



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월10일

(11) 등록번호 10-2215302

(24) 등록일자 2021년02월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C09D 11/033 (2014.01) H01L 51/50 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0118613

(22) 출원일자 2014년09월05일

심사청구일자 2019년08월08일

(65) 공개번호 10-2015-0057960

(43) 공개일자 2015년05월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2013-238595 2013년11월19일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020040011362 A*

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

세이코 엡슨 가부시키가이샤

일본 도쿄도 신주쿠구 신주쿠 4쵸메 1반 6고

(72) 발명자

이마무라 코지

392-8502 일본국 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3반 5고 세이코 엡슨 가부시키가이샤 나이

우치다 마사히로

392-8502 일본국 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3반 5고 세이코 엡슨 가부시키가이샤 나이

소노야마 타쿠야

392-8502 일본국 나가노켄 스와시 오와 3쵸메 3반 5고 세이코 엡슨 가부시키가이샤 나이

(74) 대리인

이철

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김계숙

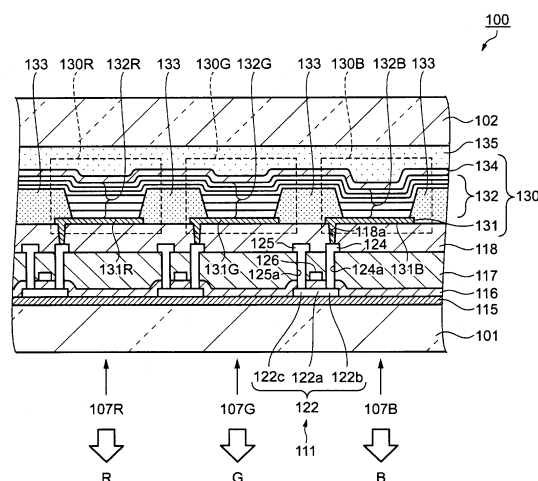
(54) 발명의 명칭 기능층 형성용 잉크, 기능층 형성용 잉크의 제조 방법, 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법

(57) 요약

(과제) 액상 프로세스로 형성되는 기능층에 파티클에 기인하는 결함이 발생하기 어려운 기능층 형성용 잉크, 당해 기능층 형성용 잉크의 제조 방법, 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법을 제공하는 것이다.

(해결 수단) 기능층 형성용 잉크는, 복수의 박막층으로 이루어지는 기능층 중 어느 박막층을 형성할 때에 이용하는 기능층 형성용 잉크로서, 기능층 형성용 잉크는, 기능층 형성 재료와, 기능층 형성 재료를 용해시키는 용매를 포함하고, 0.5 μ m 이상의 파티클의 수가, 10ml 중에 7개 이하인 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도3



(56) 선행기술조사문헌

W02007026579 A1*

W02013154076 A1

KR100546959 B1

JP2002359073 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

화소를 구성하는 기능층을, 액적 토출에 의해 형성할 때에 이용하는 기능층 형성용 잉크로서,

상기 기능층 형성용 잉크는, 기능층 형성 재료와, 상기 기능층 형성 재료가 용해되어 있는 용매와, 상기 용매에 용해되지 않는 고형분을 포함하고,

상기 기능층 형성 재료는, 폴리스티렌 및 그 유도체, 폴리피롤 및 그 유도체, 폴리 비닐카르바졸(PVK) 및 그 유도체, 폴리아닐린 및 그 유도체, 올리고아닐린 및 그 유도체, 폴리아세틸렌 및 그 유도체, 아민계 고분자 유기 재료, 폴리플루오렌 유도체(PF), 폴리파라페닐렌비닐렌 유도체(PPV), 폴리파라페닐렌 유도체(PPP), 폴리티오펜 유도체, 폴리실란계 고분자 유기 재료, 호스트 재료 및 적색, 녹색 또는 청색으로 발광하는 형광 재료 또는 인광 재료 중 적어도 1 종을 포함하고,

크기가 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 상기 고형분의 수가, 10ml의 상기 기능층 형성용 잉크 중에 7개 이하인 것을 특징으로 하는 기능층 형성용 잉크.

청구항 2

제1항에 있어서,

$0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클의 수가, 10ml 중에 1개 미만인 것을 특징으로 하는 기능층 형성용 잉크.

청구항 3

복수의 박막층으로 이루어지는 기능층 중 어느 박막층을 형성할 때에 이용하는 기능층 형성용 잉크의 제조 방법으로서,

조합(mixing) 후의 상기 기능층 형성용 잉크에 포함되는 단위 체적당의 파티클의 크기와 수를 측정하는 제1 공정과,

상기 제1 공정의 결과에 기초하여 필터의 공경(hole diameter)을 선정하는 제2 공정과,

상기 제2 공정에서 선정된 공경의 필터를 이용하여 상기 기능층 형성용 잉크를 여과하는 제3 공정을 갖고,

상기 제2 공정에서는, 필터의 공경과, 여과 후의 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 크기의 파티클의 수와의 관계로부터 필터의 공경을 선정하는 것을 특징으로 하는 기능층 형성용 잉크의 제조 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 공정에서는, 여과 후의 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클의 수가 10ml 중에 7개 이하가 되도록, 필터의 공경과, 여과 횟수를 결정하는 것을 특징으로 하는 기능층 형성용 잉크의 제조 방법.

청구항 5

양극과 음극과의 사이에, 복수의 박막층으로 이루어지고, 발광 기능을 갖는 기능층을 구비한 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법으로서,

제1항 또는 제2항에 기재된 기능층 형성용 잉크를 이용하여, 상기 기능층 중 어느 박막층을 형성하는 공정을 구비한 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 기능층 형성용 잉크, 기능층 형성용 잉크의 제조 방법, 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 잉크로서 기능층 형성 재료를 포함하는 용액을 이용하고, 막 형성 영역에 당해 용액을 도포하여 고화(固化)시킴으로써 기능층을 형성하는 방법으로서, 잉크를 노즐로부터 액적으로서 토출 가능한 잉크젯 헤드를 이용한 액적 토출법이 채용되고 있다. 액적 토출법을 이용함으로써, 필요한 양의 잉크를 액적으로서 막 형성 영역에 정밀도 좋게 배치하여 안정된 막 형상의 기능층을 형성할 수 있다.

[0003] 이러한 액적 토출법에 의해 형성되는 기능층의 예로서는, 배선층, 반도체층, 컬러 필터에 있어서의 착색층, 발광 소자에 있어서의 발광층 등을 들 수 있다.

[0004] 기능층 형성 재료를 포함하는 용액(잉크) 중에, 이물(파티클)이 포함되어 있으면, 막 형성 영역에 이물(파티클)이 포함된 상태에서 기능층이 형성되기 때문에, 기능층에 있어서 본래의 기능이 얻어지지 않는 부분이 발생한다.

[0005] 그래서, 예를 들면, 특허문헌 1에는, 유기 발광 매체층 중 적어도 1층을 습식 성막법에 의해 형성할 때에 이용되고, 형성 재료를 용매에 용해 또는 분산시켜 이루어지는 도포액으로서, 도포액에 포함되는 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클수가 50개/ml 이하인 것이 나타나 있다.

[0006] 또한, 예를 들면, 특허문헌 2에는, 고분자 유기 일렉트로루미네선스 재료가 유기 용매에 용해하여 이루어지는 용액을, 공경(hole diameter) $0.03\mu\text{m}\sim 0.1\mu\text{m}$ 의 필터로 가압 여과하는 공정을 갖는 유기 일렉트로루미네선스 잉크 조성물의 제조 방법이 개시되어 있다. 특허문헌 2에 기재된 실시예에 의하면, 필터의 공경을 $0.05\mu\text{m}$ 로 하여 여과 압력과 여과 속도를 조정했다고 해도, 10ml의 유기 일렉트로루미네선스 잉크 조성물에 포함되는 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클수는 10개로 되어 있다. 1ml로 환산하면, $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클수는 1개가 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 2007-95516호
(특허문헌 0002) 일본공개특허공보 2013-26164호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 그러나, 화소마다 전기적으로 독립한 유기 일렉트로루미네선스 소자를 갖는 표시 장치에서는, 전술의 특허문헌 1의 도포액이나 전술의 특허문헌 2의 유기 일렉트로루미네선스 잉크 조성물을 이용하여, 유기 발광 매체층 중 1층을 형성했다고 해도, 막 형성 영역인 화소의 크기가 미세하게 되면, 이물을 포함하는 화소가 용이하게 결함으로서 카운트되어 버린다. 즉, 수율 좋게 표시 장치를 제조하는 것이 곤란해진다는 과제가 있었다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 전술한 과제 중 적어도 일부를 해결하기 위해 이루어진 것이며, 이하의 형태 또는 적용예로서 실현하는 것이 가능하다.

[0010] [적용예] 본 적용예에 따른 기능층 형성용 잉크는, 복수의 박막층으로 이루어지는 기능층 중 어느 박막층을 형성할 때에 이용하는 기능층 형성용 잉크로서, 상기 기능층 형성용 잉크는, 기능층 형성 재료와, 상기 기능층 형성 재료를 용해시키는 용매를 포함하고, $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클의 수가, 10ml 중에 7개 이하인 것을 특징으로 한

다.

- [0011] 본 적용예에 의하면, 파티클의 크기와 수가 관리되어 있기 때문에, 이 기능층 형성용 잉크를 이용하면, 수율 좋게 박막층을 형성 가능하다.
- [0012] 또한, 액체 중에 포함되는 파티클의 크기와 수를 특정하는 방법으로서, 액중 파티클 카운터를 이용하는 방법을 들 수 있고, 정밀도 좋게 측정하려면, 시료의 체적으로서 적어도 10ml가 필요하다고 생각된다. 즉, 10ml를 단위로 하여 파티클의 크기와 수를 특정하는 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 적용예에 기재된 기능층 형성용 잉크에 있어서, 0.5 μ m 이상의 파티클의 수가, 10ml 중에 1개 미만인 것이 바람직하다.
- [0014] 이 구성에 의하면, 기능층 형성용 잉크가 도포되는 영역이 작아도, 결함의 발생이 저감된 박막층을 형성할 수 있다.
- [0015] [적용예] 본 적용예에 따른 기능층 형성용 잉크의 제조 방법은, 복수의 박막층으로 이루어지는 기능층 중 어느 박막층을 형성할 때에 이용하는 기능층 형성용 잉크의 제조 방법으로서, 조합(mixing) 후의 상기 기능층 형성용 잉크에 포함되는 단위 체적당의 파티클의 크기와 수를 측정하는 제1 공정과, 상기 제1 공정의 결과에 기초하여 필터의 공경을 선정하는 제2 공정과, 상기 제2 공정에서 선정된 공경의 필터를 이용하여 상기 기능층 형성용 잉크를 여과하는 제3 공정을 갖고, 상기 제2 공정에서는, 필터의 공경과, 여과 후의 0.5 μ m 이상의 크기의 파티클의 수와의 관계로부터 필터의 공경을 선정하는 것을 특징으로 한다.
- [0016] 본 적용예에 의하면, 파티클의 크기와 수가 적정하게 관리된 기능층 형성용 잉크를 제조할 수 있다.
- [0017] 상기 적용예에 기재된 기능층 형성용 잉크의 제조 방법에 있어서, 상기 제2 공정에서는, 여과 후의 0.5 μ m 이상의 파티클의 수가 10ml 중에 7개 이하가 되도록, 필터의 공경과, 여과 횟수를 결정하는 것이 바람직하다.
- [0018] 이 방법에 의하면, 결함의 발생이 보다 저감된 기능층 형성용 잉크를 제조할 수 있다.
- [0019] [적용예] 본 적용예에 따른 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법은, 양극과 음극과의 사이에, 복수의 박막층으로 이루어지고, 발광 기능을 갖는 기능층을 구비한 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법으로서, 상기 적용예에 기재된 기능층 형성용 잉크를 이용하여, 상기 기능층 중 어느 박막층을 형성하는 공정을 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0020] [적용예] 본 적용예에 따른 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법은, 양극과 음극과의 사이에, 복수의 박막층으로 이루어지고, 발광 기능을 갖는 기능층을 구비한 유기 일렉트로루미네선스 소자의 제조 방법으로서, 상기 적용예에 기재된 기능층 형성용 잉크의 제조 방법에 의해 제조된 기능층 형성용 잉크를 이용하여, 상기 기능층 중 어느 박막층을 형성하는 공정을 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0021] 이들 적용예에 의하면, 파티클에 기인하는 결함의 발생을 저감하여, 수율 좋게 유기 일렉트로루미네선스 소자를 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 유기 EL 장치의 전기적인 구성을 나타내는 등가 회로도이다.
- 도 2는 유기 EL 장치의 구성을 나타내는 개략 평면도이다.
- 도 3은 유기 EL 장치의 화소의 구조를 나타내는 개략 단면도이다.
- 도 4는 유기 EL 장치의 화소에 있어서의 유기 EL 소자의 구성을 나타내는 개략도이다.
- 도 5(a)~도 5(e)는 유기 EL 소자의 제조 방법을 나타내는 개략 단면도이다.
- 도 6(f)~도 6(h)는 유기 EL 소자의 제조 방법을 나타내는 개략 단면도이다.
- 도 7은 다크 스폿(DS)의 크기와 이물의 크기와의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 다크 스폿(DS)의 크기가 화소의 면적에 차지하는 면적의 비율을 나타내는 표이다.
- 도 9(a)는 회식 후의 기능층 형성용 잉크 중의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이고, 도 9(b)는 회식에 이용한 용매인 아세톤의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이다.

