

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) . Int. Cl.⁶
 H05B 33/10

(45) 공고일자 2005년10월04일
 (11) 등록번호 10-0498847
 (24) 등록일자 2005년06월23일

(21) 출원번호	10-1998-0705629	(65) 공개번호	10-1999-0081916
(22) 출원일자	1998년07월22일	(43) 공개일자	1999년11월15일
번역문 제출일자	1998년07월22일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1997/004283	(87) 국제공개번호	WO 1998/24271
국제출원일자	1997년11월25일	국제공개일자	1998년06월04일

(81) 지정국

국내특허 : 아일랜드, 중국, 대한민국,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴,

(30) 우선권주장 8-313828 1996년11월25일 일본(JP)

(73) 특허권자 세이코 앱슨 가부시키가이샤
 일본 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 4-1

(72) 발명자 미야시타 사토루
 일본국 나가노엔 스와시 오와 3초메 3-5 세이코 앱슨 가부시끼가이샤나
 이

기구찌 히로시
 일본국 나가노엔 스와시 오와 3초메 3-5 세이코 앱슨 가부시끼가이샤나
 이

시모다 타쓰야
 일본국 나가노엔 스와시 오와 3초메 3-5 세이코 앱슨 가부시끼가이샤나
 이

칸베 사다오
 일본국 나가노엔 스와시 오와 3초메 3-5 세이코 앱슨 가부시끼가이샤나
 이

(74) 대리인 문두현
 문기상

심사관 : 박재훈

(54) 유기EL소자의제조방법,유기EL소자및유기EL표시장치

요약

본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법은 투명 기판(804) 상에 화소 전극(801), (802), (803)을 형성하는 공정과, 화소 전극 상에 유기 화합물로 이루어진 발광층(806), (807), (808)을 잉크젯 방식으로 패턴 형성하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 따라, 간편하게 단시간에 정밀도가 높은 패터닝을 행하는 것이 가능하고, 막의 설계 및 발광 특성의 최적화를 간단하게 행할 수 있으며, 더욱이, 발광 효율의 조정이 용이하다.

대표도

도 4

명세서

기술분야

본 발명은 유기 EL 소자(organic electroluminescent element)의 제조 방법, 유기 EL 소자 및 유기 EL 표시 장치에 관한 것이다.

배경기술

유기 EL 소자는 형광성 유기 화합물을 함유하는 박막을, 음극과 양극사이에 끼운 구성을 갖고, 상기 박막에 전자 및 정공(hole)을 주입하여 재결합시켜 여기자(exciton)를 생성시키고, 그 여기자가 실활(失活)할 때 광의 방출(형광·인광)을 이용하여 발광하는 소자이다.

이 유기 EL 소자의 특징은 10V이하의 저전압에서 100~100,000cd/m²정도의 고휘도의 면발광이 가능하며, 또한 형광 물질의 종류를 선택함에 따라 청색으로부터 적색까지의 발광이 가능한 것이다.

유기 EL 소자는 저가의 대면적의 풀 컬러 표시 장치(full color display)를 실현하기 위한 것으로서 주목받고 있다(1989년 발간된 전자 정보통신학회 기술보고, 제98권, 제106호, 49페이지 참조). 이 보고에 의하면, 강한 형광을 발하는 유기 발광 재료를 발광층으로 사용하여, 청, 뉴, 적색의 밝은 발광을 얻고 있다. 이는, 박막 형태로 강한 형광을 발하며, 펀홀 결함이 적은 유기색소를 사용함으로써 고휘도의 풀 컬러 표시를 실현할 수 있는 것이라고 생각된다.

더욱이, 일본 특허 공개공보 평5-78655호에는 발광 재료가 유기 전하 재료와 유기 발광 재료의 혼합물로 이루어진 유기 발광층을 설치하고, 이에 따라 농도소광(濃度消光)을 방지하는 고휘도의 풀 컬러 소자를 얻는 동시에 발광 재료의 선택의 폭이 확대되는 것이 제안되어 있다.

또한, Appl. Phys. Lett., 64(1994) p.815에는, 폴리비닐카바졸(PVK)을 발광재료로 이용하고, 여기에 3원색 R, G 및 B에 상당하는 색소를 도핑(doping)함으로써, 백색 발광이 얻는다고 보고되어 있다. 그러나, 어떤 경우에도 실제의 풀 컬러 표시 패널의 구성 또는 제조 방법에 대해서는 개시되어 있지 않다.

전술된 유기 발광 재료를 이용한 유기 박막 EL 소자는 풀 컬러 표시 장치를 실현하기 위해 3원색을 발광하는 각 유기 발광층을 화소마다 배치할 필요가 있다. 그러나, 유기 발광층을 형성하는 폴리머 또는 전구체(precursor)가 포토리소그래피 등의 패터닝 공정에 대하여 내성이 없고, 정밀도가 양호한 패터닝을 행하는 것이 매우 곤란하다는 문제점이 있었다.

또한, 진공 증착법에 의한 수개의 유기층을 형성하는 경우에는, 장시간을 요구하기 때문에, 효율적인 소자의 제조 방법이라 말할 수 없었다.

(발명의 개시)

본 발명의 목적은, 간편하고 정밀도가 높은 패터닝을 행할 수 있는 동시에, 막 설계의 최적화를 간단하게 행할 수 있으며, 또한 발광 특성이 우수한 유기 EL 소자의 제조 방법, 유기 EL 소자 및 유기 EL 표시 장치를 제공하는데 있다.

이와 같은 목적을 달성하기 위해, 본 발명에 따른 유기 EL 소자의 제조 방법은, 투명 기판 상에 화소 전극을 형성하는 공정과, 상기 화소 전극상에 유기 화합물로 이루어진 적어도 1색의 발광층을 패터닝 형성하는 공정과, 상기 화소 전극에 대향하는 음극을 형성하는 공정을 포함하며, 상기 발광층의 형성을 잉크젯(inkjet)방식에 의해 행해지는 것을 특징으로 한다.

상기 유기 화합물은 고분자 유기 화합물인 것이 바람직하다. 이 경우, 고분자 유기 화합물은 정공 주입 수송형 재료인 것이 바람직하다. 이러한 상기 고분자 유기 화합물은 폴리파라페닐렌 비닐렌 및 그것의 유도체, 또는 그들 중 적어도 하나를 포함하는 공중합체인 것이 바람직하다.

더욱이, 상기 고분자 유기 화합물과 같이 유기 발광 재료 자신이 정공 주입수송형 재료가 아닌 경우에는 발광층 중에 발광 재료와는 별도로 정공 주입 수송형재료를 첨가하는 것도 가능하다.

상기 발광층은 3색으로써, 상기 3색의 상기 발광층 중 적어도 2색을 잉크젯 방식으로 패턴 형성하는 것이 바람직하다. 상기 3색은 적색, 녹색 및 청색으로서, 그들 중 적색 발광층과 녹색 발광층을 각각 잉크젯 방식으로 패턴 형성하는 것이 바람직하며, 이 경우 상기 청색 발광층은 진공 증착법에 의해 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 청색 발광층은 전자 주입 수송형 재료로 이루어지는 것이 바람직하고, 예를 들면 알루미늄 퀴놀리놀 복합체(aluminum quinolynol complex)로 이루어진 것을 들 수 있다.

본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에서는, 적어도 1색의 상기 발광층과 정공 주입 수송층을 적층하는 것이 바람직하며, 또한 상기 음극 상에 보호막을 형성하는 것이 바람직하다.

본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에서는, 상기 투명 기판은 각 화소를 구동시키기 위한 박막 트랜지스터를 갖는 것이 바람직하다.

또한, 상기 화소 전극은 투명 화소 전극인 것이 바람직하다.

더욱이, 본 발명의 유기 EL 소자는, 투명 기판과, 상기 투명 기판 상에 형성된 화소 전극과, 상기 화소 전극 상에 잉크젯 방식으로 패턴 형성된 유기 화합물로 이루어진 적어도 1색의 발광층과, 상기 발광층 상에 형성된 음극을 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기 유기 화합물은 고분자 유기 화합물인 것이 바람직하며, 상기 고분자 유기 화합물은 정공 주입 수송형 재료인 것이 보다 바람직하다.

또한, 상기 고분자 유기 화합물은 폴리파라페닐렌 비닐렌 및 그 유도체, 또는 그들 중 적어도 하나를 갖는 공중합체인 것이 바람직하다. 상기 발광층은 3색으로서, 상기 3색의 상기 발광층 중 적어도 2색은 잉크젯 방식으로 패턴 형성되는 것이 바람직하며, 상기 3색은 적색, 녹색, 청색으로서, 그들 중 적색 발광층과 녹색 발광층은 각각 잉크젯 방식으로 패턴 형성되는 것이 보다 바람직하다. 이 경우, 상기 청색 발광층은 진공 증착법에 의해 형성되는 것이 보다 바람직하다.

상기 청색 발광층은 전자 주입 수송형 재료로 이루어진 것이 바람직하다. 이에 따라, 청색 발광층으로서는 알루미늄 퀴놀리놀 복합체를 포함하는 것을 들 수 있다.

또한, 적어도 1색의 상기 발광층과 정공 주입 수송층이 적층된 것이 바람직하며, 상기 음극 상에는 보호막이 형성되는 것이 보다 바람직하다.

더욱이, 상기 화소 전극은 투명 화소 전극인 것이 바람직하다.

본 발명의 유기 EL 표시 장치는, 상술된 유기 EL 소자를 갖는 것을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제1 실시예를 나타낸 단면도이다.

도 2는 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제 2실시예를 나타낸 단면도이다.

도 3은 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제 3실시예를 나타낸 단면도이다.

도 4는 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제 4실시예를 나타낸 단면도이다.

도 5는 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제 5실시예를 나타낸 단면도이다.

도 6은 본 발명의 유기 EL 소자의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 7은 본 발명의 유기 EL 소자를 이용한 표시 장치의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 8은 본 발명의 유기 EL 소자를 이용한 액티브 매트릭스형 유기 EL 표시 장치의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 9는 액티브 매트릭스형 유기 EL 표시 장치의 제조 방법의 일례를 나타낸 단면도이다.

도 10은 본 발명의 유기 EL 소자의 제조에 이용되는 잉크젯용 프린터 헤드의 구성예를 나타낸 평면사시도이다.

도 11은 본 발명의 유기 EL 소자의 제조에 이용되는 잉크젯용 프린터 헤드의 노즐부분의 단면도이다.

도 12는 본 발명의 유기 EL 표시장치의 다른 실시예를 나타낸 도면이다.

도 13은 본 발명의 유기 EL 표시 장치의 개략적 부분단면도이다.

