

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H05B 33/14 (2006.01)*C09K 11/06* (2006.01)

(11) 공개번호

10-2006-0086884

(43) 공개일자

2006년08월01일

(21) 출원번호 10-2006-0008483

(22) 출원일자 2006년01월26일

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00019015 2005년01월27일 일본(JP)

(71) 출원인
옵트렉스 가부시기가이샤
일본 도쿄도 아라카와쑤 히가시니쑤리 5-7-18(72) 발명자
나카무라 노부히로
일본 가나가와켄 요코하마시 가나가와쑤 하자와쑤 1150 아사히가라스
가부시기가이샤 나이
몬젠 가즈히로
일본 도쿄도 아라카와쑤 히가시니쑤리 5-7-18 옵트렉스가부시기가이
샤 나이
하라다 고레토모
일본 도쿄도 아라카와쑤 히가시니쑤리 5-7-18 옵트렉스가부시기가이
샤 나이
오타니 신쑤
일본 도쿄도 아라카와쑤 히가시니쑤리 5-7-18 옵트렉스가부시기가이
샤 나이

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사청구 : 없음

(54) 유기 EL 소자, 이를 제조하는 방법 및 유기 EL 디스플레이 장치

요약

도포된 막의 막 두께 분포에 의해 유발되는 색차 불균일을 억제하고, 고급의 디스플레이 품질을 가지며, 구동전압을 감소시키고, 층간 단락 내성을 가질 수 있는 유기 EL 소자가 제공된다.

본 발명의 한 형태에 따른 유기 EL 소자는 애노드 (11), 캐소드 (12), 및 유기 EL 층 (13) 을 구비한다. 유기 EL 층은 정공 주입층 (131) 및 정공수송층 (132) 를 구비한다. 정공주입층은 유기박막형성분자들 및 그 유기박막형성분자들을 산화시키는 도펀트를 구비하고, 상술한 도펀트는 표준 수소 전극에 대해 0.5 V 내지 0.85 V 의 환원전위를 가지며, 정공수송층은 8.5×10^{-19} J (5.3 eV) 이하의 이온화 전위를 가진다.

대표도

도 2

색인어

유기 EL 소자, 유기 EL 디스플레이 장치

명세서

도면의 간단한 설명

도 1 은 본 발명의 실시형태에 따른 유기 EL 소자의 단면도.

도 2 는 본 실시형태에 따른 유기 EL 디스플레이 패널을 가진 기관의 통상적인 실시예의 개략적인 평면도.

도 3 은 도 2 의 A-A 선을 따라 유기 EL 디스플레이 패널의 부분을 본 단면도.

도 4 는 본 실시형태에 따른 유기 EL 디스플레이 패널을 제조하는 방법을 도시하는 순서도. 및

도 5 는 본 실시형태에 따른 유기 EL 층을 제조하는 방법을 도시하는 순서도.

※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 ※

1 : 유기 EL 소자 2 : 애노드 보충배선

4 : 캐소드 보충 배선 5 : 개구

6 : 절연막 7 : 캐소드 세퍼레이터

8 : 콘택트홀 10 : 기관

11 : 애노드 12 : 캐소드

13 : 유기 EL 층 20 : 대향 기관

22 : 건조제 23 : 실링제

100 : 유기 EL 디스플레이 패널 131 : 정공주입층

132 : 정공수송층 133 : 발광층

134 : 전자주입층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유기 EL (전계발광) 소자, 이를 제조하는 방법 및 유기 EL 디스플레이 장치에 관한 것이며, 특히, 유기 EL 소자의 유기 EL 층의 구성에 관한 것이다.

최근 수년 동안, 유기 EL 소자를 사용하는 유기 EL 디스플레이 장치들에 대한 연구개발이 활발하게 행하여졌다. 유기 EL 디스플레이 장치들은 액정 디스플레이 장치들보다 더욱 넓은 시야각 범위 및 더욱 빠른 응답을 가지고, 유기 물질들이 매

우 다양한 발광 특성들을 가지기 때문에, 차세대 디스플레이 장치가 될 것으로 예기된다. 유기 EL 디스플레이 장치들에 이용된 유기 EL 소자는 애노드들, 이 애노드들과 마주보도록 배치된 캐소드들, 및 애노드들과 캐소드들 사이에 배치된 유기 EL 층을 구비한다. 통상적으로, 애노드들, 유기 EL 층 및 캐소드들은 기판 표면으로부터 이 순서대로 적층된다.

유기 EL 층은 단일층구조 또는 다층구조를 가진다. 유기 EL 층이 다층구조를 가지는 경우, 유기 EL 층은 유기 발광 층, 정공주입층 및 정공수송층과 같은 유기박막들을 구비한다. 유기 EL 소자는 애노드와 캐소드 사이에 배치된 유기 EL 층에 전류가 공급되는 경우 자체 발광하는, 전류구동 디스플레이 소자이다. 애노드, 유기 EL 층 및 캐소드가 상호 겹쳐진 위치가 디스플레이 픽셀로서 제공된다.

유기 재료들이 기판에 배치된 전극에 적층되는 경우, 유기 재료들은 경우에 따라 유기박막들을 형성하기 위해 진공성막된다. 유기 재료들을 증착하는 경우에, 유기박막용 하부층으로서의 전극이 그에 접촉되는 외래 재료 또는 그 표면의 불록부나 오목부를 가지는 경우, 그러한 외래 재료, 경우에 따라 불록부 또는 오목부의 존재에 의해 역효과가 발생하기 때문에, 유기박막은 소정의 상태로 형성되지 못한다.

상술한 문제를 해결하기 위한 방법으로, 습식 도포 방법 (이하, 도포 방법이라 함) 이 공지되어있다. 이 도포 방법은 각 유기박막들을 형성하기 위한 각 유기 재료들이 각 액체들에서 분산되거나 또는 용해되는 기술이며, 각 유기 재료들은 그러한 외래 재료, 불록부, 오목부 등을 덮고, 그에 의해, 유기박막들을 소정의 상태에 이르도록 각 용액들로서 도포되는 기술이다. 예를 들어, 일본국 특허공개공보 제 2001-351779 호는 0012 내지 0017 문단에 하나 이상의 유기박막들이 상술한 도포 방법에 의해서 형성된다는 것을 개시한다.

도포 방법의 예시들은 오프셋 인쇄 방법, 볼록판 인쇄 방법 및 마스크 스프레이 방법이다. 오프셋 인쇄 방법 및 볼록판 인쇄 방법에서, 용매에 분산되었거나 또는 용해된 유기 재료를 함유하는 용액을 포함하는 박막이 일정한 영역들에만 형성된다. 마스크 스프레이 방법에서, 소정의 영역들에 합치하기 위해 그 안에 형성된 간극 영역들을 가지는, 예를 들어, 유리 마스크 또는 금속 마스크가 위치되고, 유기 재료가 분산되거나 또는 용해된 각 용액이 스프레이된다. 후자의 경우에, 용액들 각각은 질소 가스와 같은 가스 매개체에서 용액들 각각이 분산되거나 또는 2-유체 노즐 등을 사용함으로써 원자화된다.

그러한 도포 방법들에 사용되는 유기 재료들의 다양한 예들은 폴리파라페닐렌비닐렌 (PPV), 폴리티오펜 및 폴리피롤을 포함한다. 한편, 그러한 유기 재료를 이용함으로써 형성되는 박막의 도전성을 향상시키기 위해 정공을 생성하도록 산화제가 도핑되는 기술이 있다. 산화제의 예들은 루이스 산, 양자 산, 전이 금속 화합물, 전해질 염, 및 할로젠 화합물을 포함한다.

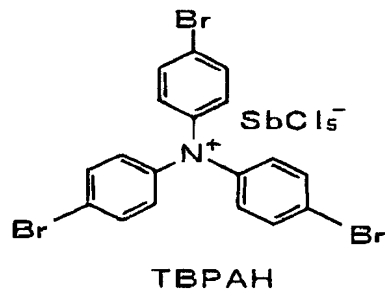
이 도포 방법에 의해 배치된 유기박막들의 형성 및 특성은, 예를 들어, 2004년 5월, CMC 출판사에 의해 출판된, 요시하루 사토 (Yoshiharu SATOH) 저 "유기 EL 재료 기술 (Organic EL material Technique)" 제 5 장에 개시된다. 이 비특허문헌에 따르면, 적절한 중합체 유기 재료들 및 도펀트는 그 도포 방법에 의해 제공된 표면 평탄에 의해 소자 전극이 단락되는 것을 억제하는 효과뿐만 아니라, 그 소자의 구동전압의 감소효과 역시 획득하도록 이용될 수 있다.

그러나, 유기 EL 소자가 습기를 함유하는 경우, 그 습기는 유기 EL 소자에서 확산되어 비발광 영역을 형성하거나, 또는 유기 EL 소자내의 그 습기는 휘도의 열화를 촉진하여 경우에 따라 디스플레이 품질을 저하시킨다.

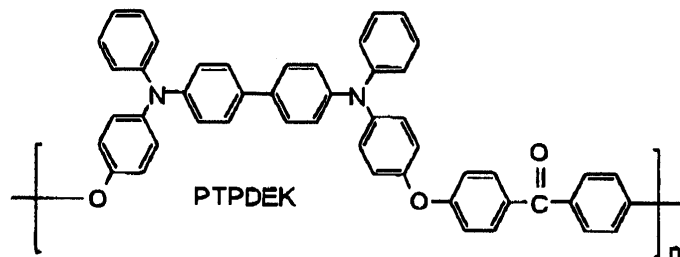
산화제로서 이용된 도펀트 재료는 산화력이 높아짐에 따라 보다 높은 흡습성 경향을 가질 뿐만 아니라, 도포된 유기 재료를 산화하기에 충분한 산화력을 가질 필요가 있다. 따라서, 낮은 흡습성을 가지는 도펀트, 즉, 유기 EL 소자의 습기에 의해 유발되는 역효과를 피하기 위해서 낮은 산화력을 가지는 도펀트를 이용하는 것이 바람직하다. 낮은 흡습성을 가지는 그러한 도펀트는 벤젠술포산 및 톨루엔술포산과 같은 유기산을 포함할 수 있다.

