(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월03일
(11) 등록번호 10-1401572
(24) 등록일자 2014년05월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 1/304 (2006.01) *H01J 9/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0017930
(22) 출원일자 2013년02월20일
심사청구일자 2013년02월20일
(56) 선행기술조사문헌
JP08087954 A*
KR1020120126924 A*
KR100926218 B1*
KR101186556 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
박규창
서울 광진구 아차산로70길 17-21, 1동 1301호 (광장동, 삼성차아파트)
강정수
서울 광진구 자양로19길 39-5, 501호 (자양동, 금호아트빌)
(74) 대리인
오세중

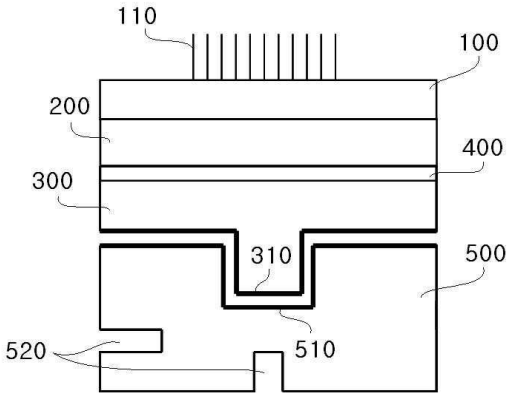
전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 최창락

(54) 발명의 명칭 **전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자 및 그 제조방법**

(57) 요 약

본 발명은 기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자에 있어서, 상기 기판 하부에 열합착된 금속성의 1차 캐리어판을 포함하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415122081
부처명	지식경제부
연구사업명	산업융합기술산업원천기술개발사업
연구과제명	고휘도 장수명 전계방출 나노소재 개발
기 여 율	1/1
주관기관	(주)효성
연구기간	2012.04.01 ~ 2013.03.31

특허청구의 범위

청구항 1

기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자로서,

상기 기판 하부에 배치된 금속성의 1차 캐리어판;

상기 1차 캐리어판 하부에 배치된 캐소드; 및

요철이 형성된 제1 요철면을 하부에 구비하고, 상기 1차 캐리어판과 캐소드 사이에 배치된 금속성의 2차 캐리어판을 포함하되,

상기 캐소드는,

상기 2차 캐리어판의 제1 요철면에 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면을 구비하고, 상기 제2 요철면이 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면에 요철 결합되는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 1차 캐리어판과 2차 캐리어판 사이에 전도성 접착 중간재를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자.

청구항 4

기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자로서,

요철이 형성된 제1 요철면을 하부에 구비하고, 상기 기판의 하부에 배치된 금속성의 2차 캐리어판;

상기 2차 캐리어판의 제1 요철면에 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면을 구비하고, 상기 제2 요철면이 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면에 요철 결합되는 캐소드를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자.

청구항 5

제1항, 제3항 및 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 캐소드는 상기 제2 요철면의 배면 또는 측면에 전극을 구비한 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자.

청구항 6

제1항, 제3항 및 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2차 캐리어판과 캐소드 간의 요철 결합은 분리 및 재결합이 가능한 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자.

청구항 7

제1항, 제3항 및 제4항에 중 어느 한 항에 있어서,

상기 2차 캐리어판의 요철은 나사산 또는 핀형상으로 형성된 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자.

청구항 8

삭제

청구항 9

기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자로서,

상기 기판 하부에 금속성의 1차 캐리어판을 열합착시키는 제1단계;

일면에 요철이 형성된 제1 요철면을 구비한 금속성의 2차 캐리어판을 형성하고, 상기 1차 캐리어판 상에 상기 제1 요철면의 배면을 접착하는 제2단계;

상기 2차 캐리어판의 제1 요철면과 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면을 구비한 캐소드를 형성하는 제3단계;

상기 2차 캐리어판의 제1 요철면과 상기 캐소드의 제2 요철면을 요철 결합하는 제4단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2단계에서,

전도성 접착 중간재를 이용하여 상기 1차 캐리어판과 상기 2차 캐리어판을 접착하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 11

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 제3단계는,

상기 제2 요철면의 배면 또는 측면에 전극을 구비하도록 상기 캐소드를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 12

제9항 또는 제10항에 있어서,

상기 제1단계는,

상기 기판에 상기 1차 캐리어판 방향으로 압력을 가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 13

기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자에 있어서,

일면에 요철이 형성된 제1 요철면을 구비한 금속성의 2차 캐리어판을 형성하고, 상기 제1 요철면의 배면을 상기 기판 하부에 열합착시키는 제1단계;

상기 2차 캐리어판의 제1 요철면과 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면을 구비한 캐소드를 형성하는 제2단계;

상기 2차 캐리어판의 제1 요철면과 상기 캐소드의 제2 요철면을 요철 결합하는 제3단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1단계는,

상기 기판을 불산용액에 함침시킨 후 건조시키는 단계와 2차 캐리어판을 아세톤과 IPA로 세척하는 단계를 더 포

함하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 기판을 불산용액에 함침시키는 시간은 10 내지 60초인 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 제1단계는,

