



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년11월17일
(11) 등록번호 10-0869125
(24) 등록일자 2008년11월11일

(51) Int. Cl.

H05B 33/22 (2006.01) H05B 33/26 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0055611

(22) 출원일자 2007년06월07일

심사청구일자 2007년06월07일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060057771 A

KR1020040056661 A

KR1020050111994 A

JP2002313582 A

(73) 특허권자

주식회사 나모텍

경기도 고양시 일산구 백석동 1141-2 유니테크빌
514

(72) 발명자

황장환

경기도 고양시 일산동구 식사동 910번지 14동 7반
은행마을 2차 동문 굿모닝힐아파트 207동 901호

공무원

서울 양천구 신월6동 1002-14번지 301호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

문춘오, 오위환

전체 청구항 수 : 총 13 항

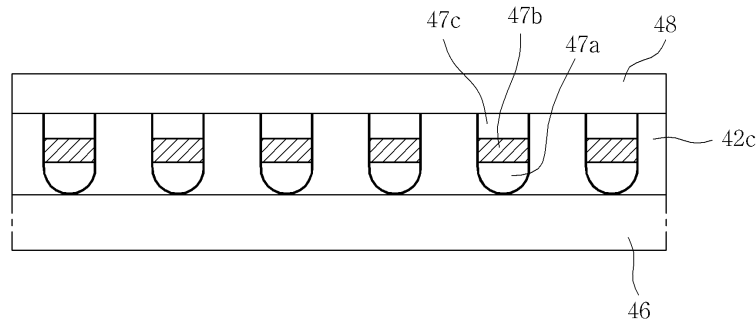
심사관 : 추장희

(54) 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 ITO 글래스 기판상에 유기 발광층을 갖는 탄소 나노 튜브를 형성하는 것에 의해 광효율 및 사용 수명 특성을 향상시킨 고휘도 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법에 관한 것으로, 그 구성은 ITO 글래스 기판; 상기 ITO 글래스 기판과 합착되고, 절연층에 의해 분리되는 탄소 나노 튜브들을 갖는 AAO/CNT층; 상기 AAO/CNT층의 탄소 나노 튜브들내에 형성되는 유기 발광층; 상기 유기 발광층에 연결되어 AAO/CNT층 상에 형성되는 알루미늄 전극층;을 포함한다.

대표도 - 도4g



(72) 발명자

박정운

경기 부천시 오정구 원종2동 151-33번지 금강빌라
나동 201호

황선욱

서울 은평구 불광2동 199-5호

강원일

경기 고양시 일산서구 주엽동 46번지 강선마을 70
4동 1401호

김영관

서울 서초구 반포본동 99동 402호

서지훈

서울 성북구 길음2동 신안파크아파트 2동 201호

특허청구의 범위

청구항 1

ITO 글래스 기판;

상기 ITO 글래스 기판과 합착되고, 절연층에 의해 분리되는 탄소 나노 튜브들을 갖는 AAO/CNT층;

상기 AAO/CNT층의 탄소 나노 튜브들내에 형성되는 유기 발광층;

상기 유기 발광층에 연결되어 AAO/CNT층 상에 형성되는 알루미늄 전극층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 탄소 나노 튜브들 내에 형성되는 유기 발광층은,

전극들 사이에 유기 발광을 위하여 발광층(EML)을 구비하고, 상기 발광층(EML)이,

정공 유입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 여기 블록층(EBL), 전자 수송층(ETL), 전자 유입층(EIL)들 중에서 선택된 층들과 조합되어 적층되는 구조인 것을 특징으로 하는 도핑된 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 유기 발광층은 탄소 나노 튜브에 의해 수분이 차단되도록 밀봉되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자.

청구항 4

제 1 항에 있어서, ITO 글래스 기판의 ITO 전극층은 OLED의 캐소드 전극으로 사용되고, 알루미늄 전극층은 애노드 전극층으로 사용되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자.

청구항 5

실리콘 기판상에 알루미늄층을 형성하고 양극 산화시켜 공극들을 갖는 AAO층을 형성하는 단계;

상기 공극들 내에 탄소 나노 튜브(CNT)를 성장시켜 AAO/CNT층을 형성하는 단계;

상기 실리콘 기판과 AAO/CNT층을 분리하고, 분리된 AAO/CNT층을 ITO 글래스 기판과 합착하는 단계;

상기 CNT 내부에 유기 발광층을 형성하고 알루미늄 전극층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, Al_2O_3 로 이루어진 공극 베리어층에 의해 분리되는 공극들을 갖는 AAO층을 형성하기 이전에,

알루미늄층의 표면 상태를 개선하기 위한 전해 연마(electro-polishing) 및 세정(degreasing)공정을 적용하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서, 탄소 나노 튜브들을 형성하기 위하여,

AAO층 자체를 이용하여 탄소 나노 튜브를 합성하는 방법 또는 별도의 금속 촉매를 사용하여 합성하는 방법의 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 금속 촉매를 사용하여 합성하는 방법으로 탄소 나노 튜브를 합성하는 경우에는,

AAO층의 공극들 내에 촉매 금속으로 Ni, Fe, Co, Y 의 어느 하나 또는 이들의 합금을 증착하여 사용하는 것을 특

정으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 9

제 5 항에 있어서, 실리콘 기판과 AAO/CNT층을 분리하는 단계에서,

식각 공정으로 AAO/CNT층을 일부 식각하여 탄소 나노 튜브의 일부를 노출시키는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서, AAO/CNT층을 일부 식각하는 단계에서,

탄소 나노 튜브들의 성장 공정후에 잔류하는 촉매 금속들 및 AAO층의 하부 알루미늄층이 제거되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 11

