



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

B82B 3/00 (2006.01) B82B 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호10-2009-0005568

(22) 출원일자2009년01월22일

심사청구일자없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

손윤철

경기도 화성시 기산동 참누리아파트 104-101

김용철

서울 서초구 우면동 77-3

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리앤목특허법인

(72) 발명자

허정나

경기 용인시 기흥읍 삼성종합기술원 기숙사

주병권

서울특별시 종로구 평창동 234-24번지

특허청구의 범위

청구항 1

기관 상에 형성된 탄소 나노 튜브를 포함하는 박막층을 포함하며,
상기 박막층이 핵산을 포함하는 전계 전자 방출원.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 탄소 나노 튜브의 일부 또는 전부가 핵산으로 피복된 전계 전자 방출원.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
상기 핵산이 핵산 및 탄소 나노 튜브 사이의 $\pi-\pi$ 스택킹에 의하여 탄소 나노 튜브 표면에 피복되는 전계 전자 방출원.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 기관이 전도성 투명 기관인 전계 전자 방출원.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 기관은 인듐 틴 옥사이드 (indium tin oxide: ITO), 알루미늄 도핑된 산화 아연(aluminium doped zinc oxide), 아연 도핑된 산화 인듐(zinc doped indium oxide) 및 갈륨 인듐 옥사이드 (gallium indium oxide)로 이루어진 군으로 부터 선택되는 전극인 전계 전자 방출원.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 핵산은 DNA, RNA, 또는 PNA (pentose nucleic acid)인 전계 전자 방출원.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 핵산은 단일가닥 또는 이중가닥 핵산인 전계 전자 방출원.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 탄소 나노 튜브 박막층과 기관 사이의 계면에 존재하는 탄소 나노 튜브에만 핵산이 피복되는 전계 전자 방출원.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 따른 전계 전자 방출원을 포함하는 전계 전자 방출 소자.

청구항 10

기관 상에 탄소 나노 튜브 수분산액을 코팅하는 단계; 및
상기 코팅된 탄소 나노 튜브 수분산액을 건조시키는 단계;를 포함하며,
상기 탄소 나노 튜브 수분산액이 탄소 나노 튜브 및 핵산을 포함하는 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 탄소 나노 튜브 수분산액에서 분산된 탄소 나노 튜브의 일부 또는 전부가 핵산으로 피복된 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 기관이 전도성 투명 기관인 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 기관은 ITO, 알루미늄 도핑된 산화아연(aluminium doped zinc oxide), 아연 도핑된 산화 인듐(zinc doped indium oxide) 및 갈륨 인듐 옥사이드 (gallium indium oxide)로 이루어진 군으로 부터 선택되는 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서,

상기 핵산은 DNA, RNA, 또는 PNA인 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 핵산은 단일가닥 또는 이중가닥 핵산인 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 탄소 나노 튜브 수분산액은

용매에 핵산 및 탄소 나노 튜브를 첨가하는 단계; 및

상기 핵산 및 탄소 나노 튜브가 첨가된 용액을 초음파 처리하는 단계;를

포함하는 방법으로 제조되는 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 탄소 나노 튜브 및 핵산은 1:1 내지 10:1의 중량비로 혼합되어 첨가되는 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 건조 단계 후에, 건조된 탄소 나노 튜브 코팅층을 활성화하는 단계를 더 포함하는 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 활성화 단계가 에칭 공정에 의하여 상기 탄소 나노 튜브와 기관 사이의 접촉부의 핵산만 남기고 접촉부 이외의 탄소 나노 튜브를 코팅하는 핵산은 제거하는 단계인 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 활성화 단계가 테이핑 공정인 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 21

제 10 항에 있어서,

상기 탄소 나노 튜브 수분산액을 기관 상에 코팅하기 전에, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액으로부터 핵산으로 피복된 탄소 나노 튜브만을 분리하는 단계를 추가로 포함하는 전계 전자 방출원 제조 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

핵산으로 피복된 탄소 나노 튜브의 분리가 원심분리, 침전, 건조에 의하여 수행되는 전계 전자 방출원 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 핵산으로 코팅된 탄소 나노 튜브를 포함하는 전계 전자 방출원 및 이의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 탄소 나노 튜브를 이용한 전계 전자 방출원을 제작하기 위해서는 먼저 음극 전극을 증착하고 그 위에 탄소 나노 튜브를 증착하거나 탄소 나노 튜브 페이스트를 이용하여 프린팅하는 방법을 사용한다. 화학 기상 증착법으로 탄소 나노 튜브를 매년 증착하는 것은 매우 번거롭고 패터닝 공정도 어렵기 때문에 현재는 탄소 나노 튜브 페이스트를 주로 많이 사용하고 있다. 음극 전극 형성은 크게 두 가지 방법으로 가능한데 진공 증착 장비 및 일반적인 포토 공정을 이용하여 Cr, Mo 등을 증착하거나, Ag 등의 재료를 스텐실 프린팅한 후 소성하는 방법이 있다. 전자는 진공 증착 장비를 사용해야 하고 공정이 번거로운 단점이 있고, 후자는 재료 자체가 비싼 물질이어서 제작 비용에 있어서 문제가 있다. 이어 탄소 나노 튜브 페이스트를 프린팅하고 고온 (400 - 500℃) 소성한 후 표면의 탄소 나노 튜브를 활성화 (activation)하면 탄소 나노 튜브를 전계 전자 방출원으로 사용할 수 있다. 또 다른 방법들로는 구리 도금 용액 내에 탄소 나노 튜브를 분산시킨 후 함께 도금 증착하여 표면에 드러난 탄소 나노 튜브를 전계방출 팁으로 사용하는 방법 및 ITO 전극 위에 인듐층을 증착하고 탄소 나노 튜브를 분산한 후 열처리하여 인듐층에 탄소 나노 튜브를 매립하여 (embedding) 전계 전자 방출원으로 사용하는 방법 등이 소개된 바 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0003] 본 발명의 일 측면은 기관 상에 형성된 탄소 나노 튜브를 포함하는 박막층을 포함하며, 상기 박막층이 핵산을 포함하는 간편하게 제조된 전계 전자 방출원을 제공하는 것이다.

