



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0137830
(43) 공개일자 2014년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/52 (2006.01) C01B 31/02 (2006.01)

C04B 35/52 (2006.01) H05B 33/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0058929

(22) 출원일자 2013년05월24일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

이재익

서울 서대문구 홍제원길 26, B동 501호 (홍제동, 그레이스아파트)

전성찬

서울 종로구 진흥로 438-10, 2동 401호 (구기동, 동진스위트빌라)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인로알

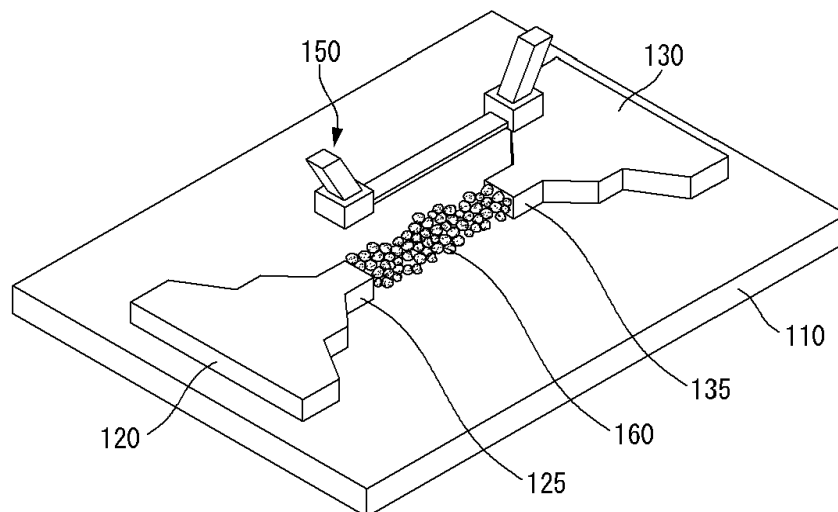
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 그래핀막의 제조방법 및 이를 이용한 유기전계발광표시장치의 제조방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀막의 제조방법은 기판 상에 서로 이격된 제1 전극 및 제2 전극 사이에 그래핀 용액을 도포하는 단계, 상기 그래핀 용액이 도포된 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 서스펜더를 위치시키는 단계, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전기장을 형성하여, 그래핀막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도2d



(72) 발명자

임주환

서울 은평구 서오릉로 94, 101동 1502호 (대조동,
삼성타운아파트)

이수찬

울산 울주군 상북면 남천로 247, 102동 108호 (경
동청구타운)

손지수

서울 노원구 노원로28길 15, 102동 1001호 (상계동, 중앙하이츠아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

기관 상에 서로 이격된 제1 전극 및 제2 전극 사이에 그래핀 용액을 도포하는 단계;
상기 그래핀 용액이 도포된 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 서스펜더를 위치시키는 단계; 및
상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전기장을 형성하여, 그래핀막을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 그래핀막의 제조방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,
상기 서스펜더는 유전상수를 가지는 유전체로 이루어진 것을 특징으로 하는 그래핀막의 제조방법.

청구항 3

제2 항에 있어서,
상기 서스펜더는 세라믹, 유리 또는 플라스틱 중 선택된 어느 하나로 이루어진 것을 특징으로 하는 그래핀막의 제조방법.

청구항 4

제1 항에 있어서,
상기 서스펜더는 일단이 상기 제1 전극에 접촉하고 타단이 상기 제2 전극에 접촉하는 것을 특징으로 하는 그래핀막의 제조방법.

청구항 5

제1 항에 있어서,
상기 서스펜더는 상기 제1 전극에 접촉하는 제1 서스펜더 및 상기 제2 전극에 접촉하는 제2 서스펜더를 포함하는 것을 특징으로 하는 그래핀막의 제조방법.

청구항 6

제5 항에 있어서,
상기 제1 서스펜더와 상기 제2 서스펜더는 서로 이격된 것을 특징으로 하는 그래핀막의 제조방법.

청구항 7

제1 항에 있어서,
상기 그래핀 용액은 그래핀이 용매에 분산된 것을 특징으로 하는 그래핀막의 제조방법.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 그래핀막을 형성하는 단계 이후에,

상기 서스펜더를 탈착하고, 상기 그래핀 용액을 제거한 후 열처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 그래핀막의 제조방법.

청구항 9

기관 상에 유기발광 다이오드를 형성하는 단계;

상기 기관 상에 상기 유기발광 다이오드를 사이에 두고 서로 이격된 제1 전극 및 제2 전극 사이에 그래핀 용액을 도포하는 단계;

상기 그래핀 용액이 도포된 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 서스펜더를 위치시키는 단계; 및

상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전기장을 형성하여, 그래핀막을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기전계발광표시장치의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 그래핀막의 제조방법에 관한 것으로, 보다 자세하게는 그래핀막의 제조방법 및 이를 이용한 유기전계발광표시장치의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 그래핀 등의 나노 소재를 함유한 코팅막의 제조 및 배향성을 가지게 하는 제조법은 ① 용액 코팅 이후 압착 공정을 통해서 배향성을 주는 방법과, ② CVD 그래핀의 전사 방법을 통해 배향성을 띄는 막(film)을 제조하는 방법이 있었다. 또한, 1 차원(1-Dimensional) 구조인 나노 와이어들이 배향성을 가지게 하는 방법으로는 패터닝된 전극을 사용하는 방법이 있었다.

[0003] 이 중, 용액 코팅 이후 압착 공정을 통해서 배향성을 주는 방법은 압착 공정 전의 배향성을 개선하지 못하고 다만 그래핀 사이의 거리를 압착하는 방향으로만 줄여주는 방법이어서 압착 공정 이전의 구조와 유사한 구조를 얻을 뿐이었다.

