



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0100041
(43) 공개일자 2008년11월14일

(51) Int. Cl.

H05B 33/10 (2006.01) H05B 33/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0046105

(22) 출원일자 2007년05월11일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울 영등포구 여의도동 20번지

(72) 발명자

박대한

서울 구로구 고척2동 262-12 (28/2)

채기성

인천 연수구 동춘동 한양1차아파트 111동 607호

김성희

서울 동작구 사당1동 1034-24(25/2) 1층

(74) 대리인

박장원

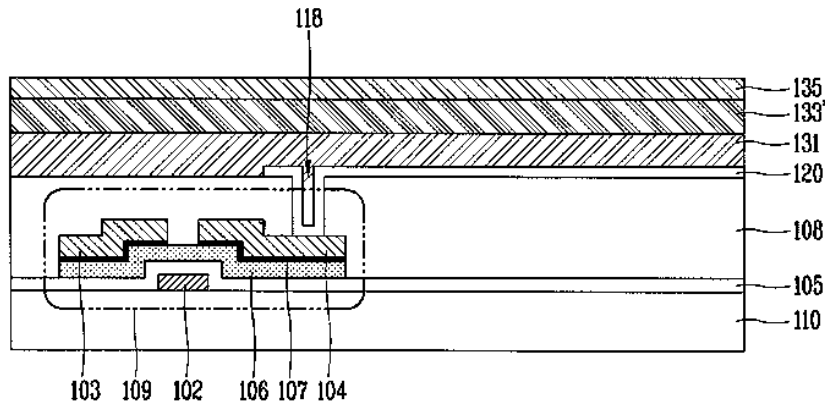
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 유기전계발광소자의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 유기전계발광소자의 제조방법에 관한 것으로, 기판 상에 제1전극을 형성하는 단계와, 상기 제1전극 상에 광분해성 고분자를 포함한 발광층을 형성하는 단계와, 상기 발광층에 광을 조사하여 상기 발광층에 포함된 광분해성 고분자를 분해시키는 단계 및 상기 발광층 상에 제 2전극을 형성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4e



특허청구의 범위

청구항 1

기관 상에 제1전극을 형성하는 단계;

상기 제1전극 상에 광분해성 고분자를 포함한 발광층을 형성하는 단계;

상기 발광층에 광을 조사하여 상기 발광층에 포함된 광분해성 고분자를 분해시키는 단계; 및

상기 광분해성 고분자가 분해된 발광층 상에 제 2전극을 형성하는 단계를 포함하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발광층에 조사하는 광은 자외선인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광분해성 고분자는 발색단이 포함된 고분자인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 발색단이 포함된 고분자는 방향족구조가 포함된 폴리에스터, 폴리카보네이트, 폴리아미드, 폴리페닐렌옥사이드, 폴리올레핀, 폴리염화비닐, 폴리스티렌으로 이루어진 군 중에서 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 발광층을 형성하는 단계는 스펀코팅 또는 슬릿코팅을 이용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1전극은 양극이고, 상기 제2전극은 음극인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1전극을 형성하는 단계와 상기 발광층을 형성하는 단계 사이에 상기 제1전극 상에 정공주입층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계 발광소자 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 광분해성 고분자를 분해시키는 단계와 상기 제2전극을 형성하는 단계 사이에 전자수송층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1전극은 음극이고, 상기 제2전극은 양극인 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 광분해성 고분자를 분해시키는 단계와 제2전극을 형성하는 단계 사이에 정공주입층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계 발광소자 제조방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1전극을 형성하는 단계와 상기 발광층을 형성하는 단계 사이에 전자수송층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계 발광소자 제조방법.

청구항 12

제6항 또는 제9항에 있어서,

상기 양극은 투명한 전도성 물질로 형성되며, 상기 음극은 불투명한 금속으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기전계 발광소자 제조방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 투명한 전도성 물질은 ITO 또는 IZO이며, 상기 불투명한 금속은 알루미늄 또는 구리인 것을 특징으로 하는 발광소자 제조방법.

청구항 14

제6항 또는 제9항에 있어서,

상기 음극은 물리적기상증착에 의해 형성하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 15

제7항 또는 제10항에 있어서,

상기 정공주입층은 폴리(3, 4)-에틸렌디옥시티오펜과 폴리스티렌설포네이트의 혼합물을 물에 용해시킨 용액으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 16

제7항 또는 제10항에 있어서,

상기 정공주입층은 스펀코팅 또는 슬릿코팅을 이용하여 형성하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

청구항 17

제8항 또는 제11항에 있어서,

상기 전자수송층은 물리적기상증착에 의해 형성하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<10> 본 발명은 유기전계발광소자의 제조방법에 관한 것으로, 더 상세하게는 광분해성 고분자를 포함하는 발광층에

광을 조사하여 상기 고분자를 분해함으로써 상기 고분자가 발광층에서 불순물로 작용하는 것을 방지한 유기전계 발광소자의 제조방법에 관한 것이다.

