(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0086304
(43) 공개일자 2022년06월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 27/32 (2006.01) *C07F 7/24* (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01) *H01L 51/56* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 27/322 (2013.01)
C07F 7/24 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0176627
(22) 출원일자 2020년12월16일
심사청구일자 2020년12월16일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
김성수
경기도 성남시 분당구 판교역로 49, 901동 102호 (백현동, 백현마을 아파트)
김해숙
경기도 수원시 영통구 삼성로 11, 205동 1304호(신동, 래미안 영통마크원 2단지)
김현기
서울특별시 강남구 논현로67길 45, 502호 (역삼동)
(74) 대리인
김연권

전체 청구항 수 : 총 10 항

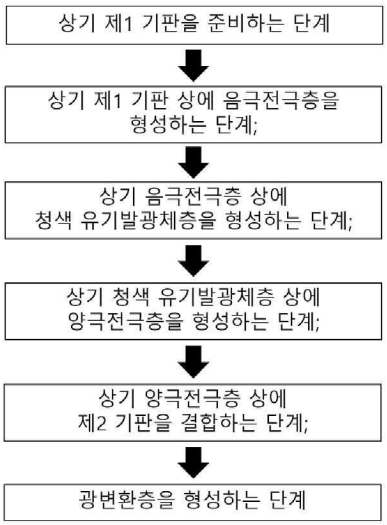
(54) 발명의 명칭 **페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층을 적용한 백색 유기발광소자 및 이의 제조 방법**

(57) 요 약

본 발명은 백색 유기발광소자를 개시한다. 본 발명의 일 실시예에 따르면 상기 백색 유기발광소자는 청색 유기발광체층, 상기 청색 유기 발광체층을 기준으로 서로 대응하는 음극전극층과 양극전극층, 상기 음극전극층의 바깥면에 위치하는 제1기판, 상기 양극전극층의 바깥면에 위치하는 제2기판 및 상기 제2기판의 바깥면에 형성되고, 청색광을 백색광으로 변환하는 광변환층을 포함한다.

본 발명은 대한민국 교육부 한국연구재단 2019년~2020년도 기초과학 연구역량 강화사업(1345311787 / 2020R1A6C103B085) "(공동연구활성화지원과제) 광전소재 및 소자 평가 기술 연구"및 대한민국 교육부 한국연구재단 2019년~2020년도 기초과학 연구역량 강화사업(1345311787 / 2019R1A6C1010052) "(핵심연구지원센터조성지원과제) 광전소재 · 소자 분석 전문센터"를 통해 개발된 기술이다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H01L 51/5237 (2013.01)
H01L 51/56 (2013.01)
H01L 2251/55 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

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

명 세 서

청구범위

청구항 1

청색 유기발광체층;

상기 청색 유기 발광체층을 기준으로 서로 대응하는 음극전극층과 양극전극층;

상기 음극전극층의 바깥면에 위치하는 제1기판;

상기 양극전극층의 바깥면에 위치하는 제2기판; 및

상기 제2기판의 바깥면에 형성되고, 청색광을 백색광으로 변환하는 광변환층을 포함하는 백색 유기발광소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광변환층은 고분자 바인더 및 상기 고분자 바인더 내에 분산되고, 청색 광을 흡수하여 백색 광을 방출하는 페로브스카이트 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 페로브스카이트 화합물은 하기의 화학식 1로 표시되는 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자.

[화학식]

AMX_3

(여기서 A는 1가의 양이온으로 포름아미디늄(Formamidinum, FA)이고, M은 2가 금속 양이온으로 납(Pb)이며, X는 1가 음이온의 할라이드(halide)인 브롬(Br) 이다.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 고분자 바인더은 폴리비닐리덴 플루오라이드계(Poly(vinylidene fluoride), PVDF)인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 백색 유기발광소자는 CIEx 및 CIEy 색좌표값을 가지고,

상기 CIE x는 0.290 내지 0.360 이고,

상기 CIE y는 0.310내지 0.350 인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 광변환층은 10㎛ 내지 50㎛의 두께인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자.

청구항 7

제1 기판을 준비하는 단계;

상기 제1 기판 상에 음극전극층을 형성하는 단계;

상기 음극전극층 상에 청색 유기발광체 층을 형성하는 단계;

상기 청색 유기발광체 층 상에 양극전극층을 형성하는 단계;

