



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0108299
(43) 공개일자 2024년07월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 35/06 (2006.01) H01J 35/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 35/064 (2021.08)
H01J 35/18 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2023-0196979
(22) 출원일자 2023년12월29일
심사청구일자 2023년12월29일
(30) 우선권주장
1020220190892 2022년12월30일 대한민국(KR)

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
류제황
서울특별시 노원구 화랑로51나길 36, 203-202
이한나
서울특별시 강동구 구천면로 365-13, 101-203
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김연권

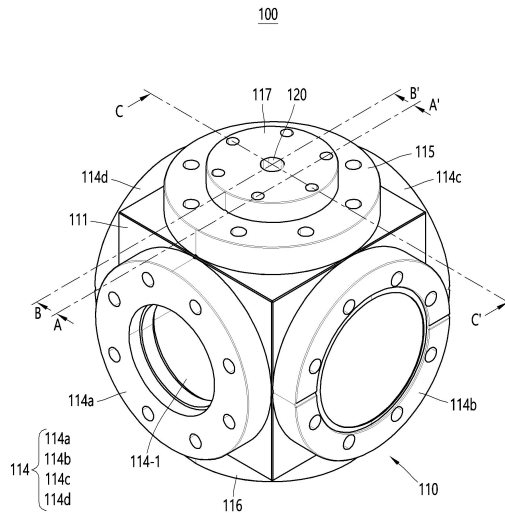
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 방사선 조사 장치

(57) 요약

본 발명은 방사선 조사 목적에 따라 챔버 내에 위치하는 에미터부와 윈도우 사이의 거리를 조절할 수 있는 방사선 조사 장치에 관한 것으로, 내부공간을 갖고, 일면에 형성되는 방사선 방출부를 포함하는 챔버; 상기 챔버의 내부공간에 배치되되, 상기 방사선 방출부와 z축 방향으로 서로 마주보도록 배치되는 방사선 발생부; 상기 방사선 발생부가 z축 방향으로 이동 가능하도록 상기 방사선 발생부에 연결되는 위치조절부; 및 상기 위치조절부를 제어하는 컨트롤러;를 포함하되, 상기 컨트롤러는 상기 방사선 방출부를 통해 방출되는 방사선 방출 면적의 크기에 따라 상기 방사선 방출부와 상기 방사선 발생부 사이의 거리를 조절하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01J 2235/064 (2013.01)

(72) 발명자

최진호

경기도 성남시 분당구 분당로359번길 15 유로홈즈 빌라 201호

장재규

서울특별시 광진구 독섬로52나길 31, 201호(자양동)

정재익

서울특별시 노원구 섬밭로 229, 5동 311호

윤경식

충청남도 아산시 배방읍 호서로 460, 배방1차자이 아파트 104-501호

공문규

서울특별시 성북구 오패산로16가길 40, 111동 1304호(하월곡동, 꿈의숲푸르지오아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711156051

과제번호 2018M3A9E9024942

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 [2022 혁신법] 원천기술개발사업/바이오·의료기술개발사업/의료기관 창업 캠퍼스

연계 원천기술개발사업

연구과제명 [원천, 2단계 2/2]멀티빔 엑스선원블록 및 고출력용 고안정 전자방출원 개발

기 여 율 70/100

과제수행기관명 경희대학교

연구기간 2018.04.01 ~ 2022.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711171671

과제번호 2022R1F1A1074912

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)

연구과제명 초정밀 방사선 암 치료를 위한 갠트리 헤드 부착형 토모신테시스 시스템 원천기술

연구

기 여 율 30/100

과제수행기관명 경희대학교

연구기간 2022.06.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

내부공간을 갖고, 일면에 형성되는 방사선 방출부를 포함하는 챔버;

상기 챔버의 내부공간에 배치되되, 상기 방사선 방출부와 z축 방향으로 서로 마주보도록 배치되는 방사선 발생부;

상기 방사선 발생부가 z축 방향으로 이동 가능하도록 상기 방사선 발생부에 연결되는 위치조절부; 및

상기 위치조절부를 제어하는 컨트롤러;를 포함하되,

상기 컨트롤러는 상기 방사선 방출부를 통해 방출되는 방사선 방출 면적의 크기에 따라 상기 방사선 방출부와 상기 방사선 발생부 사이의 거리를 조절하는 것을 특징으로 하는,

방사선 조사 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 챔버는,

적어도 일면에 상기 내부공간과 연통되는 홀을 포함하는 바디부; 및

상기 바디부의 홀을 폐쇄하도록 결합되는 결합부재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 결합부재 중 적어도 하나에는 상기 내부공간을 관찰할 수 있도록 관찰부가 형성되는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 결합부재는,

상기 방사선 방출부가 형성되는 상부 결합부재; 및

상기 상부 결합부재와 마주보도록 배치되는 하부 결합부재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 상부 결합부재에는 상기 방사선 발생부가 작동할 수 있는 공간을 제공하도록 홀이 형성되는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 상부 결합부재의 상면에는 윈도우 결합부재가 체결되고, 상기 윈도우 결합부재에 상기 방사선 방출부가 형성되는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 하부 결합부재에는 상기 위치조절부가 연결될 수 있도록 개방홀이 형성되는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

에미터부;

상기 에미터부가 안착되는 안착부재;

