



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0006524
(43) 공개일자 2010년01월19일

(51) Int. Cl.

H01J 1/30 (2006.01) H01J 9/02 (2006.01)

H01J 31/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0011217

(22) 출원일자 2009년02월11일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

1020080066734 2008년07월09일 대한민국(KR)

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

김용철

서울 서초구 우면동 77-3

주병권

서울특별시 종로구 평창동 234-24

김승욱

서울특별시 노원구 공릉동 373 삼익아파트
104-905

(74) 대리인

리엔특허법인

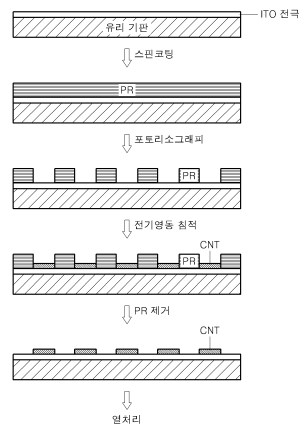
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 제조하는 방법 및 그에 의하여 제조된 전계 전자방출원을 포함하는 전계 전자방출 소자

(57) 요약

본 발명은 탄소나노튜브-핵산의 수성 용액을 이용한 전계 전자방출원을 제조하는 방법 및 그에 의하여 제조된 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 포함하는 전계 전자방출 소자를 제공한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

탄소나노튜브-핵산 복합체의 수성 용액을 제조하는 단계; 및

상기 탄소나노튜브-핵산 복합체를 기판 상에 전기영동 침적시켜, 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적된 기판을 제조하는 단계;를 포함하는 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 제조하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 핵산은 DNA, RNA, 또는 PNA인 것인 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 핵산은 단일가닥 또는 이중가닥 핵산인 것인 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 수성 용액은 물 또는 TAE 버퍼 용액인 것인 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체의 수성 용액은, 탄소나노튜브와 핵산을 수성 용액 중에 혼합하고 초음파 처리하는 단계; 및 원심분리하여 침전을 제거하여, 탄소나노튜브-핵산의 수성 용액을 얻는 단계에 의하여 제조된 것인 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 탄소나노튜브와 핵산은 중량 기준으로 1:1 내지 4:1의 비로 혼합되는 것인 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 기판은 패터화된 포토레지스트 층을 가진 기판인 것인 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체를 기판 상의 패터화된 영역에 전기영동 침적시키고, 포토레지스트 층을 제거하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적된 기판을 소결하는 단계 및 활성화하는 단계 중 하나 이상의 단계를 포함하는 것인 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 소결은 200 내지 500℃에서 가열하는 것인 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 활성화는 테이핑하는 것인 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 전기영동 침적은 5 내지 15V로 이루어지는 것인 방법.

청구항 13

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따라 형성된 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적되어 있고, 상기 복합체와 전기적으로 연결된 캐소드 전극이 구비된 제1 기판; 및

