(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0114732
(43) 공개일자 2019년10월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 35/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 35/045 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0003152
(22) 출원일자 2019년01월10일
심사청구일자 2019년01월10일
(30) 우선권주장
1020180037443 2018년03월30일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이철진
서울특별시 강북구 화계사길 32 (수유동)
이상헌
서울특별시 동대문구 무학로 197, 410호 (용두동, 안암빌딩)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

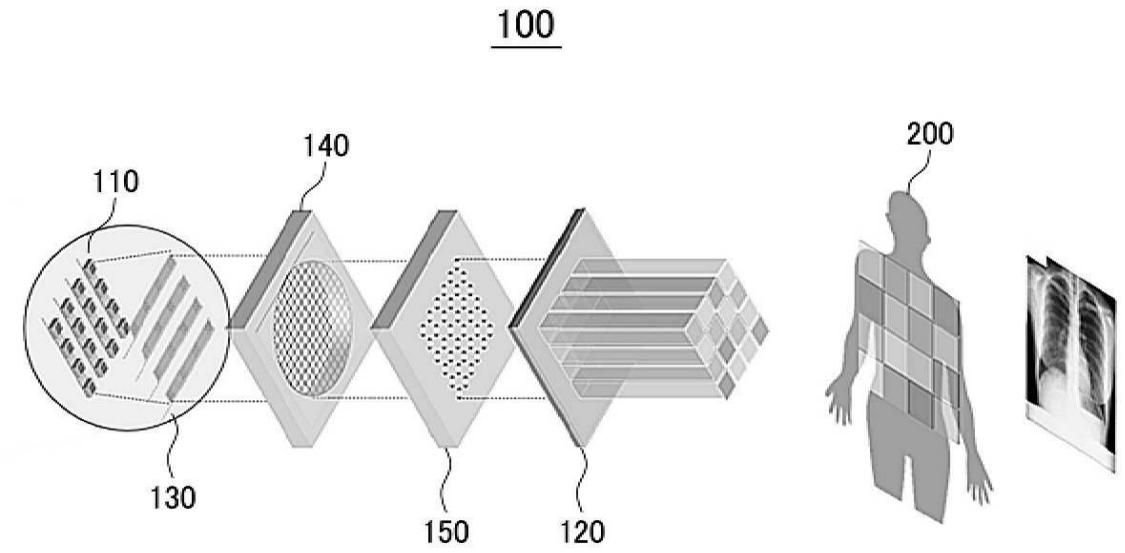
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **엑스선 소스 장치 및 그 제어 방법**

(57) 요 약

본 발명은 엑스선 소스 장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 전자 방출을 위해 캐소드 전극의 상면에 형성되는 에미터; 상기 캐소드 전극과 기설정된 거리만큼 이격되어 형성되는 애노드 전극; 상기 에미터와 상기 애노드 전극 사이에 위치하고, 적어도 하나 이상의 개구가 형성된 금속 전극으로 형성된 게이트 전극; 상기 게이트 전극과 상기 애노드 전극 사이에 위치하고, 상기 에미터로부터 전자 방출된 전자빔을 상기 애노드 전극으로 집속시키는 집속 렌즈; 및 상기 에미터와 게이트 전극에 대해 2차원 행렬 제어를 수행하여 상기 피사체의 위치별로 엑스선 선량을 조절하는 제어모듈을 포함하되, 상기 에미터는 제1 방향으로 어레이 배열되고, 상기 게이트 전극은 제2 방향으로 어레이 배열되며, 제1 방향과 제2 방향은 수직으로 교차되고, 상기 제어 모듈은 상기 어레이 배열의 규모에 따라 엑스선 선량을 결정하는 것이다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

한준수

경기도 의정부시 장곡로596번길 18, 104동 1204호 (신곡동, 드림밸리아파트)

고한빈

경기도 성남시 분당구 장미로 55, 105동 201호 (야탑동, 장미마을)

명 세 서

청구범위

청구항 1

피사체에 엑스선을 방출시키는 엑스선 소스 장치에 있어서,

전자 방출을 위해 캐소드 전극의 상면에 형성되는 에미터;

상기 캐소드 전극과 기설정된 거리만큼 이격되어 형성되는 애노드 전극;

상기 에미터와 상기 애노드 전극 사이에 위치하고, 적어도 하나 이상의 개구가 형성된 금속 전극으로 형성된 게이트 전극;

상기 게이트 전극과 상기 애노드 전극 사이에 위치하고, 상기 에미터로부터 전자 방출된 전자빔을 상기 애노드 전극으로 집속시키는 집속 렌즈; 및

상기 에미터와 게이트 전극에 대해 2차원 행렬 제어를 수행하여 상기 피사체의 위치별로 엑스선 선량을 조절하는 제어모듈을 포함하되,

상기 에미터는 제1 방향으로 어레이 배열되고, 상기 게이트 전극은 제2 방향으로 어레이 배열되며, 제1 방향과 제2 방향은 수직으로 교차되고,

상기 제어 모듈은 상기 어레이 배열의 규모에 따라 엑스선 선량을 결정하는 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어 모듈은 상기 에미터와 게이트 전극 사이의 전압 크기를 조절하여 인체에 필요한 부위별로 전자빔의 발생 밀도를 조절하는 2차원 행렬 제어를 수행하는 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 집속 렌즈와 애노드 전극 사이에 위치하고, 상기 집속 렌즈를 통과한 전자빔이 직진하여 상기 애노드 전극에 집속되도록 하는 전자빔 시준기(Electron Beam Collimator)를 더 추가하는 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 에미터는 진공여과방식으로 제작된 CNT 박막을 사용하여 제조되고,

상기 CNT 박막은 알코올용액을 사용하는 고밀도화(Densification) 공정 또는 고분자 유기물을 코팅시킨 후에 고온 및 진공 상태에서 열처리를 하는 탄화(Carbonization) 공정을 통해 제조된 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 에미터는 CNT 박막을 점(point) 형태 또는 선(line) 형태로 가공하여 제조하되,

적어도 하나 이상의 CNT 박막을 다각형으로 절단한 후 상기 절단된 다각형의 CNT 박막을 평판으로 압착하여 상기 캐소드 전극 사이에 삽입하는 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 게이트 전극은 홀이 형성된 금속 평판 또는 다각형 형태의 금속 메쉬(mesh)를 금속 전극으로 사용한 형태, 상기 금속 전극의 상부에 그래핀 박막을 부착시킨 형태, 2개의 금속 전극 사이에 적어도 하나 이상의 그래핀 박막을 삽입한 형태 중 어느 하나의 형태로 형성되는 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 집속 렌즈는 홀 형태로 제조되거나, 적어도 하나 이상의 그래핀 박막이 전사된 형태로 제조된 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 에미터는 CNT 박막, 그래핀 박막 또는 나노탄소물질 박막 중 어느 하나를 이용하여 제조된 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 엑스선 소스 장치는 유리 재질, 세라믹 재질 또는 금속 재질 중 어느 하나의 재질로 형성된 진공 용기 내부에 상기 에미터, 게이트 전극, 집속 렌즈, 시준기, 애노드 전극을 순차적으로 배치한 것인, 엑스선 소스 장치.

