



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호

10-2016-0109154

(43) 공개일자

2016년09월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01J 1/304 (2006.01) B01F 11/02 (2006.01)

H01J 9/02 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01J 1/304 (2013.01)

B01F 11/02 (2013.01)

(21) 출원번호

10-2015-0033076

(22) 출원일자

2015년03월10일

심사청구일자

2015년03월10일

(71) 출원인

고려대학교 산학협력단

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)

(72) 발명자

이철진

서울특별시 강북구 화계사길 32 (수유동)

신동훈

서울특별시 서초구 방배천로18길 11, 102동 303호 (방배동, 방배롯데캐슬아르떼)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

(뒷면에 계속)

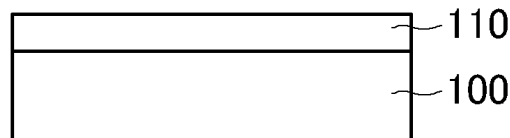
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 그래파이트 접착 물질을 이용한 전계 방출 소자 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 그래파이트 접착 물질을 이용한 전계 방출 소자의 제조방법에 관한 것이다. 전계 방출 소자의 음극을 형성하기 위한 페이스트(Paste) 제조 방법은, 용매에 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive) 물질을 혼합하여 분산시키는 단계; 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 혼합 용액을 건조시키는 단계; 및 건조된 혼합 물질에 결합제(Binder)를 혼합하여 페이스트를 제작하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01J 1/3042 (2013.01)

H01J 9/025 (2013.01)

H01J 2201/30449 (2013.01)

H01J 2201/30461 (2013.01)

H01J 2201/30469 (2013.01)

H01J 2201/30492 (2013.01)

(72) 발명자

윤기남

경기도 안산시 단원구 원선로 50, 112동 2101호 (원곡동, 벽산블루밍아파트)

손우녕

서울특별시 동대문구 제기로9길 20, 3층 (제기동)

명세서

청구범위

청구항 1

전계 방출 소자의 음극을 형성하기 위한 페이스트(Paste) 제조 방법에 있어서,
용매에 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive) 물질을 혼합하여 분산시키는 단계;
상기 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 혼합 용액을 건조시키는 단계; 및
상기 건조된 혼합 물질에 결합제(Binder)를 혼합하여 페이스트를 제작하는 단계를 포함하는 페이스트 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 전계 방출용 나노 물질은
탄소나노튜브(CNT), 그래핀(Graphene), 보론나이트라이드(Boron Nitride, BN), 이황화몰리브덴(Molybden Disulphide, MoS₂) 및 나노와이어 중 어느 하나인 것인 페이스트 제조 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 용매는 에탄올(Ethanol), 이소프로필 알코올(Isopropyl alcohol, IPA), 다이클로로벤젠(1,2-Dichlorobenzene, DCB), 다이클로로에탄(1,2-Dichloroethane, DCE), 및 엔메틸피롤리돈(1-Methyl-2-Pyrrolidone, NMP) 중 어느 하나의 유기 용매인 것인 페이스트 제조 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 용매는 소디움도데실설페이트(Sodium dodecyl sulfate, SDS), 및 소디움도데실벤젠설포네이트(Sodium dodecyl benzene sulfonate, SDBS) 중 어느 하나가 혼합된 수용액인 것인 페이스트 제조 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 분산시키는 단계는 초음파 처리를 수행하는 것인 페이스트 제조 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 페이스트를 제작하는 단계는
볼밀링(Ball milling) 공정을 통하여 상기 건조된 혼합 물질 및 결합제를 혼합시키는 것인 페이스트 제조 방법.

청구항 7

전계 방출 소자의 음극 제작 방법에 있어서,
용매에 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive) 물질을 혼합하여 분산시키는 단계;
상기 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 혼합 용액을 건조시키는 단계;
상기 건조된 혼합 물질에 결합제(Binder)를 혼합하여 페이스트를 제작하는 단계; 및

상기 페이스트를 음극에 도포하여 박막을 형성하는 단계를 포함하는 전계 방출 소자의 음극 제작 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 페이스트를 음극에 도포하는 단계는 스크린 프린팅(Screen printing), 딥 코팅(Dip coating), 스탬핑(Stamping), 및 스핀코팅(Spin coating) 중 어느 하나를 수행하는 것인 전계 방출 소자의 음극 제작 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 박막을 형성하는 단계 이후에,