상기 양극전극층 상에 제2 기판을 결합하는 단계; 및

상기 제2 기판 상에 청색광을 백색광으로 변환하는 광변환층을 형성하는 단계를 포함하는 백색 유기발광소자 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 광변환층을 형성하는 단계는 상기 제2 기판 상에 광변환층 필름을 부착하는 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자 제조방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 광변환층을 형성하는 단계는 상기 제2 기판 상에 광변환층 용액을 스핀코팅하여 형성하는 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 스핀코팅의 속도는 500 rpm 내지 1600 rpm인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자 제조방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 광변환층을 적용한 조명용 유기발광소자 및 그의 제조방법에 관한 것으로 보다 상세하게는 페로브스카이트와 고분자 복합체를 광변환층으로 적용한 백색 유기발광소자 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 각광을 받고 있는 OLED는 기판 위에 양극과 음극의 두 전극 사이에 유기발광 반도체 소재를 삽입하여 전압이 가해지면, 음극과 양극에서 각각 전자와 정공이 유기층 내로 주입되고 유기층 내에서 전자-정공의 재결합 과정을 거쳐 빛이 발생된다. OLED에 사용되는 유기 박막은 대면적으로 제조가 가능하여 부가적인 부품 및 공정없

이 고효율 대면적 면광원으로의 제조가 가능하며, 이를 이용하여 다양한 디자인의 등기구 제작이 가능하다. 자체 광원뿐만 아니라 LCD용 백라이트용으로도 활용이 가능하다. 이때 필요한 백생광을 얻기 위해서는 광변환층이 필요한 실정이다. 기존에 조명용 LED는 청색광을 나타내는 LED 소자 위에 광변환층을 올려 백색광을 구현하는 연구가 많이 진행이 되고 있는 실정이다.

[0004] 또한 최근 OLED 조명에 대한 관심이 높아지는 가운데 청색 OLED 소자를 이용하고 그 위에 광변환층을 적용하여 백색광을 구현하고자 하는 기술에 대한 연구개발이 진행되어지고 있다. 이렇듯 원하는 백색광에 대해 조절 가능한 광변환층 필름의 개발이 필요한 실정이다.

[0006] 본 발명은 대한민국 교육부 한국연구재단 2019년~2020년도 기초과학 연구역량 강화사업(1345311787 / 2020R1A6C103B085) "(공동연구활성화지원과제) 광전소재 및 소자 평가 기술 연구" 및 대한민국 교육부 한국연구재단 2019년~2020년도 기초과학 연구역량 강화사업(1345311787 / 2019R1A6C1010052) "(핵심연구지원센터조성지원과제) 광전소재·소자 분석 전문센터"를 통해 개발된 기술이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1783146호 "유기발광소자용 봉지막 및 광원 유닛"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 $FAPbBr_3$ 페로브스카이트 입자가 포함된 페로브스카이트-고분자 복합체 필름을 광변환층으로 제공하고자 한다.

[0010] 본 발명은 상기 광변환층을 청색 유기발광다이오드(Organic Light-Emitting Diode, OLED)의 광변환층으로 적용하는 백색 유기발광소자를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광소자는 청색 유기발광체층, 상기 청색 유기 발광체층을 기준으로 서로 대응하는 음극전극층과 양극전극층, 상기 음극전극층의 바깥면에 위치하는 제1기판, 상기 양극전극층의 바깥면에 위치하는 제2기판 및 상기 제2기판의 바깥면에 형성되고, 청색광을 백색광으로 변환하는 광변환층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광소자의 상기 광변환층은 고분자 바인더, 및 상기 고분자 바인더 내에 분산되고, 청색 광을 흡수하여 백색 광을 방출하는 페로브스카이트 화합물을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광소자의 상기 페로브스카이트 화합물은 하기의 화학식 1로 표시되는 것을 특징으로 한다.

[0015] [화학식]

[0016] AMX_3

[0017] (여기서 A는 1가의 양이온으로 포름아미디늄(Formamidinum, FA)이고, M은 2가 금속 양이온으로 납(Pb)이며, X는 1가 음이온의 할라이드(halide)인 브롬(Br) 이다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광소자의 상기 고분자 바인더은 폴리비닐리덴 플루오라이드계(Poly(vinylidene fluoride), PVDF)인 것을 특징으로 한다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광소자의 상기 백색 유기발광소자는 CIEx 및 CIEy 색좌표값을 가지고, 상기 CIE x는 0.290 내지 0.360 이며, 상기 CIE y는 0.310 내지 0.350 인 것을 특징으로 한다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광소자의 상기 광변환층은 10㎛ 내지 50㎛의 두께인 것을 특징으로 한다.

