



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월23일

(11) 등록번호 10-1475520

(24) 등록일자 2014년12월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C09D 11/38* (2014.01) *G02F 1/13* (2006.01)  
*G02B 5/20* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0003893

(22) 출원일자 2008년01월14일

심사청구일자 2013년01월10일

(65) 공개번호 10-2009-0078099

(43) 공개일자 2009년07월17일

(56) 선행기술조사문헌

JP2004524394 A\*

US06576155 B1\*

Chem. Mater., Vol. 19, pp. 4123-4128 (2007)

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

조경상

경기도 과천시 양지마을3로 24 (과천동)

차태운

서울 서초구 바우피로 91, 108동 207호 (양재동, 우성아파트)

(74) 대리인

김학제, 문혜정

전체 청구항 수 : 총 7 항

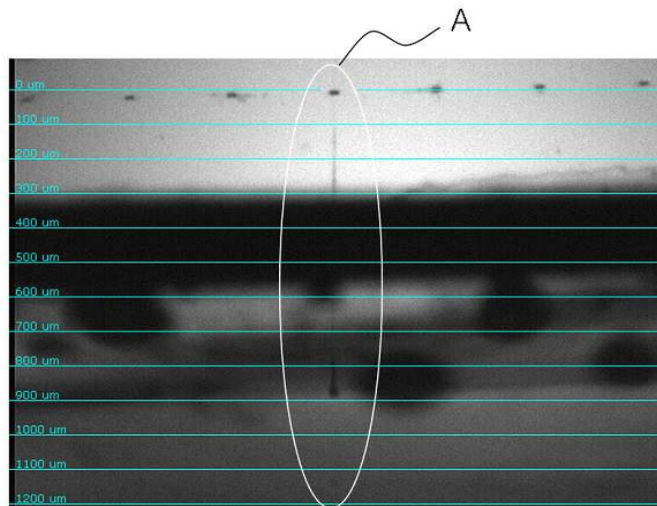
심사관 : 박진

(54) 발명의 명칭 **잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물 및 그를 이용한 전자소자**

**(57) 요약**

본 발명은 고점도의 고분자 첨가제를 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물 및 그를 이용한 전자소자에 관한 것으로, 본 발명의 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물은 잉크젯법에 의한 양자점의 토출이 가능하고 양자점의 농도를 자유롭게 조절할 수 있을 뿐 아니라, 양자점의 로딩(loading)량을 줄일 수 있어 다양한 전자소자의 발광층 재료로 사용될 수 있다.

**대표도** - 도2



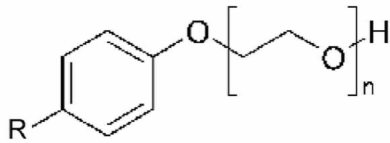
**특허청구의 범위**

**청구항 1**

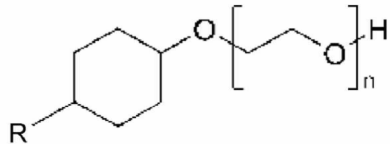
양자점 및 용매를 포함하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물에 있어서, 상기 조성물이 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물을 포함하며,

상기 용매는 클로로포름, 클로로벤젠, 시클로헥산, 헥산, 헵탄, 옥탄, 헥사데칸, 운데칸, 데칸, 도데칸, 자일렌, 톨루엔, 벤젠, 옥타데칸, 테트라데칸, 및 부틸에테르로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상인 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물.

[화학식 1]



[화학식 2]

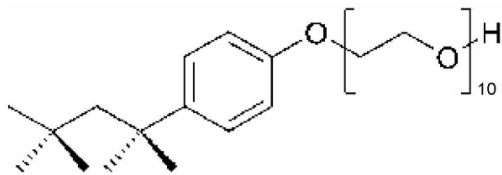


상기 식에서, R은 H, Cl, F, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, C<sub>k</sub>H<sub>2k+1</sub>, C<sub>k</sub>H<sub>2k+1</sub>COO이고, n은 2 내지 20의 정수이고, k는 1 내지 20의 정수이다.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화학식 3으로 표시되는 옥틸페놀폴리(에틸렌글리콜에테르)<sub>10</sub>(Octylphenolpoly(ethyleneglycolether)<sub>10</sub>)인 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물.

