



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0099734
(43) 공개일자 2007년10월10일

(51) Int. Cl.

H01J 1/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0030844

(22) 출원일자 2006년04월05일

심사청구일자 2006년04월05일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 수원 캠퍼스내

(72) 발명자

장 진

서울 서초구 잠원동 65-32 신반포7차아파트 302-908

박규창

서울 광진구 광장동 561 삼성차아파트 1-1301

유제황

서울 동대문구 회기동 1 경희대학교 차세대디스플레이센터

(74) 대리인

오세중

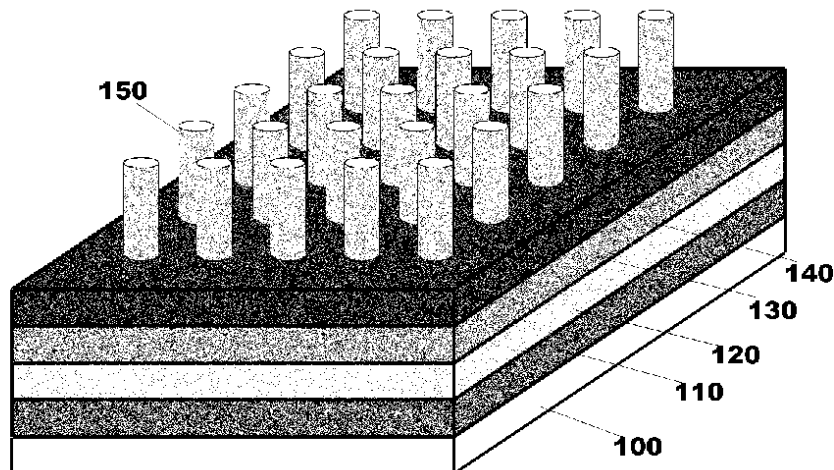
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 전자방출 소자의 선택적 위치 제어를 이용한 전자방출디스플레이 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 전자방출 소자의 선택적 위치 제어를 이용한 전자방출 디스플레이의 제조방법에 관한 것으로, 특히 전극 구조가 형성되기 전에 전자방출원인 탄소 나노튜브의 위치를 결정하여 균일하게 성장시키고, 포토레지스트를 사용하여 상기 선택적으로 균일하게 형성된 탄소 나노튜브들을 화소 단위로 구분하는 스페이서를 직접 전극 위에 형성함으로써 화소들간의 상호 간섭 현상인 누화(cross-talk)를 방지하고, 균일한 전자 방출에 의해 화소의 균일도를 향상시킬 수 있는 전자방출 소자의 선택적 위치 제어를 이용한 전자방출 디스플레이 및 그 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도1c



특허청구의 범위

청구항 1

하부기관 상부에 캐소드 전극과 촉매 금속층을 형성하고, 그 상부에 전자방출 소자를 형성하는 전자방출 디스플레이의 제조방법에 있어서,

상기 촉매 금속층 상부에 포토레지스트를 형성하는 단계와;

상기 형성된 포토레지스트 중 전자방출 소자를 형성하고자 하는 위치에 원하는 패턴을 형성하는 단계와;

상기 패턴을 제거하여 전자방출 소자 형성홀을 형성하는 단계와;

상기 전자방출 소자 형성홀에 전자방출 소자를 형성하는 것을 특징으로 하는 전자 방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 포토레지스트는 스핀코팅에 의해 0.01 ~ 10 μm 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 전자 방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 포토레지스트에 패턴을 형성한 다음, 100℃ ~ 250 ℃의 온도에서 고온 열처리를 통하여 소결시키는 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전자방출 소자는 탄소 나노튜브인 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 탄소 나노튜브는,

상기 하부기관을 어닐링하는 단계와;

상기 어닐링된 하부 기관에 탄화수소 기체를 공급하면서 플라즈마 화학기상증착을 실시하는 단계를 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 전자방출 소자를 형성한 다음, 하부기관 상부에 전자방출 소자가 함침되도록 레지스트를 형성하는 단계와;

상기 레지스트를 전자방출 소자가 화소단위로 구분되도록 화소와 대응되는 영역의 레지스트를 제거하기 위한 패턴을 형성하는 단계와;

상기 패턴을 제거하여 전자방출 소자를 노출시키면서 화소단위로 구분되는 스페이서를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 레지스트는 무기 레지스트, 유기 레지스트, 유·무기 혼합형 레지스트 또는 감광형 유리페이스트 중 어느

하나인 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 레지스트에 패턴을 형성한 후 250~400℃에서 소결시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 레지스트의 패턴부분을 제거하는 방법은,

디벨로퍼 이용법, 건식 에칭법 또는 습식 에칭법 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 화소와 대응되는 영역의 레지스트를 제거하기 위한 패턴을 형성하는 방법은,

선택 성장된 탄소 나노튜브 영역 각각을 여는 방법, 한 픽셀을 여러 부분으로 나누어 여는 방법, 또는 픽셀 영역 전체를 여는 방법 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이의 제조방법.

청구항 11

캐소드 전극과 전자 방출원을 갖는 하부기판과, 애노드 전극과 화소를 갖는 상부기판 및 상기 하부기판과 상부기판의 간격을 유지하고 내부를 밀봉시키기 위한 격벽으로 구성된 전자방출 표시소자에 있어서,

상기 하부기판 상부에 전자방출 소자들을 화소 영역으로 구분하는 격벽 겸용 스페이서가 더 형성된 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 스페이서는 레지스트를 이용하여 형성된 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 스페이서는 전자방출원인 탄소 나노튜브 영역, 한 픽셀을 여러부분으로 나눈 영역 또는 픽셀 부분 전체영역을 제외한 부분에 형성된 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 스페이서 중간에 게이트 전극이 더 형성된 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<15>

본 발명은 전자방출 소자의 선택적 위치 제어를 이용한 전자방출 디스플레이의 제조방법에 관한 것으로, 특히 전극 구조가 형성되기 전에 전자방출원인 탄소 나노튜브의 위치를 결정하여 균일하게 성장시키고, 레지스트를

사용하여 상기 선택적으로 균일하게 형성된 탄소 나노튜브들을 화소 단위로 구분하는 스페이서를 직접 전극 위에 형성함으로써 화소들간의 상호 간섭 현상인 누화(cross-talk)를 방지하고, 균일한 전자 방출에 의해 화소의 균일도를 향상시킬 수 있는 전자방출 소자의 선택적 위치 제어 및 화소 구분 스페이서를 이용한 전자방출 디스플레이 및 그 제조방법을 제공한다.

