



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0123253
(43) 공개일자 2010년11월24일

(51) Int. Cl.

H01J 35/04 (2006.01) H01J 1/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0042380

(22) 출원일자 2009년05월15일

심사청구일자 2009년05월15일

(71) 출원인

한국전기연구원

경상남도 창원시 성산구 성주동 28-1

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김종욱

서울특별시 양천구 신정2동 쌍용아파트 101동 502호

조은주

경기도 안산시 상록구 사동 1422-15번지 502호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인명문

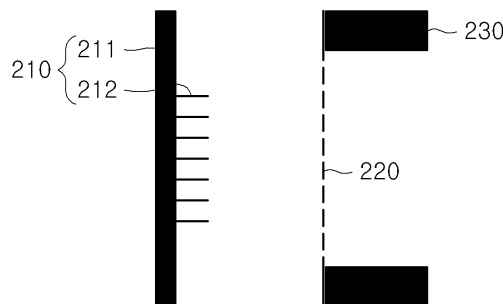
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 나노구조 물질 기반 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조

(57) 요약

본 발명에 의한 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조가 개시된다. 본 발명에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조는 전자를 방출하는 나노구조 물질로 이루어진 나노 에미터; 상기 나노 에미터와 소정거리 이격되어, 상기 나노 에미터로부터 방출된 상기 전자의 일부 또는 전체를 추출하는 그리드 전극; 및 상기 그리드 전극의 일부에 결합되어, 추출된 상기 전자를 양극에 집속시키는 집속 전극을 포함한다. 이처럼, 본 발명은 그리드 전극과 집속 전극을 결합시켜 일체화함으로써, 제조 단가를 절감시키고 제조 공정을 단순화할 뿐만 아니라 전자를 보다 작은 영역에 집속시켜 X-선관의 효율을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

정순신

경기도 안산시 상록구 사3동 푸르지오7차아파트
712동 1802호

최해영

경기도 안산시 상록구 사1동 1563-6 한양캐슬 407
호

설승권

서울특별시 동작구 사당동 1050-23번지 남양빌라
302호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 CR070054

부처명 서울특별시

연구관리전문기관

연구사업명 서울시 산학연 협력사업(2007년 기술기반 구축 핵심사업)

연구과제명 나노 기반 차세대 방사선 진단기 연구단

기여율

주관기관 경희대 산학협력단

연구기간 2007년 08월 01일 ~ 2009년 07월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

전자를 방출하는 나노구조 물질로 이루어진 나노 에미터;

상기 나노 에미터와 소정거리 이격되어, 상기 나노 에미터로부터 방출된 상기 전자의 일부 또는 전체를 추출하는 그리드 전극; 및

상기 그리드 전극의 일부에 결합되어, 추출된 상기 전자를 양극에 집속시키는 집속 전극

을 포함하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 그리드 전극과 상기 집속 전극은 물리적으로 결합되어, 일체로 형성되는 것을 특징으로 하는 나노 구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조.

청구항 3

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 집속 전극은,

그 일측에서, 상기 그리드 전극으로부터 상기 양극에 가까워질수록 그 내경이 점점 증가하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 집속 전극은,

상기 그리드 전극으로부터 상기 양극에 가까워질수록 그 내경이 소정의 각도로 경사지게 형성되는 것을 특징으로 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 집속 전극은,

상기 그리드 전극으로부터 상기 양극에 가까워질수록 그 내경이 급격히 경사지도록 형성되는 것을 특징으로 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조.

청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 집속 전극은,

상기 그리드 전극으로부터 상기 양극에 가까워질수록 그 내경이 적어도 하나의 단을 갖도록 단차지게 형성되는 것을 특징으로 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조.

청구항 7

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

소정 거리 이격되어, 상기 집속 전극을 통과한 전자를 상기 양극에 집속시키는 보조 집속 전극을 더 포함하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조.

