



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0050488
(43) 공개일자 2009년05월20일

(51) Int. Cl.

H01J 35/04 (2006.01) H01J 65/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0116944

(22) 출원일자 2007년11월15일

심사청구일자 2007년11월15일

(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

유계황

서울 동대문구 회기동 1 경희대학교 차세대디스플레이센터

(74) 대리인

오세중

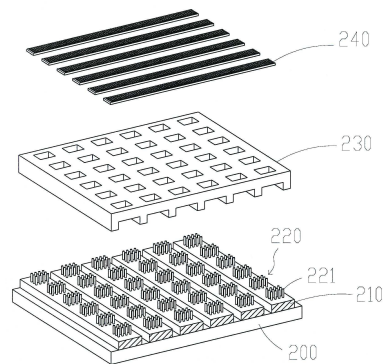
전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 능동 구동형 엑스레이 램프 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 부분 구동이 가능한 능동형 엑스레이 램프(X-ray lamp) 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 평면형 엑스레이 램프에 사용되는 기본 단위의 필드 에미터(field emitter)를 $M \times N$ 개 배열하여 형성하고, 각각의 기본단 위 필드 에미터에 선택적으로 전원을 인가하여 전체 또는 일부분에서 전자가 방출되도록 함으로써 하나의 엑스 레이 램프로 원하는 크기의 엑스레이를 촬영할 수 있도록 하는 능동 구동형 엑스레이 램프에 관한 것이다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	CR070054
부처명	서울특별시
연구사업명	서울시 산학연 협력사업
연구과제명	나노기반 차세대 방사선 진단기 연구단
주관기관	경희대학교
연구기간	2007년 8월 1일~2008년 7월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

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

상기 전자방출원은 대면적 기관 상부에 스트라이프 형태로 형성된 다수개의 캐소드 전극과;

상기 각각의 캐소드 전극 상부에 일정한 간격을 갖도록 형성된 에미터군들과;

상기 각각의 에미터군들 사이를 구획하는 스페이서와;

상기 캐소드 전극과 직각을 이루는 스트라이프 형태로 형성되며 상기 각각의 에미터군에서 방출하는 전자를 통과시키는 다수개의 애노드 전극을 포함하여서,

전원이 인가된 캐소드 전극과 애노드 전극이 교차하는 에미터군에서만 전자가 방출되도록 하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 에미터군들의 에미터들은 탄소나노튜브인 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 애노드 전극은,

상기 필드 에미터의 에미터군들로부터 방출된 전자가 통과할 수 있는 다수개의 구멍이 형성된 그리드인 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 전자방출원은,

상기 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 게이트 전극을 더 형성한 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프.

청구항 5

대면적 기관 상부에 스트라이프 형태로 형성된 다수개의 캐소드 전극과;

상기 각각의 캐소드 전극 상부에 일정한 간격을 갖도록 형성된 에미터군들과;

상기 각각의 에미터군들 사이를 구획하는 스페이서와;

상기 스페이서 상부에 부착되며, 캐소드 전극과 직각을 이루는 스트라이프 형태로 형성되어 상기 각각의 에미터군에서 방출하는 전자를 투과시켜 엑스레이를 방출하는 다수개의 애노드 전극을 포함하여서,

전원이 인가된 캐소드 전극과 애노드 전극이 교차하는 에미터군에서만 엑스레이 빔이 방출되도록 하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 애노드 전극은 구리 또는 텅스텐 중 어느 하나를 얇게 도포하여 형성한 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프.

청구항 7

엑스레이 램프를 구성하는 전자방출원을 제조하는 방법에 있어서,

기관 상부에 스프라이프 형태의 캐소드 전극을 형성하고 그 상부에 촉매 금속층을 형성하는 단계와;

상기 촉매 금속층 상부에 포토레지스트층을 형성하고 리소그래피 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 패턴닝된 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 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 기관은,

유리 기관, 석영 기관, 규소(실리콘 웨이퍼) 기관 또는 알루미늄(Al_2O_3) 기관 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 9

제 7 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 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 포토레지스트층은,

스핀코팅 방법 또는 슬릿 코팅법으로 $0.3 \sim 10 \mu m$ 의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 11

제 10 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 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 촉매 금속층을 어닐링하는 방법은,

반응로의 온도를 약 500 내지 800 $^{\circ}C$ 로 유지한 상태에서 30 분 내지 수 시간 동안 용융하여 탄소나노튜브 형성을 위한 씨앗(seed)을 성장시키는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 13

