



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0141369

(43) 공개일자 2023년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H10K 50/00 (2023.01) H10K 50/80 (2023.01)

H10K 71/00 (2023.01) H10K 99/00 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H10K 50/115 (2023.02)

H10K 50/17 (2023.02)

(21) 출원번호 10-2022-0065981

(22) 출원일자 2022년05월30일

심사청구일자 2022년05월30일

(30) 우선권주장

1020220039722 2022년03월30일 대한민국(KR)

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

강문성

서울특별시 마포구 독막로42길 2, 102동 1301호 (염리동, 마포자이)

한동현

서울특별시 마포구 독막로29길 41, 204호 (신수동)

장우익

경기도 하남시 위례중양로 185, 6313동 1404호 (학암동, 플로리체 위례)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

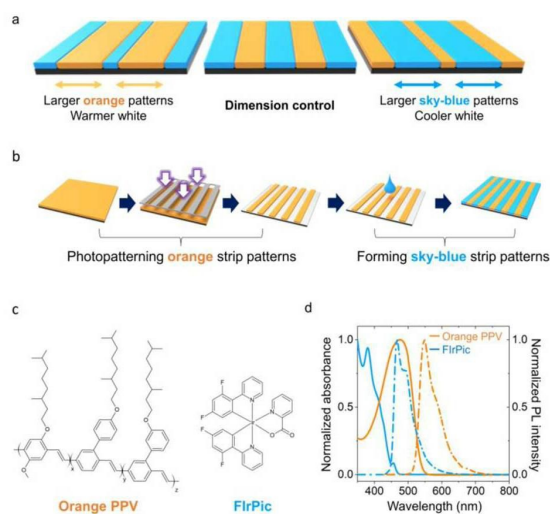
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 백색 유기 발광층 및 이의 제조 방법

(57) 요약

본원은 백색 유기 발광 소자 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

H10K 50/805 (2023.02)

H10K 50/82 (2023.02)

H10K 71/00 (2023.02)

H10K 85/111 (2023.02)

H10K 85/115 (2023.02)

H10K 85/342 (2023.02)

명세서

청구범위

청구항 1

제 1 발광 물질을 포함하는 1 차 패턴; 및

제 2 발광 물질을 포함하는 2 차 패턴

을 포함하는, 백색 유기 발광층으로서,

상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질은, 각각, $300\text{ nm} \leq \lambda < 500\text{ nm}$ 또는 $500\text{ nm} \leq \lambda \leq 780\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 것이며, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질의 발광 피크의 파장 범위는 상이한 것이고,

상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 단일층 내에서 물리적으로 분리되는 것인, 백색 유기 발광층.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 발광 물질은 알킬 사슬을 포함하는, 단분자 및/또는 고분자를 포함하는 것인, 백색 유기 발광층.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 발광 물질은 유기 발광 화합물 및/또는 양자점 발광 화합물을 포함하는 것인, 백색 유기 발광층.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질의 조합은,

오렌지 PPV 및 FIrPic; 슈퍼 옐로우 및 BAIQ₃; 또는 PFO 및 루브렌의 조합을 포함하는 것인, 백색 유기 발광층.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 하나의 단일 패곡선으로 둘러싸인 단일도형 패턴; 및 연속된 선에 의해서 형성되며 반복의 최소 단위로 이루어진 연속도형 패턴에서 선택되는 하나 이상의 것을 포함하는 것인, 백색 유기 발광층.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 스트립 패턴을 형성하는 것인, 백색 유기 발광층.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴의 면적 비에 따라 백색광의 색 온도가 결정되는 것인, 백색 유기 발광층.

청구항 8

기관 상에 용액 공정을 통하여 제 1 발광 물질을 포함하는 박막을 형성하고,

상기 제 1 발광 물질의 가교화 공정을 통하여 1 차 패턴을 형성하는 것; 및

상기 기관 상의 상기 1 차 패턴이 형성되지 않는 부분에 용액 공정을 통하여 제 2 발광 물질을 포함하는 2 차 패턴을 형성하는 것

을 포함하는, 백색 유기 발광층의 제조 방법으로서,

상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질은, 각각, $300\text{ nm} \leq \lambda < 500\text{ nm}$ 또는 $500\text{ nm} \leq \lambda \leq 780\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 것이며, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질의 발광 피크의 파장 범위는 상이한 것이고,

상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 단일층 내에서 물리적으로 분리되는 것인, 백색 유기 발광층의 제조 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 가교화 공정은 벤조페논 모이어티, 아지린 모이어티, 및 플루오르화 페닐 아지드 모이어티에서 선택되는 하나 이상의 모이어티를 포함하는 가교제 존재 하에 수행되는 것인, 백색 유기 발광층의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 2 차 패턴은 상기 기관 및 상기 1 차 패턴의 표면에너지 차이에 의하여 상기 기관 상에 형성되는 것인, 백색 유기 발광층의 제조 방법.

청구항 11

제 1 항에 따른 백색 유기 발광층을 포함하는, 백색 유기 발광 소자로서,

제 1 전극;

상기 제 1 전극 상에 형성되는 정공주입층;

상기 정공주입층 상에 형성되는 상기 백색 유기 발광층; 및

상기 백색 유기 발광층 상에 형성되는 제 2 전극을 포함하는, 백색 유기 발광 소자.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 전극은 투명 전극인 것인, 백색 유기 발광 소자.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본원은 백색 유기 발광층, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 백색 유기 발광 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 발광 소자는 소비 전력이 적고 수명이 길며, 협소한 공간에도 설치가 가능하다. 이중 백색을 내는 발광 소자는 디스플레이 백라이트(back light)로 이용되고 있으며, 조명 용도로도 활발히 사용되고 있다. 특히, 유기 발광 물질로 구현된 백색 유기 발광 다이오드(white organic light-emitting diode; WOLED)는 차세대 고상 조명으로 주목 받고 있으며, 디스플레이 백라이트로도 사용되고 있는 얇은 평면형 광원이다. 현재 상용화된 백색 유기 발광 다이오드의 발광층(emissive layer; EML)은 세도우 마스크를 이용한 승화 공정을 통하여 증착한다. 그러나, 상기 공정은 고가의 진공 장비를 필요로 하며 소자 면적을 확대하는 것은 기술적으로 어렵다. 용액 공정은 공정 및 설비 비용이 저렴하며 대면적의 균일한 박막 형성이 가능하여, 대면적의 균일한 유기 박막을 실현하기 위한 대안으로 고려되어 왔다. 그러나, 혼합 색상을 사용해야 하는 백색 유기 발광 다이오드의 활성층(active layer)을 형성하기 위하여 용액 공정을 적용하는 것은 새로운 기술적 문제가 발생한다. 다양한 색을 조합한 발광단(luminophore) 혼합 용액을 가공하여 백색 유기 발광 다이오드 활성층을 형성할 수 있다. 그러나, 혼합된 필름 내에서 분자 규모로 혼합된 서로 다른 발광단 사이의 에너지 전달은 소자 효율을 저하시킬 수 있다. 또한, 이러한 혼합된 활성층으로부터의 방출은 혼합 조성물의 소량/국소 변화에 의하여 색이 변화할 수 있어 양산 재현성이 떨어진다. 대신, 서로 다른 발광단을 포함하는 다중층 필름을 발광단의 순차적인 용액 공정으로 제작할 수 있다. 또한, 여러 개의 OLED를 적층하여 중간 전극으로 연결할 수 있으며, 이를 탠덤(tandem) OLED 구조라고 한다. 그러나, 순차적인 용액 공정을 통하여 상기 두 가지 유형의 소자를 제작하는 경우, 이전의 코팅된 하부층이 이후의 용액 공정 단계에서 용해되거나 층 간 혼합되는 경향이 있는 문제점이 있다.

[0003] 따라서, 에너지 효율이 높으며 생산성이 높은 백색 유기 발광 다이오드를 용액 공정으로 구현하기 위해서는 전계 특성을 보존하는 동시에 내화확성을 확보할 방법 및 새로운 백색 유기 발광 다이오드 구조 및 제조 방법이 필요하다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0004] (비특허문헌 0001) Takayuki Chiba, Yong-Jin Pu, Junji Kido, "Solution-Processed White Phosphorescent Tandem Organic Light-Emitting Devices", Advanced Materials 27.32 (2015): 4681-4687.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본원은 백색 유기 발광층, 이의 제조 방법 및 이를 포함하는 백색 유기 발광 소자를 제공하고자 한다.

[0006] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본원의 제 1 측면은, 제 1 발광 물질을 포함하는 1 차 패턴; 및 제 2 발광 물질을 포함하는 2 차 패턴을 포함하는, 백색 유기 발광층으로서, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질은, 각각, $300 \text{ nm} \leq \lambda < 500 \text{ nm}$ 또는 $500 \text{ nm} \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 것이며, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질의 발광 피크의 파장 범위는 상이한 것이고, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 단일층 내에서 물리적으로 분리되는 것인, 백색 유기 발광층을 제공한다.

[0008] 본원의 제 2 측면은, 기판 상에 용액 공정을 통하여 제 1 발광 물질을 포함하는 박막을 형성하고, 상기 제 1 발광 물질의 가교화 공정을 통하여 1 차 패턴을 형성하는 것; 및 상기 기판 상의 상기 1 차 패턴이 형성되지 않는 부분에 용액 공정을 통하여 제 2 발광 물질을 포함하는 2 차 패턴을 형성하는 것을 포함하는, 백색 유기 발광층의 제조 방법으로서, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질은, 각각, $300 \text{ nm} \leq \lambda < 500 \text{ nm}$ 또는 500

$nm \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 것이며, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질의 발광 피크의 파장 범위는 상이한 것이고, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 단일층 내에서 물리적으로 분리되는 것인, 백색 유기 발광층의 제조 방법을 제공한다.

[0009] 본원의 제 3 측면은, 제 1 측면에 따른 백색 유기 발광층을 포함하는, 백색 유기 발광 소자로서, 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 형성되는 정공주입층; 상기 정공주입층 상에 형성되는 상기 백색 유기 발광층; 및 상기 백색 유기 발광층 상에 형성되는 제 2 전극을 포함하는, 백색 유기 발광 소자를 제공한다.

발명의 효과

[0010] 본원의 구현예들에 따른 백색 유기 발광층은, 단일층 내에서 물리적으로 분리되는 것인, 1 차 패턴 및 2 차 패턴을 포함하는 것으로서, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 물리적으로 분리됨으로써 물질 간 에너지 전달이 억제되므로 발광 에너지 효율이 향상되는 특징이 있다.