[0004] 본 발명의 다른 측면은 상기 전계 전자 방출원을 포함하는 전계 전자 방출 소자를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 또 다른 측면은 상기 전계 전자 방출원의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0006] 본 발명의 일 측면에 따라 기관 상에 형성된 탄소 나노 튜브를 포함하는 박막층을 포함하며, 상기 박막층이 핵산을 포함하는 전계 전자 방출원이 제공된다.

[0007] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브의 일부 또는 전부는 핵산으로 피복될 수 있다.

- [0008] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 핵산은 핵산 및 탄소 나노 튜브 사이의 π - π 스택킹에 의하여 탄소 나노 튜브 표면에 피복될 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 기관은 전도성 투명 기관일 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 기관은 (indium tin oxide: ITO), 알루미늄 도핑된 산화아연(aluminium doped zinc oxide), 아연 도핑된 산화 인듐(zinc doped indium oxide) 및 갈륨 인듐 옥사이드 (gallium indium oxide)로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 핵산은 DNA, RNA, 또는 PNA(pentose nucleic acid)일 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 핵산은 단일 가닥 또는 이중 가닥 핵산일 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 박막층과 기관 사이의 계면에 존재하는 탄소 나노 튜브에만 핵산이 피복될 수 있다.
- [0014] 본 발명의 다른 측면에 따라 상기 전계 전자 방출원을 포함하는 전계 전자 방출 소자가 제공된다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 측면에 따라 기관 상에 탄소 나노 튜브 수분산액을 코팅하는 단계; 및 상기 코팅된 탄소 나노 튜브 수분산액을 건조시키는 단계;를 포함하며, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액이 탄소 나노 튜브 및 핵산을 포함하는 전계 전자 방출원 제조 방법이 제공된다.
- [0016] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액에서 분산된 탄소 나노 튜브의 일부 또는 전부가 핵산으로 피복된 것일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 기관은 전도성 투명 기관일 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 기관은 ITO, 알루미늄 도핑된 산화아연(aluminium doped zinc oxide), 아연 도핑된 산화 인듐(zinc doped indium oxide) 및 갈륨 인듐 옥사이드 (gallium indium oxide)로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 핵산은 DNA, RNA, 또는 PNA일 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 핵산은 단일 가닥 또는 이중 가닥 핵산일 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액은 용매에 핵산 및 탄소 나노 튜브를 첨가하는 단계; 및 상기 핵산 및 탄소 나노 튜브가 첨가된 용액을 초음파 처리하는 단계;를 포함하는 방법으로 제조되는 것일 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 및 핵산은 1:1 내지 10:1의 중량비로 혼합되어 첨가되는 것일 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 제조 방법은 상기 건조 단계 후에, 건조된 탄소 나노 튜브 코팅층을 활성화하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 활성화 단계는 에칭 공정에 의하여 상기 탄소 나노 튜브와 기관 사이의 접착부의 핵산만 남기고 접착부 이외의 탄소 나노 튜브를 코팅하는 핵산은 제거하는 단계일 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 활성화 단계는 테이핑 공정일 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액을 기관 상에 코팅하기 전에, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액으로부터 핵산으로 피복된 탄소 나노 튜브만을 분리하는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 핵산으로 피복된 탄소 나노 튜브의 분리는 원심분리, 침전, 건조에 의하여 수행될 수 있다.
- 효 과**
- [0028] 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원 제조 방법은 공정이 매우 간단하며, 포토레지스트 (photoresist) 등 마스크 층(masking layer) 표면에 분산된 탄소 나노 튜브를 마스크 층을 제거하면서 회수하여 다시 사용할 수 있어서 제작 비용을 줄일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하에서 본 발명을 상세하게 설명하기로 한다.