[화학식 3]



**청구항 3**

제 1 항에 있어서, 상기 조성물은 상기 화학식 1 또는 상기 화학식 2로 표시되는 화합물 0.5 내지 20 중량%; 양자점 0.01 내지 20 중량%; 및 용매 60 내지 95 중량%를 포함하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서, 상기 양자점은 II-VI족 화합물 반도체 나노결정, III-V족 화합물 반도체 나노결정, IV-VI족 화합물 반도체 나노결정, IV족 화합물 반도체 나노결정 및 이들의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 1종 이상

인 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서, 상기 II-VI족 화합물 반도체 나노결정은 CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe을 포함하는 이원소 화합물; CdSeS, CdSeTe, CdSTe, ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, CdZnS, CdZnSe, CdZnTe을 포함하는 삼원소 화합물; 및 CdZnSeS, CdZnSeTe, CdZnSTe, CdHgSeS, CdHgSeTe, CdHgSTe, HgZnSeS, HgZnSeTe, HgZnSTe을 포함하는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택되며,

상기 III-V족 화합물 반도체 나노결정은 GaN, GaP, GaAs, GaSb, InP, InAs, InSb을 포함하는 이원소 화합물; GaNP, GaNAs, GaNSb, GaPAs, GaPSb, InNP, InNAs, InNSb, InPAs, InPSb, GaAlNP을 포함하는 삼원소 화합물; 및 GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs, InAlPSb 을 포함하는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택되고,

상기 IV-VI족 화합물 반도체 나노결정은 PbS, PbSe, PbTe을 포함하는 이원소 화합물; PbSeS, PbSeTe, PbSTe, SnPbS, SnPbSe, SnPbTe을 포함하는 삼원소 화합물; 및 SnPbSSe, SnPbSeTe, SnPbSTe을 포함하는 사원소 화합물로 이루어진 군에서 선택되며,

상기 IV족 화합물 반도체 나노결정은 Si, Ge을 포함하는 단일 원소 화합물; SiC, SiGe을 포함하는 이원소 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물.

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 따른 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 이용하여 제조된 전자소자.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서, 상기 전자소자가 양자점 필름, 디스플레이 소자, 조명 장치, 백라이트 유닛, 컬러필터, 면발광 소자, 전극, 자기메모리 또는 전지인 것을 특징으로 하는 전자소자.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물 및 그를 이용한 전자소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 고점도의 고분자 첨가제를 사용함으로써 잉크젯법에 의해 양자점의 토출이 가능하고 양자점의 농도를 자유롭게 조절할 수 있는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물 및 그를 이용한 전자소자에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 양자점(quantum dot)은 나노 크기의 반도체 물질로서 양자 제한(quantum confinement) 효과를 나타내는데, 이러한 양자점은 여기원(excitation source)으로부터 빛을 받아 에너지 여기 상태에 이르면, 에너지 밴드갭(band gap)에 따른 에너지를 방출하게 된다. 따라서 양자점의 크기 조절을 통해서 전기적, 광학적 특성을 조절할 수 있으므로 양자점은 수광소자, 발광소자 등 다양한 소자에 응용되고 있다.

[0003] 유기용매상에 분산되어있는 양자점 용액을 박막으로 만들기 위해서 스핀코팅법 등을 주로 사용하고 있는데, 이 방법은 대형화 및 상용화에 한계가 있다. 잉크젯팅법을 이용할 경우 대형화 및 저렴한 공정이 가능하므로 상용화에 매우 유리하다.

[0004] 최근에는 양자점을 발광층 재료로 이용하는 전계발광소자(Electroluminescence Device)가 많이 개발되고 있다.

전계발광소자는 물질에 전계를 가하였을 경우 빛을 내는 현상을 이용한 소자로서, 발광층으로 주입된 전자와 정공이 재결합(recombination)하여 엑시톤(exciton)을 형성하고 이것이 발광하게 된다.

[0005] 양자점을 이용하여 발광층을 형성하게 되는 경우에는 주로 스핀 코팅방법에 의해 형성되는데, 이는 대면적화가 어려워 대량 생산에 문제가 있으므로, 대면적화가 용이한 잉크젯법에 의한 발광층 형성에 대한 요구가 있다. 발광층 형성용 조성물을 사용하여 잉크젯법에 의해 발광소자의 발광층을 형성하는 경우, 상기 조성물의 점도가 지나치게 낮으면 균일한 막이 얻어지지 않으므로 고점도의 조성물이 요구된다.