상기 기판에 상기 2차 캐리어판 방향으로 압력을 가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 17

제9항, 제10항 및 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1단계는,

복사열을 이용하여 열합착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 열합착 단계는 진공 챔버 속에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 열합착 단계는,

챔버 속 온도를 증가시키고, 상기 증가되는 온도가 열합착 온도에 도달하면 온도 상승을 중지하고 원하는 시간만큼 유지하여 열합착시키는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 열합착 온도는 560℃ 내지 580℃로 15분간 유지되는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 챔버 내 압력은 10^{-3} 내지 10^{-8}Torr로 유지되는 것을 특징으로 하는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전자방출 특성이 향상된 전계방출소자 및 그 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 에미터가 성

장되는 캐소드 전극과 기판을 균일하게 안정적으로 접착시키고, 캐소드 전극과 기판 간의 접촉 저항도를 감소시킨 전계방출소자 및 그 제조방법을 제공한다.

배 경 기 술

[0002] 전계방출소자(field emission device)는 캐소드 전극 상에 형성된 에미터(emitter) 주위에 강한 전기장을 형성함으로써 에미터로부터 전자들을 방출시키는 소자이다. 이러한 전계방출소자는 전계방출 표시장치(FED; field emission display), 액정 디스플레이의 백라이트 유닛(BLU; back light unit), X-ray tube, microwave 증폭기, 센서 및 평판 램프, 전자빔 발생 장치 등과 같은 전자 방출을 이용한 다양한 종류의 시스템에 응용될 수 있다. 이러한 전계 방출 소자에서 전자의 방출은 소자 구조, 전극 물질 및 전극 모양에 따라 그 효율이 크게 달라진다.

[0003] 한편, 전계방출소자에서 전자들을 방출시키는 에미터로서 종래에는 몰리브덴(Mo)과 같은 금속으로 이루어진 마이크로 팁이 사용되었으나, 최근에는 전자방출특성이 우수한 탄소나노튜브(CNT; carbon nanotubes)가 주로 사용되고 있다. 탄소나노튜브(Carbon Nanotube, CNT)는 탄소로 이루어진 탄소 동소체(carbon allotrope)로서, 하나의 탄소 원자가 다른 탄소 원자와 육각형 벌집무늬로 결합되어 튜브형태를 이루고 있으며, 우수한 전기적·구조적 특징들로 인하여 다양한 전기 전자 분야에서 응용되고 있다.

[0004] 특히, 탄소나노튜브 에미터를 이용한 전계방출소자는 가격이 저렴할 뿐만 아니라 구동전압이 낮고, 우수한 화학적, 기계적 안정성을 가진다는 장점이 있다. 이러한 탄소나노튜브 에미터를 형성하는 방법으로는 탄소나노튜브를 페이스트(paste) 형태로 만들어 형성하는 방법과 화학기상증착법(CVD; chemical vapor deposition)에 의하여 탄소나노튜브를 직접 성장시키는 방법이 있다.

[0005] 종래의 플라즈마 화학기상증착법은 직류 또는 고주파 전계를 니켈촉매가 존재하는 반응기의 두 전극 사이에 인가하여 상기 반응기내의 아세틸렌 가스를 글로우(glow) 방전시킨 다음 플라즈마로 변형시켜 그 에너지로 전극상에 탄소나노튜브를 성장시키는 방법이다. 그러나 종래의 플라즈마 화학기상증착법에 의해 형성된 탄소나노튜브는 성장과정에서 탄소나노튜브 주위에 형성된 불순물로 인하여 고전류방출시에 아킹(arcing)이 발생하기 쉬워 안정적이지 못하다는 문제점이 있다. 또한 탄소나노튜브 에미터가 무질서한 분지로 형성되고 결정화도와 결착도가 낮아 전자방출 특성을 향상시키는데 한계가 있었다.

[0006] 또한, 종래의 탄소 나노튜브 페이스트를 이용한 방법의 경우, 바인더(binder) 물질과 레진(resin) 또는 필러(filler) 등의 많은 불순물들이 포함된다. 이러한 불순물들은 탄소 나노튜브의 전계 방출 특성에 악영향을 미치고 수명 및 안정성에 나쁜 영향을 주게 된다.

[0007] 한편, 일반적으로 기판 위에 형성된 탄소나노튜브 에미터의 전자방출 특성은 캐소드 전극과 기판 간의 접촉 저항에 영향을 크게 받는다. 만일, 상기 캐소드 전극과 기판 간의 접촉이 균일하지 않을 경우에는 접촉 저항의 증가로 인해 전자방출 특성이 크게 저하되고, 전자빔의 동작이 거의 불가능하게 된다. 또한, 캐소드 전극과 기판을 접착제를 이용하여 접착하게 되면 가스배출(outgasing)과 진공 접합 공정 중의 열에 의한 접착특성 저하, 접착제 확산에 의해 캐소드-게이트 및 캐소드-애노드 사이에 단선(Short) 또는 이물질에 의한 아킹(arcing)이 발생할 수도 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명에서는 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 도출된 것으로서, 캐소드 전극과 기판을 균일하게 안정적으로 접착시키면서 동시에 접착 저항을 감소시킴으로써, 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자 및 그 제조방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 제1실시예에 따른 전자방출 특성이 향상된 전계방출소자는 기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자에 있어서, 상기 기판 하부에 열합착된 금속성의 1차 캐리어판을 포함하여 구성된다.