- <16> 상기 전자방출 디스플레이(Field Emission Display : FED)는 진공 속에서의 전자 방출을 기초로 하고 있으며, 아노드 전극에 수천볼트의 전압을 가하고 게이트 전극에서 전자 방출부에 수십 볼트의 양(positive) 전압을 가함으로써 강한 전기장의 영향을 받은 상기 전자 방출부에서 전자가 방출된 후 형광체가 코팅된 애노드 전극에 충돌하여 상기 형광체를 발광시킴으로써 표시장치의 역할을 수행한다. 상기 FED는 우수한 밝기와 해상도, 그리고 얇고 가벼운 장점을 가지고 있어 차세대 평판 디스플레이로 많은 연구가 진행되고 있다.
- <17> 상기 전자방출 디스플레이의 전자 방출부는 실리콘 팁(silicon tip) 또는 몰리브덴(Mo) 등의 금속팁(metal tip)이 주로 이용되고 있으나, 상기 금속 팁은 동작전압이 매우 높고 고전류 방출에 의한 팁의 열화로 인하여 누설 전류가 크고 이에 따라 소자의 신뢰성 및 성능이 저하되는 문제점이 있었다.
- <18> 상기 문제점을 해결하기 위하여 우수한 기계적 특성과 전기적 선택성 및 전자방출 특성을 갖는 탄소 나노튜브가 사용되고 있다. 상기 탄소 나노튜브(Carbon Nano Tube, CNT)는 탄소로 이루어진 탄소 동소체(carbon allotrope)로서, 하나의 탄소 원자가 다른 탄소 원자와 육각형 벌집무늬로 결합되어 튜브형태를 이루고 있어 다양한 전기 전자 분야에서 응용되고 있다.
- <19> 그러나, 상기 전자방출 소자를 이용한 전자방출 디스플레이의 경우 원하는 위치에 나노튜브를 형성시키는 기술과 탄소 나노튜브를 수직으로 배열하는 기술의 미비로 인하여 화소간의 상호 간섭이 발생하고, 전자 방출 효율이 떨어지는 문제점을 보여왔다. 상기 전자방출 디스플레이의 초기개발 단계에 주로 이용된 전계효과 디스플레이(FED)용 에미터는 제작 공정 및 그 구조가 복잡한 단점을 지니고 있다.
- <20> 또한, 반도체 및 금속을 전자 방출부로 사용하기 위해서는 고가의 이온빔을 이용하여야 하기 때문에 전자방출 디스플레이에는 적용하기에는 불가능하다는 문제점도 있었다.
- <21> 또한, 종래의 전자방출 디스플레이는 스페이서가 양극 기관과 음극 기관 사이에 설치되어 수 십 마이크로에서 수 밀리에 이르는 진공 간격(vacuum gap)을 일정한 폭으로 유지하고, 외부의 대기 압력에 의하여 진공 상태에 있는 양극 및 음극 기관이 붕괴되는 것을 방지하며, 소자의 동작 과정에서 화소들간의 상호 간섭 현상인 누화(cross-talk)가 발생하는 것을 방지하는 역할을 하였다.
- <22> 상기 스페이서가 갖추어야 할 요건은 다음과 같다. 시각적으로 보이지 않아야 하고(50~100 μ m의 폭, 25:1 이상의 종횡비), 물리-화학적인 내구성이 있어야 하며 (FED에 요구되는 강도: $14.71\text{lbs}/\text{inch}^2 = 1.01\text{lbs}/12.1\text{inch-diagonal}$), 열 공정에서 응력에 의한 손상 방지를 위하여 상부 및 하부 기관의 열팽창 계수 등이 부합되어야 한다. 또한, 탈 기체 현상과 형광체와의 반응성 등이 적어야 하고, 음극-양극간의 절연이 유지되는 범위 내에서 표면 전도성이 있어 전하 축적이 방지되어야 하며, 전기적 항복이 일어나지 않도록 2차 전자의 발생이 적어야 한다.
- <23> 현재 다양한 재료 및 구조물들이 전자방출 디스플레이의 스페이서로서 적용되고 있으며, 대표적인 것들로 유리 프리트, 폴리이미드, 유리 구조물(cross, pillar, rib, ball 등), 세라믹 구조물, 그리고 광파이버 등이 있으며, 상기 스페이서 재료로는 주로 유리 구조물과 광파이버가 사용되고 있다.
- <24> 그러나, 상기와 같이 스페이서를 제조할 경우 폭 조절의 한계성으로 인하여 고해상도의 디스플레이 제조에는 한계가 있다는 문제점이 있었다.
- <25> 또한, 최근 들어 일본국의 전자방출 디스플레이 제조업체인 노리다게사에서는 일정한 진공 간격과 함께 애노드 전압을 상승시켜 휘도를 향상 시키며, 화소 간 누화 현상을 줄이기 위해 매우 정밀한 유리 리브(rib)를 사용하는 스페이서 제작 기술을 발표하였다 [Junko Yotani, Sashiro Uemura, Takeshi Nagasako, Hiroyuki Kurachi, Hiromu Yamamda, Tomotaka Ezaki, Tsuyoshi Maesoba, Takehiro Nakao, Masaaki Ito, Yahachi Saito, Motoo Yumura SID'04, Digest of technical paper, vol I, 828, (2004)]. 그러나 상기 리브(rib)는 제작 기술뿐만 아니라 이를 배열하는 방법에 있어 매우 정밀하고 어려운 기술이 요구되므로 전자방출 디스플레이에 적용하기에는 많은 제약이 있다는 문제점이 있다.

<26>

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <27> 따라서, 본 발명은 상술한 문제점들을 해결하기 위하여 포토레지스트를 사용하여 전자방출원인 탄소 나노튜브를 원하는 위치에 선택적으로 균일하게 성장시킬 수 있는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <28> 또한, 리소그래피 공정과 감광성 레지스트를 이용하여 선택 성장된 탄소 나노튜브 상부에 직접 전자방출 소자를 화소단위로 구분하는 스페이서를 형성하는 방법을 제공함으로써 상부기관에 형성된 화소들간의 누화를 방지하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <29> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 하부기관 상부에 캐소드 전극과 촉매 금속층을 형성하고, 그 상부에 전자방출 소자를 형성하는 전자 방출 디스플레이의 제조방법에 있어서, 상기 촉매 금속층 상부에 포토레지스트를 형성하는 단계와; 상기 형성된 포토레지스트 중 전자방출 소자를 형성하고자 하는 위치에 원하는 패턴을 형성하는 단계와; 상기 패턴을 제거하여 전자방출 소자 형성홀을 형성하는 단계와; 상기 전자방출 소자 형성홀에 전자방출 소자를 형성하는 것을 특징으로 하는 전자방출 소자의 선택적 위치제어를 이용한 전자방출 디스플레이의 제조방법을 제공한다.
- <30> 또한, 캐소드 전극과 전자 방출원을 갖는 하부기관과, 애노드 전극과 화소를 갖는 상부기관 및 상기 하부기관과 상부 기관의 간격을 유지하고 내부를 밀봉시키기 위한 격벽으로 구성된 전자방출 표시소자에 있어서, 상기 하부기관 상부에 전자방출 소자들을 화소 영역으로 구분하는 격벽 겸용 스페이서가 더 형성된 것을 특징으로 하는 전자방출 디스플레이를 제공한다.

