(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0102698
(43) 공개일자 2008년11월26일

(51) Int. Cl.
H05G 1/00 (2006.01) *H01J 35/04* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0049448
(22) 출원일자 2007년05월22일
심사청구일자 2007년05월22일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제캠퍼스내
(72) 발명자
박규창
서울 광진구 광장동 561 삼성차아파트 1-1301
장 진
서울 서초구 잠원동 65-32 신반포7차아파트 302-908
(74) 대리인
오세중

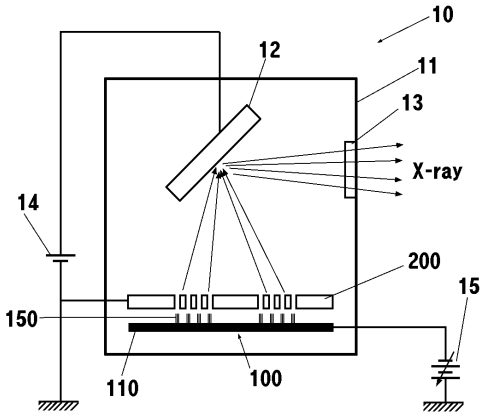
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 엑스레이 램프 및 엑스레이 램프용 필드 에미터의 제조방법

(57) 요 약

본 발명은 X-ray 장치에 사용되는 램프 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 X-ray 램프를 구성하는 전자방출원으로 탄소 나노튜브를 사용하여 부피가 작으면서도 원하는 크기를 갖는 에미터 소자를 제조하여 사용함으로써 X-ray 램프의 부피를 줄이고, 상기 에미터 소자의 수를 달리하여 크기 및 용량을 조절할 수 있는 X-ray 램프 및 X-ray 램프용 필드 에미터의 제조방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

전자방출원과, 전자방출원으로부터 방출된 전자를 충돌시켜 X선을 방출하는 타켓을 포함하는 X-ray 램프에 있어서,

상기 X-ray 램프는 전자방출원은 에미터를 갖는 박막 형태의 전자방출 소자인 것을 특징으로 하는 X-ray 램프.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 X-Ray 램프의 전원공급기는 상기 전자방출 소자의 애노드 전극과 상기 타켓에 전원을 공급하는 DC 전원공급기와, 상기 전자방출 소자의 매쉬 전극에 전원을 공급하는 AC/DC 전원공급기를 포함하는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 필드 에미터의 메쉬 전극의 수는 방출되는 전자빔의 집속에 따라 1 내지 5개인 것을 특징으로 하는 X-ray 램프.

청구항 4

전자방출원과, 전자방출원으로부터 방출된 전자를 충돌시켜 X선을 방출하는 타켓과, 상기 타겟에서 방출된 X선을 필터링하기 위한 글라스 필터와, 상기 전자방출원과 타겟, 그리고 글라스 필터가 설치되는 진공 케이스와, 상기 타켓과 전자방출원에 전원을 공급하는 전원공급기로 구성된 X-ray 램프에 있어서,

상기 X-ray 램프의 크기 및 용량에 따라 필요한 전류를 계산하여 그에 맞는 에미터 개수를 M×N개(M, N은 1 이상의 자연수)의 탄소나노튜브로 형성된 에미터를 갖는 필드 에미터를 타일링방식으로 결합하여 사용하는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프.

청구항 5

X-Ray 램프의 전자방출원으로 사용되는 전자방출 소자의 필드 에미터 제조방법에 있어서,

기판 상부에 캐소드 전극을 형성하고 그 상부에 촉매 금속층을 형성하는 단계와;

상기 촉매 금속층 상부에 포토레지스트층을 형성하고 리소그라피 공정에 의해 원하는 위치에 원하는 모양의 패턴을 형성하고 촉매 금속층이 노출되도록 레지스트층을 형성하는 단계와;

상기 노출된 촉매 금속층을 식각하고, 식각되지 않은 촉매 금속층 상부의 레지스트층을 잔류시키는 단계와;

상기 패터닝된 촉매 금속층을 어닐링하여 탄소나노튜브가 성장될 수 있도록 씨앗(Seed)을 성장시키는 단계와;

상기 씨앗이 형성된 촉매 금속층을 이용하여 에미터를 성장시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 기판은,