제 5 항에 있어서, 상기 탄소 나노 튜브들 내에 형성되는 유기 발광층은,

전극들 사이에 유기 발광을 위하여 발광층(EML)을 구비하고, 상기 발광층(EML)이,

정공 유입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 여기 블록층(EBL), 전자 수송층(ETL), 전자 유입층(EIL)들 중에서 선택된 층들과 조합되어 적층되는 구조인 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 12

제 5 항에 있어서, 유기 발광층은 탄소 나노 튜브에 의해 수분이 차단되도록 밀봉되는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 13

제 5 항에 있어서, 탄소 나노 튜브는,

단중벽 탄소나노튜브(Single-walled Carbon Nanotube;SWNT) 또는 이중벽 탄소 나노 튜브(Double-walled Carbon Nanotube;DWNT 또는 다중벽 탄소나노튜브(Multi-walled Carbon Nanotube;MWNT)를 사용하는 것을 특징으로 하는 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <14> 본 발명은 유기 발광 디스플레이 소자에 관한 것으로, 구체적으로 ITO(Indium Tin Oxide) 글래스 기판상에 유기 발광층을 갖는 탄소 나노 튜브를 형성하는 것에 의해 광효율을 향상시키고 수분 침투 및 가스 침투를 억제하여 사용 수명 특성이 향상시킨 고효소 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.
- <15> 정보화사회에서 표시장치(Display Device)는 시각정보 전달매체로서 그 중요성이 한층 강조되고 있으며, 향후 중요한 위치를 선점하기 위해서는 저소비전력화, 박형화, 경량화, 고화질화 등의 요건을 충족시킬 것이 요구되고 있다.
- <16> 이러한 표시장치로서 액정표시장치(LCD), 플라즈마 표시장치(PDP), 유기발광다이오드(OLED; Organic Light Emitting Diodes) 등이 개발되어 사용되고 있다.
- <17> 현재 디스플레이 장치로써 높은 휘도, 색재현성, 광시야각, 저소비전력 및 RC 지연 특성이 최소화할 수 있는 표시장치로는 수mm 이하로 얇게 만들 수 있는 유기발광다이오드(OLED; Organic Light Emitting Diodes)가 주목받고 있다.
- <18> 이하, 첨부된 도면을 참고하여 OLED의 일반적인 구조 및 동작 원리에 대하여 설명한다.

- <19> 도 1은 유기 발광 디스플레이 소자의 기본 구조를 나타낸 구성도이고, 도 2는 유기 발광 디스플레이 소자의 동작 원리를 나타낸 구성도이다.
- <20> 기본 구조는 음극(cathode)(1)과 양극(anode)(3), 그리고 발광을 위한 유기층(2)으로 이루어지며, 유기층(2)은 전자 주입층(Electron Injection Layer: EIL)과 전송층(Electron Transport Layer: ETL), 정공 주입층(Hole Injection Layer: HIL), 전송층(Hole Transport Layer: HTL), 그리고 전자-정공 재결합에 의한 발광층(Emission Layer: EML)로 구성된다
- <21> 여기서, 유기층(2)은 도 1에서와 같이 한정되지 않고 단일 구조 또는 이중 구조 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.
- <22> 이와 같은 구조를 갖는 OLED는 도 2에서와 같이, 전극으로부터 전자와 정공이 각각 유기 반도체층의 전도대와 가전자대로 주입되고, 주입된 전자와 정공은 내부로 확산되어 재결합되며, 이 과정을 통하여 광이 발생하게 된다.
- <23> 이와 같은 OLED는 영상 디스플레이 분야의 급격한 발전에 따라 고화소, 제조 공정의 용이성, 박형화, 플렉서블 특성 등이 요구되고 있다.
- <24> 그러나 종래 기술의 OLED의 구조 및 제조 공정은 형성 재료의 한계 및 제조 공정 기술의 한계에 의해 다음과 같은 문제가 있다.
- <25> 첫째, 소자의 고집적화 및 정밀화에 대한 요구가 더해지고 있는데 반하여 마스크를 이용한 제조 공정의 한계로 인하여 미세 패턴을 보다 정확하게 구현하는 것이 어렵다.
- <26> 둘째, 마스크를 이용한 제조 공정으로 인하여 공정의 단순화가 어려워 제조 비용 및 공정 시간의 감소에 어려움이 있고 수율 향상의 어려움이 있다.
- <27> 셋째, 글래스 기판상에 전극층을 형성하여 사용하기 때문에 글래스층에 의한 내부전반사에 의한 광효율 저하 문제가 있다.
- <28> 넷째, 수분의 침투에 의한 유기발광층의 수명이 짧아지는 문제로 인해, 밀봉 (Encapsulation) 공정이 필요하게 된다.
- <29> 그리고 이상에서와 같은 문제를 해결하기 위하여 탄소 나노 튜브를 사용한 OLED의 제조 방법이 개시되고 있는데, 소자의 공정 재현성, 안정성 등의 특성을 높이기 위해서는 ITO 물질층의 추가 증착이 아니라, ITO 글래스 기판상에 탄소 나노 튜브를 형성하는 것이 필요하다.
- <30> 그러나 ITO 글래스 기판의 경우에는 CNT를 형성하기 위한 가스 또는 용매와 반응을 하지 않아 CNT를 직접 형성하는 것이 어렵다.
- <31> 따라서, 단순화된 공정으로 ITO 글래스 기판상에 유기 발광층을 갖는 탄소 나노튜브를 형성하여 고화소의 유기 발광 디스플레이 소자를 제조하는 기술이 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <32> 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 OLED의 구조 및 제조 공정의 문제를 해결하기 위한 것으로, ITO(Indium Tin Oxide) 글래스 기판상에 유기 발광층을 갖는 탄소 나노 튜브를 형성하는 것에 의해 광효율을 향상시키고 수분 침투 및 가스 침투를 억제하여 사용 수명 특성이 향상시킨 고화소 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- <33> 또한, 마스크 제조 공정 및 마스크를 이용한 소자 제조 공정을 스킵하여 제조 공정을 단순화하고, 밀도 및 크기의 정밀한 제어가 가능한 탄소 나노 튜브의 설계 제어 방법을 제공하기 위한 것이다.
- <34> 또한, 이들 기술을 이용한 나노미터 크기의 극미세 영역에서 새로운 물리현상과 향상된 물질특성을 나타내는 탄소 나노 튜브를 이용한 새로운 형태의 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <35> 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자는 ITO 글래스 기판;상기 ITO 글래스

