



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0058127
(43) 공개일자 2011년06월01일

(51) Int. Cl.

H01L 51/52 (2006.01) H05B 33/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0114807

(22) 출원일자 2009년11월25일

심사청구일자 2009년11월25일

(71) 출원인

삼성모바일디스플레이주식회사

경기도 용인시 기흥구 농서동 산24번지

(72) 발명자

이준구

경기 용인시 기흥구 농서동 산24번지

이중혁

서울특별시 마포구 신수동 35-5

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

팬코리아특허법인

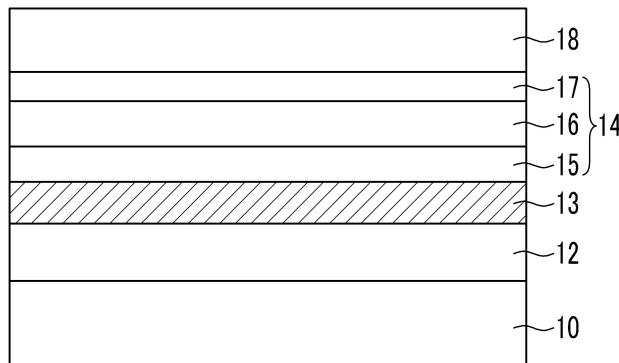
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 유기 발광 표시 장치 및 그 제조 방법

(57) 요약

기관, 상기 기관 위에 형성되어 있는 제1 전극, 상기 제1 전극 위에 형성되어 있는 버퍼층, 상기 버퍼층 위에 형성되어 있는 발광층, 그리고 상기 발광층 위에 형성되어 있는 제2 전극을 포함하고, 상기 버퍼층은 투명 도전성 산화물 및 상기 투명 도전성 산화물보다 일 함수가 낮은 금속 또는 금속 산화물을 포함하는 유기 발광 표시 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

김원중

경기 용인시 기흥구 농서동 산24번지

정지영

경기 용인시 기흥구 농서동 산24번지

황규환

경기 용인시 기흥구 농서동 산24번지

김용탁

경기도 수원시 장안구 율전동 516번지 한일아파트
102동 306호

최진백

경기 용인시 기흥구 농서동 산24번지

특허청구의 범위

청구항 1

기관,

상기 기관 위에 형성되어 있는 제1 전극,

상기 제1 전극 위에 형성되어 있는 버퍼층,

상기 버퍼층 위에 형성되어 있는 발광층, 그리고

상기 발광층 위에 형성되어 있는 제2 전극

을 포함하고,

상기 버퍼층은 투명 도전성 산화물 및 상기 투명 도전성 산화물보다 일 함수가 낮은 금속 또는 금속 산화물을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제1항에서,

상기 금속 또는 금속 산화물은 2 내지 4eV의 일 함수를 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제2항에서,

상기 금속은 Ca, Mg, Sm, Cs, Ba, Sr, Y, La 또는 이들의 조합에서 선택되는 하나이고,

상기 금속 산화물은 Ca, Mg, Sm, Cs, Ba, Sr, Y, La 또는 이들의 조합의 산화물에서 선택되는 하나인 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제1항에서,

상기 금속 또는 금속 산화물은 상기 버퍼층에 대하여 0.5 내지 20중량% 포함되어 있는 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제1항에서,

상기 버퍼층은 3.6 내지 4.7eV의 일 함수를 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제5항에서,

상기 버퍼층은 400 내지 700nm 파장 영역에서 80% 이상의 투과도를 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 7

제1항에서,

상기 버퍼층은 0.1 내지 1000Å의 두께를 가지는 유기 발광 표시 장치.