도 10은 공경이 0.2 μ m인 필터를 이용하여 기능층 형성용 잉크를 여과한 후의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이다.

도 11(a)는 공경이 0.05 μ m인 필터를 이용하여 기능층 형성용 잉크를 10회 여과한 후의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이고, 도 11(b)는 20회 여과한 후의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] (발명을 실시하기 위한 형태)
- [0024] 이하, 본 발명을 구체화한 실시 형태에 대해서 도면에 따라 설명한다. 또한, 사용하는 도면은, 설명하는 부분이 인식 가능한 상태가 되도록, 적절하게 확대 또는 축소하여 표시하고 있다.
- [0025] 또한, 이하의 형태에 있어서, 예를 들면 「기관 상에」라고 기재된 경우, 기관의 위에 접하도록 배치되는 경우, 또는 기관의 위에 다른 구성물을 개재하여 배치되는 경우, 또는 기관의 위에 일부가 접하도록 배치되고, 일부가 다른 구성물을 개재하여 배치되는 경우를 나타내는 것으로 한다.
- [0026] <유기 일렉트로루미네선스 장치>
- [0027] 우선, 화소에 유기 일렉트로루미네선스(EL) 소자를 구비한 자발광형(self-luminous type)의 표시 장치인 유기 EL 장치의 일 예에 대해서, 도 1~도 4를 참조하여 설명한다. 도 1은 유기 EL 장치의 전기적인 구성을 나타내는 등가 회로도이고, 도 2는 유기 EL 장치의 구성을 나타내는 개략 평면도이고, 도 3은 유기 EL 장치의 화소의 구조를 나타내는 개략 단면도이고, 도 4는 유기 EL 장치의 화소에 있어서의 유기 EL 소자의 구성을 나타내는 개략도이다.
- [0028] 도 1에 나타내는 바와 같이, 유기 EL 장치(100)는, 서로 교차하는 복수의 주사선(112) 및 복수의 데이터선(113)과, 복수의 데이터선(113)의 각각에 대하여 병렬하는 전원선(114)을 갖고 있다. 복수의 주사선(112)이 접속되는 주사선 구동 회로(103)와, 복수의 데이터선(113)이 접속되는 데이터선 구동 회로(104)를 갖고 있다. 또한, 복수의 주사선(112)과 복수의 데이터선(113)과의 각 교차부에 대응하여 매트릭스 형상으로 배치된 복수의 화소(107)를 갖고 있다.
- [0029] 화소(107)는, 발광 소자인 유기 EL 소자(130)와, 유기 EL 소자(130)의 구동을 제어하는 화소 회로(111)를 갖고 있다.
- [0030] 유기 EL 소자(130)는, 양극으로서의 화소 전극(131)과, 음극으로서의 대향 전극(134)과, 화소 전극(131)과 대향 전극(134)과의 사이에 형성된 발광 기능을 갖는 기능층(132)을 구비하고 있다. 이러한 유기 EL 소자(130)는 전기적으로 다이오드로서 표기할 수 있다. 기능층(132)의 상세한 구성에 대해서는 후술하지만, 기능층(132)은 발광층을 포함하는 복수의 박막층에 의해 구성되어 있다. 또한, 대향 전극(134)은 복수의 화소(107)에 걸치는 공통 전극으로서 형성되어 있다.
- [0031] 화소 회로(111)는, 스위칭용 트랜지스터(121)와, 구동용 트랜지스터(122)와, 축적 용량(123)을 포함하고 있다. 2개의 트랜지스터(121, 122)는, 예를 들면 n채널형 또는 p채널형의 박막 트랜지스터(TFT; Thin Film transistor)나 MOS 트랜지스터를 이용하여 구성할 수 있다.
- [0032] 스위칭용 트랜지스터(121)의 게이트는 주사선(112)에 접속되고, 소스 또는 드레인 중 한쪽이 데이터선(113)에 접속되고, 소스 또는 드레인 중 다른 한쪽이 구동용 트랜지스터(122)의 게이트에 접속되어 있다.
- [0033] 구동용 트랜지스터(122)의 소스 또는 드레인 중 한쪽이 유기 EL 소자(130)의 화소 전극(131)에 접속되고, 소스 또는 드레인 중 다른 한쪽이 전원선(114)에 접속되어 있다. 구동용 트랜지스터(122)의 게이트와 전원선(114)과의 사이에 축적 용량(123)이 접속되어 있다.
- [0034] 주사선(112)이 구동되어 스위칭용 트랜지스터(121)가 온(ON) 상태가 되면, 그때에 데이터선(113)으로부터 공급되는 화상 신호에 기초하는 전위가 스위칭용 트랜지스터(121)를 통하여 축적 용량(123)에 보존·유지된다. 당해 축적 용량(123)의 전위 즉 구동용 트랜지스터(122)의 게이트 전위에 따라서, 구동용 트랜지스터(122)의 온·오프 상태가 정해진다. 그리고, 구동용 트랜지스터(122)가 온 상태가 되면, 전원선(114)으로부터 구동용 트랜지스터(122)를 통하여 화소 전극(131)과 대향 전극(134) 사이에 끼워진 기능층(132)에 게이트 전위에 따른 크기의 전류가 흐른다. 유기 EL 소자(130)는, 기능층(132)을 흐르는 전류의 크기에 따라서 발광한다.
- [0035] 또한, 화소 회로(111)의 구성은, 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 구동용 트랜지스터(122)와 화소 전

극(131)과의 사이에, 구동용 트랜지스터(122)와 화소 전극(131)과의 사이의 도통을 제어하는 발광 제어용 트랜지스터를 구비하고 있어도 좋다.

[0036] 도 2에 나타내는 바와 같이, 유기 EL 장치(100)는, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 발광(발광색)이 얻어지는 화소(107R, 107G, 107B)를 갖고 있다. 각 화소(107R, 107G, 107B)는 대략 직사각형 형상이며, 표시 영역(E)에 있어서 매트릭스 형상으로 배치되어 있다. 화소(107R, 107G, 107B)의 각각에는, 대응하는 색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130)(도 3 참조)가 형성되어 있다. 동일한 색의 발광이 얻어지는 화소(107)가 도면 상에 있어서 수직 방향(열 방향 혹은 화소(107)의 긴 쪽 방향)으로 배열되고, 상이한 발광색의 화소(107)가 도면 상에 있어서 수평 방향(행 방향 혹은 화소(107)의 짧은 쪽 방향)으로 R, G, B의 순서로 배열되어 있다. 즉, 상이한 발광색의 화소(107R, 107G, 107B)가 소위 스트라이프 방식으로 배치되어 있다.

[0037] 이후, 상이한 발광색의 화소(107R, 107G, 107B)를 총칭하여 화소(107)라고 부르는 경우도 있다. 또한, 상이한 발광색의 화소(107)가 배열되는 방향을 X방향, 동일한 색의 화소(107)가 배열되는 방향을 Y방향으로 하여 설명한다.

[0038] 이러한 유기 EL 장치(100)를 표시 장치로서 이용한다면, 상이한 발광색이 얻어지는 3개의 화소(107R, 107G, 107B)를 1개의 표시 화소 단위(108)로 하고, 각각의 화소(107R, 107G, 107B)는 전기적으로 제어된다. 이에 따라 풀 컬러 표시가 가능해진다.

[0039] 또한, 상이한 발광색의 화소(107R, 107G, 107B)의 평면 형상과 배치는, 이것에 한정되는 것이 아니고, 예를 들면, 델타 방식, 모자이크 방식의 배치라도 좋다. 또한, 화소(107)는, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)의 3색에 대응하여 형성되는 것에 한정되지 않고, 적색(R), 녹색(G), 청색(B) 이외의 예를 들면 황색(Y) 발광이 얻어지는 화소(107)를 포함하고 있어도 좋다.

[0040] 도 3에 나타내는 바와 같이, 유기 EL 장치(100)는, 소자 기관(101) 상에 형성된, 적색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130R)와, 녹색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130G)와, 청색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130B)를 갖고 있다. 즉, 화소(107R)에 유기 EL 소자(130R)가 형성되고, 화소(107G)에 유기 EL 소자(130G)가 형성되고, 화소(107B)에 유기 EL 소자(130B)가 형성되어 있다. 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)의 각각은, 양극으로서의 화소 전극(131)과, 화소 전극(131) 상에 형성된 발광층을 포함하는 기능층(132)을 갖고 있다. 또한, 기능층(132)을 개재하여 화소 전극(131)과 대향하도록 형성된 공통 전극으로서의 대향 전극(134)을 갖고 있다.

[0041] 발광색에 대응시켜 화소 전극(131)을, 화소 전극(131R, 131G, 131B)이라고 부르는 경우도 있다. 마찬가지로, 발광색에 대응시켜 기능층(132)을 기능층(132R, 132G, 132B)이라고 부르는 경우도 있다. 기능층(132R, 132G, 132B)의 각각은, 복수의 박막층을 포함하고 있다. 복수의 박막층 중 적어도 1개의 박막층이, 후술하는 기능층 형성용 잉크를 이용하고, 액적 토출법(잉크젯법)에 의해 성막되어 있다. 기능층(132)의 상세한 구성과 형성 방법에 대해서는 후술한다.

[0042] 화소 전극(131R, 131G, 131B)의 각각은, 그 주위의 일부를 덮어 설치된 격벽(133)에 의해 구획되어 있다. 격벽(133)은, 예를 들면, 다관능 아크릴계 수지 등의 절연성을 갖는 감광성 수지 재료를 이용하여 형성되어 있다.

[0043] 화소 전극(131)은, 소자 기관(101) 상에 형성된 구동용 트랜지스터(122)의 3 단자 중 하나에 접속되어 있다. 대향 전극(134)은, 예를 들면, GND 등의 고정 전위가 부여되어 있다. 화소 전극(131)과 대향 전극(134)과의 사이에 구동 전위를 인가함으로써, 화소 전극(131)으로부터 기능층(132)에 정공이 주입되고, 대향 전극(134)으로부터 기능층(132)에 전자가 주입된다. 기능층(132)에 포함되는 발광층에서는, 주입된 정공과 전자가 여기자(엑시톤)를 형성하고, 여기자(엑시톤)가 소멸할 때(전자와 정공이 재결합할 때)에 에너지의 일부가 형광이나 인광이 되어 방출된다.

[0044] 본 실시 형태의 유기 EL 장치(100)는, 보텀 이미션형(bottom emission type)의 구조로 되어 있고, 기능층(132R, 132G, 132B)에서 발광한 빛을 대향 전극(134)에서 반사시켜 소자 기관(101)측으로부터 취출한다. 따라서, 소자 기관(101)은 유리 등의 투명 기관을 이용한다. 또한, 소자 기관(101)에 대하여 밀봉층(sealing layer; 135)을 사이에 두고 대향 배치되는 밀봉 기관(102)은, 투명 기관 및 불투명 기관 모두 이용할 수 있다. 불투명 기관으로서, 예를 들면, 알루미늄 등의 세라믹스, 스테인리스 스틸 등의 금속 시트에 표면 산화 등의 절연 처리를 행한 것 외에, 열강화성 수지, 열가소성 수지 등을 들 수 있다.

[0045] 소자 기관(101)에는, 유기 EL 소자(130)를 구동하는 화소 회로(111)가 형성되어 있다. 즉, 소자 기관(101)의 한쪽의 표면을 덮는 하지(base) 절연막(115) 상에, 구동용 트랜지스터(122)의 반도체층(122a)이 형성되어 있다.

반도체층(122a)은 예를 들면 폴리실리콘으로 이루어진다. 이 반도체층(122a)을 덮어 게이트 절연막(116)이 형성되어 있다.

[0046] 또한, 반도체층(122a) 중, 게이트 절연막(116)을 사이에 끼워 게이트 전극(126)과 겹치는 영역이 채널 영역으로 되어 있다. 또한, 이 게이트 전극(126)은, 도시 생략된 주사선(112)에 전기적으로 접속되어 있다. 반도체층(122a) 및 게이트 전극(126)을 덮어, 제1 층간 절연막(117)이 형성되어 있다.

[0047] 또한, 반도체층(122a) 중, 채널 영역의 소스측에는, 저(低)농도 소스 영역 및 고(高)농도 소스 영역(122c)이 형성되는 한편, 채널 영역의 드레인측에는 저농도 드레인 영역 및 고농도 드레인 영역(122b)이 형성되어, 소위 LDD(Light Doped Drain) 구조로 되어 있다. 이들 중, 고농도 소스 영역(122c)은, 게이트 절연막(116)과 제1 층간 절연막(117)에 걸쳐 개공하는 콘택트홀(125a)을 통하여, 소스 전극(125)에 접속되어 있다. 이 소스 전극(125)은, 전원선(114)(도시하지 않음)의 일부로서 구성되어 있다. 한편, 고농도 드레인 영역(122b)은, 게이트 절연막(116)과 제1 층간 절연막(117)에 걸쳐 개공하는 콘택트홀(124a)을 통하여, 소스 전극(125)과 동일 배선층에 형성된 드레인 전극(124)에 접속되어 있다.

[0048] 소스 전극(125) 및 드레인 전극(124)이 형성된 제1 층간 절연막(117)의 상층에는, 제2 층간 절연막(118)이 형성되어 있다. 이 제2 층간 절연막(118)은, 화소 회로(111)를 구성하는 구동용 트랜지스터(122) 등이나, 소스 전극(125), 드레인 전극(124) 등에 의한 표면의 요철을 없애기 위해 형성된 것이며, CMP(Chemical Mechanical Polishing) 등의 평탄화 처리가 행해지고 있다.