스 기판과 합착되고, 절연층에 의해 분리되는 탄소 나노 튜브들을 갖는 AAO/CNT층;상기 AAO/CNT층의 탄소 나노 튜브들내에 형성되는 유기 발광층;상기 유기 발광층에 연결되어 AAO/CNT층 상에 형성되는 알루미늄 전극층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <36> 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법은 실리콘 기판상에 알루미늄층을 형성하고 양극 산화시켜 공극들을 갖는 AAO층을 형성하는 단계;상기 공극들 내에 탄소 나노 튜브(CNT)를 성장시켜 CNT/AAO층을 형성하는 단계;상기 실리콘 기판과 CNT/AAO층을 분리하고, 분리된 CNT/AAO층을 ITO 글래스 기판과 합착하는 단계;상기 CNT 내부에 유기 발광층을 형성하고 알루미늄 전극층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <37> 이하, 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법의 바람직한 실시예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <38> 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.
- <39> 도 3은 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정 순서를 나타낸 플로우 차트이다.
- <40> 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자는 탄소 나노 튜브를 ITO 글래스 기판상에 위치시키고, 상기 탄소 나노 튜브들 내에 전자 정공 재결합에 의한 발광을 위한 유기 발광 층들을 적층 형성한 것이다.
- <41> 그 구성은 도 4g에서와 같이, ITO 글래스 기판(46)과, 상기 ITO 글래스 기판(46)과 합착되고, 절연층에 의해 분리되는 탄소 나노 튜브(45)들을 갖는 AAO/CNT층(42b)과, 상기 AAO/CNT층(42b)의 탄소 나노 튜브(45)들내에 형성되는 유기 발광층(47a)(47b)(47c)과, 상기 유기 발광층(47a)(47b)(47c)에 연결되어 AAO/CNT층(42b) 상에 형성되는 알루미늄 전극층(48)을 포함하고 구성된다.
- <42> 이와 같은 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정은 실리콘 기판상에 공극 형성용 물질층, 예를 들면 알루미늄층을 형성하고 양극 산화시켜 공극들을 갖는 양극 산화 알루미늄(AAO;Anodic Aluminum Oxide)층을 형성하는 공정과, 상기 공극들 내에 탄소 나노 튜브(CNT;Carbon Nano Tube)를 성장시키고 실리콘 기판과 CNT/AAO층을 분리하는 공정과, 분리된 CNT/AAO층을 ITO 글래스 기판과 합착하고 CNT 내부에 유기 발광층을 형성하고 알루미늄 전극층을 형성하는 공정으로 이루어진다.
- <43> 이와 같이 실리콘 기판상에서 CNT/AAO를 형성한 후에 분리 단계를 거쳐 ITO 글래스 기판과 CNT/AAO층을 합착하여 유기 발광 디스플레이 소자를 형성하는 것은 ITO 글래스 기판이 다른 가스 또는 용매와 반응하지 않기 때문에 직접 CNT를 성장시킬 수 없는 문제를 해결하기 위한 것이다.
- <44> 본 발명에 사용되는 AAO층은 양극 산화된 알루미늄 표면에 규칙적으로 배열된 나노미터크기(10 ~ 100nm)의 공극(pore)들이 형성되는 것을 말한다.
- <45> 따라서, 본 발명에서는 이와 같은 AAO층의 공극들을 탄소 나노 튜브의 크기나 밀도 제어 그리고 탄소 나노 튜브의 직진 성장성을 확보하기 위하여 사용한다.
- <46> 나노 물질 중에서 큰 기대를 모으고 있는 탄소나노튜브는 아직도 탄소나노튜브의 크기나 밀도를 정밀하게 조절하는 것이 어렵다. 따라서 AAO층의 공극들을 이용하여 탄소나노튜브를 합성하게 되면 공극의 직경과 배열을 따라서 탄소나노튜브의 크기를 다양하게 조절할 수 있다.
- <47> 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자는 다음과 같은 공정에 의해 형성된다.
- <48> 도 3에서와 같이, 실리콘 기판상에 공극 형성용 물질층, 예를 들면 알루미늄층을 형성한다.(S301)
- <49> 그리고 상기 알루미늄층을 양극 산화시켜 양극 산화 알루미늄(AAO;Anodic Aluminum Oxide) 공극들을 형성한다.(S302)
- <50> 상기 공극들 내에 탄소 나노 튜브(CNT;Carbon Nano Tube)를 성장시키고(S303), 실리콘 기판과 CNT/AAO층을 분리한다.(S304)
- <51> 여기서, 각각의 탄소 나노 튜브(CNT)들은 서브 픽셀 단위가 되고, 각각의 서브 픽셀들은 CNT/AAO층의 공극 배리어층에 의해 격리된다.
- <52> 그리고 분리된 CNT/AAO층을 ITO 글래스 기판과 합착하고(S305), CNT 내부에 유기 발광층을 형성한다.(S306)

