



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월14일
 (11) 등록번호 10-0803194
 (24) 등록일자 2008년02월04일

(51) Int. Cl.
B82B 3/00 (2006.01) *H01J 1/30* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-0060663
 (22) 출원일자 2006년06월30일
 심사청구일자 2006년06월30일
 (65) 공개번호 10-2008-0002072
 (43) 공개일자 2008년01월04일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2004281166 A
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자
삼성에스디아이 주식회사
 경기 수원시 영통구 신동 575
 (72) 발명자
김하진
 경기 수원시 영통구 망포동 486-7 도고빌라 6동 401호
한인택
 서울 서초구 서초동 1641-13 아남아파트 1-702
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항

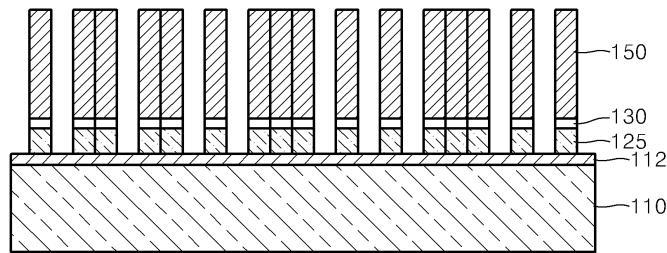
심사관 : 이영재

(54) 탄소나노튜브 구조체 형성방법

(57) 요약

탄소나노튜브 구조체 형성방법이 개시된다. 개시된 탄소나노튜브 구조체 형성방법은, 기판 상에 전극을 형성하는 단계; 전극 상에 버퍼층을 형성하는 단계; 버퍼층 상에 입자 형태의 촉매층을 형성하는 단계; 촉매층을 통하여 노출된 버퍼층을 식각하는 단계; 및 식각된 버퍼층 상에 마련된 촉매층으로부터 탄소나노튜브를 성장시키는 단계;를 포함한다.

대표도 - 도4



(72) 발명자	(56) 선행기술조사문헌
최영철	KR1020030001130 A
경기 수원시 영통구 망포동 702 동수원2차 쌍용스 윗닷홈 203-1102	KR1020040050355 A
정광석	KR1020040052062 A
경기 용인시 기흥구 중동 819 참솔마을 월드메르디 앙 108-1201	US20050128788 A1

특허청구의 범위

청구항 1

기관 상에 전극을 형성하는 단계;

상기 전극 상에 버퍼층을 형성하는 단계;

상기 버퍼층 상에 입자 형태의 촉매층을 형성하는 단계;