도 14는 전극에 인가되는 전압의 구동파형의 일례를 나타낸 도면이다.

도 15는 본 발명의 유기 EL 소자의 다른 일례를 나타낸 부분단면도이다.

(발명을 실시하기 위한 최량의 형태)

이하, 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법, 및 유기 EL 소자를 첨부도면에 나타낸 바람직한 실시예를 기준으로 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제 1실시예를 나타낸다. 도 1에서는 3색의 풀 컬러 유기 EL 소자의 제조 방법을 나타내고 있다. 도면에 나타낸 바와 같이, 투명 기판(104) 상에 화소 전극(101, 102, 103)을 형성하는 공정과, 상기 각 화소 전극 상에 유기 화합물로 이루어진 발광층(106, 107)을 패턴 형성하는 공정과, 음극(113)을 형성하는 공정을 갖는 유기 EL 소자의 제조 방법에 있어서, 발광층의 형성을 잉크젯 방식으로 행하는 것을 특징으로 한다.

투명 기판(104)은, 지지체임과 동시에 광을 추출하는 면으로서 기능한다. 따라서, 투명 기판(104)은 광의 투과 특성 및 열적 안정성 등을 고려하여 선택된다. 투명 기판 재료로는, 예를 들면 클래스 기판, 투명 플라스틱 등이 사용될 수 있으며, 내열성이 우수하다는 측면에서 클래스 기판이 바람직하다.

먼저, 투명기판(104) 상에, 화소 전극(101, 102, 103)을 형성한다. 형성방법으로서는, 예를 들면 포토리소그래피, 진공 증착법, 스피터링법, 피로졸법 등을 들 수 있지만, 포토리소그래피에 의한 것이 바람직하다. 화소 전극으로서는 투명 화소 전극이 바람직하며, 투명 화소 전극을 구성하는 재료로는 산화주석막, ITO막, 산화인듐과 산화아연의 복합 산화물 등을 들 수 있다.

다음으로, 격벽(bank)(105)을 형성하고, 상기 각 투명 화소 전극사이를 막립한다.

이에 따라, 콘트라스트(contrast)의 향상, 발광 재료의 혼색의 방지, 화소와 화소사이로부터의 광의 누설 등을 방지할 수 있다.

격벽(105)을 구성하는 재료로는, EL 재료의 용매에 대해 내구성을 갖는 것이면 특히 한정되지 않고, 예를 들면 아크릴 수지, 에폭시 수지, 감광성 폴리이미드 등의 유기 재료, 액상 클래스 등의 무기 재료 등을 들 수 있다. 또한, 격벽(105)은, 상기 재료에 카본블랙 등을 혼합하여 블랙 레지스트로 해도 된다.

이 격벽(105)의 형성 방법으로서는, 예를 들면 포토리소그래피 등을 들 수 있다.

더욱이, 각 화소 전극 상에 소정의 패턴으로 유기 발광층을 형성한다. 유기 발광층은 3색 설치하는 것이 바람직하며, 이 중 적어도 1색을 잉크젯 방식으로 형성하는 것이 바람직하다.

도 1의 실시예에서는, 화소 전극(101, 102) 상에 각각 잉크젯 방식으로 적색 발광층(106) 및 녹색 발광층(107)을 형성한다.

여기서, 잉크젯 방식이란, 발광 재료를 용매에 용해 또는 분산시켜 토출액으로서 잉크젯 프린트 장치(109)의 헤드(110)로부터 토출시키고, 적색, 녹색, 청색과 같은 3원색 또는 그것의 중간색 중 적어도 1색의 화소를 형성하는 것이다.

이러한 잉크젯 방식에 따르면, 미세한 패턴을 간편하게 단시간에 행할 수 있다. 또한, 토출량의 증감에 따른 막 두께의 조정, 또한 잉크의 농도 조정에 따른 발색 밸런스, 휙도 등의 발광능을 용이하고 자유롭게 제어할 수 있다.

또한, 유기 발광 재료가 후술하는 공역 고분자 전구체인 경우에는, 잉크젯 방식에 의해 각 발광 재료를 토출하여 패터닝 한 후, 가열 또는 광조사 등에 의해 전구체 성분을 공역화(성막)하여 발광층을 형성한다.

이어서, 도 1에 나타낸 바와 같이, 청색 발광층(108)을 적색 발광층(106), 녹색 발광층(107) 및 화소 전극(103) 상에 형성한다. 이 경우, 적, 녹 청색의 3원색을 형성함은 물론, 적색 발광층(106) 및 녹색 발광층(107)과 격벽(105)의 단차를 매립하여 평탄화할 수 있다.

이러한 청색 발광층(108)의 형성방법으로는 특히 제한되지 않지만, 예를 들면 증착법, 습식법으로서 일반적인 성막법 또는 잉크젯법으로도 형성가능하다.

또한, 청색 발광층(108)은, 예를 들면 알루미늄 퀴놀리놀 복합체와 같은 전자 주입 수송형 재료로 구성할 수 있다. 이 경우에는 캐리어의 주입 및 수송을 촉진하며, 발광효율을 향상시킬 수 있다. 더욱이 후술하는 정공 주입 수송 재료로 이루어진 층과 적층함으로써, 전극으로부터의 전자와 정공을 밸런스가 적절하게 발광층 중에 주입·수송할 수 있어 발광 효율을 더욱 향상시킬 수 있는 것이다.

더욱이, 정공 주입 수송형 재료 등과 적층하는 경우, 정공 주입 수송과 전자 주입 수송을 각각 다른 재료로 나누어 갖게 할 수 있기 때문에, 각각에 재료의 최적설계가 가능하게 된다. 또한 전자 주입 수송층의 형성방법으로는 특히 제한되지 않지만, 예를 들면 증착법, 습식법으로서 일반적인 성막법 또는 잉크젯법으로도 형성가능하다.

또한, 전자 주입 수송층을 형성할 수 있는 유기 화합물로는, PBD, OXD-8 등의 옥사디아졸 유도체, DSA, 알루미늄 퀴놀리놀 복합체, Bebq, 트리아졸 유도체, 아조메틴 합성물, 포르핀 복합체, 벤조옥사디아졸 복합체 등을 들 수 있고, 이들 중 1종 또는 2종 이상을 혼합하여 적층시켜 전자 주입 수송층을 형성할 수 있다. 또한, 상기 유기 화합물에 후술하는 형광 색소를 도핑하여 전자 주입 수송층을 형성해도 된다. 더욱이, 상기 전자 주입 수송층이 발광기능을 갖는 것이어야 된다.

본 실시예와 같이, 유기 발광층 중 2색을 잉크젯 방식으로 형성하고, 다른 1색을 별도의 방법으로 형성함으로써, 잉크젯 방식에 너무 적절하지 않은 발색 재료이더라도 잉크젯 방식에 이용되는 다른 유기 발광 재료와 조합시킴으로써 풀 컬러 유기 EL 소자를 형성할 수 있으므로, 설계의 폭이 확대될 수 있다.

잉크젯 방식 이외의 발광층의 형성방법으로는, 예를 들면 포토리소그래피법, 진공 증착법, 인쇄법, 전사법, 딥핑법, 스픬 코트법, 캐스트법, 캐필러리법, 룰 코트법, 바 코트법 등을 들 수 있다.

최종적으로, 음극(대향전극)(113)을 형성하고, 본 발명의 유기 EL 소자를 제작한다. 음극(113)으로서는 금속 박막 전극이 바람직하며, 음극을 구성하는 금속으로는, 예를 들면 Mg, Ag, Al, Li 등을 들 수 있다. 또한 이들 외에 일 함수가 작은 재료를 이용할 수 있고, 예를 들면 알카리 금속, Ca 등의 알카리 토류 금속 및 이들을 포함하는 합금을 이용할 수 있다. 이와 같은 음극(113)은 증착법 및 스피터법 등에 의해 형성될 수 있다.

이상과 같은 공정을 거쳐 본 발명의 유기 EL 소자가 제조된다. 즉, 도 1에 나타낸 투명 기판(104) 상에 형성된 화소 전극(101 및 102) 상에, 각각 잉크젯 방식으로 패터닝된 유기 화합물로 이루어진 적색 발광층(106), 녹색 발광층(108)이 형성되고, 또한 상기 발광층(106, 108) 및 화소 전극(103) 상에 청색 발광층(108)이 진공 증착법으로 형성된다. 그리고, 그 그 위에 음극(113)이 설치되어, 본 발명의 유기 EL 소자를 완성한다.

더욱이, 도 6에 나타낸 바와 같이 음극(413) 상에 보호막(415)이 형성될 수 있다. 보호막(415)을 형성함으로써, 음극(413) 및 각 발광층(406, 407, 408)의 열화, 손상 및 박리 등을 방지할 수 있다.

이와 같은 보호막(415)의 구성재료로는, 에폭시 수지, 아크릴 수지, 액상 글래스 등을 들 수 있다. 또한, 보호막(415)의 형성 방법으로는, 예를 들면 스피너팅법, 캐스팅법, 딥핑법, 바 코트법, 롤 코트법, 캐필러리법 등을 들 수 있다.

발광층은 유기 화합물로 이루어진 것이 바람직하며, 고분자 유기 화합물로 이루어지는 것이 보다 바람직하다. 유기 화합물로 이루어진 발광층을 설치함으로써, 저전압에서 고휘도의 면발광을 가능하게 할 수 있다. 또한, 발광 재료를 폭넓게 선택할 수 있어 EL 발광 소자의 합리적 설계가 가능하다.

특히, 고분자 유기 화합물은 성막성(成膜性)이 우수하며, 또한 고분자 유기 화합물로 형성된 발광층의 내구성은 극히 양호하다. 또한, 가시 영역의 금지대폭과 비교적 높은 도전성을 갖고 있고, 특히 공역계 고분자는 이러한 경향이 현저하다.

유기 발광층 재료로는, 고분자 유기 화합물의 것, 또는 가열 등에 의해 공역화(성막)하는 공역 고분자 유기 화합물의 전구체 등이 이용된다.

공역화(성막)하기 전의 전구체를 발광 재료로 사용하는 경우에는, 잉크젯의 토출액으로서 점도 등의 조정이 용이하며, 정밀한 패터닝이 가능하며, 발광층의 발광 특성 및 막의 특성을 용이하게 제어할 수 있다.

발광층을 형성하는 고분자 유기 화합물은 정공 주입 수송형 재료인 것이 바람직하다. 이에 따라, 캐리어의 주입 및 수송을 촉진하고 발광효율을 향상시킬 수 있다.