상기 제1 기판과 대향되게 배치되어 있고 애노드 전극이 구비된 제2 기판; 및

상기 제1 기관으로부터 방출되는 전자에 의하여 발광하는 형광층을 포함하는, 전계 전자방출 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 제조하는 방법 및 그에 의하여 제조된 전계 전자방출원을 포함하는 전계 전자방출 소자에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 전자 방출 소자 (Electron emission device)는 애노드 전극과 캐소드 전극 사이에 전압을 인가하여 전계를 형성함으로써 캐소드 전극의 전계 방출원으로부터 전자를 방출시키고, 이 전자를 애노드 전극 측의 형광 물질에 충돌시켜 발광되도록 하는 소자이다.
- <3> 전자 전도성이 탁월한 탄소나노튜브 (Carbon nanotube : CNT)는 전도성 및 전계 집중 효과가 우수하고, 일함수가 낮고 전계 방출 특성이 우수하여 저전압 구동이 용이하고, 대면적화가 가능하므로 상기 전자 방출 소자의 이상적인 전계 방출원으로서 기대하고 있다.
- <4> 탄소나노튜브는 일반적으로 한 개의 탄소원자에 3개의 다른 탄소원자가 결합되어 육각형 벌집무늬 모양의 실린더 형태로 형성된 물질을 말하며, 직경이 보통 수 내지 수백 나노미터이고 길이가 10 μ m 정도인 것이 알려져 있다. 이러한 탄소나노튜브는 외벽이 육방정 구조의 탄소가 결합된 흑연으로 구성되는데, 이 한 개의 흑연 (C) 층이 한 겹이나 또는 여러 겹이나에 따라 단일벽 탄소나노튜브(single walled carbon nanotube: SWCNT) 또는 다중벽 탄소나노튜브(multi-walled carbon nanotube: MWCNT)로 구분되며, 특히 상기 단일벽 탄소나노튜브가 다발(bundle) 형태로 형성된 경우에는 다발형 단일벽 탄소나노튜브로 구분된다. 이와 같은 흑연층의 형성 구조에 따라 상기 탄소나노튜브는 전기적 도체 또는 반도체의 특성을 가질 수 있다.
- <5> 또한, 상기 탄소나노튜브는 넓은 비표면적, 높은 전기 전도성, 균일한 기공분포, 높은 기계적 강도 및 화학적으로 안정한 특성을 갖고 있다.
- <6> 전계 방출 소자 (field emission device)의 전계 방출원 (field emitter)으로서 탄소나노튜브를 적용하는 것이 알려져 있다. 탄소나노튜브를 포함하는 전계 방출원의 제조방법은 예를 들면, CVD 법 등을 이용하는 탄소나노튜브 성장법, 탄소나노튜브를 포함하는 전계 방출원 형성용 조성물을 이용하는 페이스트 및 전기영동 침적법 등이 포함된다. 전기영동 침적법에 의하여 탄소나노튜브를 기관 상에 침적시키는 경우, 탄소나노튜브는 아세톤, 에탄올, DMF (dimethylformamide), 벤젠 등과 같은 유기 용매 중에 분산된 상태에서 전기영동 침적되었다. 유기 용매를 사용함으로써, 기관 상에 소자 구조를 형성하기 위하여는 유기 용매에 용해되지 않는 물질, 예를 들면 무기 물질을 사용하였다. 또한, 전기영동에 인가되는 전압이 높아, 균일한 전자 방출원을 형성하기 어려운 점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <7> 본 발명은 수성 용매 중에서 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 효율적으로 제조하는 방법을 제공한다.
- <8> 본 발명은 또한 상기한 방법에 의하여 제조된 전자 방출 특성이 우수한 전계 전자방출 소자를 제공한다.

과제 해결수단

- <9> 본 발명의 일 구체예는 탄소나노튜브-핵산 복합체의 수성 용액을 제조하는 단계; 및 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체를 기관 상에 전기영동 침적시켜, 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적된 기관을 제조하는 단계;를 포함하는 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 제조하는 방법을 제공한다.
- <10> 본 발명의 다른 구체예는 상기 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 제조하는 방법에 따라 제조된 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적되어 있고, 상기 복합체와 전기적으로 연결된 캐소드 전극이 구비된 제1 기관; 및 상기 제1 기관과 대향되게 배치되어 있고 애노드 전극이 구비된 제2 기관; 및 상기 제1 기관으로부터 방출되는 전자에 의하여

여 발광하는 형광층을 포함하는, 전계 전자방출 소자를 제공한다.

