



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. H05B 33/22 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년03월12일 10-0691310 2007년02월28일
---	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2004-0023431	(65) 공개번호	10-2005-0098114
(22) 출원일자	2004년04월06일	(43) 공개일자	2005년10월11일
심사청구일자	2004년04월06일		

(73) 특허권자 박재근
 경기도 성남시 분당구 구미동 무지개마을 건영아파트 1003동 1901호

(72) 발명자 박재근
 경기도 성남시 분당구 구미동 무지개마을 건영아파트 1003동 1901호

 이곤섭
 서울특별시강남구역삼동709번지정보아파트B-801호

(74) 대리인 남승희

심사관 : 최창락

전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 유기 E L 디스플레이 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 반도체 단결정 기판을 사용하여 고해상도(high resolution)의 유기 EL 디스플레이를 제조하는 것에 관한 것이다. 즉, 본 발명은 기판상에 형성된 제1 전극과, 유기 EL층과, 제2 전극을 포함하는 유기 EL 발광 소자와, 상기의 유기 EL 발광 소자를 봉지하는 보호층을 구비하며, 상기의 기판은 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판인 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이에 관한 것이다.

또한 본 발명은 기판상에 형성된 유기 EL층과 전극을 포함하는 유기 EL 발광 소자와, 상기의 유기 EL 발광 소자를 보호하는 보호층을 포함하며, 상기의 기판은 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판인 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이에 관한 것이다.

또한, 본 발명은 유기 EL 디스플레이 제조 방법에 관한 것으로 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판을 준비하는 단계와, 상기 단결정 기판 위에 유기 EL 층 및 전극을 형성하여 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계와, 상기 유기 EL 발광 소자를 봉지하는 보호층을 형성하는 단계를 포함한다.

또한, 본 발명은 유기 EL 디스플레이 제조 방법에 관한 것으로 베이스 기판, 절연층 및 단결정층으로 이루어진 SOI 기판을 준비하는 단계와, 상기 단결정층 위에 유기 EL 층 및 전극을 형성하여 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계와, 상기 유기 EL 발광 소자를 봉지하는 보호층을 형성하는 단계와, 상기 SOI 기판의 베이스 기판 및 절연층을 제거하여 상기 단결정층을 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판으로 제조하는 단계를 포함한다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

기관상에 형성된 제1 전극과, 유기 EL층과, 제2 전극을 포함하는 유기 EL 발광 소자와,

상기의 유기 EL 발광 소자를 둘러싸는 보호층을 포함하는 유기 EL 디스플레이로서,

상기의 기관은 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기관이고, 이의 두께는 5 마이크로 미터 이하에서 수십 나노 미터 이내인 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 제1 전극은 투명 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 3.

기관상에 형성된 유기 EL층과 전극을 포함하는 유기 EL 발광 소자와,

상기의 유기 EL 발광 소자를 보호하는 보호층을 포함하는 유기 EL 디스플레이로서,

상기의 기관은 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기관이고, 이의 두께는 5 마이크로 미터 이하에서 수십 나노 미터 이내인 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 광 투과 단결정 기관은 전극 기능을 가지는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 5.

제1항 내지 제4항 중 한 항에 있어서, 상기 광 투과 단결정 기관은 SOI 제조 공정을 이용하여 제조된 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 6.

삭제

청구항 7.

제1항 내지 제4항 중 한 항에 있어서, 상기 광 투과 단결정 기관은 실리콘 혹은 화합물 반도체를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 실리콘 단결정 기판은 무결함 단결정이며 불순물이 도핑된 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 9.

제1항 내지 제4항 중 한 항에 있어서, 상기 유기 EL층은 유기 EL 발광층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 10.

제1항 내지 제4항 중 한 항에 있어서, 상기 유기 EL층은 정공 수송층, 유기 EL 발광층 및 전자 주입층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 11.

제1항 내지 제4항 중 한 항에 있어서, 상기 유기 EL층은 정공 주입층, 정공 수송층, 유기 EL 발광층 및 전자 주입층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 12.

제1항 내지 제4항 중 한 항에 있어서, 상기 유기 EL층은 정공 주입층, 정공 수송층, 유기 EL 발광층, 전자 수송층 및 전자 주입층을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 13.

제1항 내지 제4항 중 한 항에 있어서, 상기 유기 EL 디스플레이는 화소부와 구동 소자부를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 구동 소자부는 박막 트랜지스터를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이

청구항 15.

베이스 기판, 절연층 및 단결정층으로 이루어진 SOI 기판의 상기 베이스 기판 및 상기 절연층을 제거하여 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판으로 제조하는 단계와,

상기 단결정 기판 위에 유기 EL 층 및 전극을 형성하여 유기 LE 발광 소자를 마련하는 단계와,

상기 유기 EL 발광 소자를 둘러싸는 보호층을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 16.

삭제

청구항 17.

제15항에 있어서, 상기 SOI 기판을 이용하여 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판을 제조하는 단계는 SOI 기판의 베이스 기판 및 절연층을 제거하여 상기 단결정층을 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판으로 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 18.

베이스 기판, 절연층 및 단결정층으로 이루어진 SOI 기판을 준비하는 단계와,

상기 단결정층 위에 유기 EL 층 및 전극을 형성하여 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계와,

상기 유기 EL 발광 소자를 둘러싸는 보호층을 형성하는 단계와,

상기 SOI 기판의 베이스 기판 및 절연층을 제거하여 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판으로 제조하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 19.

제15항, 제17항 및 제18항 중 한 항에 있어서, 상기 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계는 상기 단결정층 및 기판과 상기 유기 EL층 사이에 전극을 형성하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 20.

제17항 또는 제18항에 있어서, 상기 베이스 기판 및 절연층을 제거하는 단계는 베이스 기판 및 절연층을 습식 식각하여 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 21.

제20항에 있어서, 상기 베이스 기판 및 절연층을 제거하는 단계는 베이스 기판 및 절연층을 습식 식각하기 전에 베이스 기판을 소정 두께까지 그라인딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 22.

제20항에 있어서, 상기 베이스 기판을 제거하는 단계는 KOH로 습식 식각하여 베이스 기판을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 23.

제20항에 있어서, 상기 절연층을 제거하는 단계는 HF로 습식 식각하여 절연층을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 24.

제15항, 제17항 및 제18항 중 한 항에 있어서, 상기 SOI 기판의 단결정층의 두께를 조절하여 가요성의 광 투과 단결정 기판의 두께를 조절하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 25.

제15항, 제17항 및 제18항 중 한 항에 있어서, 상기 가요성의 광 투과 단결정 기판을 제조하는 단계는 지그를 이용하여 상기 SOI 기판의 일면을 식각하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

청구항 26.