상기 촉매층을 통하여 노출된 상기 버퍼층을 식각하는 단계; 및

상기 식각된 버퍼층 상에 마련된 상기 촉매층으로부터 탄소나노튜브를 성장시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 버퍼층은 상기 촉매층과 식각선택성이 있는 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 버퍼층은 Al, B, Ga, In, Tl, Ti, Mo 및 Cr으로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 버퍼층은 10Å ~ 3000Å의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 촉매층은 Fe, Co 및 Ni으로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 촉매층은 2Å ~ 100Å의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 버퍼층의 식각은 상기 전극이 노출될 때까지 수행되는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 전극은 Mo 및 Cr 중 적어도 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 탄소나노튜브는 화학기상증착법(CVD)에 의하여 성장되는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 전극의 상면 또는 하면에 저항층을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 저항층은 비정질 실리콘으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 본 발명은 탄소나노튜브 구조체 형성방법에 관한 것으로, 상세하게는 저온에서 고품위의 탄소나노튜브를 합성할 수 있는 탄소나노튜브 구조체 형성방법에 관한 것이다.
- <13> 전계방출소자(field emission device)는 캐소드전극 상에 형성된 에미터로부터 전자들을 방출시키고, 이 전자들이 애노드전극 상에 형성된 형광체층에 충돌함으로써 가시광을 발생시키는 장치이다. 이러한 전계방출소자는 전계방출을 이용하여 화상을 형성하는 전계방출 표시소자(field emission display device)나 액정 표시장치의 전계방출형 백라이트 유닛 등에 적용될 수 있다.
- <14> 이러한 전계방출소자에서, 전자들을 방출시키는 에미터로서 종래에는 몰리브덴(Mo)과 같은 금속으로 이루어진 마이크로 팁이 많이 사용되었으나, 최근에는 탄소나노튜브(CNTs; Carbon NanoTubes)가 주로 사용되고 있다. 탄소나노튜브를 에미터로 사용하는 전계방출소자는 넓은 시야각, 높은 해상도, 저전력 및 온도 안정성 등에 있어서 장점을 가지므로, 자동차 항법(car navigation) 장치, 전자적 영상장치의 뷰 파인더(view finder) 등의 다양한 분야에 이용 가능성이 있다. 특히, 개인용 컴퓨터, PDA(Personal Data Assistants) 단말기, 의료기기, HDTV(High Definition Television) 등에서 대체 디스플레이 장치로서 이용될 수 있다.
- <15> 이러한 탄소나노튜브를 이용한 전계방출소자를 제작하는데 있어 해결해야할 과제로는 수명 증대, 대면적화 및 저가격화, 그리고 동작 전압의 감소 등이 있다. 먼저, 수명 증대 방안으로는 탄소나노튜브를 화학기상증착법(CVD; Chemical Vapor Deposition)을 이용하여 합성하는 방법이 있다. 이러한 방법은 유기물 바인더 등을 사용하지 않고 기판에 직접 탄소나노튜브를 성장시킴으로써 탄소나노튜브의 열화를 방지할 수 있게 되고, 이에 따라 전계방출소자의 수명을 증대시킬 수 있다. 그러나, 이러한 방법은 유기물 바인더를 사용하지 않기 때문에 탄소나노튜브와 기판 사이의 접착력(adhesion)이 나빠지게 되고, 탄소나노튜브 성장용 촉매층이 기판과 반응함으로써 활성이 떨어지게 되는 문제점이 있다. 다음으로, 대면적화 및 저가격화는 기판으로 유리 기판, 특히 가격이 싼 소다라임(sodalime) 유리기판을 사용함으로써 실현될 수 있다. 그러나, 이러한 소다라임 유리기판은 변형온도가 480℃ 정도로 비교적 낮다. 따라서, 소다라임 유리기판 상에 화학기상증착법에 의하여 탄소나노튜브를 합성하기 위해서는 480℃ 보다 낮은 온도에서 합성이 이루어져야 하는데, 이는 기술적으로 매우 어렵다. 즉, 탄소나노튜브를 낮은 온도에서 합성하기 위해서는 반응가스들이 480℃보다 낮은 온도에서 분해가 되어야 하고, 이렇게 분해된 가스들이 촉매층을 통해 확산 석출되는 복잡한 반응 조건을 만족해야 한다는 문제점이 있다. 그리고, 동작 전압을 감소시키기 위해서는 합성된 탄소나노튜브의 밀도 조절이 필수적이다. 전계방출소자의 에미터로서 탄소나노튜브를 사용하는 이유 중 하나는 탄소나노튜브 각각이 매우 큰 종횡비(aspect ratio)를 가지기 때문에 전계강화 효과(field enhancement effect)가 크다는 것이다. 그러나, 탄소나노튜브의 밀도가 너무 높아지게 되면 탄소나노튜브 다발의 종횡비는 탄소나노튜브 각각의 종횡비보다 훨씬 작아지므로 전자들을 방출시키기 위해서는 커다란 동작 전압이 요구된다는 문제점이 있다. 따라서, 이를 해결하기 위해서는 탄소나노튜브의 밀도 조절이 중요하게 된다. 한편, 탄소나노튜브의 합성 과정에서 촉매층 내로 확산된 탄소 원자들이 튜브 형태로 석출되기 위해서는 촉매층이 입자의 형태로 존재하여야 하는데, 탄소나노튜브의 합성 온도에서는 촉매층이 응집(agglomeration)되려는 경향이 있으므로 이를 방지하여야 할 필요가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <16> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 저온에서 고품위의 탄소나노튜브를 합성함으로써 수명 증대, 대면적화 및 저가격화, 동작 전압의 감소 등을 구현할 수 있는 탄소나노튜브 구조체 형성방법