- <11> 21세기는 정보화 사회가 될 것으로 예상되는데, 이에 따라 어디에서나 손쉽게 정보를 얻을 필요가 있기 때문에 멀티미디어용 고성능 평판표시소자의 개발이 중요시되고 있다. 특히, 통신 및 컴퓨터에 관련하여 반도체와 표시 장치의 소자개발에 관련한 기술개발이 중요시되고 있고 있다. 그 중 천연색표시소자로서 주목받는 소자가 유기전계발광소자이다.
- <12> 도 1은 종래의 일반적인 유기전계발광소자를 나타낸 개념도이며, 도 2는 상기 유기전계발광소자의 밴드다이아그램(band diagram)이다.
- <13> 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 일반적인 유기전계발광소자는 일함수(work function)가 높은 금속전극과 낮은 금속전극 사이에 발광물질이 삽입되는 구조로 되어 있다. 일함수가 높은 금속전극은 발광물질에 정공을 주입하는 양극(anode;7)으로 사용되고 일함수가 낮은 금속전극은 발광물질에 전자를 주입하는 음극(cathode;3)으로 사용된다.
- <14> 발광된 빛이 발광소자 외부로 발산되게 하기 위하여 상기 유기전계발광소자 중 어느 한쪽 전극으로 발광과장영역에서 빛의 흡수가 거의 없는 투명한 물질을 사용한다. 이때, 상기 투명한 물질로는 ITO(Indium Tin Oxide)가 가장 많이 사용되며, 통상 상기 투명한 물질이 사용되는 전극은 정공이 주입되는 양극(7)에 해당된다. 또한, 나머지 다른 쪽 전극은 음극(3)에 해당되며, 상기 음극(3)은 전자의 주입을 용이하게 하기 위해 일반적으로 일함수가 낮은 금속을 사용한다.
- <15> 상기 전극들을 가진 유기전계발광소자의 발광의 원리는 다음과 같다. 일함수가 높은 양극(7)과 낮은 음극(3)에서 각각 정공과 전자가 발광층(5)에 주입되면, 상기 발광층(5) 내에 엑시톤(exciton)이 생성된다. 이 엑시톤이 발광, 소멸(decay)함에 따라 도 2에 도시된 발광층(15)의 LUMO(Lowest Unoccupied Molecular Orbital)와 HOMO(Highest Occupied Molecular Orbital)의 에너지 차이에 해당하는 빛이 발생하게 된다.
- <16> 상기한 원리로 작동하는 유기전계발광소자에서 발광층으로는 단일층(mono-layer)로 형성할 수도 있으나 유기도 전막을 적층하여 복수층(multi-layer)로도 형성이 가능하다. 일반적으로는 양극으로부터 정공이 주입되는 정공주입층(hole injection layer)과, 주입된 정공이 발광층(emission layer)으로 수송되는 정공수송층(hole transfer layer)과, 음극으로부터 전자가 주입되는 전자주입층(electron injection layer), 주입된 전자가 발광층으로 수송되는 전자수송층(electron transfer layer), 및 상기 수송된 전자와 정공이 만나 엑시톤을 이루는 발광층(emission layer)으로 이루어진다.
- <17> 이때, 상기 발광층은 각 화소마다 적, 녹, 청색의 빛을 발광하는 유기발광물질이 형성되어 화상을 형성하게 된다.
- <18> 상기한 유기발광물질을 이용하여 발광층을 형성할 경우, 상기 유기발광물질은 (1)열을 이용한 증착기술 또는 (2)상기 유기물질을 용매에 녹여 용액으로 만든 다음, 상기 용액을 스핀 코팅이나 프린팅하는 방법 등(solution process; 이하, 용액 공정이라 칭함)이 이용될 수 있다. 이때, 상기 (1)열을 이용한 증착기술을 사용할 경우, 발광층이 일정한 두께를 가지나 진공장비를 이용한 건식공정을 거쳐야 하므로 대화면의 구현이 어렵고 생산성이 낮은 문제점을 갖고 있다.
- <19> 이에 비해, (2) 스핀코팅이나 프린팅 방법을 이용할 경우, 초기의 투자비가 적고 생산성이 높으며 대화면 공정에 유리한 장점을 갖고 있다.
- <20> 상기한 용액 공정을 진행하기 위해서는 유기발광물질의 용액이 적절한 점도 및 성막(특히 코팅) 용이성을 가져야 하며, 이를 위해 상기 용액에 전도성 고분자를 첨가하고 있다.
- <21> 그러나, 발광층에 혼합된 전도성 고분자는 전자와 정공의 주입 균형을 이루지 않고 어느 한쪽의 전하의 흐름을 더 많아지게 야기시키며, 이때 더 많아진 전하는 상대적으로 적은 전하와 만나지 않고 발광층을 통과하여 이후의 과정에서 형성되는 타 전극으로 도달하게 되며, 이에 따라 발광 효율이 감소하게 된다.
- <22> 한 예로, 전도성 고분자 상의 정공의 이동속도가 전자의 이동속도 보다 큰 경우에는 정공이 발광층 내에서 전자와 결합하여 엑시톤을 형성하기 이전에 음극으로 이동함으로써 발광반응이 일어나지 않는다.
- <23> 상기한 바와 같이 종래의 전도성 고분자는 발광반응을 멈추게 하여 휘도 및 광 효율을 저하시키는 문제점을 갖고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <24> 상기한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 이런 문제점의 대안으로 광분해성 고분자를 발광층으로 사용함으로써 용액을 이용하여 간단한 공정의 유기전계발광소자를 제조할 수 있게 하며, 유기박막 형성 이후 불순물로 작용하는 고분자를 분해시켜 제거함으로써 유기전계 발광소자의 광 효율 및 수명을 향상시키는 데 있다.
- <25> 상기한 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 목적은 발광층에 혼합되는 고분자로서 광분해성 고분자를 적용함으로써, 발광층 내에서 불순물로 작용하는 고분자를 분해 및 제거하여 광효율 및 수명을 향상시킬 수 있는 유기전계발광소자의 제조방법을 제공하려는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <26> 본 발명은 상기한 목적을 달성하기 위해 안출된 것으로, 본 발명에 따른 유기전계발광소자 제조방법은 기판 상에 제1전극을 형성하는 단계와, 상기 제1전극 상에 광분해성 고분자를 포함한 발광층을 형성하는 단계와, 상기 발광층에 광을 조사하여 상기 발광층에 포함된 광분해성 고분자를 분해시키는 단계 및 상기 발광층 상에 제 2전극을 형성하는 단계를 포함한다.
- <27> 이때, 상기 광분해성 고분자는 발색단이 포함된 고분자인 것을 특징으로 하며, 상기 발광층에 조사하는 광에 의해 분해되는 물질인 것을 특징으로 한다.
- <28> 본 발명은 유기전계발광소자의 제조방법에 관한 것으로, 본 발명에 따르면 광분해성 고분자를 포함하는 발광층을 형성한 후, 상기 발광층에 광을 조사하여 상기 고분자를 분해함으로써, 상기 고분자가 발광층에서 전하의 불균형을 야기시키는 것을 방지한다.
- <29> 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 대하여 상세히 설명한다. 이하에서 어떤 막이나 층이 다른 막이나 층 상에 형성되어 있다는 것은 두 막이나 층이 접한 경우뿐만 아니라 두 막이나 층 사이에 다른 막이나 층이 존재하는 경우도 포함한다.
- <30> 본 발명에 있어서, 제1전극과 제2전극은 각각 화소전극과 공통전극으로서 전극의 형성 물질에 따라 음극과 양극이 바뀔 수 있다. 특히 일함수가 상대적으로 높은 물질로 전극을 형성하게 되면 그 전극이 정공을 제공하는 양극이 된다. 반면에, 일함수가 상대적으로 낮은 물질로 전극을 형성하게 되면 그 전극이 전자를 제공하는 음극이 된다. 본 발명에서는 제1전극(즉, 화소전극)을 일함수가 높은 금속으로 형성한 경우에 대해 실시예로 설명하나 이에 한정되는 것은 아니다.
- <31> 도 3은 본 발명의 제1실시예에 의한 유기전계발광소자의 한 화소를 나타낸 단면도이다. 유기전계발광소자에는 복수 개의 화소가 있으나 도면에는 설명의 편의상 하나의 화소만을 나타내었다.
- <32> 우선, 본 발명에 따른 유기전계발광소자를 설명하면, 본 발명에 따른 유기전계발광소자는 기판(110) 상에 형성된 제1전극(120)과, 제1전극(120) 상에 형성된 정공주입층(hole injection layer, 131)과, 상기 정공주입층(131)상에 형성된 발광층(emissive layer, 133'), 상기 발광층(133') 상에 형성된 전자수송층(135), 상기 전자수송층(electron transport layer, 135) 상에 형성된 제2전극(140), 및 상기 제1전극(120)에 전압을 인가하는 박막트랜지스터(109)를 포함하여 구성된다.
- <33> 이때, 상기 유기전계발광소자의 정공주입층(131), 발광층(133') 및 전자수송층(135)는 한 층으로 형성이 가능한데, 이러한 구조를 싱글레이어(single-layer) 유기전계발광소자라고 한다. 상기 정공주입층(131)과 발광층(133') 이외에 정공수송층(hole transport layer), 전자주입층(electron injection layer) 등이 한 층 이상 추가로 형성된 구조를 멀티레이어(multi-layer) 유기전계발광소자라고 한다.
- <34> 본 발명의 실시예에 의하면 필요에 따라 싱글레이어나 멀티레이어 구성이 가능할 것이나 이하 설명에서는 편의상 정공주입층(131), 발광층(133') 및 전자수송층(135)으로 형성된 멀티레이어 유기전계발광소자에 대해 설명한다. 그러나 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며 싱글레이어나 멀티레이어에 모두 적용이 가능한 것은 물론이다.
- <35> 도 3을 참조하면, 투명한 절연기판(110) 상에 실질적으로 수직 교차하는 게이트라인(미도시)과 데이터라인(미도시)에 의해 매트릭스 형태의 단위 화소영역이 정의되고, 상기 단위 화소마다 박막트랜지스터(TFT, 109)가 형성되어 각 단위화소에 신호를 인가한다. 각 단위화소에 형성되는 박막트랜지스터(109)는 스위칭트랜지스터(미도시)와 구동트랜지스터(미도시)로도 구성될 수 있으며, 상기 박막트랜지스터(109)에 의한 신호에 따라 제1전극(120)에 전압을 인가하면 각 화소에 형성된 발광층(133')이 형성된 붉은색(R), 녹색(G), 푸