청구항 8

기관 위에 제1 전극을 형성하는 단계,

상기 제1 전극 위에 버퍼층을 형성하는 단계,

상기 버퍼층 위에 발광층을 형성하는 단계, 그리고

상기 발광층 위에 제2 전극을 형성하는 단계

를 포함하고,

상기 버퍼층을 형성하는 단계는 투명 도전성 산화물 및 상기 투명 도전성 산화물보다 일 함수가 낮은 금속 또는 금속 산화물을 함께 적층하는 단계를 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

제8항에서,

상기 금속은 Ca, Mg, Sm, Cs, Ba, Sr, Y, La 또는 이들의 조합에서 선택되는 하나이고,

상기 금속 산화물은 Ca, Mg, Sm, Cs, Ba, Sr, Y, La 또는 이들의 조합의 산화물에서 선택되는 하나인

유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 10

제8항에서,

상기 버퍼층을 형성하는 단계는 스퍼터링, 열 증착법 또는 습식 도포법에 의해 수행하는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 11

제10항에서,

상기 버퍼층을 형성하는 단계는 상기 투명 도전성 산화물의 타겟 및 상기 금속 또는 금속 산화물의 타겟을 사용하는 스퍼터링에 의해 수행하는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 12

제11항에서,

상기 스퍼터링시 산소 기체를 공급하는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 13

제12항에서,

상기 산소 기체는 0.01 내지 1 sccm의 유량으로 공급하는 유기 발광 표시 장치의 제조 방법.

청구항 14

제13항에서,

상기 버퍼층은 3.6 내지 4.7eV의 일 함수를 가지며 400 내지 700nm 파장 영역에서 80% 이상의 투과도를 가지는 유기 발광 표시 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 유기 발광 표시 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기 발광 표시 장치는 하나의 전극으로부터 주입된 전자(electron)와 다른 전극으로부터 주입된 정공(hole)이 두 전극 사이에 위치하는 발광층에서 결합하여 여기자(exciton)를 생성하고, 여기자가 에너지를 방출하면서 발광한다.

[0003] 유기 발광 표시 장치는 자체 발광형으로 별도의 광원이 필요 없으므로 소비 전력이 낮다.

[0004] 한편 이러한 소비 전력을 더욱 낮추기 위해서는 유기 발광 표시 장치의 발광 효율을 높여야 한다. 발광 효율은 발광층에서 생성된 여기자의 개수에 비례하므로, 전극으로부터 발광층으로 전자와 정공의 주입이 용이하여야 한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 본 발명의 일 구현예는 전극으로부터 발광층으로 전자 및 정공의 주입을 용이하게 하여 발광 효율을 개선할 수 있는 유기 발광 표시 장치를 제공한다.

[0006] 본 발명의 다른 구현예는 상기 유기 발광 표시 장치의 제조 방법을 제공한다.

과제 해결수단

[0007] 본 발명의 일 측면에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은 기판, 상기 기판 위에 형성되어 있는 제1 전극, 상기 제1 전극 위에 형성되어 있는 버퍼층, 상기 버퍼층 위에 형성되어 있는 발광층, 그리고 상기 발광층 위에 형성되어 있는 제2 전극을 포함하고, 상기 버퍼층은 투명 도전성 산화물 및 상기 투명 도전성 산화물보다 일 함수가 낮은 금속 또는 금속 산화물을 포함한다.

[0008] 상기 금속 또는 금속 산화물은 약 2 내지 4eV의 일 함수를 가질 수 있다.

[0009] 상기 금속은 Ca, Mg, Sm, Cs, Ba, Sr, Y, La 또는 이들의 조합에서 선택되는 하나일 수 있고, 상기 금속 산화물은 Ca, Mg, Sm, Cs, Ba, Sr, Y, La 또는 이들의 조합의 산화물에서 선택되는 하나일 수 있다.

[0010] 상기 금속 또는 금속 산화물은 상기 버퍼층에 대하여 약 0.5 내지 20중량%로 포함될 수 있다.

[0011] 상기 버퍼층은 약 3.6 내지 4.7eV의 일 함수를 가질 수 있다.

[0012] 상기 버퍼층은 약 400 내지 700nm 파장 영역에서 약 80% 이상의 투과도를 가질 수 있다.

