



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0068239  
(43) 공개일자 2018년06월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**H01L 27/32** (2006.01) **G03F 7/00** (2006.01)  
**H01J 37/32** (2006.01) **H01L 21/027** (2006.01)  
**H01L 21/3065** (2006.01) **H01L 51/00** (2006.01)  
**H01L 51/52** (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
**H01L 27/322** (2013.01)  
**G03F 7/0007** (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0169956  
(22) 출원일자 2016년12월13일  
심사청구일자 2016년12월13일

- (71) 출원인  
**고려대학교 산학협력단**  
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)  
**한국전자통신연구원**  
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
- (72) 발명자  
**주병권**  
서울특별시 종로구 평창10길 7-2  
**이종희**  
대전광역시 유성구 노은로 151, 608호  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
**특허법인 누리**

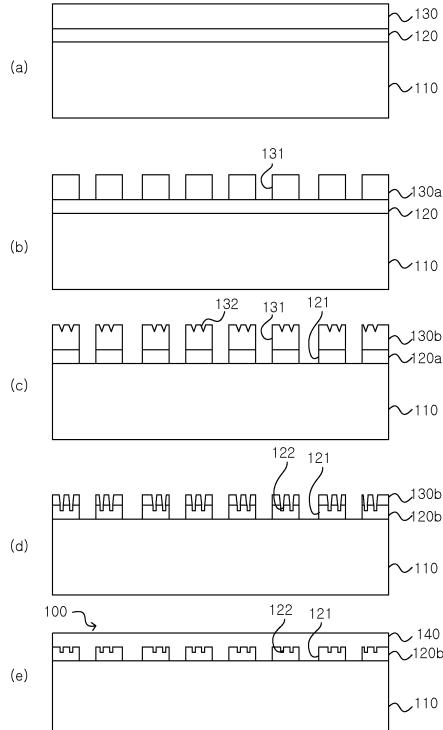
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 칼라 필터 및 칼라필터를 구비한 유기 발광다이오드 디스플레이

### (57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 칼라 필터 제조 방법은 기판(110) 상에 광추출층(120), 상기 광추출층(120) 상에 포토레지스트막(130)를 차례로 형성하고 상기 포토레지스트막(130)을 패터닝하여 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 포함하는 제1 포토레지스트 층(130a)을 형성하는 단계; 플라즈마 식각 공정을 사용하여 상기 제1 포토레지(뒷면에 계속)

**대 표 도** - 도1



스트층(130a)의 표면 모폴로지를 변화시키어 랜덤 요철 구조(132)를 제2 포토레지스트층(130b)에 형성하고 상기 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 식각 마스크로 플라즈마 식각 공정에 의하여 주기적인 광추출 패턴(121)을 구비한 제1 광추출층(120a)을 제공하는 단계; 상기 제2 포토레지스트층(130b)의 상기 랜덤 요철 구조(132)를 마스크로 사용하여 상기 제1 광추출층(120a)을 과식각(over-etch)하여 랜덤 패턴(122)을 형성한 제2 광추출층(120b)을 제공하는 단계; 및 상기 제2 포토레지스트층(130b)을 제거하고 제2 광추출층(120b) 상에 평탄층(140)을 형성하는 단계를 포함한다.

## (52) CPC특허분류

**H01J 37/321** (2013.01)  
**H01L 21/0273** (2013.01)  
**H01L 21/3065** (2013.01)  
**H01L 51/0018** (2013.01)  
**H01L 51/5262** (2013.01)  
**H01L 51/5275** (2013.01)  
**H01L 2251/301** (2013.01)

## (72) 발명자

## 이주성

울산광역시 중구 운곡3길 24, 101동 203

## 주철웅

인천광역시 남구 매소홀로475번길 18, 507호

## 하현준

서울특별시 동대문구 무학로49길 40, 502호

## 이정의

대전광역시 유성구 엑스포로 448

## 횡하

경기도 남양주시 와부읍 덕소로 118-18, 102동  
1406호

## 이) 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 G01201405010037

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가원

연구사업명 산업용합원천기술개발사업

연구과제명 [RCMS]AMOLED TV용 Soluble TFT 및 화소 형성 소재/공정 기술 개발\_10045269

기여율 1/1

주관기관 경희대학교 산학협력단

연구기간 2015.05.01 ~ 2016.04.30

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판(110) 상에 광추출층(120), 상기 광추출층(120) 상에 포토레지스트막(130)를 차례로 형성하고 상기 포토레지스트막(130)을 패터닝하여 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 포함하는 제1 포토레지스트 층(130a)을 형성하는 단계;

플라즈마 식각 공정을 사용하여 상기 제1 포토레지스트층(130a)의 표면 모폴로지를 변화시키어 랜덤 요철 구조(132)를 제2 포토레지스트층(130b)에 형성하고 상기 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 식각 마스크로 플라즈마 식각 공정에 의하여 주기적인 광추출 패턴(121)을 구비한 제1 광추출층(120a)을 제공하는 단계;

상기 제2 포토레지스트층(130b)의 상기 랜덤 요철 구조(132)를 마스크로 사용하여 상기 제1 광추출층(120a)을 과식각(over-etch)하여 랜덤 패턴(122)을 형성한 제2 광추출층(120b)을 제공하는 단계; 및

상기 제2 포토레지스트층(130b)을 제거하고 제2 광추출층(120b) 상에 평탄층(140)을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 칼라 필터 제조 방법.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 포토레지스트 막은 폴리메틸 메타크릴레이트(polymethylmethacrylate; PMMA) 기반 폴리머인 것을 특징으로 하는 칼라 필터 제조 방법.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 플라즈마 식각 공정은 불소, 염소, 및 브롬 중에서 적어도 하나의 원소를 포함하는 가스를 이용하는 유도 결합 플라즈마를 사용하는 특징으로 하는 칼라 필터 제조 방법.

#### 청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 플라즈마 식각 공정시 상기 제1 포토레지스트층(130a)은 외부로부터 공급된 자외선에 노출되는 것을 특징으로 칼라 필터 제조 방법.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 광추출층은 금속 박막 또는 유전체 박막이고,

상기 평탄층은 상기 광추출층과 다른 굴절율을 가지는 유전체인 것을 특징으로 하는 칼라 필터 제조 방법.

#### 청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 광추출층은 실리콘 산화막이고,

상기 평탄층은 실리콘 질화막인 것을 특징으로 하는 칼라 필터 제조 방법.

#### 청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 광추출층은 금속 박막이고,

상기 평탄층은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막인 것을 특징으로 하는 칼라 필터 제조 방법.

#### 청구항 8

기판;

상기 기판 상에 배치된 주기적인 광추출 패턴 및 랜덤 패턴을 구비한 광추출층; 및

상기 광추출층 상에 배치된 평탄층을 포함하고,

상기 주기적인 광추출 패턴은 주기적으로 배열된 제1 홀들을 포함하고,

상기 제1 홀들의 주기는 200 nm 내지 700 nm이고,

상기 랜덤 패턴은 상기 제1 홀들의 직경보다 작은 제2 홀들을 포함하고,

상기 제2 홀들은 랜덤하게 배치된 것을 특징으로 하는 칼라 필터.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제2 홀들은 상기 광추출층을 관통하지 않는 것을 특징으로 하는 칼라 필터.