그러나, 본 발명자들은 상술한 바와 같은 낮은 흡습성을 가지는 도펀트가 이용되는 경우, 도포된 막의 두께 분포에 따라 디스플레이 불균일이 현저해진다는 것을 발견하였다. 이에 관하여, 상세히 설명한다. 먼저, ITO가 애노드들을 배치하기 위하여 이용되고, 스프레이 방법은 (화학식 1 에 표현되는) TBPAH를 도펀트로 이용하여 (화학식 2 에 표현되는) PTPDEK의 층을 배치하기 위해 이용된다. PTPDEK의 층에, (화학식 3 에 표현되는) PPD를 이용하여 정공수송층이 배치된다.

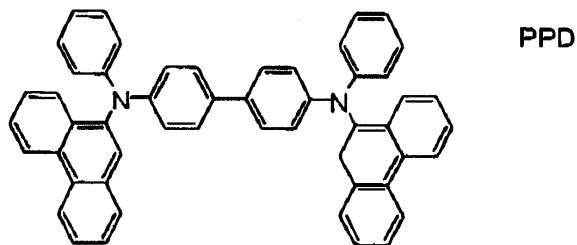
화학식 1



화학식 2



화학식 3



이 경우에, 디스플레이 불균일이 PTPDEK 층의 막 두께 분포에 따라 현저해지지 않더라도, 발광 수명은 짧았다. TBPAAH가 높은 흡습성을 가진 것이 하나의 원인으로 판단된다. TBPAAH의 이온화 전위가 $9.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ (6 eV) 만큼 높은 반면, TBPAAH의 흡습성은 높다. 도포된 막이 다량의 잔여 습기를 함유하기 때문에 Alq_3 의 여기상태가 소멸된 것으로 판단된다.

다음으로, 도포된 막의 잔여 습기량을 감소시키기 위해, 상술한 TBPAAH에서 낮은 흡습성을 가지는 술폰살리실산으로 도펀트를 변경하여, 유사한 유기 EL 소자가 제조되었다. 이 소자의 발광 수명의 열화가 측정되었고, TBPAAH를 이용한 소자와 비교하여 발광 수명이 개선되었다는 것이 밝혀졌다.

그러나, 술폰살리실산을 이용한 이 소자가 도포된 막의 두께 분포에 따라 색차(Chrominance) 불균일을 겪게 되는 것이 알려졌다. 또한, TBPAAH를 도펀트로 이용한 상술한 소자와 비교하여 이 소자의 구동전압이 증가했다는 것이 밝혀졌다. 색차 불균일이 유발되어서, 도포된 막이 얇은 부분은 밝았던 반면, 도포된 막이 두꺼운 부분은 어두웠다. 이 관점에서, 그 도포 방법에 의해 배치된 막의 저항이 어떤 이유로 해서 하이라이트 (highlight) 되었기 때문에, 색차 불균일이 육안으로 볼 수 있게 된 것으로 추정된다.

상술하여 설명한 바와 같이, 그 도포 방법에 의해 층간 단락 내성을 증가하는 것이 예측된다.

한편, 유기 EL 소자의 구동전압을 감소시키기 위해 높은 산화력을 가진 도펀트가 이용되는 경우, 비발광 영역이 형성되거나, 또는 소자에 함유된 습기에 의해 유발된 역효과에 의해 발광 수명이 열화된다. 반면, 낮은 산화력을 가진 도펀트가 이용되는 경우, 비록 비발광 영역의 형성 또는 발광 수명의 열화가 억제되지만, 두께 분포에 따라 디스플레이 불균일이 현저해진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상술한 사실하에서 본 발명을 제시한다. 유기 EL 소자의 층간 단락 내성의 개선, 비발광 영역의 생성 또는 발광 수명의 열화의 억제, 구동전압 감소 및 디스플레이 불균일 억제가 그 목적이다.

본 발명자들은 연구개발을 이루는 데에 전력하였고, 유기 다층 박막들에 이용되는 유기 재료, 유기 다층 박막들상에 배치된 유기 재료 및 도펀트를 조합함으로써 상술한 색차 불균일이 회피될 수 있다는 것을 발견하였다. 또한, 발명자들은, 유기 EL 소자의 구동전압의 감소가 가능하다는 것, 및 층간 단락 내성을 가지는 유기 EL 소자를 획득하는 것이 가능하다는 것을 발견하였다.

발명의 구성 및 작용

본 발명의 제 1 양태에 따르면, 애노드, 캐소드, 및 애노드와 캐소드 사이에 배치된 유기 EL 층을 구비하는 유기 EL 소자; 애노드에 접한 제 1 유기박막을 구비하는 유기 EL 층, 및 제 1 유기박막에 접한 제 2 유기박막; 유기박막형성분자들 및 유기박막형성분자들을 산화시키는 도펀트로서, 그 도펀트는 표준 수소 전극에 관하여 0.5 V 내지 0.85 V의 환원전위를 가지는 도펀트를 구비하는 제 1 유기박막; 및 8.5×10^{-19} J 이하의 이온화 전위를 가지는 제 1 유기박막이 제공된다. 제 2 유기박막과 제 1 유기박막의 계면의 분자들은 낮은 산화력을 가진 도펀트에 의해서조차도 산화될 수 있어, 그러한 낮은 산화력을 가진 도펀트의 사용이 유기 EL 소자의 습기에 의해 유발된 역효과를 억제하기 때문에, 그리고 제 2 유기박막이 낮은 이온화 전위를 가지는 재료를 포함하기 때문에, 제 1 유기박막과 제 2 유기박막 사이의 에너지 장벽을 하강시키게 된다.

본 발명의 제 2 양태에 따르면, 제 1 양태에서 기술한 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 유기박막형성분자들의 이온화 전위는 제 2 유기박막의 이온화 전위보다 3.2×10^{-20} J 이상만큼 낮다. 이 조정에 의해, 애노드로부터 정공들의 주입 능력의 상당한 개선이 가능하다.

본 발명의 제 3 양태에 따르면, 제 1 양태 또는 제 2 양태에서 기술한 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막은 5×10^{18} (1/cm²) 이상의 캐리어 농도를 가진다. 그러한 캐리어 농도를 가짐으로써, 제 1 유기박막과 제 2 유기박막 사이의 에너지 장벽을 충분히 하강시킬 수 있고, 색차 불균일 억제 및 구동전압 감소의 효과를 크게 제공할 수 있다.

본 발명의 제 4 양태에 따르면, 제 1 양태 내지 제 3 양태에서 기술한 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 유기박막형성분자들은 비수용성이다. 이 조정에 의해, 박막에 함유된 습기량을 억제할 수 있다.

본 발명의 제 5 양태에 따르면, 제 1 양태 내지 제 4 양태에서 기술한 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 유기박막형성분자들은 1,000 이상의 분자량을 가진다. 이 조정에 의해, 막 두께의 불균일 억제 및 애노드의 비균질성에 관한 코팅력의 개선이 가능하다.

본 발명의 제 6 양태에 따르면, 제 1 양태 내지 제 5 양태 중 어느 하나에서 기술한 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 도펀트는 유기산을 포함한다. 유기산은 낮은 흡습 도펀트로서 유효하다. 본 발명의 제 7 양태에 따르면, 제 6 양태에서 기술한 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 도펀트는 벤젠술폰산 유도체를 포함한다. 그러한 술폰산 유도체는 산화력 및 낮은 흡습성 모두의 특성을 가지기 때문에 바람직한 재료이다.

본 발명의 제 8 양태에서, 제 1 양태 내지 제 7 양태 중 어느 하나에서 기술한 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 도펀트는 10,000 이하의 분자량을 가진다. 그러한 도펀트를 이용함으로써, 용매의 선택범위를 크게 확장할 수 있다.

본 발명의 제 9 양태에 따르면, 제 1 양태 내지 제 8 양태 중 어느 하나에서 기술한 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막은 유기박막형성분자들을 함유하는 액체 및 도펀트를 도포함으로써 배치된 박막을 구비한다. 본 발명의 제 10 양태에 따르면, 제 1 양태 내지 제 9 양태 중 어느 하나에서 기술한 복수개의 유기 EL 소자들을 구비하는 유기 EL 디스플레이 장치가 제공된다.

본 발명의 제 11 양태에 따르면, 기관상에 애노드를 배치하는 단계, 애노드에 접하도록 유기 EL 층을 배치하는 단계, 및 유기 EL 층에 접하도록 캐소드를 배치하는 단계를 포함하는 유기 EL 소자를 제조하는 방법을 제공하며, 유기 EL 층을 배치하는 단계는 애노드에 액체를 도포하여 제 1 유기박막을 애노드에 접하도록 배치하는 단계; 및 제 1 유기박막에 접하도록 제 2 유기박막을 배치하는 단계를 포함하고, 액체는 유기박막형성분자들 및 유기박막형성분자들을 산화시키는 도펀트를 함유한 액체이며, 제 1 유기박막의 도펀트는 표준 수소 전극에 대해 0.5 V 내지 0.85 V 의 환원전위를 가지고, 제 2 유기박막은 8.5×10^{-19} J 이하의 이온화 전위를 가진다.