제 7 항에 있어서,
상기 필드 에미터를 구성하는 에미터는,
탄소나노튜브인 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,
상기 탄소나노튜브는,
플라즈마 화학기상증착법을 이용하여 성장시키는 것을 특징으로 하는 단계를 포함하여 형성되는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 15

제 7 항에 있어서,
상기 기본 단위로 형성된 에미터 상부에 상기 에미터들이 함침되도록 레지스트를 형성하는 단계와;
상기 레지스트에 전자방출 소자가 에미터 군으로 구분되도록 대응되는 영역의 레지스트를 제거하기 위한 패턴을 형성하는 단계와;
상기 패턴을 제거하여 전자방출 소자를 노출시키면서 기본 단위로 구분되는 스페이서를 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,
상기 레지스트는 무기 레지스트, 유기 레지스트, 유·무기 혼합형 레지스트 또는 감광형 유리페이스트 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,
상기 레지스트에 패턴을 형성한 후 100~600℃에서 소결시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,
상기 레지스트의 패턴부분을 제거하는 방법은,
디벨로퍼 이용법, 건식 에칭법 또는 습식 에칭법 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 19

제 15 항에 있어서,
상기 스페이서 상부에 상기 캐소드 전극과 직교하는 스트라이프 형태의 애노드 전극을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,
상기 애노드 전극은 그리드인 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법.

청구항 21

기관 상부에 스프라이프 형태의 캐소드 전극을 형성하고 그 상부에 촉매 금속층을 형성하는 단계와;

상기 촉매 금속층 상부에 포토레지스트층을 형성하고 리소그래피 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 단계와;

상기 캐소드 전극과 직교하는 스트라이프 형태로 X-ray 빔을 방출하기 위한 타겟 물질인 금속을 이용하여 다수 개의 애노드 전극을 형성하는 단계와;

상기 애노드 전극이 형성된 기판을 상기 에미터와 일정거리 이격시켜 설치하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프의 제조방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 캐소드 전극과 에미터들이 형성된 기판 상부에 에미터들이 함침되도록 레지스트를 형성하는 단계와;

상기 레지스트에 전자방출 소자가 기본 단위로 구분되도록 대응되는 영역의 레지스트를 제거하기 위한 패턴을 형성하는 단계와;

상기 패턴을 제거하여 전자방출 소자를 노출시키면서 기본 단위로 구분되는 스페이서를 자동으로 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

- <1> 본 발명은 부분 구동이 가능한 능동형 엑스레이 램프(X-ray lamp) 및 그 제조방법에 관한 것으로, 특히 평면형 엑스레이 램프에 사용되는 기본 단위의 필드 에미터(field emitter; 이하 '필드 에미터 셀'이라 함)를 M×N개 배열하여 형성하고, 각각의 필드 에미터 셀에 선택적으로 전원을 인가하여 전체 또는 일부분에서 전자가 방출되도록 함으로써 하나의 엑스레이 램프로 원하는 크기의 엑스레이를 촬영할 수 있도록 하는 능동 구동형 엑스레이 램프에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 일반적으로 엑스레이 램프는 X선관이라고도 하며 일종의 진공방전관을 사용하여 고전압 하에서 가속한 전자를 방출하고, 상기 방출된 전자를 타겟(traget:표적)인 금속판에 충돌시켜 X-선을 발생시킨다.
- <3> 상기와 같은 진공방전관은 많은 양의 전자를 방출하기 위해서는 그 부피가 매우 커지기 때문에 방사선 가속기인 싱크로트론이나 고출력 레이저와 고체 타겟을 이용하는 레이저-플라즈마 또는 열전자 방출소자를 주로 사용하고 있다.
- <4> 그러나, 상기 싱크로트론에서 발생하는 엑스레이 광원은 높은 평균 출력을 제공할 수 있으나, 이 역시 그 크기가 거대하여 일정한 설치공간이 필요하므로 설치장소가 한정되고, 상대적으로 많은 제작비용이 소모된다는 문제점이 있었다.
- <5> 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 엑스레이 광학계 자체를 손상시키거나 그 코팅을 부식시킨다는 문제점도 있었다.
- <6> 또한, 상기 열전자 방출소자는 대면적화에 한계를 가지고 있으므로 원하는 크기의 전자방출 소자를 제공할 수 없다는 문제점도 있었다.
- <7> 상기와 같이 종래의 엑스레이 램프에서 발생하는 문제점들을 해결하기 위하여 전자방출원으로서 새로운 소자의

필요성이 증대되고 있는 실정이다.

