



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0013810
(43) 공개일자 2013년02월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05B 33/14 (2006.01) H01L 33/04 (2010.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0075637
(22) 출원일자 2011년07월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
도의두
서울특별시 마포구 백범로18길 26, 102호 (대흥동)
김영미
서울특별시 마포구 월드컵로7길 74, 403호 (합정동, 강변스위트)
(74) 대리인
박영복, 김용인

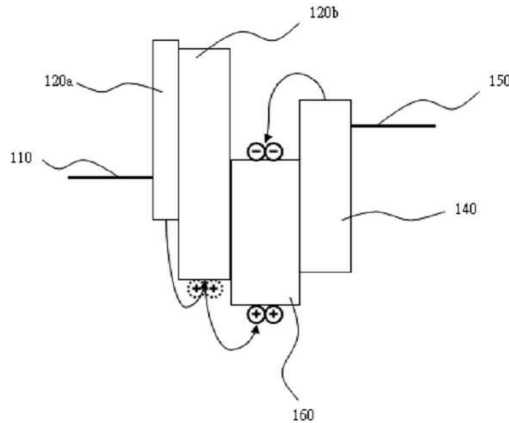
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 양자 발광 소자

(57) 요약

본 발명은 정공 주입을 원활하게 하기 위해, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위가 낮은 인광 호스트 물질층을 통해 양자점으로 정공이 주입됨으로써, 정공의 에너지 장벽을 낮추어 발광 효율을 향상시킬 수 있는 양자 발광 소자에 관한 것으로, 본 발명의 양자 발광 소자는, 기판 상에 형성된 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 형성된 인광 호스트 물질층; 상기 인광 호스트 물질층 상에 형성되며, 양자점을 포함하는 양자 발광층; 상기 양자 발광층 상에 형성된 전자 수송층; 및 상기 전자 수송층 상에 형성된 제 2 전극을 포함한다.

대표도 - 도2b



(72) 발명자

허준영

서울특별시 마포구 창전로 26, 서강 GS아파트 106
동 303호 (신정동)

박한선

경기도 과천시 월롱면 덕은리 과주LCD산업단지 정
다운마을 102동 325호

이연경

서울특별시 강서구 곰달래로55길 10-19, 501호 (화
곡동)

특허청구의 범위

청구항 1

기관 상에 형성된 제 1 전극;
상기 제 1 전극 상에 형성된 인광 호스트 물질층;
상기 인광 호스트 물질층 상에 형성되며, 양자점을 포함하는 양자 발광층;
상기 양자 발광층 상에 형성되어 상기 양자 발광층에 전자를 전달하는 전자 수송층; 및
상기 전자 수송층 상에 형성된 제 2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 양자 발광 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 인광 호스트 물질층은 상기 양자점에 정공을 전달하는 것을 특징으로 하는 양자 발광 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 인광 호스트 물질층은 CBP 또는 mCP로 형성된 것을 특징으로 하는 양자 발광 소자.

청구항 4

기관 상에 형성된 제 1 전극;
상기 제 1 전극 상에 형성되며, 인광 호스트 물질과 양자점이 혼합되어 형성된 양자 발광층;
상기 양자 발광층 상에 형성된 전자 수송층; 및
상기 전자 수송층 상에 형성된 제 2 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 양자 발광 소자.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
상기 양자 발광층은 상기 인광 호스트 물질과 상기 양자점을 용매에 분산시켜 형성된 것을 특징으로 하는 양자 발광 소자.

청구항 6

제 4 항에 있어서,
상기 인광 호스트 물질은 상기 양자점에 정공을 전달하는 것을 특징으로 하는 양자 발광 소자.

청구항 7

제 4 항에 있어서,
상기 인광 호스트 물질은 CBP 또는 mCP인 것을 특징으로 하는 양자 발광 소자.

