



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월09일
 (11) 등록번호 10-1121639
 (24) 등록일자 2012년02월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01J 35/06 (2006.01) H01J 1/304 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0116765
 (22) 출원일자 2009년11월30일
 심사청구일자 2009년11월30일
 (65) 공개번호 10-2011-0060236
 (43) 공개일자 2011년06월08일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020090093655 A
 KR100577860 B1*
 KR100652442 A
 KR1020060081494 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 세종대학교산학협력단
 서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
 한국전기연구원
 경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)
 (72) 발명자
 김정일
 경기도 안산시 상록구 사동 푸르지오 7차 701-1501
 최해영
 경기도 안산시 상록구 사동 1536 푸른마을 APT 514동 1203호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인명문

전체 청구항 수 : 총 15 항

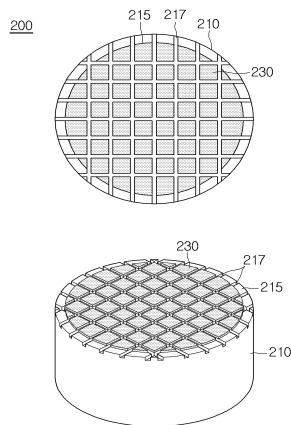
심사관 : 김병성

(54) 발명의 명칭 전자 방출 장치의 음극부 구조

(57) 요약

본 발명은 전자 방출 장치의 음극부 구조에 관한 것으로서, 전자를 방출하는 음극부; 및 상기 음극부의 상부에 배치되는 양극부;를 포함하는 전자 방출 장치에 있어서, 상기 음극부는, 표면에 요철이 형성된 기판; 및 상기 기판의 상부에 형성되는 에미터;를 포함하는 것을 특징으로 하며, 음극부의 기판에 형성된 요철에 의해 에미터로부터 방출되는 단위 면적당 방출 전류를 최대화시킬 수 있는 음극부를 제공할 수 있다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

조은주

경기도 안산시 상록구 사동 1422-155 502호

한성태

경기도 안산시 상록구 월피동 주공1단지 114-403

김중욱

경기도 안산시 상록구 성포동 삼환빌라 104-402

이한성

서울특별시 광진구 군자동 373-5번지

이내성

서울특별시 양천구 목동 904번지 목동신시가지아파트 410-207

특허청구의 범위

청구항 1

전자를 방출하는 음극부, 상기 음극부의 상부에 배치되며 상기 음극부에서 전자를 방출시키는 그리드 전극 및 상기 그리드 전극의 상부에 배치되는 양극부를 포함하는 전자 방출 장치에 있어서,

상기 음극부는,

표면에 돌출부와 오목부를 포함하는 요철이 형성된 기관; 및

상기 기관의 상부에 형성되는 에미터를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기관의 표면에 형성된 요철은,

바둑판의 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기관의 표면에 형성된 요철은,

원기둥 형태의 돌출부와 상기 돌출부를 감싸는 링 형태의 오목부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기관의 표면에 형성된 요철은,

원기둥 형태의 오목부와 상기 오목부를 감싸는 링 형태의 돌출부와 상기 돌출부를 감싸는 링 형태의 오목부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기관의 표면에 형성된 오목부는,

적어도 두 개의 홀로 이루어지는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 에미터는 CNT, 카본 필름(Carbon films), 카본 관 나노 코일(Carbon Tubule Nanocoils), 알루미늄 질화물 나노로드(Aluminum nitride nanorods) 중 어느 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 CNT 에미터는 상기 기판에 코팅되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 CNT 에미터는,

상기 기판의 표면에 형성된 돌출부에 코팅되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 기판의 표면에 형성된 돌출부에 형성된 CNT 에미터로부터 전자가 방출되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 11

전자를 방출하는 음극부, 상기 음극부의 상부에 배치되며 상기 음극부에서 전자를 방출시키는 그리드 전극 및 상기 그리드 전극의 상부에 배치되는 양극부를 포함하는 전자 방출 장치에 있어서,

상기 음극부는,

레이저 가공에 의해 표면에 돌출부와 오목부를 포함하는 요철이 형성된 기판; 및

상기 기판의 상부에 형성되는 에미터를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 12

삭제

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 기판의 표면에 형성된 요철은,

바둑판의 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 에미터는 CNT, 카본 필름(Carbon films), 카본 관 나노 코일(Carbon Tubule Nanocoils), 알루미늄 질화물 나노로드(Aluminum nitride nanorods) 중 어느 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 CNT 에미터는 상기 기판에 코팅되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 CNT 에미터는 상기 기판의 표면에 형성된 돌출부에 코팅되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 기관의 표면에 형성된 돌출부에 형성된 CNT 에미터로부터 전자가 방출되는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 전자 방출 장치의 음극부 구조에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 음극부의 기관에 형성된 요철에 의해 낮은 전계에서도 에미터로부터 방출되는 전자의 전류 밀도를 향상시킬 수 있는 전자 방출 장치의 음극부 구조에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 대표적인 전자 방출 장치 기반의 X-선관은 진공 밀봉된 벌브 내부에 음극부와 양극부가 설치되어 있고 음극부에서 발생된 전자가 음극부와 양극부 사이에 인가되는 고전압에 의해 가속되어 양극부의 타깃에 충돌하면서 X-선이 발생하는 현상을 이용하고 있다.

[0003] 이와 같이 음극부에서 전자를 발생시키는 종래의 대표적인 X-선관으로서는 텅스텐 필라멘트를 가열하여 전자를 발생시키는 열전자 방출 음극 구조를 갖는 X-선관을 들 수 있다.

[0004] 그러나 이러한 열전자 방출 현상을 이용하는 엑스선관의 경우 필라멘트를 가열할 때 생기는 열적 문제 때문에 필라멘트 및 접속부에서 발생하는 탈기체 및 내부 가열로 인해 진공도가 떨어지며, 필라멘트의 가열 시 증발된 텅스텐이 타깃 표면, 진공 챔버 내벽 등에 증착되어 고압 절연을 저하시키고 투과 방사선량을 감소시키는 등의 문제점이 발생한다.