- <8> 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 때 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.
- <9> 종래의 소프트 엑스레이는 주로 작은 선폭의 노광이 가능하고, MEMS 분야에서 고종형비의 구조물을 제작하는 데에 있어서 큰 이점이 있다. 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 사용하기에는 적합하지 않다는 문제점이 있었다.
- <10> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 출원인은 2007년 5월 22일자로 특허출원 제2007-49448호로 '엑스레이 램프 및 엑스레이 램프용 필드 에미터 제조방법'을 출원한 바 있다.
- <11> 상기 엑스레이 램프는 도1에 도시된 바와 같이, 탄소나노 튜브(CNT)를 이용하여 캐소드 전극(120)에 형성된 에미터(130)와, 그 에미터 상부에 일정거리 이격되어 형성된 게이트 전극을 갖는 필드 에미터(100)로 이루어진 전자방출원과; 상기 전자방출원으로부터 방출을 유도하며, 방출된 전자를 충돌시켜 X선을 방출하는 애노드 전극인 금속 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 타겟(12)과 전자방출원의 애노드 전극인 상기 타겟(12)에 전원을 공급하는 DC 전원공급기(14)와; 상기 전자방출원의 필드 에미터(100)를 구성하며 기판(110) 상부에 형성된 캐소드 전극(120)에 전원을 공급하는 AC/DC 전원공급기(15)로 구성하였다.
- <12> 또한, 상기 전자방출원인 필드 에미터는 그 크기를 다양하게 형성하여 원하는 크기의 엑스레이 빔을 발생시킬 수 있는 엑스레이 램프를 제조하였다.
- <13> 그러나, 상술한 바와 같은 필드 에미터를 전자 방출원으로 이용한 엑스레이 램프는 필드 에미터의 크기에 따라 그 크기가 결정되기 때문에, 다양한 크기의 엑스레이 촬영을 위해서는 다양한 크기의 엑스레이 램프를 갖는 다수개의 엑스레이 램프를 갖고 있어야 한다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <14> 상술한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 하나의 금속 타겟에 전자를 방출하여 엑스레이 빔을 발생시키기 위하여 엑스레이 램프에 사용되는 필드 에미터를 수개 내지 수십개의 에미터를 갖는 필드 에미터 셀이 M×N개로 배열되게 형성하고, 상기 필드 에미터 셀의 에미터군들이 형성된 캐소드 전극과 상호 교차하도록 애노드 전극을 형성하며, 상기 에미터군들 중 전자가 방출되기를 원하는 에미터군에 해당하는 캐소드 전극과 애노드 전극에 전원을 인가하여 원하는 필드 에미터 셀(들)에서만 전자를 방출하여 원하는 크기의 엑스레이 빔을 얻을 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.
- <15> 또한, 하나의 대면적 타겟만을 설치하고 원하는 면적에서 전자가 방출되도록 하여 엑스레이 빔의 크기가 다른 별도의 엑스레이 장치가 없이도 하나의 엑스레이 장치에서 다양한 크기의 엑스레이 빔을 얻을 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <16> 또한, 기판 상부에 스트라이프 형태의 캐소드 전극을 형성하고, 하나의 캐소드 전극 상부에 다수개의 에미터군을 형성하고, 상기 에미터군들 사이에 스페이서를 형성하여 방출된 전자의 간섭을 방지하며, 상기 스페이서 상부에 캐소드 전극과 교차하는 스트라이프 형태의 애노드 전극을 형성함으로써 전자가 방출되기를 원하는 에미터군들을 포함하는 캐소드 전극과 애노드 전극을 선택하여 전원을 인가함으로써 원하는 부분에서만 전자를 방출시킬 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.
- <17> 또한, 상기 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 그리드 등을 이용하여 게이트 전극을 더 형성함으로써 방출되는 전자의 양과 방출속도를 더 증가시킬 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제 해결수단