상기 안착부재에 상기 에미터부를 지지하는 지지부; 및

상기 에미터부에서 발생하는 방사선을 일 방향으로 안내하도록 가이드홀이 형성된 가이드부재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 안착부재의 상면에는 그 내측에 원주 방향을 따라 형성되는 측벽을 포함하는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 안착부재에는 상기 에미터를 감싸도록 형성되는 케이싱이 형성되는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 방사선 방출부는,

상기 안착부재를 고정 지지하는 제1 체결부; 및

상기 가이드부재 또는 케이싱을 고정 지지하는 제2 체결부;를 더 포함하고,

상기 제1 체결부와 제2 체결부는 서로 체결되는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 12

제 8 항에 있어서,

상기 가이드부재의 하단에는 게이트부가 장착되고, 상기 게이트부와 상기 에미터부는 서로 마주보는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 13

제 8 항에 있어서,

상기 에미터부는,

에미터 몸체; 및

상기 에미터 몸체에 형성되고, 뾰족한 첨단을 갖는 에미터 돌기;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 14

제 8 항에 있어서,

상기 에미터부는,

원주 방향으로 복수 개 형성되되, 반경 방향으로 서로 이격되어 배치되는 에미터 돌기; 및

상기 에미터 돌기의 원주 방향 및 반경 방향을 상기 에미터 돌기를 서로 연결하는 에미터 연결부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 15

제 8 항에 있어서,

상기 위치조절부는,

승강장치와 연결되는 제1 부재;

상기 안착부재에 연결되는 제2 부재; 및

상기 제1 부재 및 상기 제2 부재를 서로 연결시키는 연결부재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제1 부재 및 제2 부재에는 각각 상기 연결부재의 양단이 삽입되는 홈이 형성되고,

상기 제1 부재 및 제2 부재의 측면에는 각각 상기 홈과 연통되도록 홀이 형성되며,

상기 홀에는 상기 연결부재를 고정하도록 고정부재가 삽입가능한 것을 특징으로 하는 방사선 조사 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 방사선 조사 장치에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 방사선 조사 목적에 따라 챔버 내에 위치하는 에미터부와 윈도우 사이의 거리를 조절할 수 있는 방사선 조사 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 방사선인 엑스레이는 진공관인 X선관(X-ray tube)을 구비하여, X선을 방출한다. 이러한 X선관의 음극은 텅스텐 필라멘트로 형성되며, 전류에 의해 가열되어 열 전자를 방출시킨다. 이에 대하여, 수만 볼트 이상의 고전압이 X선관의 양극에 인가되면, 음극에서 방출된 전자가 고속으로 양극을 향해서 운동한다. 이때, 전자가 양극의 텅스텐, 몰리브덴 등으로 만든 대향극에 충돌하였을 때 가지고 있는 에너지를 X선으로 방출한다.

[0003] 한편, 엑스레이의 전계 방출원으로 나노물질인 탄소나노튜브(CNT)의 성장을 이용한 엑스레이의 개발이 활발하게 진행 중이다. 탄소나노튜브는 탄소로 이루어진 탄소 동소체(carbon allotrope)로서, 하나의 탄소 원자가 다른 탄소 원자와 육각형 벌집무늬로 결합되어 튜브형태를 이루고 있어 다양한 전기 전자 분야에서 응용되고 있다. 이에 따라, 근래에는 탄소나노튜브를 이용한 전자 방출 소스인 에미터의 전자 방출 효율을 증가시키기 위한 다양한 연구가 다양하게 이루어지고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 과제는 방사선 조사 목적에 따라 에미터부의 위치 제어를 수행할 수 있는 방사선 조사 장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기의 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 방사선 조사 장치는, 내부공간을 갖고, 일면에 형성되는 방사선 방출부를 포함하는 챔버; 상기 챔버의 내부공간에 배치되되, 상기 방사선 방출부와 z축 방향으로 서로 마주보도록 배치되는 방사선 발생부; 상기 방사선 발생부가 z축 방향으로 이동 가능하도록 상기 방사선 발생부에 연결되는 위치조절부; 및 상기 위치조절부를 제어하는 컨트롤러;를 포함하되, 상기 컨트롤러는 상기 방사선 방출부를