명세서

기술분야

본 발명은 양자 발광 소자에 관한 것으로, 양자점으로 주입되는 정공의 에너지 장벽을 낮추어 발광 효율을 향상시킬 수 있는 양자 발광 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0001]

- [0002] 정보화 사회에서 디스플레이(Display)는 시각정보 전달매체로서 그 중요성이 한층 강조되고 있으며, 향후 주요한 위치를 점하기 위해서는 저소비전력화, 박형화, 경량화, 고화질화 등의 요건을 충족시켜야 한다. 이러한 디스플레이 중 발광 재료를 이용하여 표시가 가능하며, 슬립화가 가능하며, 색순도가 높고 또한, 장시간 구동이 가능한 양자 발광 소자가 근래 연구되고 있다.
- [0003] 양자점(Quantum Dot; QD)은 반도체 나노 입자이다. 직경이 나노미터 크기의 양자점은 불안정한 상태의 전자가 전도대에서 가전자대로 내려오면서 발광하는데, 양자점의 입자가 작을수록 짧은 파장의 빛이 발생하고, 입자가 클수록 긴 파장의 빛이 발생한다. 이는 기존의 반도체 물질과 다른 독특한 전기적이며 광학적인 특성이다. 따라서 양자점의 크기를 조절하면 원하는 파장의 가시광선을 표현하고, 여러 크기의 양자점과 양자점 성분을 달리하여 다양한 색을 동시에 구현할 수 있다.
- [0004] 일반적인 유기 발광 표시 소자는 발광층의 재료로 유기 발광 재료를 사용하며, 유기 발광 재료를 사용하는 유기 발광 다이오드(Organic Light Emitting Diode; OLED)는 소자의 종류에 따라 백색, 적색, 청색 등 단일색을 구현하는데, 많은 빛을 화려하게 표현하기에는 한계가 있다. 이에 반해, 양자 발광 소자는 발광층의 재료로 양자점을 사용하는 표시 소자로, 양자점의 크기를 제어하여 원하는 천연색을 구현할 수 있으며, 색재현율이 좋고 휘도 또한 발광 다이오드에 뒤처지지 않아 차세대 광원으로 주목받는 발광 다이오드(Light Emitting Diode; LED)의 단점을 보완할 수 있는 소재로 각광받고 있다.
- [0005] 이하, 일반적인 양자 발광 소자의 구조를 구체적으로 설명한다.
- [0006] 도 1a는 일반적인 양자 발광 소자의 단면도이며, 도 1b는 일반적인 양자 발광 소자의 밴드갭 에너지 다이어그램도이다.
- [0007] 도 1a를 참조하면, 일반적인 양자 발광 소자는 기판(100), 기판(100) 상에 형성되며 서로 대향된 제 1 전극(10) 및 제 2 전극(50), 제 1 전극(10)과 제 2 전극(50) 사이에 형성된 양자 발광층(30), 제 1 전극(10)과 양자 발광층(30) 사이에 형성된 정공 수송층(20), 그리고, 양자 발광층(30)과 제 2 전극(50) 사이에 형성된 전자 수송층(40)을 포함하여 이루어진다.
- [0008] 양자 발광층(30)은 직경이 나노미터 크기인 복수개의 양자점(60)으로 구성되며, 용매에 복수개의 양자점(60)을 분산시켜 용액 공정(Solution Process)으로 복수개의 양자점(60)이 분산된 용매를 정공 수송층(20) 상에 도포하고 용매를 휘발시켜 형성된다.
- [0009] 양자점(60)은 코어(Core)(60a), 셸(Shell)(60b) 및 리간드(Ligand)(60c)로 이루어진다. 빛을 내는 역할을 하는 코어(60a)를 감싸며 코어(60a)의 표면에 형성되는 셸(60b)은 코어(60a)를 보호하는 역할을 한다. 그리고, 셸(60b)을 감싸도록 셸(60b)의 표면에는 리간드(60c)가 형성되며, 리간드(60c)는 양자 발광층(30) 형성시 양자점(60)이 용매에 잘 분산될 수 있도록 도와주는 역할을 한다.
- [0010] 그런데, 도 1b와 같이, 일반적인 양자 발광 소자는 양자점(60)과 정공 수송층(20)의 에너지 장벽이 커 정공의 주입이 수월하지 않아 소자의 구동 전압이 높고 신뢰성이 저하된다. 또한, 양자점(60)과 전자 수송층(40) 사이의 에너지 장벽보다 양자점(60)과 정공 수송층(20) 사이의 에너지 장벽이 더 높으므로 정공보다 전자가 양자점(60)으로 더 많이 주입된다.
- [0011] 따라서, 양자점(60)으로 주입된 전자 중 발광에 참여하지 못한 전자들이 양자점(60)에 쌓이게 되고, 전자와 정공이 만나 방출하는 에너지가 발광에 쓰이지 않고 쌓여있는 전자들에게 전이되는 비발광 에너지 전이(Auger Recombination)가 발생하여 양자 발광 소자의 효율이 떨어지는 문제점이 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위가 낮은 인광 호스트 물질층을 통해 양자점으로 정공이 원활하게 주입될 수 있는 양자 발광 소자를 제공하는데, 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 양자 발광 소자는, 기판 상에 형성된 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 형성된 인광 호스트 물질층; 상기 인광 호스트 물질층 상에 형성되며, 양자점을 포함하는 양자 발광층; 상

