



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년11월17일
(11) 등록번호 10-0868941
(24) 등록일자 2008년11월10일

(51) Int. Cl.

H05B 33/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0072827

(22) 출원일자 2007년07월20일

심사청구일자 2007년07월20일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050058525 A

KR1020050053708 A

KR1020000050787 A

KR1020000050788 A

(73) 특허권자

황장환

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

(72) 발명자

황장환

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

공무원

서울 양천구 신월6동 1002-14번지 301호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

문춘오, 오위환

전체 청구항 수 : 총 9 항

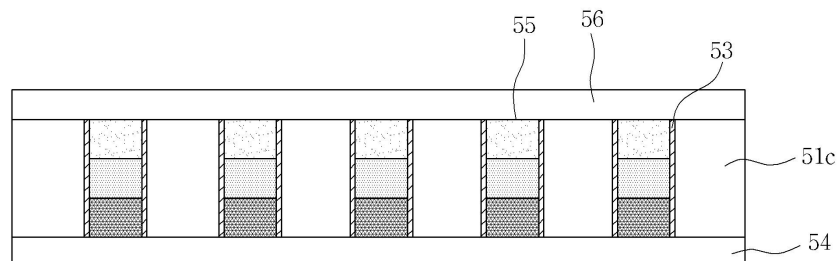
심사관 : 추장희

(54) 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이소자 및 그의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용하여 유기 발광층을 형성하는 것에 의해 광효율을 향상시킨 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법에 관한 것으로, 그 구성은 ITO 글래스 기판; 상기 ITO 글래스 기판과 합착되고, 절연층에 의해 분리되는 무촉매 방식으로 상기 절연층의 벽면에 성장된 탄소 나노 튜브들을 갖는 무촉매 AAO/CNT층;상기 무촉매 AAO/CNT층의 탄소 나노 튜브들내에 형성되는 유기 발광층;상기 유기 발광층에 연결되어 무촉매 AAO/CNT층 상에 형성되는 알루미늄 전극층;을 포함한다.

대표도 - 도5e



(72) 발명자

박정운

경기 부천시 오정구 원종2동 151-33번지 금강빌라
나동 201호

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 무촉매 방식으로 상기 절연층의 벽면에 성장된 탄소 나노 튜브들을 갖는 무촉매 AAO/CNT층;

상기 무촉매 AAO/CNT층의 탄소 나노 튜브들내에 형성되는 유기 발광층;

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

청구항 3

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

청구항 4

알루미늄 기판을 양극 산화시켜 공극들을 갖는 AAO층을 형성하는 단계;

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

상기 무촉매 AAO/CNT층을 ITO 글래스 기판과 합착하는 단계;

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

청구항 5

제 4 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 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서, 무촉매 방식으로 탄소 나노 튜브들을 형성하는 공정에서,

AAO층 자체를 이용하여 탄소 나노 튜브를 합성하는 것을 특징으로 하는 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 7

제 4 항에 있어서, 무촉매 AAO/CNT층을 ITO 글래스 기판과 합착하는 단계 이전에,

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

청구항 8

제 4 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 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

청구항 9

제 4 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 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 유기 발광 디스플레이 소자에 관한 것으로, 구체적으로 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용하여 유기 발광층을 형성하는 것에 의해 광효율을 향상시킨 무촉매 탄소나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 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.
- <3> 이러한 표시장치로서 액정표시장치(LCD), 플라즈마 표시장치(PDP), 유기발광다이오드(OLED; Organic Light Emitting Diodes) 등이 개발되어 사용되고 있다.
- <4> 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.
- <5> 이하, 첨부된 도면을 참고하여 OLED의 일반적인 구조 및 동작 원리에 대하여 설명한다.
- <6> 도 1은 유기 발광 디스플레이 소자의 기본 구조를 나타낸 구성도이고, 도 2는 유기 발광 디스플레이 소자의 동작 원리를 나타낸 구성도이다.
- <7> 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
- <8> 여기서, 유기층(2)은 도 1에서와 같이 한정되지 않고 단일 구조 또는 이중 구조 또는 다층 구조로 형성될 수 있다.
- <9> 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.
- <10> 이와 같은 OLED는 영상 디스플레이 분야의 급격한 발전에 따라 고화소, 제조 공정의 용이성, 박형화, 플렉서블 특성 등이 요구되고 있다.
- <11> 그러나 종래 기술의 OLED의 구조 및 제조 공정은 형성 재료의 한계 및 제조 공정 기술의 한계에 의해 다음과 같

은 문제가 있다.

