



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0103568
(43) 공개일자 2008년11월27일

(51) Int. Cl.

H01L 51/50 (2006.01) *B82B 1/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7022582

(22) 출원일자 2008년09월16일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년09월16일

(86) 국제출원번호 PCT/US2007/062445

국제출원일자 2007년02월20일

(87) 국제공개번호 WO 2007/098451

국제공개일자 2007년08월30일

(30) 우선권주장

60/774,794 2006년02월17일 미국(US)

(71) 출원인

솔렉슨트 코포레이션

미국 95131 캘리포니아주 산 호세 베링 드라이브
2385

(72) 발명자

레디 다모데

미국 95032 캘리포니아주 로스 가토스 웨스트 모
짜르트 애비뉴 16457

(74) 대리인

유미특허법인

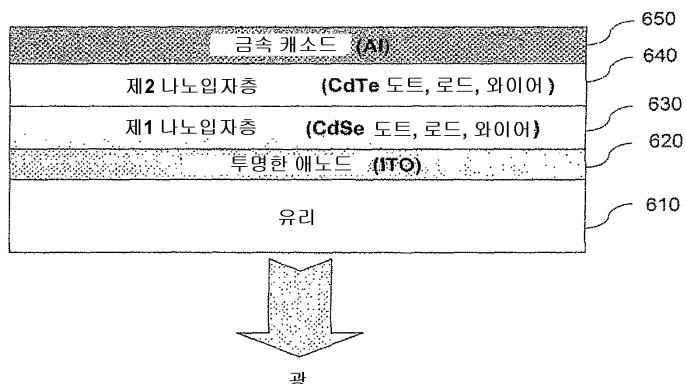
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 나노구조의 전계발광 장치 및 디스플레이

(57) 요약

본 발명의 전계발광 장치는, 적어도 하나는 방사선에 대해 투명한 제1 전극(610) 및 제2 전극(650); 제1 나노입자를 함유하고 상기 제1 전극(610)과 접촉되어 있는 정공 전도층(630); 제2 나노입자를 함유하고 상기 정공 전도층(630) 및 상기 제2 전극(650)과 접촉되어 있는 전자 전도층(620); 및 선택적으로, 포지티브 및 네거티브 전압을 제공할 수 있는 전압 공급원을 포함하고, 상기 전압 공급원의 양극은 상기 제1 전극에 접속되어 있고, 상기 음극은 상기 제2 전극에 접속되어 있다. 몇몇 실시예에서, 전계발광 장치는 또한 정공 전도층과 전자 전도층 사이에 전자-정공 조합층을 포함한다.

대 표 도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

적어도 하나는 방사선에 대해 투명한 제1 및 제2 전극;

제1 나노입자를 함유하고 상기 제1 전극과 접촉되어 있는 정공 전도층(hole conducting layer);

제2 나노입자를 함유하고 상기 정공 전도층 및 상기 제2 전극과 접촉되어 있는 전자 전도층; 및

포지티브 및 네거티브 전압을 제공할 수 있는 전압 공급원

을 포함하고,

상기 전압 공급원의 양극(positive pole)은 상기 제1 전극에 접속되어 있고, 상기 음극은 상기 제2 전극에 접속되어 있는 전계발광 장치(electroluminescent device).

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 정공 전도층과 상기 전자 전도층 사이에 전자-정공 조합층(electron-hole combination layer)을 추가로 포함하는 전계발광 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전자-정공 조합층이 금속 또는 금속 산화물의 층을 포함하는 전계발광 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 전자-정공 조합층이 상기 제1 또는 상기 제2 나노입자와 함께 금속 또는 금속 산화물을 포함하는 전계발광 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 전자-정공 조합층이 상기 제1 및 상기 제2 나노입자와 함께 금속 또는 금속 산화물을 포함하는 전계발광 장치.

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제1 및 상기 제2 나노입자가 하나 이상의 금속을 포함하고, 상기 전자-정공 조합층의 상기 금속이 상기 제1 또는 상기 제2 나노입자의 금속 중 하나 이상을 포함하는 전계발광 장치.

청구항 7

제2항에 있어서,

상기 전자-정공 조합층이 소결된 층인 전계발광 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 전자-정공 조합층이 5~10 nm의 두께를 가지는 전계발광 장치.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 제1 전극과 상기 정공 전도층 사이에 배치되고 상기 제1 전극과 상기 정공 전도층에 접촉되어 있는 정공 주입층을 추가로 포함하는 전계발광 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 정공 주입층이 p-형 반도체, 금속 또는 금속 산화물을 포함하는 전계발광 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 금속 산화물이 산화알루미늄, 산화아연 또는 이산화티탄을 포함하는 전계발광 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 금속이 알루미늄, 금 또는 은을 포함하는 전계발광 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 p-형 반도체가 p-도핑된 Si인 전계발광 장치.

청구항 14

제2항에 있어서,

상기 제2 전극과 상기 전자 전도층 사이에 설치되고 상기 제2 전극과 상기 전자 전도층에 접촉되어 있는 전자 주입층을 추가로 포함하는 전계발광 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 전자 주입층이 금속, 플루오르염 또는 n-형 반도체를 포함하는 전계발광 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 플루오르염이 NaF, CaF₂ 또는 BaF₂를 포함하는 전계발광 장치.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 제1 나노입자 및 상기 제2 나노입자가 나노결정인 전계발광 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 나노결정이 독립적으로, 양자 도트(quantum dot), 나노로드(nanorod), 나노바이포드(nanobipod), 나노트리포드(nanotripod), 나노멀티포드(nanomultipod) 또는 나노와이어(nanowire)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 것인 전계발광 장치.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 나노결정이 양자 도트를 포함하는 전계발광 장치.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 나노결정이 CdSe, ZnSe, PbSe, CdTe, InP, PbS, Si 또는 II-VI족, II-IV족 또는 III-V족 물질을 포함하는 전계발광 장치.

청구항 21

제17항에 있어서,

상기 정공 전도층, 상기 전자 전도층, 또는 상기 전자-정공 조합층에 나노구조체를 추가로 포함하는 전계발광 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 나노구조체가 나노튜브, 나노로드 또는 나노와이어를 포함하는 전계발광 장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 나노구조체가 탄소 나노튜브를 포함하는 전계발광 장치.