발명의 구성 및 작용

- <31> 이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 상세히 설명하기로 한다.
- <32> 먼저, 도1a 내지 도1d는 본 발명의 전자방출 디스플레이를 제조하는 방법에 있어서, 리소그래피 공정에 의해 포토레지스트를 이용하여 전자방출원인 탄소 나노튜브를 원하는 위치에 선택적으로 성장시킨 어레이를 제조하는 방법을 순차적으로 나타낸 것이다.
- <33> 먼저, 도1a는 유리, 석영, 규소 또는 알루미늄(Al_2O_3)로 이루어진 기관(100) 상부에 소정의 패턴을 갖는 캐소드 전극(110)을 형성하고, 그 캐소드 전극(110) 상부에 티타늄(Ti) 또는 티타늄에 텅스텐(W) 등을 혼합한 티타늄 합금(Ti-alloy)을 이용하여 확산 방지층(120)을 형성한다. 다음에, 상기 확산 방지층(120) 상부에 촉매 금속층(130)을 형성한다. 이때, 상기 확산 방지층(120)은 약 5 내지 20nm의 두께로 형성하며, 상기 촉매 금속층(130)이 기관(100)측으로 확산하는 것을 방지하는 역할을 담당하나, 경우에 따라서는 상기 확산 방지층(120)은 생략할 수도 있다. 또한, 상기 촉매 금속층(130)은 리프트 오프(lift-off) 방법으로 형성된다.
- <34> 상기 리프트 오프 방법은, 상기 확산 방지층(120) 상부에 포토레지스트를 도포한 후 패터닝에 의해 포토레지스트 패턴을 형성한 다음, 상기 포토레지스트 패턴을 포함하는 기관 상부 전면에 촉매 금속층을 형성한다. 다음에, 상기 포토레지스트 패턴을 제거함으로써 소정 간격으로 분리되어 있는 촉매 금속층(130)이 형성된다. 이때 상기 촉매 금속층(130)은 니켈(Ni), 철(Fe) 또는 코발트(Co)와 같은 단일 금속이나, 코발트-니켈, 코발트-철, 니켈-철 또는 코발트-니켈-철이 합성된 합금을 사용하여 열증착(thermal evaporation)법, 스퍼터링(sputtering)법 또는 전자빔증착(electron beam evaporation)법을 이용하여 수 nm 내지 수백 nm, 바람직하게는 3 내지 30nm의 두께로 형성한다.
- <35> 상기 촉매 금속층(130)을 형성하는 방법으로는 상기와 같은 리프트 오프 방법뿐만 아니라 촉매 금속층을 기관 전면에 먼저 도포하고, 그 상부에 포토레지스트를 도포한 후, 노광시켜 원하는 패턴의 촉매 금속층을 형성하는 리소그래피(lithography) 방법을 사용할 수도 있다.
- <36> 다음에, 도1b는 상기와 같이 형성된 촉매 금속층 상부에 전자방출 소자인 탄소 나노튜브를 선택적으로 성장시키기 위하여 패턴을 갖는 포토레지스트층을 형성한 것을 나타낸 것으로, 상기 포토레지스트층(140)은 확산 방지층(120) 및 촉매 금속층(130)이 형성된 하부기관(100) 상부에 스핀코팅에 의해 형성한다. 이때 형성되는 포토레지스트는 스핀코팅의 속도를 조정하여 0.3 ~ 10 μm 의 두께를 갖도록 한다. 또한, 상기와 같은 두께로 형성된 포토레지스트는 100 ~ 250 $^{\circ}C$ 의 온도로 소결한 후, UV와 마스크를 이용하여 필요한 형태의 패턴 노광 과정을 수행하여 이를 현상한다. 다음에, 600 $^{\circ}C$ 에서 30분간 용융과정을 거쳐 비노광된 부분에 화학적 변형을 가하여 전자방출 소자 형성홀(141)을 형성한다. 이때, 상기 전자방출 소자 형성홀(141)은 전자방출 디스플레이의 상부기관

에 형성된 화소 영역에 따라 다양한 형태를 갖도록 할 수 있다.