기 양자 발광층 상에 형성된 전자 수송층; 및 상기 전자 수송층 상에 형성된 제 2 전극을 포함한다.

- [0014] 상기 인광 호스트 물질층은 상기 양자점에 정공을 전달한다.
- [0015] 상기 인광 호스트 물질층은 CBP 또는 mCP로 형성된다.
- [0016] 또한, 동일 목적을 달성하기 위한 본 발명의 양자 발광 소자는, 기관 상에 형성된 제 1 전극; 상기 제 1 전극 상에 형성되며, 인광 호스트 물질과 양자점이 혼합되어 형성된 양자 발광층; 상기 양자 발광층 상에 형성된 전자 수송층; 및 상기 전자 수송층 상에 형성된 제 2 전극을 포함한다.
- [0017] 상기 양자 발광층은 상기 인광 호스트 물질과 상기 양자점을 용매에 분산시켜 형성된다.
- [0018] 상기 인광 호스트 물질은 상기 양자점에 정공을 전달한다.
- [0019] 상기 인광 호스트 물질은 CBP 또는 mCP이다.

발명의 효과

- [0020] 상기와 같은 본 발명의 양자 발광 소자는 다음과 같은 효과가 있다.
- [0021] 첫째, HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital) 준위가 낮은 인광 호스트 물질층을 통해 정공이 양자점으로 주입되므로, 정공의 에너지 장벽을 낮추어 정공이 원활하게 양자점으로 주입된다. 따라서, 양자 발광 소자의 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0022] 둘째, 인광 호스트 물질과 양자점을 혼합하여 양자 발광층을 형성하는 경우, 소자의 구조 및 공정을 단순화할 수 있으며 양자 발광층을 두껍게 형성할 수 있으므로 발광 영역이 증가한다. 또한, 용액 공정(Soluble Process)으로 양자 발광층을 형성할 수 있으므로, 제조 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1a는 일반적인 양자 발광 소자의 단면도.
- 도 1b는 일반적인 양자 발광 소자의 밴드갭 에너지 다이어그램도.
- 도 2a는 본 발명의 제 1 실시 예의 양자 발광 소자의 단면도.
- 도 2b는 본 발명의 제 1 실시 예의 양자 발광 소자의 밴드갭 에너지 다이어그램도.
- 도 3a는 본 발명의 제 2 실시 예의 양자 발광 소자의 단면도.
- 도 3b는 본 발명의 제 2 실시 예의 양자 발광 소자의 밴드갭 에너지 다이어그램도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 제 1 실시 예의 양자 발광 소자를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0025] *제 1 실시 예*
- [0026] 도 2a는 본 발명의 제 1 실시 예의 양자 발광 소자의 단면도이며, 도 2b는 본 발명의 제 1 실시 예의 양자 발광 소자의 밴드갭 에너지 다이어그램도이다.
- [0027] 도 2a와 같이, 본 발명의 제 1 실시 예의 양자 발광 소자는 기관(200), 기관(200) 상에 형성된 제 1 전극(110), 제 1 전극(110) 상에 형성된 인광 호스트 물질층(120b), 인광 호스트 물질층(120b) 상에 형성되며 양자점(160)을 포함하는 양자 발광층(130), 양자 발광층(130) 상에 형성된 전자 수송층(140) 및 전자 수송층(140) 상에 형성된 제 2 전극(150)을 포함한다.
- [0028] 기관(200)의 종류는 특별히 한정되지 않고 다양하게 가능하며, 유리 기관, 플라스틱 기관 또는 실리콘 기관 등이 가능하다. 도시하지는 않았으나, 기관(200) 상에는 액티브층, 게이트 전극, 소스 전극 및 드레인 전극을 포함하는 박막 트랜지스터가 형성된다. 그리고, 박막 트랜지스터는 양극인 제 1 전극(110)과 전기적으로 접속된다.
- [0029] 한편, 본 발명의 양자 발광 표시 소자는 양자 발광층(130)에서 발생된 광이 기관(200)을 통해 하부로 방출되는 하부 발광 방식 또는 양자 발광층(130)에서 발생된 광이 기관(200)의 반대쪽으로 방출되는 상부 발광 방식일 수 있다. 따라서, 양자 발광 소자가 하부 발광 방식일 경우, 제 1 전극(110)은 틴 옥사이드(Tin Oxide; TO), 인듐