유리 기판, 석영 기판, 규소(실리콘 웨이퍼) 기판 또는 알루미나(Al_2O_3) 기판 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 촉매 금속층은,

니켈(Ni), 철(Fe) 또는 코발트(Co)와 같은 전이 금속 중 어느 하나이거나, 코발트-니켈, 코발트-철, 니켈-철 또는 코발트-니켈-철이 합성된 합금 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 포토레지스트층은,

스핀코팅 방법 또는 슬릿 코팅법 으로 0.3 ~ 10㎛의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 포토레지스트층을 형성하기 위해 사용되는 레지스터는,

무기 레지스트, 유기 레지스트 및 유,무기 혼합형 레지스트, 또는 감광형 유리페이스트 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 촉매 금속층을 어닐링하는 방법은,

반응로의 온도를 약 500 내지 800 ℃로 유지한 상태에서 30 분 내지 수 시간 동안 용융하여 탄소나노튜브 형성을 위한 씨앗(seed)을 성장시키는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 11

제 5 항에 있어서,

상기 필드 에미터를 구성하는 에미터는,

탄소나노튜브인 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 탄소 나노튜브는,

플라즈마 화학기상증착법을 이용하여 성장시키는 것을 특징으로 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 탄소 나노튜브는,

CNT를 포함하는 접착제(Paste)를 이용하여 캐소드 전극에 프린팅 법을 이용하여 직접 코팅하는 것을 특징으로 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 14

제 5 항에 있어서,

상기 촉매 금속층은,

게이트 전극 상부에 포토레지스트를 도포하고, 촉매 금속층이 형성될 부분을 식각하여 패턴닝하는 단계와;

상기 패터닝된 포토레지스트층 상부에 촉매 금속층을 형성하고 리프트 오프방법으로 포토레지스트를 제거하는 단계를 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 15

제 1 항의 필드 에미터 제조방법에 따라 M×N개(M,N은 1이상의 자연수)의 에미터를 갖는 다수개의 필드 에미터를 제조하는 단계와;

상기 제조된 다수개의 필드 에미터를 타일링하는 방법으로 부착한 대용량 대면적의 필드 에미터를 형성하여 X-ray 램프에 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프의 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<15> 본 발명은 X-ray 장치에 사용되는 램프 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 X-ray 램프를 구성하는 전자방출원으로 탄소 나노튜브를 사용하여 부피가 작으면서도 원하는 크기를 갖는 에미터 소자를 제조하여 사용함으로써 X-ray 램프의 부피를 줄이고, 상기 에미터 소자의 수를 달리하여 크기 및 용량을 조절할 수 있는 탄소 나노튜브를 이용한 X-ray 램프 및 X-ray 램프용 필드 에미터의 제조방법을 제공한다.

<16> 일반적으로 X-ray 램프는 X선관이라고도 하며 일종의 진공방전관을 사용하여 고전압하에서 가속한 전자를 방출하고, 상기 방출된 전자를 타겟(target:표적)인 금속판에 충돌시켜 발생시킨다.

<17> 그러나 상기와 같은 진공방전관은 많은 양의 전자를 방출하기 위해서는 그 부피가 매우 커지기 때문에 최근까지 전자방출원으로 방사선 가속기인 싱크로트론이나 고출력 레이저와 고체 타겟을 이용하는 레이저-플라즈마 또는 열전자 방출소자를 주로 사용되고 있다.

<18> 그러나, 상기 싱크로트론에서 발생하는 x-ray 광원은 높은 평균 출력을 제공할 수 있으나, 이 역시 그 크기가 거대하여 일정한 설치공간이 필요하므로 설치장소가 한정되고, 상대적으로 많은 제작비용이 소요된다는 문제점이 있었다.

<19> 또한, 상기 레이저-플라즈마는 레이저의 타겟이 되는 고체 타겟으로부터 많은 시료파편이 발생하게 되므로 고체 타겟으로 주로 사용되는 금속선(thin wire)을 매번 갈아 끼워야 한다는 문제점이 있었고, 고전압 및 고전류에 의한 금속선의 손상으로 X-ray 광학계 자체의 손상 및 코팅을 부식시킨다는 문제점도 있었다.

<20> 또한, 상기 열전자 방출소자는 대면적화에 한계를 가지고 있으므로 원하는 크기의 전자방출 소자를 제공할 수 없다는 문제점도 있었다.

