



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2007년11월19일  
 (11) 등록번호 10-0777113  
 (24) 등록일자 2007년11월09일

(51) Int. Cl.

*H01J 1/30* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0123944  
 (22) 출원일자 2006년12월07일  
 심사청구일자 2006년12월07일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP2005116352 A  
 JP2005222847 A  
 KR1020050087265 A

(73) 특허권자

한국전자통신연구원  
 대전 유성구 가정동 161번지

(72) 발명자

김대준  
 대전 유성구 지족동 열매마을6단지 603동 602호

송윤호

대전 서구 정림동 우성아파트 127-405

정진우

대전 서구 둔산2동 1370

(74) 대리인

신영무

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 박위규

**(54) 미세패터닝이 가능한 고 신뢰성의 CNT 에미터 제조 방법**

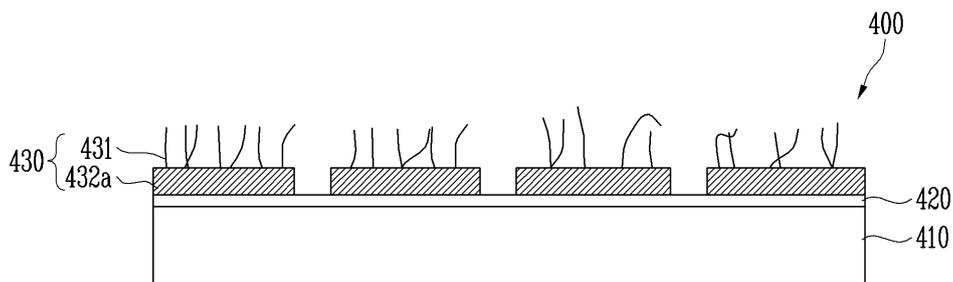
**(57) 요약**

본 발명은 나노 크기의 금속입자를 첨가시켜 전자방출원(이하, 에미터)의 신뢰성을 크게 향상시킬 수 있는 전계 방출 디스플레이용 CNT 에미터 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 따른 CNT 에미터 제조방법은 (a) CNT 파우더, 유기 바인더, 감광물질, 모노모 및 나노 크기의 금속입자를 용매에 분산시켜 CNT페이스트를 제조하는 단계; (b) 상기 CNT 페이스트를 기판의 상부에 형성된 전극 상에 도포하는 단계; (c) 상기 전극 상에 도포된 상기 CNT 페이스트를 노광하여 미세 패터닝하는 단계; (d) 상기 미세 패터닝된 CNT 페이스트를 소성하는 단계; 및 (e) 상기 소성된 CNT 페이스트의 표면이 활성화되도록 상기 CNT 페이스트의 표면을 처리하는 단계를 포함한다.

전술한 구성을 통해, 본 발명의 CNT에미터는 수  $\mu\text{m}$ 정도의 미세 패터닝이 가능하여, 하나의 픽셀 내에 여러 개의 CNT 에미터 영역을 형성할 수 있음으로써, 전자 방출의 균일도를 향상시킬 수 있다. 또한, 상기 CNT 페이스트의 금속성 충전제로 나노크기의 금속입자를 첨가함으로써, CNT의 열화가 나타나지 않는 낮은 온도에서 금속을 용융시킬 수 있으며, CNT의 음극전극과의 접착성을 강화할 수 있어, CNT 에미터의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

**대표도** - 도4c



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

- (a) CNT 파우더, 유기 바인더, 감광물질, 모노머 및 나노 크기의 금속입자를 용매에 분산시켜 CNT페이스트를 제조하는 단계;
- (b) 상기 CNT 페이스트를 기판의 상부에 형성된 전극 상에 도포하는 단계;
- (c) 상기 전극 상에 도포된 상기 CNT 페이스트를 노광하여 미세 패터닝하는 단계;
- (d) 상기 미세 패터닝된 CNT 페이스트를 소성하는 단계;
- (e) 상기 소성된 CNT 페이스트의 표면이 활성화되도록 상기 CNT 페이스트의 표면을 처리하는 단계를 포함하는 CNT 에미터 제조 방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,  
상기 (c) 단계에서, 상기 CNT 페이스트를  $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$  정도의 크기로 미세 패터닝하는 CNT에미터 제조방법.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,  
상기 모노머는 상기 CNT 페이스트를 노광하여 미세 패터닝하기 위해 첨가되며, 상기 감광물질과 반응하여 상기 유기 바인더와 고분자 중합을 일으키는 물질인 CNT에미터 제조 방법.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서,  
상기 모노머의 질량은 상기 유기 바인더 대비 1/100 ~ 1/10 범위로 첨가하는 CNT에미터 제조방법.