#### 청구항 10

식각저지층을 구비한 기판;

주기적인 광추출 패턴 및 랜덤 패턴을 구비하고 상기 식각저지층 상에 배치된 광 추출층;

상기 광 추출층 상에 배치된 평탄층; 및

상기 평탄층 상에 배치되는 유기 발광 소자를 포함하고,

상기 주기적인 광추출 패턴은 주기적으로 배열된 제1 홀들을 포함하고,

상기 제1 홀들의 주기는 200 nm 내지 700 nm이고,

상기 랜덤 패턴은 상기 제1 홀들의 직경보다 작은 제2 홀들을 포함하고,

상기 제2 홀들은 랜덤하게 배치된 것을 특징으로 하는 유기 발광다이오드 디스플레이.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 광 추출층의 두께는 200 nm 내지 400 nm 인 것을 특징으로 하는 유기 발광다이오드 디스플레이.

#### 청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제2 홀들의 지름은 50nm 내지 100 nm인 것을 특징으로 하는 유기 발광다이오드 디스플레이.

#### 청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 제1 홀들의 직경(Diameter)은 100 nm 내지 300 nm인 것을 특징으로 하는 유기 발광다이오드 디스플레이.

#### 청구항 14

제10 항에 있어서,

상기 광추출층은 실리콘 산화막이고,

상기 평탄층은 실리콘 질화막인 것을 특징으로 하는 유기 발광다이오드 디스플레이.

### 청구항 15

제10 항에 있어서, 상기 광추출층은 금속 박막이고,

상기 평탄층은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막인 것을 특징으로 하는 유기 발광다이오드 디스플레이.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001]

본 발명은 유기 발광다이오드 디스플레이에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 광 추출층에 주기적 패턴 및 비주기적 패턴이 동시에 형성하여 광 추출효율을 개선한 칼라 필터를 구비한 유기 발광다이오드 디스플레이에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

유기 발광 다이오드(Organic Light Emitting Diode; OLED)는 형광성 유기화합물에 전류가 흐르면서 자체적으로 빛을 내는 전계발광현상을 이용하여 빛을 발생시킨다. 양극과 음극 사이에 위치한 유기물에 주입된 전자와 정공이 유기물 내에서 재결합(Recombination)하며 빛을 발생시킨다. OLED의 장점에는 시야각이 좋고, 명암비가 높아서 선명한 빛을 출력 할 수 있다는 것이 있다. 하지만 OLED의 광효율이 좋지 않아 과워 소비가 크다는 치명적인 단점이 있다. 최근 OLED를 이용한 디스플레이(Display)의 광효율을 높이기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 브래그 반사(Bragg diffraction)을 이용한 방법, 굴절률이 작은 물질을 이용하는 방법, 마이크로 렌즈 어레이(Micro Lens Array)를 이용하는 방법 등이 있다. 그리고 광효율을 높이기 위해 광추출층을 활용하는 방법이 있다.

[0003]

광추출층은 크게 주기적인 패턴을 가진 광추출층과 랜덤한 패턴을 가진 광추출층 두 가지가 있다. 주기적인 패턴을 제작하는 방법에는 여러 가지가 있다. 포토리소그라피, 집속 이온 빔 리소그래피 (Focused ion beam lithography), 전자 빔 리소그래피 (Electron beam lithography), 레이저 간섭 리소그래피 (Laser interference lithography), 나노 임프린트 리소그래피 (Nano imprint lithography) 등이 나노 단위 주기적인 패턴을 만드는데 사용되고 있다. 주기적인 패턴의 광추출층의 경우, 특정 파장 영역의 빛은 선택적으로 추출될 수 있다.

[0004]

이와 달리 일반적으로 랜덤패턴의 광추출층의 경우, 랜덤패턴은 특정 파장이 아니라 넓은 파장대역에서 광추출을 수행할 수 있다. 또한 빛을 분산시켜 시야각을 넓힌다는 장점이 있다. 즉, 랜덤 패턴은 광추출파장 대역의 대역폭을 증가시킨다.

[0005]

그러나, 이러한 두 가지 패턴을 동시에 제작하는 연구가 수행되지 않았다. 본 발명은 플라즈마 식각 공정을 통하여 랜덤 패턴과 주기적인 패턴을 동시에 형성하는 방법을 제공한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006]

본 발명의 일 기술적 과제는 유기 발광다이오드 디스플레이의 광 추출효율을 증가시키고 투과대역폭을 조절하는 것이다.

[0007]

본 발명의 일 기술적 과제는, 하나의 주기적인 마스크를 사용하여 주기적인 광추출패턴 및 랜덤 패턴을 동시에 가지는 칼라 필터를 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0008]

본 발명의 일 실시예에 따른 칼라 필터 제조 방법은 기판(110) 상에 광추출층(120), 상기 광추출층(120) 상에 포토레지스트막(130)를 차례로 형성하고 상기 포토레지스트막(130)을 패터닝하여 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 포함하는 제1 포토레지스트 층(130a)을 형성하는 단계; 플라즈마 식각 공정을 사용하여 상기 제1 포토레지스트층(130a)의 표면 모폴로지를 변화시키어 랜덤 요철 구조(132)를 제2 포토레지스트층(130b)에 형성하고 상기 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 식각 마스크로 플라즈마 식각 공정에 의하여 주기적인 광추출 패턴

(121)을 구비한 제1 광추출층(120a)을 제공하는 단계; 상기 제2 포토레지스트층(130b)의 상기 랜덤 요철 구조(132)를 마스크로 사용하여 상기 제1 광추출층(120a)을 과식각(over-etch)하여 랜덤 패턴(122)을 형성한 제2 광추출층(120b)을 제공하는 단계; 및 상기 제2 포토레지스트층(130b)을 제거하고 제2 광추출층(120b) 상에 평탄층(140)을 형성하는 단계를 포함한다.

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 포토레지스트 막은 폴리메틸 메타크릴레이트(polymethylmethacrylate; PMMA) 기반 폴리머일 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 플라즈마 식각 공정은 불소, 염소, 및 브롬 중에서 적어도 하나의 원소를 포함하는 가스를 이용하는 유도 결합 플라즈마를 사용할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 플라즈마 식각 공정시 상기 제1 포토레지스트층(130a)은 외부로부터 공급된 자외선에 노출될 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광추출층은 금속 박막 또는 유전체 박막이고, 상기 평탄층은 상기 광추출층과 다른 굴절율을 가지는 유전체일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광추출층은 실리콘 산화막이고, 상기 평탄층은 실리콘 질화막일 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광추출층은 금속 박막이고, 상기 평탄층은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막일 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 칼라 필터는 기판; 상기 기판 상에 배치된 주기적인 광추출 패턴 및 랜덤 패턴을 구비한 광추출층; 및 상기 광추출층 상에 배치된 평탄층을 포함한다. 상기 주기적인 광추출 패턴은 주기적으로 배열된 제1 홀들을 포함하고, 상기 제1 홀들의 주기는 200 nm 내지 700 nm이고, 상기 랜덤 패턴은 상기 제1 홀들의 직경보다 작은 제2 홀들을 포함하고, 상기 제2 홀들은 랜덤하게 배치된다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 홀들은 상기 광추출층을 관통하지 않을 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 발광다이오드 디스플레이는 식각저지층을 구비한 기판; 주기적인 광추출 패턴 및 랜덤 패턴을 구비하고 상기 식각저지층 상에 배치된 광 추출층; 상기 광 추출층 상에 배치된 평탄층; 및 상기 평탄층 상에 배치되는 유기 발광 소자를 포함한다. 상기 주기적인 광추출 패턴은 주기적으로 배열된 제1 홀들을 포함하고, 상기 제1 홀들의 주기는 200 nm 내지 700 nm이고, 상기 랜덤 패턴은 상기 제1 홀들의 직경보다 작은 제2 홀들을 포함하고, 상기 제2 홀들은 랜덤하게 배치된다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광 추출층의 두께는 200 nm 내지 400 nm 일 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 홀들의 지름은 50nm 내지 100 nm일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 홀들의 직경(Diameter)은 100 nm 내지 300 nm일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광추출층은 실리콘 산화막이고, 상기 평탄층은 실리콘 질화막일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광추출층은 금속 박막이고, 상기 평탄층은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막일 수 있다.