[0021] 본 발명의 다른 실시예에 따른 백색 유기발광소자 제조방법은 제1 기판을 준비하는 단계, 상기 제1 기판 상에 음극전극층을 형성하는 단계, 상기 음극전극층 상에 청색 유기발광체 층을 형성하는 단계, 상기 청색 유기발광체 층 상에 양극전극층을 형성하는 단계, 상기 양극전극층 상에 제2 기판을 결합하는 단계 및 상기 제2 기판 상에 청색광을 백색광으로 변환하는 광변환층을 형성하는 단계를 포함한다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 백색 유기발광소자의 상기 광변환층을 형성하는 단계는 상기 제2 기판 상에 광변환층 필름을 부착하거나 또는 상기 제2 기판 상에 광변환층 용액을 스핀코팅하여 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 상기 스핀코팅의 속도는 500 rpm 내지 1600 rpm인 것을 특징으로 하는 백색 유기발광소자 제조방법.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 할 수 있는 효과가 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따르면, $FAPbBr_3$ 페로브스카이트 입자가 포함된 페로브스카이트-고분자 복합체 필름을 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 페로브스카이트 입자가 포함된 페로브스카이트-고분자 복합체 필름을 청색 유기발광다이오드(Organic Light-Emitting Diode, OLED)의 광변환층으로 제공하여, 백색광이 필요한 조명등에 청색 유기발광다이오드를 적용한 후 상기 광변환층을 이용하여 백색광으로 전환된 백색 유기발광소자를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 백색 유기발광소자의 모식도이다.

도 2는 광변황층의 모식도

도 3은 백색 유기발광소자의 제조방법 순서도이다.

도 4는 광변환층 내에 페로브스카이트 화합물의 X선회절분석법(X-Ray Diffractometry, XRD) 분석 결과를 도시한 그래프이다.

도 5은 광변환층을 청색 OLED에 적용하였을 때 백색광을 나타내는 이미지이다.

도 6는 청색 OLED에 각각의 광변환층 실시예를 적용하여 제조한 백색 유기발광소자의 백색광을 측정한 색좌표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하 첨부 도면들 및 첨부 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하지만, 본 발명이 실시예에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다.

[0032] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자는 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.

[0033] 본 명세서에서 사용되는 "실시예", "예", "측면", "예시" 등은 기술된 임의의 양상(aspect) 또는 설계가 다른 양상 또는 설계들보다 양호하다거나, 이점이 있는 것으로 해석되어야 하는 것은 아니다.

[0034] 또한, '또는' 이라는 용어는 배타적 논리합 'exclusive or'이기보다는 포함적인 논리합 'inclusive or'를 의미한다. 즉, 달리 언급되지 않는 한 또는 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 'x가 a 또는 b를 이용한다'라는 표현은 포함적인 자연 순열들(natural inclusive permutations) 중 어느 하나를 의미한다.

[0035] 또한, 본 명세서 및 청구항들에서 사용되는 단수 표현("a" 또는 "an")은, 달리 언급하지 않는 한 또는 단수 형태에 관한 것이라고 문맥으로부터 명확하지 않는 한, 일반적으로 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다.

[0036] 또한, 막, 층, 영역, 구성 요청 등의 부분이 다른 부분 "위에" 또는 "상에" 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 층, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.

[0037] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기발광소자는(100)를 설명하기로 한다.

[0039] 도 1을 참조하면, 백색 유기발광소자는(100)은 청색 유기발광체층(110), 청색 유기 발광체층(110)을 기준으로 서로 대응하는 음극전극층(120)과 양극전극층(130), 음극전극층(120)의 바깥면에 위치하는 제1기판(140), 양극전극층(130)의 바깥면에 위치하는 제2기판(150) 및 제2기판(150)의 바깥면에 형성되고, 청색광을 백색광으로 변환하는 광변환층(200)을 포함한다.

[0040] 청색 유기발광체층(110)은 전자수송층(110), 발광체층(114) 및 정공수송층(116)을 포함한다.

[0041] 상기 청색 유기발광체층(110)의 청색 광은 당기술분야에 알려져 있는 정의가 사용될 수 있으며, 예컨대 청색 광은 400 nm 내지 500 nm 의 파장에서 선택되는 파장을 갖는 광일 수 있다.

[0042] 광변환층(200)은 청색 유기발광체층(110)에서 발광하는 청색빛을 백색광으로 변환하기 위해 광변환층(200)층의 위치는 제2 기판의 바깥쪽이나, 제2 기판과 양극전극층 사이에 위치할 수 있다.

[0043] 상기 유기발광소자는 CIEx 및 CIEy 색좌표값을 가지고, 상기 CIE x 값은 0.290 내지 0.360 이며, 상기 CIE y 값은 0.310내지 0.350 일 수 있다.

[0045] 도 2는 광변환층(200)을 자세하게 묘사하는 모식도 이다.

[0046] 도 2를 참조하면

[0047] 광변환층(200)은 고분자 바인더(220), 및 고분자 바인더 내에 분산되고, 청색 광을 흡수하여 백색 광을 방출하는 페로브스카이트 화합물(210)을 포함한다.

[0048] 또한 페로브스카이트 화합물 입자(210)는 하기의 화학식 1로 표시된다.

[0049] [화학식 1]

[0050] AMX_3

[0051] 여기서 A는 1가의 양이온으로 메틸암모늄(Methylammonium, MA), 세슘(Cesium, Cs) 또는 포름아미디늄(Formamidinum, FA)일 수 있고, M은 2가 금속 양이온이며, X는 1가 음이온의 할라이드(halide) 이다.