[0010] 또한, 본 발명의 제2실시예에 따른 전자방출 특성이 향상된 전계방출소자는, 상기 제1실시예 외에도 (1) 일면에 요철이 형성된 제1 요철면을 구비하고, 배면은 상기 1차 캐리어판 상에 중간재를 이용하여 접착된 금속성의 2차

캐리어판, (2) 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면에 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면을 구비하고, 상기 제2 요철면의 배면 또는 측면에 전극을 구비하며, 상기 제2 요철면이 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면에 요철 결합되는 캐소드를 더 포함하여 구성된다.

[0011] 또한, 본 발명의 제4실시예에 따른 전자방출 특성이 향상된 전계방출소자는, 기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자에 있어서, (1) 일면에 요철이 형성된 제1 요철면을 구비하고, 배면은 상기 기판 하부에 열합착된 2차 캐리어판, (2) 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면에 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면을 구비하고, 상기 제2 요철면의 배면 또는 측면에 전극을 구비하며, 상기 제2 요철면이 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면에 요철 결합되는 캐소드를 포함하여 구성된다.

[0012] 특히, 상기 1차 캐리어판과 2차 캐리어판은 금, 은, 구리, 주석, 알루미늄, 니켈, 아연, 백금, 몰리브텐, 티탄으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나의 금속 또는 이들 금속의 합금 중 어느 하나로 구성될 수 있으며, 특히, 알루미늄, 서스(Sus), 코바(Covar) 중 어느 하나로 구성되는 것이 가장 바람직하다.

[0013] 또한, 상기 2차 캐리어판과 캐소드 간의 요철 결합은 분리 및 재결합이 가능하며, 상기 2차 캐리어판의 요철은 나사산 또는 핀형상으로 형성되는 것이 바람직하다.

[0014] 한편, 본 발명의 제1실시예에 따른 전자방출 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법은, 기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자에 있어서, 상기 기판 하부에 금속성의 1차 캐리어판을 열합착시키는 제1단계를 포함한다.

[0015] 또한, 본 발명의 제2실시예에 따른 전자방출 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법은, 상기 제1실시예의 제1단계, (2) 요철이 형성된 제1 요철면을 구비한 금속성의 2차 캐리어판을 형성하고, 상기 1차 캐리어판 상에 상기 제1 요철면의 배면을 중간재를 이용하여 접착하는 제2단계, (3) 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면과 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면을 구비하고, 상기 제2 요철면의 배면 또는 측면에 전극을 구비한 캐소드를 형성하는 제3단계, (4)상기 2차 캐리어판의 제1 요철면과 상기 캐소드의 제2 요철면을 요철 결합하는 제4단계를 포함한다.

[0016] 또한, 본 발명의 제2실시예에 따른 전자방출 특성이 향상된 전계방출소자의 제조방법은, 기판과 상기 기판 상에 구비되는 에미터를 포함하는 전계방출소자에 있어서, (1) 일면에 요철이 형성된 제1 요철면을 구비한 금속성의 2차 캐리어판을 형성하고, 상기 제1 요철면의 배면을 상기 기판 하부에 열합착시키는 제1단계, (2) 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면과 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면을 구비하고, 상기 제2 요철면의 배면 또는 측면에 전극을 구비한 캐소드를 형성하는 제2단계, (3) 상기 2차 캐리어판의 제1 요철면과 상기 캐소드의 제2 요철면을 요철 결합하는 제3단계를 포함한다.

[0017] 특히, 상기 제1단계는, 상기 기판을 불산용액에 함침시킨 후 건조시키는 단계와 1차 캐리어판을 아세톤과 IPA로 세척하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 제1단계는 상기 기판에 상기 1차 캐리어판 방향으로 압력을 가하거나 상기 기판에 상기 2차 캐리어판 방향으로 압력을 가하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 한편, 상기 제1단계는 복사열을 이용하여 열합착하는 단계를 포함할 수 있다.

[0020] 특히, 상기 기판과 1차 캐리어판을 불산용액에 함침시키는 시간은 10 내지 60초인 것이 바람직하다.

[0021] 또한, 상기 열합착 단계는 챔버 속에서 이루어지고, 챔버 속 온도를 서서히 증가시키며, 상기 증가되는 온도가 열합착 온도에 도달하면 온도 상승을 중지하고 원하는 시간만큼 유지하여 열합착시킨다.

