



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0064825
(43) 공개일자 2017년06월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/56 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)

H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 51/56 (2013.01)

H01L 21/02109 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0170778

(22) 출원일자 2015년12월02일

심사청구일자 2015년12월02일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

서민철

서울특별시 송파구 올림픽로 135 203동 2802호(잠실동, 리센츠)

(74) 대리인

오세중

전체 청구항 수 : 총 24 항

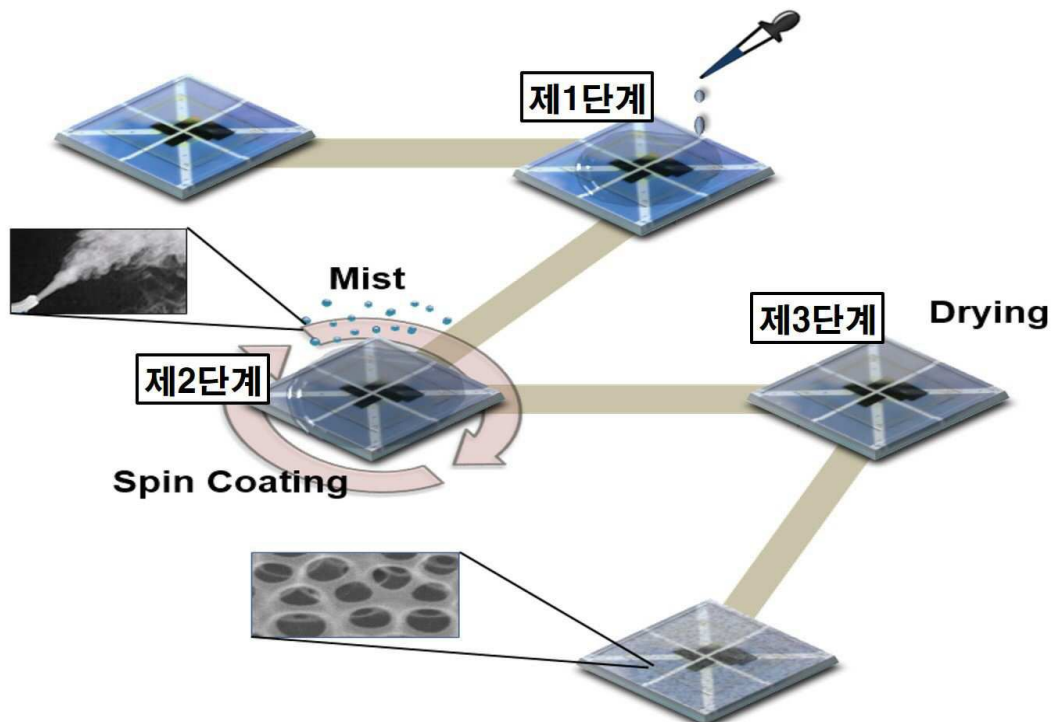
(54) 발명의 명칭 3차원 다공성층의 제조방법과 이를 이용한 디퓨저 및 유기발광소자

(57) 요약

본 발명은 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 이용한 디퓨저(Diffuser) 및 유기발광소자와 상기 다공성층의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 고분자를 소수성 유기용매에 용해시키고 스핀 코팅을 준비하는 제1단계, 상기 용액을 소정의 습도 분위기에서 스핀 코팅하는 제2단계, 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



스핀 코팅된 고분자층을 건조시키는 제3단계를 포함한다.

상기 제1단계는 용액에 포함된 고분자의 농도를 조절하는 제1-1단계 또는 스핀 코팅 장치의 턴테이블에 제1기재를 장착하여, 제1기재 상에 용액을 떨어뜨려 스핀 코팅을 준비하는 제1-2단계를 더 포함할 수 있다.

또한, 상기 제2단계는 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)을 이용하여 기공을 형성하되, 습도 또는 스핀 코팅의 속도 중 어느 하나를 조절하는 제2-1단계를 더 포함할 수 있고, 이때 상기 제2-1단계의 소정의 습도 분위기는 초음파 가습기를 통하여 조절될 수도 있다.

또한, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 디퓨저(Diffuser)는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 포함할 수 있고, 상기 디퓨저(Diffuser)의 상부에 편광필름(Polarizer Film)을 더 구비할 수 있고, 상기 편광필름(Polarizer Film)의 상부에 보호 필름(Protect Film)을 더 구비할 수도 있다.

또한, 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 발광소자는 제1전극, 상기 제1전극 상에 구비된 발광층, 상기 발광층 상에 구비된 제2전극 및 상기 제2전극 상에 구비된 투명기재를 포함하는 발광소자로서, 상기 투명기재 상에 상기 다공성층의 제조방법에 따라 제조되는 다공성층을 포함하며, 이때 편광필름은 다공성층의 상부에 위치하는 것이 바람직하다.

(52) CPC특허분류

H01L 21/02203 (2013.01)

H01L 51/0003 (2013.01)

H01L 51/0007 (2013.01)

H01L 51/5293 (2013.01)

H01L 2251/56 (2013.01)

H01L 2924/12044 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10051438

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 전자정보디바이스산업원천기술개발

연구과제명 다공성 박막 형태 조절을 통한 廣시야각 Top Emission AMOLED 광추출 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교산학협력단

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

고분자를 소수성 유기 용매에 용해시키고 스핀 코팅을 준비하는 제1단계;

상기 용액을 소정의 습도 분위기에서 스핀 코팅하는 제2단계; 및

상기 스핀 코팅된 고분자층을 건조시키는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1단계는 용액에 포함된 고분자의 농도를 15중량% 미만 범위 내에서 조절하는 제1-1단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1단계는 스핀 코팅 장치의 턴테이블에 제1기재를 장착하여, 제1기재 상에 용액을 떨어뜨려 스핀 코팅을 준비하는 제1-2단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2단계는 습도 또는 스핀 코팅의 속도 중 어느 하나를 조절하는 제2-1단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2단계의 스핀 코팅은 소정의 습도에서 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)을 이용하여 기공을 형성하는 원리를 이용하는 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제2-1단계의 소정의 습도 분위기는 초음파 가습기를 통하여 조절되는 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 제2-1단계의 습도는 70% 내지 100%인 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법.

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 제2-1단계의 스핀 코팅의 속도는 1,000rpm 내지 10,000rpm인 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따라 제조되는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 다공성층의 기공은 0.2 ~ 3 μ m의 지름을 가지는 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 다공성층의 두께는 0.4 ~ 10 μ m인 것을 특징으로 하는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층.

청구항 12

불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 포함하는 디퓨저(Diffuser).

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 다공성층은 상기 제9항의 다공성층인 것을 특징으로 하는 디퓨저(Diffuser).

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 디퓨저(Diffuser)의 하부에 접착면을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 디퓨저(Diffuser).

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 디퓨저(Diffuser)의 상부에 편광필름(Polarizer Film)을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 디퓨저(Diffuser).

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 편광필름(Polarizer Film)의 상부에 보호 필름(Protect Film)을 더 구비하는 것을 특징으로 하는 디퓨저(Diffuser).

청구항 17

제1전극, 상기 제1전극 상에 구비된 발광층, 상기 발광층 상에 구비된 제2전극 및 상기 제2전극 상에 구비된 투명기재를 포함하는 발광소자로서,

상기 투명기재 상에 제9항의 다공성층을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 다공성층의 상부에 리타더(Retarder)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 다공성층과 리타더(Retarder) 사이에 평탄층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 제2전극 상에 구비된 투명기재는

캐핑층, 보호층, 봉지층, HIM 및 LIM층 중 어느 하나 이상의 층을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 21

제1전극, 상기 제1전극 하부에 구비된 발광층, 상기 발광층 하부에 구비된 제2전극 및 상기 제2전극 하부에 구비된 투명기재를 포함하는 발광소자로서,

상기 투명기재 하부에 제9항의 다공성층을 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 다공성층 하부에 리타더(Retarder)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 다공성층과 리타더(Retarder) 사이에 평탄층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

청구항 24

제21항에 있어서,

상기 제2전극과 투명기재 사이에 HIM 및 LIM 층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발광소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 이용한 디퓨저(Diffuser) 및 유기발광소자와 상기 다공성층의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 종래 스핀 코팅 공정 및 시설을 사용할 수 있어 경제적이되, 소수성 유기용매를 사용하고, 습도, 스핀 코팅의 속도 및 용액에 포함된 고분자의 농도 중 어느 하나를 조절하는 구성을 통하여 기공(pore)의 형태나 크기를 조절할 수 있는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법과, 마이크로캐비티 효과에 의한 장점을 유지하면서, 종래의 2차원의 다공성층의 문제점인 Pixel Blur 현상을 감소시킬 수 있도록 3차원의 복층으로 형성된 불규칙한 다공성층을 이용한 확산필름 및 유기발광소자와 그 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기발광소자(OLED : Organic Light Emitting Diode)는 기판 상에 유기 발광물질을 적층한 발광소자로서, 전류를 소자에 주입함으로써 발광현상이 나타나게 된다. 이러한 유기발광소자를 이용하는 표시장치는 낮은 전압에서 구동이 가능하고 얇은 박형으로 만들 수 있다는 장점이 있으며, 넓은 시야각과 빠른 응답속도를 갖는 장점이 있다.

[0003] 도 1은 종래의 일반적인 유기발광소자를 도시한 도면이다.

[0004] 즉, 유기발광소자는, 도 1에 표시된 바와 같이, 전자를 공급하는 캐소드(1); 전자 수송층(2)(ETL: Electron Transfer Layer)과 정공 수송층(4)(HTL: Hole Transfer Layer) 사이에 마련되는 유기 발광층(3)(EL: Emitting

layer); 정공을 공급하는 애노드(5); 상기 애노드(5) 상에 마련되는 투명기관(6)을 포함하여 구성된다.

[0005] 상기 일반적인 유기발광소자의 구조에 리타더(retarder)를 더 포함하여 구성된 유기발광소자 역시 종래 기술로 존재하여 왔다. 이때 리타더(retarder)는 외부광원을 원편광시켜 다시 빛을 외부로 내보냄으로써, 햇빛 등 외부광원을 제거하여 디스플레이 특성을 향상시키는 역할을 한다.

[0006] 한편, 유기발광소자에서 각 구성의 계면에 평행한 방향으로 출사된 광이나, 각 층의 계면에 입계각 이상의 각도로 입사된 광은 각 층 안에서 도파하여 소실되거나 각 층 측면으로 방출되어 광추출 효율이 떨어지는 문제점이 존재하게 된다. 이때, 광추출 효율이란 유기 발광층으로부터 출사된 발광량과 외부로 출사되는 광량의 비율을 의미하는 것으로서, 통상적으로 유기발광소자의 광추출 효율은 약 20%정도 밖에 되지 않는 것으로 알려져 있다.

[0007] 상기와 같은 유기 발광층의 발광량의 손실을 줄이기 위해 종래에는 마이크로캐비티 효과(Microcavity effect)를 이용하여 광손실을 줄이도록 하였으나, 이는 도 2에 도시된 바와 같이, 전면부로부터 광추출 효율이 향상되어 시야각의 감소를 유발하는 등 디스플레이 특성을 감소시키는 문제점을 발생시켰다. 도 2는 마이크로캐비티 유기발광소자의 경우 빛이 전면부로 집중되어 시야각 특성이 감소되는 것을 나타낸 도면이다.

[0008] 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 본 출원인은 종래에 "다공성층의 제조방법과 이를 이용한 다공성층 및 발광소자"(이하 "특허문헌 1")를 발명하여 특허등록을 받은 바 있다.

[0009] 이때, 특허문헌 1은, 제1고분자를 유기 용매에 용해시킨 제1용액을 소정의 습도 분위기에서 스핀 코팅하여 제1다공성층을 형성하는 제1단계 및 제2고분자층에 상기 제1다공성층을 스탬퍼로써 임프린팅하여 제2다공성층을 형성하는 제2단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다공성층의 제조방법으로서, 더욱 구체적으로는, 상기 제1단계는 습도, 스핀 코팅의 속도 및 용액에 포함된 제1고분자의 농도 중 어느 하나를 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 발명이다.