[0049] 그리고, 화소 전극(131)이, 이 제2 층간 절연막(118)의 표면 상에 형성됨과 함께, 제2 층간 절연막(118)에 형성된 콘택트홀(118a)을 통하여 드레인 전극(124)에 접속되어 있다. 즉, 화소 전극(131)은, 드레인 전극(124)을 통하여, 반도체층(122a)의 고농도 드레인 영역(122b)에 접속되어 있다. 대향 전극(134)은, GND에 접속되어 있다. 따라서, 구동용 트랜지스터(122)에 의해, 전술한 전원선(114)으로부터 화소 전극(131)에 공급되어 대향 전극(134)과의 사이에서 흐르는 구동 전류가 제어된다. 이에 따라, 화소 회로(111)는, 소망하는 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)를 발광시켜 컬러 표시를 가능하게 하고 있다.

[0050] 이러한 유기 EL 소자(130)를 갖는 소자 기관(101)은, 열경화형 에폭시 수지 등을 밀봉 부재로서 이용한 밀봉층(135)을 통하여 밀봉 기관(102)과 간극 없이 전면 밀봉되어 있다.

[0051] 본 실시 형태의 유기 EL 장치(100)의 유기 EL 소자(130)는, 후술하는 제조 방법을 이용하여 제조되어 있고, 상이한 발광색이 얻어지는 기능층(132R, 132G, 132B)의 형성에 있어서 각각 파티클(이물)의 혼입이 저감되어, 소망하는 발광 휘도와 발광 수명이 얻어진다.

[0052] 또한, 본 실시 형태의 유기 EL 장치(100)는, 보텀 이미션형에 한정되지 않고, 예를 들면 화소 전극(131)을 광반사성의 도전 재료를 이용하여 형성하고, 음극으로서의 대향 전극(134)을 투명한 도전 재료를 이용하여 형성하고, 유기 EL 소자(130)의 발광을 화소 전극(131)에서 반사시키고, 밀봉 기관(102)측으로부터 취출하는 탑 이미션형의 구조로 해도 좋다. 또한, 탑 이미션형으로 하는 경우, 유기 EL 소자(130)의 발광색에 대응시킨 컬러 필터를 각 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)에 대응시켜 형성하는 구성으로 해도 좋다. 나아가서는, 유기 EL 장치(100)가 컬러 필터를 갖는 경우, 유기 EL 소자(130)로부터 백색 발광이 얻어지는 구성으로 해도 좋다.

[0053] 다음으로, 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)의 구체적인 구성에 대해서, 도 4를 참조하여 설명한다.

[0054] 도 4에 나타내는 바와 같이, 유기 EL 장치(100)는, 소자 기관(101) 상에 형성된, 적색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130R)와, 녹색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130G)와, 청색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130B)를 갖고 있다.

[0055] 적색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130R)는, 양극으로서의 화소 전극(131R)과, 화소 전극(131R)에 대향 배치되는 음극으로서의 대향 전극(134)과, 화소 전극(131R)과 대향 전극(134)과의 사이에 있어서, 화소 전극(131R)측으로부터 순서대로 적층된, 정공 주입층(132a), 정공 수송층(132b), 적색(R)의 발광층(132cR), 청색(B)의 발광층(132cB), 전자 수송층(132d), 전자 주입층(132e)을 갖고 있다.

[0056] 녹색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130G)는, 양극으로서의 화소 전극(131G)과, 화소 전극(131G)에 대향 배치되는 음극으로서의 대향 전극(134)과, 화소 전극(131G)과 대향 전극(134)과의 사이에 있어서, 화소 전극(131G)측으로부터 순서대로 적층된, 정공 주입층(132a), 정공 수송층(132b), 녹색(G)의 발광층(132cG), 청색(B)의 발광층(132cB), 전자 수송층(132d), 전자 주입층(132e)을 갖고 있다.

[0057] 청색의 발광이 얻어지는 유기 EL 소자(130B)는, 양극으로서의 화소 전극(131B)과, 화소 전극(131B)에 대향 배치

되는 음극으로서의 대향 전극(134)과, 화소 전극(131B)과 대향 전극(134)과의 사이에 있어서, 화소 전극(131B) 측으로부터 순서대로 적층된, 정공 주입층(132a), 정공 수송층(132b), 청색(B)의 발광층(132cB), 전자 수송층(132d), 전자 주입층(132e)을 갖고 있다.

- [0058] 화소 전극(131R, 131G, 131B)의 각각은, 워크 함수가 큰, 예를 들면 ITO(Indium Tin Oxide) 등의 투명 전극 재료를 이용하여 기상 프로세스에 의해 형성되어 있다.
- [0059] 대향 전극(134)은, 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)에 공통된 음극으로서, 워크 함수가 작은, 예를 들면 Al 등의 전극 재료를 이용하여 기상 프로세스에 의해 형성되어 있다.
- [0060] 도 4에서는 도시를 생략했지만, 화소 전극(131R, 131G, 131B)의 각각은 표면 처리가 행해진 격벽(133)에 의해 구획되어 있다. 격벽(133)에 의해 구획된 막 형성 영역에, 화소 전극(131R, 131G, 131B)의 각각에 대응하여, 정공 주입층(132a), 정공 수송층(132b)이 액상 프로세스에 의해 순서대로 구분해 칠해져 형성되어 있다. 또한, 화소 전극(131R)에 대응하는 정공 수송층(132b) 상에, 발광층(132cR)이 액상 프로세스에 의해 구분해 칠해져 형성되고, 화소 전극(131G)에 대응하는 정공 수송층(132b) 상에, 발광층(132cG)이 액상 프로세스에 의해 구분해 칠해져 형성되어 있다.
- [0061] 한편으로, 청색(B)의 발광층(132cB), 전자 수송층(132d), 전자 주입층(132e)은, 3개의 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)에 걸쳐 공통적으로 기상 프로세스를 이용하여 형성되어 있다. 본 실시 형태에 있어서의 기상 프로세스는 예를 들면 진공 증착법이다. 또한, 액상 프로세스는 예를 들면 액적 토출법(잉크젯법)이다.
- [0062] 3개의 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)에 걸쳐 공통적으로 기상 프로세스를 이용하여 형성되는 청색(B)의 발광층(132cB)은, 전자 수송성의 호스트 재료를 포함하여 구성되어 있다. 따라서, 적색(R)의 발광층(132cR)에 청색(B)의 발광층(132cB)을 적층해도, 유기 EL 소자(130R)에 있어서 적색의 발광이 얻어진다. 또한, 녹색(G)의 발광층(132cG)에 청색(B)의 발광층(132cB)을 적층해도, 유기 EL 소자(130G)에 있어서 녹색의 발광이 얻어진다. 청색(B)의 발광층(132cB)을 갖는 유기 EL 소자(130B)로부터는 당연히 청색의 발광이 얻어진다.
- [0063] 또한, 화소 전극(131R, 131G)과 발광층(132cR, 132cG)과의 사이, 혹은 발광층(132cB)과 대향 전극(134)과의 사이에, 캐리어(정공이나 전자)의 이동을 제어하기 위한 다른 박막층이 형성되어 있어도 좋다. 또한, 전자 수송층(132d)이나 전자 주입층(132e)은, 음극으로서의 대향 전극(134)이나 발광층(132cB)의 구성에 따라서는, 어느 한쪽을 삭제할 수도 있다.
- [0064] 이후, 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)의 구성에 대해서, 보다 구체적으로 설명한다.
- [0065] [양극]
- [0066] 양극으로서의 화소 전극(131R, 131G, 131B)은, 정공 주입층(132a)에 정공을 주입하는 전극이다.
- [0067] 이 화소 전극(131R, 131G, 131B)의 구성 재료로서는, 특별히 한정되지 않지만, 워크 함수가 크고, 도전성이 우수한 재료가 적합하게 이용되고, 예를 들면, ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), In_2O_3 , SnO_2 , 불소 첨가 SnO_2 , Sb 첨가 SnO_2 , ZnO, Al 첨가 ZnO, Ga 첨가 ZnO 등의 금속 산화물, Au, Pt, Ag, Cu 또는 이들을 포함하는 합금 등을 들 수 있고, 이들 중 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.
- [0068] 이러한 화소 전극(131R, 131G, 131B)의 막두께는, 특별히 한정되지 않지만, 10nm~200nm의 범위에 있는 것이 바람직하고, 30nm~150nm의 범위에 있는 것이 보다 바람직하다.
- [0069] [정공 주입층]
- [0070] 정공 주입층(132a)은, 정공 주입 재료를 포함한 용액(기능층 형성용 잉크)을 소정의 막 형성 영역에 도포하고, 건조·가열함으로써 형성되어 있다(액상 프로세스). 정공 주입 재료로서는, 예를 들면, 폴리에틸렌디옥시테오펜(PEDOT) 등의 폴리티오펜 유도체에 도판트로서의 폴리스티렌술폰산(PSS)을 더한 혼합물(PEDOT: PSS)이나, 폴리스티렌, 폴리피롤, 폴리비닐카르바졸(PVK), 폴리아닐린, 올리고아닐린, 폴리아세틸렌이나 그의 유도체 등을 들 수 있다.
- [0071] 정공 주입층(132a)의 막두께는, 특별히 한정되지 않지만, 10nm~150nm의 범위에 있는 것이 바람직하다.
- [0072] [정공 수송층]
- [0073] 정공 수송층(132b)은, 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)에 있어서, 정공 주입층(132a)과 발광층(132cR, 132cG, 132cB)과의 사이에 형성되고, 발광층(132cR, 132cG, 132cB)에 대한 정공의 수송성(주입성)을 향상시킴과 함께,

발광층(132cR, 132cG, 132cB)으로부터 정공 주입층(132a)으로 전자가 침입하여, 정공 주입층(132a)의 기능이 저하되는 것을 억제하기 위해 형성되어 있다. 즉, 발광층(132cR, 132cG, 132cB)에 있어서의 정공과 전자와의 결합에 의한 발광의 효율을 개선하는 것이다.

- [0074] 정공 수송층(132b)은, 정공 수송 재료를 포함한 용액(기능층 형성용 잉크)을 소정의 막 형성 영역에 도포하여 건조·가열하는 것(액상 프로세스)에 의해, 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)의 정공 주입층(132a)에 접하여, 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)에 공통적으로 형성되어 있다.
- [0075] 정공 수송 재료로서는, 예를 들면, 트리페닐디아민(TPD) 등의 아민계 화합물의 폴리머가 적합하게 이용된다. 그 외에 폴리플루오렌 유도체(PF)나 폴리파라페닐렌비닐렌 유도체(PPV), 폴리파라페닐렌 유도체(PPP), 폴리비닐 카르바졸(PVK), 폴리티오펜 유도체, 폴리메틸페닐실란(PMPS)을 포함하는 폴리실란계 등의 고분자 유기 재료를 들 수 있다.
- [0076] 정공 수송층(132b)의 막두께는, 특별히 한정되지 않지만, 15nm~25nm의 범위에 있는 것이 바람직하다.
- [0077] [발광층(132cR, 132cG)]
- [0078] 적색의 발광이 얻어지는 발광층(132cR) 및 녹색의 발광이 얻어지는 발광층(132cG)은, 각각, 호스트 재료에 게스트 재료로서의 발광 재료가 도포된 발광층 형성 재료를 포함하는 용액(기능층 형성용 잉크)을 소정의 막 형성 영역에 도포하여 건조·가열하는 것(액상 프로세스)에 의해, 유기 EL 소자(130R, 130G)의 정공 수송층(132b)에 접하고, 유기 EL 소자(130R, 130G)에 대응하여 선택적으로 형성되어 있다.
- [0079] 호스트 재료로서는, TDAPB(1,3,5-트리스-(N,N-비스-(4-메톡시-페닐)-아미노 페닐)-벤젠), CBP(4,4'-bis(9-dicarbazolyl)-2,2'-biphenyl), BAlq(Bis-(2-methyl-8-quinolinolate)-4-(phenylphenolate)aluminium), mCP(N,N-dicarbazolyl-3,5-benzene: CBP 유도체), CDBP(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethyl-biphenyl), DCB(N,N'-Dicarbazolyl-1,4-dimethene-benzene), P06(2,7-bis(diphenylphosphineoxide)9,9-dimethylfluorene), SimCP(3,5-bis(9-carbazolyl) tetraphenylsilane), UGH3(W-bis(triphenylsilyl)benzene) 등의 저분자 재료를 들 수 있다. 이들 저분자의 호스트 재료는 모두 전자 수송성을 갖고 있다.
- [0080] 발광 재료로서는, 형광 재료, 인광 재료, 모두 이용할 수 있다. 형광 재료로서는, 아메리칸다이소스사 제조의 ADS111RE(적색), ADS108GE(녹색)(Poly[{9,9-dioctyl-2,7-divinylene-fluorenylene}-alt-co-{2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylene}])을 들 수 있다.
- [0081] 인광 재료로서는, Bt2Ir(acac)(Bis(2-phenylbenzothiazolato-N,C2')Iridium(III)(acetylacetonate)), Btp2Ir(acac)(Bis(2,2'-benzothienyl)-pyridinato-N,C3)Iridium(acetylacetonate)) 등의 이리듐 착체, PtOEP(2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphine, platinum(II)) 등의 백금 착체를 들 수 있고, 전술한 호스트 재료에 첨가함으로써 적색의 인광을 얻을 수 있다.
- [0082] 또한, Ir(ppy)3(Fac-tris(2-phenylpyridine)Iridium), Ppy2Ir(acac)(Bis(2-phenyl-pyridinato-N,C2)Iridium(acetylacetonate)) 등의 이리듐 착체를 들 수 있고, 전술한 호스트 재료에 첨가함으로써 녹색의 인광을 얻을 수 있다.
- [0083] 발광층(132cR, 132cG)의 막두께는, 특별히 한정되지 않지만, 5nm~100nm의 범위에 있는 것이 바람직하고, 10nm~50nm의 범위에 있는 것이 보다 바람직하다.
- [0084] [발광층(132cB)]
- [0085] 청색의 발광이 얻어지는 발광층(132cB)은, 기상 프로세스에 의해 전술한 전자 수송성을 갖는 저분자의 호스트 재료에 게스트 재료(발광 재료)를 도포하여, 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)에 공통적으로 형성되어 있다.
- [0086] 발광층(132cB)의 호스트 재료로서는, 안트라센 유도체를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 발광층(132cB)의 게스트 재료(발광 재료)는, 형광 재료, 인광 재료 모두 사용할 수 있다. 형광 재료로서는, 아메리칸다이소스사 제조의 ADS136BE(청색)를 들 수 있다.
- [0087] 인광 재료로서는, FIrpic(Iridium-bis(4,6-difluorophenyl-pyridinato-N,C2)-picolinate), Ir(pmb)3(Iridium-tris(1-phenyl-3-methylbenzimidazolin-2-ylidene-C,C(2'))), FIrN4(Iridium(III)bis(4,6-difluorophenylpyridinato)(5-(pyridin-2-yl)-tetrazolate)), FIrtaz(Iridium(III)bis(4,6-difluorophenylpyridinato)(5-(pyridine-2-yl)-1,2,4-triazolate)) 등의 이리듐 착체를 들 수 있고, 전술한 호스트 재료에 첨가함으로써 청색의 인광을 얻을 수 있다.