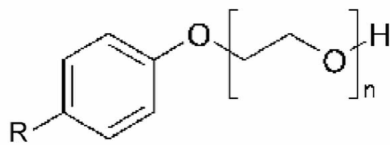
**발명의 내용**

[0006] 본 발명의 하나의 목적은 잉크젯법에 의해 양자점의 토출이 가능하고 첨가제의 사용으로 인해 양자점의 농도를 자유롭게 조절할 수 있는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 상기 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 이용하여 제조된 전자소자를 제공하는 것이다.

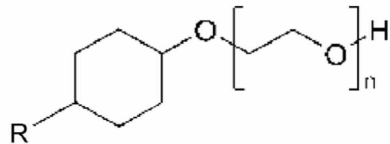
[0008] 본 발명의 하나의 양상은 양자점 및 용매를 포함하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물에 있어서, 상기 조성물이 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물을 포함하는 것을 특징으로 하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물에 관한 것이다.

**화학식 1**



[0009]

**화학식 2**



[0010]

[0011] 상기 식에서, R은 H, Cl, F, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, C<sub>k</sub>H<sub>2k+1</sub>, C<sub>k</sub>H<sub>2k+1</sub>COO이고, n은 2 내지 20의 정수이고, k는 1 내지 20의 정수이다.

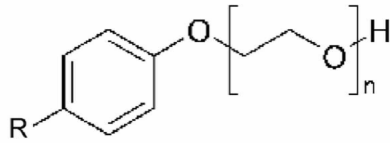
[0012] 본 발명의 다른 양상은 상기 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 이용하여 제조된 전자소자에 관한 것으로, 다양한 종류의 양자점에 적용 가능하여 양자점 필름, 디스플레이 소자, 조명 장치, 백라이트 유닛, 컬러필터 면발광 소자, 전극, 자기메모리 또는 전지에 응용될 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

[0013] 이하에서 첨부 도면을 참고하여 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명한다.

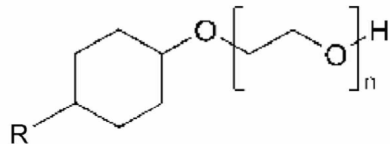
[0014] 본 발명의 하나의 양상의 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물은 양자점 및 용매를 포함하는 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물에 있어서, 상기 조성물이 하기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.

[0015] [화학식 1]



[0016]

[0017] [화학식 2]

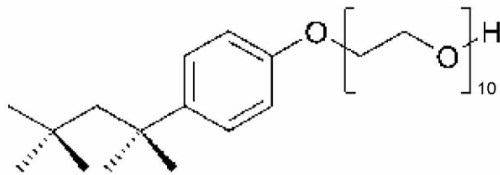


[0018]

[0019] 상기 식에서, R은 H, Cl, F, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, C<sub>k</sub>H<sub>2k+1</sub>, C<sub>k</sub>H<sub>2k+1</sub>COO이고, n은 2 내지 20의 정수이고, k는 1 내지 20의 정수이다.

[0020] 이 때, 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화학식 3으로 표시되는 옥틸페놀폴리(에틸렌글리콜에테르)<sub>10</sub>(Octylphenolpoly(ethyleneglycoether)<sub>10</sub>)일 수도 있다.

**화학식 3**



[0021]

[0022] 일반적으로 잉크의 효과적인 젯팅(jetting)을 위해서는 용액의 점도, 밀도, 표면 장력, 토출 직경 등이 중요한 인자가 된다. 이때, 상기 여러 인자들의 조합으로 이루어진 무차원군인 하기 수학식 1의 오네소르지의 수(Ohnesorge number)의 역수값이 바람직하게는 1 내지 10, 더욱 바람직하게는 2 내지 4 사이의 값이 좋다고 알려져 있다(MRS bulletin 2003, 815 참고).

**수학식 1**

$$Z = \frac{\mu}{\sqrt{\rho\sigma D}}$$

[0023]

[0024] 상기 식에서, Z는 오네소르지의 수(Ohnesorge number),  $\mu$ 는 용액의 점도이고,  $\rho$ 는 용액의 밀도이고,  $\sigma$ 는 용액의 표면장력이고, D는 토출 직경이다.