제15항, 제17항 및 제18항 중 한 항에 있어서, 상기 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계 전에 구동 소자를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 EL 디스플레이의 제조 방법

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 가요성을 가지며 투명한 반도체 단결정 기판을 회로 구동 소자 및 화소 소자의 제조에 사용한 고해상도(high resolution)의 가요성 유기 EL(Electro-Luminescence) 디스플레이 및 그 제조 방법에 관한 것이다. 즉, 단결정 실리콘 기판의 박형화(Thinning) 기술을 이용하므로 일반적인 반도체 공정의 디자인 룰(design rule)을 적용하여 단결정 실리콘 기판 위에 소자의 액티브층을 제작하여 원하는 소자의 특성을 얻고 소자의 크기를 줄이며, 단결정 실리콘 기판에 가요성 및 광 투과 기능을 부여하여 고해상도 가요성 유기 EL 디스플레이를 제작한다.

유기 EL 디스플레이는 현재 플랫 패널 디스플레이(Flat Panel Display)의 주류가 되어 있는 액정 디스플레이에 비하여 휴대성이나 동화상 표시의 요구에 대응 가능한 저소비 전력 및 고속 응답성 등 여러 가지 우위성을 구비하고 있어 장래에 액정 디스플레이를 대체할 수 있는 플랫 패널 디스플레이로서 주목을 모으고 있다.

도1 및 도2는 일반적인 유기 EL 디스플레이(1)의 개략적인 구성을 나타내는 도면이다. 이 유기 EL 디스플레이(1)는, 투명한 유리 기판(2)을 구비하고 있고, 이 유리 기판 상에 양극층(3, Anode)이 ITO 등의 투명한 도전성 재료에 의하여 형성되어 있다. 양극층(3) 위에는 전압을 인가함으로써 정공을 공급하는 정공 주입층(4, Hole injection layer) 및 정공 수송층(5, Hole transport layer)이 형성되고, 그 위에는 미량의 유기 색소를 도우펀트로 포함하는 유기 발광층(6, Emitting layer)이 형성되며, 그 위에는 전압을 인가함으로써 전자를 공급하는 전자 주입층(7, Electron transport layer)이 형성되고, 그 위에는 최상층이 되는 도전성 재료의 음극층(8, Cathode)이 형성되어 있다. 또한 음극층까지 형성하여 유기 EL 소자가 제조된 후에는 산화에 매우 약한 유기 EL 소자를 보호하기 위하여 유기 EL 소자를 외부로부터 밀봉하는 보호층(9)이 유기 EL 소자를 봉지한다.

상기와 같은 유기 EL 디스플레이에 있어서 양극층(3)과 음극층(8) 사이에 전원에 의하여 전압을 인가하면, 전압이 인가된 양극층(3) 상에 적층된 정공 주입층(4) 및 정공 수송층(5)으로부터 정공이 유기 발광층(6) 내로 주입되고 또한 전압이 인가된 음극층(8)의 하층의 전자 주입층(7)으로부터 전자가 유기 발광층(6) 내로 주입된다. 정공 수송층(5)으로부터의 정공과 전자 주입층(7)으로부터의 전자가 각각 주입된 유기 발광층(6) 내에서는 각 정공과 전자가 재결합하고, 이 재결합에 의하여 발생하는 에너지가 유기 발광층(6)에 포함된 유기 색소에 흡수되어 발광한다. 유기 발광층(6)에서 발생하는 빛은 정공 수송층(5), 정공 주입층(4), 양극층(3) 및 유리 기판(2)을 순차적으로 투과하여 유리 기판(2)의 이면(바텀 인젝션,

Bottom injection)으로부터 출사한다. 이러한 유기 EL 디스플레이(1)는 기관의 이면으로 광을 출사하는 구조 외에 상기의 보호층을 투명한 소재로 제조하여 유기 EL 디스플레이의 상방향으로 광을 출사하는 방식(탑 인젝션, Top injection)으로 제조할 수도 있다.

또한 유기 EL 디스플레이는 패시브 매트릭스 구동을 하는 구동 방식 외에 박막 트랜지스터(Thin Film Transistor, TFT) 등을 이용하여 구동하는 액티브 매트릭스 구동(칼라 디스플레이에 유리함)을 하는 구동 방식을 채택할 수 있다.

상기와 같은 TFT를 구동 소자로 사용하는 액티브 매트릭스 구동 방식의 유기 EL 디스플레이는 유리 기관 또는 다결정 실리콘층 위에 TFT들을 형성하여 제조되나, 이러한 TFT는 종래의 반도체 공정을 그대로 사용할 수 없어 고밀도 집적이 불가능하며 또한 TFT 소자 성능에 한계가 있어 고성능의 TFT를 기관 위에 제조할 수 없으며, 복잡한 시스템 회로를 일체화시키거나 화소 소자의 크기를 감소시키기 어렵다.

이에 대해, 단결정 반도체 기관 위에 형성된 절연 게이트 전계 효과 트랜지스터들을 사용하여 액티브 매트릭스 방식의 유기 EL 디스플레이를 제조하는 기술은 상기 유기 기관 등을 사용하는 경우에 비해 대규모 집적 회로 분야에서 사용되는 반도체 공정 기술을 그대로 적용할 수 있고, 고속으로 저전압 구동이 가능한 고성능의 트랜지스터를 기관 위에 고밀도로 집적하여 형성할 수 있다는 이점이 있다. 그렇지만, 다른 한편 단결정 반도체 기관 위에 유기 EL 소자를 제조하는 경우 기관이 가시광을 통과시키지 못하기 때문에 유기 EL 디스플레이는 탑 인젝션 방식으로 제한되는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 전술된 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 가요성 및 광 투과 특성을 가지는 단결정 기관을 사용하여 미세한 디자인 룰이 적용될 수 있는 반도체 공정으로 가요성이 있는 유기 EL 디스플레이를 제조하고 그의 제조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 가요성의 광 투과 특성을 가지는 단결정 기관을 사용함으로써 탑 인젝션 방식의 유기 EL 디스플레이 뿐만 아니라 고성능의 바텀 인젝션 방식의 유기 EL 디스플레이 및 그의 제조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 TFT 등 구동 소자의 제조에 실리콘 단결정을 사용함으로써 우수한 소자 특성을 갖는 가요성 유기 EL 디스플레이 및 그의 제조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 가요성의 광 투과 특성을 가지는 반도체 단결정 기관을 사용함으로써 기관 자체가 전극 기능을 할 수 있어 적층 구조를 단순화시킨 유기 EL 디스플레이 및 그의 제조 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 추가 목적은 단결정 실리콘 TFT의 우수한 소자 특성 및 신뢰성은 각종 회로 구동용 소자의 일체화를 가능하게 하여 가요성 SOD(system on display)를 제공할 수 있는 가요성 유기 EL 디스플레이 및 그의 제조 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성

상기 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기 EL 디스플레이는 기관 상에 형성된 제1 전극과, 유기 EL층과, 제2 전극을 포함하는 유기 EL 발광 소자와, 상기의 유기 EL 발광 소자를 둘러싸는 보호층을 구비하며, 상기의 기관은 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기관이다. 이때 상기 제1 전극은 투명 전극을 포함한다.

또한 본 발명의 유기 EL 디스플레이는 기관상에 형성된 유기 EL층과 전극을 포함하는 유기 EL 발광 소자와, 상기의 유기 EL 발광 소자를 보호하는 보호층을 포함하며, 상기의 기관은 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기관이다. 이때 상기 광 투과 단결정 기관은 전극 기능을 가질 수 있다.