**청구항 5**

제 3 항에 있어서,  
상기 감광물질의 질량은 상기 유기 바인더 대비 1/10 ~ 1/100 범위로 첨가하는 CNT에미터 제조방법.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,  
상기 CNT 파우더와 상기 금속 입자는 질량 백분율(wt%)이 1 : 2 ~ 3의 조성으로 이루어진 CNT에미터 제조방법.

**청구항 7**

제1항에 있어서,  
상기 (d) 단계는,  
대기 분위기에서 약 250 ~ 300℃ 온도로 행해지는 소성 단계와,  
진공 또는 비활성가스 분위기에서 약 320 ~ 450℃ 온도에서 행해지는 소성 단계중 적어도 하나를 포함하는 CNT 에미터 제조 방법.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,  
상기 단계 (e)는 접착제가 묻어 나오지 않도록 롤링 처리하는 것을 특징으로 하는 CNT 에미터의 제조 방법.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서, 상기 단계 (a)는  
 상기 CNT 파우더를 용매에 분산시키는 단계,  
 상기 CNT 파우더가 혼합된 분산용액에 상기 유기 바인더를 첨가하는 단계,  
 상기 유기 바인더가 혼합된 상기 분산용액의 점도를 조절하기 위해 밀링 공정을 수행하는 단계,  
 상기 나노 크기의 금속 입자를 첨가하는 단계, 및  
 상기 분산용액에 상기 감광물질과 모노머를 첨가하는 단계를 포함하는 CNT에미터 제조방법.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,  
 상기 금속입자는 파우더나 페이스트 형태로 첨가되는 CNT 페이스트의 제조 방법.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,  
 상기 금속 입자는 Ag, Cu, Ru, Ti, Pd, Zn, Fe 또는 Au 인 것을 특징으로 하는 CNT에미터 제조 방법.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <11> 본 발명은 미세패터닝이 가능한 고 신뢰성의 전계 방출 디스플레이용 CNT 에미터 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 나노크기의 금속입자, 유기 바인더, 감광물질 및 모노머를 포함하는 CNT 페이스트와 미세 패터닝 공정을 이용하여 CNT 에미터를 제조하는 CNT 에미터 제조방법에 관한 것이다.
- <12> 전계 방출 디스플레이(FED: field emission device)는 음극선관의 전자 방출원이 냉음극 물질로 이루어져 있다는 점을 제외하고는, 음극선관(CRT)과 유사한 물리적인 원리를 이용한다. 전계 방출 디스플레이(FED: field emission device)는 극미세 구조의 전계 에미터에 전기장을 인가하여 진공속으로 방출시킨 전자를 형광체에 충돌시켜(즉, 형광체를 여기시켜) 화상을 표시하기 때문에, 음극선관(CRT)의 우수한 표시특성을 그대로 살리면서 경량, 박형화가 가능한 디스플레이 소자로서, 디스플레이 소자의 모든 측면에서 이상적인 특성을 가지고 있어, 유망한 차세대 평판 디스플레이로 평가받고 있다.
- <13> 이러한 FED의 전자방출원(에미터)으로 최근 들어 각광받고 있는 물질은 탄소 나노 튜브(CNT: carbon nano tube)이다. CNT는 진공 중에서 끝이 뾰족한 도전성 에미터에 전기장이 인가되었을 때 전자가 방출되는 전계 방출 원리를 이용하는 에미터로 가장 우수한 성능을 제공한다.
- <14> 도 1은 종래 기술에 따른 CNT 에미터를 포함하는 FED를 설명하기 위한 개략적인 측면면도이다. 도 2는 도 1의 II 영역(에미터 영역)을 확대 단면도이다. 도 1을 참조하면, FED(100)는 전자방출원인 에미터(114)가 형성된 전자방출부(110)와, 전자방출부(110)에서 방출된 전자를 충돌시킴으로써 빛을 발생하는 형광막(135)이 형성되어 있는 화상구현부(130)를 포함한다.
- <15> 화상구현부(130)는 제2 기판(131)과, 제2 기판(131) 상에 형성되는 양전극(애노드;133)과, 양전극(133) 상에 상호 이격 거리를 가지며 형성되는 형광막(135)과, 형광막(135) 사이에 형성되는 광차폐막(137)을 포함한다. 광차폐막(137)은 각 화소의 경계를 담당한다.
- <16> 전자방출부(110)는 제1 기판(111)과, 제1 기판(111) 상에 소정 형상으로 상호 이격되게 형성된 음전극(캐소드; 113)과, 음전극(121) 상에 CNT를 이용하여 제조된 CNT 에미터(114)와, 음전극(113)과 절연되어 배치되는 게이트 전극(119)을 포함한다. 게이트 전극(119)의 하부에는 절연층(118)이 형성되어 있다. 전자 방출부(110)와 화상구현부(130) 사이에는 이들을 지지하는 스페이서(140)가 형성된다.