- <11> 이하 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- <12> 본 발명의 일 구체예는 탄소나노튜브-핵산 복합체의 수성 용액을 제조하는 단계; 및 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체를 기판 상에 전기영동 침적시켜, 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적된 기판을 제조하는 단계:를 포함하는 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 제조하는 방법을 제공한다.
- <13> 본 발명의 일 구체예는 탄소나노튜브-핵산 복합체의 수성 용액을 제조하는 단계를 포함한다.
- <14> 상기 핵산은 DNA, RNA, 또는 PNA인 것일 수 있다. 상기 핵산은 천연 핵산으로부터 분리된 것이나 합성, 또는 반합성된 것일 수 있다. 상기 핵산은 단일가닥 또는 이중가닥 핵산인 것일 수 있다. 바람직하게는, 상기 핵산은 단일가닥이며 탄소나노튜브의 길이에 비하여 작은 것으로, 예를 들면 50-200배 작은 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.
- <15> 상기 탄소나노튜브는 단일벽탄소나노튜브, 이중벽탄소나노튜브, 다중벽탄소나노튜브, 화학적으로 변형된 탄소나노튜브, 금속성 탄소나노튜브, 반도체 탄소나노튜브, 금속화된 탄소나노튜브 및 이들의 조합으로 구성된 군으로부터 선택되는 것 일 수 있다.
- <16> 상기 수성 용액은 물 또는 핵산의 전기영동에 사용되는 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.
- <17> 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체의 수성 용액은, 탄소나노튜브와 핵산을 수성 용액 중에 혼합하고 분산 처리하는 단계에 의하여 얻어지는 탄소나노튜브와 핵산의 분산액일 수 있다. 상기 분산은 예를 들면, 초음파 처리에 의하여 이루어지는 것일 수 있다. 얻어진 분산액은 침전 제거 과정 예를 들면, 원심분리 될 수 있다. 상기 침전 제거 과정에 의하여 균일한 탄소나노튜브와 핵산의 분산액이 얻어진다.
- <18> 상기 탄소나노튜브와 핵산은 중량 기준으로 1:1 내지 4:1의 비로 혼합되는 것일 수 있다.
- <19> 본 발명의 일 구체예는 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체를 기판 상에 전기영동 침적시켜, 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적된 기판을 제조하는 단계를 포함한다.
- <20> 상기 "전기영동 침적"이란 액체 매질 중에 현탁되어 있는 콜로이드 입자를 전기력에 의하여 이동시켜, 전극 상에 침적시키는 것을 나타낸다. 전기영동 침적에 의하여 탄소나노튜브를 기판, 예를 들면 전도성 기판상에 침적시키는 것은 당업계에 알려져 있다.
- <21> 상기 기판은 전기 전도성 물질이 구비된 기판으로서, 전극으로서 작동할 수 있는 것이다. 예를 들면, ITO에 구비된 유리 기판일 수 있다. 상기 전기영동 침적은 상기 기판을 캐소드로 하고 상대 전극, 예를 들면 Pt 전극을 애노드 전극으로 하여, 상기 캐소드 및 애노드 전극을 탄소나노튜브-핵산 복합체의 수성 용액 중에 담근 상태에서 교류 전압을 인가함으로써 이루어질 수 있다. 상기 교류전압은 전극 간의 간격이 1 내지 2cm인 경우, 5 내지 40V, 바람직하게는 5 내지 15V에서 이루어지는 것일 수 있다. 전압을 인가하는 시간은 적절하게 조절할 수 있으나, 예를 들면 3 내지 5 분 동안 인가하는 것일 수 있다.
- <22> 또한, 상기 기판은 패턴화된 포토레지스트 층 (photoresist layer)을 가진 것일 수 있다. 포토레지스트란 광감성 물질로서, 포토리소그래피에 의하여 패턴화된 표면을 형성하는데 사용된다. 포토레지스트에는, 광에 노출된 부분이 포토레지스트 현상제 (developer)에 대하여 용해가능하게 되는 양성 포토레지스트와 광에 노출된 부분이 포토레지스트 현상제 (developer)에 대하여 상대적으로 불용성으로 되는 음성 포토레지스트가 포함된다. 포토레지스트는 유기 물질로서, 예를 들면, 디아조나프토퀴논 (diazonaphthoquinone: DNQ)과 Novolac 수지 (phenol formaldehyder resin)의 혼합물로 구성된 포토레지스트, 에폭시 기초한 폴리머 (예, SU-8 포토레지스트)가 포함되나, 이들 예에 한정되는 것은 아니다. 이러한 유기 포토레지스트는 무기 물질에 비하여, 전기영동 침적이 이루어진 후 기판으로부터 선택적으로 제거하기 용이하다. 포토레지스트의 제거는 물질적 박피, 또는 아세톤, 포토레지스트 스트리퍼 (photoresist stripper) 등의 용매에 의하여 이루어질 수 있다.
- <23> 본 발명의 방법의 일 구체예에는, 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체를 기판 상의 패턴화된 영역에 전기영동 침적시키고, 포토레지스트 층을 제거하는 단계를 더 포함하는 것이다. 상기 패턴화된 영역은 당업계에 알려진 패턴화된 방법, 예를 들면 포토리소그래피가 사용될 수 있다. 상기 포토레지스트 층은 박피, 또는 아세톤, 포토레지

스트 스트리퍼 (photoresist stripper) 등의 용매에 의하여 제거될 수 있다. 상기 패턴화된 영역은 기판 상에 침적되는 탄소나노튜브의 바람직한 밀도에 따라 패턴의 모양 및 밀도가 달라질 수 있다. 예를 들면, 원형 또는 사각형의 패턴화 영역이 어레이 형상으로 배열되어 있는 것일 수 있다. 이 경우 탄소나노튜브-핵산 복합체의 침적에 의하여, 전계 전자 방출원의 어레이가 형성된다. 이는 얻어진 전계 전자 방출원의 전자 방출 특성에 따라 당업자가 적합하게 조정할 수 있다.

