



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0082473
(43) 공개일자 2008년09월11일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) Int. Cl.
<i>H05B 33/20</i> (2006.01) <i>H01L 51/54</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-0020045</p> <p>(22) 출원일자 2008년03월04일
심사청구일자 없음</p> <p>(30) 우선권주장
JP-P-2007-00056599 2007년03월07일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
소니 가부시끼 가이샤
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1</p> <p>(72) 발명자
감베 에미코
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 가부시끼 가이샤내
나카무라 아키후미
일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 가부시끼 가이샤내
(뒷면에 계속)</p> <p>(74) 대리인
유미특허법인</p> |
|--|--|

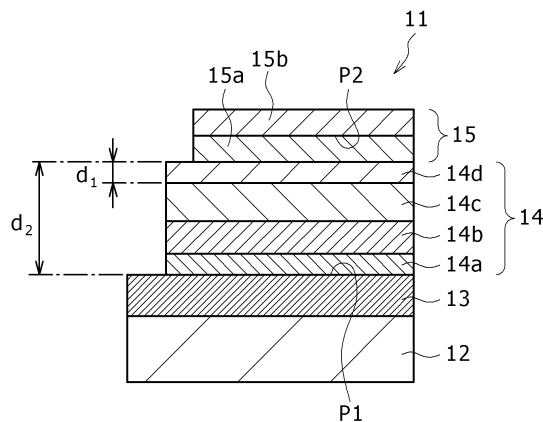
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 유기 전계 발광 소자 및 표시 장치

(57) 요약

본 발명은 양극, 음극 및 상기 양극과 음극 사이에 협지되어 있으며, 적어도 발광층을 가지는 유기층으로 형성되는 유기 전계 발광 소자를 제공한다. 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층은 상기 음극과 발광층 사이에 배치된다. 상기 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층은 양극과 발광층 사이에 배치된 정공 공급층보다 두꺼운 막 두께를 가진다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

기지마 야스노리

일본국 도쿄도 미나토쿠 코난 1-7-1 소니 가부시키
가이사내

야마모토 히로시

일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 1-1 이
데미쓰 고산가부시키 가이사내

특허청구의 범위

청구항 1

양극(anode), 음극(cathode) 및 상기 양극과 음극의 사이에 협지되고, 적어도 발광층을 가지는 유기층을 구비한 유기 전계 발광 소자에 있어서,

상기 음극과 상기 발광층 사이에는 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층이 배치되어 있으며, 상기 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층은 상기 양극과 상기 발광층 사이에 배치되는 정공 공급층보다 두꺼운 막 두께로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층의 막 두께는 70nm 이상인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 정공 공급층의 막 두께는 60nm 이하인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층과 상기 유기층이 하기 식의 관계를 만족시키도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자:

$$0.90 > d_1/d_2 > 0.30$$

식에서, d_1 은 상기 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층의 막 두께이며, 식에서 d_2 는 상기 유기층의 막 두께임.

청구항 5

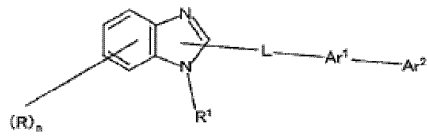
제1항에 있어서,

상기 질소 함유 복소환 유도체는 벤즈이미다졸 유도체인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

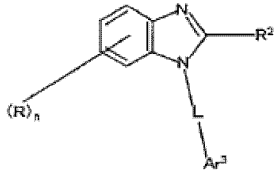
청구항 6

제5항에 있어서,

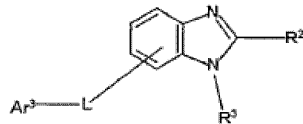
상기 벤즈이미다졸 유도체는 하기 일반식(1), (2) 또는 (3)으로 표시되는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자:



..... 일반식(1)



..... 일반식(2)



..... 일반식(3)

여기에서, R은 수소 원자, 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알킬기 또는 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알콕시기이며, n은 0~4의 정수이며,

R¹은 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알킬기 또는 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알콕시기이며,

R² 및 R³은 각각 독립적으로, 수소 원자, 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알킬기 또는 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알콕시기이며,

L은 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴렌기, 치환기를 가질 수 있는 피리디닐렌기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀리닐렌기 또는 치환기를 가질 수 있는 플루오레닐렌기이며,

Ar¹은 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴렌기, 치환기를 가질 수 있는 피리디닐렌기 또는 치환기를 가질 수 있는 퀴놀리닐렌기이며,

Ar²은 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알킬기 또는 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알콕시기이며,

Ar³은 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알킬기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알콕시기, 또는 -Ar¹-Ar²로 표시되는 기(Ar¹ 및 Ar²는 상술한 바와 동일함)임.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 정공 공급층과 상기 양극의 계면 측에는, 아자트리페닐렌 유도체를 포함하는 층이 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 8

양극, 음극 및 상기 양극과 음극 사이에 협지되고 적어도 발광층을 가지는 유기층을 구비한 유기 전계 발광 소

자, 및 상기 각 유기 전계 발광 소자가 배열되어 형성되어 있는 기관을 구비한 표시 장치에 있어서,

상기 음극과 상기 발광층 사이에는, 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층이 배치되어 있으며, 상기 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층은 상기 양극과 상기 발광층의 사이에 배치되는 정공 공급층보다 두꺼운 막 두께로 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 표시 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 관련 출원의 교차 참조

<2> 본 출원은 2007년 3월 7일에 일본 특허청에 출원된 일본 특허 출원 제2007-056599호를 우선권으로 주장하며, 동 문헌의 전문이 원용에 의해 본 명세서에 포함된다.

<3> 기술 분야

<4> 본 발명은 유기 전계 발광 소자(소위 "유기 EL 소자") 및 표시 장치에 관한 것으로서, 특히, 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 전자 수송층을 구비한 유기 전계 발광 소자 및 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

<5> 유기 재료의 전계 발광(electroluminescent)(이하 "EL"이라 지칭함)을 이용한 유기 전계 발광 소자(소위 유기 EL 소자)는, 양극과 음극의 사이에 유기 정공 수송층 및 유기 발광층을 적층시킨 유기층을 설치하여 형성되며, 저전압 직류 구동에 의한 고휘도 발광이 가능한 발광 소자로서 주목받고 있다.

<6> 도 12는 이러한 유기 전계 발광 소자의 일 구성예를 나타내는 단면도이다. 이 도면에 도시한 유기 전계 발광 소자(51)는, 예를 들면 유리 등으로 형성되는 투명한 기관(52) 상에 형성되어 있으며, 기관(52) 상에 형성된 양극(53), 양극(53) 상에 형성된 유기층(54), 및 유기층(54) 상에 형성된 음극(55)으로 구성되어 있다. 유기층(54)은 양극(53) 측에서부터, 정공 주입층(54a), 정공 수송층(54b), 발광층(54c) 및 전자 수송층(54d)을 순차적으로 적층시킨 구성을 가진다. 이러한 유기 전계 발광 소자(51)에서는, 음극(55)으로부터 주입된 전자와 양극(53)로부터 주입된 정공이 발광층(54c)에서 재결합하고, 이 재결합시에 발생하는 광이 양극(53) 또는 음극(55)을 통하여 방출된다. 또한, 유기 전계 발광 소자로서는, 기관측에서부터 순차적으로, 음극, 유기층, 양극을 적층한 구성도 있다.

<7> 상술한 바와 같은 유기 전계 발광 소자는 최근, 고효율화, 장수명화가 더욱 요구되고 있다. 종래, 전자 수송층(54d)으로서, 예를 들면 8-히드록시퀴놀린알루미늄(Alq3)이 이용되어 왔다. Alq3은 전자 이동도가 낮기 때문에, Alq3보다 높은 전자 이동도를 가진 재료로서, 페난트롤린(phenanthroline) 유도체(예를 들면, Applied Physics Letter(미국), 76(2), 197-199, January 10, 2002(이하, 비특허 문헌 1이라 지칭함) 참조) 및 실롤(silole) 유도체(예를 들면, Applied Physics Letter(미국), 80(2), 189-191, January 14, 2002(이하, 비특허 문헌 2라 지칭함) 참조)가 보고되고 있다. 이들 전자 수송 재료를 이용함으로써 전자 주입이 강화되어, 전자와 정공의 재결합 영역이 홀 주입 전극(양극(53)) 측으로 집중되기 때문에, 재결합 확률이 향상되고, 발광 효율이 높아지는 동시에, 저전압 구동이 가능하다는 장점이 있다. 한편, 전자와 정공의 재결합 영역이 양극(53) 측으로 이동하기 때문에, 정공 수송층(54b)에 도달하는 전자의 양이 많아진다. 정공 수송층(54b)으로서 일반적으로 이용되는 트리페닐아민 유도체는 전자를 받아들이면 대단히 불안정해져서 열화된다. 그 결과, 발광 소자의 발광 수명이 짧아진다.

<8> 따라서, 소자 전체의 캐리어 밸런스를 조정하기 위하여, 발광층과 전자 수송층 사이에 정공 수송성이 높은 층이 배치된 유기 전계 발광 소자의 예가 개시되어 있다(예를 들면, 국제 공개 WO 2004/077886 A 팜플렛(이하, 특허 문헌 1이라 지칭함) 및 특개 2006-66890호 공보(이하, 특허 문헌 2라 지칭함) 참조).

<9> 양극 및 음극 사이의 쇼트를 방지하여, 발광 불량의 발생을 경감하기 위하여, 유기층은 어느 정도 이상의 막 두께가 필요하다. 그리고, 일반적으로, 높은 이동도를 나타내는 정공 수송층을 선택하고, 이를 두껍게 퇴적하는 것이 행해지고 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 및 특개 2005-101008호 공보(이하, 특허 문헌 3이라 지칭함) 참조).

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <10> 하지만, 특허 문헌 1, 2에 기재된 바와 같이, 발광층과 전자 수송층 사이에 정공 수송성이 높은 층이 배치된 유기 전계 발광 소자에서는, 전자 수송성이 저하되므로, 구동 전압의 상승 및 캐리어 부족에 의해 전류 효율이 나빠진다는 문제가 있다.
- <11> 또한, 비특허 문헌 1, 2에 기재된 바와 같이, 전자 수송층(54d)으로서 고효율 발광이 가능한 높은 전자 이동도를 가지는 재료를 이용할 경우, 특허 문헌 1, 3의 정공 수송층(54a)을 두껍게 퇴적시키는 구조에서는 막 두께가 두껍기 때문에, 정공 수송이 제한되는데도 불구하고 전자 공급이 강화되어, 캐리어 밸런스가 나빠지고, 수명 대단히 짧아진다는 문제가 있다.
- <12> 따라서, 본 발명은 고효율화와 장수명화의 양쪽을 실현할 수 있는 유기 전계 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- <13> 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기 전계 발광 소자는, 양극과 음극 사이에 적어도 발광층을 가지는 유기층을 협지하여 형성되는 유기 전계 발광 소자에 있어서, 음극과 발광층 사이에는, 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층이 배치되어 있으며, 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층은 양극과 발광층 사이에 배치되는 정공 공급층보다 두꺼운 막 두께로 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- <14> 또한, 본 발명의 표시 장치는, 양극과 음극 사이에 적어도 발광층을 가지는 유기층을 협지하여 형성되는 유기 전계 발광 소자를 기판 상에 배열하여 형성되는 표시 장치에 있어서, 음극과 발광층 사이에는, 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층이 배치되어 있으며, 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층은 양극과 발광층 사이에 배치되는 정공 공급층보다 두꺼운 막 두께로 형성되는 것을 특징으로 한다.
- <15> 이러한 유기 전계 발광 소자 및 표시 장치에 의하면, 음극과 발광층 사이에 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층이 배치되어 있으며, 질소 함유 복소환 유도체는 높은 전자 공급능을 가진다. 따라서, 질소 함유 복소환 유도체를 가지는 층이 정공 공급층보다 두꺼운 막 두께로 형성될지라도, 낮은 구동 전압으로 고효율화에 필요 충분한 발광층으로의 전자 공급이 가능해진다. 또한, 양극과 발광층 사이에 배치되는 정공 공급층은 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층보다 얇은 막 두께로 형성되므로, 정공의 공급을 증대시킬 수 있다. 이렇게 함으로써, 정공과 전자의 과부족이 없으며, 캐리어 공급량도 충분히 많은 캐리어 밸런스를 얻을 수 있으므로, 높은 발광 효율을 얻을 수 있다. 또한, 정공과 전자의 과부족이 없기 때문에, 캐리어 밸런스가 잘 무너지지 않으며, 구동 열화가 억제되어, 발광 수명을 향상시킬 수 있다.