- <12> 첫째, 소자의 고집적화 및 정밀화에 대한 요구가 더해지고 있는데 반하여 마스크를 이용한 제조 공정의 한계로 인하여 미세 패턴을 보다 정확하게 구현하는 것이 어렵다.
- <13> 둘째, 마스크를 이용한 제조 공정으로 인하여 공정의 단순화가 어려워 제조 비용 및 공정 시간의 감소에 어려움이 있고 수율 향상의 어려움이 있다.
- <14> 셋째, 글래스 기판상에 전극층을 형성하여 사용하기 때문에 글래스층에 의한 내부전반사에 의한 광효율 저하 문제가 있다.
- <15> 그리고 이상에서와 같은 문제를 해결하기 위하여 탄소 나노 튜브를 사용한 OLED의 제조 방법이 개시되고 있는데, 소자의 공정 재현성, 안정성 등의 특성을 높이기 위해서는 해결하여야 하는 여러 가지 문제가 있다.
- <16> 상기 탄소 나노 튜브는 보통 레이저 기상법(laser vaporization), 아크방전법(arc discharge), 열-CVD(thermal-CVD), 플라즈마-CVD, HF-CVD(hot filament chemical vapor desposition) 등의 방법으로 합성되며, 일반적으로 상기 방법들은 전이금속인 Ni, Co, Fe 등의 촉매를 사용한다.
- <17> 그러나 이러한 촉매는 상기 나노튜브의 합성 후 불순물로 취급되어 제거 또는 정제되어야 하는 문제가 있다.
- <18> 따라서, 단순화된 공정으로 ITO 글래스 기판상에 유기 발광체를 갖는 탄소 나노 튜브를 형성하여 고화소의 유기 발광 디스플레이 소자를 제조하는 기술이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <19> 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 OLED의 구조 및 제조 공정의 문제를 해결하기 위한 것으로, 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용하여 유기 발광층을 형성하는 것에 의해 광효율을 향상시킨 무촉매 탄소나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- <20> 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.
- <21> 또한, 이들 기술을 이용한 나노미터 크기의 극미세 영역에서 새로운 물리현상과 향상된 물질 특성을 나타내는 탄소 나노 튜브를 이용한 새로운 형태의 유기 발광 디스플레이 소자 및 그의 제조 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- <22> 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자는 ITO 글래스 기판;상기 ITO 글래스 기판과 합착되고, 절연층에 의해 분리되는 무촉매 방식으로 상기 절연층의 벽면에 성장된 탄소 나노 튜브들을 갖는 무촉매 AAO/CNT층;상기 무촉매 AAO/CNT층의 탄소 나노 튜브들내에 형성되는 유기 발광층;상기 유기 발광층에 연결되어 무촉매 AAO/CNT층 상에 형성되는 알루미늄 전극층;을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <23> 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법은 알루미늄 기판을 양극 산화시켜 공극들을 갖는 AAO층을 형성하는 단계;상기 공극들 내에 무촉매 방식으로 상기 AAO층의 벽면에 탄소 나노 튜브(CNT)를 성장시켜 무촉매 AAO/CNT층을 형성하는 단계;상기 무촉매 AAO/CNT층을 ITO 글래스 기판과 합착하는 단계;상기 무촉매 CNT 내부에 유기 발광층을 형성하고 알루미늄 전극층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

효 과

- <24> 이와 같은 본 발명에 따른 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법은 다음과 같은 효과가 있다.
- <25> 첫째, 무촉매 방식으로 탄소 나노 튜브를 형성하는 것에 의해 상기 탄소 나노 튜브의 합성 후 불순물로 취급되는 촉매 금속의 제거 또는 정제시켜야 하는 공정을 추가로 하지 않아도 된다.