[0011] 본원의 구현예들에 따른 백색 유기 발광 소자의 백색 유기 발광층은, 1 차 패턴 및 2 차 패턴의 면적 비를 조절하여 백색광의 색 온도를 제어할 수 있으므로 다양한 기능의 조명을 제조하는데 활용될 수 있는 특징이 있다.

[0012] 본원의 구현예들에 따른 백색 유기 발광층은, 특히 플루오르화 페닐 아지드 모이어티를 포함하는 가교제를 사용하여 가교화되는 것으로서, 전계 특성을 보존하는 동시에 내화학성이 확보되는 특징이 있다.

[0013] 본원의 구현예들에 따른 백색 유기 발광 소자는, 단일층의 백색 유기 발광층을 포함하는 것으로서 종래의 적층 구조의 백색 유기 발광 소자와 비교하여 구조가 단순하며 전력 소모가 적은 장점이 있다.

[0014] 본원의 구현예들에 따른 백색 유기 발광 소자의 백색 유기 발광층은 용액 공정을 통하여 제조될 수 있어, 대면적 소자를 제작할 수 있고 제작 비용을 절감할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은, 본원의 일 실시예에 있어서, 2 색 스트립 패턴의 모식도 (a), 2 색 스트립 패턴 형성 공정 절차 모식도 (b), 각각, 오렌지 발광단 및 스카이블루 발광단으로서 사용된 오렌지 PPV 코폴리머 및 FIrPic의 화학 구조 (c), 및 클로로포름 내에서 FIrPic과 오렌지 PPV의 광발광 (photoluminescence; PL) (점선) 및 흡수 (실선) 스펙트럼 (d)이다.

도 2는, 본원의 일 실시예에 있어서, 광가교제 6Bx의 화학 구조 (a), 6Bx 및 발광 폴리머의 알킬 체인 사이의 광가교 순서 모식도 (b), 6Bx 를 이용하여 광가교된 오렌지 PPV 패턴의 형광 현미경 이미지 (c), 다양한 가교제를 이용하여 가교된 오렌지 PPV 필름의 흡수 스펙트럼 (d), 다양한 양과 종류의 가교제를 이용하여 가교된 오렌지 PPV 필름의 필름 두께 유지 비율(film-thickness retention ratios; FRR) (e), 및 1.0 wt% 가교제를 이용하여 가교된 오렌지 PPV 필름의 높이 프로파일 (f)이다.

도 3은, 본원의 일 실시예에 있어서, 다양한 조건에서 가교된 오렌지 PPV 필름의 정규화된 광발광 (photoluminescence; PL) 스펙트럼 (2Bx의 경우 $L_n = 0.2 \text{ wt\%}$, 4Bx의 경우 $L_n = 0.075 \text{ wt\%}$, 6Bx의 경우 $L_n = 0.05 \text{ wt\%}$, 0.5 FRR 값에 상응, 여기 파장은 470 nm) (a), 다양한 조건에서 가교된 오렌지 PPV 필름으로부터 수득한 일련의 과도(transient) PL 프로파일 (여기 파장은 485 nm) (b), (b)의 과도 프로파일로부터 추정되는 PL 감쇠 수명의 요약 (c), 다양한 조건에서 가교된 오렌지 PPV 필름을 기반으로 한 OLED의 정규화된 전계발광 (electroluminescence; EL) 스펙트럼 (삽입도: OLED 소자 구조의 모식도) (d), 다양한 조건에서 가교된 오렌지 PPV 필름을 기반으로 한 OLED의 전류 밀도-휘도 (luminance)-전압 플롯 (e), 및 다양한 조건에서 가교된 오렌지 PPV 필름을 기반으로 한 OLED의 전류 효율 대 전압 플롯 (f)이다.

도 4는, 본원의 일 실시예에 있어서, SiO_2 박막 상에 형성된 PEDOT:PSS 박막의 구조 (a), SiO_2 및 PEDOT:PSS 박막 상에 형성된 오렌지 PPV 필름의 구조 (b), SiO_2 및 PEDOT:PSS 박막 상에 형성된 2 색 스트립 패턴 박막의 구조 (c), 및 소자의 구조 (d)이다.

도 5는, 본원의 일 실시예에 있어서, 오렌지 PPV 스트립 패턴 상에 스카이블루 발광단의 선택적인 도포를 나타내는 모식도 (a), 하이브리드 호스트인, PVK 및 OXD-7의 화학 구조 (b), 사이클로헥사논을 사용하여 측정된 오렌지 PPV 필름 및 PEDOT:PSS 필름의 접촉각 (c), 광 조사 하에서 수득된 2 색 스트립 패턴의 광학 현미경 이미지 (365 nm 레이저 다이오드) (오렌지 PPV 패턴은 6Bx를 사용하여 가교됨 ($L_n = 0.1 \text{ wt\%}$)) (d), 및 2 색 스트립 패턴의 높이 프로파일 (빨간색 선) (회색 선: 스카이블루 층 처리 전 수득된 원래의 오렌지 PPV 패턴의 높이 프

로파일) (e)이다.

도 6은, 본원의 일 실시예에 있어서, 2 색 스트립 패턴을 포함하는 백색 OLED 소자의 모식도 (a), 오렌지 및 스카이블루 스트립 패턴의 비율을 변화하여 수득한 색 온도 제어 모식도 (b), 다양한 2 색 스트립 패턴의 면적비를 사용하여 제조된 OLED 소자의 전류밀도-전압-휘도($J-V-L$) 특성 (모든 오렌지 PPV 패턴은 6Bx를 사용하여 가교됨 ($L_n = 0.1 \text{ wt\%}$)) (c), 다양한 2 색 스트립 패턴의 면적비를 포함하는 소자의 전류 효율 플롯 (d), 다양한 동작 전압에서 수득된 1:3 오렌지:스카이블루 영역비의 2 색 스트립 패턴을 포함하는 OLED 소자 장비의 정규화된 EL 스펙트럼 (e), 다양한 면적비의 2 색 스트립 패턴을 포함하는 WOLED 방출의 CIE(Commission Internationale de l'eclairage) 1931 색상 좌표 (10 V에서 측정됨) (f), 10 V에서 소자의 휘도 및 색 온도 요약 (g), 및 소자의 EL 스펙트럼 (h)이다.

도 7은, 본원의 일 실시예에 있어서, 발광 물질로서 활용 가능한 화합물의 조합의 종류를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예 및 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0017] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0018] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0019] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0020] 본 명세서에서 사용되는 정도의 용어 "약", "실질적으로" 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0021] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~ 하는 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.
- [0022] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 "이들의 조합(들)"의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0023] 본원 명세서 전체에서, "A 및/또는 B"의 기재는, "A 또는 B, 또는 A 및 B"를 의미한다.
- [0025] 이하, 본원의 구현예를 상세히 설명하였으나, 본원이 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0027] 본원의 제 1 측면은, 제 1 발광 물질을 포함하는 1 차 패턴; 및 제 2 발광 물질을 포함하는 2 차 패턴을 포함하는, 백색 유기 발광층으로서, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질은, 각각, $300 \text{ nm} \leq \lambda < 500 \text{ nm}$ 또는 $500 \text{ nm} \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 것이며, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질의 발광 피크의 파장 범위는 상이한 것이고, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 단일층 내에서 물리적으로 분리되는 것인, 백색 유기 발광층을 제공한다.
- [0028] 본원 명세서 전체에서, 블루(blue) 발광 물질은 $300 \text{ nm} \leq \lambda < 500 \text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 물질을 의미하고, 레드(red) 발광 물질은 $500 \text{ nm} \leq \lambda \leq 780 \text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 물질을 의미한다.
- [0029] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 1 발광 물질이 블루 발광 물질로서 $300 \text{ nm} \leq \lambda < 500 \text{ nm}$ 의 파장 범위에

서 발광 피크를 갖는 물질인 경우, 상기 제 2 발광 물질은 레드 발광 물질로서 $500\text{ nm} \leq \lambda \leq 780\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 물질일 수 있다. 반대로, 상기 제 1 발광 물질이 레드 발광 물질로서 $500\text{ nm} \leq \lambda \leq 780\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 물질인 경우, 상기 제 2 발광 물질은 블루 발광 물질로서 $300\text{ nm} \leq \lambda < 500\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 물질일 수 있다.

[0030]

본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 1 발광 물질은 알킬 사슬을 포함하는, 단분자 및/또는 고분자를 포함하는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 1 발광 물질은 오렌지 발광 폴리페닐렌 비닐렌 (polyphenylene vinylene; PPV) 코폴리머 (orange light-emitting PPV copolymer; orange PPV); 슈퍼 옐로우 발광 PPV 코폴리머 (super yellow light-emitting PPV copolymer: super yellow); 루브렌 (rubrene) (5,6,11,12-tetraphenyltetracene); 폴리[2-메톡시-5-(2-에틸헥실옥시)-1,4-페닐렌비닐렌] (poly[2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene]; MEH-PPV); 및 플래티넘(II)옥타에틸포르핀 (platinum (II)octaethylporphine; PtOEP)에서 선택되는 하나 이상의 레드 (red) 발광 화합물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 또는, 상기 제 1 발광 물질은 폴리(9-비닐카바졸) (poly(9-vinylcarbazole); PVK); 폴리(2,5-다이옥틸-1,4-페닐렌비닐렌) (poly(2,5-dioctyl-1,4-phenylenevinylene); POPPV); 폴리[(9,9-다이헥실플루오렌-2,7-다이일)-코-(9,10-안트라센)] (poly[(9,9-dihexylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(9,10-anthracene)]); PFH-A); 4,4'-(1E,1'E)-2,2'-(나프탈렌-2,6-다이일)비스(에텐-2,1-다이일)비스(N,N-비스(4-헥실페닐)아닐린) (4,4'-(1E,1'E)-2,2'-(Naphthalene-2,6-diyl)bis(ethene-2,1-diyl)bis(N,N-bis(4-hexylphenyl)aniline); N-BDAVB-C6); 9-[4-(2-(7-(N,N-다이페닐아미노)-9,9-다이에틸플로우렌-2-일)비닐)페닐]-9-페닐-플루오렌 (9-[4-(2-(7-(N,N-Diphenylamino)-9,9-diethylfluorene-2-yl)vinyl)phenyl]-9-phenyl-fluorene; DPAVFV); 1,4-비스[2-(3-N-에틸카바조릴)비닐]벤젠 (1,4-Bis[2-(3-N-ethylcarbazoryl)vinyl]benzene; BCzVB); 및 4,4'-비스(9-에틸-3-카바조비닐렌)-1,1'-바이페닐 (4,4'-Bis(9-ethyl-3-carbazovinylene)-1,1'-biphenyl; BCzVBi)에서 선택되는 하나 이상의 블루 (blue) 발광 화합물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0031]