- [0088] [전자 수송층]
- [0089] 전자 수송층(132d)은, 기상 프로세스를 이용하여 형성되고, 음극으로서의 대향 전극(134)으로부터 전자 수송층(132d)에 주입된 전자를 발광층(132cB)에 수송하는 기능을 갖는 것이다. 또한, 전자 수송층(132d)은, 발광층(132cB)으로부터 전자 수송층(132d)으로 통과하고자 하는 정공을 블록하는 기능을 갖는 경우도 있다.
- [0090] 전자 수송층(132d)을 구성하는 전자 수송 재료로서는, 특별히 한정되지 않지만, 증착법 등의 기상 프로세스를 이용하여 형성할 수 있도록, 예를 들면, BALq, OXD-1(1,3,5-트리(5-(4-tert-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸)), BCP(Bathocuproine), PBD(2-(4-비페닐)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-옥사디아졸), TAZ(3-(4-비페닐)-5-(4-tert-부틸페닐)-1,2,4-트리아졸), DPVBi(4,4'-비스(1,1-비스-디페닐에테닐)비페닐), BND(2,5-비스(1-나프틸)-1,3,4-옥사디아졸), DTVBi(4,4'-비스(1,1-비스(4-메틸페닐)에테닐)비페닐), BBD(2,5-비스(4-비페닐틸)-1,3,4-옥사디아졸) 등을 들 수 있다.
- [0091] 또한, 트리스(8-퀴놀리노라토)알루미늄(Alq3), 옥사디아졸 유도체, 옥사졸 유도체, 페난트롤린 유도체, 안트라퀴노디메탄 유도체, 벤조퀴논 유도체, 나프토퀴논 유도체, 안트라퀴논 유도체, 테트라시아노안트라퀴노디메탄 유도체, 플루오렌 유도체, 디페닐디시아노에틸렌 유도체, 디페노퀴논 유도체, 하이드록시퀴놀린 유도체 등을 들 수 있다. 이들 중 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.
- [0092] 전자 수송층(132d)의 막두께는, 특별히 한정되지 않지만, 1nm~100nm의 범위에 있는 것이 바람직하고, 5nm~50nm의 범위에 있는 것이 보다 바람직하다.
- [0093] [전자 주입층]
- [0094] 전자 주입층(132e)은, 기상 프로세스를 이용하여 형성되고, 대향 전극(134)으로부터 전자 수송층(132d)으로의 전자의 주입 효율을 향상시키는 기능을 갖는 것이다.
- [0095] 이 전자 주입층(132e)의 구성 재료(전자 주입 재료)로서는, 특별히 한정되지 않지만, 예를 들면, 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 혹은 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속의 화합물을 들 수 있고, 이들 중 1종 또는 2종 이상을 조합하여 이용할 수 있다.
- [0096] 알칼리 금속으로서, 예를 들면, Li, Na, K, Rb, Cs을 들 수 있다. 또한, 알칼리 토금속으로서, 예를 들면, Mg, Ca, Sr, Ba을 들 수 있다.
- [0097] 알칼리 금속의 화합물로서는, 예를 들면, LiF, Li₂CO₃, LiCl, NaF, Na₂CO₃, NaCl, CsF, Cs₂CO₃, CsCl 등의 알칼리 금속염을 들 수 있다. 또한, 알칼리 토금속의 화합물로서는, 예를 들면, CaF₂, CaCO₃, SrF₂, SrCO₃, BaF₂, BaCO₃ 등의 알칼리 토금속염을 들 수 있다.
- [0098] 전자 주입층(132e)의 막두께는, 특별히 한정되지 않지만, 0.01nm~10nm의 범위인 것이 바람직하고, 0.1nm~5nm의 범위인 것이 보다 바람직하다.
- [0099] [음극]
- [0100] 음극으로서의 대향 전극(134)은, 전자 주입층(132e)에 전자를 주입하는 전극이다.
- [0101] 이 대향 전극(134)의 구성 재료로서는, 워크 함수가 작은 재료를 이용하는 것이 바람직하다. 또한, 증착법 등의 기상 프로세스를 이용하여 형성할 수 있도록, 예를 들면, Li, Mg, Ca, Sr, La, Ce, Er, Eu, Sc, Y, Yb, Ag, Cu, Al, Cs, Rb, Au 또는 이들을 포함하는 합금 등이 이용되고, 이들 중 1종 또는 2종 이상을 조합하여(예를 들면, 복수층의 적층체 등) 이용할 수 있다.
- [0102] 특히, 본 실시 형태와 같이, 보텀 이미션 구조의 유기 EL 장치(100)로 하는 경우, 대향 전극(134)에는 광투과성이 요구되지 않고, 대향 전극(134)의 구성 재료로서는, 예를 들면, Al, Ag, AlAg, AlNd 등의 금속 또는 합금이 바람직하게 이용된다. 이러한 금속 또는 합금을 대향 전극(134)의 구성 재료로서 이용함으로써, 대향 전극(134)의 전자 주입 효율 및 안정성의 향상을 도모할 수 있다.
- [0103] 보텀 이미션 구조에 있어서의 대향 전극(134)의 막두께는, 특별히 한정되지 않지만, 50nm~1000nm의 범위에 있는 것이 바람직하고, 100nm~500nm의 범위에 있는 것이 보다 바람직하다.
- [0104] 유기 EL 장치(100)를 톱 이미션 구조로 하는 경우, 대향 전극(134)의 구성 재료로서는, MgAg, MgAl, MgAu, AlAg 등의 금속 또는 합금을 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 금속 또는 합금을 대향 전극(134)의 구성 재료

로서 이용함으로써, 대향 전극(134)의 광투과성을 유지하면서, 대향 전극(134)의 전자 주입 효율 및 안정성의 향상을 도모할 수 있다.

[0105] 톱 이미션 구조에 있어서의 대향 전극(134)의 막두께는, 특별히 한정되지 않지만, 1nm~50nm의 범위에 있는 것이 바람직하고, 5nm~20nm의 범위에 있는 것이 보다 바람직하다.

[0106] 기능층(132R, 132G, 132B)에 포함되는 정공 주입층(132a), 정공 수송층(132b), 발광층(132cR, 132cG)을 형성할 때에 이용되는 액상 프로세스로서는, 잉크젯 헤드의 노즐로부터 용액(기능층 형성용 잉크)을 액적으로서 토출하는 액적 토출법(잉크젯법)을 이용하는 것이 바람직하다. 액적 토출법(잉크젯법)에 의하면, 소망하는 막 형성 영역에 소정량의 용액을 액적으로서 정밀도 좋게 토출할 수 있다. 액적 토출법(잉크젯법) 이외의 액상 프로세스로서는, 스핀 코팅법(파이로졸(pyrosol)법), 캐스팅법, 마이크로그라비아(microgravure) 코팅법, 그라비아 코팅법, 바 코팅법, 롤 코팅법, 와이어 바 코팅법, 딥 코팅법, 스프레이 코팅법, 스크린 인쇄법, 플렉소 인쇄법, 오프셋 인쇄법 등을 들 수 있다.

[0107] 기상 프로세스로서는, 증착법, 스퍼터법, 이온빔법 등을 들 수 있다. 성막시에 먼저 형성된 막에 열 등의 영향을 주기 어려운 점에서 증착법을 이용하는 것이 바람직하다.

[0108] <유기 EL 소자의 제조 방법>

[0109] 다음으로, 본 실시 형태의 유기 EL 소자의 제조 방법에 대해서, 도 5~도 6을 참조하여 설명한다. 도 5(a)~도 5(e) 및 도 6(f)~도 6(h)는 유기 EL 소자의 제조 방법을 나타내는 개략 단면도이다. 본 실시 형태의 유기 EL 소자의 제조 방법은, 본 발명의 기능층 형성용 잉크가 적용된 것이다. 따라서, 기능층(132) 중 정공 주입층(132a), 정공 수송층(132b), 발광층(132cR)이 액상 프로세스에 의해 형성되는 유기 EL 소자(130R)를 예로 들어 설명한다. 즉, 도 5 및 도 6은 유기 EL 소자(130R)의 제조 방법을 나타내는 것이다. 이후, 기능층 형성용 잉크에 대해서, 설명의 형편상, 단순히 「잉크」라고 부르는 것으로 한다.

[0110] 우선, 도 5(a)에 나타내는 바와 같이, 화소 전극(131R)의 주위(외연(外緣) 부분)를 덮어, 화소 전극(131R)이 형성된 영역을 구획하는 격벽(133)을 형성한다(격벽 형성 공정). 격벽(133)으로 구획된 영역이 기능층 형성 재료를 포함하는 잉크가 도포되는 막 형성 영역이 된다.

[0111] 격벽(133)의 구체적인 형성 방법으로서, 화소 전극(131R)이 형성된 소자 기판(101)의 표면을 덮고, 예를 들면 다관능 아크릴계 수지가 포함된 용액을 스핀 코팅법 등의 방법에 의해 도포하고 건조하여, 감광성 수지층을 형성한다. 그 후, 포토리소그래피법에 의해 감광성 수지층을 패터닝하여 격벽(133)을 형성하는 방법을 들 수 있다.

[0112] 화소 전극(131R)을 포함하는 막 형성 영역에, 후의 공정에서 상기 잉크를 도포하는 점에서, 상기 잉크에 대하여 격벽(133)의 표면이 발액성을 나타내고, 피(被)토출물의 일 예인 화소 전극(131R)의 표면이 친액성을 나타내도록 표면 처리가 행해진다.

[0113] 표면 처리의 방법으로서, 우선 산소를 처리 가스로서 플라즈마 처리하고, 화소 전극(131R)의 표면과 격벽(133)의 표면(벽면을 포함함)을 활성화시켜 친액화한다. 이어서, CF₄ 등의 불소계 처리 가스를 이용하여 플라즈마 처리한다. 이에 따라, 아크릴계 수지로 이루어지는 격벽(133)의 표면에만 불소계 처리 가스가 반응하여, 격벽(133)의 표면을 선택적으로 발액화하는 방법을 들 수 있다.

[0114] 또한, 표면이 발액성을 갖는 격벽(133)의 형성 방법은, 이것에 한정되지 않고, 예를 들면, 불소계의 발액성 재료를 포함한 다관능 아크릴계 수지를 이용하여 격벽(133)을 형성하는 방법을 채용해도 좋다.

[0115] 다음으로, 정공 주입층 형성 공정에서는, 도 5(b)에 나타내는 바와 같이, 격벽(133)으로 구획된 막 형성 영역의 각각에, 정공 주입 재료를 포함하는 잉크(60)를 도포한다. 잉크(60)의 도포는, 잉크젯 헤드(50)와 소자 기판(101)을 대향 배치하고, 상대적으로 이동시키는 동안에, 잉크젯 헤드(50)의 노즐로부터 잉크(60)를 액적으로서 토출하는 잉크젯법(액적 토출법)을 이용한다. 도포된 잉크(60)는, 격벽(133)으로 구획된 막 형성 영역에 충전(充填)되고 계면 장력에 의해 부풀어 오른다. 그리고, 도포된 잉크(60)를 예를 들면 대기 분위기하에서 가열·건조하여 도 5(c)에 나타내는 바와 같이 화소 전극(131R)에 접한 정공 주입층(132a)을 형성한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 건조 후의 정공 주입층(132a)의 막두께가 대략 130nm가 되도록, 잉크젯 헤드(50)로부터 소정량의 잉크(60)를 액적으로서 막 형성 영역에 토출했다.