[0052] 구체적으로는 상기 A는 1가의 양이온으로 포름아미디늄(Formamidinum, FA)이고, M은 2가 금속 양이온으로 납(Pb)이며, X는 1가 음이온의 할라이드(halide)인 브롬(Br) 이다.

[0053] 고분자 바인더 (120)은 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)와 같은 폴리(메트)아크릴계, 폴리카보네이트계(PC), 폴리스티렌계(PS), 폴리아릴렌계(PAR), 폴리우레탄계(TPU), 스티렌-아크릴로니트릴계(SAN), 폴리비닐리 덴플루오라이드계(PVDF), 개질된 폴리비닐리덴 플루오라이드계(modified-PVDF) 일 수 있고, 바람직하게는 폴리비닐리덴 플루오라이드계(Poly(vinylidene fluoride), PVDF)이다.

[0054] 광변환층(200)은 고분자 바인더(220)의 100중량부 대비 페로브스카이트 화합물 입자(210) 30 내지 50 중량부의 중량비를 가지고 있으며, 이때 페로브스카이트 화합물 입자(110)의 비율이 30 중량부에 못 미치면 광변환층으로서의 효과가 미미하고, 페로브스카이트 화합물 입자(110)의 비율이 50 중량부를 초과하면 필름(코팅층) 형성에 방해가 된다.

[0055] 백색 유기발광소자(100)는 CIEx 및 CIEy 색좌표값을 가지고, 상기 CIE x 값은 0.290 내지 0.360 이고, 상기

CIE y 값은 0.310내지 0.350 일 수 있다.

[0057] 도 3은 백색 유기발광소자의 제조방법에 대한 순서도 이다.

[0058] 이하, 첨부한 도 3을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 백색 유기발광소자의 제조방법을 설명하기로 한다.

[0059] 상기 백색 유기발광소자의 제조방법은 제1 기판 상에 음극전극층을 형성하는 단계, 상기 음극전극층 상에 청색 유기발광체층을 형성하는 단계, 상기 청색 유기발광체 층 상에 양극전극층을 형성하는 단계, 상기 양극전극층 상에 제2 기판을 결합하는 단계, 및 상기 제2 기판 상에 청색광을 백색광으로 변환하는 광변환층을 형성하는 단계를 포함한다.

[0060] 상기 제1 기판은 기판으로서의 기능을 할 수 있는 것이라면 그 재질이나 두께에 한정되지 않는다.

[0061] 상기 음극전극층은 Al(알루미늄)과 같이 반사성 금속으로 이루어 질 수 있고, 양극전극층은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명 전극으로 이루어 질 수 있다.

[0062] 상기 청색 유기발광체층은 전자수송층, 발광체층및 정공수송층을 포함한다.

[0063] 상기 발광체층은 청색 호스트에 청색을 형광 발광하는 도펀트가 포함되어 이루어 질 수 있다.

[0064] 상기 청색 유기발광체층의 청색 광은 당기술분야에 알려져 있는 정의가 사용될 수 있으며, 예컨대 청색 광은 400 nm 내지 500 nm 의 파장에서 선택되는 파장을 갖는 광일 수 있다.

[0065] 상기 제2 기판은 투명하고, 기판으로서의 기능을 할 수 있는 것이라면 그 재질이나 두께에 한정되지 않는다. 여기서 투명이란, 가시광선 투과율이 70% 이상인 것을 의미하며. 예컨대 상기 기재로는 PET 필름, 유리 등이 사용될 수 있다.

[0066] 상기 광변환층을 형성하는 단계는 상기 광변환층으로 쓰이는 페로브스카이트-고분자 복합체 필름을 상기 제2 기판에 부착하여 형성하는 방법이나, 페로스카이트-고분자 복합체 용액을 상기 제2 기판에 직접 코팅하는 방법으로 형성한다.

[0067] 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 필름은 페로브스카이트 전구체 및 용매를 혼합하여 페로브스카이트 용액을 제조하는 단계, 상기 페로브스카이트 용액과 고분자 바인더를 혼합하여 페로브스카이트-고분자 복합체 용액을 제조하는 단계, 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 용액을 기판에 코팅하여 코팅층을 형성하는 단계, 및 상기 코팅층을 건조 및 기판과 분리하는 단계를 통해 제조한다.

[0068] 상기 페로브스카이트 전구체는 FABr, $PbBr_2$이고, 상기 용매는 DMF이다

[0069] 이때 상기 FaBr 및 상기 $PbBr_2$ 혼합비는 0.1:0.1 내지 2 : 2 의 몰(mole)비로 혼합하며, 바람직하게는 2:2 몰(mole)비이다.