### 발명의 효과

- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 주기적인 패턴과 비주기적인 패턴이 형성된 광추출층은 특정 파장 대역의 발광 세기가 증대될 수 있으며, 넓은 파장대역에 대한 광 추출도 가능하여 유기발광 다이오드의 전력 대비 광 효율이 개선될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따르면, RGB 픽셀에 서로 다른 퍼치를 가진 주기적인 광추출 패턴을 제작하는 경우, 백색 OLED를 이용하여 RGB 픽셀을 제공할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 레이저 간섭 리소그래피 공정 및 반응성 이온 식각 공정에 의해 나노단위의 랜덤 패턴 및 주기적인 광추출 패턴을 동시에 형성하는 것이 가능하다.

### 도면의 간단한 설명

- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 칼라필터의 제조 방법을 설명하는 단면도들이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 칼라 필터를 촬영한 주사현미경 사진이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 주기적인 광추출 패턴과 랜덤 패턴의 효과를 설명하는 개념도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 주기적인 패턴만을 가진 경우와 주기적인 패턴과 랜덤 패턴을 모두 가진 경우의 투과도의 비를 나타내는 시뮬레이션 결과이다.

도 5는 OLED 디스플레이의 RGB 픽셀 및 각 픽셀의 주지적인 광추출 패턴의 피치를 나타내는 개념도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 칼라 필터가 적용된 OLED 디스플레이를 나타내는 개념도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027]

유기발광다이오드 디스플레이에는 2 가지의 방식으로 분류될 수 있다. 하나는 백색광을 발광시키고, 칼라필터를 사용하여 다양한 색을 구현하는 것이다. 다른 하나는 칼라필터를 사용하지 않고 픽셀별로 서로 다른 파장 대역의 광을 발광시킨다

[0028]

백색광 OLED 디스플레이의 경우, 별도의 칼라필터가 제조되어 유기발광다이오드 디스플레이스에 접착된다. 별도의 칼라필터는 정렬 및 열 변형의 문제를 가진다. 따라서, 백색광 OLED 디스플레이의 경우, 칼라 필터가 OLED 소자의 제조 공정 내에 접적될 필요가 있다.

[0029]

픽셀별로 서로 다른 파장 대역의 광을 발광하는 방식에서도, 광 추출 효율이 향상될 필요가 있다. 이러한 광추출 효율을 향상하기 위하여, 별도의 구조가 OLED 소자 내부에 구비될 필요가 있다.

[0030]

주기적인 패턴의 광추출층의 경우, 특정 파장 영역의 빛이 선택적으로 추출될 수 있다. 이와 달리 일반적으로 랜덤패턴의 광추출층의 경우, 특정 파장의 빛이 아니라 넓은 파장대역에서 광이 추출되고, 빛을 분산시켜 시야각을 넓힌다는 장점이 있다.

[0031]

따라서 유기발광다이오드 디스플레이에서, 광추출 효율을 향상시키거나 칼라필터로 동작하기 위해서는 주기적인 패턴의 광추출층에 의한 특정 파장의 집중적인 광추출 효율의 향상과 랜덤한 패턴의 광추출층의 넓은 파장 대역의 광추출 특성의 향상 두 가지 장점을 동시에 가지는 광추출층이 요구된다. 그러나, 주기적인 패턴과 랜덤 패턴을 동시에 형성하는 것은 어렵다.

[0032]

본 발명의 일 실시예에 따르면, 주기적인 패턴과 랜덤 패턴을 동시에 형성할 수 있는 간단한 칼라 필터 제조방법이 제공된다. 상기 칼라 필터는 OLED의 칼라필터로 동작하고, OLED 소자의 제조 공정 과정에서 함께 제조될 수 있다.

[0033]

포토리소그라피 공정과 플라즈마 기반 식각 공정은 이방성 패턴ning 공정으로 많이 사용되고 있다. 어떤 포토레스트 물질은 플라즈마 식각 공정 하에서 불안정하다. 플라즈마와 자외선 복사 환경은 포토레지스트를 구성하는 폴리머 물질을 변성시키고, 폴리머의 구조를 변화시킬 수 있다. 특히, 플라즈마와 폴리머의 상호 작용은 폴리머 표면 모폴로지 또는 표면 거칠지를 제공할 수 있다. 이러한 표면 거칠기 특성은 플라즈마 기반 식각의 단점으로 알려져 있다. 그러나, 본 발명은 플라즈마 식각 시 포토레지스의 변성에 의한 랜덤 패턴을 형성하는 특성을 이용한다.

[0034]

본 발명은 통상적인 리소그라피 공정을 사용하여 광추출층에 주기적인 패턴을 형성하고, 플라즈마 식각 공정을 통하여 포토레지스트의 표면 모폴로지를 변화시켜 상기 광추출층에 랜덤 패턴을 형성할 수 있다. 상기 플라즈마 식각 공정은 포토레스트를 손상시키는 자외선을 많이 발생시키는 공정 조건을 사용할 수 있다. 유도 결합 플라즈마 장치를 사용하는 경우, 포토레지스트를 손상시키기 위한 별도의 자외선 램프가 상기 유도 결합 플라즈마 장치의 투명 유전체 창문 외부에 설치될 수 있다. 이에 따라, 주기적인 패턴과 랜덤 패턴이 동시에 또는 순차적으로 형성될 수 있다. 이러한 주기적인 패턴과 랜덤 패턴은 칼라 필터로 동작할 수 있다. 랜덤 패턴의 분포 및 크기는 플라즈마의 공정 조건 또는 포토레지스트의 특성을 조절하여 제어될 수 있다.

[0035]

실시예의 설명에 있어서, 각 층(막), 영역, 홀 또는 구조물들이 기판, 각 층(막), 영역, 패드 또는 홀들의 상/위(on)에 또는 "하/아래(under)"에 형성되는 것으로 기재되는 경우에 있어, 상/위(on)와 "하/아래(under)"는 "직접(directly)" 또는 "다른 층을 개재하여 (indirectly)" 형성되는 것을 모두 포함한다. 또한 각층의 상/위 또는 하/아래에 대한 기준은 도면을 기준으로 설명한다.

