



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0103196
(43) 공개일자 2008년11월27일

(51) Int. Cl.

H01J 31/12 (2006.01) H01J 1/30 (2006.01)
H01J 65/00 (2006.01) H01J 61/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0050193

(22) 출원일자 2007년05월23일

심사청구일자 2007년05월23일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

박규창

서울 광진구 광장동 561 삼성차아파트 1-1301

장 진

서울 서초구 잠원동 65-32 신반포7차아파트 302-908

(74) 대리인

오세중

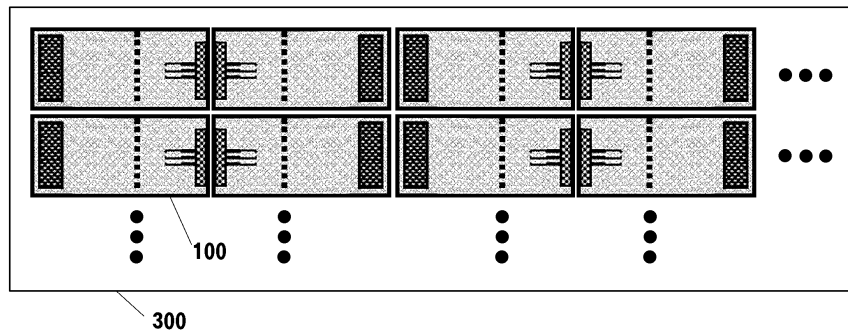
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 평면형 엑스레이 램프 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 평면형 엑스레이 램프(X-ray lamp) 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 평면형 엑스레이 램프에 사용되는 필드 에미터(field emitter)의 에미터를 탄소나노튜브를 이용하여 제조하고, 상기 필드 에미터를 램프 기관의 일측에 설치하며, 상기 램프 기관의 타측에 삼각 가로기둥 형태의 애노드(anode) 전극을 경사면이 에미터와 마주보도록 형성하고, 필드 에미터와 애노드 전극 사이에 게이트 전을 설치한 기본 단위의 엑스레이 램프를 제공하고, 상기 기본 단위의 엑스레이 램프 다수개를 일렬 또는 2차원적인 평면형태로 배열함으로써 대면적을 가지며 원하는 크기로 제조되는 평면형 엑스레이 램프 및 그 제조방법을 제공한다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

절연특성을 갖는 램프 기관과;

상기 램프 기관의 상부 일측에 에미터가 놓히지도록 설치되는 필드 에미터와;

상기 램프 기관의 상부 타측에 경사진 면이 필드 에미터와 마주보도록 형성되는 삼각 가로기둥 형태의 애노드 전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 램프 기관은 석영, 유리 또는 테프론으로 형성된 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 필드 에미터는 탄소나노튜브 에미터를 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 애노드 전극은 텅스텐, 구리 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 평면형 평면형 엑스레이 램프.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 엑스레이 램프는,

상기 필드 에미터에서 방출된 전자를 가속시키는 게이트 전극을 필드 에미터와 애노드 전극 사이에 더 설치한 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프.

청구항 6

제 1 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 게이트 전극은,

상기 필드 에미터의 에미터 상부에 일체로 형성된 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프.

청구항 7

제 1 항의 엑스레이 램프 두 개를 일렬 배열하여 합착한 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프.

청구항 8

제 1 항의 엑스레이 램프 다수개를 일렬로 배열하여 합착한 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프.

청구항 9

제 1 항의 엑스레이 램프 다수개를 2차원적으로 평면 배열하여 합착한 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프.

청구항 10

램프 기관 상부 일측에 필드 에미터를 형성하는 단계와;

상기 램프 기관 상부의 타측에 상기 필드 에미터의 에미터와 경사진 부분이 마주보도록 삼각 가로기둥 형상의 애노드 전극을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프의 제조방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 램프기판 상부에 애노드 전극을 형성하는 방법은,

텅스텐, 구리 중 어느 하나를 이용하여 스퍼터링, 증착법, 또는 전자빔 증착법을 이용하여 삼각 가로기둥 형상으로 형성하는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프 제조방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 필드 에미터와 애노드 전극 사이에 게이트 전극을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프 제조방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 필드 에미터는,

기관 상부에 촉매 금속층을 형성하는 단계와;

상기 촉매 금속층 상부에 레지스트 패턴을 형성하는 단계와;

상기 레지스트 패턴 상부에 에미터를 성장시키는 단계로 제조되는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프 제조방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 에미터 상부에 게이트 전극을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프 제조방법.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 에미터를 성장시키는 단계는,

플라즈마 화학기상증착법을 이용하여 탄소나노튜브를 성장시키는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프 제조방법.