청구항 8

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 나노구조 물질은,

탄소나노튜브(carbon nano tube), 그래핀(graphene), nano-fiber, nano-rod, nano-needle, 및 nano-pin 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 사용되고 있는 X-선관은 진공 밀봉된 벌브 내부에 음극부와 양극부가 설치되어 있고 음극부에서 발생된 전자가 음극부와 양극부 사이에 인가되는 고전압에 의해 가속되어 양극부의 타겟에 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. 그러나 이러한 열전자 방출 현상을 이용하는 엑스선관의 경우 텅스텐 필라멘트의 가열이 반복됨에 따라 필라멘트의 열화가 진행되어 전자 방출 특성을 변화하게 하고 X-선관의 수명을 제한하며 열전자를 방출시키기 위해 필라멘트를 가열할 때 생기는 열적 문제 때문에 필라멘트 및 집속부에서 발생하는 탈기체 및 내부 가열로 인해 진공도가 떨어지며, 필라멘트의 가열 시 증발된 텅스텐이 타겟 표면, 진공 챔버 내벽 등에 증착되어 고압 절연을 저하시키고 투과 방사선량을 감소시키는 등의 문제점이 발생한다.

[0004] 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. 특히, 전자 방출 전압이 1 ~ 3 V/μm로서 다른 금속 팁보다 수십 배 정도 낮은 탄소나노튜브(carbon nanotube)를 전자 방출원의 재료로서 이용하는 X-선관에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0005] 도 1은 종래 기술에 따른 탄소나노튜브 기반의 X-선관을 위한 전극 구조를 나타내는 예시도이다.

[0006] 도 1에 도시한 바와 같이, 종래 기술에 따른 탄소나노튜브 기반의 X-선관을 위한 전극 구조는 전자를 방출하는 탄소나노튜브(112)로 구성된 CNT 에미터(110), 게이트 또는 그리드 전극(120), 절연체(130), 및 집속 전극(140) 등을 포함한다.

[0007] 종래 기술에 따른 X-선관의 동작 원리를 간단히 설명하면 다음과 같다. 전압이 안가되면, 에미터(110) 위에 균일한 전계가 형성되어 그 형성된 전계에 따라 에미터(110)에서 방출된 전자는 사방으로 퍼져나가게 된다.

[0008] 그리드 전극(120)은 에미터와 소정거리 이격되어, 에미터로부터 방출된 전자의 일부 또는 전체를 추출하고, 집속 전극(140)은 추출된 전자를 양극(도시되지 않음)에 집속시킴으로써, 전자가 양극에 충돌하면서 소정 X-선을 발생시키게 된다.

[0009] 이처럼, 그리드 전극(120)과 집속 전극(140) 간 일정 거리를 유지하며 분리될 수 있도록 절연체(130)가 그리드 전극(120)과 집속 전극(140) 사이에 들어가는데, 이러한 절연체의 사용으로 인해 X-선관의 제조 단가가 높아진다는 문제점이 있다.

발명의 내용

[0010] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 그리드 전극과 집속 전극을 결합시켜 일체화함으로써, 제조 단가를 절감시킬 수 있도록 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 제공하는데 있다.