[0025] 종래의 잉크젯팅을 위한 용매로는 디프로필렌글리콜 모노메틸에테르 아세테이트(DPMA), 폴리글리시딜메타크릴레이트(PGMA), 디에틸렌글리콜 모노에틸에테르아세테이트(diethylene glycol monoethylether acetate, EDGAC), 프로필렌글리콜 메틸에테르아세테이트(propylene glycol methyl ether acetate, PGMEA) 등이 있으나, 양자점은 이들 용매에는 녹지 않는 문제가 있다. 한편, 사이클로헥산(cyclohexane)을 양자점을 녹이는 용매로서 사용한 경우에는 오네소르지의 수의 역수값이 17.42가 되어서 잉크젯팅 시 양자점이 토출되지 않는다. 이때, 양자점 잉크의 토출이 가능하도록 오네소르지의 수의 역수값을 10 이하로 줄여주기 위해서는 점도가 2~3 cP 이상이 되어야 한다. 이를 위해 에틸렌글리콜(Ethylene glycol)과 같이 점도가 큰 물질을 혼합용매로 사용하여 오네소르지의 수의 역수값을 조절할 수 있지만 다른 유기용매와의 혼합이 이루어지지 않아 부탄올(BuOH) 등을 혼합용매로 첨가하여 주어야 한다.

[0026] 이 경우 양자점의 용해도가 떨어져 양자점의 로딩(loading) 양에 한계가 생기고 침전이 생기는 등의

문제점이 발생한다.

- [0027] 따라서, 본 발명에서는 점도가 에틸렌글리콜보다 10배 이상 큰 트리톤 계열의 고분자 용액을 첨가제로 사용함으로써, 부탄올 등의 혼합용매가 불필요하고, 양자점의 로딩(loading)량을 자유롭게 조절할 수 있다.
- [0028] 본 발명에 따른 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물은 잉크젯 프린팅에 의한 발광층 형성 시에 효과적으로 이용될 수 있다.
- [0029] 본 발명에 의한 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물의 구성성분 중 상기 양자점은 II-VI족 화합물 반도체 나노결정, III-V족 화합물 반도체 나노결정, IV-VI족 화합물 반도체 나노결정, IV족 화합물 반도체 나노결정 또는 이들의 혼합물 등을 사용할 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0030] 상기 II-VI족 화합물 반도체 나노결정으로는 CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe 또는 ZnTe 등과 같은 이원소 화합물; CdSeS, CdSeTe, CdSTe, ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, CdZnS, CdZnSe 또는 CdZnTe 등과 같은 삼원소 화합물; CdZnSeS, CdZnSeTe, CdZnSTe, CdHgSeS, CdHgSeTe, CdHgSTe, HgZnSeS, HgZnSeTe 또는 HgZnSTe 등과 같은 사원소 화합물이 사용될 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0031] 또한, 상기 III-V족 화합물 반도체 나노결정으로는 GaN, GaP, GaAs, GaSb, InP, InAs 또는 InSb 등과 같은 이원소 화합물; GaNP, GaNAs, GaNSb, GaPAs, GaPSb, InNP, InNAs, InNSb, InPAs, InPSb 또는 GaAlNP 등과 같은 삼원소 화합물; GaAlNAs, GaAlNSb, GaAlPAs, GaAlPSb, GaInNP, GaInNAs, GaInNSb, GaInPAs, GaInPSb, InAlNP, InAlNAs, InAlNSb, InAlPAs 또는 InAlPSb 등과 같은 사원소 화합물이 사용될 