<17> 한편, 전자 방출부(110)를 구성하는 CNT 에미터(114)를 제조하기 위해서는, 우선 CNT 페이스트를 제조해야 한다. CNT 페이스트는 (1)CNT 및 무기 충전제를 분산한 다음, (2)유기바인더를 첨가하고, (3)용매를 이용하여 첨가물을 혼합하고 점도를 조절함으로써 제조된다. 도 2를 참조하면, (1) ~ (3)을 통해 CNT 페이스트가 제조된 다음, 전자 방출부(110)의 음극 전극(113) 상에 도포함으로써, CNT 에미터(114)를 제조할 수 있다.

<18> 그러나, 전술한 CNT 페이스트를 이용하여 CNT 에미터(114)를 제조하는 경우, 종래의 CNT 페이스트는 무기(금속)충전제(115)로써 통상 수  $\mu\text{m}$ 의 크기를 가지는 프리트 글라스(frit glass) 등을 이용하게 되는 데, 이 경우 CNT와의 물리·화학적 특성이 크게 다르므로 에미터로 구현될 CNT의 고른 분포가 어려울 뿐만 아니라, 음전극(113)과 CNT(117) 사이의 접촉성이 불균일하며, 음전극(113)과 CNT(117) 간, 또는 CNT(117)와 CNT(117) 사이에 저항이 크게 나타나거나 불균일하게 나타나기 때문에 FED의 기능 수행에 한계가 있다.

<19> CNT 에미터(114)가 음전극(113) 상에 강한 접착력을 가지고 형성되지 못하기 때문에, CNT 에미터(114)에서 강한 전기장을 발생시키는 경우, CNT 에미터(114)가 음전극(113)으로부터 탈락될 수도 있다. 이에 의해, CNT 에미터(114)와 음전극(113) 사이의 접촉저항이 균일하지 않거나 증가하게 되며, CNT 에미터(114)들 중 일부만 전자 방출에 기여하게 되어 전자 방출 특성을 저하를 시작으로 전자 방출 사이트의 저하 및 불균일한 전자 방출 분포를 보이게 된다. 또한, CNT 에미터(114) 중 일부만이 전자 방출을 담당하게 됨으로써 CNT 에미터(114)의 수명이 크게 저하될 수 있다. 그리고, 고해상도에 적합한 미세한 픽셀들의 제조뿐만 아니라 상술한 전자 방출의 불균일도를 개선하기 위하여 요구되는 미세한 패터닝은 스크린 프린팅의 공정 한계로 인하여 구현이 용이하지 않다.

<20> 이러한 문제를 해결하기 위하여 선행 발명 국내 출원번호 제2006-84912호(출원인: 한국 전자통신 연구원)에는 CNT가 열화되지 않는 낮은 온도에서 용융 가능한 나노 크기의 금속 입자를 첨가하여, CNT 에미터와 음극전극 사이에 용융된 금속을 통한 접착성 향상과 이로 인한 전극과 CNT 간의 저항 및 CNT와 CNT 간의 저항을 낮춤과 동시에, 저항을 균일하게 적용하여, 전자의 방출이 균일하고 전자 방출에 기여하는 활성 방출 사이트 밀도를 증가시켜 신뢰성을 크게 확보할 수 있는 CNT 페이스트 제조 방법이 개시되어 있다.