발광층을 형성할 수 있는 유기 화합물로는, 예를 들면 PPV (폴리(파라페닐렌 비닐렌)) 또는 그 유도체, PTV(폴리(2,5-티에닐렌 비닐렌) 등의 폴리아킬티오펜, PFV(폴리(2,5-푸릴렌 비닐렌)) 폴리파라페닐렌, 폴리알킬플루오렌 등의 폴리알리렌 비닐렌, 피라졸린 다이머, 퀴놀리진 카본산, 벤조페릴롭 퍼크로레이트, 벤조파라노퀴놀리진, 루브렌, 폐난트롤린 유러퓸 복합체 등을 들 수 있고, 이들을 1종 또는 2종 이상을 혼합하여 사용할 수 있다.

이들 중에서도 공역 고분자 유기 화합물인 PPV 또는 그 유도체가 바람직하다. PPV 또는 그 유도체의 공역화(성막) 전의 전구체는, 물 또는 유기 용매에 용해가능하며, 잉크젯 방식에 의한 패턴 형성에 적합하다. 또한, 고분자이기 때문에 광학적으로도 고품질이고 내구성이 우수한 박막을 얻을 수 있다. 또한, PPV 또는 그 유도체는 강한 형광을 갖고, 2중 결합의 π 전자가 폴리머 체인 상에서 비극재화되는 도전성 고분자이기 때문에, PPV의 박막은 정공 주입 수송층으로도 가능하며, 고성능의 유기 EL 소자를 얻을 수 있다.

더욱이, 고분자 유기 발광층 재료를 사용하는 경우의 유기 EL 소자용 조성물은 적어도 1종의 형광 색소를 포함하는 것도 가능하다. 이에 따라, 발광층의 형광특성을 변화시킬 수 있으며, 예를 들면 발광층의 발광 효율의 향상, 또는 광흡수 극대 파장(발광색)을 변화시키는 수단으로 유효하다.

즉, 형광 색소는 단지 발광 재료로 되는 것이 아니라, 발광기능도 갖는 색소 재료로 이용할 수 있다. 예를 들면, PPV 등과 같은 공역계 고분자 유기 화합물 분자 상의 캐리어 재결합에 의해 생성된 엑사이톤(여기자)의 에너지를 형광 색소 분자 상으로 이송될 수 있다. 이 경우, 발광은 형광 양자 효율이 높은 형광 색소 분자 상으로 이송될 수 있다. 이 경우, 발광은 형광 양자효율이 높은 형광 색소 분자로부터만 발생되기 때문에, EL 소자의 전류 양자효율도 증가한다. 따라서, 유기 EL 소자용 조성물 중에 형광 색소를 가함으로써, 동시에 발광층의 발광 스펙트럼도 형광 분자 스펙트럼으로 되기 때문에, 발광색을 변화시키기 위한 수단으로도 유효하다.

또한, 여기서 말하는 전류 양자 효율은 발광 기능에 기초하여 발광성능을 고찰하기 위한 척도로서, 하기 식으로 정의된다.

$$\eta_E = \text{방출되는} \text{ } \text{포톤의} \text{ } \text{에너지}/\text{입력} \text{ } \text{전기에너지}$$

그리고, 형광 색소의 도프에 의한 광흡수 극대 파장의 변환에 의해, 예를 들면, 적, 청, 녹의 3원색을 발광시킬 수 있으며, 그 결과 풀컬러 표시 장치를 얻을 수 있다.

더욱이, 형광 색소를 도핑함으로써, EL 소자의 발광 효율을 큰 폭으로 향상시킬 수 있다.

적색 발광층에 사용되는 형광 색소로는, 레이저 색소의 DCM 또는 로다민(rhodamine) 또는 로다민 유도체, 페릴렌 등을 이용할 수 있다. 이들 형광 색소는 저분자이기 때문에 용매에 용해가능하며, 또한 PPV 등과 상용성이 좋고, 균일하고 안정적인 발광층의 형성이 용이하다. 로다민 유도체 형광 색소로는, 예를 들면 로다민 B, 로다민 B 베이스, 로다민 6G, 로다민 101 과염소산염 등을 들 수 있으며, 이들을 2종 이상 혼합한 것이어도 된다.

또한, 녹색 발광층에 사용되는 형광 색소로는 퀴나크리돈, 루브렌, DCJT 및 그들의 유도체를 들 수 있다. 이들 형광 색소는 상기 적색형광 색소와 마찬가지로 저분자이기 때문에 용매에 용해가능하고 또한 PPV등과 상용성이 좋아 발광층의 형성이 용이하다.

청색 발광층에 사용되는 형광 색소로는, 디스티릴비페닐 및 그 유도체를 들 수 있다. 이들 형광 색소는 상기 적색형광 색소와 마찬가지로 수용액에 용해가능하고 또한 PPV 등과 상용성이 좋아 발광층의 형성이 용이하다.

또한, 다른 청색 발광층에 사용되는 형광 색소로는, 쿠말린(coumarin), 및 쿠말린-1, 쿠말린-6, 쿠말린-7, 쿠말린120, 쿠말린138, 쿠말린152, 쿠말린153, 쿠말린311, 쿠말린314, 쿠말린334, 쿠말린337, 쿠말린343 등의 쿠말린 유도체를 들 수 있다.

더욱이, 다른 청색 발광층에 사용되는 발광 재료로는, 테트라페닐부타디엔(TPB) 또는 TPB 유도체, DPVBi 등을 들 수 있다. 이들 발광 재료도 상기 적색 형광 색소 등과 마찬가지로 저분자이기 때문에 용매에 용해가능하고 또한 PPV 등과 상용성이 좋아 발광층의 형성이 용이하다.

상술된 바와 같이 형광 색소 및 발광 재료는 1종 또는 2종 이상을 혼합하여 사용할 수 있다.

본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에서 사용되는 잉크젯용 헤드의 구조를 도 10 및 11에 나타낸다.

상기 잉크젯용 헤드(10)는 예를 들면 스테인레스제 노즐플레이트(11)와 진동판(13)을 구비하며, 양자는 사절부재(리저버 플레이트)(15)를 통해 접합된다.

노즐 플레이트(11)와 진동판(13)사이에는, 사절부재(15)에 의해 복수의공간(19) 및 액 저장소(21)가 형성된다. 각 공간(19) 및 액 저장소(21)의 내부는 본 발명의 조성물로 충전되며, 각 공간(19)과 액 저장소(21)는 공급구(23)를 통해 연통한다.

더욱이, 노즐 플레이트(11)에는 공간(19)으로부터 조성물을 제트(jet)상태로 분사하기 위한 노즐 구멍(25)이 설치된다. 한편, 진동판(13)에는 액 저장소(21)에 조성물을 공급하기 위한 구멍(27)이 형성된다.

또한, 진동판(13)의 공간(19)에 대향하는 면의 반대측의 면 상에는 상기 공간(19)의 위치에 대응하는 압전소자(29)가 접합된다.

이 압전소자(29)는 1쌍의 전극(31)사이에 위치하고, 통전하면 압전소자(29)가 외측으로 돌출하도록 요곡(撓曲)하며, 동시에 압전소자(29)가 접합되는 진동판(13)도 일체로 되어 외측으로 요곡한다. 이에 의해, 공간(19)의 용적이 증대한다. 따라서, 공간(19) 내에 증대된 용적분에 상당하는 조성물이 액 저장소(21)로부터 공급구(23)를 거쳐서 유입된다.

다음으로, 압전소자(29)로의 통전을 해제하면 그 압전소자(29)와 진동판(13)은 함께 원상태의 형상으로 복원된다. 이에 의해 공간(19)도 원래의 용적으로 복귀하므로 공간(19) 내부의 조성물의 압력이 상승하여, 노즐 구멍(25)으로부터 기관을 향해 조성물이 분출한다.

또한, 노즐 구멍(25)의 주변부에는 도 11에 나타낸 바와 같이 예를 들면 Ni-테트라플루오로에틸렌(Ni-tetrafluoroethylene) 공석(共析) 도금층으로 이루어진 발수층(26)이 설치되어 있다.

이와 같은 헤드를 사용하여, 예를 들면 적, 청, 녹색의 3원색에 대응하는 조성물을 소정의 패턴으로 토출시킴으로써 각 유기 발광층을 설치하여, 화소를 형성할 수 있다.

본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에 있어서, 잉크젯 방식에 사용되는 유기 발광 재료 조성물은 이하의 특성을 갖는 것을 사용할 수 있다.

상기 조성물은, 잉크젯용 헤드에 설치된 상기 조성물을 토출하는 노즐면(251)을 구성하는 재료에 대해 접촉각이 $30^\circ \sim 170^\circ$ 인 것이 바람직하며, $35^\circ \sim 65^\circ$ 가 보다 바람직하다. 조성물이 그 범위의 접촉각을 가짐으로써 조성물의 비행곡을 제어할 수 있어, 정밀한 패터닝이 가능하다.

즉, 이 접촉각이 30° 미만인 경우, 조성물의 노즐면의 구성 재료에 대한 습윤성이 증대하기 때문에, 조성물을 토출할 때 조성물이 노즐 구멍의 주위에 비대칭하게 부착하는 일이 있다. 이 경우, 노즐 구멍에 부착된 조성물과 토출하고자 하는 부착물 상호간에 인력이 작용하기 때문에, 조성물은 불균일한 힘에 의해 토출되게 되어 목표 위치에 도달할 수 없는 소위 비행곡이 발생하며, 또한 비행곡 빈도가 증가하게 된다. 또한 170° 를 초과하면, 조성물과 노즐 구멍의 상호작용이 극소화되어, 노즐 선단에서의 메니스커스(meniscus)의 형상이 안정되지 않기 때문에 조성물의 토출량, 토출 타이밍의 제어가 곤란하다.

여기서 비행곡이라 함은, 조성물을 상기 노즐로부터 토출시킬 때 도트(dot)의 착탄 위치가 목표 위치에 대해 $50\mu\text{m}$ 이상의 어긋남이 발생하는 것을 의미한다. 또한, 비행곡의 빈도는 주파수 7200Hz로 연속 토출될 때 상기 비행곡이 발생할 때 까지의 시간이다. 비행곡은 주로 노즐 구멍의 습윤성이 불균일한 경우 및 조성물의 고형 성분의 부착에 의한 노즐 구멍의 막힘 등에 의해 발생하며 헤드를 크리닝(cleaning)함으로써 해소할 수 있다. 이 비행곡의 빈도가 높으면 빈번한 헤드 크리닝이 필요하며, 잉크젯 방식에 의한 EL 소자의 제조 효율을 저하시키는 조성물이라고 할 수 있다. 실용적인 레벨로는 비행곡의 빈도가 1000초 이상일 필요가 있다.

