



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0068076
(43) 공개일자 2018년06월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/52 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)

B82Y 20/00 (2017.01) B82Y 30/00 (2017.01)

(52) CPC특허분류

H01L 51/5275 (2013.01)

H01L 27/3246 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0169666

(22) 출원일자 2016년12월13일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

(72) 발명자

박재현

서울특별시 서초구 서운로 200, 114동 2402호 (서초동, 롯데캐슬클래식아파트)

민혜리

경기도 고양시 일산동구 고봉로 32-9, 1335호 (장항동, 양우로테오시티)

주명오

서울특별시 송파구 석촌호수로 133, 105동 1902호 (잠실동, 레이크팰리스)

(74) 대리인

특허법인네이트

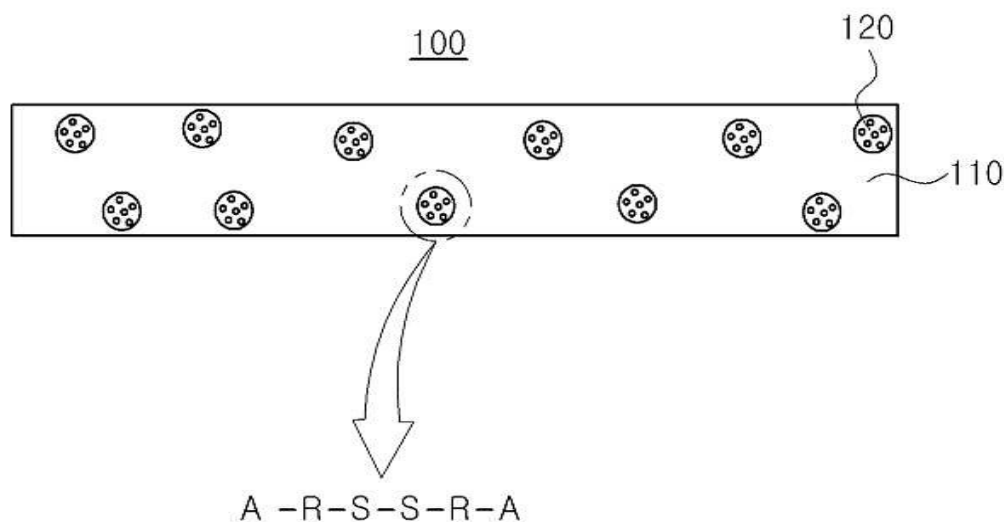
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 나노 입자, 이를 포함하는 절연막 및 표시장치

(57) 요약

본 발명은 인접하게 위치하는 다공성 입자 또는 중공성 입자가 다이설파이드 결합을 통해 연결된 나노 입자, 상기 나노 입자를 포함하는 절연막 및 상기 절연막을 बैं크층에 적용한 유기발광다이오드 표시장치에 관한 것이다. 본 발명의 나노 입자는 다공성 또는 중공성 입자를 포함하고 있어서 절연막에 적용하였을 때, 절연막의 굴절률을 낮출 수 있다. 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층으로 사용하면, 인접한 발광다이오드에 비하여 굴절률이 크게 낮아진다. 이에 따라, 발광다이오드에서 출사된 광이 전반사되어 광 추출 효율을 향상시킨다. 또한, 본 발명의 나노 입자는 광 조사에 의하여 다이설파이드가 해리 또는 재결합하는 자기치유 메커니즘이 가능한 다이설파이드기를 가지고 있기 때문에, 절연막이나 बैं크층에서 발생할 수 있는 스크래치와 같은 결함이나 손상을 치유할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

B82Y 20/00 (2013.01)

B82Y 30/00 (2013.01)

H01L 2251/5369 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

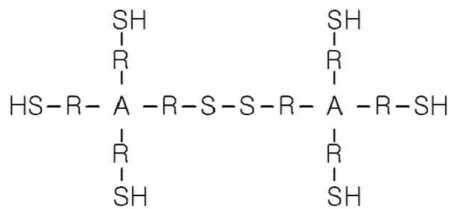
인접하게 위치하는 다공성 입자 또는 중공성 입자가 다이설파이드기(disulfide group)를 통하여 연결되어 있는 나노 입자.

청구항 2

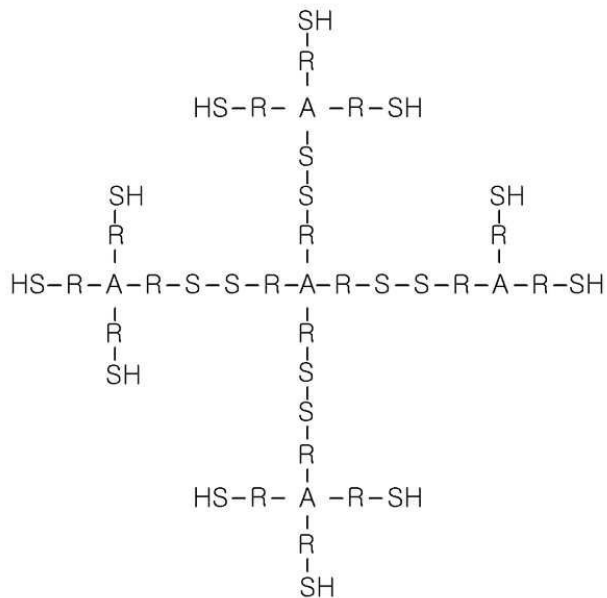
제 1항에 있어서,

상기 나노 입자는 하기 화학식 1 또는 하기 화학식 2로 표시되는 나노 입자.

화학식 1

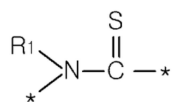


화학식 2



(화학식 1과 화학식 2에서 A는 다공성 입자 또는 중공성 입자를 나타내고, R은 C1~C10 알킬렌기 또는 하기 화학식 3으로 표시되는 티우람(thiuram)기를 나타냄)

화학식 3



(화학식 3에서 R₁은 C1~C20 알킬기임)

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 다공성 입자 또는 상기 중공성 입자는 다공성 또는 중공성 폴리이미드(PI), 실리카(SiO₂), 티타니아(TiO₂) 및 이들의 조합으로 구성되는 군에서 선택되는 나노 입자.

청구항 4

바인더; 및

상기 바인더에 분산되며, 인접하게 위치하는 다공성 입자 또는 중공성 입자가 다이설파이드기(disulfide group)를 통하여 연결되어 있는 나노 입자

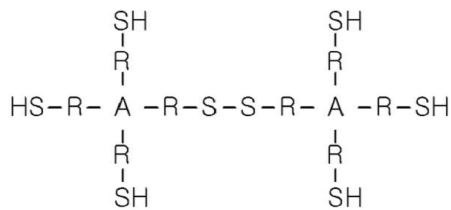
를 포함하는 절연막.

청구항 5

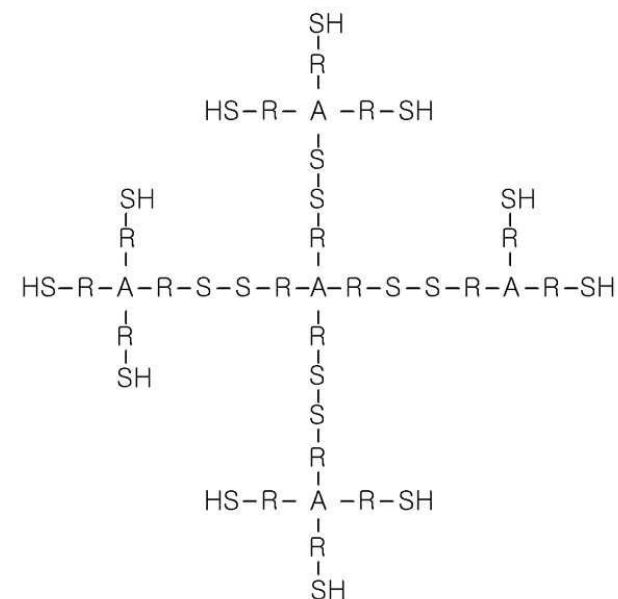
제 4항에 있어서,

상기 나노 입자는 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 절연막.

화학식 1



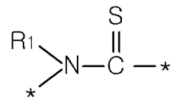
화학식 2



(화학식 1과 화학식 2에서 A는 다공성 입자 또는 중공성 입자를 나타내고, L은 C1~C10 알킬렌기 또는 하기 화학

식 3으로 표시되는 티우람(thiuram)기를 나타냄)

화학식 3



(화학식 3에서 R₁은 C1~C20 알킬기임)

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 다공성 입자 또는 상기 중공성 입자는 다공성 또는 중공성 폴리이미드(PI), 실리카(SiO₂), 티타니아(TiO₂) 및 이들의 조합으로 구성되는 군에서 선택되는 절연막.

청구항 7

제 4항에 있어서,

상기 나노 입자가 1 내지 50 중량%로 포함되어 있는 절연막.

청구항 8

제 4항에 있어서,

상기 바인더는 폴리이미드(PI)계 수지, 폴리실록산계 수지, 폴리(메트)아크릴레이트계 수지 및 이들의 조합으로 구성되는 군에서 선택되는 절연막.

청구항 9

기판;

상기 기판 상에 위치하는 구동 소자;

상기 기판 상에 위치하며, 상기 구동 소자와 연결되는 발광다이오드;

상기 발광다이오드를 구성하는 제 1 전극의 외곽에 일부 중첩되게 배치되어 화소영역을 구획하는 बैंक층을 포함하고,

상기 बैंक층은, 제 4항 내지 제 8항 중 어느 하나의 항에 기재된 절연막으로 이루어지는 유기발광다이오드 표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노 입자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 굴절률과 유전율이 낮으며 손상 회복 능력이 향상된 나노 입자, 상기 나노 입자를 포함하는 절연막 및 표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 액정표시장치(liquid crystal display device; LCD)를 대신하여 유기발광다이오드(Organic Light

Emitting Diode; OLED)를 발광 수단으로 하는 표시장치가 주목을 받고 있다. 유기발광다이오드 표시장치는 자체 발광소자를 구비하고 있어, 액정표시장치에 사용되는 백라이트 유닛(backlight unit)이 필요하지 않기 때문에 경량, 박형의 표시장치를 구현할 수 있다. 뿐만 아니라, 유기발광다이오드 표시장치는 액정표시장치에 비하여 시야각 및 명암대비가 우수하며, 소비전력 측면에서도 유리하고, 직류 저-전압 구동이 가능하며, 응답 속도가 빠르고, 내부 구성요소가 고체이기 때문에 외부 충격에 강하고, 사용 온도 범위도 넓은 이점이 있다.

[0004] 일반적으로 유기발광다이오드 표시장치는 하부 기판 상에 구동 소자와, 발광 소재나 전하 이동 소재 등의 유기 물층으로 이루어진 발광다이오드를 포함하고 있다. 또한, 발광다이오드에 인접하여 각각의 화소 영역을 구획하는 बैं크층이 위치한다.

[0005] 최근에는 잉크젯 프린팅(inkjet printing) 기법을 통하여 발광다이오드를 구성하는 유기물층을 형성하는 용액 공정(solution process)이 주목을 받고 있다. 잉크젯 프린팅 방식은 분말 형태로 구성된 유기 소재를 증착하지 않고 프린팅 노즐을 이용하여 용액화한 소재를 분사한다. 원하는 부분에 직접 분사하기 때문에 버리는 재료가 거의 없어 효율성이 우수하고, 증착 공정을 생략할 수 있기 때문에 생산 공정이 줄어들며 공정 시간도 획기적으로 줄일 수 있다.

[0006] 한편, बैं크층을 이루는 절연 소재로서 포토아크릴과 같은 아크릴계 바인더 등의 소수성 바인더가 사용된다. 종래 유기발광다이오드 표시장치의 बैं크층으로 전술한 절연 소재를 사용할 경우에 다음과 같은 문제가 발생하였다.

[0007] 도 1에 도시한 바와 같이, 하부 전극과 일부 중첩되게 소수성 절연 소재로 이루어진 बैं크층을 포토레지스트 공정을 이용하여 패터닝한다. बैं크층이 형성된 상태에서 बैं크층 사이의 하부 전극 상부에, 노즐을 이용하여 액상 잉크로 된 소재를 주입한 뒤, 용액을 제거하여 유기물층으로 이루어진 발광다이오드를 형성한다. 그런데, 잉크를 공급하는 노즐과, 하부 전극 및 बैं크층이 형성된 패널 사이에 미세한 공차가 있다. 따라서 잉크를 분사하기 위해 노즐이 하부 전극과 बैं크층이 형성된 패널로 접근할 때, 노즐이 상면으로 돌출된 बैं크층과 접촉하면서 बैं크층의 상면에 스크래치가 발생한다.