[0010] 그러나 상기 특허문헌 1에서의 다공성층은 고분자층의 상부 표면에만 2차원 구조의 다수의 기공(pore)을 가진 것을 특징으로 하는데, 상기 다공성층은 과도한 광확산 효과로 인한 심각한 빛의 손실이 발생하고 Pixel Blur 현상이 발생하는 문제점을 가지고 있어 유기발광소자 등 디스플레이 장치에 실제로 적용하는데 어려움이 존재하여 왔다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1552421호(2015년 09월 10일 공고, 발명의 명칭 "다공성층의 제조방법과 이를 이용한 다공성층 및 발광소자")

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 상술한 문제점들을 해결하기 위하여, 본 발명자들은 습도에 의한 다공성층 형성 원리를 연구한 결과, 고분자를 클로로포름과 같은 소수성 유기 용매에 용해시킨 용액을 소정의 습도 분위기에서 스핀 코팅하여 다공성층을 형성하면, 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)에 의하여 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 효과적으로 제조할 수 있음을 확인하고 본 발명을 완성하기에 이르렀다.

[0013] 또한, 본 발명자들은, 상기 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 마이크로캐비티 유기발광소자에 적용하면, 광추출 효율 향상이라는 마이크로캐비티 효과의 장점을 유지시킬 뿐만 아니라, 넓은 시야각을 확보하고, 동시에 상기 특허문헌 1 등의 종래 기술에서 Pixel Blur가 발생하는 현상을 현저히 감소시키는 효과가 있음을 확인하였다.

[0014] 따라서, 본 발명은 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층과 이를 용이하게 제조할 수 있는 제조방법을 제공하는데 하나의 목적이 있다.

[0015] 또한, 본 발명은 마이크로캐비티 효과 (Microcavity effect)로 광추출 효율을 향상시킴과 동시에 넓은 시야각을 확보하고, 이와 동시에 상기 특허문헌 1의 Pixel blur 현상을 감소시킬 수 있도록 불규칙적으로 분포하는 다수

의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층 및 이를 이용한 디퓨저(Diffuser)를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

[0016] 또한, 본 발명은 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 이용한 디퓨저(Diffuser)를 포함하는 유기발광소자의 최적의 구조를 제공하는데 또 다른 목적이 있다.

[0017] 또한, 본 발명은 상기 디퓨저(Diffuser)를 상부 또는 하부에 부착한 유기발광소자로서, HIM 및 LIM 층 등을 유기발광소자와 상기 디퓨저(Diffuser) 사이에 더 구비하여 디스플레이 특성이 향상된 유기발광소자의 구조를 제시하는데 또 다른 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0018] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성층의 제조방법은, 고분자를 소수성 유기용매에 용해시키고 스핀 코팅을 준비하는 제1단계, 상기 용액을 소정의 습도 분위기에서 스핀 코팅하는 제2단계, 상기 스핀 코팅된 고분자층을 건조시키는 제3단계를 포함한다.

[0019] 상기 제1단계는 용액에 포함된 고분자의 농도를 15중량% 미만의 범위 내에서 조절하는 제1-1단계 또는 스핀 코팅 장치의 턴테이블에 제1기재를 장착하여, 제1기재 상에 용액을 떨어뜨려 스핀 코팅을 준비하는 제1-2단계를 더 포함할 수 있다.

[0020] 또한, 상기 제2단계는 습도 또는 스핀 코팅의 속도 중 어느 하나를 조절하는 제2-1단계를 더 포함할 수 있다.

[0021] 이때 상기 제2-1단계의 소정의 습도 분위기는 초음파 가습기를 통하여 조절될 수도 있다.

[0022] 또한, 상기 제2-1단계의 습도는 70% 내지 100%인 것이 바람직하다.

[0023] 또한, 상기 제2-1단계의 스핀 코팅의 속도는 1,000rpm 내지 10,000rpm인 것이 바람직하다.

[0024] 그리고 상기 제2단계의 스핀 코팅은 소정의 습도에서 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)을 이용하여 기공을 형성하는 원리를 이용하는 것이 바람직하다.

[0025] 또한, 상기 제조방법으로 제조된 다공성층은, 다수의 기공을 형성하되, 상기 기공들은 불규칙적으로 분포하고, 고분자층 상부 표면에만 기공이 형성되는 것이 아니라, 3차원의 복층으로 고분자층 전체에 걸쳐 다공이 형성된다.

[0026] 이때 상기 다공성층의 기공은 0.2 ~ 3 μm 의 지름을 가지는 것이 바람직하며, 상기 다공성층의 두께는 0.4 ~ 10 μm 인 것이 바람직하다.

[0028] 한편, 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 디퓨저(Diffuser)는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 포함할 수 있다.

[0029] 이때 상기 다공성층은 본 발명의 상기 일 실시예에 따른 제조방법으로 제조되는 것이 바람직하다.

[0030] 또한, 상기 디퓨저(Diffuser)의 상부에 편광필름(Polarizer Film)을 더 구비할 수 있고, 상기 편광필름(Polarizer Film)의 상부에 보호 필름(Protect Film)을 더 구비할 수도 있다.

[0031] 또한, 상기 디퓨저(Diffuser)의 하부에 접착면을 더 구비할 수도 있다.

[0033] 한편, 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 발광소자는 제1전극, 상기 제1전극 상에 구비된 발광층, 상기 발광층 상에 구비된 제2전극 및 상기 제2전극 상에 구비된 투명기재를 포함하는 발광소자로서, 상기 투명기재 상에 상기 다공성층의 제조방법에 따라 제조되는 다공성층을 포함한다.

[0034] 이때, 상기 다공성층의 상부에 리타더(Retarder)를 더 포함할 수도 있다.

[0035] 또한, 상기 다공성층과 리타더 사이에 평탄층을 더 포함할 수도 있다.

[0036] 또한, 상기 투명기재는 캐핑층, 보호층, 봉지층, HIM 및 LIM 층 중 어느 하나 이상의 층을 포함할 수도 있다.

- [0038] 한편, 제1전극, 상기 제1전극 하부에 구비된 발광층, 상기 발광층 하부에 구비된 제2전극 및 상기 제2전극 하부에 구비된 투명기재를 포함하는 발광소자로서, 상기 투명기재 하부에 상기 다공성층의 제조방법에 따라 제조되는 다공성층을 포함한다.
- [0039] 이때, 상기 다공성층의 하부에 리타더(Retarder)를 더 포함할 수도 있다.
- [0040] 또한, 상기 다공성층과 리타더 사이에 평탄층을 더 포함할 수도 있다.
- [0041] 또한, 상기 제2전극과 투명기재 사이에 HIM 및 LIM 층을 더 포함할 수도 있다.

발명의 효과

- [0042] 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법은 그 제조공정이 간소하고, 종래의 유기발광소자의 제조시설을 그대로 이용할 수 있어 경제적이며, 다공성층을 대량 생산하기 용이하다는 이점이 있다.
- [0043] 또한, 본 발명에서 제시하는 디퓨저(Diffuser)를 통하여, 기존의 발광소자의 발광면에 상기 디퓨저(Diffuser)를 접착시키는 매우 간단한 방법만으로도, 광추출 효율을 향상시킬 뿐만 아니라, 넓은 시야각을 확보함과 동시에, 상기 특허문헌 1 등 종래기술에서의 Pixel Blur 현상을 현저히 감소시키는 효과를 누릴 수 있다는 이점이 있다.
- [0044] 또한, 본 발명에 따른 제조방법으로 제조된, 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 마이크로캐비티 유기발광소자에 적용하는 경우에도, 상기 효과를 누릴 수 있다는 이점이 있다.
- [0045] 또한, 본 발명의 다공성층을 포함하는 발광소자의 구조를 제시하여 광추출 효율을 향상시킬 뿐만 아니라, 넓은 시야각을 확보함과 동시에, 상기 특허문헌 1 등 종래기술에서의 Pixel Blur 현상을 현저히 감소시키는 효과를 누릴 수 있다는 이점이 있다.
- [0046] 특히, 상기 다공성층은 리타더(Retarder), 또는 리타더(Retarder)로 사용되는 원편광필름보다 하부에 위치해야, 본 발명의 확산효과와 동시에, 외부광원이 편광되어 소멸되는 리타더(Retarder)의 효과를 그대로 발생시킬 수 있다.
- [0047] 또한, 상기 다공성층을 포함하되, HIM 및 LIM 층을 더 포함하는 발광소자를 통하여, 마이크로캐비티 효과를 증가시켜 전면 휘도를 현저히 향상시키는 효과를 발생시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0048] 도 1은 일반적인 유기발광소자의 구성을 나타내는 도면.
- 도 2는 마이크로캐비티 효과에 의하여 전면부에만 광추출이 집중되는 시야각 감소현상을 나타내는 도면.
- 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 다공성층의 제조방법을 나타내는 도면.
- 도 4는 열로 인하여 발생된 증기에 의하여 규칙적인 다수의 기공이 형성되는 기전을 나타내는 도면.
- 도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)을 나타내는 도면.
- 도 6은 규칙적인 다수의 기공이 형성된 다공성층(a)과 불규칙적인 다수의 기공이 형성된 다공성층(b)을 비교한 도면.
- 도 7은 2차원 구조의 다공성층(a)과 본 발명의 복층의 3차원 다공성층(b) 사이의 구조의 차이를 비교한 도면.
- 도 8은 녹색 유기발광소자의 마이크로캐비티 효과(a)와 마이크로캐비티 유기발광소자의 구조(b)를 나타낸 도면.
- 도 9는 녹색 유기발광소자인 Noncavity device, Device A, Device B, Device C의 전압 변화에 따른 전류 밀도와 밝기의 변화를 나타낸 도면.
- 도 10은 녹색 유기발광소자인 Noncavity device, Device A, Device B, Device C의 밝기 변화에 따른 전류 효율과 전력 효율의 변화를 나타낸 도면.
- 도 11은 녹색 유기발광소자인 Noncavity device, Device A, Device B, Device C의 전압 특성, 효율 특성 및 색좌표 특성을 나타낸 도면.

도 12는 다공성 필름을 부착하지 않은 전계발광의 경우(a), 특허문헌 1의 다공성 필름을 부착한 전계발광의 경우(b), 본 발명으로 제조한 복층의 3차원 다공성 필름을 부착한 전계발광의 경우(c)의 도면.

도 13의 (a) 내지 (d)는 녹색 유기발광소자인 Noncavity device, Device A, Device B, Device C의 시야각 특성을 나타낸 도면.

도 14는 청색 유기발광소자의 밝기 변화에 따른 전류 효율과 전력 효율의 변화(a) 및 전압 변화에 따른 전류 밀도와 밝기의 변화(b)를 나타낸 도면.

도 15는 적색 유기발광소자의 전압 변화에 따른 전류 밀도와 밝기의 변화(a) 및 밝기 변화에 따른 전류 효율과 전력 효율의 변화(b)를 나타낸 도면.

도 16은 본 발명의 제1실시에 중 90%의 습도 분위기에서 1,000rpm에서 CAB의 농도를 변화시킬 때 각 다공성층의 구조를 SEM으로 촬영한 도면.

도 17은 본 발명의 제1실시에 중 90%의 습도 분위기에서 3wt%의 CAB 농도에서 스핀 코팅의 속도를 변화시킬 때 각 다공성층의 구조를 SEM으로 촬영한 도면.

도 18은 본 발명의 제2실시예를 나타낸 도면.

도 19는 본 발명의 제3실시예를 나타낸 도면.

도 20은 본 발명의 제4실시예를 나타낸 도면.

도 21은 본 발명의 제5실시예를 나타낸 도면.

도 22는 본 발명의 제6실시예를 나타낸 도면.

도 23은 본 발명의 HIM 및 LIM 층을 포함하는 유기발광소자의 구조를 나타내는 도면.

도 24는 본 발명의 HIM 및 LIM 층을 포함하는 배면 발광형 유기발광소자의 구조를 나타내는 도면.

도 25는 0.4~0.5 μ m 지름의 기공(a), 1.0~1.2 μ m 지름의 기공(b), 3.0~5.0 μ m지름의 기공(c)을 가진 본 발명의 다공성층을 SEM으로 촬영한 도면.

도 26은 레퍼런스 및 Film 1 내지 3의 전압별 전류밀도 및 밝기(b), 전류밀도별 전류효율 및 전력효율(c), 전류 밀도별 외부 양자효율(d) 특성을 나타낸 도면 및 상기 특성을 위한 실험에 사용된 발광소자의 구조(a)를 나타낸 도면.

도 27은 레퍼런스 및 Film 1 내지 3의 전압 특성, 효율 특성, 색좌표 특성을 나타낸 도면.

도 28은 레퍼런스 및 Film 1 내지 3의 시야각별 색좌표의 변화 특성 및 밝기 변화 특성을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0049] 본 발명의 상기 목적과 수단 및 그에 따른 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0050] 또한, 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며, 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 경우에 따라 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외의 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0052] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하도록 한다.

[0053] 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의

제조방법을 나타낸다.