- [0030] 본 발명의 일 측면에 따른 전계 전자 방출원은 기판 상에 형성된 탄소 나노 튜브를 포함하는 박막층을 포함하며, 상기 박막층이 핵산을 포함한다. 상기 탄소 나노 튜브의 일부 또는 전부는 핵산으로 피복될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원은 예를 들어 (indium tin oxide: ITO) 전극 위에 추가로 다른 층을 증착하지 않고 DNA 또는 RNA 같은 핵산으로 코팅된 탄소 나노 튜브를 직접 전극 표면에 분사한 후 건조시켜 전계 전자 방출원으로 사용하는 간편한 방법에 의하여 제조된다. 제조 방법에 관해서는 후술한다.
- [0032] 전계 방출 (field emission)에 대한 연구는 스탠포드 연구소 (Stanford research institute)에서 전계 방출 어레이 (field emission array)를 기본으로 하는 전자빔 마이크로 소자를 제안하고 구현한 것으로부터 시작되었다. 전계 방출 디스플레이 (field emission display: FED)의 기본이 되는 Spindt-형태의 전계 방출원 (field emitter)은 마이크로 크기의 전계 방출 팁과 방출된 전자를 집속하기 위한 게이트 전극과 형광체가 도포되어 있는 양극 전극을 포함하고 있으며, 전계 방출 팁은 음극 전극 위에 형성된다. 기존에 일반적으로 사용되어지던 Mo 팁(tip)은 1991년 CNT가 발견되어진 이래로 탄소 나노 튜브(CNT)로 점차 대체되어져 왔다.
- [0033] CNT는 중형비가 크고 전기적 특성이 우수하여 전계 방출용 팁으로 이상적인 조건을 갖추고 있다. 기존에는 금속 전극을 먼저 증착하고 그 위에 CNT를 성장시키거나 CNT 페이스트를 프린팅하여 전계 방출 팁으로 이용하였으나, 본 발명의 일 구현예에 따르면, ITO 전극 표면에 핵산 (DNA, RNA 또는 PNA)으로 코팅되어 수용액 중에 분산된 CNT들을 분사(spraying)한 후 건조하여 간편하게 전계방출 팁을 제작하는 방법이 제시된다. 본 발명의 일 구현예는 FED를 비롯하여 LCD 백라이트 유닛 (backlight unit)의 면광원 및 의료 영상용 X-선 소스 등 전계 방출이 이용되는 다양한 분야에서 사용이 가능하다.
- [0034] 한편, 탄소 나노 튜브는 우수한 전기적, 열적 특성을 가지며 기계적으로도 경도 및 강도가 커서 다양한 분야에 응용하기 위하여 연구가 되어왔다. 탄소 나노 튜브를 사용하려고 할 때 문제점 중의 하나는 화학 기상 증착법에 의하여 생성될때 반데르발스 (van der waals) 힘에 의하여 서로 끌어당겨 다발형태가 되므로 낱개의 탄소 나노 튜브를 분리해내기가 어렵다는 것이다. 탄소 나노 튜브를 낱개로 분리하기 위해서 다양한 분산제들이 사용되었는데 소듐 도데실 설페이트 (sodium dodecyl sulfate), 소듐 도데실 벤젠설포네이트 (sodium dodecyl benzenesulfonate), 디옥틸 술포숙시네이트 (dioctyl sulfosuccinate) 등의 음전하를 띠는 분산제들과 세틸트리메틸암모늄 브로마이드 (cetyltrimethylammonium bromide), 세틸피리디늄 클로라이드 (cetylpyridinium chloride) 등의 양전하를 띠는 분산제들이 사용되었다. 비교적 최근들어 DNA, RNA가 CNT 표면에 흡착되어 코팅되면서 개개의 CNT를 분리해내는데 사용될 수 있다는 것이 알려지면서 이를 이용한 연구들이 다수 보고되었다. 이러한 현상은 DNA 염기와 탄소 나노튜브 벽 (CNT sidewall) 사이의 π - π 스택킹 상호 작용 (π - π stacking interaction)에 의하여 DNA가 자발적으로 CNT를 둘러싸는 반응에 의하여 일어난다고 알려져 있다. 핵산 및 탄소 나노 튜브 사이의 이러한 π - π 스택킹에 의하여 본 발명의 일 구현예에 따른 상기 탄소 나노 튜브의 핵산 코팅이 형성될 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원의 핵산은 핵산 및 탄소 나노 튜브 사이의 π - π 스택킹에 의하여 탄소 나노 튜브 표면을 피복하고 있을 수 있다.
- [0036] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 기판은 전도성 투명 기판일 수 있으며, 구체적으로 ITO, 알루미늄 도핑된 산화아연(aluminium doped zinc oxide), 아연 도핑된 산화 인듐(zinc doped indium oxide) 및 갈륨 인듐 옥사이드 (gallium indium oxide)로 이루어진 군으로부터 선택될 수 있다. 특히, 무기재료이면서 전도체이고 투명하기 때문에 디스플레이용 전극 재료로 널리 사용되는 ITO와 핵산과의 접착력은 우수한데 이에 대해서는 실시예를 통하여 이후 설명한다.
- [0037] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 핵산은 DNA, RNA, 또는 PNA (pentose nucleic acid)일 수 있다. 상기 핵산은 천연 핵산으로부터 분리된 것이나 합성, 또는 반합성된 것일 수 있다. 상기 핵산은 단일 가닥 또는 이중 가닥 핵산인 것일 수 있다. 예를 들면, 상기 핵산은 전이 RNA (transfer RNA)인 것일 수 있다. 상기 핵산은 분자내 2차 또는 3차 구조를 제거하기 위한 처리, 예를 들면 열처리된 것일 수 있다.
- [0038] 상기 탄소 나노 튜브는 단일벽 탄소 나노 튜브, 이중벽 탄소 나노 튜브, 다중벽 탄소 나노 튜브, 화학적으로 변형된 탄소 나노 튜브, 금속성 탄소 나노 튜브, 반도체 탄소 나노 튜브, 금속화된 탄소 나노 튜브 및 이들의

조합으로 구성된 군으로부터 선택되는 것 일 수 있다.