[0008] बैं크층이 소수성 절연 소재로 이루어지는 경우, 노즐을 통하여 제공된 잉크가 발광다이오드가 형성되는 영역은 물론이고, 스크래치가 형성된 बैं크층 상부에도 주입된다. 스크래치가 형성된 बैं크층으로 잉크가 주입되기 때문에, 스크래치가 형성된 बैं크층에 인접한 발광다이오드 형성 영역에서의 잉크층의 두께(H2)는 스크래치가 형성되지 않은 बैं크층에 인접한 발광다이오드 형성 영역에서의 잉크층의 두께(H1)와 상이하게 된다. 발광 소재를 비롯한 유기물층이 발광다이오드에서 균일하게 형성되지 못하기 때문에 영역에 따라 발광 휘도나 색상에서 차이가 발생하여 공정의 신뢰성이 떨어지며 불량률이 높아진다. 또한, बैं크층으로도 유기물이 흘러 들어가면서, 인접한 화소영역에서 다른 색상의 잉크와 혼색되어 영상이 흐릿해지는 등 고품질의 화상을 구현하기 어렵다.

[0009] 또한, 도 2에 도시한 바와 같이, 종래 유기발광다이오드 표시장치에서 하부 전극과 일부 중첩되게 위치하는 소수성 बैं크층의 굴절률($n_2=1.65$)은 발광층을 구성하는 유기물의 평균 굴절률($n_1=1.7\sim 1.8$)과 큰 차이가 없다.

[0010] 전반사는 굴절률이 큰 매질에서 굴절률이 작은 매질로 빛이 입사할 때, 특정 각도(전반사 임계각) 이상에서 빛이 입사되면 계면에서 빛이 투과, 굴절되지 않고 반사되는 현상이다. 2개의 매질 사이의 굴절률 차이가 클수록 전반사 임계각이 작아져서 전반사가 잘 일어난다. 하지만, 종래 유기발광다이오드 장치에서 발광다이오드를 구성하는 발광층의 굴절률(n_1)과 बैं크층의 굴절률(n_2)은 거의 차이가 없기 때문에, 발광층에서 बैं크층으로 출사된 빛의 대부분은 बैं크층과의 계면에서 굴절되어 비-발광영역으로 방출된다. 발광 영역으로 방출되는 빛이 감소하면서 발광다이오드 및 유기발광다이오드 표시장치의 광 추출 효율(out-coupled light efficiency)이 감소하고 발광 휘도가 저하되는 문제가 발생하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명의 목적은 굴절률이 낮고 외부적 스트레스에 대한 회복 특성이 우수한 나노 입자와, 상기 나노 입자를 포함하여 공정의 신뢰성이 향상된 절연막 및 유기발광다이오드 표시장치를 제공하고자 하는 것이다.

[0013] 본 발명의 다른 목적은 광 추출 효율과 발광 휘도를 향상시킬 수 있으며, 유전율의 감소를 유도하여 소비 전력을 저감할 수 있는 절연막 및 유기발광다이오드 표시장치를 제공하고자 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 인접한 다공성 입자 또는 중공성 입자가 다이설파이드기를 통하여 연결되어 있는 나노 입자를 제공한다.
- [0016] 일례로, 다공성 입자 또는 중공성 입자는 폴리아미드(PI)와 같은 유기 입자 및/또는 실리카(SiO_2) 및/또는 티타니아(TiO_2)과 같은 무기 입자일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 본 발명은 상기 나노 입자가 바인더에 분산된 절연막을 제공한다.
- [0018] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 상기 나노 입자가 바인더에 분산된 절연막이 बैं크층으로 사용된 유기발광다이오드 표시장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 나노 입자는 중공성 입자 또는 다공성 입자가 다이설파이드기를 통하여 연결되어 있다.
- [0021] 본 발명의 나노 입자를 바인더에 분산시켜 얻어지는 절연막은 굴절률이 낮아진다. 따라서 나노 입자가 분산된 절연막을 유기발광다이오드 표시장치의 बैं크층으로 적용하면, 발광다이오드를 구성하는 유기발광층의 굴절률에 비하여 본 발명에 따른 बैं크층의 굴절률이 크게 감소한다. 따라서, 발광다이오드에서 बैं크층으로 출사된 빛은 발광다이오드와 बैं크층의 계면에서 전반사되어 발광 영역으로 출사된다. 발광 영역에서의 광 추출 효율이 증가하기 때문에, 발광다이오드 표시장치의 발광 휘도를 크게 향상시킬 수 있다.
- [0022] 뿐만 아니라, 절연막의 굴절률이 낮아지는 정도에 비례하여 본 발명의 나노 입자가 적용된 절연막의 유전율 또한 낮아지기 때문에, 본 발명에 따라 제조된 절연막으로 구성되는 बैं크층에서의 기생 정전 용량이 감소한다. 본 발명에 따른 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층에 적용하여 소비 전력을 줄일 수 있는 유기발광다이오드 표시장치를 제조할 수 있다.
- [0023] 또한, 본 발명의 나노 입자는 광 조사에 의하여 자기 치유 메커니즘을 구현할 수 있는 다이설파이드기를 가지고 있다. 따라서 본 발명의 나노 입자를 포함하는 절연막이 환경적 요인 등으로 인하여 손상되는 경우에 즉각적으로 손상을 회복할 수 있다.
- [0024] 따라서 나노 입자가 분산된 절연막을 유기발광다이오드 표시장치의 बैं크층으로 활용하면, 잉크젯 프린팅 방식을 이용한 용액 공정 중에 잉크를 분사하는 노즐과의 접촉 등으로 인하여 बैं크층에 생성된 스크래치와 같은 손상이 신속하게 복구될 수 있다. 그 결과 노즐에서 분사된 소재로 이루어지는 유기발광층이 발광 영역 전체에 균일하게 적층될 수 있다. 이에 따라, 공정의 신뢰성을 향상시켜 불량률을 낮출 수 있으며, 고품질의 화상을 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 종래 유기발광다이오드 표시장치에 사용된 बैं크층에 발생한 스크래치로 인하여 야기되는 문제점을 개략적으로 도시한 모식도이다.
- 도 2는 종래 유기발광다이오드 표시장치에 사용된 बैं크층이 발광다이오드와 유사한 굴절률을 가지고 있는 경우에 광 추출 효율이 저하되는 문제점을 개략적으로 도시한 모식도이다.
- 도 3은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 나노 입자가 분산된 절연막을 개략적으로 도시한 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 나노 입자가 분산된 절연막에서 자기 치유 메커니즘을 통하여 외부 스트레스에 의한 손상이 방출되는 상태를 개략적으로 도시한 모식도이다.
- 도 5는 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층에 적용한 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- 도 6은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층에 적용하였을 경우 자기 치유

메커니즘에 의하여 스크래치가 소멸된 상태를 개략적으로 도시한 모식도이다.

도 7은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층에 적용하였을 경우, 발광다이오드에 비하여 굴절률이 낮아져서 발광다이오드에서 출사된 빛이 전반사되면서 광 추출 효율이 향상된 상태를 개략적으로 도시한 모식도이다.

도 8은 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 합성된 중공 폴리이미드(PI) 나노 입자에 대한 TEM(transmission electron microscopy) 사진이다.

도 9는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 다이설파이드기를 통하여 연결된 중공 폴리이미드(PI) 나노 입자에 대한 라만 분광 분석 결과를 나타낸 그래프이다. 인접한 다공성 입자를 연결하는 다이설파이드기와, 다공성 입자의 말단에 위치하는 티올기(thiol group)가 동시에 존재한 것을 보여준다.

도 10은 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 제조된 절연막에 가시광을 조사하기 전과 조사한 이후의 상태를 SEM(scanning electron microscope)으로 촬영한 사진이다. 가시광 조사 전에 형성된 스크래치가 가시광 조사 후에 자기치유 메커니즘에 의하여 사라진 것을 나타낸다.

도 11은 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 제조된 절연막을 बैं크층에 적용한 발광 소자 패널의 화소(좌측)와, 잉크젯 프린팅 방식으로 잉크를 주입한 이후의 화소(우측)를 투과한 영상이다. 잉크가 주입된 발광 소자 형성 영역에 인접한 बैं크층에 스크래치가 발생하지 않았으며 잉크가 발광 소자로만 주입된 것을 보여준다.

도 12는 비교예에 따라 제조된 절연막을 बैं크층에 적용한 발광 소자 패널의 화소(좌측)와, 잉크젯 방식으로 잉크를 주입한 이후의 화소(우측)를 투과한 영상이다. 발광 소자 형성 영역에 인접한 बैं크층에 스크래치가 발생하였으며, बैं크층으로 잉크가 흘러 들어가면서 혼색이 일어난 것을 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

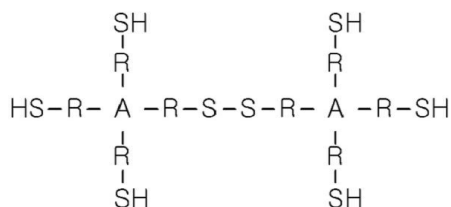
[0027] 이하, 필요한 경우에 첨부하는 도면을 참조하면서 본 발명을 설명한다.

[0028] [나노 입자 및 절연막]

[0029] 본 발명에 따른 나노 입자는 인접하게 위치하는 다공성(porous) 입자 또는 중공성(hollow) 입자가 다이설파이드기(disulfide group)을 통하여 연결된다. 다공성 입자 또는 중공성 입자를 포함하고 있기 때문에, 굴절률과 유전율이 낮다. 또한, 다이설파이드기는 광 조사에 의하여 분해와 결합을 반복하면서 자기치유(self-healing) 메커니즘을 갖게 된다.

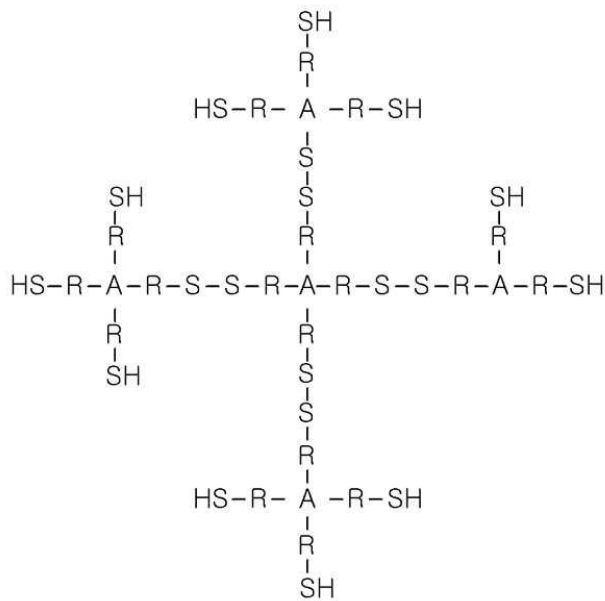
[0030] 하나의 예시적인 실시형태에서, 나노 입자는 인접하게 위치하는 다공성 또는 중공성 입자가 하나의 다이설파이드기를 통하여 연결될 수 있는데, 이러한 나노 입자는 하기 화학식 1로 표시될 수 있다. 다른 실시형태에서, 나노 입자는 다수의 인접한 다공성 또는 중공성 입자가 다수의 다이설파이드기를 통하여 연결된 클러스터(cluster) 구조를 가질 수 있는데, 이러한 나노 입자는 하기 화학식 2로 표시될 수 있다.

[0031] 화학식 1



[0032]

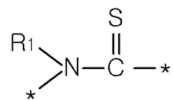
[0033] 화학식 2



[0034]

[0035] (화학식 1과 화학식 2에서 A는 다공성 입자 또는 중공성 입자를 나타내고, R은 C1~C10 알킬렌기 또는 하기 화학식 3으로 표시되는 티우람(thiuram)기를 나타냄)

[0036] 화학식 3



[0037]

[0038] (화학식 3에서 R₁은 C1~C20 알킬기이고, 질소원자가 다공성 또는 중공성 입자와 연결되며, 탄소 원자가 다이설파이드기와 연결됨)

[0039] 화학식 1과 화학식 2에서 다공성 입자 또는 중공성 입자(A)는 연결기(R)를 통해 다이설파이드기(-S-S-)와 결합된다. 다공성 입자 또는 중공성 입자(A)와 다이설파이드기(S-S)를 결합하는 연결기인 R에 따라 본 발명에 따른 나노 입자의 자기치유 반응성 및 흡광 영역이 조절된다. 일례로, 본 발명에 따른 나노 입자는 가시광 흡수에 의한 자기치유 반응을 유도할 수 있다.

[0040] 하나의 예시적인 실시형태에서, 다공성 입자 또는 중공성 입자(A)는 폴리이미드(PI), 실리카(SiO₂), 티타니아(TiO₂) 및 이들의 조합으로 구성되는 군에서 선택될 수 있다.