[0116] 잉크(60)는, 예를 들면 용매로서의 3-페녹시톨루엔에 정공 주입 재료인 폴리비닐카르바졸(PVK)을 2.0wt % 정도

의 농도로 용해시킨 것이다.

[0117] 다음으로, 정공 수송층 형성 공정에서는, 도 5(d)에 나타내는 바와 같이, 격벽(133)으로 구획된 막 형성 영역에 정공 수송 재료를 포함하는 잉크(70)를 도포한다. 잉크(70)의 도포도 잉크젯 헤드(50)를 이용한다. 잉크(70)는, 예를 들면 정공 수송 재료로서의 폴리[(9,9-디옥틸플루오렌-2,7-디일)-co-(4,4'-(N-(4-sec-부틸페닐))디페닐아민)](TFB)를 1.5wt%~2.0wt%의 농도 범위에서 포함한 3-페녹시톨루엔 용액을 이용한다. 도포된 잉크(70)는, 격벽(133)으로 구획된 막 형성 영역에 충전되고 계면 장력에 의해 부풀어 오른다. 그리고, 도포된 잉크(70)를 예를 들면 질소 분위기하에서 가열·건조하여, 도 5(e)에 나타내는 바와 같이, 정공 주입층(132a)에 접한 정공 수송층(132b)을 형성한다. 건조 후의 정공 수송층(132b)의 막두께가 대략 20nm가 되도록, 잉크젯 헤드(50)로부터 소정량의 상기 잉크(70)를 액적으로서 토출했다.

[0118] 다음으로, 발광층 형성 공정에서는, 도 6(f)에 나타내는 바와 같이, 격벽(133)으로 구획된 막 형성 영역에 발광층 형성 재료를 포함하는 잉크(80R)를 도포한다. 잉크(80R)의 도포도 잉크젯 헤드(50)를 이용한다. 잉크(80R)는, 예를 들면 전술한 호스트 재료에, 적색의 발광이 얻어지는 발광 재료가 더해진 발광층 형성 재료를 1.0wt%~2.0wt%의 농도로 포함하는 3-페녹시톨루엔 용액을 이용한다. 도포된 잉크(80R)는, 격벽(133)으로 구획된 막 형성 영역에 충전되고 계면 장력에 의해 부풀어 오른다. 그리고, 도포된 잉크(80R)를 예를 들면 5Pa 이하의 진공도에서 감압 건조를 30분 행한 후에, 건조기(오븐)로 질소 분위기 중에서 130℃, 10분간 건조하고, 도 6(g)에 나타내는 바와 같이 정공 수송층(132b)에 접한 발광층(132cR)을 형성한다. 건조 후의 발광층(132cR)의 막두께가 대략 45nm가 되도록, 잉크젯 헤드(50)로부터 소정량의 상기 잉크(80R)를 액적으로서 토출했다.

[0119] 다음으로, 기상 프로세스에 의해, 발광층(132cB), 전자 수송층(132d), 전자 주입층(132e), 음극으로서의 대향 전극(134)을 형성한다. 구체적으로는, 전술한 각 층의 재료를 예를 들면 진공 증착법에 의해 순차 성막하고, 도 6(h)에 나타내는 바와 같이, 격벽(133)으로 구획된 막 형성 영역과, 노출된 격벽(133)의 표면을 덮어, 각 층을 적층 형성한다. 특히, 기능층(132)의 열에 의한 손상을 방지할 수 있다는 점에서는, 대향 전극(134)을 진공 증착법으로 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 기능층(132)으로 외부로부터의 수분이나 산소 등의 가스가 침입하여, 기능층(132)의 발광 기능이나 발광 수명이 저하되는 것을 막기 위해, 대향 전극(134)의 표면을 덮도록, 가스 배리어성을 갖는 예를 들면 실리콘의 산화물이나 질화물 혹은 실리콘의 산 질화물 등의 무기 재료를 성막해도 좋다. 이에 따라, 우수한 발광 특성(발광 휘도, 발광 수명 등)을 갖는 유기 EL 소자(130R)가 완성된다.

[0120] 또한, 유기 EL 장치(100)에 있어서의 유기 EL 소자(130G)의 제조 방법은, 상기 유기 EL 소자(130R)의 제조 방법을 적용하고, 발광층 형성 공정에 있어서 녹색의 발광이 얻어지는 발광 재료와 호스트 재료가 더해진 발광층 형성 재료를 포함하는 잉크(80G)를 이용한다. 발광층 형성 공정 이외의 공정은 동일하다. 또한, 유기 EL 장치(100)에 있어서의 유기 EL 소자(130B)의 제조 방법은, 상기 유기 EL 소자(130R)의 제조 방법을 적용하고, 발광층 형성 공정에 있어서, 발광층(132cB)을 기상 프로세스로 형성하는 이외는, 정공 주입층(132a), 정공 수송층(132b), 전자 수송층(132d), 전자 주입층(132e), 대향 전극(134)의 각 박막층을 형성하는 공정은 동일하다.

[0121] <기능층 형성용 잉크와 그의 제조 방법>

[0122] 상기한 유기 EL 소자(130R, 130G, 130B)의 제조 공정에 있어서, 이용되는 잉크(60, 70, 80R, 80G)의 각각은, 본 발명의 기능층 형성용 잉크가 적용된 것으로서, 기능층 형성용 잉크 중에 포함되는 파티클의 크기와 수가 관리되고 있다. 이후, 본 발명의 기능층 형성용 잉크와 그의 제조 방법에 대해서, 도 7~도 11을 참조하여 설명한다.

[0123] 도 7은 다크 스폿(DS)의 크기와 이물의 크기와의 관계를 나타내는 그래프이고, 도 8은 다크 스폿(DS)의 크기가 화소의 면적에 차지하는 면적의 비율을 나타내는 표이다.

[0124] 우선, 도 7 및 도 8을 참조하여 기능층 형성용 잉크 중에 포함되는 파티클(이물)과 다크 스폿(DS)과의 관계에 대해서 설명한다.

[0125] 예를 들면 유기 EL 소자(130R)는, 화소 전극(131)과 대향 전극(134)과의 사이에 기능층(132R)을 갖고 있다. 기능층(132R)은, 정공 주입층(132a), 정공 수송층(132b), 발광층(132cR), 발광층(132cB), 전자 수송층(132d), 전자 주입층(132e)을 포함하고 있다. 전술한 바와 같이, 이들 각 박막층의 막두께의 범위에서 보면, 기능층(132R)의 막두께의 범위는, 46nm~385nm가 된다. 기능층(132R)이 상기한 박막층 이외의 박막층을 포함한다고 해도, 그 막두께의 최대값은, 예를 들면 구동 전압이나 발광 수명 등의 발광 특성을 고려해도, 대략 500nm(0.5μm) 이하일 것이다. 예를 들면, 기능층(132R)의 막두께보다도 큰 도전성의 파티클(0.5μm 이상의 크기의 도전성

의 파티클)이, 기능층(132R)에 혼입되면, 화소 전극(131)과 대향 전극(134)이 전기적으로 단락(短絡)하여, 유기 EL 소자(130R)는 발광하지 않게 된다. 즉, 유기 EL 소자(130R)를 포함하는 화소(107R)는 결함 화소가 된다. 그것뿐만 아니라, 유기 EL 소자(130R)가 전기적으로 단락하여 과잉된 전류가 흐르게 되면, 단락한 유기 EL 소자(130R)와 동시에 발광시키고 싶은 다른 유기 EL 소자(130)에 충분한 전류를 흘리는 것이 곤란해져, 발광 불균일이 발생할 우려가 있다. 따라서, 도전성의 파티클이 기능층 형성용 잉크에 혼입되는 것은 가장 피하고 싶은 것이다.

[0126] 한편, 기능층 형성용 잉크에 포함되는 파티클이 절연성이라도, 당해 파티클이 존재하는 부분에서는 기능층(132R)에 전류가 흐르지 않기 때문에, 당해 파티클이 존재하는 부분이 발광하지 않는 암점(다크 스팟; DS)이 된다.

[0127] 그래서, 발명자들은, 시작(試作)한 복수의 유기 EL 장치(100)(샘플)를 점등시켜 관찰함으로써, 다크 스팟(DS)의 크기와 다크 스팟(DS)을 발생시킨 파티클(이물)의 크기와의 관계를 조사했다. 또한, 여기에서 말하는 「크기」란 최대 지름을 가리킨다.

[0128] 시작한 유기 EL 장치(100)의 표시 영역(E)의 대각의 길이는 대략 3Inch(인치)이며, 화소수는 15105이다. 1개의 표시 화소 단위(108)는, R, G, B의 3개의 화소(107)를 갖고 있다. 시작품에 있어서의 1개의 화소(107)의 유기 EL 소자(130)의 발광 영역의 크기(거의 막 형성 영역의 크기에 상당)는, $27197\mu\text{m}^2$ 이다.

[0129] 복수의 시작품의 유기 EL 소자(130R)를 점등시켜 확인한 결과, 도 7에 나타내는 바와 같이, 다크 스팟(DS)의 크기와 파티클(이물)의 크기와의 사이에는, 상관관계가 있는 것을 알 수 있었다. 구체적으로는, 다크 스팟(DS)의 크기가 예를 들면 대략 $10\mu\text{m}$ 일 때, 그 원인인 파티클(이물)의 크기는, 가장 작은 것으로 대략 $3\mu\text{m}$ 정도였다. 또한, 다크 스팟(DS)의 크기가 대략 $25\mu\text{m}$ 일 때, 그 원인인 파티클(이물)의 크기는, 가장 작은 것으로 대략 $6\mu\text{m}$ 였다. 다크 스팟(DS)의 원인인 파티클(이물)의 크기는 다크 스팟(DS)의 크기의 $1/3.5 \sim 1/8$ 이다. 즉, 파티클(이물)이 존재하는 부분뿐만 아니라, 그 주변에 있어서도, 적절한 박막층의 구성이 되지 않는 점에서, 발광이 정상적으로 행해지지 않는 영역이 존재한다. 또한, 도 7에 나타낸 그래프에 있어서, 상관 관계를 나타내는 근사(近似) 1차 직선의 기울기는 대략 0.33이다. 또한, 시작품의 제조 중에 분명하게 환경 유래로 혼입된 크기가 $20\mu\text{m}$ 이상인 파티클(이물)을 포함하는 다크 스팟(DS)을 제외하고, 다크 스팟(DS)의 크기와 파티클(이물)의 크기와의 관계를 조사했다.

[0130] 한편으로, 다크 스팟(DS)을 갖는 화소(107)가 실질적으로 결함 화소가 되는지 아닌지는, 다크 스팟(DS)에 의해 화소(107)의 휘도가 소정의 값에 대하여 어느 정도 저하될지에 따른다. 비록 다크 스팟(DS)을 포함하고 있어도 휘도의 저하의 비율이 작으면 시인되기 어려워져, 결함 화소라고 판단되지 않는다. 화소(107)의 휘도의 저하의 비율은, 화소(107)의 면적에 차지하는 다크 스팟(DS)의 면적의 비율에 비례하는 것이라고 생각된다.

[0131] 도 8에 나타내는 바와 같이, 예를 들면, 유기 EL 장치(100)의 패널 사양에 있어서의 표시 영역(E)의 대각의 길이를 55Inch(인치)로 하고, 화소수를 $3840 \times 2160 = 8294400$ (이후, 이 화소수를 4K2K라고 함)으로 하면, 1개의 화소 면적은 예를 들면 $11729\mu\text{m}^2$ 가 된다. 이 화소 면적에 있어서, 예를 들면, 크기가 $4\mu\text{m} \phi$ ($12.6\mu\text{m}^2$)인 다크 스팟(DS)이 차지하는 면적의 비율은 0.11%가 된다. 마찬가지로, 크기가 $10\mu\text{m} \phi$ ($78.5\mu\text{m}^2$)인 다크 스팟(DS)이 차지하는 면적의 비율은 0.67%가 되고, 크기가 $20\mu\text{m} \phi$ ($314\mu\text{m}^2$)인 다크 스팟(DS)이 차지하는 면적의 비율은 2.68%가 된다.

[0132] 또한, 예를 들면, 동일한 4K2K의 화소수라도 패널 사양에 있어서 표시 영역(E)의 대각의 길이를 42Inch(인치)로 하면, 1개의 화소 면적은 예를 들면 $6840\mu\text{m}^2$ 가 된다. 이 화소 면적에 있어서, 예를 들면, 크기가 $4\mu\text{m} \phi$ ($12.6\mu\text{m}^2$)인 다크 스팟(DS)이 차지하는 면적의 비율은 0.18%가 된다. 마찬가지로, 크기가 $10\mu\text{m} \phi$ ($78.5\mu\text{m}^2$)인 다크 스팟(DS)이 차지하는 면적의 비율은 1.15%가 되고, 크기가 $20\mu\text{m} \phi$ ($314\mu\text{m}^2$)인 다크 스팟(DS)이 차지하는 면적의 비율은 4.59%가 된다.

[0133] 또한, 예를 들면, 패널 사양에 있어서 표시 영역(E)의 대각의 길이를 55Inch(인치)로 하고, 화소수를 $7680 \times 4320 = 33177600$ (이후, 이 화소수를 8K4K라고 함)으로 하면, 1개의 화소 면적은 예를 들면 $2932\mu\text{m}^2$ 가 된다. 이 화소 면적에 있어서, 예를 들면, 크기가 $4\mu\text{m} \phi$ ($12.6\mu\text{m}^2$)인 다크 스팟(DS)이 차지하는 면적의 비율은 0.43%가 된다. 마찬가지로, 크기가 $10\mu\text{m} \phi$ ($78.5\mu\text{m}^2$)인 다크 스팟(DS)이 차지하는 면적의 비율은 2.68%가 되고, 크기가

$20\mu\text{m}\phi$ ($314\mu\text{m}^2$)인 다크 스폿(DS)이 차지하는 면적의 비율은 10.71%가 된다.

