

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H05B 33/14 (2006.01)

H05B 33/22 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2006-0064685

(43) 공개일자

2006년06월13일

(21) 출원번호 10-2006-7007063

(22) 출원일자 2006년04월12일

번역문 제출일자 2006년04월12일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/015555

(87) 국제공개번호

WO 2005/039247

국제출원일자 2004년10월14일

국제공개일자

2005년04월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2003-00356438

2003년10월16일

일본(JP)

(71) 출원인

파이오니아 가부시기가이샤

일본 도쿄도 메구로구 메구로 1쵸메 4반 1고

(72) 발명자

나가야마 켄이치

일본 3502288 사이타마 츠루가시마시 후지미 6-1-1 파이오니아가부시

기가이샤 소우고우 겐쿠쇼 내

오치 히데오

일본 3502288 사이타마 츠루가시마시 후지미 6-1-1 파이오니아가부시

기가이샤 소우고우 겐쿠쇼 내

이시주가 신이치

일본 3502288 사이타마 츠루가시마시 후지미 6-1-1 파이오니아가부시

기가이샤 소우고우 겐쿠쇼 내

시라토리 마사히로

일본 3502288 사이타마 츠루가시마시 후지미 6-1-1 파이오니아가부시

기가이샤 소우고우 겐쿠쇼 내

이와사키 신고

일본 3502288 사이타마 츠루가시마시 후지미 6-1-1 파이오니아가부시

기가이샤 소우고우 겐쿠쇼 내

(74) 대리인

백덕열

심사청구 : 있음

(54) 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널

요약

화소간의 누전이 없는 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널을 제공한다. 각각 제1 및 제2 표시 전극 및 상기 제1 및 제2 표시 전극 간에 협지 또한 적층된 적어도 1층의 유기화합물로 이루어지는 발광층을 포함하는 유기 기능층으로 된 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자와, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자를 담지하는 기판으로 이루어진 유기 일렉트로

루미네스스 표시 패널에 있어서, 상기 유기 기능층군은, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자에 공통으로 형성되어 전하 수송성을 갖는 적어도 1층의 공통층을 포함하고, 상기 공통층은, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자 사이에 연재하는 갭 충전부를 갖는다.

대표도

도 5

명세서

기술분야

본 발명은, 전류의 주입에 의해 발광하는 일렉트로루미네스스를 나타내는 유기화합물 재료로 이루어지는 발광층을 포함하는 1 이상의 박막(이하, 유기 기능층이라 한다)을 구비한 유기 일렉트로루미네스스 소자(이하, 유기 EL 소자라 한다)에 관한 것이고, 특히, 복수의 유기 EL 소자가 기판상에 형성된 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널(이하, 유기 EL 표시 패널이라 한다)에 관한 것이다.

배경기술

유기 EL 소자는, 발광층을 포함하는 유기 기능층을 표시 전극인 양극 및 음극 간에 협지하는 형태로 기본적으로 구성되고, 양전극에서 주입된 전자와 정공의 재결합 시에 발생된 여기자가 여기 상태에서 복귀하여 광을 발생시킨다. 예컨대, 도1에 나타내는 바와 같이, 투명 기판(1) 위에, 양극의 투명 전극(2)과, 유기 기능층(3)과, 음극의 금속 전극(4)이 순차적으로 적층되어 유기 EL 소자로 구성되고, 투명 기판 측에서 발광을 얻는다. 발광을 취출하기 위해, 양극, 음극 중 적어도 어느 하나는, 투명 또는 반투명일 필요가 있다. 유기 기능층(3)은, 예컨대, 도1에 나타내는 바와 같이, 투명 전극(2) 측으로부터 적층된 정공 주입층(30)/정공 수송층(31) / 발광층(32) / 전자 수송층(33) 등, 각각의 기능을 가진 복수의 층으로 이루어진다. 이들 복수의 층 중에, 양극에 접하는 정공 주입층은 양극의 일부나 버퍼 층으로서, 음극에 접하는 전자 주입층은 음극의 일부나 버퍼 층으로서, 취급될 수 있다. 정공 주입층, 정공 수송층은 정공 수송성을 갖는 재료로 이루어지고, 전자 수송층, 전자 주입층은 전자 수송성을 갖는 재료로 이루어진다. 이들 발광층 이외의 전하 수송층은, 발광층에 대한 전하의 주입 효율을 높이고, 발광층 단층으로 이루어지는 소자에 비해, 발광 효율을 크게 향상시킨다. 실제의 유기 EL 소자에서는 전하 수송층이 없는 타입, 또는 4층 이상의 타입도 있다. 또한, 발광층도 복수의 층, 예컨대 청색 발광층/적색 발광층의 2층으로 이루어지는 백색 발광 소자 등으로 이루어지는 경우가 있다.

이와 같은 복수의 유기 EL 소자를 사용하여, 컬러 표시가 가능한 유기 EL 표시 패널이 제안되어 있다.

예컨대, 다색 발광층이 패터닝된 복수의 발색 영역과, 정공 주입 대역 또는 전자 주입 대역이 다색 발광층의 전면에 걸쳐 형성된 유기 EL 표시 패널 구조가 제안되어 있다(특허 문헌1 참조).

한편, 특허 문헌1의 기술과 같이 정공 주입층으로서 도전성 화합물을 전면에 형성하면, 전극 간에 누전이 생기는 문제가 있고, 화소 이른바 유기 EL 소자 간의 누전을 막기 위해, 전하 주입층/발광층을 화소마다 독립하여 형성하고, 이러한 층을 형성하는 물질이 화소간에 걸쳐지지 않도록 하여, 화소 사이에서의 누전을 방지하는 유기 EL 표시 패널 구조가 제안되어 있다(특허 문헌2 참조).

누전이 생기지 않도록 특허 문헌2의 기술과 같이 화소마다 독립하여 전하 수송층을 형성하는 방법도 있지만, 특허 문헌1이 지적하는 바와 같이, 전하 수송층을 화소마다 형성하는 것은, 공정이 복잡하게 되고, 또한 불완전하게 전하 수송층이 패터닝되면, 양극-음극 간의 쇼트가 발생되어 유기 EL 표시 패널의 신뢰성이 손상된다고 하는 문제가 있었다.

[특허 문헌1] 일본 공개 특허 공보 제2000-150152호.

[특허 문헌2] 일본 공개 특허 공보 제1999-87062호.

발명의 상세한 설명

따라서, 본 발명에서 해결하려고 하는 과제는, 도전성 고분자 등, 비교적 저항이 낮은 도전성 전하 수송층을 사용하여, 화소 간의 누전 문제가 없고, 또한, 신뢰성이 높은 유기 EL 표시 패널을 제공하는 것을 예로 들 수 있다.

청구항1 기재의 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널은, 각각 제1 및 제2 표시 전극 및 상기 제1 및 제2 표시 전극 간에 협지 또한 적층된 적어도 1층의 유기화합물로 이루어지는 발광층을 포함하는 유기 기능층으로 된 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자와, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자를 담지하는 기판으로 이루어진 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널에 있어서, 상기 유기 기능층은, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자에 공통으로 형성되어 전하 수송성을 갖는 적어도 1층의 공통층을 포함하고, 상기 공통층은, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자 사이에 연재하는 갭 충전부를 갖는 것을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

도1은 유기 EL 소자를 개략적으로 나타내는 단면도이다.

도2는 유기 EL 표시 패널을 개략적으로 나타내는 부분 단면도이다.

도3은 유기 EL 표시 패널을 개략적으로 나타내는 부분 단면도이다.

도4는 유기 EL 표시 패널을 개략적으로 나타내는 부분 단면도이다.

도5는 본 발명에 의한 실시예의 유기 EL 표시 패널을 개략적으로 나타내는 부분 단면도이다.

도6은 전류 제어 방식의 제조 구동이 적용된 유기 EL 소자의 펄스 전기 신호를 나타내는 도면이다.

도7은 전압 제어 방식의 제조 구동이 적용된 유기 EL 소자의 펄스 전기 신호를 나타내는 도면이다.

도8은 본 발명에 의한 다른 실시예의 패시브 매트릭스형 유기 EL 표시 패널제조 공정에서의 유기 EL 표시 패널의 기판 일부를 개략적으로 나타내는 부분 평면도이다.

도9는 본 발명에 의한 다른 실시예의 액티브매트릭스형 유기 EL 표시 패널의 제조 공정에서의 유기 EL 표시 패널의 기판 일부를 개략적으로 나타내는 부분 평면도이다.

도10은 본 발명에 의한 다른 실시예의 세그먼트형 유기 EL 표시 패널 제조 공정에서의 유기 EL 표시 패널의 기판 일부를 개략적으로 나타내는 부분 평면도이다.

도11은 본 발명에 의한 다른 실시예의 유기 EL 표시 패널을 개략적으로 나타내는 부분 단면도이다.

실시예

본 발명의 실시예를 도면을 참조하면서 설명한다.

본 발명은, 화소 이른바 유기 EL 소자 간의 누전을, 구동 조건(구동 방법, 구동전압, 표시 계조수), 전극의 형상의 새로운 시점으로부터 정량적으로 재검토하여, 전혀 새로운 사고를 도입함에 의해 이루어진다.

도2~도4에, 각각 제1 및 제2 전극 간에 적층된 유기 기능층으로 이루어진 유기 EL 소자를 구비한 유기 EL 표시 패널의 단면을 나타낸다. 각각의 참조 부호, 1은 기판을, 12는 제1 전극을, 36은 제1 전하 수송층을, 32는 발광층을, 37은 제2 전하 수송층을, 36a 및 37a는 저항이 낮은 저저항 전하 수송층을, 14는 제2 전극을 나타낸다. 도2와 같이 저저항 전하 수송층(36a)이 제1 전극(12)에 접하는 위치에 있는 경우에, 화소 간의 누전(화살표)은 현저하게 된다. 도3에 나타내는 바와 같이, 저저항 전하 수송층(36a)이 전극에 접하지 않더라도, 발광층(32) 및 제1 전극(12) 사이에 있는 경우는, 각 계면의 접촉 상태에도 따르게 되지만, 누전 경로(화살표)가 존재한다.