통해 방출되는 방사선 방출 면적의 크기에 따라 상기 방사선 방출부와 상기 방사선 발생부 사이의 거리를 조절하는 것을 특징으로 한다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 챔버는, 적어도 일면에 상기 내부공간과 연통되는 홀을 포함하는 바디부; 및 상기 바디부의 홀을 폐쇄하도록 결합되는 결합부재;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 결합부재 중 적어도 하나에는 상기 내부공간을 관찰할 수 있도록 관찰부가 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0008] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 결합부재는, 상기 방사선 방출부가 형성되는 상부 결합부재; 및 상기 상부 결합부재와 마주보도록 배치되는 하부 결합부재;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 상부 결합부재에는 상기 방사선 발생부가 작동할 수 있는 공간을 제공하도록 홀이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 상부 결합부재의 상면에는 윈도우 결합부재가 체결되고, 상기 윈도우 결합부재에 상기 방사선 방출부가 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 하부 결합부재에는 상기 위치조절부가 연결될 수 있도록 개방홀이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 방사선 발생부는, 에미터부; 상기 에미터부가 안착되는 안착부재; 상기 안착부재에 상기 에미터부를 지지하는 지지부; 및 상기 에미터부에서 발생하는 방사선을 일 방향으로 안내하도록 가이드홀이 형성된 가이드부재;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 안착부재의 상면에는 그 내측에 원주 방향을 따라 형성되는 측벽을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 안착부재에는 상기 에미터를 감싸도록 형성되는 케이싱이 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 방사선 방출부는, 상기 안착부재를 고정 지지하는 제1 체결부; 상기 가이드부재 또는 케이싱을 고정 지지하는 제2 체결부;를 더 포함하고, 상기 제1 체결부와 제2 체결부는 서로 체결되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 가이드부재의 하단에는 게이트부가 장착되고, 상기 게이트부와 상기 에미터부는 서로 마주보는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 에미터부는, 에미터 몸체; 및 상기 에미터 몸체에 형성되고, 뿔족한 첨단을 갖는 에미터 돌기;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 에미터부는, 원주 방향으로 복수 개 형성되되, 반경 방향으로 서로 이격되어 배치되는 에미터 돌기; 및 상기 에미터 돌기의 원주 방향 및 반경 방향을 상기 에미터 돌기를 서로 연결하는 에미터 연결부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 위치조절부는, 승강장치와 연결되는 제1 부재; 상기 안착부재에 연결되는 제2 부재; 및 상기 제1 부재 및 상기 제2 부재를 서로 연결시키는 연결부재;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 제1 부재 및 제2 부재에는 각각 상기 연결부재의 양단이 삽입되는 홈이 형성되고, 상기 제1 부재 및 제2 부재의 측면에는 각각 상기 홈과 연통되도록 홀이 형성되며, 상기 홀에는 상기 연결부재를 고정하도록 고정부재가 삽입가능한 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따르면, 위치조절부를 통해 방사선 발생부의 위치가 조절됨으로써 챔버에 형성된 방사선 방출부를 통해 방사되는 방사선 방출 면적 및 선량 조절이 용이하다.

[0022] 또한, 본 발명에 따르면, 에미터인 방사선 발생부를 챔버에 형성된 개방홀을 통해 인출함으로써 필요에 따라 방사선 발생부를 교체하는 것이 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 조사 장치를 나타낸 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 A-A' 라인을 따라 절단하여 바라본 단면 사시도이다.
- 도 3 및 도 4는 각각 도 1의 B-B' 라인을 따라 절단하여 서로 다른 각도에서 바라본 단면 사시도이다.
- 도 5는 도 4의 X1을 확대하여 나타낸 사시도이다.
- 도 6은 도 1의 C-C' 라인을 따라 절단하여 바라본 단면 사시도이다.
- 도 7은 도 6의 X2를 확대하여 나타낸 사시도이다.
- 도 8은 에미터부를 확대하여 나타낸 단면 사시도이다.
- 도 9는 에미터부의 다른 실시예를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 가이드부재를 나타낸 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 지지부의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 조사 장치와 이에 결합된 승강장치를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에서 방사선 방출부의 제1 위치에 있을 때, 챔버 내 전위 분포를 나타내고, 도 14는 본 발명의 일 실시예에서 방사선 방출부가 제1 위치에 있을 때, 챔버 내 전기장 분포를 나타내고, 도 15는 본 발명의 일 실시예에서 방사선 방출부가 제1 위치에 있을 때, 챔버 내 전자 궤적을 나타낸다.
- 도 16은 본 발명의 일 실시예에서 방사선 방출부의 위치 x에 대한 위치 z의 결과를 나타내고, 도 17은 위치 x에 대한 에너지 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하 첨부된 도면을 참조하여, 바람직한 실시예에 따른 방사선 조사 장치에 대해 상세히 설명하면 다음과 같다. 여기서, 동일한 구성에 대해서는 동일부호를 사용하며, 반복되는 설명, 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 설명은 생략한다. 발명의 실시형태는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 조사 장치를 나타낸 사시도이고, 도 2는 도 1의 A-A' 라인을 따라 절단하여 바라본 단면 사시도이고, 도 3 및 도 4는 각각 도 1의 B-B' 라인을 따라 절단하여 서로 다른 각도에서 바라본 단면 사시도이고, 도 5는 도 4의 X1을 확대하여 나타낸 사시도이고, 도 6은 도 1의 C-C' 라인을 따라 절단하여 바라본 단면 사시도이고, 도 7은 도 6의 X2를 확대하여 나타낸 사시도이고, 도 8은 에미터부를 확대하여 나타낸 단면 사시도이고, 도 9는 에미터부의 다른 실시예를 나타낸 도면이고, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 가이드부재를 나타낸 도면이고, 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 지지부의 구성을 나타낸 도면이며, 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 조사 장치와 이에 결합된 승강장치를 나타낸 도면이다.
- [0026] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 조사 장치(100)는, 방사선 조사 목적에 따라 에미터부의 위치 제어가 가능한 것으로, 챔버(110), 방사선 방출부(120) 및 방사선 발생부(130) 및 위치조절부(140)를 포함한다.
- [0027] 챔버(110)는 내부공간을 가지고 있으며, 상기 내부공간은 진공 상태를 가질 수 있다. 상기 챔버(110)는 바디부(111)와 결합부재(114, 115, 116)를 포함한다.
- [0028] 바디부(111)는 챔버(110)의 외형을 형성하는 것으로, 본 발명의 일 실시예에서 바디부(111)는 육면체 형상을 가질 수 있다. 다만, 바디부(111)의 형상에 제한이 있는 것은 아니다. 바디부(111)의 각 면에는 내부공간과 연통될 수 있는 홀들이 형성될 수 있다.
- [0029] 결합부재(114, 115, 116)는 상기 바디부(111)에 형성된 홀을 폐쇄하도록 상기 바디부(111)에 결합되는 부재일 수 있다. 결합부재(114, 115, 116)는 플렌지 형상을 가질 수 있으며, 볼트 등의 체결부재를 통해 바디부(111)에 체결될 수 있다. 즉, 바디부(111)에 형성된 홀 주변에 결합부재(114, 115, 116)의 외주면이 결합될 수 있다. 본