- <37> 다음에, 도1c는 상기 도1b와 같이 포토레지스트층에 형성된 전자방출 소자 형성홀(141)에 의해 노출된 촉매 금속층(130) 상부에 탄소 나노튜브를 성장시킨 것을 나타낸 것으로, 포토레지스트(140)가 있는 영역에서는 탄소나노튜브가 성장하지 않는다.
- <38> 상기 탄소 나노튜브는 약 150 내지 800℃의 내부 온도 및 2 Torr의 내부 압력을 갖는 플라즈마 반응로에서 상기 기판을 어닐링(annealing)한 후, 메탄(CH_4), 에틸렌(C_2H_2), 프로필렌(C_3H_6) 또는 프로판(C_3H_8)과 같은 탄화수소류 기체 및 암모니아(NH_3) 또는 수소화물 기체와 같은 질소 또는 수소 함유 기체를 함께 공급하여 형성한다. 그 한 실시예로서 상부전극을 0V, 하부전극을 -600V로 고정하고, 투과제어전극의 전압을 +300V로 공급하면서, 에틸렌 30sccm 및 암모니아 70sccm을 동시에 공급한다.
- <39> 상기와 같이 플라즈마 화학기상증착(PECVD) 장치의 증착실 내로 공급된 메탄, 에틸렌, 프로필렌 또는 프로판과 같은 탄화수소 기체는 기체 상태에서 탄소 유닛($\text{C}=\text{C}$ 또는 C)과 자유 수소(H)로 플라즈마 및 열분해(pyrolysis)되고, 상기 분해된 탄소 유닛들은 포토레지스트층(140)에 형성된 전자방출 소자 형성홀(141)에 의해 노출된 촉매 금속층(130)의 금속 입자의 표면에 흡착되며, 시간이 경과함에 따라 촉매 금속 입자의 내부로 확산되어 용해된다. 상기와 같은 상태에서 지속적으로 탄소 유닛들이 공급되면, 촉매 금속 입자의 촉매 작용에 의해 전자방출 소자(150)인 탄소 나노튜브가 일정한 방향으로 성장한다. 상기 촉매 금속 입자의 형태가 둥글거나 뭉툭한 경우에는 탄소 나노튜브의 말단 또한 원형 또는 뭉툭한 형태로 형성되고, 촉매 금속 입자의 말단이 뾰족한 경우에는 탄소 나노튜브의 말단 또한 뾰족하게 형성된다.
- <40> 다음에, 도 2a 내지 도 2b는 도1a 내지 도1c에 도시된 바와 같은 방법으로 하부기판 상부에 전자방출 소자인 탄소 나노튜브가 형성된 것을 나타낸 것으로, 도2a는 포토레지스트 상에 형성된 패턴의 모양이 사각형일 경우 포토레지스트의 패턴에서 사각형 형태로 탄소 나노튜브가 형성된 상태를 나타낸 사진이고, 도2b는 포토레지스트 상에 형성된 패턴의 모양이 원형일 경우 포토레지스트의 패턴에서 원형의 탄소 나노튜브가 형성된 상태를 나타낸 사진이다.
- <41> 다음에, 도3은 본 발명에 따라 도1a 내지 도1c와 같은 방법으로 탄소 나노튜브를 전자방출 디스플레이의 어레이 상에 상부기판에 형성되는 화소 단위로 전자방출 소자(150)가 노출되도록 하는 화소단위 구분 홀(161)을 갖는 스페이서(162)를 형성한 것이다. 또한, 상기 스페이서(162)는 전자방출 소자(150)가 형성된 어레이 상부에 상부기판과의 간격을 고려하여 일정한 높이로 절연성을 갖는 유기, 무기 또는 혼합성 레지스트를 형성하고, 이를 화소간 분리 및 셀 갭 유지를 위한 스페이서로 사용한다.
- <42> 다음에, 상부 기판에 형성되는 화소의 영역에 대응되는 부분이 소결된 레지스트를 디벨로퍼(developer) 또는 식각액(etchant)을 이용하여 제거하고, 나머지 영역의 레지스트를 그대로 유지시켜 셀 갭을 유지하도록 한다. 이때, 레지스트의 두께는 전극 구조에 따라 다양하게 형성할 수 있으며, 사용되는 레지스트로는 무기 레지스트, 유기 레지스트 및 유,무기 혼합형 레지스트, 또는 감광형 유리페이스트 중 어느 하나를 사용한다.
- <43> 상기와 같이 본 발명은 상부기판에 형성된 전자방출 소자를 화소 단위로 구획하는 스페이서를 레지스터 패터닝을 이용하여 형성함으로써 별도의 격벽을 사용하지 않고 이를 격벽으로 이용할 수 있고, 전자방출 소자로부터 방출되는 전자의 방향을 해당 화소로만 유도하여 다른 전자방출 소자로부터 방출된 전자들로 인해 상호 간섭을 일으키는 누화현상을 방지할 수 있다.
- <44> 다음에, 도4a 내지 도4f는 본 발명에 따른 선택적 위치 제어를 이용한 전자방출소자의 형성방법과 전자방출 소자를 화소 단위로 구획하기 위한 스페이서 형성방법을 이용한 전자 방출 디스플레이의 제조공정을 순차적으로 나타낸 것이다.
- <45> 먼저, 도4a는 소정의 크기를 갖는 하부기판(100) 상부에 스트라이프(stripe) 형과 같은 소정의 패턴을 갖는 다수의 캐소드 전극(110)을 일정한 간격으로 일방향을 따라 형성하고, 상기 캐소드 전극(110) 상부에 확산 방지층(120)과 촉매 금속층(130) 그리고 포토레지스트층(140)을 순차적으로 형성한 것을 나타낸 것이다. 이때, 상기 확산 방지층(120)과 촉매 금속층(130)은 캐소드 전극(110)과 같은 패턴을 갖는다. 또한, 상기 확산 방지층(120)과 촉매 금속층(130)은, 도1a에서 설명한 바와 같은 방법으로 형성된다. 또한, 상기 포토레지스트층(140)은 도1b에서 설명한 바와 같이 확산 방지층(120) 및 촉매 금속층(130)이 형성된 하부기판(100) 상부에 스핀코팅을 사용하여 0.3 ~ 10 μm 의 두께를 갖도록 형성한다.
- <46> 다음에, 도4b는 도4a와 같이 형성된 포토레지스트를 100 ~ 250 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 소결한 후, UV와 마스크를 이용하

여 필요한 형태의 패턴 노광 과정을 실시하고 이를 현상하여 노광된 부분의 패턴을 제거함으로써 측매 금속층(130)이 노출되도록 한 다음, 600 °C 에서 30분간 용융과정을 거쳐 전자방출 소자 형성홀(141)을 만든다. 이때, 상기 전자방출 소자 형성홀(141)은 포토레지스트 상에 형성되는 패턴형태에 따라 다양하게 형성할 수 있으며, 바람직하게는 전자 방출 디스플레이의 상부기관에 형성된 화소 영역에 따라 형성한다.

<47> 다음에, 도4c는 도4b와 같이 하부기관(100) 상의 포토레지스트(140)에 형성된 전자방출 소자 형성홀(141)에 전자방출 소자인 탄소 나노튜브가 형성된 것을 나타낸 것으로, 상기 탄소 나노튜브는 도1c에서 설명한 바와 같이 플라즈마 화학기상증착법 또는 열화학기상증착법(thermal COD)을 이용하여 형성한다.

<48> 다음에, 도4d 및 도4e는 상기 도4c와 같이 전자방출 소자를 갖는 하부 기관 상부에 스페이서를 형성하기 위한 레지스트(160)를 적층한 것을 나타낸 것으로, 상기 레지스트(160)는 상기 전자방출 소자(150)인 탄소 나노튜브를 함침하며, 상부기관과의 간격을 고려하여 일정한 높이로 스크린 프린팅, 화학기상증착법 또는 스펀코팅 방법으로 형성한다. 다음에, 도1의 포토레지스트(140)의 소결온도 보다 높은 250 ~ 400°C로 소결하며, 소결전 상부 기관에 형성된 각각의 화소와 대응되는 영역의 레지스트를 디벨로퍼(developer)를 이용하여 제거함으로써 화소 단위로 구분하는 스페이서(162)를 형성한다.

<49> 또한, 상기 화소와 대응되는 영역의 레지스트를 제거하는 방법은 선택 성장된 탄소 나노튜브 영역 각각을 여는 방법, 한 픽셀을 여러 부분으로 나누어 여는 방법, 또는 픽셀 영역 전체를 여는 방법 중 어느 하나를 선택하여 사용할 수 있다. 즉, 전자방출원인 탄소 나노튜브 영역, 한 픽셀을 여러부분으로 나눈 영역 또는 픽셀 부분 전체영역을 제외한 부분 모두에 스페이서를 형성할 수 있다. 또한, 상기 화소영역을 제외한 테두리 부분의 스페이서를 격벽으로 사용하기 위하여 두껍게 형성한다.