- <53> ITO 글래스 기판상에 위치한 CNT 내부에 유기 발광층을 증착 한 이후에 애노드전극으로 사용하기 위한 알루미늄 전극층을 형성한다.(S307)
- <54> ITO 글래스 기판의 ITO 전극층은 OLED의 캐소드 전극으로 사용되고, 알루미늄 전극층은 애노드 전극층으로 사용된다.
- <55> 이하에서 구체적으로 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정을 설명한다.
- <56> 도 4a내지 도 4g는 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조를 위한 공정 단면도이고, 도 5a와 도 5b는 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정시의 AAO 공극들의 구성도이다.
- <57> 도 4a에서와 같이, 실리콘 기판(41)상에 알루미늄층(42)을 증착하고, 도 4b에서와 같이 양극 산화 공정(anodization)을 진행하여 Al_2O_3 로 이루어진 공극 베리어층에 의해 분리되는 공극들을 갖는 AAO층(42a)을 형성한다.
- <58> 여기서, 양극 산화 공정을 진행하기 이전에 기판의 표면 상태를 개선하기 위한 전해 연마(electro-polishing) 및 세정(degreasing)공정을 적용하는 것이 바람직하다.
- <59> 양극 산화의 속도보다 식각의 속도가 더 빠르게 되면 알루미늄의 표면을 연마하는 효과를 가져오는데, 이러한 현상을 전해 연마(electro-polishing)라고 하며 이는 알루미늄의 식각이 등전위선(equi-potential line)과 수직으로 진행되므로 평탄화된 표면으로부터 출발하여 양극 산화를 진행하여야만 공극들의 형성 방향이 균일해지기 때문이다.
- <60> 이와 같은 양극 산화 공정을 1차 양극 산화, 예칭, 2차 양극 산화 공정으로 진행할 수 있다.
- <61> 이와 같이 1,2차 양극 산화 공정을 진행하는 이유는 다음과 같다.
- <62> 양극 산화의 초기에는 알루미늄의 표면에 수직으로 공극들이 형성되기는 하지만, 공극들의 배열이 불규칙한 특성을 보인다. 그러나 알루미늄이 알루미늄으로 변하면서 부피가 증가함에 따른 스트레스로 인하여, 시간이 지나면서 이 공극들이 스트레스를 최소화할 수 있는 형태의 배열로 자기정렬(self-ordering)에 의해 정렬된다.
- <63> 따라서, 2차 양극 산화에 의해 주어진 공간을 가장 효율적으로 사용할 수 있는 배열이 육방밀집충전(hexagonal close-packing) 구조이므로, 공극들은 육각형으로 균일하게 배열된다.
- <64> 이와 같이 규칙적으로 배열된 공극들을 형성한 이후에 공극의 깊이와 간격을 처음처럼 유지하면 공극의 직경만 크게 하기 위한 공극 확장(pore widening) 공정을 진행할 수도 있다.
- <65> 이와 같은 공정으로 형성된 공극들을 갖는 양극 산화 알루미늄(AAO) 구성은 도 5a와 도 5b에서와 같다.
- <66> 이와 같이 형성된 양극 산화 알루미늄를 이용하여 탄소 나노 튜브 합성 공정 및 OLED 형성 공정을 다음과 같이 진행한다.
- <67> 탄소 나노 튜브는 형태에 따라서 단중벽 탄소나노튜브(Single-walled Carbon Nanotube;SWNT), 단중벽 나노 튜브가 여러 겹으로 겹쳐져 있는 다중벽 탄소나노튜브(Multi-walled Carbon Nanotube;MWNT), 다발형 나노튜브(Nanotube Rope)로 구분할 수 있는데, 본 발명에 따른 OLED 형성 공정은 단중벽 탄소나노튜브(Single-walled Carbon Nanotube;SWNT) 또는 이중벽 탄소 나노 튜브(Double-walled Carbon Nanotube;DWNT 또는 다중벽 탄소나노튜브(Multi-walled Carbon Nanotube;MWNT)를 사용하여 형성한다.
- <68> 양극 산화 알루미늄를 이용하여 탄소 나노 튜브를 합성하는 방법은 촉매를 사용하여 합성하는 방법과 촉매를 사용하지 않고 합성하는 방법으로 나눌 수 있다.
- <69> 먼저, 금속 촉매를 사용하지 않고 탄소 나노튜브를 합성하는 경우에는 양극산화 알루미늄층이 그 자체로서 촉매 작용을 하며, 탄소가 양극산화 알루미늄 공극의 벽면에 균일하게 증착되는 과정을 통하여 탄소 나노 튜브가 형성된다.
- <70> 이렇게 형성된 탄소 나노 튜브는 일반적으로 결정도가 낮으며, 양극산화 알루미늄 공극의 내부에만 존재한다. 따라서, 결정도를 높이기 위해서는 고온에서 합성을 하거나, 합성하는 과정에서 반응기체에 과량의 수소를 포함시키거나, 또는 합성 후에 불활성(inert) 분위기에서 고온으로 열처리를 해주어야 한다.
- <71> 반면에, 금속 촉매를 사용하여 탄소 나노 튜브를 합성하는 경우에는 이와 다른 양상을 보이는데, 일반적으로 금속 촉매로는 코발트, 니켈 및 철 등의 전이금속을 사용하며, 전기도금(electrodeposition) 방법을 이용하여 양

극산화 알루미늄 나노 템플레이트의 기공 밑바닥에 금속 촉매를 도금한다.