[0005] 이에 최근에는 열전자 방출 현상 대신에 높은 전기장을 인가하였을 때 전자가 고체 표면의 전위 장벽(일함수)을 넘어서 방출되는 전계 방출 현상을 이용하는 X-선관에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0006] 특히, 전자 방출 전압이 1 ~ 3 V/ μm 로서 다른 금속 팁보다 수십 배 정도 낮은 탄소나노튜브(carbon nanotube, 이하 CNT)를 전자 방출원의 재료로서 이용하는 X-선관에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0007] CNT는 탄소 6개로 이루어진 육각형 모양이 서로 연결되어 기다란 관형을 이룬 것으로, 관 지름이 수십 나노미터에 불과하여 높은 종횡비(Aspect ratio) 구조를 이루고 있다.

[0008] 탄소 원소로 구성되어 있어 일함수(Work function)가 낮을 뿐만 아니라, 높은 종횡비에 의해 전계방출의 임계전기장(Threshold electric field)이 다른 전계방출원보다 낮아 전자방출에 유리하다.

[0009] 탄소나노튜브 팁 한 가닥에서도 수 μA 의 전류가 발생되기 때문에(N.de Jonge, et. al., Nature 420 권 393-395 페이지) 전자 인출면적이 좁으면서도 전류밀도가 높은 고휘도 전자빔원으로 개발되고 있다.

[0010] CNT를 전계 방출 소자로 이용하면 전자 방출 전압을 크게 낮출 수 있으므로 기존의 스피트형 팁이나 실리콘 팁 등과 같은 전계방출소자를 이용하는 것보다 구동전압을 낮출 수 있다.

[0011] CNT의 전계 방출 전압이 낮은 이유는 직경이 nm로 아주 작아 전계강화효과(Field Enhancement Factor)가 커서 전자방출이 일어나는 임계전계(Turn-on Field)가 1~3V/ μm 로 낮기 때문이다.

[0012] 도 1은 종래 기술에 따른 CNT 에미터를 이용한 X 선관을 설명하기 위한 도면이다.

[0013] 도 1을 참조하면, 종래의 CNT 에미터를 이용한 X 선관은, 그리드 전극(7)의 전자 방출 유도에 따라 음극부(5)에 형성된 CNT 에미터(3)로부터 전자가 방출되면, 방출된 전자가 집속 렌즈(8)에 의해 집속되어, 양극부(9)에서 전자가 충돌하여 X선(L)이 발생된다.

[0014] 즉, 양극부(9)와 음극부(5) 사이에 전자 방출을 유도하는 그리드 전극(7)이 구비되어 3극형 구조를 갖는다.

- [0015] 하지만, 종래의 CNT 에미터를 이용한 X 선관에 있어서, 상기 음극부(5)의 기관(1)은 표면이 평탄하게 형성되어 있는데, 이러한 평탄한 기관(1) 위에 형성된 CNT 에미터(3)로부터의 전자 방출 특성이 그다지 좋지 않은 문제점이 있다.
- [0016] 따라서, 전계 방출 특성을 향상 시키기 위하여, 기관(1) 위에 형성된 CNT 에미터(3)에 패턴을 형성하고자 하는 연구가 진행되고 있는데, 기관(1) 상부에 CNT 에미터(3)를 미세 패터닝하는 방법으로는 다음과 같은 방법을 사용할 수 있다.
- [0017] 우선, CNT 파우더, 유기 바인더, 감광물질, 모노머 및 나노 크기의 금속입자를 용매에 분산시켜 CNT 페이스트를 제조한 후, 상기 제조된 CNT 페이스트를 기관 상부에 형성된 전극 상에 도포한다. 이어서, 전극 상에 도포된 CNT 페이스트를 노광하여 미세 패터닝한 후, 상기 미세 패터닝된 CNT 페이스트를 소성하여, 상기 소성된 CNT 페이스트의 표면이 활성화되도록 CNT 페이스트의 표면을 처리한다.
- [0018] 그러나 이와 같은, CNT 에미터에 패턴을 형성하기 위한 방법은 복잡한 반도체 가공을 거쳐야 하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0019] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창안된 것으로서, 음극부의 기관에 형성된 요철에 의해 에미터로부터 방출되는 단위 면적당 방출 전류를 최대화시킬 수 있도록 하는 것이다.
- [0020] 그리고 본 발명은 전계방출 특성이 향상되고 우수한 전기적 특성을 지닌 전자 방출 장치의 음극부 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0021] 또한, 본 발명은 공정이 단순한 레이저 또는 기계적 가공을 통해 요철이 있는 기관을 형성함으로써 제조가 간단한 전자 방출 장치의 음극부 구조를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

- [0022] 상기의 목적을 달성하고자 본 발명은, 전자를 방출하는 음극부 및 상기 음극부의 상부에 배치되는 양극부;를 포함하는 전자 방출 장치에 있어서, 상기 음극부는, 표면에 요철이 형성된 기관 및 상기 기관의 상부에 형성되는 에미터를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조.이다.
- [0023] 바람직하게는 상기 요철은 돌출부와 오목부를 포함할 수 있다
- [0024] 또한, 상기 기관의 표면에 형성된 요철은, 바둑판의 형태로 형성될 수 있다.
- [0025] 나아가서 상기 요철은, 원기둥 형태의 돌출부와 상기 돌출부를 감싸는 링 형태의 오목부를 포함할 수 있다.
- [0026] 그리고 상기 요철은, 원기둥 형태의 오목부와 상기 오목부를 감싸는 링 형태의 돌출부와 상기 돌출부를 감싸는 링 형태의 오목부를 포함할 수 있다.
- [0027] 또한, 상기 오목부는, 적어도 두 개의 홀로 이루어질 수 있다.
- [0028] 여기서 상기 에미터는 CNT, 카본 필름(Carbon films), 카본 관 나노 코일(Carbon Tubule Nanocoils), 알루미늄 질화물 나노로드(Aluminum nitride nanorods) 중 어느 하나로 형성되는 것이 바람직하다.
- [0029] 더욱이 상기 CNT 에미터는 상기 기관에 코팅될 수 있으며, 특히 상기 돌출부에 코팅되는 것이 바람직하며, 상기 돌출부에 형성된 CNT 에미터로부터 전자가 방출되는 것이 바람직하다.
- [0030] 한편, 본 발명은, 전자를 방출하는 음극부 및 상기 음극부의 상부에 배치되는 양극부;를 포함하는 전자 방출 장치에 있어서, 상기 음극부는, 레이저 가공에 의해 표면에 요철이 형성된 기관 및 상기 기관의 상부에 형성되는 에미터를 포함하는 것을 특징으로 하는 전자 방출 장치의 음극부 구조이다.
- [0031] 바람직하게는 상기 요철은 돌출부와 오목부를 포함할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 기관의 표면에 형성된 요철은, 바둑판의 형태로 형성될 수 있다.