을 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <17> 상기한 목적을 달성하기 위하여,
- <18> 본 발명의 구현예에 따른 탄소나노튜브 구조체의 형성방법은,
- <19> 기관 상에 전극을 형성하는 단계;
- <20> 상기 전극 상에 버퍼층을 형성하는 단계;
- <21> 상기 버퍼층 상에 입자 형태의 촉매층을 형성하는 단계;
- <22> 상기 촉매층을 통하여 노출된 상기 버퍼층을 식각하는 단계; 및
- <23> 상기 식각된 버퍼층 상에 마련된 상기 촉매층으로부터 탄소나노튜브를 성장시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브 구조체의 형성방법.
- <24> 상기 버퍼층은 상기 촉매층과 식각선택성이 있는 물질로 이루어지는 것이 바람직하다. 상기 버퍼층은 Al, B, Ga, In, Tl, Ti, Mo 및 Cr으로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나로 이루어질 수 있다. 그리고, 상기 버퍼층은 10Å ~ 3000Å의 두께로 형성될 수 있다.
- <25> 상기 촉매층은 Fe, Co 및 Ni으로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 하나로 이루어질 수 있다. 그리고, 상기 촉매층은 2Å ~ 100Å의 두께로 형성될 수 있다.
- <26> 상기 버퍼층의 식각은 상기 전극이 노출될 때까지 수행될 수 있다. 상기 전극은 Mo 및 Cr 중 적어도 하나로 이루어질 수 있다. 상기 탄소나노튜브는 화학기상증착법(CVD)에 의하여 성장될 수 있다.
- <27> 상기 전극의 상면 또는 하면에 저항층을 형성하는 단계가 더 포함될 수 있다. 여기서, 상기 저항층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- <28> 삭제
- <29> 삭제
- <30> 삭제
- <31> 삭제
- <32> 삭제
- <33> 삭제
- <34> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 참조부호를 동일한 구성요소를 지칭하며, 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성을 위하여 과장되게 도시되어 있을 수 있다.
- <35> 도 1 내지 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 탄소나노튜브 구조체의 형성방법을 설명하기 위한 도면들이다.
- <36> 도 1을 참조하면, 기관(110) 상에 전극(112)을 증착한다. 여기서, 상기 기관(110)으로는 유리기관 또는 실리콘 웨이퍼가 사용될 수 있다. 상기 전극(112)은 소정 금속 예를 들면 Mo 및 Cr 중 적어도 하나의 금속을 증착함으로써 형성될 수 있다. 한편, 도면에는 도시되어 있지 않으나, 상기 전극(112)의 상면 또는 하면에 저항층을 형성하는 단계가 더 포함될 수 있다. 상기 저항층은 후술하는 탄소나노튜브(도 4의 150)로부터 보다 균일한 전자

방출을 유도하기 위한 것으로, 예를 들면 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.