본 발명의 더 완벽한 이해 및 그에 부수하는 많은 장점들은 첨부된 도면들과 관련하여 고려하는 경우 이하의 상세한 설명을 참조함으로써 더욱 잘 이해될 수 있으며, 용이하게 획득될 것이다.

이하에서, 본 발명이 적용될 수 있는 실시형태를 설명한다. 이하의 설명은 본 발명의 실시형태의 설명을 위해 제공되고, 본 발명은 이하에 설명된 실시형태에 한정되지 않는다.

도 1 은 본 실시형태의 유기 EL (전계발광) 소자의 구조의 통상적인 예를 도시하는 단면도이다. 유기 EL 소자 (1) 는 애노드 (11), 애노드 (11) 에 마주보도록 배치된 캐소드 (12), 및 애노드 (11) 와 캐소드 (12) 사이에 배치된 유기 EL 층 (13) 을 포함하는 적층 구조를 가진다. 애노드 (11) 는 ITO 등으로 이루어진 투명 도전막을 구비한다. 캐소드 (12) 는 알루미늄과 같은 금속 재료를 구비한다.

유기 EL 층 (13) 은 복수개의 적층된 박막들을 구비하는 다층구조를 가진다. 도 1 에 도시된 통상적인 예에서, 유기 EL 층 (13) 은 정공주입층 (131), 정공수송층 (132), 발광층 (133) 및 전자주입층 (134) 을 포함하는 4 층구조를 가지고, 이는 애노드 (11) 측으로부터 이 순서대로 순차적으로 적층된 것이다. 정공주입층 (131) 은 애노드 (11) 에 접한 제 1 유기박막의 일레이고, 정공수송층 (132) 은 제 1 유기박막에 접한 제 2 유기박막의 일레이다.

정공주입층 (131) 은 스프레이 방법과 같은 도포 방법에 의해서 애노드 (11) 상에 배치될 수 있는 유기박막을 포함한다. 이 도포 방법은 유기 재료가 액체에서 분산되거나 또는 용해되고, 소정의 유기박막을 배치하기 위해 유기 재료가 도포되는 기술이다. 이 도포 방법은 애노드 (11) 에 외래 재료, 불록부, 오목부 등을 만들기 위해 이용될 수 있고, 그에 의해 유기 EL 소자에서 층간 단락의 형성을 피할 수 있다. 스프레이 방법 외의 다른 도포 방법 또한 적용가능하다.

이 도포 방법에 사용가능한 유기 재료는 대체로 수용성 (또는 수분 분산성) 인 것 및 유기 용매에서 용해할 수 있는 비수용성인 것으로 크게 분류된다. 정공주입층 (131) 이 수용성 유기 재료를 구비하는 경우, 유기박막에 주어지는 습기량이 증가하고, 이는 휘도의 열화와 같은 역효과를 유발하기 쉽다. 이러한 이유로, 정공주입층 (131) 에의 유기 재료는 비수용성인 것이 바람직하다. 따라서, 유기박막에 함유된 습기량은 억제될 수 있고, 유기 EL 소자 (1) 의 습기에 의해 유발되는 비발광 영역의 형성 또는 휘도의 열화를 억제할 수 있다.

또한, 정공주입층 (131) 의 유기박막형성분자들은 1,000 이상의 분자량을 가지는 중합체들이 것이 바람직하다. 정공주입층 (131) 이 도포 방법에 의해 배치되는 경우, 작은 분자량을 가지는 유기 재료를 이용하는 것이 가능하다. 그러나, 상술한 분자량을 가지는 유기 재료를 이용함으로써, 애노드 (11) 의 비평탄성에 대해 뛰어난 코팅력을 가지고, 층간 단락의 생성을 더욱 효과적으로 회피할 수 있으면서, 막 두께의 불균일의 발생이 최소화될 수 있다.

비록 정공수송층 (132) 및 그 후속 층들은 진공성막에 의해 배치되는 것이 통상적이지만, 이들 층들은 적절하게 설계된 도포 방법에 의해 배치될 수 있다. 전자주입층 (134) 은, 예를 들어, LiF를 구비할 수 있다. 전자수송층은 발광층 (133) 과 전자주입층 (134) 사이에, 발광층 (133) 과 독립적으로 배치될 수 있다. 발광층 (133) 의 재료에 특별한 제한은 없다. 발광층은, 예를 들어, 게스트 화합물의 형광 안료로서 역할을 하는 트리스(8-퀴놀리노레이트)알루미늄 (Alq_3) 및 쿼터린 6 를 구비한다.

이하에서, 정공주입층 (131) 및 정공수송층 (132) 을 상세하게 기술한다. 정공주입층 (131) 은 구동전압을 감소시키도록 애노드 (11) 로부터 정공의 주입 장벽을 하강시킨다. 본 실시형태에 따른 정공 주입 장벽 (131) 은 유기박막형성분자들, 및 그러한 분자들을 산화시키기 위한 도펀트를 함유한다. 도펀트는 정공들을 화학적으로 생성하기 위해 유기박막형성분자들의 일부를 산화시키고, 그렇게 함으로써 정공주입층 (131) 의 도전성을 개선한다.

본 실시형태에서, 정공주입층 (131) 의 도펀트는 표준 수소 전극에 대해 0.5 V 내지 0.85 V 로 설정된 환원전위를 가지도록 제어된다. 또한, 발광층 (133) 으로 정공들을 수송하는 정공수송층 (132) 은 8.5×10^{-19} J (5.3 eV) 이하의 이온화 전

위를 가지도록 제어된다. 도펀트는 그들의 산화력이 높아질수록 강한 흡습성을 가진다. 도펀트의 산화력을 나타내는 지표인 환원전위가 0.85 V 이하로 설정되는 경우, 도펀트의 흡습성에 의해 정공주입층 (131) 에 남아 있도록 유발된 습기량은 감소될 수 있고, 유기 EL 소자 (1) 에서 비발광 영역의 형성 및 휘도의 열화를 효과적으로 억제한다.

정공주입층 (131) 에 함유된 도펀트의 일부는 정공주입층에 접한 정공수송층 (132) 의 계면에 존재한다. 정공 수송 재료가 도펀트에 의해 산화되는 경우, 정공주입층 (131) 에 밀접한 정공수송층 (132)의 계면에 정공들이 생성된다.

따라서, 이와 같이 생성된 정공들은 정공주입층 (131) 과 정공수송층 (132) 사이의 에너지 장벽을 하강시켜, 정공주입층 (131) 의 막 두께의 편차들에 의해 유발되는 소자 저항의 편차들이 감소될 수 있는 결과를 가진다. 동시에, 정공수송층 (132) 의 캐리어 농도 또한 증가될 수 있어, 전체 유기 EL 소자의 저항을 더욱 낮은 수준으로 감소시키게 된다. 그러나, 도펀트가 더욱 낮은 산화력을 가지는 경우, 도펀트는 충분한 방법으로 정공 수송 재료를 산화시키지 못하여, 정공주입층 (131) 의 막 두께의 편차들에 의해 유발되는 소자 저항의 편차들에 의해 유발되는 디스플레이 불균일이 발생할 수 있는 결과를 가진다.

상술한 바대로, 본 실시형태에 따른 유기 EL 소자 (1) 에서, 제 1 유기박막인 정공주입층 (131) 의 도펀트의 환원전위는 0.5 V 이상으로 설정되도록 제어되고, 정공수송층 (132) 의 이온화 전위는 8.5×10^{-19} J (5.3 eV) 이하로 설정되도록 제어된다. 이 조정에 의해, 정공수송층 (132) 과 정공주입층 (131) 과의 계면의 분자들은 낮은 산화성을 가지는 도펀트에 의해서도 산화되어, 정공주입층 (131) 과 정공수송층 (132) 사이의 에너지 장벽이 하강할 수 있는 결과를 가진다. 따라서, 낮은 산화성을 가지는 도펀트를 이용함에도 불구하고, 정공수송층 (132) 의 계면의 저항 편차들은 감소될 수 있고, 정공수송층의 계면의 저항 편차들이 있는 경우 유발되는 디스플레이 불균일의 발생이 최소화된다.

도펀트가 낮은 환원전위 (더욱 낮은 산화력) 를 가질수록, 정공주입층의 흡습성은 낮아진다. 그러나, 도펀트의 산화력이 너무 낮은 경우, 정공주입층에 존재하고 정공주입층과 정공수송층의 계면에 존재하는 유기 분자들은 산화되지 못할 수 있다. 이러한 관점에서, 도펀트의 환원전위는 바람직하게는 표준 수소 전극에 대해 0.6 V 내지 0.85 V 이고, 보다 바람직하게는 표준 수소 전극에 대해 0.6 V 내지 0.75 V 이다.

정공주입층 (131) 의 도펀트는 바람직하게는 유기 EL 소자 (1) 에서 습기에 의해 유발되는 역효과를 억제하기 위해 낮은 흡습성을 가지는 유기산을 구비한다. 유기산으로는, 술폰산 유도체가 특히 바람직한 도펀트 재료이고, 이 유도체는 산화력 및 흡습성의 균형잡힌 특성들을 가지는 점에서 보면 우수하기 때문이다. 도펀트가 작은 분자량을 가질수록, 용매의 선택 범위는 넓어진다. 이러한 관점으로부터, 정공주입층의 도펀트의 분자량은 바람직하게는 10,000 이하이고, 보다 바람직하게는 1,000 이하이다.