본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 2 발광 물질은 유기 발광 화합물 및/또는 양자점 발광 화합물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 비제한적인 예로서, 상기 양자점 발광 화합물은 CdSe 양자점, InP 양자점, 및 페로브스카이트 양자점 화합물일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 2 발광 물질은 비스[2-(4,6-다이플루오로페닐)피리디네이트-C2, N] (피콜리네이트)이리듐(III) (bis[2-(4,6-difluorophenyl)pyridinato-C2, N](picolinato)iridium(III); FIrPic); 비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토-N1, 08)-(1,1'-바이페닐-4-올라토) 알루미늄 (bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1, 08)-(1,1'-biphenyl-4-olato)aluminum; BA1Q₃); 폴리(9,9-다이옥틸-2,7-플루오렌 (poly(9,9-dioctyl-2,7-fluorene; PFO); 비스[2-(4,6-다이플루오로페닐)피리디네이트-C2,N](4-메틸피콜리네이트)이리듐(III) (Bis[2-(4,6-difluorophenyl)pyridinato-C2,N](4-methylpicolinato)iridium(III); Fir4mpic); 팩-트리스(1-(2,6-다이이소프로필페닐)-2-(3-시아노페닐)-1H-이미다졸릴)이리듐(III) (fac-tris(1-(2,6-diisopropylphenyl)-2-(3-cyanophenyl)-1H-imidazolyl)iridium(III); CN-Ir); 4,4'-비스(4-(9H-카바졸-9-yl)스티릴)바이페닐 (4,4'-Bis(4-(9H-carbazol-9-yl)styryl)biphenyl; BSB4); (E)-N,N-다이페닐-4-(4-(피렌-1-일)스티릴)아닐린 ((E)-N,N-Diphenyl-4-(4-(pyren-1-yl)styryl)aniline; DPASP); 트리스(2-(4,6-다이플루오로페닐)피리딘)이리듐(III) (Tris(2-(4,6-difluorophenyl)pyridine)iridium(III); Ir(Fppy)₃); N5,N9-다이페닐-N5,N9-다이-m-톨릴스파이로[벤조[c]플루오렌-7,9'-플루오렌]-5,9-다이아민 (N5,N9-Diphenyl-N5,N9-di-m-tolylspiro[benzo[c]fluorene-7,9'-fluorene]-5,9-diamine; BD-6MDPA); 비스(3,4,5-트리플루오로-2-(2-피리딜)페닐-(2-카복시피리딜)이리듐(III) (Bis(3,4,5-trifluoro-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)iridium(III); Ir(tfpd)2pic); N5,N5,N9,N9-테트라페닐스파이로[벤조[c]플루오렌-7,9'-플루오렌]-5,9-다이아민 (N5,N5,N9,N9-Tetraphenylspiro[benzo[c]fluorene-7,9'-fluorene]-5,9-diamine; TPA-SBFF); 비스[4-tert-부틸-2',6'-다이플루오로-2,3'-바이피리딘](아세틸아세토네이트)이리듐(III) (Bis[4-tert-butyl-2',6'-difluoro-2,3'-bipyridine](acetylacetonate)iridium(III); FK306); 비스(3,5-다이플루오로-4-시아노-2-(2-피리딜)페닐-(2-카복시피리딜)이리듐(III) (Bis(3,5-difluoro-4-cyano-2-(2-pyridyl)phenyl-(2-carboxypyridyl)iridium(III); FCNIrPic); 비스(2,4-다이플루오로페닐피리디네이트)(5-(피리딘-2-일)-1H-테트라졸레이트)이리듐(III) (Bis(2,4-difluorophenylpyridinato)(5-(pyridin-2-yl)-1H-tetrazolate) iridium(III); FIrN4); 4,4'-(1E,1'E)-2,2'-(나프탈렌-2,6-다이일)비스(에텐-2,1-다이일)비스(N,N-비스(4-헥실페닐)아닐린) (4,4'-(1E,1'E)-2,2'-(Naphthalene-2,6-diyl)bis(ethene-2,1-diyl)bis(N,N-bis(4-hexylphenyl)aniline); N-BDAVB-C6); 및 페릴렌 (Perylene)에서 선택되는 하나 이상의 블루 발광 화합물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 또한, 상기 제 2 발광 물질은 비스[2-(4-n-헥실페

닐)퀴놀린](아세틸아세토네이트)이리듐(III) (Bis[2-(4-n-hexylphenyl)quinoline](acetylacetonate)iridium(III); Hex-Ir(phq)2(acac)); 트리스[3-(2-피리디닐-kN)[1,1':4',1''-테르페닐]-4-일-kC]-이리듐(III) (Tris[3-(2-pyridinyl-kN)[1,1':4',1''-terphenyl]-4-yl-kC]-iridium(III); Ir(ppy)3-Bp); 비스(4-페닐티에노[3,2-c]피리디네이트-N,C2') (아세틸아세토네이트)이리듐(III) (Bis(4-phenylthieno[3,2-c]pyridinato-N,C2')(acetylacetonate)iridium(III); PO-01); 비스(2-페닐피리딘)(3-(피리딘-2-일)-2H-크로멘-2-오네이트)이리듐(III) (Bis(2-phenylpyridine)(3-(pyridin-2-yl)-2H-chromen-2-onate)iridium(III); fac-Ir(ppy)2Pc); 비스(2-(9,9-다이에틸-플루오렌-2-일)-1-페닐-1H-벤조[d]이미다졸레이트)(액틸아세토네이트)이리듐(III) (Bis(2-(9,9-diethyl-fluoren-2-yl)-1-phenyl-1H-benzo[d]imidazolato)(actylacetonate)iridium(III); Ir(fbi)2(acac)); 트리스[2-페닐-4-메틸퀴놀린]]이리듐(III) (Tris[2-phenyl-4-methylquinoline]]iridium(III); Ir(Mphq)3); 비스(2-페닐벤조티아졸레이트)(아세틸아세토네이트)이리듐(III) (Bis(2-phenylbenzothiazolato)(acetylacetonate)iridium(III); Ir(BT)2(acac)); 2,8-다이-tert-부틸-5,11-비스(4-tert-부틸페닐)-6,12-다이페닐테트라센 (2,8-Di-tert-butyl-5,11-bis(4-tert-butylphenyl)-6,12-diphenyltetracene; TBRb); 및 플래티넘(II)옥타에틸포르핀 (Platinum(II)octaethylporphine; PtOEP)에서 선택되는 하나 이상의 레드 발광 화합물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0032] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 2 발광 물질은 호스트 물질을 추가 포함하는 것일 수 있다. 비제한적 예로서, 상기 호스트 물질은 폴리비닐카바졸(polyvinylcarbazole; PVK); 1,3-비스[2-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아조-5-일]벤젠 (1,3-bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole-5-yl]benzene; OXD-7); 비스[3,5-다이(9H-카바졸-9-일)페닐]다이페닐실란 (Bis[3,5-di(9H-carbazol-9-yl)phenyl]diphenylsilane; SimCP2); 9,9'-(5-(트리페닐실릴)-1,3-페닐렌)비스(9H-카바졸) (9,9'-(5-(Triphenylsilyl)-1,3-phenylene)bis(9H-carbazole); SimCP); 1,3-비스(카바졸-9-일)벤젠 (1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzene; mCP); 3-(3-(9H-카바졸-9-일)페닐)벤조푸로[2,3-b]피리딘 (3-(3-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl)benzofuro[2,3-b]pyridine; PCz-BFP); 2,6-비스(3-(9H-카바졸-9-일)페닐)피리딘 (2,6-Bis(3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl)pyridine; 26DCzPPy); 2,7-비스(다이페닐포스포릴)-9,9'-스파이로바이플루오렌 (2,7-Bis(diphenylphosphoryl)-9,9'-spirobifluorene; SPP013); 2,7-비스(다이페닐포스포릴)-9-페닐-9H-카바졸 (2,7-Bis(diphenylphosphoryl)-9-phenyl-9H-carbazole; PP027); 47-다이페닐-110-페난트롤린 (47-Diphenyl-110-phenanthroline; BPhen); 4,4',4'-트리스(카바졸-9-일)트리페닐아민 (4,4',4'-Tris(carbazol-9-yl)triphenylamine; TCTA); 다이-[4-(N,N-다이-p-톨릴-아미노)-페닐]시클로헥산 (Di-[4-(N,N-di-p-tolyl-amino)-phenyl]cyclohexane; TAPC); 9-(4-페닐-6-(3-(트리페닐실릴)페닐)-1,3,5-트리아진-2-일)-9H-카바졸 (9-(4-Phenyl-6-(3-(triphenylsilyl)phenyl)-1,3,5-triazin-2-yl)-9H-carbazole; SiCzTrz); 9-(1,2-다이페닐-1H-벤조[d]이미다졸-4-일)-9H-카바졸 (9-(1,2-Diphenyl-1H-benzo[d]imidazol-4-yl)-9H-carbazole; 4-CbzBiz); 및 (4'-(9H-카바졸-9-일)-2,2'-다이메틸-[1,1'-바이페닐]-4-일)다이페닐퍼스핀 옥사이드 ((4'-(9H-Carbazol-9-yl)-2,2'-dimethyl-[1,1'-biphenyl]-4-yl)diphenylphosphine oxide; m-CBPP0)에서 선택되는 하나 이상의 화합물을 포함하는 것일 수 있다.

[0033] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질의 조합은, 오렌지 PPV 및 FIrPic; 슈퍼 엘로우 및 BAIQ₃; 또는 PFO 및 루브렌의 조합을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0034] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 하나의 단일 패곡선으로 둘러싸인 단일도형 패턴; 및 연속된 선에 의해서 형성되며 반복의 최소 단위로 이루어진 연속도형 패턴에서 선택되는 하나 이상의 것을 포함하는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 스트립 패턴, 격자 패턴, 도트 패턴, 또는 도형 패턴의 정형적 패턴; 또는 비정형적 패턴을 형성하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 비제한적 예로서, 상기 도형은 삼각형, 사각형, 또는 원일 수 있다.