<50> 다음에, 도4f는 본 발명에 따라 제조된 전자방출 디스플레이를 나타낸 것으로, 상기 도4e와 같이 전자방출 소자(150)와 화소영역을 구분하는 스페이서(162)가 형성된 하부 기관(100) 상부에 애노드 전극(210)과 화소(220)들이 형성된 상부 기관을 부착하고, 진공으로 밀봉시켜 실장함으로써 제조된다.

<51> 상기 상부기관(200)은 투명 유리 등으로 제조되며, 그 일면에 ITO 등의 투명전극을 애노드 전극(210)으로 형성한다. 다음에, 상기 애노드 전극(210) 상부에 적색, 녹색, 청색의 발광을 일으키는 형광체를 이용하여 화소(220)를 형성한다.

<52> 상술한 바와 같이 제조된 전자방출 디스플레이는 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 전계가 인가되면 상기 수직 방향으로 성장된 탄소 나노튜브로 이루어진 전자방출 소자에서 전자를 방출하고, 방출된 전자가 화소에 충돌함으로써 적색, 녹색 및 청색의 광을 방출한다. 이때, 상기 화소영역으로 방출되는 전자는 화소단위 구분을 위한 스페이서로 인해 해당 화소로만 방출되므로 누화를 방지할 수 있다.

<53> 다음에, 도5는 본 발명에 따라 제조된 전자방출 디스플레이의 다른 실시예를 나타낸 것으로, 도4f와 같이 전자방출 소자(150)와 화소영역을 구분하는 스페이서(162)가 형성된 하부 기관(100) 상부에 애노드 전극(210)과 화소(220)들이 형성된 상부 기관을 부착하여 형성되나, 상기 상부기관을 부착하기 전에 상기 화소 영역을 구분하는 스페이서 중간에 게이트 전극(300)을 더 형성한 것이다. 상기와 같이 스페이서 중간에 게이트 전극(300)을 형성하는 방법은 전자방출 소자(150)가 형성된 하부기관 상부에 일정한 높이로 레지스트를 형성한 후, 그 레지스트 상부에 게이트 전극으로 사용할 금속층을 형성한 다음, 다시 레지스트층을 형성하여 화소영역을 구분하기 위해 게이트 전극이 포함된 스페이서를 형성함으로써 제조한다.

<54> 상기와 같이 제조된 전자방출 디스플레이는 캐소드 전극, 애노드 전극 및 게이트 전극을 구비한 3극 전자방출 표시소자로서, 게이트 전극과 캐소드 전극 사이에 인가되는 전계로 인하여 상기 화소에 전자가 용이하게 충돌하여 광을 방출할 수 있으며, 2극 전자방출 디스플레이에 비해 낮은 전압을 사용할 수 있다.

<55>

<56> 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 고안의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 권리범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 결정되어야 한다.

<57>

발명의 효과

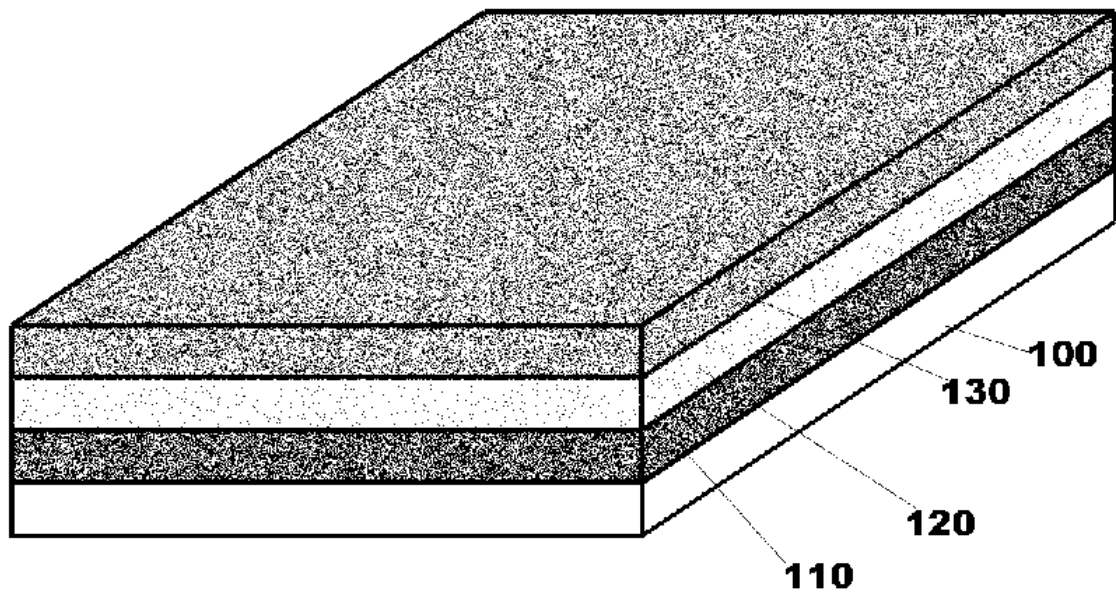
- <58> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 전자방출 디스플레이의 제조방법은 전극 구조가 형성되기 전에 전자방출 소자인 탄소 나노튜브의 위치를 결정하여 용이하게 원하는 위치에 전자방출 소자를 형성할 수 있다.
- <59> 또한, 포토레지스트를 사용하여 화소 단위로 구분할 수 있는 스페이서를 형성하여 전자방출 소자의 동작 과정에서 발생하는 누화(cross-talk)를 방지함으로써 균일한 전자방출에 의하여 화소의 균일도를 향상시킬 수 있다.
- <60> 또한, 상기와 같이 전자방출 소자를 하부기관 상부의 원하는 위치에 형성하고, 그 전자방출 소자를 화소단위로 구분하는 스페이서를 사용하여 전자방출 디스플레이를 구현함으로써 대면적 구현 및 제조 비용절감의 효과를 동시에 가져올 수 있다.