효과

- <16> 상술한 바와 같이, 본 발명의 유기 전계 발광 소자 및 표시 장치에 의하면, 고효율화와 장수명화를 도모할 수 있으므로, 저소비 전력으로 장기 신뢰성이 우수한 디스플레이를 실현할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <17> 이하, 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다.
- <18> 도 1은 본 발명의 유기 전계 발광 소자의 일 구성예를 나타내는 단면도이다. 이 도면에 도시된 유기 전계 발광 소자(11)는 기판(12) 상에 형성된 양극(13), 이 양극(13) 상에 형성된 유기층(14), 이 유기층(14) 상에 형성된 음극(15)을 구비하고 있다.
- <19> 이하의 설명에 있어서는, 양극(13)으로부터 주입된 정공과 음극(15)으로부터 주입된 전자가 발광층(14c) 내에서 재결합할 경우에 발생한 발광광을, 기판(12)과 반대측의 음극(15) 측으로부터 방출하는 상면 발광 방식의 유기 전계 발광 소자(11)의 구성을 설명한다.
- <20> 우선, 유기 전계 발광 소자(11)가 형성된 기판(12)은 유리와 같은 투명 기판이나, 실리콘 기판, 필름형 가요성 기판 등의 중에서 적절하게 선택한다. 이러한 복수의 유기 전계 발광 소자(11)를 이용하여 구성되는 표시 장치의 구동 방식이 액티브 매트릭스 방식일 경우, 기판(12)으로서 화소마다 TFT가 설치된 TFT 기판을 이용할 수 있다. 이 경우, 이 표시 장치는 상면 발광 방식의 유기 전계 발광 소자(11)를 TFT를 이용하여 구동하는 구조가

된다.

- <21> 상기 기판(12) 상에 하부 전극으로서 형성되는 양극(13)은 효율적으로 정공을 주입하기 위하여 진공 준위(vacuum level)로부터의 일 함수가 큰 전극 재료, 예를 들면 크롬(Cr), 금(Au), 산화주석(SnO₂)과 안티몬(Sb)의 합금, 산화아연(ZnO)과 알루미늄(Al)의 합금, 은(Ag) 합금, 이들 금속이나 합금의 산화물 등을 단독으로 또는 조합하여 이용할 수 있다.
- <22> 유기 전계 발광 소자(11)가 상면 발광 방식일 경우에는, 양극(13)을 고반사율 재료로 구성함으로써, 간접 효과 및 고반사율 효과에 의하여 외부로의 광인출 효율을 개선할 수 있다. 이러한 전극 재료로서는, 예를 들면 Al, Ag 등을 주성분으로 하는 전극을 이용하는 것이 바람직하다. 이들 고반사율 재료층 상에, 예를 들면 ITO와 같은 일 함수가 큰 투명 전극 재료층을 형성함으로써 캐리어 주입 효율을 향상시킬 수도 있다.
- <23> 양극(13)을 Al 합금으로 구성하고, Al 합금의 부성분으로서, 주성분인 Al보다 상대적으로 일 함수가 작은, 예를 들면 네오디뮴 등의 금속을 이용하면, Al 합금의 안정성이 향상되며, 반사율이 높고, 안정적인 양극을 실현할 수 있다. 이 경우, ITO와 같은 일 함수가 큰 투명 전극 재료층의 양극에 비하여 일 함수가 작아질 경우가 많아서, 일반적으로 이용할 수 있는 아민계 정공 주입층만으로는 정공 주입 장벽이 커질 경우가 많다. 따라서, 아민 재료와 F4TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane) 등의 억셉터(acceptor) 재료를 혼합한 층이나 PEDOT-PSS(폴리에틸렌디옥시티오펜-폴리스티렌술포산) 등의 소위 p-도프층을 양극 계면에 형성하거나, 후술하는 아자트리페닐렌 유도체를 이용함으로써, 저구동 전압을 얻을 수 있다. 소자 안정성과 저구동 전압의 면에서 아자트리페닐렌 유도체가 특히 바람직하다.
- <24> 이러한 복수의 유기 전계 발광 소자(11)를 이용하여 구성되는 표시 장치의 구동 방식이 액티브 매트릭스 방식일 경우, 양극(13)은 TFT가 형성된 화소마다 패턴 형성되어 있다. 그리고, 양극(13)의 상층에는, 여기에서는 용도 설명을 생략한 절연막이 형성되어 있으며, 이 절연막의 개구부를 통하여 각 화소의 양극(13) 표면이 노출된다.
- <25> 한편, 음극(15)은 일 함수가 작은 재료를 이용하여 유기층(14)과 접하는 층이 구성된다. 광투과성이 양호한 구성인 것이 바람직하다. 이러한 구성으로서, 예를 들면, 음극(15)은 양극(13) 측으로부터 순서대로 제1 층(15a), 제2 층(15b)이 적층된 구조로 되어 있다.
- <26> 제1 층(15a)은 일 함수가 작고, 또한 광투과성이 양호한 재료를 이용하여 구성된다. 이러한 재료로서는, 예를 들면 Li₂O, Cs₂CO₃, Cs₂SO₄, MgF, LiF 및 CaF₂ 등의 알칼리 금속 산화물, 알칼리 금속 플루오르화물, 알칼리 토류 금속 산화물, 알칼리 토류 플루오르화물을 들 수 있다. 한편, 제2 층(15b)은 박막의 MgAg 전극이나 Ca 전극 등의 광투과성을 가지는 도전성이 양호한 재료로 구성된다. 이 유기 전계 발광 소자(11)는, 특히 양극(13)과 음극(15) 사이에서 발광광을 공진시켜서 방출시키는 공진기 구조(resonator configuration)로 구성되는 상면 발광 소자일 경우에는, 예를 들면 Mg-Ag와 같은 반투과성 반사 재료를 이용하여 제2 층(15b)을 구성하고, 제2 층(15b)과 양극(13) 사이에서 발광광을 공진시킨다. 또한, 상기 제2 층(15b)은, 예를 들면 투명한 SiNx 화합물로 형성되고, 전극의 열화 억제를 위한 밀봉 전극으로서 형성된다.
- <27> 상기 제1 층(15a), 제2 층(15b)은 진공 증착법, 스퍼터링법, 그 밖의 플라즈마 CVD법 등의 방법에 의해 형성될 수 있다. 이러한 유기 전계 발광 소자를 이용하여 구성되는 표시 장치의 구동 방식이 액티브 매트릭스 방식일 경우, 음극(15)은 여기에서는 용도 설명을 생략한 양극(13)의 주변을 덮는 절연막 및 유기층(14)에 의해, 양극(13)에 대하여 절연된 상태로 기판(12) 상에 고체막형으로 형성되어, 각 화소에 공통 전극으로서 이용될 수도 있다.
- <28> 상술한 양극(13) 및 음극(15) 사이에 협지되는 유기층(14)은 적어도 발광층을 가지며, 양극(13) 측에서 순서대로, 양극(13)으로부터 발광층에 정공을 공급하는 정공 공급층, 발광층, 후술하는 음극으로부터 전자를 발광층에 공급하는 전자 공급층을 적층하여 형성된다. 구체적으로는, 양극(13) 측에서 순서대로, 정공 주입층(14a) 및 정공 수송층(14b)으로 형성되는 정공 공급층, 발광층(14c), 전자 수송층(14d)(전자 공급층)을 적층하여 형성된다. 이들 각 층은, 예를 들면 진공 증착법이나, 예를 들면 스핀 코팅법 등의 다른 방법에 의해 형성된 유기층으로 형성될 수 있다.
- <29> 본 발명의 특징적인 구성으로서, 상기 발광층(14c)과 음극(15) 사이에 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층이 배치되어 있다. 구체적으로는, 전자 수송층(14d)이 질소 함유 복소환 유도체를 포함한다. 이 전자 수송층(14d)은 정공 공급층, 즉 정공 주입층(14a) 및 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께보다 두꺼운 막 두께로 형성된다. 질소 함유 복소환 유도체는 전자 공급능이 높기 때문에, 전자 수송층(14d)이 정공 주입층(14a) 및 정공 수

송층(14b)의 전체 막 두께보다 두꺼운 막 두께로 형성되어 있어도, 낮은 구동 전압으로도 전자의 공급을 높은 상태로 유지할 수 있다. 또한, 전자 수송층(14d)이 정공 주입층(14a) 및 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께보다 두꺼운 막 두께로 형성되어 있으므로, 전자 수송층(14d)의 두께에 의해, 양극(13)과 음극(15)의 쇼트를 방지할 수도 있다.

<30> 상기 전자 수송층(14d)은 70nm 이상의 막 두께로 형성되는 것이 바람직하다. 70nm 이상의 막 두께로 형성됨으로써, 전자 공급이 과도하지 않고, 정공 공급과의 균형을 맞출 수 있으므로 바람직하다. 게다가, 상기 전자 수송층(14d)의 막 두께 d_1 과 유기층(14)의 막 두께 d_2 의 관계가 $0.90 > d_1/d_2 > 0.30$ 을 만족시키도록 구성하면, 정공과 전자의 공급 밸런스가 용이하게 유지되고, 장수명화를 도모할 수 있으므로 바람직하다.

<31> 상기 유기 전계 발광 소자(11)를 양극(13)과 음극(15) 사이에서 발광광을 공진시켜서 방출시키는 공진기 구조로 함으로써, 인출광의 색순도를 향상시켜서, 공진의 중심 파장 부근의 인출광의 강도를 향상시킬 수 있다. 양극(13)의 발광층(14c) 측의 반사 단부면(P1), 음극(15)의 발광층(14c) 측의 반사 단부면(P2)라 하고, 유기층(14)을 공진부로 하여, 발광층(14c)에서 발생한 광을 공진시켜서 제2 단부 측으로부터 방출하는 공진기 구조로 할 경우에는, 공진기의 제1 단부(P1)와 제2 단부(P2) 사이의 광학적 거리 L을 하기 수식(1)을 만족시키도록 설정한다. 광학적 거리 L은 실제로는, 수식(1)을 만족시키는 양수의 최소값이 되도록 선택하는 것이 바람직하다.

$$(2L) / \lambda + \Phi / (2\pi) = m \dots\dots \text{수식 (1)}$$

<32> 상기 수식(1)에서, L은 제1 단부(P1)과 제2 단부(P2) 사이의 광학적 거리, Φ 는 제1 단부(P1)에서 발생하는 반사광의 위상 시프트 Φ_1 과 제2 단부(P2)에서 발생하는 반사광의 위상 시프트 Φ_2 과의 합($\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$)(rad), λ 는 제2 단부(P2) 측에서 방출시키고자 하는 광의 스펙트럼의 피크 파장, m은 L이 양수가 되는 정수를 각각 나타낸다. 또한, 수식(1)에서 L 및 λ 는 동일한 단위를 사용할 수 있으며, 예를 들면 "nm"를 단위로 사용할 수 있다.

<34> 유기 발광 소자(11)에서는, 발광층(14c)의 최대 발광 위치와 제1 단부(P1) 사이의 광학적 거리 L_1 이 하기 수식(2)을 만족시키고, 최대 발광 위치와 제2 단부(P2) 사이의 광학적 거리 L_2 가 하기 수식(3)을 만족시키도록 조정되어 있다. 여기에서, "최대 발광 위치"는 발광 영역 중에서 가장 발광 강도가 큰 위치를 의미한다. 예를 들면, 발광층(14c)의 양극(13) 측과 음극(15) 측의 양쪽의 계면에서 발광할 경우에는, 최대 발광 위치는 발광 강도가 큰 것의 계면이 된다.

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= tL_1 + a_1 \\ (2tL_1) / \lambda &= -\Phi_1 / (2\pi) + m_1 \end{aligned} \right\} \text{수식 (2)}$$

<35> 상기 수식(2)에서, tL_1 은 제1 단부(P1)와 최대 발광 위치 사이의 광학적 이론 거리, a_1 은 발광층(14c)에서의 발광 분포에 근거한 보정량, λ 는 방출시키고자 하는 광의 스펙트럼의 피크 파장, Φ_1 은 제1 단부(P1)에서 발생하는 반사광의 위상 시프트(rad), m_1 은 0 또는 정수를 나타낸다.

$$\left. \begin{aligned} L_2 &= tL_2 + a_2 \\ (2tL_2) / \lambda &= -\Phi_2 / (2\pi) + m_2 \end{aligned} \right\} \text{수식 (3)}$$

<36> 상기 수식(3)에서, tL_2 은 제2 단부(P2)와 최대 발광 위치 사이의 광학적 이론 거리, a_2 는 발광층(14c)에서의 발광 분포에 근거한 보정량, λ 는 방출시키고자 하는 광의 스펙트럼의 피크 파장, Φ_2 는 제2 단부(P2)에서 발생하는 반사광의 위상 시프트(rad), m_2 는 0 또는 정수를 나타낸다.