발명의 일 실시예에서, 바디부(111)의 상측 및 하측면에는 각각 상하부 결합부재(115, 116)가 결합될 수 있고, 측면에는 측부 결합부재(114)가 결합될 수 있다. 다만, 상기 체결부재를 제거하면 상기 바디부(111)로부터 상기 결합부재(114, 115, 116)가 분리될 수 있다.

- [0030] 상부 결합부재(115)에는 홀이 형성될 수 있다. 상부 결합부재(115)에 형성된 홀은 후술할 에미터부(132)가 상하 방향으로 이동하거나, 작동할 수 있는 공간일 수 있다.
- [0031] 상부 결합부재(115)에는 윈도우 결합부재(117)가 결합될 수 있다. 윈도우 결합부재(117)는 후술할 방사선 방출부(120)가 형성되는 윈도우 홀을 가진 부재로서, 상기 윈도우 홀은 상부 결합부재(117)에 형성된 홀 및 상기 챔버(110)의 내부공간과 연통되도록 형성될 수 있다. 윈도우는 챔버(110)의 내부에서 발생된 방사선이 외부로 방출되는 엑스레이의 출구일 수 있다. 윈도우 홀에 장착되는 방사선 방출부(120)의 크기, 면적 등은 설계 의도에 따라 변경될 수 있다.
- [0032] 한편, 방사선 방출부(120) 즉, 윈도우는 메탈 윈도우일 수 있으며, 그 표면에는 전기 전도성의 금속코팅층이 형성될 수 있다. 전기전도성 금속코팅층으로는 금(Au), 티타늄(Ti), 구리(Cu), 몰리브덴(Mo), 알루미늄(Al), 베릴륨(Be)일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 여기서 금속코팅층은 투과형 양극부로서 동작할 수 있다. 윈도우가 베릴륨 등의 금속 재질로 형성되는 경우에는, 소정 파장 이하의 엑스레이만 방출되도록 필터링될 수 있다.
- [0033] 하부 결합부재(116)에는 개방홀(116-1)이 형성될 수 있다. 상기 개방홀(116-1)의 기능에 대해서는 후술하기로 한다.
- [0034] 측부 결합부재(114) 중 적어도 하나의 측부 결합부재(114a)에는 관찰부(114-1)가 형성될 수 있다. 즉, 상기 측부 결합부재(114a)에 챔버(110)의 내부 공간과 연통되도록 홀이 형성될 수 있고, 상기 관찰부(114-1)는 투명한 부재로 형성되어 상기 챔버(110)의 내부가 외부로 노출시킬 수 있다. 상기 관찰부(114-1)를 통해 챔버(110)의 내부공간이 외부에서 보일 수 있다. 또한, 도 10을 참조하면, 측부 결합부재(114) 중 어느 하나에는 상기 챔버(110) 내 진공 환경을 조성하는 장치(C1)가 연결될 수 있고, 다른 하나에는 상기 챔버(110) 내 위치하는 방사선 발생부(130)를 제어하기 위한 장치(C2)가 연결될 수 있다.
- [0035] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 상기 챔버(110)는 비자성 스테인리스(stainless) 재질로 형성될 수 있으나, 챔버(110)의 재질에는 제한이 없다. 예를 들어, 챔버(110)는 비금속성 재질로 형성될 수 있으며, 이 경우 후술할 에미터부(132)에 인가되는 고압 전류가 챔버(110)의 내벽을 따라 흐름을 방지하도록 절연성을 확보할 수 있다.
- [0036] 도 5 내지 도 8을 참조하면, 방사선 발생부(130)는 챔버(110) 내부에서 전자를 방출할 수 있는 것으로, 에미터부(132), 제1 체결부(134), 가이드부재(136) 및 제2 체결부(138)를 포함한다.
- [0037] 에미터부(132)는 음극부일 수 있으며, 안착부재(131)에 배치될 수 있다. 안착부재(131)는 대략 원통 형상을 가질 수 있으며, 안착부재(131)의 상면에 지지부(133)가 안착될 수 있다.
- [0038] 상기 지지부(133)는 에미터부(132)를 지지할 수 있는 구성으로, 대략 반원 단면을 가진 기둥 형상을 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 에미터부(132)는 지지부(133)의 길이 방향 수직 단면(133-1)에 배치될 수 있다. 한편, 도 4 내지 도 8에는 안착부재(131)에 지지부(133)가 하나만 도시되어 있으나, 도 11에 도시된 바와 같이, 상기 에미터부(132)를 사이에 두고, 또 다른 지지부(133)가 더 형성되어 상기 에미터부(132)를 지지할 수 있다. 이렇게 에미터부(132) 양측에 지지부(133a, 133b)가 형성되면, 에미터부(132)로부터 발생하는 전계가 양측으로 누출되지 않고 상술한 방사선 방출부(120)를 향해 균일하게 방출될 수 있다.
- [0039] 상기 지지부(133)의 상면에는 하측 방향으로 연장된 홀(133-3)이 형성될 수 있다. 안착부재(131)의 상면에 형성된 홈(131-3)과 상기 지지부(133)에 형성된 홀(133-3)이 서로 연통된 상태에서 체결수단이 삽입됨으로써 안착부재(131)와 지지부(133)가 서로 체결될 수 있다. 상기 지지부(133)의 길이 방향 수직 단면(133-1)에는 반경 방향으로 연장된 홈(133-4)이 형성될 수 있다.
- [0040] 도 4 내지 도 8을 참조하면, 에미터부(132)는 에미터 몸체(132-1)와 에미터 돌기(132-3)를 포함할 수 있다. 에미터부(132)는 일종의 포인트 에미터 전극일 수 있다.
- [0041] 에미터 몸체(132-1)는 플레이트 형상을 가질 수 있다. 에미터 몸체(132-1)에는 홀(132-4)이 형성될 수 있고, 상기 지지부(133)에 형성된 홈(133-4)과 연통된 후 볼트 등의 체결수단을 통해 에미터 몸체(132-1)와 지지부(133)가 서로 체결될 수 있다. 에미터 몸체(132-1)와 지지부(133)를 고정하는 체결수단은 전도성 재질 또는 금속 재질로 마련될 수 있고, 이러한 체결수단을 통해 상기 에미터부(132)에 전기가 인가될 수 있다.