[0013] 상기 버퍼층은 약 0.1 내지 1000Å의 두께를 가질 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 측면에 따른 유기 발광 표시 장치의 제조 방법은 기판 위에 제1 전극을 형성하는 단계, 상기 제

1 전극 위에 버퍼층을 형성하는 단계, 상기 버퍼층 위에 발광층을 형성하는 단계, 그리고 상기 발광층 위에 제2 전극을 형성하는 단계를 포함할 수 있고, 상기 버퍼층을 형성하는 단계는 투명 도전성 산화물 및 상기 투명 도전성 산화물보다 일 함수가 낮은 금속 또는 금속 산화물을 함께 적층하는 단계를 포함할 수 있다.

- [0015] 상기 금속은 Ca, Mg, Sm, Cs, Ba, Sr, Y, La 또는 이들의 조합에서 선택되는 하나일 수 있고, 상기 금속 산화물은 Ca, Mg, Sm, Cs, Ba, Sr, Y, La 또는 이들의 조합의 산화물에서 선택되는 하나일 수 있다.
- [0016] 상기 버퍼층을 형성하는 단계는 스퍼터링, 열 증착법 또는 습식 도포법에 의해 수행할 수 있다.
- [0017] 상기 버퍼층을 형성하는 단계는 상기 투명 도전성 산화물의 타겟 및 상기 금속 또는 금속 산화물의 타겟을 사용하는 스퍼터링에 의해 수행할 수 있다.
- [0018] 상기 스퍼터링시 산소 기체를 공급할 수 있다.
- [0019] 상기 산소 기체는 약 0.01 sccm 내지 1 sccm의 유량으로 공급할 수 있다.
- [0020] 상기 버퍼층은 약 3.6 내지 4.7eV의 일 함수를 가지며 약 400 내지 700nm 파장 영역에서 약 80% 이상의 투과도를 가질 수 있다.

효 과

- [0021] 전극과 발광층의 일 함수 차이를 줄여 전하의 주입 또는 전달을 용이하게 함으로써 발광 효율을 높일 수 있으며, 투과도 또한 높여 휘도를 개선할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 구현예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 구현예에 한정되지 않는다.
- [0023] 도면에서 여러 층 및 영역을 명확하게 표현하기 위하여 두께를 확대하여 나타내었다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다. 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 때, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 어떤 부분이 다른 부분 "바로 위에" 있다고 할 때에는 중간에 다른 부분이 없는 것을 뜻한다.
- [0024] 그러면 도 1을 참고하여 본 발명의 일 구현예에 따른 유기 발광 표시 장치에 대하여 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 유기 발광 표시 장치를 개략적으로 보여주는 단면도이다.
- [0026] 도 1을 참고하면, 유기 발광 표시 장치는 기판(10), 상기 기판(10) 위에 형성되어 있는 제1 전극(12), 상기 제1 전극(12) 위에 형성되어 있는 버퍼층(13), 상기 버퍼층(13) 위에 형성되어 있는 유기 발광 부재(14), 그리고 상기 유기 발광 부재(14) 위에 형성되어 있는 제2 전극(18)을 포함한다.
- [0027] 기판(10)은 유리 기판, 실리콘 웨이퍼, 고분자 막 등으로 만들어질 수 있다.
- [0028] 제1 전극(12)은 캐소드(cathode) 또는 애노드(anode)일 수 있으나, 캐소드인 것이 바람직하다. 제1 전극(12)은 알루미늄(Al) 또는 알루미늄 합금, 은(Ag) 또는 은 합금, 구리(Cu) 또는 구리 합금 등의 금속 또는 도전성 산화물로 만들어질 수 있으며, 단일 층 또는 복수 층을 포함할 수 있다. 제1 전극(12)이 복수 층을 포함하는 경우, 예컨대 금속을 포함하는 제1 층 및 도전성 산화물을 포함하는 제2 층을 포함할 수 있다.
- [0029] 버퍼층(13)은 투명 도전성 산화물(transparent conductive oxide, TCO) 및 금속 또는 금속 산화물의 혼합물로 만들어질 수 있다.
- [0030] 상기 투명 도전성 산화물은 예컨대 인듐(In), 아연(Zn), 주석(Sn) 또는 이들의 조합의 산화물일 수 있으며, 약 3.0 내지 5.0 eV의 일 함수를 가질 수 있다.
- [0031] 상기 금속 또는 금속 산화물은 상기 투명 도전성 산화물보다 낮은 일 함수를 가질 수 있으며, 약 2 내지 4eV의 비교적 낮은 일 함수를 가질 수 있다. 이러한 금속으로는 예컨대 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 사마리움(Sm), 세슘