<37> 상기 수식(2)은 발광층(14c)에서 발생한 광 중 양극(13)으로 향하는 광이 제1 단부(P1)에서 반사되어 되돌아올 경우, 그 되돌아간 광의 위상과 발광시의 위상이 동일해지고, 발광한 광 중 음극(15)으로 향하는 광과 서로 강화되는 관계가 되도록 하기 위한 것이다. 한편, 수식(3)은 발광층(14c)에서 발생한 광 중 음극(15)으로 향하는 광이 제2 단부(P2)에서 반사되어 되돌아올 경우, 그 되돌아간 광의 위상과 발광시의 위상이 동일해지고, 발광한 광 중 양극(13)으로 향하는 광과 서로 강화되는 관계가 되도록 하기 위한 것이다.

<40> 본 실시예의 유기 전계 발광 소자(11)에서는, 전자 수송층(14d)을 정공 주입층(14a) 및 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께보다 두껍게 형성함으로써, 상기 수식(2), (3)의 $m_1 > m_2$ 가 되도록 설계할 수 있다. 이에 의하여 광의 인출 효율을 향상시킬 수 있다.

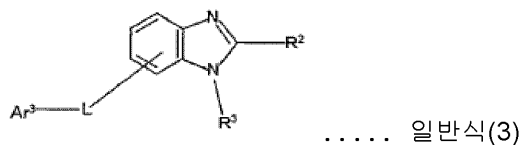
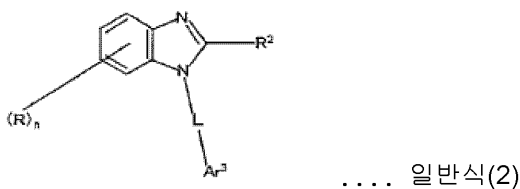
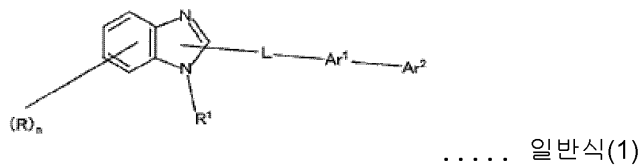
<41> 수식(2)의 광학적 이론 거리 tL_1 및 수식(3)의 광학적 이론 거리 tL_2 는 발광 영역이 확장되지 않을 경우라면, 제1 단부(P1) 또는 제2 단부(P2)에서의 위상 변화량과, 진행에 따른 위상 변화량이 정확히 서로 상쇄되고, 되돌아간 광의 위상과 발광시의 위상이 동일해지는 이론값이다. 하지만, 발광 부분은 통상적으로 확대된다. 따라서, 수식(2) 및 수식(3)에서는, 발광 분포에 근거한 보정량 a_1, a_2 가 더해진다.

<42> 보정량 a_1, a_2 는 발광 분포에 따라서 상이하다. 하지만, 최대 발광 위치가 발광층(14c)의 음극(15) 측에 있으며, 발광 분포가 최대 발광 위치로부터 양극(13)으로 확장되어 있을 경우, 또는 최대 발광 위치가 발광층(14c)의 양극(13) 측에 있으며, 발광 분포가 최대 발광 위치로부터 음극(15)으로 확장되어 있을 경우에는, 예를 들면 하기 수식(4)에 의해 구해진다.

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= b(\log_e(s)) \\ a_2 &= -a_1 \end{aligned} \right\} \text{수식 (4)}$$

<43> 수식(4)에서, b 는 발광층(14c)에서의 발광 분포가 최대 발광 위치로부터 양극(13) 방향으로 확장되어 있을 경우에는 $2n \leq b \leq 6n$ 의 범위 내의 값, 또는 최대 발광 위치로부터 음극(15) 방향으로 확장되어 있을 경우에는 $-6n \leq b \leq -2n$ 의 범위 내의 값이며, s 는 발광층(14c)에서의 발광 분포에 관련된 물성값($1/e$ 쇠퇴 거리), n 은 방출시키고자 하는 광의 스펙트럼의 피크 파장 λ 에서의 제1 단부(P1)와 제2 단부(P2) 사이의 평균 굴절율이다.

<45> 상기 전자 수송층(14d)을 구성하는 질소 함유 복소환 유도체로서는, 예를 들면 하기 일반식(1)~(3)으로 표시되는 벤즈이미다졸 유도체 또는 페난트롤린 유도체를 이용하는 것이 바람직하다.



<46> 일반식(1), (2), (3)에서, R은 수소 원자, 치환기를 가질 수 있는 $C_6 \sim C_{60}$ 의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 $C_1 \sim C_{20}$ 의 알킬기 또는 치환기를 가질 수 있는 $C_1 \sim C_{20}$ 의 알콕시기이며, n 은 0~4의 정수이다.

<48> R^1 은 치환기를 가질 수 있는 $C_6 \sim C_{60}$ 의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 $C_1 \sim C_{20}$ 의 알킬기 또는 치환기를 가질 수 있는 $C_1 \sim C_{20}$ 의 알콕시기이며; R^2 및 R^3 은 각각 독립적으로, 수소 원자, 치환기를 가질 수 있는 $C_6 \sim C_{60}$ 의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 $C_1 \sim C_{20}$ 의 알킬기 또는 치환기를 가질 수 있는 $C_1 \sim C_{20}$ 의 알콕

시이다.

<49> L은 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴렌기, 치환기를 가질 수 있는 피리디닐렌기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀리닐렌기 또는 치환기를 가질 수 있는 플루오레닐렌기이다.

<50> Ar¹은 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴렌기, 치환기를 가질 수 있는 피리디닐렌기 또는 치환기를 가질 수 있는 퀴놀리닐렌기이며; Ar²는 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알킬기 또는 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알콕시기이다.

<51> Ar³은 치환기를 가질 수 있는 C₆~C₆₀의 아릴기, 치환기를 가질 수 있는 피리딜기, 치환기를 가질 수 있는 퀴놀릴기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알킬기, 치환기를 가질 수 있는 C₁~C₂₀의 알콕시기, 또는 -Ar¹-Ar²로 표시되는 기(Ar¹ 및 Ar²는 상술한 바와 동일함)이다.

<52> 상기 일반식(1)~(3)으로 표시되는 벤즈이미다졸 유도체의 구체예인 화합물(A)을 하기 표 1~24에 나타내며, 일반식(1)~(3)으로 표시되는 페난트롤린 유도체의 구체예인 화합물(B)을 하기 표 25에 나타낸다. 하지만, 본 발명이 이들 예시 화합물에 한정되는 것은 아니다. 하기 표에서, 일반식(2), (3)의 Ar³은 -Ar¹-Ar²이며, 표의 HAR은 벤즈이미다졸 구조를 나타낸다.

























<53> [표 1]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
1-1				
1-2				
1-3				
1-4				
1-5				
1-6				
1-7				
1-8				
1-9				

<54>

<55>





























[표 2]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
1-10				
1-11				
1-12				
1-13				
1-14				
1-15				

<56>

<57>

[표 3]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
2-1				
2-2				
2-3				
2-4				
2-5				
2-6				
2-7				

<58>

<59>

[표 4]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
2-8				
2-9				

<60>

<61>

[표 5]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
3-1				
3-2				
3-3				
3-4				
3-5				
3-6				

<62>

<63> [표 6]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
4-1		-		
4-2				
4-3				
4-4				
4-5				
4-6				
4-7				
4-8				
4-9				

<64>

<65> [표 7]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
4-10				
4-11				
4-12				

<66>

<67>

[표 8]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
5-1				
5-2				
5-3				
5-4				
5-5				
5-6				

<68>

<69>

[표 9]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
6-1				
6-2				
6-3				
6-4				
6-5				

<70>

<71> [표 10]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
7-1				
7-2				
7-3				
7-4				
7-5				
7-6				
7-7				
7-8				

<72>

<73>

[표 11]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
7-9				
7-10				

<74>

<75>

[표 12]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
8-1				
8-2				
8-3				
8-4				
8-5				
8-6				
8-7				
8-8				
8-9				

<76>

<77>

[표 13]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
8-10				
8-11				
8-12				
8-13				

<78>

<79>

[표 14]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
9-1				
9-2				
9-3				
9-4				
9-5				
9-6				
9-7				
9-8				
9-9				

<80>









































<81>

[표 15]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
9-10				
9-11				
9-12				
9-13				
9-14				
9-15				
9-16				









<82>

<83> [표 16]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
10-1				
10-2				
10-3				
10-4				
10-5				
10-6				
10-7				
10-8				
10-9				
10-10				

<84>

<85> [표 17]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
10-11				
10-12				

<86>

<87>

[표 18]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
11-1				
11-2				
11-3				
11-4				
11-5				
11-6				

<88>

<89>

[표 19]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
12-1		-		
12-2				
12-3				
12-4				
12-5				
12-6				
12-7				
12-8				
12-9				
12-10				
12-11				

<90>

<91> [표 20]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
13-1				
13-2				
13-3				
13-4				
13-5				
13-6				

<92>

<93> [표 21]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
14-1				
14-2				
14-3				
14-4				
14-5				

<94>

<95> [표 22]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
15-1		-		
15-2		-		
15-3		-		
15-4		-		
15-5		-		
15-6		-		
15-7		-		
15-8		-		
15-9		-		
15-10		-		

<96>

<97> [표 23]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
16-1		-		
16-2		-		
16-3		-		
16-4		-		
16-5		-		
16-6		-		
16-7		-		
16-8		-		

<98>

<99>

[표 24]

No. of Compound A	HAr-L-Ar ¹ -Ar ²			
	HAr	L	Ar ¹	Ar ²
17-1		-		
17-2		-		
17-3		-		
17-4		-		
17-5		-		
17-6		-		
17-7		-		
17-8		-		

<100>

<101>

[표 25]

Comp'd No.	Structural formula	Comp'd No.	Structural formula
B-1		B-2	
B-3		B-4	
B-5		B-6	
B-7		B-8	

<102>

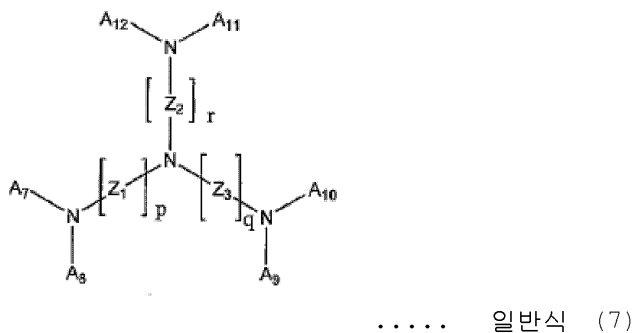
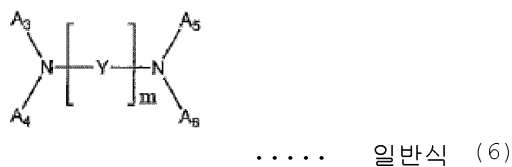
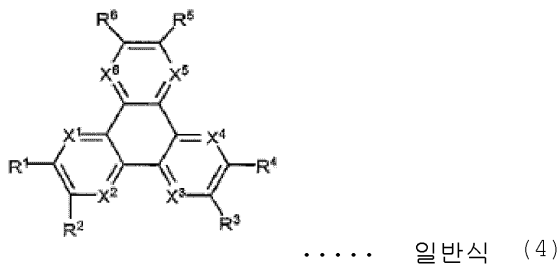
<103>

상기 전자 수송층(14d)은 1종의 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층의 단층일 수도 있고, 질소 함유 복소환 유도체를 2종 이상 포함하는 혼합층일 수도 있으며, 질소 함유 복소환 유도체와 상이한 화합물과의 혼합층일 수도 있다. 이러한 상이한 화합물로서는, 알칼리 금속, 알칼리 토류 금속, 희토류 금속 및 그 산화물, 복합 산화물, 불화물, 탄산염으로부터 선택되는 적어도 1종을 들 수 있다. 또한, 전자 수송층(14d)은 질소 함유 복소환

유도체를 포함하는 층을 복수로 적층하여 구성될 수도 있고, 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층과 이외의 화합물의 층을 포함하는 적층 구조일 수도 있다. 이러한 적층 구성에서 있어서, 질소 함유 복소환 유도체 이외의 화합물의 층은 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층의 양극(13) 측에 배치되거나 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층의 음극(15) 측에 배치될 수도 있다.