[0004] 그리고, CVD 그래핀 전사 방법을 사용하는 경우에는 증착된 그래핀막을 기관 상에 전사시키는 공정이 필요하게 되며, 동시에 그래핀의 결함을 유발시키기도 한다. 다양한 형태의 대면적 기관에 적용하는 경우에는 CVD 장치의 크기도 증가하여야 하므로 다양한 크기 및 형태로 제작하기 어렵다. 또한 용액법에 비하여 제조 가격이 비싸다.

[0005] 또한, 유전영동(Dielectrophoresis) 현상을 이용하여 패터닝된 전극 위에서 나노와이어에 배향성을 주는 구조를 제작하는 방법이 있으나 2차원(2-Dimensional) 구조인 그래핀의 배향성을 조절하기 어렵다. 특히, 패터닝된 전극 간의 길이가 증가함에 따라 전기장 세기의 감소된 곳에서 그래핀이 배향이 잘 이루어지지 않게 된다. 따라서, 유전영동을 이용하는 방법이 그래핀에 사용될 경우에는 그래핀 간의 상호 배열을 조절해야 할 필요성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 그래핀의 배향성이 유지되는 막을 제조할 수 있는 그래핀막의 제조방법 및 이를 이용한 유기전계발광표시장치의 제조방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀막의 제조방법은 기판 상에 서로 이격된 제1 전극 및 제2 전극 사이에 그래핀 용액을 도포하는 단계, 상기 그래핀 용액이 도포된 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 서스펜더를 위치시키는 단계, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전기장을 형성하여, 그래핀막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0008] 상기 서스펜더는 유전상수를 가지는 유전체로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0009] 상기 서스펜더는 세라믹, 유리 또는 플라스틱 중 선택된 어느 하나로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0010] 상기 서스펜더는 일단이 상기 제1 전극에 컨택하고 타단이 상기 제2 전극에 컨택하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 서스펜더는 상기 제1 전극에 컨택하는 제1 서스펜더 및 상기 제2 전극에 컨택하는 제2 서스펜더를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 상기 제1 서스펜더와 상기 제2 서스펜더는 서로 이격된 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 그래핀 용액은 그래핀이 용매에 분산된 것을 특징으로 한다.
- [0014] 상기 그래핀막을 형성하는 단계 이후에, 상기 서스펜더를 탈착하고, 상기 그래핀 용액을 제거한 후 열처리하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광표시장치의 제조방법은 기판 상에 유기발광 다이오드를 형성하는 단계, 상기 기판 상에 상기 유기발광 다이오드를 사이에 두고 서로 이격된 제1 전극 및 제2 전극 사이에 그래핀 용액을 도포하는 단계, 상기 그래핀 용액이 도포된 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 서스펜더를 위치시키는 단계, 및 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 전기장을 형성하여, 그래핀막을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀막의 제조방법은 유전영동을 이용함으로써, 그래핀의 배향성이 유지되는 그래핀막을 제조할 수 있는 이점이 있다. 또한, 그래핀막을 제조하는데 있어서 서스펜더를 사용함으로써, 전극들 사이의 간격이 커도 전기영동의 효과를 유지하여 그래핀막이 형성될 수 있는 이점이 있다. 또한, 그래핀막의 제조방법을 이용하여 유기전계발광표시장치의 배리어를 제조함으로써, 외부의 수분의 침투를 방지할 수 있는 유기전계발광표시장치를 제조할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 유전영동의 원리를 나타낸 도면.
- 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀막의 제조방법을 나타낸 도면.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 서스펜더의 다른 형상을 나타낸 도면.
- 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광표시장치의 제조방법을 공정별로 나타낸 도면.
- 도 5는 본 발명의 비교예에 따라 그래핀막을 제조한 시뮬레이션 결과를 나타낸 도면.
- 도 6a는 본 발명의 비교예에서 두 전극들 간의 유전영동 힘을 측정하여 나타낸 그래프이고, 도 6b는 본 발명의 실시예에서 두 전극들 간의 유전영동 힘을 측정하여 나타낸 그래프.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 그래핀막을 광학현미경으로 측정한 사진.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 제조된 그래핀막을 SEM으로 측정한 사진.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 제조된 그래핀막을 AFM으로 측정한 사진.

도 10은 도 9의 X-X'에 따른 부분의 높이를 측정하여 나타낸 도면.