[0041] 일례로, 폴리이미드(PI)와 같은 유기 성분으로 이루어진 다공성 또는 중공성 입자를 제조하기 위해서, 폴리이미드를 합성하기 위한 출발물질에 다공 또는 중공 유도 성분을 반응시킬 수 있다. 폴리이미드(PI)는 무수물(dianhydride)과 디아민(diamine)의 축합 반응에 의하여 얻어진다. 다공성 또는 중공성 입자의 일례인 폴리이미드 성분은 투명 소재 또는 불투명 소재일 수 있다.

[0042] 다공성 또는 중공성 폴리이미드(PI)를 합성하기 위하여 사용될 수 있는 무수물은 피로멜리트산 이무수물(pyromellitic dianhydride; PMDA), 비페닐-테트라카르복시산 이무수물(biphenyl-3,3',4,4'-tetracarboxylic acid dianhydride; BPDA), 4,4'-옥시디프탈산 무수물(4,4'-oxydiphthalic anhydride; ODPDA), 벤조페논-3,3',4,4'-테트라카르복시산 이무수물(benzophenone-3,3',4,4'-tetracarboxylic acid dianhydride; BTDA), 디페닐술폰-3,3',4,4'-테트라카르복시산 이무수물(diphenylsulfon-3,3',4,4'-tetracarboxylic acid dianhydride; DSDA), 4,4'-(헥사플루오로이소프로필리덴)디프탈산 무수물(4,4'-(Hexafluoroisopropylidene)diphthalic anhydride, 6FDA), 1,2,4,5-사이클로부탄테트라카르복시산 이무수물(1,2,4,5-cyclobutane tetracarboxylic dianhydride, CBDA), 1,2,4,5-사이클로헥산테트라카르복시산 이무수물(1,2,4,5-cyclohexane tetracarboxylic dianhydride, CHDA), 4,4'-비스페놀 A 이무수물(4,4'-bisphenol A dianhydride; BPADA), 4-(2,5-디옥소테트라하이드로퓨란-3-일)-1,2,3,4-테트라하이드로나프탈렌-1,2-디카르복시산 무수물(4-(2,5-Dioxotetrahydrofuran-

3-yl) -1,2,3,4-tetrahydronaphthalene-1,2-dicarboxylic anhydride; DTDA), 비사이클[2.2.2]옥트-7-엔-2,3,5,6-테트라카르복시산 이무수물(bicycle[2.2.2]oct-7-ene-2,3,5,6-tetracarboxylic dianhydride; BCDA), 5-(2,5-디옥소테트라하이드로퓨릴)-3-메틸-3-사이클로헥산-1,2-디카르복시산 무수물(5-(2,5-Dioxotetrahydrofuryl)-3-methyl-3-cyclohexene-1,2-dicarboxylic anhydride; DOMDA) 및 에틸렌디아민 테트라아세트산 이무수물(ethylene diamine tetraacetic dianhydride; EDTE), 벤조퀴논테트라카르복시산 이무수물(Benzoquinonetetracarboxylic dianhydride) 및 나프탈렌테트라카르복시산 이무수물(Naphthalenetetracarboxylic dianhydride)로 구성되는 군에서 선택될 수 있다.

[0043] 한편, 다공성 또는 중공성 폴리이미드(PI)를 합성하기 위하여 사용될 수 있는 디아민은 p-페닐렌디아민(p-Phenylene diamine; PPD), m-페닐렌디아민(m-Phenylene diamine; MPD), 3,4'-옥시디아닐린(3,4'-oxydianiline; 3,4'-ODA), 4,4'-옥시디아닐린(4,4'-oxydianiline; 4,4'-ODA), 비페닐디아민(biphenyl diamine), 2,2'-비스(트리플루오로메틸)-4,4'-바이페닐디아민(2,2'-Bis(trifluoromethyl)-4,4'-biphenyldiamine, TFMB 또는 TFB), 2,2-Bis[4-(4-아미노페녹시)페닐]프로판 (2,2-Bis[4-(4-aminophenoxy)phenyl]propane; BAPP), 4,4'-메틸렌디아민(4,4'-methylene diamine; MDA), 사이클로헥실디아민(cyclohexyl diamine; CHDAM), 다아미노벤젠사이나이드(diaminobenzene cyanide; DABN), 3,4'-옥시디아민(3,4'-oxydiamine; 3,4'-DPE), 4,4'-디아미노보조페논(4,4'-diamino bozo phenon), 2,2-비스(3-아미노-4-히드록시페닐)헥사플루오로프로판(2,2-Bis(3-amino-4-hydroxyphenyl)hexafluoropropane; BAHFP), 2,2-비스[4-(4-아미노페녹시)페닐]헥사플루오로프로판(2,2-bis[4-(4-aminophenoxy)phenyl]hexafluoropropane; 6FBAPP)

[0044] 1,3-비스(3-아미노페녹시)벤젠(1,3-Bis(3-aminophenoxy) benzene; m-BAPB), 4,4'-비스(4-아미노페녹시)비페닐(4,4'-Bis (4-aminophenoxy biphenyl; p-BAPB), 2,2-비스(3-아미노페닐)헥사플루오로프로판(2,2-Bis(3-aminophenyl) hexafluoropropane; BAPF), 비스[4-(3-아미노페녹시)페닐]술폰(bis[4-(3-aminophenoxy) phenyl] sulfone; m-BAPS), 비스[4-(4-아미노페녹시)페닐]술폰(Bis[4-(4-aminophenoxy)phenyl]sulfone; BAPS), 1,4-비스(4-아미노페녹시)벤젠(1,4-bis(4-aminophenoxy)benzene; TPE-Q), 2,2-비스[4-(4-아미노페녹시)페닐]술폰(2,2-Bis[4-(4-aminophenoxy) phenyl]sulfone; p-BAPS), 비스(3-아미노페닐)술폰(Bis (3-aminophenyl) sulfone; APS), m-자일렌디아민(m-xylylenediamine; m-XDA), p-자일렌디아민(p-xylylenediamine; p-XDA), 2,2-비스(3-아미노-4-메틸페닐)헥사플루오로프로판(2,2-Bis (3-amino-4-methylphenyl) hexafluoropropane; BAMF), 4,4'-디아미노옥타플루오로비페닐(4,4'-Diaminooctafluorobiphenyl), 3,3'-디히드록시벤지딘(3,3'-Dihydroxybenzidine), 2,2'-에틸렌디아닐린(2,2'-Ethylenedianilin), 2,2',5,5'-테트라클로로벤지딘(2,2',5,5'-Tetrachlorobenzidine), 비스(3-아미노페닐)메탄온(Bis(3-aminophenyl)methanone), 2,7-디아미노플루오렌(2,7-Diaminofluorene), 2-클로로-p-페닐렌디아민(2-Chloro-p-phenylenediamine), 1,3-비스(3-아미노프로필)-테트라메틸디실록산(1,3-Bis(3-aminopropyl)-tetramethyldisiloxane), 1,1-비스(4-아미노페닐)사이클로헥산(1,1-Bis (4-aminophenyl) cyclohexane), 9,9-비스(4-아미노페닐)플루오렌(9,9-Bis(4-aminophenyl) fluorine), 5-(트리플루오로메틸)-1,3-페닐렌디아민(5-(Trifluoromethyl)-1,3-phenylenediamine), 4,4'-메틸렌비스(2-메틸사이클로헥실아민)(4,4'-methylenebis(2-methylcyclohexylamine)), 4-플루오로-1,2-페닐렌디아민(4-Fluoro-1,2-phenylenediamine), 1,3-비스(아미노메틸)사이클로헥산(1,3-bis(aminomethyl) cyclohexane; m-CHDA), 1,4-비스(아미노메틸)사이클로헥산(1,4-Bis (aminomethyl) cyclohexane; p-CHDA), 2,2-비스[4-(4-아미노페녹시)페닐]헥사플루오로프로판(2,2-bis[4-(4-aminophenoxy) phenyl] hexafluoropropane; 6FBAPP), 2,2'-비스(트리플루오로메틸)벤지딘(2,2'-Bis(trifluoromethyl) benzidine; MDB), 1,3-사이클로헥산디아민(1,3-Cyclohexanediamine), 1,4-사이클로헥산디아민(1,4-Cyclohexanediamine), 비스(4-아미노페닐)설파이드(Bis (4-aminophenyl) sulfide; 4,4'-SDA)로 구성되는 군에서 선택될 수 있다.

[0045] 전술한 무수물 모노머 및 디아민 무수물을 축합 반응하여 전구체인 폴리아믹산(Polyamic acid, PAA)을 합성하고, 다공 또는 기공 유도 물질과, 티올기를 가지는 물질을 반응시켜 다이설파이드기로 연결된 다공성 또는 기공성 폴리아믹산을 얻을 수 있다.

[0046] 하나의 선택적인 실시형태에서, 다공 또는 기공 유도 성분(예를 들어, 폴리아크릴산, 폴리비닐피롤리돈, 폴리메탈메타크릴레이트(PMMA) 및/또는 염화리튬 등)이 용해된 용액, 무수물과 디아민의 1차 반응에 의하여 합성된 폴리아믹산이 포함된 용액에 티올기를 가지는 전구체 물질이 용해된 용액을 반응시켜, 인접한 다공성 또는 중공성 폴리아믹산이 다이설파이드기를 통하여 연결된 중간체를 얻을 수 있다.

[0047] 다이설파이드기를 통하여 연결된 중공성 또는 다공성 폴리아믹산을 화학적 이미드화 공정, 열처리 공정을 진행하여 인접한 중공성 또는 다공성 폴리이미드 입자가 다이설파이드기를 통하여 연결된 나노 입자를 합성한다. 화학적 이미드화 공정의 경우, 다공성 또는 중공성 폴리아믹산 용액에 아세트산 무수물과 같은 산무수물인 탈수제

와, 피리딘, 이소퀴놀린(isoquinoline), β -피콜린(β -picoline, pyridine 등 3급 아민류 등으로 대표되는 이미드화 촉매를 사용한다. 한편, 열적 이미드화 방법은 전구체인 다공성 또는 중공성 폴리아믹산 용액을 대략 250 내지 300℃로 열처리하여 열적으로 이미드화한다. 선택적으로, 화학적 이미드화 방법과 열적 이미드화 방법을 병행하여 다공성 또는 중공성 폴리이미드 입자가 다이설파이드기를 통하여 연결된 본 발명의 나노 입자를 합성할 수 있다.

[0048] 한편, 다공성 또는 중공성 실리카(SiO_2) 입자 또는 티타니아(TiO_2) 입자는 시중에 판매되고 있는 것을 사용할 수 있다. 다공성 또는 중공성 실리카 입자 또는 티타니아 입자에 티올기를 가지는 물질을 첨가한 뒤, 졸-겔(sol-gel) 반응을 통하여 인접한 다공성 또는 중공성 실리카 또는 티타니아 입자가 다이설파이드기를 통하여 연결된 본 발명의 나노 입자를 합성할 수 있다.

[0049] 본 발명에 따른 나노 입자는 다공성 또는 중공성 입자를 포함하고 있기 때문에, 비-다공성 입자나 중실 입자와 비교해서 굴절률이 낮고, 굴절률에 비례하여 유전율도 낮아진다. 본 발명의 나노 입자가 적용된 절연막의 굴절률은 발광다이오드를 구성하는 유기물층의 굴절률보다 낮기 때문에, 유기물층에서 출사된 광은, 나노 입자가 분산된 절연막의 계면에서 전반사될 수 있다. 또한 유전율이 낮은 절연막을 채택하여, 기생 전류를 감소시켜 소비 전력을 낮출 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명의 나노 입자는 자기치유 특성을 가지는 다이설파이드기를 포함하고 있다. 따라서 환경적인 요인 등으로 인하여 나노 입자가 분산된 절연막이 손상되는 등의 결함이 발생하더라도, 광 조사에 의하여 손상을 신속하게 치유할 수 있게 된다.

[0050] 이어서, 본 발명에 따른 나노 입자가 분산된 절연막에 대해서 먼저 설명한다. 도 3은 본 발명의 예시적인 실시 형태에 따른 나노 입자가 분산된 절연막을 개략적으로 도시한 단면도이다. 도 3에 도시한 바와 같이, 절연막(100)은 바인더(110)와 바인더(110)에 분산된 나노 입자(120)를 포함한다.

[0051] 바인더(110)는 폴리이미드(PI)계 수지, 폴리실록산계 수지, 폴리(메트)아크릴레이트계 수지 및 이들의 조합으로 구성되는 군에서 선택될 수 있다. 본 명세서에서 (메트)아크릴레이트라는 용어는 아크릴레이트와 메타크릴레이트를 통칭하는 의미로 사용된다. 일례로, 바인더(110)는 내열성이 우수한 폴리이미드(PI)계 수지 및/또는 폴리실록산계 수지일 수 있다.

[0052] 나노 입자(120)가 바인더(110)에 분산된 절연막(100)을 제조하기 위하여, 바인더 전구체, 나노 입자(120), 유기 용매와, 필요한 경우에 광중합개시제, 감광성 화합물, 가교제, 광산발생제 등을 포함하는 액상 감광성 조성물을 이용할 수 있다. 액상 감광성 조성물을 기체에 코팅하고 포토리소그래피(photolithography) 공정을 진행하여, 나노 입자(120)가 바인더(110)에 분산된 절연막(100)을 제조할 수 있다.