<104> 유기층(14) 중의 전자 수송층(14d) 이외의 구성에 대하여 설명한다. 상술한 바와 같이, 전자 수송층(14d)으로 형성되는 전자 공급층은 정공 주입층(14a) 및 정공 수송층(14b)으로 형성되는 정공 공급층보다 두껍게 형성된다. 상술한 전자 수송층(14d)의 전자 공급능에 대하여 정공 공급능의 균형을 잡기 위하여, 정공 주입층(14a)과 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께는 60nm 이하로 형성되는 것이 바람직하다.

<105> 상기 정공 주입층(14a), 정공 수송층(14b)으로서는 일반적인 재료를 이용할 수도 있다. 하지만, 이들 층을 구성하는 정공 주입 및/또는 정공 수송 재료로서, 하기 일반식(4), (5), (6) 및 (7)로 표시되는 화합물을 이용함으로써, 상술한 전자 수송층(14d)의 전자 공급에 대하여, 발광층(14c)으로의 정공 공급을 최적화할 수 있으므로 바람직하다. 이들 화합물은 정공 주입층(14a), 정공 수송층(14b) 중 어디에서라도 이용할 수 있지만, 질소(N) 함유율이 높은 조성의 화합물을 정공 주입층(14a)으로 이용하면, 양극(13)로부터의 정공 주입 장벽을 저감할 수 있으므로 바람직하다. 본 발명의 구성에 있어서는 전자 주입이 강화되어 있으므로, 양호한 캐리어 밸런스를 얻기 위해서도 양극 계면에는 정공 주입성이 높은 아자트리페닐렌 유도체를 이용하는 것이 더욱 바람직하다.

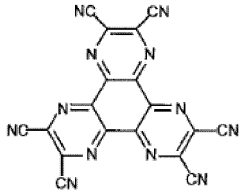


<106>

<107> 상기 일반식(4)으로 표시되는 아자트리페닐렌 유도체는 R¹~R⁶이 각각 독립적으로, 수소 원자, 히드록시기, 아미노기, 아릴아미노기, 탄소수 20 이하의 치환 또는 무치환 카르보닐기, 탄소수 20 이하의 치환 또는 무치환 카보닐에스테르기, 탄소수 20 이하의 치환 또는 무치환 알킬기, 탄소수 20 이하의 치환 또는 무치환 알케닐기, 탄소수 20 이하의 치환 또는 무치환의 알콕시기, 탄소수 30 이하의 치환 또는 무치환 아릴기, 탄소수 30 이하의 치환 또는 무치환 복소환기, 니트릴기, 시아노기, 니트로기, 또는 실릴기로부터 선택되는 치환기이며, 인접하는

$R^m(m=1\sim6)$ 은 환상 구조를 개재시켜서 서로 결합할 수도 있다. 또한, $X^1\sim X^6$ 은 각각 독립적으로 탄소 또는 질소(N) 원자이다. 이 화합물은, 특히 X가 N 원자일 경우, 화합물 중의 N 함유율이 높아지므로, 정공 주입층(14a)으로 바람직하게 이용할 수 있다.

<108> 아자트리페닐렌 유도체의 구체예로서는, 하기 구조식(1)으로 표시되는 헥사니트릴아자트리페닐렌을 들 수 있다.



..... 구조식 (1)

<109>

<110> 상기 일반식(5)으로 표시되는 아민 유도체는, $A_0\sim A_2$ 는 각각 독립적으로 1가의 $C_6\sim C_{30}$ 의 방향족 탄화수소를 나타내며, 각각은 치환되지 않거나 또는 하나 이상의 치환기를 가질 수 있다. 이들 치환기는 수소 원자, 히드록시기, 알데히드기, 카르보닐기, 카르보닐에스테르기, 알킬기, 알케닐기, 시클로알킬기, 알콕시기, 아릴기, 아미노기, 복소환기, 시아노기, 니트릴기, 니트로기, 또는 실릴기로부터 선택될 수 있다.

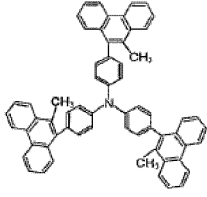
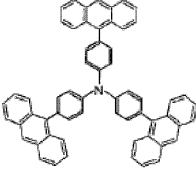
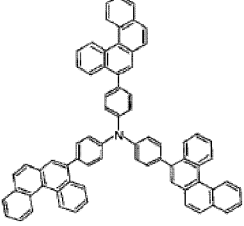
<111> 상기 아민 유도체의 구체예로서는 표 26~표 27에 나타내는 화합물 C를 들 수 있다.

<112> [표 26]

Compound No. C-1	C-2
C-3	C-4
C-5	C-6

<113>

<114> [표 27]

Compound No. C-7	C-8
	
C-9	
	

<115>

<116>

일반식(6)으로 표시되는 디아민 유도체는, A₃~A₆은 각각 독립적으로 C₆~C₂₀의 방향족 탄화수소를 나타내고, 각각은 치환되지 않거나, 또는 하나 이상의 치환기를 가질 수 있다. 이러한 치환기는 할로젠 원자 또는 히드록시기, 알데히드기, 카르보닐기, 카르보닐에스테르기, 알킬기, 알케닐기, 시클로알킬기, 알콕시기, 아릴기, 아미노기, 복소환기, 시아노기, 니트릴기, 니트로기, 또는 실릴기로부터 선택될 수 있다. 또한, A₃과 A₄, A₅와 A₆은 각각 연결기를 개재시켜서 결합할 수도 있다. Y는 2가의 방향족 탄화수소를 나타내고, 페닐렌, 나프틸렌, 안트라세닐렌, 페난트레닐렌, 나프타세닐렌, 플루오르안테닐렌 또는 페틸레닐렌으로부터 선택될 수 있으며, m은 1 이상의 정수를 나타낸다. Y는 N과의 결합 부위 이외의 복수의 부위에 치환기를 가질 수 있다. 이러한 치환기는 각각 할로젠 원자, 히드록시기, 알데히드기, 카르보닐기, 카르보닐에스테르기, 알킬기, 알케닐기, 시클로알킬기, 알콕시기, 아릴기, 아미노기, 복소환기, 시아노기, 니트릴기, 니트로기, 또는 실릴기로부터 선택될 수 있다.

<117>

상기 디아민 유도체의 구체예로서는, 표 28~표 31에 나타내는 화합물 D를 이용할 수 있다.

<118>

[표 28]

Compound No. D-1	D-2	D-3	D-4
D-5	D-6	D-7	D-8
D-9	D-10	D-11	D-12
D-13	D-14	D-15	D-16
D-17	D-18	D-19	D-20
D-21	D-22	D-23	D-24

<119>

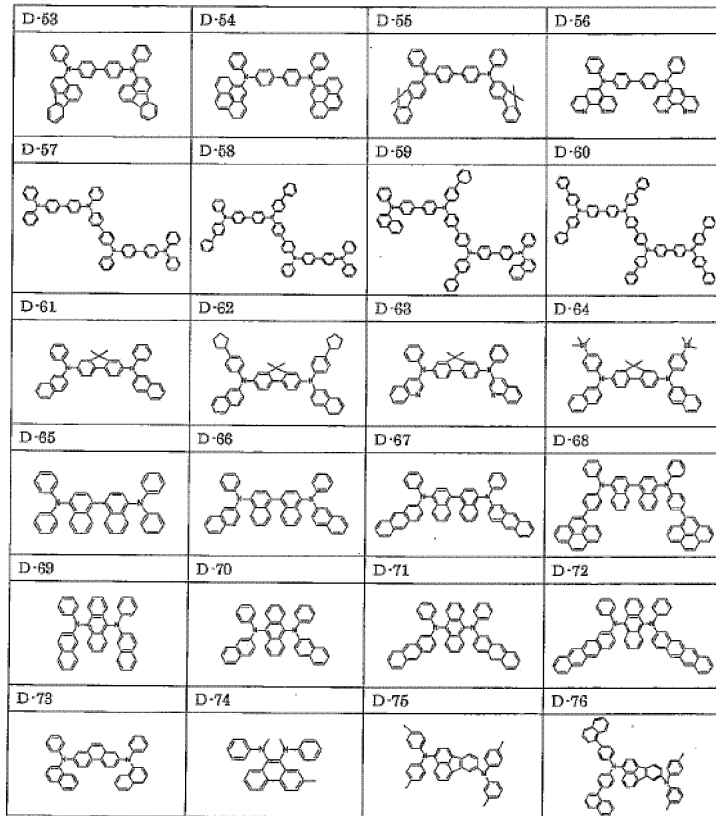
<120>

[표 29]

D-25	D-26	D-27	D-28
D-29	D-30	D-31	D-32
D-33	D-34	D-35	D-36
D-37	D-38	D-39	D-40
D-41	D-42	D-43	D-44
D-45	D-46	D-47	D-48
D-49	D-50	D-51	D-52

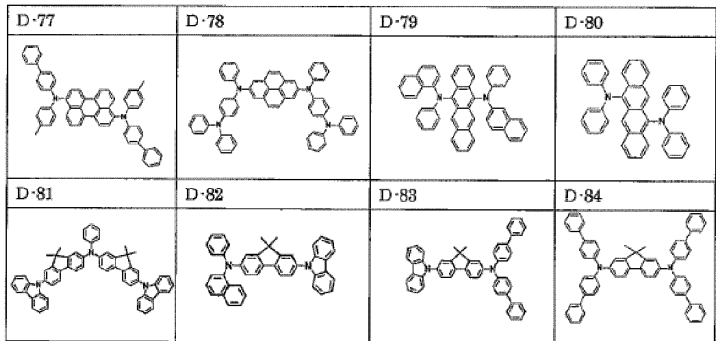
<121>

<122> [표 30]



<123>

<124> [표 31]



<125>

<126> 상기 일반식(7)으로 표시되는 트리아릴아민 다량체는, A₇~A₁₂는 각각 독립적으로 C₆~C₂₀의 방향족 탄화수소기를 나타내며, 각각은 치환되지 않거나 또는 하나 이상의 치환기를 가질 수 있다. 이들 치환기는 할로젠 원자 또는 히드록시기, 알데히드기, 카르보닐기, 카르보닐에스테르기, 알킬기, 알케닐기, 시클로알킬기, 알콕시기, 아릴기, 아미노기, 복소환기, 시아노기, 니트릴기, 니트로기, 또는 실릴기로부터 선택될 수 있다. Z₁ 내지 Z₃은 각각 2개의 방향족 탄화수소를 나타내고, 페닐렌, 나프틸렌, 안트라세닐렌, 페난트레닐렌, 나프타세닐렌, 플루오르안테닐렌 또는 페릴레닐렌기로부터 선택될 수 있으며, p, q 및 r은 1 이상의 정수를 나타낸다. 또한, A₇과 A₈, A₉와 A₁₀, A₁₁과 A₁₂는 각각 연결기를 개재시켜서 결합될 수도 있다. Z₁ 내지 Z₃은 N과의 결합 부위 이외의 복수의 부위에 치환기를 가질 수 있다. 이러한 치환기는 할로젠 원자, 히드록시기, 알데히드기, 카르보닐기, 카르보닐에스테르기, 알킬기, 알케닐기, 시클로알킬기, 알콕시기, 아릴기, 아미노기, 복소환기, 시아노기, 니트릴기, 니트로기, 또는 실릴기로부터 선택될 수 있다.

<127> 상기 트리아릴아민 다량체의 구체예로서는 표 32에 나타내는 화합물 E를 들 수 있다.

<128> [표 32]

Compound No. E-1	E-2	E-3
E-4	E-5	E-6
E-7	E-8	E-9
E-10	E-11	E-12
E-13	E-14	E-15

<129>

<130> 상기 발광층(14c)의 구성 재료로서는, 전하의 주입 기능(전계 인가시에 양극 또는 정공 주입층으로부터 정공을 주입할 수 있을 뿐만 아니라, 음극층 또는 전자 주입층으로부터 전자를 주입할 수 있는 기능), 수송 기능(주입된 정공 및 전자를 전계의 힘으로 이동시키는 기능), 발광 기능(전자와 정공의 재결합 장소를 제공하고, 이들의 발광을 유도하는 기능)을 가지는 것이 바람직하다. 이러한 재료로서는, 예를 들면 호스트로서, 스티릴 유도체, 안트라센 유도체, 나프타센 유도체 또는 방향족 아민을 들 수 있다. 스티릴 유도체로서는 디스티릴 유도체, 트리스티릴 유도체, 테트라스티릴 유도체 및 스티릴아민 유도체 중에서 선택되는 적어도 한 종류인 것이 특히 바람직하다. 안트라센 유도체는 비대칭 안트라센계 화합물인 것이 바람직하다. 방향족 아민은 방향족 치환된 질소 원자를 2~4개 가지는 화합물인 것이 바람직하다.