이러한 비행곡을 방지함으로써, 고정세(高精細)한 패터닝도 가능하며, 또한 정밀도 좋게 행할 수 있다.

또한, 상기 조성물의 점도는 1cp~20cp인 것이 바람직하며, 2cp~4cp가 보다 바람직하다. 조성물의 점도가 1cp미만인 경우, 상기 전구체 및 형광색소의 재료 중에 함유량이 과소하게 되어, 형성된 발광층이 충분한 발색능을 발휘할 수 없다. 한편, 20cp를 초과하는 경우에는, 노즐 구멍으로부터 조성물을 원활하게 토출시킬 수 없어, 노즐 구멍의 직경을 크게 하는 등의 장치의 사양을 변경하지 않는 한 패터닝이 곤란하다. 더욱이, 점도가 큰 경우에는, 조성물 중의 고형분의 석출이 용이 하며, 노즐 구멍의 막힘의 발생 빈도가 높게 된다.

또한, 상기 조성물은 표면 장력이 $20\text{dyne/cm} \sim 70\text{dyne/cm}$ 로 되는 것이 바람직하며, $25\text{dyne/cm} \sim 40\text{dyne/cm}$ 가 보다 바람직하다. 이 범위의 표면 장력을 유지함으로써 상술된 접촉각의 경우와 마찬가지로 비행곡을 제어하고, 비행곡의 빈도를 저하 및 억제시킬 수 있다. 표면장력이 20dyne/cm 미만이면, 조성물의 노즐면의 구성재료에 대한 습윤성이 증대하기 때문에, 상기 접촉각의 경우와 마찬가지로 비행곡이 발생하며 비행곡의 빈도가 높게 된다. 또한, 70dyne/cm 를 초과하면, 노즐선단에서의 메니스커스 형상이 안정되지 않기 때문에, 조성물의 도출량, 토출 타이밍의 제어가 곤란해진다.

또한, 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에 적합한 유기 발색 재료 조성물은, 상술된 접촉각, 점도 및 표면 장력들에 대해 적어도 하나에 대하여 수치 범위를 만족하는 것이면 되고, 2개 이상의 임의로 조합 특성에 대하여 조건을 만족하는 것이 더 바람직하며, 더욱이 모든 특성들에 대해 만족하는 것이 가장 바람직하다.

도 2는 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제2 실시예를 나타낸다.

본 실시예에는, 제 1실시예와 마찬가지의 투명 기재(204) 상에 화소 전극(201, 202, 203), 및 경벽(205)을 형성한 후, 잉크젯 방식에 의해 적색 발광층(206) 및 녹색 발광층(207)을 설치한다.

화소 전극(203) 상에 정공 주입 수송층(208)을 형성하고, 그 위에 청색 발광층(210)을 적층하는 점이 상기 제1 실시예와 상이하다. 이와 같이 정공 주입 수송층(208)을 적층함으로써, 전술된 바와 같이 전극으로부터의 정공의 주입 및 수송을 촉진하여, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

이와 같이, 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에서는, 적어도 1색의 발광층과 정공 주입 수송층을 적층하는 것이 바람직하다. 이에 따라, 발광효율을 향상시킬 수 있으며, 더욱이 박막 소자 자체의 안정성을 향상시킬 수 있다.

또한, 적층된 발광층과 정공 주입 수송층의 계면 부근에서, 양층에 함유되는 재료의 일부가 상호 타층으로 함침 및 확산된 상태로 존재할 수도 있다.

정공 주입 수송층(208)은 발색하지 않는 층인 것이 바람직하다. 이에 따라, 청색 발광층(210)의 화소 전극(203) 상을 발광부로 할 수 있어, 풀 컬러의 유기 EL 소자를 보다 용이하게 제작할 수 있다.

이러한 정공 주입 수송층(208)의 형성 방법은 특히 한정되지 않지만, 예를 들면 잉크젯 방식에 의해 형성할 수 있다. 이에 따라, 상기 정공 주입 수송층(208)을 정밀도 좋게 소정의 패턴으로 배치할 수 있다.

정공 주입 수송층(208)의 구성 재료로는, 예를 들면 TPD 등의 방향족 디아민계 화합물, MTDATA, 퀴나크리돈, 비스스틸 안트라센(bisstil anthracene) 유도체, PVK(polyvinyl carbazole), 동 프타로시아닌(phthalocyanine) 등의 프타로시아닌계 복합체, 포르핀계 화합물, NPD, TAD, 폴리아닐린(polyaniline) 등을 들 수 있으나, 이중에서도 PVK가 바람직하다. PVK를 사용함으로써, 발색하지 않는 정공 주입 수송층을 형성할 수 있다.

더욱이, 상기 제1 실시예와 마찬가지로 청색 발광층(210), 음극(211)을 형성함으로써 본 발명의 유기 EL 소자를 얻을 수 있다. 청색 발광층(210), 음극(211)의 구성재료 및 형성방법은 상기 실시예와 동일하다.

도 3은 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제3 실시예를 나타낸 도면이다.

본 실시예에는, 제 1실시예와 마찬가지로 투명 기재(304) 상에 화소 전극(301, 302, 303) 및 격벽(305)을 형성한 후, 잉크젯 방식으로 적색 발광층(306), 녹색 발광층(307) 및 화소 전극(303) 상의 전체면에 설치한다. 이와 같이 정공 주입 수송층(308)과 발광층(306, 307)을 적층함으로써, 전술된 바와 같이 전극으로부터의 정공의 주입, 수송을 촉진하여, 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

더욱이, 상기와 마찬가지의 이유로 인해 정공 주입 수송층(308)에서는, 발색하지 않는 층을 설치하는 것이 바람직하다.

이러한 정공 주입 수송층(308)의 형성 방법은 특히 한정되지 않고, 예를 들면 잉크젯 방식, 진공 증착법, 딥핑법, 스픈코트법, 캐스트법, 캐필러리법, 롤 코트법, 바 코트법 등을 들 수 있다. 본 실시예에서는 진공 증착법으로 형성할 수 있다. 더욱이 정공 주입 수송층의 구성 재료로는 상기 제2 실시예와 동일한 것이 사용될 수 있다.

더욱이, 정공 주입수송층(308) 상에 청색 발광층(309) 및 음극(311)을 형성함으로써, 본 발명의 유기 EL 소자를 얻을 수 있다. 음극(311)의 구성재료 및 형성 방법은 상기 실시예와 동일하다.

도 4는 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제4 실시예를 나타낸 도면이다.

본 실시예에서는, 제1 실시예와 마찬가지로 투명 기재(804) 상에 화소 전극(208, 802, 803) 및 격벽(805)을 형성한 후, 잉크젯 방식으로 화소 전극(801, 802, 803) 상에 발광층(806, 807, 808)을 각각 잉크젯 방식으로 패턴 형성한다. 이에 따라, 예를 들면 각 발광층 재료의 토출량, 토출 회수, 형성 패턴을 용이하고 간편하게 조정할 수 있어, 각 발광층의 발광 특성, 막 두께 등의 막 특성을 용이하게 제어할 수 있다.

또한, 각 발광층(806, 807, 808) 상에 전자 주입 수송층(811)을 형성한다. 전자 주입 수송층(811)은 음극으로부터의 전자의 주입을 용이하게 하고, 또한 음극으로부터 발광부분을 멀리함으로써 전극소광(電極消光)을 방지하여, 음극과의 양호한 콘택트(contact)를 형성하는 것에 기여한다. 전자 주입 수송층(811)으로는 도핑하지 않은 알루미늄 퀴놀리늄 복합체를 사용할 수 있다. 더욱이, 전자 주입 수송층(811)은 진공 증착법으로 형성할 수 있다.

더욱이, 전자 주입 수송층(811)의 형성방법은 이것에 한정되지 않고, 예를 들면 잉크젯 방식, 진공 증착법, 딥핑법, 스픈코트법, 캐스트법, 캐필러리법, 롤 코트법, 바 코트법 등이 사용될 수 있다.

또한, 그 위에 음극(813)을 형성함으로써 본 발명의 유기 EL 소자를 얻을 수 있다. 음극(813)의 구성 재료 및 형성 방법은 상기 실시예와 동일하다.

도 5는 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법의 제5 실시예를 나타낸 도면이다.

본 실시예에서는, 우선 제1 실시예와 마찬가지로 투명 기재(804) 상에 화소 전극(801, 802, 803)을 형성한다. 그 위의 전체면에 예를 들면 PVK로 이루어진 정공 주입 수송층(815)을 예를 들면 스핀코트법으로 형성한다. 이에 따라, 정공 주입 수송층(815)을 패터닝할 필요없이 더 좋은 막을 형성할 수 있으므로 제조 효율이 향상된다.

더욱이, 정공 주입 수송층(815)의 형성방법은 이에 한정되지 않고, 예를 들면 잉크젯 방식, 진공 증착법, 딥핑법, 스핀 코트법, 캐스트법, 캐필러리법, 롤 코트법, 바 코트법 등이 사용될 수 있다.

또한, 상기와 동일한 이유에 의해, 정공 주입 수송층(815)은 발색하지 않는 층인 것이 바람직하다.

더욱이, 정공 주입 수송층(815) 상에 발광층(806, 807, 808)을 형성한다. 이 중 적어도 어느 하나의 색의 발광층은 잉크젯 장치(809)에 의한 잉크젯법에 의해 패턴 형성되는 것이 바람직하다.

그리고, 발광층 상에 음극(813)을 형성함으로써, 본 발명의 유기 EL 소자를 얻을 수 있다. 음극(813)의 구성 재료 및 형성 방법은 상기 실시예와 동일하다.

또한, 본 실시예의 제조 방법에서는 격벽을 설치하지 않지만, 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에 의하면 R, G, B의 코팅을 정밀하게 행할 수 있어, 제조 효율의 향상을 도모할 수 있다. 상술한 실시예와 마찬가지로 격벽을 설치하여 각 화소를 형성할 수도 있다.

본 발명의 유기 EL 소자는 상술된 제조 방법으로 제조할 수 있으나, 이에 한정되지 않고, 예를 들면 후술되는 바와 같이 구성할 수 있다.

도 15는 본 발명의 유기 EL 소자의 다른 일례를 나타낸 부분단면도이다.

본 실시예의 유기 EL 소자는 투명 기판(61) 상에 반사층(62), 투명 전도성막(ITO막)(63), 정공 주입 수송층(64), 유기 발광층(65), 금속층(66), 투명 도전성막(ITO막)(67)이 순차적으로 적층된 구조이다. 각 층의 재료 및 형성 방법에 관해서 상기 각 실시예와 동일한 사항에 대해서는 설명을 생략하고, 상위점만을 설명한다.

