

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H05B 33/14 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년09월22일 10-0626975 2006년09월15일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-1999-0017143 1999년05월13일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-1999-0088252 1999년12월27일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장	98-136988	1998년05월19일	일본(JP)
	98-267927	1998년09월22일	일본(JP)
	99-130177	1999년05월11일	일본(JP)

(73) 특허권자 산요덴키가부시키키가이샤
일본 오사카후 모리구치시 게이한 혼도오리 2쵸메 5반 5고

(72) 발명자 하마다유지
일본국오사카후모리구치시게이한혼도리2-5-5산요덴키가부시키키가이샤
내

간노히로시
일본국오사카후모리구치시게이한혼도리2-5-5산요덴키가부시키키가이샤
내

쓰지오카쓰요시
일본국오사카후모리구치시게이한혼도리2-5-5산요덴키가부시키키가이샤
내

우스키다쓰로
일본국오사카후모리구치시게이한혼도리2-5-5산요덴키가부시키키가이샤
내

(74) 대리인 최재철
김기중
권동용

심사관 : 최창락

(54) 유기 일렉트로루미네선스 소자

요약

홀 주입전극과 전자주입 전극 사이에 유기재료로 구성된 캐리어 수송층과 발광층이 형성된 유기 일렉트로루미네선스 (electroluminescence) 소자에 있어서, 캐리어 수송층에 캐리어 수송용의 도판트를 도핑시키고, 및/또는 상기한 발광층에 캐리어 수송용 혹은 들뜸 에너지 이동용의 도판트를 도핑시키고 있다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 실시예 1, 2 및 비교예 1에 있어서의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 소자구조를 나타낸 개략도.

도 2는 실시예 3~16 및 비교예 2~9에 있어서의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 소자구조를 나타낸 개략도.

도 3은 실시예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.

도 4는 비교예 4의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.

도 5는 실시예 13 및 비교예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 발광 스펙트럼을 나타낸 도면.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유기 일렉트로루미네선스 (electroluminescence) 소자에 관한 것으로서, 특히 고휘도의 발광을 안정하게 할 수 있음과 아울러 소정의 색채의 발광을 얻을 수 있도록 하는 점에 특징을 가진 것이다.

근년, 정보기기의 다양화 등에 따라 종래부터 일반적으로 사용되고 있는 CRT에 비하여 소비전력이 적고 용적이 작은 평면 표시 소자의 수요가 높아져서 이러한 평면표시 소자의 하나로서 일렉트로루미네선스 소자가 주목되고 있다.

그리고 이러한 일렉트로루미네선스 소자는 사용하는 재료에 따라 무기재료를 사용한 무기 일렉트로루미네선스 소자와 유기재료를 사용한 유기 일렉트로루미네선스 소자로 대별된다.

여기서 유기 일렉트로루미네선스 소자는 홀 주입전극으로부터 주입된 홀과 전자주입 전극으로부터 주입된 전자가 발광층과 캐리어 수송층의 계면이나 발광층내에서 재결합하여 발광하도록 되어 있어, 무기 일렉트로루미네선스 소자에 비하여 낮은 전압으로써 구동할 수 있다는 이점이 있었다.

또한 상기한 유기 일렉트로루미네선스 소자의 경우에는 발광재료를 선택함으로써 적당한 색채로 발광하는 발광소자를 얻을 수가 있어 멀티칼라나 풀칼라의 표시장치 등으로서도 이용할 수 있다는 기대가 있었다. 그리고 근년에 있어서 이러한 유기 일렉트로루미네선스 소자에 대하여 여러 가지 연구가 행해지게 되었다.

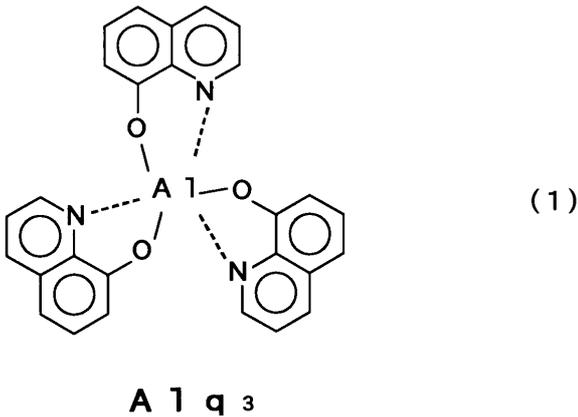
여기서 이러한 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 일반적으로 홀 주입전극과 전자주입 전극 사이에 발광층과 이 발광층에 홀을 수송하는 홀 수송층이나 전자를 수송하는 전자 수송층으로 된 캐리어 수송층을 형성하도록 하고 있다.

그리고 이러한 유기 일렉트로루미네선스 소자로서는 홀 주입전극과 전자주입 전극사이에 홀 수송층과 발광층과 전자 수송층을 적층시킨 DH 구조로 불리우는 3층구조의 것과, 홀 주입전극과 전자주입 전극사이에 홀 수송층과 발광층이 적층된 SH-A 구조로 불리우는 2층구조의 것과, 홀 주입전과 전자주입 전극 사이에 발광층과 전자 수송층이 적층된 SH-B 구조로 불리우는 2층 구조의 것이 일반적으로 사용되고 있다.

여기서 상기한 홀 주입전극으로는 금이나 인듐-주석 산화물 등의 일함수 (work function)가 큰 전극재료가 사용되며, 상기한 전자주입 전극으로는 Mg 등의 일함수가 적은 전극재료가 사용되고 있다.

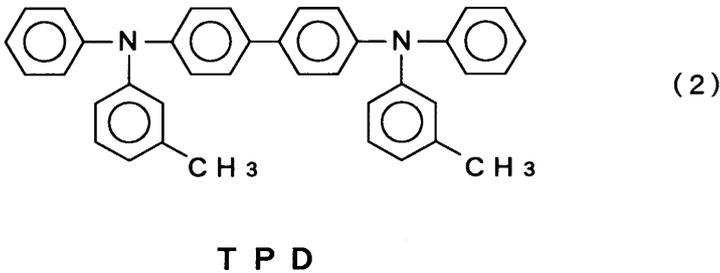
또한, 상기 홀 수송층에 있어서의 홀 수송 재료로는 p형 반도체의 성질을 가진 유기재료가, 전자 수송층을 구성하는 전자 수송 재료로는 n형 반도체의 성질을 가진 유기재료가 사용되며, 그리고 상기한 발광층을 구성하는 재료는 유기 일렉트로루미네선스 소자의 소자구조에 따라 그 성질이 결정되는데, 예컨대 상기한 SH-A 구조에서는 n형 반도체의 성질을 가진 재료가, SH-B 구조에서는 p형 반도체의 성질을 가진 재료가, DH 구조에서는 중성에 가까운 성질을 가진 재료가 사용된다.

그리고 상기한 전자 수송층을 구성하는 전자수송 재료로서 종래에는 아래의 구조식 (1)로 나타내는 트리스(8-퀴놀리놀레이트)알루미늄 (이하, Alq₃라 함) 등의 킬레이트 금속착제가 일반적으로 사용되고 있다.



여기서 상기한 킬레이트 금속착제는 성막(成膜) 안정성이 우수하지만, 전자 수송성이 충분하지 않아, 충분한 전자를 수송시켜 높은 휘도의 발광이 얻어지도록 하기 위해서는 유기 일렉트로루미네선스 소자에 인가되는 구동전압을 높여야 한다는 문제가 있었다.

또한, 상기한 홀 수송층을 구성하는 홀 수송재료로서 종래에는 아래의 구조식 (2)로 나타낸 N,N'-디페닐-N,N'-디(3-메틸페닐)-1,1'-디페닐-4,4'-디아민 (이하, 간단히 TPD라 함) 등의 페닐아민계 재료가 사용되고 있다.



여기서 상기한 페닐아민계 재료는 어느 정도 홀 수송성이 우수하지만 반드시 충분하지 않았다. 또한 상기한 전자 수송층은 전자를, 홀 수송층은 홀을 수송시키는 특성을 가지고 있으나 역(逆)의 캐리어를 수송시키는 특성은 극히 부족하였다. 따라서 전자 수송층과 발광층의 계면에 홀이, 홀 수송층과 발광층의 계면에 전자가 축적함으로써 유기 일렉트로루미네선스 소자의 발광특성이나 수명 등이 저하한다는 문제가 있었다. 또한, 상기한 발광층을 구성하는 재료는 일반적으로 전자나 홀을 수송시키는 특성이 낮으므로 발광층에 전자나 홀이 충분히 주입되지 않아 충분한 발광이 얻어지지 않게 된다는 문제가 있었다.

또한, 종래에는 발광층에 있어서의 호스트 재료에 발광성이 높은 도판트를 도핑시켜 충분한 발광이 얻어지도록 한 것도 사용되고 있다. 그러나 발광층에 사용하는 호스트 재료나 도판트의 종류에 따라서는 호스트 재료로부터 도판트에 들뜬 에너지 (excitation energy)가 양호하게 이동되지 않아 충분한 발광이 얻어지지 않는 경우도 있었다.