정공주입층 (131) 의 유기박막형성분자들의 이온화 전위는 정공수송층 (132) 의 이온화 전위보다 3.2×10^{-20} J (0.2 eV) 이상만큼 낮은 것이 바람직하다. 정공주입층 (131) 의 이온화 전위를 그러한 수준으로 낮춤으로써, 애노드 (11) 로부터 정공들의 주입 능력을 현저히 개선하는 것이 가능하다. 정공주입층 (131) 의 이온화 전위가 하강하는 경우, 정공수송층 (132) 과 정공주입층사이의 에너지 장벽은 통상적으로 상승한다. 그러나, 본 실시형태에서, 정공주입층 (131) 에 함유된 도펀트는 정공주입층 (131) 과 정공수송층의 계면 (도 1 의 빗금친 부분 참조) 의 분자들을 산화시키고, 에너지 장벽의 하강을 유발한다. 따라서, 정공주입층 (131) 및 정공수송층 (132) 의 정공들의 주입 능력을 전체적으로 개선하는 것이 가능하다.

정공주입층 (131) 의 캐리어 농도는 5×10^{18} (1/cm³) 이상인 것이 바람직하다. 캐리어 농도가 5×10^{18} (1/cm³) 이상으로 설정되는 경우, 정공주입층 (131) 과 정공수송층 (132) 사이의 에너지 장벽은 충분한 방법으로 하강시킬 수 있어, 디스플레이 불균일성의 억제 및 구동전압의 감소의 효과를 더욱 효과적으로 나타낼 수 있다.

상술한 바와 같이, 도포 방법을 이용함으로써, 정공주입층 (131) 을 애노드 (11) 에 접하도록 배치함으로써, 층간 단락 내성을 개선하는 것이 가능하다. 정공주입층 (131) 이 낮은 산화력을 가지는 도펀트를 함유하도록 유발함으로써, 구동전압을 감소하는 것뿐만 아니라 유기 EL 소자의 디스플레이 품질이 잔여 습기에 의해 저하되는 것을 억제하는 것도 가능하다. 정공주입층 (131) 상에 배치된 정공 수송 재료로서 낮은 이온화 전위를 가지는 유기박막형성분자들을 선택함으로써, 낮은 산화력을 가지는 도펀트를 사용하더라도 정공수송층 (132) 의 계면의 저항 편차들의 발생의 최소화 및 저항 편차들에 의한 디스플레이 불균일의 유발을 억제하는 것이 가능하다. 비록 유기 EL 층 (13) 이 4 층구조를 가지는 경우에 대해서 설명하였지만, 본 발명에 따른 유기 EL 소자는 그러한 구조를 가지는 것에 제한되지 않는다.

이하에서, 본 발명에 따른 유기 EL 소자 (1) 을 이용한 유기 EL 디스플레이 패널을 도 2 및 도 3 을 참조하여 설명한다. 도 2 는 본 실시형태에 따른 유기 EL 디스플레이 패널 (100) 의 소자 기판과 함께 그 위에 배치된 유기 EL 소자의 구조를 보여주는 개략적인 평면도이다. 도 3 은 유기 EL 디스플레이 패널 (100) 의 도 2 의 A - A 선을 따른 부분 단면도이다. 도 2 에 도시된 바와 같이, 본 실시형태에 따른 유기 EL 디스플레이 패널 (100) 은 애노드들 (11) 에 대응하는 애노드 배선들 (이하, 애노드 배선들 (11) 이라 함), 애노드 보충배선들 (2), 캐소드들 (12) 에 대응하는 캐소드 배선들 (이하, 캐소드 배선들 (12) 이라 함), 캐소드 보충배선들 (4), 절연막 (6), 절연막에 형성된 개구들 (5), 캐소드 세퍼레이터들 (7), 콘택트홀들 (8 ; contact holes) 및 기판 (10) 을 포함한다. 도 3 에 도시된 바와 같이, 유기 EL 디스플레이 패널 (100) 은 또한 유기 EL 층 (13), 건조제 (22), 대향 기판 (20) 및 봉합용 실링제 (23) 를 포함한다.

기판 (10) 은 비알칼리 유리 기판 (예를 들어, Asahi Glass Company, Limited에서 제조되는 상품명 "AN100" 인 시중에서 입수할 수 있는 제품) 또는 알칼리 유리 기판 (예를 들어, Asahi Glass Company, Limited에서 제조되는 상품명 "AS" 인 시중에서 입수할 수 있는 제품) 을 포함한다. 비록 기판 (10) 의 두께에 제한은 없지만, 예를 들어 0.7 mm 내지 1.1 mm 의 두께를 가지는 기판을 사용하는 것이 바람직하다.

도 2 에 도시된 바와 같이, 기판 (10) 은 그 위에 상호 평행하게 연장하여 배치된 복수개의 애노드 배선들 (11) 을 가진다. 애노드 배선들 (11) 은, 예를 들어, ITO 를 구비하는 것이 바람직하다. 애노드 보충배선들 (2) 은 각각, 애노드 배선들 (11) 의 에지 부분에서 애노드 배선들 (11) 과 전기적으로 접속된다. 애노드 보충배선들은 애노드 배선들 (11) 과 함께 접속부로부터 기판의 에지 부분을 향해 연장하여 배치된다. 즉, 애노드 보충배선들은 애노드 배선들 (11) 과 동일한 개수로 배치된다. 애노드 보충배선들은 애노드 배선들 (11) 과 같이 상호 평행하게 연장하여 배치된다.

애노드 보충배선들 (2) 각각은 기판 (10) 의 에지 부분에 근접한 부분상의 이방성 도전막 (이하, "ACF" 라 함) 을 통하여, FPC (가요성 인쇄 회로 기판) 또는 TCP (테이프 캐리어 패키지) 와 같은 외부 배선과의 접속을 위한 금속 패드로서 역할을 한다. 이 조정에 의해, 외부에 배치된 구동 회로로부터 애노드 보충배선들 (2) 을 통하여 애노드 배선들 (11) 에 전류가 공급된다.

도 2 에 도시된 바와 같이, 기판은 또한 상호 평행하게 신장되고 애노드 배선들 (11) 에 수직으로 그 상부에 배치되는 복수개의 캐소드 배선들 (12) 을 가진다. 캐소드 배선들 (12) 는 통상적으로 Al 또는 Al 합금을 포함한다. 캐소드 배선들은 Li, Ag, Ca, Mg, Y, In 과 같은 알칼리 금속 또는 그들 중 하나 이상을 함유하는 합금을 포함할 수도 있다. 캐소드 배선은 투명 도전막을 구비한다. 캐소드 배선들은 약 50 nm 내지 약 300 nm 의 두께를 가지도록 설정된다.

캐소드 보충배선들 (4) 은 각각, 캐소드 배선들 (12) 의 에지 부분들에서 콘택트홀들 (8) 을 통하여 캐소드 배선들 (12) 과 전기적으로 접속된다. 캐소드 보충배선들은 캐소드 배선들 (12) 의 에지 부분들로부터 기판의 에지 부분을 향해 연장하여 배치된다. 즉, 캐소드 보충배선들은 캐소드 배선들 (12) 와 동일한 개수로 배치된다. 캐소드 보충배선들은 캐소드 배선들 (12) 에서처럼 상호 평행하게 연장하여 배치된다. 애노드 보충배선들 (2) 에서처럼, 캐소드 보충배선들 (4) 각각은 기판 (10) 의 에지 부분과 그 위에 배치된 캐소드 보충배선들에 근접한 부분 상에서 FPC 또는 TCP 와 같은 외부 배선과의 접속을 위한 금속 패드 역할을 한다. 콘택트홀은, 예를 들어, 200 μm x 200 μm 의 넓이를 가지도록 형성될 수 있다.

상술한 캐소드 보충배선들 (4) 및 상술한 애노드 보충배선들 (2) 은 다층구조 또는 단일층구조를 가지는 금속막을 포함할 수 있다. 예를 들어, 양 보충배선들 모두 Mo/Nb 층, Al 층 및 Mo/Nb 층이 기판 (10) 측으로부터 이 순서대로 적층된 다층구조를 가질 수 있다.

개구들을 갖는 절연막 (6) 은 애노드 배선들 (11), 애노드 보충배선들 (2) 및 캐소드 보충배선들 (4) 상에 부분적으로 이들 배선들을 덮도록 배치된다 (도 2 및 도 3 참조). 픽셀에 대한 개구 (5) 각각은 애노드 배선 (11) 및 캐소드 배선 (12) 이 평면도에서 도시된 대로 상호 교차하는 위치에 위치된다. 픽셀에 대한 각 개구 (5) 는 픽셀영역에 대응한다. 예를 들어, 개구들 (5) 을 갖는 절연막 (6) 은 0.7 μm 의 막 두께를 가질 수 있고, 픽셀에 대한 각 개구 (5) 는 300 μm x 300 μm 의 넓이를 가질 수 있다.

유기 EL 층 (13) 은 애노드 배선들 (11) 및 개구들을 갖는 절연막 (6) 상에 배치되고, 도 3 에 도시된 바와 같이, 애노드 배선들 (11) 과 캐소드 배선들 (12) 사이에 샌드위치되도록 구성된다. 유기 EL 층 (13) 은 통상적으로 약 100 nm 내지 약 300 nm 의 두께를 가진다. 유기 EL 층 (13) 은 도 1 을 참조하여 설명된 조건들에 부합하도록 배치된다. 예를 들어, 유기 EL 층 (13) 은 도 1 에 도시된 바와 같이, 정공주입층 (131), 정공수송층 (132), 발광층 (133) 및 전자주입층 (134) 를 포함한다. 정공주입층 (131) 은 유기박막형성분자들 및 도펀트를 함유한다. 도펀트의 환원전위 및 이온화 전위는 도 1 을 참조하여 설명된 조건들에 부합한다.