<18> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 전자방출원과, 전자방출원으로부터 방출된 전자를 충돌시켜 X선을 방출하는 타겟과, 상기 타겟에서 방출된 X선을 필터링하기 위한 글라스 필터와, 상기 전자방출원과 타겟, 그리고 글라스 필터가 설치되는 진공 케이스와, 상기 타겟과 전자방출원에 전원을 공급하는 전원공급기로 구성된 X-ray 램프에 있어서, 상기 전자방출원은 대면적 기관 상부에 스트라이프 형태로 형성된 다수개의 캐소드 전극과; 상기 각각의 캐소드 전극 상부에 일정한 간격을 갖도록 형성된 에미터군들과; 상기 각각의 에미터군들 사이를 구획하는 스페이서와; 상기 캐소드 전극과 직각을 이루는 스트라이프 형태로 형성되며 상기 각각의 에미터군에서 방출하는 전자를 통과시키는 다수개의 애노드 전극을 포함하여서, 전원이 인가된 캐소드 전극과 애노드 전극이 교차하는 에미터군에서만 전자가 방출되도록 하는 것을 특징으로 하는 능동 구동형 엑스레이 램프를 제공한다.

<19> 또한, X-Ray 램프의 전자방출원을 제조하는 방법에 있어서, 기관 상부에 스프라이프 형태의 캐소드 전극을 형성하고 그 상부에 촉매 금속층을 형성하는 단계와; 상기 촉매 금속층 상부에 포토레지스트층을 형성하고 리소그래피 공정에 의해 원하는 위치에 원하는 모양의 패턴을 형성하고 촉매 금속층이 노출되도록 레지스트층을 제거하는 단계와; 상기 노출된 촉매 금속층을 식각하고, 식각되지 않은 촉매 금속층 상부의 레지스트층을 잔류시키는 단계와; 상기 패턴닝된 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 제조방법을 제공한다.

효 과

<20> 본 발명은 하나의 금속 타겟에 전자를 방출하여 엑스레이 빔을 발생시키기 위한 엑스레이 램프에 사용되는 필드 에미터를, 수개 내지 수십개의 에미터를 갖는 필드 에미터 셀이 $M \times N$ 개로 배열되도록 형성하고, 상기 필드 에미터 셀을 구성하는 에미터군에 전원을 공급하기 위한 캐소드 전극과 애노드 전극을 상호 교차하도록 형성하며, 교차하는 다수개의 캐소드 전극과 애노드 전극 중 전자가 방출되기를 원하는 필드 에미터 셀에 해당하는 캐소드 전극과 애노드 전극에 전원을 인가하여 원하는 부분에서만 전자를 방출하여 원하는 크기의 엑스레이 빔을 얻을 수 있다.

<21> 또한, 하나의 대면적 타겟만을 설치하고 원하는 면적에서 전자가 방출되도록 하여 엑스레이 빔의 크기가 다른 별도의 엑스레이 장치가 없이도 하나의 엑스레이 장치에서 다양한 크기의 엑스레이 빔을 얻을 수 있다.

<22> 또한, 기관 상부에 스트라이프 형태의 캐소드 전극을 형성하고, 하나의 캐소드 전극 상부에 일정한 간격으로 다수개의 에미터군을 형성하고, 상기 에미터군들 사이에 스페이서를 형성하여 방출된 전자의 간섭을 방지하며, 상기 스페이서 상부에 캐소드 전극과 교차하는 스트라이프 형태의 애노드 전극을 형성함으로써 전자가 방출되기를 원하는 에미터군들이 형성된 캐소드 전극과 그 에미터군들 상부에 형성된 애노드 전극을 선택하여 전원을 인가함으로써 원하는 부분에서만 전자를 방출시킬 수 있다.

<23> 또한, 상기 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 그리드 등을 이용하여 게이트 전극을 더 형성함으로써 에미터군들로부터 방출되는 전자의 양과 전자의 속도를 증가시킬 수도 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<24> 이하, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명을 좀 더 상세히 설명하기로 한다.

<25> 도2는 도1에 도시된 바와 같은 능동 구동형 엑스레이 램프를 구성하는 전자방출원인 필드 에미터를 개략적으로 나타낸 것으로서, 기관(200) 상부에 스트라이프 형태로 형성된 다수개의 캐소드 전극(210) 상부에 적어도 하나 이상의 에미터(221)를 하나의 군으로 묶어 기본 단위로 에미터군(220)들이 다수개 형성된다. 즉, M개의 캐소드 전극(210) 각각마다 N개의 에미터군(220)들이 형성되고 전체적으로는 $M \times N$ 개의 에미터 군들이 형성된다.