청구항 16

제 10 항에 의해 제조된 엑스레이 램프 다수개를 선형적으로 배열 합착하는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프 제조방법.

청구항 17

제 10 항에 의해 제조된 엑스레이 램프 다수개를 2차원적 평면으로 배열 합착하는 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프 제조방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 평면형 엑스레이 램프 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 평면형 엑스레이 램프에 사용되는 필드 에미터의 에미터를 탄소나노 튜브를 이용하여 제조하고, 상기 필드 에미터를 램프 기관의 일측에 설치하며, 상기 램프 기관의 타측에 삼각 가로기둥 형태의 애노드 전극을 경사면이 에미터와 마주보도록 형성하고, 필드 에미터와 애노드 전극사이에 게이트 전극을 설치한 기본 단위의 엑스레이 램프를 제공하고, 상기 기본 단위의 엑스레이 램프 다수개를 일렬 또는 2차원적인 평면형태로 배열함으로써 대면적을 가지며 원하는 크기로 제조되는 평면형 엑스레이 램프 및 그 제조방법을 제공한다.
- <14> 일반적으로 엑스레이 램프는 X-선관이라고도 하며 일종의 진공방전관을 사용하여 고전압하에서 가속한 전자를 방출하고, 상기 방출된 전자를 타겟(traget:표적)인 금속판에 충돌시켜 엑스레이를 발생시킨다.
- <15> 상기와 같은 진공방전관은 많은 양의 전자를 방출하기 위해서는 그 부피가 매우 크기 때문에 근래에는 주로 방사선 가속기인 싱크로트론이나 고출력 레이저와 고체 타겟을 이용하는 레이저-플라즈마 또는 열전자 방출소자가 사용되어 왔다.
- <16> 그러나, 상기 싱크로트론에서 발생하는 엑스레이 광원은 높은 평균 출력을 제공할 수 있으나, 이 역시 그 크기가 거대하여 일정한 설치공간을 필요로 하므로 설치장소가 한정되고, 상대적으로 많은 제작비용이 소요된다는 문제점이 있었다.
- <17> 또한, 상기 레이저-플라즈마는 레이저의 타겟이 되는 고체 타겟으로부터 많은 시료파편을 발생하게 되므로 고체 타겟으로 주로 사용되는 금속선(thin wire)을 매번 갈아 끼워야 한다는 문제점이 있었고, 고전압 및 고전류에 의한 금속선의 손상으로 엑스레이 광학계 자체의 손상과 함께 코팅을 부식시킨다는 문제점도 있었다.
- <18> 또한, 상기 열전자 방출소자는 대면적화에 한계를 가지고 있으므로 원하는 크기의 전자방출 소자를 제공할 수 없다는 문제점도 있었다.
- <19> 상기와 같이 종래의 엑스레이 램프에서 발생하는 문제점들을 해결하기 위하여 전자방출원으로 새로운 소자의 필요성이 증대되고 있는 실정이다.
- <20> 또한, 소프트 엑스레이(soft X-ray)는 감광제를 도포하고 빛을 이용해서 필요한 부분만 노광을 시켜주는 리소그라피(lithography) 공정과 같은 차세대 반도체 공정에 적용 가능한 기술이다. 현재는 자외선 노광이 주로 사용되고 있으나, 이 방법은 자외선의 퍼지는 성질 때문에 노광을 시킬 때도 원하지 않은 부분까지 노광이 된다는 문제점이 있었다. 따라서 빛의 퍼지는 정도를 줄여야 하며, 파장이 짧을수록 빛이 적게 퍼진다는 점에 착안하여 자외선 보다 파장이 짧은 엑스레이를 이용하는 것이 리소그라피에 있어서 선택도를 높일 수 있다.
- <21> 종래의 소프트 엑스레이는 주로 작은 선폭의 노광이 가능하고, MEMS 분야에서 고종횡비의 구조물을 제작하는 데에 있어서 큰 이점이 있었다. 또한, 소프트 엑스레이는 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

