후 이를 적색광으로 변환할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 제1 광변환층은 제1 준금속원소 산화물 매트릭스 내부에 적색 양자점이 분산된 구조를 가질 수 있다. 상기 제1 준금속원소 산화물 매트릭스는 실리카로 형성될 수 있다. 상기 적색 양자점은 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점일 수 있다.

[0086] 상기 제2 광변환층은 상기 제1 광변환층 상에 형성되고, 상기 광원으로부터 청색광을 흡수한 후 이를 녹색광으로 변환할 수 있다. 일 실시예에 있어서, 상기 제2 광변환층은 제2 준금속원소 산화물 매트릭스 내부에 녹색 양자점이 분산된 구조를 가질 수 있다. 상기 제2 준금속원소 산화물 매트릭스 역시 실리카로 형성될 수 있다. 상기 녹색 양자점은 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점일 수 있다.

[0087] 일 실시예에 있어서, 상기 광학 필름(120)은 에어로졸 증착 방법을 통해 상기 기판(121) 상에 상기 제1 광변환층(122) 및 상기 제2 광변환층(123)을 순차적으로 형성함으로써 제조될 수 있다.

[0088] 상기 제1 광변환층은 적색 양자점과 제1 준금속원소 산화물의 제1 복합체 분말을 제조한 후, 질소를 캐리어 가스로 이용하는 에어로졸 증착 방법을 통해 에어로졸 가스 유량을 제어하면서 상기 광원 상에 상기 제1 광변환층을 형성할 수 있다.

[0089] 상기 제2 광변환층은 녹색 양자점과 제2 준금속원소 산화물의 제2 복합체 분말을 제조한 후, 질소를 캐리어 가스로 이용하는 에어로졸 증착 방법을 통해 에어로졸 가스 유량을 제어하면서 상기 광원 상에 상기 제2 광변환층을 형성할 수 있다.

[0090] 본 발명에 따른 백라이트 유닛에 적용되는 광학 필름은 준금속원소 산화물 매트릭스 내부에 분산된 양자점, 특히 페로브스카이트 결정구조를 갖는 금속할라이드계 양자점을 포함하는 구조를 가지므로, 외부 열이나 수분, 응력에 대한 장기 안정성이 우수하며, 에어로졸 가스 유량을 제어하면서 형성되기 때문에 마스크없이도 미세패턴 공정이 가능할뿐만 아니라, 기계적 및 광학적 특성이 매우 우수할 수 있다.

[0092] 다른 일 구현예는 상기 백라이트 유닛을 포함하는 파장 변환 매체를 제공한다.

[0093] 상기 파장 변환 매체는 컬러필터-프리(free) 파장 변환 매체, 즉 컬러필터를 포함하지 않는 파장 변환 매체일 수 있다.

[0095] 또 다른 일 구현예는 상기 파장 변환 매체를 포함하는 디스플레이 장치를 제공한다.

[0097] 이하, 실시예를 들어 본 발명에 대해서 더욱 상세하게 설명할 것이나, 하기의 실시예는 본 발명의 바람직한 실시예일 뿐 본 발명이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0099] <백라이트 유닛의 제조>

[0100] 실시예 1

[0101] 기계식 회전 펌프를 사용하여 챔버에서 거의 진공 상태를 만들고 UAD를 사용하여 실온(25℃), 10^{-1} torr에서 무카드뮴 페로브스카이트 양자점(PeQD) 필름을 증착하였다. 광변환층 재료로 TOPO-Zn CsPbBr₃(녹색) 및 TOPO-Zn CsPb(BrI)₃(적색) 양자점을 각각 100ml 당 64mg의 농도로 n-헥산에 혼합한 후, 실리카 분말을 미세한 체망(ASTM mesh No. 170)을 통해 침투시켰다. 이렇게 제조된 녹색 재료와 적색 재료는 각각 서로 다른 에어로졸 챔버에 배치하였다. 깨끗한 PeQD(녹색 또는 빨간색)의 증착은 초음파 분무기(1.8MHz)와 1L/min의 속도로 주입된 N₂ 운반 가스를 사용하여 PeQD 용액의 에어로졸화된 액적을 생성함으로써 시작하였다. PeQD와 준금속원소 산화물인 실리카의 혼합물을 포함하는 시스템의 경우, 두 가지 구성 요소가 후속 공동 증착을 위해 각 에어로졸 챔버에서 노즐로 수렴되도록 하였다. PeQD 및 실리카의 공급량을 제어하기 위해 질량 유량 컨트롤러를 조정하여 N₂ 운반 가

스를 사용하여, 에어로졸 가스의 유량을 0.3 L/min로 제어하였으며, 초음파로 생성된 PeQD 에어로졸은 캐리어 가스 흐름 하에서 에어로졸과 증착 챔버 사이의 압력 차이로 인해 오리피스 노즐(직경 1mm)을 빠르게 통과하게 하였다. 이 에어로졸을 노즐에서 5mm 떨어진 BOLED 기판으로 빠르게 분사하였다. 그리고 BOLED 기판에 부착된 기판 홀더는 5mm/s의 스캔 속도로 XY 평면을 따라 자동으로 이동되게 하였다. 그 결과, PeQD 층 또는 PeQD-실리카 복합층이 BOLED 기판 상에 조밀한 상태로 증착되었다. PeQD 농도와 스캔 횟수를 조정하여 막 두께를 변경하였다. 청색광 차단율 달성하기 위해 64mg/100ml의 PeQD 농도(녹색 및 적색)와 3~4회 스캔으로 광변환층을 증착하였다.