도 11은 본 발명의 실시예에서 두 전극들 사이에 I-V 커브를 측정하여 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시 예들을 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0019] 일반적으로 유전영동법은 1950년대에 폴(Pohl, H.A)에 의해 발견된 것으로 비균일한 전기장이 걸려있는 유전매질 (Dielectric medium) 안에 놓여있는 유전입자(dielectric particle)의 경우에 유도쌍극모멘트(Induced dipole moment)를 가지게 되어 전기장 구배가 큰 쪽으로 이동하게 되는 현상을 말한다.
- [0020] 도 1은 유전영동의 원리를 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하여 본 발명에서 유전영동이 일어나는 원리를 간략하게 설명하기로 한다. 돌출부(10a, 11a)가 형성된 두 개의 전극(10, 11)이 서로 마주보게 설치된 기판 상에 나노 입자들이 분산되어 있는 용액을 넣고 떨어뜨린 후 전압을 걸어주면, 유전상수(dielectric constant) 값이 용액의 유전상수값 보다 큰 값을 가지는 나노 입자(12)들은 전기장의 변화가 심한 쪽으로 움직이게 되며, 반대의 경우에는 전기장의 변화가 약한 방향으로 움직이게 된다. 또한 가능한 나노 입자(20)들은 전기장의 방향과 수평하게 정렬하게 되어 돌출부(10a, 11b)에 수직으로 부착하게 된다.
- [0021] 본 발명은 전술한 유전영동의 원리를 이용한 것으로서, 기판 상에 돌출부가 형성된 전극들을 이용하면 전기장의 변화가 심하게 일어나는 각각의 돌출부에 나노입자들이 기판과 나노 입자 간의 자발적 상호작용에 의해 수직으로 부착하게 된다. 그 결과 나노 입자가 상기한 패턴으로 전극들에 부착하게 되어, 나노 입자들이 부착된 전극들은 나노 패턴구조물을 형성하게 된다.
- [0022] 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀막의 제조방법을 나타낸 도면이다.
- [0023] 도 2a를 참조하면, 기판(110) 상에 제1 전극(120)과 제2 전극(130)이 서로 마주보게 형성된다. 기판(110)은 유리 또는 실리콘 산화물의 절연 기판일 수 있다. 제1 전극(120)과 제2 전극(130)은 금속 또는 금속을 포함하는 합성물(composite)로 전기장이 형성될 수 있는 물질이라면 어느 것도 사용가능하다. 제1 전극(120)은 제2 전극(130)을 향해 돌출된 제1 돌출부(125)가 형성되고, 제2 전극(130)은 제1 전극(120)을 향해 돌출된 제2 돌출부(135)가 형성된다. 제1 돌출부(125)와 제2 돌출부(135)는 전기장의 변화를 일으키기 위한 구조이다.
- [0024] 상기 기판(110) 상에 서스펜더(150)가 위치한다. 서스펜더(150)는 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이의 전기장의 범위와 세기를 조절하는 역할을 하는 것으로, 유전 상수를 가지는 유전체로 이루어진다. 서스펜더(150)를 구성하는 유전체 재료로는 세라믹, 유리 또는 플라스틱 등을 들 수 있다. 서스펜더(150)는 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이에서 다양한 형태와 위치로 형성된다. 예를 들어, 도 2b에 도시된 바와 같이, 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 상부에서 직접 연결되는 형태로 형성될 수 있고, 상부 뿐만 아니라 제1 전극(120)과 제2 전극(130)의 좌측 또는 우측 등의 다양한 위치에 놓일 수 있다.
- [0025] 본 발명에서 개시하는 그래핀(graphene)은 한 층(layer)으로 이루어지거나 복수의 층으로 이루어진 것을 모두 포함한다. 또한, 그래핀의 말단에 산소가 붙은 그래핀 옥사이드(graphene oxide; GO) 또는 산소를 환원시킨 환원된 그래핀 옥사이드(reduced graphene oxide; rGO)도 본 발명의 그래핀의 범주에 속한다.
- [0026] 전술한 제1 전극(120)과 제2 전극(130)이 형성된 기판(110) 상에 전술한 그래핀이 분산된 그래핀 용액(140)을 도포한다. 그래핀 용액(140)에 사용될 수 있는 용매(solvent)는 일반적으로 많이 사용되는 DMF(dimethyl formamide) 등을 사용할 수 있다.
- [0027] 기판(110) 상에 그래핀 용액(140)을 도포하는 방법은 그래핀 용액(140)이 담겨진 수조에 기판(110)을 침지하거나, 그래핀 용액(140)을 기판(110) 상에 드랍(drop)할 수 있다. 본 발명에서는 기판(110) 상에 그래핀 용액(140)을 드랍하는 것을 예로 설명하지만, 반면, 그래핀 용액 외에 플레이크(flake) 형태의 그래핀을 기판(110) 상에 직접 도포할 수도 있다.
- [0028] 도 2b를 참조하면, 제1 전극(120)과 제2 전극(130)이 형성된 기판(110) 상에 그래핀 용액(140)이 충분히 드랍되면, 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이에 서스펜더(150)를 위치시킨다. 이어, 제1 전극(120)과 제2 전극(130)에 전압을 걸어주게 되면 제1 돌출부(125)와 제2 돌출부(135) 주변에서 전기장은 구배(gradient)를 가지게 되고 이러한 비균일한 전기장의 분포는 곧 유전영동을 일으키게 된다.
- [0029] 도 2c에 도시된 바와 같이, 전술한 유전영동으로 인해 그래핀(145)은 제1 전극(120)과 제2 전극(130)의 위치로

끌려오게 되어 정렬하게 된다. 이때, 제1 전극(120)과 제2 전극(130)에 가해주는 전압은 일반적으로 교류(AC) 단독이거나 교류와 직류(DC)를 모두 포함하는 전압을 가할 수 있는데, 이는 적어도 유전영동을 포함하되, 직류를 섞어서 사용하는 경우에는 전기영동에 의한 움직임도 함께 사용할 수 있다.

[0030] 그리고, 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이를 연결하는 서스펜더(150)는 전류가 흐르지 않는 유전체로 이루어져 있어, 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이에 형성된 전기장을 변화시킬 수 있다. 특히, 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이를 연결하는 서스펜더(150)로 인해 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이의 전기장의 변화를 심화시켜 유전영동 효과를 극대화시킬 수 있다.

[0031] 기관 상에 그래핀이 균일한 밀도로 그래핀막을 이루게 하기 위해서는 그래핀 용액(140)에 들어있는 그래핀이 고르게 분산되어야 한다. 예를 들어, 그래핀과 용매를 혼합하여 그래핀 용액(140)을 제조하는 과정이나 그래핀이 제1 전극(120)과 제2 전극(130)에 부착되는 과정에서 그래핀이 분산된 그래핀 용액을 교반하여 주면 그래핀이 보다 균일한 밀도로 부착될 수 있다. 이러한 교반에는 초음파(sonification) 또는 자기교반(magnetic agitation) 등이 이용될 수 있다.

[0032] 도 2d를 참조하면, 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이에 그래핀들이 부착된 그래핀막(160)이 형성된다. 그리고, 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이에 위치한 서스펜더(150)를 탈착하여 최종적으로 그래핀막(160)을 형성한다. 도 2d에서는 큰 입자들이 뭉쳐져 있는 것으로 도시되었지만, 실질적으로는 하나의 패턴으로 형성된다. 이후, 그래핀을 제외한 그래핀 용액의 용매를 질소 가스(N_2) 등을 이용하여 날려버리고 그래핀막의 전기전도도를 회복시키기 위해 아르곤(Ar) 분위기에서 그래핀막을 열처리하여 탈산소화한다. 이때, 열처리하는 약 280 내지 300 도에서 승온 온도 1(°C/분)로 수 시간 동안 수행한다.