청구항 24

제21항에 있어서,

상기 나노입자가 상기 나노구조체에 공유결합 방식으로(covalently) 부착되어 있는 전계발광 장치.

청구항 25

제1항의 전계발광 장치를 포함하는 전자 장치.

명세서

기술 분야

<1> 본 발명은 전계발광 장치 및 그것을 채용한 발광형 디스플레이(emissive display)에 관한 것이다.

<2> 우선권 주장

<3> 본 출원은 U.S.C. § 119(e)에 따라 2006년 2월 17일에 출원된 미국 특허 가출원 제60/774,794호를 우선권으로 주장하며, 상기 가출원은 전체가 원용에 의해 본 명세서에 포함된다.

배경 기술

<4> 발광형 디스플레이는 디스플레이에서의 발광소자의 형태에 따라 다음 세 가지 카테고리로 분류된다: (1) 유기 발광 디스플레이(OLED), (2) 전계 발광 디스플레이(FED) 및 (3) 무기 박막 전계발광 디스플레이(EL). 이들 세 가지 카테고리 중, OLED는 세계적으로 가장 많은 관심과 투자를 받았다. 약 100개의 회사가 OLED 기술의 다양한 측면을 개발하고 있다. 상업적 OLED 제품은 모바일 폰과 MP3 시장에 있다. OLED 장치는 소형 문자(Kodak사가 개척함) 또는 폴리머(Cambridge Display Technology가 개척함)로부터 제조될 수 있다. OLED 장치는 또한 인광성 물질로부터 제조될 수 있다(Universal Display Technology가 개척함). 상업적 제품 중 90% 이상은 Kodak사의 형광성 소형 문자 물질을 사용한다. 반면에, 폴리머 물질은 스펜 코팅 및 잉크젯 프린팅과 같은 용액 처리 기술을 이용함으로써 더 낮은 제조 비용을 제공한다. 폴리머계 물질은 대형(>20") OLED 디스플레이를 위한 비용 효과적인 해법을 제공할 것으로 기대된다. 인광성 물질은 더 높은 효율을 제공하고, 전력 소비를 감소시킨다.

- <5> OLED 디스플레이에는 몇 가지 물질에 기초한 문제와 제조 공정에 따른 문제를 가진다. 예를 들면, OLED는 수명이 짧고, 시간 경과에 따라 색 균형이 상실되고, 제조비가 높다. 불량한 수명과 색 균형 문제는 OLED에서의 발광 소자의 화학적 성질에 기인한다. 예를 들면, 청색 OLED의 수명을 향상시키는 것은 어려운데, 그것은 청색 스펙트럼에서의 높은 에너지가 OLED에 사용되는 유기물 분자의 안정성을 저하시키기 쉽기 때문이다. 소형 분자 풀컬러 디스플레이를 제조하는 비용도 매우 높은데, 적색, 녹색 및 청색 물질을 적층하기 위해 고가의 세도우 마스크를 사용해야 하기 때문이다. Kodak 및 기타 제조사들은 이 문제를 극복하기 위해 컬러 필터 기술을 이용하여 백색 OLED를 개발했다. 그러나, 컬러 필터의 사용은 재료비를 추가시키게 되고, 디스플레이의 품질을 저하시킨다. OLED 디스플레이의 주된 이점 중 몇 가지는 이러한 방법에 의해 상실되어 버린다.
- <6> 폴리머계 물질은 잉크젯 프린팅의 이용에 의해 저비용, 고용량 제조를 달성하는 가능한 루트를 제공한다. 그러나, 폴리머는 소형 분자에 비해 더욱 짧은 수명을 가진다. 수명이 한 자리 수만큼 더 증가되어야 폴리머계 물질이 상업적으로 실용성을 가질 수 있다.
- <7> 차세대 발광 디스플레이 기술은 양자 도트(QD)라 지칭되는 새로이 부상하는 나노물질을 토대로 할 것으로 예상된다. QD에서의 발광색은 단순히 도트의 치수를 변경함으로써 조절될 수 있다. 발광 디스플레이를 구성하는데 있어서 양자 도트의 유용성은 QD-OLED에서 이미 입증되었다. 참고문헌으로는 Seth Coe et al., *Nature* 420, 800(2002)가 있다. 이러한 디스플레이에서의 발광은 본래 OLED 물질보다 더 안정한 CdSe와 같은 무기 물질로부터의 발광이다. 안정한 청색 물질은 단순히 양자 도트의 크기를 감소시키는 것으로 얻어질 수 있다.
- <8> QD로 만들어진 디스플레이 장치는 OLED보다 한 자리 수 낮은 크기의 양자 효율을 가진다. QD는 효율을 향상시키기 위해 OLED 물질과 혼합되었다. 참고문헌으로 US2004/0023010이 있다. 그러나, 이러한 접근방법은 효율의 향상에 있어서는 보통 수준에 불과한 반면, 디스플레이 수명을 감소시키고 제조 공정을 복잡하게 한다.
- 발명의 상세한 설명**
- <9> 전계 발광 장치는, (1) 적어도 하나는 방사선에 대해 투명한 제1 및 제2 전극; (2) 제1 나노입자를 함유하고 상기 제1 전극과 접촉되어 있는 정공 전도층(hole conducting layer); (3) 제2 나노입자를 함유하고 상기 정공 전도층 및 상기 제2 전극과 접촉되어 있는 전자 전도층; 및 선택적으로 (4) 포지티브 및 네거티브 전압을 제공할 수 있는 전압 공급원(voltage source)을 포함하고, 상기 전압 공급원의 양극(positive pole)은 상기 제1 전극에 접속되어 있고, 상기 음극은 상기 제2 전극에 접속되어 있다.
- <10> 몇몇 실시예에서, 상기 전계발광 장치는 또한 상기 정공 전도층과 전자 전도층 사이에 전자-정공 조합층을 포함한다. 전자-정공 조합층은 금속 또는 금속 산화물의 층일 수 있다. 그것은 또한, 상기 정공 및/또는 전자 전도층에 사용된 제1 및/또는 제2 나노입자와 조합되어 있는 금속 또는 금속 산화물의 층일 수 있다. 전자-정공 조합층은 또한 입자들을 하나의 고체 매스로 합체시키기 위해 전술한 성분들이 전형적으로는 열에 의해 처리되어 있는 소결된 층(sintered layer)일 수 있다. 전자-정공 조합층은 또한 정공 전도층 및 전자 전도층의 접합점(junction)에서, 이들 두 층을 금속 또는 금속 산화물이 존재하지 않는 상태에서 단순히 소결함으로써 제조될 수 있다. 일반적으로, 전자-정공 조합층의 두께는 5~10 nm이다.
- <11> 전계발광 장치는 또한 상기 제1 전극과 상기 정공 전도층 사이에 정공 주입층(hole injection layer)을 포함할 수 있다. 정공 주입층은 p-형 반도체, 금속 또는 금속 산화물을 함유할 수 있다. 전형적인 금속 산화물로는, 산화알루미늄, 산화아연, 또는 이산화티탄이 포함되고, 전형적인 금속으로는 알루미늄, 금 또는 은이 포함된다. p-형 반도체는 p-도핑된 Si일 수 있다.
- <12> 전계발광 장치는 또한 상기 제2 전극과 상기 전자 전도층 사이에 전자 주입층을 포함할 수 있다. 이 전자 주입층은 금속, 플루오르염 또는 n-형 반도체일 수 있다. 플루오르염의 예로는 NaF, CaF₂ 또는 BaF₂가 포함된다.
- <13> 정공 전도층 및 전자 전도층에서 사용되는 나노입자는 나노결정(nanocrystal)이다. 나노결정의 예로는 양자 도트, 나노로드(nanorod), 나노바이포드(nanobipod), 나노트리포드(nanotripod), 나노멀티포드(nanomultipod), 또는 나노와이어(nanowire)가 포함된다. 그러한 나노결정은 CdSe, ZnSe, PbSe, CdTe, InP, PbS, Si 또는 II-VI족, II-IV족 또는 III-V족 물질로부터 만들어질 수 있다.
- <14> 몇몇 전계발광 장치에서, 나노튜브, 나노로드 또는 나노와이어와 같은 나노구조체(nanostructure)가 정공 전도층, 전자 전도층 및/또는 전자-정공 조합층에 포함될 수 있다. 바람직한 나노구조체는 탄소 나노튜브이다. 나노구조체가 사용될 때, 나노입자는 공유결합 방식으로 나노구조체에 부착되는 것이 바람직하다.