[0022] 또한, 상기 열합착 온도는 560 내지 580로 15분간 유지되는 것이 바람직하며, 상기 챔버 내 압력은 10^{-3} 내지 10^{-8}Torr로 유지되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0023] 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자 및 그 제조방법은 캐소드 전극과 기판 간의 접착이 균일하게 유지되고, 접촉 저항도 크게 감소시키며, 이에 따라 전계방출소자의 전자방출 특성이 향상되는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1의 (A), (B)는 일반적인 전계방출소자의 구성을 개략적으로 나타내는 도면.

도 2는 본 발명의 제1실시예에 따라 기판에 1차 캐리어판을 열합착한 전계방출소자를 나타내는 도면.

도 3은 본 발명의 제2실시예에 따라 기판과 1차 캐리어판, 2차 캐리어판, 그리고 캐소드를 결합한 전계방출소자를 나타내는 도면.

도 4는 본 발명의 제3실시예에 따라 기판과 2차 캐리어판, 그리고 캐소드를 결합한 전계방출소자를 나타내는 도면.

도 5는 본 발명의 제1실시예에 따라 기판에 다양한 재질의 1차 캐리어판을 다양한 조건에서 열합착한 결과를 나타내는 도면.

도 6은 본 발명의 제1실시예에 따라 기판에 알루미늄 재질의 1차 캐리어 판을 다른 조건에서 열합착한 결과를 나타내는 도면.

도 7은 본 발명의 제1실시예에 따라 기판에 알루미늄 재질의 1차 캐리어 판을 열합착하기 전, 후의 전류(I)와 전압(V)의 특성을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 본 발명의 상기 목적과 수단 및 그에 따른 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자 및 그 제조방법에 관하여 상세히 설명한다.

[0027] 일반적으로 전계방출소자는, 도 1(A)에 도시된 바와 같이, 기판(10)과 상기 기판(10) 상부에 구비되는 에미터(20)로 구성되거나, 도 1(B)에 도시된 바와 같이, 기판(10)과 상기 기판(10) 하부에 구비되는 캐소드 전극(30) 및 상기 기판(10)에 구비되는 에미터(20)를 포함하여 구성된다.

[0028] 특히, 전계방출소자가 캐소드 전극(30)을 포함하여 구성될 경우(도 1(B) 참조), 흔히 캐소드 구조체(Cathode structure)라고도 불린다. 이 경우에 상기 캐소드(30) 전극 상에 절연층(40)과 게이트(50)가 각각 형성되며, 상기 게이트(50)에 입력되는 전압에 따라 상기 에미터(20)에서 방출되는 전자의 흐름이 조절된다.

[0029] 상기 에미터(20)는 탄소나노튜브(CNT) 외에도 탄소나노파이버, 반도체 나노와이어, 도전성 나노막대 등으로 구성될 수 있으며, 침상의 형상 외에도 뿔형, 삼각형 등 다양한 형상으로 형성될 수 있다.

[0030] 이하에서는 상기와 같이 기판과 에미터 또는/및 캐소드를 포함하는 전계방출소자에 있어서, 본 발명에 따라 전자방출 특성이 향상된 전계방출소자의 바람직한 일 실시예에 관하여 설명한다.

[0031] 먼저, 본 발명에 제1실시예 따른 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자는, 도 2에 도시된 바와 같이, 기판(100) 하부에 열합착된 금속성의 1차 캐리어판(200)을 포함하여 구성된다. 상기와 같이 1차 캐리어판(200)을 기판(100)에 열합착시킴으로써, 전계방출소자의 전체 저항이 줄어들고, 이에 따라 전계방출소자의 전자방출 특성이 향상될 수 있다. 특히, 상기 기판(100) 상에는, 도2에 도시된 바와 같이, 에미터(110)가 구비되거나, 상기 도 1(B)에 따라 설명한 바와 같이, 캐소드 전극(30), 절연층(40), 게이트(50) 및 에미터(20)가 구비됨으로서 전계방출소자가 완성된다.

[0032] 또한, 도 3에 도시된 본 발명의 제2실시예에 따른 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자는 기판(100)과 1차 캐리어판(200), 2차 캐리어판(300), 중간재(400), 캐소드(500)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0033] 구체적으로 상기 기판(100) 상부에는 전계가 방출되도록 에미터(110)가 구비되고, 상기 기판(100) 하부에는 금속성 재질로 구성된 1차 캐리어판(200)이 열합착된다.

[0034] 또한, 상기 2차 캐리어판(300)은 일면에 요철이 형성된 제1 요철면(310)을 구비하고, 배면은 상기 1차 캐리어판(200) 상에 중간재(400)를 이용하여 접착된다. 상기 중간재(400)는 전도성 재질로서, 상기 1차 캐리어판(200)과 제2차 캐리어판(300)을 합착시킨다.

[0035] 한편, 상기 캐소드(500)는 상기 2차 캐리어판(300)의 제1 요철면(310)에 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철

면(510)을 구비하고, 상기 제2 요철면(510)의 배면 또는 측면에 전극(520)을 구비하며, 상기 제2 요철면(510)이 상기 2차 캐리어판(300)의 제1 요철면(310)에 요철 결합된다.