- <72> 탄소 나노 튜브의 성장 메카니즘으로는 tip growth와 root growth등이 사용된다. root growth 메카니즘의 경우, 금속 촉매로부터 성장하는 탄소 나노 튜브가 금속 촉매로의 반응기체의 확산을 방해하여 나노 튜브의 성장이 원활하지 않으므로, 금속 촉매를 사용하여 탄소 나노 튜브를 합성하는 경우에는 tip growth 메카니즘을 주로 이용한다.
- <73> 본 발명의 실시예에서는 금속 촉매를 사용하여 탄소 나노 튜브를 합성하는 방법을 일례로 설명한다.
- <74> 도 4c에서와 같이, Ni, Fe, Co, Y 의 어느 하나 또는 이들의 합금을 촉매 금속(44)으로 사용하기 위하여 실리콘 기판(41)상의 AAO층(42a)의 공극(43)들 내에 증착한다.
- <75> 여기서, 촉매 금속(44)은 공극들(43)내의 하부 영역에 위치된다.
- <76> 그리고 도 4d에서와 같이, 공극들(43)내에 촉매 금속(44)이 증착된 상태에서 NH_3 가스를 30sccm 5분간 먼저 주입하고, C_2H_2 가스를 30sccm으로 NH_3 가스를 동시에 20분간 주입하여 탄소 나노 튜브(45)를 성장시켜 AAO/CNT층(42b)을 형성한다.
- <77> 여기서, 탄소 나노 튜브(45)의 형성 높이는 AAO층(42a)의 두께와 반드시 동일하게 형성되는 것이 아니고, 탄소 나노 튜브의 직선 형태를 확보할 수 있는 높이까지 형성하여 사용된다.
- <78> 탄소 나노 튜브(45)의 형성 높이(h)는 $300\text{\AA} \sim 2500\text{\AA}$ 이 바람직하다.
- <79> 이어, 도 4e에서와 같이, 탄소 나노 튜브(45)가 형성된 AAO/CNT층(42b)을 분리한다.
- <80> 여기서, 탄소 나노 튜브(45)의 일단이 노출되도록 AAO/CNT층(42b)의 일부를 에칭 공정으로 제거할 수 있다.
- <81> 탄소 나노 튜브(45) 성장 공정에 사용되고 잔류되는 촉매 금속(44)은 탄소 나노 튜브(45)의 일단이 노출되도록 에칭하는 공정정시에 잔류 알루미늄층과 동시에 제거된다.
- <82> 그리고 도 4f에서와 같이, 탄소 나노 튜브(45)의 일단이 노출된 AAO/CNT층(42b)을 ITO 글래스 기판(46)과 합착하고, 상기 일단이 노출된 탄소 나노 튜브(45)의 내부에 유기 발광층(47a)(47b)(47c)을 순서대로 증착하여, ITO 글래스 기판(46)과 합착된 CNT/OLED층(42c)을 형성한다.
- <83> 이어, 도 4g에서와 같이, 탄소 나노 튜브(45)의 내부에 유기 발광층(47a)(47b)(47c)이 형성된 상태에서 알루미늄 전극층(48)을 형성한다.
- <84> 알루미늄뿐만 아니라, Ag, Au 등의 금속을 증착하여 전극층을 형성하는 것도 가능하다.
- <85> 여기서, 탄소 나노 튜브에 적층되는 유기 발광층은 다음과 같은 여러 가지 형태가 될 수 있음은 당연하다.
- <86> 예를 들어, 전극들 사이에 유기 발광을 위하여 정공 수송층(Hole Transport Layer;HTL), 발광층(Emission Layer:EML)이 적층된 형태로써 이와 같은 형태가 상기에서 설명한 탄소 나노 튜브의 내부에 증착 형성될 수 있다.
- <87> 그리고 전극들 사이에 유기 발광을 위하여 발광층(Emission Layer:EML)이 형성되는 것으로 이와 같은 형태가 상기에서 설명한 탄소 나노 튜브의 내부에 증착 형성될 수 있다.
- <88> 그리고 전극들 사이에 유기 발광을 위하여 정공 유입층(Hole Injection Layer:HIL), 발광층(Emission Layer:EML), 전자 수송층(Electron Transport Layer;ETL)이 적층된 형태로써 이와 같은 형태가 상기에서 설명한 탄소 나노 튜브의 내부에 증착 형성될 수 있다.
- <89> 그리고 전극들 사이에 유기 발광을 위하여 정공 수송층(Hole Transport Layer;HTL), 발광층(Emission Layer:EML), 여기 블록층(Exciton Block Layer;EBL), 전자 수송층(Electron Transport Layer;ETL), 전자 유입층(Electron Injection Layer;EIL)이 적층된 형태로써 이와 같은 형태가 상기에서 설명한 탄소 나노 튜브의 내부에 증착 형성될 수 있다.
- <90> 그리고 전극들 사이에 유기 발광을 위하여 정공 유입층(Hole Injection Layer:HIL), 정공 수송층(Hole Transport Layer;HTL), 발광층(Emission Layer:EML), 여기 블록층(Exciton Block Layer;EBL), 발광층(Emission Layer:EML), 전자 수송층(Electron Transport Layer;ETL), 전자 유입층(Electron Injection Layer;EIL)이 적층된 형태로써 이와 같은 형태가 상기에서 설명한 탄소 나노 튜브의 내부에 증착 형성될 수 있다.