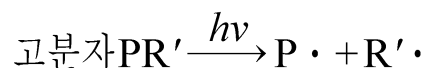
른색(B)으로 발광하여 화상을 형성한다.

- <36> 이때, 상기 스위칭 트랜지스터는 게이트 라인에 인가되는 스캔 신호에 의해 구동되며, 데이터 라인에 인가되는 데이터신호를 구동 트랜지스터로 전달하는 역할을 한다. 상기 구동 트랜지스터는 상기 스위칭 트랜지스터로부터 전달된 데이터 신호와 전원공급 라인으로부터 전달된 신호에 의해 제1전극(120)에 인가되는 전압을 결정한다.
- <37> 상기 박막트랜지스터(109)는 투명한 기판(110) 상에 형성된 게이트전극(101)과, 상기 게이트전극(101) 상에 형성된 게이트절연막(102)과, 상기 게이트절연막(102) 상에 형성된 액티브층(103), 상기 액티브층(103)의 상부에 형성된 오믹콘택층(107) 및 상기 액티브층(103) 상에 서로 이격되어 형성된 소스전극(104) 및 드레인전극(105)을 포함한다.
- <38> 드레인전극(105)과 제1전극(120) 사이에는 보호층(108)이 형성되며, 상기 보호층(108)에는 드레인전극의 일부를 노출시키는 콘택홀(118)이 형성되어 있다. 제1전극(120)은 상기 보호층(108)에 형성된 콘택홀(118)을 통해 제 1 전극(120)과 전기적으로 연결된다.
- <39> 상기 제1전극(120)은 양극(anode)에 해당하며, 전도성 물질로 형성된다. 상기 제1전극(120)은 일함수가 후술할 제2전극(140)보다 상대적으로 높은 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide, ITO)나 인듐-징크-옥사이드(indium zinc oxide, ATO)와 같은 투명한 도전성 물질로 형성된다. 이때 상기 제1전극(120)은 양극(anode)로 작용하여 이후 형성될 정공주입층(131)에 정공을 공급한다.
- <40> 제1전극(120) 상에는 이후 형성될 발광층(133')에 정공을 주입하는 정공주입층(131)이 형성되어 있다. 정공주입층(131)은 이후 형성될 발광층(133')에 정공을 주입하는 역할을 한다.
- <41> 상기 정공주입층(131) 상에는 발광층(133')이 형성되어 있다. 발광층(133')은 적색을 발광하는 적색 발광층(R), 녹색을 발광하는 녹색 발광층(G), 청색을 발광하는 청색 발광층(B)으로 이루어져 있다.
- <42> 상기 발광층(133') 상에는 제2전극(140)으로부터 발광층(133')에 전자를 수송하는 전자수송층(135)가 형성되어 있으며, 상기 전자수송층(135) 상에 전자를 공급하는 제2전극(140)이 형성되어 있다.
- <43> 상기 제2전극(140)은 음극(cathode)에 해당하며, 전도성 물질로 형성된다. 제2전극(140)은 일함수가 제1전극보다 상대적으로 낮은 알루미늄(Al)이나 크롬(Cr) 등의 금속으로 형성된다.
- <44> 이상에서 설명한 유기전계발광소자는 제1전극(120)에서 공급된 정공과 제2전극(140)에서 공급된 전자가 발광층(133')에서 결합하여 엑시톤을 형성한 후 낮은 에너지 단계로 떨어지며 광을 발산함으로써 화상을 형성한다.
- <45> 이때, 상기 유기전계발광소자는 제1전극(120)으로 투명한 ITO 등이 이용되며, 제2전극(140)으로 불투명한 금속 전극이 이용되며, 제1전극(140)의 하부 방향으로 화상이 형성되는 배면발광(bottom emission) 방식이다. 그러나 이에 한정되지 않고 전면발광(top emission) 방식에도 적용될 수 있음은 물론이며 이에 대해서는 후술한다.
- <46> 이하, 본 발명에 따른 유기전계발광소자의 제조방법을 도면을 참조하여 설명한다.
- <47> 상기와 같은 구성을 가진 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광소자의 제조방법은 기판 상에 제1전극을 형성하는 단계, 상기 양극 상에 정공주입층을 형성하는 단계, 상기 정공주입층 상에 분해성 고분자를 포함한 발광층을 형성하는 단계, 상기 발광층에 광을 조사하여 발광층에 포함된 고분자를 분해시키는 단계, 상기 발광층 상에 전자수송층을 형성하는 단계 및 상기 전자수송층 상에 제2전극을 형성하는 단계를 포함한다. 여기서, 제1전극은 양극이고, 제2전극은 음극일 수 있다.
- <48> 도 4a 내지 4f는 본 발명의 제1실시예에 따른 유기전계발광소자의 제조방법을 나타낸 것이다. 이하, 도 3 및 도 4a 내지 도 4f를 참조하여 순서대로 설명하면 다음과 같다.
- <49> 도 4a를 참조하면, 먼저 기판(110) 상에 박막 트랜지스터(109)를 형성한다. 이하에서 상기 박막 트랜지스터(109)를 형성하는 공정에 대해 설명한다. 먼저 기판(110) 상에 게이트전극(101)을 형성한다. 이때, 상기 게이트전극(101)은 도전물질을 기판(110) 전면에 증착한 후 포토리소그래피공정을 통해 패터닝하여 형성할 수 있다. 이후, 상기 기판(110)의 전면에 게이트절연막(102)을 형성한다.
- <50> 그리고, 상기 게이트전극(101)의 상부에 비정질실리콘 박막 또는 다결정실리콘 박막을 형성하여 액티브층(103)을 형성한다. 액티브층(103)의 상부에는 n+ 도핑된 오믹콘택층(107)을 형성한다.그 다음 상기 오믹콘택층(107)의 소정영역의 상부에 소스전극(104)과, 상기 소스전극(104)과 일정간격 이격된 드레인전극(105)을 형성한다. 소스전극(104)과 드레인전극(105)은 도전물질을 기판(110)에 증착한 후 포토리소그래피공정을 통해 형성할 수