캐소드 세퍼레이터들 (7) 은 도 2 에 도시된 바와 같이, 캐소드 배선들 (12) 에 평행하게 연장하여 배치된다. 캐소드 세퍼레이터들 (7) 은 캐소드 배선들 (12) 이 서로 접촉되는 것을 방지하기 위해서 복수개의 캐소드 배선들 (12) 을 상호 공간적으로 분리시키는 역할을 한다. 캐소드 세퍼레이터들 (7) 은 단면이 역테이퍼 (inversed tapered) 형상인 것이 바람직하다. 역테이퍼 형상은 세퍼레이터들의 단면 (도 2 에서 B의 방향으로부터 보이는 단면 형상) 의 형상이 기관 (10) 으로부터의 거리가 증가할수록 더욱 넓은 단면 폭 (도 2 에서 B의 방향) 를 가지는 것을 의미한다. 이 조정에 의해, 캐소드 세퍼레이터들 (7) 의 측벽들 및 상승부가 눈에 띄지 않게 위치되기 때문에 후술한 캐소드 배선들 (12) 을 배치하는 단계에서 용이한 방법으로 복수개의 캐소드 배선들 (12) 을 공간적으로 분리하는 것이 가능하다. 캐소드 세퍼레이터들 (7) 은, 예를 들어, 높이 3.4 μm x 폭 10 μm 의 넓이를 가질 수 있다.

상술한 기관 (10) 은 그 안에 배치된 유기 EL 층 (13) 등으로 공간을 봉합하기 위해 실링제 (23) 를 통해 대항 기관 (20) 과 같이 접합된다. 봉합은 유기 EL 층 (13) 이 공기중의 습기에 의해 열화되는 것을 방지하기 위해 수행된다. 대항 기관 (20) 은, 예를 들어, 두께 0.7 mm 내지 1.1 mm 의 두께를 가지는 유리 기관을 구비한다. 대항 기관은 기관 (10) 과 동일한 재료를 구비한다. 대항 기관 (20) 은 유기 EL 층 (13), 캐소드 배선들 (12) 등과 간극을 갖도록 하여 그 위에 배치된 건조제 (22) 를 갖는다. 즉, 건조제 (22) 는 애노드 배선들 (11), 유기 EL 층 (13), 및 캐소드 배선들 (12) 을 포함하는 유기 EL 소자 (1) 로부터 이격되도록 배치된다.

건조제 (22) 는, 예를 들어, 일정한 점성을 가지는 점성을 가진 흡습 재료를 포함할 수 있다. 또는, 건조제는 습기와 큰 반응성을 가지며 막 형상으로 형성된 유기 금속 화합물을 포함할 수 있다. 건조제는 또한 무기 건조제를 포함할 수 있다. 건조제 (22) 가 점성을 갖는 흡습 재료를 포함하는 경우, 점성을 갖는 흡습 재료는 불화유 (fluorinated oil) 를 포함하는 비활성 액체에 일정한 양의 흡수제를 혼합함으로써 준비될 수 있다. 또는, 점성을 갖는 흡습 재료는 불화젤 (fluorinated gel) 과 같은 비활성 젤 재료에 일정한 양의 흡수제를 혼합함으로써 준비될 수 있다.

흡수제는 물리적 화학적으로 습기를 흡수할 수 있는 활성 알루미늄, 분자체 (molecular sieves), 산화칼슘, 산화 바륨과 같은 재료를 포함한다. 점성을 갖는 흡습 재료는 흡수제가 자유롭게 흐르는 것을 방지하기 위해 그러한 크립이나 젤과 같은 점도를 가지도록 준비되고, 이와 같이, 준비된 점성 흡습 재료는 일정한 위치에 도포되고 배치된다.

본 발명에 따른 유기 EL 디스플레이를 제조하는 방법을 도 4 및 도 5 를 참조하여 설명한다. 이하에 설명된 방법은 유기 EL 디스플레이의 경우의 통상적인 예시이다. 다른 방법들이 본 발명의 본질에 반하지 아니하는 한 적용될 수 있다. 도 4 는 본 실시형태에 따른 유기 EL 디스플레이의 제조공정을 도시하는 순서도이다.

도 4 에서, 단계 S1 에서 애노드 배선용 재료는 기관 (10) 상에 막으로 성막된다. 애노드 배선용 재료, 예를 들어, ITO를 포함하는 재료는, 예를 들어, 스퍼터링 또는 증착에 의해 기관의 전체 표면에 균일하게 막으로 성막된다.

다음으로, 성막된 애노드 배선용 재료는 단계 S2 에서 포토리소그래피 단계 및 에칭 단계에 의해 애노드 배선들을 형성하기 위해 패턴화된다. 에칭 단계는 습식 에칭 방법 또는 건식 에칭 방법 중 어느 것에 의해서도 수행될 수 있다. 예를 들어, 습식 에칭 방법에 의해, 페놀 노보락 수지를 레지스트로 이용하여 에칭 단계가 수행된다. 염산 및 질산이 혼합된 용액은 처리 용액으로 이용되고, 모노에탄올라민 및 디메틸설폭시드가 혼합된 용액은 스트리핑 (stripping) 용액으로 이용된다.

다음으로, 단계 S3 에서 보충배선용 재료는 애노드 배선들 상에 스퍼터링 또는 증착에 의해 막으로 성막된다. 보충배선용 재료는, 예를 들어, Al 또는 Al 합금과 같은 낮은 저항을 가진 금속재료를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하부 층과의 접착 개선 및 부식 방지의 관점에서, 보충배선들은 Al 막으로 이루어진 상층 또는 하층처럼 TiN, Cr 또는 Mo 등으로 이루어진 장벽 층을 배치함으로써 다층구조로 형성될 수 있다. 예를 들어, 보충배선은 DC 스퍼터링 방법에 의해 450 nm 의 총 두께를 가지는 Mo / Al / Mo의 다층구조로 형성될 수 있다.

다음으로, 상술한 단계 S3 에서 성막된 보충배선용 재료는 애노드 보충배선들 (2) 및 캐소드 보충배선들 (4) 을 형성하기 위해 단계 S4 에서의 포토리소그래피 단계 및 에칭 단계에 의해 패턴화된다. 예를 들어, 인산, 아세트산 및 질산이 혼합된 에칭 용액을 이용하여, 습식 에칭이 수행된다. 보충배선용 재료들 및 캐소드 배선용 재료는 애노드용 재료 및 보충배선용 재료가 순차적으로 막으로 성막된 후에, 순차적으로 패턴화될 수 있다.

그 후, 감광성 폴리이미드와 같은 절연막용 재료는, 예를 들어, 단계 S5 에서의 스핀코팅에 의해 막으로 성막된다.

다음으로, 절연막은 단계 S6 에서 패턴화된다. 활성 영역 및 콘택트홀들 (8) 을 제공하는 각 픽셀들에 대한 개구들 (5) 이 절연막에서 형성되도록 패턴화가 수행된다. 감광성 폴리이미드가 이용된 경우, 노출 단계 및 현상 단계를 수행한 후에 경화 단계를 수행함으로써, 도 2 및 도 3 에 도시된 바와 같이 절연막 (6) 은 개구들 (5) 및 콘택트홀들 (8) 이 그 내부에 형성되도록 패턴화된다.

다음으로, 단계 S7 에서 캐소드 세퍼레이터용 재료가 막으로 성막된다. 예를 들어, 감광성 노보락 수지 또는 감광성 아크릴 수지 등이 스핀코팅에 의해 막으로 성막된다.

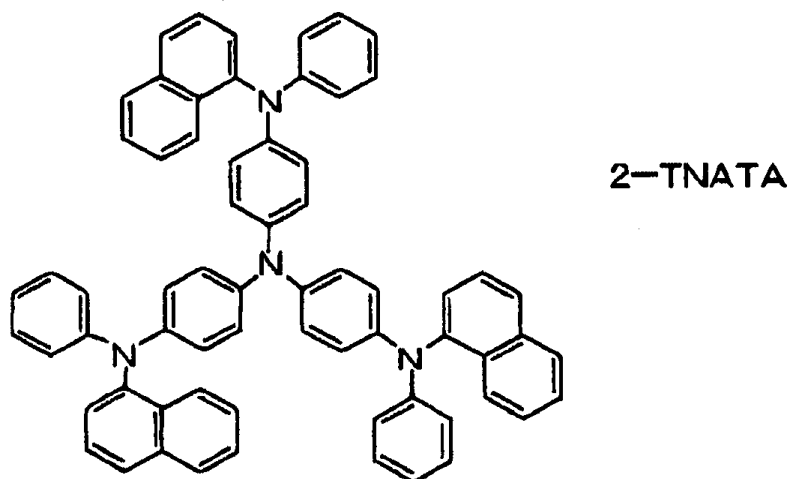
그 후, 단계 S8 에서 캐소드 세퍼레이터들용 재료가 패턴화된다. 패턴화에 의해, 캐소드 세퍼레이터들 (7) 각각은 도 2 에 도시된 대로 캐소드 배선들 (12) 과 평행하게 연장되도록 위해 근접한 캐소드 배선들 (17) 사이에 위치되도록 간극에 배치된다. 캐소드 세퍼레이터들 (7) 은 역테이퍼 형상 (도 2 에서 B의 방향으로부터 보이는 단면 형상) 을 단면으로 가지는 것이 바람직하다. 네거티브 감광성 수지가 이용되는 경우, 캐소드 세퍼레이터들 (7) 은 더욱 불충분하게 광반응된 하부 부분을 가지기 때문에 노출 단계에서 그러한 역테이퍼 구조를 형성하는 것이 용이하다.