본 실시예의 유기 EL 소자는 투명 기판(61)에 직접 Al 등의 금속박막으로 이루어진 반사층(62)이 설치되어 있다.

더욱이, 음극으로서 발광층(65) 상에 적층된 금속층(66)은 극히 얇으므로(10~50Å 정도), 광투과성을 갖고 발광층(65)으로부터의 발색광을 투과한다. 한편, 극히 얇기 때문에 저항치가 높아 도전성이 불충분하며, 음극으로서의 기능을 충분히 발휘할 수 없기 때문에, 금속층(66) 상에는 투명도전성막(ITO막)(67)이 적층된다. 또한, 이러한 금속층(66)은 예를 들면 Al-Li 합금 등으로 구성되며, 증착법, 스퍼터법 등으로 형성할 수 있다.

이와 같이 구성함에 따라, 전극으로부터 주입된 전류가 발광층(65) 안에서 변환된 광은 도면에서 화살표 방향으로 투과한다. 그 결과, 투명기판(61)을 거치지 않고서 광을 추출할 수 있으므로, 보다 고효도의 표시가 가능하다.

도 7은 본 발명의 유기 EL 소자 장치의 일례를 나타낸 도면이다.

본 실시예에서는, 글래스판(501) 상에 Al제의 버스라인(bus line)(케이트선)(511)을 포토리소그래피 패터닝으로 형성하고, 그 위에 도시되지 않은 박막 트랜지스터를 형성하고, ITO 투명 화소 전극(504) 등을 형성한다. 그 후, 실시예 1과 마찬가지로 하여 발광층(502(적), 503(녹))을 잉크젯 방식으로 형성하고, 청색 발광층(505)을 진공 증착법으로 형성한다. 다음으로, 음극(506)을 진공 증착법으로 형성하고 전술된 제1 실시예와 동일한 유기 EL 소자를 제작한다.

더욱이, 보호 기재(507)를 투명기판(501)에 주변 시일(509)을 통하여 고정하도록 접합시킨다.

다음으로, 이것을 아르곤 가스 등과 같은 불활성 가스 분위기 중에서 밀봉 구멍(513)으로부터 불활성 가스(512)를 도입하여 최후로 밀봉 부재(508)로 밀봉한다. 불활성 가스(512)를 충전하여 밀봉함으로써, 수분 등으로 인한 외부로부터의 오염 및 환경변화로부터 유기 EL 소자를 방호할 수 있어, 유기 EL 표시 장치의 발광 특성을 유지할 수 있다. 밀봉 부재(508)는 불활성 가스(512)를 투과하지 않는 재료로 구성되는 것이 바람직하다.

은 패이스트(silver paste)(510)는 음극(506)과 케이트선(511)의 콘택트를 소자 상에서 실현하는 기능을 갖는다.

게이트선(511)은 표시화소의 선택을 위해 상기 표시 화소마다 형성된 TFT의 온(ON), 오프(OFF)를 행(行)단위로 제어하는 역할을 담당한다. 기입시에는, 1개의 행의 게이트선(511)의 전위를 선택 레벨로 하여 그 행의 TFT를 도통 상태로 한다. 이 때, 각 열(列)의 소스 전극 배선(도시되지 않음)으로부터 대응하는 화소의 영상신호 전압을 공급하면, 영상 신호 전압은 TFT를 통해 화소 전극에 도달하며, 신호전압 레벨까지 화소에 쌓인 전하를 충전 또는 방전할 수 있다.

도 8은 본 발명의 유기 EL 소자를 사용한 액티브 매트릭스형 유기 EL 표시 장치의 일례를 나타낸 도면이다. 실시예의 유기 EL 표시 장치는, 매트릭스 형태로 배치되며 또한 각각이 R, G, B의 발광부로 이루어진 복수의 발광화소로 이루어진 화상표시배열을 갖는 것이다.

이 도면에 나타낸 바와 같이, 기판(도시되지 않음) 상에 상호 직교하는 위치에 배열된 신호선(신호전극)(601)과 게이트선(게이트전극)(602)이 설치되며, 더욱이 각 화소마다 신호선(601)과 게이트선(602)에 접속된 박막 트랜지스터(TFT)(604)와, TFT(604) 상에 접속된 유기 EL 소자로 이루어진 발광층(605, 606)이 적층된다. 또한, 유기 발광층 중 적어도 하나의 색은 잉크젯 방식으로 형성된다.

도 9는 본 발명의 액티브 매트릭스형 유기 EL 표시 장치의 제조 방법의 일례를 나타낸 단면도이다.

먼저, 투명 기판(904) 상에 소정의 박막 트랜지스터(915) 및 도시되지 않은 게이트선, 신호선 등을 형성한다. 다음으로, 상기 박막 트랜지스터(915) 등 소정의 기능 소자를 구비한 각 화소 전극(ITO)(901, 902, 903)상에, 개개의 화소 전극을 피복하도록 정공 주입 수송층(911)을 형성한다. 정공 주입 수송형 재료는 상기 실시예와 동일한 것을 사용할 수 있다. 더욱이, 정공 주입 수송층(911)의 형성 방법은 특히 한정되지 않고, 상기한 어느 방법으로 형성할 수도 있다.

더욱이, 각 발광층(906(적), 907(녹), 908(청))을 패터닝 형성한다. 발광층은, 적어도 1색을 잉크젯 프린트 장치(910)를 이용한 잉크젯 방식으로 형성하는 것이면 된다.

최종적으로 반사 전극(913)을 형성하여, 본 발명의 유기 EL 표시 장치가 제작된다. 반사 전극(913)으로는, 예를 들면 두께가 $0.1\sim0.2\mu\text{m}$ 정도의 Mg-Ag 전극 등으로 형성된다.

본 발명의 액티브 매트릭스형 유기 EL 표시 장치의 상기 실시예에서는, 스위칭 소자로서 박막 트랜지스터가 이용되지만, 이것에 한정되는 것이 아니며, 다른 종류의 스위칭 소자, 2단자 소자, 예를 들면 MIM 등의 스위칭 소자를 이용하는 것도 가능하다. 더욱이 패시브(passive) 구동, 스탠티 구동(정지화(static image), 세그먼트 표시(segment display))도 가능하다.

더욱이, 1화소당 스위칭소자는 1개로 한정되지 않으며, 1화소에 복수의 스위칭 소자를 구비할 수도 있다.

도 12에, 1화소에 스위칭소자를 복수개 갖는 유기 EL 표시 장치의 일례를 나타낸다. 여기서, 스위칭 박막 트랜지스터(142)는 주사 전극(131)의 전위에 따라 신호 전극(132)의 전위를 커런트 박막 트랜지스터(current thin film transistor)(143)에 전달하고, 커런트 박막 트랜지스터(143)는 공통 전극(133)과 화소 전극(141)의 도통을 제어하는 역할을 수행한다.

다음으로, 본 발명의 유기 EL 소자를 이용한 패시브 매트릭스(단순매트릭스)형 유기 EL 표시 장치의 일례를 도면을 참조하여 설명한다.

도 13은 본 발명의 유기 EL 표시 장치의 개략적인 부분 확대 단면도이다.

도면에 도시된 바와 같이, 본 실시예의 유기 EL 표시 장치는, 유기 EL 소자를 제조할 때, 단책상(短冊狀)으로 형성된 주사 전극(53)과 신호 전극(54)이 유기 EL 소자(52)를 통해 상호 직교하도록 배치되어 있다.

이와 같은 패시브 매트릭스형의 구동은 펄스(pulse)적으로 주사 전극(53)을 차례로 선택하고, 그 주사 전극(53)을 선택할 때, 각 화소에 대응하는 신호 전극(54)을 선택하여 전압을 인가함으로써 행해진다. 이러한 선택은 콘트롤러(55)에 의해 제어된다.

또한, 패시브 구동형의 경우에는 캐소드(음극)가 패터닝되고, 각 라인마다 분리하는 것이 필요하다. 예를 들면, 본 발명의 제 3실시예에서, 두께가 $0.2\mu\text{m}$ 정도의 얇은 음극을 형성하는 경우, 이러한 음극은 격벽에 의해 촌단(寸斷)되어 자연히 패턴 형성된 상태로 된다.

음극은 예를 들면 마스크 증착(masking deposition)법, 레이저 커팅(laser cutting)법으로 패턴 형성된다.

도 14에 주사 전극(13) 및 신호 전극(14)에 인가되는 전압의 구동 파형의 일례를 나타낸다. 도면에 도시된 구동 파형에서, 선택된 화소에는 발광하기에 충분한 전압(Vs)을 인가한다. 더욱이, 표시하는 계조(階調)에 맞춰진 펄스폭의 파형에 의해 화소의 표시 농도를 제어한다. 한편, 선택되지 않은 화소에는 발광 임계치 전압 이하의 전압(Vn)을 인가한다.

도 14에서, Tf는 1 조작 시간을 나타낸다. 여기서는 뉴터비 1/100로 구동한다. 또한, 상기 제 4실시예의 유기 EL 소자로 이루어진 유기 EL 표시 장치의 청색 발광층(808)의 발광은 구동 전압 20V에서 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 의 밝기이었다.

실시예

1. 유기 EL 소자의 제작

(실시예 1)

도 1에 도시한 바와 같이, 글래스 기판(104)상에 ITO 투명 화소 전극(101, 102, 103)을 포토리소그래피에 의해 $100\mu\text{m}$ 의 피치(pitch) 및 $0.1\mu\text{m}$ 두께의 패턴을 형성한다.

다음으로, ITO 투명 화소 전극사이를 매립하고, 광차단층과 잉크 낙하 방지용 벽을 겸한 격벽(105)을 포토리소그래피로 형성한다. 격벽(105)은 $20\mu\text{m}$ 의 폭 및 $2.0\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는다.

더욱이, 잉크젯 프린트용 장치(109)의 헤드(110)로부터 표 1 및 표 2에 표시된 적색 및 녹색의 각 발광 재료를 패터닝한 후, 질소 분위기 하에서 150°C 로 4시간 가열 처리하고, 조성물 중의 전구체를 고분자화함으로써 각 발광층(106(적), 107(녹))을 형성했다.

이후, 도펜트(dopant)로서 페릴렌(perylene) 축합 방향족을 첨가한 알루미늄 퀴놀리놀 복합체를 진공 증착하여 $0.1\mu\text{m}$ 의 전자 주입 수송층의 청색 발광층(108)을 형성하였다.

최종적으로, 음극으로 두께 $0.8\mu\text{m}$ 의 Mg-Ag 전극(113)을 증착법으로 형성하여 유기 EL 소자를 제작했다.