<26> 상기과 같이 스프라이프 형태로 형성된 다수개의 캐소드 전극(210) 상부에 N개의 에미터군(220)을 형성하는 방법은, 유리, 금속, 석영, 규소 또는 알루미늄(Al_2O_3)로 형성된 기관(200) 상부에 M개의 스트라이프 형태를 갖는 게이트 전극(210)을 형성하고, 그 상부에 촉매 금속층을 형성한다. 상기 촉매 금속층은 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 기관 상에 수십 내지 수백 Å, 바람직하게는 100 내지 300Å의 두께로 형성한다.

- <27> 다음에, 상기 촉매 금속층 상부에 포토레지스트층을 형성하고 패터닝한 후 패터닝된 부분을 제거하여 상기 촉매 금속층을 원하는 간격으로 노출되도록 한다. 이때, 상기 포토레지스트층은 스핀코팅의 속도를 조정하여 0.3 ~ 10 μm 의 두께를 갖도록 한다. 또한, 상기와 같은 두께로 형성된 포토레지스트층은 100 ~ 250 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 소결한 후, UV와 마스크를 이용하여 필요한 형태의 패턴 노광 과정을 수행하여 이를 현상한다. 다음에, 600 $^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 용융과정을 거쳐 비노광된 부분에 화학적 변형을 가하여 촉매 금속층이 노출되도록 패터닝된 레지스트층을 형성한다. 상기 포토레지스트층을 형성하기 위해 무기 레지스트, 유기 레지스트 및 유/무기 혼합형 레지스트, 또는 감광형 유리페이스트 중 어느 하나를 사용한다.
- <28> 다음에, 상기 패터닝된 레지스트층에 의해 노출된 촉매 금속층을 식각하여 제거한다. 상기 식각 방법으로는 소량의 염산과 질산을 초순수에 희석하여 식각을 하게 된다. 이 때 초순수의 양을 조절하여 식각 속도를 조절할 수 있다. 상기와 같이 에미터 어레이를 형성하기 위해 노출된 촉매 금속층을 식각하여 제거한 후, 남아있는 촉매 금속층 상부의 레지스트층을 제거함으로써 원하는 에미터 어레이를 얻을 수 있다. 또한, 상기와 같이 촉매 금속층 상부에 포토레지스트층을 형성하고 리소그래피 방법과 식각방법으로 에미터 어레이를 형성하는 대신에 촉매 금속층을 형성하기 전에 포토레지스트를 도포하고 필요 없는 부분을 식각하는 리프트 오프(lift-off) 방법도 사용할 수 있다.
- <29> 다음에, 상기 원하는 어레이 형태로 촉매 금속층이 형성된 기판을 반응로(furnace)에서 어닐링방법을 통해 처리하여 촉매 금속층의 촉매 금속입자가 CNT 성장 가능한 수준의 씨앗(Seed)으로 성장한 상태를 나타낸 것으로, 상기 어닐링방법은 반응로의 온도를 약 500 내지 800 $^{\circ}\text{C}$ 로 유지한 상태에서 30 분 내지 수 시간 동안 수행한다. 상기 어닐링에 의해 에미터가 형성될 패턴 영역에서는 촉매 금속층으로 사용한 니켈 등이 CNT가 성장되도록 묻쳐지게 된다. 즉, 상기 어닐링된 촉매 금속층을 이루는 촉매 금속 입자가 기판과의 결정 네트워크를 매개체로 하여 일정 시간 진행 후 탄소나노튜브 성장이 가능할 수준의 씨앗(Seed)으로 성장된다.
- <30> 다음에, 상기 촉매 금속 입자가 씨앗으로 성장한 어닐링된 촉매 금속층 상부에 에미터(221)로서 CNT를 성장시킨다. 상기 CNT는 플라즈마 화학기상 증착법을 사용하여 성장시키며, 플라즈마 화학기상증착 장치의 증착실의 온도를 약 450 내지 800 $^{\circ}\text{C}$ 로 유지하고, 2 Torr의 내부 압력의 조건에서, 메탄(CH_4), 에틸렌(C_2H_2), 프로필렌(C_3H_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) 30 sccm 및 암모니아(NH_3) 70 sccm을 동시에 공급하여 성장시킨다.
- <31> 상기 플라즈마 화학기상증착 장치의 증착실로 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) ($\text{C}=\text{C}$ 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(221)는 일방향으로 길게 성장한다.
- <32> 상기 촉매 금속 입자의 형태가 둥글거나 뾰족한 경우에는 탄소나노튜브의 말단 또한 원형(round) 또는 뾰족(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 에미터 팁의 머리 위에 위치할 수도 있다.
- <33> 상기와 같은 방법으로 본 발명의 필드 에미터는 기판 상부에 스트라이프 형태로 형성된 M개의 캐소드 전극과, 상기 각각의 캐소드 전극 상부에 형성된 N개의 에미터군들을 갖도록 구성한다. 이때, 상기 각각의 캐소드 전극은 선택적으로 전원을 인가할 수 있도록 한다.
- <34> 다음에, 상기 캐소드 전극들 상부에 형성된 에미터군(220)들 사이의 공간에 스페이서(230)를 형성한다. 상기 스페이서(230)의 형성방법은, 상기 M×N개의 에미터군(220)들이 모두 함침되도록 일정한 높이를 갖는 스페이서를 형성하도록 레지스트를 적층한다. 상기 레지스트는 게이트 전극과 후술하는 애노드 전극과의 간격을 고려하여 일정한 높이로 스크린 프린팅, 화학기상증착법 또는 스핀코팅 방법으로 형성한 다음, 100 ~ 600 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 소결하며, 소결된 상부기판에 형성된 각각의 기본 단위의 에미터들이 노출되도록 디벨로퍼(developer)를 이용하여 제거함으로써 기본적인 에미터 군 단위로 구분하는 스페이서를 형성한다.
- <35> 다음에, 상기 스페이서(230) 상부에 또는 상기 스페이서로부터 일정거리 이격시켜 상기 캐소드 전극(210)들과