도4와 같이, 발광층(32) 및 반대쪽의 제2 전극(14) 간에 저저항 전하 수송층이 있는 경우는, 큰 문제로는 되지 않는다. 도4에 나타난 누전 경로 중에, 제2 전하 수송층(37)으로부터 제1 전하 수송층(36)으로의 부분이 역접합으로 되고, 저항이 대단히 높아지기 때문에, 누전되는 전류량이 매우 적게 된다.

도전성 고분자 등 비교적 저항이 낮은 재료를 정공 주입층 등의 전하 수송층으로 이용하고, 복수의 화소에 걸쳐 형성하면, 도2~도4에 나타내는 바와 같이, 화소간에 연재하는 전하 운송층의 갭 충전부 GF에 있어서 누전이 생기지만, 구동 방법에 의해, 생기는 문제는 다르다.

예컨대, 화소를 정전압 구동하는 경우, 구동 회로의 전류 용량에 충분한 여유가 있으면, 누전이 생겨도 화소에 흐르는 전류는 누전이 없는 정상인 경우와 같게 됨으로써, 화소의 휘도는 정상인 화소의 경우와 동등하게 된다. 그러나, 누전에 의해 인접한 화소의 전극에, 발광에 기여하지 않는 여분의 전류가 흘러들고, 소비 전력을 증대시킨다.

한편, 화소를 정전류 구동하는 경우, 누전이 생기면, 화소에 흘러 보내어야 하는 전류가, 누전에 의해 인접한 화소의 전극으로 흘러들고, 정상인 경우에 비해 누전된 만큼 그 소자에 흐르는 전류가 줄고, 휘도가 낮아진다. 특히, 계조 표시를 행하는 경우, 어떤 계조 n에서 표시해야 하는 화소의 휘도가 낮아지고, (n-1) 계조의 정상인 화소보다 어둡게 되면, 계조의 단조 증가성이 손상되고, 정확한 계조 표현이 불가능해지게 된다. 정전압 구동에 있어서 구동 회로의 전류 용량이 충분하지 않은 경우는, 정전류 구동과 같이 정확한 계조 표현이 불가능해진다.

따라서, 본 발명에서는, 구동 조건이나 계조 표현에 착안하여, 도전성 전하 수송층에 의한 누설 전류에 의해, 계조 표현이 역전하지 않도록, 도전성 전하 수송층, 특히 화소간으로 연재하는 그의 갭 충전부 GF의 시트 저항을 적정화하고 있다.

또한, 본 발명에서는, 도전성 전하 수송층에 의한 누설 전류에 의해, 소비 전력이 대폭적으로 증대하지 않도록, 도전성 전하 수송층의 시트 저항을 적정화하고 있다.

누설 전류는, 인접하는 화소의 전극 간에 있는 도전성 전하 수송층을 통하여 흐르게 됨으로써, 화소간에 있는 도전성 전하 수송층(갭 충전부 GF)의 저항 R_{gap} 에 의해, 누설 전류의 크기가 정해진다.

도5에 본 발명에 의한 유기 EL 소자의 구조예를 나타낸다. 각각의 참조부호, 1은 기판을, 12는 제1 전극을, 38 및 39는 베타 형성 전하 수송층을, 32는 발광층을, 37은 제2 전하 수송층을, 14는 제2 전극을, GF는 갭 충전부를 나타낸다.

제1 전하 수송층에 상당하는 베타 형성 전하 수송층(38,39)이 복수의 제1 전

극에 걸쳐 형성되어 있다. 이들 2개의 베타 형성 전하 수송층을 합하여 시트 저항 $\rho s_ctl\ 1$ 및 $\rho s_ctl\ 2$ 의 병렬 합으로 나타나며, 다음 식이 된다.

$$1/\rho s_ctl = 1/\rho s_ctl\ 1 + 1/\rho s_ctl\ 2 \quad \text{식(1)}$$

베타 형성되는 전하 수송층이 3층 이상으로 될 때는 마찬가지로 병렬 합을 취하면 좋고, 베타 형성되는 전하 수송층이 단층인 경우는 그 시트 저항을

$\rho s_ctl\ 1$ 로 하면 된다. 또한, $\rho s_ctl\ 1$ 및 $\rho s_ctl\ 2$ 의 값이 크게 다른 경우, 예컨대 100배 이상의 차가 있고, $\rho s_ctl\ 1 > 100 \cdot \rho s_ctl\ 2$ 인 경우는,

$\rho s_ctl = \rho s_ctl\ 2$ 로서 계산하여도, 지장이 없다. 또한, 전하 수송층이 베타 형성되기 때문에, 화소 간으로 연재하는 그의 갭 충전부의 시트 저항도 일정하다.

인접하는 다른 화소와의 저항 R_{gap} 는, 다음 식으로서 요구된다.

$$R_{gap} = a \cdot \rho s_ctl \quad \text{식(2)}$$

(단, R_{gap} 는 인접하는 화소간의 갭 충전부의 저항을, a 는 갭 충전부의 형상에서 구해지는 계수를 각각 나타낸다)

실제의 제1 및 제2 전극에서 확정되는 발광부의 형상은 복잡하고, a 의 값은 단순하게 정해지지 않고, 각각의 화소 또는 전극 형상에 더하여 갭 충전부의 저항 R_{gap} 을 계산할 필요가 있다(후술됨).

일반적으로, 유기 EL 소자의 발광 휘도는 화상 데이터에 따른 표시 계조를 얻기 위해 제어되지만, 실제의 구동은 크게 나뉘 도6 및 도7에 나타내는 바와 같이 펄스 형태의 전기 신호를 소자에 주는 것에 의해 행해진다. 휘도 제어에는, 도6(a)(b)와 같은 소자로의 구동 전류를 제어하는 전류 제어 방식(정전류 구동)과 도7-(a)(b)와 같은 구동 전압을 제어하는 전압 제어 방식(정전압 구동)이 있다. 구체적으로는 도6(b), 도7(b)에 나타내는 바와 같이, 휘도 데이터에 따라 구동 전류량, 구동 전압을 변화시키는 것에 의해 소자의 휘도를 변화시키는 것이 행해진다. 한편, 도6(a), 도7(a)에 나타내는 바와 같이, 구동 전류, 구동 전압을 일정 레벨로 하여 휘도 데이터에 따라 전류 공급 시간, 전압 공급 시간을 변화시킴에 의해 소자의 휘도를 변화시키는 것도 가능하다.

이하, 화소의 구동을, (1)정전류 구동으로 행하는 경우와, (2)정전압 구동으로 행하는 경우로 나누어, 본 발명을 설명한다.

(1)화소의 구동을 정전류 구동으로 행하는 경우--

정전류 구동은, 휘도에 따른 일정 전류를 화소에 흘려 보내는 것에 의해 소자를 구동하는 구동 방법이다. 정전류 구동에서는, 누전에 의해 화소에 흐르는 전류가 적어지고, 화소의 휘도가 저하한다. 또한, 화소에 흐르는 전류가 적어지는 것에 의해, 누전이 없는 경우에 비해, 화소의 구동 전압이 적어진다.

따라서, 누전이 있는 화소와 누전이 없는 거의 정상인 화소가 인접하는 경우에 공통으로 온 상태로 발광할 때, 인간의 눈에서는 인접하는 화소간의 휘도 차에 민감하게 되고, 누전 화소의 휘도가 저하하면, 일정 이상의 휘도 차에서는 표시 품질의 열화를 느끼게 된다.

(1-1)인접 화소 휘도 차--

표시 장치에 있어서, 인접 화소간의 휘도 차를 느끼지 않게 하는 화소의 누전과 시트 저항에 관하여 고찰한다. 누전이 생겨 휘도가 저하한 화소가, 인접하는 정상인 화소의 휘도와 거의 다름없게 발광되어야 한다. 누전 화소의 휘도는, 누전이 없는 정상의 화소의 휘도에 대해, 관찰자가 변화가 있다고 인식할 수 없는 인접 화소의 휘도의 비율 이하일 필요가 있다. 즉, 다음 식을 만족시킬 필요가 있다.

$$L_{ng} \geq f \cdot L \quad (0 < f < 1) \quad \text{식(3)}$$

(단, L 은 정상인 누전이 없는 화소의 휘도를, L_{ng} 는 누전이 발생되어 있는 화소의 휘도를, f 는 인간이 변화 있다고 인식할 수 있는 인접 화소의 휘도의 비율을, 각각 나타낸다.)

유기 EL 소자에서는, 문턱치 인가전압을 넘으면, 소자를 흐르는 전류와 발광 휘도는 비례한다. 또한, 화소의 평균 휘도는 소자가 실제로 발광하고 있는 시간에 비례한다. 간단화를 위해, 구형파로 소자를 구동하는 경우를 생각하면, 누전 유무에 관계없이, 화소의 휘도 L 은 다음 식으로 나타내진다.

$$L = \alpha \cdot I \cdot t \quad \text{식(4)}$$

(단, α 는 발광 효율을, I 는 화소에 공급되는 전류를, t 는 화소의 발광 시간을, 각각 나타낸다.)

식(4)로부터, 식(3)은 다음 식으로 된다.

$$\alpha \cdot I_{ng} \cdot t \geq \alpha \cdot f \cdot I \cdot t$$

$$\therefore I_{ng} \geq f \cdot I \quad \text{식(5)}$$

(단, I_{ng} 는 누전이 발생되어 있는 화소에 흐르는 전류를 나타낸다.)