- <24> 본 발명의 방법의 일 구체예에는, 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적된 기판을 소결하는 단계를 더 포함하는 것이다. 상기 소결은 200 내지 500℃, 바람직하게는 350℃ 내지 400℃에서 가열하는 것일 수 있다. 소결에 의하여 탄소나노튜브-핵산 복합체 중 핵산 부분이 제거된다.
- <25> 본 발명의 방법의 일 구체예에는, 상기 탄소나노튜브가 침적된 기판을 테이핑하여 활성화하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 테이핑은 접착 테이프, 액상 폴리머 및 탄성 고무로부터 선택되는 하나 이상을 상기 기판 상에 붙였다가 떼어내는 것을 말한다. 본 발명의 방법에 의하는 경우, 상기 소결 처리에 의하여 탄소나노튜브가 전계 전자 방출원으로 작용할 수 있도록 활성화하는 것에 더하여, 상기 테이핑 단계에 의하여 추가적으로 활성화할 수 있다.
- <26> 상기한 방법에 의해 얻어진 탄소나노튜브 전계 전자 방출원은 전계 전자 방출 소자에 적용될 수 있다.
- <27> 따라서, 본 발명의 다른 일 구체예는, 상기한 본 발명의 방법에 따라 제조된 탄소나노튜브-핵산 복합체가 침적되어 있고, 상기 복합체와 전기적으로 연결된 캐소드 전극이 구비된 제1 기판; 및 상기 제1 기판과 대향되게 배치되어 있고 애노드 전극이 구비된 제2 기판; 및 상기 제1 기판으로부터 방출되는 전자에 의하여 발광하는 형광층을 포함하는, 전계 전자방출 소자를 제공한다.
- <28> 이와 같은 전계 전자 방출 소자의 일 구현예를 도 5에 도시한다. 도 5는 본 발명에 따른 전계 전자 방출소자 중에서도 3극관 구조의 전자 방출 소자를 개략적으로 도시한 것이다. 도 5에 도시된 전자 방출 소자 (200)는 상판 (201)과 하판 (202)을 구비하고, 상기 상판은 상면 기판 (190), 상기 상면 기판의 하면 (190a)에 배치된 애노드 전극 (180), 상기 애노드 전극의 하면 (180a)에 배치된 형광체층(170)을 구비한다.
- <29> 상기 하판 (202)은 내부공간을 갖도록 소정의 간격을 두고 상기 상면 기판 (190)과 대향하여 평행하게 배치되는 하면 기판 (110), 상기 하면 기판 (110) 상에스트라이프 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.
- <30> 상기 상판 (201)과 하판 (202)은 대기압보다 낮은 압력의 진공으로 유지되며, 상기 진공에 의해 방생되는 상기 상판과 하판 간의 압력을 지지하고, 발광공간 (210)을 구획하도록 스페이서 (192)가 상기 상판과 상기 하판 사이에 배치된다.
- <31> 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.
- <32> 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.
- <33> 본 발명의 전계 방출 소자는 도 5에 도시된 바와 같은 3극관 구조의 전자 방출 소자를 예를 들어 설명하였으나, 본 발명은 3극관 구조 뿐만 아니라, 2극관을 비롯한 다른 구조의 전자 방출소자도 포함한다. 또한, 게이트 전극 이 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 방출소자의 구조를 다른 표시 소자 또는 백라이트 유닛으로 응용하는 것도 물론 가능하다.

효 과

<34> 본 발명의 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 제조하는 방법에 의하면, 탄소나노튜브 전계 전자방출원을 전자 방출 특성이 우수한 전계 전자 방출원을 간단하고 효율적으로 제조할 수 있다.

<35> 본 발명의 전계 전자방출 소자에 의하면, 전계 전자 방출원 특성이 균일하고 우수하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<36> 이하 본 발명을 실시예를 통하여 보다 상세하게 설명한다. 이들 실시예는 본 발명을 예시적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.

<37> 실시예 1: 탄소나노튜브-핵산 복합체의 전계 전자 방출원의 제조

<38> 먼저, 탄소나노튜브와 핵산을 수성 용액 중에 혼합하여 탄소나노튜브-핵산 복합체의 수성 용액을 제조하였다. 탄소나노튜브는 단일벽 탄소나노튜브 (Carbolex 사 제품)로서, 직경이 1.2 내지 1.5nm이고, 길이가 2 내지 5 μ m 인 것을 사용하였다. 핵산은, 효모 (Saccharomyces cerevisiae) 유래 총 RNA 또는 전이 RNA (Takar 사)를 사용하였다. 상기 총 RNA는 리보솜 RNA, 전이 RNA 및 메신저 RNA를 포함한다. 상기 전이 RNA는 73 내지 93bp, 즉 26 내지 33nm의 길이를 갖는 것으로서, 탄소나노튜브의 길이에 비하여 작다.