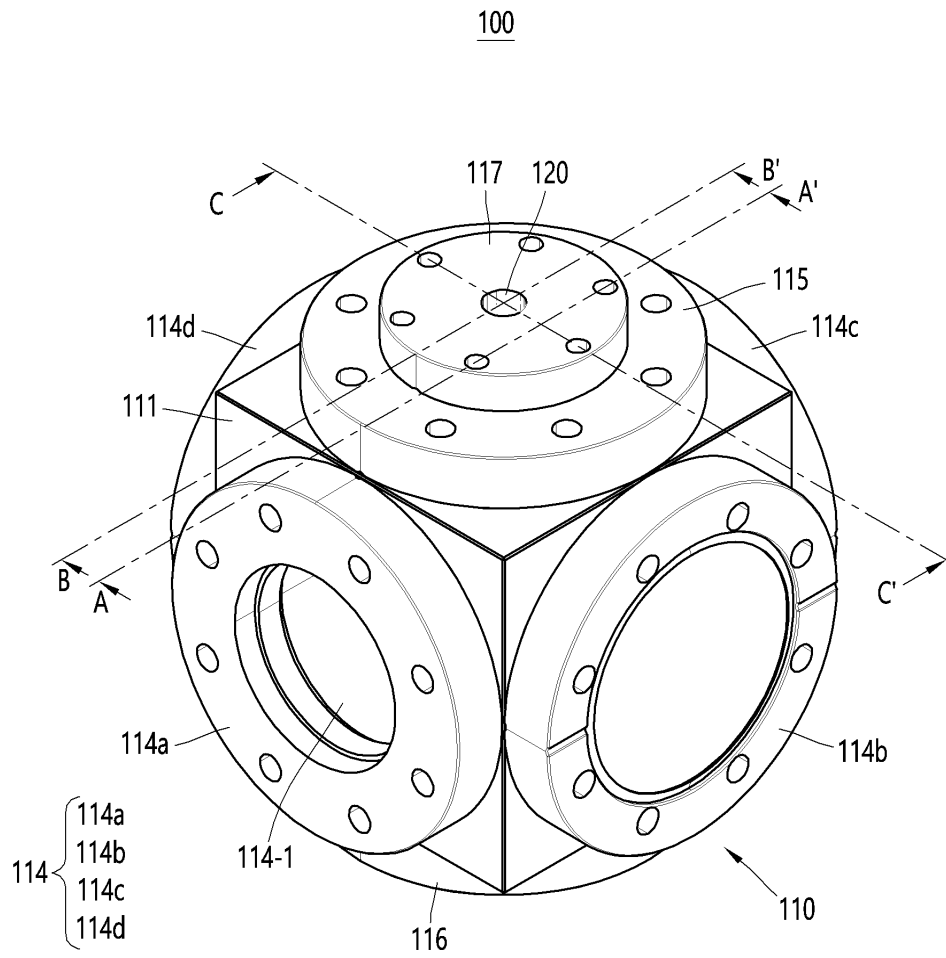
- [0042] 에미터 돌기(132-3)는 에미터 몸체(132-1)로부터 전자 방출 방향으로 돌출되도록 복수개 마련될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 에미터 돌기(132-3)는 일종의 팁(Tip)과 같이, 뾰족한 첨단을 가지도록 에미터 몸체(132-1)로부터 일체로 연장되어 마련될 수 있다. 에미터 돌기(132-3)는 상기 지지부(133)에 고정될 때 상기 방사선 방출부(120)를 향하도록 배치될 수 있다. 이러한 에미터 돌기(132-3)의 첨단은 상기 지지부(133)의 상면 위로 돌출되도록 고정될 수 있다. 한편, 에미터 몸체(132-1)로부터 돌출된 에미터 돌기(132-3)의 개수는 도시된 예로만 한정되지 않으며, 에미터 돌기(132-3)의 단부 또한 첨단 형상으로 한정되지 않는다.
- [0043] 도 9를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 에미터부(132)는 원기둥 형상을 가진 복수개의 에미터 돌기(232-3)와 상기 에미터 돌기(232-3)를 연결할 수 있는 에미터 돌기 연결부(232-1)를 포함할 수 있다. 이때, 에미터 돌기(232-3)는 원주 방향으로 형성되되, 반경 방향을 따라 이격되어 형성될 수 있다. 그리고, 이러한 복수의 에미터 돌기(232-3)는 에미터 돌기 연결부(232-1)에 의해 원주 방향 및 방사 방향으로 연결될 수 있다. 방사 방향으로 형성되는 에미터 돌기 연결부(232-1)는 그 끝단이 연장된 후 지지부(233)에 지지될 수 있다. 이러한 지지부(233)는 지지부 몸체(233-1)에 연결되어 지지될 수 있다. 지지부 몸체(233-1)는 안착부재(231)에 안착될 수 있다. 지지부 몸체(233-1)와 안착부재(231)는 체결 수단을 통해 서로 체결될 수 있다.
- [0044] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 에미터 몸체(132-1) 또는 에미터 돌기(132-3)는 상호 일체인 금속 또는 탄소 계열 물질로 구성될 수 있다. 여기서, 에미터부(132)의 에미터 돌기(132-3)는 에미터 몸체(132-1)로부터 상대적으로 돌출된 돌출된 돌기 형상을 가지므로써, 에미터 돌기(132-3)로부터 나노 소재인 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube, CNT)가 상대적으로 집중 성장될 수 있다.
- [0045] 탄소나노튜브의 성장 공정은 탄화수소 기체를 공급하는 플라즈마 화학증착 공정(PECVD; Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 또는 열 화학기상증착 공정(Thermal CVD; Thermal Chemical Vapor Deposition)을 이용할 수 있다.