절연막에 형성된 개구들 (5) 로부터 노출된 ITO 막의 부분들에 표면 변형을 제공하기 위해, 산소 플라즈마 또는 자외선을 조사하는 단계가 후술한 단계 S9 이전에 삽입될 수 있다.

이어서, 단계 S9 에서 유기 EL 층 (13) 이 배치된다. 이하, 도 5 를 참조하여, 단계 S91 에서 도포 방법을 이용함으로써 정공주입층 (131) 은 최저층으로 배치된다. 예를 들어, 정공주입층 (131) 은 스프레이 방법에 의해서 배치된다. 정공주입층 (131) 은, 예를 들어, 시클로헥사논에 용해된 PTPDEK (5 mg/ml) 및 파라톨루엔술포산 (20 wt%) 의 용액을 이용함으로써 배치된다. 다음으로, 정공주입층 (131) 을 배치하도록, 용액은 응축되고 건조되어 경화된다.

이어서, 단계 S92 에서 유기 EL 층을 형성하는 나머지 유기층들은 정공주입층 (131) 의 상부층으로서 배치된다. 예를 들어, 정공수송층 (132) 는 2-TNATA (화학식 4 에 표현됨) 에 의해 50 nm 의 막 두께를 가지도록 배치된다. 또한, 단계 S93 에서 발광층 (133) 의 호스트 화합물로서 Alq (트리스 (8-수산퀴놀리나토 ; 8-hydroxyquinolinato) 알루미늄) 및 게스트 화합물의 형광 안료로서 쿠머린 6 가 증착에 의해 동시에 형성되어 60 nm 의 막 두께를 가지는 발광층 (133 ; 또한 전자수송층으로서의 역할을 함) 을 배치한다. 이어서, 단계 S94 에서 전자주입층 (134) 은 발광층 (133) 의 상부층으로서, 예를 들어, LiF를 증착에 의해 형성함으로써 0.5 nm 의 막 두께를 가지도록 배치된다.

화학식 4



도 4 를 다시 참조하면, 단계 S10 에서 캐소드 배선들을 배치하기 위해 이용되는 캐소드 배선용 재료는, 예를 들어, 마스크 증착에 의해 축적된다.

다음으로, 유기 EL 소자 (1) 를 봉합하는 대향 기관을 준비하기 위한 단계를 설명한다.

첫째, 단계 S11 에서 건조제 하우스징 (housing) 부분은 대향 기관 (20) 상에, 예를 들어, 에칭 또는 분사 (sandblast) 에 의해 오목한 형상을 가지도록 형성된다.

이어서, 단계 S12 에서, 예를 들어, 광 양이온 중합가능 에폭시 수지로 이루어진 봉합용 실링제 (23) 가 오목한 하우징 부분을 가진 대항 기관의 표면상에 도포된다. 캐소드 보충배선들 (4) 및 애노드 보충배선들 (2) 는 후술한 바와 같이 외부에 제공된 구동 회로와 접속되기 위해 봉합용 실링제 (23) 의 외측으로 연장되도록 배치된다. 그 후, 단계 S13 에서 건조제 (22) 가 배치된다.

그 후, 단계 S14 에서 기관 (10) 및 대항 기관 (20) 은 같이 접합된다. 상세하게는, 기관 (10) 및 대항 기관 (20) 은 상호 정렬되고, 이어서 양 기관에 압력이 인가되어 각 실링제에 자외선이 조사된다. 따라서, 유기 EL 소자가 그 위에 배치된 기관 (10) 및 대항 기관 (20) 은 같이 접합된다. 그 결과, 유기 EL 소자 (1) 는 봉합된다.

마지막으로, 단계 S15 에서 구동 회로 등이 탑재된다. 봉합용 실링제 (23) 의 외측으로 연장되는 캐소드 보충배선들 (4) 및 애노드 보충배선들 (2) 의 에지 부분들은 ACF에 접합되고, 그 위에 구동 회로가 배치된 TCP에 접속된다. 그 후, 유기 EL 디스플레이의 제조를 완료하면서, 유기 EL 디스플레이 패널 (100) 이 케이스에 탑재된다.

이하, 본 실시형태를 실시예들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 이 예시들은 본 발명을 협소하게 해석하기 위한 의도가 아니다.

실시예 1

실시예 1 을 표 1 을 참조하여 설명한다. 유기 EL 소자는 애노드들, 제 1 유기박막 (정공주입층), 제 2 유기박막 (정공수송층), 제 3 유기박막 (발광층), 제 4 박막 (전자주입층) 및 캐소드들을 포함한 적층구조를 가지도록 제조되었다. 애노드들은 150 nm 를 가지는 ITO 막으로 이루어졌다. 제 1 유기박막 (정공주입층) 은 도펀트로서 그 안에 용해된 PTPDEK (5 mg/ml) 및 파라톨루엔술폰산 (20 wt%) 을 함유한 용액을 이용하여, 스프레이 방법에 의해 배치된다. 시클로헥사논이 용매로 이용되었다. 제 2 유기박막 (정공수송층) 은 50 nm 의 막 두께를 가지는 2-TNATA로부터 형성되었다. 제 3 유기박막 (발광층), 및 제 4 박막 (전자주입층) 은 60 nm 의 막 두께를 가지는 Alq_3 및 0.5 nm 의 막 두께를 가지는 LiF로부터 각각 형성되었다. 캐소드들은 80 nm 를 가지는 Al 막으로 이루어졌다.

제 1 유기박막의 파라톨루엔술폰산의 환원전위는 표준 수소 전극에 대해 0.75 V 이고, 제 2 유기박막의 2-TNATA의 이온화 전위는 $8.2 \times 10^{-19} \text{ J}$ (5.1 eV) 이다. 그리고, 유기박막형성분자로서의 PTPDEK의 이온화 전위는 $8.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ (5.4 eV) 이다.

상술한 소자 구조의 경우에서, 도포된 막의 막 두께 분포를 반영한 색차 불균일 또는 습기로부터 유발된 임의의 비발광 영역도 인지되지 않았다. 이동도 측정 (TOF 방법) 에 의해 확인된 이동도는 $10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 이다.

ITO / 제 1 유기박막 (10 nm) / Al의 구조를 가지는 소자의 전류-전압 특성 및 상술한 바와 같이 확인된 이동도에 기초하여, 캐리어 농도는 약 $5 \times 10^{18} (1/\text{cm}^3)$ 로 추정되었다. 이값에 기초하여, 2-TNATA의 PTPDEK와 파라톨루엔술폰산의 도펀트 층 사이의 계면에서 2-TNATA가 산화되고, 그에 의해, 이 소자에서 색차 불균일이 억제된 것으로 추정된다.

또한, 구동 전압에 관해서는, $8.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ (5.4 eV) 의 이온화 전위를 가지는 PPD를 정공 수송 재료로 이용하는 경우에 비해, 500 mA/cm² 의 전류를 획득할 수 있는 전압은 약 2 V 만큼 감소한다.

[표 1]

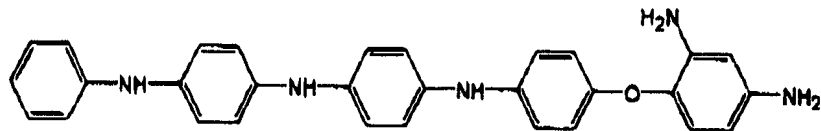
제 1 유기박막	
형성분자들	PTPDE 분자량 (15,000 내지 25,000)
도펀트	파라톨루엔술폰산
도펀트의 환원전위	0.75 V
형성분자들의 이온화 전위	$8.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ (5.4 eV)
캐리어 농도	$5 \times 10^{18} (1/\text{cm}^3)$
제 2 유기박막	

형성분자들	2-TNATA
이온화 전위	$8.2 \times 10^{-19} \text{ J}$

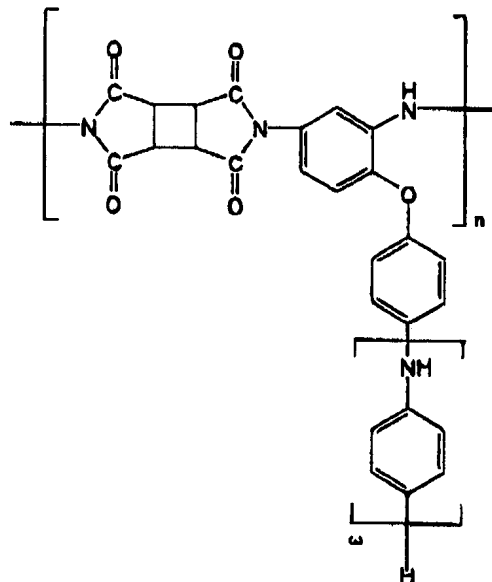
실시예 2

실시예 2 에서, 유기 EL 소자는 애노드들, 제 1 유기박막 (정공주입층), 제 2 유기박막 (정공수송층), 제 3 유기박막 (발광층), 제 4 박막 (전자주입층) 및 캐소드들을 포함한 적층구조를 가지도록 제조되었다. 애노드들은 150 nm 를 가지는 ITO 막으로 이루어졌다. 제 1 유기박막 (정공주입층) 이 배치되는 경우, 도판트로서 술폰살리실산의 150 wt% 가 먼저 화학식 5 에 의해 표현된 올리고아닐린 단위체들 및 테트라카르복실 이무수물에 첨가되었고, 그 혼합물은 시클로헥사논의 용액에 용해되었으며, 그 용액은 스프레이 방법에 의해 도포된 막으로 도포되었다. 그 후, 도포된 막은 화학식 6 에 의해 표현된 유기박막형성분자들을 획득하기 위해 250 °C 에서 1 시간 동안 구워졌다.