- <37> 이어서, 상기 전극(112) 상에 버퍼층(120)을 소정 두께로 형성한다. 여기서, 상기 버퍼층(120)은 그 상부에 형성되는 촉매층(도 2의 130)과의 접착력을 증대시키는 동시에 그 하부에 형성되는 기관(110)이나 전극(112)과의 반응성을 줄여주는 역할을 하게 된다. 이러한 버퍼층(120)은 기관(110) 또는 전극(112)과의 접착력이 우수하며, 후술하는 촉매층(도 2의 130)과 식각선택성이 있는 물질로 이루어지는 것이 바람직하다. 상기 버퍼층(120)은 Al, B, Ga, In, Tl 등과 같은 양쪽성(amphoteric) 금속이 될 수 있으며, 또한 Ti, Mo, Cr 등과 같은 금속도 촉매층(130)과 식각선택성이 있으면 사용될 수 있다. 상기한 금속들은 하나의 순수 금속 또는 둘 이상의 합금으로 사용될 수 있다. 이러한 버퍼층(120)은 대략 10Å ~ 3000Å 정도의 두께로 형성될 수 있다.
- <38> 도 2를 참조하면, 상기 버퍼층(120)의 상면에 입자 형태의 촉매층(130)을 형성한다. 상기 촉매층(130)은 버퍼층(120)의 상면에 촉매 금속을 박막형태로 증착함으로써 형성될 수 있다. 여기서, 상기 촉매층(130)을 대략 2Å ~ 100Å 정도의 두께로 형성하게 되면, 상기 촉매층(130)은 불연속적인 입자 형태로 형성될 수 있다. 이러한 촉매층(130)은 Fe, Ni, Co 등과 같은 전이금속으로 이루어질 수 있으며, 이러한 금속들은 하나의 순수 금속 또는 둘 이상의 합금으로 사용될 수 있다.
- <39> 도 3을 참조하면, 상기 입자 형태의 촉매층(130)을 통하여 노출된 버퍼층(120)을 소정 깊이로 식각한다. 구체적으로, 도 2에 도시된 구조물을 촉매층(130)은 식각하지 않고 버퍼층(120)만을 선택적으로 식각시킬 수 있는 식각액에 일정 시간동안 담지시키게 되면, 버퍼층(120) 중 입자형태의 촉매층(130) 하부에 위치하는 버퍼층(125)은 그대로 남아있게 되고 촉매층(130)을 통하여 노출되는 버퍼층(120)만이 소정 깊이로 식각된다. 여기서, 상기 버퍼층(120)의 식각은 기관(110) 상의 전극(112)이 노출될 때까지 수행될 수 있다. 이와 같이, 상온에서 입자 형태의 촉매층(130)을 통하여 버퍼층(120)을 선택적으로 식각시키게 되면, 후술하는 탄소나노튜브(도 4의 150)의 성장 과정에서 입자 형태의 촉매층(130)이 응집(agglomeration)되는 것을 방지할 수 있게 된다.
- <40> 마지막으로, 도 4를 참조하면, 선택적으로 식각된 버퍼층(125) 상에 마련된 촉매층(130)으로부터 탄소나노튜브(150)를 성장시킨다. 상기 탄소나노튜브(150)는 화학기상증착법(CVD; Chemical Vapor Deposition)에 의하여 성장될 수 있다. 여기서, 상기 탄소나노튜브(150)는 저온, 예를 들면 480℃ 보다 낮은 온도에서 성장될 수 있다. 도 5는 상기와 같은 방법에 의하여 성장된 탄소나노튜브를 찍은 SEM 사진이다.
- <41> 이상과 같이, 본 발명에서는 상온에서 입자 형태의 촉매층(130)을 통하여 노출된 버퍼층(120)만을 선택적으로 식각함으로써 상기 촉매층(130)으로부터 탄소나노튜브(150)를 저온에서 성장시키는 경우에도 입자 형태의 촉매층(130)이 응집되는 것을 방지할 수 있게 된다. 이에 따라, 저온에서 고품위 탄소나노튜브를 얻을 수 있게 된다. 또한, 성장되는 탄소나노튜브(150)의 밀도는 버퍼층(120)의 두께, 버퍼층(120)의 식각 시간 등을 조절함으로써 제어될 수 있다.
- <42> 이하에서는, 상기와 같은 탄소나노튜브 구조체의 형성방법을 이용하여 전계방출소자를 제조하는 방법에 대해서 설명한다. 이하의 방법에 의하여 제조된 전계방출소자는 전계방출을 이용하여 화상을 형성하는 전계방출 표시소자(field emission display device) 뿐만 아니라 액정 표시장치의 전계방출형 백라이트 유닛 등에 적용될 수 있다.
- <43> 도 6 내지 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계방출소자의 제조방법을 설명하기 위한 도면들이다.
- <44> 도 6을 참조하면, 기관(210) 상에 캐소드전극(212), 저항층(214), 절연층(217) 및 게이트전극(219)을 순차적으로 적층한다. 상기 기관(210)으로는 유리기관 또는 실리콘 웨이퍼가 사용될 수 있다. 상기 캐소드전극(212)은 상기 기관(210)의 상면에 Mo 및 Cr 중 적어도 하나의 금속을 증착한 다음, 이를 소정 형상, 예를 들면 스트라이프(stripe) 형상으로 패터닝함으로써 형성될 수 있다. 그리고, 상기 캐소드전극(212)의 상면에는 저항층(214)을 더 형성할 수 있다. 상기 저항층(214)은 후술하는 에미터(도 11의 300)의 탄소나노튜브(250)에 인가되는 전류를 균일하게 함으로써 상기 에미터(300)로부터 균일한 전자방출을 유도하기 위한 것이다. 이러한 저항층(214)은 예를 들면 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다. 한편, 도면에는 상기 저항층(214)이 캐소드전극(212)의 상면에 형성된 경우가 도시되어 있으나, 이외에도 상기 저항층(214)은 캐소드전극(212)의 하면에 형성될 수도 있으며, 또한 상기 저항층(214)이 형성되지 않을 수도 있다. 이하에서는, 캐소드전극(212)의 상면에 저항층(214)이 형성된 경우를 예로 들어 설명하기로 한다. 이어서, 상기 캐소드전극(212) 및 저항층(214)을 덮도록 절연층(217)을 형성한 다음, 상기 절연층(217)의 상면에 게이트전극(219)을 증착한다. 여기서, 상기 게이트전극(219)은 Cr 등과 같은 도전성 금속을 상기 절연층(217)의 상면에 증착함으로써 형성될 수 있다.
- <45> 도 7을 참조하면, 상기 게이트전극(219)을 패터닝한 다음, 이 패터닝된 게이트전극(219)의 상면에 포토레지스트