- <22> 상기 문제점들을 해결하기 위하여, 본 발명은 엑스레이 램프에 사용되는 전자방출원인 전자방출 소자를 탄소나노튜브를 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 유지비용이 감소되고, 빔 직경 미세화를 통해 고분해능 및 출력 조절이 용이한 엑스레이 램프를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <23> 또한, 상기 탄소나노튜브를 이용한 필드 에미터를 램프 기관의 일측에 놓힌 상태로 배치하고, 타측에 삼각 가로기둥 형상의 애노드 전극을 경사면이 에미터와 마주보도록 설치하며, 상기 필드 에미터와 애노드 전극 사이에 게이트 전극을 설치한 기본 단위의 평면형 엑스레이 램프를 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <24> 또한, 상기 기본 단위의 평면형 엑스레이 램프 다수개를 일렬 또는 2차원적인 평면 배열을 함으로써 엑스레이 램프를 평면 소자화할 수 있고, 이를 통해 얇고 가벼운 대면적의 평면형 엑스레이 램프를 제공하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <25> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 램프 기관과; 상기 램프 기관의 상부 일측에 에미터가 놓혀지도록 설치되는 필드 에미터와; 상기 램프 기관의 상부 타측에 경사진 면이 필드 에미터와 마주보도록 형성되는 삼각 가로기둥 형태의 애노드 전극과; 상기 필드 에미터와 애노드 전극 사이에 설치되는 게이트 전극을 포함하는 것을

특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프를 제공한다.

<26> 또한, 기관 상부에 촉매 금속을 형성하는 단계, 상기 촉매 금속 위에 레지스트를 형성하는 단계 및 상기 레지스트 위에 탄소나노튜브를 형성하는 단계, 또는 촉매 금속 위에 탄소나노튜브 에미터를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 필드 에미터 제조방법을 제공한다.

<27> 또한, 상기와 같이 필드 에미터를 제조하는 단계와; 램프 기관 상부의 일측에 금속 삼각 가로기둥 형태의 애노드 전극을 형성하는 단계와; 상기 애노드 전극이 형성된 램프 기관 상부의 다른 일측에 상기 제조된 필드 에미터를 애노드 전극의 경사진 면과 마주보게 설치하는 단계와; 상기 필드 에미터와 애노드 전극 사이에 게이트 전극을 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 평면형 엑스레이 램프의 제조방법을 제공한다.

발명의 구성 및 작용

<28> 이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명을 좀 더 상세히 설명하기로 한다.

<29> 도1a 및 도1b는 본 발명에 따른 평면형 엑스레이 램프(100)의 기본 구성을 나타낸 것으로서, 금속의 증착이 가능하고 높은 절연특성을 갖는 석영, 유리 또는 테프론으로 형성한 램프 기관(110)과; 상기 램프 기관(110) 상부의 일측에 설치되며 에미터(123)가 기관과 수평한 상태를 유지하도록 놓혀 설치되는 필드 에미터(120)와; 상기 필드 에미터(120)가 설치된 램프 기관의 타측에 삼각 가로기둥 형태를 갖도록 설치되며 경사면이 필드 에미터(120)와 마주보도록 형성되는 애노드 전극(130)으로 구성된다. 또한, 상기 애노드 전극(130)과 필드 에미터(120) 사이에 형성되는 탈부착이 가능한 게이트 전극(140)을 더 포함하여 구성할 수도 있다.

<30> 상기 에미터(123)는 낮은 전압하에서도 많은 전자를 방출할 수 있고 강도가 커 장시간 사용이 가능하고, 나노미터 크기의 구조로써 탄력성과 강도, 유연성 등을 가지며, 낮은 전자방출 전압과 높은 방출전류로 인해 전계효과 디스플레이의 전자방출 소자로 응용할 수 있는 탄소나노튜브를 이용하여 형성한다.

<31> 또한, 상기 게이트 전극(그리드)은 필드 에미터의 에미터 상부에 트리다이오드 형태로 게이트 전극이 일체로 형성된 필드 에미터를 제조하여 램프 기관에 설치할 수도 있다.