[0036]

도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0037]

이하, 도면을 참조하여 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을 실시예에 기초하여 설명하도록 하며, 이들 실

시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다.

[0038] 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조, 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다.

[0039] 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신, 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 적절하게 설명된다면 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다.

[0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 칼라필터의 제조 방법을 설명하는 단면도들이다.

[0041] 도 1을 참조하면, 칼라 필터 제조 방법은, 기판(110) 상에 광추출층(120), 상기 광추출층(120) 상에 포토레지스트막(130)를 차례로 형성하고 상기 포토레지스트막(130)을 패터닝하여 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 포함하는 제1 포토레지스트 층(130a)을 형성하는 단계; 플라즈마 식각 공정을 사용하여 상기 제1 포토레지스트층(130a)의 표면 모폴로지를 변화시키어 랜덤 요철 구조(132)를 제2 포토레지스트층(130b)에 형성하고 상기 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 식각 마스크로 플라즈마 식각 공정에 의하여 주기적인 광추출 패턴(121)을 구비한 제1 광추출층(120a)을 제공하는 단계; 상기 제2 포토레지스트층(130b)의 상기 랜덤 요철 구조(132)를 마스크로 사용하여 상기 제1 광추출층(120a)을 과식각(over-etch)하여 랜덤 패턴(122)을 형성한 제2 광추출층(120b)을 제공하는 단계; 및 상기 제2 포토레지스트층(130b)을 제거하고 제2 광추출층(120b) 상에 평탄층(140)을 형성하는 단계를 포함한다.

[0042] 상기 기판(110)은 투명 유리 기판 또는 플라스틱 기판일 수 있다. 상기 기판이 투명 유리 기판인 경우, 상기 기판(119) 상에 박막 트랜지스터가 배치될 수 있다.

[0043] 상기 기판(110) 상에 광추출층(120) 및 상기 광추출층(120) 상에 포토레지스트 막(130)을 차례로 형성한다. 상기 광추출층(120)은 금속 또는 제1 굴절율을 가지는 투명한 유전체일 수 있다. 상기 광추출층(120)이 유전체인 경우, 상기 광추출층(120)은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 광추출층(120)의 두께는 200 nm 내지 400 nm 수준일 수 있다. 상기 광추출층은 플라즈마 식각 공정을 통하여 형성된 주기적인 광추출 패턴(121)과 랜덤 패턴(122)을 구비하고 광 필터로 동작할 수 있다. 상기 광추출층은 특정 파장 대역에서 높은 투과도를 제공하고, 특정한 파장 대역에서 투과도를 향상시킬 수 있다.

[0044] 상기 포토레지스트 막(130)은 폴리메틸 메타크릴레이트(polymethylmethacrylate; PMMA) 기반 폴리머일 수 있다. 상기 포토레지스트 막(130)은 플라즈마 환경에서 표면 거칠기 변화를 유발할 수 있는 재질일 수 있다. 통상적인 플라즈마 패터닝 공정에서, 포토레지스트의 표면 거칠기 변화는 식각 특성을 악화시킨다. 그러나, 본 발명은 포토레지스트의 표면 거칠기 변화를 잘 발생시키는 포토레지스트를 선택할 수 있다. 상기 포토레지스트 막(130)은 자외선, 전자 빔, 이온 빔에 의하여 표면 모폴로지를 변화시키어 랜덤 요철 구조(132) 또는 표면 거칠기를 제공하는 폴리머를 포함할 수 있다. 구체적으로, 플라즈마 환경 하에서, 상기 포토레지스트 막(130)은 랜덤 요철 구조(132)를 제공할 수 있다. 상기 포토레지스트 막(130)은 빛을 받지 않은 부분이 녹아 제거되는 네거티브 포토레지스트일 수 있다. 상기 포토레지스트 막이 코팅된 후 베이킹 공정이 수행될 수 있다.

[0045] 이어서, 상기 포토레지스트 막(130)을 패터닝하여 주기적인 포토레지스트 패턴(131)을 포함하는 제1 포토레지스트 층(130a)을 형성한다. 패터닝은 레이저 간섭 리소그래피 (Laser interference lithography) 또는 통상적인 포토리소그리피 공정에 의하여 수행될 수 있다. 상기 주기적인 포토레지스 패턴(131)은 홀 어레이일 수 있다. 상기 포토레지스트 패턴(131)은 노광 공정, 및 현상 공정에 의하여 형성될 수 있다. UV 포토리소그리피 공정으로 제작하는 포토레지스트 마스크 패턴은 크기를 작게 만들기 힘들고 패턴의 모양과 크기를 자유롭게 변경할 수 없다. 그러나, 레이저 간섭 리소그래피는 간단한 공정으로 나노사이즈의 주기적인 패턴을 형성할 수 있다.

[0046] 이어서, 플라즈마 식각 공정은 상기 제1 포토레지스트 층(130a)의 표면 모폴로지를 변화시킨다. 플라즈마 식각 공정은 동시에 상기 주기적인 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 플라즈마 식각 공정을 사용하여 상기 광추출층에 주기적인 광추출 패턴(121)을 형성한다. 상기 광추출 패턴(121)은 홀 어레이를 포함할 수 있다. 이에 따라, 상기 광추출층(120)은 제1 광추출층(120a)으로 변화된다. 상기 광추출 패턴(121)은 상기 주기적인 포토레지스트 패턴(131)과 실질적으로 동일한 형상일 수 있다. 상기 플라즈마 식각 공정은 이방성 식각을 위하여 기판 홀더에 RF 바이어스를 제공할 수 있다. 상기 플라즈마 식각 공정은 불소, 염소, 및 브롬 중에서 적어도 하나의 원소를 포함하는 가스를 이용하는 유도 결합 플라즈마를 사용할 수 있다. 상기 플라즈마는 이온 빔과 자외선을

상기 제1 포토레지스트 층(130a)에 제공하여 표면 모폴로지를 변화시키어 제2 포토레지스트층(130b)을 제공할 수 있다.

[0047] 이어서, 상기 광추출층에 랜덤 패턴(122)을 형성하기 위하여, 상기 표면 모폴로지가 변화된 제2 포토레지스트층(130b)을 사용하여 연속적으로 상기 제1 광추출층(120a)을 과식각(over-etch)한다. 이에 따라, 상기 제1 광추출층(120a)은 제2 광추출층(120b)으로 변화된다. 과식각의 정도에 따라, 상기 랜덤 패턴(122)의 깊이와 형상은 변경될 수 있다. 상기 과식각은 상기 표면 모폴로지가 상기 제2 광추출층(120b)에 전사되도록 수행될 수 있다. 상기 기판은 상기 과식각에 의하여 추가적인 식각이 진행되지 않도록 식각 저지층(미도시)을 포함할 수 있다. 상기 랜덤 패턴(122)은 복수의 보조 홀들을 포함하고, 상기 보조 홀들은 상기 광추출층을 관통하지 않을 수 있다. 플라즈마 식각 공정에서, 과식각의 기준은 처음으로 상기 기판이 들어나는 시점일 수 있다. 과식각 이전 단계에서, 높은 선택비를 가지고 상기 광추출층을 식각하는 레시피가 선택될 수 있다. 또한, 과식각 이후 단계에서 낮은 선택비를 가지고 상기 포토레스트 막에 표면 거칠기를 주로 형성하는 레시피가 선택될 수 있다.