한편, 누전이 발생되어 있는 화소로부터 캡 충전부를 통해 인접 화소에 흐르는 전류량을 I_{leak} 라고 하면, $I_{leak} = I - I_{ng}$ 이기 때문에, 식(5)로부터 누설 전류량은 다음 식과 같이 된다.

$$I_{leak} \leq (1 - f) \cdot I \quad \text{식(6)}$$

여기에서, 인간이 휘도 변화 있다고 인식할 수 있는 인접 화소의 휘도 차의 비율을 j 로 하면, $j=1-f$ 이기 때문에, 누설 전류량은 다음 식과 같이 된다.

$$I_{leak} \leq j \cdot I \quad \text{식(7)}$$

인접 화소간의 휘도 차를 인간의 눈으로 모르도록 하기 위해서는, 누설 전류량은 식(7)을 만족할 필요가 있다.

어느 화소에서의 누설 전류량 I_{leak} 는, 그의 화소와 캡 충전부를 통해 인접하는 화소의 전부가 오프 상태일 때, 가장 커진다. 이때, I_{leak} 와 전하 수송층의 시트 저항 ρs_{ctl} 의 관계는, 다음 식과 같이 된다.

$$I_{leak} \cdot R_{gap} = V_{on_ng} - V_{off} \quad \text{식(8)}$$

$$R_{gap} = a \cdot \rho s_{ctl} \quad \text{식(9)}$$

(단, R_{gap} 은 인접하는 다른 화소간의 캡 충전부의 저항을, V_{on_ng} 는 온 상태에서 누전이 발생되어 있는 누전 화소의 제1 전극 전위(제1 전극이 단순 매트릭스의 주사 전극인 경우는 주사 온 상태의 전위)를, V_{off} 는 누전 화소에 인접하는 화소의 오프 상태의 제1 전극 전위(제1 전극이 단순 매트릭스의 주사 전극인 경우는 주사 오프 상태의 전위)를, ρs_{ctl} 은 제1 전극 측으로 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항을, a 는 캡 충전부의 형상에서 요구되는 계수를, 각각 나타낸다.)

I_{leak} 가 그다지 크지 않을 때, 온 상태의 누전 화소의 제1 전극 전위 V_{on_ng} 가 누전 화소에 인접하는 화소의 온 상태의 제1 전극 전위와 대략 같기 때문에, 식(8), 식(9)로부터, 인접 화소간의 전하 수송층의 시트 저항은 다음 식과 같이 된다.

$$\rho s_{ctl} = (V_{on} - V_{off}) / (I_{leak} \cdot a) \quad \text{식(10)}$$

(단, V_{on} 은 누전 화소에 인접하는 화소의 온 상태의 제1 전극 전위를 각각 나타낸다.)

식(10)으로부터 알 수 있는 바와 같이, 누설 전류량 I_{leak} 는 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항 ρ_{s_ctl} 이 클수록 적어진다. 즉, I_{leak} 가 상한이 될 때, ρ_{s_ctl} 은 하한치를 취한다. 따라서, 식(6), 식(10)으로부터, I_{leak} 의 허용치의 상한 I_{leak_max} 와, 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항 ρ_{s_ctl} 의 하한 $\rho_{s_ctl_min}$ 을 정할 수 있다. 구체적으로는, 식(7) 및 식(10)으로부터, 하한 $\rho_{s_ctl_min}$ 은, 다음 식과 같이 된다.

$$\rho_{s_ctl_min} = (V_{on} - V_{off}) / (j \cdot I \cdot a) \quad \text{식(11)}$$

따라서, 본 발명에 의한 유기 EL 소자는, 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항 ρ_{s_ctl} 을 상기와 같이 구한 $\rho_{s_ctl_min}$ 보다 크게 한다.

인간이 변화 있다고 인식할 수 있는 인접 화소의 휘도의 비율 j 의 값은, 표시 장치의 용도, 관찰자에 의해 다르다. j 의 값은 어떤 정도가 되는지, 이하의 실험에 의해 구한다. 실험 결과로부터, j 의 값은 바람직하게는 0.08 이하, 더 바람직하게는 0.05 이하가 바람직한 것을 알았다. 이 j 의 값과 식(11)로부터, 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항 ρ_{s_ctl} 의 하한 $\rho_{s_ctl_min}$ 을 정할 수 있다.

{인접 화소의 휘도 차의 실험}

인간이 변화 있다고 인식할 수 있는 인접 화소의 휘도 차의 비율 j 의 값에 관한 실험을 행한다.

녹색 단색의 256×64도트 유기 EL 패널로, 좌측 반을 휘도 100cd/m²으로 발광시키고, 우측 반은 휘도를 100cd/m²부터 서서히 떨어뜨려 피실험자 26명에 보였다. 휘도의 변화를 인식할 수 있었던 시점에서 피실험자로 신호를 하게 하고, 그때의 우측 반의 휘도를 기록, 어떤 정도의 휘도 차의 비율이 인간에게 알려지는지 조사했다. 예컨대, 우측 반의 휘도가 97cd/m² 시에 피실험자가 휘도 변화 신호한 경우, 그 피실험자가 인식 가능했던 휘도 차 이른바 휘도 차 계수는, 3%($j=0.03$)이라는 것으로 된다.

표1에, 피실험자가 인식한 휘도 차와 인원수를 나타낸다. 거의 휘도 차 5%($j=0.05$)에서 반수의 사람이, 휘도 차 8%($j=0.08$)에서는 전원이, 휘도 차를 인식하는 것을 알았다.

[표 1]

피실험자가 인식한 휘도차 (%)	인식한 인원수 (인)	누계 인원수 (인)	누계 인원수 비율(%)
1	2	2	7.7
2	0	2	7.7
3	1	3	11.5
4	5	8	30.8
5	6	14	53.8
6	9	23	88.5
7	1	24	92.3
8	2	26	100

(1-2)인접 화소 휘도와 계조--

표시 장치에 있어서, 발광부의 최대 휘도 및 최소 휘도의 사이를 소정 레벨로 분할하여 휘도 계조로서, 예컨대, 24계조라면 1/24, 32계조라면 1/32 등의 복수의 휘도 레벨을 나누어 표시하는 경우가 있다. 계조 표시에 있어서 어떤 레벨 이상의 누전 화소가 있으면, 인접 화소간의 휘도 차가 인식되어 계조와 휘도의 역전이 일어난다. 계조와 휘도의 역전 방지를 위해서는, 누전이 생겨 휘도가 저하된 화소가, 원하는 계조보다 한 레벨 낮은 계조에서의 정상인 화소의 휘도보다 밝게 발광하여야 한다. 즉, 어떤 계조에 있어서, 다음 식을 만족시킬 필요가 있다.

$$L_{ng}(n) > L(n-1) \quad \text{식(14)}$$

(단, $L(m)$ 은 정상인(누전이 없는) 화소의 계조 m 에서의 휘도를, $L_{ng}(m)$ 은 누전이 발생되어 있는 화소의 계조 m 에서의 휘도를 각각 나타낸다.)

유기 EL 소자에서는, 소자를 흐르는 전류와, 발광 휘도는 비례한다. 또한, 화소의 평균 휘도는 소자가 실제로 발광하고 있는 시간에 비례한다. 간단화를 위해, 구형파로 소자를 구동하는 경우를 생각하면, 누전 유무와 상관없이,

$$L(m) = \alpha \cdot I(m) \cdot t(m) \quad \text{식(15)}$$

(단, $I(m)$ 은 계조 m 에서의 화소에 공급되는 전류를, $t(m)$ 은 계조 m 에서의 화소의 발광 시간을, 각각 나타낸다.)

식(14)와 식(15)에서, 다음 식이 얻어진다.

$$I_{ng}(n) \cdot t(n) > I(n-1) \cdot t(n-1) \quad \text{식(16)}$$

누전에 의한 전류량을 I_{leak} 라고 하면, 다음 식이 얻어진다.

$$I_{ng}(n) = I(n) - I_{leak}(n) \quad \text{식(17)}$$

(단, $I_{leak}(n)$ 은 계조 n의 화소에서의 누전에 의해 캡 충전부를 통해 인접 화소에 흘러 버리는 전류를 나타낸다.)

식(16)과 식(17)에서, 다음 식이 얻어진다.

$$I_{leak}(n) \cdot t(n) < I(n) \cdot t(n) - I(n-1) \cdot t(n-1) \quad \text{식(18)}$$

따라서, 모든 계조 n에서, 식(18)을 만족할 필요가 있다.

어느 화소에서의 누설 전류량 $I_{leak}(n)$ 은, 그의 화소와 캡 충전부를 통해 인접하는 화소의 전부가 오프 상태 일때, 가장 커진다. 이때, I_{leak} 와 전하 수송층의 시트 저항 ρs_{ctl} 의 관계는, 다음 식으로 표현된다.

$$I_{leak}(n) \cdot R_{gap} = V_{on_ng}(n) - V_{off} \quad \text{식(19)}$$

$$R_{gap} = a \cdot \rho s_{ctl} \quad \text{식(20)}$$

(단, R_{gap} 은 인접하는 다른 화소 간의 저항, $V_{on_ng}(n)$ 은 온 상태, 계조 n일 때, 누전이 발생되어 있는 화소의 제1 전극 전위($n \geq 1$)(제1 전극이 단순 매트릭스의 주사 전극인 경우는, 주사 온 상태의 전위)를, V_{off} 는 인접하는 화소의 오프 상태, 제1 전극 전위(일반적으로, 최저 계조 시의 제1 전극 전위 $V_{on}(0)$ 에 동일하. 단, 제1 전극이 단순 매트릭스의 주사 전극인 경우는, 주사 오프 상태의 전위)를, ρs_{ctl} 는 제1 전극 측으로 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항을, a는 캡 충전부의 형상에서 요구되는 계수를, 각각 나타낸다.)

식(19), 식(20)에서, 다음 식이 얻어진다.

$$\rho s_{ctl} = (V_{on_ng}(n) - V_{off}) / (I_{leak}(n) \cdot a) \quad \text{식(21)}$$

식(21)로부터 알 수 있는 바와 같이, 누설 전류량 $I_{leak}(n)$ 은 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항 ρs_{ctl} 이 클수록 적어진다. 즉, I_{leak} 가 상한이 될 때, ρs_{ctl} 은 하한치를 취한다. 따라서, 식(18), 식(21)로부터, $I_{leak}(n)$ 의 허용치의 상한 I_{leak_max} 와, 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항 ρs_{ctl} 의 하한 ρs_{ctl_min} 을 정할 수 있다.