더욱이 발광층에 사용하는 호스트 재료나 도판트의 종류에 따라 도판트 이외에 호스트 재료도 발광해버려 적절한 색채의 발광이 얻어지지 않는다는 문제가 있어, 특히 고휘도에서 색순도가 높은 적색의 발광을 얻기가 극히 곤란하였다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 홀 수송층이나 전자 수송층에 있어서의 층의 안정성을 유지시키면서 홀 수송층에서의 홀의 수송성이나 전자 수송층에서의 전자의 수송성을 높여 고휘도의 발광이 안정하게 이루어질수 있도록 함에 있다.

본 발명의 다른 목적은 발광층에 전자나 홀이 주입되기 쉽게 하여 고휘도의 발광이 이루어질 수 있도록 함에 있다.

또한 본 발명의 다른 목적은 발광층에 있어서의 호스트 재료로부터 발광성의 도판트에 들뜸 에너지가 양호하게 이동되어 보다 고휘도의 발광이 얻어지도록 함에 있다.

또한, 본 발명의 또 다른 목적은 발광층에서의 도판트 이외에 호스트 재료가 발광하는 것을 방지하여 적절한 색채의 발광이 얻어지도록 함에 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에서의 제 1 유기 일렉트로루미네선스 소자는 홀 주입전극과 전자주입 전극 사이에 유기재료로 구성된 캐리어 수송층과 발광층이 형성된 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서, 상기한 캐리어 수송층에 캐리어 수송용의 도판트를 도핑시키고 있다.

그리고 상기한 캐리어 수송층이 전자 수송층인 경우에는 상기한 캐리어 수송용의 도판트로서 전자 수송성의 도판트나, 홀 수송성의 도판트나, 전자 수송성과 홀 수송성의 쌍방의 성질을 가진 도판트를 도핑시킬 수가 있다.

여기서 전자 수송층에 전자 수송성의 도판트를 도핑시킬 경우, 이 전자 수송층의 호스트 재료로서 상기한 Alq₃ 등의 막안정성이 우수한 전자 수송성 재료를 사용하는 한편, 이 호스트 재료에 전자 수송성이 높은 도판트를 도핑시키도록 한다. 이렇게 하면 전자 수송층에서의 막안정성이 높고 전자 수송성이 우수한 전자 수송층이 얻어지고, 이 전자 수송층을 통해 충분한 전자가 수송되어 고휘도의 발광을 안정하게 얻을 수 있게 된다. 그리고 상기한 바와 같이 전자 수송성이 높은 도판트를 도핑시킴에 있어서 그 양이 적으면 전자 수송층에서의 전자 수송성을 충분히 향상시킬 수 없게 되는 한편, 그 양이 너무 많아지면 전자 수송층의 안정성이 저하하므로 전자 수송층에서의 상기한 도판트의 도핑량을 0.01~50 중량%의 범위로 하는 것이 바람직하다.

그리고 전자 수송층에 홀 수송성의 도판트를 도핑시키면 이 홀 수송성의 도판트에 의해 발광층으로부터 전자 수송층으로 이동된 홀이 전자 수송층내로 이동하게 되어 전자 수송층과 발광층의 계면에 홀이 축적하는 것이 억제되어 유기 일렉트로루미네선스 소자에서의 발광특성이나 수명등이 향상된다. 그리고 이와 같이 홀 수송성의 도판트를 도핑시킴에 있어서 그 양이 적으면 전자 수송층과 발광층의 계면에서 홀이 축적하는 것을 충분히 억제할 수 없게 되는 한편, 그 양이 너무 많으면 전자 수송층에서의 전자수송성이 저하하므로 전자 수송층에서의 상기한 도판트의 도핑량을 0.01~50 중량%의 범위로 하는 것이 바람직하다.

또한, 상기한 캐리어 수송층이 홀 수송층인 경우에 있어서는 상기한 캐리어 수송용의 도판트로서 홀 수송성의 도판트나 전자 수송성의 도판트나 전자 수송성과 홀 수송성의 쌍방의 성질을 가진 도판트를 도핑시킬 수가 있다.

여기서 홀 수송층에 홀 수송성의 도판트를 도핑시킬 경우, 이 홀 수송층의 호스트 재료로서 막안정성이 우수한 홀 수송재료를 사용하는 한편, 이 호스트 재료에 홀 수송성이 높은 도판트를 도핑시키도록 한다. 이와 같이 하면 홀 수송층에서의 막안정성이 높고 홀 수송성이 우수한 홀 수송층이 얻어지고, 이 홀 수송층을 통해 충분한 홀이 수송되어 고휘도의 발광이 안정하게 얻어지게 된다. 그리고 이와 같이 홀 수송성이 높은 도판트를 도핑시킴에 있어서, 그 양이 적으면 홀 수송층에서의 홀 수송성을 충분히 향상시킬 수 없게 되는 한편, 그 양이 너무 많으면 홀 수송층의 안정성이 저하하므로 홀 수송층에서의 상기한 도판트의 도핑량을 0.01~50 중량%의 범위로 하는 것이 바람직하다.

또한, 홀 수송층에 전자 수송성의 도판트를 도핑시키면 이 전자 수송성의 도판트에 의해 발광층으로부터 홀 수송층으로 이동된 전자가 이 홀 수송층내로 이동하게 되어 홀 수송층과 발광층의 계면에 전자가 축적하는 것이 억제되므로 유기 일렉트로루미네선스 소자에서의 발광특성이나 수명등이 향상된다. 그리고 이와 같이 전자 수송성의 도판트를 도핑시킴에 있어서 그 양이 적으면 홀 수송층과 발광층과의 계면에 전자가 축적하는 것을 충분히 억제할 수 없게 되는 한편, 그 양이 너무 많으면 홀 수송층에서의 홀 수송성이 저하하므로 홀 수송층에서의 상기한 도판트의 도핑량을 0.01~50 중량%의 범위로 하는 것이 바람직하다.

그리고 상기한 전자 수송층이나 홀 수송층에 캐리어 수송용의 도판트로서 전자 수송성과 홀 수송성의 두가지 성질을 가진 도판트를 도핑시키면 이 도판트에 의하여 전자와 홀이 수송되도록 되어 전자 수송층과 발광층의 계면에 홀이 축적하거나 홀 수송층과 발광층의 계면에 전자가 축적하거나 하는 것이 억제되어 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 발광특성이나 수명등이 향상된다.

또한 본 발명의 제 2 유기 일렉트로루미네선스 소자는 홀 주입전극과 전자주입 전극사이에 유기재료로 구성된 캐리어 수송층과 발광층이 형성된 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 상기한 발광층에 캐리어 수송용 혹은 들뜸 에너지 이동용의 도판트를 도핑시키고 있다.

그리고 이 제 2 유기 일렉트로루미네선스 소자와 같이 발광층에 캐리어 수송용 혹은 들뜸 에너지 이동용의 도판트를 도핑시키면 이 도판트에 의해 발광층에 전자나 홀이 주입되기 쉬워져서 이 발광층에서 전자와 홀이 결합하여 발광하는 확률이 높아지며, 또한 발광층에서의 발광재료가 효율 좋게 들뜨게 되어 저전압에서 고휘도의 발광이 얻어지게 된다. 또한, 상기한 캐리어 수송용 혹은 들뜸 에너지 이동용의 도판트가 발광하지 않을 경우에는 발광층에서의 발광재료만이 발광하여 소정의 색채의 발광이 얻어지게 된다.

여기서 상기한 캐리어 수송용 혹은 들뜸 에너지 이동용의 도판트로서는 그 에너지 갭이 상기한 발광층에 있어서의 발광재료의 에너지 갭보다도 큰 것을 사용하도록 하고, 예컨대 축합 다환(多環)방향족 화합물인 루브렌이나 9,10-디페닐안트라센이나 안트라센 등이 사용된다.

그리고 이와 같은 캐리어 수송용 혹은 들뜸 에너지 이동용의 도판트를 상기한 발광층에 도핑시킴에 있어서 그 양이 적으면 발광층에 있어서 전자와 홀이 결합하여 발광하는 확률을 높인다거나 발광층에 있어서의 발광재료를 효율 좋게 들뜨게 할 수 없게 되는 한편, 그 양이 너무 많으면 발광층에 있어서의 발광재료의 양이 적어져서 충분한 발광이 일어나지 않으므로 발광층에서의 상기한 도판트의 도핑량을 0.01~50 중량%의 범위로 하는 것이 바람직하다.