[0035] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 스트립 패턴을 형성하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0036] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴의 면적 비에 따라 백색광의 색 온도가 결정되는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴의 면적 비는, 약 1:0.3 내지 약 1:5, 약 1:0.4 내지 약 1:5, 약 1:0.5 내지 약 1:5, 약 1:0.3 내지 약 1:4, 약 1:0.4 내지 약 1:4, 약 1:0.5 내지 약 1:4, 약 1:0.3 내지 약 1:3, 약 1:0.4 내지 약 1:3, 또는 약 1:0.5 내지 약 1:3일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0037] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 1 발광 물질이 300 nm ≤ λ < 500 nm의 파장 범위에서 발광 피크를 가지

며 상기 제 2 발광 물질이 $500\text{ nm} \leq \lambda \leq 780\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 경우, 상기 2 차 패턴의 면적이 커질수록 상기 백색광은 따뜻한 백색을 나타내는 것일 수 있다. 또한, 상기 제 1 발광 물질이 $500\text{ nm} \leq \lambda \leq 780\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 가지며 상기 제 2 발광 물질이 $300\text{ nm} \leq \lambda < 500\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 경우, 상기 1 차 패턴의 면적이 커질수록 상기 백색광은 따뜻한 백색을 나타내는 것일 수 있다.

[0039] 본원의 제 2 측면은, 기관 상에 용액 공정을 통하여 제 1 발광 물질을 포함하는 박막을 형성하고, 상기 제 1 발광 물질의 가교화 공정을 통하여 1 차 패턴을 형성하는 것; 및 상기 기관 상의 상기 1 차 패턴이 형성되지 않는 부분에 용액 공정을 통하여 제 2 발광 물질을 포함하는 2 차 패턴을 형성하는 것을 포함하는, 백색 유기 발광층의 제조 방법으로서, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질은, 각각, $300\text{ nm} \leq \lambda < 500\text{ nm}$ 또는 $500\text{ nm} \leq \lambda \leq 780\text{ nm}$ 의 파장 범위에서 발광 피크를 갖는 것이며, 상기 제 1 발광 물질 및 상기 제 2 발광 물질의 발광 피크의 파장 범위는 상이한 것이고, 상기 1 차 패턴 및 상기 2 차 패턴은 단일층 내에서 물리적으로 분리되는 것인, 백색 유기 발광층의 제조 방법을 제공한다.

[0040] 본원의 제 1 측면과 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 본원의 제 1 측면에 대해 설명한 내용은 본원의 제 2 측면에서 그 설명이 생략되었다라도 동일하게 적용될 수 있다.

[0041] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 용액 공정은 스핀코팅법, 스프레이 인쇄법, 프린팅법, 디핑법 (dipping), 또는 잉크젯법일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.

[0042] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가교화 공정은 포토리소그래피 공정일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 1 차 패턴의 모양은 상기 포토리소그래피 공정 중 사용되는 마스크 모양에 의하여 결정되는 것일 수 있다.

[0043] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가교화 공정은 벤조페논 모이어티, 아지르 모이어티, 및 플루오르화 페닐 아지드 모이어티에서 선택되는 하나 이상의 모이어티를 포함하는 가교제 존재 하에 수행되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가교화 공정은 플루오르화 페닐 아지드 모이어티를 포함하는 가교제 존재 하에 수행되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가교제는 상기 제 1 발광 물질의 알킬 ($-\text{CH}_2-$) 사슬과 화학 결합하는 것일 수 있다.

[0044] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가교제는, 1 개 내지 6 개, 2 개 내지 6 개, 4 개 내지 6 개, 또는 5 개 내지 6 개의 플루오르화 페닐 아지드 모이어티를 포함하는 화합물을 포함하는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 가교제는, 에탄-1,2-비스(4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조에이트) (ethane-1,2-bis(4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoate); 2Bx); 2,2 -비스(((4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조일)옥시)메틸)프로판-1,3-디일 비스(4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조에이트) (2,2-bis(((4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoyl)oxy)methyl)propane-1,3-diyl bis(4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoate); 4Bx); 및 2-(((4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조일)옥시)메틸)-2-((3-((4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조일)옥시)-2,2-비스(((4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조일)옥시)메틸)프로폭시)메틸)프로판-1,3-디일비스(4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조에이트) (2-(((4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoyl)oxy)methyl)-2-((3-((4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoyl)oxy)methyl)propoxy)methyl)propane-1,3-diylbis(4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoate); 6Bx)에서 선택되는 하나 이상의 화합물을 포함하는 것일 수 있다.

[0045] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 2 차 패턴은 상기 기관 및 상기 1 차 패턴의 표면에너지 차이에 의하여 상기 기관 상에 형성되는 것일 수 있다.

[0046] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 백색 유기 발광층의 제조 방법은, 상기 2 차 패턴을 형성하고, 열적 어닐링하는 것을 추가 포함할 수 있다.

[0048] 본원의 제 3 측면은, 제 1 측면에 따른 백색 유기 발광층을 포함하는, 백색 유기 발광 소자로서, 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 형성되는 정공주입층; 상기 정공주입층 상에 형성되는 상기 백색 유기 발광층; 및 상기 백색 유기 발광층 상에 형성되는 제 2 전극을 포함하는, 백색 유기 발광 소자를 제공한다.

- [0049] 본원의 제 1 측면 및/또는 제 2 측면과 중복되는 부분들에 대해서는 상세한 설명을 생략하였으나, 본원의 제 1 측면 및/또는 제 2 측면에 대해 설명한 내용은 본원의 제 3 측면에서 그 설명이 생략되었다하더라도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0050] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 1 전극은 통상적으로 유기 발광 소자에서 사용되는 소자용 기판 상에 형성되는 것일 수 있다. 비제한적인 예로서, 상기 소자용 기판은 유리 기판, 퀴즈 기판, 또는 투명 플라스틱 기판일 수 있다.
- [0051] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 1 전극은 투명 전극일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 1 전극은 통상적으로 유기 발광 소자에서 사용되는 전극일 수 있다. 비제한적인 예로서, 상기 제 1 전극은 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), AZO(aluminium zinc oxide), ZnO, 및 SnO₂에서 선택되는 하나 이상의 투명 전도성 산화물(transparent conductive oxide)을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0052] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 정공주입층은 통상적으로 유기 발광 소자에서 사용되는 정공주입층일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 비제한적인 예로서, 상기 정공주입층은 PEDOT:PSS, 폴리아닐린, 폴리피롤, 구리 프탈로시아닌(CuPc), 및 HAT-CN(Hexaazatriphenylene hexacarbonitrile)에서 선택되는 하나 이상의 화합물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0053] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 제 2 전극은 통상적으로 유기 발광 소자에서 사용되는 전극일 수 있다. 비제한적인 예로서, 상기 제 2 전극은 Ag 및 Mg의 혼합물 또는 Al 및 LiF의 혼합물일 수 있다.
- [0054] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 백색 유기 발광 소자는 백색 광 조명으로서 사용되는 것일 수 있다. 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 백색 유기 발광 소자는 디스플레이 장치에 포함되는 것일 수 있으나, 이에 제한되지 않을 수 있다.
- [0056] 이하, 본원에 대하여 실시예를 이용하여 좀더 구체적으로 설명하지만, 하기 실시예는 본원의 이해를 돕기 위하여 예시하는 것일 뿐, 본원의 내용이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0058] **[실시예]**
- [0059] **화학 물질 및 재료**
- [0060] 오렌지 PPV 발광 코폴리머 (평균 분자량 (Mn): 340,000; 다분산지수 (polydispersity index; PDI): 5.15), FIrPic (97%), PVK (평균 Mn: 25,000-50,000), 사이클로헥사논 (cyclohexanone) (≥99.0%), 클로로벤젠 (무수물, 99.8%), 클로로포름 (무수물, ≥99%, 안정화제로서 0.5% 내지 1.0% 에탄올 함유), 디클로로메탄 (dichloromethane; DCM) (무수물, 99.8%), 및 LiF 파우더 (≥99.98%)를 시그마-알드리치 (Sigma-Aldrich)에서 구입하였다. 티오닐 클로라이드 (SOCl₂)은 대정 (한국)에서 구입하였다. PEDOT:PSS (AI 4083)은 오실리아 (Ossila)에서 구입하였다. OXD-7은 루미네센스 테크놀로지 (Luminescence Technology Corp.)에서 구입하였다. 상기 화학 물질은 추가 정제 없이 사용하였다. Al 펠렛(pellet) (≥99.999%)은 태원과학에서 구입하였다. 2Bx, 4Bx, 및 6Bx은 참고문헌(M. J. Kim, M. Lee, H. Min, S. Kim, J. Yang, H. Kweon, W. Lee, D. H. Kim, J.-H. Choi, D. Y. Ryu, M. S. Kang, B. Kim, J. H. Cho, "Universal three-dimensional crosslinker for all-photopatterned electronics", Nat. Commun. 2020, 11, 1.)에 따른 방법으로 합성하였다. 인듐틴옥사이드(indium tin oxide) 패턴을 포함하는 유리 기판은 AMG (한국)에서 구입하였다.
- [0062] **특성평가**
- [0063] UV-Vis-NIR 분광광도계 (Jasco, V-770)를 이용하여 UV-Vis 흡수 스펙트럼을 획득하였다. 형광 분광기 (Scinco, FS-2)를 이용하여 PL 스펙트럼을 획득하였다. 시간-분해 PL 특성 (time-resolved PL characteristic)은 시간-상관 단일 포톤 계산 (time-correlated single-photon counting; TCSPC) 시스템 (Becker & Hickl)을 이용하여 측정하였다. 2 색 스트립 패턴의 높이 프로파일은 원자현미경(atomic force microscopy; AFM) (Park Systems, NX10)을 이용하여 획득하였다. 가교된 오렌지 PPV 코폴로머 및 2 색 스트립 패턴 박막의 OLED의 J-V-L

특성은 키슬리 2400 (Keithley 2400) 소스 미터 단위 및 분광복사기 (SpectraScan PhotoResearch, PR-655)을 이용하여 획득하였다. 접촉각 측정은 접촉각 각도계 (contact angle goniometer) (Fentobiomed, SmartDrop Plus)을 이용하여 수행하였다.