[0036] 특히, 상기 요철 결합은 상기 2차 캐리어판(300)과 상기 캐소드(500) 간에 분리 및 재결합이 가능한 형태인 것이 바람직하다. 즉, 상기 2차 캐리어판(300)에 형성된 요철은 나사산이나 핀 형상으로 형성된다. 이에 따라, 본 발명에 따른 전계방출소자는 상기 에미터(110)의 수명이 다할 경우에 새로운 전자빔 소스부(상기 에미터(110), 1차 캐리어판(200) 및 2차 캐리어판(300)을 포함하는 구성)로 교체할 수 있어 비용 경제적이다.

[0037] 상기와 같이 캐소드(500)를 상기 2차 캐리어판(300)에 결합할 때, 열합착 방식, 볼트·너트 결합방식, 또는 핀 고정 방식 등을 이용하는 것이 바람직하다.

[0038] 이때, 상기 기판(100) 상에는, 상기 도 1에 따라 설명한 바와 같이, 에미터(110)가 구비됨으로서 전계방출소자가 완성된다.

[0039] 특히, 도 2 및 도 3에 따라 설명한 상기 1차 캐리어판(200)과 2차 캐리어판(300)은 금, 은, 구리, 주석, 알루미늄, 니켈, 아연, 백금, 몰리브텐, 티탄으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나의 금속 또는 이들 금속의 합금 중 어느 하나로 구성될 수 있으며, 특히, 알루미늄, 서스(Sus), 코바(Covar)로 구성되는 것이 가장 바람직하다.

[0040] 또한, 도 4에 도시된 본 발명의 제3실시예에 따른 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자는 기판(100), 2차 캐리어판(300) 및 캐소드(500)를 포함하여 구성될 수 있으며, 이 경우에는 상기 기판(100)의 하부에 금속성 재질로 구성된 2차 캐리어판(300)이 열합착되는 것을 제외하고는 상기 제2실시예에 따른 전계방출소자와 동일하므로 이하 설명을 생략하도록 한다.

[0041] 한편, 본 발명의 제2실시예와 제3실시예에 따른 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자는 상기 1차 캐리어판(200)과 2차 캐리어판을 상기 중간재(400) 없이 열합착 방식에 의해 결합시킬 수도 있다.

[0042] 이하에서는 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자 제조방법의 바람직한 제1실시예에 관하여 설명한다.

[0043] 먼저, 기판(100) 하부에 금속성의 1차 캐리어판(200)을 열합착시킨다(S10)(이하, 열합착된 상기 기판과 1차 캐리어판을 "1차 합착물"이라고 함). 상기 1차 합착물은 상기 S10 단계 전 또는 후에 상기 기판(100) 상에 에미터(110)를 구비하여 바로 전계방출소자로서 사용가능하다.

[0044] 구체적으로, 상기 S10 단계의 1차 합착물은 아래와 같은 공정을 거쳐 제작되는 것이 바람직하다.

[0045] 먼저, 상기 기판(100)은 불산으로 처리하며, 상기 1차 캐리어판(200)은 아세톤(Acetone)과 IPA(Iso Propyl Alcohol)로 처리한다(S11). 구체적으로, 기판(100)을 불산(HF)용액에 일정한 시간 동안 함침시킨 후 불산용액에 함침된 기판(100)을 꺼내어 건조시킨다. 이때, 상기 불산(HF)용액의 농도는 1 내지 50%, 바람직하게는 49% 농도를 갖는다. 상기 불산용액에 기판(100)을 함침하는 시간은 10 내지 60초이며, 가장 바람직하게는 30초 동안 함침시킨다. 한편, 1차 캐리어판(200)의 표면에 있는 유기물 등의 이물질을 효과적으로 제거하기 위해 1차 캐리어판(200)을 아세톤으로 세척한 후 IPA로 세척하여 건조시키는 것이 바람직하다.

[0046] 다음에, 상기 기판(100)에 상기 1차 캐리어판(200) 방향으로 압력을 가한다(S12). 이는 상기 기판(100)과 상기 1차 캐리어판(200) 간의 균일한 두께를 유지하기 위한 것으로서, 상기 기판(100)의 각 꼭지점이나 각 모서리에 물리적인 압력을 가하는 것이 바람직하다.

[0047] 다음에, 복사열을 이용하여 상기 기판(100)과 1차 캐리어판(200)을 열합착한다(S13). 특히, 상기 기판(100)과 1차 캐리어판(200)에 복사열을 전달하기 위해 석영(Quartz)으로 제작한 지그(Jig)를 준비하여 상기 지그(Jig) 상에 상기 기판(100)과 1차 캐리어판(200)을 고정하여 복사열을 전달하도록 한다.