(240)를 형성한다. 이어서, 상기 포토레지스트(240) 및 게이트전극(219)을 통하여 노출된 절연층(217)을 식각함으로써 상기 절연층(217)에 에미터홀(215)을 형성한다. 상기 절연층(217)의 식각은 저항층(214)이 노출될 때까지 수행되며, 이에 따라 상기 에미터홀(215)을 통하여 저항층(214)의 상면이 노출된다. 한편, 상기 저항층(214)이 형성되지 않았거나 또는 상기 저항층(214)이 캐소드전극(212)의 하면에 형성되는 경우에는 상기 에미터홀(215)을 통하여 캐소드전극(212)의 상면이 노출된다.

<46> 도 8을 참조하면, 상기 에미터홀(215)을 통하여 노출된 저항층(214)의 상면 및 상기 포토레지스트(240)의 상면에 버퍼층(220)을 소정 두께로 형성한다. 상기 버퍼층(220)은 그 상부에 형성되는 입자 형태의 촉매층(230)과의 접착력을 증대시키는 동시에 그 하부에 형성되는 캐소드전극(212)이나 저항층(214)과의 반응성을 줄여주는 역할을 하게 된다. 이러한 버퍼층(220)은 캐소드전극(212)이나 저항층(214)과의 접착력이 우수하며, 그 상부에 형성되는 촉매층(230)과 식각선택성이 있는 물질로 이루어지는 것이 바람직하다. 상기 버퍼층(220)은 Al, B, Ga, In, Tl 등과 같은 양쪽성 금속이 될 수 있으며, 또한 Ti, Mo, Cr 등과 같은 금속도 촉매층(230)과 식각선택성이 있으면 사용될 수 있다. 상기한 금속들은 하나의 순수 금속 또는 둘 이상의 합금으로 사용될 수 있다. 이러한 버퍼층(220)은 대략 10Å ~ 3000Å 정도의 두께로 형성될 수 있다.