또한, 본 발명의 유기 EL 디스플레이의 상기 광 투과 단결정 기관은 SOI 제조 공정을 이용하여 제조될 수 있으며, 상기 광 투과 단결정 기관은 두께가 수십 나노 미터 내지 수 마이크로 미터일 수 있다.

또한, 본 발명의 유기 EL 디스플레이의 상기 광 투과 단결정 기관은 실리콘 혹은 화합물 반도체를 포함할 수 있으며, 상기 실리콘 단결정 기관은 무결함 단결정이며 불순물이 도핑된 것일 수 있다.

또한, 본 발명의 유기 EL 디스플레이의 상기 유기 EL층은 유기 EL 발광층을 포함하거나, 상기 유기 EL층은 정공 수송층, 유기 EL 발광층 및 전자 주입층을 포함하거나, 상기 유기 EL층은 정공 주입층, 정공 수송층, 유기 EL 발광층 및 전자 주입층을 포함할 수 있다.

또한, 본 발명의 유기 EL 디스플레이는 화소부와 구동 소자부를 포함할 수 있으며, 상기 구동 소자부는 박막 트랜지스터를 포함할 수 있다.

상기 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유기 EL 디스플레이의 제조 방법은 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판을 준비하는 단계와, 상기 단결정 기판 위에 유기 EL 층 및 전극을 형성하여 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계와, 상기 유기 EL 발광 소자를 둘러싸는 보호층을 형성하는 단계를 포함한다. 이때 상기 단결정 기판을 준비하는 단계는 베이스 기판, 절연층 및 단결정층으로 이루어진 SOI 기판을 이용하여 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판을 제조하는 단계를 포함하며, 상기 SOI 기판을 이용하여 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판을 제조하는 단계는 SOI 기판의 베이스 기판 및 절연층을 제거하여 상기 단결정층을 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판으로 제조하는 단계를 포함한다.

또한 본 발명의 유기 EL 디스플레이의 제조 방법은 베이스 기판, 절연층 및 단결정층으로 이루어진 SOI 기판을 준비하는 단계와, 상기 단결정층 위에 유기 EL 층 및 전극을 형성하여 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계와, 상기 유기 EL 발광 소자를 봉지하는 보호층을 형성하는 단계와, 상기 SOI 기판의 베이스 기판 및 절연층을 제거하여 상기 단결정층을 가요성이며 광을 투과하는 단결정 기판으로 제조하는 단계를 포함한다.

또한 본 발명의 유기 EL 디스플레이 제조 방법의 상기 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계는 상기 단결정층 및 기판과 상기 유기 EL층 사이에 전극을 형성할 수 있다.

또한 본 발명의 유기 EL 디스플레이 제조 방법의 상기 베이스 기판을 제거하는 단계는 KOH로 습식 식각하여 베이스 기판을 제거하는 단계를 포함하며, 상기 절연층을 제거하는 단계는 HF로 습식 식각하여 절연층을 제거하는 단계를 포함한다.

또한 본 발명의 유기 EL 디스플레이의 제조 방법은 상기 SOI 기판의 단결정층의 두께를 조절하여 가요성의 광 투과 단결정 기판의 두께를 조절할 수 있다.

또한 본 발명의 유기 EL 디스플레이 제조 방법의 상기 가요성의 광 투과 단결정 기판을 제조하는 단계는 지그를 이용하여 상기 SOI 기판의 일면을 식각할 수 있다.

또한 본 발명의 유기 EL 디스플레이의 제조 방법은 상기 유기 EL 발광 소자를 마련하는 단계 전에 구동 소자를 형성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

이하에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고자 한다.

도3 및 도4는 본 발명에 따른 유기 EL 디스플레이의 단면도이다. 본 발명의 유기 EL 디스플레이(11)는 가요성 특성 및 광을 투과하는 특성을 가지는 실리콘 단결정 기판(12) 위에 제1 전극층(13)을 형성하고, 이 제1 전극층(13) 위에는 유기 EL 층(14 내지 17)이 형성되고, 그 위에는 최상층이 되는 도전성 재료의 제2 전극층(18)이 형성되어 있다. 또한 제2 전극층(18)까지 형성하여 유기 EL 소자가 제조된 후에는 산화에 매우 약한 유기 EL 소자를 보호하기 위하여 유기 EL 소자를 외부로부터 밀봉하는 보호층(19)이 유기 EL 소자를 둘러싼다.

상기의 실리콘 단결정 기판(12)은 베이스 기판 위에 절연층을 형성하고 그 위에 무결함 고품질의 실리콘 단결정층이 형성되는 SOI(Silicon on insulator) 기판을 박형화(Thinning)하여 제조한다. 기판 박형화에 대해서는 후에 상세히 설명할 것이다. 무결함 고품질의 실리콘 단결정 기판을 유기 EL 디스플레이의 기판으로 사용함에 의해 반도체 집적회로에 사용되는 일반적인 반도체 제조 기술을 적용하여 고성능의 소자를 제조할 수 있다. 또한 실리콘 단결정 기판은 충분히 얇은 두께 예를 들면 5 μ m 이하로 제조할 수 있으므로 광을 투과하게 되고 기판을 구부릴 수 있는 가요성 특성을 가진다. 이에 의해 무결함 고품질의 실리콘 단결정 기판을 유기 EL 기판으로 사용하면서도 실리콘 단결정 기판이 광을 투과하므로 기판 방향으로 출사광을 출광시킬 수 있고, 평면이면서 구부림 가능한 가요성 디스플레이를 제조하게 된다. 여기서 실리콘 단결정 기판은 가시광에 대해 50% 이상의 투과율을 가지는 것이 바람직하다. 또한 실리콘 단결정 기판(12)은 불순물을 도핑하여 저항값(약 15 $\Omega/\square$ 이하)을 조절하면 기판 기능과 함께 전극으로도 기능할 수 있으므로, 도4에서 나타내었듯이 제1 전극층을 형성하지 않고 실리콘 단결정 기판(12) 위에 바로 유기 EL층을 형성하여 유기 EL 디스플레이(21)를 제조하기도 한다.

상기의 제1 전극층(13)은 양극 또는 음극 중 어느 것이라도 좋다. 제1 전극층을 양극으로 사용하는 경우는 정공의 주입을 효율적으로 행하기 위해 일함수가 큰 재료가 이용된다. 바텀 인젝션 방식의 유기 EL 소자에서는 양극을 통하여 광이 방출되기 때문에 양극이 투명할 것이 요구되고, 주로 ITO, IZO 등의 도전성 금속 산화물이 이용된다. 본 발명에서도 ITO, IZO 등 투명한 도전성 금속 산화물을 이용하여 양극을 형성한다. 제1 전극(13)을 음극으로 이용하는 경우는 일함수가 작은 재료인 리튬, 나트륨 등의 알칼리 금속, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 스트론튬 등의 알칼리토류 금속 또는 이들의 불화물 등으로 이루어지는 전자 주입성의 금속, 그 밖의 금속과의 합금이나 화합물이 사용된다. 또한 제1 전극층은 본 발명의 유기 EL 디스플레이에서는 상술한 바와 같이 형성하지 않을 수도 있다(도4 참조). 제1 전극층으로 주로 사용되는 ITO막은 10 내지 15Ω/□의 저항 및 4.8eV의 일함수를 가지나, 표면 거칠기(약 50 내지 70Å)가 나빠 정공 주입에 악영향을 미치게 되므로 버퍼층(예 정공 주입층)을 사용하여 보상하게 된다. 그러나 본 발명의 실리콘 단결정 기판은 불순물 도핑에 의해 적절한 저항값을 나타내며 4.05eV 이상의 일함수를 가지면서 표면 거칠기가 5Å 정도 혹은 그 이하로 조절되므로, 기판의 기능과 함께 정공 주입층을 필요로 하지 않는 우수한 제1 전극으로의 기능을 수행한다.