[0033] 그리고 상기 에미터는 CNT, 카본 필름(Carbon films), 카본 관 나노 코일(Carbon Tubule Nanocoils), 알루미늄 질화물 나노로드(Aluminum nitride nanorods)중 어느 하나로 형성되는 것이 바람직하다.

[0034] 게다가 상기 CNT 에미터는 상기 기관에 코팅될 수 있으며, 특히 상기 돌출부에 코팅되는 것이 바람직하며, 상기 돌출부에 형성된 CNT 에미터로부터 전자가 방출되는 것이 바람직하다.

효 과

[0035] 이와 같은 본 발명에 따르면, 음극부의 기관에 형성된 요철에 의해 낮은 전계에서도 에미터로부터 방출되는 전자의 전류 밀도를 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0036] 또한, 본 발명에서는 레이저 또는 기계적 가공을 통해 요철이 있는 기관을 형성함으로써 제조가 간단한 전자 방출 장치의 음극부 구조를 제공할 수 있다.

[0037] 더욱이, 본 발명에 따르면, 별도의 구조 변경 없이 현재 시중에 존재하는 전자 방출 장치에 바로 적용할 수 있으므로 비용적 측면에서 유리한 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0038] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 그러나 이하에 기재된 본 발명의 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자가 본 발명을 보다 용이하게 이해할 수 있도록 제공되는 것이며, 본 발명의 실시 범위가 기재된 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0039] 이하에서는 전자 방출 장치 기반의 대표적인 예인 엑스 선관의 경우를 실시예로 설명할 것이다.

[0040] 그러나 본 발명은 엑스 선관에 국한된 것은 아니며, 본 발명에 따른 음극부 구조를 가지는 어떠한 전계 방출 장치에도 적용될 수 있음을 분명히 해두고자 한다.

[0041] 도 2 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예에 대하여 설명한다.

[0042] 도 2를 참조하면, 도 2는 본 발명에 따른 요철이 형성된 음극부의 구조를 가진 엑스 선관의 단면도이다.

[0043] 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 엑스 선관의 구조는 전자 방출원으로서의 에미터(도 3에 도시)가 형성되어 있는 음극부(200)를 구비한다.

[0044] 여기에서 음극부(200)는 상부에 에미터가 형성된 기관(210)을 포함하며, 기관(210)은 전압의 인가가 용이한 스테인리스 강으로 구성되는 것이 바람직하다.

[0045] 상기 기관(210)의 주변에는 상기 음극부(200)를 절연시키기 위한 제1절연 케이싱(330)이 형성되는데, 이러한 제1절연 케이싱(330)에는 상기 음극부(200)에서 발생하는 전자빔이 양극부(100)로 향하도록 개구(340)가 형성될 수 있다.

[0046] 여기서 양극부(100)는 전자가 직접적으로 충돌하는 부분이며, X-선의 생성 효율이 좋은 텅스텐, 구리 등의 물질로 형성될 수 있다.

[0047] 상기 제1절연 케이싱(330)은 절연에 좋으며 진공 상태에서 진공도를 유지할 수 있는 세라믹과 같은 물질로 구성되는 것이 바람직하다.

[0048] 그리고 음극부(200)에서 전자를 방출시키기 위한 그리드 전극(500)이 음극부(200)의 상부에 형성되어 있으며, 방출된 전자를 양극부(100)에 집속시키기 위한 접자빔 집속부(350)가 상기 그리드 전극(500) 상부에 형성될 수 있다.

[0049] 전자빔 집속부(350)는 그리드 전극(500)을 통과한 전자빔을 순차적으로 마이크로 수준으로 집속하기 위한 다수의 전자 집속 렌즈들(300)과, 이 전자 집속 렌즈들(300) 사이에 샌드위치되어 형성되며, 다수의 전자 집속 렌즈들(300)의 절연을 위한 다수의 절연층들(320) 및 전자빔이 관통되는 개구(340)를 제외한 나머지 부분을 에워싸

도록 형성된 제2절연 케이싱(310)을 포함할 수 있다.