실시예

<21>

전계발광 장치는 (1) 적어도 하나는 방사선에 대해 투명한 2개의 전극, (2) 제1 나노입자를 함유하는 정공 전도층, 및 (3) 제2 나노입자를 포함하는 전자 전도층을 포함한다. 제1 및 제2 나노입자는 조성 및/또는 크기에 있어서 상이하다. 또한, 제1 및 제2 나노입자는 정공 전도층의 제1 입자가 정공을 전도하는 한편, 전자 전도층의 제2 입자는 전자를 전도하도록 선택된다. 나노입자는 그의 상대적 밴드갭이 II족 밴드 오프셋(band offset)을 생성하도록 선택된다. CdTe 및 CdSe는 II족 밴드 오프셋을 제공하는 나노입자이다. 그러나, 전도(conduction) 및 원자가(valence) 밴드가 II형 밴드 오프셋을 형성할 수 있다면, 상이한 조성 및/또는 크기를 가진 상이한 나노입자를 선택할 수 있다. 전계발광 장치는 선택적으로 포지티브 및 네거티브 전압을 제공할 수 있는 전압 공급원을 포함한다. 존재할 경우, 전압 공급원의 양극은 제1 전극에 전기적으로 접속되고 그에 따라 정공 전도층에 접속되고, 음극은 제2 전극에 접속되고 그에 따라 전자 전도층에 접속된다.

<22>

몇몇 실시예에서, 전자-정공 조합층이 상기 정공 전도층과 전자 전도층 사이에 설치된다. 전자-정공 조합층은 금속, 금속 산화물, 또는 금속이나 금속 산화물과 정공 전도층의 나노입자 또는 전자 전도층의 나노입자의 혼합물을 포함할 수 있다. 몇몇 경우에, 금속 또는 금속 산화물은 정공 전도층의 나노입자뿐 아니라 전자 전도층의 나노입자와 혼합되어 있다. 전계발광 장치에 존재하는 전자-정공 전도층의 형태는 그의 제조 방법에 의존할 것이다. 도 6은 파워 공급원이 없는 전계발광 장치를 나타낸다. 도 6에서, 산화인듐주석(620)과 같은 투명한 애노드가 유리 기판(610) 상에 형성된다. 이어서, 제1 나노입자층이 적층된 다음, 제2 나노입자층이 적층된다. 다음으로, 제2 나노입자층 상에 금속 캐소드(650)가 형성된다. 다음으로, 상기 장치 전체는 제1 및 제2 나노입자층과 전자-정공 조합층 사이에서 연속적인 층을 형성하도록 소둔/소결될 수 있다. 전자-정공 조합층은 2개의 층 사이에 형성되고, 정공 및 전자 전도층으로부터의 나노입자로 만들어진다. 네거티브 전압이 장치에 인가될 때 전자와 정공이 서로 결합되어 빛을 방출하는 것은 이 영역에서이다. 방출된 방사선은 전자 전도성 나노입자의 전도 밴드 에너지와 정공 전도성 나노입자의 원자가 밴드 에너지 사이의 차에 의존할 수 있다. 방출된 방사선은 그러한 에너지 레벨의 차에 정확히 비례하지 않아도 된다는 것을 이해해야 한다. 그보다는, 이 밴드갭보다 적은 에너지를 가진 빛을 예상할 수 있다.