- [0039] 상기 탄소 나노 튜브와 핵산은 1:1 내지 10:1의 중량비일 수 있다.
- [0040] 탄소 나노 튜브의 분산 정도, 회수되는 탄소 나노 튜브의 양, 기관과의 접착력, 전계 방출 효과 등을 고려할 때, 상기 범위가 적절하다.
- [0041] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 박막층과 기관 사이의 계면에 존재하는 탄소 나노 튜브에만 핵산이 피복될 수 있다. 상기와 같이 활성화된 상태인 경우, 기관과 탄소 나노 튜브 사이에는 핵산이 존재하여 기관 및 탄소 나노 튜브 사이의 접착력을 유지시키면서 동시에 전계 방출 특성은 더 향상될 수 있다.
- [0042] 이에 대하여 좀 더 상세히 설명한다. 도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원을 모식적으로 나타낸 도면이다.
- [0043] 도 2를 참조하면, DNA로 코팅된 탄소 나노 튜브가 ITO 기관 상에 견고하게 접착되어 전계 전자 방출원을 형성하게 됨을 알 수 있다. DNA로 코팅된 탄소 나노 튜브와 ITO 기관과의 접착력에 대해서는 후술한다.
- [0044] 도 2와 같은 형태의 전계 전자 방출원은 전계 전자 방출 소자에 사용되어 전자를 방출할 수 있는데, 전자 방출 효과가 크지 않은 경우 핵산으로 코팅된 상기 탄소 나노 튜브의 상부의 핵산은 제거될 수 있다. 이때 탄소 나노 튜브/기관 사이의 핵산을 제거하면 계면 접착력이 약화되므로 이 부분의 핵산이 제거되지 않도록 주의한다. 제거 방법의 비제한적인 예로서 고온에서 적당한 소성 처리 또는 산소 플라즈마 처리 같은 에칭 공정을 의하여 나노 튜브/기관의 접착부의 핵산을 제외한 나머지 핵산을 태워서 없앨 수 있다.
- [0045] 핵산으로 코팅된 상기 탄소 나노 튜브의 상부의 핵산이 제거된 전계 전자 방출원의 모식도를 도 3에 나타내었다.
- [0046] 본 발명의 다른 측면에 따라 상기 전계 전자 방출원을 포함하는 전계 전자 방출 소자가 제공된다.
- [0047] 이와 같은 전계 전계 전자 방출 소자의 일 구현예를 도 9에 도시하였다. 도 9는 본 발명에 따른 전계 전자 방출소자 중에서도 3극관 구조의 전계 전자 방출 소자를 개략적으로 도시한 것이다. 도 9에 도시된 전계 전자 방출 소자 (200)는 상판 (201)과 하판 (202)을 구비하고, 상기 상판은 상면 기관 (190), 상기 상면 기관의 하면 (190a)에 배치된 애노드 전극 (180), 상기 애노드 전극의 하면 (180a)에 배치된 형광체층(170)을 구비한다.
- [0048] 상기 하판 (202)은 내부공간을 갖도록 소정의 간격을 두고 상기 상면 기관 (190)과 대향하여 평행하게 배치되는 하면 기관 (110), 상기 하면 기관 (110) 상에 스트라이프 형태로 배치된 캐소드 전극 (120), 상기 캐소드 전극 (120)과 교차하도록 스트라이프 형태로 배치된 게이트 전극 (140), 상기 게이트 전극 (140)과 상기 캐소드 전극 (120) 사이에 배치된 절연체층 (130), 상기 절연체층 (130)과 상기 게이트 전극 (140)의 일부에 형성된 전계 방출원 홀 (169), 상기 전계 방출원 홀 (169) 내에 배치되어 상기 캐소드 전극 (120)과 통전되고 상기 게이트 전극 (140) 보다 낮은 높이로 배치되는 전계 방출원 (160)을 구비한다. 상기 전계 방출원 (160)에 대한 상세한 설명은 상술한 바와 동일하다.
- [0049] 상기 캐소드 전극 (120)은 ITO, 알루미늄 도핑된 산화아연(aluminium doped zinc oxide), 아연 도핑된 산화 인듐(zinc doped indium oxide) 또는 갈륨 인듐 옥사이드 (gallium indium oxide) 같은 투명 전극을 사용한다.
- [0050] 또는, 상기 캐소드 전극 (120)을 사용하지 않고, ITO, 알루미늄 도핑된 산화 아연(aluminium doped zinc oxide), 아연 도핑된 산화 인듐(zinc doped indium oxide) 또는 갈륨 인듐 옥사이드 (gallium indium oxide) 등을 하면 기관 (110)으로 사용할 수도 있다.
- [0051] 상기 상판 (201)과 하판 (202)은 대기압보다 낮은 압력의 진공으로 유지되며, 상기 진공에 의해 발생되는 상기 상판과 하판 간의 압력을 지지하고, 발광공간 (210)을 구획하도록 스페이서 (192)가 상기 상판과 상기 하판 사이에 배치된다.
- [0052] 상기 애노드 전극 (180)은 상기 전계 방출원 (160)에서 방출된 전자의 가속에 필요한 고전압을 인가하여 상기 전자가 상기 형광체층 (170)에 고속으로 충돌할 수 있도록 한다. 상기 형광체층의 형광체는 상기 전자에 의해 여기되어 고에너지 레벨에서 저에너지 레벨로 떨어지면서 가시광 등을 방출한다.
- [0053] 상기 게이트 전극 (140)은 상기 전계 방출원 (160)에서 전자가 용이하게 방출될 수 있도록 하는 기능을 하며, 상기 절연체층(130)은 상기 전계 방출원 홀 (169)을 구획하고, 상기 전계 방출원 (160)과 상기 게이트 전극