(Cs), 바륨(Ba), 스트론튬(Sr), 이트륨(Y), 란타넘(La) 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있으며, 이러한 금속 산화물로는 예컨대 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 사마리움(Sm), 세슘(Cs), 바륨(Ba), 스트론튬(Sr), 이트륨(Y), 란타넘(La) 또는 이들의 조합의 산화물에서 선택될 수 있다.

- [0032] 버퍼층(13)은 약 3.6 내지 4.7eV의 일 함수를 가질 수 있다. 이러한 일 함수 범위는 제1 전극(12)과 후술하는 유기 발광 부재(13)의 일 함수 사이의 값으로, 제1 전극(12)으로부터 유기 발광 부재(13)로 전하의 주입 또는 전달을 용이하게 할 수 있다.
- [0033] 상기 금속 또는 금속 산화물은 버퍼층(13)의 총 함량에 대하여 약 0.5 내지 20 중량%로 포함될 수 있으며, 약 2 내지 10 중량%로 포함될 수 있다. 상기 범위로 포함되는 경우, 일 함수를 적절하게 낮추고 저항을 크게 높이지 않는 동시에 버퍼층의 막질을 개선할 수 있다.
- [0034] 한편, 버퍼층(13)은 가시광선 영역, 즉 약 400 내지 700nm 파장 영역에서 약 80% 이상의 투과도를 가질 수 있다. 상술한 바와 같이 버퍼층(13)은 투명 도전성 산화물과 금속 또는 금속 산화물이 혼합되어 있는데, 이 경우 금속 또는 금속 산화물에 의해 버퍼층(13)의 투과도가 낮아져 휘도가 떨어질 수 있다. 본 구현예에서는 버퍼층(13)에 금속 또는 금속 산화물을 포함하는 경우에도 가시광선 영역에서 약 80% 이상의 투과도를 나타낼 수 있다. 이를 구현하기 방법으로 예컨대 버퍼층(13) 형성시 산소 기체를 공급해줄 수 있다. 이 때 산소 기체의 유량은 약 0.01 내지 1 sccm 일 수 있으며, 상기 범위의 유량으로 공급되는 경우 상술한 버퍼층(13)의 일 함수 범위를 가지면서 적절한 도전성을 유지할 수 있다.
- [0035] 버퍼층(13)은 약 0.1 내지 1000Å의 두께를 가질 수 있으며, 약 0.1 내지 200Å의 두께를 가질 수 있다.
- [0036] 유기 발광 부재(13)는 발광층(emitting layer)(16) 및 발광층의 발광 효율을 개선하기 위한 부대층(auxiliary layer)(15, 17)을 포함하는 다층 구조일 수 있다.
- [0037] 발광층(16)은 적색, 녹색, 청색의 삼원색 등 기본색(primary color) 중 어느 하나의 빛을 고유하게 내는 유기 물질 또는 유기 물질과 무기 물질의 혼합물로 만들어지며, 예컨대 알루미늄 트리(8-하이드록시퀴놀린)[aluminium tris(8-hydroxyquinoline)], Alq3, 안트라센(anthracene), 디스트릴(distyryl) 화합물일 수 있다. 유기 발광 표시 장치는 발광층(16)에서 내는 기본색 색광의 공간적인 합으로 원하는 영상을 표시한다.
- [0038] 부대층(15, 17)은 전자와 정공의 균형을 맞추기 위한 전자 수송층(electron transport layer) 및 정공 수송층(hole transport layer)과 전자와 정공의 주입을 강화하기 위한 전자 주입층(electron injection layer) 및 정공 주입층(hole injection layer) 등이 있으며, 이 중에서 선택된 하나 또는 둘 이상의 층을 포함할 수 있다.