- [0054] 본 발명의 제1실시예에 따른 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법은, 도 3에 표시된 바와 같이 고분자를 소수성 유기 용매에 용해시키고 스핀 코팅을 준비하는 제1단계, 상기 용액을 소정의 습도 분위기에서 스핀 코팅하는 제2단계, 상기 스핀 코팅된 고분자층을 건조시키는 제3단계를 포함한다.
- [0055] 구체적으로, 습도가 유기 용액과 상호작용하여 다수의 기공을 만드는 원리는 도 4, 도 5에 나타난 바와 같고, 본 발명에 이용된 원리는 도 5에 도시된 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism) 원리이다.
- [0056] 도 4의 (a), (b)는 미세한 물방울들(이하 '액적'(droplet)이라고 함)과 유기 용매의 온도 차이를 이용하여 규칙적으로 분포되는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 만드는 기전을 나타낸 것이다.
- [0057] 도 4(b)의 A 내지 G의 기전은, A 차가운 용액 표면에서 용매가 기화되고 소정의 습도를 가진 공기가 주입되며, B 기화된 용매의 미립자를 응결핵으로 삼아 액적이 응결되며, C 도 4(a)에 나타난 것과 같은 대류현상으로 인하여 상기 용액의 표면에 액적들이 규칙적으로 배열되고, D 상기 규칙적으로 배열된 액적이 용액 속으로 가라앉게 되며, E 내지 G는 상기 A 내지 D의 과정이 반복되어 형성됨으로서 규칙적으로 배열되는 다수의 기공이 3차원의 복층으로 형성된 다공성층을 제조하는 과정을 나타낸다.
- [0058] 이에 비하여, 본 발명에서 이용하는 도 5의 (a), (b)의 원리는, 액적들의 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)을 이용하여 상기 다수 액적들간 상호작용이 발생하게 되고, 이로 인하여 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 만드는 기전을 나타낸 것이다.
- [0059] 상기 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)은, 도면 5(a), (b)에 도시된 바와 같이, 소수성 유기 용매에 고분자를 용해시켜 제작한 용액으로 소정의 습도분위기에서 스핀 코팅 공정을 진행하는 경우, 상기 고분자 유기 용액 표면에서 액적들의 소용돌이(swirling) 현상이 발생하게 되고(도 5의 (a)), 상기 유기 용액 속으로 가라앉거나 혼합되게 되는데, 이러한 방법을 통하여 용액 안에 붙잡힌 액적들이 어떠한 응집없이 탄력적으로 상호작용하는 기전을 의미한다.
- [0060] 이때 액적들 간에 상호작용할 수 있는 시간이, 상기 유기 용매로부터 상기 액적들이 증발하는데 필요한 시간보다 현저히 짧기 때문에, 상기 유기 용액 안에 붙잡혀서 최종 증발할 때까지 3차원의 복층으로 구성된 불규칙한 다수의 기공(pore)을 형성할 수 있는 것이다(도 5의 (b)). 따라서 상기 유기 용액은 액적들이 용해되지 않아야 하고, 또한 액적을 붙잡아둘 수 있도록 하기 위하여, 소수성 또는 불수용성 유기 용매(이하 총칭하여 '소수성 유기 용매'라고 함)를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0061] 그리고, 도 6의 (a), (b)는 서로 다른 원리를 이용하여 제조된 다공성층을 비교한 도면이다. 상기 도 4의 액적들과 유기 용매간의 온도차이를 이용하여 다수의 기공을 형성하는 방법을 통하여 만들어진 다공성층은 도 6의 (a)와 같이 규칙적으로 분포되는 다수의 기공으로 나타나고 있고, 상기 도 5의 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)을 이용하여 제조된 다공성층은 도 6의 (b)와 같이 불규칙한 분포를 가지는 다수의 기공으로 나타나고 있음을 확인할 수 있다.
- [0062] 특히, 도 7의 (a), (b)는 유기 용매를 테트라하이드로퓨란(THF)과 같은 수용성 용매를 사용하는지(도 7의 (a)), 또는 클로로포름(CHCl_3)과 같은 소수성 용매를 사용하는지(도 7의 (b))에 따라 다공성층의 구조가 다르게 형성되는 것을 나타낸 것이다. 따라서 도 7의 (a)와 같이 상단표면에 한하여 다수의 기공이 형성되는 2차원의 구조와, 도 7의 (b)와 같이 다공성층의 전체에 걸쳐 불규칙적으로 분포된 다수의 기공이 형성되는 3차원의 복층 구조로 다르게 다공성층이 형성됨을 확인할 수 있다.
- [0063] 참고로, 상기 도 7의 (a)에서 사용된 테트라하이드로퓨란(THF)은 1,4 부탄디올의 탈수소화로 제조되는데, 무색 휘발성의 사이클로지방족 에테르이며 화학적으로 중성이며, 극성이 높아 물과 잘 섞인다는 특성을 가진다.
- [0065] 그리고 본 발명의 제1실시예에 따른 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법에 이용될 수 있는 용액의 고분자는 유기 용매에 용해될 수 있는 고분자이면 사용가능하다. 고분자는 셀룰로오스계, 스티렌계, 아크릴계, 에폭시계, 아미드계 및 에스테르계 고분자로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나 또는 이들 중 2종 이상의 혼합물일 수 있다.
- [0066] 즉, 상기 용액의 고분자는 폴리우레탄(PU), 폴리에테르우레탄, 폴리우레탄 공중합체, 셀룰로오스 아세테이트,

셀룰로오스 아세테이트 부틸레이트(CAB), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트, 폴리메틸아크릴레이트(PMA), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리아크릴 공중합체, 폴리비닐아세테이트(PVAc), 폴리비닐아세테이트 공중합체, 폴리퍼플루알콜(PPFA), 폴리카우틸메타아크릴레이트(PLMA), 폴리스티렌(PS), 폴리스티렌 공중합체, 폴리에틸렌 옥사이드(PEO), 폴리프로필렌옥사이드(PP0), 폴리에틸렌옥사이드 공중합체, 폴리프로필렌옥사이드 공중합체, 폴리카보네이트(PC), 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리카프로락톤(PCL), 폴리비닐카바졸(PVK), 폴리비닐리덴플루오라이드(PVdF), 폴리비닐리덴플루오라이드 공중합체 및 폴리이미드로 이루어진 군에서 1종 이상 선택하여 사용될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0067] 그리고, 상기 고분자들 중에서 셀룰로오스 아세테이트 부틸레이트(CAB)를 사용하는 것이 가장 바람직하다. 상기 셀룰로오스 아세테이트 부틸레이트(CAB)는, 가열에 의해 변형, 연화를 일으키기 시작하는 온도가 180~220℃이고 비중은 1.28~1.3으로 일반 용매에도 잘 녹으므로 가공하기가 쉬운 특성을 가진다.

[0068] 또한, 용액의 유기 용매는 소수성 유기용매인 것이 바람직하다. 상기 소수성 유기용매는 일반적으로 지방족 및 방향족 탄화수소, 구체적으로는 헥산, 헵탄, 시클로헥산, 옥탄, 노난, 데칸, 벤젠, 톨루엔, 크실렌 등 C₄ 내지 C₂₀의 탄화수소 및 그 이성질체, C₁₀ 내지 C₂₀의 지방족 및 방향족 알코올, C₁₀ 내지 C₂₀의 지방족 및 방향족 에스테르, C₁₀ 내지 C₂₀의 지방족 및 방향족 에테르, 실리콘 화합물, C₅ 내지 C₂₀의 지방산 유도체로 이루어진 군에서 1종 이상 선택하여 사용될 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0069] 그리고 상기 소수성 유기용매는 클로로포름(CHCl₃)인 것이 가장 바람직하다. 상기 클로로포름은, 메탄(CH₄)의 3개의 수소를 염소로 치환한 화합물로서 화학식CHCl₃. 분자량 119.38, 녹는점 -63.5℃, 끓는점 61.2℃, 비중 1.49845(15℃)이다. 무색 투명한 액체로 휘발성이며, 특유한 냄새가 나고, 약간 달면서 찌르는 듯한 맛이 난다. 에탄올이나 벤젠에는 녹지만, 물에는 잘 녹지 않는다.

[0070] 또한, 상기 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법 중 스핀 코팅된 고분자층을 건조시키는 제3단계에서 사용되는 건조 방법은, 진공오븐 내에서 복사열에 의해 실시하는 것이 바람직하다. 즉, 진공 상태의 오븐에서 복사열을 이용할 경우, 유기 용매의 특성이 열에 의해 변하지 않는 저온의 건조 공정을 실시할 수 있는 이점이 있기 때문이다.

[0071] 도 8은 녹색의 유기발광소자에 대한 마이크로캐비티 효과와 이를 적용한 유기발광소자의 구조에 대한 도면이고, 도 9는 상기 언급한 도 7(a)와 같은 2차원 구조로 이루어진 다공성층과, 상기 언급한 도 7(b)와 같은 3차원의 복층으로 구성되는 다공성층의 마이크로캐비티 유기발광소자에 대한 광학적 특성을 비교하여 나타낸 도면이다.

[0072] 도 8의 (a)에 나타난 것과 같이, 특정 두께에서 녹색광의 밝기가 최대치가 되는 것을 확인할 수 있는데, 마이크로캐비티 효과를 통한 광추출 효과이다. 도 8의 (b)에는 배면 발광형(Bottom Emission)의 유기발광소자의 구조 및 사용된 재료들의 에너지 밴드 다이어그램이 도시되어 있다.

[0073] 도 9는 상기 도 8(b)의 배면 발광형(Bottom Emission) 녹색 유기발광소자를 측정된 것으로서, 마이크로캐비티 효과를 사용하지 않은 녹색 유기발광소자(이하 Noncavity Device라고 함), 다공성 필름이 부착되지 않은 Device A, 상기 특허문헌 1에 의하여 제조된 2차원 다공성 필름이 부착된 Device B, 및 본 발명에 의하여 제조된 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성 필름이 부착된 Device C (단, 상기 Device A, B, C는 모두 마이크로캐비티 효과가 적용됨을 전제로 함) 각각의 전압(Voltage) 변화에 따른 전류 밀도(Current Density) 및 밝기(Luminance)를 나타낸 도면이다. 좌측 Y축에 대한 그래프 및 우측 Y축에 대한 그래프는 화살표로 표시하여 구별하였다. 빛이 방출되기 시작하는 3V 전압 이상의 영역을 분석하면, Noncavity Device를 제외하고 모두 광추출 효과에 의하여 밝기가 상승하였으며, 각 Device 별로 전류 밀도(Current Density)는 모두 매우 유사하여, 각 장치 상호간 유의미한 차이가 관찰되지 않았다.

[0074] 도 10은 상기 도 8(b)의 배면 발광형(Bottom Emission) 녹색 유기발광소자를 측정된 것으로서, 상기 도 9와 마찬가지로, Noncavity Device, Device A, Device B, Device C 각각의 밝기(Luminance)의 변화에 따라 전류 효율(Current efficiency) 및 전력 효율(Power efficiency)를 나타낸 도면이다. 상기 도 9와 마찬가지로 좌측 Y축에 대한 그래프 및 우측 Y축에 대한 그래프는 화살표로 표시하여 구별하였다. Noncavity Device를 제외하고 모두 전류 및 전력 효율이 증가하였으며, 본 발명의 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성 필름을 구비한 Device C가 종래 특허문헌 1의 2차원의 다공성 필름을 구비한 Device B보다 전류 및 전력 효율의 감소의 정도가 훨씬 줄어든 것을 확인할 수 있었다.

[0075] 도 11은 상기 도 9 및 도 10의 대표적인 수치 및 해당 녹색값의 색좌표(x, y)값을 더 추가하여 이를 나타낸 도

면이다. 마이크로캐비티 효과를 적용함에 따라 Noncavity Device와 다른 Device들 사이의 수치상의 변화는 존재하지만, Device C가 Device B보다 모든 수치에서 Device A에 더 가깝다는 사실을 확인할 수 있었다.

[0076] 도 12는 어떠한 확산층도 구비하지 않은 전계발광소자(a)와, 종래 특허문헌 1의 2차원 다공성층을 구비한 전계발광소자(b)와, 본 발명의 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 구비한 전계발광소자(c)를 나타낸 도면이다. 전계발광소자의 원래 모습은 정사각형임을 도 12(a)에서 알 수 있으나, 도 12(c)의 본 발명의 다공성층을 구비한 경우 가장 원형에 가깝게 보였으며, 이는 본 발명의 다공성층의 뛰어난 확산능력을 나타낸다.