<21> 상기와 같이 종래의 X-ray 램프에서 발생하는 문제점들을 해결하기 위하여 전자방출원으로 새로운 소자의 개발 필요성이 증대되고 있는 것이 실정이다.

<22> 이러한 문제점들은 탄소나노튜브(carbon nanotube, 이하 CNT라고 함)의 강도 및 도전성, 전계방출 특성 및 구조 등을 이용하여 해결할 수 있다. 상기 "CNT"를 이용한 소자로는 금속선, 메모리 및 전계효과소자, SPM(Scanning Probe Electron Microscope) 탐침, 이차전지 전극재, 연료전지의 촉매 담지체, 전기역학적 센서 및 표시소자 등의 다양한 분야에서 연구 개발되고 있고, 이들 중 전계방출을 이용한 전계방출(field emitter) 소자로는 필드 에미션 디스플레이(field emission display), 백 라이트 유닛(back-light unit), 램프(lamp) 등이 있다.

<23> 또한, 소프트 엑스레이(soft x-ray)는 감광제를 도포하고 빛을 이용해서 필요한 부분만 노광을 시켜주게 되는 리소그라피 공정과 같은 차세대 반도체 공정에 적용 가능한 기술이다. 현재는 자외선 노광이 주로 사용되고 있으나, 이 방법은 자외선의 퍼지는 성질 때문에 노광을 시킬 때 원하지 않은 부분까지 노광이 된다는 문제점이 있었다. 따라서 빛의 퍼지는 정도를 줄여야 하며, 파장이 짧을수록 빛이 적게 퍼진다는 점에 착안하여 자외선보다 파장이 짧은 x-ray를 이용하는 것이 리소그라피에 있어서 선택도를 높일 수 있다.

<24> 종래의 소프트 X-ray는 주로 작은 선폭의 노광이 가능하고, MEMS 분야에서 고 종횡비의 구조물을 제작하는 데에 있어서 큰 이점이 있었다. 또한, 소프트 X-ray는 광자에너지가 100~1000 eV (1~10 nm)의 빛으로, 높은 수준의

공간분해능을 지니는 이미지를 얻을 수 있으나, 상기한 바와 같이 그 부피가 크고 설치장소에 공간적인 제한이 있으며, 고가이기 때문에 리소그라피 공정에 사용하에는 적합하지 않다는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<25> 상기 문제점들을 해결하기 위하여 본 발명은, X-ray 램프에 사용되는 전자방출원인 전자방출 소자를 CNT를 이용하여 제조함으로써 전자 방출을 위해 필요한 전류를 크게 줄일 수 있고, 캐소드 전압 조절만으로 방출되는 전류를 간단한 제어할 수 있으며, 안정적인 전자 방출을 통한 장수명의 구현으로 유지비용의 감소, 빔 직경 미세화를 통해 고 분해능 및 출력 조절이 용이한 X-ray 램프를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<26> 또한, X-Ray를 검사 장치에 사용하기 위해 CNT를 사용하여 전자방출 소자를 형성함으로써 크기와 모양을 손쉽게 제어할 수 있으며, 최소 면적으로부터 대면적에까지 이용이 가능하도록 최소 단위의 에미터를 형성하고 이를 타일링법을 이용하여 대면적화가 가능하게 하는 것을 다른 목적을 한다.

<27> 또한, CNT를 이용하여 X-ray 램프를 구성하는 박막 형태의 전자방출 소자를 X-Ray 램프의 크기에 따라 원하는 크기로 제공할 수 있도록 함으로써 다양한 분야와 장소에 설치하거나 휴대할 수 있는 X-ray 장치를 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

<28> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 전자 방출원과 전자 방출원으로부터 방출된 전자를 충돌시켜 X선을 방출하는 타겟과, 상기 타겟에서 방출된 X선을 필터링하기 위한 글라스 필터와, 상기 전자 방출원과 타겟, 그리고 글라스 필터가 설치되는 진공 케이스와, 상기 타켓과 전자방출원에 전원을 공급하는 전원 공급기로 구성된 X-ray 램프에 있어서, 상기 전자방출원은 탄소나노튜브로 형성된 에미터를 갖는 전자방출 소자인 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 X-ray 램프를 제공한다.