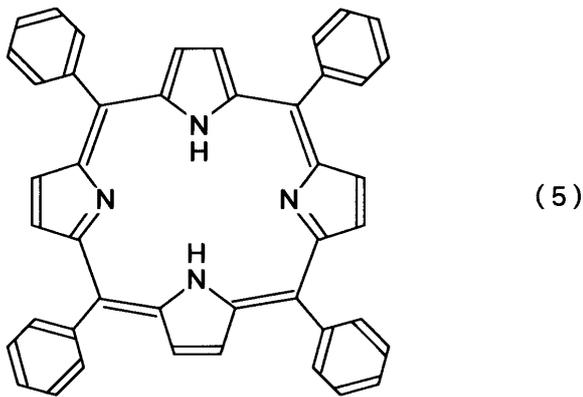
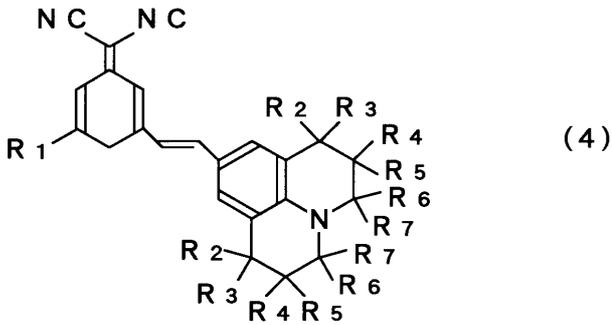
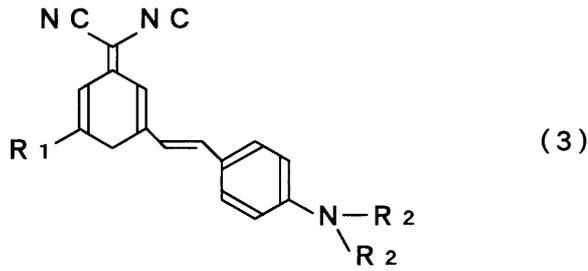
또한, 본 발명에서의 제 3 유기 일렉트로루미네선스 소자는 홀 주입전극과 전자주입 전극 사이에 유기재료로 구성된 캐리어 수송층과 발광층이 형성된 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서, 상기한 발광층에 발광성의 도판트와 이 발광성의 도판트의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용의 도판트를 도핑시키고 있다.

그리고 이 제 3 유기 일렉트로루미네선스 소자와 같이 발광층에 발광성의 도판트와 이 발광성의 도판트의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용의 도판트를 도핑시키면 이 들뜸 에너지 이동용의 도판트에 의해 발광성의 도판트가 효율 좋게 들뜨게 되어 저전압에서 고휘도의 발광이 얻어지게 된다.

또한, 상기한 들뜸 에너지 이동용의 도판트가 발광하지 않을 경우에는 이 들뜸 에너지 이동용의 도판트에 의해 들뜬 발광성의 도판트만이 발광하게 되어 색순도가 높은 발광이 얻어지게 된다.

여기서 상기한 바와 같은 발광성의 도판트나, 이 발광성의 도판트의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용의 도판트를 발광층에 도핑시킴에 있어서 이들의 양이 적으면 발광층에 도핑된 발광성의 도판트를 효율 좋게 들뜨게 할 수 없어 충분한 발광을 얻을 수 없게 되는 한편, 이들의 양이 너무 많으면 발광층의 안정성 등에 문제가 생기므로 발광층에서의 상기한 각 도판트의 도핑량을 0.01~50 중량%의 범위로 하는 것이 바람직하다.

또한, 이 제 3 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 고휘도에서 색순도가 높은 적색의 발광을 얻기 위해서는 상기한 발광성의 도판트로서, 예컨대 발광 피크 파장이 550nm~700nm의 범위에 있는 아래의 구조식 (3)~(5)로부터 선택되는 화합물을 사용하도록 함과 아울러 상기한 들뜸 에너지 이동용의 도판트로서 루브렌을 사용하도록 한다.



프탈로시아닌

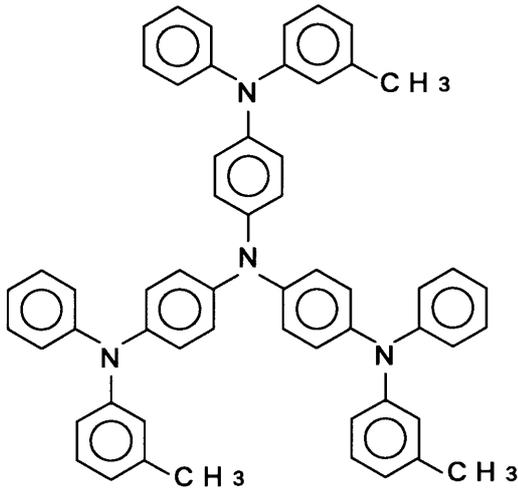
더욱이 상기의 구조식 (3)~(5)에서의 $R_1 \sim R_7$ 은 수소 또는 치환기이다. 그리고 이 $R_1 \sim R_7$ 로서는, 예컨대 $-C_n H_{2n+1}$, $-CN$, $-O(C_n H_{2n+1})$, $-N(C_n H_{2n+1})$, 할로젠기, 페닐기, 나프틸기 등을 들 수 있는데, n 은 0~10의 정수이다.

또한, 본 발명에서의 상기한 제1~제3의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 소자구조는 상기한 바와 같이 홀 주입전극과 전자주입 전극의 사이에 홀 수송층과 발광층과 전자 수송층을 적층시킨 DH 구조, 홀 주입전극과 전자주입 전극의 사이에 홀 수송층과 발광층을 적층시킨 SH-A 구조, 홀 주입전극과 전자주입 전극의 사이에 발광층과 전자 수송층을 적층시킨 SH-B 구조 등의 공지의 어떠한 구조이어도 좋다.

본 발명의 여러 가지 목적, 장점 및 특징은 본 발명의 특징의 실시형태를 설명하는 도면과 관련한 아래의 상세한 설명으로부터 명백히 알 수 있게 된다. 이하, 본 발명의 실시예의 유기 일렉트로루미네선스 소자를 첨부도면에 의해 구체적으로 설명함과 아울러 비교예를 들어 본 발명의 실시예의 유기 일렉트로루미네선스 소자가 우수한 점을 명료하게 한다.

(실시예 1)

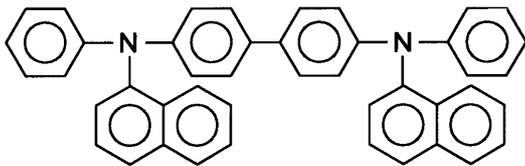
실시예 1에 있어서의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 도 1에 나온 바와 같이 유리기관(1)위에 인듐-주석 산화물(이하, ITO라 함)로 된 투명한 홀 주입전극(2)을 형성하고, 이 홀 주입전극(2)위에 아래의 구조식 (6)에 나온 4,4',4"-트리스(3-메틸페닐페닐아미노)트리페닐아민(이하, 간단히 MTDATA이라 함)으로 된, 막두께가 500Å으로 된 홀 수송층(3)을 형성하고 있다.



(6)

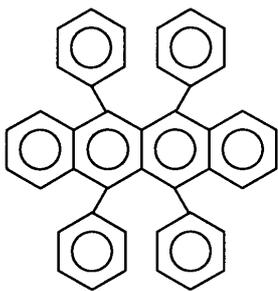
MTDATA

그리고 이 홀 수송층(3)의 위에, 아래의 구조식 (7)로 나타낸 비스[N-(1-나프틸)-N-페닐]벤지딘 (이하, 간단히 NPB라 함)으로 된 호스트 재료중에 발광성의 도판트로서 이 NPB 보다도 에너지 갭이 적은 아래의 구조식 (8)로 나타낸 루브렌이 5 중량% 도핑되어서 된, 막두께 150Å으로 된 발광층(4)을 형성하고 있다.



(7)

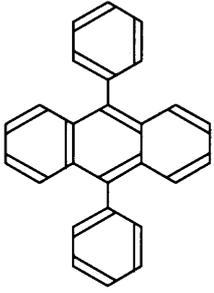
NPB



(8)

루브렌

또한, 이 발광층(4)의 위에, 상기한 구조식 (1)로 나타낸 Alq₃로 된 호스트 재료중에 전자 수송성의 도판트로서 아래의 구조식 (9)로 나타낸 9,10-디페닐안트라센 (이하, 간단히 DPA라 함)이 20 중량% 도핑되어서 된, 막두께 350Å로 된 전자 수송층(5)을 형성하고 있다.



(9)

D P A

그리고 이 전자 수송층(5)의 위에 MgIn합금(Mg:In=10:1)으로 된, 막두께 2000Å로 된 전자주입 전극(6)을 형성하고 있다.

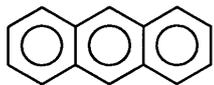
여기서 본 실시예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자를 제조함에 있어서는 ITO로 된 투명한 홀 주입전극(2)이 형성된 유리기판(1)을 중성세제로 세정한 후, 이것을 아세톤중에서 20분간, 에탄올중에서 20분간 각각 초음파 세정하고, 여기에 비등한 에탄올중에 약 1분간 넣고 꺼낸 다음, 이것을 신속히 송풍건조시켰다.