[0077] 도 13은 상기 Noncavity Device, Device A, Device B, Device C의 시야각 특성을 나타낸 도면이다. 도 13(a)는 상기 각 장치들의 시야각 별로 방출되는 빛의 밝기를 측정한 것이다. 광학에 있어 램버시안 방출은 이상적인 광 분산 또는 반사 표면에서 관찰된 광량 또는 방출된 광의 강도는 표면과 관찰자 사이의 코사인 각도에 의해 정비례함을 의미하는데, 도 13(a)에 램버시안 방출이 실선으로 표시되어 있고, Noncavity Device가 이와 가장 유사하므로, 가장 이상적임을 확인할 수 있다. 이에 비하여, Device A, B, C는 모두 이상적인 램버시안 방출과 어느 정도 차이를 나타내는데, 이 중 Device C의 경우 다른 Device A, B보다 램버시안 방출과 더 가깝다는 사실을 확인할 수 있다.

[0078] 또한 도 13(b), (c), (d)는 Device A, B, C의 시야각 별로 관찰되는 빛의 파장의 차이를 나타내는 것으로, Device A는 최대 25nm, Device B는 최대 19nm, Device C는 최대 13nm의 변화를 보인다. 따라서 Device C가 가장 빛의 왜곡 정도가 작다는 것을 확인할 수 있다.

[0079] 상기 도 9 내지 도 13에서 확인할 수 있는 바와 같이, 본 발명의 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성 필름을 구비한 Device C가 마이크로캐비티 효과에 의하여 뛰어난 광추출 효과를 유지함과 동시에, 마이크로캐비티에 의해 발생하는 단점인 시야각의 감소, 시야각에 따른 빛의 왜곡 현상 등을 완화시켜 준다.

[0080] 도 14는 청색 유기발광소자에 대한 것으로, 상기 도 9, 도 10의 녹색 유기발광소자와 마찬가지로 청색 유기발광소자에도 동일한 효과가 있음을 나타내는 도면이다. 이때 Device A는 확산필름을 구비하지 않은 것이고, Device B는 본 발명의 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성 필름을 구비한 것을 말한다.

[0081] 도 15는 적색 유기발광소자에 대한 것으로 상기 도 14와 마찬가지로 적색 유기발광소자에 있어서도 동일한 효과가 있음을 나타내는 도면이다. 상기 도 14와 마찬가지로 Device A는 확산필름을 구비하지 않은 것이고, Device B는 본 발명의 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성 필름을 구비한 것을 말한다.

[0083] 또한, 본 발명의 상기 제1실시예에서 다공성층 제조방법의 구체적인 적용은 다음과 같다.

[0084] 즉, 본 발명의 상기 제1실시예에 따른 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 형성방법은 상기 제1단계에서 고분자의 농도를 조절하거나, 제2단계에서 습도 또는 스핀 코팅의 속도를 조절하는 다공성층의 제조방법을 나타낸다. 특히, 스핀 코팅 장치의 턴테이블에 제1기재를 장착하여, 제1기재 상에 상기 유기 용액을 떨어뜨려 스핀 코팅할 수 있다.

[0085] 따라서, 상기 제조방법의 제1단계에서, 용액에 포함된 고분자의 농도를 1 내지 15중량% 미만 범위 내에서 조절하는 제1-1단계, 스핀 코팅 장치의 턴테이블에 제1기재를 장착하여, 제1기재 상에 용액을 떨어뜨려 스핀 코팅을 준비하는 제1-2단계를 더 포함할 수 있다.

[0086] 또한 상기 제조방법의 제2단계에서, 습도 또는 스핀 코팅의 속도 중 어느 하나를 조절하는 제2-1단계를 더 포함할 수 있다.

[0087] 도 16은 본 발명의 제1실시예의 제1-1단계에서 90%정도의 습도 분위기에서 90초간 스핀 코팅을 실시하면서, 고분자의 중량비를 15wt%(이하 중량%), 8중량%, 3중량%로 변화시키면서 본 발명의 제조방법으로 다공성층을 제조한 경우, 그 다공성층의 구조를 SEM을 통하여 촬영한 도면이다. 도면 16의 (a)의 경우 다공성층의 구조가 기형적으로 형성되는 것을 확인할 수 있다. 이는 15중량%의 농도를 가지는 경우, 고농도의 용액으로 인한 강한 표면장력으로 인하여 액적들의 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic mechanism)이 방해받기 때문으로 보인다. 이에 비하여 도면 16(b), (c)의 경우 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층이

제조되는 것을 확인할 수 있다. 따라서 본 발명의 제1-1단계의 고분자 농도는 15중량% 미만으로 제조되는 것이 바람직하며, 특히 도 16(c)와 같은 3중량%가 가장 바람직함을 알 수 있다. 상기 도 16(c)를 더 확대한 사진에서, 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공이 3차원의 복층으로 형성된 것을 확인할 수 있다.

[0089] 한편, 상기 제1-2단계에서 장착되는 제1기재는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 안착하는 구성이다. 특히, 광추출 효율을 향상시키기 위해, 발광소자에 상기 다공성층이 구비될 경우, 제1기재는 기구적 강도를 제공하고 투명 창 기능을 제공하는 투명기재에 해당할 수 있다.

[0090] 따라서, 상기 투명기재의 재질은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 플라스틱(plastic), 유리(glass), 석영(quartz) 및 사파이어(sapphire)로 이루어지는 군으로부터 선택될 수 있다.

[0091] 특히, 상기 투명기재가 플라스틱으로 이루어질 경우, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에테르술폰(PES), 고리형 올레핀 고분자(COC), TAC(Triacetylcellulose), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol; PVA) 필름, 폴리이미드(Polyimide; PI), 폴리스틸렌(Polystyrene; PS), 이축연신폴리스틸렌(K레진 함유 biaxially oriented PS; BOPS), 폴리프로필렌(PP), 트리아세틸셀룰로오스(TAC)로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0093] 또한, 본 발명의 제1실시예에 따른 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층의 제조방법에서 습도가 높을수록 형성되는 기공의 사이즈 및 분포밀도가 높아지고, 스핀 코팅의 속도가 높을수록 형성되는 기공의 사이즈 및 분포밀도가 낮아지므로, 이러한 조절을 위하여 습도 또는 스핀 코팅의 속도를 조절하는 것이 바람직하다.

[0094] 또한, 습도 또는 스핀 코팅의 속도뿐만 아니라, 스핀 코팅하는 시간 또한 조절이 가능하며, 이를 통하여 다공성층의 기공 사이즈 및 분포밀도를 조절하는 것도 가능하다. 스핀 코팅하는 시간이 길어질수록 형성되는 기공의 사이즈 및 분포밀도가 낮아지기 때문이다. 따라서, 다공성층의 기공의 고른 두께를 형성하기 위하여 90초 내외가 가장 바람직하나, 다른 조건들의 변화에 따라 최적값이 달라질 수 있다.

[0095] 한편, 본 발명의 제1실시예에서 스핀 코팅의 속도를 조절하는 구체적인 일 실시예는 다음과 같다.

[0096] 도 17은 본 발명의 제1실시예의 제2-1단계에서 스핀 코팅의 속도를 1000rpm, 2000rpm, 3000rpm으로 변화시키면서 본 발명의 제조방법으로 다공성층을 제조한 경우, 그 다공성층의 구조를 SEM을 통하여 촬영한 도면이다. 도 17의 (a), (b), (c)에서 나타난 바와 같이, 다공성층의 기공 밀도는 스핀의 속도가 증가할수록 감소하였고, 이는, 스핀 속도가 높을수록 액적들이 고분자 용액으로 가라앉아 상호작용하기 어려워진다는 것을 의미한다.

[0097] 구체적으로, 습도는 70% 내지 100%로 유지되는 것이 바람직하고, 스핀 코팅의 속도는 1,000rpm 내지 10,000rpm으로 유지되는 것이 바람직하다. 즉, 스핀 코팅의 속도가 1,000rpm 보다 낮으면 다공성층에 형성되는 기공의 수가 너무 많아 다공성층의 활용성이 떨어지고, 스핀 코팅의 속도가 10,000rpm 보다 높으면 다공성층에 스핀 코팅의 회전력이 높아 기공이 잘 형성되지 않으며, 습도가 70% 보다 낮은 경우에도 다공성층에 기공이 잘 형성되지 않는다. 다만, 고분자 용액의 종류 및 농도에 따라 최적값이 변할 수 있다. 이때 스핀 코팅은 90초간 실시하는 것이 바람직하나 이에 한정되지 않는다.

[0098] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성층의 제조방법에서 습도는 가습 장치에 의해 조절될 수 있다. 가습 장치는 흡입한 물을 원심력으로 분산, 충돌시켜 입자화하여 공기 중으로 내보내는 원심분무 방식, 일정 주파수의 전기신호를 발생시켜 물속에 놓인 진동자의 진동 세기가 변하면서 초음파를 발생시키면 물에 진동이 일어나 안개가 발생하고 이를 송풍기로 내보내는 초음파 방식, 히터나 전극봉으로 물을 가열시켜 증기를 발생시켜 내보내는 전열 방식, 젖은 필터로 공기가 통하게 하여 물을 증발시켜 내보내는 필터 방식 및 상기 전열 방식과 초음파 방식을 혼합한 복합방식 중 어느 하나를 사용할 수 있으나, 상기 제1실시예에서 언급하였던 엘라스틱 바운싱 메커니즘(the elastic bouncing mechanism)의 원리로 다수의 기공을 형성하므로, 상기 가습 장치는 초음파 방식을 사용하는 것이 가장 바람직하다.

[0099] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 다공성층의 제조방법에서 스핀 코팅을 실시하는 시간 또한 조절될 수 있다. 도 17 등의 구체적인 실험에서는 90초 동안 스핀 코팅을 실시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0101] 또한, 본 발명의 상기 제1실시예의 제조방법을 통해 제조된 다공성층의 구체적인 특징은 다음과 같다.
- [0102] 또한, 상기 제조방법으로 제조된 다공성층은, 다수의 기공을 형성하되, 상기 기공들은 불규칙적으로 분포하고, 종래 발명인 특허문헌 1과 같이 고분자층 상부 표면에만 기공이 형성되는 것이 아니라, 3차원의 복층으로 고분자층 전체에 걸쳐 다공이 형성된다.
- [0103] 이때 상기 다공성층의 기공은 $0.2 \sim 3 \mu\text{m}$ 의 지름을 가지는 것이 바람직하며, 상기 다공성층의 두께는 $0.4 \sim 10 \mu\text{m}$ 인 것이 바람직하다.
- [0104] 구체적으로, 빛을 기공에 입사했을 때, 입사된 빛은 기공의 지름에 반비례하여 산란되는 특성을 가진다. 이때 $3 \mu\text{m}$ 보다 더 큰 기공일 때는 기공에 입사된 빛이 산란되는 정도가 급격히 감소하여 확산층으로 사용하기 어려운 문제가 있고, $0.2 \mu\text{m}$ 보다 더 작은 경우에는, 빛이 산란되는 정도가 과도하게 커서 빛이 입사된 방향으로 일부 빛이 되돌아가는 현상이 발생하는 문제가 있다.
- [0105] 또한, 본 발명은 상기 기공을 복층으로 구성하는 다공성층에 대한 발명으로, 최소한 기공 지름의 2배 이상인 $0.4 \mu\text{m}$ 이상의 두께를 가지는 것이 바람직하다. 또한, 다공성층이 $10 \mu\text{m}$ 두께를 초과하게 되면, 빛의 투과율이 뚜렷이 감소하는 문제가 있다.
- [0107] 이하, 본 발명의 상기 제1실시예에 따라 제조되는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 포함하는 디퓨저(Diffuser)의 바람직한 제2실시예에 대하여 설명하도록 한다. 이하, 설명하는 디퓨저(Diffuser)란, 빛을 확산시키는 얇은 필름(Film)을 의미하며, 그 용도는 마이크로캐비티 유기발광소자에 사용되는 것이 바람직하나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0108] 도 18의 (a), (b)는 본 발명의 제2실시예에 따른 디퓨저의 구성 중 일 실시예를 나타낸다.
- [0109] 도 18(a)는 다공성층, 편광필름(Polarizer Film), 보호 필름을 1개의 세트로서 다공성층 상부에 편광필름(Polarizer Film)이 구비되고, 상기 편광필름(Polarizer Film) 상부에 보호필름을 더 구비할 수 있다. 상기 1개의 필름 세트 최하부인 다공성층의 하부에 접착면을 구비하여, 누구나 용이하게 장치에 상기 필름 세트를 부착하는 것만으로도, 본 발명의 효과를 누릴 수 있도록 고안한 구성이다. 상기 다공성층은, 본 발명의 제조방법에 의하여 제조된 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층인 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서 선행 특허문헌 1의 제조방법에 의해 제조된 다공성층을 사용할 수도 있다.
- [0110] 또한, 상기 다공성층은 본 발명의 제1실시예의 제1기재를 포함하는 것이 바람직하며, 상기 제1기재의 하부에 접착면을 구비할 수 있다. 이때 상기 접착면은 디스플레이용 양면 접착테이프 또는 양면 접착용 필름으로 구성될 수도 있고, 열 접착을 위한 접착면일 수도 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 또한, 상기 접착면은 플라스틱 재료를 이용하여 형성될 수 있다. 이때, 플라스틱 재료의 예로는 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)와 같은 폴리에스테르, 폴리카보네이트, 폴리메틸 메타크릴레이트(PMMA)와 같은 아크릴계 수지, 노르보넨계 수지, 또는 환식 올레핀 중합체가 포함된다. 또한, 이러한 플라스틱 재료는 단독으로 또는 2종 이상을 조합하여 사용할 수도 있다.
- [0111] 또한, 상기 편광필름(Polarizer Film)은 투명한 필름에 성막할 수 있고 연신 가능한 것이 바람직하며, 특히 소수성의 열가소성 수지가 바람직하다. 상기 열가소성 수지는 예를 들면 폴리에스테르, 폴리아미드, 폴리올레핀, 폴리할로겐화비닐, 폴리스티렌, 폴리카보네이트, 폴리아크릴레이트, 폴리술폰, 폴리에테르, 폴리비닐 알콜 등이 단독 중합체 또는 공중합체를 들 수 있으며, 특히 바람직하게는 폴리올레핀, 폴리아미드, 폴리에테르를 사용하면 좋다.
- [0112] 또한, 상기 편광필름(Polarizer Film)은 리타더(Retarder)로서 외부광원을 원편광시켜 디스플레이 특성을 향상시키는 원편광필름인 것이 바람직하다.
- [0113] 상기 원편광필름에 관해 설명하면, 원편광이란, 편광의 일종으로서 광파의 진동 벡터의 끝이 원운동(빛의 진행을 생각하면 스카이럴 운동)을 하는 것이고, 빛의 진행 방향에 정대(正對)하는 관측자로부터 볼 때 시계(반시계)방향인 것을 우(좌)회전 원편광이라 한다. 또한, 원편광은 진행 방향으로 수직인 면안에서 서로 직각 방향으로 진동하는 진폭이 같고 위상이 90° 벗어난 2개의 직선 편광으로 분해할 수 있다. 실험적으로는 4분의 1 파장판에 그 주축 방향과 45° 기운 진동 방향을 가진 직선 편광을 입사하면 원편광을 얻을 수 있고, 역으로 원편광을 4분의 1 파장판에 통하게 하면 직선 편광이 된다.