- <26> 둘째, 무촉매 CNT/AAO를 형성한 후에 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.
- <27> 셋째, 탄소 나노 튜브의 높은 전계 방출 특성을 이용하여 저전류 구동이 가능한 OLED 제작이 가능하다.
- <28> 넷째, 마스크를 이용한 제조 공정을 스킵하여 공정을 단순화하고, 제조 비용 및 공정 시간의 감소를 가능하게 한다.
- <29> 다섯째, 우수한 전계 방출 특성을 갖는 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조에 의해 소자의 광효율을 향상시키는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <30> 이하, 본 발명에 따른 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법의 바람직한 실시예에 관하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- <31> 본 발명에 따른 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 방법의 특징 및 이점들은 이하에서의 각 실시예에 대한 상세한 설명을 통해 명백해질 것이다.
- <32> 도 3은 본 발명에 따른 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정 순서를 나타낸 플로우 차트이다.
- <33> 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자는 무촉매 방식으로 탄소 나노 튜브를 성장시키고 상기 무촉매 탄소 나노 튜브들 내에 전자 정공 재결합에 의한 발광을 위한 유기 발광 층들을 적층 형성한 것이다.
- <34> 그 구성은 ITO 글래스 기판(54)과, 상기 ITO 글래스 기판(54)과 합착되고, 절연층에 의해 분리되는 무촉매 탄소 나노 튜브(53)들을 갖는 AAO/CNT층(51b)과, 상기 AAO/CNT층(51b)의 무촉매 탄소 나노 튜브(53)들 내에 형성되는 유기 발광층(55)과, 상기 유기 발광층(55)에 연결되어 AAO/CNT층(51b) 상에 형성되는 알루미늄 전극층(56)을 포함하고 구성된다.
- <35> 여기서, ITO 글래스 기판(54)의 ITO 전극층은 OLED의 캐소드 전극으로 사용되고, 알루미늄 전극층(56)은 애노드 전극층으로 사용된다.
- <36> 이와 같은 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정은 알루미늄 기판을 양극 산화시켜 공극들을 갖는 양극 산화 알루미늄(AAO;Anodic Aluminum Oxide)층을 형성하는 공정과, 상기 공극들 내에 무촉매 공정에 의한 탄소 나노 튜브(CNT;Carbon Nano Tube)를 성장시키고 CNT/AAO층을 ITO 글래스 기판과 합착하고 CNT 내부에 유기 발광층을 형성하고 알루미늄 전극층을 형성하는 공정으로 이루어진다.
- <37> 이와 같이 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.
- <38> 본 발명에 사용되는 AAO 나노 템플릿은 양극 산화된 알루미늄 표면에 규칙적으로 배열된 나노미터크기(10~100nm)의 공극(pore)들이 형성되는 알루미늄 기판을 말한다. 이것은 나노튜브(nanotube)나 나노와이어(nanowire)등의 nano구조를 만드는 틀로써 사용되며, AAO 템플릿 자체가 나노 마스크(nano mask)로 활용될 수도 있다.
- <39> 따라서, 본 발명에서는 이와 같은 AAO 템플릿을 탄소 나노 튜브의 크기나 밀도 제어 그리고 탄소 나노 튜브의 직진 성장성을 확보하기 위하여 사용한다.
- <40> 나노 물질 중에서 큰 기대를 모으고 있는 탄소나노튜브는 아직도 탄소나노튜브의 크기나 밀도를 정밀하게 조절하는 것이 어렵다. 따라서 AAO 템플릿을 이용하여 탄소나노튜브를 합성하게 되면 AAO의 공극의 직경과 배열을 따라서 탄소나노튜브의 크기를 다양하게 조절할 수 있으며, 이것은 field emitter tip이나 AFM tip등의 나노 소자로 응용이 가능하다.
- <41> 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자는 다음과 같은 공정에 의해 형성된다.
- <42> 도 3에서와 같이, 알루미늄 기판을 양극 산화시켜 일정 간격으로 공극들을 갖는 양극 산화 알루미늄(AAO;Anodic Aluminum Oxide) 나노 템플릿을 형성한다.(S301)
- <43> 이와 같이 만들어진 AAO 템플릿을 나노 마스크로 사용하여 무촉매 방식으로 탄소 나노 튜브를 성장시킨

다.(S302)