[0033] 한편, 본 발명의 서스펜더(150)는 전술한 서스펜더(150)와는 달리 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이를 연결하지 않을 수도 있다.

[0034] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 서스펜더의 다른 형상을 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하면, 서스펜더(150)는 2개로 분리되어 제1 전극(120)에 연결된 제1 서스펜더(151) 및 제2 전극(130)에 연결된 제2 서스펜더(152)로 구성될 수 있다. 이때, 제1 서스펜더(151)는 기관(210)의 상측 방향을 향해 돌출된 구조로 형성되고, 제2 서스펜더(152)는 기관(210)의 하측 방향을 향해 돌출되어 제1 서스펜더(151)와 평행하는 구조로 형성된다. 이에 따라, 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이에 형성된 전기장에 영향을 주어 전기장의 변형을 유지시키는 역할을 한다.

[0035] 반면, 도 3에 도시하지 않았지만, 서스펜더(150)는 도 2a에 도시된 것처럼 제1 전극(120)과 제2 전극(130)을 연결하는 형상에서 가운데가 끊어진 형상으로도 이루어질 수 있다. 그러나, 본 발명의 서스펜더(150)의 형상은 이에 한정되지 않으며, 서스펜더(150)가 유전체로써 제1 전극(120)과 제2 전극(130) 사이의 전기장에 영향을 준다면 어느 형상이라도 가능하다.

[0036] 전술한 본 발명에 그래핀막의 제조방법에 의하면, 그래핀 외에도 탄소나노튜브(CNT)와 같은 나노 입자들을 기관 상에 매우 정밀한 패턴으로 부착할 수 있게 된다. 이 방법을 이용하여 반도체 소자 또는 디스플레이 소자에 사용되는 미세 패턴을 형성하거나, 유기전계발광표시장치와 같은 표시장치를 봉지(encapsulation)하는 배리어(barrier)를 형성할 수 있다.

[0037] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전계발광표시장치의 제조방법을 공정별로 나타낸 도면이다. 하기에서는 전술한 그래핀막의 제조방법에 동일한 공정에 대해서는 그 설명을 간략히 하기로 한다.

[0038] 도 4a를 참조하면, 기관(210) 상에 유기발광 다이오드(216)를 형성한다. 기관(210)은 유리, 플라스틱 또는 도전성 물질로 이루어진 투명한 기관을 사용할 수 있다. 상기 기관(210) 상에 화소 전극(212), 유기막층(214) 및 대향 전극(215)을 포함하는 유기발광 다이오드(216)가 위치한다.

[0039] 화소 전극(212)은 애노드일 수 있으며, 투명 전극 또는 반사 전극일 수 있다. 화소 전극(212)이 투명 전극인 경우에 ITO(Indium Tin Oxide), IZO(Indium Zinc Oxide) 또는 ZnO(Zinc Oxide) 중 어느 하나일 수 있다. 또한, 화소 전극(212)이 반사 전극일 경우에 ITO, IZO 또는 ZnO 중 어느 하나로 이루어진 층 하부에 알루미늄(Al), 은(Ag) 또는 니켈(Ni) 중 어느 하나로 이루어진 반사층을 더 포함할 수 있고, 이와 더불어, ITO, IZO 또는 ZnO 중 어느 하나로 이루어진 두 개의 층 사이에 반사층을 포함할 수 있다. 화소 전극(212)은 스퍼터링법(Sputtering), 증발법(Evaporation), 기상증착법(Vapor Phase Deposition) 또는 전자빔증착법(Electron Beam Deposition)을 사용하여 형성할 수 있다.