- [0011] 본 발명은 그리드 전극과 집속 전극을 결합시켜 일체화함으로써, 제조 공정을 단순화할 수 있도록 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 제공하는데 있다.
- [0012] 본 발명은 그리드 전극과 집속 전극을 결합시켜 일체화하되 집속 전극의 형태를 변화시켜 전계를 변화시키기 때문에, 전자를 보다 작은 영역에 집중시킬 수 있도록 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 제공하는데 있다.
- [0013] 또한, 본 발명은 그리드 전극과 집속 전극을 결합시켜 일체화하되 집속 전극의 형태를 변화시켜 전계를 변화시키기 때문에, X-선관의 효율을 더욱 향상시킬 수 있도록 하는 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 제공하는데 있다.
- [0014] 이를 위하여, 본 발명의 한 측면에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조는 전자를 방출하는 나노구조 물질로 이루어진 나노 에미터; 상기 나노 에미터와 소정거리 이격되어, 상기 나노 에미터로부터 방출된 상기 전자의 일부 또는 전체를 추출하는 그리드 전극; 및 상기 그리드 전극의 일부에 결합되어, 추출된 상기 전자를 양극에 집중시키는 집속 전극을 포함할 수 있다.
- [0015] 바람직하게, 상기 그리드 전극과 상기 집속 전극은 물리적으로 결합되어, 일체로 형성될 수 있다.
- [0016] 필요에 따라, 상기 집속 전극은 그 일측에서, 상기 그리드 전극으로부터 상기 양극에 가까워질수록 그 내경이 점점 증가하도록 형성될 수 있다.
- [0017] 이때, 상기 집속 전극은 상기 그리드 전극으로부터 상기 양극에 가까워질수록 그 내경이 소정의 각도로 경사지게 형성될 수 있다. 상기 집속 전극은 상기 그리드 전극으로부터 상기 양극에 가까워질수록 그 내경이 급격히 경사지도록 형성될 수 있다. 상기 집속 전극은 상기 그리드 전극으로부터 상기 양극에 가까워질수록 그 내경이 적어도 하나의 단을 갖도록 단차지게 형성될 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명에 따른 전극 구조는 소정 거리 이격되어, 상기 집속 전극을 통과한 전자를 상기 양극에 집중시키는 보조 집속 전극을 더 포함할 수 있다.
- [0019] 필요에 따라, 상기 나노구조 물질은 탄소나노튜브(carbon nano tube), 그래핀(graphene), nano-fiber, nano-rod, nano-needle, 및 nano-pin 중 어느 하나일 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하에서는, 본 발명의 일실시예에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 첨부된 도 2 내지 도 6을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명은 그리드 전극과 집속 전극을 결합시켜 일체화하되 집속 전극의 형태를 변화시켜 전자의 이동 경로에 영향을 미치는 전계를 변화시키고자 하는 것이다.
- [0021] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 나타내는 제1 예시도이다.
- [0022] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조는 전자를 방출하는 나노구조 물질(212)로 이루어진 나노 에미터(210), 게이트 또는 그리드 전극(220), 및 집속 전극(230) 등을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0023] 나노 에미터(210)는 기판(211)과 나노구조 물질(212)로 이루어지는데, 기판(211)은 금속 또는 실리콘 등의 재료를 이용하여 형성될 수 있다. 그리고 소정 전압의 인가에 따라 전자를 방출하는 나노구조 물질(212)은 탄소나노튜브(carbon nano tube), 그래핀(graphene), nano-fiber, nano-rod, nano-needle, nano-pin 등을 의미할 수 있다.
- [0024] 이러한 나노구조 물질 중 특히, 탄소나노튜브를 일례로 설명하고자 한다. 예컨대, 탄소나노튜브는 기판(211) 상

부에 스크린 프린팅(screen printing) 방법이나 CVD(Chemical Vapor Deposition) 방법 등에 의해 성장될 수 있다.

[0025] 이때, 1) 스크린 프리팅 방법에 의해 탄소나노튜브를 성장시키는 과정을 간략히 설명하면, 기관의 상부 전면에 실버페인트를 도포한 후 스프레이건을 이용하여 탄소나노튜브 파우더를 2회 내지 3회 반복하여 뿌림으로써 적절량의 탄소나노튜브가 기관 위에 골고루 도포되도록 성장시킬 수 있다. 그리고 2) CVD 방법에 의해 탄소나노튜브를 성장시키는 과정을 간략히 설명하면, 기관 위에 TiN과 같은 버퍼층을 도포하고 Ni 나 Fe와 같은 촉매제를 도포한 후 아르곤이나 헬륨 같은 가스로 예칭 작업을 하여 시드 입자(seed particle)를 생성한 후 C_2H_2 등과 같은 탄소나노튜브 소스 가스를 주입하여 탄소나노튜브를 성장시킬 수 있다.

[0026] 특히, 탄소나노튜브(212)는 전자 방출 전압이 $1 \sim 3 \text{ V}/\mu\text{m}$ 로서 다른 금속 팁보다 수십 배 정도 낮아 전자 방출원의 재료로서 널리 사용되고 있다.

[0027] 그리드 전극(220)은 나노 에미터(210)로부터 방출된 전자의 일부 또는 전체를 추출할 수 있는데, 예컨대, 이러한 전자의 일부 또는 전체를 추출하기 위하여 그물망의 형태이면서 고전압 인가가 가능한 금속 재질로 이루어질 수 있다.