[0053] 액상 감광성 조성물에 사용되는 유기용매는 알코올류, 에틸렌글리콜알킬에테르프로피오네이트류; 에틸렌글리콜 모노알킬에테르류, 디에틸렌글리콜알킬에테르류, 프로필렌글리콜메틸에테르아세테이트(PGMEA)와 같은 프로필렌 글리콜알킬에테르아세테이트류, 프로필렌글리콜알킬에테르프로피오네이트류, 프로필렌글리콜모노알킬에테르류, 디프로필렌글리콜알킬에테르류, 부틸렌글리콜모노메틸에테르류, 디부틸렌글리콜알킬에테르류, 감마부티로락톤 등을 사용할 수 있다.

[0054] 광중합개시제는 아세토페논계 광중합개시제, 벤조페논계 광중합개시제, 티오크산톤계 광중합개시제, 벤조인계 광중합개시제, 트리아진계 광중합개시제를 사용할 수 있다.

[0055] 감광성 화합물은 1,2-퀴논디아지드 화합물을 사용할 수 있으며, 일례로 페놀화합물과 나프토퀴논디아지드술폰산 할로젠 화합물을 반응시켜 얻어진 것을 사용할 수 있다. 예를 들어, 1,2-퀴논디아지드 화합물은 1,2-퀴논디아지드 4-술폰산 에스테르, 1,2-퀴논디아지드 5-술폰산 에스테르, 또는 1,2-퀴논디아지드 6-술폰산 에스테르 등을 사용할 수 있다.

[0056] 가교제는 생성된 바인더와 가교구조를 형성하는데, 일례로 멜라민계 가교제를 사용할 수 있다. 멜라민계 가교제는 요소와 포름알데히드의 축합 생성물, 멜라민과 포름알데히드의 축합 생성물, 또는 알코올로부터 얻어진 메틸올요소알킬에테르류나 메틸올멜라민알킬에테르류 등을 사용할 수 있다. 예를 들어, 요소와 포름알데히드의 축합 생성물로는 모노메틸올요소, 디메틸올요소 등을 사용할 수 있다. 상기 멜라민과 포름알데히드의 축합생성물로는 헥사메틸올멜라민을 사용할 수 있으며, 그밖에 멜라민과 포름알데히드의 부분적인 축합생성물도 사용할 수 있다.

[0057] 또한, 네거티브 타입의 절연막을 형성하고자 하는 경우에 사용되는 광산발생제는 게 설포늄염, 요오드늄염 등과 같은 이온성 광산발생제, 설포니다아조메탄계, N-설포닐옥시이미드계, 벤조인설포네이트계, 니트로벤질설포네이

트게, 슬폰게, 글리옥심게, 또는 트리아진게 등을 사용할 수 있다.

- [0058] 일례로, 바인더(120)가 폴리이미드(PI)계 수지인 경우, 바인더 전구체로서 전술한 다공성 또는 중공성 폴리이미드 입자를 합성하기 위하여 사용된 무수물과 디아민을 출발 물질로 사용할 수 있다. 무수물과 디아민을 반응시켜 얻어진 폴리아믹산 전구체와, 나노 입자(120) 등이 유기용매에 분산된 액상 감광성 조성물을 기재에 코팅한다. 코팅 방법은 제한되지 않으며, 롤-코팅(roll coating), 스핀-코팅(spin coating), 딥-코팅(deep coating), 플로우-코팅(flow coating) 및 스프레이 코팅(spray coating) 방식을 이용할 수 있다. 이어서, 포토리소그래피(photolithography) 공정을 진행하여 패터닝된 절연막(100)을 제조할 수 있다.
- [0059] 폴리이미드(PI)계 바인더에 나노 입자가 분산된 절연막을 제조하기 위한 포토리소그래피 공정은, 폴리아믹산 전구체와 나노 입자가 유기용매에 분산된 형태로 도포된 액상 감광성 조성물에 대한 예비 경화(프리-베이킹, 소프트-베이킹), 노광 및 현상 공정 및 본 경화(포스트-베이킹, 하드-베이킹) 공정 및 추가적인 경화 공정을 포함할 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 예비 경화는 80 내지 120℃의 온도로 3 내지 15분 수행될 수 있으며, 노광 공정에서 가시광선, 자외선, 전자선, 엑스선 등의 광원이 이용될 수 있다. 예를 들어, 노광 공정에서 사용되는 광원으로서 대략 200 내지 400 nm, 바람직하게는 300 내지 400 nm 파장 대역의 자외선(UV)을 사용할 수 있다. 적절한 패턴을 형성하기 위하여 노광 마스크(포토 마스크)가 배치될 수 있는데, 감광성 조성물을 포함하는 포토레지스트는 네거티브 타입이거나 포지티브 타입일 수 있다. 노광 공정에 사용되는 광원의 비제한적 예로는 수은 증기 아크, 탄소 아크 및 크세논(Xe) 아크를 들 수 있다.
- [0061] 현상 공정에서 알칼리 수용액, 구체적으로 수산화나트륨, 수산화칼륨, 탄산나트륨 등의 알칼리류; 에틸아민, n-프로필아민 등의 1급 아민류; 디에틸아민, n-프로필아민 등의 2급 아민류; 트리메틸아민, 메틸디에틸아민, 디메틸에틸아민, 트리에틸아민 등의 3급 아민류; 디메틸에탄올아민, 메틸디에탄올아민, 트리에탄올아민 등의 알콜아민류; 또는 테트라메틸암모늄히드록시드, 테트라에틸암모늄하이드록사이드(TMAH) 등의 4급 암모늄염의 수용액 등을 사용할 수 있다. 현상 과정 후에 초순수를 이용하여 세정하여 불필요한 부분을 제거하여 패턴을 형성하고, 오븐이나 핫-플레이트 등의 가열 장치에서 본 경화를 수행하여 최종적으로 패터닝된 절연막을 제조할 수 있다. 예를 들어, 본 경화는 110 내지 150℃의 온도에서 30 내지 90 분간 진행될 수 있으며, 필요한 경우에 추가적인 경화 공정이 200 내지 250℃의 온도에서 20 내지 40분 정도 진행될 수 있다.
- [0062] 한편, 폴리(메트)아크릴레이트계 수지를 바인더(100)로 사용하는 경우, 적절한 광원의 조사에 의해 경화될 수 있는 광 반응성 성분, 광중합개시제, 전술한 나노 입자 등이 포함된 유기용매로 이루어진 액상 감광성 조성물을 기재에 코팅하고, 광경화를 이용한 포토리소그래피 공정을 진행할 수 있다. 이때, 광 반응성 성분은 C1~C20 알킬(메트)아크릴레이트계 모노머/올리고머, C2~C20의 알케닐 (메트)아크릴레이트계 모노머/올리고머, C1~C20 알콕시 (메트)아크릴레이트계 모노머/올리고머, C1~C20 알콕시알킬(메트)아크릴레이트계 모노머/올리고머, 에폭시(메트)아크릴레이트계 모노머/올리고머, C5~C8의 사이클로알킬 (메트)아크릴레이트계 모노머/올리고머, C5~C20의 아릴 (메트)아크릴레이트계 모노머/올리고머, 알릴알콕시레이트계 모노머/올리고머를 포함하지만, 이에 한정되지 않는다. 광경화는 대략 1000 내지 5000, 바람직하게는 2500 내지 4000 mJ/cm² 강도의 광을 조사(UV 램프 또는 LED 램프를 사용)하여 진행될 수 있으며, 수초간 수행될 수 있다.
- [0063] 한편, 폴리실록산계 수지를 바인더(110)로 사용하는 경우, 실록산계 수지의 주쇄를 구성하는 반응성 성분으로서의 실록산 모노머 및/또는 실록산 올리고머, 유기용매 및 전술한 나노 입자가 첨가된 액상 감광성 조성물을 기재에 코팅한 뒤에 열경화를 이용한 포토리소그래피 공정을 진행할 수 있다. 예를 들어, 예비 경화를 위한 열 경화는 핫 플레이트를 이용하여 진행할 수 있으며, 대략 80 내지 150℃, 바람직하게는 100 내지 120℃의 온도에서 5 내지 20분 동안 진행될 수 있다.
- [0064] 폴리실록산계 수지를 합성하기 위한 전구체 물질인 실란을 모노머/올리고머로서 에틸렌성 불포화 알콕시 실란이나 에틸렌성 불포화 아실옥시 실란을 들 수 있다. 또한, 실록산기를 갖는 모노머/올리고머로는 선형 실록산기를 갖는 실록산 모노머/올리고머, 사이클로 실록산계 모노머/올리고머, 사면체 실록산계 모노머/올리고머 및 실세스퀴옥산 구조의 모노머/올리고머를 들 수 있다. 실세스퀴옥산 구조의 실록산 모노머/올리고머를 사용하는 경우, 내열성이 우수한 사다리형이나 케이지형 구조를 가지는 폴리헤드럴 올리고머릭 실세스퀴옥산(polyhedral oligomeric silsesquioxane; POSS)를 형성할 수 있는 실세스퀴옥산의 단위구조를 갖는 것이 바람직할 수 있다.
- [0065] 하나의 예시적인 실시형태에서, 절연막(100) 중에 본 발명의 나노 입자(120)는 1 내지 50 중량%, 바람직하게는 5 내지 40 중량%로 첨가될 수 있다. 나노 입자(120)의 함량이 전술한 범위 미만인 경우에는 굴절률 및 유전율

저하 효과를 기대하기 어려우며, 자기 치유 메커니즘에도 한계가 있을 수 있다. 나노 입자(120)의 함량이 전술한 범위를 초과하는 경우에는 절연막(100)의 패턴 특성이 저하될 우려가 있다.

[0066] 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 나노 입자(120)는 인접하게 위치하는 다공성 또는 중공성 입자가 하나 이상의 다이설파이드기(disulfide group)를 통하여 연결되어 있다. 다이설파이드기는 광 조사에 의한 자기 치유 메커니즘을 가지고 있기 때문에, 본 발명의 나노 입자(120)는 절연막(100)에 적용되는 경우에 자기 치유 메커니즘을 통하여 외부 스트레스에 대한 손상을 방출할 수 있다. 이에 대해서 도 3과 도 4를 참조하면서 설명한다.

[0067] 이들 도면에 도시한 바와 같이, 절연막(100)에 스트레스가 가해지면, 나노 입자(120)의 다이설파이드기가 해리(또는 분리)되고, 절연막(100)에 일시적인 결함을 발생시킨다. 만약, 이와 같은 결함이 치유되지 못하면, 결함이 성장하여 절연막(100)에 스크래치와 같은 손상이 발생된다.

[0068] 그러나, 본 발명에서는, 가시광에 의해 다이설파이드기가 재생성되기 때문에, 스트레스에 누적에 의한 결함의 성장이나 누적이 방지된다. 즉, 본 발명의 절연막(100)은 광에 의한 가역적 반응에 의해 자기치유 특성을 갖기 때문에, 기계 부품 등과의 충돌이나 외부적 환경 요인으로 인한 스트레스에 의하여 절연막(100)이 영구적으로 손상되는 것을 미연에 방지할 수 있다.

[0069] 또한, 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 나노 입자(120)는 다공성 또는 중공성 입자를 포함하고 있기 때문에, 절연막(100)의 굴절률 및 유전율을 낮출 수 있다. 이에 따라, 후술하는 바와 같이, 절연막(100)에서의 전반사를 유도할 수 있으며, 기생 전류를 감소시킬 수 있다.

[0070] [유기발광다이오드 표시장치]

[0071] 계속해서, 본 발명에 따른 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층으로 적용한 유기발광다이오드 표시장치에 대해서 설명한다. 도 5는 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층에 적용한 유기발광다이오드 표시장치를 개략적으로 도시한 단면도이다.

[0072] 도 5에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 유기발광다이오드 표시장치(200)는 어레이 기판을 구성하는 제 1 기판(201)과, 제 1 기판(201)과 마주하는 제 2 기판(202)이 합착하여 표시패널을 형성한다. 제 1 기판(201)과, 제 2 기판(202)은 유리 기판, 얇은 플렉서블(flexible) 기판 또는 고분자 플라스틱 기판일 수 있다. 예를 들어, 플렉서블 기판은 폴리에테르설폰(Polyethersulfone, PES), 폴리에틸렌나프탈레이트(polyethylenenaphthalate, PEN), 폴리이미드(polyimide, PI), 폴리에틸렌테레프탈레이트(polyethylene Terephthalate, PET) 및 폴리카보네이트(polycarbonate, PC) 중 어느 하나로 형성될 수 있다. 구동 박막트랜지스터(Tr)와 유기발광층(263)이 형성되는 발광다이오드(E)가 위치하는 제 1 기판(201)은 어레이 기판을 이루는데, 제 1 기판(201)은 인캡 기판이라고 불리는 제 2 기판(202)에 의하여 인캡슐레이션(encapsulation)된다.