본 발명에 의한 유기 EL 소자는, 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항 ρs_{ctl} 을 상기와 같이 인간이 휘도 변화 있다고 인식할 수 있는 인접 화소의 휘도 차의 비율 j의 값에 기초하여 ρs_{ctl_min} 보다 크게 한다.

이하, 더욱 구체적인 계조 표현 방법의 예를 들어, 본 발명을 더욱 상세하게 설명한다.

계조 m과 휘도의 설정에 의해, 휘도 $L(m)$ 은 결정된다. 예컨대, $m=0 \sim (K-1)$ 의 계조 수 K의 구동 방법에 있어서, 최대 계조일 때의 휘도 $L(K-1)$, 최소 계조일 때의 휘도 $L(0)$ 을 제로로 하고, 그 동안의 중반 계조는 계조와 휘도를 비례하게 한다.

즉, 계조를 리니어로 취하는 일반적인 설정에 있어서, 휘도 $L(m)$ 은 다음 식과 같이 나타낸다.

$$L(m)=m \cdot L(K-1)/(K-1) \text{ 식(22)}$$

(단, $L(K-1)$ 은 계조 m 에서의 계조수 $K-1$ 의 휘도를 나타낸다.)

또한, 식(15)로부터 $m=K-1$ 에서는 다음 식과 같이 나타낸다.

$$L(K-1)=\alpha \cdot I(K-1) \cdot t(K-1) \text{ 식(23)}$$

(단, $I(K-1)$ 은 계조 m 에서의 계조수 $K-1$ 의 화소에 흐르는 전류를, $t(K-1)$ 은 계조 m 에서의 계조수 $K-1$ 의 화소의 발광 시간을, 각각 나타낸다.)

식(22), 식(23)으로부터, 다음 식이 얻어진다.

$$L(m)=m \cdot \alpha \cdot I(K-1) \cdot t(K-1)/(K-1) \text{ 식(24)}$$

식(15)와 식(24)의 우변끼리를 같다고 하면, 다음 식이 얻어진다.

$$I(m) \cdot t(m)=m \cdot I(K-1) \cdot t(K-1)/(K-1) \text{ 식(25)}$$

식(25)로부터 식(18)의 우변은 다음 식과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} & I(n) \cdot t(n)-I(n-1) \cdot t(n-1) \\ &=n \cdot I(K-1) \cdot t(K-1)/(K-1)-(n-1) \cdot I(K-1) \cdot t(K-1)/(K-1) \\ &=I(K-1) \cdot t(K-1)/(K-1) \text{ 식(26)} \end{aligned}$$

따라서, 식(18)은 다음 식과 같이 나타낸다.

$$I_{\text{leak}}(n) \cdot t(n)<I(K-1) \cdot t(K-1)/(K-1) \text{ 식(27)}$$

식(21), 식(27)을 만족하는 I_{leak} 의 상한 $I_{\text{leak_max}}$ 와, 베타 형성된 전하

수송층의 시트 저항 ρs_{ctl} 하한 $\rho s_{\text{ctl_min}}$ 을 구한다.

여기에서, 계조 표현을, (a)펄스폭 변조로 행하는 경우(전류를 흘려 보내는 시간의 길이에 의해 계조 표현한다), (b)펄스 진폭 변조로 행하는 경우(흘려 보내는 전류의 크기에 의해 계조 표현한다),로 나누어 생각한다.

(1a)펄스폭 변조로 행하는 경우--

펄스폭 변조는, 펄스의 진폭(=전류)을 일정으로 하여, 펄스의 길이(=전류를 인가하는 시간)에 의해 계조 표현을 행한다. 즉, 다음 식과 같이 나타낸다.

$$I(m)=I_{\text{const}} \text{ 식(28)}$$

(단, I_{const} 는 일정의 구동 전류를 나타낸다.)

식(25), 식(28)로부터, 다음 식이 얻어진다.

$$t(m) = m \cdot t(K-1) / (K-1) \quad \text{식(29)}$$

식(27), 식(28), 식(29)로부터, 다음 식이 얻어진다.

$$I_{leak}(n) < I_{const} / n \quad \text{식(30)}$$

식(30)으로부터 $I_{leak}(n)$ 이 상한이 되는 것은, n 이 최대, 즉 $n=K-1$ 일 때에, 다음 식과 같이 나타낸다.

$$I_{leak_max} = I_{leak}(K-1) = I_{const} / (K-1) \quad \text{식(31)}$$

식(21), 식(28), 식(31)로부터, 다음 식이 얻어진다.

$$\rho s_{ctl_min} = (V_{on_ng}(K-1) - V_{off}) \cdot (K-1) / (I_{const} \cdot a) \quad \text{식(32)}$$

$V_{on_ng}(m)$ 의 값은, 누설 전류량으로부터 정해진다, 즉 ρs_{ctl} 에 의해 정해져서, 식(32)로부터 ρs_{ctl_min} 을 간단히 정할 수 없다. 그러나, 누전이 없는 경우의 화소의 제1 전극 구동 전압 $V_{on}(m)$ 은, 소자 특성으로부터 구해진다. 상기한 바와 같이, 정전류 구동에서는 누전이 없는 경우에 비해, 누전이 있는 화소의 구동 전압이 낮아지기 때문에, 제1 전극 구동 전압 $V_{on}(m)$ 은 다음 식과 같이 나타낸다.

$$V_{on}(m) > V_{on_ng}(m) \quad \text{식(33)}$$

(단, $V_{on}(n)$ 은 온 상태, 계조 n 일 때, 누전이 없는 화소의 제1 전극 전위($n \geq 1$)(제1 전극이 단순 매트릭스의 주사 전극인 경우는, 주사 온 상태의 전압)를 나타낸다.)

식(32)에서 $V_{on_ng}(m)$ 대신에 $V_{on}(m)$ 이라 하면, ρs_{ctl_min} 의 값은 커지게 된다, 즉, ρs_{ctl} 의 하한이 커지고 조건은 엄격해지기 때문에, 다음 식과 같이 나타내진다.

$$\rho s_{ctl_min} = (V_{on}(K-1) - V_{off}) \cdot (K-1) / (I_{const} \cdot a) \quad \text{식(34)}$$

이 식에서 ρs_{ctl_min} 을 구하고, ρs_{ctl} 의 값을 이 값 이상으로 하면, 된다.

(1b)펄스 진폭 변조로 행하는 경우--

펄스 진폭 변조는, 펄스의 길이(=전류를 인가하는 시간)를 일정으로 하고, 진폭(=전류)에 의해 계조 표현을 행한다. 즉,

$$t(m) = t_{const} \quad \text{식(35)}$$

(단, t_{const} 는 일정의 구동 시간을 나타낸다.)

식(25), 식(35)로부터, 다음 식이 얻어진다.

$$I(m) = m \cdot I(K-1)/(K-1) \quad \text{식(36)}$$

식(27), 식(35), 식(36)으로부터, 다음 식이 얻어진다.

$$I_{\text{leak}}(n) < I(K-1)/(K-1) \quad \text{식(37)}$$

식(21), 식(37)에서, 다음 식이 얻어진다.

$$(V_{\text{on_ng}}(n) - V_{\text{off}}) / (\rho s_{\text{ctl}} \cdot a) < I(K-1)/(K-1) \quad \text{식(38)}$$

$$\therefore \rho s_{\text{ctl}} > (V_{\text{on_ng}}(n) - V_{\text{off}}) \cdot (K-1) / (a \cdot I(K-1)) \quad \text{식(39)}$$

식(39)에서 언더진 조건들 중 가장 엄격한, 즉 ρs_{ctl} 의 값이 가장 크게 되는 것은, $V_{\text{on_ng}}(n)$ 이 최대, 즉 $n=k-1$ 일 때에, 식(39)를 등식으로 하여, 다음 식이 얻어진다.

$$\rho s_{\text{ctl_min}} = (V_{\text{on_ng}}(k-1) - V_{\text{off}}) \cdot (K-1) / (a \cdot I(K-1)) \quad \text{식(40)}$$

상기한 바와 같이, 식(40)에서 $V_{\text{on_ng}}(m)$ 대신에 $V_{\text{on}}(m)$ 이라 하면, $\rho s_{\text{ctl_min}}$ 의 값은 커진다, 즉, ρs_{ctl} 의 하한이 커지고 조건은 엄격해지기 때문에,

$$\rho s_{\text{ctl_min}} = (V_{\text{on}}(K-1) - V_{\text{off}}) \cdot (K-1) / (a \cdot I(K-1)) \quad \text{식(41)}$$

로써 $\rho s_{\text{ctl_min}}$ 을 구하고, ρs_{ctl} 의 값을 이값 이상으로 하면, 된다.

(2)화소의 구동을 정전압 구동에 하는 경우--

정전압 구동은, 휘도에 따라 일정한 전압을 화소에 인가함에 의해 소자를 구동하는 구동 방법이다.

정전류 구동에서는, 구동 회로의 전류 용량이 충분하면, 누전에 의해 화소에 흐르는 전류가 작게 되지 않고 화소의 휘도는 유지된다. 즉, 누전이 생겨도, 화소의 구동 전압은 영향을 받지 않는다. 즉,

$$V_{\text{on_ng}}(m) = V_{\text{on}}(m) \quad \text{식(50)}$$

한편, 정전압 구동에서는, 누전에 의해 전류량이 늘고, 그 만큼 소비전력이 증가한다.