본 발명의 유기 EL 디스플레이가 액티브 매트릭스 구동을 행하는 경우, 제1 전극층(13)은 구동 소자인 TFT에 각각 대응하여 분리된 형태로 형성되고, TFT의 소스 전극 혹은 드레인 전극과 접속된다. 즉 소스 전극과 접속되는 경우는 양극으로 기능하고, 드레인 전극과 접속되는 경우는 음극으로 기능한다. 또는 본 발명의 유기 EL 디스플레이가 패시브 매트릭스 구동을 행하는 경우는 TFT를 형성하는 일 없이, 실리콘 단결정 기판 상에 라인 패턴 형상의 제1 전극이 형성된다.

상기의 유기 EL층(14 내지 17)은 실질적으로 광을 발광하는 층으로 적어도 유기 EL 발광층(16)을 포함하며, 필요에 따라 전압을 인가함으로써 정공을 공급하는 정공 주입층(14), 정공 수송층(15) 및/또는 전압을 인가함으로써 전자를 공급하는 전자 주입층(17) 등을 개재 시킨 구조를 갖는다. 구체적으로는 하기와 같은 층 구성으로 이루어지는 것이 선택적으로 채용된다.

- (1) 유기 EL 발광층
- (2) 정공 주입층/유기 EL 발광층
- (3) 유기 EL 발광층/전자 주입층
- (4) 정공 주입층/유기 EL 발광층/전자 주입층
- (5) 정공 수송층/유기 EL 발광층/전자 주입층
- (6) 정공 주입층/정공 수송층/유기 EL 발광층/전자 주입층
- (7) 정공 주입층/정공 수송층/유기 EL 발광층/전자 수송층/전자 주입층

상기에 있어서 양극은 유기 EL 발광층 또는 정공 주입층에 접속되고, 음극은 유기 EL 발광층 또는 전자 주입층에 접속되며, 상기의 각층의 재료로서는 공지된 것들이 사용된다. 예를 들면 정공 주입층으로는 CuPc(Copper Phthalocyanine) 등을 사용할 수 있으며, 정공 수송층으로는 NPB(N,N'-bis-(1-naphthyl)-N,N'-diphenyl-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine) 등을 사용할 수 있으며, 유기 EL 발광층으로는 도핑된 Alq3(tris-(8-hydroxyquinolinato) aluminum(III)) 등을 사용할 수 있으며, 전자 수송층으로는 Alq3(tris-(8-hydroxyquinolinato) aluminum(III)) 등을 사용할 수 있으며, 전자 주입층으로는 LiF(lithium fluoride) 등을 사용할 수 있다.

상기의 제2 전극(18)은 유기 EL층(14 내지 17)에 대해 효율적으로 전자 또는 정공을 주입하는 층이며, 탑 인젝션 방식의 유기 EL 디스플레이의 경우는 발광 파장 영역에서 투명할 것이 요구된다. 제2 전극(18)을 음극으로 이용하는 경우는 그 재료는 전자를 효율적으로 주입하기 위해 일함수가 작은 것이 요구되며, 제2 전극(18)을 양극으로 이용하는 경우는 정공 주입 효율을 높이기 위해 일함수가 큰 재료가 이용된다.

상기의 보호층(19)은 상기와 같이 형성되는 제2 전극 및 이하의 각층을 보호하기 위해 이들 각층을 둘러싸도록 마련된다. 보호층(19)은 외부 환경으로부터의 산소, 저분자 성분 및 수분 등의 투과를 방지하여 이들에 의한 유기 EL층(14 내지 17)의 기능이 저하되는 것을 방지한다. 그러므로 보호층(19)은 전기 절연성을 가지며 수분, 산소 등에 대한 배리어성을 가지며 바람직하게는 적정 정도 이상의 경도를 갖는 것이 좋다. 또한 보호층(19) 단층 혹은 복수의 층으로 형성될 수 있다.

이하에서는 본 발명의 유기 EL 디스플레이 제조 방법에 대해서 설명한다. 본 발명의 광 투과 단결정 기판은 베이스 기판(31) 위에 절연층(32)을 형성하고 그 위에 무결함 고품질의 실리콘 단결정층(33)이 형성되는 SOI(Silicon on insulator) 기판을 박형화(Thinning)하여 제조한다. 상기의 SOI 기판의 제조에 관해서는 본 발명 참여자의 출원 특허인 대한민국 특허 출원 제2002-47351호를 참조할 수 있으며, 상기의 기판 박형화에 대해서는 본 발명 참여자의 출원 특허인 대한민국 특허 출원 제2003-0027825호에 상세히 기재되어 있다. 여기서는, 본 발명의 유기 EL 디스플레이의 기판으로 사용되는 광 투과 반도체 단결정 기판의 제조 방법을 도5 및 도6을 참조하여 하기에서 보다 상세하게 설명한다.

우선, 본 발명에서 사용된 지그를 설명한다. 도7에 표시한 바와 같이 지그는 상부 플레이트(42)와 하부 플레이트(41)로 구성되며 상부 플레이트와 하부 플레이트 사이에 기판(40)이 설치되도록 한다. 이러한 각 플레이트는 화학약품에 안정한 물질 예를 들면 테프론(Teflon)으로 제조된다. 상부 플레이트는 상부 플레이트와 하부 플레이트가 합착된 경우 화학 물질 용액이 담길 수 있는 화학약품 용기(bath, 43)를 상부에 구비하고 있다. 이러한 화학약품 용기는 관통형으로 제조되며 사각통형, 원통형 등 필요에 따라 여러 가지 형태로 제작된다. 또한 상부 플레이트와 하부 플레이트에는 두 플레이트가 합착될 경우 두 플레이트를 고정시키기 위한 고정수단(44, 47)이 구비된다.

이러한 지그를 이용하면 기판의 한쪽 면만을 습식 식각(single-side etching)할 수 있다. 즉 식각하고자 하는 기판(40)의 면이 상부 플레이트(42)를 향하도록 하부 플레이트(41) 위에 설치하고, 상부 플레이트와 하부 플레이트를 합착하고 고정 한 후 화학약품 용기(43)에 식각액을 공급하여 노출된 웨이퍼의 한쪽 면을 식각한다. 이때 식각 조건에 따라 테프론으로 코팅된 히터(45)와 온도계(46)를 화학약품 용기 내에 설치하고 식각 온도를 조절하게 된다.