[0028] 예컨대, 그리드 전극(220)은 상용화된 수 μm 수준의 전선을 그물처럼 엮어서 제작한 금속 재질의 그물망이거나, 레이저 가공을 통해 수 μm 수준의 금속에 원과 같은 홀을 뚫어 제작한 금속 재질의 그물망일 수도 있다.

[0029] 집속 전극(230)은 그리드 전극(220)의 일부에 결합되어, 집속 전극(230) 주변에 형성된 전계에 의해 추출된 전자를 양극(도시되지 않음)에 집속시킬 수 있다. 특히, 집속 전극(230)은 그리드 전극(220)의 일부에 결합하되, 그 사이에 절연체를 넣지 않고 용접 등에 의해 물리적으로 결합될 수 있다.

[0030] 이와 같이, 본 발명은 그리드 전극과 집속 전극을 결합시켜 일체화함으로써, 그리드 전극과 집속 전극 사이에 절연체를 사용하지 않기 때문에 이로 인해 X-선관의 제조 단가를 절감시킬 수 있고 그 제조 공정 또한 단순화할 수 있다.

[0031] 도 3은 도 2에 도시된 집속 전극(230)의 다양한 형태를 나타내는 예시도이다.

[0032] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 구조는 앞의 도 2에서 설명된 내용과 기능 또는 역할은 모두 동일하며, 전자를 양극에 집속시키는 집속 전극의 형태를 변형할 수 있음을 보여주고 있다.

[0033] 집속 전극(330)은 그리드 전극(320)으로부터 양극에 가까워질수록 그 내경이 점점 증가하도록 형성되는데, 이러한 이유는 집속 전극 주변의 전계를 변화시켜 변화된 전계에 의해 전자가 퍼져나가지 않고 중앙으로 이동하도록 하기 위함이다.

[0034] 예컨대, 집속 전극(330)은 그 일측에서 그리드 전극(320)으로부터 양극에 가까워질수록 그 내경이 증가하도록 형성되되, 그림 (a)처럼 소정의 각도로 경사지게 형성되거나, 그림 (b)처럼 그 내경이 급격하게 경사지도록 형성되거나, 그림 (c)처럼 적어도 하나의 단(step)을 갖도록 단차지게 형성될 수 있다.

[0035] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 나타내는 제2 예시도이다.

[0036] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조는 전자를 방출하는 나노구조 물질(412)로 구성된 나노 에미터(410), 게이트 또는 그리드 전극(420), 집속 전극(430), 및 보조 집속 전극(440) 등을 포함하여 구성될 수 있다. 이러한 구성에 대한 설명은 앞의 도 2에서 설명한 내용과 동일하기 때문에 보조 집속 전극에 대한 설명만을 한다.

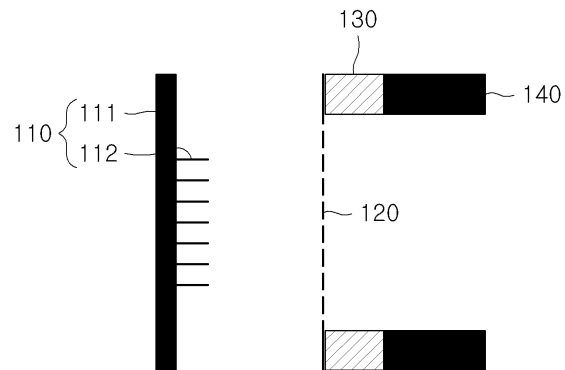
[0037] 즉, 보조 집속 전극(440)은 집속 전극(430)과 소정 거리 이격되어, 집속 전극(430)을 통과한 전자를 다시 양극(도시되지 않음)에 집속시킬 수 있는데, 물론 그 형태 또한 변형될 수 있다. 이러한 보조 집속 전극(440)과 집속 전극(430)의 사이는 진공 상태일 수 있다.