이어서 이 유리기판 1에 형성된 상기한 홀 주입전극(2)의 위에 진공증착법에 의해 상기한 홀 수송층(3), 발광층(4), 전자 수송층(5), 전자주입 전극(6)을 순차로 형성하였다. 그리고 이들 증착은 어느 것이라도 진공도 5×10^{-6} Torr에서 기판온도를 제어하지 않는 조건하에서 실시하였다.

그리고 본 실시예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원(도면에 없음)의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면, 아래의 표 1에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 301cd/m², 전압 11V에서 휘도가 21900cd/m²로 된, 루브렌에 의한 황색의 발광이 얻어졌다.

(실시예 2)

실시예 2의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 상기한 실시예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 전자 수송층(5)에 도핑시키는 전자 수송성의 도판트를 아래의 구조식 (10)으로 나타낸 안트라센으로 변경하고, 상기한 Alq₃로 된 호스트 재료중에 전자 수송성의 도판트로서 안트라센이 12.8 중량% 도핑된 전자 수송층(5)을 형성하고, 그 이외는 상기한 실시예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.



(10)

안트라센

그리고 본 실시예 2의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면 아래의 표 1에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 131cd/m², 전압 11V에서 휘도가 5020cd/m²로 된, 루브렌에 의한 황색의 발광이 얻어졌다.

(비교예 1)

비교예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 상기한 실시예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 전자 수송층(5)에 도판트를 도핑시키지 않고 Alq₃ 만으로 구성하고, 그 이외는 상기한 실시예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

그리고 이 비교예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서의 홀 주입 전극(2)을 전원의 플라스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면 아래의 표 1에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 27cd/m², 전압 11V에서 휘도가 1739cd/m²로 된, 루브렌에 의한 황색의 발광이 얻어졌다.

[표 1]

전 압	휘도(cd/m ²)	
	6V	11V
실시예 1	301	21900
실시예 2	131	5020
비교예 1	27	1739

이 결과로부터 명백한 바와 같이 Alq₃ 을 사용한 전자 수송층(5)에 전자 수송성의 도판트를 도핑시킨 실시예 1 및 2의 유기 일렉트로루미네선스 소자는 전자수송층(5)에 전자 수송성의 도판트를 도핑시키지 아니한 비교예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 비하여 고휘도의 발광이 얻어지고, 특히 전자 수송성의 도판트에 DPA를 사용한 실시예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 그 휘도가 비교예 1의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 10배 이상으로 되어 있었다.

더욱이 실시예 1 및 2의 각 유기 일렉트로루미네선스 소자와 같이 전자 수송층(5)에 전자 수송성의 도판트를 도핑시킴에 있어서 전자 수송성의 도판트를 도핑시키는 양이 50 중량%을 초과하면, 역으로 전자 수송층(5)에 있어서의 전자 수송성이 저하하였다. 이것은 도판트의 양이 너무 많아져서 전자 수송층(5)의 막질(膜質)이 저하하였기 때문이라고 생각된다.

(실시예 3)

실시예 3에 있어서의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 도 2에 나온 바와 같이 유리기관(1)의 위에 ITO로 된 투명한 홀 주입전극(2)을 형성하고, 이 홀 주입전극(2)의 위에 상기한 구조식 (6)에 나온 MTDATA로 된 막두께가 500Å으로 된 제 1 홀 수송층(3a)을 형성하고, 이 제 1 홀 수송층(3a)의 위에 상기한 구조식 (2)에 나온 TPD로 된 홀 수송성의 호스트 재료중에 전자 수송성의 도판트로서 상기한 구조식 (9)에 나온 DPA가 10 중량% 도핑되어 막두께가 100Å으로 된 제 2 홀 수송층(3b)을 형성하고 있다.

또한, 이 제 2 홀 수송층(3b)의 위에, 상기한 구조식 (1)에 나온 Alq₃로 된 호스트 재료중에 전자 수송성의 도판트로서 상기한 구조식 (9)에 나온 DPA가 10 중량% 도핑되어 막두께가 500Å으로 된 발광층(4)을 형성하고, 이 발광층(4)의 위에, MgIn합금(Mg:In=10:1)으로 된 막두께가 2000Å으로 된 전자주입 전극(6)을 형성하고 있다.

그리고 이 실시예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플라스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면 상기한 발광층(4)에서의 Alq₃ 에 의한 발광 피크 파장 510nm의 녹색발광이 얻어지며, Alq₃ 보다도 에너지 갭이 큰 DPA (발광 피크 파장 438nm)의 발광은 보이지 않았다.

또한, 상기한 전원으로부터 인가시키는 전압을 변화시켰을 경우, 아래의 표 2에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 487cd/m², 전압 11V에서 휘도가 24000cd/m²인 발광이 얻어졌다. 더욱이 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 초기휘도가 500cd/m²가 되도록 초기전압을 6.3V로 하고, 13.6mA/cm²의 정전류로써 연속발광시키면 아래의 표 2에 나온 바와 같이 517시간후에서의 휘도는 초기휘도의 약 55%인 273cd/m²가 되어 있었다.

(실시예 4)

실시에 4의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 상기한 실시예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 제 2 홀 수송층(3b)에 있어서 TPD로 된 홀 수송성의 호스트 재료중에 전자 수송성의 도판트인 DPA를 10 중량% 도핑시키는 한편, 발광층(4)에서의 Alq₃중에 전자 수송성의 도판트인 DPA를 도핑시키지 않도록 하고, 그 이외는 상기한 실시예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

그리고 이 실시예 4의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면 실시예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 발광층(4)에서의 Alq₃에 의한 녹색발광이 얻어졌다.

또한, 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 변화시켰을 경우, 아래의 표 2에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 142cd/m², 전압 11V에서 휘도가 12160cd/m²의 발광이 얻어졌다.

더욱이 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 초기휘도가 500cd/m²가 되도록 초기전압을 7.6V로 하고, 15.6mA/cm²의 정전류에서 연속발광시키면 아래의 표 2에 나온 바와 같이 517시간후에 있어서의 휘도는 초기휘도의 약 40%인 201cd/m²가 되어 있었다.

(비교예 2)

비교예 2의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 상기한 실시예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 제 2 홀 수송층(3b)에서의 TPD로 된 홀 수송성의 호스트 재료중에 전자 수송성의 도판트인 DPA를 도핑시키지 않도록 함과 아울러 발광층(4)에서의 Alq₃중에서도 전자 수송성의 도판트인 DPA를 도핑시키지 않도록 하고, 그 이외는 상기한 실시예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

그리고 이 비교예 2의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면 실시예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 발광층(4)에서의 Alq₃에 의한 녹색발광이 얻어졌다.

또한, 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 변화시켰을 경우, 아래의 표 2에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 112cd/m², 전압 11V에서 휘도가 10150cd/m²인 발광이 얻어졌다.

더욱이 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 초기휘도가 500cd/m²가 되도록 초기전압을 8.0V로 하여 16.8mA/cm²의 정전류로써 연속발광시키면 약 25시간에서 휘도가 초기휘도의 절반으로 저하하고, 아래의 표 2에 나온 바와 같이 517시간후에 있어서는 그 휘도가 초기휘도의 10% 이하로서 거의 발광하지 않게 되었다.

[표 2]

	휘도(cd/m ²)		517 시간후 (초기휘도 500cd/m ²)	
	6V	11V	휘도(cd/m ²)	초기휘도와의 비율
실시예 3	487	24000	273	55%
실시예 4	142	12160	201	40%
비교예 2	112	10150	거의 발광하지 않음	10% 이하

이 결과로부터 알 수 있는 바와 같이 전자 수송성의 도판트인 DPA를 제 2 홀 수송층(3b)에만 도핑시킨 실시예 4의 유기 일렉트로루미네선스 소자나 전자 수송성의 도판트인 DPA를 제 2 홀 수송층(3b)과 발광층(4)의 양쪽에 도핑시킨 실시예 3

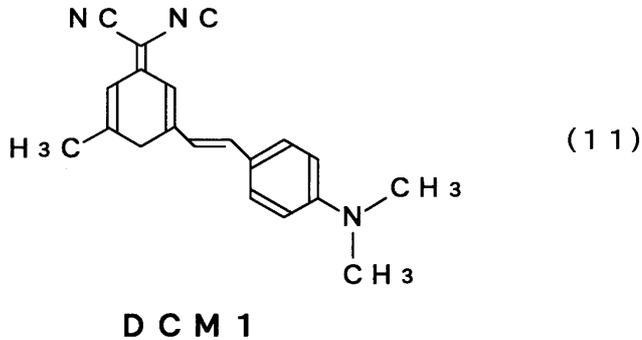
의 유기 일렉트로루미네선스 소자는 전자 수송성의 도판트인 DPA를 제 2 홀 수송층(3b)과 발광층(4)의 어느 쪽에도 도핑시키지 아니한 비교예 2의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 비하여 고휘도의 발광이 얻어짐과 아울러 장기간에 걸쳐 안정한 발광이 얻어졌다.