<23>

제1 나노입자층과 제2 나노입자층 사이에 금속 또는 금속 산화물의 층이 위치해 있을 경우, 전자-정공 조합층이 형성된다. 제1 나노입자층 상에 금속 또는 금속 산화물이 설치되고, 이어서 제2 나노입자층이 추가되기 전에 소결되는 경우, 전자-정공 조합층은 상기 금속 또는 금속 산화물뿐 아니라 제1 층으로부터 유도된 나노입자도 포함한다. 이와는 달리, 제2 나노입자층은 금속 또는 금속 산화물층 상에 적층되고, 이어서 장치가 소결될 수 있다. 이 경우에, 전자-정공 조합층은 제1 및 제2 층으로부터의 나노입자와 조합되어 있는 금속 또는 금속 산화물을 포함한다. 상기 장치가 먼저 정공 전도층을 적층한 다음 금속 또는 금속 산화물층을 적층하고 소결함으로써 제조될 경우, 전자-정공 조합층은 정공 전도층으로부터의 나노입자와 조합되어 있는 금속 또는 금속 산화물을 포함한다.

<24>

전계발광 장치는 전자 주입층 및/또는 정공 주입층을 추가로 포함할 수 있다. 도 7을 참조하면, 전자 주입층은 제2 나노입자층과 캐소드 사이에 설치된다. 전자 주입층은 n-형 반도체, 플루오르염 또는 금속을 포함할 수 있다. n-형 반도체는, 예를 들면, n-도핑된 실리콘일 수 있고, 플루오르염은 염화나트륨, 염화칼슘 또는 플루오르화바륨일 수 있다. 플루오르화물이 사용될 때, 상기 층의 두께는 0.5~2 nm일 수 있다. 금속이 사용될 때, 상기 층의 두께는 5~20 nm일 수 있다.

<25>

정공 주입층(730)은 p-형 반도체, 금속 또는 금속 산화물일 수 있다. 상기 금속 산화물은, 예를 들면, 산화알루미늄, 산화아연 또는 이산화티탄일 수 있고, 상기 금속은 알루미늄, 금 또는 은일 수 있다. 정공 주입층으로서 사용될 수 있는 p-형 반도체의 예는 p-도핑된 실리콘이다. 도 8에서, 정공 블록킹층(860)이 앞서 도 7에 제시된 실시예에 추가된다. 정공 블록킹층의 예로는 TiO₂, ZnO 및 3 eV보다 큰 밴드갭을 가진 다른 금속 산화물이 포함된다.

<26>

또한, 전자 블록킹층이 애노드와 제1 나노입자층 사이 또는 정공 주입층과 제1 나노입자층 사이에 설치될 수 있다. 전자 블록킹층의 예는 TiO₂로 만들어진 것을 포함한다.

<27>

전자 주입층은 정공 블록킹층으로서도 작용할 수 있음을 이해해야 한다. 그러나, 몇몇 실시예에서, 하나는 전자 주입층으로서 작용하고 다른 하나는 정공 블록킹층으로서 작용하는, 2개의 상이한 물질을 사용할 수 있다. 예를 들면, 전자 주입층은 LiF, BaF, 또는 CaF일 수 있고, 정공 블록킹층은 TiO₂일 수 있다.

- <28> 마찬가지로, 애노드에서, 정공 주입층은 또한 전자 장벽(barrier)로서 작용할 수 있다. 그러나, 이러한 기능을 위해 상이한 물질이 사용될 때에는, 정공 주입층은 Au로 만들어질 수 있고, 전자 장벽은 Al₂O₃로 만들어질 수 있다.
- <29> 본 명세서에서 사용하는 용어, "나노입자" 또는 "발광성 나노입자"는 정공 및 전자가 조합될 때 빛을 발생하는 발광성 물질을 의미한다. 발광성 나노입자는 일반적으로 양자 도트, 나노로드, 나노바이포드, 나노트리포드, 나노멀티포드, 또는 나노와이어와 같은 나노결정이다.
- <30> 발광성 나노입자는 II-VI족, II-IV족 및 III-V족 물질을 포함하는 화합물 반도체(compound semiconductor)로부터 만들어질 수 있다. 발광성 나노입자의 몇 가지 예는 CdSe, ZnSe, PbSe, InP, PbS, ZnS, CdTe Si, Ge, SiGe, CdTe, CdHgTe, 및 II-VI족, II-IV족 및 III-V족 물질이다. 발광성 나노입자는 코어형일 수도 있고 코어-셀형일 수도 있다. 코어-셀 나노입자에서, 코어 및 셀은 상이한 물질로 만들어진다. 코어와 셀 모두가 화합물 반도체로 만들어질 수도 있다.
- <31> 정공 전도층의 나노입자는, 정공이 애노드로부터 이들 나노입자로 용이하게 이송되는 밴드갭을 가진다. 전자 전도층의 나노입자는 전자가 캐소드로부터 이들 나노입자로 용이하게 이송될 수 있는 밴드갭을 가진다. 정공 및 전자 전도층용으로 사용되는 물질의 밴드갭은 전자-정공 조합층에서 정공과 전자가 효율적으로 재조합(recombination)될 수 있도록 서로 보완적일 것이다.
- <32> 양자 도트는 나노입자의 바람직한 형태이다. 해당 기술에서 알려져 있는 바와 같이, 조성은 동일하지만 직경은 상이한 양자 도트는 상이한 파장에서 방사선을 흡수 및 방출한다. 도 1은, 조성은 동일하지만 직경이 상이한 것으로 만들어진 세 가지 양자 도트를 도시한다. 소형 양자 도트는 스펙트럼의 청색 부분에서 흡수 및 방출하고; 반면에 중간 및 대형 양자 도트는 각각 가시 스펙트럼의 녹색 부분 및 적색 부분에서 흡수 및 방출한다. 이와는 달리, 도 2에 도시된 바와 같이, 양자 도트는 본질적으로 동일한 크기이되 상이한 물질로 만들어질 수 있다. 예를 들면, UV-흡수성 양자 도트는 셀렌화아연으로 만들어질 수 있는 반면; 가시 및 IR 양자 도트는 각각 셀렌화카드뮴 및 셀렌화납으로 만들어질 수 있다. 크기 및/또는 조성이 상이한 나노입자는 각각의 나노입자 층에서 사용된다.
- <33> 발광성 나노입자는 링커 X_a-R_n-Y_b와의 반응에 의해 변형될 수 있는데, 상기 식에서 X 및 Y는 카르복시산기, 인산기, 황산기, 아민 함유기 등과 같은 반응성 부분일 수 있고, a 및 b는 독립적으로 0 또는 1이되 a와 b 중 적어도 하나는 1이고, R은 -CH₂, -NH- 또는 -O-와 같은 탄소, 질소 또는 산소 함유기이고, n은 0~10 또는 0~5이다. 하나의 반응성 부분(예; X)은 나노입자와 반응할 수 있지만, 다른 반응성 부분(Y)은 (1) 전극, (2) 전자-정공 조합층, (3) 정공 또는 전자 주입층, (4) 정공 또는 전자 블록킹층, 또는 (5) 다른 나노입자와 같은 또 다른 구조체와 반응할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 발광성 나노입자는 나노구조체를 장식하는 데 사용되고, 이것은 이어서 전자 및/또는 정공 전도층에서 사용된다. 제2 반응성 부분을 갖거나 갖지 않은 링커는 또한 나노입자를 부동태화하여 그의 안정성 및 전계발광성을 증가시킬 수 있다. 링커는 또한 전하 전도층을 제조하는데 사용되는 공통 유기 용매에서의 나노입자 안정성 또는 혼탁성(suspension)을 향상시킬 수 있다.
- <34> X_a-R_n-Y_b의 성분들을 조절함으로써, 나노입자의 표면과 전술한 구조체 중 어느 하나의 거리는, 전자-정공 조합층의 외부에서 전자-정공 조합을 촉진시킬 수 있는 표면 상태의 효과를 최소화하도록 조절될 수 있다. 이들 표면 간의 거리는 전형적으로 10Å 이하, 바람직하게는 5Å 이하이다. 이 거리는 전자 또는 정공이 이 캡을 통해 전극으로부터 전자-정공 조합층으로 지나갈 수 있도록 유지된다.
- <35> 본 명세서에서 사용되는 "나노구조체", "전자 전도성 나노구조체" 또는 "정공 전도성 나노구조체"라는 용어는 나노튜브, 나노로드, 나노와이어 등을 의미한다. 전자 및 정공 전도성 나노구조체는 본래 결정질이다. 일반적으로, 나노구조체는 밴드갭이, 예를 들면, TiO₂에 있어서 3.2 eV인 광폭 밴드갭 반도체 물질로 만들어진다. 나노구조체는 그의 밴드갭이 태양 전지에서 사용할 광활성 나노입자의 최대 밴드갭(예; >2.0 eV)보다 더 크도록 선택된다.
- <36> 전자 전도성 나노구조체는, 예를 들면, 이산화티탄, 산화아연, 산화주석, 산화인듐주석(ITO) 및 산화인듐아연으로부터 만들어질 수 있다. 나노구조체는 또한 탄소 나노튜브, 특히 단일벽 탄소 나노튜브(single-wall carbon nanotube)와 같은 다른 전도성 물질로부터 만들어질 수 있다.
- <37> 전자 전도성 나노구조체는 해당 기술에 달려져 있는 방법에 의해 제조될 수 있다. 전도성 나노구조체는 또한 기판 상에 적층된 시드(seed) 입자에 의해 촉진되는 콜로이드 성장법을 이용하여 제조될 수 있다. 전도성 나노