- [0050] 이때 상기 전자 집속 렌즈들(300)은 그 내경을 각각 달리하여 다수 개 적용될 수 있다.
- [0051] 따라서 상기 전자 집속 렌즈들(300)을 통과하는 전자들이 받는 힘을 일정 거리 내에서 불연속적으로 받게 함으로써 양극부(100)에 집속되는 면적을 효율적이고 용이하게 감소시킬 수 있다.
- [0052] 여기서, 전자빔 집속부(350)의 전자 집속 렌즈들(300)은 전압 인가가 용이한 스테인리스 강으로 구성되고, 전자빔 집속부(350)의 절연층들(320)은 절연에 좋으며 진공 상태에서 진공도를 유지할 수 있는 세라믹 등과 같은 물질로 구성되는 것이 바람직하다.
- [0053] 그리고 제1절연 케이싱(330)과 전자빔 집속부(350) 사이에는 텅스텐 그물망을 구비하고 고전압 인가가 가능한 금속 재질로 이루어진 그리드 전극(500)이 위치되어 있다.
- [0054] 본 발명에 이용되는 기관(210)의 하부에는 상기 기관(210)을 지지하기 위한 기관 지지대(360)가 마련된다.
- [0055] 한편, 양극부(100), 음극부(200) 및 전자빔 집속부(350)는하우징(20) 내에 수용되어 보호되는데, 하우징(20)은 진공의 유지가 가능한 파이렉스, 유리, 세라믹 또는 스테인리스 강 중 어느 하나로 제작되는 것이 바람직하다.
- [0056] 그리고 지지대(600)는 음극부(200) 및 전자빔 집속부(350)를 하우징(20) 내에 고정 및 지지하는 역할을 하는데, 강도가 좋은 스테인레스 강 또는 세라믹 등으로 형성함이 바람직하다.
- [0057] 도시된 바와 같이, 하우징(20)에는 내부를 진공 상태로 유지하기 위한 진공 펌프(30)가 부착되어 있는데 이 진공 펌프(30)는 필요할 때마다 혹은 실시간으로 진공을 유지시켜주므로 시간이 지남에 따라 자연적으로 발생하는 진공파괴에 대한 문제를 해결할 수 있다.
- [0058] 도 2에서 미설명 부호 10은 X-선이 방출되는 윈도우로서 퀴츠(Quartz)유리, 일반 유리, 비 윈도우(Be 윈도우) 등으로 제작될 수 있고, 101은 양극부(100)에 전원을 인가하기 위한 전원 공급선이며, 50과 60은 그리드 전극(500)과 전자 집속 렌즈들(300)에 전압을 인가하기 위한 연결 단자 및 전원 공급선을 각각 나타낸 것이다.
- [0059] 여기서 전원 공급선(101)은 전자가 양극부(100) 표면에 충돌하면서 생성되는 열을 외부로 잘 전도하기 위해 열 전도도가 좋은 텅스텐, 구리 등의 물질을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0060] 이와 같이 구성된 본 발명은 도 2에 도시한 바와 같이 윗부분에 양극부(100)가 장착되고, 전원 공급선(101)이 양극부(100)에 연결되도록 한 상태에서 작동시키면, 기관(210)에 형성된 에미터에서 전자가 방출되는 바, 이러한 전자빔은 전자 집속 렌즈들(300)을 거쳐 양극부(100)로 진행하게 된다.
- [0061] 따라서 최대 마이크로 수준의 집속 면적을 가져 최종적으로 얻는 이미지의 고분해능이 가능하게 한다.
- [0062] 도 3을 참조하면, 도 3은 본 발명에 따른 요철이 형성된 음극부의 구조를 가진 엑스 선관의 주요 부품을 개략적으로 도시한 분해 사시도이다.
- [0063] 이하, 도 2에 도시된 도면에서와 동일한 참조부호는 동일한 기능을 하는 동일한 부재를 가리킨다.
- [0064] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 엑스 선관의 구조는 음극부(200)를 구비하는데, 음극부(200)는 그 표면에 요철(도 5이하에 도시)이 형성되어 있는 기관(210)을 포함한다.
- [0065] 또한, 기관(210)의 상부에는 전자빔을 발생하여 전자 방출원으로 사용되는 에미터(230)가 형성된다.
- [0066] 여기서 상기 에미터(230)는 CNT로 형성하는 것이 바람직하며, CNT 이외에 카본 필름(Carbon films), 카본 관 나노 코일(Carbon Tubule Nanocoils), 알루미늄 질화물 나노로드(Aluminum nitride nanorods) 중 어느 하나로도 형성할 수 있다.
- [0067] 상기 에미터(230)로 CNT를 사용하는 경우, CNT를 상기 기관(210) 위에 형성하는 방법은 다양하다.
- [0068] 즉, 기관(210)에 촉매를 형성한 후 화학기상증착법(Chemical Vapor Deposition, CVD)으로 CNT를 수직 성장시키는 방법, 여러 합성방법으로 제조된 CNT를 액상의 용매와 배합 후 스핀 코터(spin coater)나 스프레이, 잉크젯을 사용하여 형성하는 방법, 점성이 있는 고분자 수지와 용매, 충전제, 기타 첨가물 등을 CNT와 배합하여 페이스트를 만든 후 스크린 인쇄하는 방법 등이 있다.
- [0069] 상기 기관(210)의 형상은 원반형으로 형성되는 것이 바람직하나, 삼각형, 사각형, 오각형 등 그 형상에 제약이

없다.

- [0070] 상기 기관(210)의 상부에는 전자(400)의 방출을 위한 그리드 전극(500)이 형성되어 있는데, 그리드 전극(500)은 전자(400)의 추출이 용이하도록 그물망의 굵기는 얇으면서 개구량이 넓도록 형성되며, 텅스텐이나 스테인레스 강 등의 물질로 형성된다.
- [0071] 상기 그리드 전극(500)을 통과한 전자(400)는 전자 집속 렌즈들(300)을 통과하며 집속되어 양극부(100)로 향한다.
- [0072] 상기 양극부(100)에 도달한 전자(400)는 상기 양극부(100)에 충돌하여 X선을 방출한다.
- [0073] 도 4를 참조하면, 도 4는 도 3에 도시된 음극부의 단면도이다.
- [0074] 기관(210) 위에 에미터(230)가 형성되어 있는데, 여기서 상기 에미터(230)는 CNT, 카본 필름(Carbon films), 카본 관 나노 코일(Carbon Tubule Nanocoils), 알루미늄 질화물 나노로드(Aluminum nitride nanorods) 중 어느 하나로 형성할 수 있다.
- [0075] 상기 에미터(230)가 CNT로 형성된 경우, 각종 첨가물과 CNT 분말을 배합하여 페이스트를 만든 후 상기 기관(210) 위에 스크린 인쇄하여 상기 에미터(230)를 형성할 수 있다.
- [0076] 상기 에미터(230)는 전자 방출원으로서, 상기 에미터(230)로부터 전자빔(450)이 형성되어 양극부(100)로 향하게 된다.
- [0077] 도 5를 참조하면, 도 5는 본 발명에 따른 음극부의 기관에 요철이 형성된 모습을 보여주는 단면도이다.
- [0078] 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 기관(210)에 요철이 형성되어 있으며, 상기 기관(210)에 형성된 요철은 돌출부(215)와 오목부(217)를 가진다.
- [0079] 상기 기관(210)에 형성되는 요철은 전계 강화 효과를 가지는 한, 어떠한 형태로도 형성될 수 있다.
- [0080] 따라서 도 4에서 설명한 바와 같이, 상기 CNT 페이스트를 상기 기관(210)에 스크린 인쇄하게 되면 상기 수 마이크로 미터 두께의 CNT 에미터(230)는 주로 상기 기관(210)의 돌출부(215)에 코팅된다.
- [0081] 즉 전자가 방출되는 부분이 상기 기관(210)의 돌출부(215) 상에 형성된 에미터(230)로 제한되게 되고, 따라서 상기 돌출부(215) 상에 형성된 에미터(230)에 전계가 강하게 형성되어 방출되는 전자수가 증가하게 된다.
- [0082] 그리하여 낮은 전계에서도 높은 전류밀도의 전자빔을 획득할 수 있다.
- [0083] 여기서 상기 요철은 레이저 또는 기계적 가공을 통해 형성하며, 종래의 CNT 에미터 자체를 패터닝 하기 위해 복잡한 반도체 공정을 진행할 필요가 없이 제조가 간단한 기관을 제공할 수 있다.
- [0084] 도 6을 참조하면, 도 6은 본 발명의 제1 실시예에 따른 바둑판 형태의 요철이 형성된 기관을 포함하는 음극부의 평면도 및 사시도이다.
- [0085] 도 6에 도시된 바와 같이, 레이저 가공을 통하여 상기 기관(210)에 바둑판 모양의 요철을 형성한다.
- [0086] 즉, 레이저를 통해 가로와 세로로 여러 줄의 오목부(217)를 형성하여 바둑판 모양의 돌출부(215)를 형성한다.
- [0087] 도 7에는 상기 설명에 따라 레이저 가공을 통해 형성된 기관의 사진 및 SEM 이미지가 도시되어 있다.
- [0088] 상기 레이저 가공을 통해 형성된 기관(210)을 가지고 전계에 따른 전류 밀도를 측정하기 위한 실험을 하였다.
- [0089] 본 실시예에서는 에미터(230)로 CNT가 사용되었으며, 기관(210) 상에 CNT 페이스트가 스크린 인쇄되어 형성된다.
- [0090] 여기서 상기 에미터(230)로 사용하기 위한 CNT는 직경이 3~5nm 정도의 Thin-MWCNT(Multi Wall CNT)를 사용하였는데, 여기서 "Thin"은 CNT의 월(Wall)의 개수에 따라 Thin 또는 Thick으로 구분되며 일반적으로 월의 개수가 5