[0070] 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 용액을 제조하는 단계는 상기 페로브스카이트 용액과 고분자 바인더을 혼합하여 제조한다. 상기 고분자 바인더은 폴리(메트)아크릴계, 폴리카보네이트계(PC), 폴리스티렌계(PS), 폴리아릴렌계(PAR), 폴리우레탄계(TPU), 스티렌-아크릴로니트릴계(SAN), 폴리비닐리덴 플루오라이드계(PVDF), 개질된 폴리비닐리덴 플루오라이드계(modified-PVDF)일 수 있으며, 바람직하게는 폴리비닐리덴 플루오라이드계(PVDF)이다.

[0071] 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 용액을 기판에 도포하여 코팅하는 단계의 상기 판에 도포하여 코팅하는 방법은 상기 기판에 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 용액을 스핀코팅, 스프레이 코팅하는 방법일 수 있으며, 바람직하게는 스핀코팅이다.

[0072] 상기 기판은 통상의 유리기판 일 수 있다.

[0073] 상기 페로스카이트-고분자 복합체 용액을 상기 제2 기판에 직접 코팅하는 방법으로 형성시 코팅방법도 스핀코팅 일 수 있다.

[0074] 상기 스핀코팅은 500 rpm 내지 1600 rpm의 속도로 수행하여 코팅한다.

[0075] 상기 500 rpm 내지 1600 rpm의 속도로 수행하면 상기 코팅층의 두께는 10 ㎛ 내지 50 ㎛ 일 수 있다.

[0076] 상기 코팅층의 두께가 10 ㎛ 미만일 경우 청색광을 백색광으로 색변환이 잘 되지 않으며, 상기 코팅층의 두께가 50 ㎛ 초과하면 투과율이 저하되어 조명으로서의 기능을 하기 부적합하다.

[0077] 상기 건조하는 단계는 상기 용매인 DMF를 충분히 증발시키고, 건조시키는 과정에서 고분자 바인더내에서 페로브스카이트 입자가 합성이 되기 위한 단계이다. 구체적으로 30℃의 진공상태에서 용매가 제거될 때까지 10분정도 건조한 다음 상압 조건에서 충분히 10 내지 14시간 건조한다. 바람직하게는 12시간 건조하여 광변환층을 형성한다.

[0078] 상기 광변환층은 바인더의 특성상 유리와 같은 매끄러운 표면에 잘 부착되나, 기판과 광변환층의 보다 높은 접착력을 위해 에폭시 경화형의 접착제와 같은 접착제를 더 적용할 수 있다. 이때 점착 또는 접착 층의 두께는 25 μm~100 μm 내외가 가장 바람직하다.

[0080] 도 4는 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층 제조방법에 따라 제조한 광변환층을 청색 OLED에 적용한 모식도와 상기 청색 OLED 조명의 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층에 의해 백색광으로 나타나는 것을 촬영한 이미지이다.

[0081] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하고자 한다. 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0083] **준비예 1.**

[0084] $FAPbBr_3$ 의 페로브스카이트 입자의 합성을 위하여 0.2 mmol의 FaBr과 0.2mmole의 PbBr2을 15ml의 DMF 용액에 넣고 교반하여 용해한다. 용해가 다 된 후 용액에 PVDF 2.1g을 넣고 녹을 때까지 12시간 이상 충분히 교반하여 페로브스카이트-고분자 복합체 용액을 제조한다.

[0085] 그 다음 유리기판에 해당 용액을 도포하여 스핀코팅을 진행한다. 이때 rpm을 500 내지 1600까지 조정하여 복합체의 두께를 10㎛ 내지 100㎛가 되도록 코팅을 형성한다.

[0086] 코팅 완료 후 30℃로 유지되는 진공오븐에 넣고 용매가 제거될 때까지 10분 정도 건조한 다음 상압 조건에서 충분히 건조하여 페로브스카이트-고분자 복합체 필름(=페로브스카이트-고분자 복합체 코팅층)을 형성하고, 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 필름을 12시간 이상 충분히 건조한다.

[0087] 상기 12시간 이상 건조하는 과정에서 고분자 매트릭스내에서 페로브스카이트 입자가 합성되어진다.

[0088] 그 다음 유리기판으로부터 상기 페로브스카이트-고분자 복합체 필름을 박리하여 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층으로 준비한다.

[0090] **실시예 1.**

[0091] 제1 기판 상에 음극전극층을 형성한 후, 상기 음극전극층 상에 전사수송층, 유기발광체, 정공수성층을 포함한는 청색 유기발광체층을 형성한다. 이후 상기 청색 유기발광체 층 상에 양극전극층을 형성하고, 상기 양극전극층 상에 제2 기판을 결합하여 청색 OLED를 제조한다. 이후 상기 청색 OLED의 양극전극이 위치하는 기판에 상기 준비예 1에 따라 제조한 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층을 구겨지지 않도록 고르게 부착한다.