- [0039] 제2 전극(18)은 애노드 또는 캐소드일 수 있으나 애노드인 것이 바람직하다. 제2 전극(18)은 알루미늄(Al) 또는 알루미늄 합금, 은(Ag) 또는 은 합금, 구리(Cu) 또는 구리 합금 등의 불투명 도전체로 만들어질 수 있으며, 단일 층 또는 복수 층을 포함할 수 있다.
- [0040] 그러면 상술한 유기 발광 표시 장치를 제조하는 방법을 설명한다.
- [0041] 먼저 기판(10) 위에 제1 전극(12)을 예컨대 스퍼터링 따위의 방법으로 형성한다.
- [0042] 이어서, 제1 전극(12) 위에 버퍼층(13)을 형성한다. 버퍼층(13)은 투명 도전성 산화물 및 상기 투명 도전성 산화물보다 일 함수가 낮은 금속 또는 금속 산화물을 함께 적층할 수 있다.
- [0043] 상기 투명 도전성 산화물은 예컨대 인듐(In), 아연(Zn), 주석(Sn) 또는 이들의 조합의 산화물일 수 있다.
- [0044] 상기 금속 또는 금속 산화물은 약 2 내지 4eV의 비교적 낮은 일 함수를 가질 수 있다. 이러한 금속으로는 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 사마리움(Sm), 세슘(Cs), 바륨(Ba), 스트론튬(Sr), 이트륨(Y), 란타넘(La) 또는 이들의 조합에서 선택될 수 있으며, 이러한 금속 산화물로는 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 사마리움(Sm), 세슘(Cs), 바륨(Ba), 스트론튬(Sr), 이트륨(Y), 란타넘(La) 또는 이들의 조합의 산화물에서 선택될 수 있다.
- [0045] 버퍼층(13)은 예컨대 스퍼터링(sputtering), 열 증착법(evaporation) 또는 습식 도포법(wet coating) 등의 방법으로 형성할 수 있다.
- [0046] 버퍼층(13)은 예컨대 스퍼터링에 의해 수행할 수 있으며, 이 경우 투명 도전성 산화물의 타겟과 금속 또는 금속 산화물의 타겟을 사용하여 공스퍼터링(co-sputtering)으로 수행할 수 있다.
- [0047] 한편 상술한 바와 같이, 스퍼터링 수행시 산소 기체를 공급할 수 있다. 산소 기체는 약 0.01 내지 1 sccm 의

유량으로 공급될 수 있다. 상기 범위의 유량으로 산소 기체를 공급한 경우, 버퍼층(13)은 약 3.6 내지 4.7eV의 일 함수를 가지면서도 가시광선 영역, 즉 약 400 내지 700nm 파장 영역에서 약 80% 이상의 투과도를 유지할 수 있고 적절한 도전성을 나타낼 수 있다.

[0048] 버퍼층(13) 위에 유기 발광 부재(14)를 형성한다. 유기 발광 부재(14)는 발광층(16) 및 부대층(15, 17)을 포함하며, 이들을 증착 또는 잉크젯 인쇄와 같은 용액 공정으로 형성할 수 있다.

[0049] 이어서 유기 발광 부재(14) 위에 제2 전극(18)을 형성한다.

[0050] 이하 실시예를 통해서 본 발명을 보다 상세하게 설명한다. 다만 하기의 실시예는 단지 설명의 목적을 위한 것이며 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.