- [0134] 전술한 바와 같이, 결합 화소라고 판단되는지 아닌지는, 상기 화소 면적에 차지하는 다크 스폿(DS)의 면적(크기)에 따른다. 발명자들이 상기 화소 면적별로 다크 스폿(DS)을 관찰한 결과로는, 상기 화소 면적에 차지하는 다크 스폿(DS)의 면적(크기)이 1.0%를 초과하면 당해 화소에 있어서의 휘도의 저하가 인식되는 것을 알 수 있었다.
- [0135] 따라서, 화소 면적이 $27197\mu\text{m}^2$ 인 경우에 허용할 수 있는 다크 스폿(DS)의 크기는, 대략 $18.6\mu\text{m}$ 이다. 그러면, 당해 다크 스폿(DS)의 원인이 되는 이물이 허용할 수 있는 크기는, 전술한 1/8을 적용시키면 $2.3\mu\text{m}$ 가 된다. 마찬가지로 하여, 화소 면적이 $11729\mu\text{m}^2$ 인 경우에 허용할 수 있는 다크 스폿(DS)의 크기는, 대략 $12.2\mu\text{m}\phi$, 허용할 수 있는 이물의 크기는 $1.5\mu\text{m}$ 가 된다. 화소 면적이 $6840\mu\text{m}^2$ 인 경우에 허용할 수 있는 다크 스폿(DS)의 크기는, 대략 $9.3\mu\text{m}\phi$ 이며, 허용할 수 있는 이물의 크기는 $1.2\mu\text{m}$ 가 된다. 화소 면적이 $2932\mu\text{m}^2$ 인 경우에 허용할 수 있는 다크 스폿(DS)의 크기는, 대략 $6.1\mu\text{m}\phi$ 이며, 허용할 수 있는 이물의 크기는 $0.8\mu\text{m}$ 가 된다(도 8 참조).
- [0136] 화소의 크기는 제품 설계상에서 임의로 설정되는 것이기 때문에, 화소(107)에 형성되는 유기 EL 소자(130)의 기능층(132) 중 적어도 1층의 박막층을 액상 프로세스로 형성하는 경우, 이용되는 기능층 형성용 잉크 중에 포함되는 파티클은 최대한 적게 하는 것이 바람직하다. 한편으로, 기능층 형성용 잉크로부터 미소한 파티클을 제외하는 방법으로서, 필터를 이용하여 기능층 형성용 잉크를 여과하는 방법은, 노력과 시간을 필요로 하여, 제조 프로세스에 있어서의 생산성에 영향을 미치는 것이다.
- [0137] 도 7에 나타낸, 다크 스폿(DS)의 크기와 실제의 파티클(이물)의 크기와의 상관 관계로부터, 화소수가 상기 8K4K인 경우라도, 기능층 형성용 잉크 중의 파티클(이물)이 결합 화소(휘도의 저하가 인식되는 화소)에 결합되는 일이 없도록 하려면, 다크 스폿(DS)의 크기가 대략 $6.0\mu\text{m}$ 이상이 되는 $0.8\mu\text{m}$ 이상의 파티클의 수를 관리할 필요가 있다. 화소 면적은 설계 사항인 점에서 마진을 고려한다면, 다크 스폿(DS)의 크기가 대략 $4.0\mu\text{m}$ 이상이 되는 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클의 수를 관리하는 것이 바람직하다. 환언하면, 크기가 $0.5\mu\text{m}$ 미만인 파티클의 수의 관리에 대해서는, 그다지 엄격하게 하지 않아도 좋다.
- [0138] 그래서, 조합 후(필터링 전)의 기능층 형성용 잉크에 포함되는 파티클에 대해서 측정을 시도했다. 파티클의 측정에는, RION사 제조의 액중 파티클 카운터(KS-42BF)를 이용했다. 이 액중 파티클 카운터는, 센서 내의 투명한 유로(플로우 셀)에 교차하는 광 빔을 조사하고, 조사 영역을 통과하는 입자에 의해 초래되는 산란 광량으로부터 펄스를 만들어, 파고(波高) 분석하고, 입자(파티클)의 입경, 개수를 구하는 광산란 방식이 채용되고 있다. 검출 가능한 입자의 최소 지름은 $0.2\mu\text{m}$ 이다. 측정을 위해 상기 유로(플로우 셀)를 10ml/min(분)의 속도로 시료를 통과시키고 있다. 2~4회의 측정을 행하고, 측정의 평균값을 측정 결과로 했다.
- [0139] 조합 후(필터링 전)의 기능층 형성용 잉크에는 상당량의 파티클이 포함되어 있다고 생각되기 때문에, 광산란 방식의 상기 액중 파티클 카운터로 원액의 측정을 행하는 것은 부적당하다. 그래서, 원액이 아닌 용매로 원액을 희석한 것을 시료로 했다. 구체적으로는, 용매로서 칸토카가쿠 가부시기가이샤 제조의 EL 그레이드(EL grade)(전자 재료 그레이드)의 아세톤을 이용하여, 100배로 희석한 것을 시료로 했다.
- [0140] 도 9(a)는 희석 후의 기능층 형성용 잉크 중의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이고, 도 9(b)는 희석에 이용한 용매인 아세톤의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0141] 도 9(a)에 나타낸 파티클의 측정 결과는, 기능층 형성 재료로서의 발광층 형성 재료를 용매로서의 3-페녹시톨루엔에 농도가 1.0wt%가 되도록 용해시킨 후, 아세톤으로 100배로 희석한 시료를 상기 액중 파티클 카운터로 측정한 결과에 기초하여, 희석 전의 파티클의 수를 추측한 것이다.
- [0142] 도 9(a)의 측정 결과(추측값)에 의하면, 10ml의 기능층 형성용 잉크 중에는, 입경이 $0.2\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 48985417개, 입경이 $0.3\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 11175000개, 입경이 $0.4\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 804167개, 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 204167개, 입경이 $1\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 29167개, 입경이 $1.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 6250개, 입경이 $2.0\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 4167개 포함되어 있었다.
- [0143] 또한, 이 측정 결과는, 도 9(b)에 나타내는 바와 같이, 희석에 이용한 아세톤 중의 파티클을 포함하는 것이다. 덧붙여서 말하면, 10ml의 EL 그레이드의 아세톤 중에는, 입경이 $0.2\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 1350개, 입경이 $0.3\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 308개, 입경이 $0.4\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 121개, 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 61개, 입경이 $1.0\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 13개, 입경이 $1.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 6개, 입경이 $2.0\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 3개 포함되어 있

었다. 따라서, 회석에 이용한 아세톤(EL 그레이드) 중에 포함되는 이물의 수는, 회석 후의 기능층 형성용 잉크 중에 포함되는 파티클의 수와 비교하면 무시할 수 있는 수준이다.

- [0144] 다음으로, 필터를 이용하여 기능층 형성용 잉크(원액)를 여과한 후의 파티클의 측정 결과에 대해서 도 10을 참조하여 설명한다. 도 10은 공경이 $0.2\mu\text{m}$ 인 필터를 이용하여 기능층 형성용 잉크를 여과한 후의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이다. 또한, 필터링 후의 기능층 형성용 잉크 중의 파티클의 측정에는, RION사 제조의 액중 파티클 카운터 KS-42A를 이용했다. 이 액중 파티클 카운터 KS-42A가 검출 가능한 입자의 최소 지름은 $0.1\mu\text{m}$ 이다.
- [0145] 우선, 본 실시 형태에 있어서 여과에 이용한 필터는, 소정의 공경을 갖는 메시 필터를 구비한 캡슐형의 필터이다. 메시 필터의 재료로서는, 예를 들면, 불소계 수지인 PFA(테트라플루오로에틸렌·퍼플루오로알킬비닐에테르 공중합체)나 PTFE(폴리테트라플루오로에틸렌), PP(폴리프로필렌), PE(폴리에틸렌) 등을 들 수 있다. 메시 필터의 공경은 여과하고 싶은 파티클의 입경에 따라서 선정할 수 있다. 기능층 형성용 잉크는 캡슐형의 필터에 가압 주입됨으로써 여과(필터링)된다.
- [0146] 공경이 $0.2\mu\text{m}$ 인 필터를 이용하여 상기한 기능층 형성용 잉크를 여과한 후의 파티클의 측정 결과를 도 10에 나타낸다. 실제로는, 110ml의 기능층 형성용 잉크를 필터에 의해 여과하고, 여과 후의 기능층 형성용 잉크를 시료로 하고 전술한 액중 파티클 카운터 KS-42A를 이용하여 측정했다. 도 10에 나타내는 바와 같이, 여과 후의 10ml의 기능층 형성용 잉크 중에는, 입경이 $0.1\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 123363개, 입경이 $0.15\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 118575개, 입경이 $0.2\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 96588개, 입경이 $0.3\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 5218개, 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 559개 포함되어 있었다. 즉, 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클을 제거하고자 하여, 공경이 $0.5\mu\text{m}$ 보다도 작은 $0.2\mu\text{m}$ 의 필터를 이용하여 여과했다고 해도, 여과 후의 기능층 형성용 잉크에는, 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 559개 포함된다.
- [0147] 그래서, 공경이 $0.2\mu\text{m}$ 인 필터로 여과한 후의 기능층 형성용 잉크를 이용하여 복수의 유기 EL 장치(100)(샘플)를 시작하여, 다크 스팟(DS)의 발생 상황을 검증했다. 구체적으로는, 여과 후의 기능층 형성용 잉크를 사용하고, 복수의 유기 EL 소자(130R)를 형성하여, 다크 스팟(DS)의 발생 상황과 파티클(이물)과의 관계를 조사했다.
- [0148] 전술한 바와 같이, 시작품의 유기 EL 장치(100)(화소수가 15105개)에 있어서의 유기 EL 소자(130)의 막 형성 영역의 면적(발광 영역의 면적)은 대략 $27197\mu\text{m}^2$ 이다. 또한, 전술한 유기 EL 소자의 제조 방법에 기초하여, 1개의 유기 EL 소자(130R)를 형성하기 위해 사용하는, 정공 주입층 형성용의 잉크(60)가 대략 420ng, 정공 수송층 형성용의 잉크(70)가 384ng, 발광층 형성용의 잉크(80R)가 297ng이며, 합계가 1101ng가 된다. 따라서, 복수의 유기 EL 소자(130R)를 형성하는 데에 이용되는 잉크의 총량은, $1101\text{ng} \times 15105 \approx 16.6\text{mg}$, 대략 16ml이다.
- [0149] 복수의 시작품을 확인한 결과, 크기가 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클(이물)에 의해 다크 스팟(DS)이 된 수의 평균은 1.4개였다. 즉, 시작품에 있어서의 복수의 유기 EL 소자(130R)의 제조에는, 16ml의 기능층 형성용 잉크를 사용하기 때문에, 액중 파티클 카운터(KS-42A)에 의해 측정된 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클의 수(559개)의 1.6배인 894개 중 1.4개(0.16%)가 다크 스팟(DS)이 되었다고 생각된다. 액중 파티클 카운터에 의해 측정되는 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클 중에는 다크 스팟(DS)이 되지 않는, 예를 들면 기능층 형성 재료가 용매에 완전히 녹지 않음으로써 발생하는 입자가 존재하는 것이라고 생각된다. 환언하면, 다크 스팟(DS)이 될 수 있는 파티클이란, 기능층 형성용 잉크 중에 포함되는 불순물로서, 용매에 용해되지 않는 고형분을 가리키는 것이다.
- [0150] 기능층 형성용 잉크에 포함되는 파티클을 보다 저감하기 위해, 필터의 공경과 여과의 횟수에 대해서 검증해 보았다. 구체적으로는, 공경이 더욱 작은 $0.05\mu\text{m}$ 의 필터를 이용하여 여과를 행한 후의 기능층 형성용 잉크의 파티클을 액중 파티클 카운터(KS-42BF; 검출 가능한 입자의 최소 지름이 $0.2\mu\text{m}$)로 측정했다. 측정 결과를 도 11에 나타낸다. 도 11(a)는 공경이 $0.05\mu\text{m}$ 인 필터를 이용하여 기능층 형성용 잉크를 2회 여과한 후의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이고, 도 11(b)는 20회 여과한 후의 파티클의 측정 결과를 나타내는 그래프이다. 또한, 그래프 중의 파티클의 수는, 복수회의 측정의 평균값을 소수점 이하 1자리수까지 표시했다.
- [0151] 도 11(a)에 나타내는 바와 같이, 공경이 $0.05\mu\text{m}$ 인 필터를 이용하여 2회 여과한 후의 기능층 형성용 잉크 중에는, 입경이 $0.2\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 989.5개, 입경이 $0.3\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 275.5개, 입경이 $0.4\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 106개, 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 40.5개, 입경이 $0.6\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 25개, 입경이 $0.7\mu\text{m}$ 이상인 파티클의 수가 18개, 입경이 $0.8\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 10개, 입경이 $1.0\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 6.5개, 입경이 $1.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 2.5개, 입경이 $2.0\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 0.5개 포함되어 있었다.