[0073] 제 1 기판(201)과 그 상부에 위치하는 도전성 배선 및/또는 도전성 전극 사이에 차광막(210)이 위치한다. 어레이 패널을 구성하는 다수의 배선 및 전극은 반사율이 높은 도전성 소재로 제조된다. 외부 광원(외광)이 이들 도전성 소재에서 반사되어 시인성이 저하되는 것을 방지하기 위하여, 어레이 패널을 구성하는 제 1 기판(201) 상부에 차광막(210)이 형성된다. 차광막(210)을 채택함으로써, 외부 광원(외광)이 유기발광다이오드 표시장치(200)의 어레이 패널에 형성하는 도전성 전극 및/또는 도전성 배선으로 입사되는 것을 방지한다. 아울러, 외광에 의하여 구동 박막트랜지스터(Tr)를 구성하는 반도체층(220)이 열화되는 것을 방지할 수 있다.

[0074] 차광막(210)은 블랙 착색제, 블랙 착색제가 분산된 바인더, 감광제, 용매 및 선택적으로 블랙 착색제에 흡착된 분산제 등으로 이루어진 감광성 조성물에 포토리소그라피 공정을 수행하여, 블랙 매트릭스 패턴 형태로 제 1 기판(201) 상부에 형성될 수 있다. 차광막(210)은 예를 들어 350 내지 2000 nm의 두께로 제 1 기판(201) 상에 코팅, 형성될 수 있다.

[0075] 차광막(210)의 상부에 버퍼층(212)이 위치한다. 버퍼층(212)은 실리콘 산화물(SiO_2) 또는 실리콘질화물(SiN_x)과 같은 무기 절연물질로 구성될 수 있으며, 대략 500 내지 2000 Å의 두께로 적층될 수 있지만, 본 발명이 이에 한정되지 않는다.

[0076] 버퍼층(212)의 상부에 어레이 패널을 구성하는 다수의 전극, 배선, 유기막 및/또는 무기막이 배치된다. 구체적으로, 어레이 패널은 차광막(210) 및 버퍼층(212)의 상부에 위치하며 발광다이오드(E)의 동작을 조절하기 위한 구동 소자인 구동 박막트랜지스터(Tr), 스위칭 박막트랜지스터(미도시), 게이트 배선(미도시), 데이터 배선(미도시), 전원배선(미도시)을 포함한다.

- [0077] 버퍼층(212)의 상부에 반도체층(220)이 형성된다. 예를 들어 반도체층(220)은 저온 다결정 실리콘(Low Temperature Poly Silicon; LTPS) 또는 비정질 실리콘(a-Si)과 같은 재질은 물론이고 IGZO(indium gallium zinc oxide) 계열의 산화물 반도체 등의 재질을 사용할 수 있다. 이때, 산화물 반도체로는, 게르마늄(Ge), 주석(Sn), 납(Pb), 인듐(In), 티타늄(Ti), 갈륨(Ga) 및 알루미늄(Al)으로 이루어지는 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 물질 및 아연(Zn)을 포함하는 산화물 반도체에 실리콘(Si)이 첨가된 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어 반도체층(220)은 인듐-아연-복합 산화물(InZnO)에 실리콘 이온이 첨가된 실리콘-인듐아연산화물(Si-InZnO, SIZO)으로 이루어질 수도 있다. 이와 달리, 반도체층(220)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있으며, 이 경우 반도체층(220)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0078] 반도체층(220)은 후술하는 소스 전극(242) 및 드레인 전극(244) 사이에 전자가 이동하는 채널을 형성하기 위한 액티브 영역(222a)과, 액티브 영역(222a)의 양 측면으로 소스 전극(242)과 드레인 전극(244)과 각각 접촉하는 소스 영역(222b)과 드레인 영역(222c)으로 구성된다.
- [0079] 반도체층(220) 상부에 실리콘산화물(SiO_2) 또는 실리콘질화물(SiN_x)로 이루어질 수 있는 게이트 절연막(230)이 형성된다. 게이트 절연막(230) 상부에는 반도체층(220)의 액티브 영역(222a)에 대응하여 게이트 전극(232)과, 제 1 방향으로 연장하는 게이트 배선(미도시)과, 제 1 캐패시터 전극(미도시)이 형성될 수 있다. 게이트 배선(미도시)은 제 1 방향을 따라 연장되고, 제 1 캐패시터 전극(미도시)은 게이트 전극(232)에 연결될 수 있다. 도면에서는 게이트 절연막(230)이 제 1 기판(201) 전면에 형성되어 있으나, 게이트 절연막(230)은 게이트 전극(232)과 동일한 모양으로 패터닝 될 수 있다.
- [0080] 게이트 전극(232)은 일반적으로 저-저항 금속 물질, 예를 들어 알루미늄(Al), 알루미늄 합금(Al alloy, 예를 들어 AlNd), 텅스텐(W), 구리(Cu), 구리 합금, 몰리브덴(Mo), 은(Ag), 은 합금(Ag alloy), 금(Au), 금 합금, 크롬(Cr), 티타늄(Ti), 티타늄 합금(Ti alloy), 몰리브덴(MoW), 몰리타늄(MoTi) 및 구리/몰리타늄(Cu/MoTi)으로 구성되는 군에서 선택될 수 있는 도전성 금속으로 이루어진다.
- [0081] 게이트 전극(232)과 게이트 배선(미도시)의 상부 전면에 층간 절연막(240)이 제 1 기판(201) 전면에 형성된다. 층간 절연막(240)은 반도체층(220)과의 접촉 특성 향상 등을 위하여 실리콘산화물(SiO_2) 또는 실리콘질화물(SiN_x)과 같은 무기 절연물질로 이루어지거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 이루어질 수 있다. 이때, 게이트 절연막(230)과 층간 절연막(240)은 반도체층(220)의 액티브 영역(222a)의 양 측면에 위치한 소스 및 드레인 영역(222b, 222c)을 각각 노출시키는 제 1, 2 반도체층 콘택홀(234)을 구비한다. 이와 달리, 게이트 절연막(230)이 게이트 전극(232)과 동일한 모양으로 패터닝 될 경우, 제 1, 제 2 반도체층 콘택홀(234)은 층간 절연막(240) 내에만 형성된다.
- [0082] 다음으로, 비-발광 영역(NA)의 제 1, 2 반도체층 콘택홀(234)을 포함하는 층간 절연막(240)의 상부로, 서로 이격하며 제 1, 제 2 반도체층 콘택홀(234)을 통해 노출되는 소스 및 드레인 영역(222b, 222c)과 각각 접촉하는 소스 전극(242) 및 드레인 전극(244)이 형성되어 있다. 소스 및 드레인 전극(242, 244)은 금속과 같은 도전성 물질로 제조된다.
- [0083] 도시하지는 않았으나, 발광 영역(AA)의 층간 절연막(240) 상부에 적색(R), 녹색(G), 청색(B) 및 백색(미도시) 광을 흡수하는 컬러 필터가 위치할 수 있다.
- [0084] 소스 및 드레인 전극(242, 244) 상부로 평탄화막(246)이 제 1 기판(201) 전면에 형성되어 있다. 평탄화막(246)은 드레인 전극(244)을 노출시키는 드레인 콘택홀(247)을 갖는다. 평탄화막(246)은 예를 들어 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 이루어져 평탄한 상면을 갖는다.
- [0085] 이때, 소스 및 드레인 전극(242, 244)과, 이들 전극(242, 244)과 접촉하는 소스 및 드레인 영역(222b, 222c)을 포함하는 반도체층(220)과, 반도체층(220) 상부에 형성된 게이트 절연막(230) 및 게이트 전극(232)은 구동 박막 박막트랜지스터(Tr)를 이루게 된다. 도면에서 구동 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층(220) 상부에 게이트 전극(232), 소스 전극(242) 및 드레인 전극(244)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조로 예시하였다. 이와 달리, 구동 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘이나 산화물 반도체로 이루어질 수 있다.
- [0086] 한편, 각각의 화소영역(PA) 외측의 층간 절연막(240) 상부에는 게이트 배선(미도시)과 교차하여 제 2 방향을 따라 연장되어 각각의 화소영역(PA)을 정의하는 데이터 배선(미도시)과 전원 배선(미도시) 및 제 2 캐패시터 전극

(미도시)이 형성된다. 고전위 전압을 공급하는 전원 배선(미도시)은 데이터 배선(미도시)과 이격되어 위치한다. 제 2 캐패시터 전극(미도시)은 드레인 전극(244)과 연결되고 제 1 캐패시터 전극(미도시)과 중첩함으로써, 제 1 및 제 2 캐패시터 전극 사이의 층간 절연막(240)을 유전체층으로 하여 스토리지 캐패시터를 이룬다. 또한 도면에 도시하지는 않았지만 스위칭 박막트랜지스터(미도시)는 구동 박막트랜지스터(Tr)와 동일한 구조로, 구동 박막트랜지스터(Tr)와 연결된다.

[0087] 평탄화막(246) 상부의 실질적으로 화상을 표시하는 발광 영역(AA)에 발광다이오드(E)가 위치한다. 발광다이오드(E)는 구동 박막트랜지스터(Tr)의 드레인 전극(244)과 연결되는 제 1 전극(261)을 갖는다. 일례로, 제 1 전극(261)은 양극(anode)일 수 있으며, 유기발광층(263)에 정공을 공급한다. 제 1 전극(261)은 일함수(Work function)가 높은 도전성 물질, 예를 들어 투명 도전성 산화물(transparent conductive oxide; TCO)로 형성되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 제 1 전극(261)은 인듐-주석-산화물(indium-tin-oxide; ITO), 인듐-아연-산화물(indium-zinc-oxide; IZO), 아연-산화물(zinc-oxide) 또는 주석-산화물(tin-oxide)로 이루어질 수 있다. 한편, 전면 발광 방식이라고도 불리는 상부 발광 방식(top emission type) 발광다이오드인 경우, 선택적으로 제 1 전극(261)의 저면에 형성되어, 상면 방향으로 빛을 반사하도록 구성되는 반사층(미도시)을 더욱 포함할 수 있다.

[0088] 제 1 전극(261)은 각각의 화소영역(PA) 별로 형성되는데, 각 화소영역(PA2) 별로 형성된 제 1 전극(261) 사이에 본 발명에 따른 절연막으로 이루어진 뱅크층(300)이 위치한다. 즉, 제 1 전극(261)은 뱅크층(300)을 각각의 화소영역(PA) 별 경계부로 하여 화소영역(PA) 별로 분리된 구조로 형성되어 있다.

[0089] 제 1 전극(261) 상부에 유기발광층(263)이 형성되어 있다. 유기발광층(263)은 각각의 화소영역(PA) 별로 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 색을 표현하거나, 백색(W)을 표현한다. 유기발광층(263)은 발광물질로 이루어진 단일층으로 구성될 수도 있으며, 발광 효율을 높이기 위해 정공주입층(hole injection layer), 정공수송층(hole transport layer), 발광물질층(emitting material layer), 전자수송층(electron transport layer) 및 전자주입층(electron injection layer)의 다층으로 구성될 수도 있다.

[0090] 유기발광층(263)의 상부로는 전면에 제 2 전극(265)이 형성되어 있다. 일례로 제 2 전극(265)은 음극(cathode)일 수 있으며, 유기발광층(263)에 전자를 공급한다. 제 2 전극(265)은 일함수가 비교적 작은 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 하부 발광 방식의 발광다이오드인 경우, 제 2 전극(265)은 알루미늄(Al), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 은(Ag), 또는 이들의 합금과 같은 반사 특성이 좋은 소재로 이루어질 수 있다. 선택적으로, 상부 발광 방식의 발광다이오드인 경우, 제 2 전극(265)은 이중층 구조로, 일함수가 낮은 금속 물질을 얇게 증착한 반투명 금속막 상에 투명한 도전성 물질을 두껍게 증착한 이중 구조일 수 있다.

[0091] 이러한 발광다이오드(E)는 선택된 신호에 따라 제 1 전극(261)과 제 2 전극(265)으로 소정의 전압이 인가되면, 제 1 전극(261)으로부터 주입된 정공과 제 2 전극(265)으로부터 주입된 전자가 각각 유기발광층(263)으로 수송되어 엑시톤(exciton)을 이루고, 이러한 엑시톤이 여기 상태에서 기저 상태로 천이 될 때 빛이 발생되어 가시광선의 형태로 방출된다. 이때, 유기발광층(263)에서 발광된 빛은 제 1 전극(261)을 향해 방출되는 하부 발광 방식으로 구동되거나, 제 2 전극(265)을 향해 방출되는 상부 발광 방식으로 구동될 수 있다.