청구항 10

피사체에 엑스선을 방출시키는 엑스선 소스 장치의 제어 방법에 있어서,

상기 엑스선 소스 장치는, 캐소드 전극의 상면에 에미터가 제1 방향으로 어레이 배열되며, 상기 에미터와 애노드 전극 사이에 게이트 전극이 상기 제1 방향과 수직으로 교차되는 제2 방향으로 어레이 배열된 것이고,

상기 어레이 배열된 에미터와 게이트 전극에 대해 2차원 행렬 제어를 수행하여 상기 피사체의 위치별로 엑스선 선량을 조절하는 단계를 포함하되,

상기 피사체의 위치별로 엑스선 선량은 상기 어레이 배열의 규모에 따라 결정되는 것인, 엑스선 소스 장치의 제어 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제어 모듈은 상기 에미터와 게이트 전극 사이의 전압 크기를 조절하여 인체에 필요한 부위별로 전자빔의 발생 밀도를 조절하는 2차원 행렬 제어를 수행하는 것인, 엑스선 소스 장치의 제어 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 에미터는, CNT 박막, 그래핀 박막 또는 나노탄소물질 박막 중 어느 하나를 다각형 형태로 절단한 후 상기 절단된 다각형을 평판으로 압착하여 제조된 점(point) 형태 또는 선(line) 형태의 전자 방출원인 것인, 엑스선 소스 장치의 제어 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 엑스선 소스 장치는 유리 재질, 세라믹 재질 또는 금속 재질 중 어느 하나의 재질로 형성된 진공 용기 내부에 상기 에미터, 게이트 전극, 집속 렌즈, 시준기, 애노드 전극을 순차적으로 배치한 것인, 엑스선 소스 장치의 제어 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 캐소드 전극과 게이트 전극을 행렬 제어가 가능하도록 어레이 배열하여 피사체의 위치에 따라 선량 제어가 가능하도록 하는 엑스선 소스 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 엑스선 소스의 특성은 엑스선의 선량, 에너지, 초점에 의해 결정되는 것으로, 의료 또는 산업 검사에 요구되는 엑스선 소스를 얻기 위해서는 고휘도 및 대전류의 전자원이 필요하다. 이때, 전자방출 특성은 휘도로 평가되며, 전자가 특정한 방향으로 고밀도 방출되어야 휘도가 커지게 된다.

[0003] 일반적으로, 냉음극 엑스선 소스는 게이트 전극에 전압을 인가하여 탄소나노튜브 전자방출원으로부터 전자빔을 끌어낸 후, 집속전극을 통하여 전자빔을 고밀도로 집속시켜 애노드 전극으로 유도한다. 또한, 캐소드 전극과 애노드 전극 사이에 고전압을 인가하면 전자들은 애노드 전극방향으로 가속이 되며, 애노드 전극에 강하게 충돌함으로써 애노드 전극으로부터 엑스선을 발생시킨다.

[0004] 종래의 엑스선 소스는 열전자방출에 의해 작동하고, 반사형 애노드 전극을 사용하고 있으며, 엑스선이 점광원에서 방사형으로 방출되어, 선량 제어가 어려우며, 엑스선의 세기가 균일하지 못한 문제점이 있다.

[0005] 또한, 종래의 냉음극 전자방출원에서는 CNT를 전자방출소재로 주로 사용하고 있는데, CNT를 전도성 유기물과 섞어서 페이스트 상태로 만들어 전자방출원으로 제작하고 있다. CNT 페이스트 전자방출원은 제작 과정에서 전계방출원인 CNT가 원하지 않는 유기물질로부터 오염이 될 수 있으며, CNT를 수직한 방향으로 배향시키는 것이 매우 어렵다. 또한, CNT 페이스트 전자방출원은 전계방출시 유기물질에 의한 가스가 발생하여 장치 내의 진공도를 떨어뜨림으로써, 전계방출효율이 많이 감소하고 전계전자방출 소자의 수명이 단축되는 등의 심각한 문제를 야기하게 된다.

[0006] 또한, 종래의 엑스선 소스에서는 열전자방출 기반 점광원을 사용하였다. 이 경우에 엑스선 선량 제어가 어렵고, 엑스선이 방사형으로 발생하므로 엑스선의 에너지가 균일하지 못하며, 애노드 전극에 충돌하는 전자빔 초점 크기가 커서 엑스선 영상의 해상도를 높이는데 한계점을 가지고 있다.

선행기술문헌

[0007] 한국등록특허 제10-1239395호 (발명의 명칭: 전계 방출원 및 이를 적용하는 소자 및 그 제조방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 일 실시예는 CNT 박막, 그래핀 박막 또는 나노탄소물질 박막 등을 이용한 에미터를 제작하여 전계 방출 효율을 높이고, 투과 형태의 애노드 전극을 사용하여 엑스선이 면광원 형태로 피사체에 방출되도록 하며, 에미터로부터 방출되는 전자빔을 행렬제어 구동함으로써 피사체의 위치별로 최적화된 엑스선 선량을 조사할 수 있도록 하는 엑스선 소스 장치 및 그 제어 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 다만, 본 발명의 일 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일측면에 따른 엑스선 소스 장치는, 피사체에 엑스선을 방출시키는 엑스선 소스 장치에 있어서, 전자 방출을 위해 캐소드 전극의 상면에 형성되는 에미터; 상기 캐소드 전극과 기설정된 거리만큼 이격되어 형성되는 애노드 전극; 상기 에미터와 상기 애노드 전극 사이에 위치하고, 적어도 하나 이상의 개구가 형성된 금속 전극으로 형성된 게이트 전극; 상기 게이트 전극과 상기 애노드 전극 사이에 위치하고, 상기 에미터로부터 전자 방출된 전자빔을 상기 애노드 전극으로 집속시키는 집속 렌즈; 및 상기 에미터와 게이트 전극에 대해 2차원 행렬 제어를 수행하여 상기 피사체의 위치별로 엑스선 선량을 조절하는 제어모듈을 포함하되, 상기 에미터는 제1 방향으로 어레이 배열되고, 상기 게이트 전극은 제2 방향

으로 어레이 배열되며, 제1 방향과 제2 방향은 수직으로 교차되고, 상기 제어 모듈은 상기 어레이 배열의 규모에 따라 엑스선 선량을 결정하는 것이다.

[0011] 본 발명의 다른 일측면에 따른 엑스선 소스 장치의 제어 방법은, 피사체에 엑스선을 방출시키는 엑스선 소스 장치의 제어 방법에 있어서, 상기 엑스선 소스 장치는, 캐소드 전극의 상면에 에미터가 제1 방향으로 어레이 배열되며, 상기 에미터와 애노드 전극 사이에 게이트 전극이 상기 제1 방향과 수직으로 교차되는 제2 방향으로 어레이 배열된 것이고, 상기 어레이 배열된 에미터와 게이트 전극에 대해 2차원 행렬 제어를 수행하여 상기 피사체의 위치별로 엑스선 선량을 조절하는 단계를 포함하되, 상기 피사체의 위치별로 엑스선 선량은 상기 어레이 배열의 규모에 따라 결정되는 것이다.