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0032] 한편, 상기 IV-VI족 화합물 반도체 나노결정으로는 PbS, PbSe 또는 PbTe 등과 같은 이원소 화합물; PbSeS, PbSeTe, PbSTe, SnPbS, SnPbSe 또는 SnPbTe 등과 같은 삼원소 화합물; SnPbSSe, SnPbSeTe 또는 SnPbSTe 등과 같은 사원소 화합물이 사용될 수 있고, 상기 IV족 화합물 반도체 나노결정의 소재로는 Si, Ge 등과 같은 단일 원소 화합물; SiC, SiGe 등과 같은 이원소 화합물이 사용될 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0033] 또한, 본 발명에 의한 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물의 구성성분 중 상기 용매는 클로로포름, 클로로벤젠, 시클로헥산, 헥산, 헵탄, 옥탄, 헥사데칸, 운데칸, 데칸, 도데칸, 자일렌, 톨루엔, 벤젠, 옥타데칸, 테트라데칸, 부틸에테르 및 에탄올로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상일 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0034] 이때, 상기 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물의 구성성분 중 상기 화학식 1 또는 상기 화학식 2로 표시되는 화합물의 함량은 0.5 내지 20 중량%가 바람직하다. 상기 화학식 1 또는 화학식 2로 표시되는 화합물의 함량이 0.5 중량% 미만인 경우는 용액의 점도가 낮아 잉크의 토출이 어렵고, 20중량%를 초과한 경우는 용액의 점도가 너무 높아져서 토출이 불가능하기 때문이다.
- [0035] 또한, 상기 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물의 구성성분 중 양자점의 함량은 0.01 내지 20 중량%로 포함되는 것이 바람직하다. 상기 양자점의 함량이 0.01 중량% 미만인 경우는 양자점의 농도가 낮아 실제적인 양자점 박막의 형성이 어렵고, 20중량%를 초과한 경우는 용액의 점도 증가, 많은 양자점의 로딩(loading) 양으로 인한 비용 문제, 프린팅 속도 문제 등이 발생하기 때문이다.
- [0036] 또한, 상기 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물의 구성성분 중 용매의 함량은 60 내지 95 중량%로 포함되는 것이 바람직하다.
- [0037] 본 발명의 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물에 의해 발광층을 형성하는 경우는 발광층의 두께를 임의로 조절할 수 있고, 양자점의 로딩량을 줄일 수 있어 저비용의 소자의 제조가 가능하다.
- [0038] 본 발명의 다른 양상은 본 발명의 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 이용하여 제조되는 전자소자에 관한 것이다. 본 발명의 상기 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 이용하여 제조된 전자소자는 다양한 종류의 양자점에 적용 가능하여 양자점 필름, 디스플레이 소자, 조명 장치, 백라이트 유닛, 컬러필터, 면발광 소자, 전극, 자기메모리 또는 전지에 응용될 수 있다. 본 발명의 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 이용하는 경우에는 저비용으로 대면적화가 가능하다.
- [0039] 이하에서, 양자점 발광소자를 예로 들어 보다 상세하게 설명한다.