교차하는 스트라이프 형태의 애노드 전극(240)을 형성한다. 상기 애노드 전극(240)은 상기 스페이서(230) 상부에 각각의 에미터군(220)들이 방출하는 전자가 통과할 수 있도록 다수개의 구멍이 형성된 그리드 등을 이용하여 상기 캐소드 전극과 직각으로 교차하는 스트라이프 형태로 형성한다. 이때 상기 각각의 애노드 전극(240)들은 선택적으로 전원 공급이 가능하도록 한다.

- <36> 도3은 상기한 방법으로 제조된 능동 구동형 필드 에미터를 나타낸 것으로, 대면적 기관(200) 상부에 M×N개의 필드 에미터셀들이 형성되고, 상기 필드 에미터셀들 각각은 캐소드 전극(210)과 애노드 전극(220)에 인가되는 전원에 따라 일부 또는 전체가 전자를 방출한 후 도1과 같은 금속 타겟에 충돌하여 엑스레이 빔을 방출함으로써 원하는 빔의 크기를 얻을 수 있다.
- <37> 다음에, 도4는 본 발명에 따른 능동 구동형 필드 에미터의 다른 실시예를 나타낸 것으로, 상기 스페이서(230)의 중간 또는 스페이서(230) 상부에 상기 애노드 전극(240)과 일정한 간격을 유지하도록 게이트 전극(250)을 더 형성한 것을 나타낸 것이다. 상기 게이트 전극(250)은 그리드 등을 이용하여 기관의 크기와 동일하게 형성하거나, 상기 캐소드 전극(210)과 평행하게 스트라이프 형태를 갖도록 형성할 수도 있다. 상기와 같이 형성된 게이트 전극(250)은 전자방출의 양을 증가시키고 방출된 전자의 속도를 가속시킨다.
- <38> 다음에, 도5는 본 발명에 따른 능동 구동형 엑스레이 램프의 다른 실시예를 나타낸 것으로, 상기 능동 구동형 필드 에미터로부터 방출된 전자가 X-ray 빔을 방출하기 위해 충돌하는 금속 타겟을 대신하여, 도4와 같이 셀 단위로 구획된 에미터 군들을 갖는 스페이서(230) 상부에 형성되며 상기 캐소드 전극(210)과 교차하도록 스트라이프 형태로 형성된 애노드 전극(310)과, 상기 애노드 전극(310)에 전원을 공급하는 DC전원공급기(14)와; 상기 캐소드 전극(210)에 전원을 공급하는 AC/DC 전원공급기(15)와; 상기 애노드 전극(310)에 충돌하여 발생한 X-ray 빔을 필터링하기 위한 글라스 필터(13)로 구성된다. 이때 상기 애노드 전극(310)을 X-ray 램프에서 타겟으로 사용되는 구리 등의 금속을 이용하여 얇게 형성함으로써 각각의 에미터군으로부터 방출된 전자가 상기 애노드 전극을 구성하는 금속에 부딪친 후 그 금속을 통과하면서 X-ray 빔을 방출하게 된다.
- <39> 즉, 구리나 텅스텐 등의 금속을 이용하여 얇은 애노드 전극을 형성하는 것 만으로 별도의 금속 타겟 없이 X-ray 빔을 방출할 수 있다.