- [0038] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 전자의 이동 경로를 나타내는 예시도이다.
- [0039] 도 5에 도시한 바와 같이, 양극의 전압이 50kV, 게이트의 전압이 3kV이고, 나노 에미터의 직격이 2.5mm인 경우를 조건하에 시뮬레이션한 결과, 나노 에미터(510)에서 방출된 전자는 그리드전극(520)과 집속 전극(530)을 통해 집속되는데, 즉, 집속 전극(530)을 통과하면서 집속 전극(530) 주변에 형성된 전계에 의해 양극에 집속되는 것을 볼 수 있다.
- [0040] 이때, 양극에 집속된 전자빔의 직격은 대략 150 μ m로 관찰되어 지는데, 앞의 도3 처럼 집속 전극(530)의 형태를 여러 가지로 변화하거나 도 4처럼 보조 집속 전극을 추가하면, 전자가 집속되는 영역을 더욱 작게 형성할 수도 있다.
- [0041] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 실제 그리드 전극과 집속 전극의 결합 형태를 보여주는 예시도이다.
- [0042] 도 6에 도시한 바와 같이, 그리드 전극과 집속 전극을 결합하여 일체화하는 것을 보여주는데, 그림 (a)처럼 그리드 전극이 그 일측에 결합된 집속 전극을 볼 수 있고, 이를 그리드 전극이 결합된 부분을 위로하여 보면 그림 (b)와 같이 볼 수 있다.
- [0043] 이와 같이, 본 발명은 그리드 전극과 집속 전극을 결합시켜 일체화되 집속 전극의 형태를 변화시켜 전계를 변화시키기 때문에, 전자를 보다 작은 영역에 집속시킬 수 있을 뿐만 아니라 X-선관의 효율을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0044] 본 발명에 의한, 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조는 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 형태로 변형, 응용 가능하며 상기 실시 예에 한정되지 않는다. 또한, 상기 실시 예와 도면은 발명의 내용을 상세히 설명하기 위한 목적일 뿐, 발명의 기술적 사상의 범위를 한정하고자 하는 목적은 아니며, 이상에서 설명한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형, 및 변경이 가능하므로 상기 실시 예 및 첨부된 도면에 한정되는 것은 아님은 물론이며, 후술하는 청구범위뿐만이 아니라 청구범위와 균등 범위를 포함하여 판단되어야 한다.
- 도면의 간단한 설명**
- [0045] 도 1은 종래 기술에 따른 X-선관을 위한 전극 구조를 나타내는 예시도이고,
- [0046] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 나타내는 제1 예시도이고,
- [0047] 도 3은 도 2에 도시된 집속 전극(230)의 다양한 형태를 나타내는 예시도이고,
- [0048] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 나노구조 물질 기반의 X-선관을 위한 게이트-집속전극 일체형 전극 구조를 나타내는 제2 예시도이고,
- [0049] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 전자의 이동 경로를 나타내는 예시도이고,
- [0050] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 실제 그리드 전극과 집속 전극의 결합 형태를 보여주는 예시도이다.
- [0051] < 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >
- [0052] 210, 310, 510: 나노 에미터
- [0053] 211, 311: 기판
- [0054] 212, 312: 탄소나노튜브
- [0055] 220, 320, 520: 그리드 전극
- [0056] 230, 330, 530: 집속 전극