[0092] 이러한 구동 박막트랜지스터(Tr)와 발광다이오드(E) 상부에는 인캡슐레이션을 위한 인캡 기판인 제 2 기판(202)이 구비되어 있다. 여기서, 제 1 기판(201)과 제 2 기판(202)은 그 가장자리를 따라 실런트 또는 프릿으로 이루어진 접착제(미도시)가 구비되어 있으며, 이러한 접착제에 의해 제 1 기판(201)과 제 2 기판(202)은 합착되어 패널상태를 유지하게 된다. 이때, 서로 이격하는 제 1 기판(201)과 제 2 기판(202) 사이에는 진공의 상태를 갖거나 또는 불활성 기체로 채워짐으로써 불활성 가스 분위기를 가질 수 있다. 아울러, 도시하지는 않았으나 제 2 기판(202)의 상부에 편광판이 위치할 수 있으며, 편광판(미도시) 상부에는 광학 투명 접착제(Optically Clear Adhesive, OCA)를 통하여 커버 윈도우가 배치될 수 있다.

[0093] 도 5의 표시장치(200)에서 제 1 기판(201)과 마주하며 이격하는 형태로 인캡슐레이션을 위한 제 2 기판(202)이 구비된 것을 설명 및 도시하였으나, 변형예로서 제 2 기판(202)은 점착층(미도시)을 포함하는 필름 형태로 제 1 기판(201)의 최상층에 구비된 제 2 전극(265)과 접촉하도록 구성될 수도 있다. 또한, 본 발명의 실시형태에 따른 또 다른 변형예로서 제 2 전극(265) 상부로 유기절연막 또는 무기절연막이 더욱 구비되어 캡핑막(미도시)이 형성될 수 있으며, 유기절연막 또는 무기절연막은 그 자체로 인캡슐레이션 막(미도시)으로 이용될 수도 있으며, 이 경우 제 2 기판(202)은 생략할 수도 있다.

[0094] 뱅크층(300)은 무기 절연 소재, 일례로 폴리이미드(PI)계 수지, 폴리(메트)아크릴레이트계 수지 및/또는 폴리실

록산계 수지로 이루어지는 바인더(310)와, 바인더(310)에 분산되며, 인접한 다공성 또는 중공성 입자가 하나 이상의 다이설파이드기를 통하여 연결된 나노 입자(320)를 포함한다. 이에 따라, 자기치유 메커니즘에 따라 बैं크층(300)에서 발생한 손상이나 결함을 제거할 수 있으며, बैं크층(300)의 굴절률 및 유전율을 낮출 수 있는데, 이에 대해서 설명한다.

[0095] 도 6은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층에 적용하였을 경우 자기 치유 메커니즘에 의하여 스크래치가 소멸된 상태를 개략적으로 도시한 모식도이다. बैं크층(300)은 자기치유 기능을 가지는 다이설파이드기 모이어티를 가지는 나노 입자(320)를 포함한다. 잉크젯 프린팅 방식을 이용한 용액 공정에 의하여 बैं크층(300) 사이에 유기발광층(263, 도 5 참조)을 형성하기 위한 소재를 포함하는 잉크가 노즐을 통하여 주입된다. 잉크를 담고 있는 노즐과 बैं크층(300)이 접촉하여 बैं크층(300)의 상면에 스크래치와 같은 손상이나 결함이 발생하여 다이설파이드기가 해리되더라도, 광 조사에 의하여 다이설파이드 결합이 재-생성되면서 बैं크층(300) 상면에 일시적으로 형성된 손상이나 결함이 제거된다.

[0096] 제 1 전극(261) 상부로 주입되는 유기발광층(263, 도 5 참조)을 형성하기 위한 소재를 포함하는 잉크층은 발광 다이오드 형성 영역에서 동일한 높이(H)로 주입될 수 있다. 따라서 발광 소재나 전하 이동 소재로 이루어지는 유기발광층(263, 도 5 참조)이 발광다이오드에서 균일한 두께로 형성될 수 있다. 결과적으로, 발광다이오드의 전체 영역에서 균일한 발광 휘도나 색상을 확보할 수 있게 되어, 공정의 신뢰성이 향상되고 불량률을 낮출 수 있다. 뿐만 아니라, बैं크층(300)으로 잉크가 흘러 들어가지 못하기 때문에, 인접한 화소영역에서 다른 색상의 잉크와 혼색되어 영상이 흐릿해지지 않아 고품질의 화상을 구현할 수 있다.

[0097] 한편, 도 7은 본 발명의 예시적인 실시형태에 따라 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층에 적용하였을 경우, 발광다이오드에 비하여 굴절률이 낮아져서 발광다이오드에서 출사된 빛이 전반사되면서 광 추출 효율이 향상된 상태를 개략적으로 도시한 모식도이다.

[0098] 전술한 바와 같이, बैं크층(300)을 구성하는 나노 입자(320)는 다공성 또는 중공성 입자를 함유하고 있다. 예를 들어, 나노 입자의 함량을 10 중량% 이상으로 함으로써, बैं크층(300)의 굴절률(n_2)을 1.5 미만으로 조절할 수 있다. 한편, बैं크층(300) 사이에 용액 공정을 통하여 형성된 유기발광층(263, 도 5 참조)의 평균 굴절률(n_1)은 대략 1.7 내지 1.8이다.

[0099] 전반사는 굴절률이 큰(n_1) 매질에서 굴절률이 작은(n_2) 매질로 광이 입사할 때, 특정 각도(전반사 임계각) 이상에서 광이 입사되면, 매질의 계면에서 광이 투과, 굴절됨이 없이 전부 반사되는 현상이다. 이때, 전반사 임계각은 전반사가 일어날 수 있는 최소 입사각을 의미하는데, 광이 입사되는 매질인 유기발광층(263, 도 5 참조)의 굴절률(n_1)과 반대쪽 매질인 बैं크층(300)의 굴절률(n_2) 차이가 클수록 전반사 임계각이 작아져서 전반사가 잘 일어난다.

[0100] 종래 बैं크층의 굴절률과 유기물층의 굴절률은 큰 차이가 없어서, 유기물층에서 बैं크층으로 출사된 광의 대부분은 전반사되지 못하고 굴절되어 비발광영역으로 방출된다(도 2 참조). 반면, 다공성 또는 중공성 입자(320)를 포함하고 있는 본 발명의 बैं크층(300)의 굴절률은 유기발광층(263, 도 5 참조)의 굴절률에 비하여 매우 낮기 때문에, 유기발광층과 बैं크층(300)에서 전반사가 일어날 수 있는 전반사 임계각이 작아진다(즉, 전반사 임계각의 범위가 확대됨). 이에 따라, 종래 유기발광층과 बैं크층의 계면에서 굴절되었던 일부의 광은, 본 발명에 따른 बैं크층을 적용하였을 경우에 유기발광층(263, 도 5 참조)과 बैं크층(300)의 계면에서 전반사되어 발광영역으로 방출된다. 발광 영역으로 방출되는 광량이 증가하면서, 발광다이오드(E, 도 5 참조) 및 유기발광다이오드 표시 장치의 광 추출 효율(out-coupled light efficiency)이 증가하고, 발광 휘도 역시 향상된다.

[0101] 또한, 굴절률이 낮은 다공성 또는 중공성 입자를 가지는 나노 입자(320)가 포함되어, बैं크층(300)의 유전율을 감소시킬 수 있으므로, 기생 정전용량에 따른 소비 전력이 증가하는 것을 방지할 수 있다.

[0102] 이하, 예시적인 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.

[0103] **합성예 1: 중공성 폴리이미드 입자가 다이설파이드기로 연결된 나노 입자 합성**

[0104] 이무수물인 피로멜리트산 이무수물(pyromellitic dianhydride; PMDA)과, 4,4'-옥시디아닐린(4,4'-oxydianiline; 4,4'-ODA)을 1:1의 몰비로 N-메틸-2-피롤리돈(N-methyl-2-pyrrolidone; NMP)에서 반응시켜 폴리(피로멜리트산-co-4,4'-옥사디아닐린) 형태의 폴리아믹산(PAA)이 합성된 용액(용액 1)을 얻었다.

[0105] NMP, 폴리아크릴산(poly(acrylic acid); PAS1), 폴리비닐알코올(poly(vinyl alcohol); PVAL) 및 폴리비닐피롤리돈(poly(vinylpyrrolidone); PVP)가 혼합된 중공 유도 성분이 혼합된 용액(용액 2)를 준비하였다. 또한, 시스

테아민(cysteamine)과 4,4'-(헥사플루오로이소프로필리덴)디프탈산 무수물 (4,4'-(Hexafluoroisopropylidene)diphthalic anhydride; 6FDA)이 혼합된 용액(용액 3)을 준비하였다. 사이클로헥산 10 mL에 용액 3(50 μ l)을 넣고, 용액 1과 용액 2의 혼합액 100 μ l를 상온에서 첨가하고, 격렬하게 교반하였다. 이어서 이미드화 촉매인 피리딘과 탈수제인 아세트산 무수물(acetic anhydride)의 혼합물(1:1, 100 μ l)을 추가로 첨가하고 3시간 동안 반응시켰다. 원심분리 후에 진공 건조시켜서 270°C에서 1시간 동안 방치하여 이미드화 반응을 완료하였다. 본 합성예에 따라 합성된 나노 입자에 대한 TEM 사진을 도 8에 나타낸다. 중공 입자가 생성된 것을 확인하였다. 또한, 본 합성예에 따라 합성된 나노 입자에 대한 라만 분광 분석 결과를 도 9에 나타낸다. 다이설파이드기와 티올기가 병존한 것을 확인하여, 중공 폴리이미드 입자가 인접한 중공 폴리이미드 입자와 다이설파이드기로 연결된 것을 확인하였다.

[0106] **합성예 2: 다공성 실리카(SiO₂) 입자가 다이설파이드기로 연결된 나노 입자 합성**

[0107] 시중에서 구입한 다공성 실리카 입자가 다이설파이드기로 연결된 나노 입자를 합성하였다. 염산 1 mL, 메탄올 60 mL, 3-머캅토프로필 트리메톡시실란(3-mercaptopropyl trimethoxysilane; MTPS) 1 mL, 다공 실리카 입자 3g을 둥근바닥 플라스크에서 60~120°C에서 12~60시간 동안 교반하였다. 메탄올로 수 차례 세척하여 미 반응물을 제거하였다. 얻어진 침전물을 THF(테트라하이드로퓨란) 0.1~10 mL에 녹인 후, 아세토니트릴 1~300 mL에 천천히 적가하였다. 혼합물을 -20~0°C에서 24시간 이상 결정화하여 얻은 백색 분말을 아세톤으로 세척한 후, 진공 오븐에서 12시간 이상 건조하였다. 용매에 분산시킨 후, 20~100°C에서 가열하여, 인접한 다공성 실리카 입자가 다이설파이드기로 연결된 나노 입자를 합성하였다.

[0108] **합성예 3: 다공성 티타니아(TiO₂) 입자가 다이설파이드기로 연결된 나노 입자 합성**

[0109] 다공성 입자로서, 다공성 실리카 입자를 대신하여 다공성 티타니아 입자를 사용한 것을 제외하고 합성예 2의 절차를 반복하여, 인접한 다공성 티타니아 입자가 다이설파이드기로 연결된 나노 입자를 합성하였다.

[0110] **실시예 1: 뱅크층 절연막 제조**

[0111] 합성예 1에서 합성된 중공성 폴리이미드계 나노 입자 30 중량%가 폴리이미드 수지(굴절률 1.65)에 분산된 뱅크층 절연막을 제조하였다. 바인더 소재로서 네거티브 타입 폴리이미드 수지(PIMEL™ BM-300, Asahi KASE 사)를 사용하였다. BM-300과 중공성 폴리이미드계 나노 입자를 혼합한 감광성 조성물을 기판 위에 스핀 코팅하고, 80°C에서 30분 이상 예비-경화(soft-baking)하였다. 포토리소그래피 공정을 수행하기 위하여 포토마스크를 사용하고, i-Line의 UV광을 조사한 뒤에 마스크를 제거하여 패터닝하였다. TMAH(tetramethylammonium hydroxide)를 이용하여 현상 공정을 진행하고, 120°C에서 본 경화(post-baking)를 수행한 뒤, 다시 230°C에서 30분 동안 경화시켜 뱅크층 절연막을 제조하였다.

[0112] **실시예 2: 뱅크층 절연막 제조**

[0113] 합성예 1에서 합성된 중공성 폴리이미드계 나노 입자가 절연막 중에 50 중량%로 분산되도록 한 것을 제외하고 실시예 1의 절차를 반복하여 뱅크층 절연막을 제조하였다.

[0114] **실시예 3: 뱅크층 절연막 제조**

[0115] 합성예 2에서 합성된 다공성 실리카계 나노 입자가 절연막 중에 5 중량%로 분산되도록 한 것을 제외하고 실시예 1의 절차를 반복하여 뱅크층 절연막을 제조하였다.