<21> 이를 기반으로 향상된 FED용 CNT 에미터의 구현이 가능하지만, 전술한 고 해상도에 적합한 미세 픽셀들의 제조, 더 나아가 하나의 픽셀 내에 다수의 CNT 에미터 영역을 형성하기 위한 미세 패터닝으로의 구현은 상기 페이스트의 노광에 의한 패터닝 특성을 반드시 강화하여야 한다. 노광에 의한 패터닝에 요구되는 감광 물질 및 이에 반응하는 모노모(Monomer) 및 유기바인더의 경우, 소성 후 완벽하게 번-아웃(Burn-out)되지 않으면 진공에서의 아웃가싱(Out-gassing)과 더불어 CNT 표면에 잔류하고 있는 유기물에 의하여 CNT에서 전자를 방출하기 위한 일함수가 높아져 결국 CNT 에미터의 특성이 저하되는 결과로 나타나게 된다.

<22> 그러나 이와 같은 유기물의 번-아웃을 위하여 상기 CNT 페이스트에 첨가되어 있는 나노 크기의 금속입자의 용융점보다 높은 소성온도를 적용시킬 경우 이미 낮은 온도에서 먼저 용융되어 CNT를 붙잡고 있던 금속 층이 유기물의 번-아웃 과정에서 손상을 입게 된다. 이로 인하여 CNT 에미터의 표면형상이 크게 저하되며 이는 결국 CNT 에미터의 특성저하로 귀결될 수 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

<23> 본 발명은 전술한 문제점들을 개선하기 위해 고안된 발명으로, 본 발명의 목적은, CNT가 열화되지 않는 낮은 온도에서 용융 가능한 나노 크기의 금속 입자를 첨가하는 동시에, 고 해상도에 적합한 미세한 픽셀들의 제조 혹은 전자 방출의 균일도를 개선시키는데 필요한 미세한 패터닝의 감광특성을 향상시키기는 CNT 페이스트를 이용하여 미세패터닝이 가능한 고신뢰성의 CNT 에미터를 제조하는 방법을 제공하는 것이다.

**발명의 구성 및 작용**

<24> 전술한 목적들을 달성하기 위한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 CNT 에미터 제조 방법은, (a) CNT 파우더, 유기 바인더, 감광물질, 모노모 및 나노 크기의 금속입자를 용매에 분산시켜 CNT페이스트를 제조하는 단계; (b) 상기 CNT 페이스트를 기판의 상부에 형성된 전극 상에 도포하는 단계; (c) 상기 전극 상에 도포된 상기 CNT 페이스트를 노광하여 미세 패터닝하는 단계; (d) 상기 미세 패터닝된 CNT 페이스트를 소성하는 단계; (e) 상기 소성된 CNT 페이스트의 표면이 활성화되도록 상기 CNT 페이스트의 표면을 처리하는 단계를 포함한다.

<25> 바람직하게, 상기 (c) 단계에서는 상기 CNT 페이스트를 CNT 에미터의 전극과의 접촉성이 유지될 수 있는 한계인 최소  $5\mu\text{m} \times 5\mu\text{m}$ 의 미세한 크기로 패터닝한다. 상기 모노머는 상기 노광하여 미세 패터닝하기 위해 첨가되는 물질로, 상기 감광물질과 반응하여 상기 유기 바인더와 고분자 중합을 일으키는 물질이다. 상기 모노머의 질량은 상기 유기 바인더 대비 1/100 ~ 1/10 범위로 첨가한다. 상기 감광물질의 질량은 상기 유기 바인더 대비 1/10 ~

1/100 범위로 첨가한다. 상기 CNT 파우더와 상기 금속 입자는 질량 백분율(wt%)이 1 : 2 ~ 3의 조성으로 이루어진다.