(140)을 절연하는 기능을 한다.

- [0054] 본 발명의 전계 방출 소자는 도 9에 도시된 바와 같은 3극관 구조의 전계 전자 방출 소자를 예를 들어 설명하였으나, 본 발명은 3극관 구조 뿐만 아니라, 2극관을 비롯한 다른 구조의 전자 방출소자도 포함한다. 또한, 게이트 전극이 캐소드 전극 하부에 배치되는 전계 방출소자, 방전 현상에 의하여 발생하는 것으로 추정되는 아크에 의한 게이트 전극 및/또는 캐소드 전극의 손상을 방지하고, 전계 방출원으로부터 방출되는 전자의 집속을 보장하기 위한 그리드/메쉬를 구비하는 전계 방출 소자에도 사용될 수 있다. 한편, 상기 전계 방출 소자의 구조를 다른 표시 소자, 백라이트 유닛 또는 의료 영상용 X-선 소스 등에 응용하는 것도 물론 가능하다.
- [0055] 다음으로 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원 제조 방법에 대해 설명한다.
- [0056] 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원 제조 방법은 기판 상에 탄소 나노 튜브 수분산액을 코팅하는 단계; 및 상기 코팅된 탄소 나노 튜브 수분산액을 건조시키는 단계;를 포함하며, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액은 탄소 나노 튜브 및 핵산을 포함한다.
- [0057] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액에서 분산된 탄소 나노 튜브의 일부 또는 전부가 핵산으로 피복된 것일 수 있으며, 상기 기판, 핵산 등에 대한 설명은 앞서 언급한 바와 동일하므로 생략한다.
- [0058] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원 제조 방법을 모식적으로 나타낸 도면이다.
- [0059] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원은 수용액 내에서 핵산으로 탄소 나노 튜브를 분산시킨 후, 원심분리로 분산되지 않은 탄소 나노 튜브 다발을 제거하고, 기판 상에 핵산으로 코팅된 탄소 나노 튜브 수성 분산액을 분사한 후, 건조하여 제조됨을 알 수 있다.
- [0060] 상기 수성 용액은 물 또는 버퍼가 포함될 수 있다. 상기 버퍼의 예에는, TAE, TBE, PBS 버퍼가 포함된다. 상기 TAE (Tris, acetic acid, and EDTA) 버퍼는 Tris 4 내지 20mM, 아세트산 1.8 내지 9mM, EDTA 1 내지 5mM의 농도로 포함하는 버퍼일 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액은 용매에 핵산 및 탄소 나노 튜브를 첨가하는 단계; 및 상기 핵산 및 탄소 나노 튜브가 첨가된 용액을 초음파 처리하는 단계;를 포함하는 방법으로 제조되는 것일 수 있다.
- [0062] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 및 핵산은 1:1 내지 10:1의 중량비로 혼합되어 첨가되는 것일 수 있다.
- [0063] 탄소 나노 튜브의 분산 정도, 회수되는 탄소 나노 튜브의 양, 기판과의 접착력, 전계 방출 효과 등을 고려할 때, 상기 범위가 적절하다.
- [0064] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 제조 방법은 상기 건조 단계 후에, 건조된 탄소 나노 튜브 코팅층을 활성화하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 예를 들어, 상기 활성화 단계는 에칭 공정에 의하여 상기 탄소 나노 튜브와 기판 사이의 접착부의 핵산만 남기고 접착부 이외의 탄소 나노 튜브를 코팅하는 핵산은 제거하는 단계이거나 또는, 상기 활성화 단계는 데이핑 공정일 수 있다.
- [0065] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액을 기판 상에 코팅하기 전에, 상기 탄소 나노 튜브 수분산액으로부터 핵산으로 피복된 탄소 나노 튜브만을 분리하는 단계를 추가로 포함할 수 있으며, 핵산으로 피복된 탄소 나노 튜브의 분리는 예를 들어 원심분리, 침전, 건조 등에 의하여 수행될 수 있다.
- [0066] 이하 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 상세히 설명한다. 단, 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것이므로 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다.
- [0067] **실시예**
- [0068] **SEM 표면 관찰**
- [0069] 단일벽 탄소 나노 튜브(Hipco, 순도 95%) 80 mg과 전이 RNA (transfer RNA) 40 mg를 이온수 (DI water) 200 ml에 희석하였다. RNA-CNT 희석 용액을 다시 5000rpm (1868G)에서 원심분리하여 아직 분산되지 않은 CNT 다발을 추가로 제거하였다. 최종적으로 얻어진 RNA-CNT 희석용액을 ITO 기판 표면에 분사(spraying)한 후 FE-SEM을

사용하여 형상을 관찰하였다.