구조체는 또한, 화학 증기 증착법(CVD), 금속-유기 화학 증기 증착법(MOCVD), 분자 빔 에피택시(MEB)와 같은 에피택셜 성장법 등의 진공 증착 공정을 통해 제조될 수 있다.

<38> 나노튜브의 경우에, 나노튜브의 외경은 약 20 nm 내지 100 nm 범위이고, 몇몇 경우에는 20 nm 내지 50 nm, 다른 경우에는 50 nm 내지 100 nm 범위이다. 나노튜브의 내경은 약 10 nm 내지 80 nm, 몇몇 경우에는 20 nm 내지 80 nm, 다른 경우에는 60 nm 내지 80 nm 범위일 수 있다. 나노튜브의 벽 두께는 10~25 nm, 15~25 nm, 또는 20~25 nm일 수 있다. 나노튜브의 길이는 몇몇 경우에 100~800 nm, 400~800 nm, 또는 200~400 nm이다.

<39> 나노와이어의 경우에, 직경은 약 100 nm 내지 약 200 nm일 수 있고, 50~100 μm 에 달할 수 있다. 나노로드는 약 2~200 nm의 직경을 가질 수 있지만, 때로는 5~100 nm 또는 20~50 nm의 직경을 가질 수 있다. 나노로드의 길이는 20~100 nm일 수 있고, 때로는 50~500 nm 또는 20~50 nm이다.

<40> 이상 설명한 바와 같이, 전계발광 장치(전압 공급원을 구비하지 않은)는 유기 정공 전도성 폴리머 또는 유기 전자 전도성 폴리머를 포함하지 않는다. 유기 링커가 사용될 때를 제외하고, 상기 장치는 본질적으로 완전히 무기질이다.

<41> 전계발광 장치는 발광 디스플레이에서 사용될 수 있다. 발광 디스플레이는 평판 디스플레이(단독형 또는 완성 제품과 관련된 다른 구성 요소와 조합형) 및 다른 전자 장치를 포함한다.