<131> 발광 도펀트로서 형광 색소를 포함할 수도 있다. 발광 도펀트로서는, 예를 들면, 스티릴벤젠계 색소, 옥사졸계 색소, 페릴렌계 색소, 쿠마린계 색소, 아크리딘계 색소 등의 레이저용 색소, 안트라센 유도체, 나프타센 유도체, 펜타센 유도체, 크리센 유도체 등의 다방향족 탄화수소계 재료, 피로메텐 골격 화합물 또는 피로메텐 금속착물, 퀴나크리돈 유도체, 시아노메틸렌피란계 유도체(DCM, DCJTb), 벤조티아졸계 화합물, 벤즈이미다졸계 화합물, 금속 킬레이트화 옥시노이드 화합물 등의 형광 재료로부터 적절하게 선택하여 이용할 수 있다. 이들 형광 재료의 각각의 도핑 농도는, 막 두께비로 0.5% 이상 15% 이하인 것이 바람직하다.

<132> 유기층(14)을 구성하는 각 층(14a~14d)은 상이한 요건을 구비할 수도 있다. 그리고, 각 층(14a~14c)이 각각 적층 구조일 수도 있다. 예를 들면, 발광층(14c)이, 청색 발광층과 녹색 발광층과 적색 발광층의 적층 구조로 구성되어, 백색으로 발광하는 유기 전계 발광 소자를 구성할 수도 있다.

<133> 도 2(A)의 개략적인 구성도 및 도 2(B)의 화소 회로의 구성도를 참조하여, 이러한 유기 전계 발광 소자(11)를 기관(12) 상에 배열 형성하여 이루어지는 액티브 매트릭스 방식의 표시 장치(20)의 예를 설명한다.

- <134> 도 2(A)에 나타난 바와 같이, 이 표시 장치(20)의 기관(12) 상에는 표시 영역(12a)과 그 주변 영역(12b)이 설정되어 있다. 표시 영역(12a)에는, 복수의 주사선(21)과 복수의 신호선(22)이 종횡으로 배선되어 있으며, 각각의 교차부에 대응하여 1개의 화소(A)가 형성된 화소 어레이부로 구성되어 있다. 이들 각 화소(A)에는 유기 전계 발광 소자가 제공되어 있다. 한편, 주변 영역(12b)에는, 주사선(21)을 주사 구동하는 주사선 구동 회로(23)와, 휘도 정보에 대응하는 영상 신호(즉, 입력 신호)를 신호선(22)에 공급하는 신호선 구동 회로(24)가 배치되어 있다.
- <135> 도 2(B)에 나타난 바와 같이, 각 화소(a)에 배치된 화소 회로는, 예를 들면 유기 전계 발광 소자(11), 구동 트랜지스터(Tr1), 기입 트랜지스터(샘플링 트랜지스터)(Tr2) 및 보유 커패시터(Cs)로 구성되어 있다. 그리고, 주사선 구동 회로(23)에 의한 구동에 의해, 기입 트랜지스터(Tr2)를 개재시켜서 신호선(22)으로부터 기록된 영상 신호가 보유 커패시터(Cs)에 보유되며, 보유된 신호량에 대응하는 전류가 유기 전계 발광 소자(11)로 공급되어, 이 전류값에 대응하는 휘도로 유기 전계 발광 소자(11)가 발광한다.
- <136> 이러한 화소 회로의 구성은 단지 예시적인 것에 불과하다. 따라서, 필요에 의하여 화소 회로 내에 커패시터를 설치하거나, 또한 복수의 트랜지스터를 설치하여 화소 회로를 구성할 수도 있다. 또한, 주변 영역(12b)에는, 화소 회로의 변경에 대응하여 필요한 하나 이상의 구동 회로가 추가될 수도 있다.
- <137> 본 발명에 따른 표시 장치는 도 3에 나타난 바와 같은 밀봉 구성의 모듈 형상일 수도 있다. 예를 들면, 화소 어레이부인 표시 영역(12a)을 둘러싸도록 실링부(25)가 제공된다. 이 실링부(25)를 접착제로 하여, 기관(12)을 투명 유리 등의 상대부(밀봉 기관(26))에 접촉시켜서 표시 모듈을 구성한다. 이러한 투명한 밀봉 기관(26)에는 컬러 필터, 보호막, 차광막 및/또는 기타의 것이 제공될 수도 있다. 또한, 표시 영역(12a)이 형성된 표시 모듈로서의 기관(12)에는, 외부에서 표시 영역(12a)(화소 어레이부)으로의 신호 등을 입출력하기 위한 가요성 프린트 기관(27)이 제공될 수도 있다.
- <138> 이러한 유기 전계 발광 소자 및 표시 장치에 의하면, 전자 수송층(14d)이 질소 함유 복소환 유도체를 포함하기 때문에, 질소 함유 복소환 유도체가 높은 전자수송능을 가진다. 전자 수송층(14d)이 정공 주입층(14a) 및 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께보다 두꺼운 막 두께로 형성되어 있어도, 전자 수송층(14d)은 낮은 구동 전압으로 발광층(14c)으로 고효율화에 필요 충분한 전자 공급이 가능하다. 또한, 정공 주입층(14a) 및 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께를 전자 수송층(14d)보다 얇게 함으로써, 정공의 공급을 증대시킬 수 있다. 따라서, 정공과 전자의 과부족이 없고, 캐리어 공급량도 충분히 많은 캐리어 밸런스를 얻을 수 있으므로, 높은 발광 효율을 얻을 수 있다. 또, 정공과 전자의 과부족이 없으므로, 캐리어 밸런스가 잘 무너지지 않으며, 구동 열화가 억제되어, 발광 수명을 향상시킬 수 있다. 따라서, 저소비 전력이며, 장기 신뢰성이 우수한 디스플레이를 실현할 수 있다.
- <139> 본 실시예의 유기 전계 발광 소자 및 표시 장치에 의하면, 전자 수송층(14d)을 두껍게 형성함으로써, 발광층(14c) 중의 캐리어의 재결합 영역을 음극(15)으로부터 떨어진 위치에 배치할 수 있다. 따라서, 스핀터링법에 의한 음극(15) 형성시의 재결합 영역에 대한 손상을 방지할 수 있다.
- <140> 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 TFT 기관을 이용한 액티브 매트릭스 방식의 표시 장치에 이용하는 유기 전계 발광 소자에 한정되지 않고, 패시브 방식의 표시 장치에 이용하는 유기 전계 발광 소자로서도 적용 가능하며, 동일한 효과를 얻을 수 있다. 패시브 방식의 표시 장치일 경우에는, 상기 음극(15) 또는 양극(13) 중 어느 하나가 신호선으로 구성되며, 나머지가 주사선으로 구성된다.
- <141> 상기 실시예에서는, 기관(12)의 반대측에 형성되는 음극(15) 측에서 발광하는 "상면 발광형"의 경우를 설명하였다. 그러나, 본 발명은 기관(12)을 투명 재료로 구성함으로써, 발광을 기관(12) 측으로부터 방출하는 "하면 발광형" 유기 전계 발광 소자에도 적용될 수 있다. 이 경우, 도 1을 통하여 설명한 적층 구조에 있어서, 투명 재료로 형성되는 기관(12) 상의 양극(13)을, 예를 들면 ITO와 같은 일 함수가 큰 투명 전극 재료를 이용하여 구성한다. 이러한 구성에 의해, 기관(12) 측 및 기관(12)과 반대 측의 양쪽으로부터 발광광이 방출된다. 이러한 구성에 있어서, 음극(15)을 반사 재료로 구성함으로써, 기관(12) 측에서만 발광광이 방출되도록 할 수 있다. 이 경우, 음극(15)의 최상층에 AuGe나 Au, Pt 등의 밀봉 전극이 부착될 수도 있다.
- <142> 도 1을 통하여 설명한 적층 구조를, 투명 재료로 형성되는 기관(12) 측으로부터 반대로 적층하여 양극(13)을 상부 전극으로 하는 구성으로 해도, 기관(12) 측으로부터 발광광을 방출하는 "투과형" 유기 전계 발광 소자를 구성할 수 있다. 이 경우에 있어서도, 상부 전극이 되는 양극(13)을 투명 전극으로 변경함으로써, 기관(12) 측 및 기관(12)과 반대 측의 양쪽으로부터 발광광을 방출시킬 수 있다.

- <143> 상기 실시예에서 설명한 본 발명의 유기 전계 발광 소자는, 발광층을 포함하는 유기층으로 형성된 유닛을 적층하여 구성되는 스택형 유기 전계 발광 소자에 적용할 수도 있다. 여기에서, "스택형 유기 전계 발광 소자"는 유기 전계 발광 탠덤 소자(tandem device)를 의미한다. 예를 들면, 특개 평 11-329748호 공보에는, 복수의 유기 발광 소자가 중간 도전층을 개재시켜서 전기적으로 직렬로 각각 접합되어 있는 것을 특징으로 하는 소자가 개시되어 있다.
- <144> 또한, 특개 2003-45676호 공보 및 특개 2003-272860호 공보에는, 탠덤 소자를 실현되기 위한 소자 구성과 실시예가 기재되어 있다. 이들 특허 공보에 의하면, 유기층을 포함하는 2개의 유닛을 서로 적층할 경우에는, 이상적으로는 발광 효율(lm/W)의 변경 없이 전류 효율(cd/A)을 2배로 증가시킬 수 있으며, 유기층을 포함하는 3개의 유닛을 서로 적층할 경우에는, 이상적으로는 발광 효율(lm/W)의 변경 없이 전류 효율(cd/A)을 3배로 증가시킬 수 있는 것으로 개시되어 있다.
- <145> 본 발명을 탠덤 소자에 이용할 경우에는, 탠덤 소자 구성으로부터의 고유의 긴 수명과 본 발명의 장수명화 효과가 상승 효과를 일으켜서, 지극히 수명이 긴 소자를 제공할 수 있다.
- <146> [적용예]
- <147> 상술한 본 발명에 따른 표시 장치는 도 4~도 8G에 나타내는 여러 가지 전자 기기, 예를 들면, 디지털 카메라, 노트북 PC, 휴대폰 등의 휴대 단말 장치, 비디오 카메라 등, 전자 기기에 입력된 영상 신호 또는 전자 기기 내에서 생성된 영상 신호를 화상 또는 영상으로서 표시하는 모든 분야의 전자 기기 표시 장치에 적용할 수 있다. 이하, 본 발명이 적용될 수 있는 전자 기기의 예에 대하여 설명한다.
- <148> 도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 텔레비전을 나타내는 사시도이다. 본 적용예에 따른 텔레비전은 프론트 패널(102), 필터 유리(103) 등으로 구성되는 영상 표시 화면부(101)를 포함하고, 그 영상 표시 화면부(101)가 본 발명에 따른 표시 장치를 이용하여 제조될 수 있다.
- <149> 도 5A 및 5B는 본 발명이 적용될 수 있는 디지털 카메라를 나타내는 사시도이다. 도 5A는 정면 사시도이며, 도 5B는 배면 사시도이다. 본 적용예에 따른 디지털 카메라는 플래시용 발광부(111), 표시부(112), 메뉴 스위치(113), 셔터 버튼(114) 등을 포함하고, 그 표시부(112)가 본 발명에 따른 표시 장치를 이용하여 제조될 수 있다.
- <150> 도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 노트북 PC를 나타내는 사시도이다. 본 적용예에 따른 노트북 PC는 본체(121)에, 문자 등을 입력할 때 조작되는 키보드(122), 화상을 표시하는 표시부(123) 등을 포함하며, 그 표시부(123)가 본 발명에 따른 표시 장치를 이용하여 제조될 수 있다.
- <151> 도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 비디오 카메라를 나타내는 사시도이다. 본 적용예에 따른 비디오 카메라는 본체부(131), 전방을 향한 측면에 피사체 촬영용 렌즈(132), 촬영시의 시작/정지 스위치(133), 표시부(134) 등을 포함하며, 그 표시부(134)가 본 발명에 따른 표시 장치를 이용하여 제조될 수 있다.
- <152> 도 8A 내지 8E는 본 발명이 적용될 수 있는 휴대 단말 장치, 예를 들면 휴대폰을 나타내는 사시도이며, 도 8A는 열린 상태의 정면도, 도 8B는 그 측면도, 도 8C는 닫힌 상태의 정면도, 도 8D는 좌측면도, 도 8E는 우측면도, 도 8F는 평면도, 도 8G는 저면도이다. 본 적용예에 따른 휴대폰은 상부 샤시(141), 하부 샤시(142), 연결부(여기서는 힌지부)(143), 디스플레이(144), 서브 디스플레이(145), 픽처 라이트(146), 카메라(147) 등을 포함하며, 그 디스플레이(144)나 서브 디스플레이(145)가 본 발명에 따른 표시 장치를 이용하여 제조될 수 있다.
- <153> [실시예]
- <154> 이어서, 본 발명의 구체적인 실시예 및 이들 실시예에 대한 비교예의 유기 전계 발광 소자의 제조 순서를 설명한다.
- <155> <실시예 1>
- <156> 도 1을 참조하여 설명한 구성의 유기 전계 발광 소자(11)를 형성하였다. 이 실시예에서는, 양극(13)으로부터 주입된 정공과 음극(15)으로부터 주입된 전자가, 발광층(14c) 내에서 재결합할 때 발생하는 발광광을 양극(13)과 음극(15) 사이에서 공진시켜서, 기관(12)과 반대 측의 음극(15) 측으로부터 방출되는 공진기 구조로 구성되는 상면 발광 방식의 유기 전계 발광 소자(11)를 형성하였다. 각 층의 구성을 표 33에 나타내었으며, 표에 있어서, 후술하는 실시예 및 비교예에서 공통적인 구성에 대해서는 그 기재를 생략한다. 이하, 유기 전계 발광 소자(11)의 제조 순서를 설명한다.