- [0114] 통상, 편광필름은 대한민국 공개특허공보 제10-2013-0117125호 등과 같이 리소그래피(lithography) 방식으로 제조될 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않음을 알아야 한다.
- [0115] 또한, 상기 보호필름(Protect Film)은 상기 필름세트를 부착시 다공성층 표면이 외부자극으로부터 손상되는 것을 막기 위한 구성으로, 상기 필름세트를 장치에 부착한 후에는 제거될 수 있다.
- [0116] 또한, 상기 다공성층의 상부에는, 편광필름과의 원활한 접착 등을 위하여 평탄층을 더 포함할 수 있다. 상기 평탄층은 상기 다공성층 상의 다공 구조를 덮어 평평하게 하는 층으로서, 광을 투과시키도록 투명하게 형성되는 것이 바람직하다. 이에 따라, 상기 평탄층은 상기 다공성층 상에 상기 편광필름이 형성될 수 있는 평탄한 표면을 제공하고, 경우에 따라서는 상기 다공성층의 다공 구조와 상호 작용으로 광추출 효율을 보다 높일 수 있다.
- [0117] 상기 평탄층은 무기물, 폴리머, 상기 무기물과 상기 폴리머의 복합체 중 적어도 하나를 포함할 수 있으며, 이때 무기물은 TiO_2 , TiO_2-SiO_2 , ZrO_2 , ZnS , SnO_2 , In_2O_3 등 가운데 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 상기 폴리머는 폴리비닐 페놀 수지, 에폭시 수지, 폴리 이미드 수지, 폴리 스티렌 수지, 폴리 카보네이트 수지, 폴리 에틸렌 수지, PMMA 수지, 폴리 프로필렌 수지, 실리콘 수지 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0118] 도 18(b)는 도 18(a)의 필름 세트가 장치에 부착되는 모습을 나타낸 것이다. 도 18(b)와 같이, 발광소자의 상부에 상기 필름 세트를 부착하는 간단한 방법만으로도 본 발명의 효과를 누릴 수 있으며, 상기 필름 세트를 구매하여 부착하면 되므로 별도의 공정이나, 제조시설을 더 구비하지 않아도 되므로, 제조비용을 현저히 절감할 수 있다.
- [0120] 이하, 본 발명의 상기 제1실시예에 따라 제조되는 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공을 3차원의 복층으로 형성한 다공성층을 이용하는 발광소자의 바람직한 제3실시예에 대하여 설명하도록 한다. 이하, 설명하는 본 발명에 따른 발광소자는 발광하는 장치로서, 발광다이오드, 조명 및 디스플레이장치를 포함한다.
- [0121] 도 19는 본 발명의 제3실시예에 따른 정면 발광형(Top Emission) 발광소자의 구성을 나타낸다.
- [0122] 본 발명의 제3실시예에 따른 발광소자는, 도 19에 도시된 바와 같이, 제1투명기재(100), 상기 제1투명기재(100) 상에 구비된 제1전극(200), 상기 제1전극(200) 상에 구비된 발광층(300), 상기 발광층(300) 상에 구비된 제2전극(400), 상기 제2전극(400) 상에 구비된 제2투명기재(500) 및 상기 제2투명기재(500) 상에 구비된 다공성층(600)을 포함한다.
- [0123] 이때, 상기 다공성층(600)은 본 발명의 제1실시예에 따라 제조된 상기 다공성층인 것이 바람직하다. 즉, 상기 다공성층(600)이 본 발명의 제1실시예에 따라 제조될 경우, 상기 제2투명기재(500)는 상기 제1-2단계의 제1기재에 해당할 수 있다.
- [0124] 즉, 상기 제2투명기재(500)은 상기 제2전극(400)의 상에 구비되고 다공성층(600)의 하부에 구비된 투명한 층 또는 투명한 다수의 층을 의미하며, 상기 제2투명기재(500)는 캐핑층(capping layer), 보호층(passivation layer), 봉지층(encapsulation layer) 등을 포함할 수 있다.
- [0125] 상기 제2투명기재(500)가 다수개의 투명한 층인 경우, 제2전극(400)상에 구비된 캐핑층(capping layer), 상기 캐핑층 상에 구비된 보호층(passivation layer)으로 구성되거나, 또는 제2전극(400)상에 구비된 캐핑층(capping layer), 상기 캐핑층 상에 구비된 보호층(passivation layer), 상기 보호층 상에 구비된 봉지층(encapsulation layer)으로 구성되는 것이 바람직하다. 일반적으로 캐핑층을 구성하는 재료는 비닐류의 유기물로서, 캐핑층 상부에 바로 본 발명의 제1실시예에 따른 제조방법을 사용하는 경우, 캐핑층 및 다공성층의 손상을 초래할 가능성이 있기 때문에, 상기 보호층 또는 봉지층을 본 발명의 제1실시예의 제1기재로 사용하는 것이 바람직하다.
- [0126] 또한 상기 제2투명기재(500)는 캐핑층, 보호층, 봉지층 이외에 HIM 및 LIM 층을 더 포함할 수도 있다(이하 도 23, 24 및 관련 설명 참조).
- [0127] 상기 제1전극(200)은 상기 발광층(300)에 정공(hole)을 공급하는 애노드(anode)이고, 상기 제2전극(400)은 상기 발광층(300)에 전자(electron)를 공급하는 캐소드(cathode)이다. 이때, 본 발명의 제3실시예에 따른 발광소자가 상향 발광(top-emitting)의 특성을 갖는 경우, 상기 제1전극(200)은 광을 반사하는 반사형으로 형성되고, 상기 제2전극(400)은 광을 투과시키는 투과형으로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0128] 즉, 상기 제1전극(200) 및 제2전극(400)은 도전성을 가지는 물질, 즉, Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir,

Cr, Li 또는 Ca 등의 금속, 도전성 폴리머, 그래핀, ITO, IZO, ZnO, In₂O₃, AZO(aluminum zinc oxide) 또는 IZTO(indium zinc tin oxide) 등의 투명전도성산화물(TCO)로 형성될 수 있으며, 특히 상기 제1전극(200)은 반사막을 더 포함할 수 있다.

- [0130] 도 20은 본 발명의 제4실시예에 따른 발광소자의 구성을 나타낸다.
- [0131] 본 발명의 제4실시예에 따른 발광소자는, 도 20에 도시된 바와 같이, 상기 제3실시예에 따른 도 19의 구성과 동일하되, 다공성층(610)의 상부에 편광필름(710)을 더 포함한다.
- [0132] 상기 제1투명기재(110), 제1전극(210), 발광층(310), 제2전극(410) 및 제2투명기재(510)는 상기 도 19에 따라 설명한 제1투명기재(100), 제1전극(200), 발광층(300), 제2전극(400) 및 제2투명기재(500)와 동일하므로 이하 설명을 생략하도록 한다.
- [0133] 또한, 상기 편광필름(710)은 외부광원을 원편광시켜 다시 빛을 외부로 내보내어, 햇빛 등 외부광원을 제거하여 디스플레이 특성을 향상시키는 리타더(retarder) 역할을 한다. 따라서 상기 편광필름(710)은 외부광원을 원편광시켜 디스플레이 특성을 향상시키는 원편광필름인 것이 바람직하다. 이때 원편광이란, 상기 본 발명의 제2실시예에서 설명한 것과 같으므로 그 설명은 생략한다. 리타더(retarder)(710)의 원리 및 역할을 고려할 때, 도 20과 같이, 리타더(retarder)(710)는 다공성층(610)의 상부에 구비되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0135] 도 21은 본 발명의 제5실시예에 따른 발광소자의 구성을 나타낸다.
- [0136] 본 발명의 제5실시예에 따른 발광소자는, 도 21에 도시된 바와 같이, 상기 제4실시예에 따른 도 20의 구성과 동일하되, 다공성층(620)의 상부 및 편광필름의 하부에 평탄층(820)을 더 포함한다.
- [0137] 상기 평탄층(820)은 상기 본 발명의 제2실시예에서 설명한 것과 같으므로 그 설명은 생략한다. 다만, 상기 평탄층(820)은, 인접하는 제2전극(420)과 동등한 굴절률을 가질 수 있고, 예를 들면, 1.8 내지 3.5의 굴절률을 가질 수 있다.
- [0139] 도 22는 본 발명의 제6실시예에 따른 발광소자의 구성을 나타낸다.
- [0140] 본 발명의 제6실시예에 따른 발광소자는, 도 22에 도시된 바와 같이, 배면 발광형(Bottom Emission) 발광소자로서, 제1전극(230, 240, 250), 상기 제1전극 하부에 구비된 발광층(330, 340, 350), 상기 발광층 하부에 구비된 제2전극(430, 440, 450) 및 상기 제2전극 하부에 구비된 제3투명기재(530, 540, 550) 및 상기 제3투명기재 하부에 구비된 다공성층(630, 640, 650)을 포함한다.
- [0141] 상기 제1전극(230, 240, 250), 발광층(330, 340, 350), 제2전극(430, 440, 450)은 상기 도 19에 따라 설명한 제1전극(200), 발광층(300), 제2전극(400)과 동일하므로 이하 설명을 생략하도록 한다.
- [0142] 도 22에 도시된 바와 같이, 제3투명기재를 중심으로 상기 발광소자 구조를 밀봉하는 봉지층(930, 940, 950)을 더 포함하는 것이 바람직하다. 상기 도 19 내지 22와 같은 전면 방광형(Top Emission) 발광소자와 달리, 배면 발광형 발광소자는 제3투명기재(530, 540, 550) 및 봉지층(930, 940, 950) 만으로 소자 내부의 보호가 가능하다. 따라서 배면 발광형(Bottom Emission) 발광소자에서는 캐핑층, 보호층을 포함하지 않을 수 있다.
- [0143] 이때, 상기 다공성층(630, 640, 650)은 본 발명의 제1실시예에 따라 제조된 상기 다공성층인 것이 바람직하다. 즉, 상기 다공성층(630, 640, 650)이 본 발명의 제1실시예에 따라 제조될 경우, 상기 제3투명기재(530, 540, 550)는 상기 제1-2단계의 제1기재에 해당할 수 있다.
- [0144] 즉, 상기 제3투명기재(530, 540, 550)는 상기 제2전극(430, 440, 450)의 하부에 구비되고 다공성층(630, 640, 650)의 상부에 구비된 투명한 층 또는 투명한 다수의 층을 의미하며, 상기 제3투명기재(530, 540, 550)는 플라스틱(plastic), 유리(glass), 석영(quartz) 및 사파이어(sapphire)로 이루어지는 군으로부터 선택될 수 있다. 이는 상기 제1실시예의 제1기재와 동일하므로 이하 설명을 생략하도록 한다.
- [0145] 또한, 상기 제3투명기재(530, 540, 550)의 상부 및 제2전극(430, 440, 450)의 하부에는 HIM 및 LIM 층을 더 포

함할 수 있으며, 이하 도 23, 24에서 자세히 설명한다.