- <44> 그리고 공극들 내에 무촉매 탄소 나노 튜브를 갖는 AAO 템플릿의 하부를 식각하여 탄소 나노 튜브의 일부를 노출시킨다.(S303)
- <45> 그리고 ITO 글래스 기판과 무촉매 탄소 나노 튜브를 갖는 CNT/AAO층을 합착한다.(S304)
- <46> 이어, 무촉매 탄소 나노 튜브의 노출된 부분을 통하여 OLED 유기 발광층을 증착하고(S305), 내부에 유기 발광층이 형성된 탄소 나노 튜브의 일단에 알루미늄 전극층을 형성한다.(S306)
- <47> 그리고 각각의 탄소 나노 튜브들은 서브 픽셀 단위가 되고, 각각의 서브 픽셀들은 공극 베리어층에 의해 격리된다.
- <48> 이하에서 구체적으로 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정을 설명한다.
- <49> 도 4a내지 도 4h는 본 발명에 따른 AAO층의 제조를 위한 공정 단면도이다.
- <50> 도 4a에서와 같이 알루미늄 기판(41)을 준비하여 도 4b에서와 같이 1차 양극 산화 공정(1st anodization)을 진행하여 Al_2O_3 로 이루어진 공극 베리어층(43a)에 의해 분리되는 1차 공극들(42a)을 형성한다.
- <51> 여기서, 1차 양극 산화 공정을 진행하기 이전에 기판의 표면 상태를 개선하기 위한 전해 연마(electro-polishing) 및 세정(degreasing)공정을 적용하는 것이 바람직하다.
- <52> 그리고 알루미늄 기판은 순도 99.999%의 쉬트를 사용하는 것이 바람직하다.
- <53> 양극 산화의 속도보다 식각의 속도가 더 빠르게 되면 알루미늄의 표면을 연마하는 효과를 가져오는데, 이러한 현상을 전해 연마(electro-polishing)라고 하며 이는 양극 산화 알루미늄 나노 템플릿 제조를 위한 전처리 공정으로 중요한 의미를 갖는다.
- <54> 이는 알루미늄의 식각이 등전위선(equi-potential line)과 수직으로 진행되므로 평탄화된 표면으로부터 출발하여 양극 산화를 진행하여야만 공극들의 형성 방향이 균일해지기 때문이다.
- <55> 그리고 도 4c에서와 같이, 1차 양극 산화 공정(1st anodization)을 진행하여 형성된 공극 베리어층(43a) 및 1차 공극들(42a)을 에칭 공정으로 제거한다.
- <56> 이어, 도 4d에서와 같이 2차 양극 산화 공정을 진행하여 공극 베리어층(43b)에 의해 분리되는 2차 공극들(42b)을 형성한다.
- <57> 이와 같이 1,2차 양극 산화 공정을 진행하는 이유는 다음과 같다.
- <58> 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.
- <59> 따라서, 2차 양극 산화에 의해 주어진 공간을 가장 효율적으로 사용할 수 있는 배열이 육방밀집충전(hexagonal close-packing) 구조이므로, 공극들은 육각형으로 균일하게 배열된다.
- <60> 이와 같이 규칙적으로 배열된 공극들을 형성한 이후에 도 4e에서와 같이 공극의 깊이와 간격을 처음처럼 유지하면 공극의 직경만 크게 하기 위한 공극 확장(pore widening) 공정을 진행한다.
- <61> 이와 같은 공정으로 형성된 양극 산화 알루미늄 나노 템플릿의 단면 및 표면 구조는 도 4f 및 도 4g에서와 같고, 공극들의 상세 구조는 도 4h에서와 같다.
- <62> 이와 같이 형성된 양극 산화 알루미늄 나노 템플릿을 이용하여 탄소 나노 튜브 합성 공정 및 OLED 형성 공정을 다음과 같이 진행한다.
- <63> 도 5a내지 도 5e는 본 발명에 따른 무촉매 탄소나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 공정 단면도이고, 도 6은 본 발명에 따른 무촉매 탄소나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 유기 발광층의 구성도이다.
- <64> 탄소 나노 튜브는 형태에 따라서 단중벽 탄소나노튜브(Single-walled Carbon Nanotube;SWNT), 단중벽 나노튜브가 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 탄소나노튜브(Double-walled Carbon Nanotube;DWNT) 또는 다중벽 탄소나노튜브(Multi-walled Carbon Nanotube;MWNT)를 사용하여 형성한다.