<39> 혼합시 상기 핵산은 65℃에서 15분 동안 가열한 것을 사용하였다. 이러한 열처리는 핵산의 이차구조를 제거하여, 이차구조가 없는 핵산이 탄소나노튜브와 결합하도록 유도하기 위한 것이다. 상기 탄소나노튜브는 수 용액 중에서 봉 초음파 처리기 (UP400s, Heilsher)로 150W로 6시간 동안 처리하여, 탄소나노튜브를 분산시켰다. 다음으로, 상기 열처리된 핵산 수용액을 상기 분산된 탄소나노튜브 수용액에 혼합하고, 여기에 TAE 버퍼를 pH 8.0이 되도록 첨가한 후, 4℃에서 초음파 처리기 (MXB6, Grant 사, 영국)로 100W로 4시간 동안 처리하여, 탄소 나노튜브-핵산 복합체를 수용액 중에 분산시켰다. 상기 TAE (Tris, acetic acid, and EDTA) 버퍼는 Tris 4 내 지 20mM, 아세트산 1.8 내지 9mM, EDTA 1 내지 5mM의 농도로 포함하는 버퍼이다.

<40> 초음파 처리된 탄소나노튜브-핵산 복합체의 용액을 2,000 내지 4,000 rpm에서 원심분리하여, 침전을 제거하여 탄소나노튜브-핵산 복합체가 분산되어 있는 용액을 얻었다.

<41> 다음으로, 상기 탄소나노튜브-핵산 복합체가 분산되어 있는 용액을 유리 용기 담그고, 패터화된 포토레지스트 층을 갖는 ITO 전극이 코팅되어 있는 기판의 상기 ITO 전극에 + 전원을 연결하고, 상기 기판과 대향되게 배치된 상대전극, Pt 전극에 - 전원을 연결하여, 교류 전압을 인가하였다. ITO 전극과 Pt 전극 사이의 거리는 0.5 내지 2cm이었으며, 0.5 내지 8분 동안 8 내지 40V의 전압을 인가하였다. 상기 기판 상의 포토레지스트 패턴은 다음과 같이 제조하였다. 먼저, 유리 기판 상에 ITO를 스퍼터링 코팅 (sputtering coating)에 의하여 코팅하여 두께 200nm의 ITO 층을 형성하여, ITO 전극을 만들었다. 다음으로, 상기 ITO 층 상에 포토레지스트 (AZ1512, Clariant)를 스핀 코팅하여, 약 1.2 μ m 두께의 포토레지스트 층을 형성하였다. 다음으로, 마스크를 통하여 365 (I-line) nm의 광을 조사하고, 광조사된 부분을 아세톤 현상액을 사용하여 현상하였다. 그 결과, 가로, 세로 각 각 9.3cm인 사각형의 유리 기판 상에 직경 400mm인 원형 (dot)이고, 원 (dot)과 원 (dot)사이의 거리가 300mm 인, 원의 어레이를 형성하였다. 상기 전압 인가에 의하여, 상기 기판 상의 원의 어레이에 탄소나노튜브-핵산을 침적시켜, 탄소나노튜브-핵산의 어레이를 제조하였다.

<42> 다음으로서, 패터화되지 않고 남아 있는 상기 포토레지스트를 아세톤에 의하여 제거하였다. 다음으로, 상기 포토레지스트가 제거된 기판을 90℃에서 30분 동안 건조한 후, 400℃에서 30분 동안 열처리하였다. 대조군으로는, 400℃에서 열처리하지 않았다.

<43> 다음으로, 상기 열처리된 기판 상에 폴리프로필렌 재질의 접착 테이프를 부착시킨 후 떼어내어, 상기 탄소나노 튜브 전자 방출원을 활성화시켰다. 대조군으로서, 상기 테이핑 단계를 거치지 않은 것을 사용하였다.

<44> 도 1은 본 발명의 방법의 일 구체예에 따른 전계 전자 방출원을 제조하는 방법의 일 예를 나타내는 도면이다. 도 1에 따르면, 유리 기판 상에 ITO 전극이 코팅되고, 상기 ITO 층 상에 포토레지스트를 코팅하고, 포토리소그래 피에 의하여 포토레지스트를 패터닝한다. 얻어진 패터화된 기판 상에 전기영동 침적을 통하여 탄소나노튜브-핵산 을 패터화된 영역에 침적시키고, 포토레지스트를 제거하고, 열처리를 하였다. 또한, 선택적으로 테이핑에 의하여 탄소나노튜브 전자 방출원을 활성화시켰다.