(실시예 2)

실시예 1과 마찬가지로, 도 2에 나타낸 바와 같이 글래스 기판(204) 상에 ITO 투명 화소 전극(201, 202, 203)을 형성하고, ITO 투명 화소 전극을 매립하여 광차단층과 잉크 낙하 방지용 벽을 겸한 감광성 폴리이미드의 레지스트(격벽)(205)를 형성했다.

또한, 실시예 1과 마찬가지로 잉크젯 프린트용 장치(209)를 사용하여 표 1 및 표 2에 표시된 적색 및 녹색의 각 발광 재료를 패터닝 도포한 후, 질소 분위기 하에서 150°C 로 4시간 가열 처리하고, 조성물 중의 전구체를 고분자화하여 각 발광층(206(적), 207(녹))을 형성했다.

다음으로, 투명 화소 전극(203)상에 상기 잉크젯 프린트용 장치(209)를 이용하여 폴리비닐 카바졸(PVK)로 이루어진 정공 주입 수송층을 패터닝 형성했다. 그 위로부터 필라졸린 다이머(pyrazoline dimer)를 도포하여 청색 발광층(210)을 형성했다.

최종적으로, 음극으로서 두께가 $0.8\mu\text{m}$ 의 Al-Li 전극(211)을 증착법으로 형성하여 유기 EL 소자를 제작했다.

(실시예 3)

먼저, 실시예 1과 마찬가지로 도 4에 나타낸 바와 같이 글래스 기판(804) 상에 각 ITO 투명 화소 전극(801, 802, 803) 및 격벽(805)을 형성했다.

다음으로, 표 1 및 표 2에 나타낸 발광 재료에 유기 정공 주입 수송형 재료를 혼합하고, 잉크젯 프린트용 장치(809)를 이용하여 각 발광층(806(적), 807(녹), 808(청))을 형성했다.

이어서, 도핑하지 않은 알루미늄 퀴놀리놀 복합체을 진공 증착하여 $0.1\mu\text{m}$ 의 전자 주입 수송층(811)을 형성했다.

최종적으로, 음극으로서 두께가 $0.2\mu\text{m}$ 의 Al-Li 전극(813)을 증착법으로 형성하여 유기 EL 소자를 제작했다.

(실시예 4)

실시예 1과 마찬가지로, 도 3에 나타낸 바와 같이 글래스 기판(304) 상에 각 ITO 투명 화소 전극(301, 302, 303) 및 격벽(305)을 형성했다.

다음으로, 실시예 1과 마찬가지로 잉크젯 프린트용 장치(310)를 이용하여 표 1 및 표 2에 나타낸 적색 및 녹색의 각 발광 재료를 패터닝 도포한 후, 질소 분위기 하에서 150°C 로 4시간 가열처리하고 조성물 중의 전구체를 고분자화하여 각 발광층(306(적), 307(녹))을 형성했다.

발광층(306, 307) 및 투명 화소 전극(303)의 상부 전체면에 폴리비닐 카바졸(PVK)로 이루어진 정공 주입 수송층(308)을 도포하여 형성했다.

이후, 정공 주입 수송층(308) 상에 디스티릴 유도체(distyryl derivative)에 의한 청색 발광층(309)을 진공 증착법으로 형성했다.

최종적으로, 음극으로서 두께가 $0.8\mu\text{m}$ 의 Al-Li 전극(311)을 증착법으로 형성하여 유기 EL 소자를 제작했다. 이 경우, 음극(311)은 상술한 바와 같이 격벽(304)에 의해 자연적으로 촌단(寸斷) 및 절연되어, 각 화소 전극(301, 302, 303)에 따라 패터닝된 상태로 된다.

(실시예 5)

먼저 실시예 1과 마찬가지로 도 4에 나타낸 바와 같이 글래스 기판(804) 상에 각 ITO 투명 화소 전극(801, 802, 803) 및 격벽(805)을 형성했다.

또한, 잉크젯 프린트용 장치(809)를 사용하여 표 1 및 표 2에 나타낸 고분자 유기 발광 재료를 토출시켜 각 색 발광 재료를 패터닝 도포한 후, 질소 분위기 하에서 150°C 로 4시간 가열처리하고, 조성물 중의 전구체를 고분자화하여 적색, 녹색, 청색을 발색하는 각 발광층(806(적), 807(녹), 808(청))을 형성했다.

다음으로, 도핑하지 않은 알루미늄 퀴놀리놀 복합체를 진공 증착하여 $0.1\mu\text{m}$ 의 전자 수송층(811)을 형성했다.

최종적으로, 음극으로서 두께가 $0.8\mu\text{m}$ 의 Al-Li 전극(812)을 증착법으로 형성하여 유기 EL 소자를 제작했다.

2. 발광층의 발광 특성 및 막의 특성의 평가

전술된 실시예 1내지 5에서 제작된 유기 EL 소자의 발광층의 발광특성 및 막의 특성에 대해 하기 방법으로 평가했다.

① 발광개시전압

소정의 전압을 소자에 인가하여 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 의 발광 휘도를 관측한 때의 인가 전압을 발광개시전압[V_{th}]으로 하였다.

② 발광수명

안정화 처리 후의 초기 휘도를 100%로 하고, 표준 파형으로 일정의 전류를 인가하여 연속적으로 발광시켜 휘도의 변화를 측정하여 초기 휘도에 대해 50%로 저하할 때의 시간을 발광 수명이라 한다.

이 경우, 구동조건은 실온:40°C, 습도:23%, 전류치:20mA/cm²이다.

③ 발광휘도

전류치가 20mA/cm²일 때 휘도를 관측했다.

④ 흡수 극대 파장

각 발광층의 흡수 확대 파장을 측정했다.

⑤ 성막 안정성

발광층을 200°C로 60분간 가열한 후, 발광층의 크랙(crack) 및 변형 등의 결점의 발생 상황을 현미경으로 관찰했다.

평가는 다음과 같이 행해졌다.

◎ : 매우양호

○ : 양호

× : 불량

이들의 결과를 표 3 및 4에 나타낸다.

표 3 및 4에 나타낸 바와 같이, 실시예 1 내지 5 어느 것도 각 발광층의 발광 특성 및 발광층의 막 특성이 우수한 것이었다. 특히, 발광층이 고분자 유기 화합물로 이루어진 경우에는 각 발광층 중에 결점이 전혀 관찰되지 않았으며, 매우 양호한 박막을 형성했다.

이상, 본 발명의 유기 EL 소자용 조성물 및 유기 EL 소자의 제조 방법에 대해서, 도시된 각 실시예에 따라서 설명하였지만, 본 발명은 그들에 의해 한정되는 것이 아니며, 예를 들면 각 층 사이에 임의의 기능성 중간층을 설치하는 공정이 추가될 수도 있다. 더욱이, 발광 특성을 변화시키기 위해 첨가되는 형광 색소는 이들에 한정되지 않는다.

또한, 각 층간에 버퍼층(buffer layer)으로서 예를 들면, 1, 2, 4-트리아졸 유도체(TAZ)로 이루어진 층을 설치할 수 있어, 발광 휘도 및 발광 수명 등을 더욱 향상시킬 수 있다.

더욱이, 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법은 EL 소자의 부착이 용이하도록, 수지 레지스트, 화소 전극 및 하층으로 이루어진 화면에 대해, 플라즈마(plasma), UV 처리, 커플링 등의 표면 처리를 행하는 공정을 포함할 수 있다. 더욱이, 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법을 무기 EL 소자의 제조 방법에 응용하는 것도 가능하다.

그리고, 본 발명의 유기 EL 표시 장치는, 세그먼트 표시 및 전체면 동시 발광의 정지 화상 표시, 예를 들면 그림, 문자, 라벨 등으로 된 로우 인포메이션(low information) 분야에 응용할 수 있거나, 또는 점, 선, 면 형상으로 된 광원으로도 이용할 수 있다.

산업상 이용 가능성

이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에 의하면, 발광 재료의 폭넓은 선택에 의해 EL 발광 소자의 합리적 설계가 가능하다. 예를 들면, 발광 재료와 형광 색소의 조합 등으로 다양한 표시광을 얻을 수 있다.

또한, 유기 발광 재료를 사용함으로써 고휘도 및 긴 수명을 갖는 다종의 다양한 EL 소자 설계를 전개할 수 있다.

그리고, 적어도 1색의 유기 발광층, 정공 주입 수송층 및 전자 주입 수송층을 잉크젯 방식으로 패턴 형성 및 배열함으로써, 발광 소자의 사이즈 및 패턴도 임의로 정밀하게 설정하는 것이 가능하다.

발광 재료로서 가열경화에 의해 공역화(성막)하는 전구체를 사용하는 경우, 점도 등의 조건 설정의 자유도가 크게 되고, 잉크젯용의 토출액으로 적합한 조건으로 조제하는 것이 용이하다.

또한, 본 발명의 유기 EL 소자의 제조 방법에 의하면, 막의 두께, 도트(dot)수 등의 조건을 임의로 조정가능하므로, 발광층의 발광 특성을 용이하게 제어할 수 있다.

더욱이, 잉크젯 방식에 의하면, 헤드를 투명 기판 상에서 자유롭게 이동시킬 수 있으므로, 기판 사이즈를 한정함이 없이 임의의 크기의 소자를 형성할 수 있다. 또한, 필요한 장소에 필요한 분량만큼 재료를 배치할 수 있으므로, 폐액 등의 불필요함을 극력 배제할 수 있다. 이에 따라, 저가의 대화면 풀 컬러 표시 장치의 제조가 가능하다.