- [0046] 안착부재(131)에는 그 원주 둘레 방향으로 측벽(131-1)이 형성될 수 있다. 측벽(131-1)은 에미터부(132)의 안착 경계를 형성할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 상기 지지부(133)는 상기 측벽(131-1)의 내부에 안착될 수 있다. 이때, 지지부(133)의 외측면은 상기 측벽(131-1)의 내측면과 닿으면서 안정적인 자세를 유지할 수 있다. 한편, 상기 측벽(131-1)은 안착부재(131)의 상면 내측에 형성될 수 있다. 따라서, 안착부재(131)의 외주단(131-3)과 상기 측벽(131-1)의 상단 사이에는 단차가 형성될 수 있다.
- [0047] 안착부재(131)의 외주단(131-3)에는 중공을 가진 원통 형상의 케이싱(135)이 안착될 수 있다. 케이싱(135)의 내주면은 안착부재(131)의 측벽(131-1) 외측면과 닿을 수 있다. 케이싱(135)은 상기 지지부(133) 및 에미터부(132)를 완전히 수용하도록 높게 형성될 수 있다.
- [0048] 안착부재(131)의 하부는 후술할 제2 부재(142)와 체결될 수 있다. 안착부재(131)의 하부에는 홀이 형성될 수 있고, 이러한 홀에 제2 부재(142)에 형성된 돌출부(142-1)가 삽입됨으로써 안착부재(131)와 제2 부재(142)가 서로 체결될 수 있다.
- [0049] 제1 체결부(134)는 상기 안착부재(131)를 고정하도록 상기 안착부재(131)의 외주면에 형성될 수 있다. 제1 체결부(134)는 중공을 가진 환형의 형상으로 구성될 수 있다. 제1 체결부(134)에는 제1 체결부(134)의 중공 둘레를 따라 형성되되, 상기 중공 중심 방향으로 일정 길이로 돌출된 돌출부(134-3)가 형성될 수 있다. 상기 제1 체결부(141)의 돌출부(134-3)의 상단에는 상기 안착부재(131)의 하면이 안착될 수 있다. 상기 제1 체결부(134)에는 상하 방향(예를 들어, 제1 체결부의 높이 방향)으로 연장된 홀(134-6)이 형성될 수 있다. 제1 체결부(141)에 형성된 홀(134-6)에 대해서는 후술하기로 한다.
- [0050] 가이드부재(136)는 에미터부(132)로부터 발생된 전자를 상기 방사선 방출부(120)로 안내하는 부재로서, 대략 중공을 가진 원통 형상을 가질 수 있다. 가이드부재(136)의 중공이 형성됨에 따라, 상기 가이드부재(136)의 상부에 가이드홀(136-1)이 형성된다.
- [0051] 가이드부재(136)의 외측부에는 그 둘레를 따라 형성되되, 외측 방향으로 돌출된 돌출부(136-3)가 형성될 수 있다.
- [0052] 가이드부재(136)의 하부에는 그 둘레를 따라 형성되되, 하부 방향으로 돌출된 단턱(136-5)이 형성될 수 있다. 케이싱(135)의 내주면은 상기 단턱(136-5)의 외측면과 맞닿을 수 있다. 상기 단턱(136-5)으로 인해 상기 가이드부재(136)의 하면과 상기 단턱(136-5)의 하면 사이에는 단차가 발생할 수 있다. 이때, 상기 단턱(136-5)을 기준으로 외측에 형성되는 가이드부재(136)의 하면에는 상기 케이싱(135)의 상단이 닿을 수 있다.