지그를 이용하여 기판의 한쪽 전체면을 식각하여 제조하는 과정을 도8을 참조하여 하기에서 보다 상세하게 살펴본다.

도5의 a와 같이 식각할 면이 위로 오게 하여, 베이스 기판(31), 그 위에 형성된 절연층(32), 절연층 위에 형성된 실리콘 단결정층(33)으로 형성된 SOI 웨이퍼를 준비한다. 이때 실리콘 단결정이 형성될 수도 있고, 소자층을 형성하지 않을 수도 있다. 준비된 기판을 상기에서 설명한 지그(34)를 이용하여 베이스 기판의 후면(단결정층(31)이 없는 면) 전체가 노출되도록 웨이퍼 에지를 잡아서 고정한다(도5의 b).

상기와 같이 고정되어 노출된 베이스 기판의 후면에 KOH 용액(35)을 공급하여 베이스 기판을 식각하고(도5의 c), KOH 용액을 배출한 후, HF 용액(36)을 공급하여 절연층(32)을 식각하여(도5의 d) 순수한 얇은 두께의 실리콘 단결정 필름(33b)을 제조한다(도5의 e). 이때 KOH 용액에 의한 베이스 기판의 식각에 대해서 절연층(32)은 식각 저지층(스토퍼) 역할을 하며, HF 용액에 의한 절연층(32)의 제거는 지그를 고정한 상태에서 행할 수도 있고, 단결정층(33)에 소자층이 형성되지 않은 경우 지그를 풀고 피처리체 전체를 HF 용액에 담가서 행할 수도 있다. 이렇게 제조된 얇은 두께의 실리콘 단결정 기판(33b)은 두께가 얇기 때문에 광 투과 특성 및 가요성을 가지게 된다. 이때 무결함 실리콘 단결정 기판의 두께는 나노 SOI 단결정 기판의 제조 공정에서 조절된다. 즉, 나노 SOI 기판을 제조할 때 단결정층(33)을 충분히 얇게(예를 들면 5 μ m 이하) 형성하면, 박형화 이후의 광 투과 단결정 기판(33b)의 두께도 충분히 얇아진다. 이때 광 투과 단결정 기판(33b)의 두께는 수 마이크로 미터에서 수십 나노 미터 이하의 두께까지 박형화 할 수 있다.

지그를 이용하여 기판의 한쪽면의 일부를 식각하여 제조하는 과정을 도6을 참조하여 하기에서 보다 상세하게 살펴본다.

도6의 a와 같이 베이스 기판(31), 그 위에 형성된 절연층(32), 절연층 위에 형성된 실리콘 단결정층(33)으로 형성된 SOI 기판을 준비한다. 이때 실리콘 단결정층(33) 위에는 필요에 따라 원하는 소자(37, 예를 들면 유기 EL 디스플레이)가 형성될 수도 있고, 소자를 형성하지 않을 수도 있다. 준비된 기판을 상기에서 설명한 지그(34)를 이용하여 기판 후면의 일부가 노출되도록 기판 주변부를 상부 플레이트로 눌러 고정한다(도6의 b).

상기와 같이 고정되어 노출된 기판의 후면에 KOH 용액을 공급하여 베이스 기판(31)을 식각하고(도6의 c), KOH 용액을 배출한 후, HF 용액을 공급하여 절연층(32)을 식각한다.(도6의 d) 즉, KOH 용액에 의해 베이스 기판(32)이 식각되며 절연층(32)이 식각 저지층의 역할을 하게 된다. 이후 KOH 용액을 배출 한 후, HF 용액을 공급하면 HF에 의해 절연층(32)이 식각된다.

이렇게 제조된 얇은 두께의 실리콘 단결정 기판은 두께가 얇기 때문에 광 투과 특성 및 가요성을 가지게 된다. 또한 상기에서 설명한 바와 같이 광 투과 실리콘 단결정 기판의 두께는 나노 SOI 단결정 기판의 제조 공정에서 조절된다.

상기와 같이 식각된 피처리체는 주변부가 식각되지 않고 남아 있게 되는 데(도6의 e), 이는 이후 공정에서 기판을 처리할 때 기판 핸들링을 용이하게 하는 핸들러 역할을 한다. 이때 필요한 경우 주변부를 커팅하여 광 투과 가요성 실리콘 단결정 필름을 제조할 수도 있다.

상기의 지그를 이용하여 기판의 한 면만을 식각하는 방법은 단순한 과정을 거쳐 용이하게 광 투과 가요성 단결정 기판을 제조할 수 있다. 즉, 별도의 공정 없이 베이스 기판의 후면을 지그를 이용하여 식각하므로 공정단계를 감소시킨다. 또한, 상부 플레이트의 화학약품 용기의 형상을 변화시켜 원하는 형상의 광 투과 가요성 기판으로 제조할 수 있다. 즉, 원형의 기판을 사각통형 화학약품 용기를 가진 지그를 이용하여 주변부를 잡아서 식각하면 사각 형상의 광 투과 가요성 단결정 기판을 얻을 수 있다.

또한 상기의 설명에서는 지그를 이용하여 기판의 한 면을 식각하는 방법을 설명하였으나, 지그를 이용하여 기판을 고정하기 전에 기판의 식각할 면을 미리 소정 두께까지 그라인딩한 후 상기와 동일한 방법으로 기판의 노출면을 식각 할 수도 있다. 이 경우 기판의 노출면 식각 시간을 현저하게 감소시킬 수 있다.

상기와 같이 제조된 광 투과 가요성 단결정 기판 위에 양극층, 유기 EL층, 음극층을 순차적으로 형성하고 이후 각 층들을 보호하는 보호층을 형성하여 유기 EL 디스플레이를 제조한다(도3 및 도4 참조). 이때 상기에서 설명한 바와 같이 SOI 기판의 단결정층(31) 위에 양극층, 유기 EL층, 음극층을 순차적으로 형성하고 이후 각 층들을 보호하는 보호층을 형성한 후 SOI 기판의 후면을 상기와 같은 방법으로 식각하여 유기 EL 디스플레이를 제조할 수도 있다. 또한 유기 EL 디스플레이의 적층 구조에 따라 필요한 경우 양극층을 형성하지 않고 바로 유기 EL층을 형성할 수도 있다. 상기와 같은 제조 과정 중 정공 주입층, 정공 수송층, 유기 EL 발광층, 전자 주입층 등의 유기 EL층은 진공 분위기나 질소 아르곤 등의 비활성 기체 분위기에서 제조 공정이 진행되는 것이 바람직하다. 또한 유기 EL층을 형성한 후 음극층 및 상기 각 층들과 직접 접촉하는 보호층도 유기 EL층을 보호하기 위해 진공 분위기나 질소 아르곤 등의 비활성 기체 분위기에서 공정이 진행되는 것이 바람직하다.

상기와 같은 유기 EL 디스플레이 제조 방법은 유기 EL 디스플레이 구동 방식에 따라 광 투과 다결정 기판 위에 구동 소자부(예를 들면 TFT)가 미리 형성될 수도 있다.