- <65> 양극 산화 알루미늄을 이용하여 탄소 나노 튜브를 합성하는 방법은 촉매를 사용하여 합성하는 방법과 촉매를 사용하지 않고 합성하는 방법으로 나눌 수 있다.
- <66> 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.
- <67> 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 양극산화 알루미늄 나노 템플레이트의 기공 밑바닥에 금속 촉매를 도금한다.
- <68> 그러나 금속 촉매를 사용하는 경우에는 촉매가 탄소 나노 튜브의 합성 후 불순물로 취급되어 제거 또는 정제되어야 하는 문제가 있다.
- <69> 따라서, 본 발명의 실시예에서는 금속 촉매를 사용하지 않는 무촉매 방식으로 탄소 나노 튜브를 합성하는 방법을 사용하여 유기 발광 디스플레이 소자를 형성한다.
- <70> 먼저, 도 5a에서와 같이, 공극 베리어층 즉, AAO층(51b)에 의해 분리되는 공극(52)들을 갖는 AAO 템플릿(51a)을 형성하고, 도 5b에서와 같이 공극들(52) 내에 무촉매 방식으로 탄소 나노 튜브를 성장시킨다.
- <71> 예를 들어, 무촉매 방식의 탄소 나노 튜브의 성장은 NH_3 가스를 30sccm 5분간 먼저 주입하고, C_2H_2 가스를 30sccm으로 NH_3 가스를 동시에 20분간 주입하여 탄소 나노 튜브를 성장시켜 AAO/CNT층을 형성한다.
- <72> 여기서, 무촉매 CNT(53)의 형성 높이(h)는 300Å ~ 2500Å이 바람직하다.
- <73> 이와 같은 공정으로 형성된 무촉매 CNT(53)의 결정도를 높이기 위해서는 고온에서 합성을 하거나, 합성하는 과정에서 반응기체에 과량의 수소를 포함시키거나, 또는 합성 후에 불활성(inert) 분위기에서 고온으로 열처리를 하는 공정을 진행할 수도 있다.
- <74> 이어, 도 5c에서와 같이, 무촉매 CNT(53)의 일단이 노출되도록 무촉매 AAO/CNT층(51c)의 일부를 에칭 공정으로 제거하고, 일단이 노출된 무촉매 AAO/CNT층(51c)을 ITO 글래스 기판(54)과 합착한다.
- <75> 그리고 도 5d에서와 같이, 상기 일단이 노출된 무촉매 CNT(53)의 내부에 유기 발광층(55)을 증착한다.
- <76> 이어, 도 5e에서와 같이, 무촉매 CNT(53)의 내부에 유기 발광층(55)이 형성된 상태에서 알루미늄 전극층(56)을 형성한다.
- <77> 알루미늄뿐만 아니라, Ag, Au 등의 금속을 증착하여 전극층을 형성하는 것도 가능하다.
- <78> 여기서, 탄소 나노 튜브에 적층되는 유기 발광층은 다음과 같은 여러 가지 형태가 될 수 있음은 당연하다.
- <79> 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.
- <80> 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.
- <81> 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.
- <82> 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.
- <83> 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.

<84> 물론, 이와 같은 적층 형태가 아니고 다른 형태로 제작될 수 있음은 당연하다.

<85> 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.

<86> 도 6은 본 발명에 따른 유기 발광 디스플레이 소자의 유기 발광층의 구성도이다.

<87> 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.

<88> 물론, 유기 발광층을 상기한 실시예 이외에 다른 형태로 적층시킬 수 있음은 당연하다.

<89> 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.

<90> 본 발명은 무촉매 방식으로 탄소 나노 튜브를 형성하는 것에 의해 상기 탄소 나노 튜브의 합성 후 불순물로 취급되는 촉매 금속의 제거 또는 정제시켜야 하는 공정을 추가로 하지 않아도 된다.

<91> 또한, 무촉매 CNT/AAO를 형성한 후에 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.

<92> 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.

<93> 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.

<94> 따라서, 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정시에 탄소 나노 튜브를 이용한 단순화된 공정으로 광효율 및 사용 수명 특성이 향상된 고효소 유기 발광 디스플레이 소자 및 그 제조 방법의 구현을 가능하게 한다.

<95> 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.

<96> 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.

<97> 이상 설명한 내용을 통해 당업자라면 본 발명의 기술 사상을 일탈하지 아니하는 범위에서 다양한 변경 및 수정이 가능함을 알 수 있을 것이다.

<98> 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 실시예에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허 청구의 범위에 의하여 정해져야 한다.