실시예

<43> 실시예 1: 나노구조의 전계발광 장치가 도 6에 도시되어 있는데, 해당 기술에 잘 알려져 있는 방법에 따라 투명한 전도층 ITO(620)가 유리 기판(610) 상에 적층된다. ITO의 작업 기능을 조절하기 위해, 상기 ITO의 표면을 플라즈마 처리 또는 해당 기술에 잘 알려져 있는 다른 공정에 노출시킬 수 있다. 다음으로, 제1 전하 전도성 나노입자층(630)을 ITO 중에 적층한다. 적합한 용매 중에 분산된 나노입자를 적층하기 위해 스펀 코팅 또는 잉크젯 프린팅이나 다른 프린팅 공정을 이용할 수 있다. 용매를 증발시켜 제거하기 위해 기판을 약 200°C에서 약 15분간 가열함으로써 핀홀(pin hole)이 없는 연속적 나노입자층을 얻을 수 있다. 상기 나노입자층(630)은 도트, 로드 또는 와이어일 수 있다. 이 실시예에서 제1 나노입자층은 CdSe로 만들어진다. 제2 나노입자층(640)은 제1 나노입자층(630)의 상부에 직접 적층된다. 적합한 용매 중에 분산된 나노입자를 적층하기 위해 스펀 코팅 또는 잉크젯 프린팅이나 다른 프린팅 공정을 이용할 수 있다. 용매를 증발시켜 제거하기 위해 기판을 약 200°C에서 약 15분간 가열함으로써 핀홀이 없는 연속적 나노입자층을 얻을 수 있다. 상기 나노입자층(640)은 도트, 로드 또는 와이어일 수 있다. 이 실시예에서 제2 나노입자층(640)은 CdTe로 만들어진다. 제1 나노입자층(630)의 CdSe의 입자 크기 및 제2 나노입자층(640)의 CdTe의 입자 크기는 원하는 발광색이 얻어지도록 조절될 수 있다. 청색 발광을 생성하기 위해서는 3 μm 도트가 사용될 수 있다. 적색 발광을 생성하기 위해서는 6 μm 도트가 사용될 수 있다. 그 밖의 색은 해당 기술에 잘 알려져 있는 방법을 이용하여 나노입자 크기를 조절함으로써 생성될 수 있다. 2개의 나노입자층 사이의 계면은 메탄을 중의 CdCl₂ 포화 용액에서 기판을 가열하거나 해당 기술에 잘 알려져 있는 방법을 이용하여 향상시킬 수 있다. 그러한 처리는 전자-정공 조합이 효율적으로 계면에서 일어나도록 제1 나노입자층과 제2 나노입자층 사이의 적합한 계면을 생성한다. 다음으로 제2 나노입자층의 상부에 알루미늄 금속 전극(650)이 적층되어 나노구조의 전계발광 장치가 완성된다.

<44> 실시예 2: 나노구조의 전계발광 장치의 또 다른 실시예가 도 7에 도시되어 있다. 투명한 전도층 ITO(720)를 유리 기판(710) 상에 적층한다. 실시예 1에서 설명한 바와 같이, 산화알루미늄과 같은 정공 주입층(730)이 해당 기술에 알려져 있는 방법에 의해 ITO층(720) 상에 적층된다. 이어서, 제1 및 제2 나노입자층(740, 750)이 실시예 1에 기재된 바와 같이 적층된다. LiF와 같은 전자 주입층(760)이 해당 기술에 잘 알려져 있는 방법에 의해 제2 나노입자층의 상부에 적층된다. 제2 나노입자층의 상부에 알루미늄 금속 전극(770)이 적층되어 나노구조의 전계발광 장치가 완성된다.

<45> 실시예 3: 나노구조의 전계발광 장치의 또 다른 실시예가 도 8에 도시되어 있다. 실시예 2에 기재된 바와 같이, ITO 정공 주입층, 제1 및 제2 나노입자층이 형성된다. TiO₂로 만들어진 정공 블록킹층(860)이 해당 기술에 잘 알려져 있는 방법에 의해 제2 나노입자층의 상부에 적층된다. 이어서 LiF와 같은 전자 주입층(870)이 해당 기술에 잘 알려져 있는 방법에 의해 적층되고, 제2 나노입자층의 상부에 알루미늄 금속 전극(880)이 적층되어 나노구조의 전계발광 장치가 완성된다.

<46> 실시예 4: 나노구조의 전계발광 장치의 또 다른 실시예가 도 9에 도시되어 있다. 실시예 1에 기재된 바와 같이, ITO 층(920)이 유기 기판(910) 상에 적층되고, 이어서 제1 나노입자층(930)이 실시예 1에 기재된 바와 같이

ITO 층 상에 적층된다. 이 실시예에서 나노입자(CdSe 도트, 로드, 바이포드, 트리포드, 멀티포드, 와이어)는 이 실시예에서 제1 나노입자층(930)과 같은 나노구조체와 관련되며, 작용화된 단일벽 탄소 나노튜브(SWCNT)를 장식함으로써 만들어진다. 제2 나노입자층(940)은 제1 나노입자층(930)의 상부에 직접 적층된다. 실시예 1에 기재된 바와 같이, 작용화된 CdTe 도트, 로드, 바이포드, 트리포드, 멀티포드 또는 와이어인 제2 층(940)의 나노입자는 작용화된 단일벽 탄소 나노튜브(SWCNT)와 관련된다. 이어서, 제2 나노입자층의 상부에 알루미늄 금속 전극(950)이 적층되어 나노구조의 전계발광 장치가 완성된다.

<47> 실시예 5: 나노구조의 전계발광 장치의 또 다른 실시예가 도 10에 도시되어 있다. ITO 층, 제1 및 제2 나노입자층, 그리고 금속 캐소드층이 실시예 4에 기재된 바와 같이 형성된다. 그러나, 이 실시예에서, LiF와 같은 전자 주입층(1060)은 알루미늄 금속 전극(1070)이 제2 나노입자층의 상부에 적층되기 전에 제2 나노입자층의 상부에 적층된다.

<48> 실시예 6: 나노구조의 전계발광 장치의 또 다른 실시예가 도 11에 도시되어 있다. 이 장치는 제2 나노입자층의 상부에 정공 블록킹층(1160)이 적층되는 것 이외에는 실시예 5에 기재된 바와 같이 제조된다.

<49> 상기 실시예에서 사용된 ITO 층의 두께는 100 nm이고, 알루미늄층의 두께는 150 nm이다. 정공 주입층의 두께는 약 5Å이고, 전자 주입층의 두께는 약 10Å이다. 나노입자층은 10~100nm 범위의 두께를 가진다.

<50> 이상과 같은 실시예는 본 발명을 적용하는 몇 가지 예이다. 본 발명에 따른 나노구조체 전계발광 디스플레이를 구성하기 위해 전술한 실시예에서 사용된 물질의 예 대신에 해당 기술분야에 잘 알려져 있는 다른 물질 및 물질의 조합을 사용할 수 있다는 것은 당업자에게 자명할 것이다. 예를 들면, 애노드로서 ITO 대신에 다른 투명한 전도성 물질을 사용할 수 있다. 정공 주입 물질로서는 산화알루미늄 대신에 다른 금속 산화물을 사용할 수 있다. 본 발명에 따른 나노구조체 전계발광 디스플레이를 구성하기 위한 전자 주입 물질로서는 LiF 대신에 다른 금속 할라이드를 사용할 수 있다. 본 발명에 따른 나노구조체 전계발광 디스플레이를 구성하기 위한 캐소드로서 알루미늄 대신에 Ag, Ca와 같은 다른 금속을 사용할 수 있다. 제1 및 제2 나노입자층에 대한 예로서 CdSe 및 CdTe 나노입자가 사용된다. 본 발명에 따른 나노구조체 전계발광 디스플레이를 구성하기 위해 CdSe 및 CdTe 대신에 적합한 밴드갭을 구비한 다른 발광성 나노입자를 사용할 수 있다.