<29> 또한, X-Ray 램프의 전자 방출원으로 사용되는 전자방출 소자의 필드 에미터 제조방법에 있어서, 기판 상부에 캐소드 전극을 형성하고 그 상부에 촉매 금속층을 형성하는 단계와; 상기 촉매 금속층 상부에 포토레지스트층을 형성하고 리소그라피 공정에 의해 원하는 위치에 원하는 모양의 패턴을 형성하고 촉매 금속층이 노출되도록 레지스트층을 형성하는 단계와; 상기 노출된 촉매 금속층을 식각하고, 식각되지 않은 촉매 금속층 상부의 레지스트층을 제거하여 패터닝된 촉매 금속층을 형성하는 단계와; 상기 패터닝된 촉매 금속층을 어닐링하여 탄소나노튜브가 성장될 수 있도록 씨앗(Seed)를 성장시키는 단계와; 상기 씨앗이 형성된 촉매 금속층 상부에 에미터를 성장시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 X-ray 램프용 필드 에미터 제조방법을 제공한다.

발명의 구성 및 작용

<30> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 좀 더 상세히 설명하기로 한다.

<31> 먼저, 도1은 본 발명에 따른 CNT를 이용한 전자방출 소자를 갖는 X-ray 램프의 한 실시예를 나타낸 것으로, CNT를 이용하여 제조된 필드 에미터(100)와 애노드 전극(200)으로 구성된 전자방출원과; 상기 전자방출원으로부터 방출된 전자를 충돌시켜 X선을 방출하는 타겟(12)과; 상기 타겟(12)에서 방출된 X선을 필터링하기 위한 글라스 필터(13)와; 상기 전자방출원과 타겟(12), 그리고 글라스 필터(13)가 설치되며 내부가 진공상태로 유지되는 케이스(11)와; 상기 타켓(12)과 전자방출원의 애노드 전극(200)에 전원을 공급하는 DC전원공급기(14)와; 상기 전자방출원의 필드 에미터(100)를 구성하는 메쉬(Mesh) 전극(캐소드 전극, 120)에 전원을 공급하는 AC/DC 전원공급기(15)로 구성된다.

<32>

<33> 다음에, 도2a 내지 도2f는 본 발명에 따른 X-ray 램프를 구성하는 전자방출 소자의 필드 에미터(100)를 제조하는 방법을 순차적으로 나타낸 것으로, 도2a에 도시된 바와 같이 유리, 금속, 석영, 규소 또는 알루미나(Al_2O_3)로 형성된 기판(110) 상부에 원하는 패턴을 갖는 캐소드 전극(120)을 형성하고, 그 상부에 촉매 금속층(130)을 형성한다. 상기 촉매 금속층(120)은 니켈(Ni), 철(Fe) 또는 코발트(Co)와 같은 단일 금속, 또는 코발트(Co)-니켈(Ni), 코발트(Co)-철(Fe), 니켈(Ni)-철(Fe) 또는 코발트(Co)-니켈(Ni)-철(Fe)과 같은 합금(alloy)을 사용하며, 열증착(thermal evaporation)법, 스퍼터링(sputtering)법 또는 전자선증착(electron beam evaporation)법을 이용하여 기판 상에 수십 내지 수백 Å, 바람직하게는 100 내지 300Å의 두께로 형성한다.

<34> 다음에, 도2b는 상기 촉매 금속층(130) 상부에 포토레지스트층(140)을 형성한 것을 나타낸 것이고, 도2c는 상기 도2b의 포토레지스트층(140)을 패터닝하여 포토레지스터 패턴을 형성한 레지스트층(140')을 형성하여 상기 촉매 금속층(130)이 원하는 간격으로 노출되도록 한다. 이때, 상기 포토레지스트층은 스핀코팅의 속도를 조정하여

0.3 ~ 10 ㎛의 두께를 갖도록 한다. 또한, 상기와 같은 두께로 형성된 포토레지스트층은 100 ~ 250 °C 의 온도로 소결한 후, UV와 마스크를 이용하여 필요한 형태의 패턴 노광 과정을 수행하여 이를 현상한다. 다음에, 600 °C 에서 30분간 용융과정을 거쳐 비노광된 부분에 화학적 변형을 가하여 촉매 금속층(130)이 노출되도록 패터닝된 레지스트층(140')을 형성한다. 상기 포토레지스트층을 형성하기 위해 사용되는 레지스터로는 무기 레지스트, 유기 레지스트 및 유,무기 혼합형 레지스트, 또는 감광형 유리페이스트 중 어느 하나를 사용한다.