도면의 간단한 설명

<99> 도 1은 유기 발광 디스플레이 소자의 기본 구조를 나타낸 구성도

<100> 도 2는 유기 발광 디스플레이 소자의 동작 원리를 나타낸 구성도

<101> 도 3은 본 발명에 따른 무촉매 탄소 나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 제조 공정 순서를 나타낸 플로우 차트

<102> 도 4a내지 도 4h는 본 발명에 따른 AAO층의 제조를 위한 공정 단면도

<103> 도 5a내지 도 5e는 본 발명에 따른 무촉매 탄소나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 공정 단면도

<104> 도 6은 본 발명에 따른 무촉매 탄소나노 튜브를 이용한 유기 발광 디스플레이 소자의 유기 발광층의 구성도

- <105>

도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명
- <106>

51a. AAO 템플릿

51b. AAO층
- <107>

51c. 무촉매 AAO/CNT층

52. 공극
- <108>

53. 무촉매 CNT

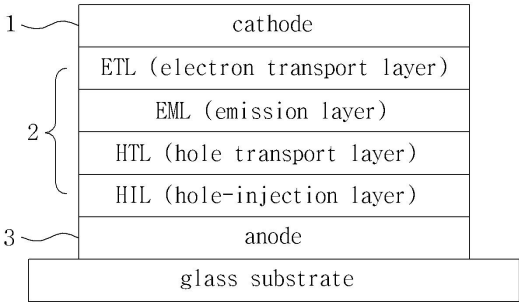
54. ITO 글래스 기판
- <109>

55. 유기 발광층

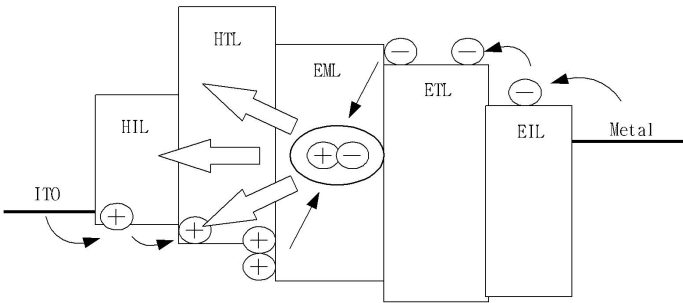
56. 알루미늄 전극층

도면

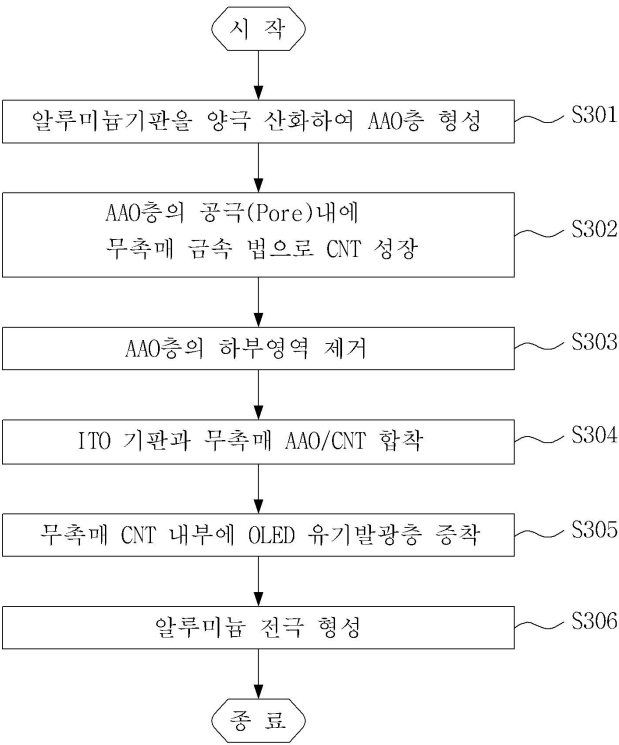