- [0040] 화소 전극(212)이 형성된 기판(210) 상에 화소 전극(212)의 일부 영역을 노출시키는 절연층(213)을 형성한다. 절연층(213)은 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene, BCB)계 수지, 아크릴계 수지 또는 폴리이미드 수지 등의 유기물을 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.
- [0041] 절연층(213)에 의해 노출된 화소 전극(212) 상에 유기막층(214)을 형성한다. 유기막층(214)은 적어도 발광층을 포함하며, 발광층의 상부 또는 하부에 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층 또는 전자주입층을 더 포함할 수 있다. 유기막층(214) 상에 대향 전극(215)을 형성한다. 대향 전극(215)은 캐소드 전극일 수 있으며, 일함수가 낮은 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 알루미늄(Al), 은(Ag) 또는 이들의 합금으로 이루어질 수 있다. 여기서, 대향 전극(215)은 유기전계발광표시장치가 전면 또는 양면발광구조일 경우, 빛을 투과할 수 있을 정도로 얇은 두께로 형성할 수 있으며, 유기전계발광표시장치가 배면발광구조일 경우, 빛을 반사시킬 수 있을 정도로 두껍게 형성할 수 있다.
- [0042] 위와 같이, 기판(210) 상에 유기발광 다이오드(216)를 형성하고, 유기발광 다이오드(216)가 사이에 위치하도록 제1 전극(220)과 제2 전극(230)을 각각 형성한다. 이어, 그래핀이 혼합된 그래핀 용액(240)을 도포하고, 제1 전극(220)과 제2 전극(230) 상에 서스펜더(250)를 위치시킨다. 그리고 제1 전극(220)과 제2 전극(230)에 전압을 인가하여 제1 전극(220)과 제2 전극(230) 사이에 전기장을 형성하여 유전영동에 의해 그래핀을 제1 전극(220)과 제2 전극(230)에 부착시킨다.
- [0043] 이어, 도 4b를 참조하면, 서스펜더(250)를 제1 전극(220)과 제2 전극(230)으로부터 제거하고, 그래핀 용액(240)을 날려버리고 기판(210)을 열처리한다. 그리고, 기판(210)에 형성된 제1 전극(220)과 제2 전극(230)을 제거함으로써, 유기 발광 다이오드(216)를 봉지하는 그래핀막(260)을 형성한다.
- [0044] 이하, 본 발명의 이해를 돕기 위하여 바람직한 실시예를 개시한다. 다만, 하기의 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐 본 발명이 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- [0045] 실시예
- [0046] 유리 기판 상에 크롬/금(Cr/Au)의 2층 구조의 마주보는 전극들을 형성하고, 허머스 방법(Hummer's method)로 제조된 그래핀 옥사이드를 DMF에 분산시키고 135W에서 10분간 초음파처리하여 그래핀 용액을 형성하였다. 유리 기판 상에 그래핀 용액을 드랍한 후, 세라믹으로 이루어진 서스펜더를 전극들에 연결한 후, 전극들에 교류 전기장(33220A, 10Vpp, 100KHz)을 1분간 인가하였다. 그 후, N₂ 가스로 그래핀 용액을 날려버리고 Ar 분위기(800mm Hg)에서 약 400℃의 온도로 2시간 동안 열처리하여 그래핀막을 제조하였다.
- [0047] 비교예
- [0048] 전술한 실시예와 동일한 조건 하에, 서스펜더를 사용하지 않고 그래핀막을 제조하였다.
- [0049] 전술한 비교예에서 두 전극들 간의 거리(1)를 1, 2, 3, 4 μ m로 각각 조절하여 그래핀막을 제조한 시뮬레이션 결과를 도 5에 나타내었다. 도 5를 참조하면, 두 전극들 간의 거리가 1 내지 3 μ m인 경우에는 그래핀막이 어느 정도 제조되나, 두 전극들 간의 거리가 4 μ m인 경우에는 그래핀 입자들이 흩어져 그래핀막이 제조되지 않는 것을 확인하였다.
- [0050] 그리고, 전술한 실시예 및 비교예에서 두 전극들 간의 유전영동 힘을 측정하여 도 6a 및 도 6b에 나타내었다. 여기서, 두 전극들 간의 거리는 5 μ m로 형성하였고, x축은 전극들 간의 거리를 나타내며 y축은 유전영동의 힘(force)을 나타낸다. 도 6a를 참조하면, 두 전극들 사이에 서스펜더가 없는 비교예의 경우, 두 전극들 사이의 거리가 2 내지 3 μ m인 영역에서는 유전영동의 힘이 0으로 나타나 거의 힘이 걸리지 않는 반면에, 서스펜더가 있는 실시예의 경우 유전영동의 힘이 0으로 나타나는 영역이 없는 것을 확인할 수 있었다.
- [0051] 또한, 전술한 실시예에 따라 제조된 그래핀막을 광학현미경으로 측정한 사진을 도 7에 나타내었고, SEM으로 측정한 사진을 도 8에 나타내었으며, AFM(atomic force microscope)로 측정한 사진을 도 9에 나타내었고, 도 9의 X-X'에 따른 부분의 높이를 측정하여 도 10에 나타내었으며, 두 전극들 사이에 I-V 커브를 측정하여 도 11에 나타내었다.
- [0052] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 두 전극들 사이에 그래핀막이 형성됨을 관찰할 수 있었으며, 도 10에 나타난 바와

같이, X-X' 부분에 약 18nm의 높이 차이가 있는 것으로 그래핀막이 형성됨을 확인할 수 있었다. 또한, 도 11에 나타난 바와 같이, I-V 커브를 통해 두 전극들 사이가 전기적으로 연결되었음이 나타나 두 전극들 사이에 그래핀막이 형성되었음을 확인할 수 있었다.

[0053] 전술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 그래핀막의 제조방법은 유전영동을 이용함으로써, 그래핀의 배향성이 유지되는 그래핀막을 제조할 수 있는 이점이 있다. 또한, 그래핀막을 제조하는데 있어서 서스펜더를 사용함으로써, 전극들 사이의 간격이 커도 전기영동의 효과를 유지하여 그래핀막이 형성될 수 있는 이점이 있다. 또한, 그래핀막의 제조방법을 이용하여 유기전계발광표시장치의 배리어를 제조함으로써, 외부의 수분의 침투를 방지할 수 있는 유기전계발광표시장치를 제조할 수 있는 이점이 있다.

[0054] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 설명하였지만, 상술한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 한다. 아울러, 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어진다. 또한, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

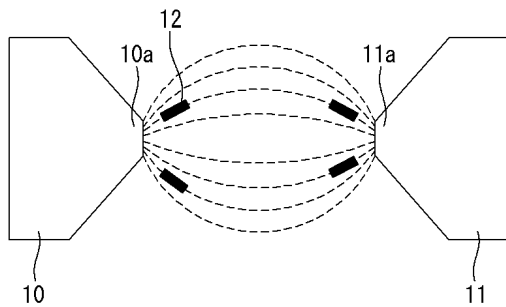
부호의 설명

[0055]