있다.

- <51> 그 다음에는, 박막트랜지스터(109)가 형성된 기판(110) 상에 보호층(108)을 형성한다. 이때, 보호층(108)은 무기절연물질인 규소질화물(SiNx)이나 규소산화물(SiO₂) 또는 유기절연물질인 벤조사이클로부텐(Benzocyclobutene; BCB) 또는 아크릴계 수지(resin)와 같은 저유전율의 물질로 형성할 수 있다.
- <52> 이후, 도 4b에 도시된 바와 같이, 상기 보호층(108) 상에 콘택홀(118)을 통해 드레인전극(105)에 접속하는 제1전극(120)을 형성한다. 즉, 상기 제 1전극(120)은 화상 신호에 따라 제 1전극을 구동하는 스위칭 소자인 박막트랜지스터(109)가 연결된다. 제1전극(120)은 ITO 또는 ATO 등의 투명한 도전성 물질로 형성하며 스퍼터링(sputtering) 등을 이용하여 형성할 수 있다. 한편, 상기 제 1전극(120)은 양극일 수 있다.
- <53> 그 다음, 도 4c와 같이, 제1전극(120) 상에 정공주입층(131)을 형성한다.
- <54> 정공주입층(131)은 이후 형성될 발광층(133)에 정공을 주입하는 역할을 하며 폴리에틸렌디옥시티오펜(polyethylenedioxythiophene, PEDOT)과 폴리스티렌술포네이트(polystyrenesulfonate, PSS)의 혼합물 또는 폴리아닐린(polyaniline, PANI)과 PSS의 혼합물 등으로 형성된다.
- <55> 정공주입층(131)은 PEDOT와 PSS의 혼합물 또는 PANI와 PSS의 혼합물 등을 물에 용해시켜 용액의 형태로 만든 다음 상기 용액을 제1전극(120) 상에 도포함으로써 형성한다. 상기 용액은 스핀코팅(spin coating)이나 슬릿코팅(slit coating) 또는 인쇄(printing)의 방법으로 도포할 수 있어 간단한 공정으로 성막이 가능하다.
- <56> 이후, 도 4d와 같이, 정공주입층(131) 상에 발광층(133)을 형성한다. (여기서, 발광층(133)은 광을 조사하기 이전의, 고분자 물질이 포함된 발광층을 뜻하며, 발광층(133')은 광을 조사한 후 고분자 물질이 분해된 발광층을 뜻한다.)
- <57> 상기 발광층(133)은 다양한 유기물질로 형성할 수 있으나, CBP(4,4'-N,N'-카바졸-비페닐), BeBq(비스(10-히드록시벤조[h]퀴놀라토)베릴륨), OXD(1,3-bis(N,N-t-부틸페닐)-1,3,4-옥사디아졸), TAZ(3-페닐-4-(1'-나프틸)-5-페닐-1,2,4-트리아졸), BCP(2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트론), TPBI(2,2',2''(1,3,5-벤젠트리일)트리스-[1-페닐-1H-벤지미다졸]), TCTA(4,4',4''트리스(N-카바졸일)트리페닐아민), niBr(N-2,6-디브로모페닐-1,8-나프탈이미드) 등과 같은 저분자 재료에 페릴렌계 색소, 로터민계 색소, 루브렌, 페릴렌, 9, 10-디페닐안트라센, 테트라페닐부타디엔, 이리듐 화합물, 나일레드, 쿠마린 6, 퀴나크리돈 등을 도핑하여 형성한다.
- <58> 이때, 상기 발광층(133)은 광분해성 고분자를 포함하여 형성된다. 광분해성 고분자는 발광층(133)을 형성하는 상기 유기물질이 적절한 점도를 가지도록 첨가되는 물질에 해당한다. 여기서, 상기 광분해성 고분자는 발색단(chromophore)을 포함하는 것을 특징으로 하며, 발색단이 함유된 폴리올레핀, 폴리스티렌 및 폴리염화비닐로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 고분자를 함유하고 있거나, 또는 방향족을 갖는 폴리에스터, 폴리카보네이트, 폴리아미드 및 폴리페닐렌옥사이드로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 고분자를 함유하고 있는 것을 특징으로 한다.
- <59> 상기 발광층(133)은 용액의 형태로 형성할 수 있으므로 상기 정공주입층(131) 상에 스핀코팅(spin coating)이나 슬릿코팅(slit coating) 또는 인쇄(printing)의 방법으로 도포할 수 있어 간단한 공정으로 성막이 가능하다.
- <60> 그 다음, 도 4e와 같이, 상기 발광층(133) 상에 광을 조사한다. 이때, 상기한 광분해성 고분자의 발색단에는 조사된 광이 흡수되면서 광산화분해반응(photooxidative degradation)이 일어나게 된다. 그 결과, 상기 광분해성 고분자가 저분자로 분해된다.
- <61> 여기서, 광산화분해반응은 열에 의한 산화분해반응과 마찬가지로 자유 래디컬 메커니즘(free radical mechanism)에 의하여 일어난다. 상기 래디컬 메커니즘은 사슬 절단, 가교결합, 이차 산화반응이 광개시단계, 성장단계 및 종결단계의 과정으로 수반되며, 화학식을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 하기한 식에서 P는 일 실 시예로서, 지방성 사슬로 이루어진 고분자이며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- <62> 먼저 광개시 단계에는 화학식 1과 같이 발색단의 광흡수에 의하여 자유 래디컬(R·)이 생성된다.