특히 전자 수송성의 도판트인 DPA를 제 2 홀 수송층(3b)과 발광층(4)의 양쪽에 도핑시킨 실시예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 보다 고휘도의 발광이 얻어짐과 아울러 장기간에 걸쳐 보다 안정한 발광이 얻어졌다.

(실시예 5)

실시예 5에 있어서의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 도 2에 나온 바와 같이 유리기관(1)의 위에 ITO로 된 투명한 홀 주입전극(2)을 형성하고, 이 홀 주입전극(2)의 위에 상기한 구조식 (6)에 나온 MTDATA로 된 막두께가 500Å으로 된 제 1 홀 수송층(3a)을 형성하고, 이 제 1 홀 수송층(3a)의 위에 상기한 구조식 (2)에 나온 TPD로 된 막두께가 100Å로 된 제 2 홀 수송층(3b)을 형성하고 있다.

그리고 이 제 2 홀 수송층(3b)의 위에, 상기한 구조식 (1)에 나온 Alq₃로 된 호스트 재료중에 발광성의 도판트로서 아래의 구조식 (11)에 나온 DCM1이 1.6 중량%, DCM1의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트로서 상기한 구조식 (8)에 나온 루브렌이 5 중량% 도핑되어 막두께가 400Å으로 된 발광층(4)을 형성하고, 이 발광층(4)의 위에, MgIn합금(Mg:In=10:1)으로 된, 막두께가 2000Å으로 된 전자주입 전극(6)을 형성하고 있다.



그리고 이 실시예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플라스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면, 상기한 발광층(4)에 있어서의 DCM1에 의한 발광 피크 파장 611nm, 색도좌표 x=0.562, y=0.419의 오렌지색의 발광이 얻어졌을 뿐이고 루브렌 (발광 피크 파장 656nm)에 의한 발광은 보이지 않았다.

또한, 상기한 전원으로부터 인가시키는 전압을 변화시켰을 경우, 아래의 표 3에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 60cd/m², 전압 11V에서 휘도가 2190cd/m²의 발광이 얻어졌다.

더욱이 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 초기휘도가 166cd/m²가 되도록 9mA/cm²의 정전류에서 연속발광시키면 아래의 표 3에 나온 바와 같이 305시간후에 있어서의 휘도는 초기휘도의 약 62%로 되어 있었다.

(실시예 6)

실시예 6의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 아래의 실시예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 상기한 발광층(4)에 도핑시키는 상기한 루브렌의 양을 10 중량%로 하고, 그 이외는 상기한 실시예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

그리고 이 실시예 6의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플라스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면 상기한 실시예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 DCM1에 의한 발광 피크 파장 607nm, 색도좌표 x=0.562, y=0.437의 오렌지색의 발광이 얻어졌을 뿐이고 루브렌의 발광은 보이지 않았다.

또한, 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 변화시켰을 경우, 아래의 표 3에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 60cd/m², 전압 11V에서 휘도가 1915cd/m²의 발광이 얻어졌다.

더욱이 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 초기휘도가 211cd/m²가 되도록 9mA/cm²의 정전류에서 연속발광시키면 아래의 표 3에 나온 바와 같이 305시간후에 있어서의 휘도는 초기휘도의 약 64%로 되어 있었다.

(비교예 3)

비교예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 상기한 실시예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 발광층(4)에 상기한 루브렌을 도핑시키지 않도록 하고, 그 이외는 상기한 실시예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

그리고 이 비교예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면 상기한 DCM1에 의한 발광 피이크 파장 611nm, 색도좌표 x=0.553, y=0.438의 오렌지색의 발광이 얻어졌다.

또한, 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 변화시켰을 경우, 아래의 표 3에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 30cd/m², 전압 11V에서 휘도가 1279cd/m²의 발광이 얻어졌다.

더욱이 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 초기휘도가 222cd/m²가 되도록 9mA/cm²의 정전류에서 연속발광시키면, 아래의 표 3에 나온 바와 같이 305 시간후에 있어서의 휘도는 초기휘도의 약 32%로 되어 있었다.

[표 3]

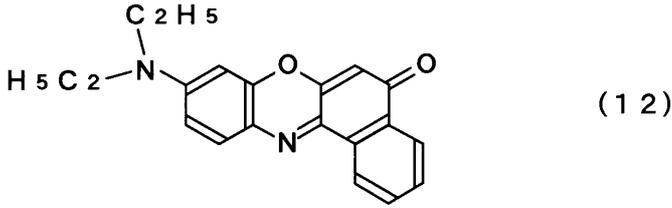
전 압	휘도(cd/m ²)		초기휘도에 대한 305시간후의 휘도의 비율 (%)
	6V	11V	
실시예 5	60	2190	62
실시예 6	60	1915	64
비교예 3	30	1279	32

이 결과로부터 명백한 바와 같이 발광층(4)에 발광성의 도판트인 DCM1과 함께 이 DCM1의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트인 루브렌을 도핑시킨 실시예 5와 6의 각 유기 일렉트로루미네선스 소자는 DCM1의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트인 루브렌을 도핑시키지 않은 비교예 3의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 비하여 고휘도의 발광이 얻어짐과 아울러 장기간에 걸쳐 안정한 발광이 얻어졌다.

(실시예 7)

실시예 7에서의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 도 2에 나온 바와 같이 유리기관(1)의 위에 ITO로 된 투명한 홀 주입전극(2)을 형성하고, 이 홀 주입전극(2)의 위에, 상기한 구조식 (6)에 나온 MTDATA로 된 막두께가 500Å으로 된 제1홀 수송층(3a)을 형성하고, 이 제 1 홀 수송층(3a)의 위에, 상기한 구조식 (2)에 나온 TPD로 된 막두께가 100Å으로 된 제 2 홀 수송층(3b)을 형성하고 있다.

그리고 이 제 2 홀 수송층(3b)의 위에, 상기한 구조식 (1)에 나온 Alq₃로 된 호스트 재료중에 발광성의 도판트로서 아래의 구조식 (12)에 나온 Nile Red가 1 중량%, 이 Nile Red의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트로서 상기한 구조식 (8)에 나온 루브렌이 10 중량% 도핑되어 막두께가 400Å으로 된 발광층(4)을 형성하고, 이 발광층(4)의 위에, MgIn합금(Mg:In=10:1)으로 된, 막두께가 2000Å으로 된 전자 주입층(6)을 형성하고 있다.



N i l e R e d

그리고 이 실시예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면, 도 3에 나온 바와 같이 약 612nm의 파장에서만 발광 피크를 가지며, 색도좌표 $x=0.530, y=0.464$ 로 된 상기 Nile Red에 의한 오렌지색의 발광이 얻어졌을 뿐이고, 발광층(4)에서의 루브렌이나 Alq_3 의 발광은 보이지 않았다.

또한, 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 변화시켰을 경우, 아래의 표 4에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 $51cd/m^2$, 전압 11V에서 휘도가 $2170cd/m^2$ 의 발광이 얻어졌다.

더욱이 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 초기휘도가 $140cd/m^2$ 가 되도록 $9mA/cm^2$ 의 정전류에서 연속발광시키면, 아래의 표 4에 나온 바와 같이 544 시간후에 있어서의 휘도는 초기휘도의 약 55%가 되어 있었다.

(비교예 4)

비교예 4의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 상기한 실시예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 상기한 발광층(4)에 있어서의 Alq_3 로 된 호스트 재료중에 상기한 루브렌을 도핑시키지 않도록 하고, 그 이외는 상기한 실시예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

그리고 이 비교예 4의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면, 도 4에 나온 바와 같이 615nm와 535nm의 파장에서 피크를 가지며, 색도좌표 $x=0.449, y=0.489$ 로 된 옅은 오렌지색 발광이 얻어지고, 발광층(4)에서의 Nile Red와 Alq_3 의 양쪽이 발광해 있었다. 이것은 발광층(4)에 루브렌이 도핑되어 있지 않으므로 들뜸 에너지가 Alq_3 로부터 Nile Red로 양호하게 이동되지 않고, Alq_3 자체가 발광하였기 때문이다.

또한, 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 변화시켰을 경우, 아래의 표 4에 나온 바와 같이 전압 6V에서 휘도가 $22cd/m^2$, 전압 11V에서 휘도가 $1424cd/m^2$ 의 발광이 얻어졌다.

더욱이 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 초기휘도가 $115cd/m^2$ 가 되도록 $9mA/cm^2$ 의 정전류에서 연속발광시키면, 아래의 표 4에 나온 바와 같이 544 시간후에 있어서의 휘도는 초기휘도의 약 23%로 되어 있었다.