- [0040] 도 1은 본 발명의 일구현예의 양자점 발광소자의 단면개략도이다. 도 1을 참고하면, 본 발명에 의한 양자점 발광소자는 바람직하게는 최하층부터 기관(10), 정공주입전극(20), 정공수송층(30), 양자점 발광층(40), 전자수송층(50), 절연층(60) 및 전자주입전극(70)이 차례로 적층되어 있는 구조를 갖는다.
- [0041] 본 발명에 의한 양자점 발광 소자의 상기 절연층(60)은 무기 절연물질 또는 유기 절연물질로 형성된다.
- [0042] 상기 절연층(60)의 소재로는 절연물질로 사용될 수 있는 물질이면 제한 없이 사용될 수 있으나, 바람직하게는 상기 무기 절연물질로는 LiF, BaF<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZnO, SiO<sub>2</sub>, SiC, SnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, BaZrO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrSiO<sub>4</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 및 TiN으로 이루어진 군에서 선택될 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0043] 또한, 상기 유기 절연물질로는 에폭시수지, 페놀수지 등과 같은 폴리머; 3-(4-바이페닐일)-4-페닐-5-터셔리-부틸페닐-1,2,4-트리아졸(TAZ), 3,4,5-트리페닐-1,2,4-트리아졸 및 3,5-비스(4-터셔리-부틸페닐)-4-페닐-1,2,4-트리아졸로 이루어진 군에서 선택되는 물질을 소재로 할 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0044] 본 발명에 의한 양자점 발광소자에 사용되는 상기 기관(10)은 통상적으로 발광소자에 사용되는 기관을 사용하는 데, 투명성, 표면평활성, 취급용이성 및 방수성이 우수한 유리기관 또는 투명 플라스틱 기관이 바람직하다. 더욱 구체적인 예로는 유리 기관, 폴리에틸렌테레프탈레이트 기관, 폴리카보네이트 기관 등이 있으며, 그 두께는 0.3 내지 1.1 mm인 것이 바람직하나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0045] 상기 기관 위에 형성되는 정공의 주입이 용이한 상기 정공주입전극(20)의 소재는 전도성 금속 또는 그 산화물로서, 구체적으로는 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide), 니켈(Ni), 백금(Pt), 금(Au), 은(Ag), 이리듐(Ir), 또는 이들의 산화물 등을 사용할 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0046] 본 발명에 의한 양자점 발광소자에 적층되는 상기 정공수송층(30)의 소재로는 정공을 수송할 수 있는 재료이면 제한 없이 사용할 수 있으나, 폴리 3,4-에틸렌디옥시티오펜 (poly(3,4-ethylenedioxythiophene, PEDOT)/폴리스티렌파라술포네이트(polystyrene parasulfonate, PSS), 폴리 N-비닐카르바졸(poly-N-vinylcarbazole), 폴리페닐렌비닐렌(polyphenylenevinylene), 폴리파라페닐렌 (polyparaphenylene), 폴리메타크릴레이트(polymethacrylate), 폴리 9,9-옥틸플루오렌(poly(9,9-octylfluorene), 폴리 스피로-플루오렌 (poly(spiro-fluorene), N,N'-디페닐-N,N'-비스(3-메틸페닐)-1,1'-비페닐-4,4'-디아민(TPD), N,N'-디(나프탈렌-1-일)-N,N'-디페닐-벤지딘, 트리스(3-메틸페닐페닐아미노)-트리페닐아민(m-MTDATA), 폴리 9,9'-디옥틸플루오렌-co-N-(4-부틸페닐)디페닐아민(TFB), 구리프탈로시아닌(Copper phthalocyanine), 폴리비닐카르바졸(polyvinylcarbazole, PVK) 및 이들의 유도체; 스타버스트 계열의 물질; TiO<sub>2</sub>, ZnO, SiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, BaZrO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 또는 ZrSiO<sub>4</sub> 등과 같은 금속산화물; 또는 CdS, ZnSe, ZnS 등과 같은 밴드갭 2.4eV 이상의 반도체 등이 바람직하다. 본 발명에서 바람직한 정공수송층(30)의 두께는 10 내지 100 nm이나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0047] 본 발명에 의한 양자점 발광소자에 적층되는 상기 전자수송층(50)의 소재로는 전자를 수송할 수 있는 유, 무기 재료이면 제한 없이 사용될 수 있으나, 무기 재료로는 TiO<sub>2</sub>, ZnO, SiO<sub>2</sub>, SnO<sub>2</sub>, WO<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, BaTiO<sub>3</sub>, BaZrO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 또는 ZrSiO<sub>4</sub> 등과 같은 금속산화물; CdS, ZnSe 또는 ZnS 등과 같은 밴드갭 2.4eV 이상의 반도체가 바람직하다.
- [0048] 유기 재료로는 트리스(8-하이드록시퀴놀리나토)알루미늄(Alq3), 트리스(5-하이드록시메틸-8-퀴놀리놀라토)알루미늄(AlOq), (살리실리덴-O-아미노페놀라토)(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(Al(Saph-q)), 2-바이페닐-4-일-5-(4-t-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸(PBD), 2,2',2''-(벤젠-1,3,5-트리일)-트리스(1-페닐-1H-벤지미다졸)(TPBI) 등 OLED 소자에서 쓰이는 전자 수송 물질이 가능하나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0049] 본 발명에서 바람직한 전자수송층(50)의 두께는 10 내지 100 nm이나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0050] 본 발명에 의한 양자점 발광소자에 적층되는 상기 전자주입전극(70)의 소재로는 I, Ca, Ba, Ca/Al, Al, Mg 또는 Ag/Mg 합금 등이 사용될 수 있으나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다. 본 발명에서 바람직한 전자주입전극(70)의 두께는 50 내지 300 nm이나, 반드시 이들로 제한되는 것은 아니다.
- [0051] 상기 정공주입 전극(20)과 전자주입 전극(70)에 전압이 인가되면 상기 정공주입 전극(20)에서는 정공이 정공수송층(30)으로 주입되고, 상기 전자주입 전극(70)에서는 전자가 전자수송층(50)으로 주입된다. 전자와 정공이