소비전력의 증가를 억제하기 위해서는, 소자에 흐르는 전류에 대해 누설 전류량을, 바람직하게는 1/10 이하, 더욱 바람직하게는 1/100 이하로 억제하는 것이 좋다. 즉,

$$I_{\text{leak}}(n) = b \cdot I(n) \quad \text{식(51)}$$

로 한 경우, b의 값이, 바람직하게는 1/10 이하, 더욱 바람직하게는 1/100 이하로 되는 것이다. 식(21)을 변형하여, 다음 식이 얻어진다.

$$I_{leak}(n) = (V_{on_ng}(n) - V_{off}) / (\rho s_{ctl} \cdot a) \quad \text{식(52)}$$

식(50), 식(51), 식(52)에서, 다음 식이 얻어진다.

$$b = (V_{on}(n) - V_{off}) / (I(n) \cdot \rho s_{ctl} \cdot a) \quad \text{식(53)}$$

모든 n에 대해서, 식(53)으로부터 구해지는 b의 값을, 바람직하게는 1/10 이하, 더욱 바람직하게는 1/100 이하로 하는 것이 바람직하다. 식(52)에서 $b=1/10$ 이라고 했을 때 베타 형성된 전하 수송층의 시트 저항 ρs_{ctl} 의 하한 ρs_{ctl_min10} 과, $b=1/100$ 이라 했을 때의 ρs_{ctl} 의 하한 ρs_{ctl_min100} 을 구한다.

본 발명에서는, ρs_{ctl} 을 바람직하게 ρs_{ctl_min10} 이상, 더욱 바람직하게는 ρs_{ctl_min100} 이상으로 한다.

여기에서, 계조 표현을, (a)펄스폭 변조로 하는 경우(전류를 흘려 보내는 시간의 길이에 의해 계조 표현한다), (b)펄스 진폭 변조로 행하는 경우(흘려 보내는 전류의 크기에 의해 계조 표현한다),로 나누어 생각한다.

(2a)펄스폭 변조로 행하는 경우--

펄스폭 변조는, 펄스의 진폭(=전압)을 일정으로 하고, 펄스의 길이(=전압을 인가하는 시간)에 의해 계조 표현을 행한다. 전압이 일정이면, 화소에 흐르는 전류 I(m)도 일정하게 된다. 즉, 다음 식으로 표현된다.

$$V_{on}(m) = V_{const} \quad \text{식(54)}$$

$$I(m) = I_{const} \quad \text{식(55)}$$

(단, V_{const} 는 일정한 구동 전압을, I_{const} 는 전압이 V_{const} 시에 화소에 흐르는 전류(계조에 의하지 않음)를 나타낸다.)

식(53), 식(54), 식(55)에서, 다음 식이 얻어진다.

$$b = (V_{const} - V_{off}) / (I_{const} \cdot \rho s_{ctl} \cdot a) \quad \text{식(56)}$$

식(56)을 변형하여, 다음 식이 얻어진다.

$$\rho s_{ctl} = (V_{const} - V_{off}) / (b \cdot a \cdot I_{const}) \quad \text{식(57)}$$

식(57)에 있어서, $b=1/10$, $1/100$ 로서, 다음 식이 얻어진다.

$$\rho s_{ctl10} = 10 \cdot (V_{const} - V_{off}) / (I_{const} \cdot a) \quad \text{식(58)}$$

$$\rho s_{ctl100} = 100 \cdot (V_{const} - V_{off}) / (I_{const} \cdot a) \quad \text{식(59)}$$

이들 식에 의해, ρs_{ctl_min10} , ρs_{ctl_min100} 을 구할 수 있다.

(2b) 펄스 진폭 변조로 행하는 경우--

펄스 진폭 변조는, 펄스의 길이(=전압을 인가하는 시간)를 일정으로 하여, 진폭(=전압)에 의해 계조 표현을 행한다. 즉, 다음 식으로 표현된다.

$$t(m) = t_{const} \quad \text{식(60)}$$

(단, t_{const} 는 일정 구동 시간을 나타낸다.)

식(53)에서, 다음 식이 얻어진다.

$$\rho s_{ctl} = (V_{const} - V_{off}) / (b \cdot a \cdot I(n)) \quad \text{식(61)}$$

식(61)은 식(60)에 의해 특히 변화를 받지 않는다. 유기 EL 소자는 다이오드와 같은 특성을 가지기 때문에, 전압의 증가에 따라, 전류가 지수 함수적으로 증가한다. 즉, n 이 작을수록, $V_{on}(n) / I(n)$ 의 값은 커진다. 또한, n 이 작을수록, $V_{off} / I(n)$ 의 값도 커지기 때문에, 식(61)에서 조건이 가장 엄격한, 즉 b 가 최대가 되는 것은, n 이 최소, $n=1$ 일 때에, $b=1/10$, $1/100$ 로서, 다음 식이 얻어진다.

$$\rho s_{ctl10} = 10 \cdot (V_{on}(1) - V_{off}) / (I(1) \cdot a) \quad \text{식(62)}$$

$$\rho s_{ctl100} = 100 \cdot (V_{on}(1) - V_{off}) / (I(1) \cdot a) \quad \text{식(63)}$$

이들 식으로부터, ρs_{ctl_min10} , ρs_{ctl_min100} 을 구할 수 있다.

또한, 어떠한 구동법의 경우에도, 전하 수송층의 저항이 지나치게 크면 소자의 구동 전압이 높아지고, 소자 특성이 열화되어 버리기 때문에, 일본 공개 특허 공보 제1998-92584호에 기재된 바와 같이, 전하 수송층의 시트 저항은, $10^{16} \Omega/\square$ 보다, 바람직하게는 $10^{15} \Omega/\square$ 보다, 더 바람직하게는 $10^{14} \Omega/\square$ 보다 적은 것이 바람직하다.

본 발명에 의한 유기 EL 소자에 사용되는 전극, 유기 기능층에는 기존의 재료를 이용할 수 있다. 특히, 도전성을 갖는 전하 수송층에는, 예컨대, 금속 산화물, 금속 질화물, 도전성 고분자 등을 사용할 수 있다. 이러한 재료를 본 발명에 적용시키기 위해서는, 시트 저항을 제어할 필요가 있다. 시트 저항을 제어하기 위해서는, 막 두께를 제어하는 것이 가장 간편한 방법이다. 또한, 비저항을 제어하는 방법도 있다. 구체적으로는, 금속 산화물 중의 산소량을 변화시키거나, 금속 질화물 중의 질소량을 변화시키거나, 도판트에 의해 도전성을 부여하는 타입의 도전성 고분자에서는, 도판트량을 변화시킴으로써, 시트 저항을 제어할 수 있다.

{실시에 및 비교예}

이하와 같은 순서로, 본 발명에 의한 발광 디스플레이 패널을 제작했다.

(1)제1 전극(양극)의 형성--

글라스 기판상에 ITO를 150nm 스퍼터법에 의해 성막한다. 다음으로 토고 응화사 제품 포토레지스트 AZ6112를 ITO막 상에 패턴 형성했다. 이 기판을 염화 제2 철 수용액과 염산의 혼합액 중에 침적하고, 레지스트로 덮혀 있지 않은 부분의 ITO를 에칭했다. 마지막으로 기판을 아세톤 중에 침지하고 레지스트를 제거, 라인수480개로 이루어지는 스트라이프 형태의 전극 패턴을 얻었다. 스트라이프 형태의 ITO 패턴은, 라인 폭 120 μ m, 갭 w는 10 μ m,(피치 130 μ m)이었다. 또한, ITO 라인의 표시부에서의 길이 l은 46.8mm이었다.

(2)도전성 전하 수송층의 형성--

(1)의 기판을 충분히 세정한 후, 닛산 화학공업(주) 제품의 폴리어닐링 용액을 스핀코트했다. 계속하여 스핀 코트한 막에 대해서, 표시부 이외의 불필요한 부분을 아세톤으로 닦아내었다. 또한, 4개의 조건(샘플 A~D)에 기판을 핫플레이트에서 가열, 용매를 증발시키고, 표시부에 20nm의 폴리어닐링 막을 형성한다. 샘플A~D의 가열 조건을 표2에 나타낸다.

표2

샘플	가열 조건		시트 저항 ($\Omega/\square$)
	온도 ($^{\circ}\text{C}$)	시간 (min)	
A	200	15	8.0E+09
B		30	5.4E+09
C		60	4.0E+08
D		240	1.2E+11

형성한 폴리어닐링 막에 대해서, 시트 저항을 미츠비시 화학 제품 MCP-HT2

60에 의해 측정했다. 측정 결과도 표2에 나타낸다.

가열 조건에 의해 폴리어닐링 막의 시트 저항이 변화했지만, 이는, 막의 산화 상태가, 가열 상태에 의해 다르기 때문이라고 생각된다.

(3)다른 유기 기능층, 제2 전극(음극)의 형성--

(2)의 기판 상에, 도전성 전하 수송층 이외의 유기 기능층으로서 α -NPD를 25nm, Alq3을 60nm, 마스크를 사용한 증착법에 의해 표시부에 형성했다.

또한 음극으로서, Al-Li 합금을 100nm, 라인 폭 250 μ m, 갭 140 μ m, (피치 390 μ m)의 스트라이프 120개로 된 형태의 마스크를 이용한 증착법에 의해 형성한다.

형성한 α -NPD막의 시트 저항을, (1)과 동일하게 측정하였으나, 저항이 너무 커서 측정 불가능했다. 측정기의 측정 범위에서, α -NPD 막의 시트 저항은 $1 \times 10^{15} \Omega/\square$ 이상이라고 생각된다.

(4)봉입--

오목부를 만들고, 그 오목부에 건조제를 붙인 글라스판을, (3)의 기판에 UV경화형 접착제를 사용하여 접착하여 봉입함에 의해, 본 발명에 의해 480 $\times$ 120화소의 단순 매트릭스로 이루어지는 유기 EL 소자를 완성했다.

(5)구동 회로의 접속 및 조정--

(4)의 소자를, 원하는 구동 회로에 접속하고, 온 상태의 최대 계조에서의 화소의 휘도 $L_{(K-1)}$ 이, 100cd/m^2 가 되도록 구동 회로를 조정했다. 이 때, 화소에 대해서, 양극으로 인가하는 전압 $V_{\text{on}(K-1)}$ 은 10.5V, 오프 상태의 양극에 인가하는 전압 V_{Off} 는 3.5V, 온 상태에서 소자의 음극 측에 관계하는 전압은 0V(GND)이었다. 계조 수 K를 256, 64, 16, 2로 하고, 계조를 리니어로 설정했을 때, 여러 가지의 구동 방법으로 소자를 발광시키면, 표3과 같은 구동 전압과 구동 전류로 되었다.