- <91> 물론, 이와 같은 적층 형태가 아니고 다른 형태로 제작될 수 있음은 당연하다.
- <92> 이하에서 탄소 나노 튜브들의 상부에 CNT 전극층이 형성된 상태의 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 기본 구조 및 탄소 나노 튜브들내에 형성되는 유기 발광층의 적층 구조 및 형성 방법에 관하여 설명한다.
- <93> 도 6은 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 유기 발광층의 구성도이다.
- <94> 상기 탄소 나노 튜브들내에 형성되는 유기 발광층은 도 6에서와 같이, HTL-HIL-EML-EIL-ETL(도 6의 (1)), HTL-EML-ETL(도 6의 (2)), HTL-EML(도 6의 (3)), EML 단층 구조(도 6의 (4))와 같은 구조로 형성될 수 있다.
- <95> 물론, 유기 발광층을 상기한 실시예 이외에 다른 형태로 적층시킬 수 있음은 당연하다.
- <96> 이와 같은 유기 발광층을 탄소 나노 튜브내에 형성하는 공정은 물리 기상 증착법(Physical Vapor Deposition;PVD), 플라즈마 증가형 화학 기상 증착법(Plasma enhancement Chemical Vapor Deposition;PECVD), 화학 기상 증착법(Chemical Vapor Deposition;CVD), Langmuir-Brodgette(LB)법, LiTi법 등이 사용될 수 있다.
- <97> 본 발명은 실리콘 기판상에서 CNT/AAO를 형성한 후에 분리 단계를 거쳐 ITO 글래스 기판과 CNT/AAO층을 합착하여 유기 발광 디스플레이 소자를 형성하는 것에 의해 ITO 글래스 기판이 다른 가스 또는 용매와 반응하지 않기 때문에 직접 CNT를 성장시킬 수 없는 문제를 해결할 수 있다.
- <98> 본 발명은 탄소 나노 튜브의 높은 전계 방출 특성을 이용하여 저전류 구동이 가능한 OLED 제작이 가능하고, OLED 분자를 탄소 나노 튜브의 내부에 증착하여 하나의 탄소 나노 튜브에 OLED 소자를 형성하는 방법을 제공한다.
- <99> 이와 같은 공정에 의해 OLED의 미세크기 조절 가능하여 고밀도의 소자 집적을 이룰 수 있으며 저 전류 및 탄소 나노 튜브에 의한 밀봉으로 수증기와 산소의 영향을 줄일 수 있어 디스플레이 장치의 수명을 연장시킬 수 있다.
- <100> 따라서, 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정시에 탄소 나노 튜브를 이용한 단순화된 공정으로 광효율 및 사용 수명 특성이 향상된 고휘도 유기 발광 디스플레이 소자 및 그 제조 방법의 구현을 가능하게 한다.
- <101> 또한, 마스크 제조 공정 및 마스크를 이용한 소자 제조 공정을 스킵하여 제조 공정을 단순화하고, 밀도 및 크기의 정밀한 제어가 가능한 탄소 나노 튜브의 설계 제어 방법을 구현한다.
- <102> 그러므로 이들 기술을 이용한 나노미터 크기의 극미세 영역에서 새로운 물리현상과 향상된 물질 특성을 나타내는 탄소 나노 튜브를 이용한 새로운 형태의 유기 발광 디스플레이 소자의 제조를 가능하게 한다.
- <103> 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.
- <104> 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다.

발명의 효과

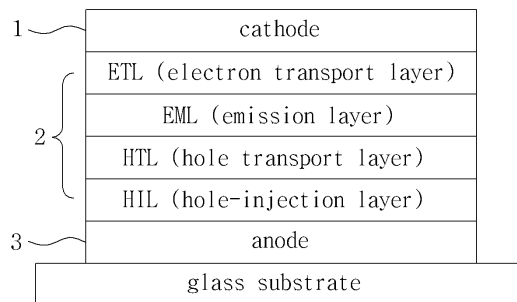
- <105> 이와 같은 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법은 다음과 같은 효과가 있다.
- <106> 첫째, 실리콘 기판상에서 CNT/AAO를 형성한 후에 분리 단계를 거쳐 ITO 글래스 기판과 CNT/AAO층을 합착하여 유기 발광 디스플레이 소자를 형성하는 것에 의해 ITO 글래스 기판이 다른 가스 또는 용매와 반응하지 않기 때문에 직접 CNT를 성장시킬 수 없는 문제를 해결할 수 있다.
- <107> 둘째, 탄소 나노 튜브의 높은 전계 방출 특성을 이용하여 저전류 구동이 가능한 OLED 제작이 가능하다.
- <108> 셋째, 마스크를 이용한 제조 공정을 스킵하여 공정을 단순화하고, 제조 비용 및 공정 시간의 감소를 가능하게 한다.
- <109> 넷째, 우수한 전계 방출 특성을 갖는 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조에 의해 소자의 광효율을 향상시키는 효과가 있다.
- <110> 다섯째, 탄소 나노 튜브가 갖는 수분침투억제 및 기체 차단 특성을 이용한 단순화된 공정으로 유기발광 디스플레이 소자(OLED)를 제조하여 광효율 및 사용 수명 특성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

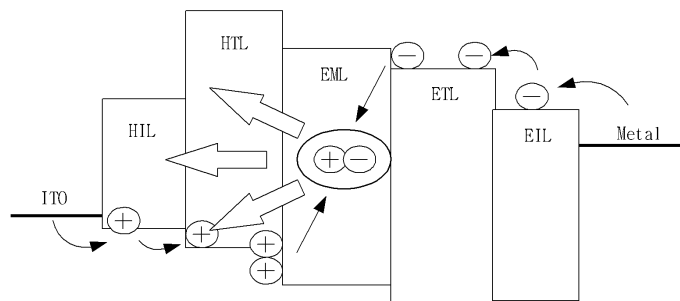
- | | | |
|------|---|-----------------------|
| <1> | 도 1은 유기 발광 디스플레이 소자의 기본 구조를 나타낸 구성도 | |
| <2> | 도 2는 유기 발광 디스플레이 소자의 동작 원리를 나타낸 구성도 | |
| <3> | 도 3은 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정 순서를 나타낸 플로우 차트 | |
| <4> | 도 4a내지 도 4g는 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조를 위한 공정 단면도 | |
| <5> | 도 5a와 도 5b는 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정시의 AAO 공극들의 구성도 | |
| <6> | 도 6은 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 유기 발광층의 구성도 | |
| <7> | 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 | |
| <8> | 41. 실리콘 기판 | 42. 알루미늄층 |
| <9> | 42a. AAO층 | 42b. AAO/CNT층 |
| <10> | 42c. CNT/OLED층 | 43. 공극 |
| <11> | 44. 촉매 금속 | 45. 탄소 나노 튜브 |
| <12> | 46. ITO 글래스 기판 | 47a. 47b. 47c. 유기 발광층 |
| <13> | 48. 알루미늄 전극층 | |