<45> 실시예 2: 탄소나노튜브 전자 방출원의 활성화를 위한 테이핑 처리의 효과

<46> 본 실시예에서는 테이핑 처리가 실시예 1에 따라 제조된 전계 전자 방출원의 전자 방출 특성에 미치는 영향을 확인하였다. 전자 방출 특성의 확인은, 실시예 1에 따라 얻어진 전자 방출원 중 테이핑 처리한 경우와 그렇지

많은 경우에 대하여, 녹색 형광체가 도포된 애노드 전극을 240 μ m 이격시켜 배치하고, 소정의 전압을 인가한 후, 상기 전자 방출원으로부터 방출되는 전자를 전류로 측정하거나, 형광체 발광을 디지털 카메라로 촬영하여 이미지를 얻었다.

<47> 도 2는 열 처리만 한 경우와 열처리 및 테이핑 처리를 모두 한 경우 전계 전자 방출 특성을 나타내는 도면이다. 도 2에 나타난 바와 같이, 열 처리만 한 경우와 열처리 및 테이핑 처리를 모두 한 경우 전계 전자 방출 특성은 크게 차이가 없었다. 이는 본 발명의 방법에 따르면, 표면 처리에 의한 전자 방출원의 활성화가 필요없다는 것을 나타내는 것이다. 도 2에서, 2.20V/ μ m, 2.12V/ μ m는 임계 값 (threshold value)을 나타낸다.

<48> 도 3은 열 처리하지 않은 경우의 전자 방출원의 전자 방출 특성을 나타내는 도면이다. 도 3에 나타난 바와 같이, 열처리 하지 않고 테이핑 처리하는 경우의 전자 방출 특성은, 테이핑 처리하지 않은 경우에 비하여 전자 방출 특성이 개선되지 않았다. 도 3에서 2.82V/ μ m, 2.99V/ μ m는 임계 값 (threshold value)을 나타낸다.

<49> 도 4는 본 발명의 방법의 일 구체예에 따른 전계 전자 방출원을 제조하는 방법의 각 단계에서 제조된 전자 방출원의 전자 방출 이미지를 나타내는 도면이다. 도 4의 A는 침적 후 PR 제거 후, 1100V (4.58V/ μ m, 1.17mA)를 인가한 경우의 형광체 발광 이미지이며, B는 PR 제거 후, 질소 분위기에서 400℃에서 30분 동안 열처리한 후, 900V (3.75V/ μ m, 2.25mA)를 인가한 경우의 형광체 발광 이미지이다. B는 활성화 방법으로서 테이핑 과정을 거치지 않은 것으로, 테이핑 과정을 거치지 않아도 균일한 전계 전자 방출 효과를 얻을 수 있다는 것을 나타낸다. C는 PR 제거 후, 질소 분위기에서 400℃에서 30분 동안 열처리한 후, 테이핑 처리한 후, 900V (3.75V/ μ m, 2mA)를 인가한 경우의 형광체 발광 이미지이다. C에 나타난 바와 같이, 테이핑 처리에 의하여 전계 전자 방출원이 상실되어 전자가 방출되지 않은 영역이 존재함을 알 수 있다.

<50> 실시예 3: 핵산의 종류 및 버퍼 종류가 탄소나노튜브 전자 방출원의 전자 방출 특성에 미치는 효과

<51> 본 실시예에서는 핵산의 종류와 버퍼의 종류가 탄소나노튜브 전자 방출원의 전자 방출특성에 미치는 영향을 확인하였다.

<52> 사용된 핵산 및 버퍼의 조성은 다음 표 1과 같다.

<53> 표 1.

<54>

시료	증류수 (ml)	SWCNT (mg)	RNA(mg)	TAE 버퍼			첨가물
				Tris	EDTA	아세트산	
1	200	40	40(총RNA)	-	-	-	-
2	200	40	40(총RNA)	4mM	1.0mM	1.8mM	-
3	200	40	40(총RNA)	20mM	5.0mM	9mM	-
4	200	40	40(총RNA)	40mM	10mM	1.8mM	-
5	200	40	10(t-RNA)	4mM	1.0mM	1.8mM	-
6	200	20	10(t-RNA)	4mM	1.0mM	1.8mM	-
7	200	20	10(t-RNA)	4mM	1.0mM	1.8mM	1% SDS
8	200	80	16(t-RNA)	4mM	1.0mM	1.8mM	-

<55> 표 1에서, Tris는 Tris(2-amino-2-(hydroxymethyl)-1,3-propandiol)을 나타내고, EDTA는 에틸렌디아민테트라아세트산을 나타낸다.