[0116] **실시예 4: 뱅크층 절연막 제조**

[0117] 합성예 2에서 합성된 다공성 실리카계 나노 입자가 절연막 중에 20 중량%로 분산되도록 한 것을 제외하고 실시예 1의 절차를 반복하여 뱅크층 절연막을 제조하였다.

[0118] **실시예 5: 뱅크층 절연막 제조**

[0119] 합성예 3에서 합성된 다공성 티타니아계 나노 입자가 절연막 중에 5 중량%로 분산되도록 한 것을 제외하고 실시예 1의 절차를 반복하여 뱅크층 절연막을 제조하였다.

[0120] **실시예 6: 뱅크층 절연막 제조**

[0121] 합성예 3에서 합성된 다공성 티타니아계 나노 입자가 절연막 중에 20 중량%로 분산되도록 한 것을 제외하고 실시예 1의 절차를 반복하여 뱅크층 절연막을 제조하였다.

[0122] **실험예 1: बैं크층 절연막의 굴절률 평가**

[0123] 실시예 1 내지 실시예 6에서 다공성 또는 중공성 입자가 분산된 बैं크층 절연막의 굴절률을 측정하였다. 측정 결과를 하기 표 1에 나타낸다. 폴리이미드계 바인더의 굴절률(1.65)에 비하여, 다공성 또는 중공성 나노 입자가 포함된 बैं크층 절연막의 굴절률이 크게 감소한 것을 알 수 있다. 따라서, 본 발명에 따라 제조된 절연막을 유기발광다이오드 표시장치의 बैं크층으로 사용하면, 유기발광층과 बैं크층 사이의 계면에서 효율적인 전반사를 유도할 수 있으며, 발광다이오드의 광 추출 효율과 발광 휘도를 향상시킬 수 있을 것으로 예상되었다.

[0124] 표 1: 굴절률 평가

소재	실시예	함량(중량%)	굴절률(RI)
PI	1	30	1.40
	2	50	1.33
SiO ₂	3	5	1.53
	4	20	1.42
TiO ₂	5	5	1.56
	6	20	1.48

[0125]

[0126] **실시예 7: 발광다이오드 패널 제작**

[0127] 실시예 1에 따라 폴리이미드계 바인더에 중공성 폴리이미드계 나노 입자 30 중량%가 분산된 절연막을, बैं크층으로 적용한 발광다이오드 패널을 제작하였다. ITO 전극과 증착되게 폴리이미드계 바인더에 중공성 나노 입자가 분산된 절연막을 बैं크층으로 형성하고, 노즐을 이용한 잉크젯 프린팅 방식으로 잉크를 주입하여 발광다이오드 패널을 제작하였다. 이어서, LED 램프(400 내지 700 nm)를 이용하여 가시광을 조사하였다.

[0128] **비교예 1: 발광다이오드 패널 제작**

[0129] 네거티브 타입의 폴리이미드계 바인더만으로 이루어진 절연막을 बैं크층으로 적용한 것을 제외하고, 실시예 7의 절차를 반복하여 발광다이오드 패널을 제작하였다.

[0130] **실험예 2: 발광다이오드 패널 평가**

[0131] 실시예 7에서 제작된 발광다이오드 패널에 LED 램프를 조사하기 전과 조사 이후의 बैं크층의 스크래치 여부를 평가하였다. 평가 결과를 보여주는 SEM 영상을 도 10에 나타낸다. 가시광 조사 전에 스크래치가 발생하였으나(도 10의 좌측 사진), 가시광 조사 후에 나노 입자에 포함된 다이설파이드기의 자기치유에 의하여 스크래치가 제거된 것을 확인하였다(도 10의 우측 사진).

[0132] 즉, 가시광 조사 후에 실시예 7에서 제작된 발광 소자 패널의 बैं크층에 스크래치가 제거되어, 발광 소자 영역과 बैं크층 영역이 명확하게 구분되는 정상적인 화소 구조를 갖는다(도 11의 좌측 사진 참조). 이에 따라, 잉크젯 프린팅 방식으로 잉크를 주입한 경우에 잉크가 발광 소자 영역으로만 주입된 것을 알 수 있다(도 11의 우측 사진 참조). 반면, 비교예 1에 따라 제조된 발광 소자 패널의 बैं크층에 스크래치가 발생하였으며, 가시광을 조사하여도 스크래치가 제거되지 않았으며, 발생한 스크래치에 기인하여 발광 소자 영역과 बैं크층 영역이 명확하게 구분되지 않는 불량 화소 구조를 갖는다(도 12의 좌측 사진 참조). 잉크젯 프린팅 방식으로 잉크를 주입한 경우에 발광 소자 영역에 인접한 बैं크층으로도 잉크가 흘러 들어가면서 혼색된 것을 확인하였다(도 12의 우측 사진 참조).

[0133] **실험예 3: 발광다이오드 패널 휘도 평가**

[0134] 실시예 7과 비교예 1에서 각각 제작된 발광다이오드 패널 5개를 제작하여 발광 휘도를 측정하였다. 측정 결과를 하기 표 2에 나타낸다. 실시예 7에서 제작된 발광다이오드에서 광 추출 효율이 향상되어 휘도가 평균 13% 향상된 것을 확인하였다.

[0135] 표 2: 휘도 평가

측정횟수	비교예 1	실시예 7
1	7201	8027
2	7132	8058
3	7156	8098
4	7120	8117
5	7189	8078
평균	7159.6	8075.6
상대 휘도(%)	100	112.8

[0136]

[0137]

상기에서는 본 발명의 예시적인 실시형태 및 실시예에 기초하여 본 발명을 설명하였으나, 본 발명이 상기 실시 형태 및 실시예에 기재된 기술사상으로 한정되지 않는다. 오히려 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 전술한 실시형태 및 실시예를 토대로 다양한 변형과 변경을 용이하게 추고할 수 있다. 하지만, 이러한 변형과 변경은 모두 본 발명의 권리범위에 속한다는 사실은, 첨부하는 청구범위에서 분명하다.

부호의 설명

[0139]

100, 300: 절연막(뱅크층)