[0065] **광가교, 광패터닝, 및 소자 제조**

[0066] 고해상도 오렌지 PPV 패턴을 300 nm 두께의 열 성장된 SiO₂ 층을 포함하는 n-도핑된 Si 웨이퍼 및 유리 기판 상에 각각 형성하였다. OLED 제작을 위하여, 패턴을 ITO 및 PEDOT:PSS 층이 코팅된 유리 기판 상에 증착하였다 (4000 rpm, 40 s). 패턴링 전, 기판을 아세톤, 이소프로필 알코올, 및 탈이온수로 각각 10 분 동안 세정하였다. 클로로벤젠 (chlorobenzene)에 용해된 6 mg/mL 오렌지 PPV 코폴리머 (평균 분자량(Mn): 340,000, 다분산 지수 (polydispersity index; PDI): 5.15) 용액을 80°C에서 밤새 교반하고 폴리비닐리덴 플루라이드 (polyvinylidene fluoride) 필터 (기공 크기: 0.45 μm)를 사용하여 여과하였다. 별개로, 클로로벤젠에 용해된 1 mg/mL 가교제 용액을 상온에서 10 분간 교반하였다. 발광 폴리머 용액 및 가교제 용액을 설계한 비율로 혼합하였다. 상기 혼합물을 상기 기판에 스핀 코팅하였다 (2000 rpm, 60 s). 오렌지 PPV 필름의 광패터닝은 UV 소스 (254 nm, 0.5 mW/cm², exposure dose 2 mJ/cm²)에 포토마스크를 통하여 5 초 간 선택적으로 노광하여 획득하였다. 가교된 필름을 현상 용액(예를 들어, *p*-자일렌(*p*-xylene), 클로로벤젠(chlorobenzene), 또는 클로로포름(chloroform))을 사용하여 현상하였다. 별도로 제조된 FIrPic (6 mg/mL), PVK (12 mg/mL), 및 OXD-7 (12 mg/mL) 용액을 2:9:9 wt%로 혼합하여 사이클로헥사논(cyclohexanone)에 용해된 스카이블루 발광단 용액을 제조하였다. 상기 혼합물을 65°C에서 가열하였다. 이 용액을 오렌지 스트립 패턴을 포함하는 기판 상에 스핀 코팅 (1000 rpm, 60 s)하고, 140°C에서 30 분간 어닐링 하였다. 건조 후, 스카이블루 발광단은 미리 형성된 오렌지 스트립 패턴 사이에 선택적으로 채워졌다. OLED의 경우, LiF (2 nm)/Al (150 nm) 전극을 열 증발기를 이용하여 EML 상에 순차적으로 증착하였다. 전체 패턴링 공정 및 소자 제조는 질소 분위기의 글로브박스 내에서 수행하였다. 최종 소자는 대기 조건에 노출되지 않았다.

[0068] 도 1의 a는 오렌지 발광단 및 스카이블루 발광단의 2 색 스트립 패턴을 사용하여 획득한 색-온도-제어 백색 광 방출의 개략도를 나타낸다. 이 독특한 소자 구조는 몇 가지 실용적인 이점을 제공한다. 두 개의 발광단이 공간적으로 분리되어 있기 때문에 이들 사이의 에너지 전달을 방지할 수 있어 높은 발광 효율을 획득할 수 있다. 두 가지 색상을 사용함에도 불구하고, 하나의 EML에 두 발광단이 모두 포함되어 있어 높은 구동 전압을 요구하는 탠덤 소자 구조가 필요하지 않다. 또한, 스트립 패턴의 기하학적 치수를 제어함으로써, 생성되는 백색광의 온도를 변경할 수 있으며 맞춤형 애플리케이션을 위해 WOLED를 엔지니어링할 수 있는 추가 노브를 제공한다. 2 색 스트립 패턴 구조를 획득하기 위하여 1 차 오렌지 패턴의 성공적인 형성이 필요하며, 상기 오렌지 패턴은 2 차 스카이블루 재료를 처리하고 이를 1 차 색상 패턴 사이에 선택적으로 증착하는 동안 변화되지 않고 유지되어야 한다. 이는, 1 차 색상 층의 선택적 광 가교에 이어 2 차 색상 층의 표면 에너지 보조 선택적 증착에 의해 달성되었다 (도 1의 b). 1 차 색상 발광단의 광가교는 포토마스크를 사용하여 재료를 스트립 패턴으로 증착될 수 있게 하고, 후속 용액 공정에 대해 패턴에 물리적 견고성을 부여한다. 본 발명에서 우리는 1 차 오렌지 발광단으로서 오렌지 PPV 발광 코폴리머 및 2 차 스카이블루 발광단으로서 비스[2-(4,6-다이플루오로페닐)피리디네이트-C², N] (피콜리네이트)이리듐(III) (bis[2-(4,6-difluorophenyl)pyridinato-C², N](picolinato)iridium(III); FIrPic) 을 사용하며, 이를 조합하여 백색 방출을 제공한다. 두 발광단의 화학 구조와 광발광 스펙트럼은 각각 도 1의 c 및 도 1의 d에 나타났다. 상기 입증된 접근 방식은 적색, 녹색 및 청색 발광체와 같은 3개의 발광단으로부터 백색 발광 생성으로 확장될 수 있다.

[0070] 6 개의 플루오르화 페닐 아지드 모이어티를 포함하는 광가교제, 즉, 2-(((4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조일)옥시)메틸)-2-((3-((4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조일)옥시)-2,2-비스(((4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조일)옥시)메틸)프로폭시)메틸)프로판-1,3-디일비스(4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조이트) (2-(((4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoyl)oxy)methyl)-2-((3-((4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoyl)oxy)-2,2-bis(((4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoyl)oxy)methyl)propoxy)methyl)propane-1,3-diylbis(4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoate); 6Bx)를 사용하여 1 차 오렌지 PPV 스트립의 직접 광 패턴링을 수행하였다. 이 전 발명에서, 본 발명자들은 2 개 및 4 개의 가교성 모이어티를 포함하는 자매 가교제 (즉, 에탄-1,2-비스(4-아

지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조에이트) (ethane-1,2-bis(4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoate); 2Bx) 및 2,2 -비스(((4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조일)옥시)메틸)프로판-1,3-디일 비스(4-아지도-2,3,5,6-테트라플루오로벤조에이트) (2,2-bis(((4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoyl)oxy)methyl)propane-1,3-diyl bis(4-azido-2,3,5,6-tetrafluorobenzoate); 4Bx))의 광가교 효율과 생성된 가교 폴리머 필름의 발광 특성을 비교하였다. 더 많은 수의 가교성 모이어티를 갖는 가교제는, 가교 효율을 향상시키고, 더 낮은 로딩에서 폴리머 필름의 완전한 가교를 가능하게 하며, 더 적은 수의 가교성 모이어티를 갖는 가교제보다 더 적은 양으로 최종 필름의 발광 특성에 영향을 미칠 수 있다.

[0071]

본 발명에서, 6Bx 가교제는 훨씬 더 나은 결과를 낼 것으로 예상할 수 있다. UV 노출 (파장 254 nm) 하에서, 가교제의 아지드 모이어티는 니트렌(nitrene) 라디칼로 활성화된 다음 C-H가 오렌지 PPV의 인접 알킬 사이드 체인에 삽입된다 (도 2의 b). 따라서, 오렌지 PPV와 6Bx의 혼합 용액을 스핀 코팅한 후, 포토마스크를 통해 254 nm UV 소스를 조사하여 오렌지 PPV 필름을 선택적으로 광가교할 수 있다. 필름의 가교된 부분은 후속 습식 공정에 대하여 화학적으로 안정한 반면, 필름의 가교되지 않은 부분은 현상 용매를 사용하여 쉽게 제거할 수 있다. 오렌지 PPV 패턴은 p-자일렌(p-xylene)을 사용하여 가교되지 않은 부분을 제거한 후 수 마이크로미터 크기로 남는다 (도 2의 c). 중요하게도, 6Bx의 사용은 4Bx 및 2Bx를 사용하여 가교된 것과 비교하여 향상된 구조 및 광전자 특성을 가진 오렌지 PPV 패턴을 제공하였다. 도 2의 d는 6Bx, 4Bx 및 2Bx를 사용하여 가교된 오렌지 PPV 필름의 UV-Vis 흡광도 스펙트럼을 나타낸다. 모든 필름은 5초 동안 254 nm UV 소스(0.4 mW/cm^2)를 사용하여 가교되었다. 분명하게, 원래의 오렌지 PPV 박막의 스펙트럼은 가교 결합 후에도 변하지 않고 유지되었다. 다음으로, 가교제의 가교 효율을 조사하였다. 이는, 오렌지 PPV 필름의 가교제 로딩을 변경하고, 필름을 클로로벤젠에 담그기 전과 후 필름의 두께 변화를 모니터링함으로써 달성되었으며, 이를 필름 두께 유지 비율(film-thickness retention ratio; FRR)이라고 한다. 완전히 가교된 필름의 경우, FRR 값은 1에 근접한다 (클로로벤젠에 담근 후에도 두께가 유지됨). 반면, 가교되지 않은 필름의 경우, FRR 값은 0에 근접할 것이다 (필름이 완전히 제거됨). 도 2의 e는 오렌지 PPV에 대한 $\text{wt}\%(L_n)$ 단위의 가교제 로딩의 함수로서 FRR의 플롯을 나타낸다. 더 높은 가교제 로딩에서 더 높은 FRR 값을 획득하였다. 중요한 것은, 동일한 가교제 로딩을 사용하여 가교된 오렌지 PPV 필름을 비교할 때, 더 많은 수의 아지드 단위($6Bx > 4Bx > 2Bx$)를 갖는 가교제를 기반으로 하는 필름이 더 큰 FRR 값을 산출했다는 것이다. 도면의 삽입도는 $2Bx(d_{N3})$ 를 사용하여 정규화된 필름에서 아지드 단위의 상대 수 밀도의 함수로서 상대적인 필름 두께 유지의 플롯이며, 이는 $L_n \times (n/MW_n) / (2/MW_2)$ 로 획득할 수 있다. MW_n 은 가교제의 분자량이며, 6Bx, 4Bx 및 2Bx에 대해 각각 1557 g/mol, 1004 g/mol 및 496 g/mol이고; n은 단일 가교제 분자에 있는 아지드 단위의 수이다. 동일한 d_{N3} 값을 갖는, 즉 동일한 수의 아지드 단위를 갖는 필름의 경우, 6Bx를 사용하여 가교된 필름이 더 큰 상대 FRR을 나타냈다. 이는, 6Bx의 가교 효율이 4Bx 및 2Bx보다 높다는 것을 의미하며, 3 개의 필름 모두에서 필름에 포함된 아지드 단위의 수가 동일한 경우에도 마찬가지이다. 또한, 도 2의 e에 표시된 곡선은 6Bx를 사용할 때 오렌지 PPV 필름을 충분히 가교하기 위해 더 적은 양의 가교제를 사용할 수 있음을 나타낸다. 가교제 함량이 증가하면 가교 필름의 발광 효율이 저하되기 때문에, 이 실용적인 정보는 고 광도(luminous)의 오렌지 PPV 필름을 얻는 데 유용하다. 또한, 상기 결과는, 높은 가교 효율로 인하여 6Bx는, 현상 단계에서 가교되지 않은 부분이 제거되고 더 날카로운 테이퍼 각도(taper angle)를 갖는 오렌지 PPV 패턴을 생성할 수 있음을 의미한다. 도 2의 f는 동일한 가교제 로딩($L_n = 1\text{wt}\%$, UV 노출 시간 = 0.5 초)을 사용하여 가교된 오렌지 PPV 패턴에 대한 일련의 높이 프로파일을 보여주며, 이는 6Bx를 사용하여 잘 정돈된 패턴을 획득하였음을 나타낸다.