[0048] 한편, 상기 S13 단계는 열로 인한 산화막 형성을 피하기 위하여 진공챔버(Chamber) 속에서 이루어지는 것이 바람직하며, 챔버 안의 압력과 온도를 일정하게 유지하여야 한다. 특히, 챔버 속 온도는 서서히 증가시키고, 상기 증가되는 온도가 열합착 온도에 도달하면 온도 상승을 중지하고 원하는 시간만큼 유지하여 상기 기판(100)과 1차 캐리어판(200)을 열합착시킨다. 상기 챔버 안의 압력은 10^{-3} 내지 10^{-8} Torr, 열합착 온도는 560℃ 내지 580℃로 15분간 유지하는 것이 가장 바람직하며, 상기 열합착 온도는 기판 물질에 따라 달라진다.

[0049] 도 5는 실리콘(Si) 재질의 기판(100)에 다양한 재질의 1차 캐리어판(200)을 다양한 조건에서 열합착한 결과를

나타내는 표로서, 알루미늄(Al) 재질의 1차 캐리어판을 기판(Si)에 납(Pb) 파우더와 같은 접착물질 없이 직접 열합착한 1차 합착물이 잔여물 없이 가장 높은 합착력을 지니고 있음을 나타낸다.

[0050] 도 6은 실리콘(Si) 재질의 기판(100)에 알루미늄 재질의 1차 캐리어판(200)을 서로 다른 조건에서 열합착한 결과를 나타내는 표로서, 본 발명에 따라 알루미늄(Al) 재질의 1차 캐리어판을 기판(Si)에 복사열을 이용하여 560℃로 15분간 열합착을 실시한 1차 합착물이 가장 강한 합착력과 균일한 두께를 지니면서 저항도 크게 감소시키는 것을 나타낸다.

[0051] 또한, 도 7은 탄소나노튜브(가로×세로 : 2000㎛ × 5000㎛, 직경: 5㎛, pitch: 20㎛) 에미터를 성장시킨 기판(100)에 알루미늄(Al) 재질의 1차 캐리어판(200)을 상기 S10 단계에 따라 열합착하기 전, 후의 I-V 특성을 나타낸 도면으로서, 열합착한 후에 전체적인 저항 특성이 향상됨을 나타낸다.

[0052] 이하, 본 발명의 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자 제조방법의 제2실시예에 관하여 설명한다.

[0053] 먼저, 기판(100) 하부에 금속성의 1차 캐리어판(200)을 열합착시킨다(S100). 상기 S100 단계의 열합착 과정은 상기 S10 단계와 동일한 공정을 거치므로 이하 설명은 생략하기로 한다.

[0054] 다음에, 일면에 요철이 형성된 제1 요철면(310)을 구비한 금속성의 2차 캐리어판(300)을 상기 1차 캐리어판(200) 상에 중간재(400)를 이용하여 접착하되, 상기 2차 캐리어판(300)의 배면이 접착면이 되도록 하여 접착한다(S200).

[0055] 다음에, 상기 2차 캐리어판(300)의 제1 요철면(310)과 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면(510)을 구비하고, 상기 제2 요철면의 배면 또는 측면에 전극(520)을 구비한 캐소드(500)를 형성한다(S300).

[0056] 상기 2차 캐리어판(300)의 제1 요철면(310)과 상기 캐소드(520)의 제2 요철면(510)을 요철 결합한다(S400).

[0057] 이하, 본 발명의 전자방출의 특성이 향상된 전계방출소자 제조방법의 제3실시예에 관하여 설명한다.

[0058] 먼저, 일면에 요철이 형성된 제1 요철면(310)을 구비한 금속성의 2차 캐리어판(300)을 기판(100) 하부에 열합착하되, 상기 2차 캐리어판(300)의 배면이 합착면이 되도록 하여 합착한다(S1000). 상기 S1000 단계의 열합착 과정은 상기 S10 단계에서 1차 캐리어판(200)을 2차 캐리어판(300)으로 대체하는 것을 제외하고는 동일한 공정을 거치므로 이하 설명은 생략하기로 한다.

[0059] 다음에, 상기 2차 캐리어판(300)의 제1 요철면(310)과 대응하는 반대 요철이 형성된 제2 요철면(510)을 구비하고, 상기 제2 요철면(510)의 배면 또는 측면에 전극(520)을 구비한 캐소드(500)를 형성한다(S2000).

[0060] 이어서, 상기 2차 캐리어판(300)의 제1 요철면(310)과 상기 캐소드(520)의 제2 요철면(510)을 요철 결합한다(S3000).

[0061] 상기와 같은 과정을 통해 제조되는 전계방출소자는 다양한 분야에 응용될 수 있다. 예를 들어, 조명용으로 이용되는 가시 광원(Visible light source)장치, 전계방출 표시장치(FED; field emission display), 디스플레이용 백라이트 유닛(BLU; back light unit), X-RAY 장치용 전자 발생 장치, 고출력 마이크로 웨이브 증폭기, 센서 및 평판 램프, 전자빔 발생 장치 등이 있다. 이러한 전계방출소자는 평면상으로 형성될 수도 있으나, 입체적인 구조물에 고정되는 비평면상, 예를 들어 만곡된 곡면상 또는 구면상 등의 다양한 형태를 가질 수 있으며, 이러한 형태상의 변형 및 응용은 본 발명의 기술적 범위를 제한하지 않는다.