[0146] 또한, 도 22(b)에서 도시된 바와 같이, 상기 다공성층(640)의 하부에 편광필름(740)을 더 포함할 수 있다.

[0147] 상기 편광필름(740)에 대한 설명은 상기 제2실시예에서 설명한 것과 같이 리타더(retarder)의 역할을 하므로 그 설명은 생략한다.

[0148] 또한, 도 22(c)에서 도시된 바와 같이, 상기 다공성층(650)의 하부 및 편광필름(750)의 상부에 평탄층(850)을 더 포함할 수 있다.

[0149] 상기 평탄층(850)은 상기 본 발명의 제2실시예 및 제5실시예에서 설명한 것과 같으므로 그 설명은 생략한다.

[0151] 한편, 도 23은 HIM 및 LIM 층을 포함하는 유기발광소자를 나타낸 도면이다.

[0152] 상기 HIM 및 LIM 층은 High-Index Material Layer 및 Low-Index Material Layer로 구성된 층을 말하며 각 층은 직접 접촉되어 함께 사용되는 것이 바람직하다. 도 23에서 도시된 것처럼, 보다 더 낮은 굴절률을 지닌 LIM층을 ITO에 직접 접촉하도록 구성하고, 상기 LIM보다 더 큰 굴절률을 가진 HIM을 상기 LIM 층에 직접 접촉하도록 구성함으로써, 마이크로캐비티 효과의 발현을 위한 두께의 조절과 함께 광로를 조절할 수 있도록 하는 역할을 한다. 도 23(a)는 정면 발광(Top Emission) 형태에서 HIM 및 LIM 층이 사용되는 구성을 나타낸 것이고, 도 23(b)는 배면 발광(Bottom Emission) 형태에서 HIM 및 LIM 층이 사용되는 구성을 나타낸 것이며, 도면 23(c)는 비교대조군으로서, 마이크로캐비티 효과를 사용하지 않는 배면 발광(Bottom Emission) 형태의 발광소자를 도시한 도면이다.

[0153] 또한, 도 24는 HIM 및 LIM 층을 포함하는 유기발광소자를 나타낸 다른 도면이다.

[0154] 상기 도 24의 OLED 및 ITO 층을 Layer 1, LIM 층을 Layer 2, HIM 층을 Layer 3이라 둔다면, Layer 1 내지 3은 각각 아래의 공진조건을 만족해야 마이크로캐비티 효과를 구현할 수 있다.

$$\sum_i (N_i \cdot D_i) = \frac{(2m-1) \cdot \lambda}{4}$$

[0155]

[0156] 이때, 상기 N은 굴절률, D는 층의 두께, m은 모드 차수(mode number), λ 는 빛의 파장을 나타낸다(OPTICS EXPRESS (SCI(E) 등재 <Weak-microcavity organic light-emitting diodes with improved light out-coupling/조상환 외 11명> 참조).

[0158] 한편, 도 25는 서로 다른 지름의 기공을 가진 불규칙적으로 분포하는 다수의 기공이 3차원의 복층으로 구성된 다공성층에 대한 도면이다.

[0159] 도 25의 (a)는 0.4~0.5 μ m, (b)는 1.0~1.2 μ m, (c)는 3~5nm의 지름을 가진 기공을 각각 도시하고 있다.

[0160] 또한, 도 26 내지 28은, 도 25의 각각 다른 지름의 기공을 가진 3차원 다공성층에 대한 광학적 특성을 나타낸 도면이다.

[0161] 상기 도 26 내지 28에서, Film 1은 도 25(a)의 0.4~0.5 μ m 지름의 기공을 가지는 본 발명의 다공성층이고, Film 2는 도 25(b)의 1.0~1.2 μ m 지름의 기공을 가지는 본 발명의 다공성층이며, Film 3은 도 25(c)의 3~5nm 지름의 기공을 가지는 본 발명의 다공성층을 의미하고, 레퍼런스(reference)는 다공성층이 도포되지 않은 투명한 PEP 필름을 의미한다.

[0162] 도 26의 (a)는 도 26 내지 28에서 실시한 테스트에서 사용된 배면 발광형(Bottom Emission) 유기발광소자의 구조 및 재료를 나타낸 도면이다. 최하부의 유리 기판에 본 발명의 다공성층을 도포하여 실험을 실시하였다.

[0163] 도 26의 (b)는 각각의 전압(Voltage) 변화에 따른 전류 밀도(Current Density) 및 밝기(Luminance)를 나타낸 도면이다. 좌측 Y축에 대한 그래프 및 우측 Y축에 대한 그래프는 화살표로 표시하여 구별하였다. 빛이 방출되기 시작하는 약5V 전압 이상의 영역을 분석하면, 각 Film 별로 전류 밀도(Current Density) 및 밝기(Luminance) 모두 매우 유사하여, 각 장치 상호간 유의미한 차이가 관찰되지 않았다.

[0164] 또한, 도 26의 (c) 및 (d)는 Film 1이 레퍼런스 값에 가장 근사함을 알 수 있어, 다른 Film 2, 3보다 효율이 더

높은 것을 확인할 수 있다.

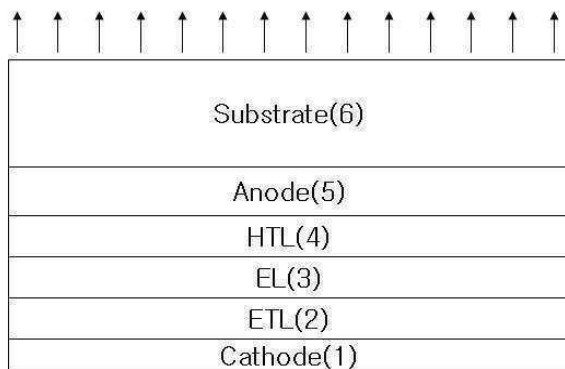
- [0165] 도 27은 상기 도 26의 대표적인 수치 및 $\Delta(u'v')$ 값을 더 추가하여 이를 나타낸 도면이다. 상기 $\Delta(u'v')$ 값은 색의 변화하는 정도를 나타내는 것으로, Film 1에서 레퍼런스, Film 2, 3에 비하여 색의 변화가 가장 작은 것을 확인할 수 있다.
- [0166] 이와 관련하여 도 28의 (a)는 시야각을 변화시킬 때 색이 변하는 정도를 나타낸 도면이다. 레퍼런스 및 Film 2, 3의 경우 시야각이 0~60°로 변화함에 따라 CIE(Commission Internationale de l'Eclairage) 좌표값이 크게 변화되었으나, 이에 비하여 Film 1의 경우 가장 안정된 CIE 좌표값 변화량을 확인할 수 있었다.
- [0167] 또한 도 28의 (b)에서 확인되는 것과 같이, Film 1의 시야각 별 밝기의 변화가 가장 이상적인 원형을 띄고 있어 램버시안 방출과 가장 유사하다고 판단된다.
- [0168] 따라서 상기 도 26 내지 28에서 확인되는 바와 같이, Film 1의 경우 그 광학적 특성이 가장 뛰어난 것을 실험적으로 알 수 있었다. 따라서 Film 1과 같이 0.4~0.5 μ m 지름의 기공을 가질 때, 다공성층으로 인한 발광소자의 시야각 특성이 현저히 향상됨을 확인할 수 있다.
- [0170] 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 발명의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 특히, 유기발광소자는 정면 발광(Top Emission) 형태와, 배면 발광(Bottom Emission) 형태로 나눌 수 있으며, 두 형태 중 어느 하나의 형태에 적용된 기술적 사상은 나머지 하나의 형태에도 마찬가지로 적용될 수 있음을 알아야 한다.

부호의 설명

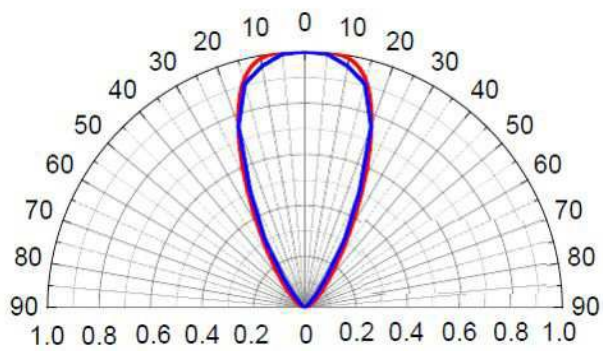
- [0172] 1 : 캐소드 2 : 전자수송층
 3 : 발광층 4 : 정공수송층
 5: 애노드 6 : 기판
 10 : 제1기재 20 : 제1용액
 30 : 제1다공성층 31 : 기공
 40 : 제2고분자층 50 : 제2다공성층
 60 : 제2기재 70 : 유기 용매
 100, 110, 120, 130, 140, 150 : 제1투명기재
 200, 210, 220, 230, 240, 250 : 제1전극
 300, 310, 320, 330, 340, 350 : 발광층
 400, 410, 420, 430, 440, 450 : 제2전극
 500, 510, 520 : 제2투명기재
 530, 540, 550 : 제3투명기재
 600, 610, 620, 630, 640, 650 : 다공성층
 710, 720, 740, 750 : 편광필름
 820, 850 : 평탄층
 930, 940, 950 : 봉지층