<51> 이상과 같은 실시예는 저부 발광 디스플레이를 나타낸다. 해당 기술에 잘 알려져 있는 적절한 캐소드 및 애노드를 사용함으로써, 본 발명에 따라 상부 발광 디스플레이를 구성할 수 있다는 것이 당업자에게는 자명할 것이다.

도면의 간단한 설명

<15> 도 1(종래 기술)은 크기의 차이 때문에 상이한 색에서 흡수 및 방출하는 양자 도트를 나타낸다. 이들 양자 도트의 크기는 나노미터 수준이다. 소형 도트는 스펙트럼의 청색 부분에서 흡수하고, 대형 도트는 스펙트럼의 적색 부분에서 흡수한다.

<16> 도 2(종래 기술)는, ZnSe, CdSe 및 PbSe로부터 제조되고, 각각 UV, 가시 및 IR 영역에서 흡수 및 방출하는 동일한 크기의 양자 도트를 나타낸다.

<17> 도 3(종래 기술)은 tr-n-옥틸 포스핀옥사이드(TOPO)와 같은 용매로 캡핑된 나노입자를 나타낸다.

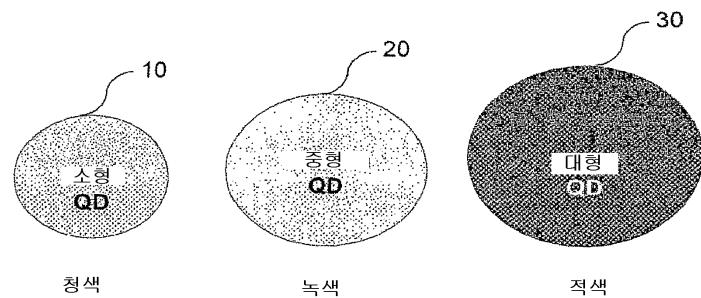
<18> 도 4는 링커(linker)에 의해 작용화된 나노입자를 나타낸다.

<19> 도 5는 링커에 의해 작용화된 코어-셀 나노입자를 나타낸다.

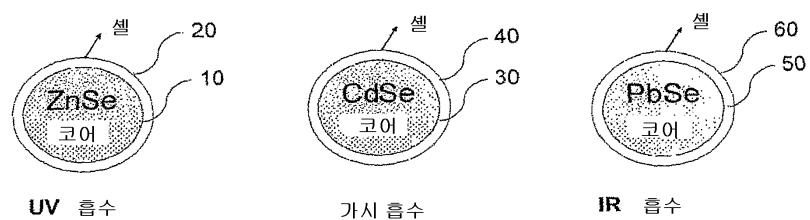
<20> 도 6 내지 11은 나노구조의 전계발광 장치의 다양한 실시예를 나타낸다.