틴 옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO), 인듐 징크 옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO), 인듐 틴 징크 옥사이드(Indium Tin Zinc Oxide; ITZO) 등과 같은 투명 도전성 물질로 형성된다.

- [0030] 반대로, 양자 발광 소자가 상부 발광 방식인 경우, 제 1 전극(110)은 일함수가 낮은 마그네슘(Mg), 은(Ag), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca) 등과 같이 반사율이 높은 불투명 도전성 물질로 형성되는 것이 바람직하다. 그리고, 제 1 전극(110) 상에는 제 1 전극(110)으로부터 주입된 정공을 양자점(160)으로 주입하기 위한 정공 주입층(120a)을 형성한다.
- [0031] 그런데, 상술한 바와 같이 일반적인 양자 발광 소자는 양자점과 정공 수송층의 에너지 장벽이 커 정공이 양자점으로 수월하게 주입되기 어렵다. 따라서, 일반적인 양자 발광 소자는 구동 전압이 높고 신뢰성이 낮다.
- [0032] 예를 들어, TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-(1,1' biphenyl)-4,4' diamine), NTP(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(1-naphthylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)와 같은 정공 수송층의 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital)준위는 각각 5.4eV, 5.5eV이며, 양자점의 HOMO준위는 약 6.7eV 이다. 또한, 양자점과 전자 수송층 사이의 에너지 장벽보다 양자점과 정공 수송층 사이의 에너지 장벽이 더 높으므로 정공보다 전자가 양자점으로 더 많이 주입된다.
- [0033] 따라서, 본 발명의 제 1 실시 예의 양자 발광 소자는, 정공이 양자점(160)으로 주입되기 위한 에너지 장벽을 낮추기 위해 HOMO 준위가 낮은 인광 호스트 물질층(120b)을 통해 양자점으로 정공이 주입되어 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 즉, 본 발명의 양자 발광 소자는 인광 호스트 물질층(120b)이 정공 수송층의 기능을 수행한다.
- [0034] 예를 들어, 인광 호스트 물질은 HOMO 준위가 약 6.3eV인 CBP(carbazole biphenyl), HOMO 준위가 약 5.9eV인 mCP(1,3-bis(carbazol-9-yl) 등과 같은 물질이다. 이 때, 인광 호스트 물질층(120b)은 CBP, mCP 등과 같은 인광 호스트 물질을 용매에 분산시켜 잉크 젯(Ink Jet), 노즐 코팅(Nozzle Coating), 스프레이 코팅(Spray Coating), 롤 프린팅(Roll Printing) 등과 같은 용액 공정(Soluble Process)을 통해 형성되거나, 진공 증착 방법으로 형성된다.