도면

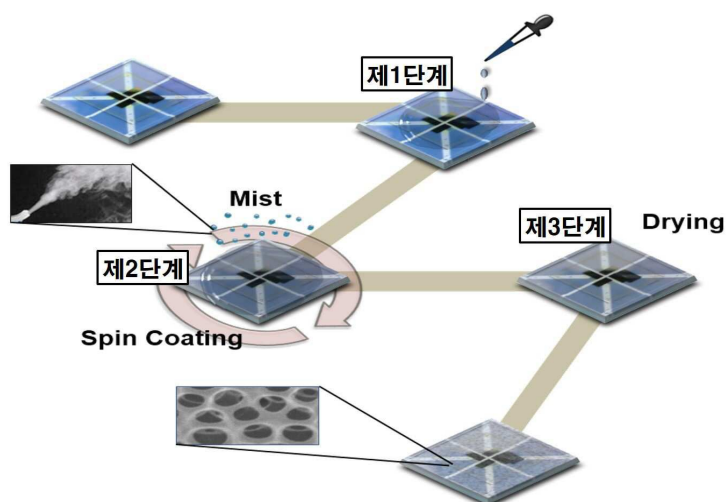
도면1



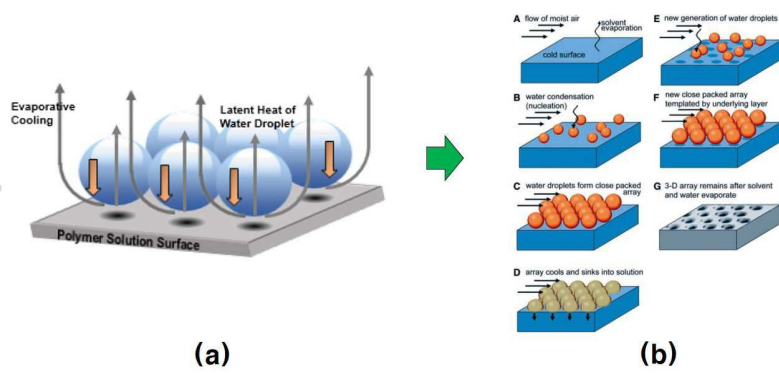
도면2



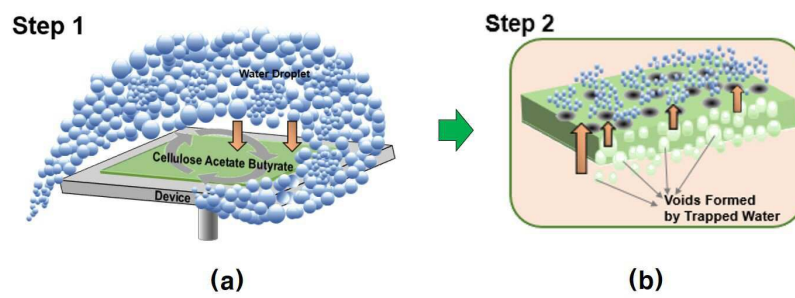
도면3



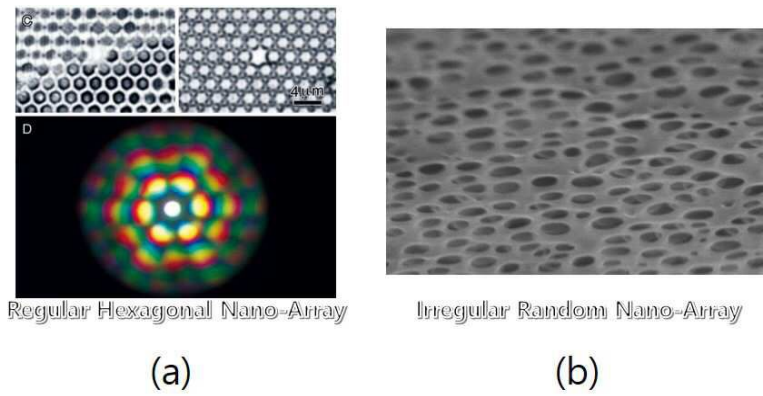
도면4



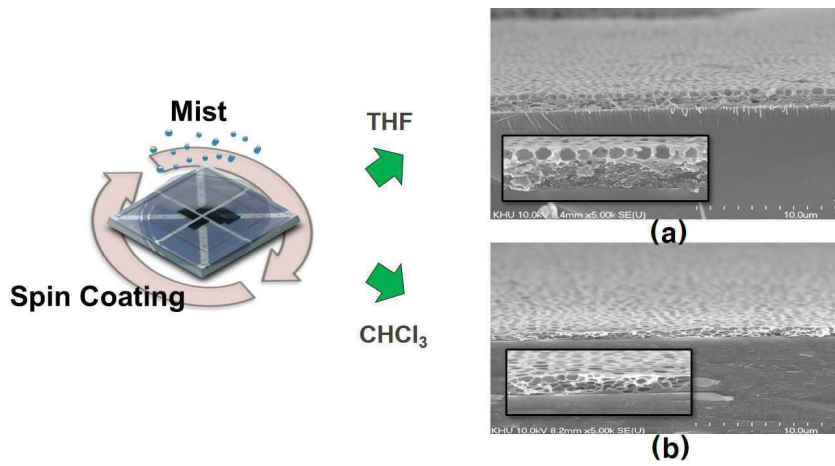
도면5



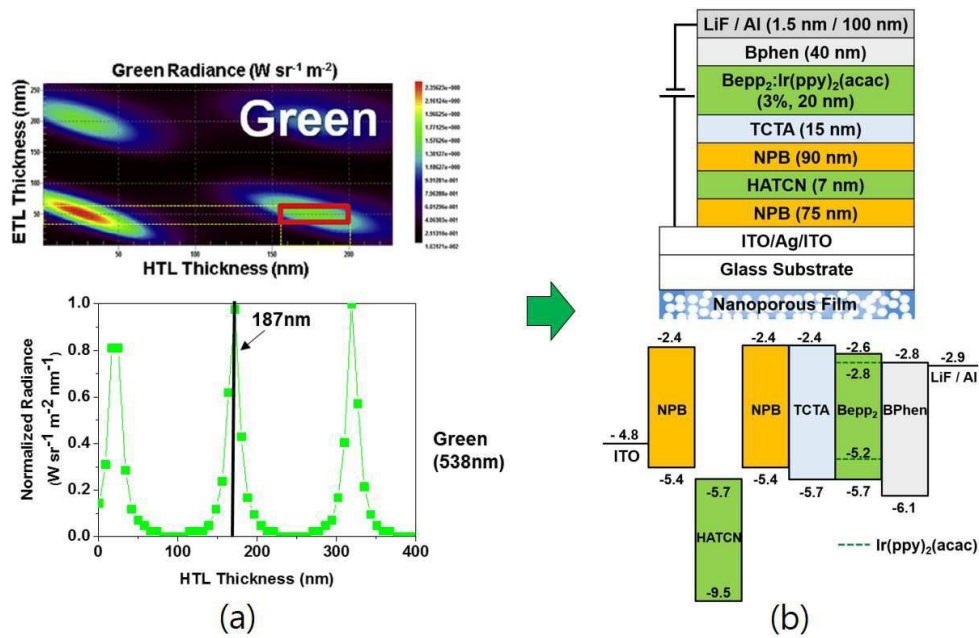
도면6



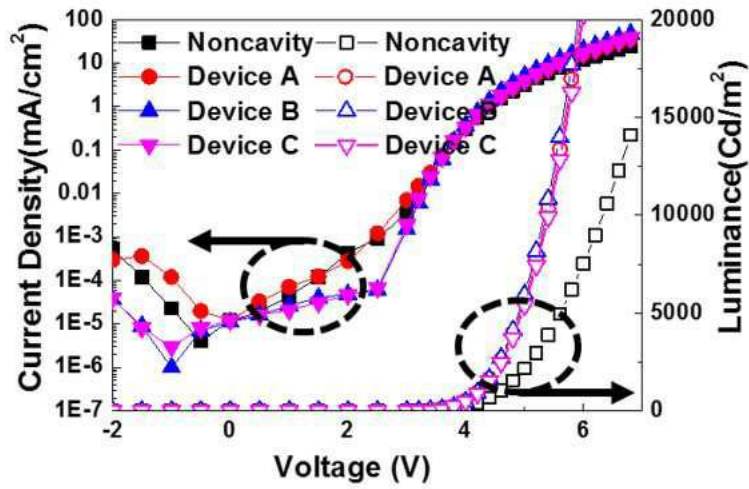
도면7



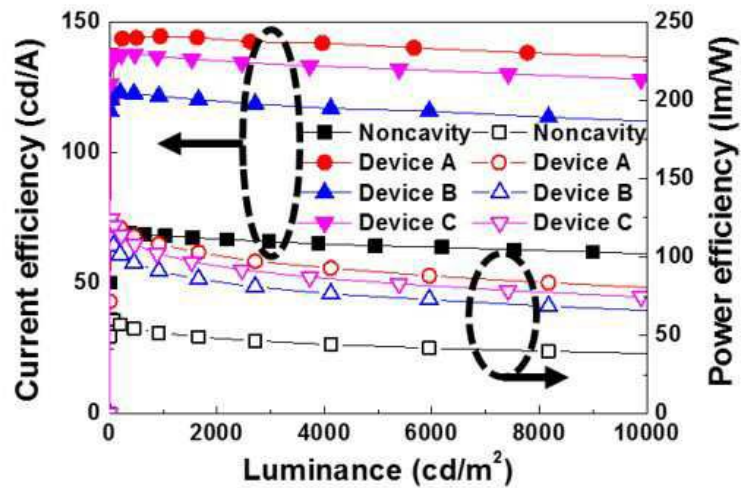
도면8



도면9



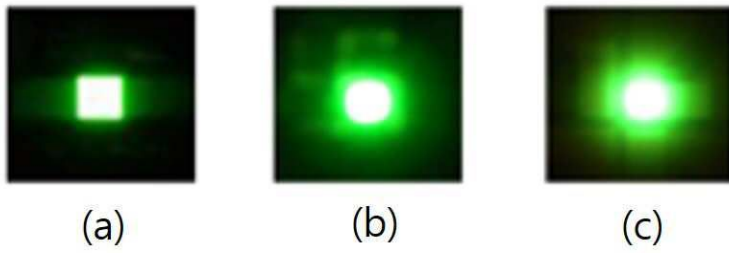
도면10



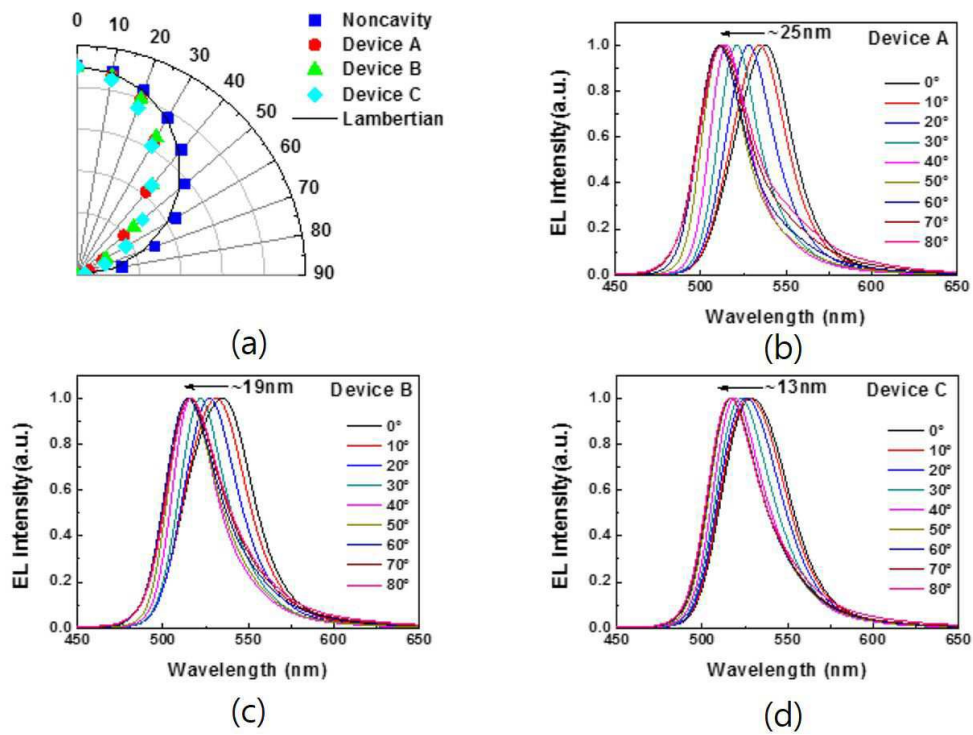
도면11

Items	Non-Cavity device	Device A	Device B	Device C
Turn-on voltage (1 cd/m ²)	3.0 V	3.0 V	3.0 V	3.0 V
Operating voltage (1,000 cd/m ²)	4.6 V	4.2 V	4.2 V	4.2 V
Efficiency (1,000 cd/m ²)	68.1 cd A ⁻¹ 46.5 lm W ⁻¹	144.5 cd A ⁻¹ 108.1 lm W ⁻¹	121.6 cd A ⁻¹ 90.9 lm W ⁻¹	136.8 cd A ⁻¹ 102.4 lm W ⁻¹
Efficiency (Max)	69.2 cd A ⁻¹ 60.3 lm W ⁻¹	144.5 cd A ⁻¹ 118.7 lm W ⁻¹	122.9 cd A ⁻¹ 113.8 lm W ⁻¹	137.6 cd A ⁻¹ 124.4 lm W ⁻¹
(x, y)	0.329, 0.620	0.258, 0.705	0.247, 0.704	0.253, 0.704
E.Q.E.	22.7 %	25.7 %	31.7 %	30.9 %