- [0053] 도 10을 참조하면, 상기 단턱(136-5)을 기준으로 가이드부재(136)의 하측 내면(136-6)에는 게이트부(152)가 안착될 수 있다. 게이트부(152)는 에미터부(132)와 마주하도록 마련되어, 에미터부(132)로부터 방출된 전자를 추출하여 외부로 안내할 수 있다. 게이트부(152)는 게이트홀(153)이 형성되는 얇은 판상의 전극으로 마련될 수 있다. 에미터 돌기(132-3)는 게이트홀(153)과 마주할 수 있다. 그로 인해, 에미터 돌기(132-3)로부터 방출되는 전자는 게이트홀(153)을 통과하여 추출될 수 있다. 에미터 돌기(132-3)와 게이트홀(153)은 일정 거리 이격되어 배치될 수 있다.
- [0054] 제2 체결부(138)는 상기 가이드부재(136) 및/또는 케이싱(135)을 고정하도록 상기 가이드부재(136)의 외주면에 형성될 수 있다. 제2 체결부(138)는 중공을 가진 환형의 형상으로 구성될 수 있다. 제2 체결부(138)에는 제2 체결부(138)의 중공 둘레를 따라 형성되되, 상기 중공 중심 방향으로 일정 길이로 돌출된 돌출부(138-3)가 형성될 수 있다. 상기 제2 체결부(142)의 돌출부(138-3)의 하단에는 상기 가이드부재(136)의 측부에 형성된 돌출부(136-3) 상면이 안착될 수 있다. 상기 제2 체결부(138)에는 상하 방향(예를 들어, 제2 체결부의 높이 방향)으로 연장된 홀(138-6)이 형성될 수 있다. 이러한 제2 체결부(138)에 형성된 홀(138-6)은 상기 제1 체결부(134)에 형성된 홀(134-6)과 연통되는 자세를 취할 수 있고, 이러한 홀들(134-6, 138-6)에 체결수단이 삽입되어 서로 고정될 수 있다. 한편, 제2 체결부(138)에는 그 반경 방향으로 연장된 홀(138-7)이 형성될 수 있다. 그리고, 가이드부재(136)에는 반경 방향으로 연장된 홈(136-7)이 형성될 수 있다. 이러한 홈(136-7)과 홀(138-7)이 연통된 상태에서 체결수단이 삽입됨으로써 가이드부재(136)와 제2 체결부(138)가 서로 고정될 수 있다. 또한, 제2 체결부(138)의 하단은 케이싱(135)의 외주면을 가압하면서 고정시킬 수 있다.
- [0055] 상술한 바와 같이, 안착부재(131), 케이싱(135) 및 가이드부재(136)는 제1 체결부(134)와 제2 체결부(138)를 연결함으로써 서로 체결 고정될 수 있고, 이에 따라 하나의 부품으로 구성될 수 있다. 이때, 가이드부재(136)의 가이드홀(136-1)을 통해 안착부재(131)에 배치된 에미터부(132)가 노출될 수 있다.
- [0056] 위치조절부(140)는 상기 방사선 발생부(130)를 상기 챔버(110) 내에서 z축 방향으로 이동시킬 수 있는 구성으로, 제1 부재(141), 제2 부재(142) 및 연결부재(143)를 포함한다.
- [0057] 제1 부재(141)는 상기 챔버(110)의 하부 결합부재(116)에 형성된 개방홀(116-1)에 삽입되는 자세로 형성될 수 있다. 상기 제1 부재(141)에는 상기 제1 부재(141)를 z축 방향으로 이동시키도록 승강 장치(170)가 연결될 수 있다. 승강 장치(170)는 실린더 내 로드를 이동시키도록 유압 또는 공압 방식의 구조를 가질 수 있다. 다만, 승강 장치(170)는 이에 한정되지 않으며, 나사 구동 방식 등 상기 제1 부재(141)를 이동시키기 위한 다양한 구조를 가질 수 있다.
- [0058] 제2 부재(142)는 상술한 바와 같이, 안착부재(131)의 하면과 체결될 수 있다. 그리고, 제2 부재(142)는 연결부재(143)를 통해 서로 연결될 수 있다. 구체적으로, 제1 및 제2 부재(141, 142)에는 상기 연결부재(143)가 삽입될 수 있도록 각각 길이 방향으로 연장되고 서로 마주보는 자세를 가지는 홈(141-1, 142-1)이 형성될 수 있다. 제1 부재 및 제2 부재(141, 142)의 측면에는 상기 홈(141-1, 142-1)까지 연장될 수 있는 고정공(147)이 형성될 수 있다. 상기 고정공(147)은 제1 부재(141) 및 제2 부재(142)에 각각 단수 개로 형성되거나, 제1 및 제2 부재(141, 142)의 길이 방향을 따라 각각 복수 개 형성될 수 있다. 상기 홈들(141-1, 142-1) 내에 연결부재(143)의 양단이 삽입된 후, 상기 고정공(147)을 통해 고정부재가 삽입되면 상기 제1 부재(141)와 제2 부재(142)는 서로 고정될 수 있다. 이때, 연결부재(143)가 제1 및 제2 부재(141, 142)에 형성된 홈(141-1, 142-1)에 삽입된 깊이 에 따라 상기 방사선 발생부(130)의 높이가 변경될 수 있다.
- [0059] 한편, 방사선 발생부(130)와 위치 조절부(140)가 체결된 상태로 챔버(110) 내에 배치되는 경우, 상기 가이드부재(136)의 가이드홀(136-1)은 상기 방사선 방출부(120)와 마주하도록 배치될 수 있다. 이때, 가이드부재(136)의 상부(가이드홀(136-1))와 상기 방사선 방출부(120) 사이에는 일정 거리(H) 이격될 수 있다.
- [0060] 상술한 바와 같이, 방사선 발생부(130), 제1 부재(141), 연결부재(143) 및 제2 부재(142)는 승강 장치(170)에 의해 일체로 이동할 수 있다. 승강 장치(170)는 컨트롤러와 연결될 수 있다. 따라서, 컨트롤러의 제어 신호에 따라 상기 승강 장치(170)가 구동될 수 있다. 한편, 방사선 조사 목적, 예를 들어, 진단용 또는 치료용에 따라 방사선 조사량이 구분될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 챔버(110) 내 방사선 발생부(130)의 위치, 더욱 자세하게는 방사선 방출부(120)와 가이드부재(136)의 홀(136-1) 사이의 거리(H)에 따라 방사선 방출부(120)를 통해 조사되는 방사선의 양 또는 방사선 방출 면적이 다를 수 있다. 이때, 상기 방사선 조사 목적에 따라 컨트롤러는 상기 방사선 발생부(130)의 z축 방향 높이를 제어할 수 있다. 즉, 본 발명에 따르면 방사선 방출 면적 및 선량 조절이 용이하다.