- [0035] 즉, 도 2b와 같이, 본 발명의 양자 발광 소자는 인광 호스트 물질층(120b)의 HOMO 준위와 양자점(160)의 HOMO 준위의 차이가 줄어들어, 정공이 양자점(160)으로 주입될 때 에너지 장벽이 낮아져 정공이 쉽게 양자점(160)으로 주입될 수 있다. 따라서, 양자 발광 소자의 구동 전압이 낮아지며 신뢰성이 향상된다.
- [0036] 인광 호스트 물질층(120b)상에 형성된 양자 발광층(130)은 1nm~100nm의 직경을 갖는 나노 크기의 양자점(160)들로 이루어진다. 양자 발광층(130)은 상기와 같은 용액 공정으로 형성되며, 용매에 복수개의 양자점(160)을 분산시켜 복수개의 양자점(160)이 분산된 용매를 인광 호스트 물질층(120b)상에 도포하고 용매를 휘발시켜 형성된다.
- [0037] 양자점(160)은 2-6족 또는 3-5족의 나노 반도체 화합물을 포함한다. 예를 들어, 양자점(160)을 이루는 나노 반도체 화합물은 카드뮴셀레나이드(CdSe), 카드뮴설파이드(CdS), 카드뮴텔라이드(CdTe), 징크셀레나이드(ZnSe), 징크텔라이드(ZnTe), 징크설파이드(ZnS), 머큐리텔라이드(HgTe), 인듐 아세나이드(InAs), Cd_{1-x}Zn_xSe_{1-y}S_y', CdSe/ZnS, 인듐 포스포러스(InP) 및 갈륨 아세나이드(GaAs) 중 어느 하나로 이루어질 수 있다. 그리고, 용매는 헥세인(Hezane), 톨루엔(Toluene), 클로로포름(Chloroform) 등과 같은 다양한 유기용매에서 선택된다.
- [0038] 양자점(160)은 빛을 내는 역할을 하는 코어(Core), 코어를 감싸며 코어의 표면에 형성되어 코어를 보호하는 셸(Shell) 및 셸을 감싸며 셸의 표면에 형성된 리간드(Ligand)로 이루어진다. 리간드는 양자 발광층(130)을 형성할 때, 양자점(160)이 용매에 잘 분산될 수 있도록 도와주는 역할을 한다.
- [0039] 양자 발광층(130) 상에는 제 2 전극(150)으로부터 주입된 전자를 양자 발광층(130)에 전달하기 위한 전자 수송층(140)과 전자 주입층이 차례로 형성되며, 도면에서는 전자 수송층(140)만을 도시하였다. 전자 수송층(140)은 알루미늄 퀴놀레이트(Quoleate)과 같이 전자 수송 능력이 뛰어난 물질로 형성되며, 전자 주입층은 리튬 플ورا이드(LiF)와 같은 금속화합물을 사용할 수 있다.
- [0040] 전자 수송층(140)과 전자 주입층은 선택적으로 하나의 층으로 형성될 수도 있다. 이 경우에는 하나의 층이 전자 수송층(140)과 전자 주입층의 기능을 수행하여 재료비를 절감하고, 생산성과 수율을 향상시킬 수 있다. 또한, 전하가 이동하는 계면(Interface)을 감소시켜 구동 전압을 낮출 수 있어 양자 발광 소자의 소비 전력을 감소시킬 수 있다.
- [0041] 전자 수송층(140) 상에 형성된 제 2 전극(150)은 양자점(160)에 전자를 공급하는 음극으로 진공 증착 방법으로 형성된다. 제 2 전극(150)은 양자 발광 표시 소자가 하부 발광 방식일 때는, 일함수가 낮은 마그네슘(Mg), 은