<32> 상기와 같이 형성된 기본 단위의 평면형 엑스레이 램프는 필드 에미터의 에미터에서 방출된 전자빔이 게이트 전극을 통과하면서 가속되고, 상기 가속된 전자빔이 애노드 전극을 구성하는 금속기둥에 충돌하여 램프 기관의 수직 방향으로 엑스레이를 방출하게 된다.

<33> 다음에, 도2a 내지 도2c는 본 발명에 따른 엑스레이 램프를 구성하는 필드 에미터의 제조공정을 순차적으로 나타낸 것으로, 실리콘(규소), 금속, 석영, 유리 또는 알루미늄(Al_2O_3)로 이루어진 기관(121) 상부에 촉매 금속층(122)을 형성한다. 상기 촉매 금속층(122)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)으로 형성한다. 다만, 상기 기관으로 촉매금속을 포함하는 금속 기관을 사용하는 경우에는 상기 촉매 금속층(122)을 형성하지 않을 수도 있다. 상기 촉매 금속층(122)은 열증착(thermal evaporation)법, 스퍼터링(sputtering)법 또는 전자빔 증착(electron beam evaporation)법을 이용하여 기관 상에 수십 내지 수백 Å, 바람직하게는 100 내지 300Å의 두께로 형성한다.

<34> 다음에, 도2b 및 도2c는 상기 촉매 금속층(122)에 포토레지스트(124)를 도포하여 에미터가 성장할 부분을 패터닝한 후, 그 패터닝된 부분에 탄소나노튜브를 이용하여 에미터(123)를 형성한 것을 나타낸 것이다.

<35> 상기 촉매 금속층(122)을 에미터 형성 부분에만 남기기 위한 패터닝 방법은, 상기 촉매 금속층(122) 상부에 포토레지스트(124)를 형성한 후 리소그래피 공정으로 원하는 부위를 패터닝한 후 에칭하여 패터닝 되지 않는 부분을 제거하는 방법을 사용하거나, 상기 촉매 금속층(122)을 형성하기 전에 포토레지스트를 도포하고 필요 없는 부분을 에칭하여 제거한 다음, 패터닝된 포토레지스트층 상부에 촉매 금속층을 형성하고 포토레지스트층과 그 상부에 형성된 촉매 금속층을 제거하는 리프트 오프(lift-off)방법이 사용한다. 또한, 상기 포토레지스트를 프린팅 방법이나 스프레이 방법 등을 이용하여 탄소나노튜브를 이용한 에미터가 형성될 위치에만 도포할 수도 있다.

<36> 또한, 상기 패터닝된 포토레지스트 상부에 탄소나노튜브를 이용하여 에미터를 성장시키는 방법은, 약 450 내지 800°C의 내부 온도 및 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 공급하여 형성한다. 상기 탄소나노튜브를 성장시키는 한 실시예로서 상부 전극을 0V, 하부 전극을 -600V로 고정

하고, 투과제어전극의 전압을 +300V로 하고, 에틸렌(C_2H_2) 30 sccm 및 암모니아(NH_3) 70 sccm을 동시에 공급한다. 상기와 같이 플라즈마 화학기상증착 장치의 반응함 내로 공급된 메탄(CH_4), 에틸렌(C_2H_2), 프로필렌(C_3H_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)되고, 상기 분해된 탄소 유닛들은 촉매 금속 입자의 표면에 흡착되며, 시간이 경과함에 따라 촉매 금속 입자의 내부로 확산되어 용해된다. 다음에, 지속적으로 상기 탄소 유닛들이 공급되면, 촉매 금속 입자의 촉매 작용에 의해 탄소나노튜브는 일방향으로 길게 성장한다. 이때, 상기 촉매 금속 입자의 형태가 둥글거나 뾰족한 경우에는 탄소나노튜브의 말단 또한 원형(round) 또는 뾰족(blunt)한 형태로 형성되고, 나노 크기의 촉매 금속 입자의 말단이 뾰족한 경우에는 탄소나노튜브의 말단 또한 뾰족하게 형성된다.