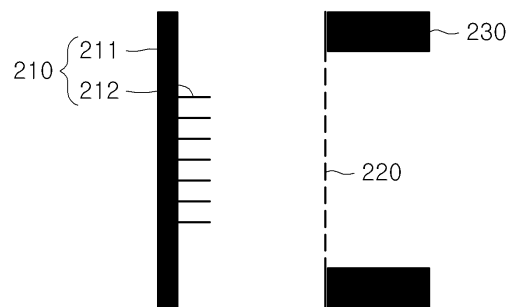
[0057] 340: 보조 집속 전극

도면

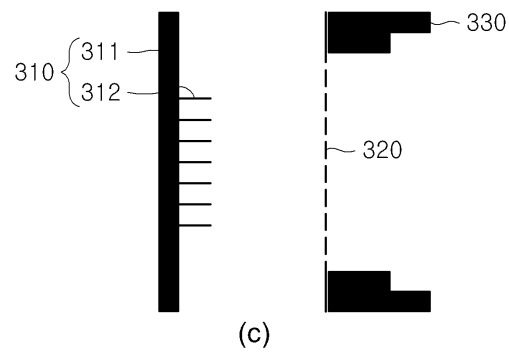
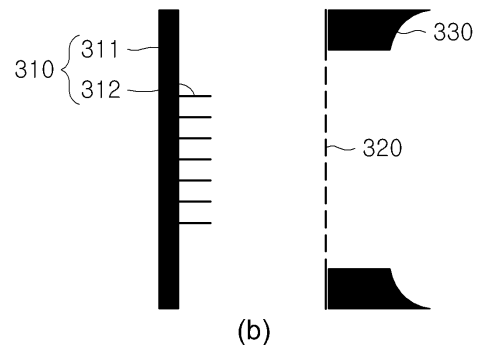
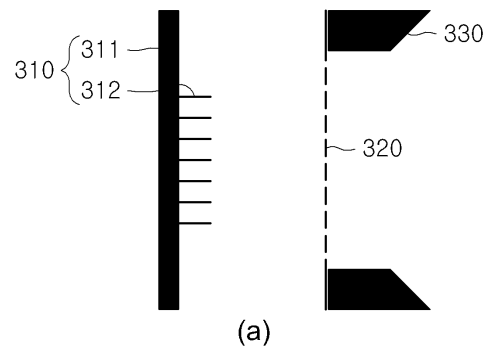
도면1



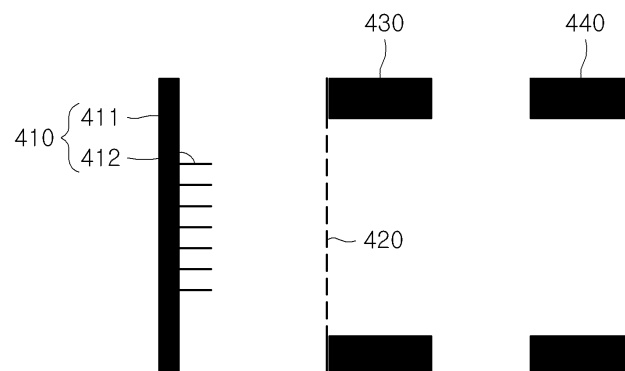
도면2



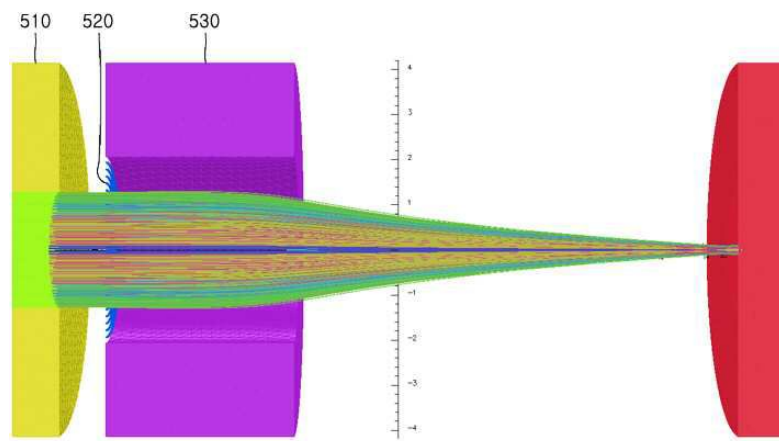
도면3



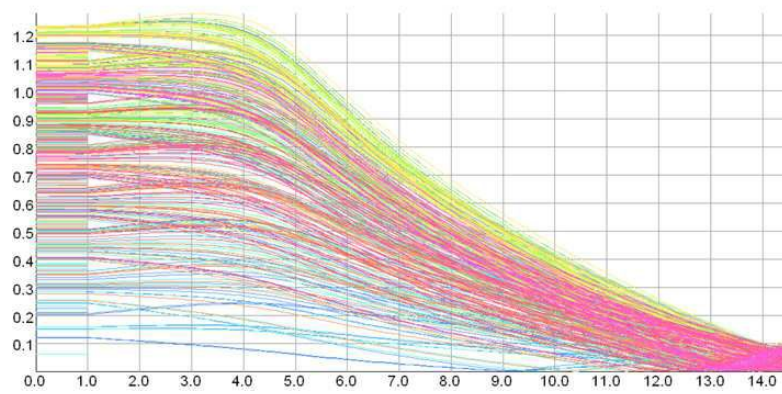
도면4



도면5



전자의 이동경로



도면6



(a)



(b)