[0073]

도 3의 a는 다양한 가교 조건 (여기 파장 = 470 nm)에서 제조된 오렌지 PPV 필름의 정규화된 광발광(photoluminescence; PL) 스펙트럼을 나타낸다. 비교를 위하여, 동일한 가교 정도(0.5 FRR 값에 상응)를 생성하는 데 필요한 가교제의 양을 추가하였으며, 6Bx의 경우 0.05 wt%, 4Bx의 경우 0.075 wt% 및 2Bx의 경우 0.2 wt%를 사용하여 오렌지 PPV를 가교하였다. 비교를 위하여, 원래의 오렌지 PPV 필름의 PL 스펙트럼을 도면에 플롯하였다. 스펙트럼 특성의 현저한 차이는 관찰되지 않았다. 도 3의 b는 485 nm 펄스 후에 기록된, 상기 필름의 과도(transient) PL 프로파일을 나타낸다. 플롯에서, 평균 감쇠 수명(average decay lifetimes) (τ , PL 세기가 초기 값의 $1/e$ 가 될 때 프로파일의 시간으로서 정의됨)을 추출하였다. 필름의 평균 τ 값은 도 3의 c에 요약되었다. 가장 긴 수명은 6Bx를 사용하여 관찰되었으며, 이는 원래의 오렌지 PPV 필름을 사용하여 달성할 수 있는 것과 유사하다. 결과는 충분한 가교 결합성 모이어티를 함유하는 첨가제를 사용하여 가교 결합된 발광 폴리머(light-emitting polymer)의 발광(luminescence) 특성이 더 많이 보존된다는 추가 증거를 제공한다. 다음으

로, 가교된 오렌지 PPV 필름의 전기발광 (electroluminescence, EL) 특성을 테스트베드(testbed) OLED 소자를 이용하여 조사하였다. OLED는 인듐 주석 산화물(indium tin oxide; ITO) 애노드, 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜) 폴리스티렌 설페이트(poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate; PEDOT:PSS) 정공주입층(hole injection layer; HIL), 가교된 오렌지 PPV EML, 및 리튬 플루라이드-변성 알루미늄(lithium fluoride-modified aluminum; LiF/Al) 캐소드를 포함한다 (도 3의 d의 삽입도). 도 3의 d는 3 개의 서로 다른 가교제를 사용하여 가교된 오렌지 PPV 필름을 포함하는 OLED의 정규화된 EL 스펙트럼을 나타낸다. PL 스펙트럼 결과와 마찬가지로, 가교 시 EL 스펙트럼의 변화는 관찰되지 않았다. 도 3의 e는 OLED의 전류 밀도(current density; J)-전압(voltage; V)-발광(luminescence; L) 관계를 나타낸다. 상기 소자의 경우, 1 cd/m^2 의 휘도(luminance)를 생성하는 전압으로 정의되는 턴-온(turn-on) 전압이 2.5 V에서 일관되게 관찰되었으나, 2Bx를 사용하여 가교된 OLED의 전류 밀도가 가장 낮았다. 이는, 2Bx가 6Bx와 동등한 정도의 가교를 달성하는 데 덜 효과적이므로 요구되는 2Bx의 로딩이 더 높기 때문이다. 모든 가교제는 전기적으로 절연이다. 따라서, 발광 고분자의 전기적 특성 저하를 최소화하기 위해서는 가교제의 효과를 높이는 것이 중요하다. 6Bx를 사용하는 것은 이 조건을 충족할 수 있다. 6Bx는 가교를 위하여 0.05 wt%의 양만이 사용되므로, 오렌지 PPV 필름의 전기적 특성은, 6Bx 필름의 JV 특성 및 원래의 오렌지 PPV 필름의 특성 사이의 가장 가까운 일치에 의해 입증되는 것과 같이, 최소한의 영향을 받았다. 마지막으로, 도 3의 f는 이러한 OLED의 발광 전류 효율을 나타낸다. PL 데이터 추세와 일치하여, 6Bx를 사용할 때 가장 높은 전류 효율을 수득하였으며, 이는, 가교되지 않은 원래의 오렌지 PPV EML을 기반으로 하는 OLED가 달성한 효율의 95%에 상응한다. 전반적으로, 본 발명자들은 가장 많은 수의 가교성 모이어티를 포함하는 6Bx가 오렌지 PPV 필름을 가교하는 데 가장 효과적일 뿐만 아니라 고유한 발광 특성(PL 및 EL 모두)을 보존하는데 가장 효과적인 것을 확인하였다.

[0075] PEDOT:PSS (102) 박막과 오렌지 PPV (103) 박막에 대한 표면 에너지 차이를 확인하기 위하여, 사이클로헥사논(cyclohexanone) 용매를 이용하여 접촉각을 측정하였으며, 접촉각 측정을 위해 사용된 샘플 구조는 도 4의 a 및 도 4의 b의 구조와 같다. 도 4의 a는 SiO_2 (101) 위에 형성된 PEDOT:PSS 박막 (102)으로 이루어 졌으며, 도 4의 b는 PEDOT:PSS 박막 (102) 위에 6Bx를 통해 가교한 오렌지 PPV 박막 (103) 으로 이루어 졌다. 형성된 2 색 스트립 패턴의 형광 광학 이미지 및 높이 프로파일 측정은 도 4의 c구조를 제작하여 확인하였다. 도 4의 c구조의 필름은 SiO_2 (101) 위에 PEDOT:PSS 박막 (102)을 도포한 후, 도 1의 b의 제조 절차를 통해 형성된 2 색 스트립 패턴 박막 (104)으로 이루어졌다. 도 4의 d는 전계 발광 특성 분석을 위해 제작한 소자 구조이다. ITO (105) 위에 PEDOT:PSS 박막 (102) 을 도포한 후 발광층 (106) 을 도포하였으며, 그 위에 LiF/Al 전극 (107) 이 도포된 형태이며, 발광층 (106)은 오렌지 PPV 박막 (103) 혹은 두 줄 스트립 패턴 박막 (104)으로 구성된 각각의 소자에 대한 전계발광 측정을 진행하였다.

[0077] 1 차 오렌지 PPV 스트립 패턴이 형성되면, 이후 스카이블루 발광단을 오렌지 스트립 패턴에 도포할 수 있다 (도 5의 a). 구체적으로, 게스트 분자인 FIrPic을 하이브리드 호스트인 폴리비닐카바졸(polyvinylcarbazole; PVK) 및 1,3-비스[2-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아조-5-일]벤젠 (1,3-bis[2-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol-5-yl]benzene; OXD-7)에 첨가하였다. 재료의 화학 구조는 도 5의 b에 나타났다. 가교된 오렌지 PPV 영역(사이클로헥사논의 경우 44° , 물의 경우 97.4° 의 높은 접촉각)과 가교되지 않은 오렌지 PPV 영역을 제거한 후 노출된 PEDOT:PSS 영역 사이의 표면 에너지의 큰 차이로 인하여 (사이클로헥사논의 경우 $<1^\circ$ (측정 불가), 물의 경우 4.1° 의 낮은 접촉각) (도 5의 c), 오렌지 PPV 스트립 사이의 공간은 스카이블루 사이클로헥사논(cyclohexanone) 용액의 스핀 코팅을 통해 선택적으로 채워졌다 (도 5의 d). 이는 오목 구조에서 두 개의 개별 패턴을 생성한다. 도 5의 e의 빨간색 곡선은 2 색 스트립이 접촉하는 접합부의 단면 프로파일을 보여준다. 동일한 도면의 회색 곡선은 스카이블루 용액을 증착하기 전에 수득한 오렌지 패턴의 단면 프로파일이다. 오렌지 패턴의 전체 모양은 스카이블루 용액의 증착 시 보존되었다는 것이 분명하다 (오렌지 패턴에 남아있는 잔류 스카이블루 발광단으로 인하여 오렌지 패턴의 거칠기가 증가하였다).