- <37> 상기와 같이 탄소나노튜브로 형성된 에미터를 갖는 필드 에미터를 램프 기관에 설치하여 평면형 엑스레이 램프의 전자방출원으로 사용한다.
- <38> 또한, 상기와 같이 탄소나노튜브를 이용한 필드 에미터와 함께 램프 기관 상부에 설치되는 금속 삼각 기둥의 애노드 전극은 구리, 텅스텐 등 다양한 금속을 이용하여 형성되며, 상기 애노드 전극과 필드 에미터의 거리를 조절하여 특성을 향상시킬 수 있다.
- <39> 상기와 같이 기본 단위의 평면형 엑스레이 램프는 평면형으로 구성되고 기관의 수직한 방향으로 엑스레이를 방출하기 때문에 평면형 엑스레이 램프를 선형적 또는 2차원적으로 합착 배열함으로써 엑스레이 램프의 크기를 조절할 수 있다.
- <40> 도3은 본 발명에 따라 도1의 기본단위의 엑스레이 램프(100) 4개를 일렬로 배열 합착하여 선형적으로 배열된 엑스레이 램프(200)를 구성한 실시예를 나타낸 것으로, 두개를 한쌍으로 상호 필드 에미터가 형성된 부분이 합착되도록 두쌍을 일렬로 배열한 것이다. 상기와 같은 엑스레이 램프도 모두 기관에 수직한 방향으로 엑스레이를 방출하게 되므로 대면적화를 이룰 수 있는 것이다.
- <41> 다음에, 도4는 본 발명에 따라 도1의 기본단위의 엑스레이 램프(100) 다수개를 두개씩 필드 에미터가 합착되도록 한 다수개의 쌍을 2차원적으로 배열한 평면형 엑스레이 램프(300)를 나타낸 것으로, 적용될 분야의 크기에 따라 기본단위의 엑스레이 램프를 추가하여 원하는 크기를 갖는 대면적의 평면형 엑스레이 램프를 제조할 수 있다.
- <42> 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.

발명의 효과

- <43> 상술한 바와 같이 본 발명은 엑스레이 램프에 사용되는 전자방출원인 전자방출 소자를 탄소나노튜브를 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 유지비용을 감소시키고, 빔 직경 미세화를 통해 고분해능 및 출력 조절을 용이하게 할 수 있다.
- <44> 또한, 상기 탄소나노튜브를 이용한 필드 에미터를 램프 기관의 일측에 눕힌 상태로 배치하고, 타측에 삼각 가로 기둥 형태의 애노드 전극을 경사면이 에미터와 마주보도록 설치하며, 상기 필드 에미터와 애노드 전극 사이에 게이트 전극을 설치한 기본 단위의 평면형 엑스레이 램프를 제공함으로써 소형의 엑스레이 램프를 제조할 수 있다.
- <45> 또한, 상기 기본 단위의 평면형 엑스레이 램프 다수개를 일렬로 배열하거나 또는 2차원적인 평면 배열을 함으로써 엑스레이 램프를 평면 소자화할 수 있고, 이를 통해 얇고 가벼운 대면적의 평면형 엑스레이 램프를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도1a는 본 발명에 따른 평면형 엑스레이 램프를 나타낸 사시도.
- <2> 도1b의 도1a의 평면 개념도.

<3> 도2a 내지 도2c는 본 발명에 따른 평면형 엑스레이 램프에 사용되는 필드에미터의 제조공정을 순차적으로 나타낸 단면도.

<4> 도3은 도1의 기본 단위 엑스레이 램프 4개를 일렬로 배열한 엑스레이 램프의 실시예를 나타낸 도면.

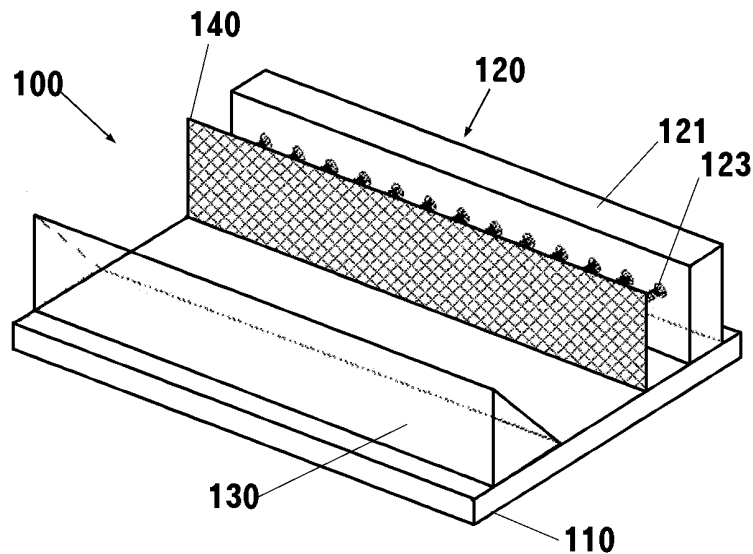
<5> 도4는 도1의 기본단위 엑스레이 램프 다수개를 2차원적으로 배열하여 대면적 엑스레이 램프를 구현한 실시예를 나타낸 도면.