<157> [표 33]

실시예	양극	정공 주입층	정공 수송층	전자 수송층	전류 효율 (cd/A)	전압 (V)	시간 (h)	전압 상승 폭 (ΔV)
1	Ag/ITO (200nm/10nm)	D-57 (10nm)	D-43 (30nm)	A9-4 (120nm)	7.8	5.2	300	0.2
2	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-15 (120nm)	7.6	5.3	305	0.2
3	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-16 (120nm)	7.0	5.4	280	0.1
4	Ag/ITO	D-57	D-43	A10-10 (120nm)	8.0	5.5	300	0.3
5	Ag/ITO	D-57	D-43	B-3 (120nm)	6.0	10.5	200	0.6
6	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-15 (50%) + A9-16 (50%) (120nm)	7.3	5.8	300	0.1
7	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-2 (60nm) / A9-4 (60nm)	7.0	6.1	302	0.2
8	Ag/ITO	D-57	D-43	DPA (10nm) / A9-4 (110 nm)	7.8	6.0	300	0.2
9	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-16 (100nm) / Bphen (20nm) + Cs (5%)	7.7	5.1	250	0.1
10	Al-Nd (10%) (120nm)	구조식(1) (10nm)	D-42/D-82 (10nm/10nm)	A9-4 (120nm)	8.8	7.0	300	0.2
11	Al-Nd (10%)	구조식(1)	D-82 (20nm)	A9-4 (120nm)	7.0	7.0	300	0.2
12	Al-Nd (10%)	D-58 (60%) + F4TCNQ (40%) (10nm)	D-82	A9-4 (120nm)	6.5	9.0	250	0.5
13	Al-Nd (10%)	구조식(1)	D-82	A1-6 (120nm)	6.8	9.0	600	0.1
14	Al-Nd (10%)	구조식(1)	D-83 (20nm)	A1-15 (120nm)	6.7	9.2	800	0.1
비교예 1	Ag/ITO	D-57	D-43	DPA	0	> 20 V	i.m.	i.m.
비교예 2	Ag/ITO	D-57	D-43	Alq3	3.0	7.3	200	0.2
비교예 3	Ag/ITO	D-57	D-43	A9-4	4.0	5.5	5	0.2

i.m.: 측정 불가 (Incapable of measurement)

<158>

<159>

우선, 30mm×30mm의 유리판으로 형성되는 기관(12) 상에, 양극(13)으로서 Ag층을 200nm의 막 두께로 형성한 후, Ag층 상에 ITO층을 10nm의 막 두께로 형성하였다. 이 경우에는, 양극(13) 내의 Ag층에서의 유기층(14) 측의 단부면이, 형성되는 공진기 구조의 제1 단부면(P1)이 된다. 이어서, SiO₂ 증착에 의해 기관(12)의 2mm×2mm의 발광 영역 이외의 부분을 절연막(용도 설명 생략)으로 마스크하여, 유기 전계 발광 소자용 셀을 제조하였다.

<160>

이어서, 양극(13) 상에, 정공 주입층(14a)으로서, 표 30에 나타난 화합물 D-57으로 형성되는 디아민 유도체를 진공 증착법에 의해 10nm(증착 속도: 0.2~0.4nm/sec)의 막 두께로 형성하였다.

<161>

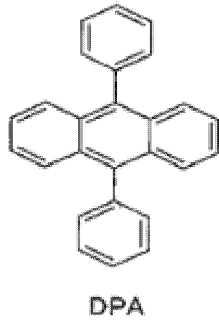
정공 주입층(14a) 상에, 정공 수송층(14b)으로서, 표 29에 나타난 화합물 D-43을 진공 증착법에 의해 30nm(증착 속도: 0.2~0.4nm/sec)의 막 두께로 형성하였다. 화합물 D-43은 정공 수송 재료이다. 이에 의해, 정공 주입층(14a)과 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께는 40nm가 된다.

<162>

정공 수송층(14b) 상에 발광층(14c)으로서, 9-(2-나프틸)-10-[4-(1-나프틸)페닐]안트라센(호스트 A)을 호스트로

하고, 도펀트로서(도펀트 B) 청색 발광 도펀트 화합물인 N,N,N',N'-테트라(2-나프틸)-4,4'-디아미노스틸벤을 이용하여, 도펀트 농도가 막 두께비로 5%가 되도록, 진공 증착법에 의해 36nm의 막 두께로 형성하였다.

- <163> 이어서, 발광층(14c) 상에 전자 수송층(14d)으로서, 표 14에 나타난 화합물 A9-4로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체를, 진공 증착법에 의해 정공 주입층(14a)과 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께(40nm)보다도 두꺼운 120nm의 막 두께로 형성하였다.
- <164> 상술한 바와 같이 정공 주입층(14a)~전자 수송층(14d)까지의 유기층(14)을 형성한 후, 음극(15)의 제1 층(15a)으로서, LiF를 진공 증착법에 의해 약 0.3nm(증착 속도: 0.01nm/sec 이하)의 막 두께로 형성하였다. 제2 층(15b)으로서 MgAg를 진공 증착법에 의해 10nm의 막 두께로 형성하여, 2층 구조의 음극(15)을 형성하였다. 이 경우에는, 제2 층(15b)의 유기층(14) 측의 면이 공진기 구조의 제2 단부면(P2)이 된다.
- <165> 이와 같이 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <166> <실시에 2>
- <167> 전자 수송층(14d)으로서, 표 15에 나타난 화합물 A9-15로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체를 120nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <168> <실시에 3>
- <169> 전자 수송층(14d)으로서, 표 15에 나타난 화합물 A9-16으로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체를 120nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <170> <실시에 4>
- <171> 전자 수송층(14d)으로서, 표 16에 나타난 화합물 A10-10으로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체를 120nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <172> <실시에 5>
- <173> 전자 수송층(14d)으로서, 표 25에 나타난 화합물 B-3으로 형성되는 페난트롤린 유도체를 120nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <174> <실시에 6>
- <175> 전자 수송층(14d)으로서, 표 15에 나타난 화합물 A9-15로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체와, 표 16에 나타난 화합물 A10-1로 형성되는 다른 벤즈이미다졸 유도체를 혼합한 층을 120nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <176> <실시에 7>
- <177> 전자 수송층(14d)으로서, 표 14에 나타난 화합물 A9-2와 화합물 A9-4로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체를 각각 60nm의 막 두께로 이 순서대로 적층하고, 전체 막 두께가 120nm가 되도록 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <178> <실시에 8>
- <179> 전자 수송층(14d)으로서, 하기 구조식(2)으로 표시되는 디페닐안트라센(DPA)과, 표 14에 나타난 화합물 A9-4로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체를 이 순서대로 각각 10nm 및 110nm의 두께로 적층한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.



..... 구조식 (2)

- <180>
- <181> <실시예 9>
- <182> 전자 수송층(14d)으로서, 표 15에 나타낸 화합물 A9-16로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체와, 바소페난트롤린에 대하여 금속 세습을 5% 도핑한 막을 이 순서대로 각각 100nm 및 20nm의 두께로 적층한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <183> <실시예 10>
- <184> 양극(13)으로서, Nd를 10wt% 포함하는 Al-Nd 합금층을 120nm의 막 두께로 형성하고, 정공 주입층(14a)으로서, 정공 주입층(14a)으로서 상기 구조식(1)로 표시되는 헥사니트릴아자트리페닐렌을 10nm의 막 두께로 형성하고, 정공 수송층(14b)으로서 표 29에 나타낸 화합물 D-42로 형성되는 디아민 유도체와, 표 31에 나타낸 화합물 D-82로 형성되는 다른 디아민 유도체를 이 순서대로 각각 10nm 및 10nm의 두께로 적층한 것 이외에는, 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <185> <실시예 11>
- <186> 정공 수송층(14b)으로서, 표 31에 나타낸 화합물 D-82로 형성되는 디아민 유도체를 20nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 10과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <187> <실시예 12>
- <188> 정공 주입층(14a)으로서, 표 30에 나타낸 화합물 D-58에 대하여 F4TCNQ를 40% 도핑한 막을 10nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 10과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <189> <실시예 13>
- <190> 정공 수송층(14b)으로서, 표 31에 나타낸 화합물 D-82로 형성되는 디아민 유도체를 20nm의 막 두께로 형성하고, 전자 수송층(14d)으로서, 표 1에 나타낸 화합물 A1-6로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체를 120nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 10과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <191> <실시예 14>
- <192> 정공 수송층(14b)으로서, 표 31에 나타낸 화합물 D-83로 형성되는 디아민 유도체를 20nm의 막 두께로 형성하고, 전자 수송층(14d)으로서, 표 2에 나타낸 화합물 A1-15로 형성되는 벤즈이미다졸 유도체를 120nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 10과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <193> <비교예 1>
- <194> 상술한 실시예 1~14에 대한 비교예로서, 전자 수송층(14d)으로서, 상기 구조식(2)로 표시되는 DPA를 120nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자를 제조하였다.
- <195> <비교예 2>
- <196> 상술한 실시예 1~14에 대한 다른 비교예로서, 전자 수송층(14d)으로서, Alq3을 15nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자를 제조하였다. 단, 실시예 1~9과 마찬가지로 유기 전계 발광 소자를 양극(13)과 음극(15) 사이에서 발광광을 공진시켜서 방출하는 캐비티(cavity) 구조로 구성하기 위하여, 정공 주입층(14a)의 막 두께를 10nm, 정공 수송층(14b)의 막 두께를 140nm, 발광층(14c)의 막 두께를 20nm로 조정하였다.