표3A

계조 K	구동방법	변조방법	구동 전압			
			V_{off} (V)	V_{on} (V)	$V_{\text{on}(K-1)}$ (V)	V_{const} (V)
256	정전압	펄스폭	3.50	-	10.50	-
256		진폭	3.50	-	10.50	-
256	정전압	펄스폭	3.50	-	-	10.50
256		진폭	3.50	4.50	-	-
64	정전압	펄스폭	3.50	-	10.50	-
64		진폭	3.50	-	10.50	-
64	정전압	펄스폭	3.50	-	-	10.50
64		진폭	3.50	5.10	-	-
16	정전압	펄스폭	3.50	-	10.50	-
16		진폭	3.50	-	10.50	-
16	정전압	펄스폭	3.50	-	-	10.50
16		진폭	3.50	6.20	-	-
4	정전압	펄스폭	3.50	-	10.50	-
4		진폭	3.50	-	10.50	-
4	정전압	펄스폭	3.50	-	-	10.50
4		진폭	3.50	8.30	-	-

표3B

계조 K	구동 방법	변조 방법	구동 전류		
			$I_{(1)}$ (A)	$I_{(K-1)}$ (A)	I_{const} (A)
256	정전압	펄스폭	-	-	$7.40\text{E-}05$
256		진폭	$2.90\text{E-}07$	$7.40\text{E-}05$	-
256	정전압	펄스폭	$7.40\text{E-}05$	-	-
256		진폭	$2.90\text{E-}07$	-	-
64	정전압	펄스폭	-	-	$7.40\text{E-}05$
64		진폭	$1.17\text{E-}06$	$7.40\text{E-}05$	-
64	정전압	펄스폭	$7.40\text{E-}05$	-	-
64		진폭	$1.17\text{E-}06$	-	-
16	정전압	펄스폭	-	-	$7.40\text{E-}05$
16		진폭	$4.93\text{E-}06$	$7.40\text{E-}05$	-
16	정전압	펄스폭	$7.40\text{E-}05$	-	-
16		진폭	$4.93\text{E-}06$	-	-
4	정전압	펄스폭	-	-	$7.40\text{E-}05$
4		진폭	$2.47\text{E-}05$	$7.40\text{E-}05$	-
4	정전압	펄스폭	$7.40\text{E-}05$	-	-
4		진폭	$2.47\text{E-}05$	-	-

표3C

계조 K	구동 방법	변조 방법	시트 저항의 하한 (계산치)		
			$\rho s_{\text{ctl_min}}$ ($\Omega/\square$)	$\rho s_{\text{ctl}10}$ ($\Omega/\square$)	$\rho s_{\text{ctl}100}$ ($\Omega/\square$)
256	정전압	펄스폭	2.3E+11	-	-
256		진폭	2.3E+11	-	-
256	정전압	펄스폭	-	8.9E+09	8.9E+10
256		진폭	-	3.2E+11	3.2E+12
64	정전압	펄스폭	5.6E+10	-	-
64		진폭	5.6E+10	-	-
64	정전압	펄스폭	-	8.9E+09	8.9E+10
64		진폭	-	1.3E+11	1.3E+12
16	정전압	펄스폭	1.3E+10	-	-
16		진폭	1.3E+10	-	-
16	정전압	펄스폭	-	8.9E+09	8.9E+10
16		진폭	-	5.1E+10	5.1E+11
4	정전압	펄스폭	2.7E+09	-	-
4		진폭	2.7E+09	-	-
4	정전압	펄스폭	-	8.9E+09	8.9E+10
4		진폭	-	1.8E+10	1.8E+11

갭 충전부 형상에서 정해지는 계수 a는, 갭 폭 D, 전극 길이 M을 이용하여, $a=D/2M=0.010\text{mm}/2\cdot46.8\text{mm}\doteq1.07\times10^{-4}$ 으로 계산된다.

α -NPD의 시트 저항은, 폴리머닐링 막에 비하면, 2자리수 이상 높기 때문에, 제작한 소자에 대해서 제1 전하 수송층의 시트 저항을 계산할 때에는, 폴리머닐링 막의 시트 저항만을 생각하면 된다

표3의 구동 조건에서의 필요한 시트 저항을, 본 발명에 의해 구하고, 표3에

추가하여 나타낸다. 폴리머닐링 막의 시트 저항이, 산출된 표3의 시트 저항의 하한보다도 큰 경우가, 본 발명의 실시예로 되고, 적은 경우는 비교예가 된다. 제작한 소자와 구동 조건에 의해 실시예, 비교예의 어디에 해당하는지 분류하여, 표4에 나타낸다. 또한, 정전압 구동의 경우는 $\rho s_{\text{ctl_min}10}$ 의 값을 기준으로 하여 판단

했다.

표4·

계조 K	구동 방법	변조 방법	폴리어널링 가열 조건			
			A	B	C	D
256	정전류	펄스폭	×	×	×	×
256		진폭	×	×	×	×
256	정전류	펄스폭	×	×	×	○
256		진폭	×	×	×	×
64	정전류	펄스폭	×	×	×	○
64		진폭	×	×	×	○
64	정전류	펄스폭	×	×	×	○
64		진폭	×	×	×	×
16	정전류	펄스폭	×	×	×	○
16		진폭	×	×	×	○
16	정전류	펄스폭	×	×	×	○
16		진폭	×	×	×	○
4	정전류	펄스폭	○	○	×	○
4		진폭	○	○	×	○
4	정전류	펄스폭	×	×	×	○
4		진폭	×	×	×	○

주)표중, ○가 실시예, ×가 비교예

제작한 소자를, 정전류 구동하고, 제1 전극 라인이 3라인 간격으로 점등(최대 계조), 비점등(최소 계조)을 반복하는 패턴으로 점등시켜, 발광 상태를 관찰했다.

발광 상태를 광학 현미경으로 관찰하자, 특히 폴리어널링 막의 시트 저항이 낮은 가열 조건 C에 의한 소자에서 누전에 의한 휘도의 저하를 보였다. 가열 조건 C에 의한 소자의 발광 상태에서는, 인접하는 비점등 제1 전극 라인에 전류가 누설하고, 휘도가 저하하는 상태를 확인 가능했다.

한편, 시트 저항이 높은 가열 조건 D에서는 누전에 의한 휘도의 저하는 대부분 볼 수 없었다.

화소의 휘도를, 최대 계조의 한 레벨 아래의 계조에서 전 점등(누전이 생기지 않는 조건)한 경우와, 최대 계조에서 제1 전극을 1라인마다 점등(누전이 가장 커지는 조건)한 경우에서, 측정하여 비교하자, 표4에 나타내는 실시예의 조건에서는, 계조의 역전이 생기지 않았다.

상기에서는, 제1 전극 측의 제1 전하 수송층의 시트 저항에 대해서 설명했지만, 제2 전극 측의 제2 전하 수송층의 시트 저항에 관해서도, 동일하게 하한치를 구할 수 있다.

본 발명에 의한 유기 EL 소자는, 전하 수송층의 시트 저항을, 전극의 형상 등 소자의 구조나, 구동 조건으로부터 도출된, 최적의 시트 저항으로 설정한 때문에, 화소를 정전압 구동하는 경우, 누전에 의해 인접하는 화소의 전극으로 흘러드는 발광에 기여하지 않는 여분의 전류량을 파악할 수 있고, 소비전력을 억제할 수 있다. 정전류 구동한 경우의 메리트는 표시 품질이 높아지는 것이다.

또한, 복수의 소자에 공통으로 전하 수송층을 형성할 수 있기 때문에, 공정이 간편하다. 또한, 전하 수송층이 전면에서 완전하게 형성되기 때문에, 양극-음극 사이의 쇼트가 작게 발생된다.

이상과 같이 본 발명에 의하면, 도전성 고분자 등, 비교적 저항이 낮은 도전성 전하 수송층을 사용하여, 화소간의 누전 문제가 없고, 또한 신뢰성이나 소자 성능이 높은 유기 EL 디스플레이를 간편한 공정으로 실현할 수 있다.

{전극 형상에 의한 캡 충전부의 저항}

상기 식(2), 식(9) 및 식(20)에 나타난 인접하는 화소 간의 갭 충전부의 저항과 그 시트 저항의 관계를 상술한다. 유기 EL 표시 패널의 각각의 유기 EL 소자의 형상은 복잡하고, 갭 충전부의 형상에서 구해지는 계수 a의 값은 단순히 정해지지 않고, 각각의 화소 또는 전극 형상에 더하여 갭 충전부의 저항 R_{gap}을 계산할 필요가 있기 때문에, 계수 a는 그것들의 형상에 따라 결정된다.