[0103] 실시예 2

[0104] 에어로졸 가스의 유량을 0.3 L/min 대신 0.1 L/min로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 하였다.

[0106] 실시예 3

[0107] 에어로졸 가스의 유량을 0.3 L/min 대신 0.5 L/min로 변경한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 하였다.

[0109] 비교예 1

[0110] 실리카 분말을 사용하지 않은 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 하였다.

[0112] 비교예 2

[0113] 실리카 분말 대신 알루미늄(α - Al_2O_3)를 사용한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 하였다.

[0115] <평가>

[0116] 도 2 및 도 3을 보면 녹색 양자점과 적색 양자점인 BOLED 기판 상에 잘 증착된 것을 확인할 수 있다.

[0117] 도 4 내지 도 6으로부터 BOLED 기판(Glass) 상에 녹색 양자점, 알루미늄이 임베디드된 녹색 양자점 및 실리카가 임베디드된 녹색 양자점이 잘 증착되어 있는 것을 확인할 수 있다. 도 4는 비교예 1에 대한 사진이고, 도 5는 비교예 2에 대한 사진이고, 도 6은 실시예 1에 대한 사진이다.

[0118] 도 7 내지 도 9로부터 BOLED 기판(Glass) 상에 적색 양자점, 알루미늄이 임베디드된 적색 양자점 및 실리카가 임베디드된 적색 양자점이 잘 증착되어 있는 것을 확인할 수 있다. 도 4는 비교예 1에 대한 사진이고, 도 5는 비교예 2에 대한 사진이고, 도 6은 실시예 1에 대한 사진이다.

[0119] 도 10은 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛의 녹색 광효율을 나타낸 그래프이고, 도 11은 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛의 적색 광효율을 나타낸 그래프이다. 이로부터, 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛 모두 동등 수준의 광효율을 나타내지만, 실시예 1에 따른 백라이트 유닛이 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛에 비해 보다 우수한 파장 적합성을 가짐을 확인할 수 있다.

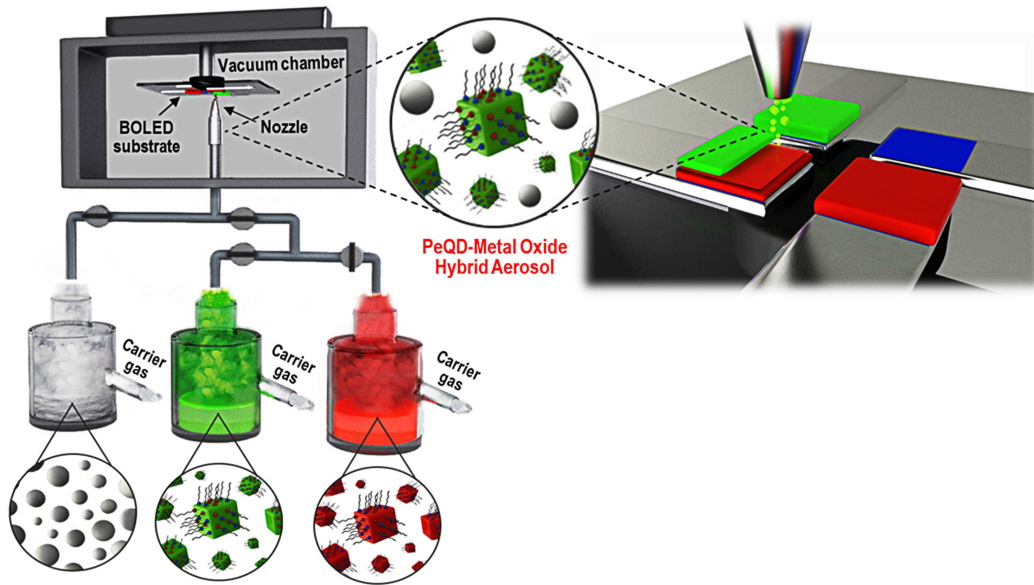
[0120] 도 12는 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛의 녹색 휘도를 나타낸 그래프이고, 도 13은 실시예 1, 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛의 적색 휘도를 나타낸 그래프이다. 이로부터, 실시예 1에 따른 백라이트 유닛이 비교예 1 및 비교예 2에 따른 백라이트 유닛에 비해 보다 우수한 휘도를 가짐을 확인할 수 있다.

[0121] 도 14는 실시예 2에 따른 백라이트 유닛의 휘도(녹색)를 나타낸 그래프이고, 도 15는 실시예 1에 따른 백라이트 유닛의 휘도(녹색)를 나타낸 그래프이고, 도 16은 실시예 3에 따른 백라이트 유닛의 휘도(녹색)를 나타낸 그래프인데, 이로부터 에어로졸 가스 유량이 0.3 L/min에 근접할수록 휘도 특성이 보다 우수해짐을 확인할 수 있고, 에어로졸 가스 유량을 제어함으로써 백라이트 유닛의 휘도를 개선시킬 수 있음을 알 수 있다.