<56> 표 1에 따른 조성을 사용하고 실시예 1에 따른 탄소나노튜브-핵산 복합체의 침적되는 정도를 조사하였다. 그 결과, 시료 1-7은 침적이 되었으며, 이중 시료 5가 가장 균일하게 침적되었다. 시료 7의 경우, SDS를 포함하지 않은 경우에 비하여, 침적시간이 길어졌다.

<57> 이상의 결과로부터, 핵산의 경우, 총 RNA에 비하여 tRNA를 사용하는 것이 전자 방출 특성에 미치는 효과가 좋았다. 또한, TAE 버퍼를 사용함으로써 SDS와 같은 계면 활성제의 첨가없이, 우수한 전계 방출 특성을 갖는 전계 전자 방출원을 얻을 수 있었다.

도면의 간단한 설명

<58> 도 1은 본 발명의 방법의 일 구체예에 따른 전계 전자 방출원을 제조하는 방법의 일 예를 나타내는 도면이다.

<59> 도 2는 열 처리만 한 경우;와 열처리 및 테이핑 처리를 모두 한 경우 전계 전자 방출 특성을 나타내는 도면이다.

<60> 도 3은 열 처리하지 않은 경우의 전자 방출원의 전자 방출 특성을 나타내는 도면이다.

<61> 도 4는 본 발명의 방법의 일 구체예에 따른 전계 전자 방출원을 제조하는 방법의 각 단계에서 제조된 전자 방출원의 전자 방출 이미지를 나타내는 도면이다.

<62> 도 5는 본 발명에 따른 전계 전자 방출소자 중에서도 3극관 구조의 전자 방출 소자를 개략적으로 도시한 것이다.