고온 열처리 공정을 수행하는 단계를 더 포함하는 전계 방출 소자의 음극 제작 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

전계 방출용 나노 물질을 음극 기판 표면으로부터 돌출 시키거나 수직 정렬 하는 단계를 더 포함하는 전계 방출 소자의 음극 제작 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 전계 방출용 나노 물질을 음극 기판 표면으로부터 돌출 및 수직 정렬하는 단계는

상기 박막의 표면에 테이핑(Taping), 롤링(rolling) 및 사포 그라인딩 (grinding) 중 적어도 어느 하나를 이용하여 금속 기판 위에 형성된 나노 물질의 표면을 처리하는 물리적 공정을 수행하는 것인 전계 방출 소자의 음극 제작 방법.

청구항 12

전계 방출 소자에 있어서,

기판 및

전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive)물질을 포함하는 페이스트로 제작된 박막을 포함하는 전계 방출 소자.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 전계 방출용 나노 물질은 상기 그래파이트 접착 물질에 의하여 임의의 거리를 두고 분산되어 있는 전계 방출 소자.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 페이스트는 상기 전계 방출용 나노 물질과 그래파이트 접착 물질을 서로 결합시키는 결합제(binder)를 더 포함하는 전계 방출 소자.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 그래파이트 접착 물질을 이용한 전계 방출 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 전계 방출 현상은 진공 분위기에서 양극과 음극 사이에 강한 전계를 가하였을 때, 양자터널링에 의해서 음극의 표면에서 진공으로 전자가 방출되는 현상을 말한다. 이를 응용한 것으로는 전계 방출 디스플레이, 엑스레이 방출원, LCD 백라이트 등이 있다.
- [0003] 일반적으로, 전계 방출 소자의 제작 방법은 화학 기상 증착(Chemical Vapor Deposition, CVD)을 이용하여 음극 기관 위에 전계 방출 나노물질인 탄소나노튜브 또는 나노와이어를 수직으로 성장시키는 직접 성장법과 나노 물질을 페이스트(Paste) 상태로 제조하여 음극 기관 위에 코팅하는 페이스트 공정법 등이 있다.
- [0004] 그러나, 직접 성장법을 이용한 전계 방출 소자의 제작 공정은 음극기관과 나노 전계 방출 물질 사이의 접착력이 낮아 전자 방출 안정성이 좋지 않다. 또한 전계방출 물질이 음극에서 떨어져 나와 양극에 들어붙게 되면 양 전극사이에 아크를 발생시켜 소자가 파괴되는 현상이 발생하게 된다. 한편 페이스트 공정법에서도 음극기관에 대한 전계방출물질의 접착성이 좋지 않으면 앞서 언급한 것과 동일한 현상이 일어나게 된다. 통상적으로 이러한 문제점을 해결하기 위해서 전극 기관 위에 접착 강화 물질층을 형성시켜 에미터를 제조하거나 페이스트에 접착력을 강화시키는 충전제(Filler) 물질을 첨가하는 방법이 많이 사용된다.
- [0005] 기존에 페이스트 공정에 사용되던 필러 물질로는, 재질에 따라 크게 유기(Organic) 충전제, 절연(Insulating) 충전제, 및 금속(Metallic) 충전제로 구분될 수 있다. 예를 들어, 아크릴, 유리(Glass), 석면, 점토, SiO_2 , Al_2O_3 등이 필러로 사용될 수 있다. 그러나, 이러한 충전제 또는 필러의 경우 고온 환경에서 매우 취약한 문제점을 가지고 있다. 따라서, 고온 환경에서 전계 방출이 일어날 경우, 유기 충전제 및 절연 충전제의 경우 아웃 개싱(Out Gassing)이 발생할 수 있고, 또한 금속 충전제의 경우 금속이 녹아버리는 문제점이 발생할 수 있다.
- [0006] 이와 관련하여, 한국공개특허 제10-2006-0098700호 (발명의 명칭: 탄소나노튜브 페이스트 수직 배향 방법 및 그 응용)는 탄소나노튜브가 페이스트로 혼합되어 있는 상에서 탄소나노튜브를 수직 배향시킴으로써 전계 방출 현상을 향상시키는 소자를 제조할 수 있는 기술을 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 일부 실시 예는 그래파이트 접착 물질을 이용하여 기관과 전계 방출 나노물질 사이의 접착력과 전기 전도도를 향상시키고, 잔여 유기물질을 제거하기 위해 고온 열처리 공정을 적용한 전계 방출 소자의 제조 방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.
- [0008] 다만, 본 실시 예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전계 방출 소자의 음극을 형성하기 위한 페이스트(Paste) 제조 방법은 용매에 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive) 물질을 혼합하여 분산시키는 단계; 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 혼합 용액을 건조시키는 단계; 및 건조된 혼합 물질에 결합제(Binder)를 혼합하여 페이스트를 제작하는 단계를 포함한다.
- [0010] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전계 방출 소자의 음극 제작 방법은 용매에 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive) 물질을 혼합하여 분산시키는 단계; 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 혼합 용액을 건조시키는 단계; 건조된 혼합 물질에 결합제(Binder)를 혼합하여 페이스트를 제작하는 단계; 및 페이스트를 음극에 도포하여 박막을 형성하는 단계를 포함한다.
- [0011] 또한, 본 발명의 일 실시 예에 따른 전계 방출 소자는 기관, 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive)물질을 포함하는 페이스트로 제작된 박막을 포함한다.