도면의 간단한 설명

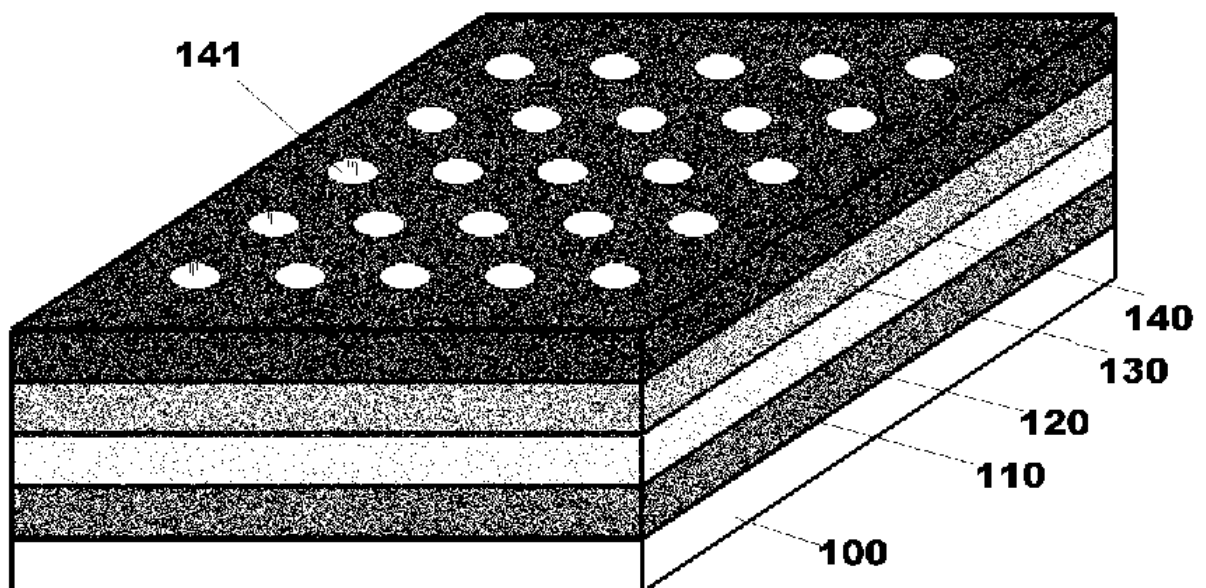
- <1> 도1a 내지 도1c는 본 발명에 따른 전자방출 소자의 선택적 위치 제어를 통한 전자방출원의 형성과정의 한 실시예를 순차적으로 나타낸 도면.
- <2> 도2a 및 도2b는 본 발명에 따라 선택적으로 성장된 탄소나노튜브의 실시예들을 나타낸 사진.
- <3> 도3은 본 발명에 따른 선택적 위치 제어를 이용하여 전자방출 소자가 형성된 전자방출 디스플레이의 하부기관 상부에 전자방출 소자를 화소 단위로 구분하는 스페이서가 형성된 한 실시예를 나타낸 도면.
- <4> 도4a 내지 도4f는 본 발명에 따른 전자방출 소자의 선택적 위치 제어 및 화소단위로 구분하는 스페이서의 형성 방법에 따라 제조되는 전자방출 디스플레이의 제조공정을 순차적으로 나타낸 도면.
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 전자방출 소자의 선택적 위치 제어 및 화소단위로 구분하는 스페이서의 형성방법에 의해 제조된 전자방출 디스플레이의 다른 실시예를 나타낸 도면.
- <6> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <7> 100 : 하부기관 110 : 캐소드 전극
- <8> 120 : 확산방지층 130 : 촉매 금속층
- <9> 140 : 포토레지스트층 141 : 전자방출 소자 형성홀
- <10> 150 : 전자방출 소자(탄소 나노튜브)
- <11> 160 : 레지스트 층 161 : 화소단위 구분 홀
- <12> 162 : 스페이서 200 : 상부기관
- <13> 210 : 애노드 전극 220 : 화소
- <14> 300 : 게이트 전극