[0070] 도 5는 본 발명의 일 구현예에 따라 ITO 기판 표면 상에 분사되어 접착된 t-RNA 코팅된 탄소 나노 튜브를 SEM으로 촬영한 것을 나타낸 도면이다. 도 5를 참조하면, SEM 사진으로부터 RNA로 코팅된 탄소 나노 튜브 (CNT)들이 기판 표면에 고르게 분포하고 있다는 것을 알 수 있다.

[0071] 접착력 시험

[0072] 단일벽 탄소 나노 튜브(Hipco, 순도 95%) 80 mg과 전이 RNA (transfer RNA) 40 mg를 이온수 (DI water) 200 ml에 희석하였다. CNT가 t-RNA에 코팅되어 분산된 희석용액을 스포이드를 사용하여 ITO 기판 상의 떨어뜨린 후 95° C에서 충분히 건조시켜 수분을 모두 제거하였다. 본 시편을 다시 아세톤 용액 내에 담근 후 초음파 처리를 20 분간 실시하였다.

[0073] 도 4는 본 발명의 일 구현예에 따른 핵산 코팅된 탄소 나노 튜브와 투명 기판 간의 접착력 시험 결과를 보여주는 도면이다. 도 4를 참조하면, 광학 사진을 통하여 보는 바와 같이 대부분의 CNT가 떨어지지 않고 ITO 기판에 잘 붙어 있음을 알 수 있다. 초음파 처리한 시편에 추가로 스카치 테이프를 이용하여 접착력 테스트를 실시한 경우에도 동일한 결과를 얻을 수 있었다.

[0074] 전계 전자 방출원 제조 및 전계 방출 시험

[0075] 실시예 1

[0076] 단일벽 탄소 나노 튜브(Hipco, 순도 95%) 80 mg과 전이 RNA (transfer RNA) 40 mg를 이온수 (DI water) 200 ml에 희석하였다. RNA-CNT 희석용액을 다시 5000rpm (1868G)에서 원심분리하여 아직 분산되지 않은 CNT 다발을 추가로 제거하였다. 전계방출 시험을 실시하게 위하여 RNA-CNT 희석용액을 ITO 기판에 분사(spraying)한 후 95° C에서 건조시켰으며, 전계 방출 시험동안 양극과 음극 간의 거리는 240 μ m를 유지하였다.

[0077] 실시예 2

[0078] 실시예 1의 RNA-CNT 희석용액을 ITO 기판에 분사(spraying)한 후 95° C에서 건조시킨 후 추가로 420° C에서 소성시킨 점을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 전계 방출 시험을 실시하였다.

[0079] 두 경우 모두 전계방출이 원활하게 일어났으면, 턴 온 전압 (turn on voltage)은 0.95V 였다.

[0080] 도 6은 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원의 전계 방출을 시험한 것을 비교한 그래프이다. 도 6을 참조하면, 소성하지 않고 건조만 한 시편에서 전류밀도가 더 높음을 알 수 있다.

[0081] 도 7 및 도 8은 각각 소성 공정을 거치지 않은 실시예 1 및 소성 공정을 거친 실시예 2에 따른 전계 전자 방출원의 전계 방출을 나타내는 그림이다. 도 7 및 도 8을 비교하면, 소성 공정을 거치지 않은 실시예 1의 전계 방출이 더 우수함을 알 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0082] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원 제조 방법을 모식적으로 나타낸 도면이다.

[0083] 도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원을 모식적으로 나타낸 도면이다.

[0084] 도 3은 본 발명의 일 구현예에 따른 탄소 나노 튜브와 기판 사이의 접착부의 핵산만 남기고, 탄소 나노 튜브를 코팅하는 나머지 핵산은 제거된 전계 전자 방출원을 모식적으로 나타낸 도면이다.

[0085] 도 4는 본 발명의 일 구현예에 따른 핵산 코팅된 탄소 나노 튜브와 기판 간의 접착력 시험 결과를 보여주는 도면이다.

[0086] 도 5는 본 발명의 일 구현예에 따라 ITO 기판 표면 상에 분사되어 접착된 t-RNA 코팅된 탄소 나노 튜브를 SEM으로 촬영한 것을 나타낸 도면이다.

[0087] 도 6은 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원의 전계 방출을 시험한 것을 비교한 그래프이다.

[0088] 도 7은 소성 공정을 거치지 않은 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원의 전계 방출을 나타내는 그림이다.

[0089] 도 8은 소성 공정을 거친 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출원의 전계 방출을 나타내는 그림이다.