화학식 1



<63>

<64> 그 다음으로, 성장단계에서는 화학식 2와 같은 반응을 통해 β-절단(β-scission)이 일어난다.

화학식 2



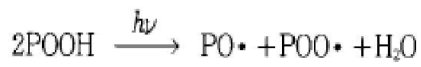
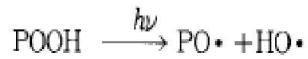
<65>



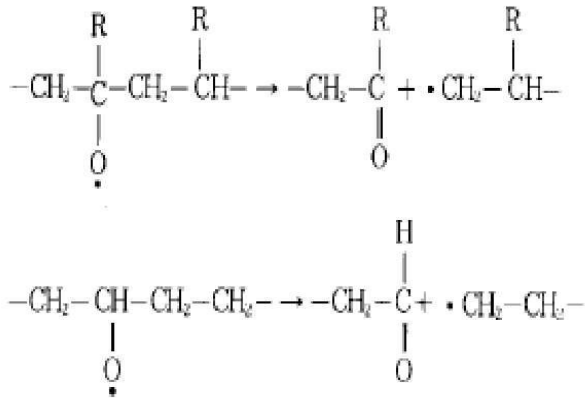
<66>



<67>



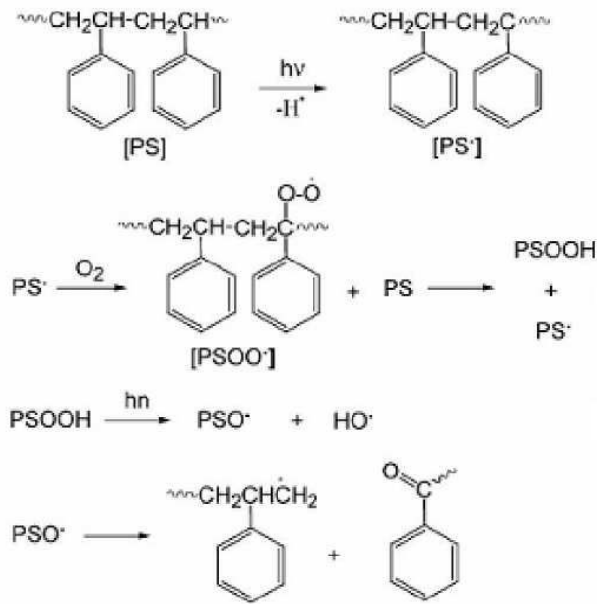
<68>



<69>

<70> 마지막으로, 종결단계에서는 상기 PO·, POO·, P·, R· 등이 저분자 물질과 반응하여 래디컬이 소멸됨으로서 반응이 종결된다.

<71> 상기 광산화분해반응으로 폴리스티렌을 예로 들어 설명하면 다음과 같은 메커니즘으로 반응이 진행된다.



<72>

<73> 상기 PS·는 종결단계에서 타 분자와 반응하여 래디컬이 소멸되어 상기 반응이 종결된다.

<74> 상기한 반응식과 같이, 고분자는 광산화분해 반응을 통해 저분자로 분해되며, 발광층(133) 내의 고분자가 제거된다. 이에 따라, 상기 광분해성 고분자로 인해 발광층(133)을 형성하기 위한 용액의 점도는 유지되며, 이후 발광층(133)의 고분자를 분해함으로써 전자와 정공의 균형이 깨져 어느 한쪽의 전하의 흐름을 더 많아지게 하는 현상을 감소시킨다.

<75> 이때, 조사하는 광은 광분해성 고분자에 따라 달라질 수 있다. 각 고분자가 광에 의해 분해될 경우 고분자가 흡수하는 영역의 에너지가 다르기 때문에 필요에 따라 다양한 파장의 광을 사용할 수 있을 것이나, 바람직하게는 자외선 영역의 광이 적절하다.