- <26> 상기 (d) 단계는, 대기 분위기에서 약 250 ~ 300℃ 온도로 행해지는 소성 단계와, 진공 또는 비활성가스(Ar, N<sub>2</sub> 등) 분위기에서 약 320 ~ 450℃ 온도에서 행해지는 소성 단계중 적어도 하나를 포함한다. 상기 단계 (e)는 접착제가 묻어 나오지 않는 롤링 처리에 의해 이루어진다.
- <27> 상기 단계 (a)는 상기 CNT 파우더를 용매에 분산시키는 단계, 상기 CNT 파우더가 혼합된 분산용액에 상기 유기 바인더를 첨가하는 단계, 상기 유기 바인더가 혼합된 상기 분산용액의 점도를 조절하기 위해 밀링 공정을 수행하는 단계, 상기 나노 크기의 금속 입자를 첨가하는 단계, 및 상기 분산용액에 상기 감광물질과 모노머를 첨가하는 단계를 포함한다. 상기 금속입자는 파우더나 페이스트 형태로 첨가된다. 상기 금속 입자는 Ag, Cu, Ru, Ti, Pd, Zn, Fe 또는 Au 과 같이 전도성이 높은 금속이다.
- <28> 이하에서는, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시 예에 따른 본 발명의 구성을 보다 구체적으로 설명한다.
- <29> 도 3은 본 발명에 따른 CNT 에미터 제조방법을 나타내는 제조 블록도이고, 도 4a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 나노 크기의 금속 입자가 첨가된 CNT 페이스트가 기판상에 도포된 상태를 설명하기 위한 단면도이며, 도 4b는 도 4a의 CNT 페이스트를 노광하여 패터닝된 CNT 에미터를 개략적으로 도시한 확대 단면도이고, 도 4c는 도 4b에서 패터닝 후 소성 완료된 CNT 에미터의 확대 단면도이다.
- <30> 도 3을 참조하면, 우선, 전자 방출부(400)에 형성되는 에미터를 CNT 페이스트(430)를 이용하여 제조하기 위해서는, 우선, CNT 파우더, 나노 크기의 금속 입자, 유기 바인더, 감광물질 및 모노머를 포함하는 CNT페이스트를 준비한다(S310).
- <31> CNT 페이스트를 구성하는 상기 금속 입자는 CNT와 CNT 간 계면 저항 및 CNT 페이스트(430)로 제작된 CNT 에미터에서 CNT와 전극(420) 간의 계면 저항 등을 낮추기 위해 움집축이 가능한 고전도성 금속을 사용하는 것이 바람직하다. CNT 페이스트에 사용가능한 고 전도성 금속으로는 Ag, Cu, Ti, Ru, Pd, Zn, Au 및 Fe 등이 있으며, 이들을 각각 개별적으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 적절하게 혼합하여 사용할 수도 있다. 다양한 금속을 혼합하여 나노 크기의 금속 입자를 형성함으로써, 접착성 및 전기적 특성을 향상시킬 수도 있다.
- <32> 한편, 금속 입자는 CNT 파우더의 열손상 온도보다 낮은 온도에서 용융될 수 있도록 1 ~ 10 nm의 크기가 가지며, 파우더나 페이스트 형태로 첨가할 수 있으며, 금속 입자가 파우더인 경우에는 CNT파우더를 용매에 분산 시킬 때 분산시키며, 금속 입자가 페이스트인 경우에는 분산용액의 점도를 조절하기 위해 수행되는 후공정인 밀링 공정 단계에서 첨가한다.
- <33> CNT 파우더와 나노 크기의 금속입자는 대부분의 용매(수용성 용매, 유기 용매 등)에서 분산 가능하다. 일반적으로, CNT와 같은 나노 물질은 분산이 이루어지고, 소정 시간 경과 후에 재결합(뭉침)하려는 특성이 있기 때문에, 계면 활성 특성이 좋은 용매를 이용하는 것이 바람직하며, 또한, 급속한 증발 방지를 위해 기화 온도가 높은 용매(끓는 점이 약 150℃ 이상인 용매)를 추가로 이용하는 것이 더욱 바람직하다. 본 실시 예에서는 계면 활성 특성이 좋은 이소프로필 알콜(IPA)과 테르피네올(terpineol) 등을 이용하여 CNT 파우더와 나노 크기의 금속입자를 분산 처리한다. 이소프로필 알콜과 테르피네올을 혼합하여 분산 용매로 사용하는 경우에는, CNT 페이스트가 제조 완료된 후 테르피네올(terpineol)만 존재하게 되는데, 이는 CNT 분산이 완료된 다음에 CNT 분산에 이용된 이소프로필 알콜을 건조시키기 때문이다. CNT페이스트 제조 후 존재하는 테르피네올의 끓는점은 120 ~ 170℃ 정도이다.
- <34> 또한, CNT 페이스트를 제조할 때, 사용되는 CNT 파우더와 나노 크기의 금속 입자는 이를 이용하여 제조될 CNT 에미터의 형상을 고려하여 적절한 조성비를 이루어야 하며, 본 실시 예에서는 질량 백분율(wt%)로 보았을 때, CNT 파우더와 금속 입자의 조성비를 1 : 2 ~ 3로 구성한다.
- <35> 후 공정인 CNT 페이스트를 패터닝하는 단계(S330)에서, 미세 패터닝의 특성을 결정짓기 위해서는 CNT 파우더와 나노 크기의 금속 입자가 분산되어 있는 분산용액에 유기 바인더, 감광물질 및 모노모를 첨가해야 한다. 분산용액에 첨가되는 유기 바인더는 다양한 종류의 분자량과 특성을 가지는 폴리머를 개별 혹은 혼합하여 사용할 수 있으며, 모노모와의 반응성이 우수한 아크릴레진 계열(또는 에틸셀룰로오즈)을 많이 사용한다. 감광 물질은 광을 받으면 모노모를 반응하도록 지시하는 물질(광개시제)로, 첨가된 유기 바인더의 종류에 따라 선택하는 것이 바람직하며, 특히, 유기 바인더와 매칭이 이루어지는 물질을 선택하는 것이 가장 바람직하다.
- <36> 모노모는 노광에 의한 미세 패터닝 특성을 얻기 위해 첨가하는 물질로, 감광물질에 의해 반응을 일으켜서 폴리