(1)단순 매트릭스 패널의 경우--

도8에 나타내는 바와 같이, 패시브 매트릭스형의 유기 EL 표시 패널의 복수의 화소는, 갭 충전부 GF를 통해 나란히 놓여진 양극 라인 L상에 배치된다. 양극 라인과 다른 양극 라인이 어떤 장소에서도 등거리(피치)에 형성되기 때문에, R_{gap}은 라인 간 거리 D에 비례하고, 라인 길이 M에 반비례한다. 또한, 점등 화소의 양극 라인의 양이웃의 라인이 오프 상태에서 전압이 커져 전류가 누설하는 경우 등의 최악 사태를 고려하면, 다음 식과 같이 된다.

$$R_{gap} = \rho s_{ctl} \cdot D / 2M \quad \text{식(73)}$$

(단, D는 라인 간 거리를, M은 라인 길이를 각각 나타낸다)

따라서, 상기 식(2)를 감안하고, 갭 충전부의 형상에서 구해진 계수 a는 다음 식과 같이 된다.

$$a = D / 2M \quad \text{식(74)}$$

(2)액티브 매트릭스 패널의 경우--

액티브 매트릭스형의 유기 EL 표시 패널에서는 복수의 화소가 각각 독립하여, 화소(발광부)마다 FET(Field Effect Transistor) 및 콘덴서 등으로 된 TFT(Thin Film Transistor) 회로가 제공된다. 도9에 나타내는 바와 같이, 발광부의 표시 전극(12D)은 기판상에 갭 충전부 GF를 통해 전면에서 퍼져있게 되어, R_{gap}은, 예컨대 구형이라 하면 일변의 길이를 L_x, L_y로 하고 표시 전극 간 거리를 D_x, D_y라고 하면, 다음 식과 같이 근사된다.

$$R_{gap} = \rho s_{ctl} / [2 \cdot \{(M_x / D_y) + (M_y / D_x)\}] \quad \text{식(75)}$$

따라서, 상기 식(2)를 감안하고, 갭 충전부의 형상에서 구해진 계수 a는 다음 식과 같이 된다.

$$a = D / [2 \cdot \{(M_x / D_y) + (M_y / D_x)\}] \quad \text{식(76)}$$

(3)세그먼트 디스플레이 패널의 경우--

도10에 나타내는 바와 같이, 세그먼트형의 유기 EL 표시 패널에서는 임의 형상의 화소의 복수가 기판상에 갭 충전부 GF를 통해 배치되기 때문에, 세그먼트 전극(12S)는 그의 주위 각점에서 다른 세그먼트 전극으로의 거리가 모두 다르다.

세그먼트의 주위 길이를 M_{seg}로 하고, 그것을 n분할한다. 각각의 근방에서 다른 세그먼트의 거리를 D_i로 하여, 저항을 계산할 수 있고, 그것의 병렬화가, 전체의 저항 R_{gap}로 되는 R_{gap}는, 다음 식과 같이 근사된다. 실제로는, n을 유한의 값으로 하여 계산하면 된다.

$$\frac{1}{R_{gap}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{M_{seg}}{\rho s_{ctl} \cdot n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i}$$

식(77)

따라서, 상기 식(2)를 감안하고, 갭 충전부의 형상에서 구해진 계수 a는 다음 식을 만족시키도록 설정한다.

$$\frac{1}{a} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{M_{seg}}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{Di}$$

식(78)

{다른 실시예}

상기 실시예에서는, 갭 충전부와 함께 베타 형성 전하 수송층에 폴리머닐링 막을 소자마다 동일 막 두께로 형성한 단색 발광 패널에 대해서 설명했지만, 본 발명은, 다색 발광 패널에도 적용할 수 있다. 갭 충전부가 공통으로 성막되어 있으면 되고, 소자마다 다른 막 두께로 전하 수송층이 형성되어 있어도 된다.

도11에 나타내는 바와 같이, 글라스 등의 투명 기판(1) 위의 ITO등의 제1 전극(12)(양극) 위에, 예컨대, 소자의 전하 수송층으로서 정공 수송층 32R, 32G, 32B를 형성하지만, 예컨대, 적 녹 청 RGB의 각 발광부에 대해 정공 수송층의 막 두께가 다르도록, 예컨대, 각각 50nm, 70nm, 100nm으로 되도록 성막한다. 먼저, RGB의 각 발광 영역에 성막해야 할 막 두께에서 공통 막 두께를 차감하며 그 차감분만 성막한다. 즉, 각 발광 영역의 공통 막 두께의 50nm을 차감한 막 두께, 20nm, 50nm을 GB 발광 영역으로 각각 성막한다. 녹 발광부 G에 대응하는 발광 영역에 정공 수송층 재료를 20nm, 청 발광부 B에는 50nm만큼 성막한다. 다음, RGB 발광 영역에 공통으로 50nm의 막 두께가 되도록 동일한 정공 수송층 재료를 일괄하여 성막한다. 이와 같이 하여 RGB의 각 발광 영역에 대해 다른 막 두께의 정공 수송층을 형성한다. 정공 수송층 성막 후, 각각 발광층 32R, 33G, 33B를 성막하고, 공통의 전자 수송층(23)을 성막하여 유기 기능층을 완성한 후, 예컨대 금속으로 이루어지는 제2 전극(음극)(14)을 유기 기능층 상에 형성함에 따라 유기 EL 표시 패널을 제작할 수 있다. 이 경우, 유기 EL 소자에서의 전하 수송층 (정공 수송층)의 시트 저항은 공통의 갭 충전부와 다르게 되고, 막 두께가 증가한 만큼, 그 갭 충전부에서 낮아진다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

각각 제1 및 제2 표시 전극 및 상기 제1 및 제2 표시 전극 간에 협지 또한 적층된 적어도 1층의 유기화합물로 이루어지는 발광층을 포함하는 유기 기능층으로 된 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자와, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자를 담지하는 기판으로 이루어진 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널에 있어서, 상기 유기 기능층은, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자에 공통으로 형성되어 전하 수송성을 갖는 적어도 1층의 공통층을 포함하고, 상기 공통층은, 상기 복수의 유기 일렉트로루미네스스 소자 사이에 연재하는 갭 충전부를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네스스 패널.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 갭 충전부의 시트 저항 ρs_{ctl_min} 은, 식,

$$\rho s_{ctl_min} \geq (V_{on} - V_{off}) / (j \cdot I \cdot a)$$

(단, ρs_{ctl_min} 은 시트 저항 ρs_{ctl} 의 하한을, V_{on} 은 온 상태에서 누전이 없는 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 상기 제1 및 제2 표시 전극 간 전압을, V_{off} 는 인접하는 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 오프 상태에서의 상기 제1 및 제2 표시 전극 간 전압을, j는 0.08 이하의 휘도차 계수를, I은 구동 전류를, a는 상기 갭 충전부의 형상에서 구해지는 계수를, 각각 나타낸다.)을 만족하는 값인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 갭 충전부의 시트 저항 ρs_ctl_min 은, 식,

$$\rho s_ctl_min \geq (V_{on}(K-1) - V_{off}) \cdot (K-1) / (I_{const} \cdot a)$$

(단, ρs_ctl_min 은 시트 저항 ρs_ctl 의 하한을, K는 표시하는 계조수를, $V_{on}(m)$ 은 온 상태에서의 계조 $m(m \geq 1$ 의 정수)일 때, 누전이 없는 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 상기 제1 및 제2 표시 전극 간 전압을, V_{off} 는 인접한 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 오프 상태에서의 상기 제1 및 제2 표시 전극 간 전압을, I_{const} 는 일정치의 구동 전류를, a는 상기 갭 충전부의 형상에서 구해진 계수를, 각각 나타낸다.)을 만족하는 값인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 갭 충전부의 시트 저항 ρs_ctl_min 은, 식,

$$\rho s_ctl_min \geq (V_{on}(K-1) - V_{off}) \cdot (K-1) / (a \cdot I(K-1))$$

(단, ρs_ctl_min 은 시트 저항 ρs_ctl 의 하한을, K는 표시하는 계조수를, $V_{on}(n)$ 은 온 상태, 계조 n ($n \geq 1$ 의 정수)일 때, 누전이 없는 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 상기 제1 및 제2 표시 전극 간 전압을, V_{off} 는 인접한 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 오프 상태에서의 상기 제1 및 제2 표시 전극 간 전압을, $I(m)$ 은 계조 m에서 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자로 흐르는 전류를, a는 상기 갭 충전부의 형상에서 구해진 계수를, 각각 나타낸다.)을 만족하는 값인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 갭 충전부의 시트 저항 ρs_ctl10 은, 식,

$$\rho s_ctl10 \geq 10 \cdot (V_{const} - V_{off}) / (I(m) \cdot a)$$

(단, ρs_ctl10 은 시트 저항 ρs_ctl 의 하한을, V_{const} 는 일정한 구동 전압을, V_{off} 는 인접한 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 오프 상태에서의 상기 제1 및 제2 표시 전극 간 전압을, $I(m)$ 은 계조 $m(m \geq 1$ 의 정수)에서 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자로 흐르는 전류를, a는 상기 갭 충전부의 형상에서 구해진 계수를, 각각 나타낸다.)을 만족하는 값인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널.

청구항 6.

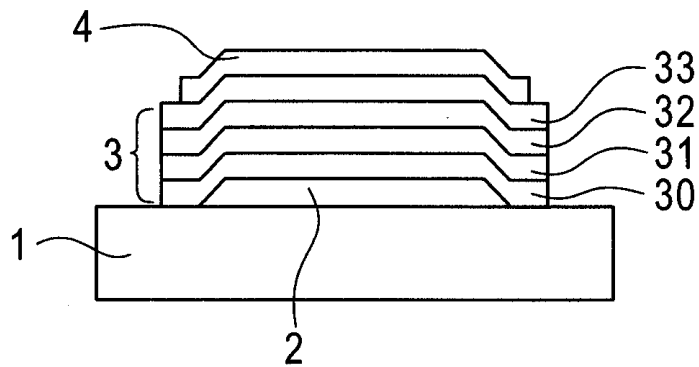
제1항에 있어서, 상기 갭 충전부의 시트 저항 ρs_ctl10 은, 식,

$$\rho s_ctl10 \geq 10 \cdot (V_{on}(1) - V_{off}) / (I(1) \cdot a)$$

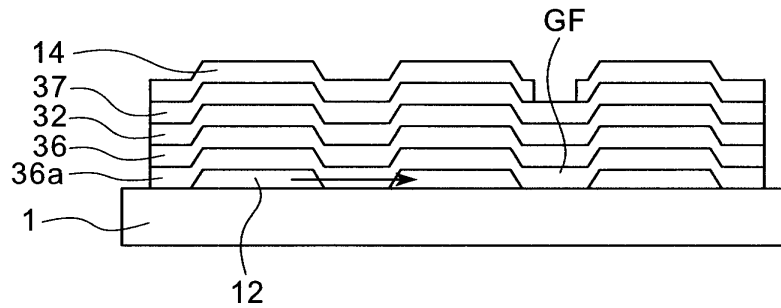
(단, ρs_{ctl10} 은 시트 저항 ρs_{ctl} 의 하한을, $V(m)$ 은 계조 m 에서의 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 구동 전압을, V_{off} 는 인접한 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자의 오프 상태에서의 상기 제1 및 제2 표시 전극 간 전압을 $I(m)$ 은 계조 $m(m \geq 1$ 의 정수)에서 상기 유기 일렉트로루미네스스 소자로 흐르는 전류를, a 는 상기 갭 충전부의 형상에서 구해진 계수를, 각각 나타낸다.)을 만족하는 값인 것을 특징으로 하는 유기 일렉트로루미네스스 표시 패널.