발명의 효과

- [0012] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 페이스트 제조 방법 및 박막 형성 방법을 이용하면, 금속 기관(음극 기관)과의 접착력이 강화된 전계 방출 소자를 용이하게 제조할 수 있다.

[0013] 또한, 전도성 물질인 그래파이트 접착 물질을 사용함으로써, 전계 방출용 나노 물질과 음극 기판 사이의 전기 전도도를 향상시키는 효과가 있다.

[0014] 또한, 고온에서도 견디는 그래파이트 접착 물질의 특성에 따라 고온 열처리 공정을 적용하는 것이 가능하여, 전계 방출 소자의 제작 시 잔여 유기물을 효과적으로 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전계 방출 소자의 일부분을 도시하고 있다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전계 방출 소자의 음극을 형성하기 위한 페이스트 제조 방법의 각 단계를 설명하기 위한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 진공 여과법을 이용하여 건조된 박막 형태의 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질의 일례를 도시하고 있다.

도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 전계 방출 소자의 음극 제작 방법을 상세히 설명하기 위한 순서도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따라 제조된 페이스트를 이용하여 제작된 전계 방출용 박막의 주사 전자 현미경 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0017] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 "~(하는) 단계" 또는 "~의 단계"는 "~를 위한 단계"를 의미하지 않는다.

[0018] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 전계 방출 소자의 일부분을 도시하고 있다.

[0020] 본 발명의 일 실시 예에 따른 전계 방출 소자는 기판(100) 및 박막(110)을 포함하고, 필요에 따라 기타 구성들을 더 포함할 수 있다.

[0021] 기판(100)은 일반적으로 반도체 소자용으로 사용되는 기판으로서, 유리(Glass), 석영(Quartz), 실리콘(Si), 게르마늄(Ge) 등을 사용할 수 있다. 또한 금(Au), 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al), 니켈합금(Inconel), 스테인레스(SUS304), 코발트(Kovar)등의 금속 전극 또는 산화인듐(Indium Tin Oxide, ITO), 그래핀(Graphene) 등의 투명 전극이 코팅된 기판이 사용될 수 있다.

[0022] 박막(110)은 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive)물질을 포함하는 페이스트(Paste)로 제작 및 형성된다.

[0023] 구체적으로, 탄소나노튜브(Carbon nanotube, CNT), 그래핀(Graphene)과 같은 탄소 계열 물질, 보론 나이트라이드(Boron Nitride, BN) 계열의 물질 또는 이황화 몰리브덴(Molybden Disulphide, MoS₂), 나노와이어 등과 같은 전계 방출용 나노 물질이 적층되어 형성될 수 있으나 이에 한정된 것은 아니다. 이때, 전계 방출용 나노 물질은 기판(100) 상면에 대해 소정의 각도로 비스듬하게 기울어져 있거나 90도로 수직하게 배치되어 있을 수 있다.