발명의 효과

[0012] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 캐소드 전극과 게이트 전극에 대해 2차원 행렬 제어가 가능함으로써 피사체의 위치별로 최적화된 엑스선 선량을 조사할 수 있어 필요 이상의 엑스선이 피사체에 조사되는 것을 방지할 수 있고, 고해상도 및 고품질의 엑스선 영상을 얻을 수 있는 효과가 있다.

[0013] 이와 같이, 2차원 행렬 제어를 통해 엑스선 선량 제어가 용이하면서 피사체에 엑스선을 균일하게 조사할 수 있기 때문에 전자빔 초점 크기 의존성이 작은 고해상도 면광원 엑스선 소스를 제작할 수 있는 효과도 있다.

[0014] 또한, 본 발명은 진공여과방법으로 유기물이 포함되지 않은 CNT 소재만을 이용하여 CNT 박막을 제작한 후 CNT 박막을 포인트 형태 또는 라인 형태로 가공하여 에미터를 제조하거나, 그래핀 박막 또는 나노탄소물질 박막을 이용하여 에미터를 제조한 후, 이러한 에미터를 어레이 형태로 배열하여 냉음극 전자방출원으로 사용함으로써, 이로 인해 점 또는 면 형태의 전자빔을 다양한 크기로 발생시킬 수 있으며 또한, 방출 전류의 크기를 조절하는 것이 가능하며, 전자빔 투과량과 밀도가 높은 엑스선 소스의 제작이 가능한 효과가 있다.

[0015] 이때, 본 발명은 CNT 페이스트 냉음극 전자방출원 대신에 CNT 박막을 에미터로 사용함으로써 유기물을 함유하는 페이스트나 다른 접착제 없이도 나노 소재인 CNT 박막 내 강한 결합력 및 CNT 에미터와 캐소드 전극 사이의 강한 전기적/기계적 접착 특성을 확보할 수 있어 기존에 유기물에 의한 진공도 저하 문제를 해결하면서 전계방출 효율이 높으며 수명 특성이 우수한 엑스선 소스의 제작이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스선 소스 장치를 설명하는 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 2차원 행렬 제어가 가능한 엑스선 소스 장치를 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스선 소스 장치의 제어 방법을 설명하는 순서도이다.

도 4는 도 3의 CNT 에미터를 형성하는 방법을 설명하는 순서도이다.

도 5는 도 4에 의해 CNT들의 네트워크가 형성된 CNT 박막을 설명하는 도면이다.

도 6은 도 4에 의해 다각형으로 가공된 CNT 박막을 설명하는 도면이다.

도 7은 도 4에 의해 점 형태 또는 면 형태로 가공되는 CNT 에미터의 다양한 예시를 설명하는 도면이다.

도 8은 도 7에 의해 형성된 CNT 에미터의 어레이 배열 상태를 설명하는 도면이다.

도 9는 도 3의 게이트 전극을 형성하는 방법을 설명하는 순서도이다.

도 10은 도 9에서 그래핀 박막을 금속 전극 위에 전사하는 과정을 설명하는 도면이다.

도 11은 도 9에 의해 어레이 배열된 게이트 전극의 예시를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0018] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어있는 경우뿐

아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0019] 본 명세서에 있어서 '부(部)'란, 하드웨어 또는 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함하며, 하나의 유닛이 둘 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 둘 이상의 유닛이 하나의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다.

[0021] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스선 소스 장치를 설명하는 도면이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 2차원 행렬 제어가 가능한 엑스선 소스 장치를 설명하는 도면이다.

[0023] 도 1 및 도 2를 참고하면, 피사체에 엑스선을 방출시키는 엑스선 소스 장치(100)는 캐소드 전극(101), 에미터(110), 애노드 전극(120), 게이트 전극(130), 집속 렌즈(140), 전자빔 시준기(150)를 포함한다.

[0024] 캐소드 전극(101), 애노드 전극(120) 및 게이트 전극(130)은 전계 인가를 위해 외부 전원(도시되지 않음)과 연결될 수 있다. 예를 들면, 캐소드 전극(101)은 음의 전압 소스 또는 양의 전압 소스와 연결되고, 애노드 전극(120)과 게이트 전극(130)은 캐소드 전극(101)에 연결된 전압 소스의 전위보다 상대적으로 높은 전위를 인가할 수 있는 전압 소스와 연결될 수 있다.

[0025] 에미터(110)는 캐소드 전극(101) 상에 형성되고, 전자가 방출되는 냉음극 전자방출원으로 사용된다. 즉, 에미터(110)는 캐소드 전극(101), 애노드 전극(120) 및 게이트 전극(130)에 인가된 전압에 의해 형성된 전계에 의해 전자를 방출할 수 있다. 이러한 CNT(Carbon NanoTube) 박막을 이용하여 제조된 에미터(110)는 CNT 박막을 포인트 형태 또는 라인 형태로 가공하여 점 형태 또는 면 형태의 전자빔을 발생시킬 수 있다.

[0026] 이때, 에미터(110)는 낮은 문턱 전계와 높은 전계 방출 전류 밀도를 제공하기 위해 CNT 박막을 사용하고 있지만, CNT 박막 외에도 그래핀 박막 또는 나노탄소물질 박막(예를 들어, 나노그래파이트 박막 등)을 사용하여 제조된 고성능의 전계 방출 특성을 갖는 에미터를 사용할 수도 있다.

[0027] 애노드 전극(120)은 캐소드 전극(101)으로부터 전자빔이 방출되는 방향으로 기설정된 거리만큼 이격되어 형성된다.

[0028] 게이트 전극(130)은 에미터(110)와 애노드 전극(120) 사이에 위치하고, 에미터(110)의 상측으로 이격될 수 있다. 게이트 전극(130)은 적어도 하나 이상의 개구가 형성된 금속 전극의 상부에 적어도 하나 이상의 층으로 이루어진 그래핀(graphene) 박막을 전사하여 형성된다.

[0029] 또한, 게이트 전극(130)은 홀이 형성된 금속 평판 또는 다각형 형태의 금속 메쉬(mesh)를 금속 전극으로 사용한 형태이거나, 금속 전극의 상부에 그래핀 박막을 부착시킨 형태, 2개의 금속 전극 사이에 적어도 하나 이상의 그래핀 박막을 삽입한 형태 중 어느 하나의 형태로 형성될 수 있다.

[0030] 이때, 에미터(110)와 게이트 전극(130)은 어레이 형태로 배열된다. 예를 들어, 서로 나란하게 이격된 복수의 에미터(110)가 제1 방향을 따라 등간격으로 나란하게 배치되는 형태로 어레이 배열되고, 게이트 전극(130)은 제2 방향을 따라 등간격으로 나란하게 배치되는 형태로 어레이 배열되며, 제1 방향과 제2 방향은 수직으로 교차될 수 있다.