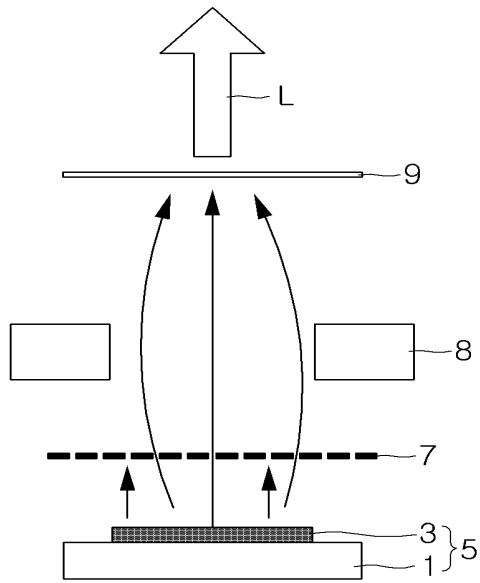
개 미만인 것을 Thin으로 분류한다.

- [0091] 여러 가지 첨가물을 통해 점성이 있는 바인더(binder)를 만들고 거기에 CNT 분말을 첨가 및 혼합하여 CNT 페이스트를 형성하는데, 여기서 CNT는 1wt.% 첨가되었다.
- [0092] 다음으로, 높이 10mm, 직경 10mm를 갖는 원기둥 형태의 스테인리스강 기관을 동일 높이와 직경의 구멍을 갖는 지그에 고정시키고, 그 위에 상기 CNT 페이스트를 스크린 인쇄하는데, 충분한 두께 형성을 위하여 4회 스크린 인쇄하였다.
- [0093] 상기 스크린 인쇄 후 20분간 평탄화한 후, 유기용매를 없애기 위해 80℃에서 20분간 건조하였으며, 잔존하는 유기물과 유기용매를 없애기 위해 대기 분위기의 420℃에서 20분간 소성과정을 거치고 나서, 접착 테이프를 사용하여 CNT 에미터(230)에 물리적인 힘을 통해 눌렀다 뗀다.
- [0094] 이는 CNT 페이스트가 상기 소성과정을 통해 굳는 과정에서 상기 기관(210)에 수평하게 형성된 것을 상기 기관(210)에 수직하게 형성시켜주기 위함이다.
- [0095] 또한 양극부(100)는 전계방출 이미지(도 8 및 도 9 참조)를 얻기 위하여 ITO(Indium Thin Oxide) 위에 형광체를 코팅하여 사용하였다.
- [0096] 음극부(200)와 양극부(100) 사이의 간격은 530 μ m로 유지하였으며, 진공 챔버의 기본 압력은 5×10^{-7} torr 이하로 유지하였다.
- [0097] 그리고 음극부(200)를 그라운드(ground) 시킨 상태에서 상기 양극부(100)에 DC 전압을 인가하였으며, 전압 인가 및 전류 측정은 모두 컴퓨터로 실시간 제어하였다.
- [0098] 도 8 내지 도 10을 참조하면, 도 8은 종래의 평탄한 기관의 전계방출이미지를 나타낸 사진이며, 도 9는 본 발명의 제1 실시예에 따른 레이저 가공으로 바둑판 형태의 요철을 형성한 기관의 전계방출이미지를 나타낸 사진이며, 도 10은 도 8 및 도 9의 기관을 사용하여 전계에 따른 전류 밀도를 측정된 그래프이다.
- [0099] 도 8과 도 9를 비교하면, 도 9의 본 발명의 제1 실시예에 따른 레이저 가공으로 바둑판 형태의 요철을 형성한 기관의 경우 더 낮은 전압에서도 더 높은 전류 밀도를 나타내고 있음을 알 수 있다.
- [0100] 예를 들어, 도 8 및 도 9에서 각각 세 번째 사진을 보면, 도 8의 종래의 평탄한 기관의 경우 1620V에서 5.00×10^{-4} A의 전류 밀도를 나타내지만, 도 9는 본 발명의 제1 실시예에 따른 레이저 가공으로 바둑판 형태의 요철을 형성한 기관의 경우 1200V의 낮은 전압에서도 2.38×10^{-3} A의 높은 전류 밀도를 나타내는 것을 확인 할 수 있다.
- [0101] 즉, 레이저 가공을 통하여 기관의 표면에 요철을 낸 음극의 경우 전계 강화 효과가 커 낮은 전계에서도 전류 밀도가 높은 것을 알 수 있다.
- [0102] 도 10은 도 8 및 도 9의 기관을 사용하여 전계에 따른 전류 밀도를 측정된 그래프로서, 본 발명의 제1 실시예에 따른 레이저 가공으로 바둑판 형태의 요철을 형성한 기관(그래프 상에 400 μ m, 200 μ m, 60 μ m patterned로 표시)의 경우 평탄한 기관(그래프 상에 Flat substrate로 표시)과 비교해 볼 때, 낮은 전계에서도 높은 전류 밀도를 형성함을 확인할 수 있다.
- [0103] 이하에서는 도 11을 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 대하여 설명한다.
- [0104] 제 2실시예에서는 제 1실시예와 구별되는 특징적인 부분만 발췌하여 설명하도록 하며, 설명의 편의를 위하여 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 참조번호를 부여하여 설명하도록 한다.
- [0105] 도 11은 본 발명의 제2 실시예에 따른 표면에 다수개의 홀이 형성된 기관을 포함하는 음극부의 평면도 및 사시도이다.
- [0106] 본 실시예에서는 레이저 또는 기계적인 가공을 통하여 기관(210)에 다수개의 홀(219)로 이루어지는 오목부(217)를 형성한다.
- [0107] 따라서 상기 다수개의 홀(219) 이외의 부분이 돌출부(215)가 되며, 상기 오목부(217)와 돌출부(215)를 포함하는 상기 기관(210) 위에 에미터(230)가 형성되는데, 여기서 상기 에미터(230)는 상기 기관(215)의 돌출부(215)에 형성된다.