[0093] **실시예 2.**

[0094] 상기 실시예 1과 동일하게 수행하되 상기 준비예 1의 제조 단계에 사용된 0.2 mmol이 아닌 2 mmol의 FaBr과 0.2 mmol 아닌 2mmole의 $PbBr_2$ 을 사용하여 제조된 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층을 부착한다.

[0096] **실시예 3.**

[0097] 상기 실시예 1과 동일하게 수행하되 상기 준비예 1의 제조 단계에 적용된 상기 스핀코팅의 rpm을 1600으로 하여

복합체의 두께가 10㎛ 가 되도록 제조된 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층을 부착한다.

[0099] **실시예 4.**

[0100] 상기 실시예 1과 동일하게 수행하되 상기 준비예 1의 제조 단계에 적용된 상기 스핀코팅의 rpm을 500으로 하여 복합체의 두께가 50㎛ 가 되도록 제조된 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층을 부착한다.

[0102] **비교예 1.**

[0103] 상기 실시예 1과 동일하게 수행하되 상기 준비예 1의 제조 단계에 적용된 FaBr과 PbBr2를 첨가하지 않고 PVDF 필름을 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층 대신 부착한다.

[0105] **특성 평가 1.**

[0106] 상기 실시예 1 내지 4에 따라 제조된 백색 유기발광소자에 적용된 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층의 페로브스카이트 합성 결과를 확인하기 위해 XRD를 측정한다.

[0107] 측정 결과는 도 4에 도시한다.

[0108] 도 4를 참조하면, XRD 분석 결과에서처럼 (001)면을 나타내는 2세타(2theta)값은 15도에서의 특성 피크가 뚜렷해짐을 확인하였고 이를 통해서 입자가 두께 방향으로 성장되었음을 확인할 수 있었다.

[0110] **특성 평가 2.**

[0111] 상기 실시예 1 내지 실시예 4 및 비교예 1에 따라 제조된 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층 및 PVDF 필름을 이용하여 청색 OLED 소자를 제작하여 각 실시예들이 광변환층으로 작용하여 백색광이 구현이 됨을 촬영하고, 백색광이 구현되는 정도를 측정장비로 측정하였다.

[0112] 촬영이미지는 도 4에, 측정결과는 도 5 및 하기 표 1에 도시하였다.

[0113] 도 4를 참조하면 본 발명의 일 실시예로 제조된 광변환층을 청색 OLED(Blue OLED)를 둘러싸고 있는 유리(Glass substrate), 즉 청색 OLED 조명에 직접적으로 간단히 부착하는 결과만으로 청색 OLED의 청색(blue) 빛을 백색(white)광으로 전환할 수 있음을 확인할 수 있다.

[0114] 또한 도 5와 하기 표 1을 참조하면 비교예에서는 색좌표 CIEx값과 CIEy값이 각각 0.151, 0.186의 색좌표를 나타냄을 통해 진한 파란색(Deep blue)임을 확인할 수 있다. 반면에 실시예 1은 색좌표 CIEx값과 CIEy값이 각각 0.357, 0.350의 색좌표를 나타냄으로써 백색광을 구현하는 것을 확인할 수 있다.

[0115] 도 5의 S1은 실시예 1, S2는 실시예 2, S3는 실시예 3, S4는 실시예 4의 색좌표를 나타내는 것이다.

표 1

[0116]

구분	samples	색좌표	
		CIE x	CIE y
비교예	BLUE OLED	0.151	0.186
실시예1	BLUE OLED+광변환층 1	0.357	0.350
실시예2	BLUE OLED+광변환층 2	0.323	0.333
실시예3	BLUE OLED+광변환층 3	0.334	0.338
실시예4	BLUE OLED+광변환층 4	0.298	0.314

[0117]