도면1



도면2



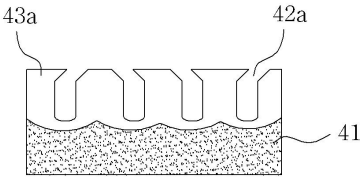
도면3



도면4a



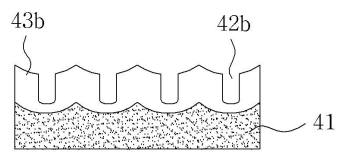
도면4b



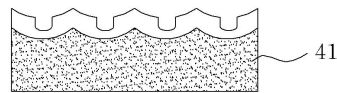
도면4c



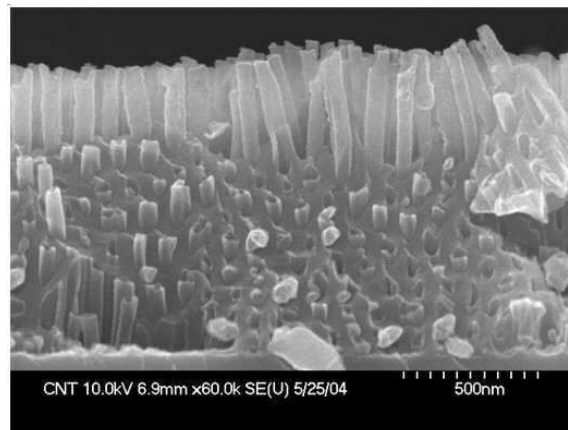
도면4d



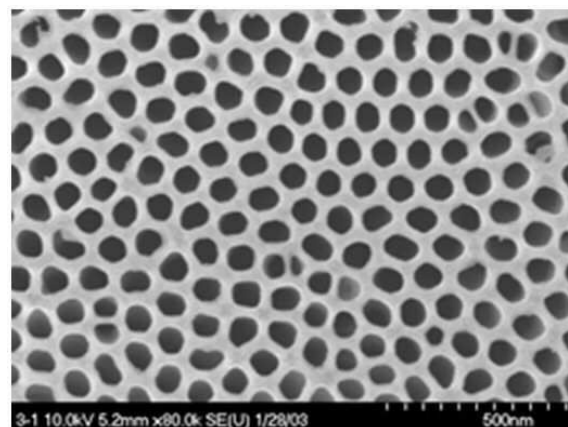
도면4e



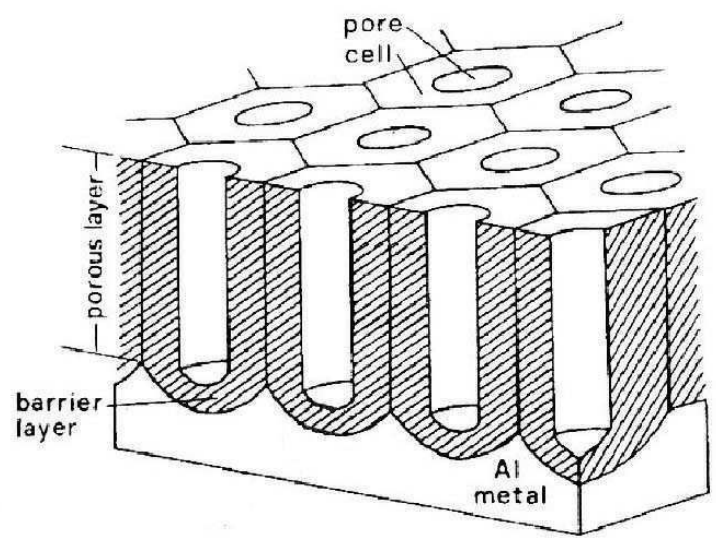
도면4f



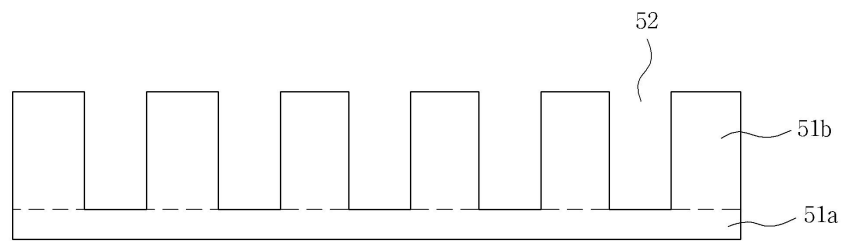
도면4g



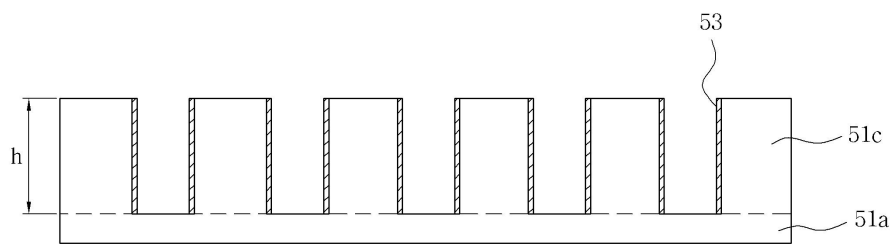
도면4h



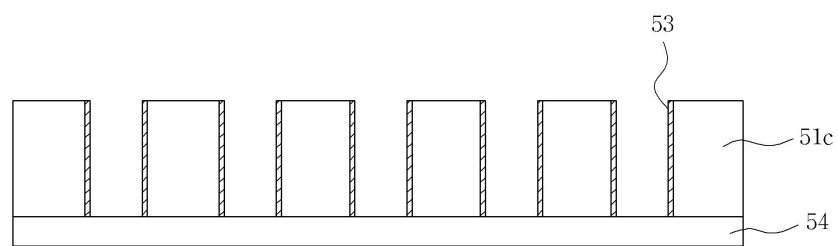
도면5a



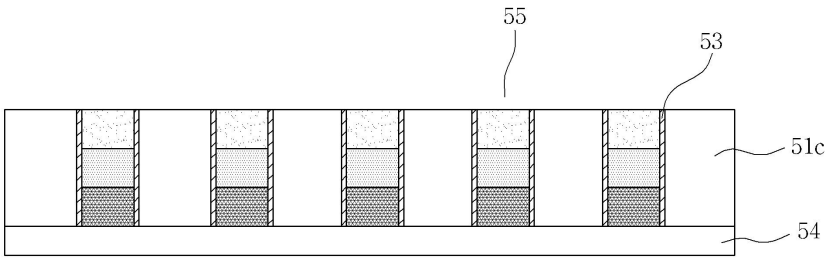
도면5b



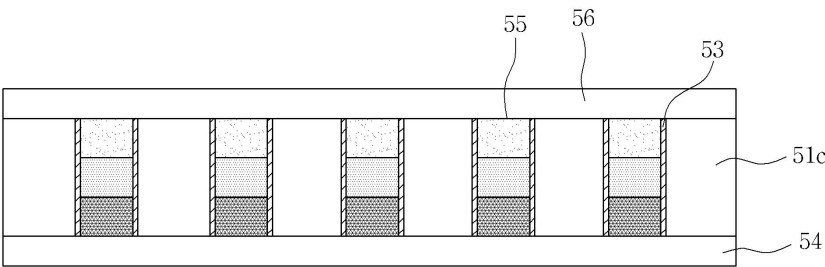
도면5c



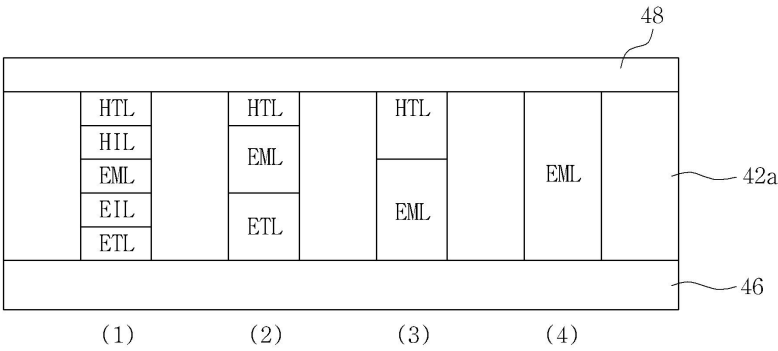
도면5d



도면5e



도면6



专利名称(译)	使用非催化碳纳米管的有机发光显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	KR100868941B1	公开(公告)日	2008-11-17