도면

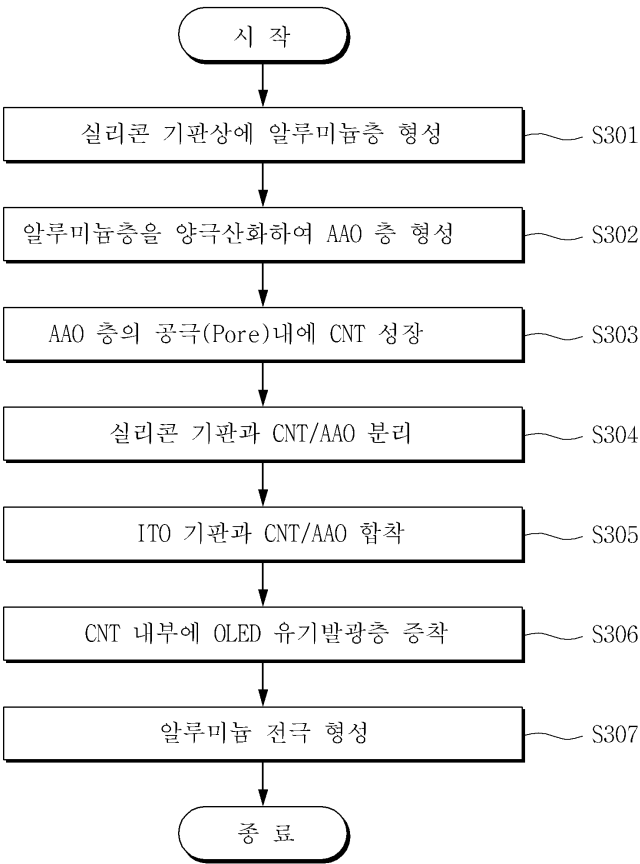
도면1



도면2



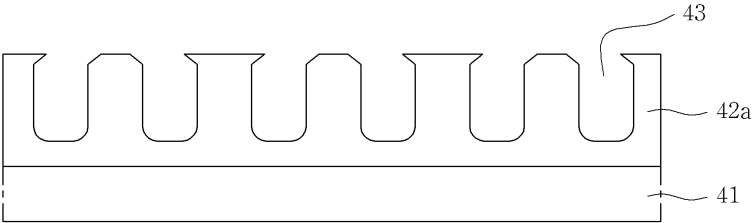
도면3



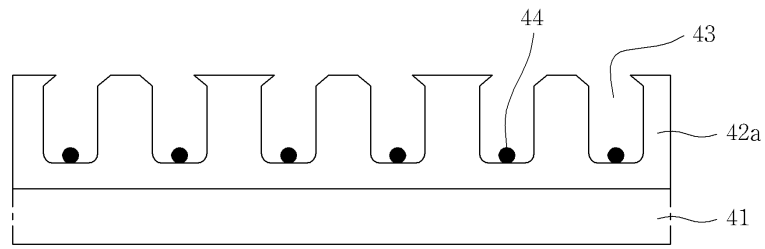
도면4a



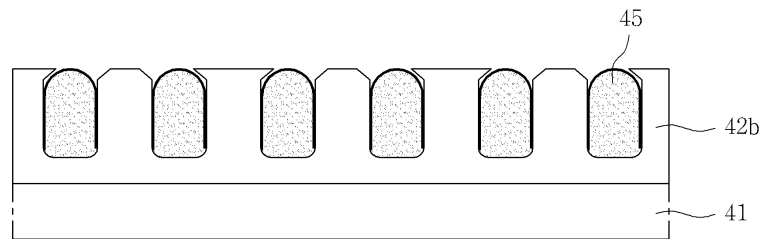
도면4b



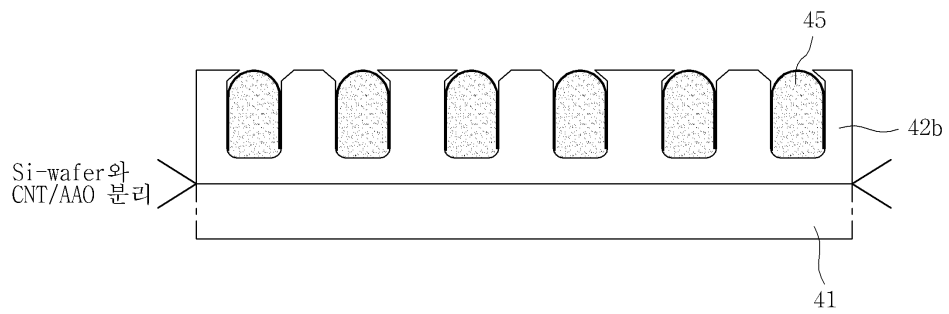
도면4c



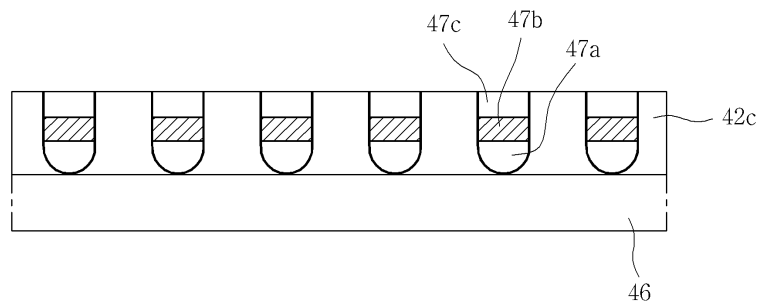
도면4d



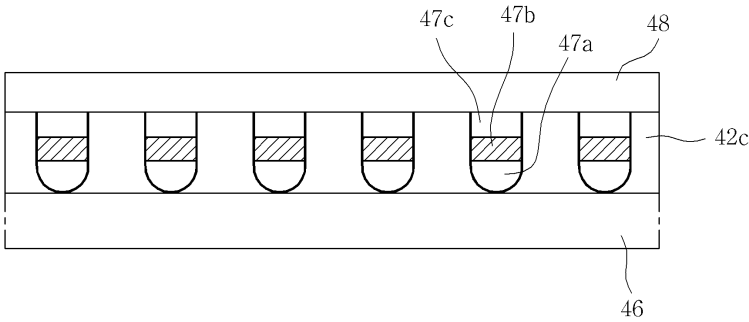
도면4e



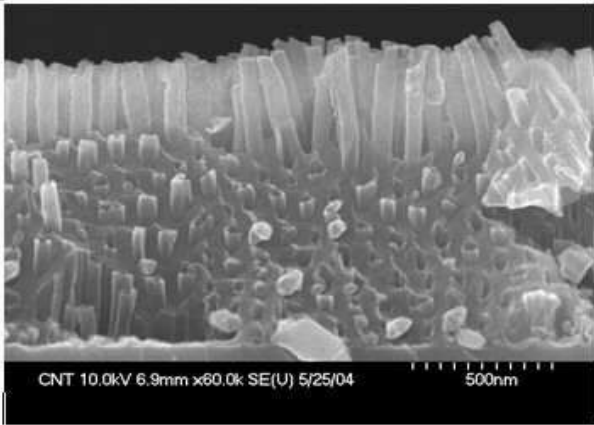
도면4f



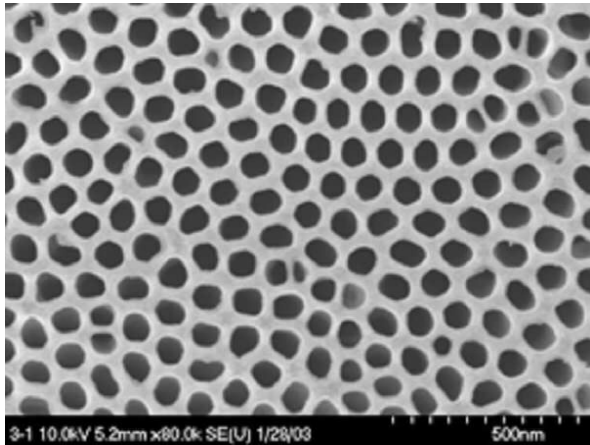
도면4g



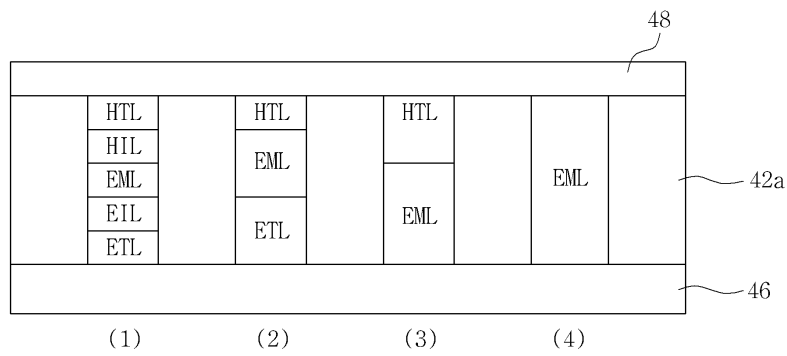
도면5a



도면5b



도면6



专利名称(译)	有机发光显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR100869125B1	公开(公告)日	2008-11-17
申请号	KR1020070055611	申请日	2007-06-07
[标]申请(专利权)人(译)	NAMOTEK		