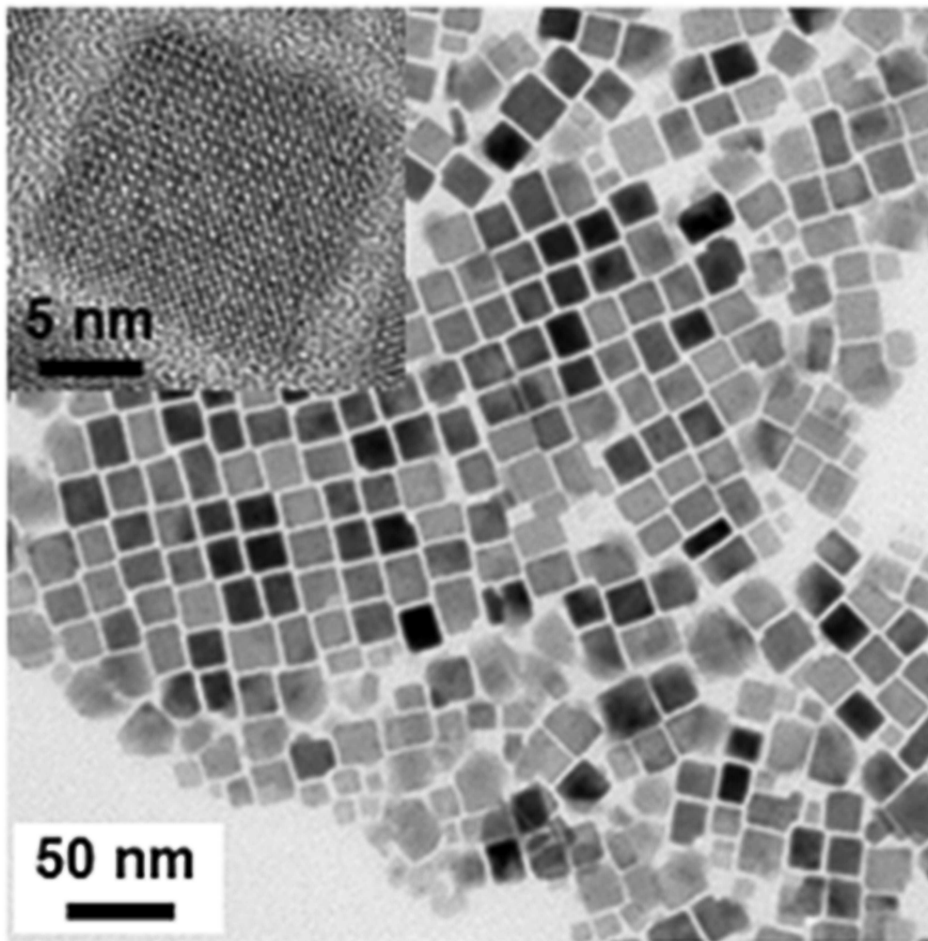
[0123] 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