[0079] 마지막으로, 2 색 스트립 EML (emissive layer), 애노드 (anode)로서 ITO, HIL (hole injection layer)로서 PEDOT:PSS, 및 캐소드 (cathode)로서 LiF/Al를 포함하는 백색 유기 발광 소자 (WOLED)를 제작하였다. 도 6의 a는 소자의 모식도를 나타낸다. 오렌지 및 스카이블루 방출의 기여는 스트립 패턴의 기하학, 즉 오렌지 PPV 스트

립 패턴의 너비와 간격을 변경하여 제어할 수 있으며, 이는 백색광의 색 온도를 제어한다 (도 6의 b). 따라서, 오렌지 및 스카이블루 패턴 간의 면적 비를 1:0.5, 1:1, 1:2 및 1:3으로 설정하였다. 도 6의 c는 소자 시리즈의 J-V-L(전류밀도-전압-휘도) 특성을 나타낸다. 유사한 전류 밀도에도 불구하고, 더 좁은 스카이블루 패턴을 갖는 소자는 약간 더 높은 휘도를 나타냈으며, 전류당 휘도로 정의된 소자의 전류 효율은 더 좁은 스카이블루 패턴을 갖는 소자에서 더 높았다 (도 6의 d). 동작 전압 범위에서 EL 스펙트럼을 모니터링하여 2 색 스트립 패턴에서 오렌지 및 스카이블루 방출의 기여를 조사하였다. 도 6의 e는 오렌지 대 스카이블루 면적비가 1:3인 OLED에 대한 일련의 EL 스펙트럼을 나타내며, 스펙트럼은 오렌지 방출 세기(584 nm)로 정규화된다. 전압이 증가함에 따라, 스카이블루 스트립의 방출이 점차 증가하였다. 이로 인하여 오렌지 PPV 및 FIrPic의 혼합 방출이 점진적으로 변화하여 색도 좌표에서 전압-의존 추적(voltage-dependent trace)이 발생하였다. 발광 위치와 해당 색 온도를 전압으로 제어할 수 있더라도, 전압 변화는 필연적으로 발광 세기에 영향을 미친다 (따뜻한 색 온도는 발광이 약함). 따라서, 전압 제어 색상 조정은 비실용적이다. 상기 문제는 면적비 제어 2 색 스트립 패턴 소자를 사용하여 색상을 조정하여 해결할 수 있다. 도 6의 f는 10 V 전압에서 주어진 일련의 OLED에 대하여 색 공간에서 접근 가능한 좌표를 나타낸다. 방출 색상의 상당한 차이에도 불구하고, 각 위치의 휘도는 500 cd/m^2 이상으로 나타나며 (도 6의 g), 이는 단순한 전압 제어로는 얻을 수 없는 특징이다. 도 6의 h는 10 V에서 수집된 다양한 오렌지 대 스카이블루 면적비를 기반으로 하는 OLED에 대해 수득한 EL 스펙트럼을 나타낸다. 전반적으로, 결과는 2 색 스트립 패턴이 휘도를 크게 손상시키지 않으면서 결합된 방출을 제어하기 위한 추가 도구를 제공한다 는 것을 입증한다.

[0080] 도 7은, 활용가능한 발광 물질의 조합의 예시를 나타낸다.

[0082] 용액 공정 백색 OLED의 색 온도를 제어하는 간단한 방법은 오렌지 및 스카이블루 발광단의 2 색 스트립 패턴을 기반으로 개발되었다. 2 색 패턴의 성공적인 형성은 (i) 발광단의 발광 특성을 손상시키지 않으면서 잘 정돈된 구조적으로 견고한 오렌지 1 차 패턴의 형성을 가능하게 하는 고효율 가교제 6Bx의 사용 및 (ii) 1 차 오렌지 패턴 사이의 2 차 스카이블루 층을 선택적으로 젖게 하는 표면 에너지의 대비를 통해 가능하다. 패턴링 과정에서 2 색 스트립 패턴 사이의 면적비를 간단히 변경함으로써(1:0.5 내지 1:3의 오렌지: 스카이블루 면적비), 오렌지 및 스카이블루 방출의 조합으로부터 수득한 백색 방출의 색 온도는, 높은 휘도($> 500 \text{ cd/m}^2$)를 유지하면서, 2119K 내지 7994K로 조정될 수 있다. 이론 상으로, 상기 제안된 방법은 RGB 3색 시스템으로 확장될 수 있다. 또한, 디스플레이 산업에서 널리 사용되는 포토리소그래피 장비를 사용하여 제조하기 때문에 상업적 제조에 쉽게 적용할 수 있다.

[0084] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수도 있다.

[0085] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위, 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0086] 101: SiO₂ 박막