- [0152] 예를 들면, 화소수가 상기 8K4K(55Inch)인 유기 EL 장치(100)에서는, 막 형성 영역의 총 면적이 $2932\mu\text{m}^2 \times 7680 \times 4320 = 97276\text{cm}^2$ 가 되고, 전술한 3Inch의 시작품에 대하여 237배의 양의 대략 3792ml의 잉크를 사용하게 된다. 따라서, 2회 여과한 후의 기능층 형성용 잉크를 이용했다고 해도, 3792ml의 잉크 중에는, $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클이 $40.5\text{개} \times 3792 \div 10 = 15357\text{개}$ 존재한다고 예측되고, 그 중의 0.16%에 해당하는 24개가 허용할 수 없는 다크 스폿(DS)이 되어 결함 화소가 발생해 버린다. 10ml 중의 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클의 수를 7개 이하로 하면, 허용할 수 없는 다크 스폿(DS)의 수, 즉 결함 화소의 수가 5개 미만인 되기 때문에, 실제의 제품의 제조에 있어서의 품질 보증 수준으로서 수용되는 수준이라고 생각된다.
- [0153] 도 11(b)에 나타내는 바와 같이, 공경이 $0.05\mu\text{m}$ 인 필터를 이용하여 20회 여과한 후의 기능층 형성용 잉크 중에는, 입경이 $0.2\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 165.3개, 입경이 $0.3\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 48.7개, 입경이 $0.4\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 13개, 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 5개, 입경이 $1.0\mu\text{m}$ 이상인 파티클이 2개, 입경이 $1.5\mu\text{m}$ 인 파티클이 1.7개 포함되어 있었다. 따라서, 이 상태의 기능층 형성용 잉크를 이용하여 화소수가 상기 8K4K(55Inch)인 유기 EL 장치(100)를 제조한 경우에는, 3792ml의 잉크 중에는, $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클이 $5\text{개} \times 3792 \div 10 = 1896\text{개}$ 존재한다고 예측되고, 그 중의 0.16%에 해당하는 3개가 허용할 수 없는 다크 스폿(DS)이 된다. 즉, 공경이 $0.05\mu\text{m}$ 인 필터를 이용하여 20회 정도 여과를 행하면, 충분히 실용에 도움이 될 수 있는 기능층 형성용 잉크를 공급할 수 있다. 그렇기 때문에, 휘도의 저하가 인식되는 결함 화소를 5개 미만으로 하려면, 10ml 중의 기능층 형성용 잉크에 포함되는 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클의 수를 7개 이하로 하는 것이 바람직하다. 또한, 보다 미세한 화소 사이즈(예를 들면 화소수가 8K4K)로의 대응이나 복수의 박막층으로 이루어지는 기능층(132) 중 발광층 이외의 예를 들면 정공 주입층(132a)이나 정공 수송층(132b)을 액상 프로세스로 형성하는 것을 고려하면, 동일한 화소(107)에 이물이 중복하여 포함되는 확률은 실제로는 상당히 낮은 것이 생각되기는 하지만, 10ml 중의 기능층 형성용 잉크에 포함되는 입경이 $0.5\mu\text{m}$ 이상인 파티클의 수를 1개 미만으로 하는 것이 보다 바람직하다.
- [0154] 이러한 기능층 형성용 잉크의 제조 방법은, 조합 후(필터링 전)의 기능층 형성용 잉크에 포함되는 단위 체적(10ml)당의 파티클의 크기와 수를 측정하는 제1 공정과, 제1 공정의 결과에 기초하여 필터의 공경을 선정하는 제2 공정과, 제2 공정에서 선정된 공경의 필터를 이용하여 기능층 형성용 잉크를 여과하는 제3 공정을 갖는다. 그리고, 제2 공정에서는, 필터의 공경과, 여과 후의 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 크기의 파티클의 수와의 관계로부터 필터의 공경을 선정하는 것이 바람직하다.
- [0155] 또한, 제2 공정에서는, 여과 후의 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클의 수가 10ml 중에 7개 이하가 되도록, 필터의 공경과, 여과 횟수를 결정하는 것이 바람직하다. 또한, 여과 후의 $0.5\mu\text{m}$ 이상의 파티클의 수가 10ml 중에 1개 미만인 되도록, 필터의 공경과, 여과 횟수를 결정하는 것이 보다 바람직하다.
- [0156] 이에 따라 파티클의 크기와 수가 관리된 기능층 형성용 잉크를 제조할 수 있다.
- [0157] 또한, 기능층 형성용 잉크를 여과하는 제3 공정은, 동일한 공경의 필터를 이용하여 반복 여과를 행해도 좋고, 상이한 공경의 필터를 이용하여 공경을 단계적으로 작게 하면서 반복하여 여과를 행해도 좋다. 여과에 걸리는 시간을 고려한다면, 먼저 큰 공경의 필터로 여과하고 나서, 작은 공경의 필터로 전환하여 여과하는 것이 바람직하다.
- [0158] 또한, 전술한 유기 EL 소자(130)의 제조 방법에 있어서, 기능층 형성용 잉크를 잉크젯 헤드(50)로부터 액적으로서 토출시키는 토출 장치의 구성으로서, 잉크젯 헤드(50)로의 기능층 형성용 잉크의 공급 경로에 공경이 상이한 필터를 직렬로 배치하는 것을 생각할 수 있다.
- [0159] 본 발명은, 상기한 실시 형태에 한정되는 것이 아니고, 청구의 범위 및 명세서 전체에서 이해할 수 있는 발명의 요지 혹은 사상에 반하지 않는 범위에서 적절하게 변경 가능하고, 그러한 변경을 수반하는 기능층 형성용 잉크 및 당해 기능층 형성용 잉크의 제조 방법 그리고 당해 기능층 형성용 잉크를 적용하는 유기 EL 소자의 제조 방법도 또한 본 발명의 기술적 범위에 포함되는 것이다. 상기 실시 형태 이외에도 여러 가지 변형예를 생각할 수 있다. 이하, 변형예를 들어 설명한다.
- [0160] (변형예 1) 본 발명의 기능층 형성용 잉크를 적용 가능한 유기 EL 소자는, 양극으로서의 화소 전극(131)과 음극으로서의 대향 전극(134)과의 사이에, 발광층(132cR)(또는 발광층(132cG))과 발광층(132cB)을 갖는 것에 한정되지 않는다. 액상 프로세스로 형성되는 발광층은 1개라도 좋고, 기능층(132)을 구성하는 복수의 박막층 중 적어도 1층의 박막층이 기능층 형성용 잉크를 이용하여 형성되는 것이면 좋다.
- [0161] (변형예 2) 본 발명의 기능층 형성용 잉크 및 그의 제조 방법을 적용 가능한 소자는, 유기 EL 소자에 한정되지

않는다. 예를 들면, 유기 반도체 소자, MEMS의 구조체, 마이크로 렌즈 등의 미소 광학 소자 등을 들 수 있다.

[0162] 따라서, 기능층 형성용 잉크에 포함되는 기능층 형성 재료나 기능층 형성 재료를 용해시키는 용매의 구성은, 전술한 기능층 형성용 잉크로서의 잉크(60, 70, 80G, 80R)의 구성에 한정되지 않는다. 또한, 잉크젯 헤드(50)를 이용하여 기능층 형성용 잉크를 도포하는 경우(액적 토출법을 이용하는 경우), 기능층 형성용 잉크가 잉크젯 헤드(50)의 노즐 내에서 건조하여 눈막힘이 발생하는 것을 막기 위해, 기능층 형성 재료를 용해시키는 용매는, 비점이 200℃ 이상인 것이 바람직하다. 나아가서는, 잉크젯 헤드(50)를 이용하여 노즐로부터 기능층 형성용 잉크의 액적을 안정적으로 토출하려면, 기능층 형성용 잉크의 점도가 30mPa·s(초) 이하인 것이 바람직하다.