도면1

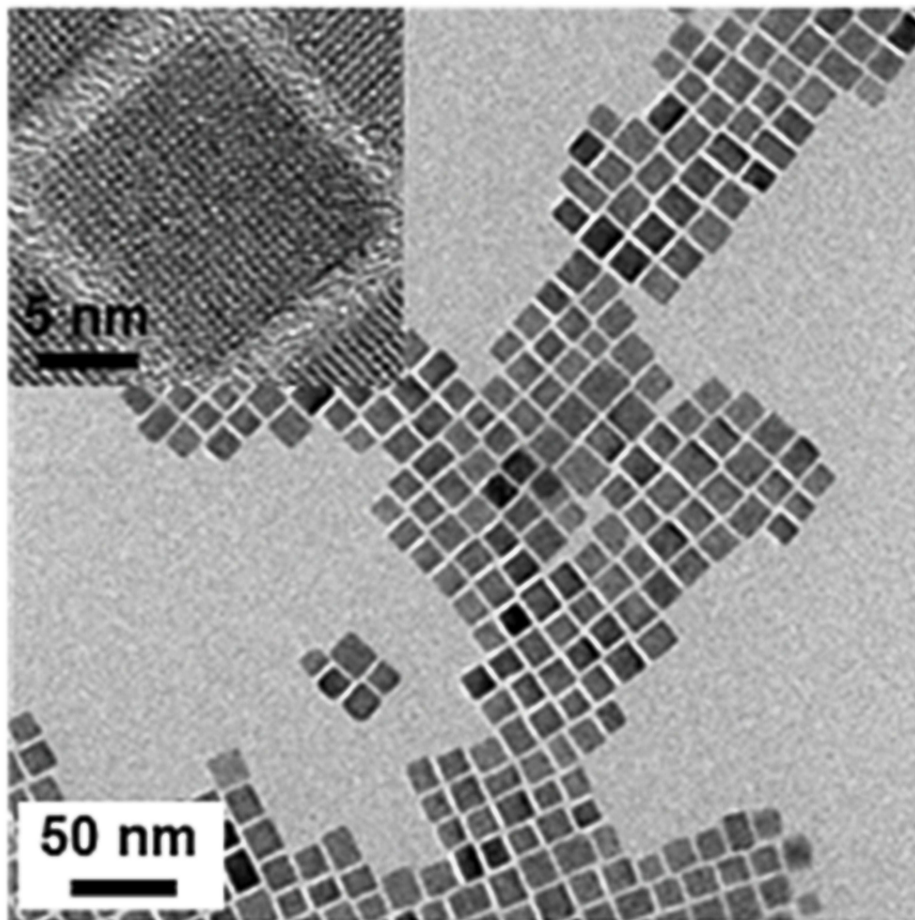


도면2



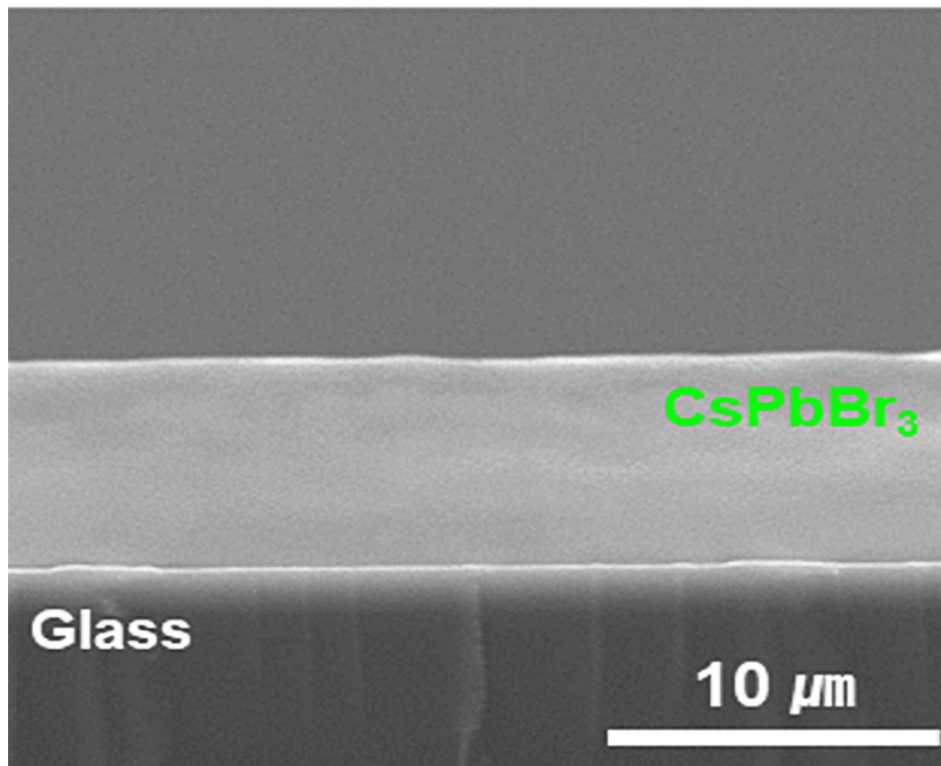
CsPbBr₃ (green)

도면3

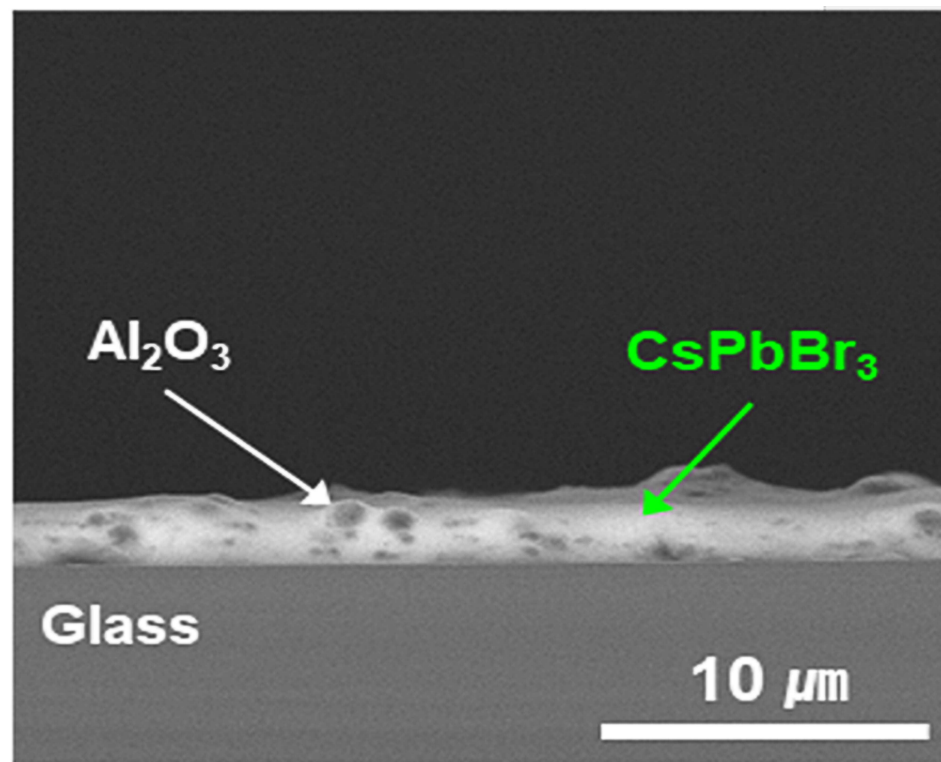


CsPb(BrI)₃ (red)