[표 4]

전 압	휘도(cd/m^2)		초기휘도에 대한 544시간후의 휘도의 비율 (%)
	6V	11V	
실시예 7	51	2170	55
비교예 4	22	1424	23

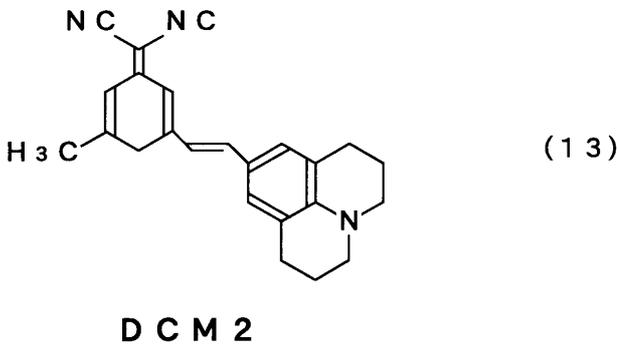
이 결과로부터 명백한 바와같이 상기한 발광층(4)에 발광성의 도판트인 Nile Red와 함께 이 Nile Red의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트인 루브렌을 도핑시킨 실시예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는

루브렌이나 Alq₃ 가 발광하지 않고 Nile Red만이 발광하게 되어, Nile Red의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트인 루브렌을 도핑시키지 않은 비교예 4의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 비하여 색순도가 높아짐과 아울러 고휘도의 발광이 얻어지고, 더욱이 장기간에 걸쳐 안정한 발광이 얻어졌다.

(실시예 8)

실시예 8에서의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 도 2에 나온 바와 같이 유리기판(1)의 위에 ITO로 된 투명한 홀 주입전극(2)을 형성하고, 이 홀 주입전극(2)의 위에, 상기한 구조식 (6)에 나온 MTDATA로 된, 막두께가 500Å으로 된 제 1 홀 수송층(3a)을 형성하고, 이 제 1 홀 수송층(3a)의 위에, 상기한 구조식 (2)에 나온 TPD로 된, 막두께가 100Å으로 된 제 2 홀 수송층(3b)을 형성하고 있다.

그리고 이 제 2 홀 수송층(3b)의 위에, 상기한 구조식 (1)에 나온 Alq₃로 된 호스트 재료중에 발광성의 도판트로서 아래의 구조식 (13)에 나온 DCM2가 1 중량%, 이 DCM2의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트로서 상기한 구조식 (8)에 나온 루브렌이 10 중량% 도핑되어 막두께가 400Å으로 된 발광층(4)을 형성하고, 이 발광층(4)의 위에, MgIn합금(Mg:In=10:1)으로 된 막두께가 2000Å으로 된 전자 주입층(6)을 형성하고 있다.



그리고 이 실시예 8의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면, 상기한 발광층(4)에 있어서의 DCM2에 의한 발광 피크 파장 645nm, 색도좌표 x=0.650, y=0.350의 적색의 발광이 얻어졌을 뿐이고, 발광층(4)에서의 루브렌이나 Alq₃의 보이지 않았다.

그리고 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 6V로 했을 경우의 휘도는 20cd/m² 이고, 또한 최고휘도는 7050cd/m² 이었다.

(비교예 5)

비교예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 상기한 실시예 8의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 상기한 발광층(4)에 있어서의 Alq₃로 된 호스트 재료중에 상기한 루브렌을 도핑시키지 않도록 하고, 그 이외는 상기한 실시예 8의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

그리고 이 비교예 5의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면, DCM2에 의한 발광 피크 파장 645nm, 색도좌표 x=0.612, y=0.382의 적색의 발광이 얻어졌다.

그리고 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 6V로 했을 경우의 휘도는 13cd/m² 이고, 또한 최고휘도는 4020cd/m² 이었다.

이 결과, 상기한 실시예 8에 나온 바와 같이 발광층(4)에서의 Alq₃로 된 호스트 재료중에 발광성의 도판트인 DCM2와 더불어 이 DCM2의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트인 루브렌을 도핑시키면 루브렌이 발광하는 일이 없이 발광성의 도판트인 DCM2의 발광효율이 높아져서 DCM2에 의한 고휘도의 발광이 얻어짐과 아울러 저전압에서 충분한 발광이 얻어져서 유기 일렉트로루미네선스 소자의 수명을 향상시킬 수가 있었다.

(실시예 9)

실시예 9에서의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 도 2에 나온 바와 같이 유리기판(1)의 위에 ITO로 된 투명한 홀 주입전극(2)을 형성하고, 이 홀 주입전극(2)의 위에, 상기한 구조식 (6)에 나온 MTDATA로 된, 막두께가 500Å으로 된 제1홀 수송층(3a)을 형성하고, 이 제 1 홀 수송층(3a)의 위에, 상기한 구조식 (2)에 나온 TPD로 된, 막두께가 100Å으로 된 제 2 홀 수송층(3b)을 형성하고 있다.

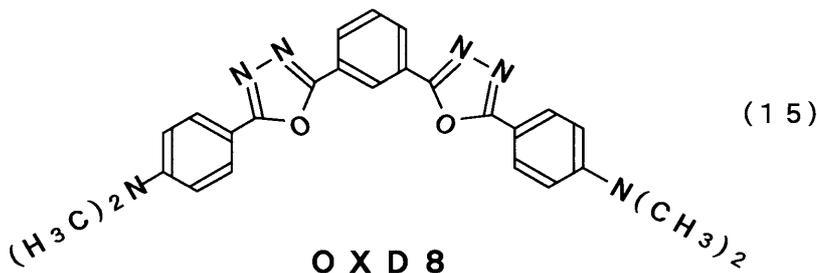
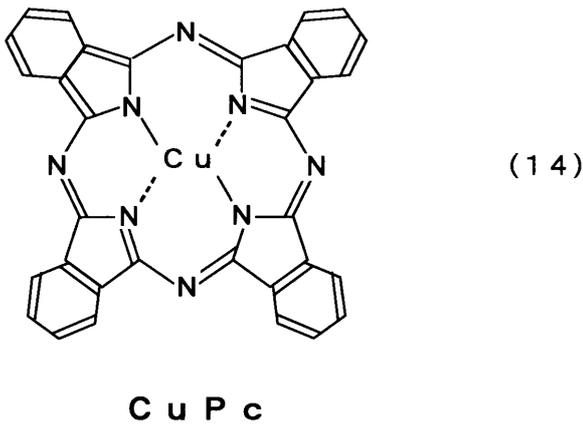
그리고 이 제 2 홀 수송층(3b)의 위에 상기한 구조식 (1)에 나온 Alq₃로 된 호스트 재료중에 발광성의 도판트로서 상기한 구조식 (11)에 나온 DCM1이 1.6 중량%, 전자 수송용의 도판트로서 상기한 구조식 (9)에 나온 DPA가 10 중량% 도핑되어 막두께가 400Å으로 된 발광층(4)을 형성하고, 이 발광층(4)의 위에 MgIn합금(Mg:In =10:1)으로 된 막두께가 2000Å으로 된 전자 주입층(6)을 형성하고 있다.

여기서 이 실시예 9의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면, 상기한 발광층(4)에 있어서의 DCM1에 의한 발광 피크 파장 605nm, 색도좌표 x=0.537, y=0.447의 오렌지색의 발광이 얻어지고, 발광층(4)에서의 DPA나 Alq₃의 발광은 보이지 않았다.

그리고 상기한 전원으로부터 인가되는 전압을 6V로 했을 경우의 휘도는 417cd/m² 이고, 또한 최고휘도는 12180cd/m²이며, DCM1에 의한 고휘도의 발광이 얻어짐과 아울러 저전압에서 충분한 발광이 얻어져서 유기 일렉트로루미네선스 소자의 수명을 향상시킬 수가 있었다.

(실시예 10)

실시예 10에서의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 도 2에 나온 바와 같이 유리기판(1)의 위에 ITO로 된 투명한 홀 주입전극(2)을 형성하고, 이 홀 주입전극(2)의 위에, 아래의 구조식 (14)에 나온 구리 프탈로시아닌 (이하, 간단히 CuPc라 함)로 된, 막두께가 200Å으로 된 제 1 홀 수송층(3a)을 형성하고, 이 제 1 홀 수송층(3a)의 위에, 상기한 구조식 (7)에 나온 NPB로 된 홀 수송성의 호스트 재료중에 전자 수송성 및 홀 수송성을 가진 도판트로서 아래의 구조식 (15)에 나온 옥사디아졸 유도체 (이하, 간단히 OXD8이라 함)가 10 중량% 도핑되어 막두께가 100Å으로 된 제 2 홀 수송층(3b)을 형성하고 있다.



그리고 이 제 2 홀 수송층(3b)의 위에, 상기한 구조식 (1)에 나온 Alq_3 로 된, 막두께가 500Å으로 된 발광층(4)을 형성하고, 이 발광층(4)의 위에, MgIn합금(Mg:In=10:1)으로 된, 막두께가 2000Å으로 된 전자 주입층(6)을 형성하고 있다.