부호의 설명

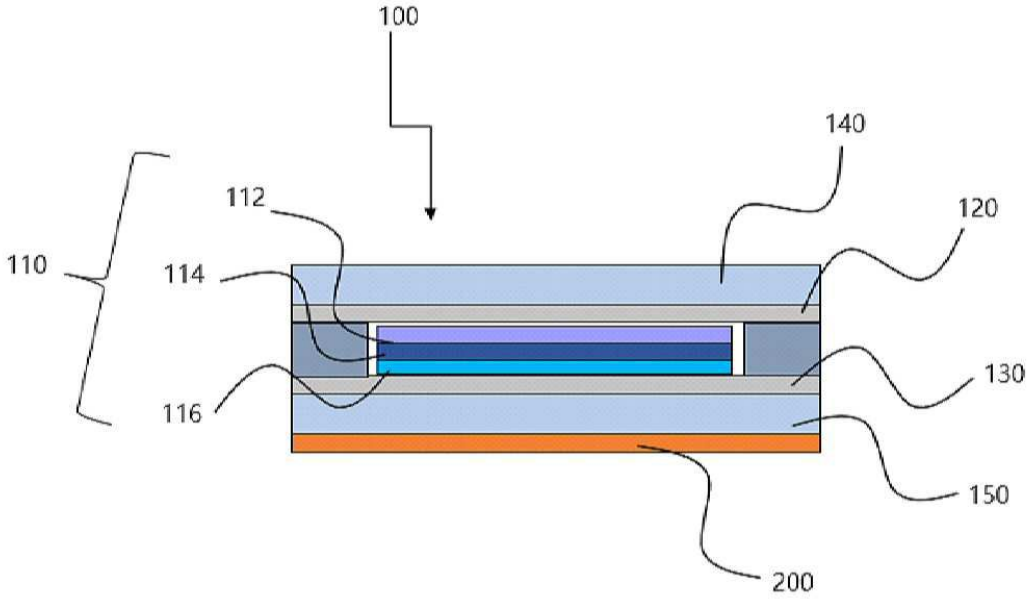
[0118] 100 : 페로브스카이트-고분자 복합체 광변환층

110 : 페로브스카이트 화합물 입자

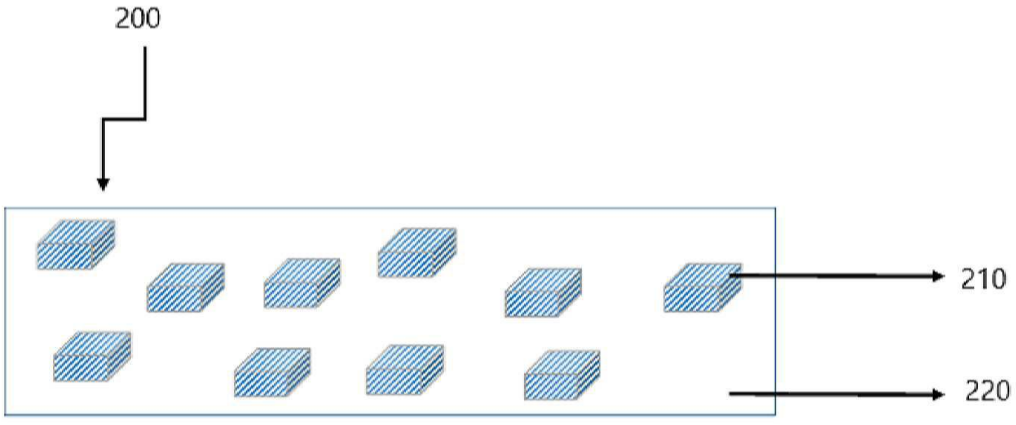
120 : 고분자 바인더

도면

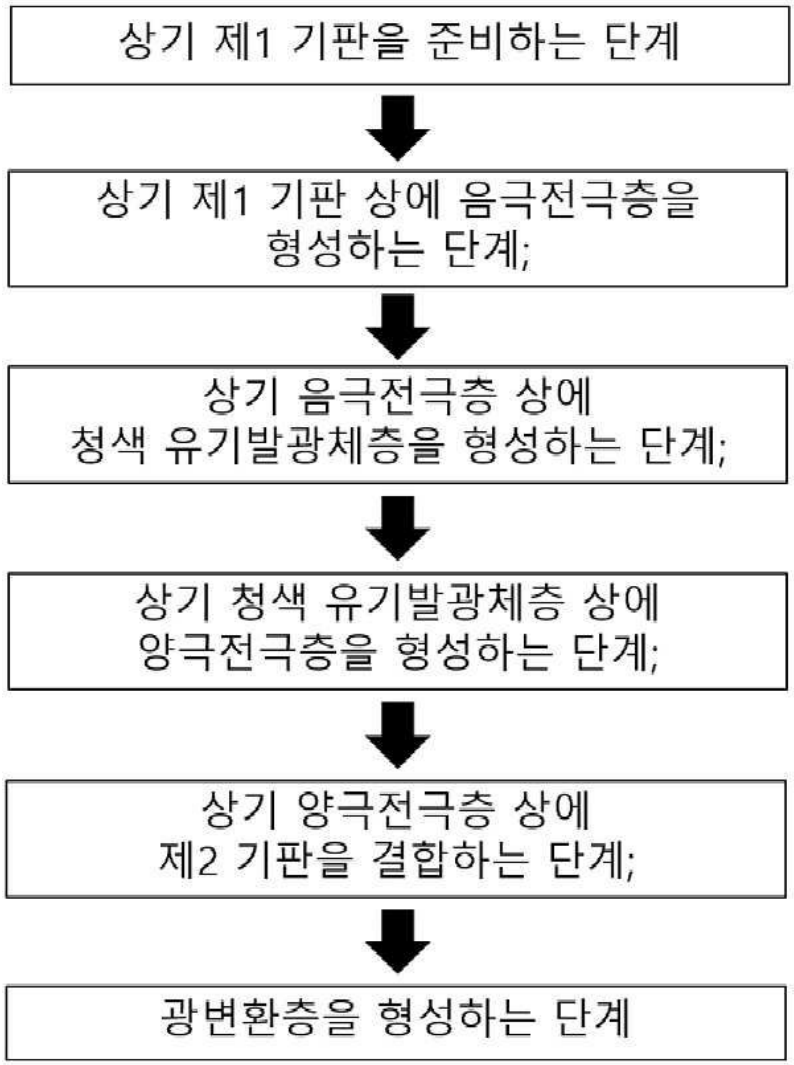
도면1



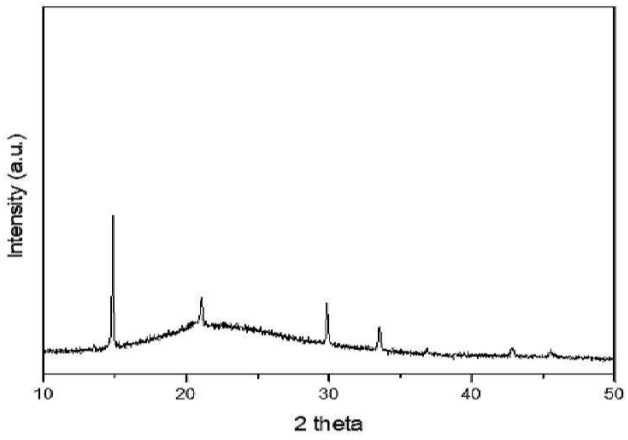
도면2



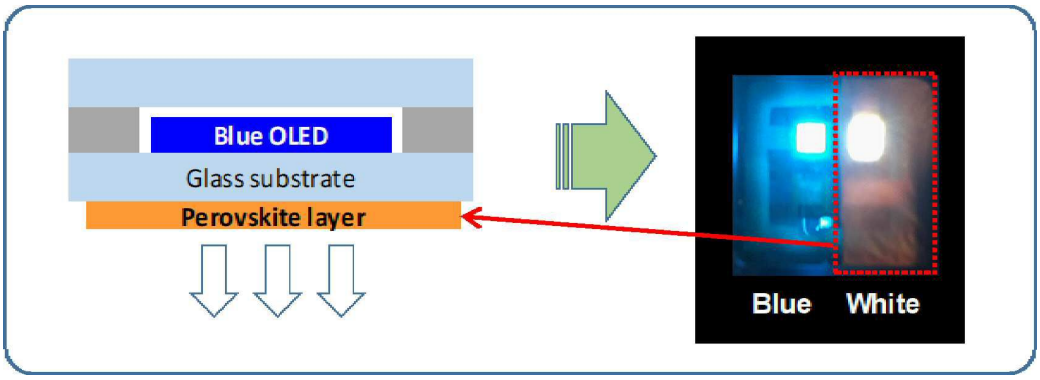
도면3


상기 제1 기판을 준비하는 단계
상기 제1 기판 상에 음극전극층을 형성하는 단계;