(Ag), 알루미늄(Al), 칼슘(Ca) 등과 같이 반사율이 높은 불투명 도전성 물질로 형성된다. 그리고, 상부 발광 방식일 때는, 틴 옥사이드(Tin Oxide; TO), 인듐 틴 옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO), 인듐 징크 옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO), 인듐 틴 징크 옥사이드(Indium Tin Zinc Oxide; ITZO) 등과 같은 투명 도전성 물질로 형성된다.

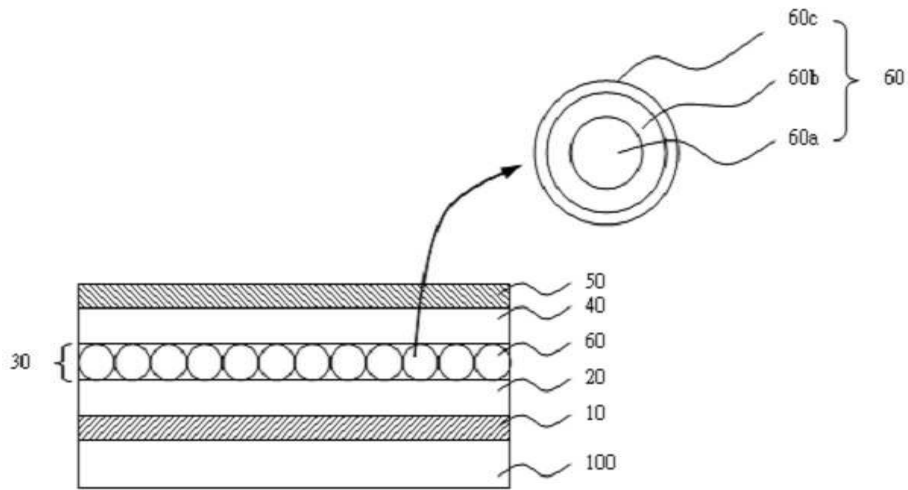
- [0042] 상기와 같은 양자 발광 소자는 제 1 전극(110)과 제 2 전극(150) 사이에 전압을 인가하면 제 1 전극(110)으로부터 정공이, 제 2 전극(150)으로부터 전자가 주입되어 양자 발광층(130)에서 재결합하여 엑시톤(Exciton)이 생성된다. 그리고, 엑시톤이 기저상태로 떨어지면서 발광한다.
- [0043] *제 2 실시 예*
- [0044] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 제 2 실시 예의 양자 발광 소자를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0045] 도 3a는 본 발명의 제 2 실시 예의 양자 발광 소자의 단면도이며, 도 3b는 본 발명의 제 2 실시 예의 양자 발광 소자의 밴드갭 에너지 다이어그램도이다.
- [0046] 도 3a와 같이, 본 발명의 제 2 실시 예의 양자 발광 소자는 기판(300), 기판(300) 상에 형성된 제 1 전극(210), 제 1 전극(210) 상에 형성되며, 인광 호스트 물질(220b)과 양자점(260)이 혼합된 양자 발광층(230), 양자 발광층(230) 상에 형성된 전자 수송층(240) 및 전자 수송층(240) 상에 형성된 제 2 전극(250)을 포함한다.
- [0047] 즉, 본 발명의 제 2 실시 예의 양자 발광 소자는 구조 및 공정을 단순화하기 위해 인광 호스트 물질(220b)과 양자점(260)을 혼합하여 양자 발광층(230)을 형성한다. 이 때, 인광 호스트 물질(220b)은 양자점(260)으로 정공을 전달한다.
- [0048] 구체적으로, 인광 호스트 물질(220b)과 양자점(260)을 용매에 분산시킨 후, 분산된 혼합물을 용액 공정으로 제 1 전극(210) 상에 코팅하고 용매를 휘발시켜 형성한다. 그리고, 제 1 전극(210)과 양자 발광층(230) 사이에 정공 주입층(220a)이 더 형성될 수도 있다.
- [0049] 일반적으로 양자 발광 소자는 양자 발광층으로 주입된 정공 및 전자가 양자점의 리간드로 인해 다른 양자점으로 쉽게 이동하지 못하므로, 양자 발광층을 두께가 형성하여도 양자 발광층과 정공 수송층 또는 양자 발광층과 전자 수송층 사이의 계면에서 가장 많은 발광이 일어난다. 따라서, 정공, 전자 수송층 계면의 부하가 발생하므로, 양자 발광층의 두께를 30nm 미만으로 얇게 형성하여 발광 영역이 좁아져 신뢰성을 확보하기 어렵다.
- [0050] 그러나, 본 발명의 양자 발광 소자는 양자점(260)과 혼합된 인광 호스트 물질(220b)을 통해 정공 및 전자가 다른 양자점(260)으로 쉽게 이동할 수 있다. 따라서, 양자 발광층(260)과 정공 주입층(220a) 또는 양자 발광층(260)과 전자 수송층(240) 사이의 계면뿐만 아니라 양자 발광층(230) 내부의 양자점(260)에서 정공과 전자가 만나 발광할 수 있으므로 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0051] 이에 따라, 본 발명의 양자 발광 소자는 양자 발광층(230)의 두께를 30nm 이상으로 형성하여 발광 영역이 넓어진다. 따라서, 소자의 신뢰성을 확보할 수 있을 뿐만 아니라 정공 수송층을 형성하는 공정이 제거되어 공정을 단순화할 수 있으며 제조 비용을 절감할 수 있다.
- [0052] 한편, 이상에서 설명한 본 발명은 상술한 실시 예 및 첨부된 도면에 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