산업이용 가능성

- <40> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 능동 구동형 엑스레이 램프는 촬영하고자 하는 부분의 크기에 따라 엑스레이 램프로부터 방출되는 엑스레이 빔의 크기를 조절할 수 있으므로 한대의 엑스레이 장치로 다양한 크기의 엑스레이 촬영이 가능하여 병원 등에서 한대의 장비만으로 다양한 크기의 촬영이 가능하도록 한다.

도면의 간단한 설명

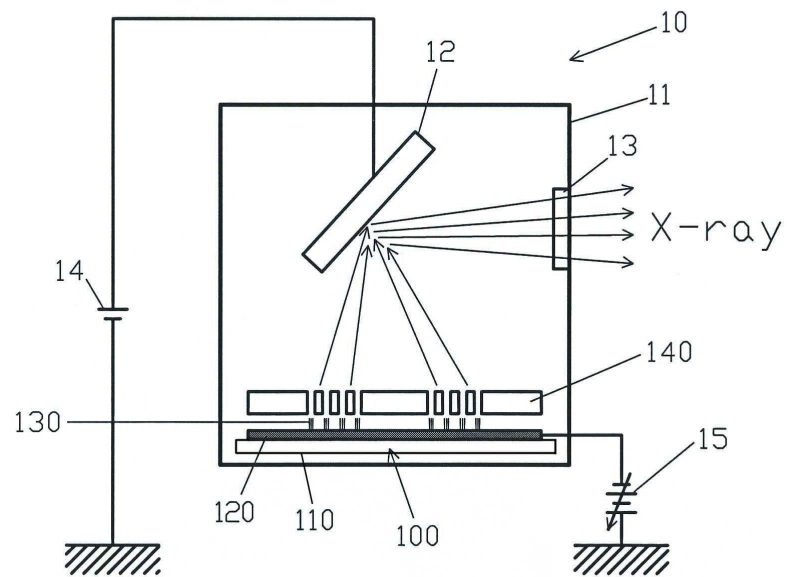
- <41> 도1은 엑스레이 램프의 일반적인 구성을 나타낸 단면도.
- <42> 도2는 본 발명에 따른 능동 구동형 엑스레이용 램프의 전자방출원인 필드 에미터의 구성을 나타낸 분해사시도.
- <43> 도3은 본 발명에 따른 능동 구동형 엑스레이 램프의 전자방출원인 필드 에미터의 한 실시예를 나타낸 사시도.
- <44> 도4는 본 발명에 따른 능동 구동형 엑스레이 램프의 전자방출원인 필드 에미터의 다른 실시예를 나타낸 사시도.
- <45> 도5는 본 발명에 따른 능동 구동형 엑스레이 램프의 실시예를 나타낸 사시도.