- <197> <비교예 3>
- <198> 상술한 실시예 1~14에 대한 추가적인 비교예로서, 전자 수송층(14d)으로서, 표 14에 나타난 화합물 A9-4를 15nm의 막 두께로 형성한 것 이외에는 실시예 1과 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자를 제조하였다. 단, 실시예 1~11과 마찬가지로 유기 전계 발광 소자를 공진기 구조로 하기 위하여, 정공 주입층(14a)의 막 두께를 10nm, 정공 수송층(14b)의 막 두께를 140nm, 발광층(14c)의 막 두께를 20nm로 조정하였다.
- <199> <평가 결과 1>
- <200> 상기와 같이 제조된 실시예 1~14 및 비교예 1~3의 각 유기 전계 발광 소자에 대하여, 10mA/cm²의 전류 밀도에 서의 전압(V) 및 전류 효율(cd/A)을 측정하였다. 또한, 50℃, duty 25%, 100mA/cm²의 정전류 구동시의 초기 휘도를 1로 한 상대 휘도가 0.9로 저하되는 시간을 발광 수명으로 하여 측정하고, 이때의 구동 전압 상승 폭(ΔV)을 측정하였다. 이 결과를 표 33에 나타낸다.
- <201> 표 33에 나타난 바와 같이, 전자 수송층(14d)에 벤즈이미다졸 유도체를 포함하고, 전자 수송층(14d)을 정공 주입층(14a) 및 정공 수송층(14b)의 전체 막 두께보다 두꺼운 막 두께로 구성한 실시예 1~14의 유기 전계 발광 소자(11)는, 비교예 1~3의 유기 전계 발광 소자에 비하여, 전류 효율이 6.0cd/A 이상 높으며, 발광 수명이 200h 이상 긴 것으로 확인되었다. 따라서, 고효율화와 장수명화를 모두 실현 가능한 것이 확인되었다.
- <202> 특히, 실시예 10의 유기 전계 발광 소자(11)는 전류 효율이 8.8(cd/A)이며, 다른 실시예에 비해서도 높은 발광 효율을 나타내었다. 실시예 13의 유기 전계 발광 소자(11)는 발광 수명이 600h, 실시예 14의 유기 전계 발광 소자(11)는 발광 수명이 800h로, 수명이 현저하게 길어지는 것이 확인되었다.
- <203> <실시예 15~19>
- <204> 또한, 유기층(14)의 전체 막 두께는 일정하게 하고, 전자 수송층(14d) 중 화합물 A9-4를 포함하는 층의 막 두께를 70, 100, 126, 150, 185nm로 변화시켜서 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다.
- <205> 소자 구성으로서, 양극(13)으로서 Al-Nd(10wt%) 합금층, 정공 주입층(14a)으로서 상기 구조식(1)로 표시되는 헥사니트릴아자트리페닐렌, 정공 수송층(14b)으로서 상기 화합물 D-43, 발광층(14c)으로서 9-(2-나프틸)-10-[4-(1-나프틸)페닐]안트라센(호스트 A)을 호스트로 하고, 도펀트로서 청색 발광 도펀트 화합물인 N,N,N',N'-테트라(2-나프틸)-4,4'-디아미노스티벤(도펀트 B)을 이용하여, 도펀트 농도가 막 두께비로 5%가 되도록 형성한 층을 각각 이용하였다. 전자 수송층(14d)에는 표 14에 나타난 화합물 A9-4를 이용하였다. 유기층(14)의 전체 막 두께를 일정하게 하고, 전자 수송층(14d) 중 화합물 A9-4를 포함하는 층의 막 두께를 70, 100, 126, 150, 185nm로 변화시켜서 유기 전계 발광 소자(11)를 제조하였다. 각 실시예의 유기 전계 발광 소자(11)의 각 구성의 재질 및 막 두께를 표 34에 나타낸다. 각 실시예 13~15에 있어서는, 막 두께 조정층으로서 9-(2-나프틸)-10-[4-(1-나프틸)페닐]안트라센(호스트 A)을 이용하여, 전자 수송층(14d)의 막 두께를 조정하였다. 그 이외에는 실시예 1과 동일하게 소자를 제조하고, 효율, 전압 및 수명을 측정하였다.

<206> [표 34]

(단위 : nm)

	전자 수송층의 두께		정공 주입층의 두께	정공 수송층의 두께	발광층의 두께	양극의 두께
	질소 함유 복소환 유도체를 함유하는 층의 두께	두께 조절층의 두께				
재료	화합물 A9-4	호스트 A	구조식 (1)	화합물 D-43	호스트 A + 도펀트 B	Al-Nd (10%)
실시예 15	70	56	10	30	36	120
실시예 16	100	26	10	30	36	120
실시예 17	126	0	10	30	36	120
실시예 18	150	0	10	30	16	120
실시예 19	185	0	5	5	7	120
비교예 4	10	116	10	30	36	120
비교예 5	30	96	10	30	36	120
비교예 6	50	76	10	30	36	120
비교예 7	60	66	10	30	36	120

<207>

<208>

<비교예 4~7>

<209>

상기 실시예 15~19에 대한 비교예로서, 전자 수송층(14d) 중의 화합물 A9-4를 포함하는 층의 막 두께를 10, 30, 50, 60nm로 각각 변경한 것 이외에는, 실시예 15와 동일한 방법에 의해 유기 전계 발광 소자를 제조하였다. 유기 전계 발광 소자를 공진기 구조로 하기 위하여, 실시예 15~19과 마찬가지로, 막 두께 조정층으로서 9-(2-나프틸)-10-[4-(1-나프틸)페닐]안트라센(호스트 A)을 이용하여, 전자 수송층(14d)의 막 두께를 조정하였다.

<210>

<평가 결과 2>

<211>

상기와 같이 제조된 실시예 15~19 및 비교예 4~7의 유기 전계 발광 소자에 대하여, 10mA/cm²의 전류 밀도에서의 구동 전압(V)을 측정하였다. 그 결과를 도 9의 그래프에 나타낸다. 이 그래프에 나타낸 바와 같이, 전자 수송층(14d)을 구성하는 화합물 A9-4의 막 두께가 박막이며, 막 두께 조정층의 막 두께가 두꺼울수록 구동 전압이 높아지는 것이 확인되었다.

<212>

<평가 결과 3>

<213>

상기와 같이 제조된 실시예 15~19 및 비교예 4~7의 유기 전계 발광 소자에 대하여, 10mA/cm²의 전류 밀도에서의 전류 효율(cd/A)을 측정하였다. 그 결과를 도 10의 그래프에 나타낸다. 이 그래프에 나타낸 바와 같이, 전자 수송층(14d)을 구성하는 화합물 A9-4의 막 두께가 70nm~130nm의 범위에서는 높은 전류 효율을 나타내는 것이 확인되었다. 또한, 화합물 A9-4의 막 두께가 150nm 및 180nm의 유기 전계 발광 소자에서 전류 효율이 저하되는 것은, 전자 수송층(14d)이 두꺼워지는 만큼, 이에 반비례하여 발광층(14c)의 막 두께가 얇아지기 때문인 것으로 생각된다.

<214>

<평가 결과 4>

<215>

상기와 같이 제조한 실시예 15~19 및 비교예 4~7의 유기 전계 발광 소자에 대하여, 50℃, duty 25%, 100mA/cm²의 정전류 구동시의 초기 휘도를 1로 한 상대 휘도가 0.9로 저하하는 시간을 발광 수명으로 하여 측정하였다. 그 결과를 도 11의 그래프에 나타낸다. 비교예 4~7의 유기 전계 발광 소자에 비하여, 실시예 15~19의 유기 전계 발광 소자는 발광 수명이 긴 것이 확인되었다. 또한, 화합물 A9-4의 막 두께가 150nm 및 180nm인 유기 전계 발광 소자에서 발광 수명이 저하되는 것은, 전자 수송층(14d)이 두꺼워지는 만큼, 이에 반비례하여 발광층(14c)의 막 두께가 얇아지기 때문인 것으로 생각된다.

<216>

하기 청구항 및 그 등가물의 기술 사상의 범위 내에서, 디자인적인 요구 및 기타 요소에 따라서 다양한 변형, 조합, 하위 조합 및 수정이 가능함을 당업자라면 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

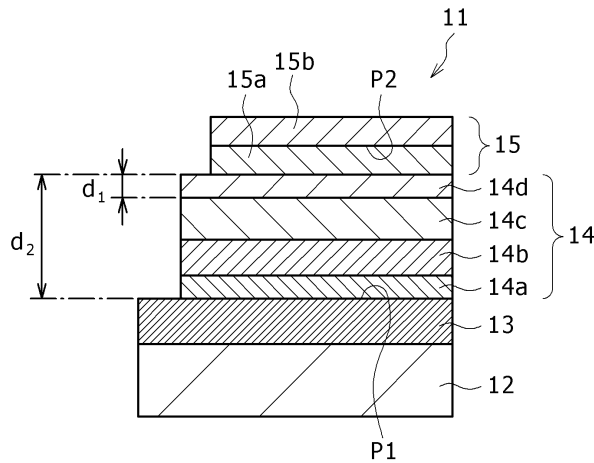
<217>

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 구성을 나타내는 단면도이다.

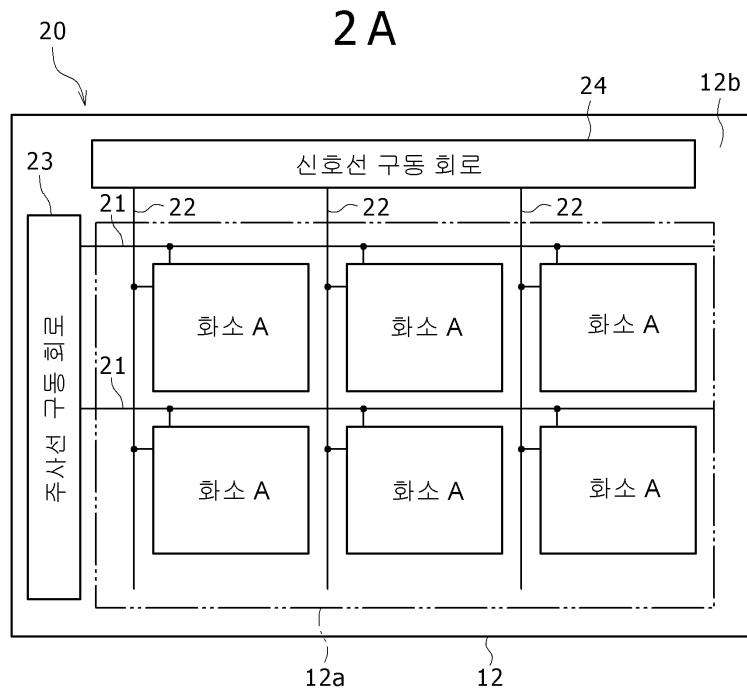
- <218> 도 2A 및 2B는 본 발명의 실시예에 따른 표시 장치의 회로 구성의 일례를 나타내는 회로 구성 도면이다.
- <219> 도 3은 본 발명이 적용되는 밀봉 구성의 모듈 형상의 표시 장치를 나타내는 구성 도면이다.
- <220> 도 4는 본 발명이 적용되는 텔레비전을 나타내는 사시도이다.
- <221> 도 5A는 본 발명이 적용되는 디지털 카메라를 나타내는 정면 사시도이고, 도 5B는 배면 사시도이다.
- <222> 도 6은 본 발명이 적용되는 노트북 PC를 나타내는 사시도이다.
- <223> 도 7은 본 발명이 적용되는 비디오 카메라를 나타내는 사시도이다.
- <224> 도 8A는 본 발명이 적용되는 휴대 단말 장치, 예를 들면 휴대폰을 나타내는 사시도로서 열린 상태의 정면도, 도 8B는 열린 상태의 휴대폰의 측면도, 도 8C는 닫힌 상태의 휴대폰의 정면도, 도 8D는 닫힌 상태의 휴대폰의 좌측면도, 도 8E는 닫힌 상태의 휴대폰의 우측면도, 도 8F는 닫힌 상태의 휴대폰의 평면도, 도 8G는 닫힌 상태의 휴대폰의 저면도이다.
- <225> 도 9는 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층의 막 두께를 변화시킬 경우의 구동 전압의 변화를 나타내는 그래프이다.
- <226> 도 10은 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층의 막 두께를 변화시킬 경우의 전류 효율의 변화를 나타내는 그래프이다.
- <227> 도 11은 질소 함유 복소환 유도체를 포함하는 층의 막 두께를 변화시킬 경우의 발광 수명의 변화를 나타내는 그래프이다.
- <228> 도 12는 종래의 유기 전계 발광 소자의 구성을 나타내는 단면도이다.