<35> 다음에, 도2d는 상기 패턴닝된 레지스트층(140')에 의해 노출된 촉매 금속층을 식각하여 제거한다. 상기 식각방법으로는 소량의 염산과 질산을 초순수에 희석하여 식각을 하게 된다. 이 때 초순수의 양을 조절하여 식각 속도를 조절 할 수 있다. 상기와 같이 에미터 어레이를 형성하기 위해 노출된 촉매 금속층(130)을 식각하여 제거한 후, 남아있는 금속 촉매층 상부의 레지스트층을 제거함으로써 원하는 에미터 어레이를 얻을 수 있다. 또한, 상기와 같이 촉매 금속층(130) 상부에 포토레지스트층을 형성하고 리소그라피 방법과 식각방법으로 에미터 어레이를 형성하는 대신에 촉매 금속층(130)을 형성하기 전에 포토레지스트를 도포하고 필요 없는 부분을 식각하는 리프트 오프(lift-off) 방법도 사용할 수 있다.

<36> 다음에, 도2e는 상기 원하는 어레이 형태로 촉매 금속층(130)이 형성된 기판(110)을 반응로(furnace)에서 어닐링방법을 실시하야여 촉매 금속층의 촉매 금속입자가 CNT 성장 가능한 수준의 씨앗(Seed, 150)으로 성장한 상태를 나타낸 것으로, 상기 어닐링방법은 반응로의 온도를 약 500 내지 800 ℃로 유지한 상태에서 30 분 내지 수시간 동안 수행한다. 상기 어닐링에 의해 에미터가 형성될 패턴 영역에서는 촉매 금속층(130)으로 사용한 니켈 등이 CNT가 성장되도록 뭉쳐지게 된다. 즉, 상기 어닐링된 촉매 금속층(130')을 이루는 촉매 금속 입자가 기판(110)과의 결정 네트워크를 매개체로 하여 일정 시간 경과 후 탄소나노튜브 성장이 가능할 수준의 씨앗(Seed, 150)으로 성장된다.

<37> 다음에, 도2f는 상기 촉매 금속 입자가 씨앗(150)으로 성장한 어닐링된 촉매 금속층(130') 상부에 에미터(160)로 CNT를 성장시킨 것을 나타낸 것으로, 상기 CNT는 플라즈마 화학기상 증착법을 사용하여 성장시키며, 플라즈마 화학기상증착 장치의 증착실의 온도를 약 450 내지 800℃로 유지하고, 2 Torr의 내부 압력의 조건에서, 메탄(CH_4), 에틸렌(C_2H_2), 프로필렌(C_2H_6) 또는 프로판(C_3H_8)과 같은 탄화수소류 기체 및 암모니아(NH_3) 또는 수소화물 기체와 같은 질소 및 수소 함유의 기체를 함께 공급하며 형성한다. 한 실시예로서 상부 전극을 0V, 하부 전극을 -600V로 고정하고, 투과제어전극의 전압을 +300V로 하고, 에틸렌(C_2H_2) 30sccm 및 암모니아(NH_3) 70sccm을 동시에 공급하여 성장시켰다.

<38> 상기 플라즈마 화학기상증착 장치의 증착실로 공급된 메탄(CH_4), 에틸렌(C_2H_2), 프로필렌(C_2H_6) 또는 프로판(C_3H_8)과 같은 탄화수소 기체는 기체 상태에서 탄소 유닛(units) (C=C 또는 C)과 자유 수소(H)로 열분해(pyrolysis)된다. 다음에, 상기 분해된 탄소 유닛들은 촉매 금속 입자의 표면에 흡착되고, 시간이 경과함에 따라 촉매 금속 입자의 내부로 확산되어 용해되며, 지속적으로 상기 탄소 유닛들이 공급되면, 촉매 금속 입자의 촉매 작용에 의해 탄소나노튜브 에미터(160)는 일방향으로 길게 성장한다.