화학식 5



화학식 6



제 2 유기박막 (정공수송층) 은 50 nm 의 막 두께를 가지고, HI406 (Idemitsu Kosan Co. Ltd에 의해 제조됨) 으로부터 형성되었다. 제 3 유기박막 (발광층) 및 제 4 박막 (전자주입층) 은 60 nm 의 막 두께를 가진 Alq_3 , 및 0.5 nm 의 막 두께를 가진 LiF로부터 각각 형성되었다. 캐소드들은 80 nm 를 가지는 Al 막으로 이루어졌다.

표 2 에 도시된 바와 같이, 제 1 유기박막의 술폰살리실산의 환원전위는 표준 수소 전극에 대해 0.75 V 이고, 제 2 유기박막의 HI406의 이온화 전위는 8.4×10^{-19} J (5.2 eV) 이다. 그리고, 화학식 2 에 의해 표현된 유기박막형성분자들의 이온화 전위는 8.2×10^{-19} J (5.1 eV) 이다.

상술한 소자 구조의 경우에서, 도포된 막의 막 두께 분포를 반영한 색차 불균일 또는 습기로부터 유발된 임의의 비발광 영역도 인지되지 않았다. 이동도 측정 (TOF 방법) 에 의해 확인된 이동도는 10^{-7} cm²/Vs 이다.

ITO / 제 1 유기박막 (10 nm) / Al의 구조를 가지는 소자의 전류-전압 특성 및 상술한 바와 같이 확인된 이동도에 기초하여, 캐리어 농도는 약 2×10^{19} (1/cm³) 로 추정되었다. 이값에 기초하여, 제 1 유기박막과 HI406의 계면에서 HI406은 산화되었다고 추정되고, 그에 의해, 이 소자에서 색차 불균일이 억제된다.

또한, 구동 전압에 관하여, 8.6×10^{-19} J (5.4 eV) 의 이온화 전위를 가지는 PPD를 정공 수송 재료로 이용하는 경우와 비교하여, 500 mA/cm² 의 전류를 획득할 수 있는 전압은 약 3 V 만큼 감소하였다. 그 이유는 정공 수송 재료로서 HI406의 이온화 전위가 2-TNATA보다 1.6×10^{-20} J (0.1 eV) 만큼 크기 때문으로 판단되며, 그에 의해 발광층으로의 정공의 주입 능력이 개선된다.

[표 2]

제 1 유기박막	
형성분자들	화학식 6 분자량 (약 1,050)
도펀트	술폰살리실산
도펀트의 환원전위	0.75 V
형성분자들의 이온화 전위	8.2×10^{-19} J
캐리어 농도	2×10^{19} (1/cm ³)
제 2 유기박막	
형성분자들	HI406
이온화 전위	8.4×10^{-19} J (5.2 eV)

발명의 상세한 설명, 청구범위, 도면 및 요약서를 포함하는, 2005년 1월 27일자로 출원된 일본국 특허 출원 제 2005-019015 호의 전체 개시는 전체를 참조함으로써 여기에 첨부되었다.

발명의 효과

본 발명의 일 양태에 따르면, 제 2 유기박막과 제 1 유기박막의 계면의 분자들은 낮은 산화력을 가진 도펀트에 의해서조차도 산화될 수 있어, 그러한 낮은 산화력을 가진 도펀트의 사용이 유기 EL 소자의 습기에 의해 유발된 역효과를 억제하기 때문에, 그리고 제 2 유기박막이 낮은 이온화 전위를 가지는 재료를 포함하기 때문에, 제 1 유기박막과 제 2 유기박막 사이의 에너지 장벽을 하강시키게 된다.

본 발명의 다른 양태에 따르면, 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 유기박막형성분자들의 이온화 전위를 제 2 유기박막의 이온화 전위보다 3.2×10^{-20} J 이상만큼 낮게 조정함으로써, 애노드로부터 정공들의 주입 능력의 상당한 개선이 가능하다.

본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막은 5×10^{18} (1/cm³) 이상의 캐리어 농도를 가짐으로써, 제 1 유기박막과 제 2 유기박막 사이의 에너지 장벽을 충분히 하강시킬 수 있고, 색차 불균일 억제 및 구동전압 감소의 효과를 크게 제공할 수 있다.

또한, 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 유기박막형성분자들은 비수용성으로, 박막에 함유된 습기량을 억제할 수 있다.

또한, 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 유기박막형성분자들이 1,000 이상의 분자량을 가지도록 조정함으로써, 막 두께의 불균일 억제 및 애노드의 비균질성에 관한 코팅력의 개선이 가능하다.

또한, 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 도펀트는 유기산을 포함하며, 유기산은 낮은 흡습 도펀트로서 유효하다.

또한, 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 도펀트는 벤젠술폰산 유도체를 포함하여, 산화력 및 낮은 흡습성 모두의 특성을 가진다.

또한, 유기 EL 소자에서 제 1 유기박막의 도펀트로 10,000 이하의 분자량을 가지는 도펀트를 이용함으로써, 용매의 선택 범위를 크게 확장할 수 있다.

본 발명에 따르면, 고급 디스플레이 품질, 낮은 구동전압 및 층간 단락 내성을 겸하는 유기 EL 소자를 획득할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

애노드, 캐소드, 및 상기 애노드와 상기 캐소드 사이에 배치된 유기 EL 층을 구비하는 유기 EL 소자로서,

상기 유기 EL 층은 상기 애노드에 접한 제 1 유기박막, 및 상기 제 1 유기박막에 접한 제 2 유기박막을 구비하고,

상기 제 1 유기박막은 유기박막형성분자들 및 상기 유기박막형성분자들을 산화시키는 도펀트를 포함하고, 상기 도펀트는 표준 수소 전극에 대해 0.5 V 내지 0.85 V 의 환원전위를 가지며,

상기 제 2 유기박막은 8.5×10^{-19} J 이하의 이온화 전위를 가지는, 유기 EL 소자.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유기박막의 상기 유기박막형성분자들의 이온화 전위는 상기 제 2 유기박막의 이온화 전위보다 3.2×10^{-20} J 이상만큼 더 낮은, 유기 EL 소자.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유기박막은 5×10^{18} (1/cm³) 이상의 캐리어 농도를 가지는, 유기 EL 소자.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유기박막의 상기 유기박막형성분자들은 비수용성인, 유기 EL 소자.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유기박막의 상기 유기박막형성분자들은 1,000 이상의 분자량을 가지는, 유기 EL 소자.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유기박막의 상기 도펀트는 유기산을 포함하는, 유기 EL 소자.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 유기박막의 상기 도펀트는 벤젠술폰산 유도체를 포함하는, 유기 EL 소자.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유기박막의 상기 도펀트는 10,000 이하의 분자량을 가지는, 유기 EL 소자.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 유기박막은 상기 유기박막형성분자들 및 상기 도펀트를 함유하는 액체를 도포함으로써 배치되는 박막을 구비하는, 유기 EL 소자.

청구항 10.

제 1 항에 기재된 복수개의 유기 EL 소자들을 포함하는, 유기 EL 디스플레이 장치.

청구항 11.

기관상에 애노드를 배치하는 단계, 상기 애노드에 접하도록 유기 EL 층을 배치하는 단계, 및 상기 유기 EL 층에 접하도록 캐소드를 배치하는 단계를 포함하는 유기 EL 소자를 제조하는 방법으로서,

상기 유기 EL 층을 배치하는 단계는, 상기 애노드에 액체를 도포하여 제 1 유기박막을 상기 애노드에 접하도록 배치하는 단계; 및 상기 제 1 유기박막에 접하도록 제 2 유기박막을 배치하는 단계를 포함하고,

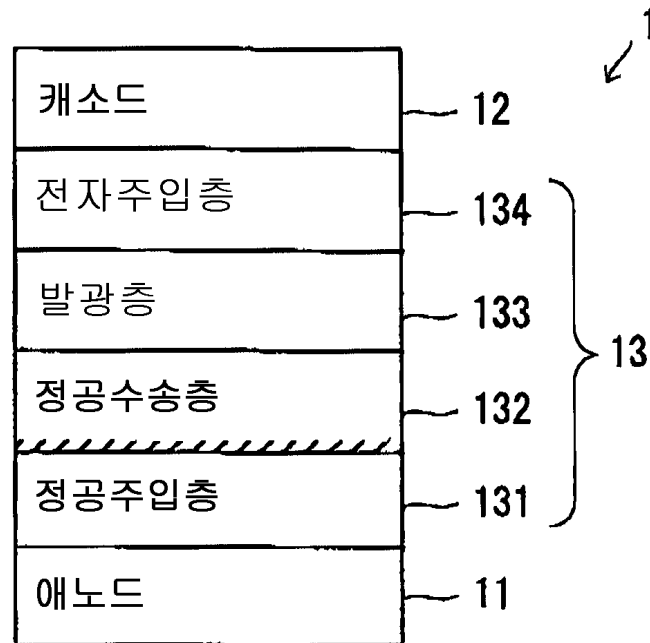
상기 액체는 유기박막형성분자들 및 상기 유기박막형성분자들을 산화시키는 도펀트를 함유하며,