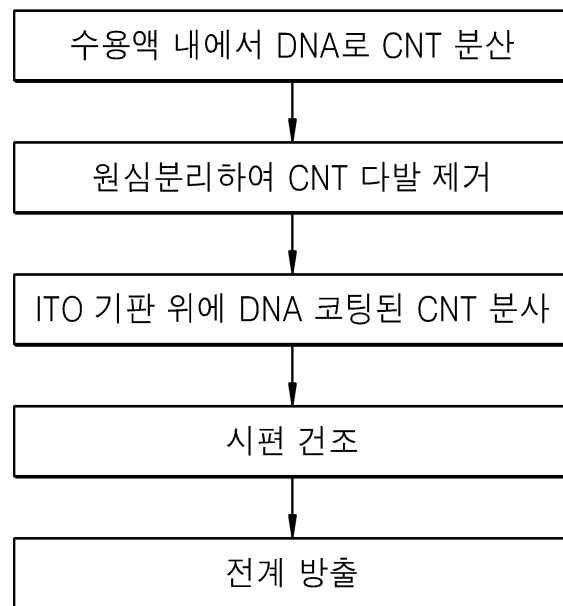
[0090] 도 9는 본 발명의 일 구현예에 따른 전계 전자 방출 소자를 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0091] <도면 부호의 간단한 설명>

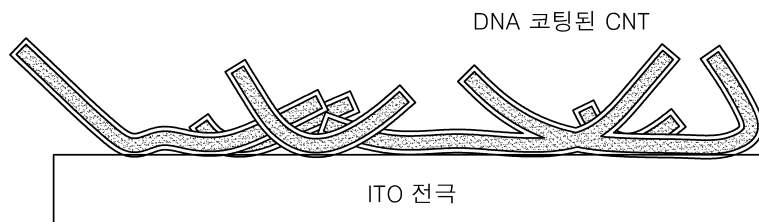
[0092]	110 : 하면기판	120 : 캐소드 전극
[0093]	130 : 절연체층	140 : 게이트 전극
[0094]	160 : 전계 방출원	170 : 형광체층
[0095]	180 : 애노드 전극	190 : 상면기판