[0024] 본 발명에 따르면, 그래파이트 접착 물질이 필러로 사용된다. 그래파이트 접착 물질은 약 200nm에서 500nm의 크기를 가지는 볼(ball) 형상의 그래파이트 나노 파티클(Graphite Nano Particles) 또는 그래파이트 나노 플레이트(Graphite Nano plate)로 구성되며, 전기적으로 우수한 전도성을 지닌다. 그래파이트 접착 물질은 수십 내지 수 마이크로 미터 크기의 일반적인 흑연과 상이한 물질이다. 또한, 3000도 이상의 고온에서도 아웃 개싱(Out

gassing)이나 물질 파괴가 일어나지 않으며, 전계 방출 과정에서 에미터(Emitter)의 특성에 영향을 주지 않는다. 또한, 그래파이트 접착 물질은 전계 방출용 나노 물질 사이에 압착됨으로써, 기관(100)과 전계 방출용 나노 물질 사이를 전기적으로 연결시켜 주고, 또한 전계 방출용 나노 물질에 전기장이 강하게 걸리게 하는 역할을 수행한다. 또한, 그래파이트 접착 물질은 전계 방출 과정에서 전계 방출용 나노 물질이 기관(100)에서 떨어져 나가는 것을 막아주는 역할을 수행함으로써, 전계 방출용 나노 물질과 기관(100)사이에 접착력을 높여 주고 전계 방출 소자의 안정성을 향상시켜 줄 수 있다.

[0025] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 전계 방출 소자의 음극을 형성하기 위한 페이스트 제조 방법에 대해 도 2를 참조하여 상세히 설명하도록 한다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 전계 방출 소자의 음극을 형성하기 위한 페이스트 제조 방법의 각 단계를 설명하기 위한 순서도이다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에 따른 전계 방출 소자의 음극을 형성하기 위한 페이스트 제조 방법은 용매에 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착(Graphite adhesive) 물질을 혼합하여 분산시키는 단계(s110); 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 혼합 용액을 건조시키는 단계(s120); 및 건조된 혼합 물질에 결합제(Binder)를 혼합하여 페이스트를 제작하는 단계(s130)를 포함한다.

[0027] 먼저, 용매에 전계 방출용 나노 물질과 그래파이트 접착(Graphite adhesive) 물질을 용매에 혼합시켜 초음파 공정(Sonication)을 수행한다(s110). 본 발명의 일 실시 예에서 그래파이트 접착 물질은 99%의 순도를 지닌 그래파이트 나노 파티클로써, 4.1×10^{-6} /°F의 열 팽창률, 60 BTU*in / Hr*°F*Ft²의 열 전도율을 지니며, 3000 psi의 압축 강도와, 1500 psi의 휨 강도를 지니고 있으나, 이에 한정된 것은 아니다. 이때, 일 예에 따르면, 용매는 에탄올(Ethanol), 이소프로필 알코올(Isopropyl alcohol, IPA), 다이클로로벤젠(1,2-Dichlorobenzene, DCB), 다이클로로에탄(1,2-Dichloroethane, DCE), 및 엔메틸피롤리돈(1-Methyl-2-Pyrrolidone, NMP) 등의 유기 용매일 수 있다. 또는 다른 예에 따르면, 소듐도데실설페이트(Sodium dodecyl sulfate, SDS) 및 소듐도데실벤젠설포네이트(Sodium dodecyl benzene sulfonate, SDBS)와 같은 계면활성제 성분이 혼합된 수용액일 수 있다.

[0028] 용매 내의 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질은 서로 응집되거나 뭉쳐있는 상태로 존재할 수 있고, 수백 nm 내지 수 um 두께의 집합체를 이루고 있을 수 있다. 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 서로 응집된 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질을 초음파 공정을 통하여 서로 임의의 거리를 두고 퍼지거나 분산된 상태로 변화시킬 수 있다.

[0029] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 진공 여과법을 통하여 건조된 박막 형태의 전계 방출용 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질의 일례를 도시하고 있다.

[0030] 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 혼합 용액을 건조시키는 단계(s120)에서, 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 혼합 용액(200)을 진공 여과장치(210)를 통과시켜 건조시킬 수 있다. 따라서, 도 3에 도시된 바와 같이, 여과지 위에 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 용매가 제거되어 박막 형태(220)로 형성될 수 있다.

[0031] 다음으로, 건조된 혼합 물질에 결합제(Binder)를 혼합하여 페이스트를 제작하는 단계(s130)에서, 나노 물질 및 그래파이트 접착 물질이 혼합된 박막형태의 혼합 물질(220)에 점성을 지닌 접착성 용액인 결합제를 첨가하여 볼 밀링(Ball milling)공정을 통하여 섞어 줌으로써 페이스트를 제작할 수 있다.