상기 제 1 유기박막의 상기 도펀트는 표준 수소 전극에 대해 0.5 V 내지 0.85 V 의 환원전위를 가지며,

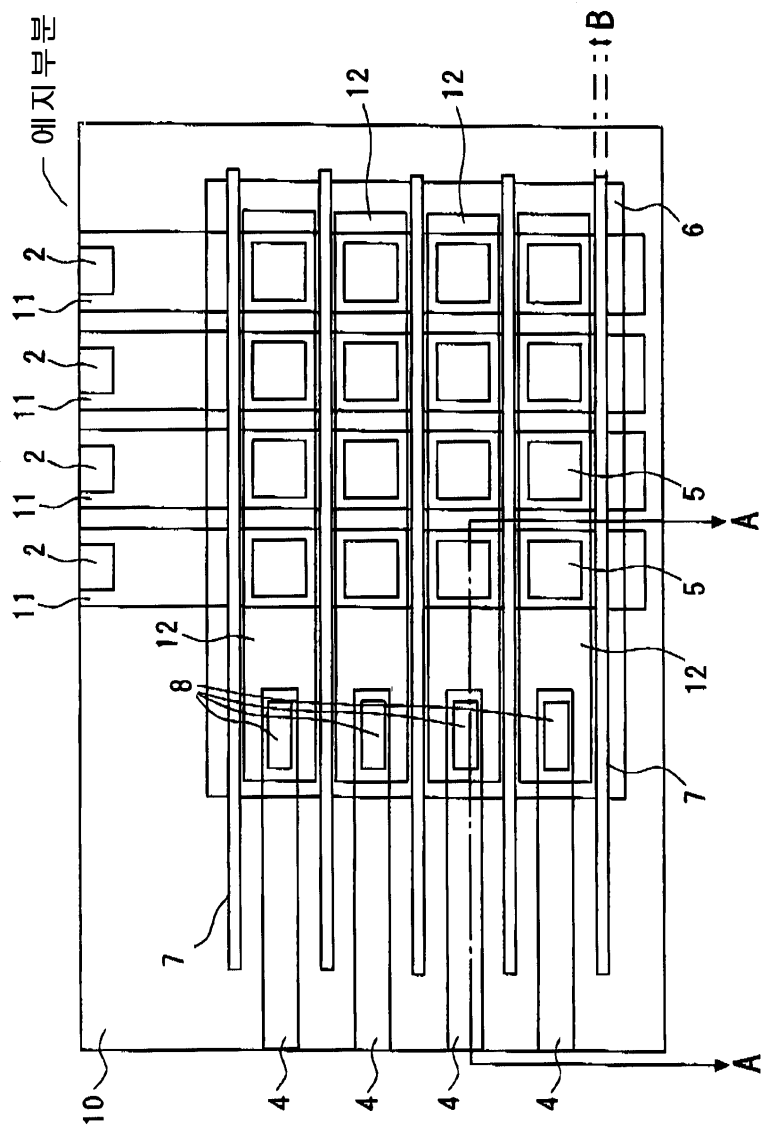
상기 제 2 유기박막은 8.5×10^{-19} J 이하의 이온화 전위를 가지는, 유기 EL 소자 제조 방법.

도면

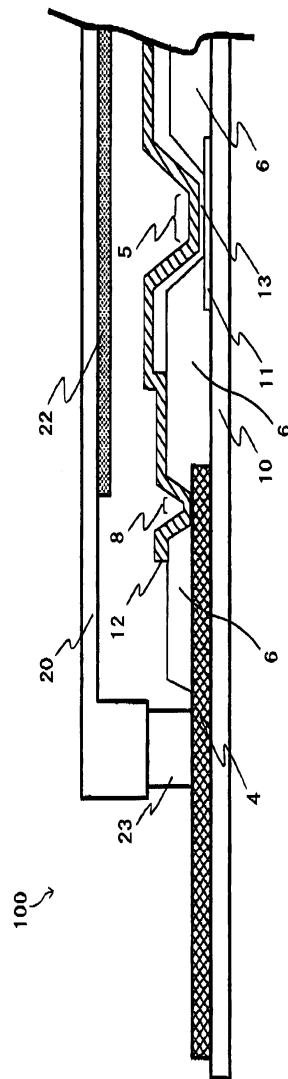
도면1



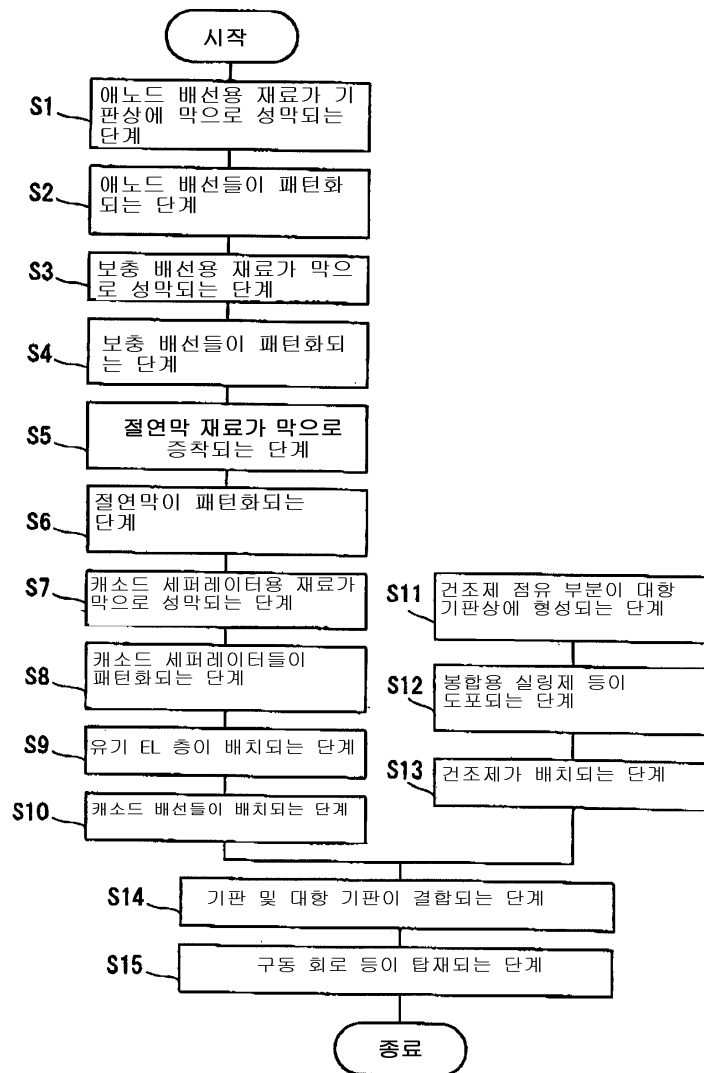
도면2



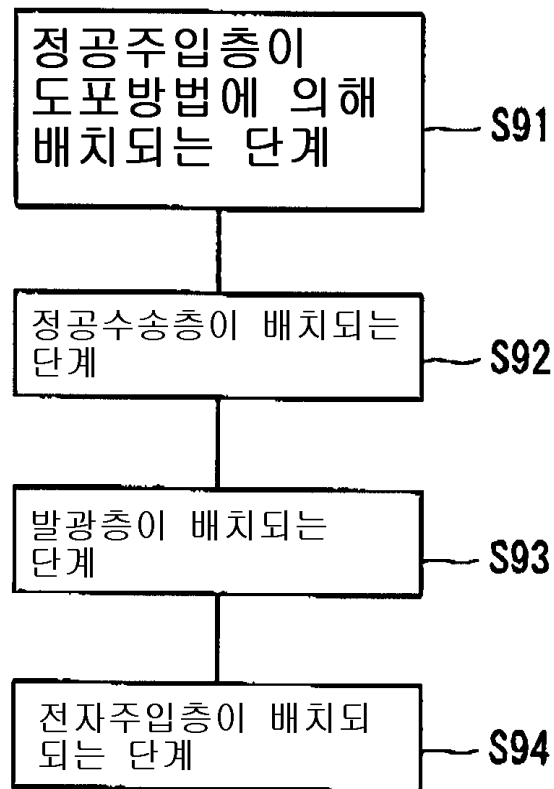
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	有机EL器件，其制造方法以及有机EL显示装置		
公开(公告)号	KR1020060086884A	公开(公告)日	2006-08-01
申请号	KR1020060008483	申请日	2006-01-26
申请(专利权)人(译)	您可否让我特斯)		
当前申请(专利权)人(译)	您可否让我特斯)		
[标]发明人	NAKAMURA NOBUHIRO 나카무라노부히로 MONZEN KAZUHIRO 몬젠가즈히로 HARADA KORETOMO 하라다고레토모 OTANI SHINJU 오타니신주		
发明人	나카무라노부히로 몬젠가즈히로 하라다고레토모 오타니신주		
IPC分类号	H05B33/14 C09K11/06		
CPC分类号	H01L51/5052 H01L51/5048 Y10T428/24942 A01C23/002 A01C23/005 A01M7/0067 B05B1/30 B05B9/0403 B05B14/30 B05B15/68		
代理人(译)	韩国专利公司		
优先权	2005019015 2005-01-27 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种具有层短容差的有机电致发光显示器，其驱动电压降低，由涂膜的膜厚分布引起的色差分散得到控制，并且具有高级的显示质量。根据本发明一种形式的有机电致发光显示器包括阳极（11），阴极（12）和有机电子发光层（13）。有机电子发光层包括空穴注入层（HIL）（131）和空穴传输层（132）。空穴注入层（HIL）包括掺杂剂，其为关于正常氢电极的0.5V的脱氧电位至0.85V有机薄膜形成分子和包含氧化有机薄膜形成分子的掺杂剂，以及空穴传输层电离电位小于 $8.5 \times 10^{-19} \text{ J}$ （5.3 eV）。有机电致发光显示器和有机EL显示装置。