[0031] 집속 렌즈(140)는 게이트 전극(130)과 애노드 전극(120) 사이에 위치하고, 에미터(110)로부터 전자 방출된 전자빔을 애노드 전극(120)으로 집속시킨다.

[0032] 전자빔 시준기(150)는 집속 렌즈(140)와 애노드 전극(120) 사이에 위치하고, 집속 렌즈(140)를 통과한 전자빔이 직진하여 애노드 전극(120)에 집속되도록 한다. 이러한 전자빔 시준기(150)는 집속 렌즈(140)를 통과한 전자빔의 직진성을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0033] 한편, 도 2에 도시된 바와 같이, 엑스선 소스 장치(100)는 제어 모듈(160)을 통해 어레이 배열된 에미터(110)와 게이트 전극(130)에 대해 2차원 행렬 제어를 수행한다. 이때, 2차원 행렬 제어는 위치별로 에미터(110)와 게이

트 전극(130) 사이의 전압 크기를 조절하여 인체에 필요한 부위별로 전자빔의 발생 밀도를 조절하는 제어 방식이다. 2차원 행렬 제어 방식은 전자빔의 밀도가 달라짐에 따라 애노드 전극(120)에서 발생되는 엑스선의 밀도가 달라지게 되므로 인체의 뼈 두께에 따른 엑스선 밀도를 조절하는 것이 가능해진다.

[0034] 제어 모듈(160)은 피사체(200)의 위치별로 적절하게 엑스선 선량을 조절하여 엑스선을 발생시키는데, 어레이 배열의 규모에 따라 엑스선 소스의 크기를 조절하는 것이 가능하므로 대면적 엑스선 소스의 구현이 가능하게 된다.

[0035] 한편, 제어 모듈(160)은 피사체(200)의 성별, 나이, 신체 정보 등의 특성 정보를 취합하고, 이렇게 취합된 피사체(200)의 특성 정보에 따라 촬영 부위, 뼈의 위치, 뼈의 두께 등에 따라 엑스선 선량에 대한 방출 정보를 국소적으로 특정하여 출력하도록 할 수 있다.

[0036] 예를 들면, 각 사용자에 따라 뼈의 위치나 뼈의 두께 분포 등이 상이하므로, 이에 따라 적절한 엑스선의 국소적인 방출량을 조절하도록 한다. 이를 위해 피사체(200)의 성별, 나이, 신체 정보(키, 몸무게, 체형 등) 등의 특성 정보나 각 피사체를 구별할 수 있는 추가적인 정보를 수집하고, 각 피사체(200)별 뼈의 위치나 뼈의 두께와 같은 해부학적 구조 정보를 수집하여 각각 배합한다. 이와 같이 피사체의 특성 정보를 이용하면, 피사체(200)의 성별, 나이, 신체 정보 등의 특성 정보만으로도 뼈의 위치나 뼈의 두께에 대한 해부학적 구조 정보를 추정할 수 있고, 이후에는 추정된 뼈의 위치나 두께에 대한 해부학적 구조 정보를 기초로 적절한 엑스선 선량의 방출 정보를 위치별로 결정할 수 있다.

[0037] 한편, 각 위치별로 엑스선 선량의 방출 정보가 결정되면, 에미터(110)와 게이트 전극(130)에 대해 2차원 행렬 제어를 수행하여, 엑스선 소스 장치(100)에 대하여 어드레싱을 수행하고, 캐소드 전극(101)과 게이트 전극(130)에 인가되는 전압의 크기를 각각 조절하여, 에미터(110)의 위치별 엑스선 방출량을 조절한다.

[0038] 이때, 제어 모듈(160)은 통신, 자동 제어, 데이터 처리, 영상 정보 처리 등을 지원하는 지능형 단말로서, 사용자가 원하는 다수의 응용 프로그램(즉, 애플리케이션)을 설치하여 실행할 수 있는 스마트폰(smartphone), 태블릿 PC 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치일 수 있고, 네트워크를 통해 다른 단말 또는 서버 등에 접속할 수 있는 PC 등의 유선 통신 장치일 수도 있다.

[0039] 이와 같이, 엑스선 소스 장치(100)는 피사체(200)에 위치별로 최적화된 엑스선을 조사하는 냉음극 엑스선 소스를 구현하기 위해 캐소드 전극(101) 상에 어레이 배열된 에미터(110), 어레이 배열된 게이트 전극(130), 집속 렌즈(140), 전자빔 시준기(150) 및 애노드 전극(120)을 글래스 또는 세라믹으로 진공 실장한다.

[0040] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스선 소스 장치의 제어 방법을 설명하는 순서도이다.

[0041] 도 3을 참고하면, 엑스선 소스 장치의 제어 방법은 어레이 배열된 에미터와 게이트 전극에 대해 2차원 행렬 제어를 수행함으로써 피사체의 위치별로 적절하게 엑스선 선량을 조절하여 엑스선을 발생시킨다.

[0042] 이를 위해, 엑스선 소스 장치는 캐소드 전극의 상면에 전자 방출을 위해 진공여과방식으로 유기물이 포함되지 않은 에미터가 형성되면(S110), 에미터를 제1 방향으로 어레이 배열한다. 이때, 에미터는 CNT 박막을 이용하여 제조된 CNT 에미터 외에도 그래핀 박막 또는 나노탄소물질 박막 중 어느 하나를 이용하여 제조된 에미터를 사용할 수 있다.

[0043] 애노드 전극은 캐소드 전극과 기설정된 거리만큼 이격되어 형성되고(S120), 게이트 전극이 적어도 하나 이상의 층으로 이루어진 그래핀 박막을 이용하여 에미터와 애노드 전극 사이에 제1 방향과 수직으로 교차되는 제2 방향으로 형성된다(S130). 이때, 애노드 전극은 베릴륨 금속판 위에 얇은 텅스텐 박막을 증착시켜 투과 형태로 제작된다. 이렇게 제작된 투과형 애노드 전극은 면광원 엑스선을 발생할 수 있도록 한다.

[0044] 집속 렌즈가 게이트 전극과 애노드 전극 사이에 형성되어 에미터로부터 전자 방출된 전자빔을 애노드 전극으로 집속시키고(S140), 전자빔 시준기가 집속 렌즈와 애노드 전극 사이에 집속 렌즈를 통과한 전자빔의 직진성을 향상시키기 위해 추가 설치된다(S150). 이때, 집속 렌즈는 일반적인 홀 형태를 사용하여 제작되거나, 렌즈 위에 한층 또는 여러 층의 그래핀을 전사하여 제작될 수도 있다. 또한, 집속 렌즈는 1개 또는 2개를 사용할 수 있다.

[0045] 에미터와 게이트 전극이 서로 수직하게 교차되도록 어레이 배열된 엑스선 소스 장치는2차원 행렬 제어가 가능한 대면적 에미터 및 게이트 전극이 될 수 있다.