<76> 그 다음, 도 4f와 같이, 상기 광분해성 고분자가 분해된 발광층(133') 상에 전자수송층(135)을 형성하고, 상기 전자수송층(135) 상에 제2전극(140)을 형성한다. 이때, 제 2전극은 음극일 수 있다.

<77> 상기 전자수송층(135)은 음극인 제2전극(140)으로부터 형성된 전자를 발광층(133)에 전달하는 역할을 하는 층에 해당하며 스퍼터링 등에 의해 형성이 가능하다.

<78> 제2전극(140)은 일함수가 제1전극(120)보다 상대적으로 낮은 알루미늄(Al)이나 크롬(Cr) 등의 금속으로 형성하며, 스퍼터링 등을 이용하여 형성한다.

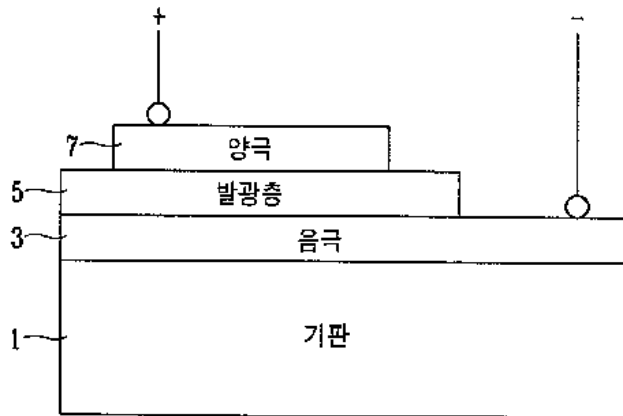
<79> 상기한 바와 같은 방법으로 유기전계발광소자를 제조할 수 있으며, 이 본 발명의 일 실시예에 따르면 발광층(133)에 포함된 광분해성 고분자는 제조과정에서 광에 의해 분해됨으로써 불순물로 작용하는 것이 감소하여 휘도가 증가하고 광효율이 증가한다.

<80> 본 발명의 제 1실시예에 따른 유기전계발광소자는, 발광면에 따라 배면발광 타입과 전면발광 타입으로 나누어진다. 배면발광 타입은 상기한 실시예와 같이 제1전극(120)이 투명한 물질로, 제2전극(140)이 불투명한 물질로 형성되어, 기판(110)의 발광층(133)이 형성되지 않은 면, 즉, 기판(110)의 배면으로 빛이 방출되는 형태를 말한다. 전면발광타입은 제1전극(120)이 불투명한 물질로, 제2전극(140)이 투명한 물질로 각각 형성되어 기판(110)의 전면으로 빛이 방출되는 형태를 말한다.

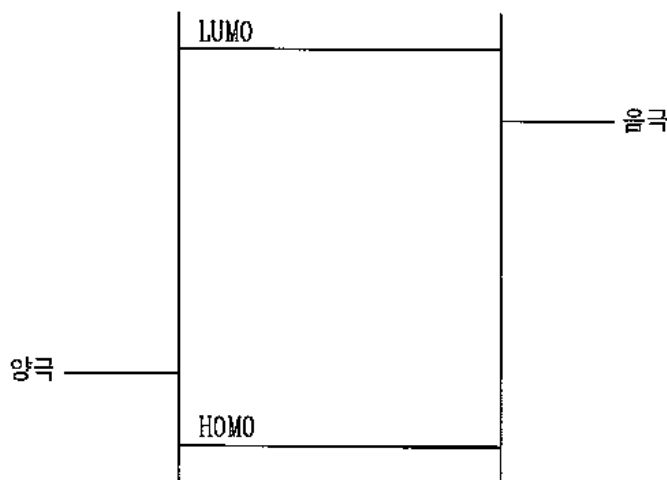
<81> 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 유기전계발광소자를 나타낸 단면도로, 제1전극을 음극, 제2전극을 양극으로 한 유기전계발광소자를 나타낸 것이다. 본 발명의 제 2실시예에서도 전면발광 타입 및 배면발광 타입의 유기전계발광소자에 모두 가능하다. 이하, 도 5를 참조하여 본 발명의 다른 실시예인 전면발광타입에 대하여 설명하도록 한다. 다른 실시예에서는 상술한 실시예와 구별되는 특징적인 부분만 발췌하여 설명하도록 하며, 설명이 생략되거나 요약된 부분은 상술한 실시예에 따른다. 그리고, 설명의 편의를 위하여 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 도면번호를 부여하여 설명하도록 한다.