[0048] 이어서, 상기 랜덤 패턴(122)이 형성된 후, 잔류한 포토레지스 패턴은 제거된다. 상기 랜덤 패턴(122) 및 상기 광추출 패턴(121) 상에 평탄층(140)이 형성된다. 상기 평탄층은 투명한 유전체 물질일 수 있다. 상기 평탄층의 상부면은 평단할 수 있다.

[0049] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 플라즈마 식각 공정시, 상기 제1 포토레지스트 층(130a) 또는 상기 제2 포토레지스트 층(130b)는 외부로부터 공급된 자외선에 추가적으로 노출될 수 있다. 상기 자외선은 플라즈마 식각 공정 중에서 상기 포토레지스트 패턴의 표면 모폴로지를 추가적으로 변화시킬 수 있다.

[0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 칼라 필터(100)는, 기판(110); 상기 기판(110) 상에 배치된 주기적인 광추출 패턴(121) 및 랜덤 패턴(122)을 구비한 광추출층(120b); 및 상기 광추출층(120b) 상에 배치된 평탄층(140)을 포함한다. 상기 주기적인 광추출 패턴(121)은 주기적으로 배열된 제1 홀들을 포함하고, 상기 제1 홀들의 주기는 200 nm 내지 700 nm일 수 있다. 상기 랜덤 패턴(122)은 상기 제1 홀들의 직경보다 작은 제2 홀들을 포함할 수 있다. 상기 제2 홀들은 랜덤하게 배치될 수 있다. 주기적인 광추출 패턴(121)은 상기 광추출층을 관통하는 홀 어레이 들일 수 있다. 한편, 상기 랜덤 패턴은 상기 광추출층을 관통하지 않는 원뿔 형상 또는 끝이 뾰족한 형상일 수 있다. 상기 제2 홀들은 상기 광추출층(120b)을 관통하지 않을 수 있다.

[0051] 상기 주기적인 광추출 패턴(121)의 주기와 제1 홀의 직경은 칼라 필터의 중심 투과 파장을 결정할 수 있다. 상기 랜덤 패턴(122)의 크기와 깊이는 상기 칼라 필터의 투과 대역폭을 결정하고, 중심 투과 파장의 투과도를 증가시킬 수 있다.

[0052] 통상적으로, 백색 OLED 디스플레이에서, 이상적인 칼라 필터의 투과 대역의 전반치폭(FWHM)은 50 nm 내지 100 nm일 수 있다. 주기적인 홀 어레이 패턴만을 이용한 경우, 전반치폭(FWHM) 및 투과도는 칼라 필터로 사용되기 위한 조건을 만족시킬 수 없다. 그러나, 본 발명에 따른 칼라 랜덤 패턴(122)과 주기적인 광추출 패턴(121)이 동시에 있는 칼라 필터를 적용한 경우, 상기 랜덤 패턴(122)에 의하여 전반치폭이 조절되고, 중심 파장에서 투과도가 향상될 수 있다.

[0053] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 광추출층(120b)은 금속 박막이고, 상기 평탄층(140)은 투명한 유전체 물질일 수 있다. 구체적으로, 상기 광추출층(120b)은 은, 구리, 또는 알루미늄이고, 상기 평탄층(140)의 재질은 실리콘 산화막 또는 실리콘 질화막일 수 있다. 상기 광추출층(120)이 금속인 경우, 주기적인 홀 어레이를 가진 금속 필름은 광 필터로 동작할 수 있다.

[0054] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 광추출층(120b)은 유전체 박막이고, 상기 평탄층(140)은 상기 광추출층과 다른 굴절율을 가지는 유전체일 수 있다. 구체적으로, 상기 광추출층(120b)은 실리콘 산화막이고, 상기 평탄층(140)은 실리콘 질화막일 수 있다.

[0055] 또한, 종래의 백색 OLED 디스플레이에서, 종래의 칼라필터를 사용하여 색을 구현하는 경우에도, 광 추출 효율을 증가시키기 위하여 본 발명의 칼라필터가 적용될 수 있다. 이 경우, 본 발명의 칼라필터는 가시광선 영역에 대하여 넓은 투과 특성을 제공하고 특정한 파장 대역에서 광추출효율을 증가시키어 발광량이 부족한 OELD 소자의 특성을 개선할 수 있다.

[0056] 또한, RGB OLED 소자를 구비한 디스플레이에서, RGB 픽셀별로 광추출효율을 증가시키기 위하여 본 발명의 칼라 필터가 사용될 수 있다. 구체적으로, 적색을 발광하는 OLED 픽셀에는 적색을 투과시키고 적색의 투과도를 증가시키는 본 발명의 칼라 필터가 배치될 수 있다.