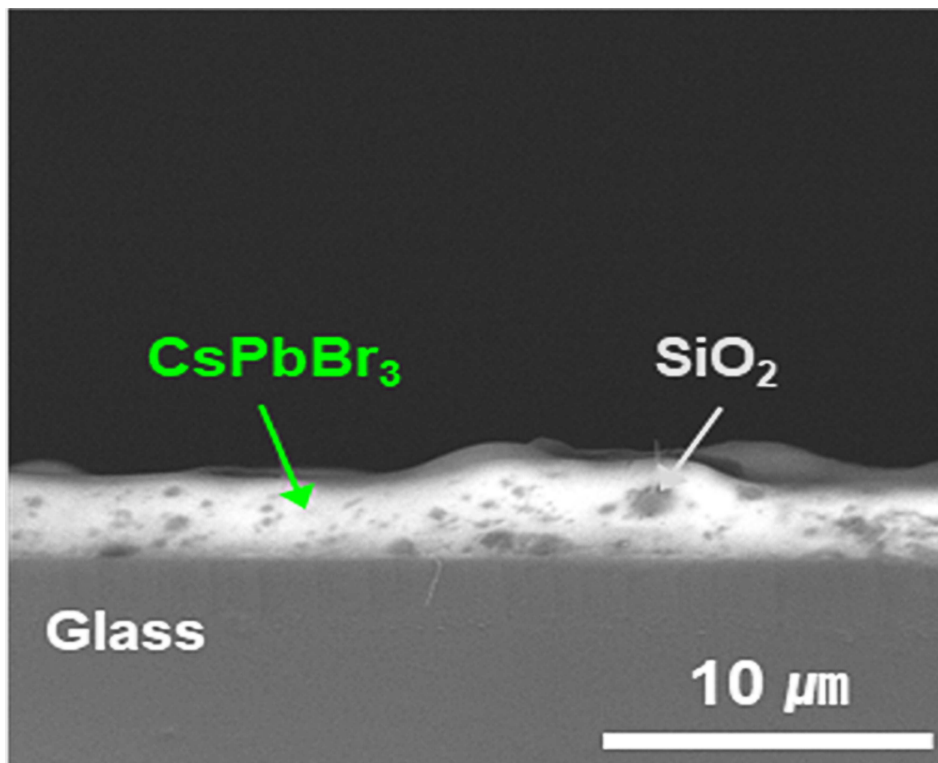
도면4



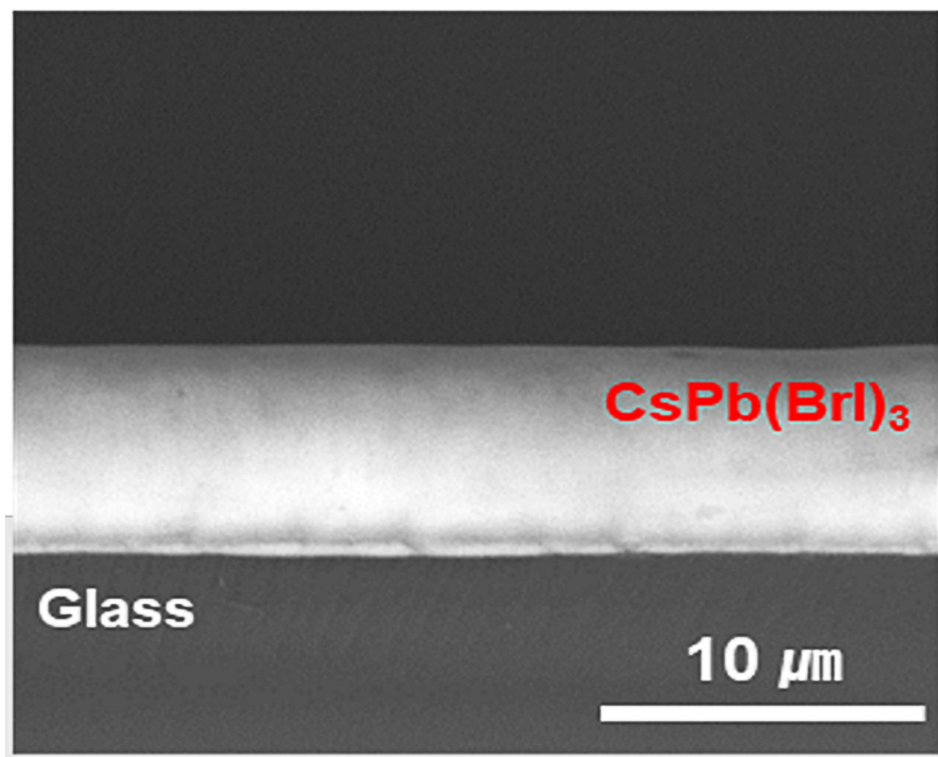
도면5



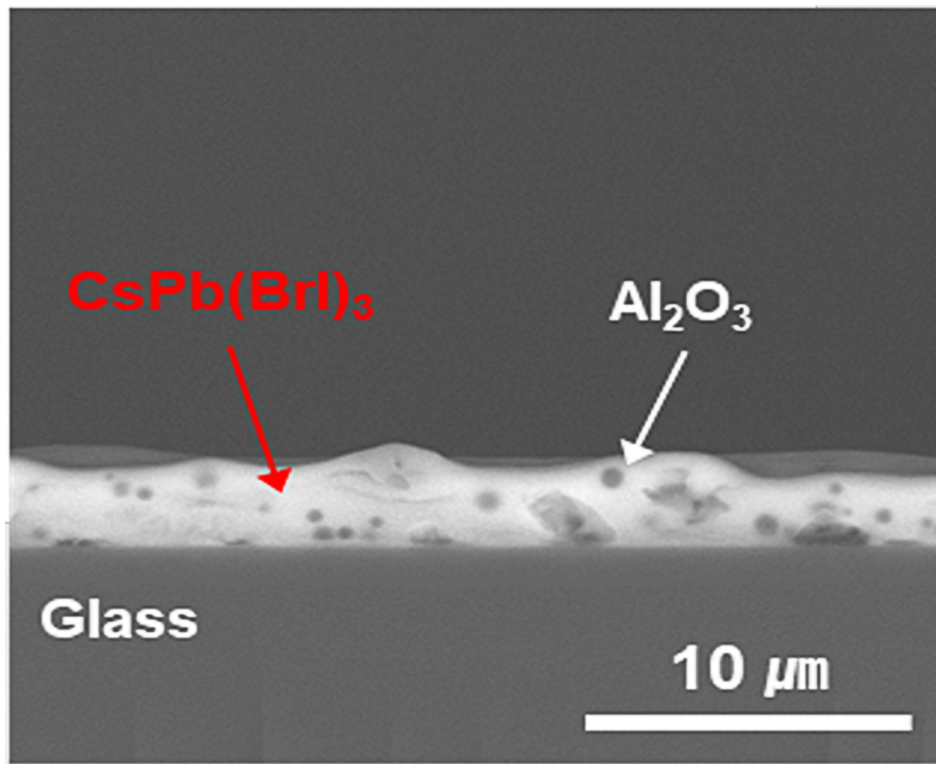