며와 고분자 증합을 일으키는 역할을 수행한다. 감광물질은 모노모 및 유기 바인더와의 적절한 질량비로 최적화되어야 하며, 이 비율이 적절치 못할 경우 미세 패터닝이 불가할 뿐만 아니라, 최종 CNT 에미터의 형상에 영향을 줄 수 있다. 따라서, 감광물질의 질량은 유기바인더 대비 1/10 ~ 1/100 범위로 첨가하며, 모노모 역시 유기바인더 대비 1/10 ~ 1/100 범위로 첨가한다. 이처럼, CNT 페이스트에 최적화된 조성비로 감광물질이 섞여 있는 경우에는 기관이나 전극 상에 도포된 CNT 페이스트를 감광 작용을 통해 특정한 모양이나 수  $\mu\text{m}$  이하의 미세한 패턴으로 형성할 수 있다. 또한, 유기 바인더, 감광 물질 및 모노모가 첨가된 분산 용액의 점도를 조절하기 위해서, 밀링 공정을 이용한다. 전술한 바와 같이, 금속 입자가 페이스트인 경우 밀링 공정시 분산 용액에 첨가한다.

<37> CNT 페이스트 제조단계(S310)가 완료되면, 도 3 및 도 4a에 개시된 바와 같이, FED의 기관(410) 상에 형성된 전극(음전극, 420) 상에 CNT 페이스트(430)를 도포한다(S320). 도시된 바와 같이, CNT 페이스트(430)는 음전극(420) 전체에 도포되며, CNT(431)와 충전제(432)를 포함한다. 전극(420) 상에 CNT 페이스트(430)를 도포할 때는 점도에 따라 스크린 프린팅 공정 및 스핀코팅 등의 공정을 이용할 수 있다.

<38> 도 3 및 도 4b를 참조하면, 다음 단계에서는 음극 전극(420) 상에 도포된 CNT 페이스트(430)를 원하는 패턴에 따라 노광하고 패터닝한다(S330). CNT 페이스트(430)에는 감광물질이 포함되어 있기 때문에, 원하는 패턴 형상에 따라 선택적으로 노광할 수 있다. 전술과 같이, 선택적으로 노광 공정을 수행한 다음, 패터닝 공정을 수행하면  $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$  정도의 미세 패터닝이 가능하기 때문에, 단일 픽셀 내에 다수의 개의 CNT 에미터를 형성할 수 있다.