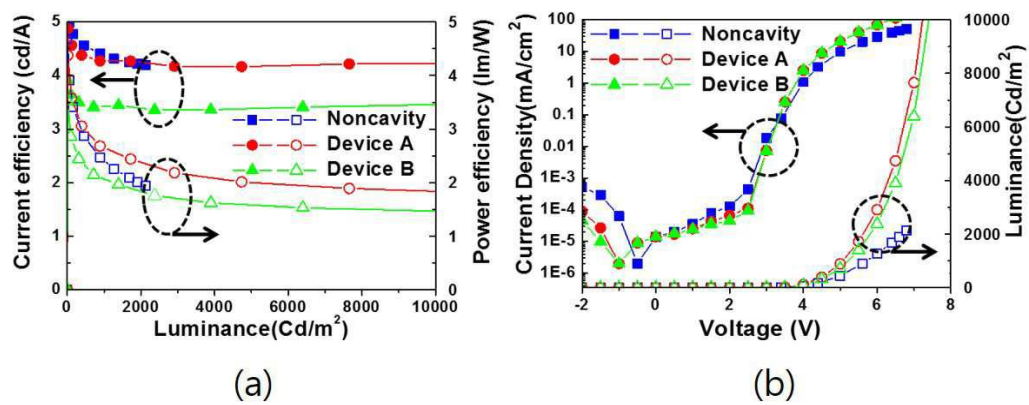
도면12



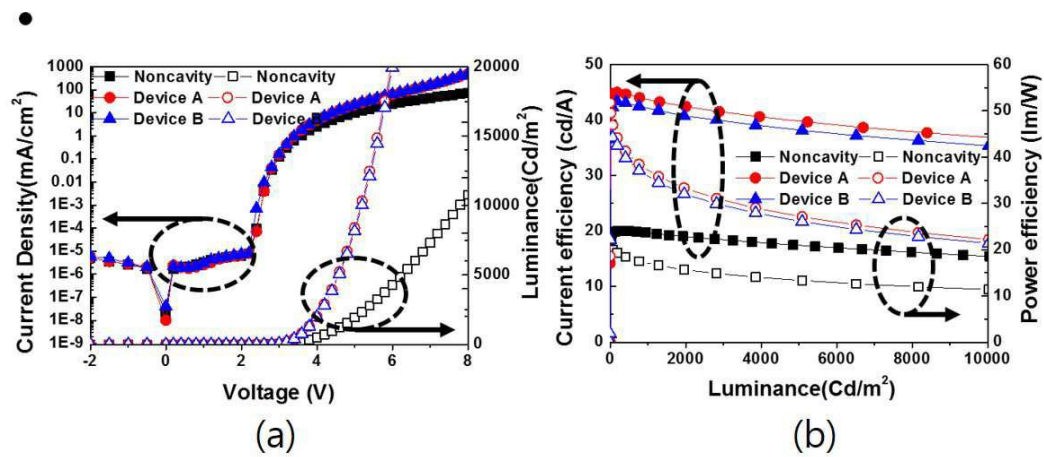
도면13



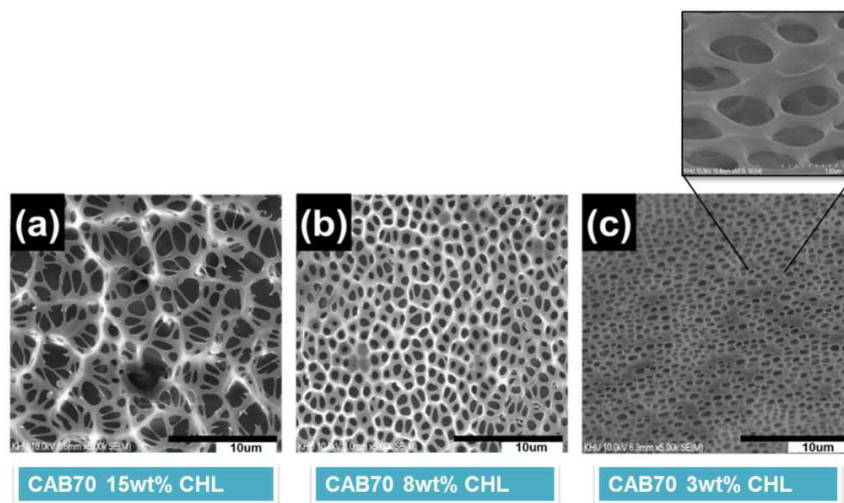
도면14



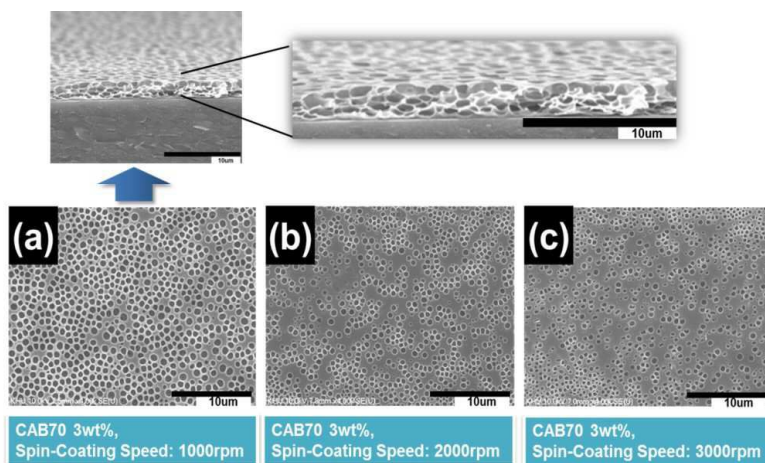
도면15



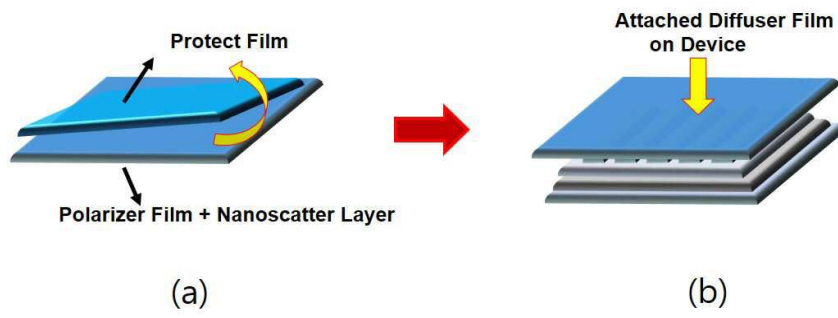
도면16



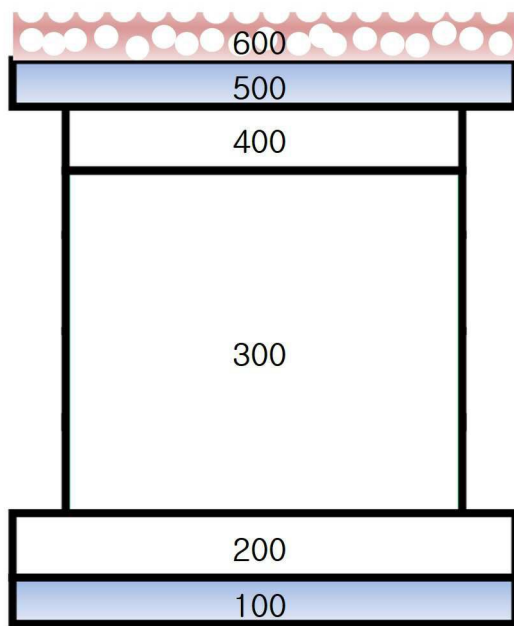
도면17



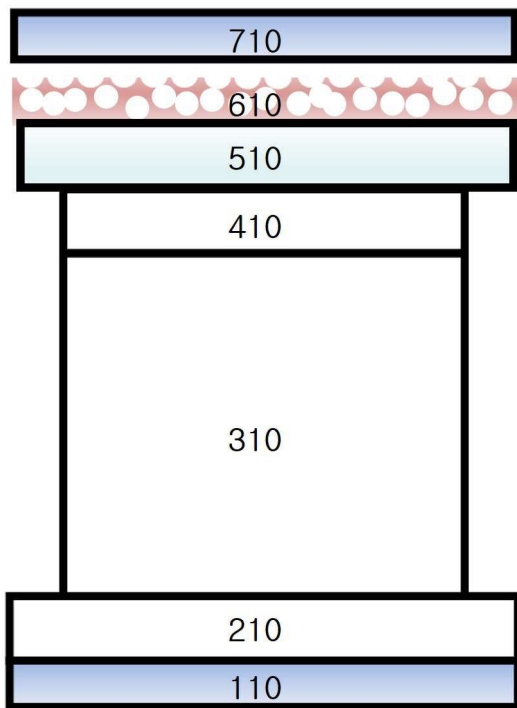
도면18



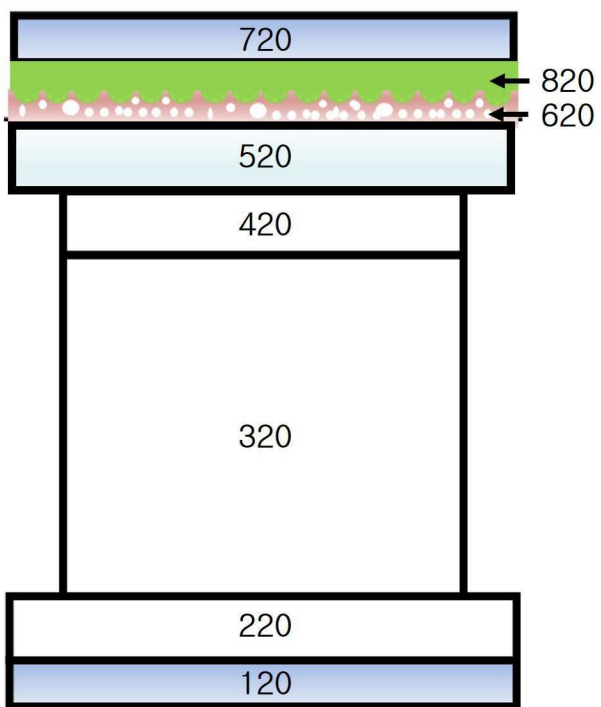
도면19



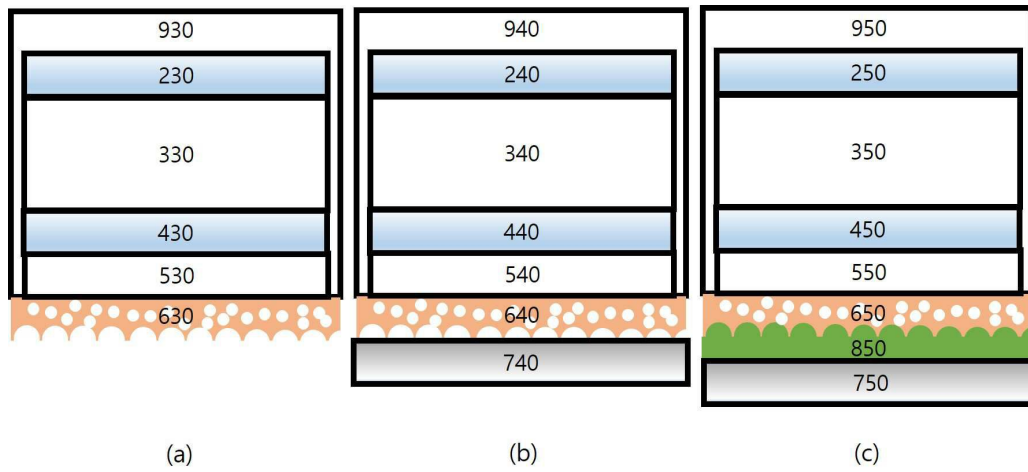
도면20



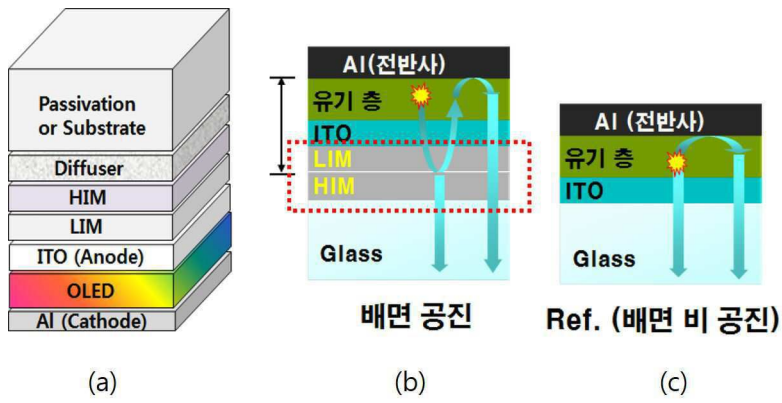
도면21



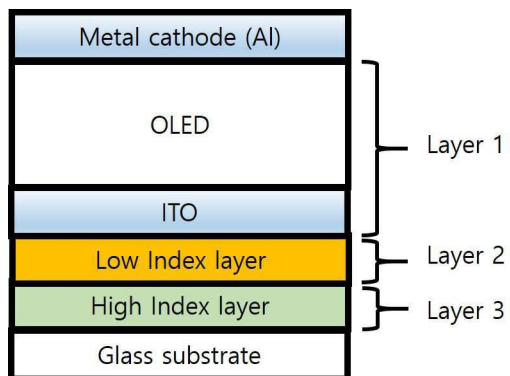
도면22



도면23



도면24



도면28