도면6



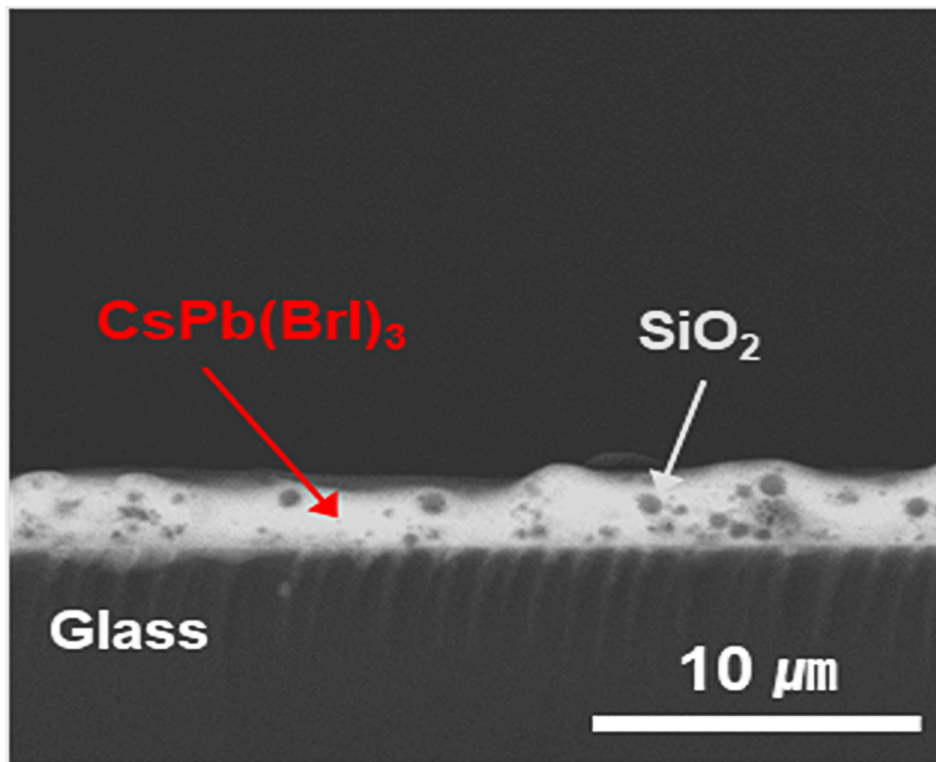
도면7



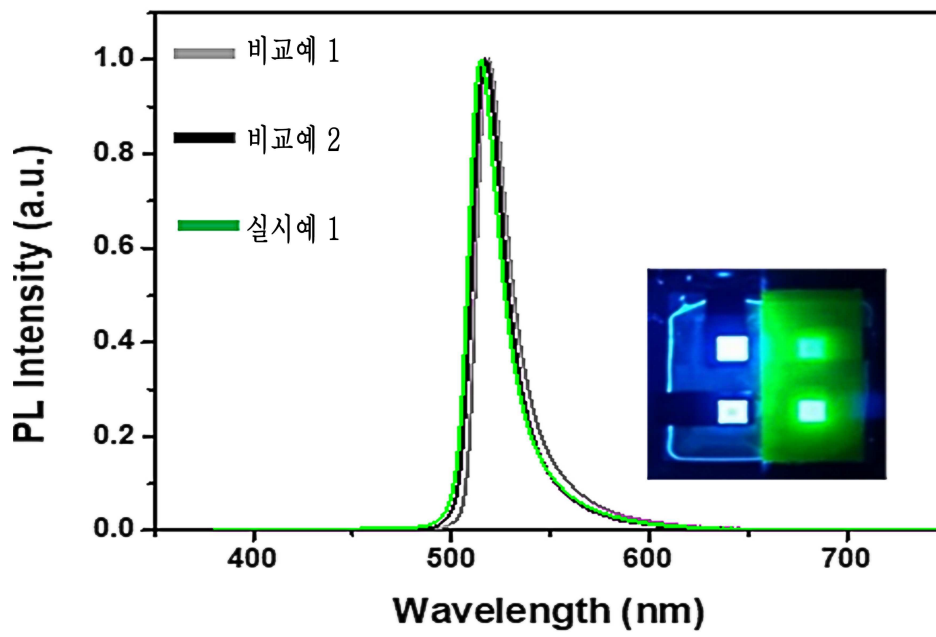
도면8