<실시예>

(광 투과 가요성 단결정 기판의 제조)

베이스 기판(31), 그 위에 형성된 두께 약 1500Å의 절연층(32), 절연층 위에 형성된 두께 약 5μm의 실리콘 단결정층(33)으로 형성된 4인치 SOI 기판을 준비한다. 이때 실리콘 단결정층은 보론, 인 등의 불순물을 도핑하여 약 15Ω/□ 이하의 저항값을 가지며, 단결정층의 표면 거칠기는 5Å 이하이다. 상기에서 설명한 대로 준비된 SOI기판을 지그를 이용하여 기판 후면(베이스 기판)의 일부가 노출되도록 기판 주변부를 상부 플레이트로 눌러 고정한다. 상기와 같이 고정되어 노출된 기판의 후면에 80℃로 유지된 30% KOH 용액(0.7μm/min)을 공급하여 베이스 기판(31)을 식각하고, KOH 용액을 배출한 후, 49% HF 용액을 공급하여 절연층(32)을 식각 제거하여 두께 약 5μm의 광투과 실리콘 단결정 기판을 제조한다. 상기와 같이 제조된 광 투과 실리콘 단결정 기판은 도8에서 나타내었듯이 광을 투과시키므로 실리콘 단결정 기판(81)의 하부에 위치한 신문(82)을 명확하게 읽을 수 있다. 또한 상기와 같이 제조된 광 투과 실리콘 기판의 주변부(핸들러)를 제거하면 도9에 나타내었듯이 가요성을 가지므로, 광 투과 실리콘 기판(91)은 소정 곡률로 구부리는 것이 가능하여 매우 유연한 투명 가요성 필름으로 제조된다.

(유기 EL 디스플레이의 제조)

상기와 같이 제조된 광 투과 가요성 실리콘 단결정 기판 위에 ITO 투명 전극을 코팅하여 양극층을 형성한다. 이때 ITO 전극은 두께가 약 110nm 이고, 저항은 10 내지 15Ω/□이며 일함수는 약 4.8eV 이다. 상기와 같이 제조된 ITO 전극 위에 두께 약 1500Å의 NPB(N,N'-bis-(1-naphthyl)-N, N'-diphenyl-1, 1'-biphenyl-4, 4'-diamine)를 스핀 코팅이나 잉크젯 프린팅 기법으로 코팅하여 정공 수송층을 형성한다. 정공 수송층 위에는 두께 약 600Å의 Alq³(tris-(8-hydroxyquinolino) aluminum(III))를 스핀 코팅이나 잉크젯 프린팅 기법으로 코팅하여 유기 EL 발광층 및/또는 전자 수송층을 형성한다. 유기 발광층 위에는 두께 약 7Å의 LiF(lithium fluoride)를 스핀코팅이나 잉크젯 프린팅기법으로 코팅하여 전자 주입층을 형성한다. 전자 주입층 위에 두께 약 300Å의 Al(알루미늄)의 음극층을 형성하여 유기 EL 소자를 완성한다. 상기와 같이 제조된 유기 EL 소자의 양극층과 음극층에 전압을 가하면 유기 EL 소자가 발광한다.

이때 상기에서 설명한 바와 같이 우선 SOI 기판의 단결정층(31) 위에 먼저 양극층, 유기 EL층, 음극층을 순차적으로 형성하고 이후 각 층들을 보호하는 보호층을 형성하여 소자부를 완성한 후, SOI 기판의 후면을 상기와 같은 방법으로 식각하여 유기 EL 디스플레이를 제조할 수도 있다.

이상에서 본 발명이 구체적으로 상세히 설명되었으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 기술 분야의 통상적 지식을 가진 자에 의해 변형 또는 개량이 가능하다.

발명의 효과

상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 유기 EL 디스플레이는 가요성 및 광 투과 특성을 가지는 단결정 기판을 사용하여 제조하므로 고해상도이며 및 가요성이 있어 디스플레이 전체를 구부릴 수 있다.

상기와 같은 구성에 의한 본 발명의 유기 EL 디스플레이는 가요성 및 광 투과 특성을 가지는 단결정 기판을 사용하므로 미세한 디자인 룰이 적용될 수 있는 반도체 공정을 그대로 적용할 수 있다.

본 발명은 가요성의 광 투과 특성을 가지는 단결정 기판을 사용함으로 탑 인젝션 방식의 유기 EL 디스플레이뿐만 아니라 고성능의 바텀 인젝션 방식의 유기 EL 디스플레이를 제조할 수 있다.

또한 본 발명은 가요성의 광 투과 특성을 가지는 단결정 기판을 사용함으로 고성능 TFT 등 우수한 소자 특성을 갖는 구동 회로를 화소부와 함께 제조할 수 있다.

또한 본 발명은 가요성의 광 투과 특성을 가지는 단결정 기판을 사용함으로 기판 자체가 전극 기능을 할 수 있어 적층 구조를 단순화시킨 고성능 유기 EL 디스플레이를 제조할 수 있다.

또한 본 발명은 가요성의 광 투과 특성을 가지는 단결정 기판을 사용함으로 단결정 실리콘 TFT의 우수한 소자 특성 및 신뢰성은 각종 회로 구동용 소자의 일체화를 가능하게 하여 가요성 SOD(system on display)를 제조할 수 있다.

또한 본 발명은 비교적 단순하고 용이한 제조 과정을 통해 두께 조절이 가능한 유기 EL 디스플레이용 가요성 광 투과 단결정 기판을 제조할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도1은 종래의 유기 EL 디스플레이의 단면도