[0051] 유기 발광 장치의 제작

[0052] 유리 기판 위에 Al을 스퍼터링으로 형성한 후 패터닝하고, InOx 및 CaO 스퍼터링 타겟을 사용하여 7중량%의 CaO를 포함하는 버퍼층을 형성하였다. 버퍼층 형성시 산소 기체를 각각 0, 0.1sccm, 0.2sccm, 0.5sccm 및 1sccm의 유량으로 공급하였다. 이어서 버퍼층 위에 전자전달층으로 Alq3를 증착하고, 그 위에 발광층으로 Alq3 (tris_8-hydroxyquinoline_ aluminum) 에 쿠마린 6(coumarin 6)을 1중량% 도핑하여 공증착하고, 정공 주입층 및 정공 전달층으로 NPB (N,N-di_naphthalene-1-yl-N,N_-diphenyl-benzidine)를 증착하고, Al 을 순차적으로 증착하여 유기 발광 장치를 제작하였다.

[0053] 평가

[0054] 버퍼층 형성시 산소 기체의 공급에 따른 일 함수와 투과도 변화를 측정하였다.

[0055] 이에 대하여 도 2 및 도 3을 참고하여 설명한다.

[0056] 도 2 및 도 3은 각각 버퍼층 형성시 산소 기체의 공급에 따른 일 함수와 투과도 변화를 보여주는 그래프이다.

[0057] 도 2를 참고하면, CaO 7중량%를 포함한 InOx: CaO 버퍼층 형성시 산소 기체를 공급하지 않은 경우 약 4.25의 일 함수를 나타내며, 산소 유량이 높아질수록 일 함수가 높아지는 것을 알 수 있다.

[0058] 한편, 도 3을 참고하면, CaO 7중량%를 포함한 InOx: CaO 버퍼층 형성시 산소 기체를 공급한 경우가 산소 기체를 공급하지 않은 경우보다 투과도가 높은 것을 알 수 있다. 특히 산소 기체의 공급량이 많을수록 투과도가 높아지는 것을 알 수 있다.

[0059] 도 2 및 도 3으로부터, 버퍼층 형성시 산소 기체를 공급한 경우 일 함수와 투과도가 상반 관계(trade-off)에 있음을 알 수 있다. 따라서 버퍼층 형성시 공급되는 산소 기체의 유량을 적절하게 조절할 필요가 있으며, 예컨대 약 3.6 내지 4.7eV의 일 함수 및 가시광선 파장 범위에서 약 80% 이상의 투과도를 유지하기 위하여 산소 기체의 유량을 0.01 내지 1sccm 으로 공급할 수 있다.

[0060] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예들에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리 범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구 범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리 범위에 속하는 것이다.

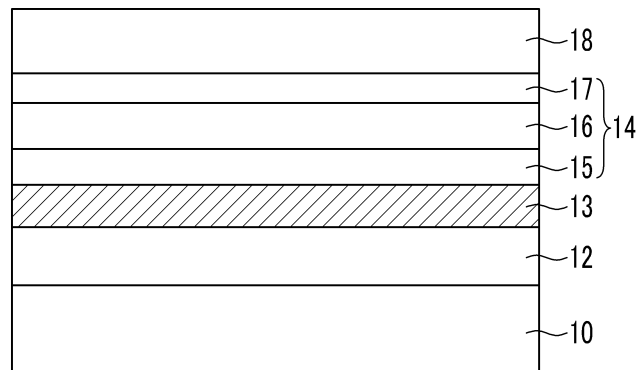
도면의 간단한 설명

[0061] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 유기 발광 표시 장치를 개략적으로 보여주는 단면도이고,