- [0057] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 칼라 필터를 촬영한 주사현미경 사진이다.
- [0058] 도 2를 참조하면, 기판(110)은 실리콘 기판이고, 광추출층(120)은 200 nm의 실리콘 산화막이다. 주기적인 광추출 패턴(122)을 구성하는 제1 홀의 직경은 약 240nm이고, 제1 홀들 사이의 주기(또는 피치)는 약 390 nm이다. 랜덤 패턴(122)을 구성하는 제2 홀의 상부 직경은 50 nm 내지 100 nm 수준이다. 상기 랜덤 패턴(122)은 원뿔 형상의 홀 배열 구조일 수 있다.
- [0059] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 주기적인 광추출 패턴과 랜덤 패턴의 효과를 설명하는 개념도이다.
- [0060] 도 3을 참조하면, 주기적인 광추출 패턴(121)은 특정 파장 대역에서 광을 투과시키는 칼라 필터 기능을 제공할 수 있다. 랜덤 패턴(122)은 상기 주기적인 광 추출 패턴의 투과 대역 폭을 증가시키고 중심 파장에서 투과도를 향상시킬 수 있다. 이에 따라, 종래의 백색 OLED 디스플레이에서, 본 발명의 칼라 필터가 접적될 수 있다.
- [0061] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 주기적인 패턴만을 가진 경우와 주기적인 패턴과 랜덤 패턴을 모두 가진 경우의 투과도의 비를 나타내는 시뮬레이션 결과이다.
- [0062] 도 4를 참조하면, 특정 파장 대역(450nm~600 nm)에서 투과도의 비가 최대 1.2 배 수준으로 향상된다.
- [0063] 도 5는 OLED 디스플레이의 RGB 픽셀 및 각 픽셀의 주지적인 광추출 패턴의 피치를 나타내는 개념도이다.
- [0064] 도 5를 참조하면, 적색(R) 픽셀의 주기적인 광추출 패턴은 홀 어레이 패턴일 수 있다. 상기 광추출 패턴은 제1 피치(P1)를 가진다. 녹색(G) 픽셀의 주기적인 광추출 패턴은 홀 어레이 패턴일 수 있다. 녹색(G) 픽셀의 주기적인 광추출 패턴은 제2 피치(P2)를 가진다. 청색(B) 픽셀의 주기적인 광추출 패턴은 홀 어레이 패턴일 수 있다. 상기 청색(B) 픽셀의 주기적인 광추출 패턴은 제3 피치(P3)를 가진다. 각 픽셀마다 소정의 피치 및 홀 사이즈를 설정할 수 있다. 한편, 랜덤 패턴의 홀은 RGB 픽셀 모두에 동일한 구조를 가지고 형성될 수 있다. 이에 따라, RGB 픽셀에 대응하는 칼라 필터가 구현될 수 있다.
- [0065] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 칼라 필터가 적용된 OLED 디스플레이를 나타내는 개념도이다.
- [0066] 도 6을 참조하면, 유기 발광다이오드 디스플레이(200)는, 식각저지층(208)을 포함하는 기판(210); 주기적인 광 추출 패턴(221) 및 랜덤 패턴(221)을 구비하고 상기 식각저지층(208) 상에 배치된 광 추출층(220); 상기 광 추출층 상(220)에 배치된 평탄층(240); 및 상기 평탄층(240) 상에 배치되는 유기 발광 소자(250)를 포함한다. 상기 주기적인 광추출 패턴(221)은 주기적으로 배열된 제1 홀들을 포함하고, 상기 제1 홀들의 주기는 200 nm 내지 700 nm일 수 있다. 상기 랜덤 패턴(221)은 상기 제1 홀들의 직경보다 작은 제2 홀들을 포함하고, 상기 제2 홀들은 랜덤하게 배치된다. 상기 광 추출층의 두께는 200 nm 내지 400 nm일 수 있다. 상기 광추출층은 실리콘 산화막일 수 있다.
- [0067] 기판(210)은 베이스 기판(202), 제1 충간 절연막(204), 상기 베이스 기판(202)에 형성된 박막 트렌지스터(201), 제2 충간 절연막(206), 및 식각 저지막(208)를 포함할 수 있다. 상기 베이스 기판(101)은 유리 기판일 수 있다. 상기 베이스 기판 상에 탑 게이트 형태의 박막 트렌지스터(201)가 배치될 수 있다. 상기 박막 트렌지스터들(201)은 제1 충간 절연막(204)을 관통하는 비아 홀 플러그들에 연결될 수 있다. 상기 비아 홀 플러그들은 상기 제1 충간 절연막 상에 배치된 배선을 통하여 회로 또는 유기발광 소자(250)에 전기적으로 연결될 수 있다. 상기 배선 상에 제2 충간 절연막(206) 및 식각저지막(208)이 배치될 수 있다. 상기 제2 충간 절연막은 실리콘 산화막이고, 상기 식각 저지막(208)은 실리콘 산화막일 수 있다.
- [0068] 상기 베이스 기판(202)은 투명 유리기판 또는 투명 플라스틱 기판일 수 있다. 상기 박막 트렌지스터(201)는 탑 게이트 방식 또는 버텀 게이트 방식일 수 있다. 상기 박막 트렌지스터는 제1 충간 절연막(204)에 매몰될 수 있다. 상기 제1 충간 절연막 상에 배선이 형성되고, 상기 제1 충간 절연막에 매몰된 비아홀 플러그들이 배치될 수 있다. 상기 바이 홀 플러그들은 유기 발광 소자의 일 전극에 연결될 수 있다.
- [0069] 제2 충간 절연막(206)은 상기 제1 충간 절연막 상에 배치될 수 있다. 상기 제2 충간 절연막을 관통하는 비아 홀 플러그들이 배치될 수 있다. 상기 제2 충간 절연막 상에 식각 저지막이 배치될 수 있다. 상기 식각 저지막은 상기 광추출층과 식각 선택비를 가지는 물질일 수 있다. 예를 들어, 상기 광추출층은 실리콘 산화막인 경우, 상기 식각 저지층은 실리콘 절화막일 수 있다.
- [0070] 상기 광 추출층(220)은 주기적인 광추출 패턴(221) 및 랜덤 패턴(221)을 구비하고 상기 식각저지층(208) 상에 배치된다. 상기 광추출층은 픽셀 별로 형성될 수 있다. 상기 광추출층은 포토 레지스트 패턴을 가지고 플라즈마 식각 공정을 통하여 형성된다.