<39> 도 3 및 도 4c를 참조하면, CNT 페이스트(430)가 패터닝된 다음에는 패터닝된 CNT 페이스트(430)를 소성하는 단계(S340)를 수행한다. CNT 페이스트(430)를 소성하는 단계(S340)는 대기 분위기에서 약  $250 \sim 300^\circ\text{C}$ 의 온도로 수행하는 1차 소성 공정과, 진공 또는 비활성가스( $\text{Ar}$ ,  $\text{N}_2$  등) 분위기에서 약  $320 \sim 450^\circ\text{C}$ 의 온도 범위로 수행하는 2차 소성 공정을 포함한다. 1차 소성 공정은 CNT 페이스트(430)에 포함된 유기 바인더의 버닝 아웃을 가능하게 할 수 있으며, 또한, 금속 입자의 종류에 따라 금속 입자의 용융이 가능하다. 2차 소성 공정은 전술한 조건(진공 분위기,  $320 \sim 450^\circ\text{C}$  온도 범위)에서 금속입자의 용융과 더불어 CNT표면에 잔류하고 있는 유기물의 최종적인 제거과정을 거치게 된다.

<40> 소성 단계 (S340)를 거쳐, 유기 바인더의 버닝 아웃 및 금속 입자의 용융이 이루어지게 되면, 도 4c에 도시된 바와 같이, 미세 패터닝된 CNT 에미터가 음전극(420) 상에 강하게 접촉된다. 그 다음 단계에서는 패터닝된 CNT 에미터의 표면이 활성화되도록 표면처리를 수행한다(S350). 표면 처리 방법으로는 플라즈마 처리, 고전계 처리, 테이핑 처리 및 롤링 처리 등이 다양하게 사용될 수 있지만, 진공 중에서 아웃 개성의 문제를 제거하고 글루가 묻어나지 않으며 공정이 간단한 롤링 처리를 이용하는 것이 가장 바람직하다.

<41> 전술한 제조 단계를 거쳐 제작된 미세 패터닝된 CNT 에미터는, 도 2에 도시된 종래의 CNT 에미터와는 달리, 나노 크기의 금속 입자(432a)와 나노 크기인 CNT(431)가 골고루 분산되어 있으며 사용자가 원하는 형태의 패턴 및 선택적인 패턴 형성도 가능하다. 또한 CNT와 CNT 간의 접촉도 용융된 금속에 의하여 균일하게 이루어질 수 있으며, 최종적으로 물리적 표면처리 단계를 거쳐 향상된 전자 방출 특성을 갖는 CNT 에미터가 포함된 FED의 제조가 가능하다. 특히, 상기 제조 공정을 거쳐 CNT 에미터를 제조하는 경우에는, 단순히 금속 충전제에 의해 접촉되는 경우에 비해 접촉성이 월등히 향상되며, 접촉성이 향상됨으로써 전기 저항이 감소되고 저항의 균일도를 향상시킬 수 있다.

<42> 도 5는 본 발명에 따라 제조된 미세 패터닝된 CNT 에미터를 확대한 SEM사진이다. 도 5를 참조하면, 기관(410) 상에 형성된 하나의 픽셀(510) 내에 다수 개의 CNT 페이스트(430)를 이용하여 제작된 CNT 에미터가 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다. 상기 CNT 에미터는 사용자가 원하는 형태에 따라 선택적으로 미세한 형태로 구성할 수 있으며, 이에 의해, 고해상도에 적합한 FED용 캐소드 제조에 적합하다.

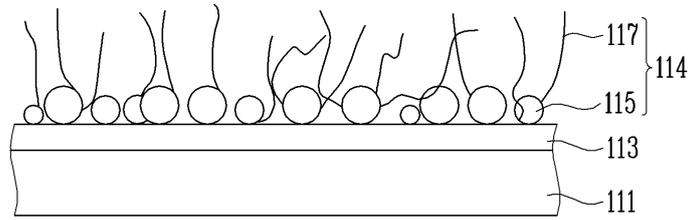
<43> 본 발명의 기술적 사상은 상기 바람직한 실시 예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기 실시 예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아니므로, 상기 기술 분야의 당업자라면 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