부호의 설명

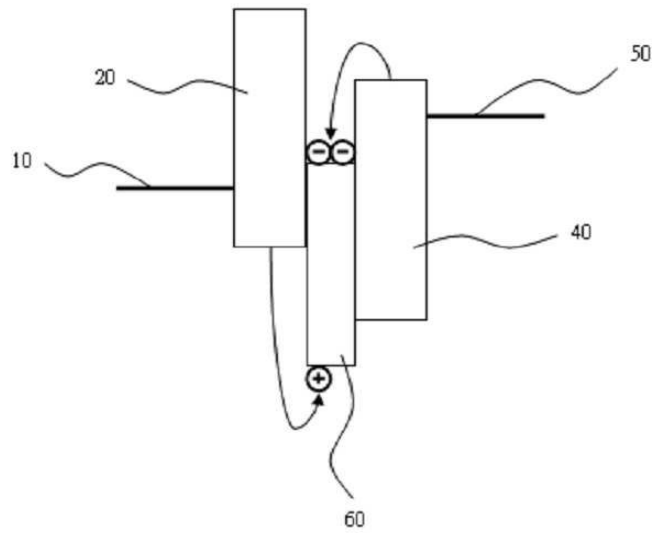
- [0053] 200, 300: 기판 110, 210: 제 1 전극
- 120a, 220a: 정공 주입층 120b: 인광 호스트 물질층
- 130, 230: 양자 발광층 140, 240: 전자 수송층
- 150, 250: 제 2 전극 160, 260: 양자점
- 220b: 인광 호스트 물질

도면

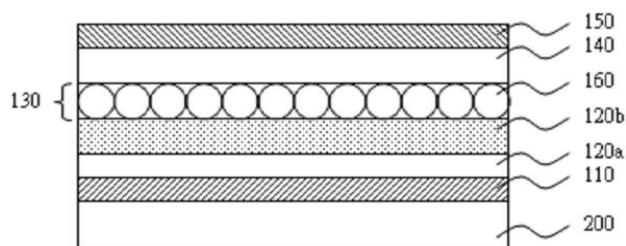
도면1a



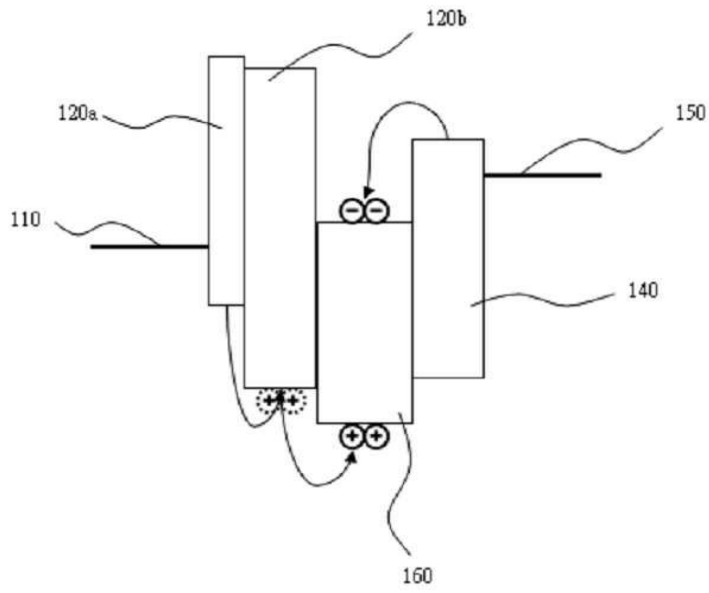
도면1b



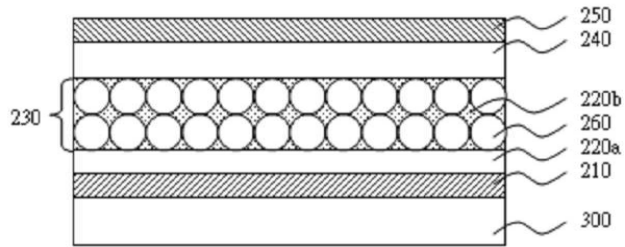
도면2a



도면2b



도면3a



도면3b