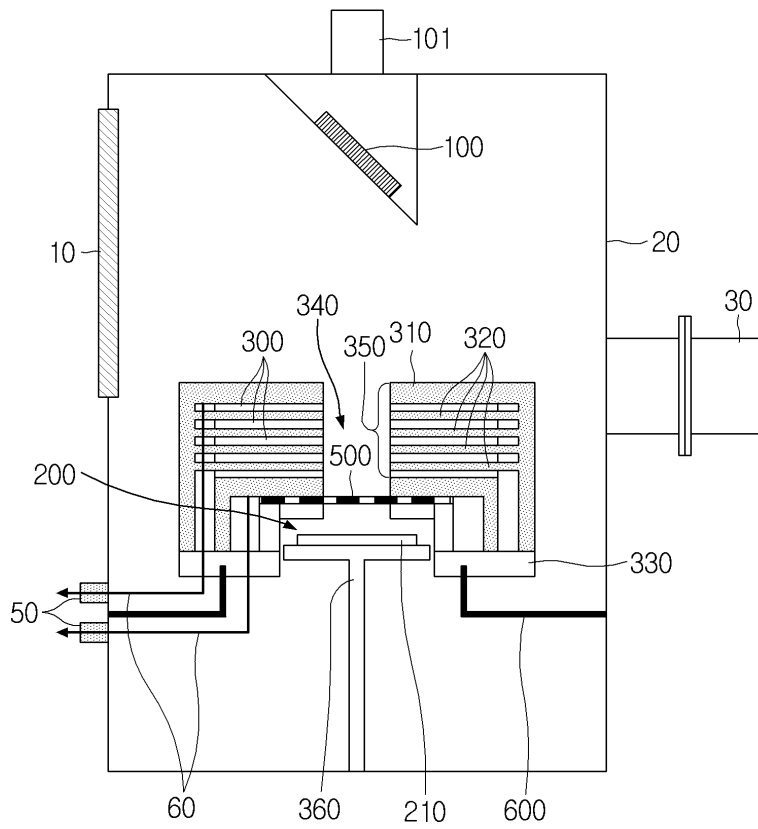
- [0108] 즉, 전자가 방출되는 부분이 상기 기관(210)의 돌출부(215) 상에 형성된 에미터(230)로 제한되게 되고, 따라서 상기 돌출부(215) 상에 형성된 에미터(230)에 전계가 강하게 형성되어 방출되는 전자수가 증가하게 된다.
- [0109] 그리하여 낮은 전계에서도 높은 전류밀도의 전자빔을 획득할 수 있다.
- [0110] 이하에서는 도 12를 참조하여 본 발명의 제3 실시예에 대하여 설명한다.
- [0111] 제 3실시예에서는 제 1 및 제2 실시예와 구별되는 특징적인 부분만 발췌하여 설명하도록 하며, 설명의 편의를 위하여 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 참조번호를 부여하여 설명하도록 한다.
- [0112] 도 12는 본 발명의 제3 실시예에 따른 원기둥 형태의 돌출부를 가지는 기관을 포함하는 음극부의 평면도 및 사시도이다.
- [0113] 본 실시예에서는 레이저 또는 기계적인 가공을 통하여 기관(210)의 중앙에 원기둥 형태의 제1 돌출부(215)를 형성한다.
- [0114] 따라서 상기 제1 돌출부(215)를 둘러싸는 링 형태의 오목부(217)가 형성되고, 상기 링 형태의 오목부(217)를 둘러싸는 링 형태의 제2 돌출부(215)가 형성된다.
- [0115] 여기서 에미터(230)는 상기 원형의 제1 돌출부(215) 상에만 형성된다.
- [0116] 즉, 전자가 방출되는 부분이 상기 기관(210)의 제1 돌출부(215) 상에 형성된 에미터(230)로 제한되게 되고, 따라서 상기 돌출부(215) 상에 형성된 에미터(230)에 전계가 강하게 형성되어 방출되는 전자수가 증가하게 된다.
- [0117] 그리하여 낮은 전계에서도 높은 전류밀도의 전자빔을 획득할 수 있다.
- [0118] 이하에서는 도 13을 참조하여 본 발명의 제4 실시예에 대하여 설명한다.
- [0119] 제 4실시예에서는 제 1 내지 제3 실시예와 구별되는 특징적인 부분만 발췌하여 설명하도록 하며, 설명의 편의를 위하여 동일한 구성요소에 대하여는 동일한 참조번호를 부여하여 설명하도록 한다.
- [0120] 도 13은 도 9는 본 발명의 제4 실시예에 따른 링 형태의 돌출부를 가지는 기관을 포함하는 음극부의 평면도 및 사시도이다.
- [0121] 본 실시예에서는 레이저 또는 기계적인 가공을 통하여 기관(210)의 중앙에 링 형태의 제1 돌출부(215)를 형성한다.
- [0122] 따라서 상기 제1 돌출부(215) 내에는 원기둥 형태의 제1 오목부(217)가 형성되고, 상기 제1 돌출부(215)의 외부에는 상기 제1 돌출부(215)를 둘러싸는 링 형태의 제2 오목부(217)가 형성되며, 상기 제2 오목부(217)의 외부에는 상기 제2 오목부(217)를 둘러싸는 제2 돌출부(215)가 형성된다.
- [0123] 여기서 에미터(230)는 상기 링 형태의 제1 돌출부(215) 상에만 형성된다.
- [0124] 즉, 전자가 방출되는 부분이 상기 기관(210)의 제1 돌출부(215) 상에 형성된 에미터(230)로 제한되게 되고, 따라서 상기 돌출부(215) 상에 형성된 에미터(230)에 전계가 강하게 형성되어 방출되는 전자수가 증가하게 된다.
- [0125] 그리하여 낮은 전계에서도 높은 전류밀도의 전자빔을 획득할 수 있다.
- [0126] 이상에서 상술한 바와 같이, 본 발명이 에미터가 코팅된 요철이 있는 기관을 가지는 엑스 선관에 적용되는 것을 언급하였지만, 에미터가 형성된 요철이 있는 기관을 음극부에 가지는 어떠한 전계 방출 장치에도 본 발명이 적용될 수 있음을 알 수 있을 것이다.
- [0127] 또한, 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상이 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호