도면

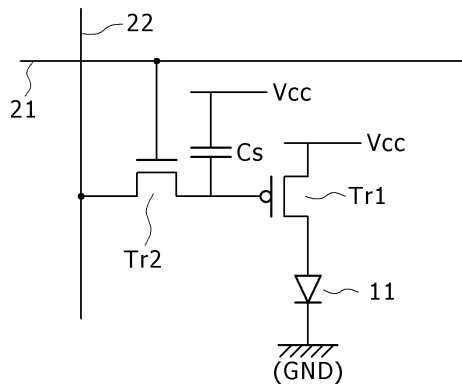
도면1



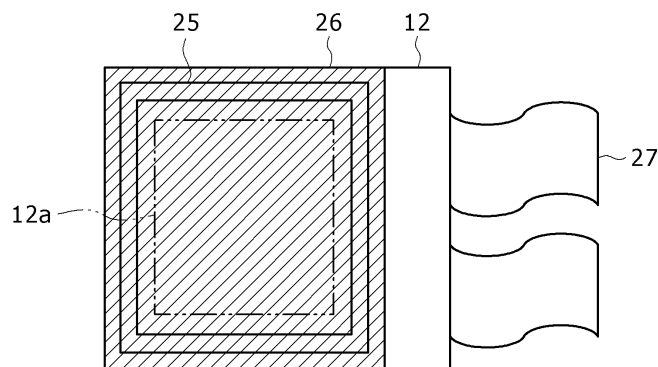
도면2



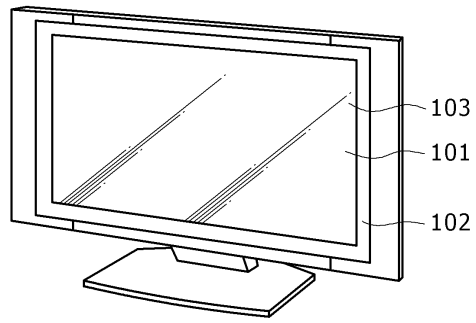
2 B



도면3

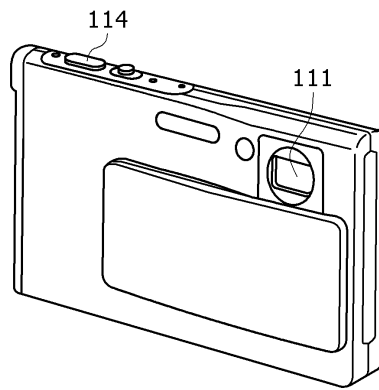


도면4

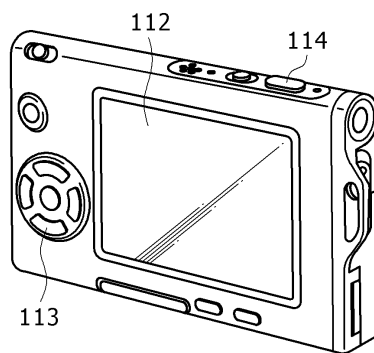


도면5

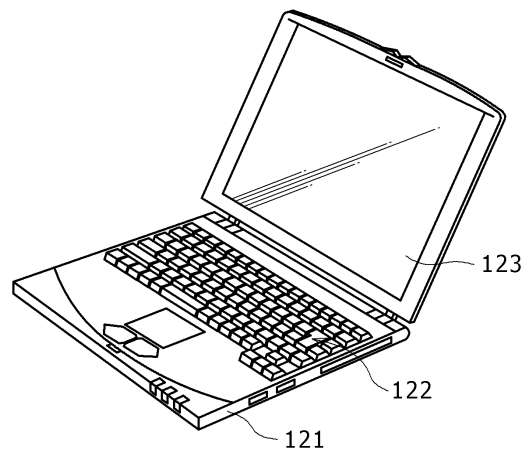
5 A



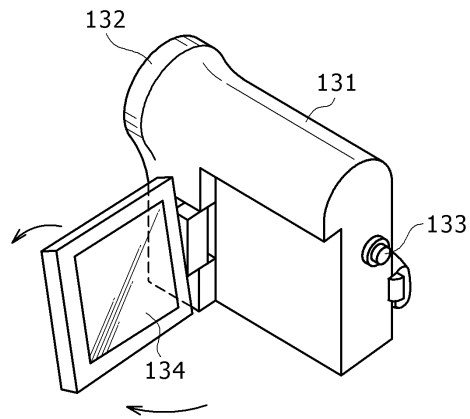
5 B



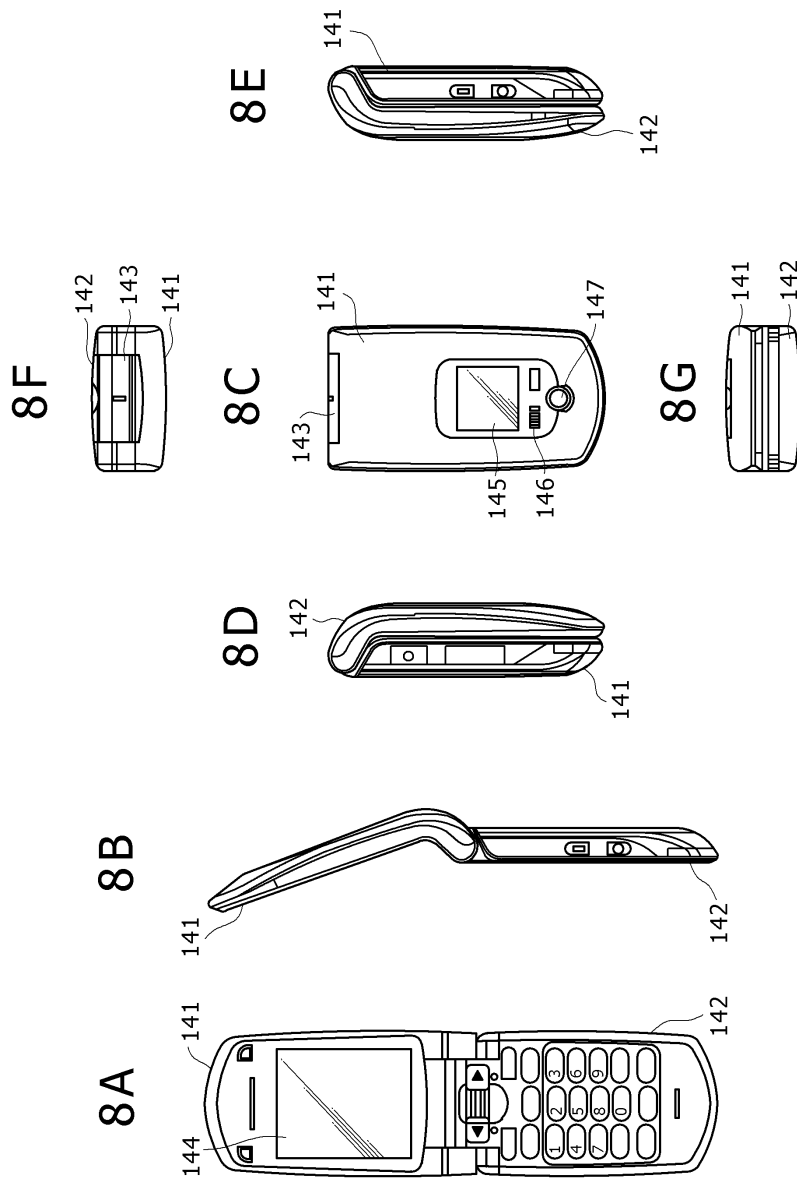
도면6



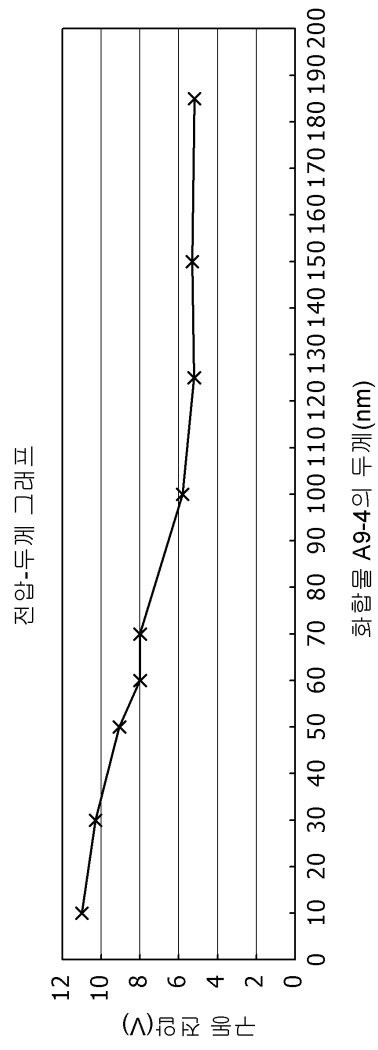
도면7



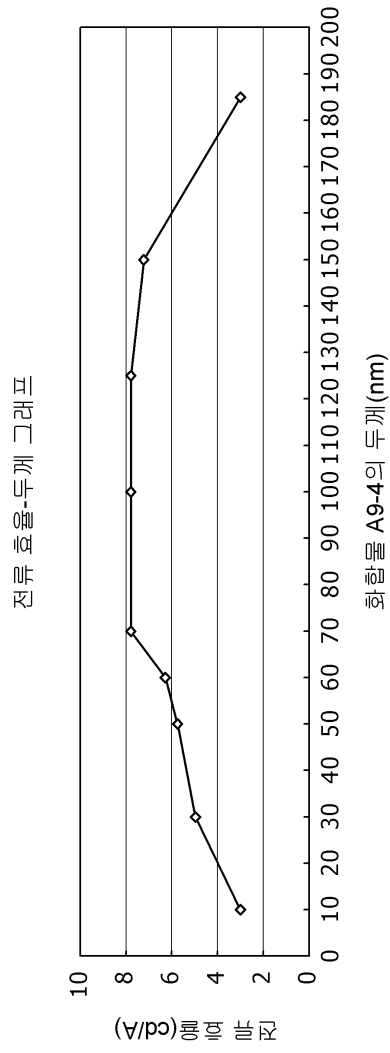
도면8



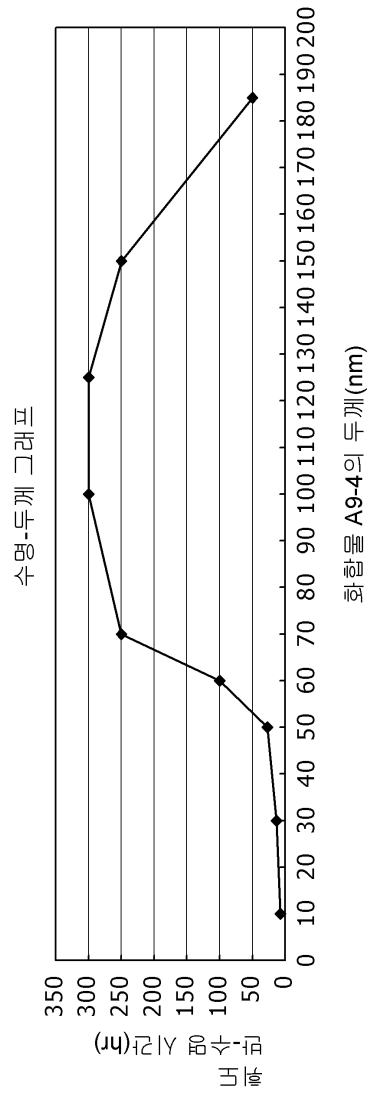
도면9



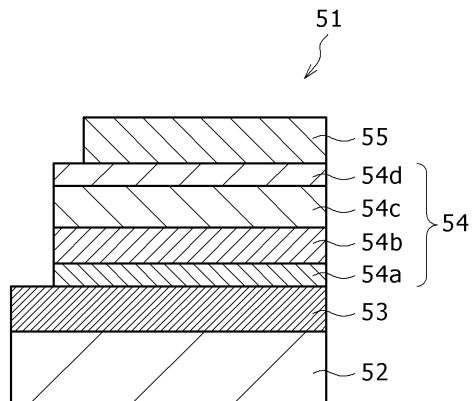
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器		
公开(公告)号	KR1020080082473A	公开(公告)日	2008-09-11
申请号	KR1020080020045	申请日	2008-03-04
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
当前申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	KAMBE EMIKO 감베에미코 NAKAMURA AKIFUMI 나카무라아키후미 KIJIMA YASUNORI 기지마야스노리 YAMAMOTO HIROSHI 야마모토히로시		
发明人	감베에미코 나카무라아키후미 기지마야스노리 야마모토히로시		
IPC分类号	H05B33/20 H01L51/54		
CPC分类号	H01L51/0072 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/5234 H01L51/5206 H01L51/5052 H01L2251/558 H01L51/5265 H01L51/5048 H01L51/5218 Y10S428/917 Y10T428/26		
代理人(译)	您是我的专利和法律公司		
优先权	2007056599 2007-03-07 JP		
其他公开文献	KR101475363B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供阳极，阴极和有机电致发光器件，其夹在阳极和阴极之间，并形成至少具有发光层的有机层。包含含氮杂环化合物的层布置在阴极和发光层之间。包含含氮杂环化合物的层的膜厚度大于布置在阳极和发光层之间的空穴供应层的厚度。有机电场装置，辐射，EL，显示器，氮气。