[0046] 엑스선 소스 장치는 피사체의 성별, 나이, 신체 정보 등의 특성 정보를 취합하고, 이렇게 취합된 피사체의 특성 정보에 따라 촬영 부위, 뼈의 위치, 뼈의 두께 등에 따라 엑스선 선량에 대한 방출 정보를 국소적으로 특정하여

출력하도록 한다(S160). 즉, 엑스선 소스 장치는 각 위치별로 엑스선 선량의 방출 정보가 결정되면, 어레이 배열된 에미터와 게이트 전극에 대해 2차원 행렬 제어를 통해 어드레싱을 수행하고, 캐소드 전극과 게이트 전극에 인가되는 전압의 크기를 각각 조절하여, 에미터의 위치별 엑스선 방출량을 조절하여 엑스선을 방출한다(S170).

[0047] 도 4는 도 3의 CNT 에미터를 형성하는 방법을 설명하는 순서도이고, 도 5는 도 4에 의해 CNT들의 네트워크가 형성된 CNT 박막을 설명하는 도면이며, 도 6은 도 4에 의해 다각형으로 가공된 CNT 박막을 설명하는 도면이다. 도 7은 도 4에 의해 점 형태 또는 면 형태로 가공되는 CNT 에미터의 다양한 예시를 설명하는 도면이고, 도 8은 도 7에 의해 형성된 CNT 에미터의 어레이 배열 상태를 설명하는 도면이다.

[0048] 도 4 내지 도 8을 참고하면, CNT 에미터(110)는 증류수(DI Water) 200ml에 도데실황산나트륨(Sodium Dodecyl Sulfate, SDS) 200mg, 단일벽 탄소 나노튜브(Single-Walled Carbon NanoTube) 4mg을 분산시켜서 CNT 분산수용액을 제조한다(S410). CNT 분산 수용액은 65분간 음파처리 공정(S420), 40분간 원심 분리 공정(S430)을 거친 후에 이 CNT분산수용액을 양극산화알루미늄 막(AAO membrane) 에 여과시켜 증류수만을 통과시키면 CNT들이 AAO 막에 걸려져서 쌓이는 형태가 된다(S440).

[0049] 도 5에 도시된 바와 같이, AAO 막에 걸려진 CNT들은 반데르발스 힘에 의해 서로 강하게 얽히게 되고, 이후 수산화나트륨 용액(NaOH)을 이용하여 AAO 막을 용해시키면, CNT 들의 네트워크가 형성된 CNT 박막이 제조된다(S450). 이때, 치밀화 공정을 수행하여 CNT 박막을 이소프로필알콜 용액(IPA)에 담갔다가 빼서 건조시키면 각 CNT들이 더욱더 조밀하게 얽히도록 한다. 치밀화 공정이 수행된 CNT 박막(111)의 표면을 주사전자현미경으로 분석하면 CNT들이 네트워크를 형성하여 조밀하게 얽혀있는 모습을 확인할 수 있다.

[0050] 이렇게 형성된 CNT 박막(111)은, 도 6에 도시된 바와 같이, 삼각형 또는 사각형 등의 다각형으로 절단된 후에 평판으로 압착되어 전자방출원으로 제작되고, 캐소드 전극(101)의 상면에 CNT 에미터(110)를 형성한다(S460). 이때, CNT 에미터(110)가 더욱 안정적으로 동작하기 위해 탄소화 공정을 수행한다. 탄소화 공정은 CNT 박막(111)에 고분자 유기물, 즉 탄소 기반의 물질을 코팅하여 고온 및 진공 상태에서 열처리를 진행하면 CNT들의 네트워크 내 각 CNT 들 사이사이에 탄소 기반의 물질이 삽입되어 빈자리를 메우게 되고, 이러한 과정을 통해 CNT 들 간의 결합력을 더욱 강화시킬 수 있다.

[0051] 도 7에 도시된 바와 같이, CNT 박막은 절단 방법에 따라 포인트 형태 또는 라인 형태의 CNT 에미터(110)로 제작될 수 있는데, CNT 박막(111)을 부채꼴이나 삼각형 형태로 절단한 경우에 상부가 점(Point)으로 수렴하는 형태가 되고, 사각형 형태로 절단한 경우에 상부가 라인(Line)으로 수렴하는 형태가 될 수 있다.

[0052] 또한, 도 8에 도시된 바와 같이 복수 개의 CNT 박막(111)을 포인트 형태 또는 라인 형태로 가공한 후 캐소드 전극(101) 사이에 삽입하여 어레이 배열된 CNT 에미터(110)를 형성하면, CNT 에미터는 CNT 박막의 절단 방법에 따라 점 형태 또는 면 형태의 전자빔을 다양한 크기로 발생시킬 수 있다.

[0053] 도 9는 도 3의 게이트 전극을 형성하는 방법을 설명하는 순서도이고, 도 10은 도 9에서 그래핀 박막을 금속 전극 위에 전사하는 과정을 설명하는 도면이며, 도 11은 도 9에 의해 어레이 배열된 게이트 전극의 예시를 설명하는 도면이다.

[0054] 도 9 내지 도 11을 참고하면, 게이트 전극의 제조 방법은 구리 호일 위에 열 CVD(chemical vapor deposition) 방법으로 그래핀을 합성한 후, 스핀 코터(Spin coater)를 이용해 그래핀 위에 메타크릴수지(polymethylmethacrylate, PMMA)를 코팅한다(①).

[0055] 이후, 구리 식각 용액을 이용하여 구리 호일을 식각하고(②), 증류수에 세척하여 남아있는 구리 호일을 제거한다(③). 이 과정을 여러 번 반복하여 겹겹이 쌓인 여러 층의 그래핀 박막을 제작하고, 도 10에 도시된 바와 같이 한 층 또는 여러 층의 그래핀 박막을 금속 전극 위에 전사한다(④, ⑤, ⑥, ⑦). 이때 금속 전극은 원형 홀을 가지는 금속 평판이거나, 사각형, 원형, 육각형 등의 금속 메쉬일 수 있다.

[0056] 그래핀 박막(131)을 금속 전극 위에 전사한 후에 그래핀 박막(131) 상에 남아 있는 메타크릴수지를 제거하기 위해 아세톤 용액에 담갔다가 빼서 건조시킨 후, 10^{-5} Torr 이하의 진공분위기에서 300℃의 열처리를 진행하면 안정적으로 그래핀 박막이 전사된 게이트 전극(130)을 제작할 수 있다(⑧, ⑨). 아울러, 도 11에 도시된 바와 같이, 게이트 전극(130)은 어레이 배열되어 행렬제어가 가능한 대면적 게이트 전극으로 제작될 수 있다. 이때, 게이트 전극은 2개의 금속 전극 사이에 한 층 또는 여러 층의 그래핀 박막을 삽입하여 제작할 수도 있다.

[0057] 적어도 한 층 이상의 그래핀 박막을 이용하여 제조된 게이트 전극은 전계가 균일하게 인가될 수 있어 전자빔의 직진성이 향상될 수 있고, 그래핀이 원자 스케일의 메쉬이므로 전자빔의 투과 효율이 증가될 수 있으며, 열전달

효율이 매우 우수한 그래핀으로 인해 전자빔 충돌에 의해 발생하는 열을 효과적으로 분산시킬 수 있어 게이트 전극 자체의 열적 안정성이 향상될 수 있다.