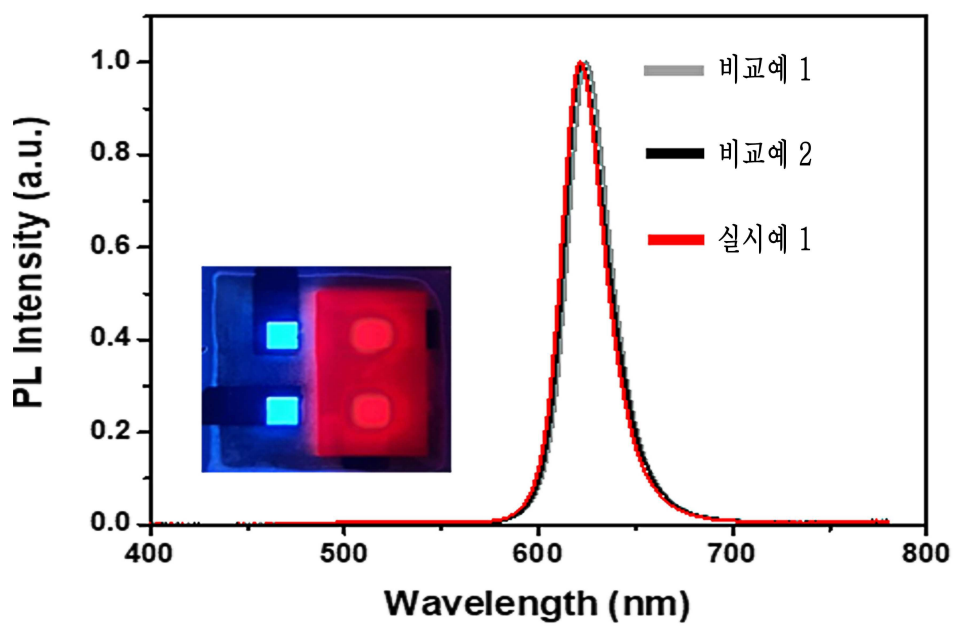
도면9



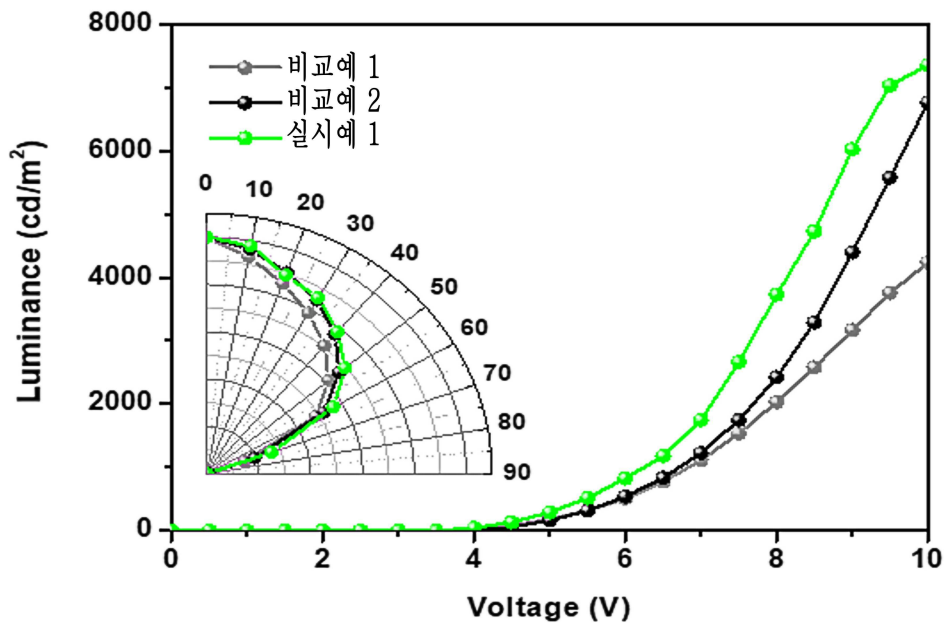
도면10



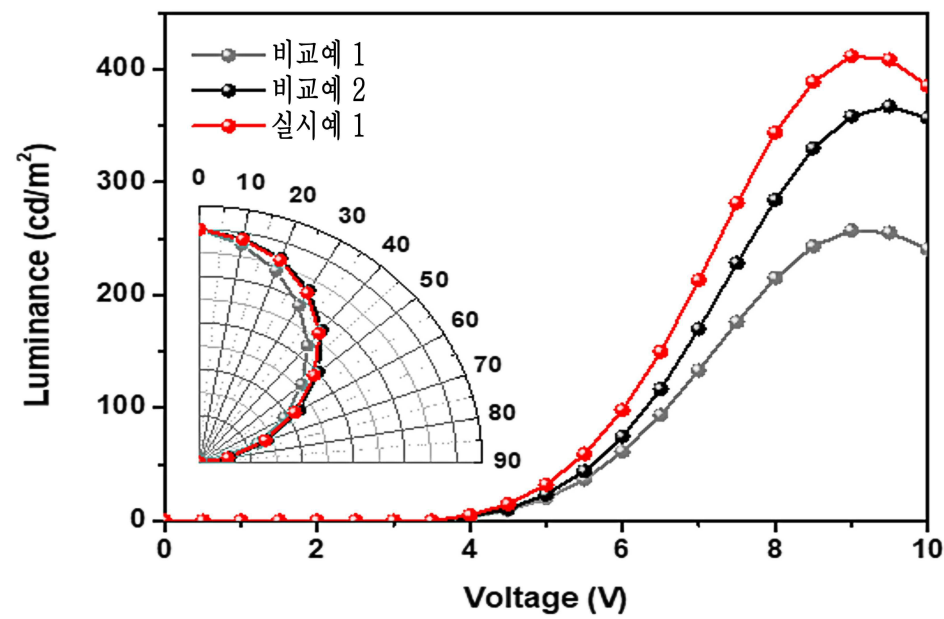