[0062] 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 발명의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 권리범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 결정되어야 한다.

부호의 설명

[0063] 10, 100 : 기판 20 : 에미터

30, 500 : 캐소드 40 : 절연층

50 : 게이트 200 : 1차 캐리어판

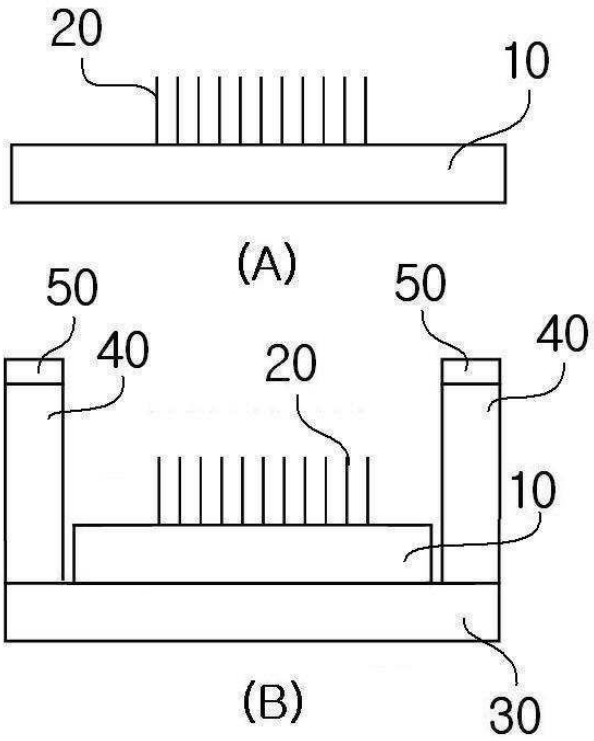
300 : 2차 캐리어판 310 : 제1 요철면

400 : 중간재 510 : 제2 요철면

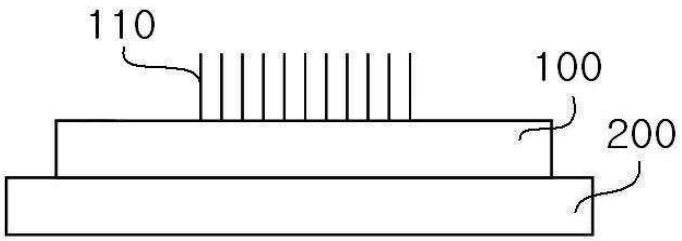
520 : 전극

도면

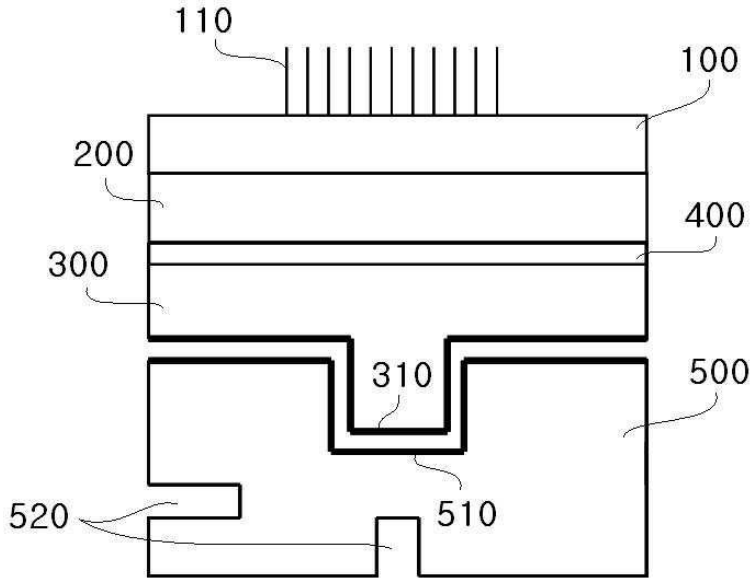
도면1



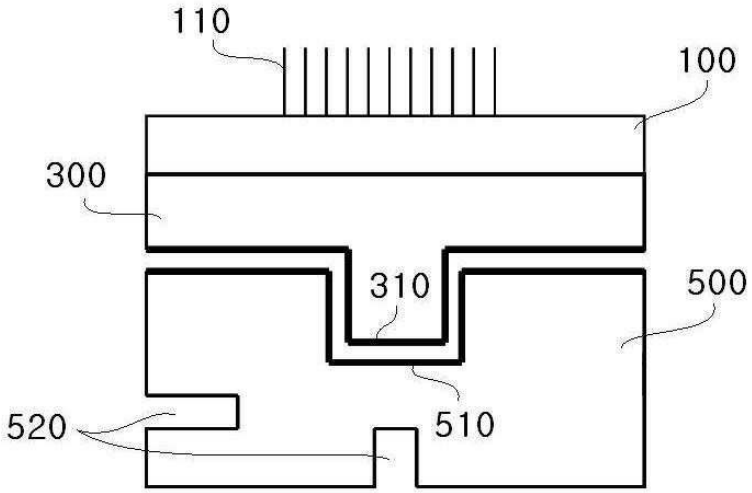
도면2



도면3



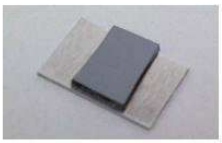
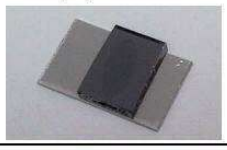
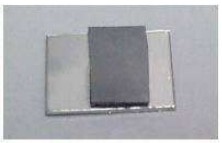
도면4