도면

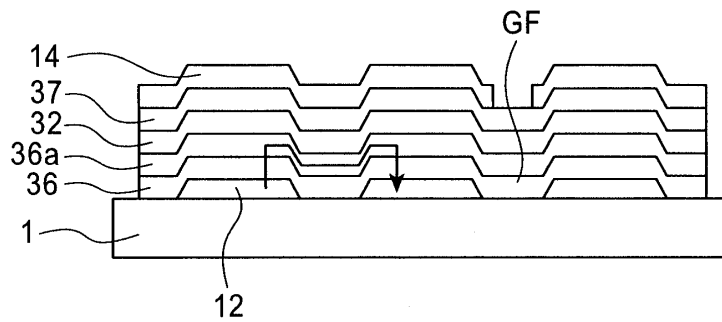
도면1



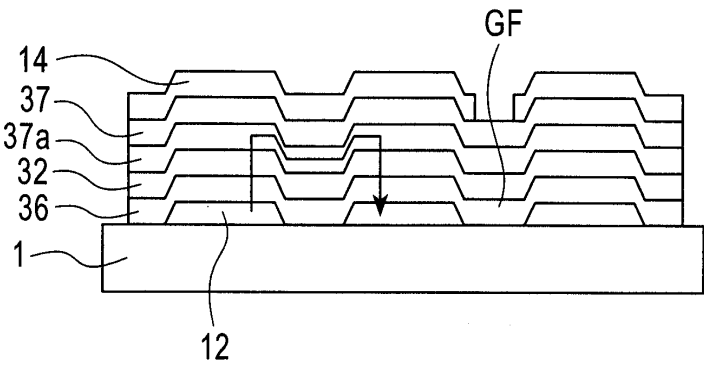
도면2



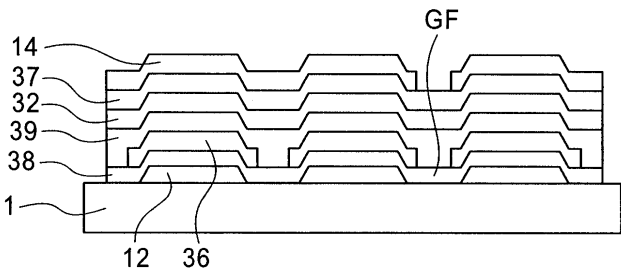
도면3



도면4



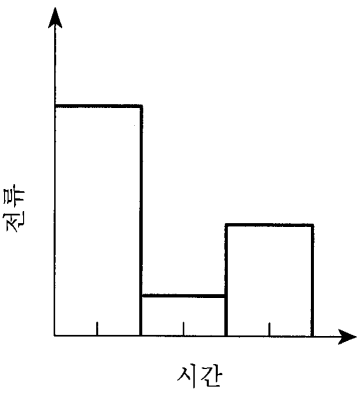
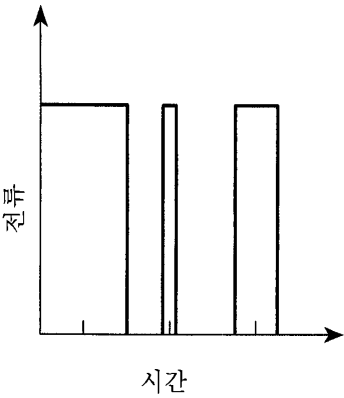
도면5



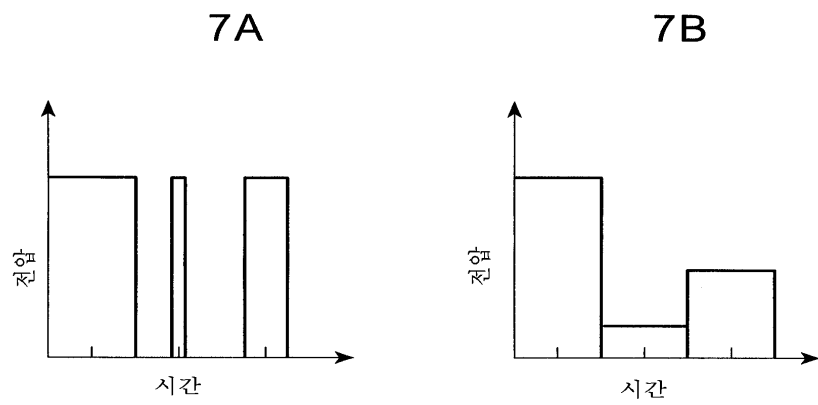
도면6

6A

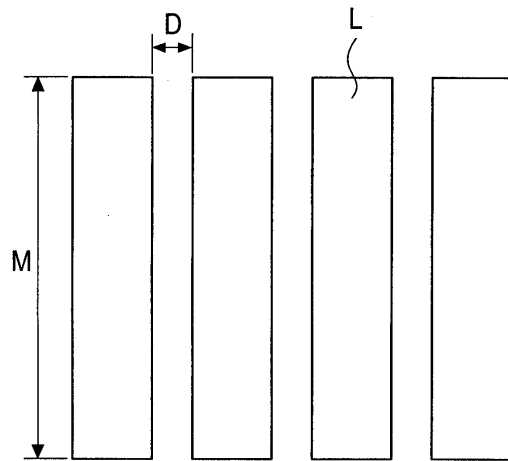
6B



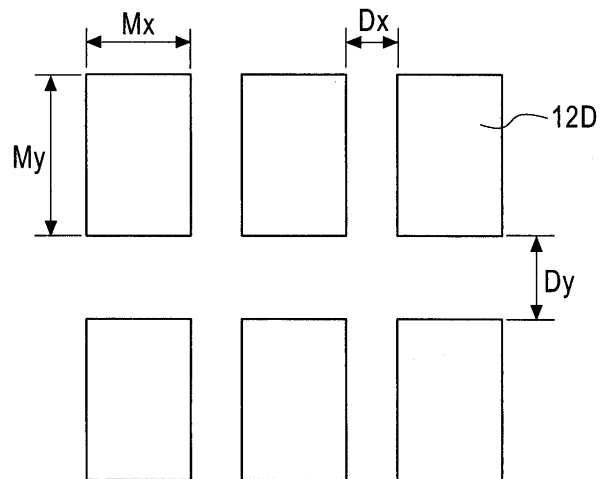
도면7



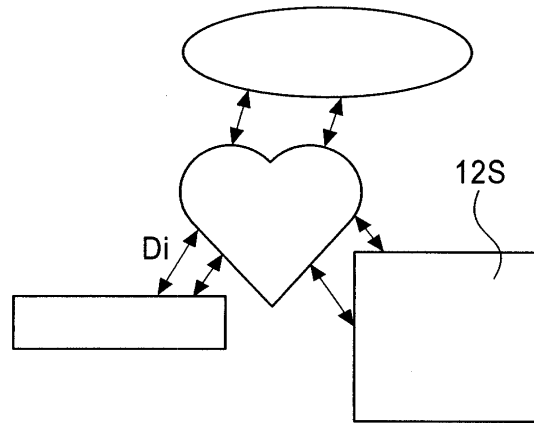
도면8



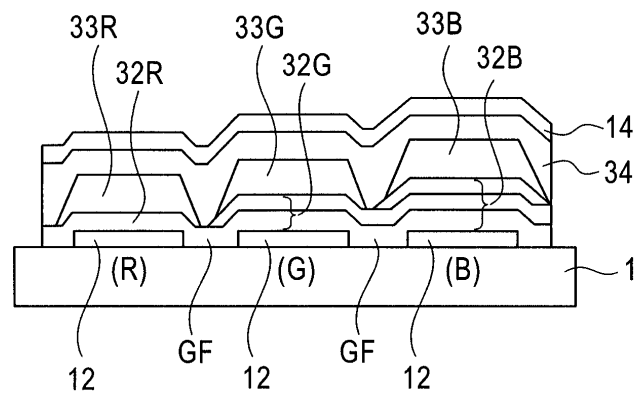
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	有机电致发光显示板		
公开(公告)号	KR1020060064685A	公开(公告)日	2006-06-13
申请号	KR1020067007063	申请日	2004-10-14
[标]申请(专利权)人(译)	日本先锋公司		
申请(专利权)人(译)	先锋株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	先锋株式会社		
[标]发明人	NAGAYAMA KENICHI 나가야마켄이치 OCHI HIDEO 오치히데오 ISHIZUKA SHINICHI 이시주가신이치 SHIRATORI MASAHIRO 시라토리마사히로 IWASAKI SHINGO 이와사키신고		
发明人	나가야마켄이치 오치히데오 이시주가신이치 시라토리마사히로 이와사키신고		
IPC分类号	H05B33/14 H05B33/22 C09K11/06 H01L27/32 H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3244 H01L27/3281 H01L51/5048		
优先权	2003356438 2003-10-16 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种没有像素之间短路的有机电致发光显示板。多个有机电致发光器件，每个有机电致发光器件具有有机功能层，所述有机功能层包括由保持在第一和第二显示电极之间以及第一和第二显示电极之间的至少一种有机化合物组成的发光层，一种有机电致发光显示面板，包括承载多个有机电致发光元件的基板，其中所述有机功能层组包括与所述多个有机电致发光元件共同形成并具有电荷传输性的至少一个有机电致发光元件。层和公共层具有在多个有机电致发光元件之间延伸的间隙填充部分。 五