<6> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

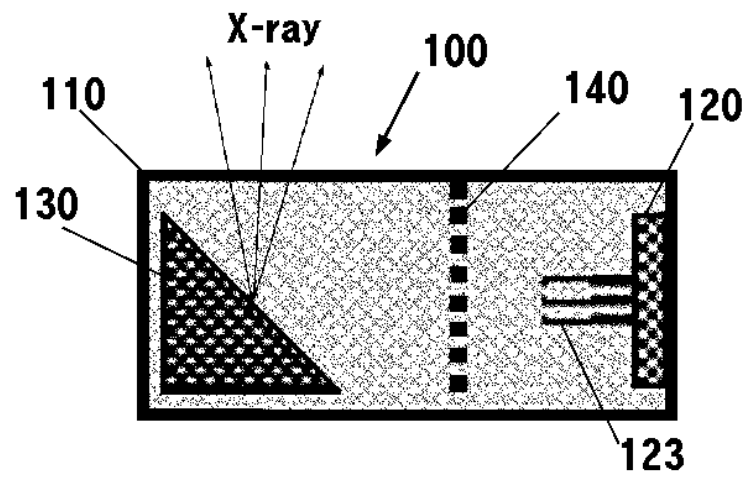
- | | | |
|------|-----------------------------|--------------|
| <7> | 100 : 평면형 엑스레이 램프 | 110 : 램프 기관 |
| | 120 : 필드 에미터 | 121 : 기판 |
| <8> | 122 : 촉매 금속층 | 123 : 에미터 |
| <9> | 124 : 포토레지스트 | 130 : 에노드 전극 |
| <10> | 140 : 게이트 전극 | |
| <11> | 200 : 선형 배열된 평면형 엑스레이 램프 | |
| <12> | 300 : 2차원 평면배열된 평면형 엑스레이 램프 | |

도면

도면1a



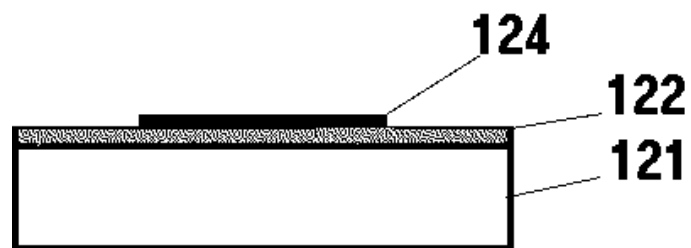
도면1b



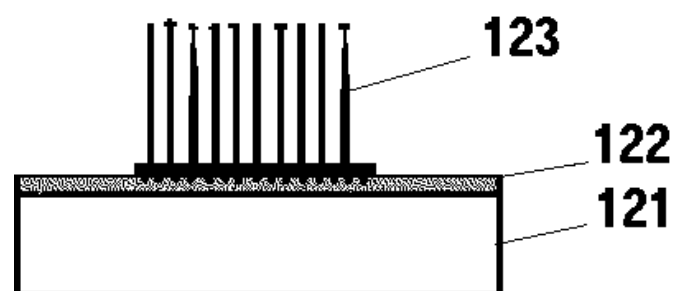
도면2a



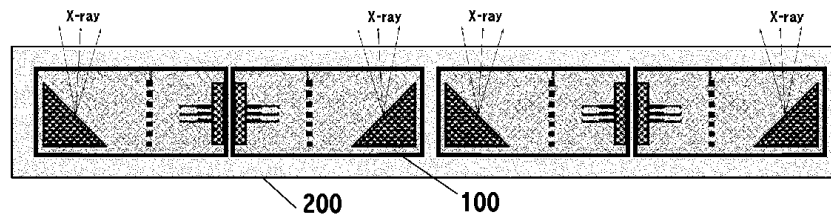
도면2b



도면2c



도면3



도면4