[표 1]

	발광층				
	적	녹	청	중간층	
실시예 1	발광재료 CN-PPV전구체	PPV전구체	알루미늄 퀴놀리늄 복합체	-	
	형성방법 잉크젯방식	잉크젯방식	전공증착법		
실시예 2	발광재료 CN-PPV전구체	PPV전구체	페라울린 다이머	PW(정공주입층)	
	형성방법 잉크젯방식	잉크젯방식	도포법	잉크젯방식	
실시예 3	발광재료 2-13', 4'-디하이드록시페닐-3,5,7-트리아이드록시-1-렌조피리노-10-카복실산 퍼크로레이트	2,3,6,7-데트리아이드로-11-옥소-1H,5H,11H-(1)렌조피리노[6,7,8-ij]-퀴놀리진-10-카복실산	2,3,6,7-데트리아이드로-9-페닐-11-옥소-1H,5H,11H-(1)렌조피리노[6,7,8-ij]-퀴놀리진	-	
	1,1-비스-(4- <i>N,N</i> -디토일 아미노페닐) 사이클로헥산(정공 주입층재료)	1,1-비스-(4- <i>N,N</i> -디아미노페닐) 사이클로헥산(정공 주입층재료)	트리스(8-하이드록시퀴놀리늄)알루미늄(정공 주입층재료)		
	형성방법 잉크젯방식	잉크젯방식	잉크젯방식		
실시예 4	발광재료 CN-PPV전구체	PPV전구체	디스터릴 유도체	PW(정공주입층)	
	형성방법 잉크젯방식	잉크젯방식	도포법	전공증착법	
실시예 5	발광재료 PPV전구체	PPV전구체	PPV전구체	-	
	로다민B(형광색소)	-	디스터릴비페닐(형광색소)		
	형성방법 잉크젯방식	잉크젯방식	잉크젯방식		

[표 2]

EL 소자용 조성물의 물성		점도[cp]	표면장력 [dyne/cm]	점축각[°]
실시예 1	적	3.77	32.9	54.4
	녹	3.72	32.8	59.0
	청	-	-	-
실시예 2	적	3.70	32.6	55.6
	녹	3.73	33.1	59.8
	청	3.88	33.3	60.0
실시예 3	적	4.85	27.8	47.8
	녹	5.31	25.6	45.6
	청	4.52	28.2	40.3
실시예 4	적	3.78	33.5	60.1
	녹	3.75	32.1	59.7
	청	-	-	-
실시예 5	적	3.80	33.1	55.0
	녹	3.75	32.9	59.1
	청	3.91	33.2	60.2

[표 3]

	발광개시전압[V _{th}]			발광수명[시간]			발광취도[cd/m ²]			흡수극대파장[nm]		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
실시예 1	2.0	2.2	3.1	8000	8000	8000	210	230	200	600	500	400
실시예 2	1.7	1.8	3.2	10000	10000	9000	230	230	180	600	500	410
실시예 3	4.0	3.5	3.8	4000	5000	4000	150	180	100	580	510	420
실시예 4	1.7	1.8	2.2	10000	10000	10000	250	250	200	600	530	480
실시예 5	3.0	3.2	5.0	5000	5000	5000	200	200	200	590	530	420

[표 4]

	성막 안정성		
	R	G	B
실시예 1	◎	◎	◎
실시예 2	◎	◎	◎
실시예 3	○	○	○
실시예 4	◎	◎	◎
실시예 5	◎	◎	◎

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판에 화소 전극이 형성되고,

상기 화소 전극의 상층에, 적어도 화소마다 적, 녹, 청으로부터 선택된 발광색을 갖는 유기 발광층이 형성되고,

또한 유기 발광층의 상층에 대향 전극이 형성되는 유기 EL 소자의 제조 방법으로서,

상기 유기 발광층을 그 형성 및 배열이 최종 패턴으로 되도록 잉크젯(inkjet) 방식에 의해 형성하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 유기 화합물은 고분자 유기 화합물인 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 3.

제2항에 있어서, 상기 고분자 유기 화합물은 정공 주입 수송형 재료인 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 4.

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 고분자 유기 화합물은 폴리파라페닐렌 비닐렌(polyparaphenylene vinylene) 및 그 유도체, 또는 그들 중 적어도 어느 한쪽을 갖는 공중합체인 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 5.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 발광층은 3색이며, 이 3색의 상기 발광층 중 적어도 2색을 잉크젯 방식으로 패턴 형성하는 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 3색은 적색, 녹색 및 청색이며, 그들 중 적색 발광층과 녹색 발광층을 각각 잉크젯 방식으로 패턴 형성하는 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 청색 발광층은 진공 증착법으로 형성하는 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 청색 발광층은 전자 주입 수송형 재료로 이루어지는 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 9.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 정공 주입 수송층, 적어도 1색의 상기 발광층의 순으로 형성한 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 10.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 음극 상에 보호막을 형성하는 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 11.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기판 상에 각 화소를 구동시키기 위한 전극을 형성하는 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 12.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 화소 전극은 투명 화소 전극인 유기 EL 소자의 제조 방법.

청구항 13.

투명 기판과,

상기 투명 기판 상에 설치된 화소 전극과,

상기 화소 전극 상에 잉크젯 방식으로 패턴 형성된 유기 화합물로 이루어진 적어도 1색의 발광층과,

상기 발광층 상에 형성된 대향 전극

을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 소자.

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 유기 화합물은 고분자 유기 화합물인 유기 EL 소자.

청구항 15.

제14항에 있어서, 상기 고분자 유기 화합물은 정공 주입 수송형 재료인 유기 EL 소자.

청구항 16.

제14항 또는 제15항에 있어서, 상기 고분자 유기 화합물은 폴리파라페닐렌 비닐렌 및 그 유도체, 또는 그들 중 적어도 한 쪽을 갖는 공중합체인 유기 EL 소자.

청구항 17.

제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 발광층은 3색이며, 이 3색의 상기 발광층 중 적어도 2색은 잉크젯 방식으로 패턴 형성된 것인 유기 EL 소자.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 3색은 적색, 녹색 및 청색이며, 그들 중 적색 발광층과 녹색 발광층은 각각 잉크젯 방식으로 패턴 형성되는 유기 EL 소자.

청구항 19.

제18항에 있어서, 상기 청색 발광층은 전공 증착법으로 형성되는 유기 EL 소자.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 청색 발광층은 전자 주입 수송형 재료로 이루어지는 유기 EL 소자.

청구항 21.

제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 정공 주입 수송층, 적어도 1색의 상기 발광층의 순으로 형성한 유기 EL 소자.

청구항 22.

제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대향 전극 상에 보호막이 형성되는 유기 EL 소자.

청구항 23.

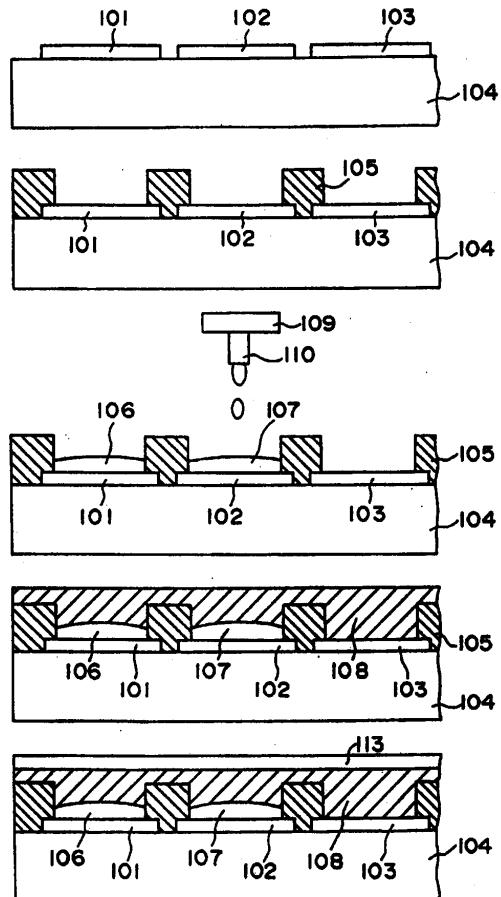
제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 화소 전극은 투명 화소 전극인 유기 EL 소자.

청구항 24.

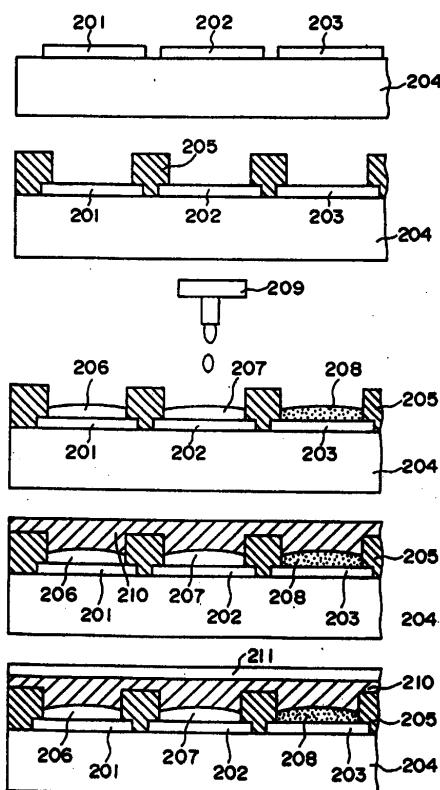
제13항 내지 제15항 중 어느 한 항에 기재된 유기 EL 소자를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 EL 표시 장치.