[0032] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 전계 방출 소자의 음극 제작 방법을 상세히 설명하기 위한 순서도이다.

[0033] 도 4를 참조하면, 본 발명에서 제안하는 전계 방출 소자의 음극 제작 방법은 페이스트 제조 단계(s210); 및 페이스트를 음극에 도포하여 박막을 형성하는 단계(s220)를 포함한다.

[0034] 이때, 페이스트 제조 단계(s210)는 상술한 전계 방출 소자의 음극을 형성하기 위한 페이스트 제조 과정과 동일하므로, 자세한 설명은 생략한다.

[0035] 이어서, 스크린 프린팅(Screen printing), 딥 코팅(Dip coating), 스탬핑(Stamping), 및 스핀코팅(Spin coating) 중 어느 하나를 수행하여 페이스트를 전계 방출 소자의 음극에 도포함으로써 박막을 형성하는 것이 가능하다(s220).

[0036] 도시되지는 않았으나, 본 발명의 일 실시예에 따른 전계 방출 소자의 음극 제작 방법은 페이스트를 음극에 도포하여 박막을 형성하는 단계 이후에, 박막의 표면에 테이핑(Taping) 또는 롤링(Rolling) 중 어느 하나 공정 또는

두 개의 공정을 순차적으로 수행하여, 전계 방출용 나노 물질을 음극 기관 표면으로부터 수직 정렬 하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0037] 구체적으로, 고무 롤러로 나노 물질이 형성된 금속 기관의 표면을 균일하게 밀어 줄 수 있다. 또는 전계 방출용 나노 물질이 형성된 금속 기관의 표면에 접착 테이프를 사용하여 테이핑한 후, 롤러로 나노 물질의 표면을 균일하게 밀어주어, 금속 기관에 약하게 붙어있는 나노 물질을 제거하고 나노 물질을 음극기관 표면으로부터 수직으로 배향시킬 수 있다. 또는, 사포 그라인딩(Grinding) 방식을 이용하여 금속 기관 위에 형성된 나노물질의 표면을 골고루 갈아주거나, 상술한 방법들을 혼합하여 적용할 수 있다. 따라서, 접착성이 좋지 않은 불필요한 나노 물질을 금속 기관으로부터 제거하고, 전계 방출용 나노 물질을 음극 기관 표면으로부터 효과적으로 수직 배향시킬 수 있다. 이때, 수직 정렬된 전계 방출용 나노 물질들은 음극기관에 대하여 수평하게 혹은 비스듬한 형태로 형성된 나노 물질들에 비해서 전계를 효과적으로 집중시킬 수 있기 때문에, 더 높은 성능의 전계 방출 특성을 가질 수 있다.

[0038] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따라 제조된 페이스트를 이용하여 제작된 전계 방출용 박막의 주사 전자 현미경 이미지이다.

[0039] 구체적으로, 도 5는 전계 방출용 나노 물질의 일례로 탄소나노튜브를 사용하고, 상술한 바와 같은 방법으로 제조된 페이스트를 이용하여 제작된 전계 방출 소자의 음극에 대한 주사 전자 현미경(Scanning electron microscope, SEM) 이미지를 나타내고 있다.

[0040] 도 5를 참조하면, 페이스트 내에 와이어 형태의 탄소나노튜브(300)와 파우더 형태의 그래파이트 접착 물질(310)이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 이때, 각각의 탄소나노튜브(300)는 초음파 처리에 의해 집합체 없이 페이스트 내에서 서로 임의의 거리를 두고 골고루 퍼져거나 분산된 상태이고, 그래파이트 접착 물질(310)이 필러로 역할을 하여 각각의 탄소나노튜브(300) 사이를 공간적으로 메우고 있는 상태임을 확인할 수 있다.

[0041] 본 발명의 일 실시 예에 따라 제작된 전계 방출 소자는 전도성 물질인 그래파이트 접착 물질을 사용함으로써, 전계 방출용 나노 물질과 음극 기관 사이의 전기 전도도를 향상 시키는 효과가 있다. 따라서, 종래의 유기 충전제, 절연 충전제, 금속 충전제를 적용하여 제작했던 탄소나노튜브 전계 방출 소자와 비교하여, 매우 높은 방출 전류 밀도를 가진다.