申请(专利权)人(译)	주식회사나모텍		
当前申请(专利权)人(译)	주식회사나모텍		
[标]发明人	HWANG JANG HWAN 황장환 GONG DOO WON 공두원 PARK JUNG WOON 박정운 HWANG SEON WOOK 황선욱 KANG WON IL 강원일 KIM YOUNG KAWN 김영관 SEO JI HOON 서지훈		
发明人	황장환 공두원 박정운 황선욱 강원일 김영관 서지훈		
IPC分类号	H05B33/22 H05B33/26 H05B33/14 B82Y40/00		
CPC分类号	H01L51/5012 H01L51/5056 H01L51/5072 H01L51/5088 H01L51/5096 H01L51/5243 H01L51/56 H01L2924/12041		
代理人(译)	MOON , 推奴		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机电致发光显示装置及其制造方法通过在ITO (氧化铟锡) 玻璃基板上形成具有有机发光层的碳纳米管来提高光学效率。有机电致发光显示装置包括ITO玻璃基板 (46), AAO / CNT层, 有机发光层 (47a, 47b, 47c) 和铝电极层 (48)。AAO / CNT (阳极氧化铝/碳纳米管) 层附着在ITO玻璃基板上, 并具有被绝缘层分开的碳纳米管。有机发光层形成在AAO / CNT层的碳纳米管内。铝电极层连接到有机发光层并形成在AAO / CNT层上。