도면

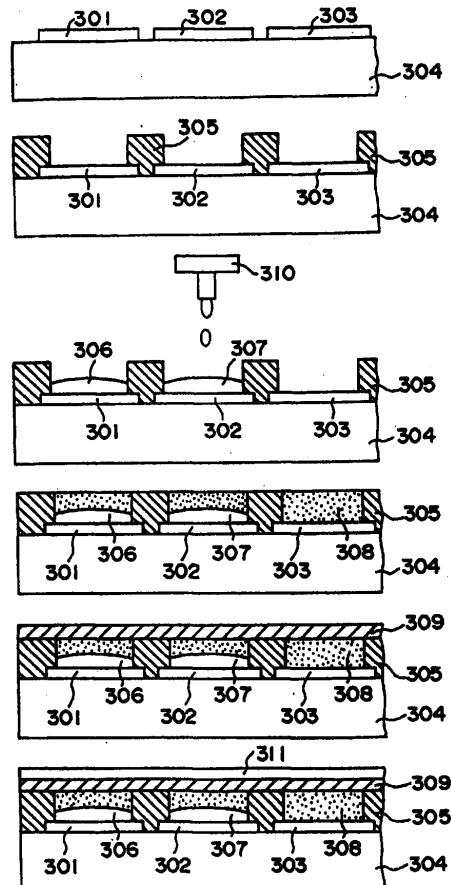
도면1



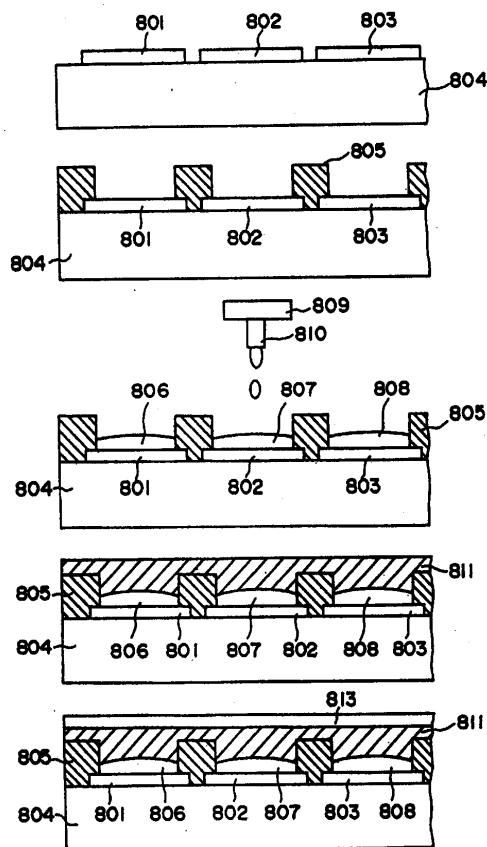
도면2



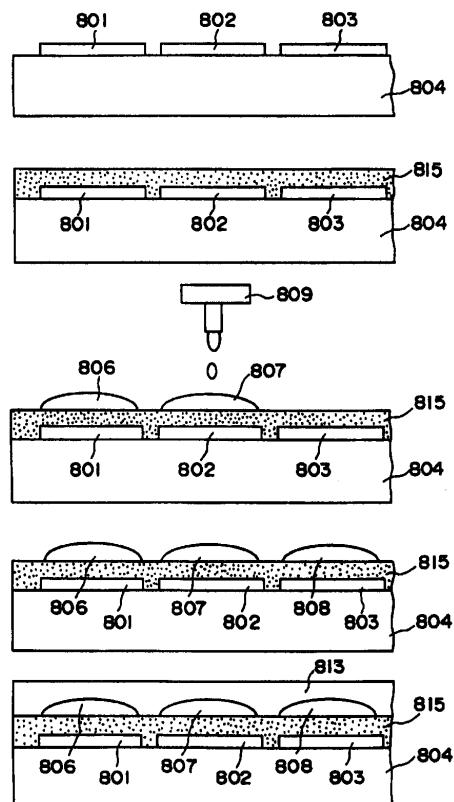
도면3



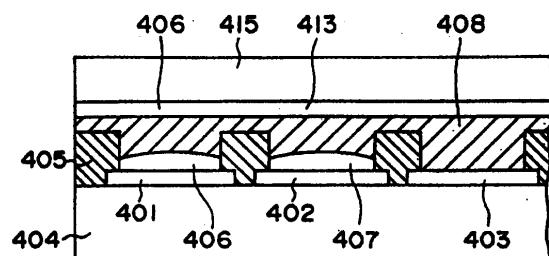
도면4



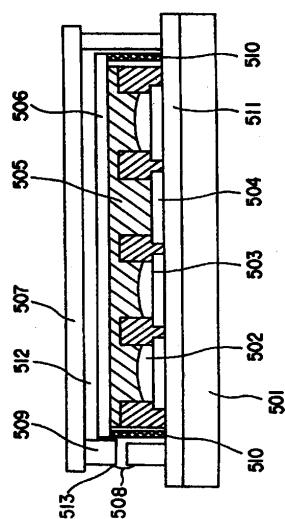
도면5



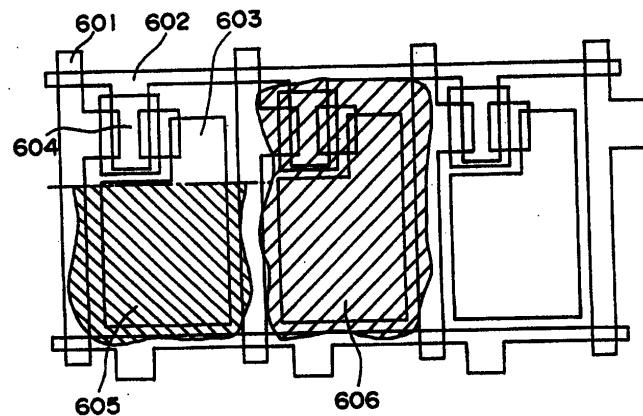
도면6



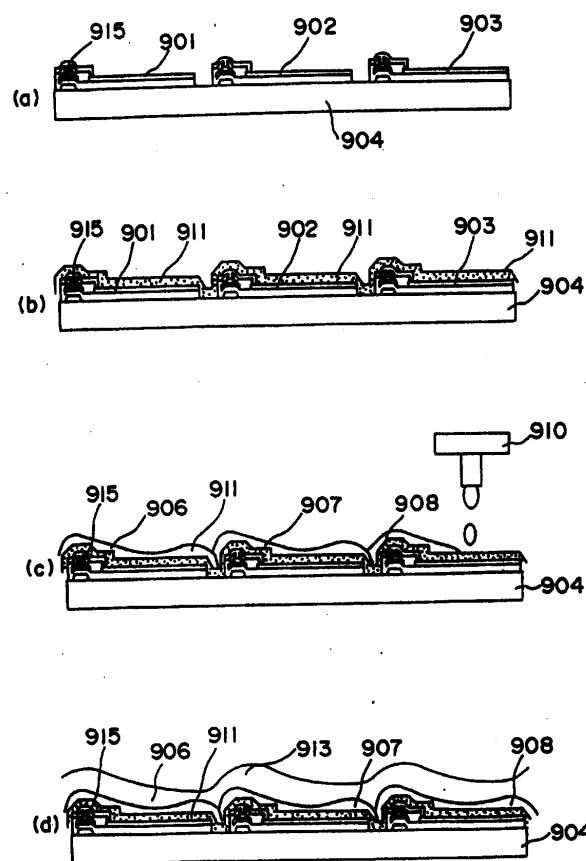
도면7



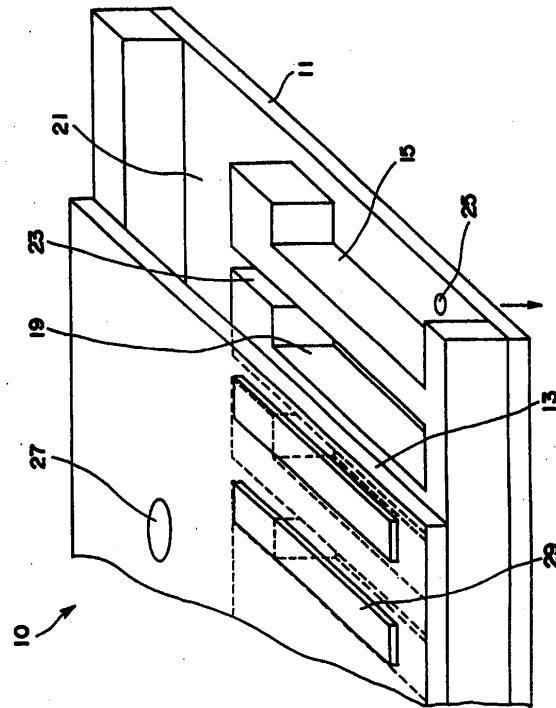
도면8



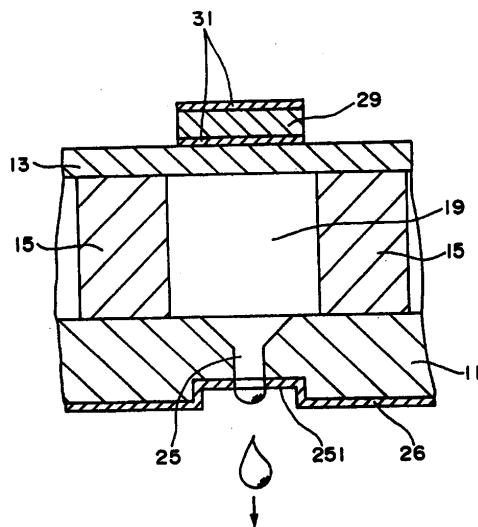
도면9



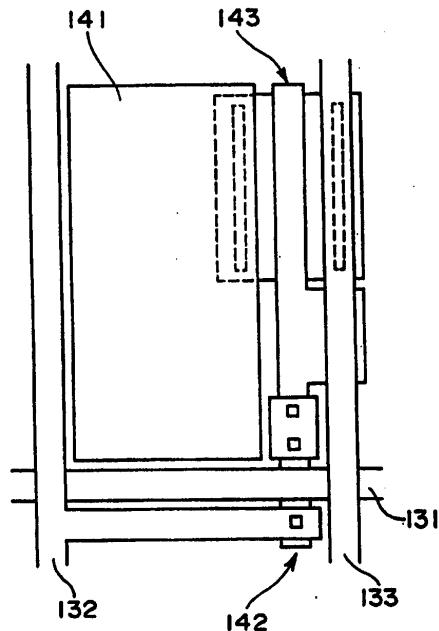
도면10



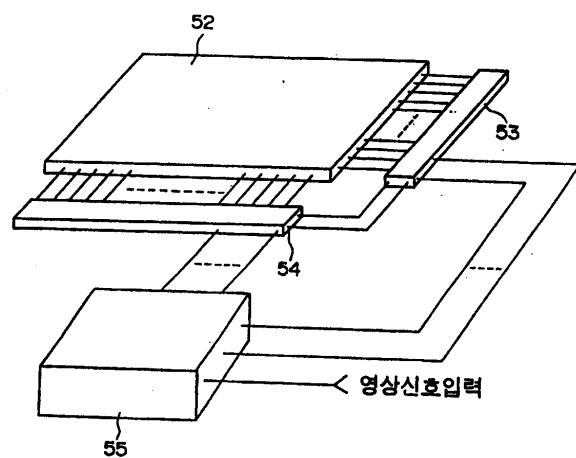
도면 11



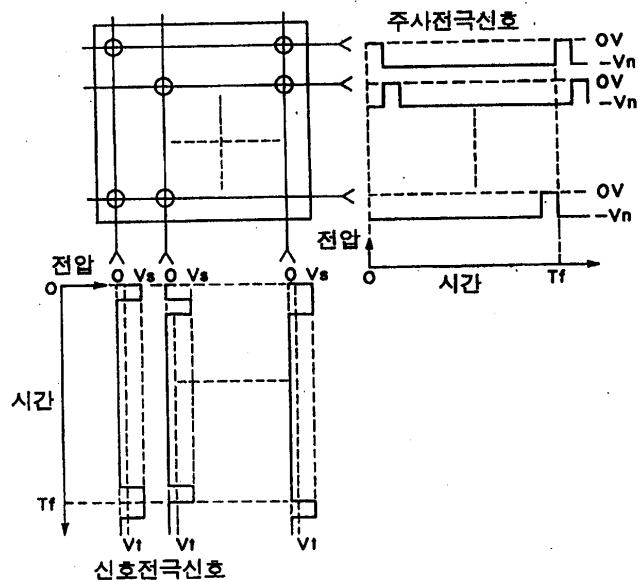
도면12



도면13



도면14



도면15