<47> 이어서, 상기 버퍼층(220)의 상면에 입자 형태의 촉매층(230)을 형성한다. 상기 촉매층(230)은 버퍼층(220)의 상면에 촉매 금속을 박막형태로 증착함으로써 형성될 수 있다. 여기서, 상기 촉매층(230)을 대략 2Å ~ 100Å 정도의 두께로 형성하게 되면, 상기 촉매층(230)은 불연속적인 입자 형태로 형성될 수 있다. 이러한 촉매층(230)은 Fe, Ni, Co 등과 같은 전이금속으로 이루어질 수 있으며, 이러한 금속들은 하나의 순수 금속 또는 둘 이상의 합금으로 사용될 수 있다.

<48> 도 9를 참조하면, 상기 입자 형태의 촉매층(230)을 통하여 노출된 버퍼층(220)을 소정 깊이로 식각한다. 구체적으로, 도 8에 도시된 구조물을 촉매층(230)은 식각하지 않고 버퍼층(220)만을 선택적으로 식각시킬 수 있는 식각액에 일정 시간동안 담지시키게 되면, 버퍼층(220) 중 입자형태의 촉매층(230) 하부에 위치하는 버퍼층(225)은 그대로 남아있게 되고 촉매층(230)을 통하여 노출되는 버퍼층(220)만이 소정 깊이로 식각된다. 여기서, 상기 버퍼층(220)의 식각은 저항층(214)이 노출될 때까지 수행될 수 있다. 한편, 상기 저항층(214)이 형성되지 않았거나 또는 상기 저항층(214)이 캐소드전극(212)의 하면에 형성되는 경우에는 상기 버퍼층(220)의 식각은 캐소드전극(212)이 노출될 때까지 수행될 수 있다.

<49> 이와 같이, 상온에서 입자 형태의 촉매층(230)을 통하여 버퍼층(220)을 선택적으로 식각시키게 되면, 후술하는 탄소나노튜브(도 11의 250)의 성장 과정에서 입자 형태의 촉매층(230)이 응집되는 것을 방지할 수 있게 된다. 다음으로, 도 10을 참조하면, 포토레지스트 및 상기 포토레지스트 상에 적층된 버퍼층 및 촉매층을 예를 들면 리프트 오프(lift off) 방법 등에 의하여 제거한다.

<50> 마지막으로, 도 11을 참조하면, 식각된 버퍼층(225) 상에 마련된 촉매층(230)으로부터 탄소나노튜브(250)를 성장시키게 되면 상기 에미터홀(215) 내부에 전자방출을 위한 에미터(300)가 형성된다. 상기 탄소나노튜브(250)는 화학기상증착법(CVD; Chemical Vapor Deposition)에 의하여 성장될 수 있다. 여기서, 상기 탄소나노튜브(250)는 저온, 예를 들면 480°C 보다 낮은 온도에서 성장될 수 있다. 한편, 이 과정에서 성장되는 탄소나노튜브(250)의 밀도는 버퍼층(220)의 두께, 버퍼층(220)의 식각 시간 등을 조절함으로써 제어될 수 있다.

<51> 이상에서 본 발명에 따른 바람직한 실시예가 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서 정해져야 할 것이다.

발명의 효과

<52> 이상에서 살펴본 바와 같이, 본 발명에 의하면 입자 형태의 촉매층 하부에 상기 촉매층과 식각선택성을 가지는 물질로 이루어진 버퍼층을 형성하고, 상기 촉매층을 통하여 노출된 버퍼층을 선택적으로 식각함으로써 종래 고온의 열처리를 통해서만 가능했던 촉매층의 미세 입자화 및 촉매층의 응집 방지를 저온에서도 구현할 수 있다. 이에 따라 저온에서도 고품위의 탄소나노튜브를 합성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1 내지 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 탄소나노튜브 구조체의 제조방법을 설명하기 위한 도면들이다.