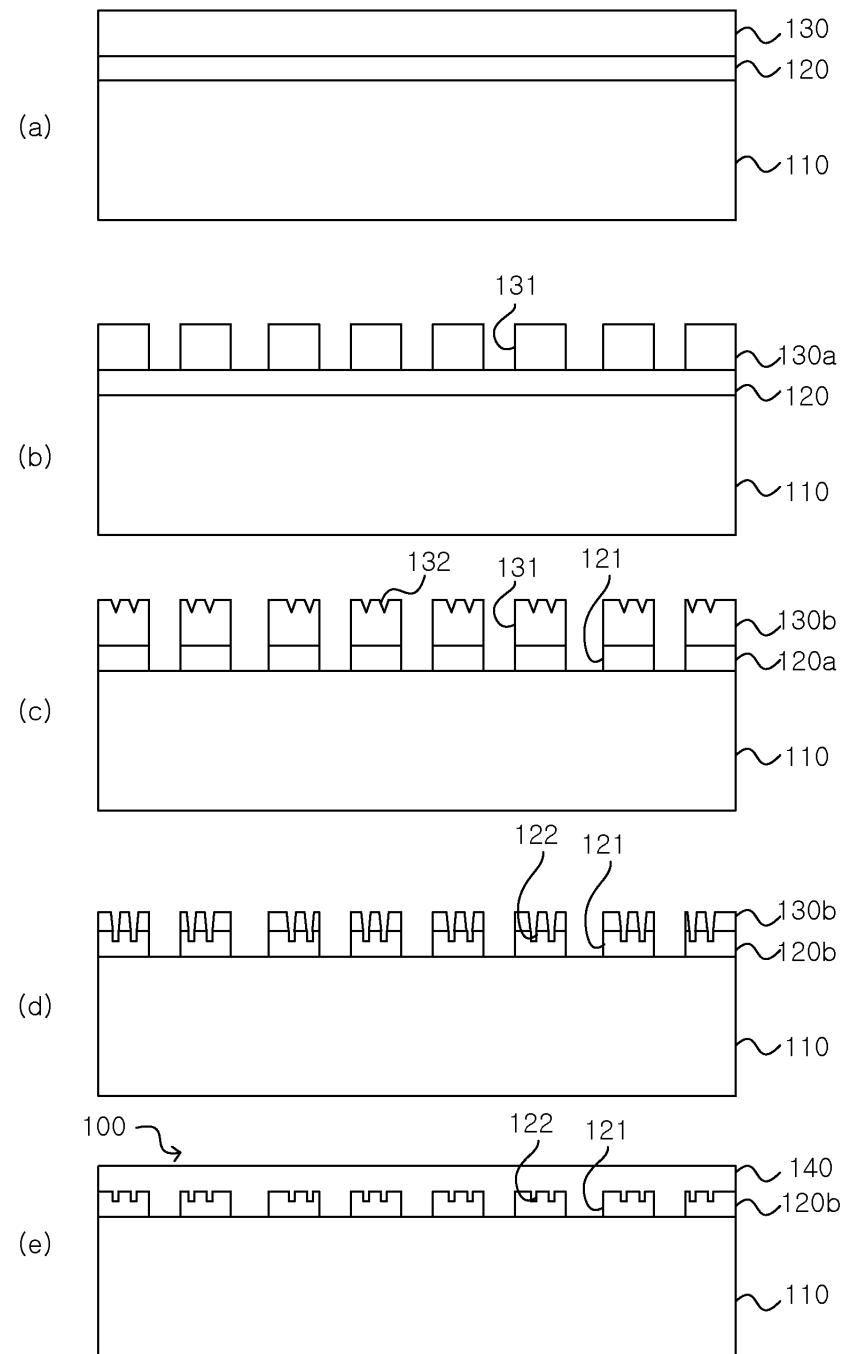
- [0071] 상기 평탄층(240)은 상기 광추출층(220) 상에 증착될 수 있다. 상기 평판층(240)은 투명한 유전체일 수 있다. 상기 광추출층(220)이 유전체인 경우, 상기 평탄층의 굴절율은 상기 광추출층과 다른 굴절율을 가질 수 있다. 상기 평탄층은 자외선 경화 폴리머 또는 나노 금속 산화물을 함유한 폴리머일 수 있다.
- [0072] 상기 평탄층(240)의 상부면은 평탄하도록 플라즈마 도움 화학 기상 증착법 또는 스픈 코팅을 통하여 증착될 수 있다. 상기 평탄층(240)은 별도의 식각 마스트를 사용하여 픽셀 별로 패터닝될 수 있다.
- [0073] 유기 발광 소자(250)가 상기 평탄층(240) 상에 형성된다. 상기 유기 발광 소자(250)는 하부 전극(252), 유기 발광층(254), 및 상부 전극(256)을 포함할 수 있다. 상기 하부 전극(252)은 투명한 전도성 산화물일 수 있다. 상기 하부 전극은 구체적으로 ITO일 수 있다. 상기 하부 전극(252)은 픽셀 별로 패터닝되고, 상기 제2 층간 절연막(206) 및 상기 식각 저지막(208)을 관통하는 비아 홀 플러그에 연결될 수 있다. 상부 전극(256)은 알루미늄일 수 있다. 상기 유기 발광층(254) 및 상기 하부 전극(252)은 제3 층간 절연막(258)에 매몰될 수 있다.
- [0074] 상기 유기 발광층(254)은 복층 구조의 유기 발광 물질들을 포함할 수 있다. 정공수송층(HTL; Hole Transport Layer), 발광층(EML; Emission Layer) 및 전자수송층(ETL; Electron Transport Layer)을 순차적으로 형성할 수 있다. 각 층들은 진공 열 증착방식을 이용하여 형성될 수 있다. 정공수송층으로는 NPB, TPD, PPD, TPAC, BFA-1T, TPTE 등의 물질을 사용할 수 있고, 60nm 정도의 두께로 형성될 수 있다. 발광층으로는 Alq3; DCJTB, Rubrene, BSN(RED); C545T, Quinacridone(GREEN); DSA, TBPe, PAQ, DPAQ(BLUE) 등의 물질을 사용할 수 있고, 80nm 정도의 두께로 형성될 수 있다. 전자수송층으로는 TPBI, BMB-3T, COT, PF-6P 등의 물질을 사용할 수 있고, 0.8 nm 정도의 두께로 형성될 수 있다.
- [0075] 상기 광 추출층(220)은 주기적인 광추출 패턴(221) 및 랜덤 패턴(222)을 구비하고 상기 식각저지층(208) 상에 배치된다. 상기 광추출 패턴의 제1 홀들을 포함하고, 상기 제1 홀들은 주기적으로 배열된다. 상기 제1 홀들의 피치(Pitch)는 300 내지 600 nm일 수 있다. 상기 제1 홀들의 직경(Diameter)은 100 nm 내지 300 nm일 수 있다. 상기 제2 홀들의 직경은 50 nm 내지 100 nm일 수 있다. 칼라 필터의 중심 파장 및 투과 대역에 따라 제1 홀들의 주기(또는 피치), 제1 홀들의 직경, 광추출층의 재질이 선택될 수 있다.
- [0076] 구체적으로, 광추출효율을 증가시키는 것을 주목적으로 경우, 상기 광추출층은 투명한 유전체로 선택될 수 있다. 한편, 특정한 파장을 선택적으로 투과시킬 목적인 경우, 상기 광추출층은 금속일 수 있다.
- [0077] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시 예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돋기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0078] 따라서 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

### 부호의 설명

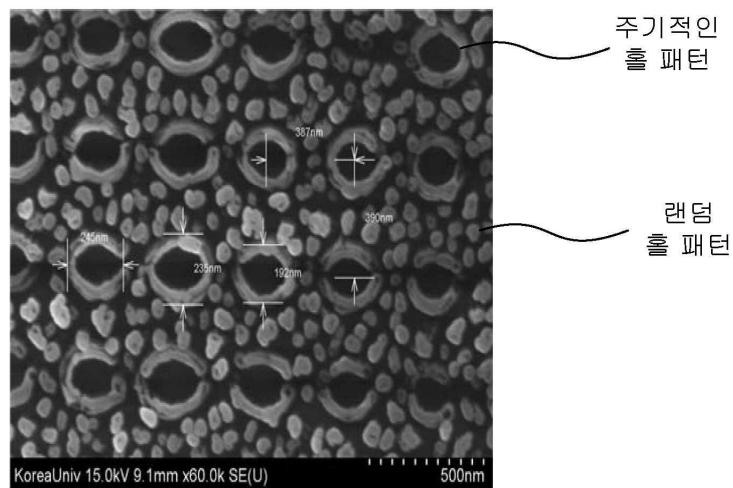
- [0079] 110: 기판  
 120, 120a, 120b: 광추출층  
 130, 130a, 130b: 포토레지스토막  
 140: 평탄층