[0042] 또한, 그래파이트 접착 물질이 고온에서 견딜 수 있는 특성을 가지므로, 페이스트 제작 후, 고온 열처리 공정을 적용할 수 있게 되어, 전계방출 소자의 잔여 유기물을 효과적으로 제거할 수 있다. 고온 열처리 공정을 적용하는 경우, 기존에 필러로 사용되던 물질들은 녹거나 변형되어 전계방출 소자의 성능을 감소시키거나 불량인 원인이 된다. 본 발명에서 고온 열처리 공정은 박막을 형성하는 과정 이후에 이루어질 수 있다.

[0043] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

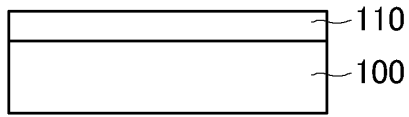
[0044] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

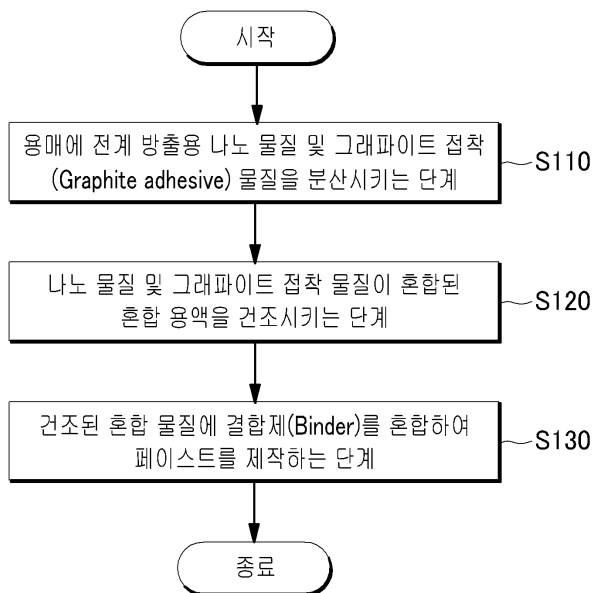
[0045] 100: 기관 10: 박막
200: 혼합 용액 210: 진공 여과 장치
220: 혼합 박막 300: 탄소나노튜브
310: 그래파이트 접착 물질

도면

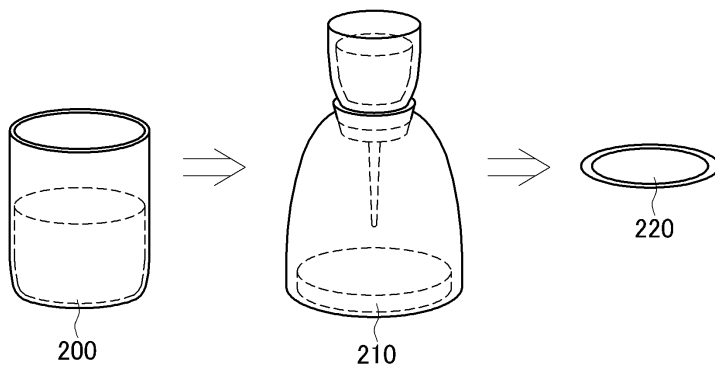
도면1



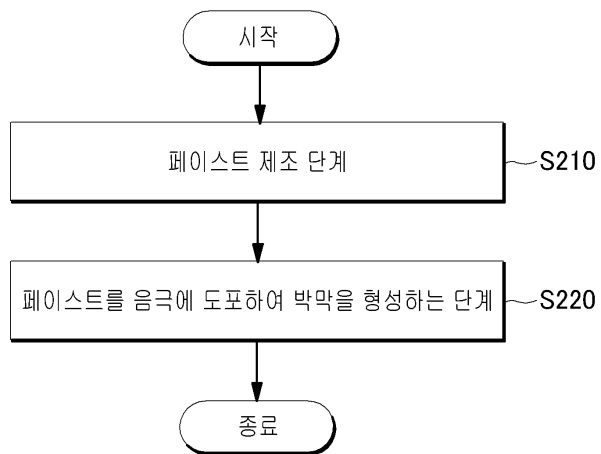
도면2



도면3



도면4



도면5