부호의 설명

[0163] 60, 70, 80G, 80R : 기능층 형성용 잉크로서의 잉크

100 : 유기 EL 장치

130, 130B, 130G, 130R : 유기 EL 소자

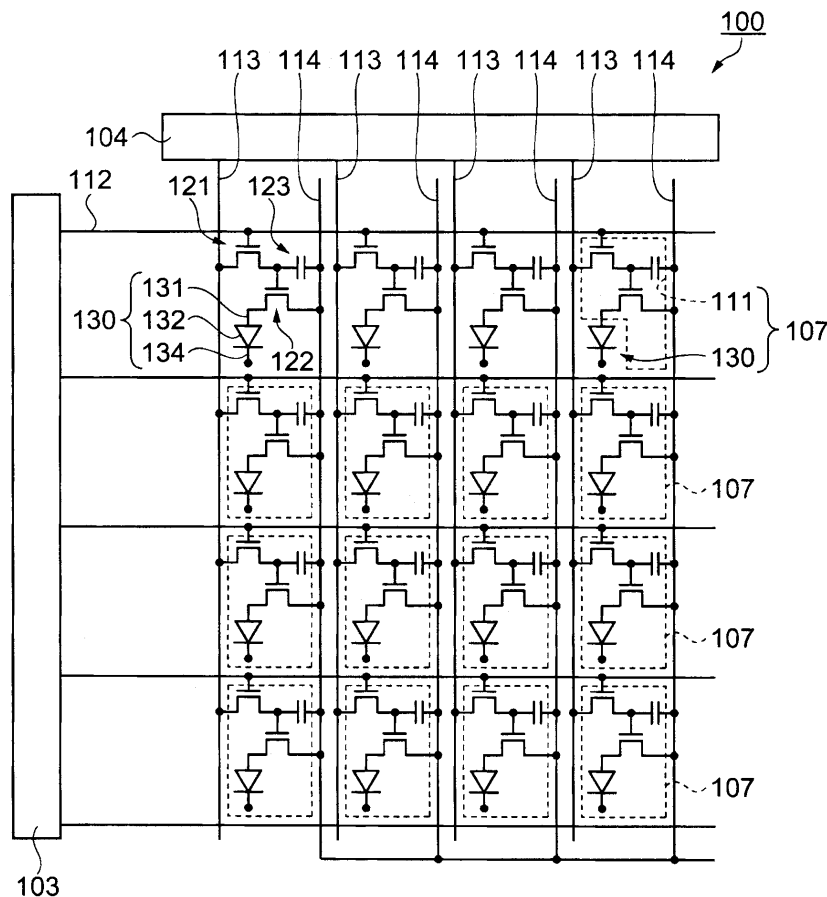
131, 131B, 131G, 131R : 양극으로서의 화소 전극

132, 132B, 132G, 132R : 기능층

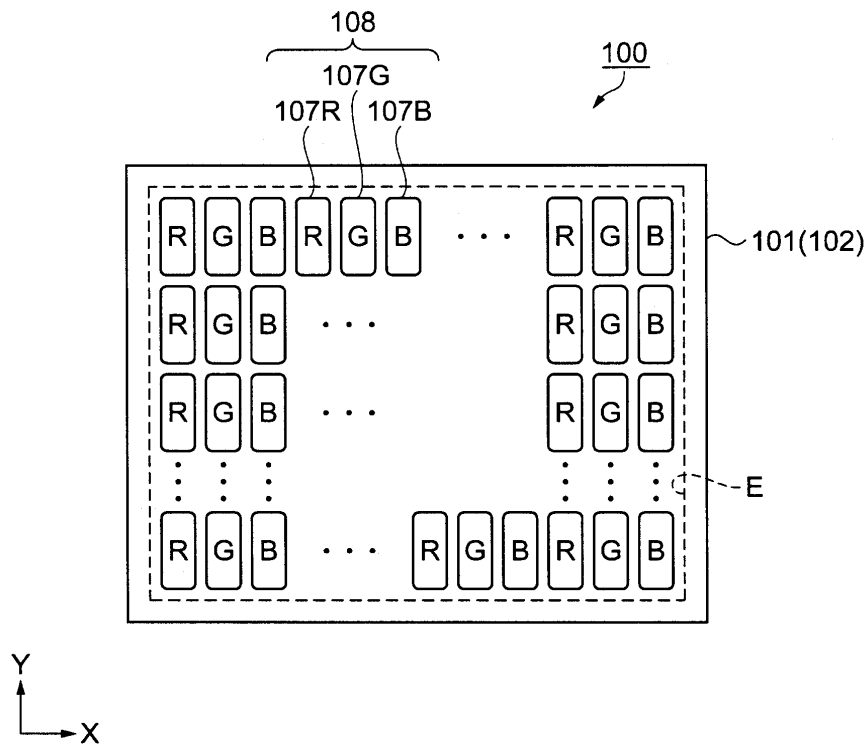
134 : 음극으로서의 대향 전극

도면

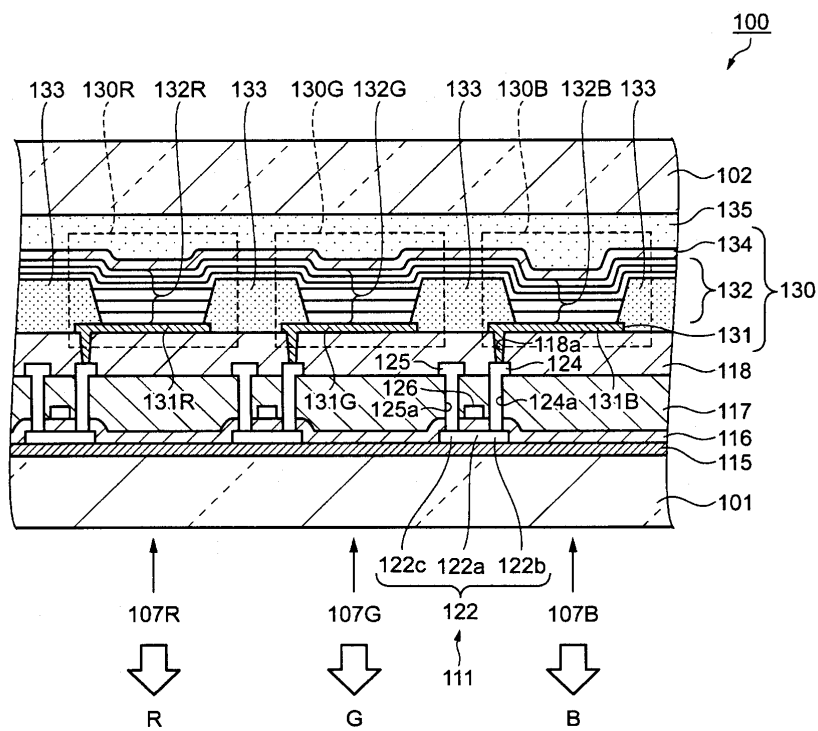
도면1



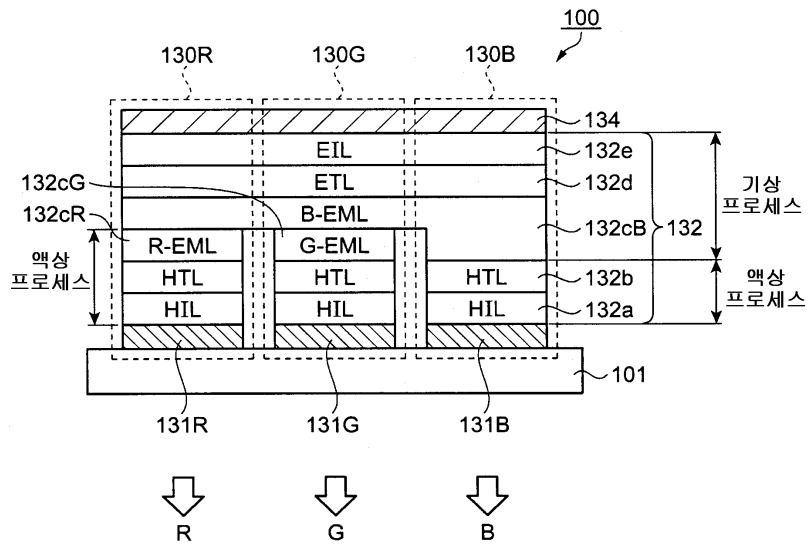
도면2



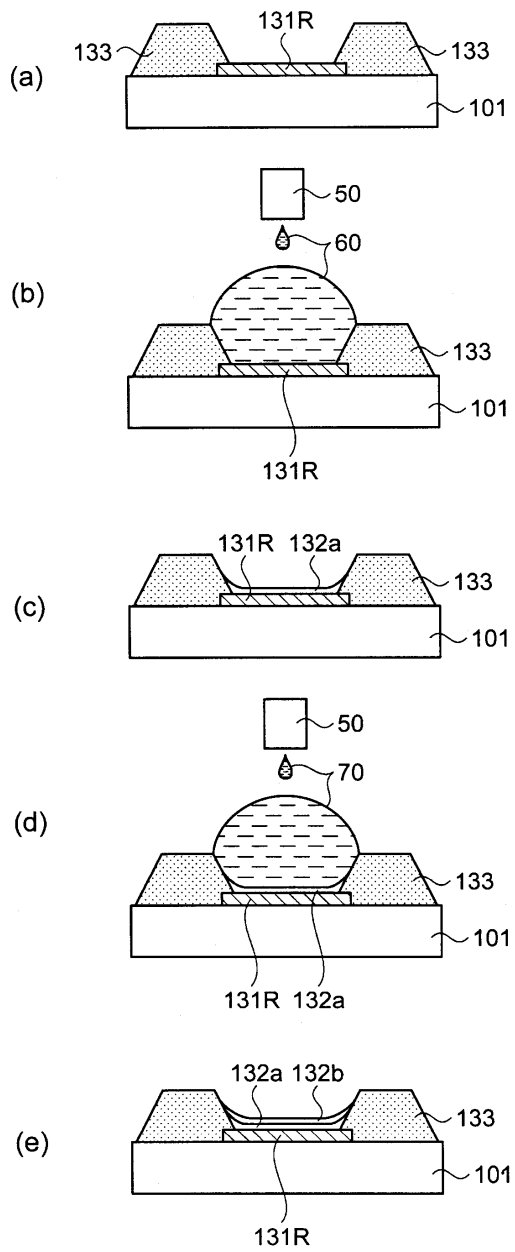
도면3



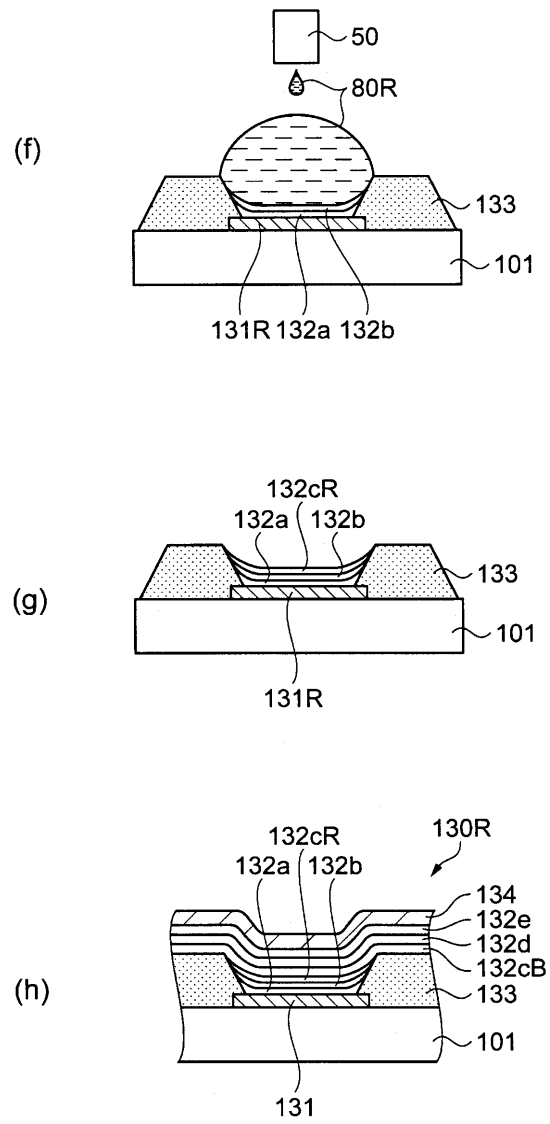
도면4



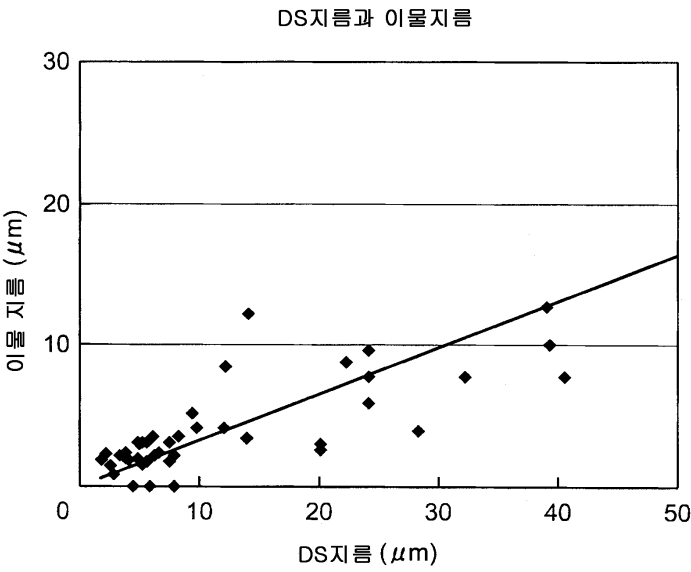
도면5



도면6



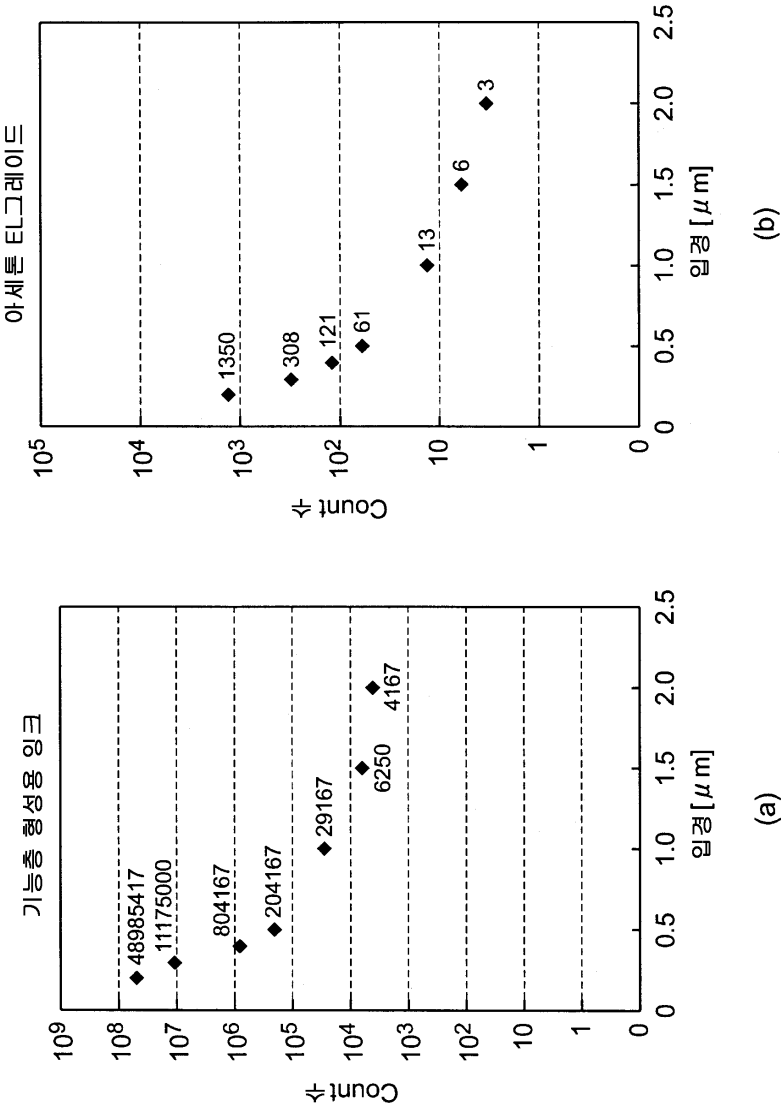
도면7



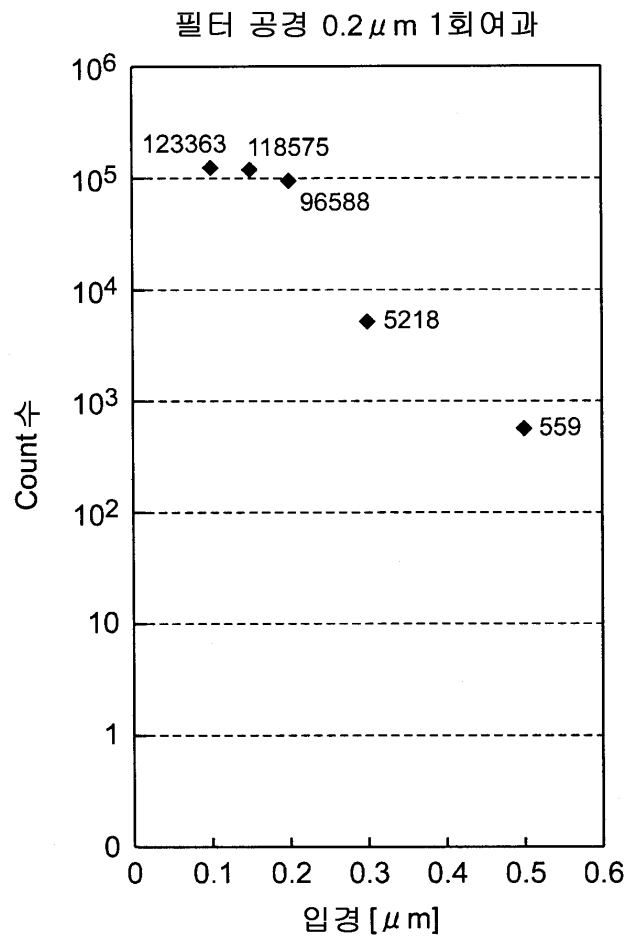
도면8

패널 사양	화소 면적 (μm^2)	DS의크기			허용DS ϕ (μm)	허용이물 ϕ (μm)
		4 $\mu\text{m} \phi$ (12.6 μm^2)	10 $\mu\text{m} \phi$ (78.5 μm^2)	20 $\mu\text{m} \phi$ (314 μm^2)		
시작품(3Inch)	27197	0.05%	0.29%	1.15%	18.6	2.3
4K2K(55Inch)	11729	0.11%	0.67%	2.68%	12.2	1.5
4K2K(42Inch)	6840	0.18%	1.15%	4.59%	9.3	1.2
8K4K(55Inch)	2932	0.43%	2.68%	10.71%	6.1	0.8

도면9



도면10



도면11