도면

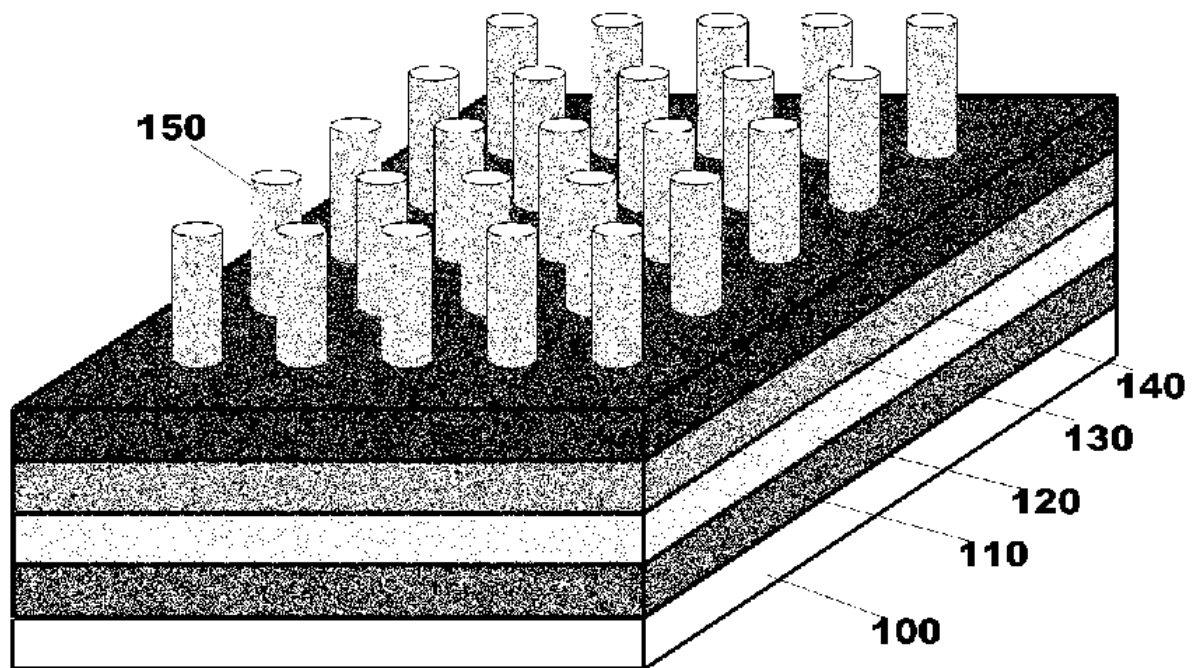
도면1a



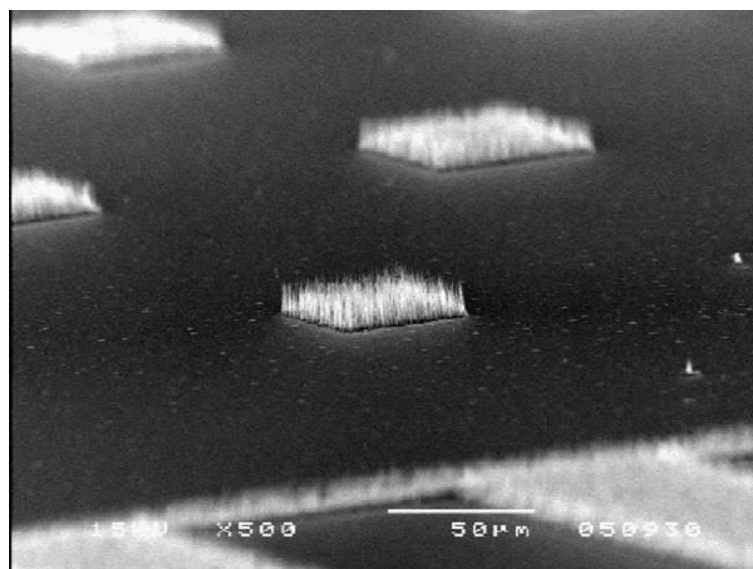
도면1b



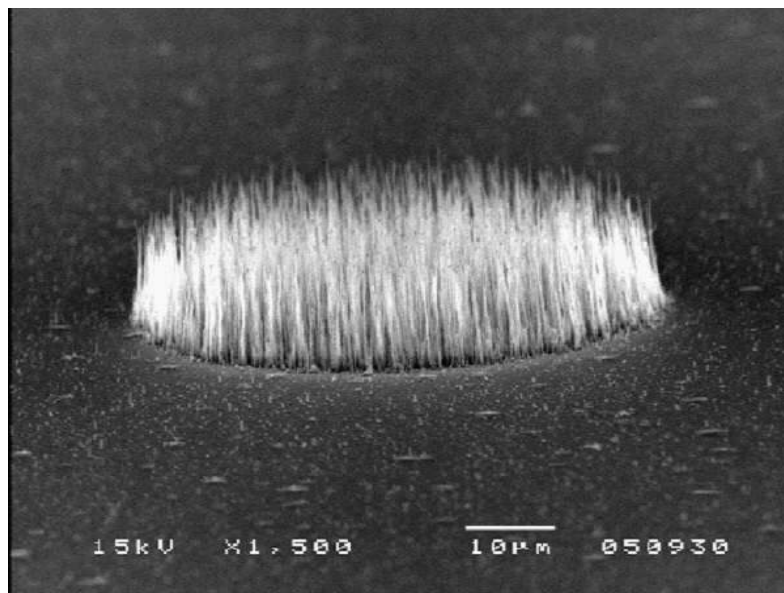
도면1c



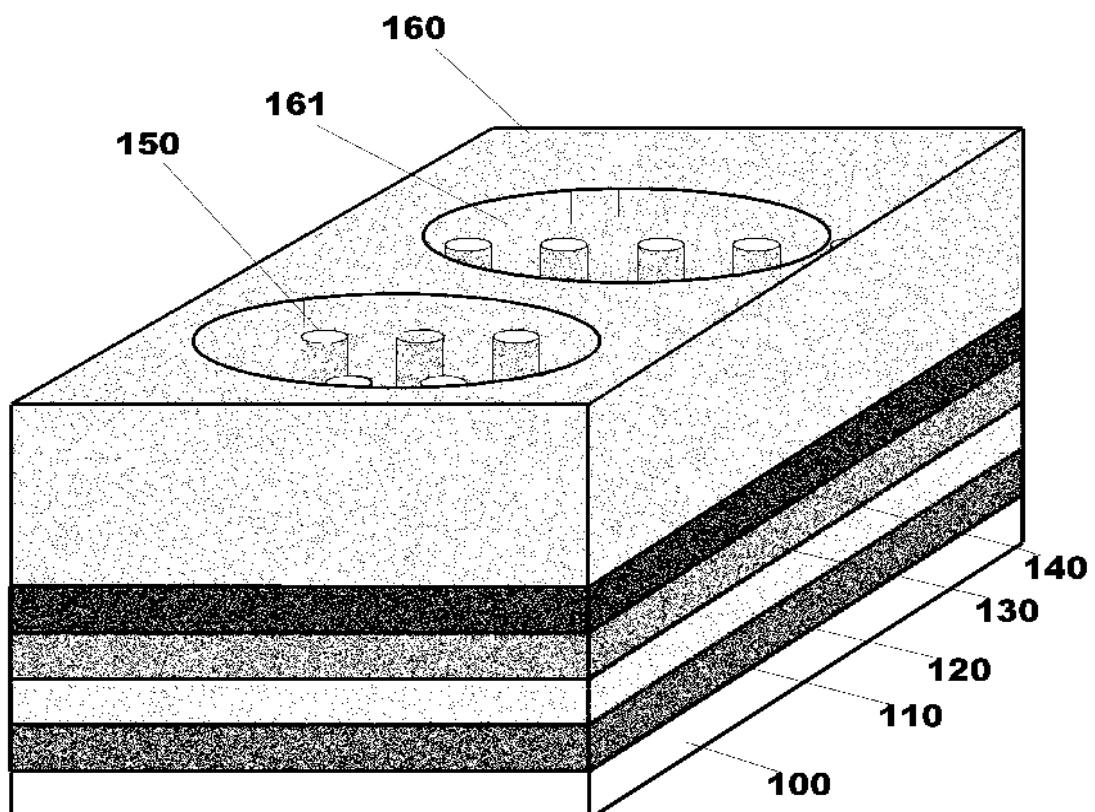
도면2a



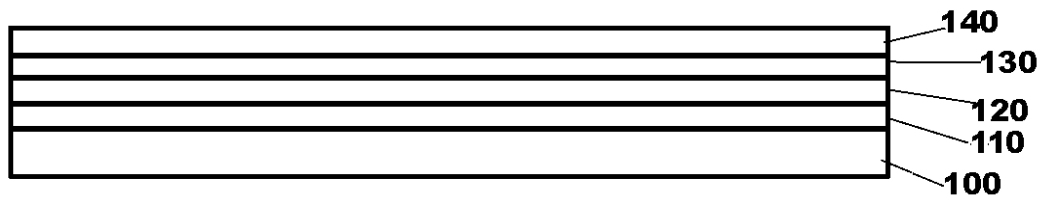
도면2b