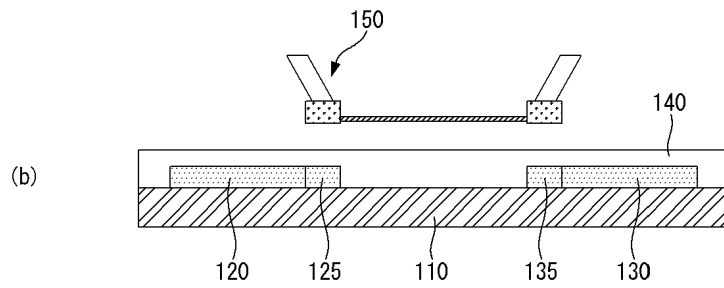
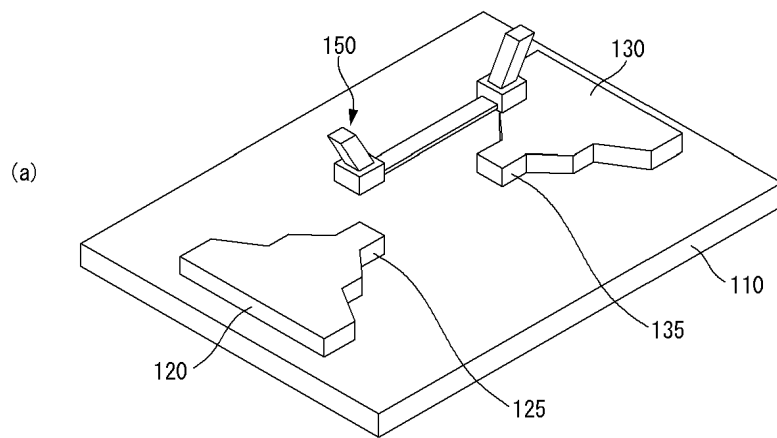
110 : 기관	120 : 제1 전극
125 : 제1 돌출부	130 : 제2 전극
135 : 제2 돌출부	140 : 그래핀 용액
150 : 서스펜더	

도면

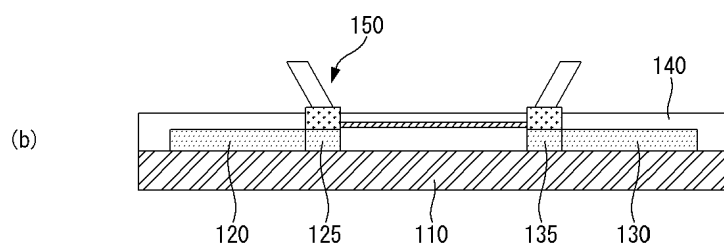
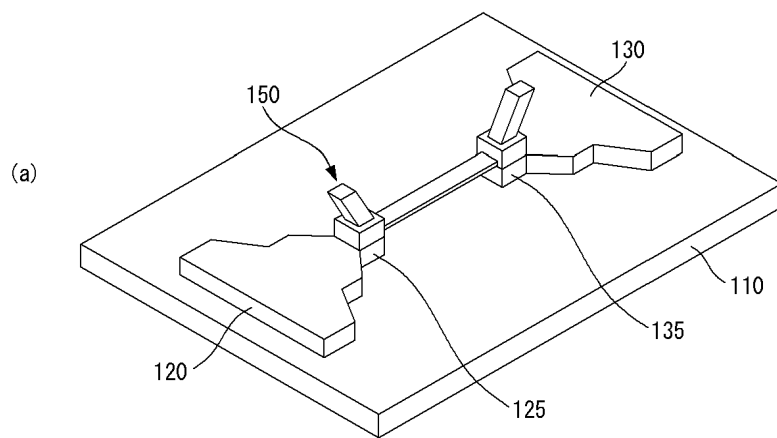
도면1