도2는 종래의 유기 EL 디스플레이의 사시도

도3은 본 발명에 따른 유기 EL 디스플레이의 단면도

도4는 본 발명에 따른 다른 유기 EL 디스플레이의 단면도

도5는 본 발명의 광 투과 단결정 기판의 제조 공정도

도6은 본 발명의 광 투과 단결정 기판의 다른 제조 공정도

도7은 본 발명의 지그 구조도

도8은 본 발명의 광 투과 단결정 기판의 사진

도9는 본 발명의 광 투과 단결정 기판의 구부림 특성을 보여주는 사진

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

2: 유리 기관

3: 양극층

4, 14: 정공 주입층

5, 15: 정공 수송층

6, 16: 유기 발광층

7, 17: 전자 수송층

8: 음극층

9, 19: 보호층

12: 광 투과 단결정 기관

13: 제1 전극층

18: 제2 전극층

31: 베이스 기관

32: 절연층

33: 단결정층

34: 지그

35: KOH

36: HF

37: 소자층

40: 기관

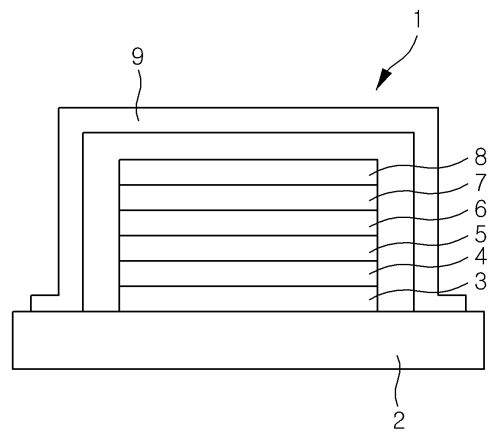
41: 하부 플레이트

42: 상부 플레이트

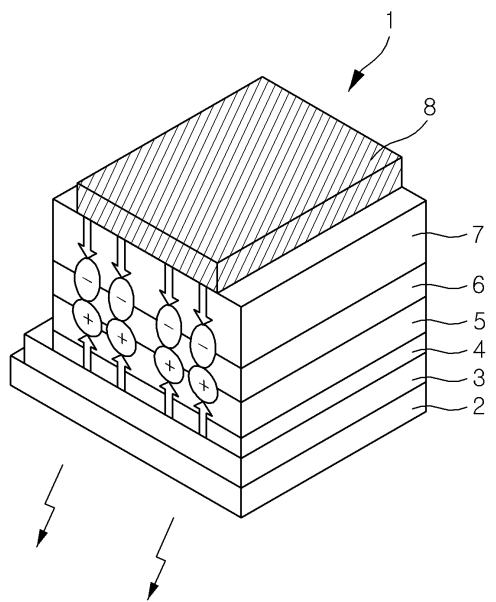
45: 히터

도면

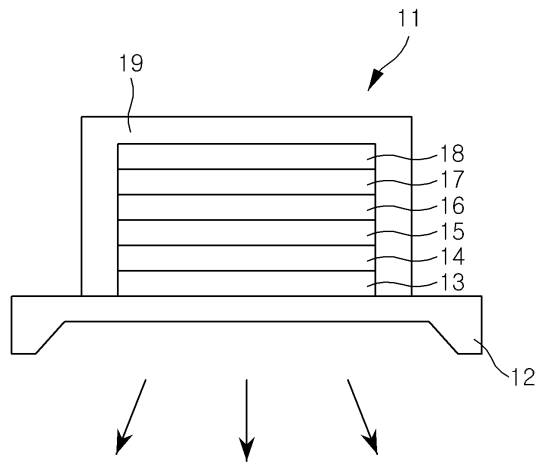
도면1



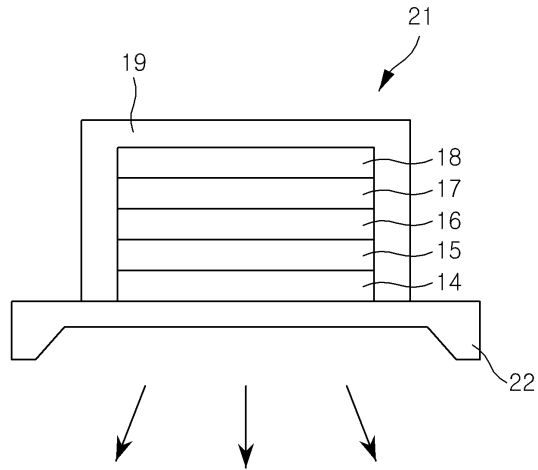
도면2



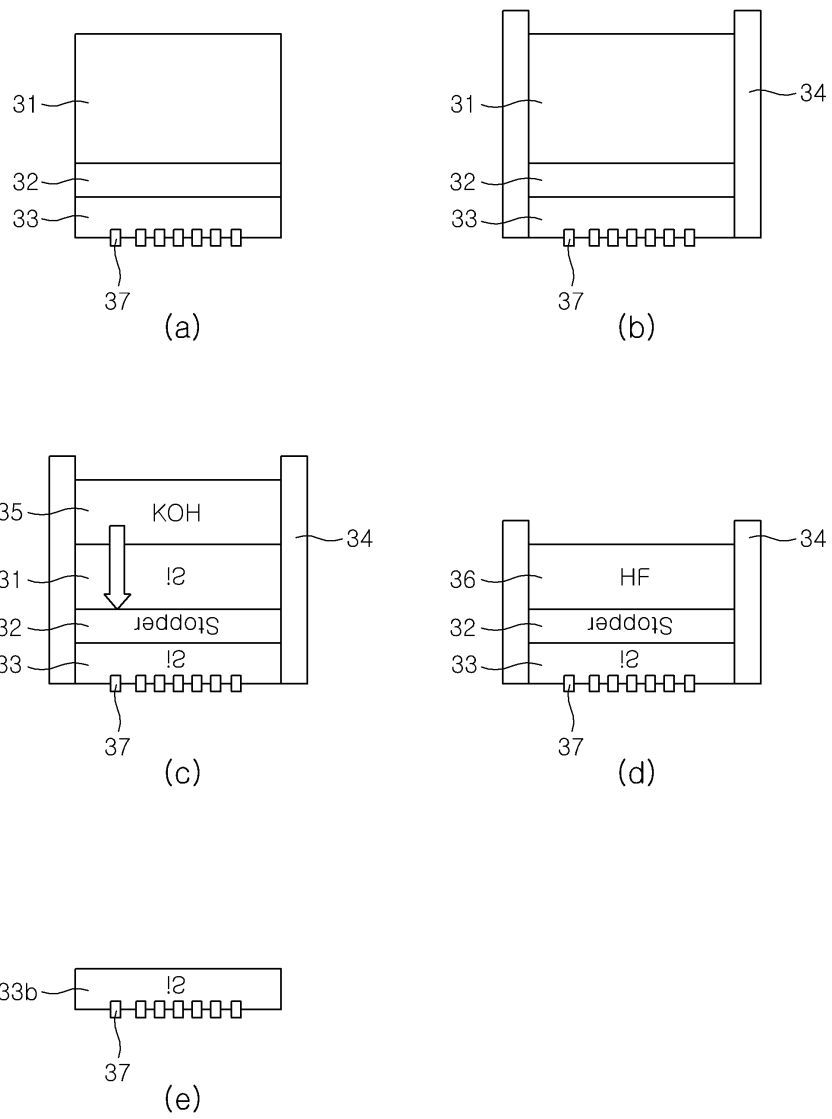
도면3



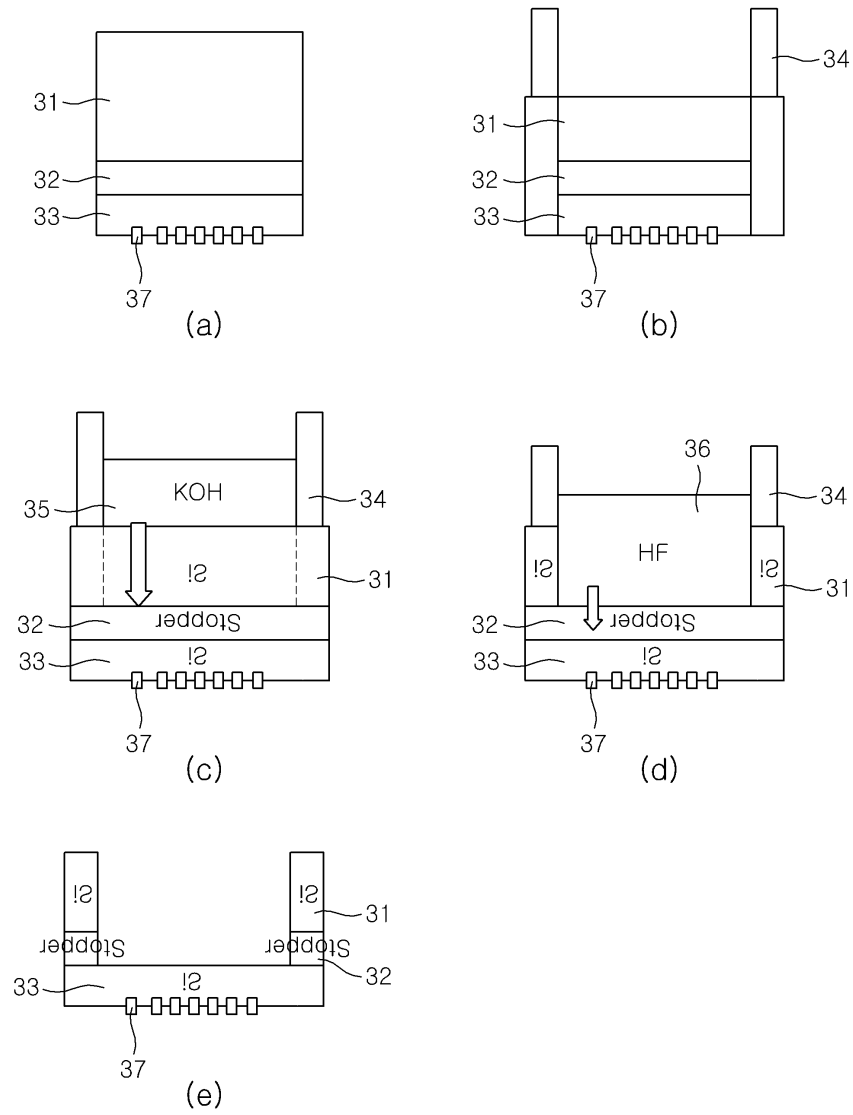
도면4



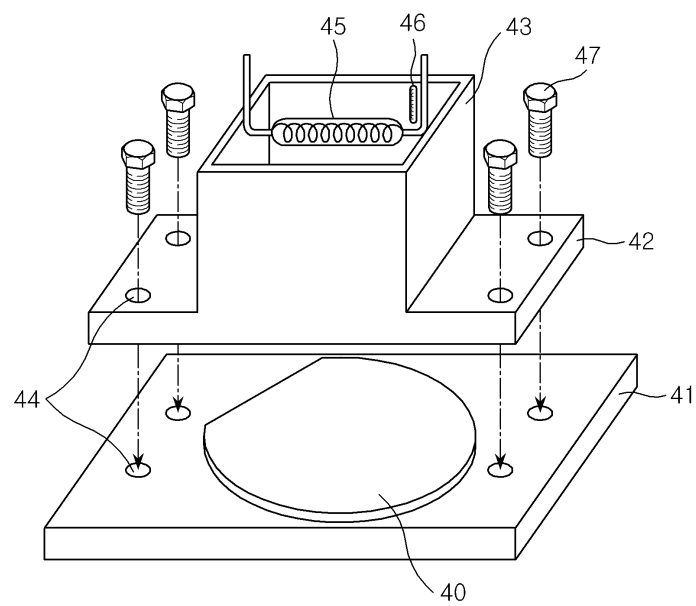
도면5



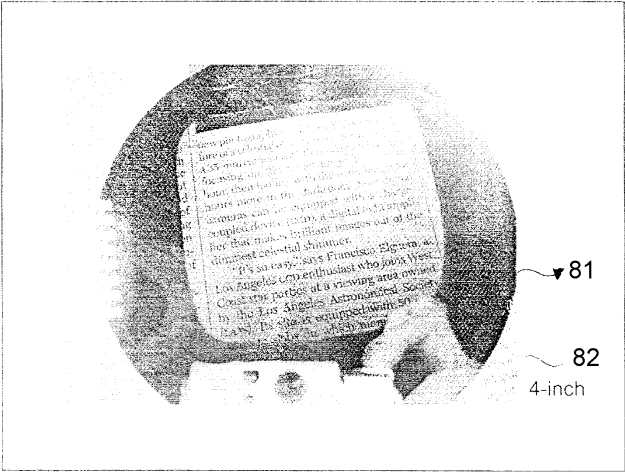
도면6



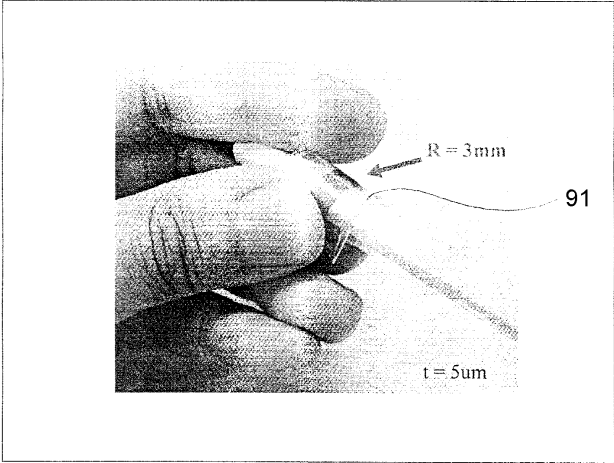