## 도면

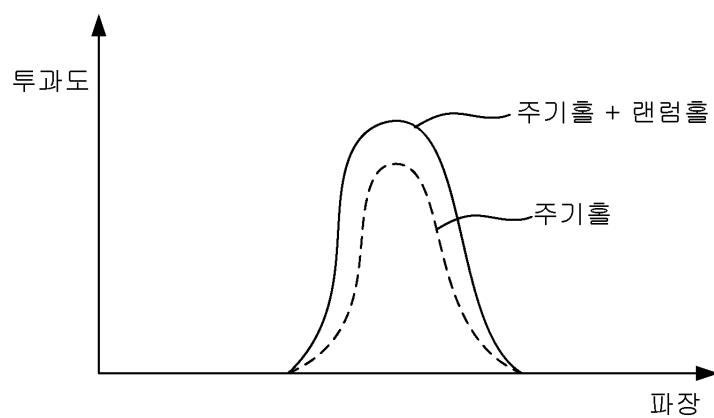
## 도면1



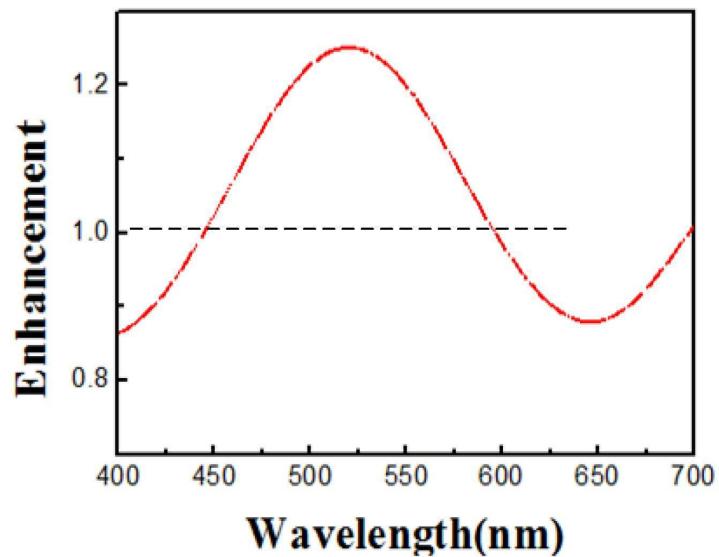
도면2



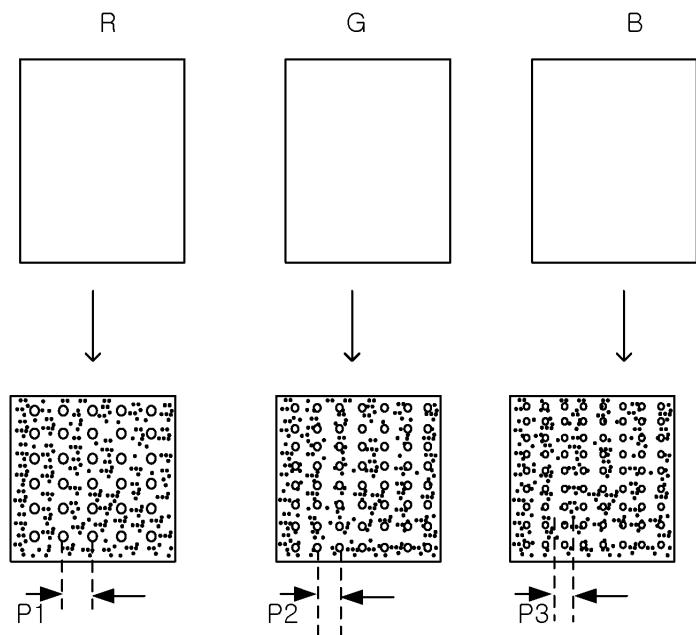
도면3



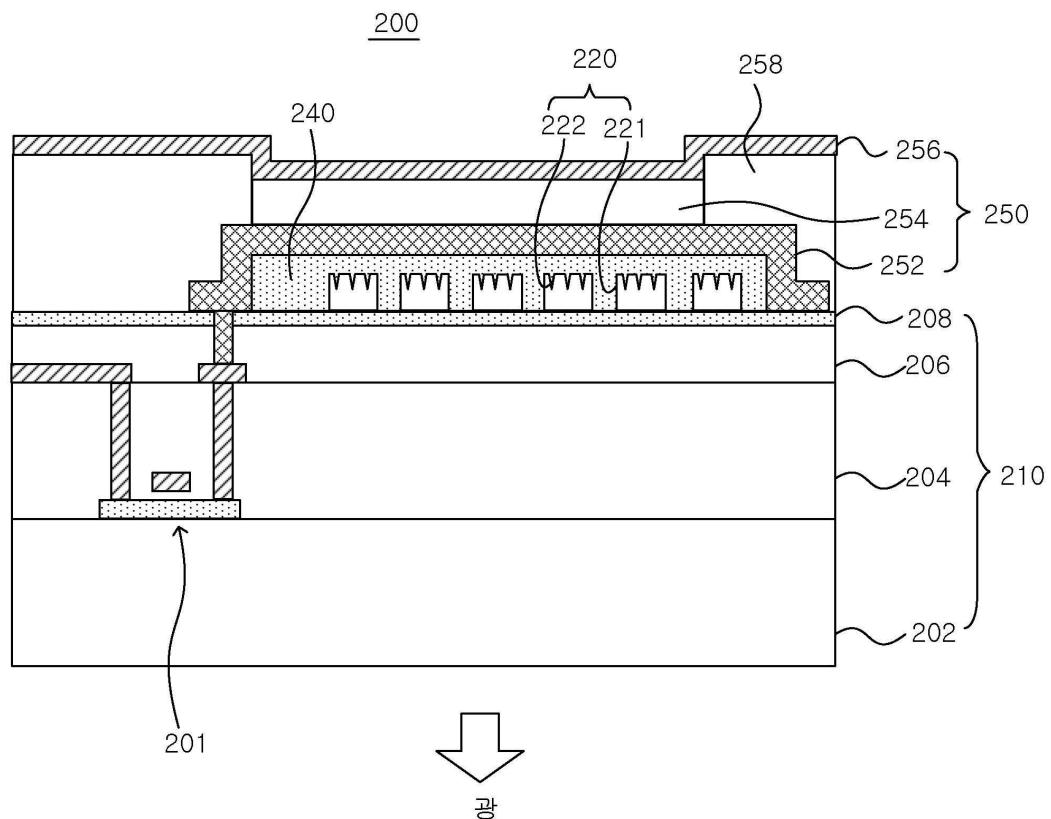
도면4



도면5



## 도면6



专利名称(译)	彩色滤光片和有机发光二极管显示器与彩色滤光片		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020180068239A</a>	公开(公告)日	2018-06-21
申请号	KR1020160169956	申请日	2016-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	高丽大学校产学协力团 韩国电子通信研究院		
申请(专利权)人(译)	高丽大学产学合作基金会 韩国电子通信研究院		
[标]发明人	JU BYEONG KWON 주병권 LEE JONG HEE 이종희 LEE JU SUNG 이주성 JOO CHUL WOONG 주철웅 HA HYEON JUN 하현준 LEE JEONG IK 이정익 HWANG HA 황하		
发明人	주병권 이종희 이주성 주철웅 하현준 이정익 황하		
IPC分类号	H01L27/32 G03F7/00 H01J37/32 H01L21/027 H01L21/3065 H01L51/00 H01L51/52		
CPC分类号	H01L27/322 H01L51/5262 H01L51/5275 H01L51/0018 H01L21/3065 G03F7/0007 H01L21/0273 H01J37/321 H01L2251/301		
其他公开文献	<a href="#">KR101917438B1</a>		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

本发明涉及一种包括光提取和随机图案的滤色器以及包括该滤色器的有机发光二极管显示器。根据本发明的实施例，滤色器制造方法包括以下步骤：在基板(110)上形成光提取层(120)和在光提取层(120)上形成光刻胶膜(130)。顺序地，图案化光致抗蚀剂膜(130)，以及形成包括周期性光致抗蚀剂图案(131)的第一光致抗蚀剂层(130a)；通过使用等离子体蚀刻工艺改变第一光致抗蚀剂层(130a)的表面形态，在第二光致抗蚀剂层(130b)上形成随机凹凸结构(132)，并提供包括第一光致抗蚀剂层(130b)的第一光提取层(120a)。通过使用周期性光致抗蚀剂图案(131)作为蚀刻掩模的等离子体蚀刻工艺，周期性光提取图案(121)；提供第二光提取层(120b)，其具有通过使用第二光刻胶层(130b)的随机凹凸结构(132)作为掩模对第一光提取层(120a)进行过蚀刻而形成的随机图案(122)；去除第二光刻胶层(130b)并在第二光提取层(120b)上形成平坦层(140a)。