도면11



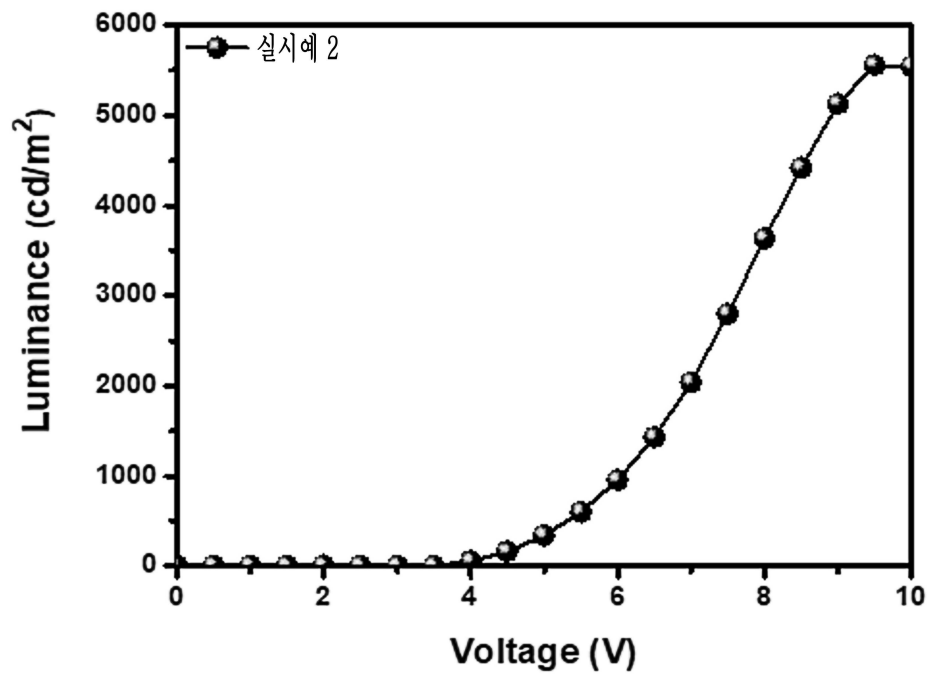
도면12



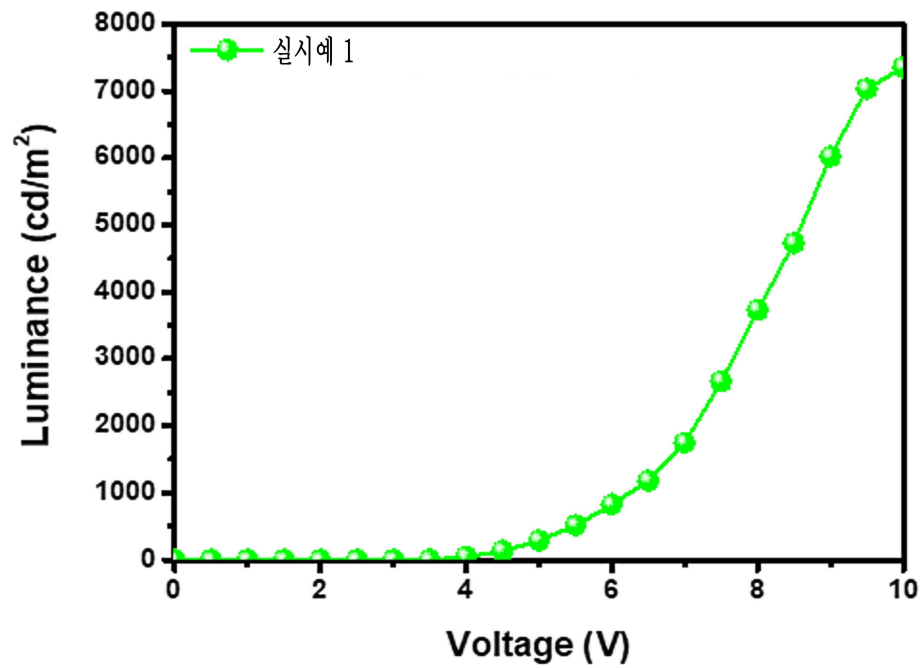
도면13



도면14



도면15



도면16