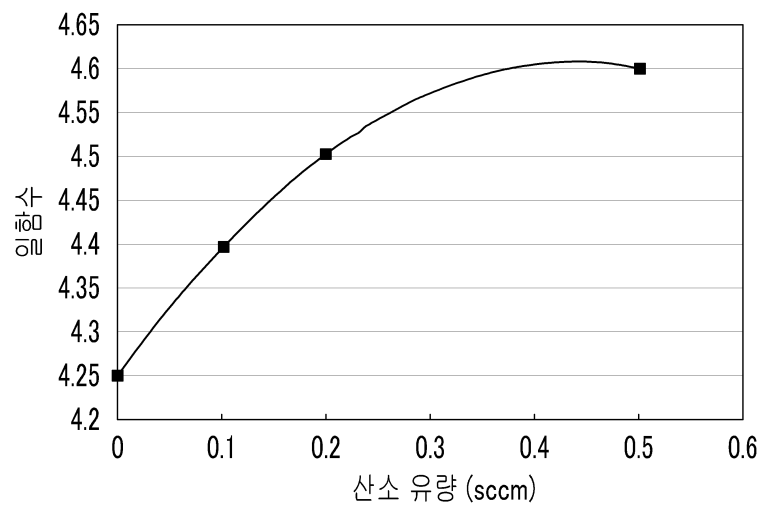
[0062] 도 2 및 도 3은 각각 버퍼층 형성시 산소 기체의 공급에 따른 일 함수와 투과도 변화를 보여주는 그래프이다.

도면

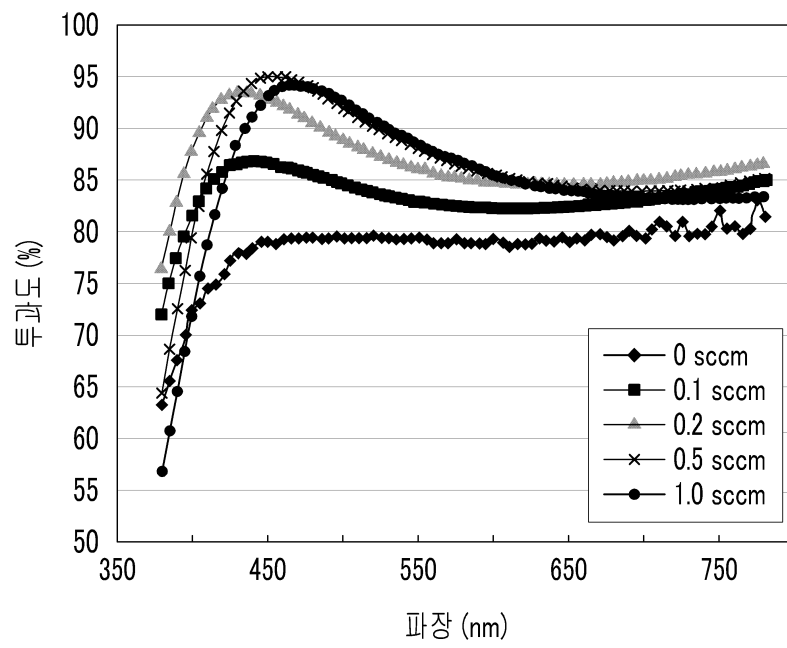
도면1



도면2



도면3



专利名称(译)	有机发光显示器及其制造方法		
公开(公告)号	KR1020110058127A	公开(公告)日	2011-06-01
申请号	KR1020090114807	申请日	2009-11-25
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	LEE JOON GU 이준구 LEE JONG HYUK 이종혁 KIM WON JONG 김원종 CHOUNG JI YOUNG 정지영 HWANG KYU H 황규환 KIM YONG TAK 김용탁 CHOI JIN BAEK 최진백		
发明人	이준구 이종혁 김원종 정지영 황규환 김용탁 최진백		
IPC分类号	H01L51/52 H05B33/26		
CPC分类号	H01L51/5215 H01L51/5088 H01L51/5036 H01L51/5072		
其他公开文献	KR101191645B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

形成在第一电极上的缓冲层;形成在缓冲层上的发光层;和形成在发光层上的第二电极, 其中缓冲层包括透明导电氧化物并且, 具有比透明导电氧化物低的功函数的金属或金属氧化物, 以及制造该金属或金属氧化物的方法。