<39> 상기 촉매 금속 입자의 형태가 둥글거나 뭉툭한 경우에는 탄소나노튜브의 말단 또한 원형(round) 또는 뭉툭(blunt)한 형태로 형성된다. 또한, 도면에는 도시하지 않았으나, 나노 크기의 촉매 금속 입자의 말단이 뾰족한 경우에는 탄소나노튜브의 말단 또한 뾰족하게 형성된다. 이때, 촉매 금속의 일부가 팁의 머리 위에 위치할 수도 있다.

<40> 상기와 같은 방법으로 제조된 X-ray 램프를 구성하는 전자방출 소자의 필드 에미터는 도4에 도시된 실제 전자현미경 사진과 같이 나타나고 있으며, (a)는 4개(2×2)의 CNT 에미터가 형성된 사진, (b)는 16개(4×4)의 CNT 에미터가 형성된 사진, (c)는 100개(10×10)의 CNT 에미터가 형성된 사진, 그리고 (d)는 400개(20×20)의 CNT 에미터가 형성된 사진이다.

<41> 다음에, 도3은 본 발명의 실시예로서, 레지스트를 이용한 패터닝법을 이용하여 에미터 개수를 다양하게 구성한 후 에미터의 전자 방출 특성을 나타낸 것으로, 에미터의 수가 증가할수록 전류의 양은 선형적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 특성에 따라 에미터의 개수를 조절하여 전류를 제어함으로써 원하는 양의 전자를 방출할 수 있다.

<42> 다음에 도5는 상술한 도2a 내지 도2f의 방법에 의해 최소단위의 필드 에미터를 제조하고, 이를 타일링법에 따라 다수개 결합하여 필요한 크기로 X-Y 어레이 시킨 한 실시예를 나타낸 것으로, X 와 Y의 개수는 응용하고자 하는 엑스레이 램프의 종류에 따라 다양하게 조절할 수 있다. 상기 최소 단위의 필드 에미터는 하나의 에미터를 갖거

나 도5에 도시된 바와 같이 9개(3×3)의 에미터를 갖도록 원하는 패턴을 형성하거나 또는 필요한 M×N개(M과 N은 1 이상의 자연수)의 수만큼 형성할 수 있다. 상기 에미터의 수는 X-ray 램프의 크기에 따라 필요한 수준의 전류 값으로부터 구할 수 있다. 또한, 상기 하나의 필드 에미터의 메쉬 전극은 방출되는 전자빔의 집속에 따라 1 내지 5개로 선택하여 형성할 수 있다.

<43> 또한, 상기 CNT를 포함하는 접착제(Paste)를 이용하여 캐소드 전극에 프린팅 법을 이용하여 직접 코팅함으로써 탄소나노튜브 에미터를 형성할 수도 있다.

<44> 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 고안의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 권리범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 결정되어야 한다.

발명의 효과

<45> 상술한 바와 같이 본 발명은 X-ray 램프에 사용되는 전자방출원인 전자방출 소자를 CNT를 이용하여 제조함으로써 전자 방출을 위해 필요한 전류를 크게 줄일 수 있고, 매쉬 전압 조절만으로 방출되는 전류를 간단한 제어할 수 있으며, 안정적인 전자 방출을 통한 장수명의 구현으로 유지비용의 감소, 빔 직경 미세화를 통해 고분해능 및 출력 조절을 용이하게 할 수 있다.

<46> 또한, 엑스레이를 검사 장치에 사용하기 위해 CNT를 사용하여 전자방출 소자를 형성함으로써 크기와 모양을 손쉽게 제어할 수 있으며, 최소 면적으로부터 대면적에까지 이용이 가능하도록 최소 단위의 에미터를 형성하고 이를 타일링법을 이용하여 대면적화가 가능하고, 이로 인해 상기와 같이 타일링 방식으로 결합되는 필드 에미터를 이용한 X-Ray 램프는 대면적화가 가능하기 때문에 항공기나 선박의 결함을 조사하는 대형 X-Ray에도 적용할 수 있다.

<47> 또한, CNT를 이용하여 X-ray 램프를 구성하는 박막 형태의 전자방출 소자를 X-Ray 램프의 크기에 따라 원하는 크기로 제공할 수 있도록 함으로써 다양한 분야와 장소에 설치하거나 휴대할 수 있는 X-ray 장치를 제공할 수 있다.