같은 분자에서 만나게 되면 엑시톤이 형성되고, 이 엑시톤이 재결합하면서 발광을 하게 된다.

[0052] 본 발명의 양자점 발광소자의 양자점 발광층(40)은 양자점을 발광 재료로 사용함으로써 형광체를 사용한 종래의 무기전계발광소자보다 발광 효율 및 색순도 면에서 우수한 특성을 구현할 수 있다. 또한, 종래의 무기전계발광소자의 형광체는 크기가 수백 nm 내지 수십 mm에 이를 정도로 크기 분포가 불균일하나, 양자점은 nm의 크기(약 5 nm)의 입자로서 발광층의 두께를 종래의 형광체층보다 1000배 이하로 줄일 수 있어 소자의 구동전압을 낮출 수 있다. 발광물질로서 유기형광물질(organic phosphor)을 사용한 OLED 소자와 비교 시 본 발명에 의한 양자점 발광소자는 양자점 자체가 무기물로 이루어져 있으므로 열적, 기계적 안정성이 우수하고 소자의 수명을 늘릴 수 있다는 장점이 있다.

[0053] 이하에서, 실시예를 들어 본 발명에 대하여 더욱 상세하게 설명할 것이다.

[0054] **제조예 1: 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물의 제조**

[0055] 클로로벤젠 70g 및 사이클로헥산 24.9g을 혼합한 혼합용매에 PL 파장이 620 nm 인 CdSe/ZnS 0.1g을 섞은 후, 첨가제로서 트리톤 X-100 5g을 첨가하여 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 획득하였다. 상기 획득된 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 토출시킨 사진을 도 2에 도시하였다. 도 2를 참고하면, 상기 양자점 잉크가 토출되었음(영역 A로 도시)을 확인할 수 있다.

[0056] **제조예 2: 양자점 발광소자의 제조**

[0057] 유리 기판(10) 상에 ITO(Indium Tin Oxide)를 패터닝하여 정공주입전극(20)을 형성한 후, 상기 ITO(Indium Tin Oxide)가 코팅된 기판을 증성세제, 탈이온수, 물, 이소프로필알콜 등의 용매를 사용하여 순차적으로 세정한 다음, UV-오존 처리를 하였다. 이어서 상기 ITO(Indium Tin Oxide)가 코팅된 기판 위에 폴리 3,4-에틸렌디옥시티오펜 (poly(3,4-ethylenedioxythiophene, PEDOT) 고분자를 클로로벤젠 용매에 용해시켜 1 중량% 농도로 만든 후, 50nm 정도의 두께로 스핀코팅하여 180°C 에서 10분 동안 열처리하여 정공수송층(30)을 형성하였다.

[0058] 이어서 상기 제조예 1에서 획득한 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 Dimatix 사의 DMP2831을 이용하여 토출시켜 양자점 발광층(40)을 형성하였다. 토출 시 1드롭(drop)의 부피(volume)는 약 10pL이고 10mm 간격으로 균일하게 토출시켰다. 열증착법을 이용하여 Alq3 (tris(8-hydroxyquinolino)aluminum) 40 nm 를 증착하여 전자수송층(50)을 형성하였다. 상기 전자수송층(50) 상부에 LiF를 0.5 nm 두께로 열증착법으로 증착하여 절연층(60)을 형성하고, 상기 절연층(60)의 상부에 알루미늄(Al)을 열증착법으로 200nm 두께로 증착하여 전자주입전극(70)을 형성시켜 양자점 발광소자를 제조하였다.

[0059] 상기 제작된 양자점 발광소자의 특성 중 상기 양자점 발광소자의 전압에 따른 발광 강도의 특성변화를 도 3에, 전압에 따른 전류의 변화를 도 4에, 전압에 따른 휘도의 변화를 도 5에, 전압에 따른 효율의 변화를 도 6에 각각 도시하였다. 도 5를 참고하면, 턴-온 전압이 5V이며, 최대 휘도가 10.5V에서 15.3cd/m<sup>2</sup>으로, 발광효율이 높음을 확인할 수 있다.

[0060] 이상에서 본 발명의 바람직한 구현예에 대하여 상세하게 설명하였으나, 당업자들은 본 발명의 정신 및 범위로부터 벗어남이 없이 다양한 수정이나 변형을 가하여 실시할 수 있을 것이다. 따라서 이러한 모든 가능한 수정이나 변형은 본 발명의 보호 범위에 속하는 것으로 이해되어야 한다.