110, 310: 바인더

120, 320: 나노 입자

200: 유기발광다이오드 표시장치

201: 제 1 기판

202: 제 2 기판

E: 발광다이오드

Tr: 구동 박막트랜지스터

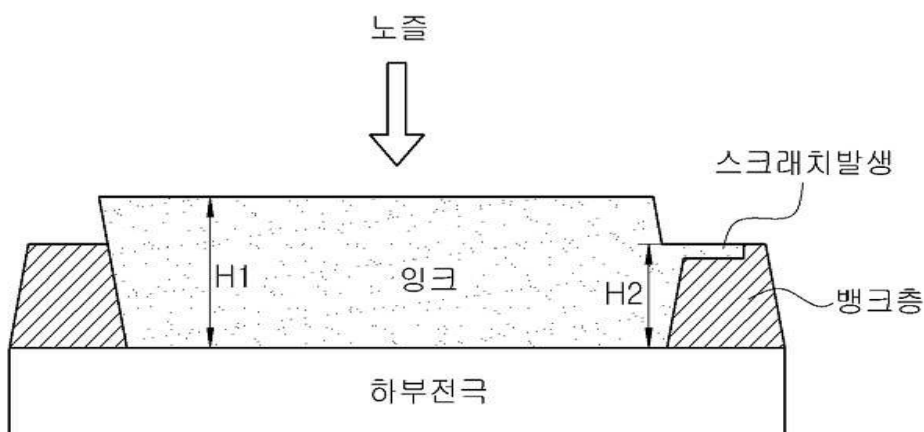
AA: 발광 영역

NA: 비-발광 영역

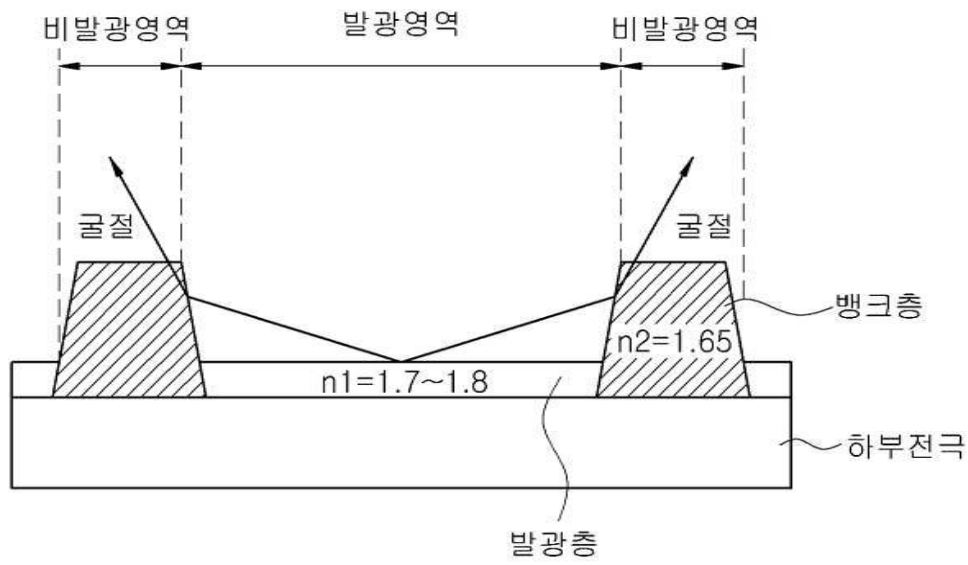
PA: 화소 영역

도면

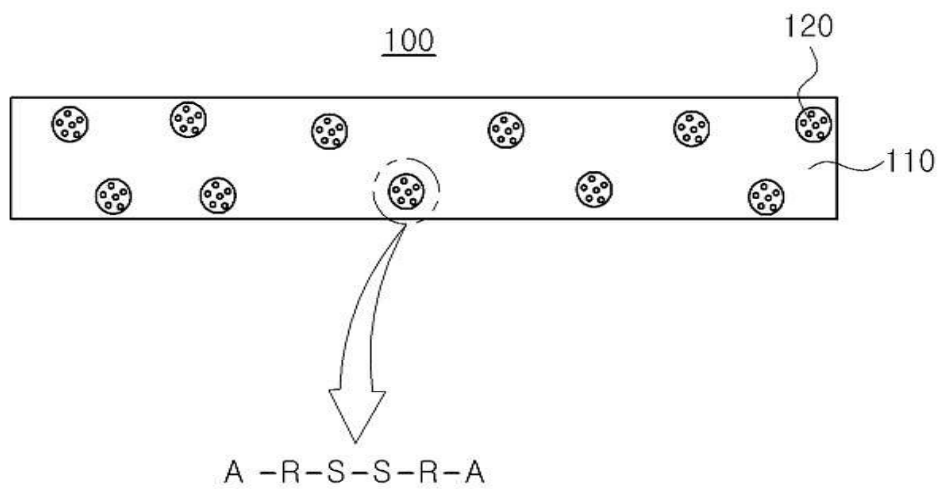
도면1



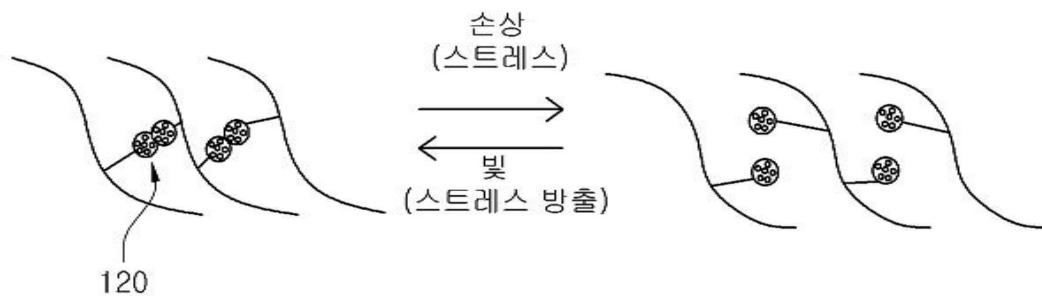
도면2



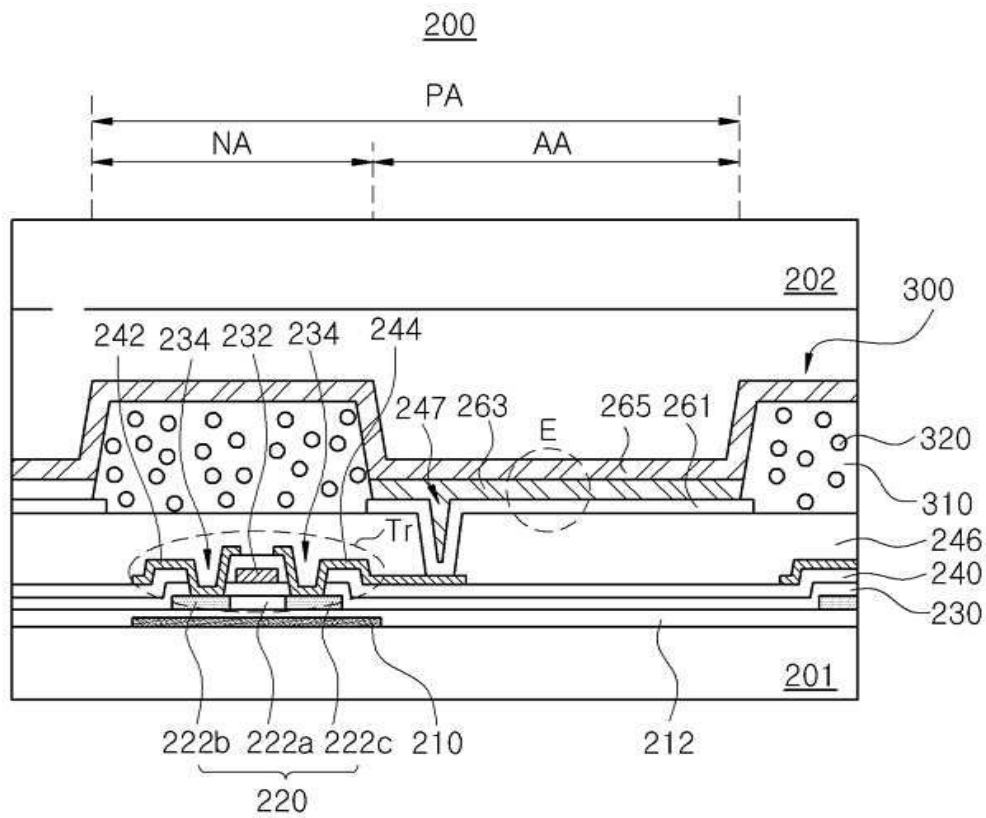
도면3



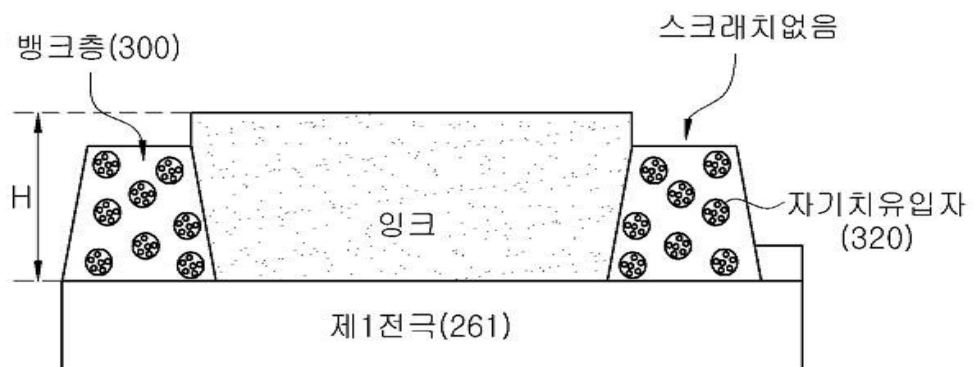
도면4



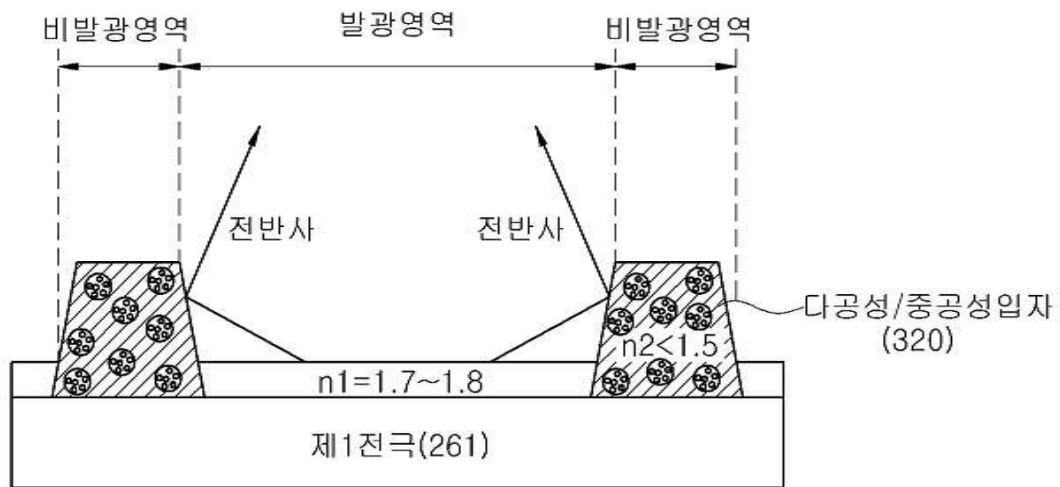
도면5



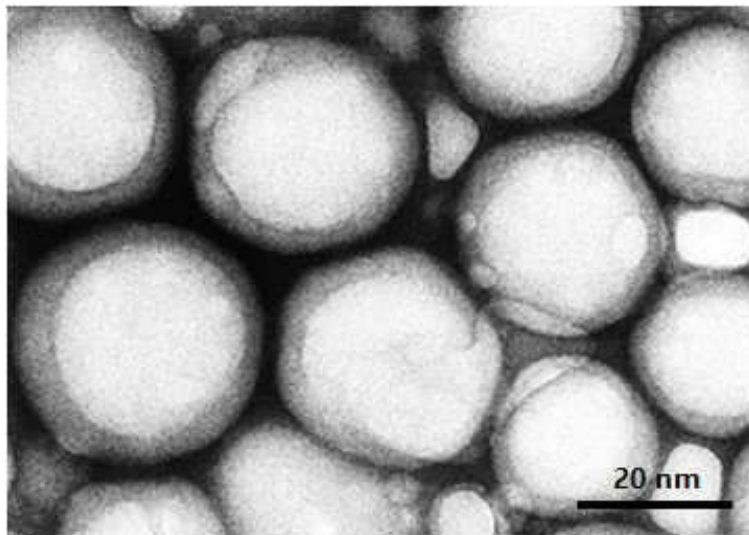
도면6



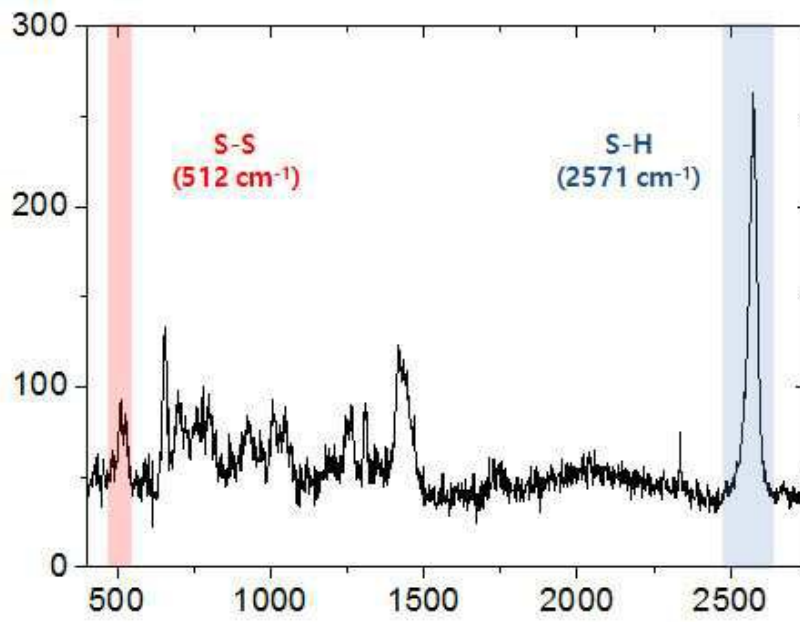
도면7



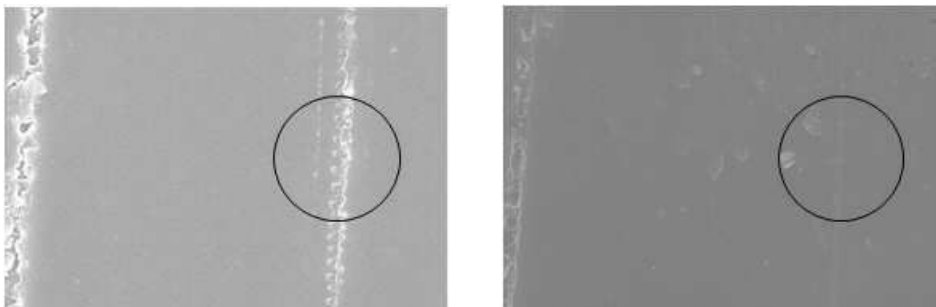
도면8



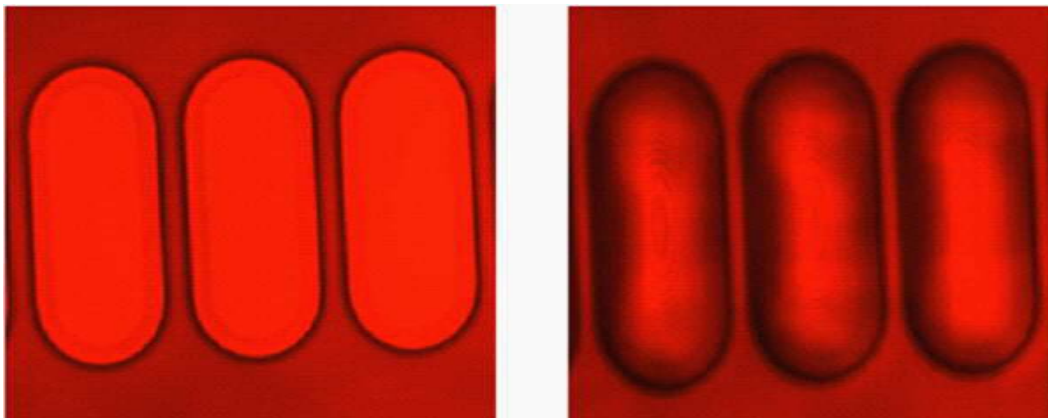
도면9



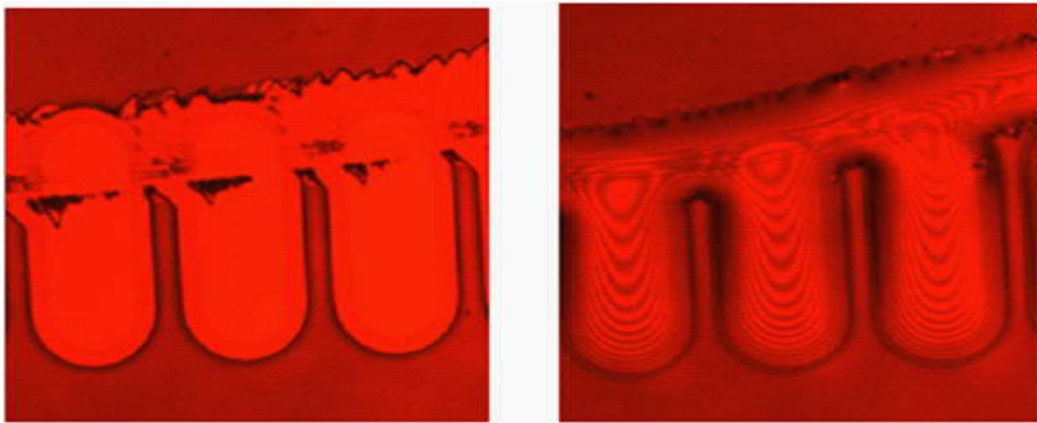
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	纳米粒子，包含它们的绝缘膜和显示装置		
公开(公告)号	KR1020180068076A	公开(公告)日	2018-06-21
申请号	KR1020160169666	申请日	2016-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	PARK JAE HYUN 박재현 MIN HYE LI 민혜리 JOO MYUNG O 주명오		
发明人	박재현 민혜리 주명오		
IPC分类号	H01L51/52 B82Y20/00 B82Y30/00 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5275 H01L27/3246 B82Y20/00 B82Y30/00 H01L2251/5369		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明是多孔性粒子或中空粒子，其相邻于所述绝缘膜的位置，且使用用于堤层包含纳米颗粒，其中所述纳米颗粒是通过二硫键连接的绝缘膜的有机发光二极管显示装置。本发明的纳米颗粒包括多孔或中空颗粒，并且当应用于绝缘膜时，可以降低绝缘膜的折射率。由堤层绝缘膜使用纳米颗粒分散体，下部的折射率大于相邻的发光二极管大。因此，从发光二极管发射的光被全反射，以提高光提取效率。另外，本发明的纳米颗粒可以是二硫化物愈合缺陷或损伤，例如，因为它具有一个自愈合机制是可能的二硫键的是离解或重组，和划痕，可在绝缘膜或通过光照射的堤层发生。