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	有机EL显示器及其制造方法		
公开(公告)号	KR100691310B1	公开(公告)日	2007-03-12
申请号	KR1020040023431	申请日	2004-04-06
[标]申请(专利权)人(译)	PARK JEA GUN 박재근		
申请(专利权)人(译)	박재근		
当前申请(专利权)人(译)	박재근		
[标]发明人	PARK JEA GUN 박재근 LEE GONSUB 이곤섭		
发明人	박재근 이곤섭		
IPC分类号	H05B33/22		
CPC分类号	E05D5/02 E05D5/0246 E05Y2600/51		
代理人(译)	NAM , SEUNG HEE		
其他公开文献	KR1020050098114A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明使用与其相关的半导体单晶衬底制造高分辨率（高分辨率）的有机EL显示器。即，本发明涉及上述基板是被称为单晶基板的有机EL显示器，其具有柔性并且透光有机电致发光二极管，并且保护层焊接有机电致发光二极管中描述的有机电致发光二极管。上述内容包括形成在基板和有机电子发光层上的第一电极和第二电极。此外，本发明涉及上述基板，其特征在于，所述有机电子显示器被称为单晶基板，其具有柔性并且透光有机电致发光二极管，以及保护有机电致发光二极管的有机电致发光二极管。以上包括有机电子发光层和有机电子发光层电极形成在基板上。此外，本发明涉及有机EL显示器的制造方法，并且包括制备穿透光的单晶衬底的步骤，其具有柔性，制备其形成的有机电致发光二极管的步骤，以及形成该有机电致发光二极管的步骤。保护层焊接有机电致发光二极管。此外，本发明涉及有机EL显示器的制造方法，并包括制备有机电致发光二极管的步骤，该有机电致发光二极管形成由基底，绝缘层和单晶层组成的SOI衬底，形成步骤焊接有机电致发光二极管的保护层，以及利用透光的单晶板制造的步骤是柔性的。光传输单晶衬底，纳米SOI，蚀刻，有机EL显示器，有机发光层，灵活性。