<63> <도면 부호의 간단한 설명>

<64> 1: 기관 2: 촉매층

<65> 3: 판형 초음파 진동자 4: 봉형 초음파 진동자

<66> 5: 탄소 소스 물질

<67> 110 : 하면기관 120 : 캐소드 전극

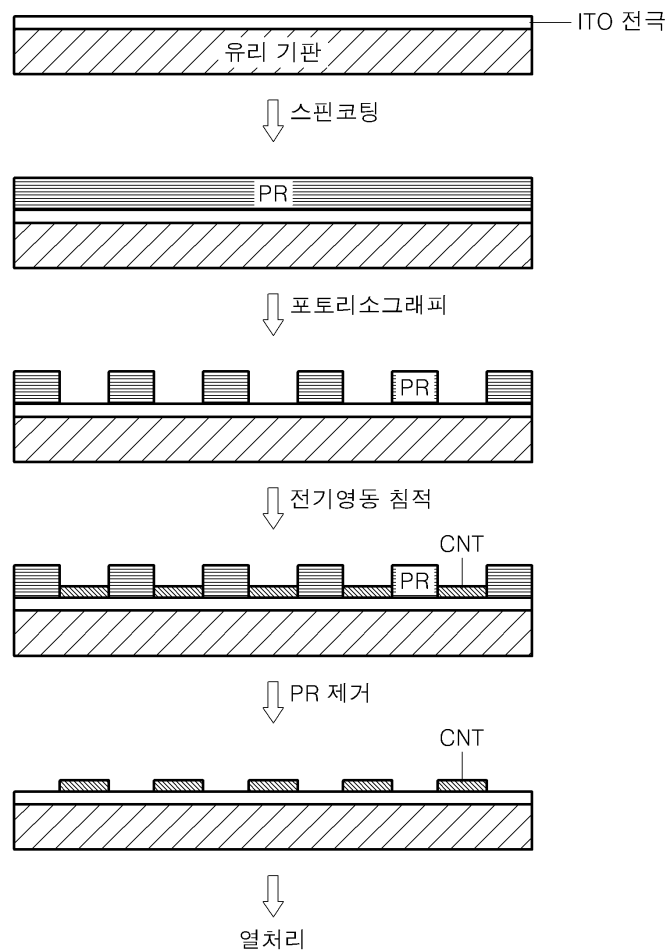
<68> 130 : 절연체층 140 : 게이트 전극

<69> 160 : 전계 방출원 170 : 형광체층

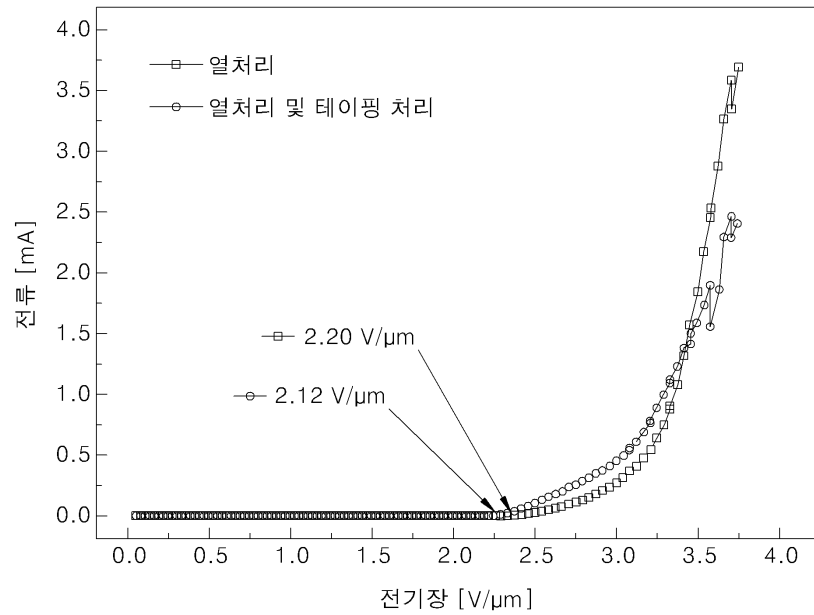
<70> 180 : 애노드 전극 190 : 상면기판

도면

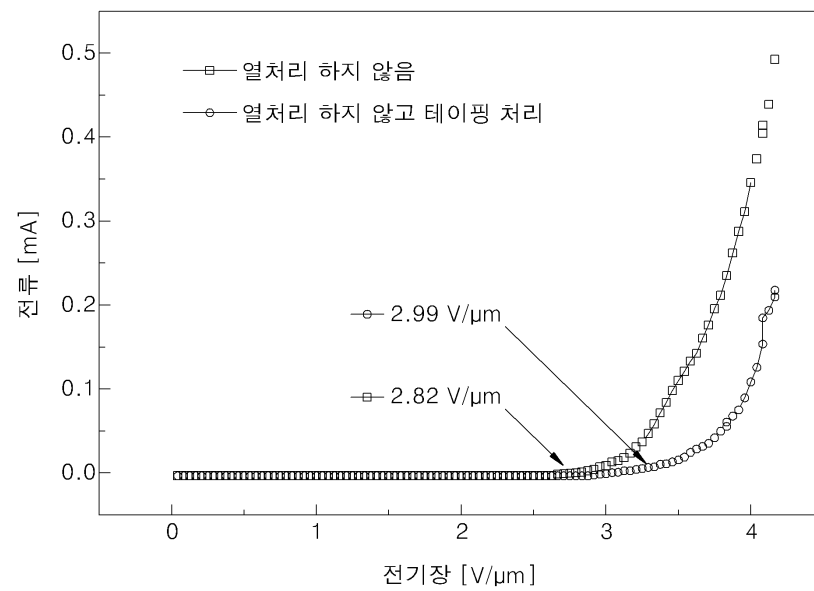
도면1



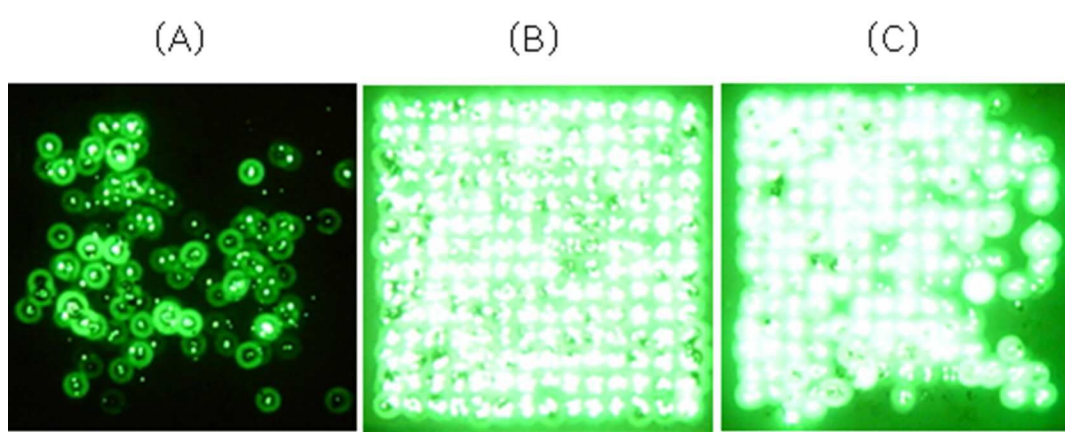
도면2



도면3



도면4



도면5