**발명의 효과**

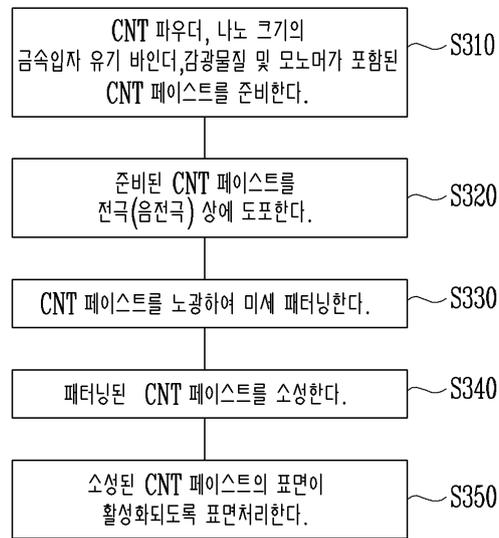
<44> 상술에 따르면, 본 발명에 따른 CNT 에미터의 미세 패터닝 특성에 기인하여 전자 방출에 기여하는 활성 방출 사이트 밀도를 증가시킬 수 있기 때문에 보다 신뢰성이 강조된 고해상도, 고화질의 FED를 제공할 수 있다.



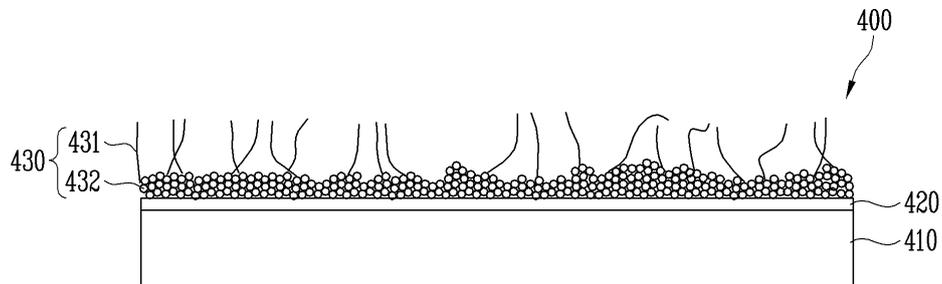
도면2



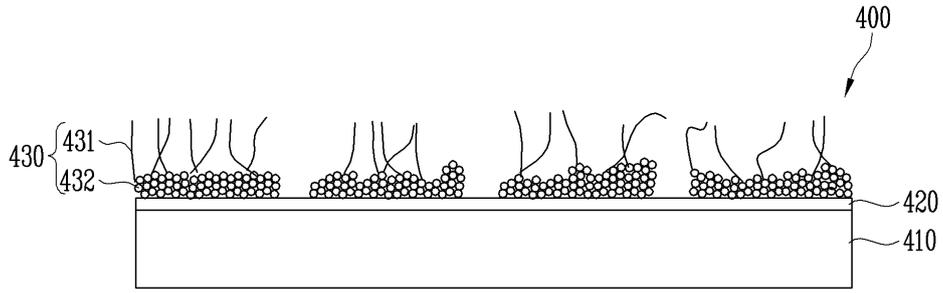
도면3



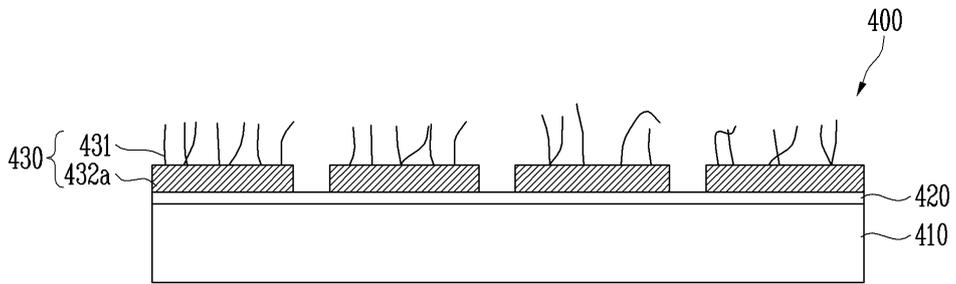
도면4a



도면4b



도면4c



도면5