도면

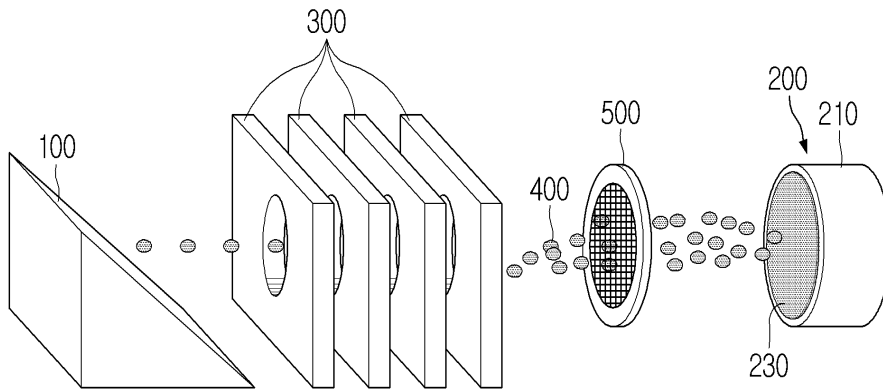
도면1



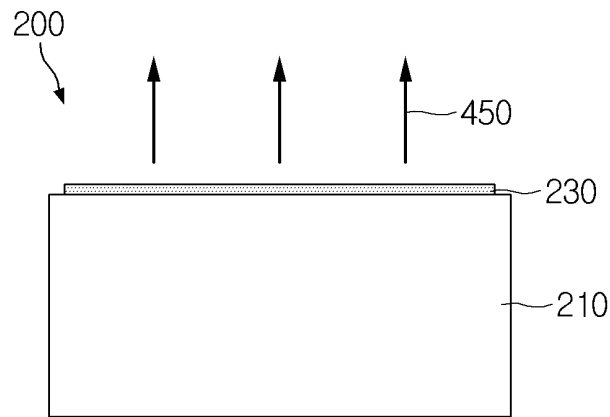
도면2



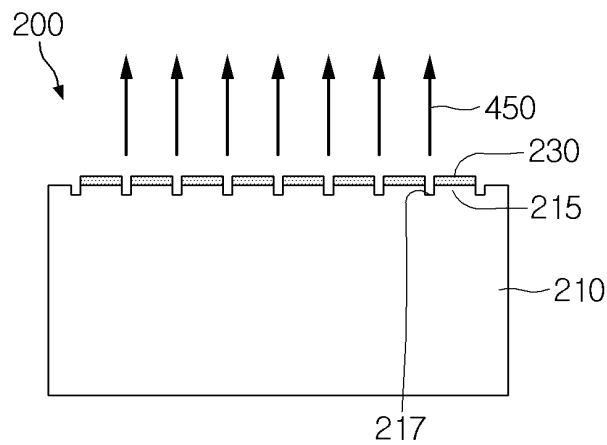
도면3



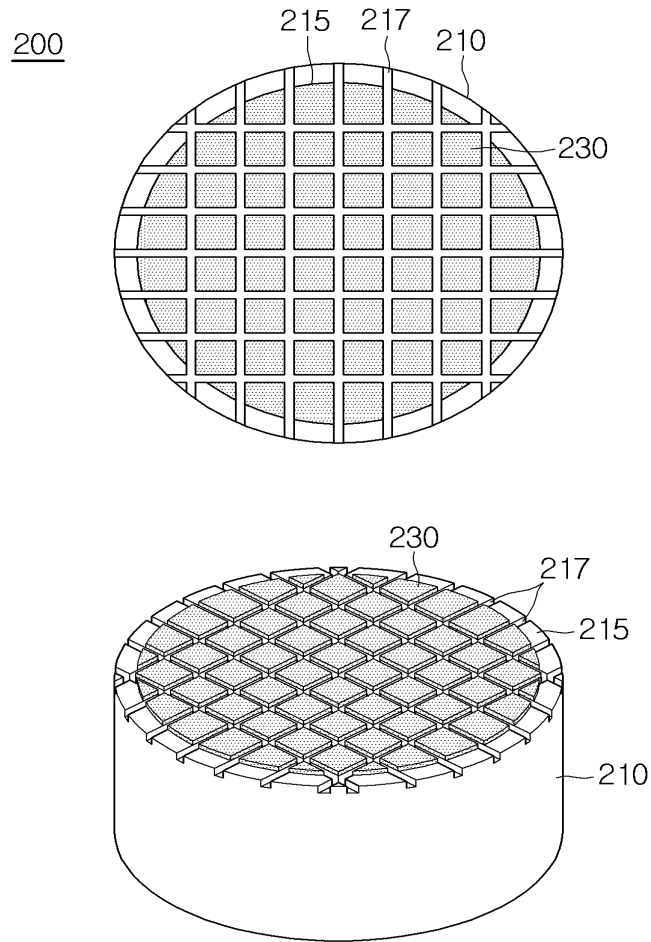
도면4