<48> 또한, 응용하고자 하는 제품의 전류 수준에 따라 에미터 개수를 조절하면 최소 단위의 에미터를 손쉽게 제작이 가능하여 하나의 에미터만 이용할 경우 나노 수준의 전자빔으로부터 다수의 전자 빔을 이용할 경우 무한대 크기의 전자 빔을 갖도록 할 수 있어 광범위한 전자 소자로의 응용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

<1> 도1은 본 발명에 따른 탄소 나노튜브를 이용한 X-ray 램프의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도.

<2> 도2a 내지 도2f는 본 발명에 따른 도1의 X-ray 램프용 필드 에미터의 제조공정을 순차적으로 나타낸 도면

<3> 도3은 도2a 내지 도2f에 의해 제조된 필드 에미터에 형성된 에미터 개수에 따른 전류 양의 변화를 나타낸 그래프.

<4> 도4는 도2a 내지 도2f에 의해 제조된 필드 에미터에서 에미터가 4개(a), 25개(b), 100개(c), 400개(d)가 형성된 것을 나타낸 전자현미경 사진.

<5> 도5는 도2a 내지 도2f에 의해 제조된 필드 에미터를 타일링 방식으로 형성한 것을 나타낸 도면.

<6> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<7> 10 : X-ray 램프 11 : 케이스