[0058] 한편, 집속 렌즈는 게이트 전극과 마찬가지로 금속 평판이나 금속 메쉬에 한층 또는 여러 층의 그래핀을 전사하여 제작되거나, 2개의 집속 렌즈 위에 적어도 하나 이상의 그래핀 박막을 끼워 넣어 제작될 수 있다.

[0059] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 엑스선 소스 장치 및 그 제어 방법은 CNT 박막을 이용한 냉음극 전자 방출원을 사용하고, 투과형 애노드 전극을 통해 면광원 형태의 엑스선을 피사체에 조사할 수 있으며, CNT 에미터로부터 발생되는 전자빔을 행렬 제어로 구동함으로써 피사체의 위치별로 최적화된 엑스선 선량을 조사할 수 있다.

[0060]

[0061] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예에 따른 엑스선 소스의 제조 방법 및 엑스선 소스 장치에 의해 구현되는 행렬 제어 방법은, 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 이러한 기록 매체는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함하며, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함하며, 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[0062] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 조사 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0063] 또한, 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍쳐를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수도 있다.

[0064] 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0065] 100: 엑스선 소스 장치

101: 캐소드 전극 110: 에미터

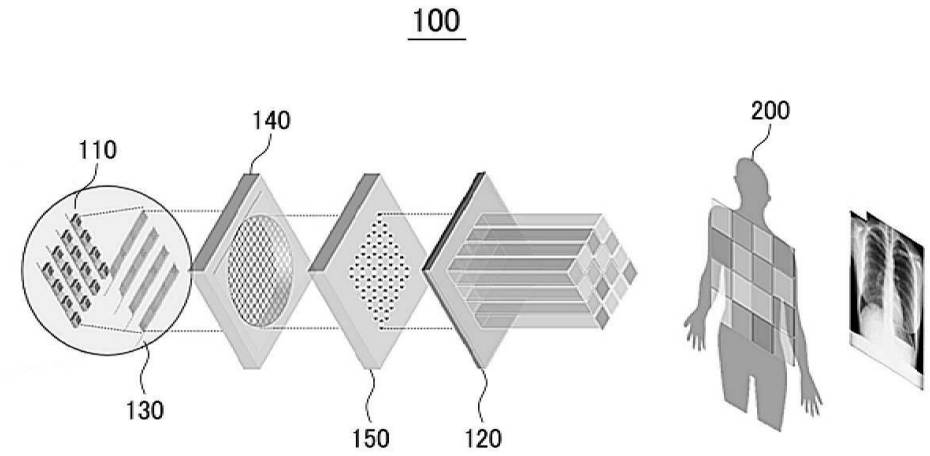
120 : 애노드 전극 130 : 게이트 전극

140 : 집속 렌즈 150 : 전자빔 시준기

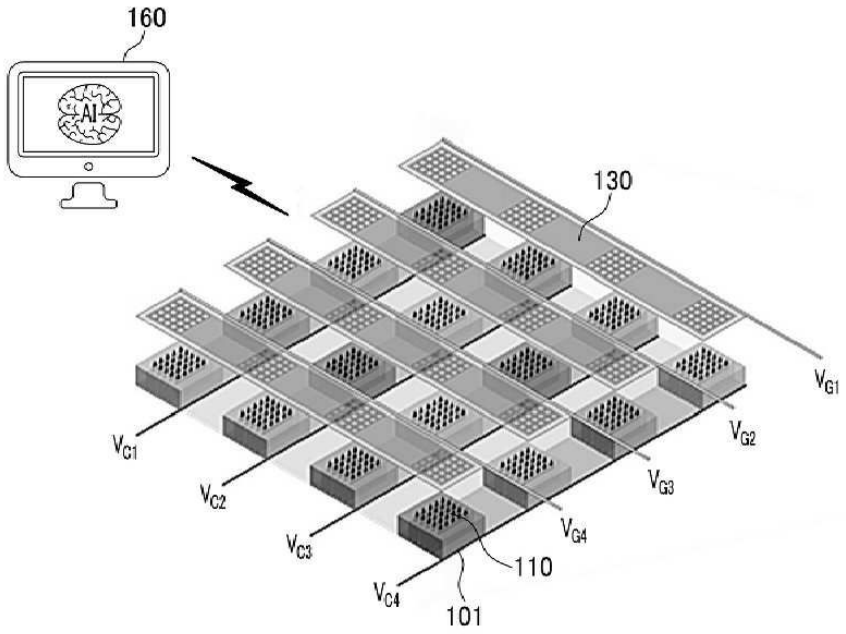
160 : 제어 모듈

도면

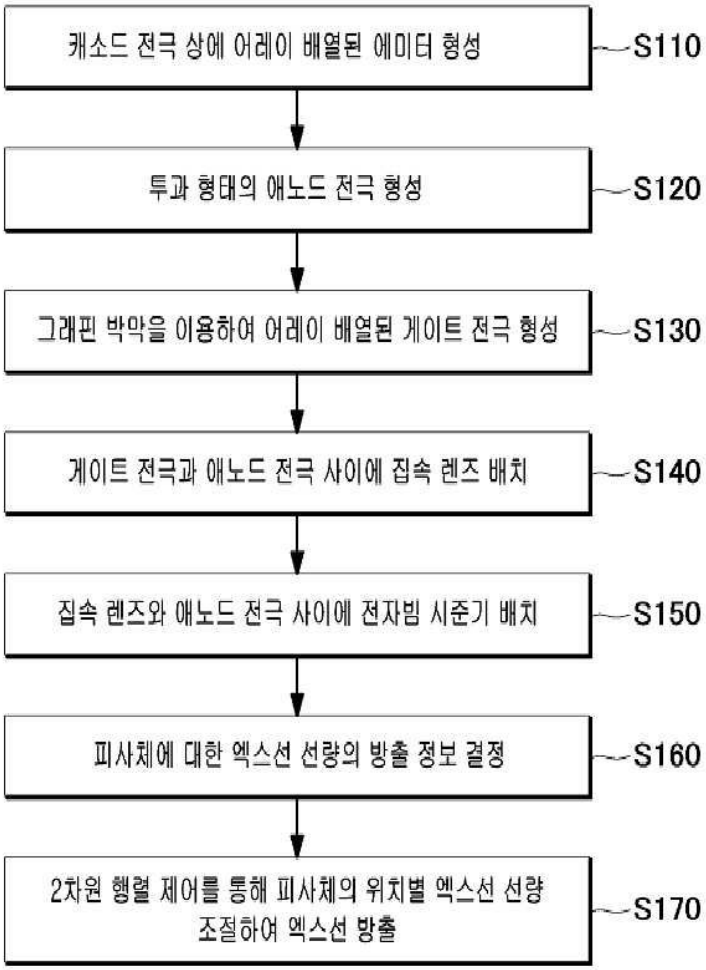
도면1


100
110
140
200
130
150
120

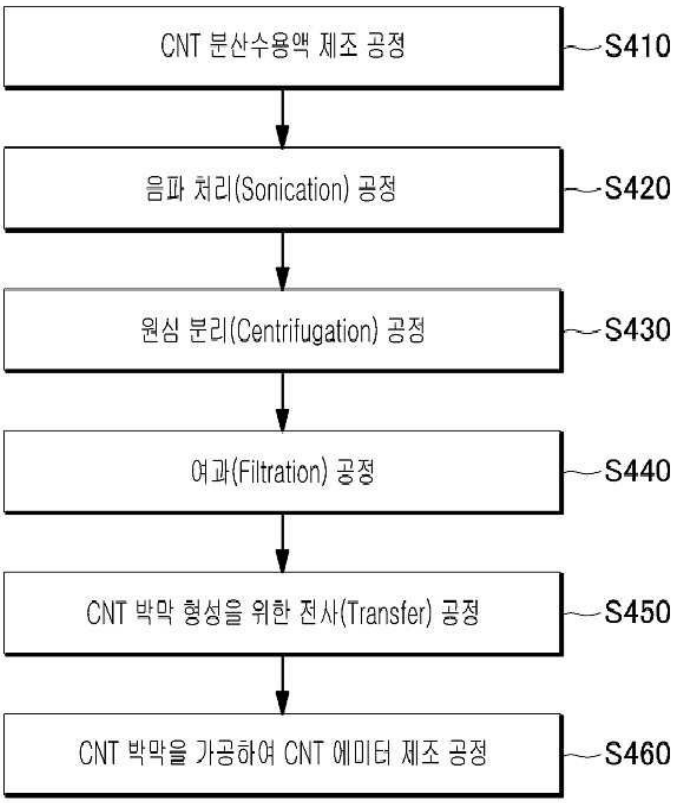
도면2


160
AI
130
V_{G1}
V_{G2}
V_{G3}
V_{G4}
V_{C1}
V_{C2}
V_{C3}
V_{C4}
110
101

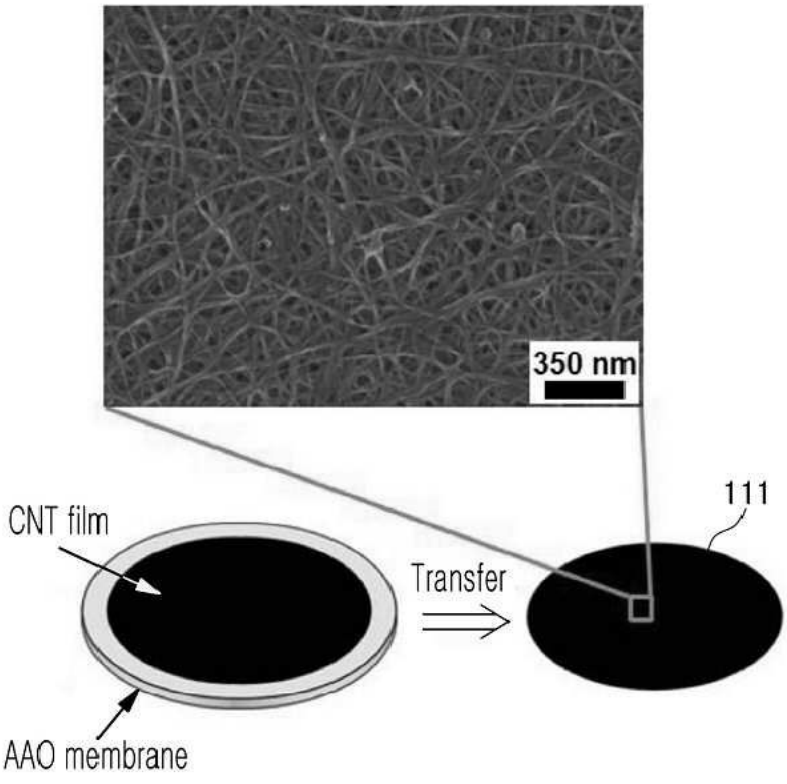
도면3


캐소드 전극 상에 어레이 배열된 에미터 형성
S110
투과 형태의 애노드 전극 형성
S120
그래핀 박막을 이용하여 어레이 배열된 게이트 전극 형성
S130
게이트 전극과 애노드 전극 사이에 집속 렌즈 배치
S140
집속 렌즈와 애노드 전극 사이에 전자빔 시준기 배치
S150
피사체에 대한 엑스선 선량의 방출 정보 결정
S160
2차원 행렬 제어를 통해 피사체의 위치별 엑스선 선량 조절하여 엑스선 방출
S170

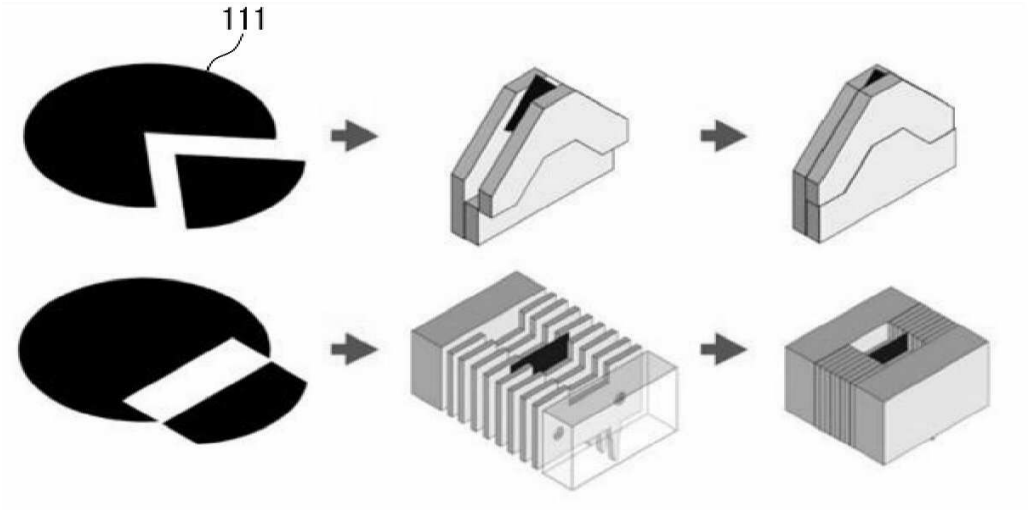
도면4


CNT 분산수용액 제조 공정
S410
음파 처리(Sonication) 공정
S420
원심 분리(Centrifugation) 공정
S430
여과(Filtration) 공정
S440
CNT 박막 형성을 위한 전사(Transfer) 공정
S450
CNT 박막을 가공하여 CNT 에미터 제조 공정
S460