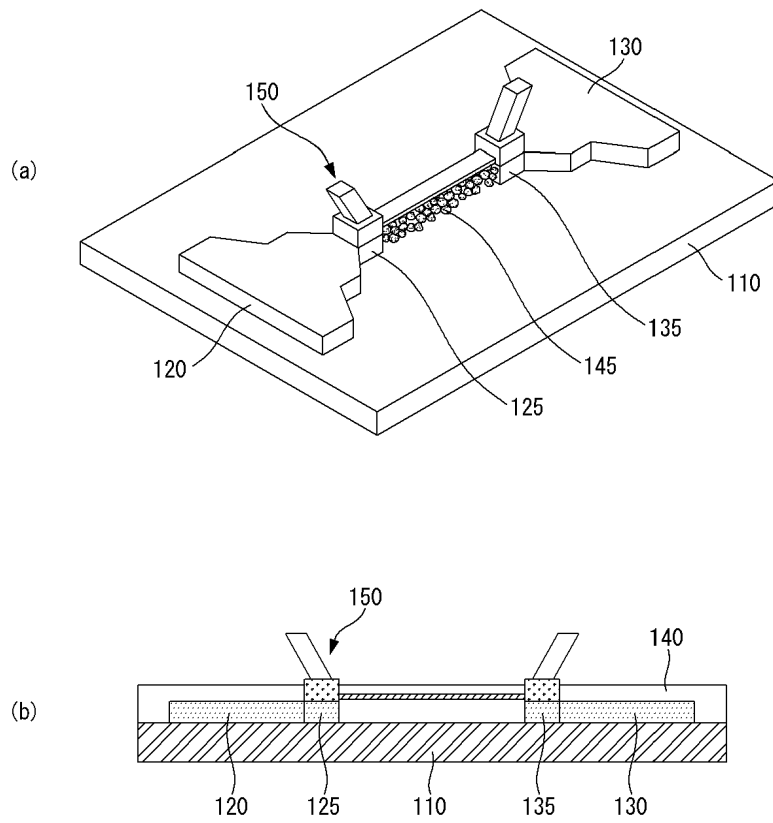
도면2a



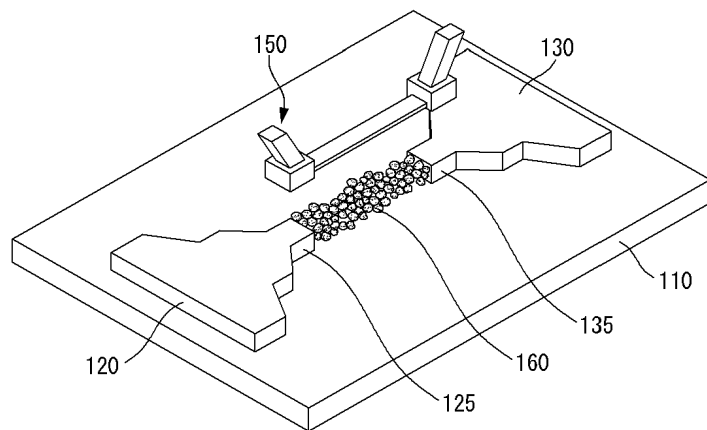
도면2b



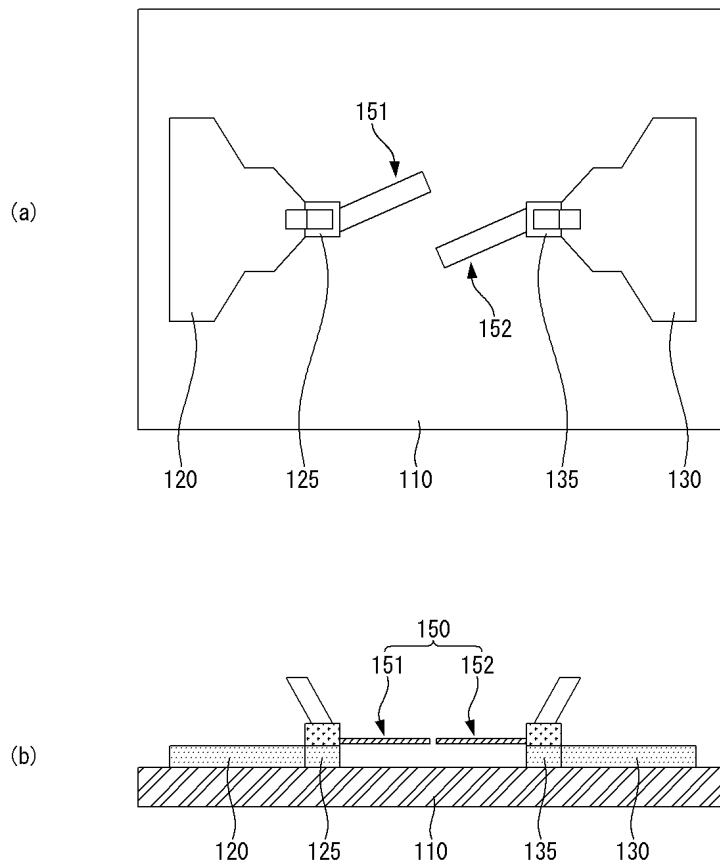
도면2c



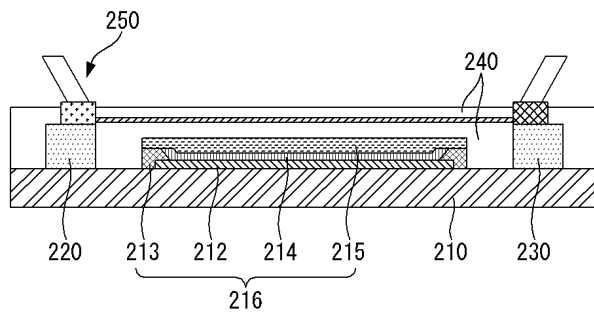
도면2d



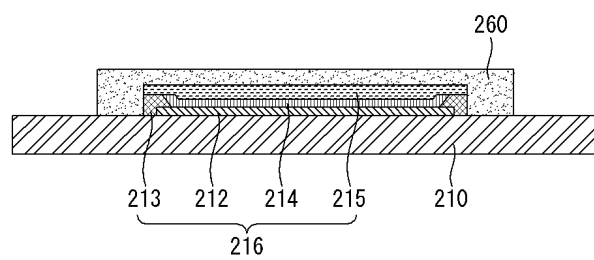
도면3



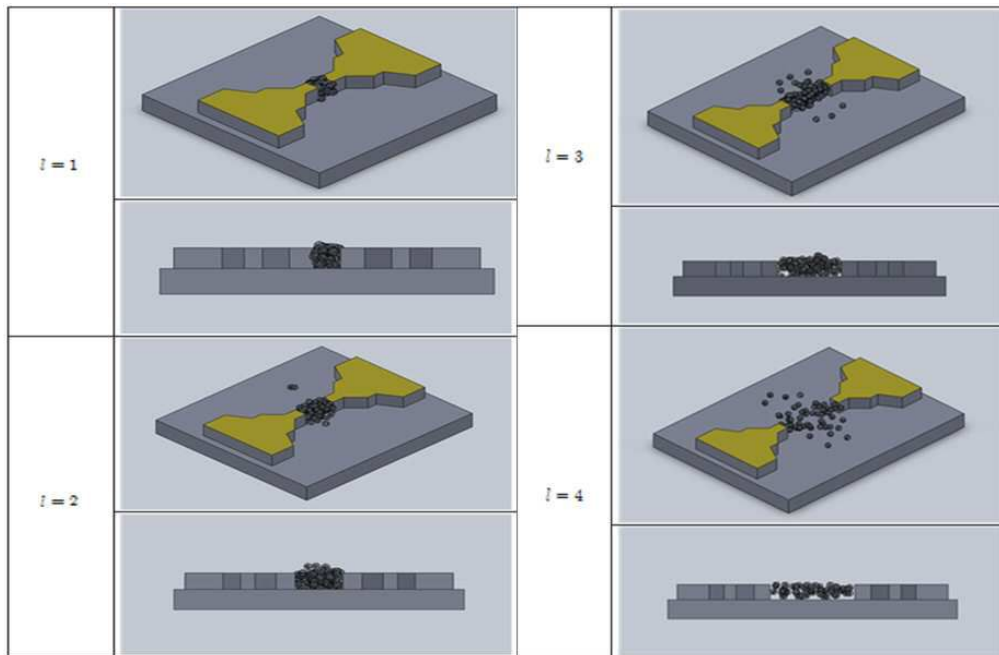
도면4a



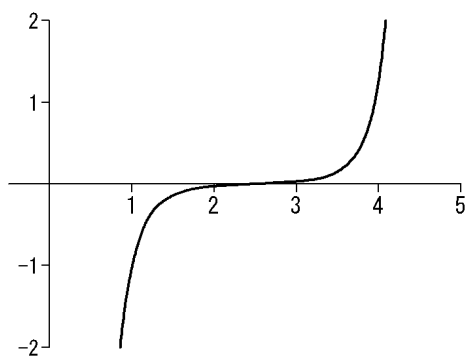
도면4b



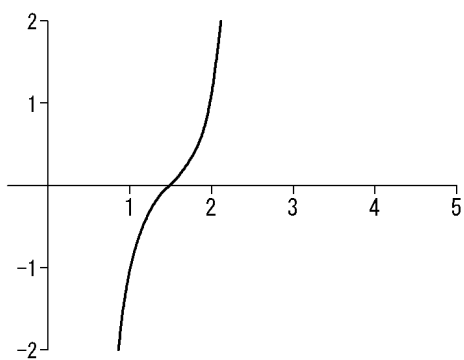
도면5



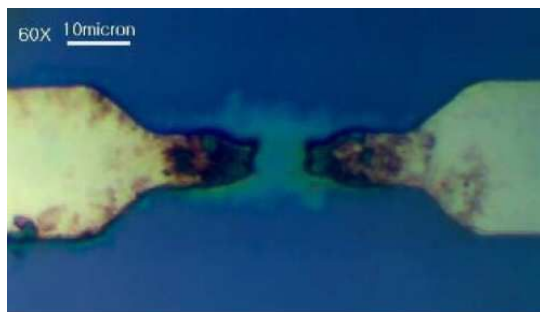
도면6a



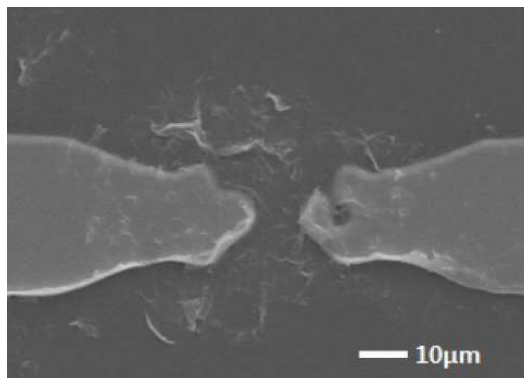
도면6b



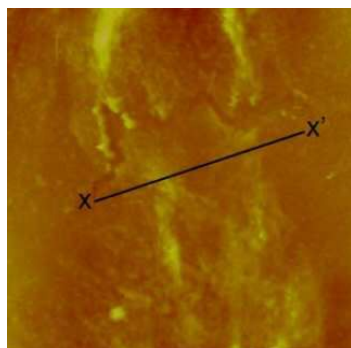
도면7



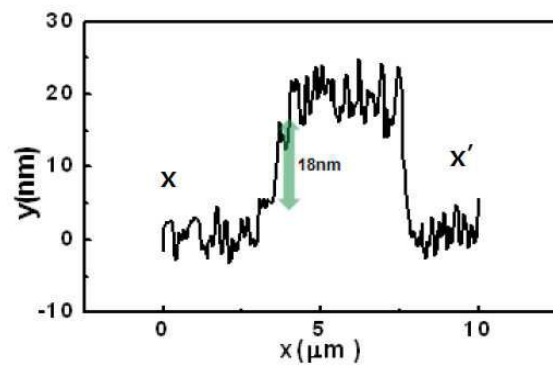
도면8



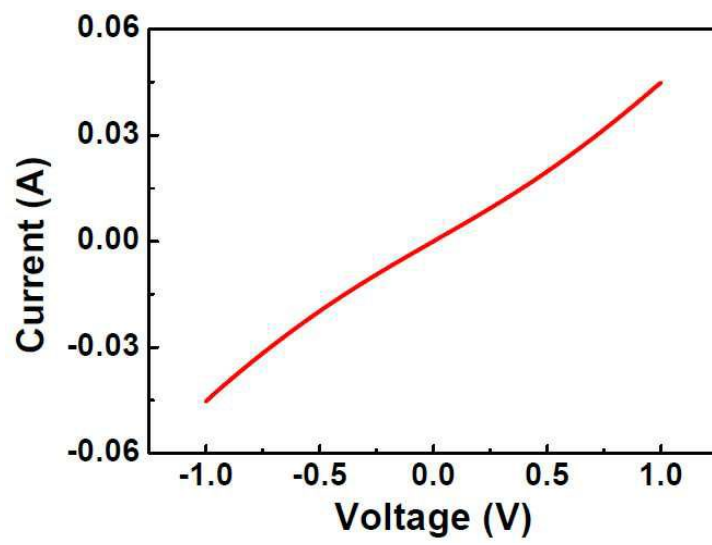
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	石墨烯膜的制造方法和使用其的有机电致发光显示装置的制造方法		
公开(公告)号	KR1020140137830A	公开(公告)日	2014-12-03
申请号	KR1020130058929	申请日	2013-05-24
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司 延世大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司 产学合作基金会，延世大学		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司 产学合作基金会，延世大学		
[标]发明人	LEE JAE IK 이재익 JUN SEONG CHAN 전성찬 LIM JU HWAN 임주환 LEE SU CHAN 이수찬 SOHN JI SOO 손지수		
发明人	이재익 전성찬 임주환 이수찬 손지수		
IPC分类号	H01L51/52 C01B31/02 C04B35/52 H05B33/10 C01B32/182		
CPC分类号	H01L51/5253 C01B32/182 C04B35/522 H05B33/10		
其他公开文献	KR101958012B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

도2d

根据本发明实施例的制造石墨烯膜的方法包括以下步骤：在基板上彼此间隔开的第一电极和第二电极之间施加石墨烯溶液；将吊杆放置在第二电极之间，并在第一电极和第二电极之间形成电场以形成石墨烯膜。 专利文献10-2014-0137830