**도면의 간단한 설명**

[0061] 도 1은 본 발명의 일구현예에 의한 양자점 발광소자의 단면개략도,

[0062] 도 2는 본 발명의 일구현예에 의한 잉크젯 프린트용 양자점 잉크 조성물을 잉크젯법에 의해 토출시킨 사진,

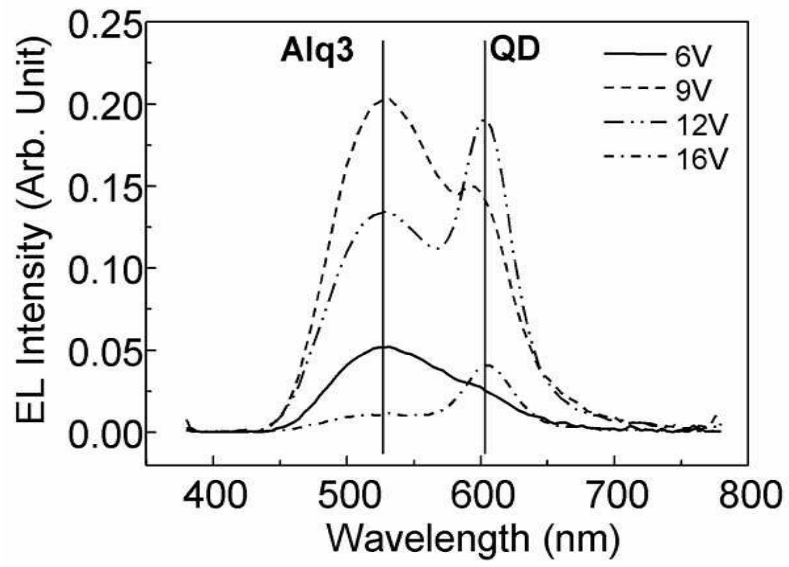
[0063] 도 3은 본 발명의 일구현예에 의한 양자점 발광소자의 전압에 따른 발광 강도의 특성변화를 나타내는 그래프,

[0064] 도 4는 본 발명의 일구현예에 의한 양자점 발광소자의 전압에 따른 전류의 변화를 나타내는 그래프,

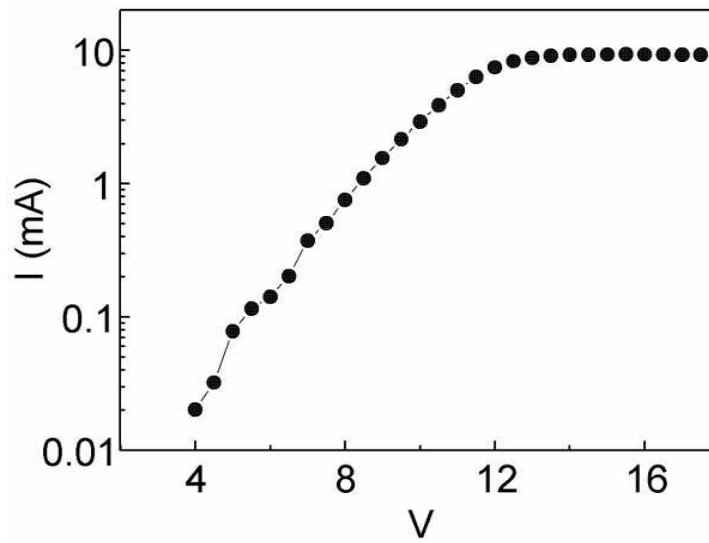




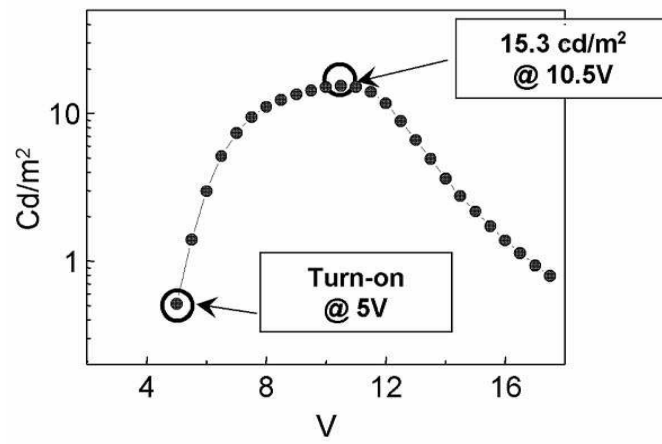
도면3



도면4



도면5



도면6