<2> 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 성장된 탄소나노튜브를 찍은 SEM 사진이다.

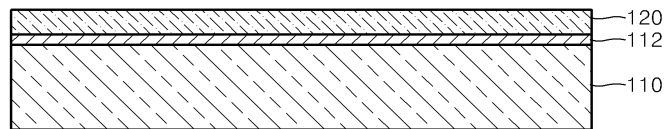
<3> 도 6 내지 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계방출소자의 제조방법을 설명하기 위한 도면들이다.

<4> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

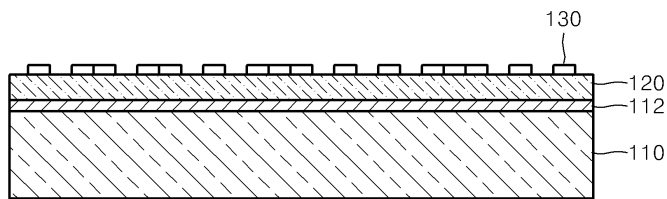
- | | | |
|------|-----------------------|---------------------|
| <5> | 110, 210... 기판 | 112... 전극 |
| <6> | 120, 220... 버퍼층 | 125, 225... 식각된 버퍼층 |
| <7> | 130, 230... 입자형태의 촉매층 | 150, 250... 탄소나노튜브 |
| <8> | 212... 캐소드전극 | 214... 저항층 |
| <9> | 215... 에미터홀 | 217... 절연층 |
| <10> | 219... 게이트전극 | 240... 포토레지스트 |
| <11> | 300... 에미터 | |