도면

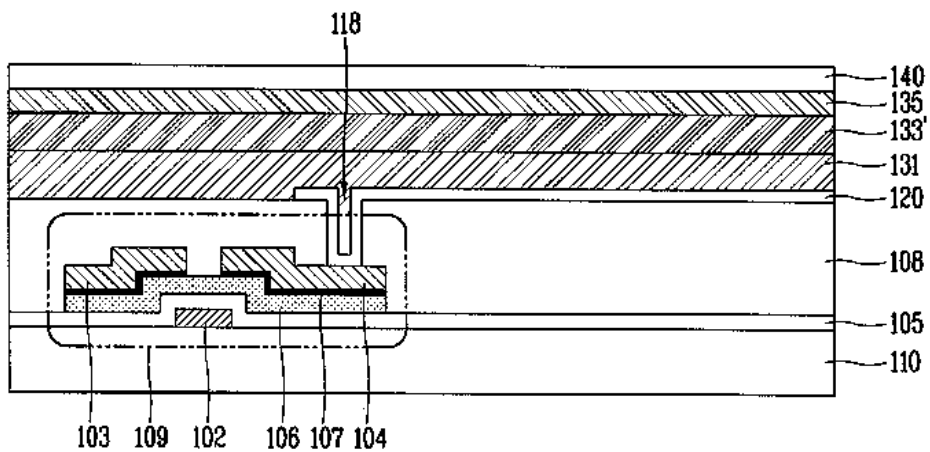
도면1



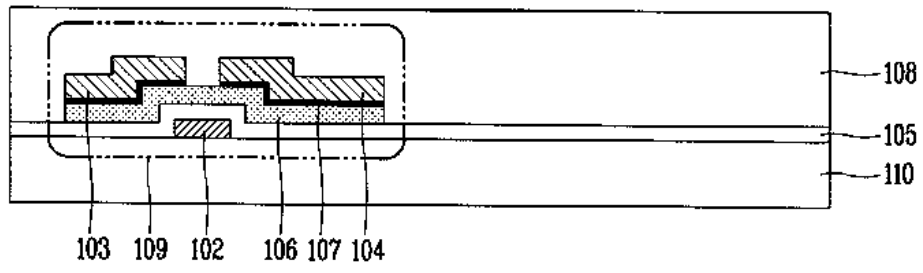
도면2



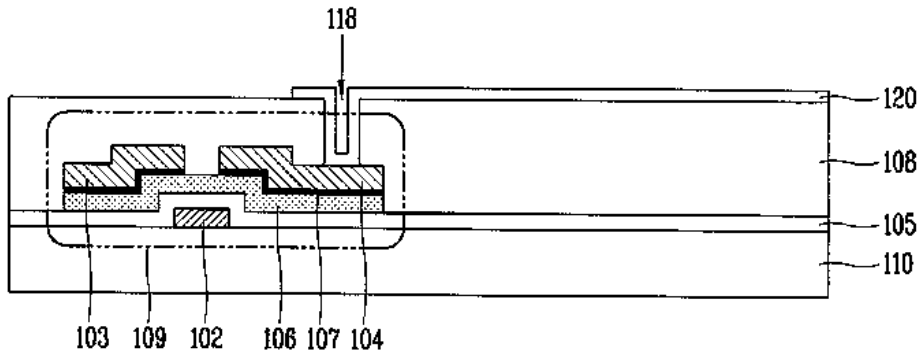
도면3



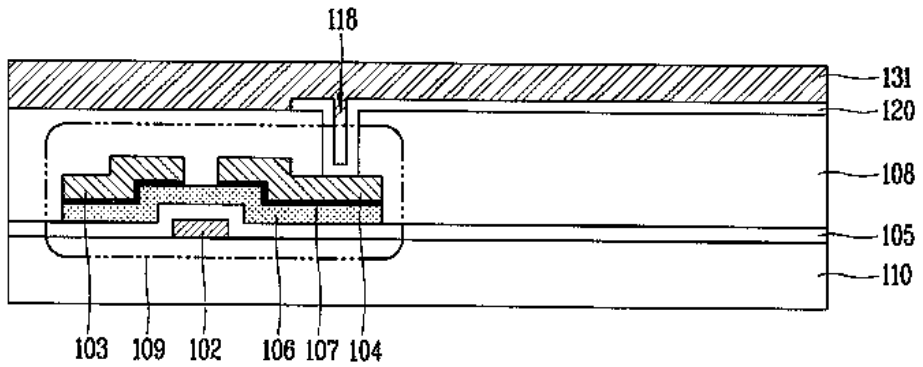
도면4a



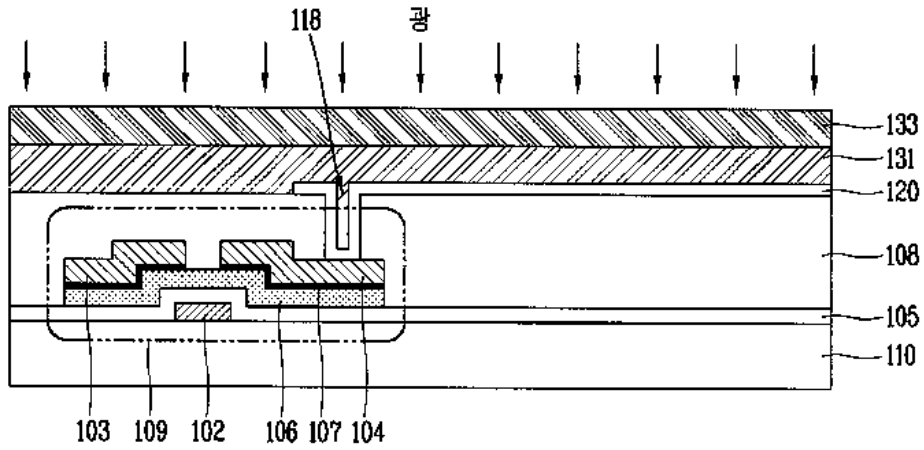
도면4b



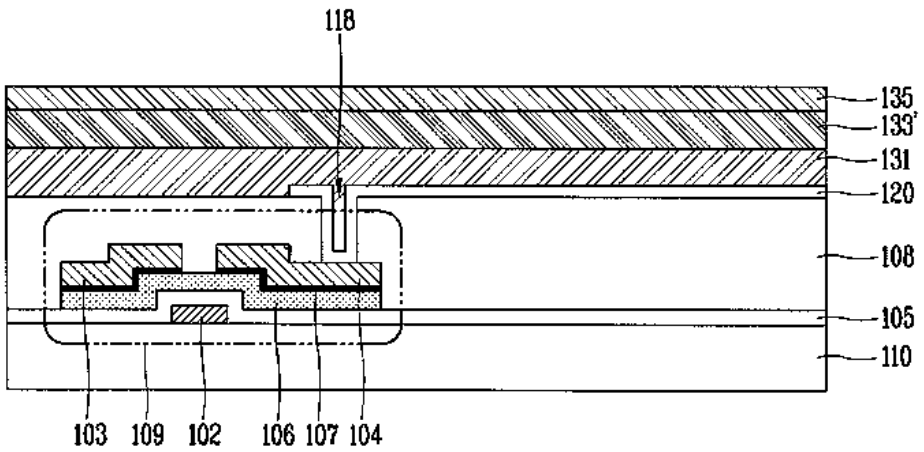