도면

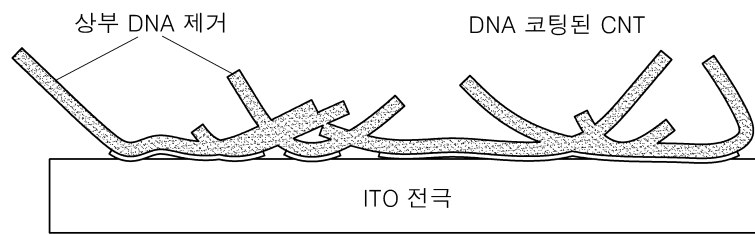
도면1



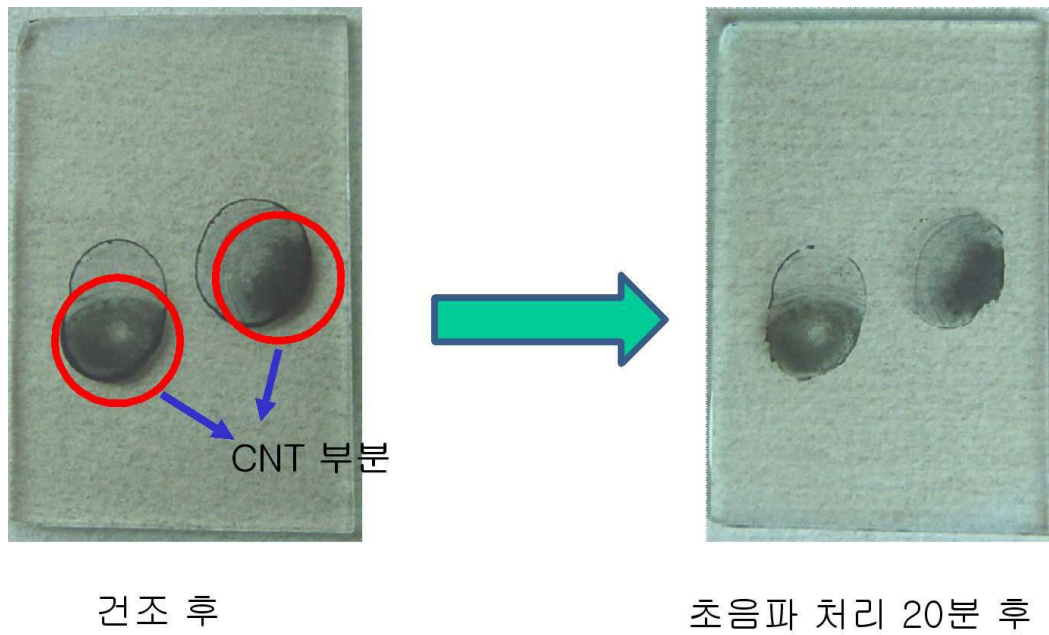
도면2



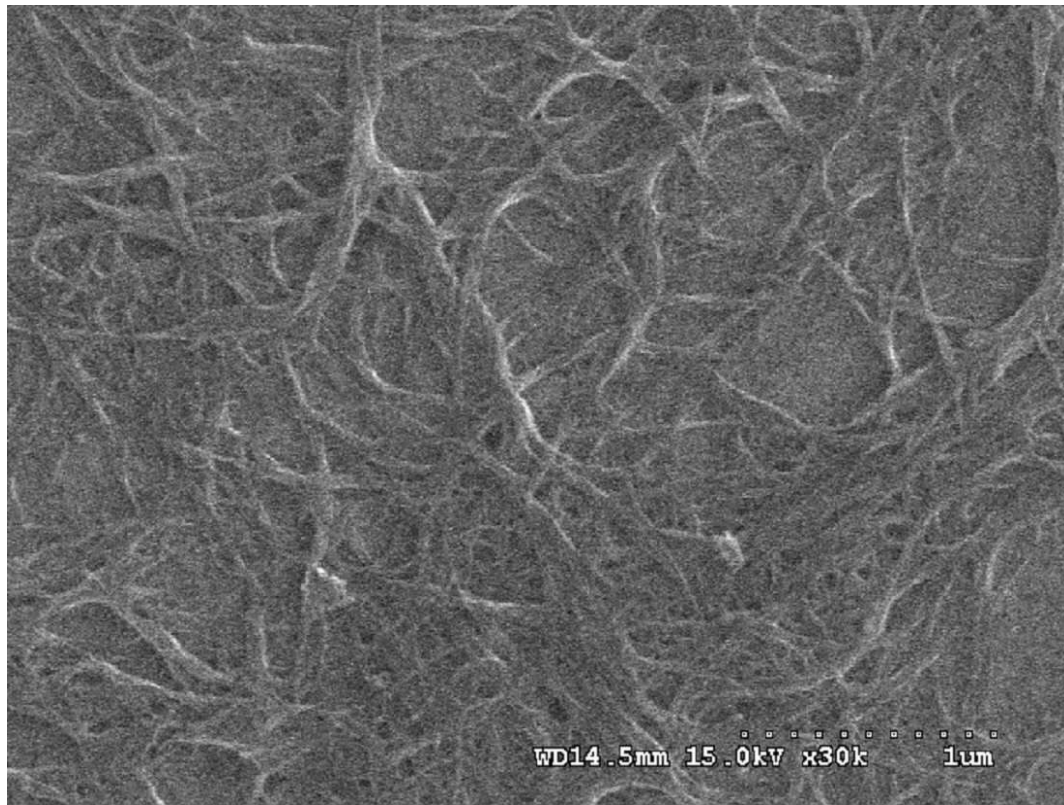
도면3



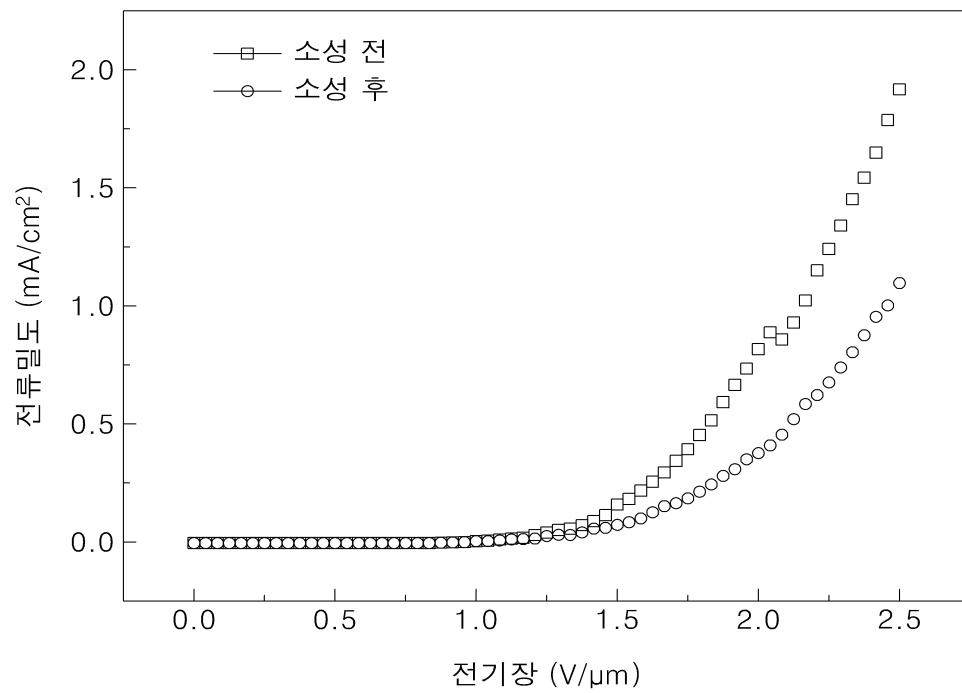
도면4



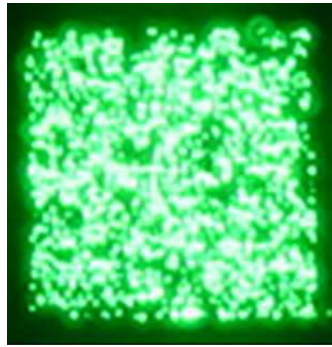
도면5



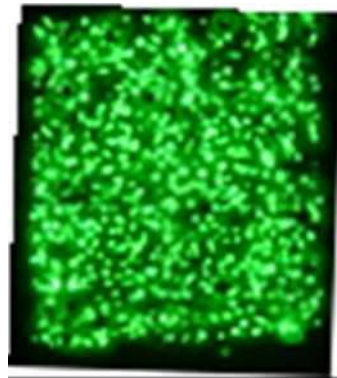
도면6



도면7



도면8



도면9