- <46> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

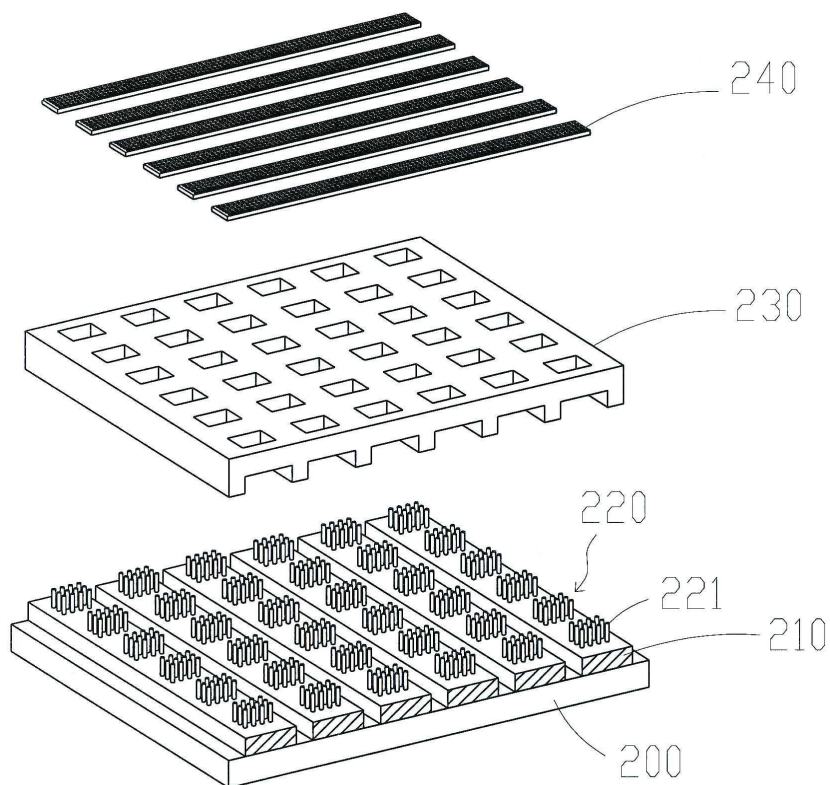
- | | |
|------------------------|-------------------|
| <47> 10 : 엑스레이 램프 | 11 : 케이스 |
| <48> 12 : 타겟 | 13 : 글라스 필터 |
| <49> 14 : DC 전원공급기 | 15 : AC/DC 전원공급기 |
| <50> 100 : 필드 에미터 | 110, 200 : 기관 |
| <51> 120, 210 : 캐소드 전극 | 130, 221 : 에미터 |
| <52> 220 : 에미터군 | 230 : 스페이서 |
| <53> 240, 310 : 애노드 전극 | 140, 250 : 게이트 전극 |

도면

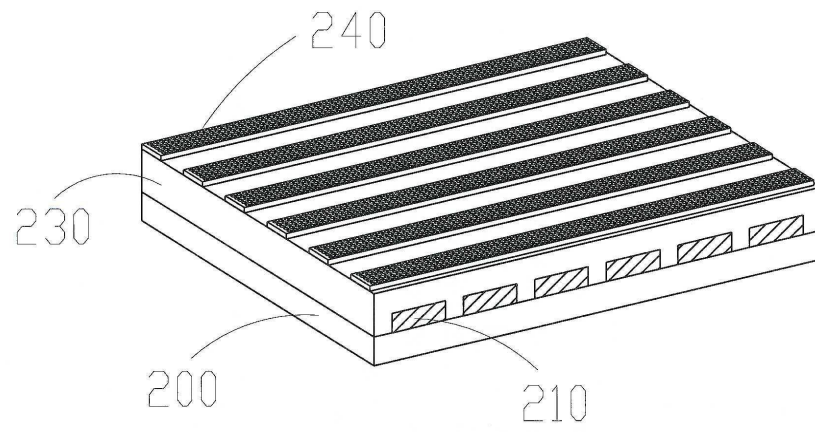
도면1



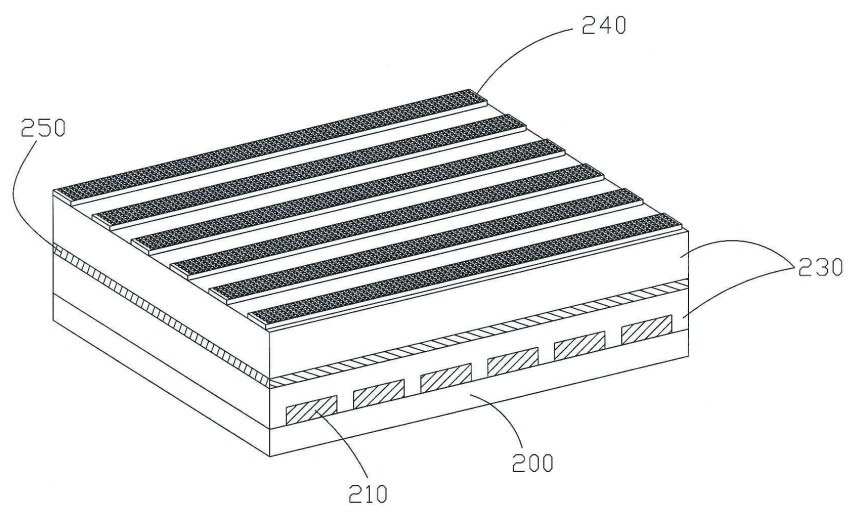
도면2



도면3



도면4



도면5