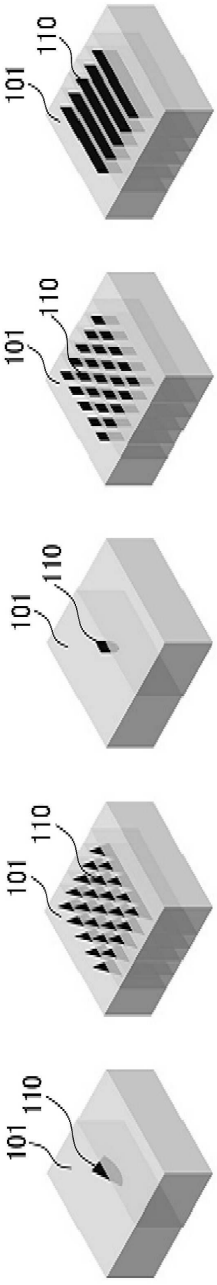
도면5


350 nm
111
CNT film
Transfer
AAO membrane

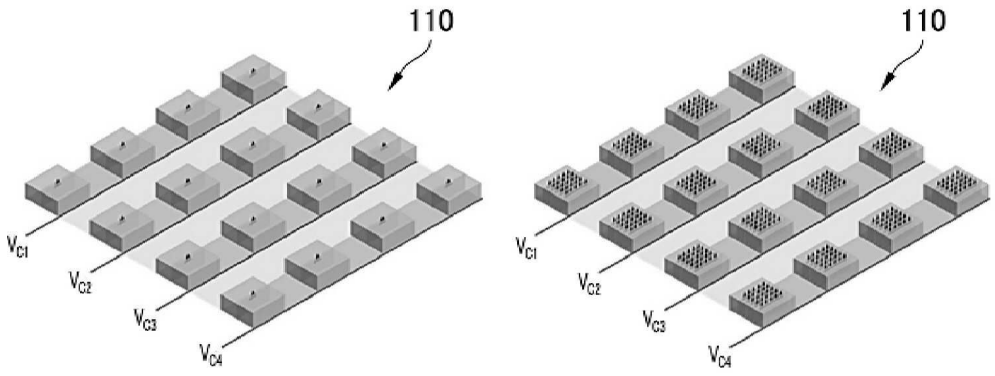
도면6



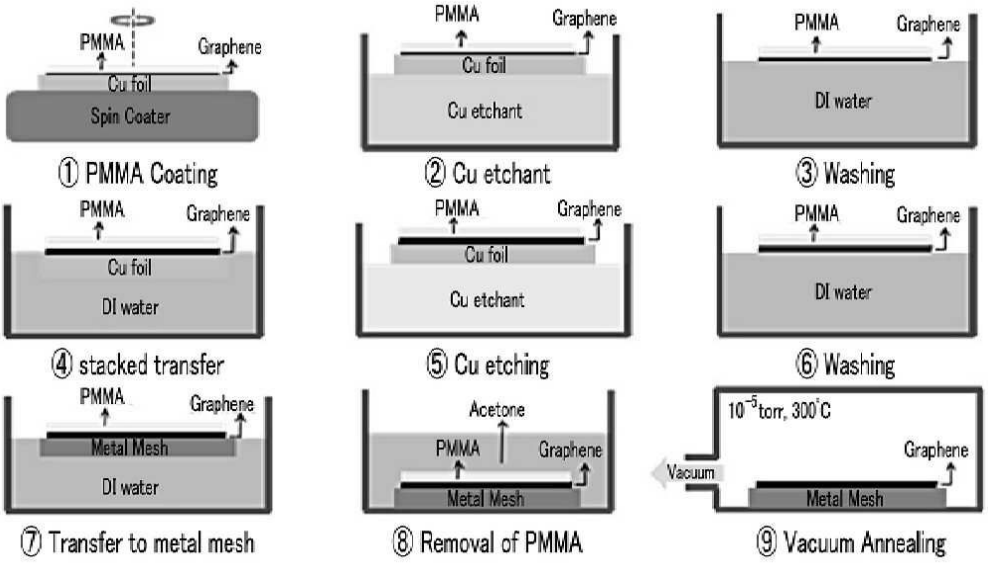
도면7


101
110
101
110
101
110
101
110
101
110

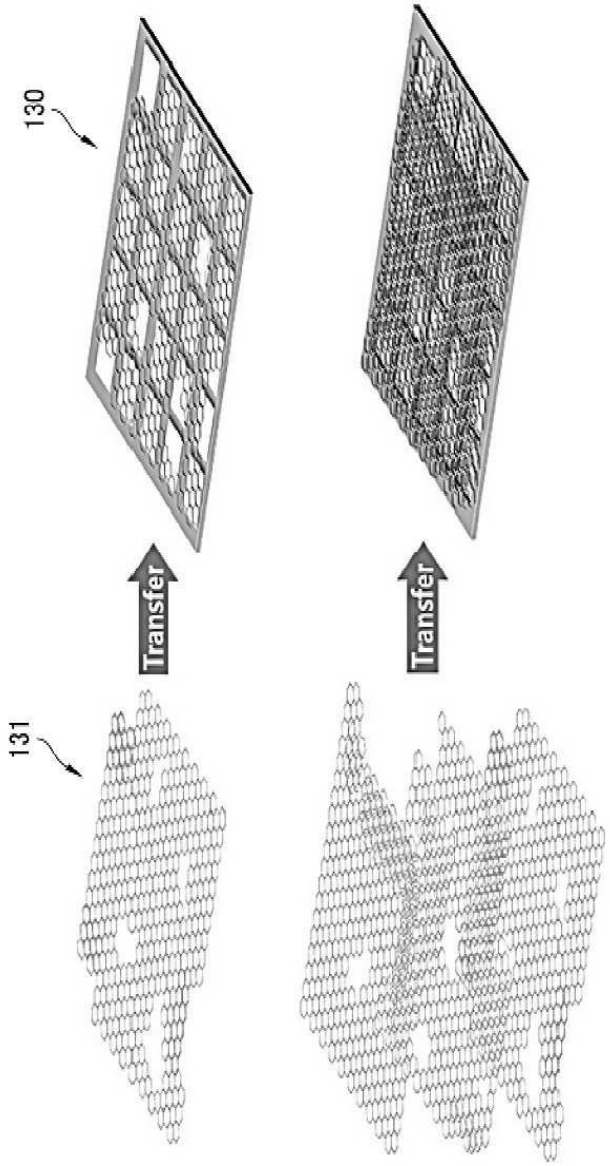
도면8


110
V_{C1}
V_{C2}
V_{C3}
V_{C4}
110
V_{C1}
V_{C2}
V_{C3}
V_{C4}

도면9


PMMA
Graphene
Cu foil
Spin Coater
① PMMA Coating
PMMA
Graphene
Cu foil
Cu etchant
② Cu etchant
PMMA
Graphene
DI water
③ Washing
PMMA
Graphene
Cu foil
DI water
④ stacked transfer
PMMA
Graphene
Cu foil
Cu etchant
⑤ Cu etching
PMMA
Graphene
DI water
⑥ Washing
PMMA
Graphene
Metal Mesh
DI water
⑦ Transfer to metal mesh
Acetone
PMMA
Graphene
Metal Mesh
⑧ Removal of PMMA
10^-5torr, 300°C
Graphene
Vacuum
Metal Mesh
⑨ Vacuum Annealing

도면10



도면11