申请号	KR1020070072827	申请日	2007-07-20
[标]申请(专利权)人(译)	黄长HWAN 黄janghaiwan		
申请(专利权)人(译)	黄janghaiwan		
当前申请(专利权)人(译)	黄janghaiwan		
[标]发明人	HWANG JANG HWAN 황장환 GONG DOO WON 공두원 PARK JUNG WOON 박정운 KANG WON IL 강원일 KIM YOUNG KAWN 김영관 SEO JI HOON 서지훈		
发明人	황장환 공두원 박정운 강원일 김영관 서지훈		
IPC分类号	H05B33/22 B82Y20/00		
CPC分类号	H01L51/5012 C01B32/158 H01L51/0096 H01L51/5206 H01L51/5221 H01L51/56 H01L2924/12044		
代理人(译)	文春来		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用途：提供一种使用非催化剂碳纳米管的有机电致发光显示装置及其制造方法，通过省略掩模制造工艺和使用掩模的元件制造方法简化制造工艺。组成：有机电致发光显示装置包括：ITO玻璃基板（54），非催化AAO / CNT层（51c），有机发光层（55）和铝电极层（56）。非催化AAO / CNT层附着在ITO玻璃基板上。非催化AAO / CNT（阳极氧化铝/碳纳米管）层具有碳纳米管，其通过非催化方法在绝缘层的壁中生长，由绝缘层分开。有机发光层形成在非催化AAO / CNT层的碳纳米管内。铝电极层连接到有机发光层，并形成在非催化AAO / CNT层上。©KIPO 2009