도면

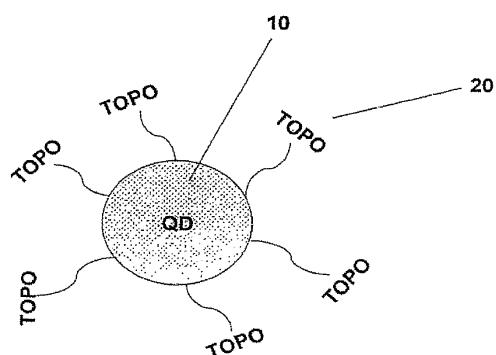
도면1



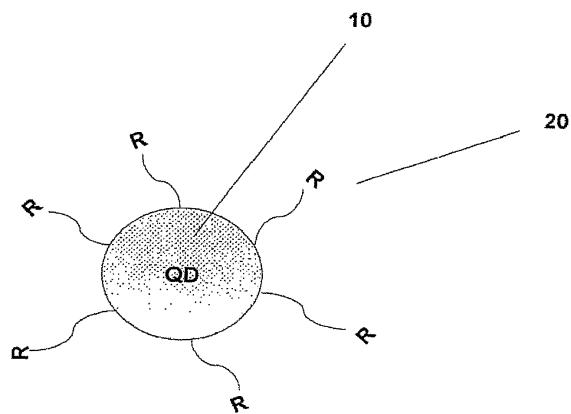
도면2



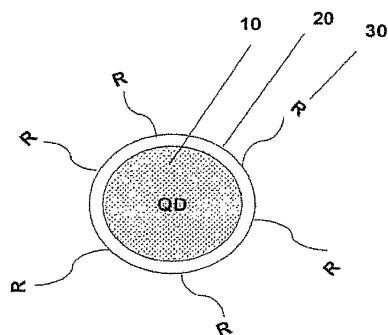
도면3



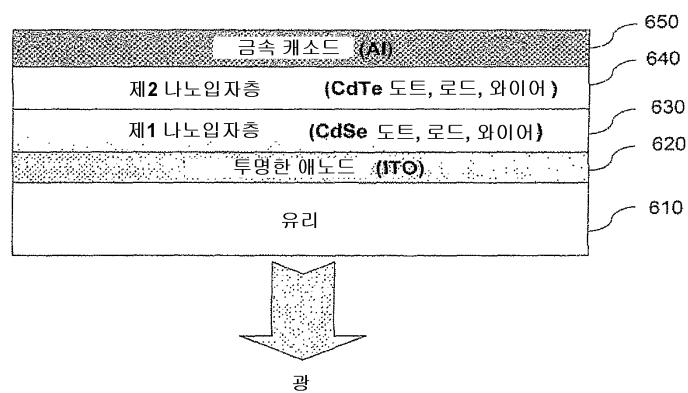
도면4

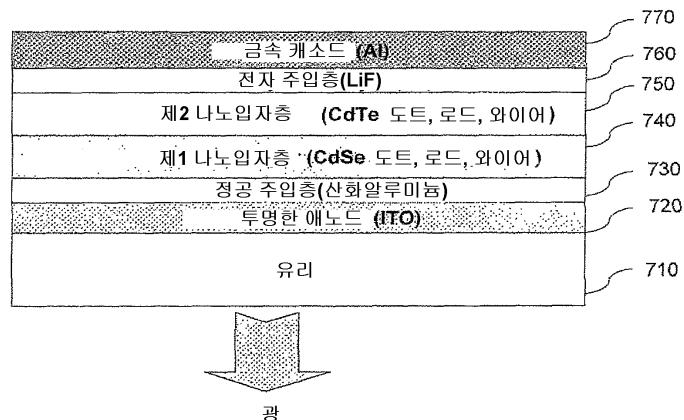
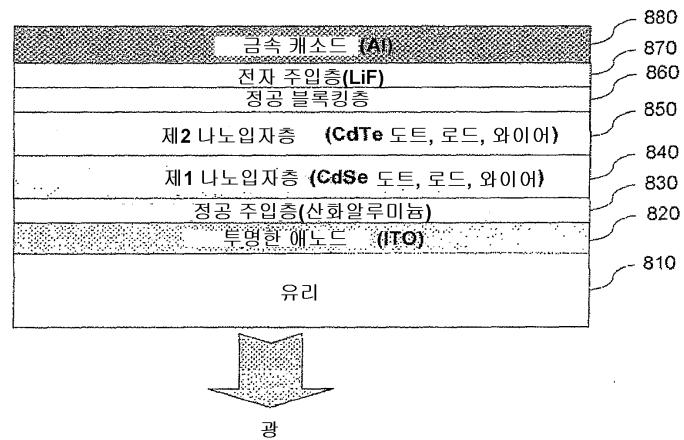
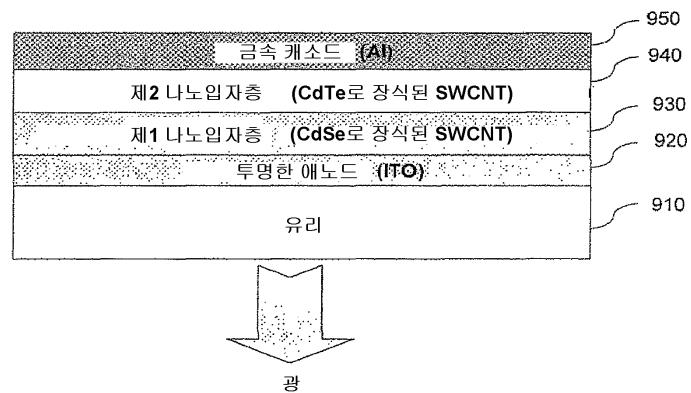


도면5

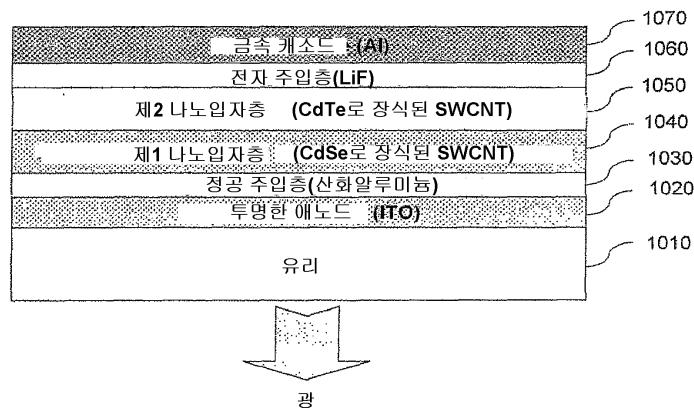


도면6

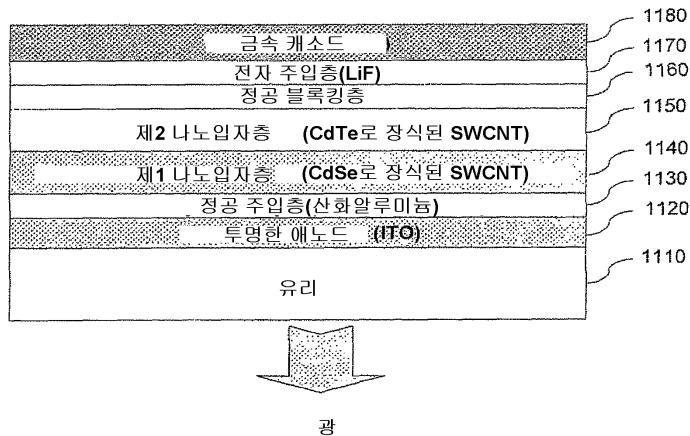


도면7**도면8****도면9**

도면10



도면11



专利名称(译)	纳米结构的电致发光器件和显示器		
公开(公告)号	KR1020080103568A	公开(公告)日	2008-11-27
申请号	KR1020087022582	申请日	2007-02-20
[标]申请(专利权)人(译)	索洛森公司		
申请(专利权)人(译)	目录服务森特的鼻子炮升级		
当前申请(专利权)人(译)	目录服务森特的鼻子炮升级		
[标]发明人	REDDY DAMODER		
发明人	REDDY, DAMODER		
IPC分类号	H01L51/50 B82B1/00 B82Y20/00		
CPC分类号	H05B33/14 C09K11/883 H01L51/5048 H01L51/5088 B82Y20/00 B82Y30/00 H01L51/5012 H01L51/502 H01L2251/5369 Y10T428/25 H01L21/02576 H01L21/02579 H01L51/5092		
代理人(译)	您是我的专利和法律公司		
优先权	60/774794 2006-02-17 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的电致发光器件包括第一电极610和第二电极650，其中至少一个对辐射是透明的;空穴传导层630，包含第一纳米颗粒并与第一电极610接触;电子传导层640包含第二纳米颗粒并与空穴传导层630和第二电极650接触;并且可选地，能够提供正电压和负电压的电压源，电压源的阳极连接到第一电极，阴极连接到第二电极。在一些实施方案中，电致发光器件还包括在空穴传导层和电子传导层之间的电子 - 空穴组合层。