102: PEDOT:PSS 박막

103: 오렌지 PPV 박막

104: 2 색 스트립 패턴

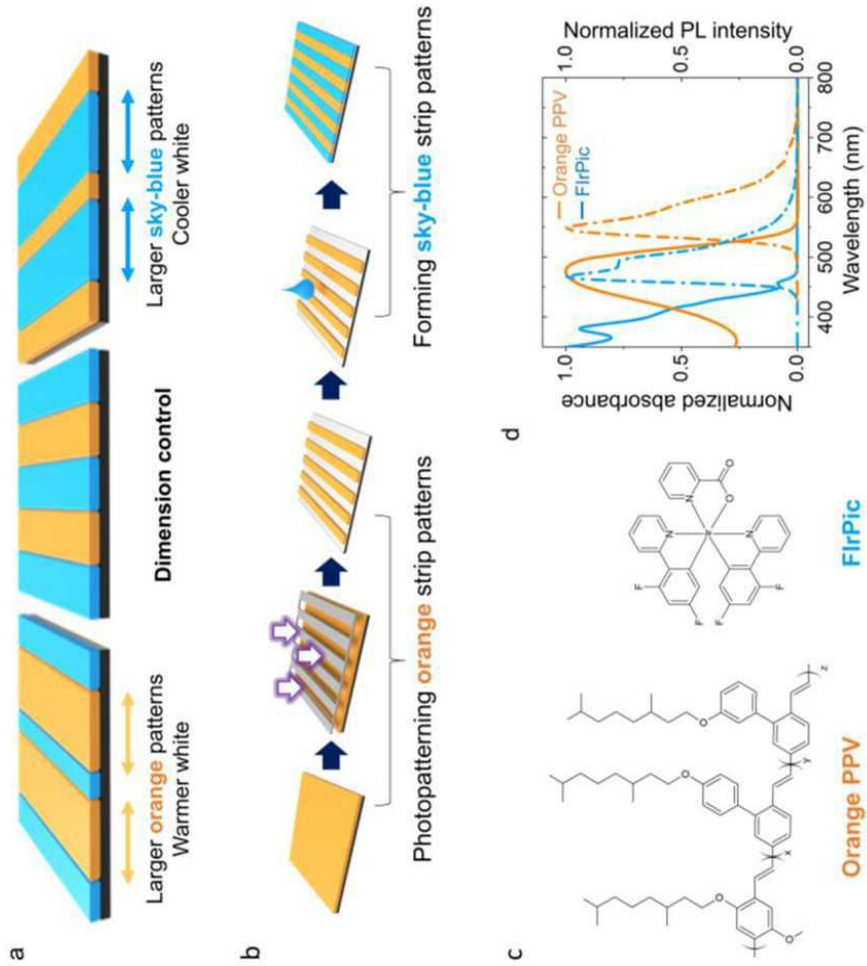
105: ITO 전극

106: 발광층

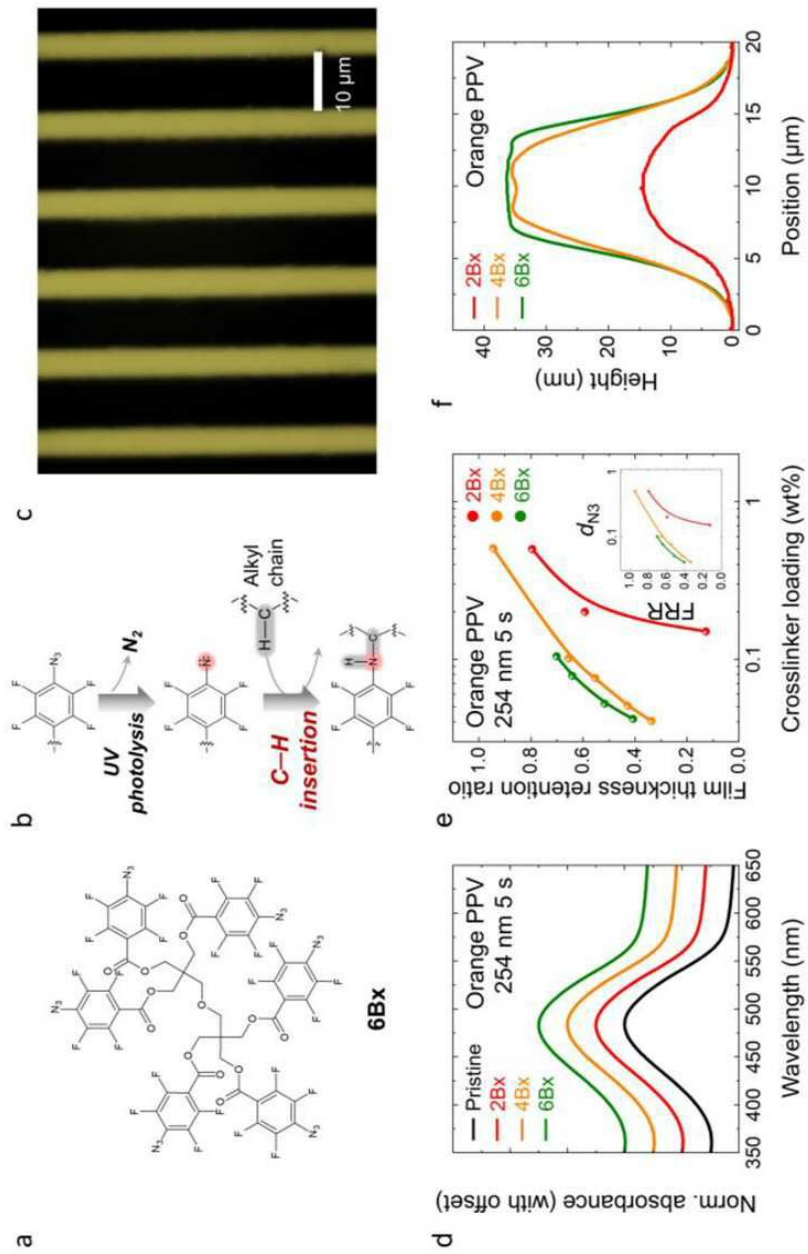
107: LiF/Al 전극

도면

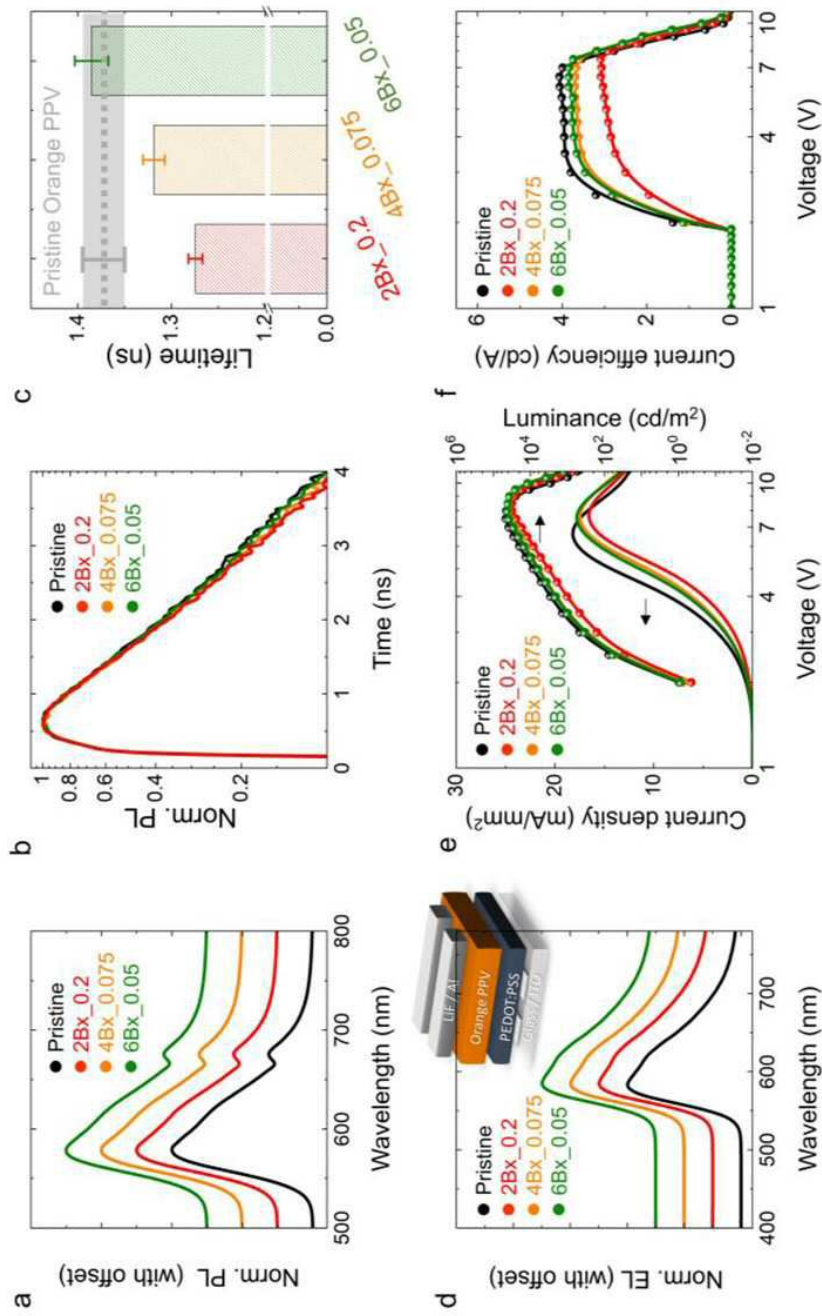
도면1



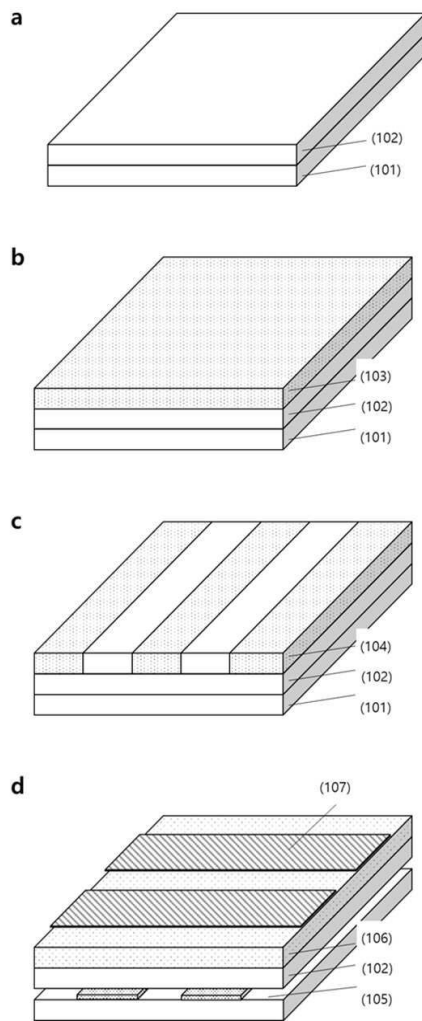
도면2



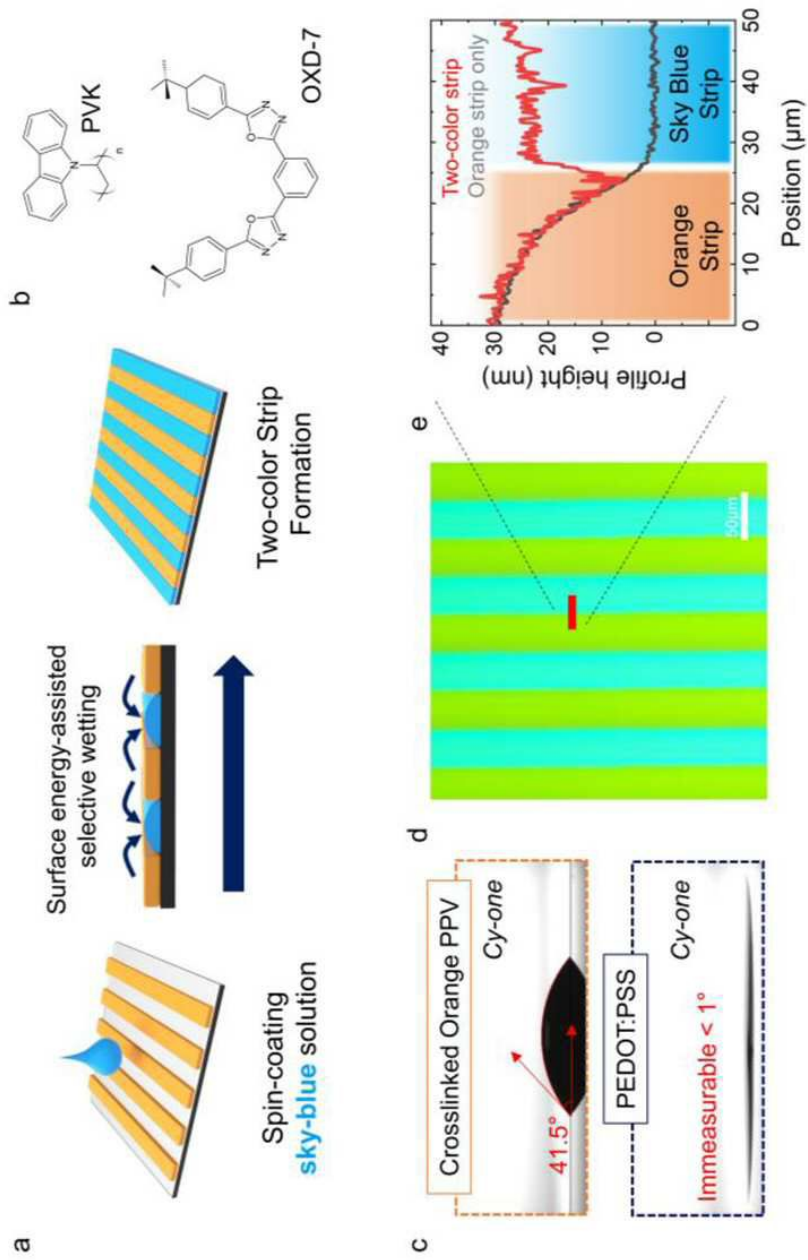
도면3



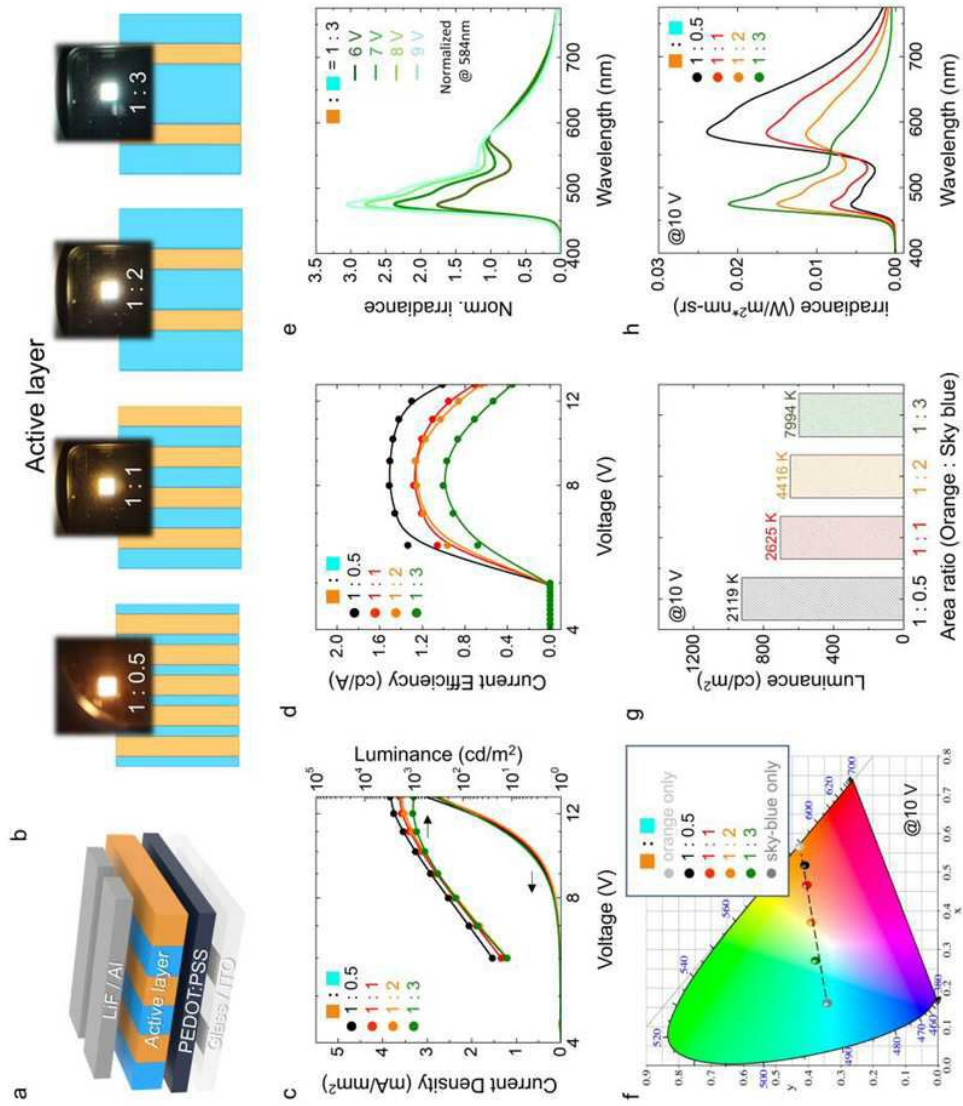
도면4



도면5



도면6



도면7