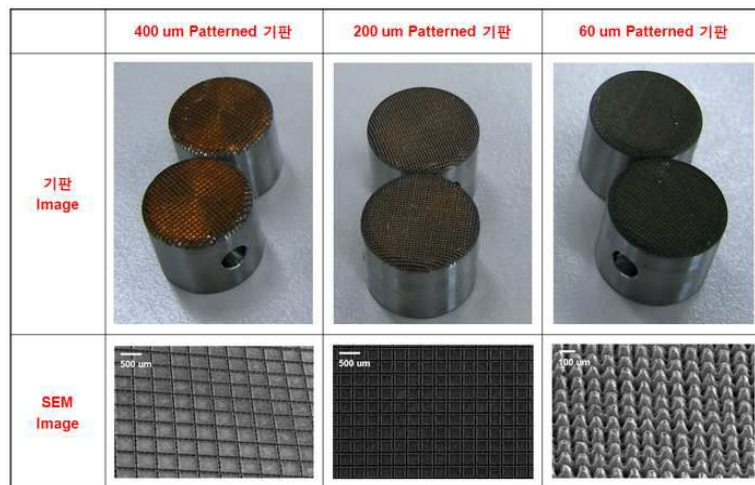
도면5



도면6



도면7



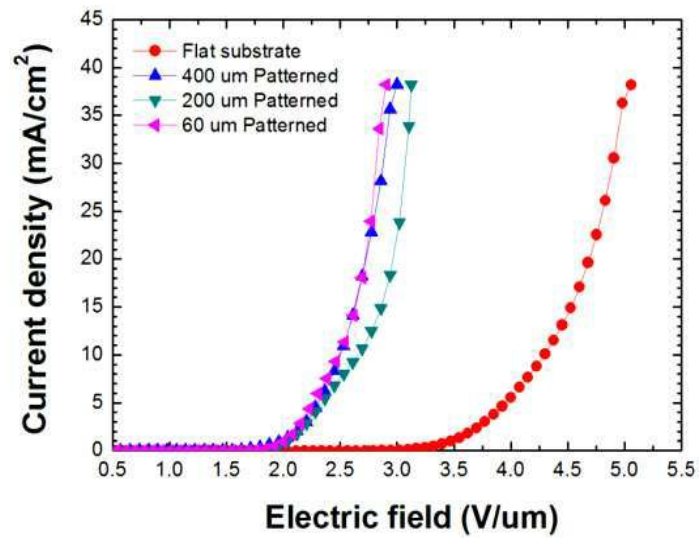
도면8



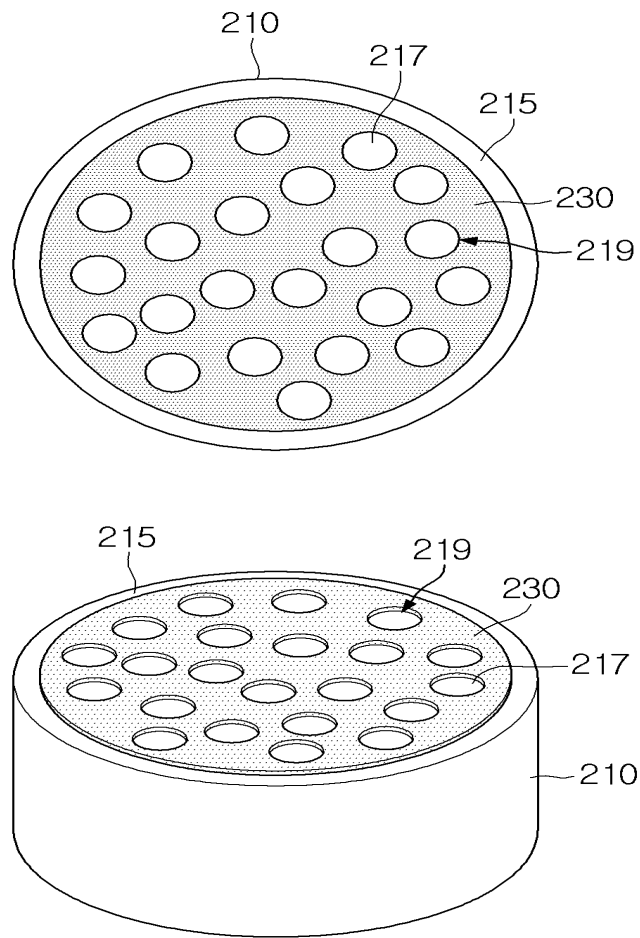
도면9



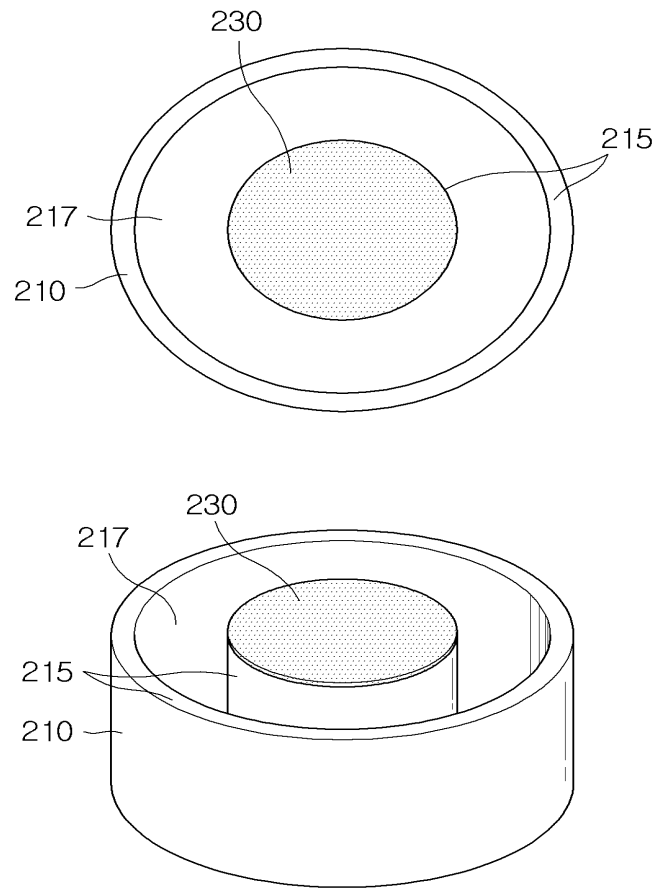
도면10



도면11



도면12



도면13