그리고 이 실시예 10의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면 상기한 발광층 4에서의 Alq_3 에 의한 발광 피크 파장 527nm, 색도좌표 $x=0.271$, $y=0.602$ 의 녹색의 발광이 얻어졌다.

여기서 상기한 전원으로부터 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 인가되는 전압을 상승시키면 3.3V에서 발광을 개시하고, 6V로 했을 경우의 휘도는 $128cd/m^2$ 이고, 또한 최고휘도는 $33700cd/m^2$ 이었다.

(비교예 6)

비교예 6의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 상기한 실시예 10의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 상기한 제 2 홀 수송층(3b)에 있어서의 NPB로 된 홀 수송성의 호스트 재료중에 상기한 OXD8을 도핑시키지 않도록 하고, 그 이외는 상기한 실시예 10의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

그리고 이 비교예 6의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 전원의 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하면, 상기한 발광층(4)에 있어서의 Alq_3 에 의한 발광 피크 파장 527nm, 색도좌표 $x=0.301$, $y=0.612$ 의 녹색의 발광이 얻어졌다.

그리고 상기한 전원으로부터 이 유기 일렉트로루미네선스 소자에 인가되는 전압을 상승시키면 3.7V에서 발광을 개시하고, 6V로 했을 경우의 휘도는 $77cd/m^2$ 이고, 또한 최고휘도는 $21100cd/m^2$ 이었다.

이 결과, 상기한 실시예 10에 나온 바와 같이 제 2 홀 수송층(3b)에서의 NPB로 된 홀 수송성의 호스트 재료중에 전자 수송성 및 홀 수송성을 가진 OXD8을 도핑시키면 고휘도의 발광이 얻어짐과 아울러 낮은 전압에서 발광을 개시하여 저전압에서 충분한 발광이 얻어져서 유기 일렉트로루미네선스 소자의 수명을 향상시킬 수가 있었다.

이것은 제 2 홀 수송층(3b)에 전자 수송성 및 홀 수송성을 가진 OXD8을 도핑시킴으로써 이 제 2 홀 수송층(3b)에 대한 전자나 홀의 주입효율이 높아졌기 때문이라고 생각된다.

(실시예 11~16)

실시예 11~16의 각 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 도 2에 나온 바와 같이 유리기판(1)의 위에 ITO로 된 투명한 홀 주입전극(2)을 형성하고, 이 홀 주입전극(2)의 위에 상기한 구조식 (14)에 나온 CuPc로 된 막두께가 200Å으로 된 제1홀 수송층(3a)을 형성하고, 이 제 1 홀 수송층(3a)의 위에 상기한 구조식 (7)에 나온 NPB로 된 막두께가 100Å으로 된 제 2 홀 수송층(3b)을 형성하고 있다.

그리고 이 제 2 홀 수송층(3b)의 위에, 상기한 구조식 (1)에 나온 Alq_3 로 된 호스트 재료중에 발광성의 도판트인 상기한 구조식 (13)에 나온 DCM2와 이 DCM2의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트인 루브렌이 각각 아래의 표 5에 나온 비율로 도핑되어 막두께가 500Å으로 된 발광층(4)을 형성하고, 이 발광층(4)의 위에, MgIn합금(Mg:In=10:1)으로 된, 막두께가 2000Å으로 된 전자 주입층(6)을 형성하고 있다.

(비교예 7~9)

비교예 7~9에서의 각 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 상기한 실시예 11~16의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 발광층(4)에 있어서 발광성의 도판트인 상기한 DCM2를 아래의 표 5에 나온 비율로 도핑시키는 한편, 이 DCM2의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트인 루브렌을 도핑시키지 않도록 하고, 그 이외는 상기 실시예 11~16의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 마찬가지로 하였다.

[표 5]

	발광층에서의 도판트의 도핑량	
	DCM2 (중량%)	루브렌 (중량%)
실시예 11	2	3
실시예 12	2	5
실시예 13	2	10
실시예 14	1	3
실시예 15	1	5
실시예 16	7	7
비교예 7	2	0
비교예 8	1	0
비교예 9	7	0

그리고 상기의 실시예 11~16 및 비교예 7~9의 각 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 홀 주입전극(2)을 전원의 플러스에, 전자주입 전극(6)을 마이너스에 접속하여 전원으로부터 전압을 인가하여 발광시켜 휘도가 100cd/m² 와 1000cd/m² 인 경우에 있어서, 각각 발광된 빛의 색도좌표 x 및 y를 구함과 아울러 최고휘도를 측정하여 그 결과를 아래의 표 6에 나타내었다.

[표 6]

	색도좌표		최고휘도 (cd/m ²)
	100cd/m ²	1000cd/m ²	
실시예 11	x=0.65, y=0.35	x=0.64, y=0.36	7,840
실시예 12	x=0.64, y=0.36	x=0.64, y=0.36	7,780
실시예 13	x=0.64, y=0.36	x=0.63, y=0.37	9,470
비교예 7	x=0.62, y=0.38	x=0.61, y=0.38	7,130
실시예 14	x=0.62, y=0.38	x=0.60, y=0.39	12,700
실시예 15	x=0.59, y=0.41	x=0.57, y=0.42	14,080
비교예 8	x=0.57, y=0.42	x=0.54, y=0.44	12,600
실시예 16	x=0.65, y=0.35	x=0.64, y=0.36	1,900
비교예 9	x=0.61, y=0.38	x=0.61, y=0.38	2,430

여기서 발광층(4)에서의 Alq₃ 로 된 호스트 재료중에 도핑시키는 DCM2의 양이 동일하게 된 것을 비교하면, 이 DCM2의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동용 및 전자 수송용의 도판트인 루브렌을 도핑시킨 실시예의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 쪽이 루브렌을 도핑시키지 않은 대응하는 비교예의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 비하여 적색에 가까운 발광이 얻어졌다.

그리고 발광층(4)에서의 Alq₃로 된 호스트 재료중에 DCM2를 2 중량%, 루브렌을 10 중량% 도핑시킨 실시예 13의 유기 일렉트로루미네선스 소자와, 발광층(4)에서의 Alq₃로 된 호스트 재료중에 DCM2를 2 중량% 도핑시켰을 뿐이고 루브렌을 도핑시키지 않은 비교예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서의 발광 스펙트럼을 측정하여 그 결과를 도 5에 나타내었다.

이 결과, 루브렌을 도핑시키지 않았던 비교예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, DCM2에 의한 발광 외에 파장 520nm 부근에서 Alq₃ 에 의한 발광이 생겨 있었으나, DCM2의 발광을 조장하는 루브렌을 도핑시킨 실시예 13의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 Alq₃ 에 의한 발광은 없고 발광 피크 파장이 약 644nm로 된 DCM2에 의한 발광만이 얻어졌다. 이것은 들뜸 에너지의 이동이 Alq₃ →루브렌 →DCM2의 순서로 스무스하게 일어나고 있기 때문이라고 생각된다.

그리고 발광성의 도판트인 DCM2를 2 중량% 도핑시킨 실시예 11~13 및 비교예 7의 각 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서, 10V의 전압을 인가시켰을 경우의 휘도를 비교하면 루브렌의 도핑량을 5 중량%로 한 실시예 12의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 휘도가 한층 높게 되어 있어 루브렌의 도핑량을 5 중량%로 하는 것이 바람직하였다.

또한, 상기한 실시예 11~16의 유기 일렉트로루미네선스 소자를 비교했을 경우, 발광성의 도판트인 DCM2의 도핑량을 1 중량%로 한 실시예 14, 15의 유기 일렉트로루미네선스 소자에서의 휘도가 높아져 있었으나, 실시예 14, 15의 유기 일렉트로루미네선스 소자의 발광은 적색보다도 오렌지계의 색채로 되어 있었다. 이것은 DCM2의 도핑량이 적으므로 발광효율이 높은 Alq₃나 루브렌이 발광한 것이라고 생각된다.

한편, 발광성의 도판트인 DCM2의 도핑량을 7 중량%로 한 실시예 16의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 적색의 발광이 얻어졌으나 DCM2의 발광효율이 낮으므로 그 휘도는 저하되어 있었다.

여기에 대하여 발광성의 도판트인 DCM2의 도핑량을 2 중량%로 한 실시예 11~13의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는, 적색이며 고휘도의 발광이 얻어져서 DCM2의 도핑량을 2 중량%로 하는 것이 바람직하였다.

또한, DCM2를 2 중량%, 루브렌을 5 중량% 도핑시킨 실시예 12의 유기 일렉트로루미네선스 소자와 DCM2를 2 중량% 도핑시켰을 뿐이고 루브렌을 도핑시키지 않은 비교예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서 휘도를 100cd/m²로 했을 경우와 휘도를 1000cd/m²로 했을 경우에 있어서의 색도좌표의 변화를 조사하면 양쪽 모두 변화는 적었다.