<8> 12 : 타켓 13 : 글라스 필터

<9> 14 : DC 전원공급기 15 : AC/DC 전원공급기

<10> 100,100' : 필드 에미터 200 : 애노드 전극

<11> 110: 제1 기판 120: 캐소드 전극

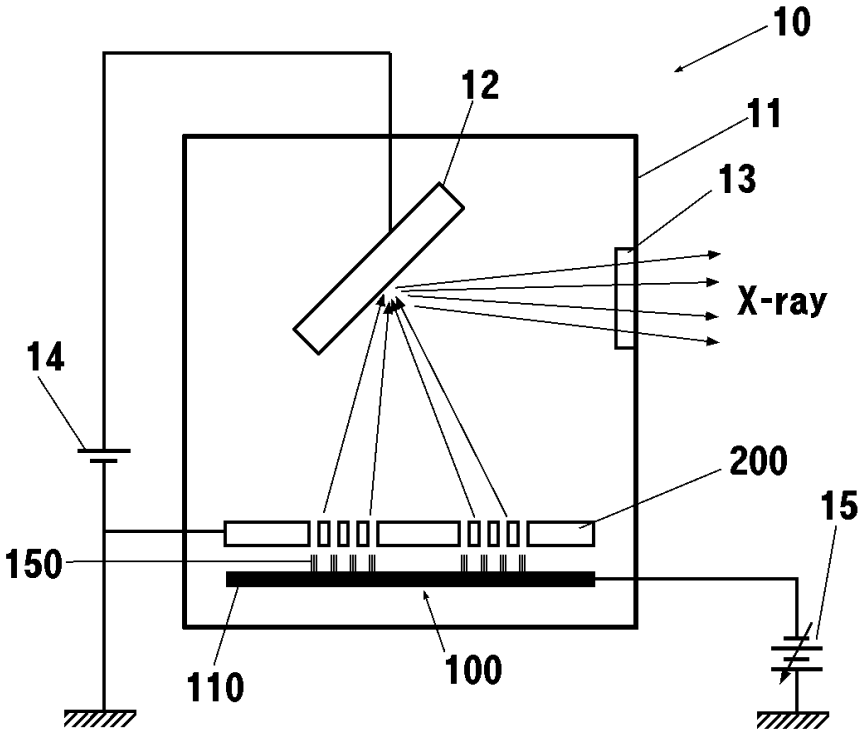
<12> 130 : 촉매 금속층 130' : 어닐링된 촉매 금속층

<13> 140: 포토레지스트층 140': 패터닝된 레지스트층

<14> 150: 씨드(Seed) 160: 에미터

도면

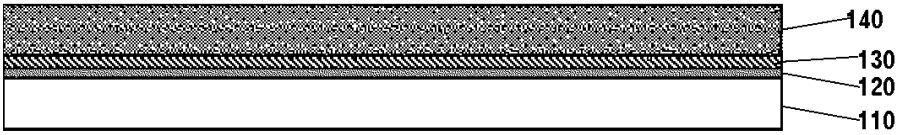
도면1



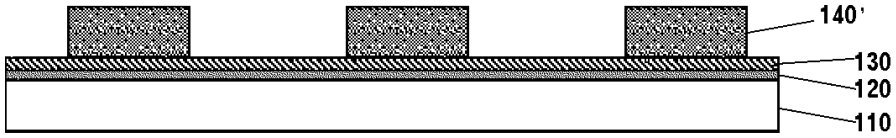
도면2a



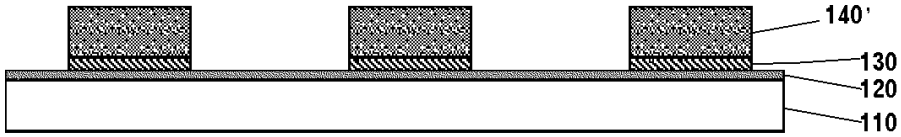
도면2b



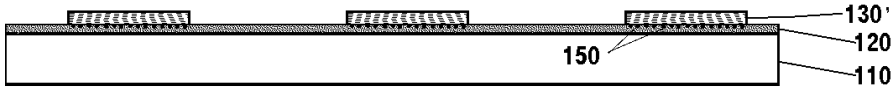
도면2c



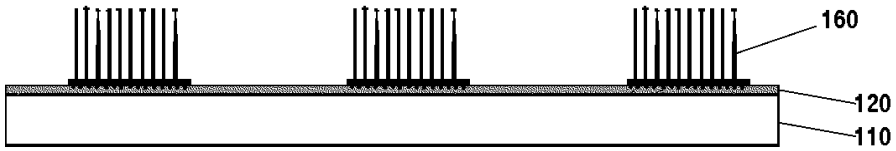
도면2d



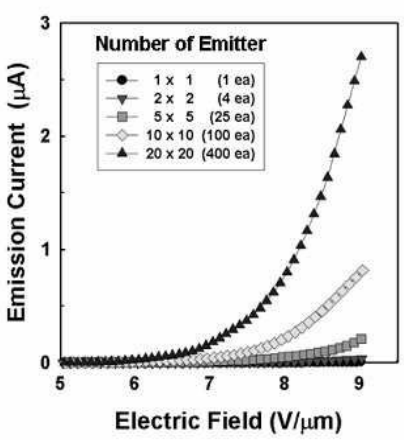
도면2e



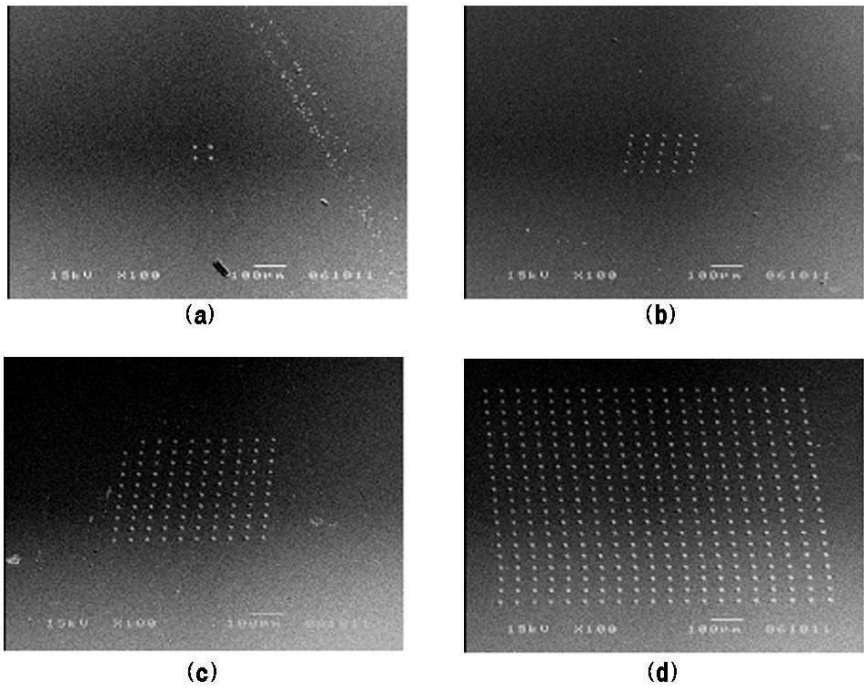
도면2f



도면3



도면4



도면5