도면

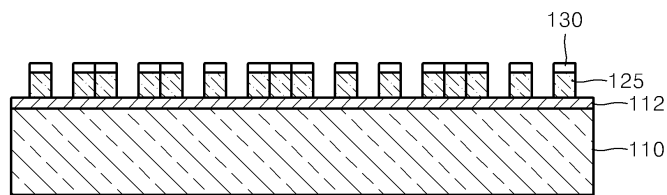
도면1



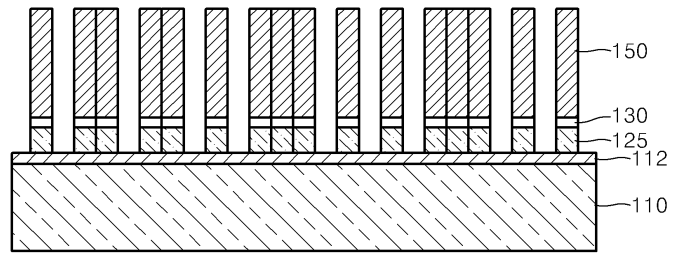
도면2



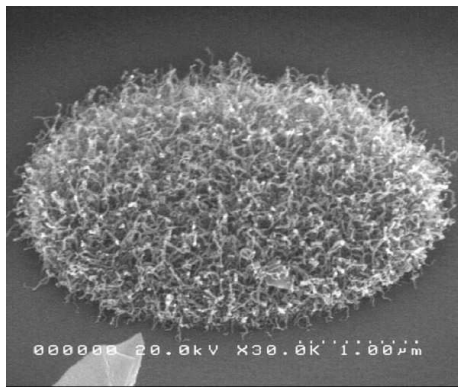
도면3



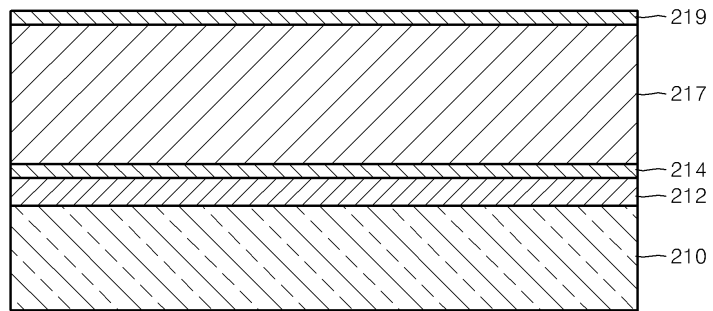
도면4



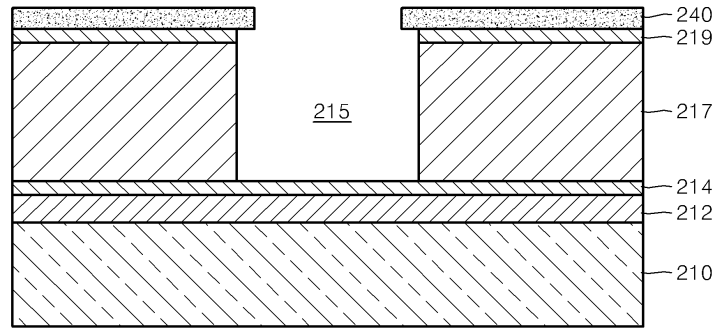
도면5



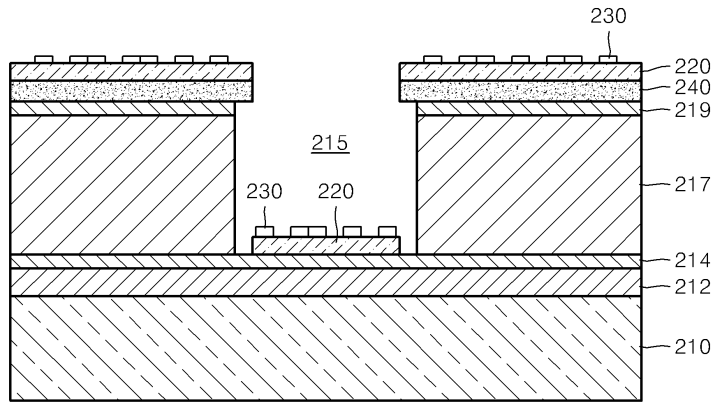
도면6



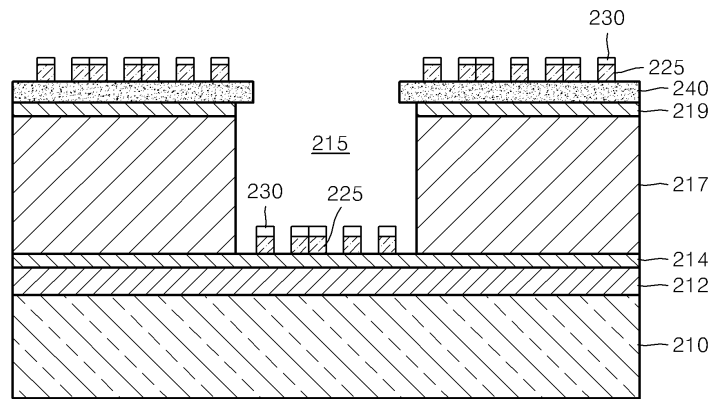
도면7



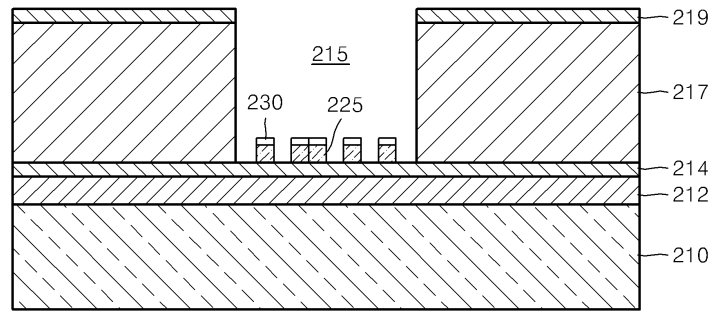
도면8



도면9



도면10



도면11