그러나 휘도를 4000cd/m²로 했을 경우, 비교예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자로부터 발광된 빛의 색도좌표는 x=0.59, y=0.40이 되어 보다 오렌지색에 가까운 발광이 얻어졌다. 이것은 이 비교예 7의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 인가되는 전압을 올려 발광휘도를 크게 했을 경우, DCM2 이외에 Alq₃가 발광하기 때문이라고 생각된다.

이에 대하여 실시예 12의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 휘도를 4000cd/m²로 했을 경우에 있어서도 발광된 빛의 색도좌표는 x=0.64, y=0.36이어서 색도좌표의 변화는 적고 적색의 발광이 얻어졌다. 이것은 루브렌을 도핑시킴으로써 상기한 바와 같이 들뜸 에너지의 이동이 Alq₃→루브렌→DCM2의 순서로 스무스하게 일어나고, 유기 일렉트로루미네선스 소자에 인가되는 전압을 올려 발광휘도를 크게 했을 경우에 있어서도, DCM2만이 발광하도록 되었기 때문이다.

따라서 발광성의 도판트인 DCM2와 함께 이 DCM2의 발광을 조장하는 루브렌을 도핑시킨 실시예의 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서는 인가되는 전압을 올려 발광휘도를 크게 했을 경우에도 색순도가 높은 적색의 발광이 얻어지게 되었다.

발명의 효과

본 발명의 유기 일렉트로루미네선스 소자는 고휘도의 발광을 안정하게 할 수 있고, 또한 소정의 색채의 발광을 얻을 수 있으므로 이 기술분야에 있어서의 기여가 클 것으로 기대된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

홀 주입전극과 전자주입 전극 사이에 유기재료로 구성된 캐리어 수송층과 발광층이 형성된 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서, 상기한 캐리어 수송층에 전자 수송성과 홀 수송성을 가진 캐리어 수송용의 도판트가 도핑되어 있는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

삭제

청구항 4.

삭제

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기한 캐리어 수송층의 도판트가 상기한 캐리어 수송층에 0.01 중량%로부터 50 중량%의 범위에서 도핑되어 있는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 8.

삭제

청구항 9.

삭제

청구항 10.

삭제

청구항 11.

삭제

청구항 12.

삭제

청구항 13.

삭제

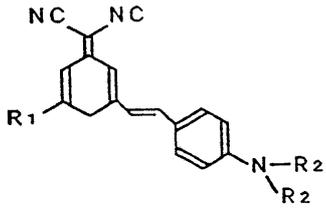
청구항 14.

삭제

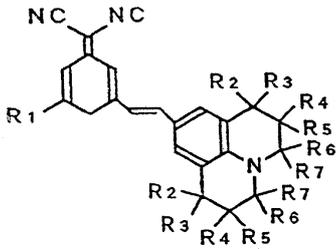
청구항 15.

홀 주입전극과 전자주입 전극의 사이에 유기재료로 구성된 캐리어 수송층과 발광층이 형성된 유기 일렉트로루미네선스 소자에 있어서, 상기한 발광층에, 아래의 세개의 구조식으로 나타내어지는 화합물로부터 선택되는 발광성의 도판트와 이 발광성의 도판트의 발광을 조장하는 들뜸 에너지 이동층의 도판트가 도핑되어 있고, 상기한 들뜸 에너지 이동층의 도판트가 발광하지 않는 유기 일렉트로루미네선스 소자.

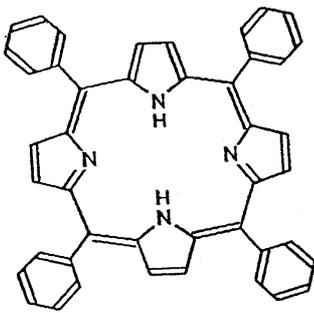
화학식 3



화학식 4



화학식 5



프탈로시아닌

단, 상기의 구조식에 있어서의 R₁~R₇는 수소 또는 치환기이다.

청구항 16.

삭제

청구항 17.

삭제

청구항 18.

삭제

청구항 19.

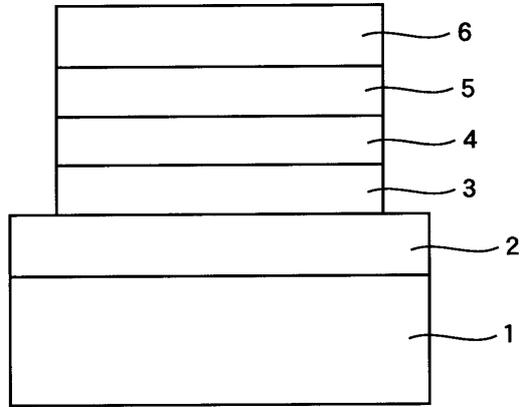
제15항에 있어서, 상기한 들뜸 에너지 이동용의 도판트가 루브렌인 유기 일렉트로루미네선스 소자.

청구항 20.

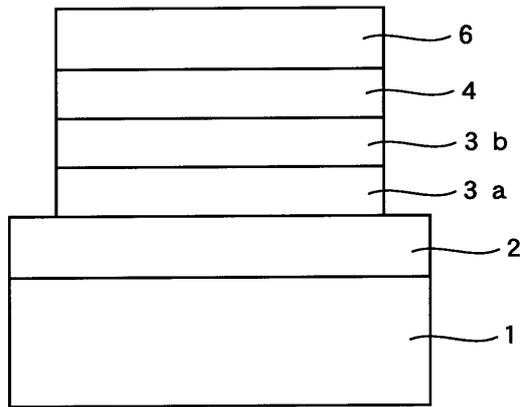
삭제

도면

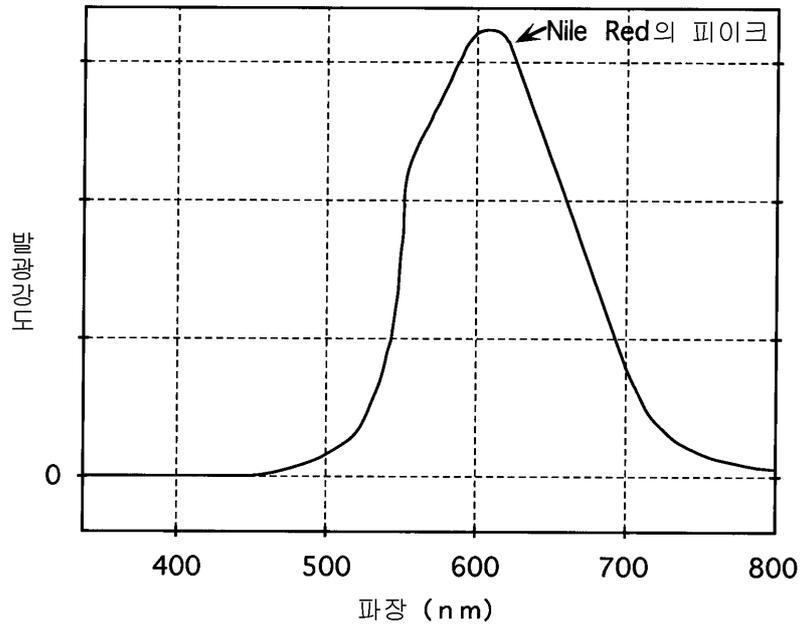
도면1



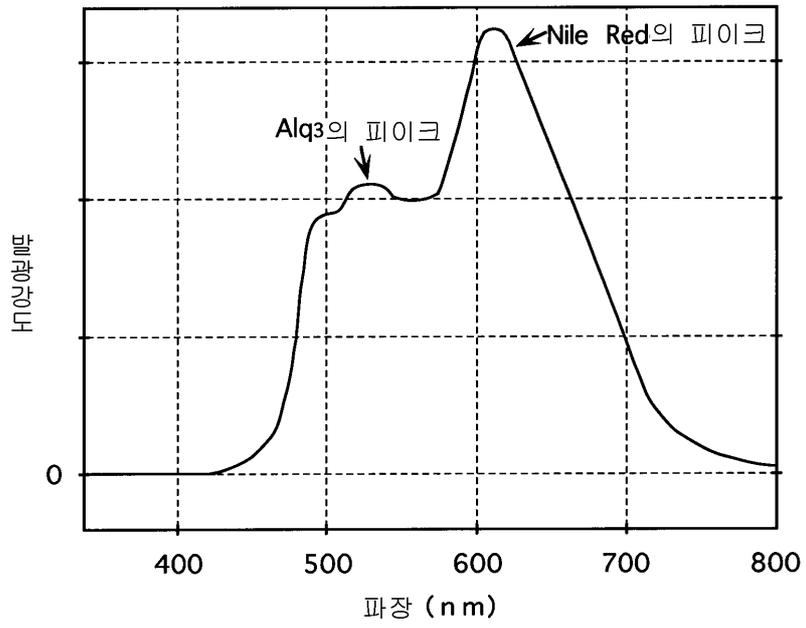
도면2



도면3



도면4



도면5