상기 음극전극층 상에 청색 유기발광체층을 형성하는 단계;
상기 청색 유기발광체층 상에 양극전극층을 형성하는 단계;
상기 양극전극층 상에 제2 기판을 결합하는 단계;
광변환층을 형성하는 단계

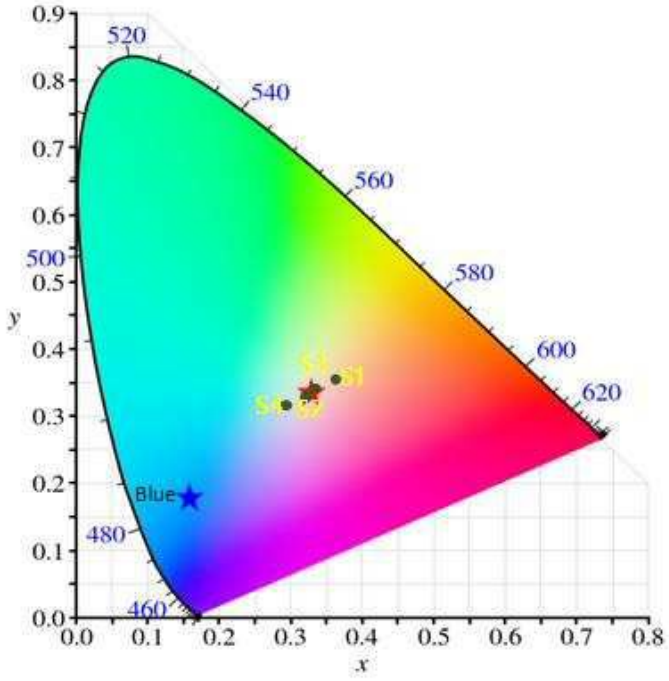
도면4


Intensity (a.u.)
10
20
30
40
50
2 theta

도면5


Blue OLED
Glass substrate
Perovskite layer
Blue
White

도면6


520
540
560
580
600
620
500
480
460
Blue
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
x
y