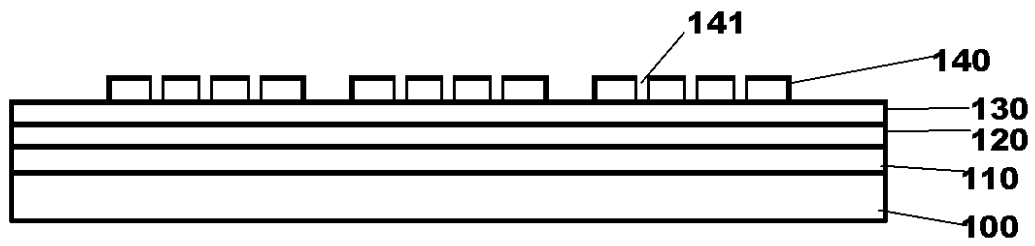
도면3



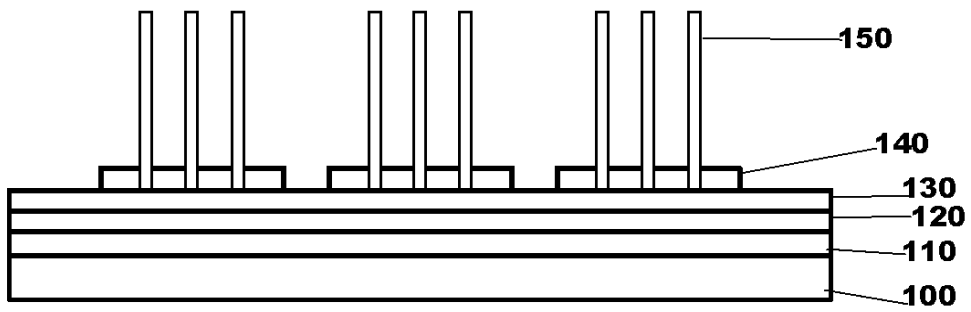
도면4a



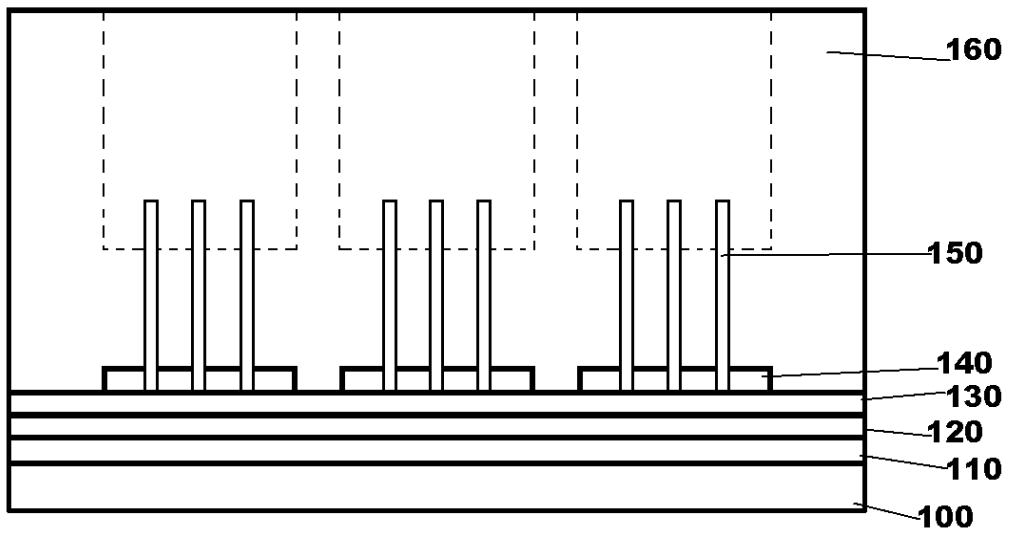
도면4b



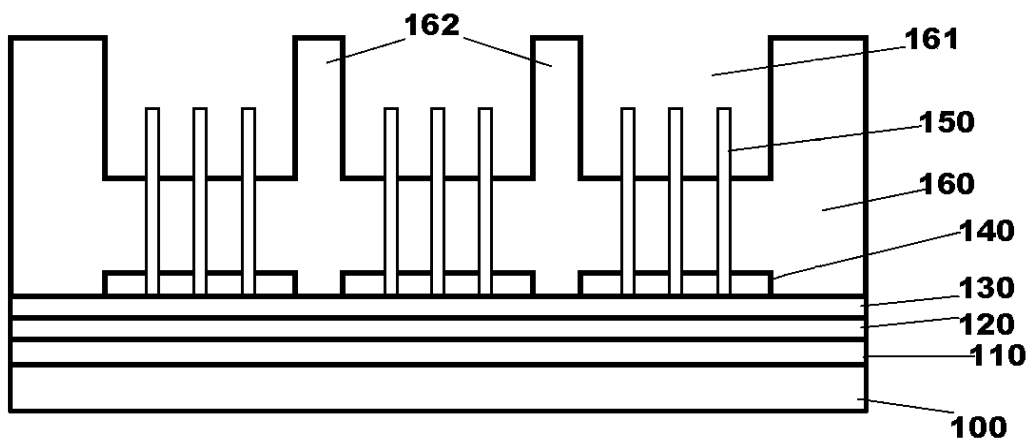
도면4c



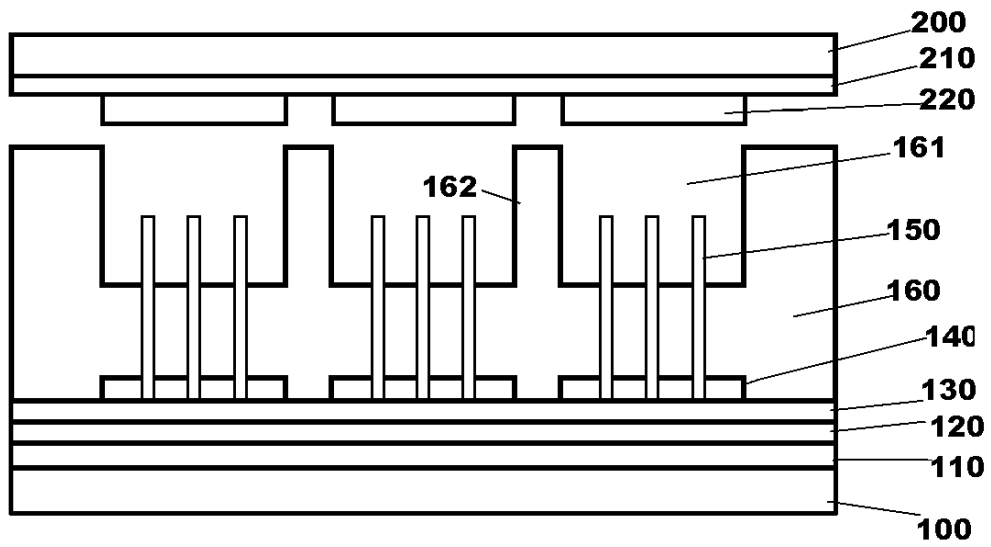
도면4d



도면4e



도면4f



도면5