도면4c



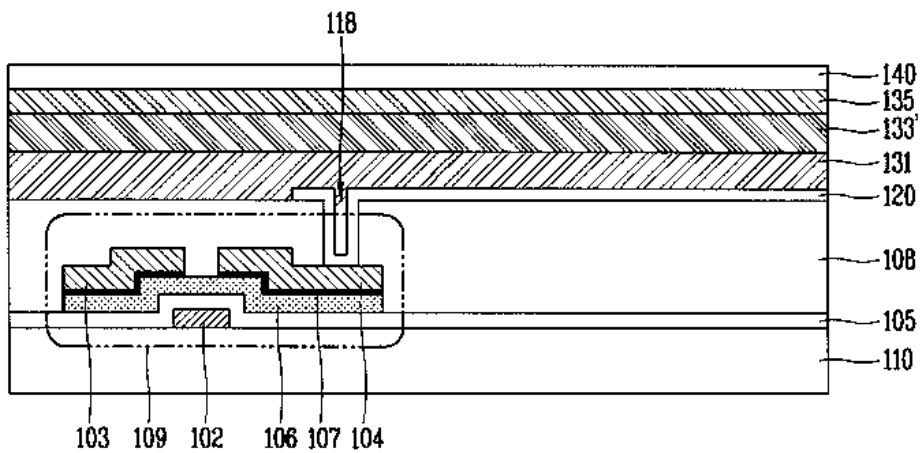
도면4d



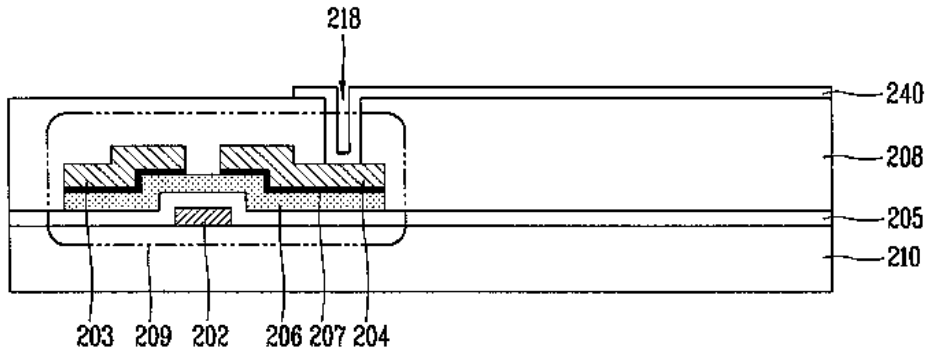
도면4e



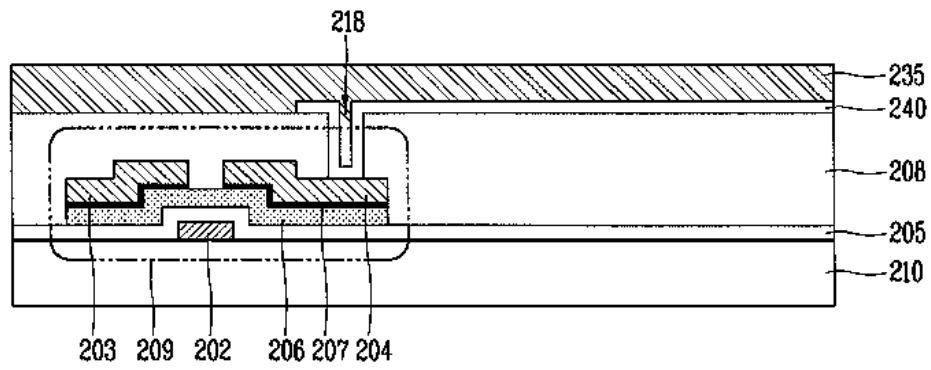
도면4f



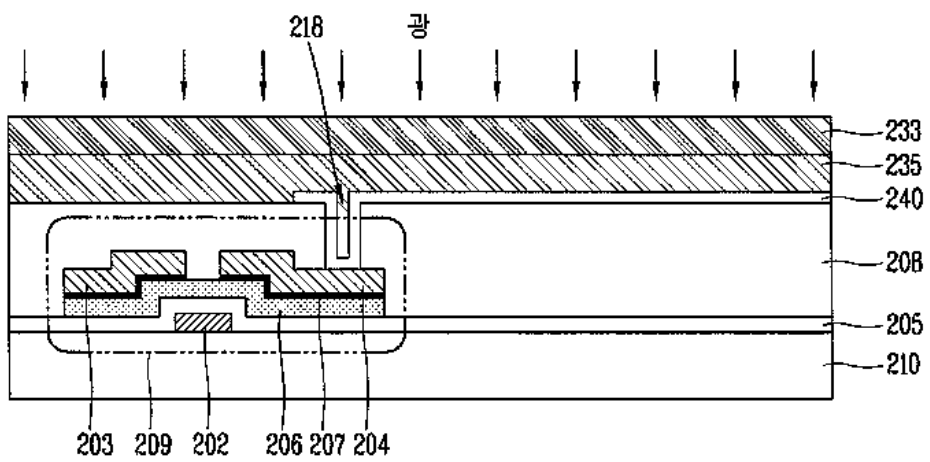
도면5a



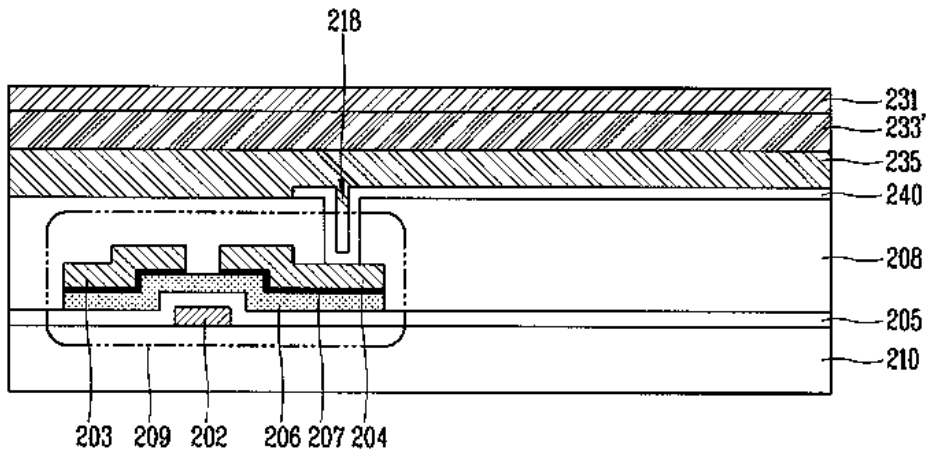
도면5b



도면5c



도면5d



도면5e