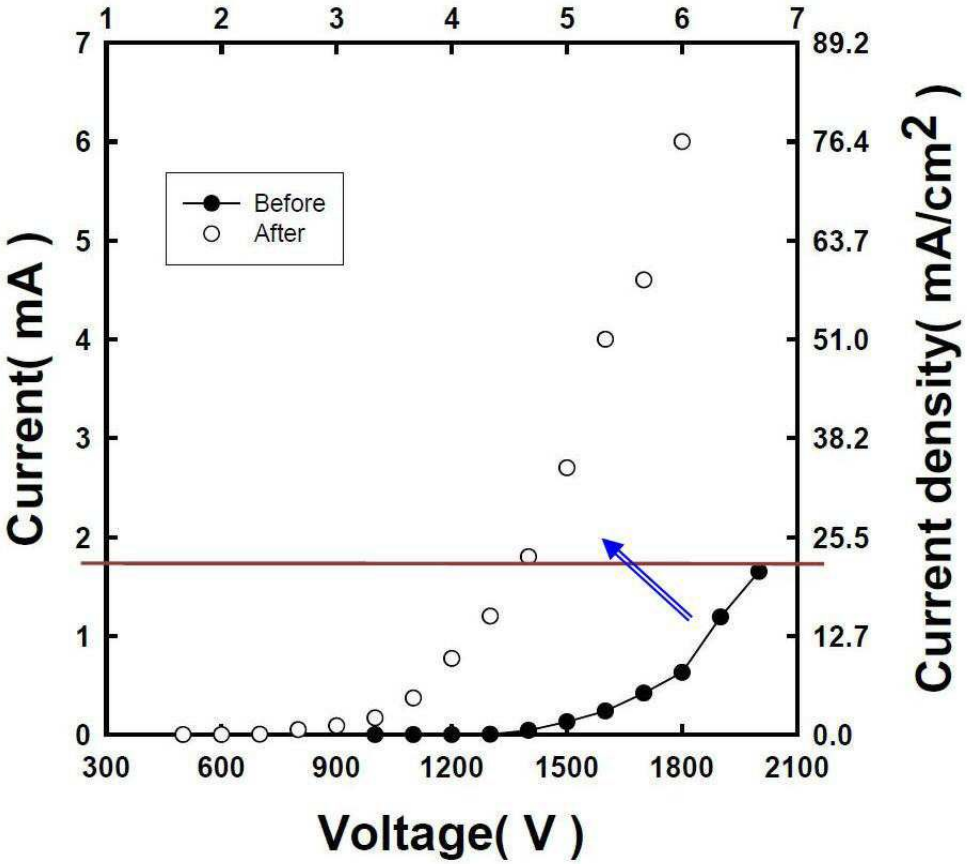
도면5

열합착 물질 / 조건 및 결과	SUS판-Pb파우더-Si판	Al판-Pb파우더-Si판	Al판-Pb파우더-Si판	Al판-Si판
불산(HF)처리 시간	30초	30초	30초	30초
납(Pb) 파우더 사용량	0.1g	0.025g	0.025g	0g
챔버 내 압력	10^{-3}Torr	10^{-3}Torr	10^{-3}Torr	10^{-3}Torr
챔버 내 온도	470 내지 480℃	540 내지 570℃	600℃	600℃
온도 유지 시간	10분	15분	3분	
열합착 후 잔여물(흔적)	있음 	있음 	있음 	없음 
합착력	작음	작음	작음	큼

도면6

열합착 물질 / 조건 및 결과	Al판-Si판	Al판-Si판
불산(HF)처리 시간	30초	30초
챔버 내 압력	10^{-3}Torr	10^{-3}Torr
챔버 내 온도	550℃	560℃
온도 유지 시간	15분	15분
열합착 후 잔여물(흔적)	없음	없음
합착력	작음	큼
열합착 전 저항	① 1 내지 2KΩ  ② 90 내지 130Ω 	① 100 내지 300Ω  ② 90 내지 130Ω 
열합착 후 저항	① 20 내지 100 Ω (감소) ② 30 내지 50Ω (감소)	① 2 내지 3Ω (감소) ② 1.5Ω (감소)
열합착 후 두께	일정	일정

도면7


Before
After
Current(mA)
Current density(mA/cm2)
Voltage(V)
1
2
3
4
5
6
7
0
1
2
3
4
5
6
7
0.0
12.7
25.5
38.2
51.0
63.7
76.4
89.2
300
600
900
1200
1500
1800
2100