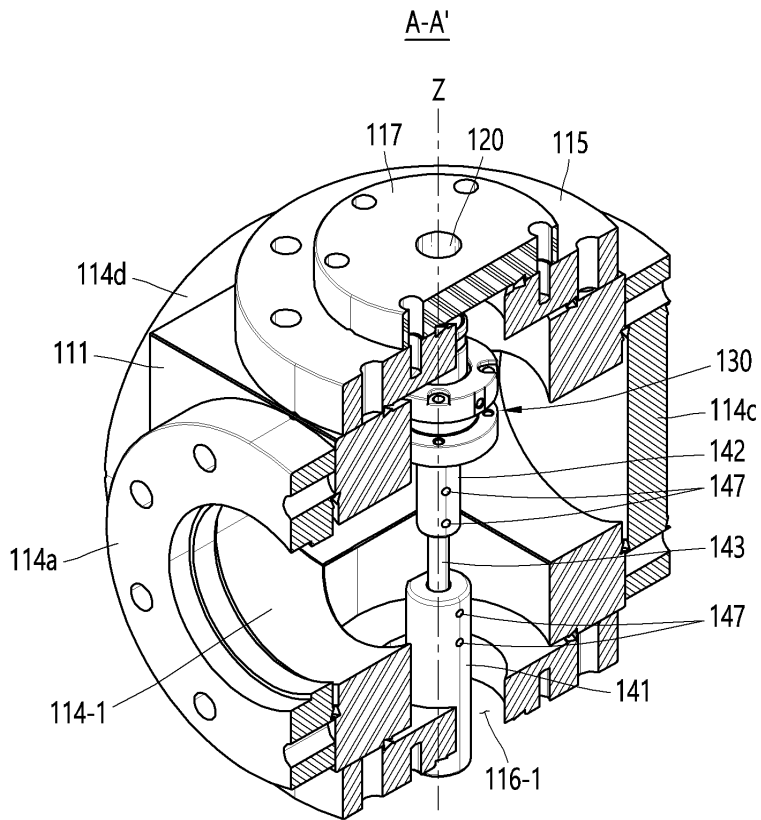
- [0061] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 방사선 발생부(130)의 에미터부(132)를 교체할 필요가 있는 경우, 챔버(110)의 하부 결합부재(116)에 형성된 개방홀(116-1)을 통해 상기 방사선 발생부(130)를 인출하여 교체하는 작업이 용이하다.
- [0062] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 방사선 방출부(120) 즉, 윈도우의 사이즈 및 종류 변환이 가능하여 방사선의 조사 면적이 조절될 수 있다.
- [0063] 도 13은 본 발명의 일 실시예에서 방사선 방출부의 제1 위치에 있을 때, 챔버 내 전위 분포를 나타내고, 도 14는 본 발명의 일 실시예에서 방사선 방출부가 제1 위치에 있을 때, 챔버 내 전기장 분포를 나타내고, 도 15는 본 발명의 일 실시예에서 방사선 방출부가 제1 위치에 있을 때, 챔버 내 전자 궤적을 나타낸다.
- [0064] 방사선 발생부(130)에 연결된 전극에 전압(예를 들어, 음전압)을 가하면 방출된 전자가 가속되어 가이드부재(136)의 가이드홀(136-1)을 통해 이동한 후 방사선 방출부(130)와 충돌하면서 빔이 형성될 수 있다.
- [0065] 도 13 내지 도 15를 참조하면, 본 발명에 따른 챔버(110) 내에 방사선 발생부(130)가 제1 위치에 있을 때, 즉, 방사선 방출부(120)와 방사선 발생부(130)의 가이드홀(136-1) 사이의 거리가 $H=13\text{mm}$ 에 있을 때, 에미터부(132)와 방사선 방출부(120)에 적용된 전위가 각각 -35Kv 와 0V 인 시뮬레이션을 수행하였다. 이때, 전자 빔을 수렴하기 위해 포커서가 배치되어 있으며, 포커서의 전위는 플로팅 전위로 설정되었다. 이때, 최소 및 최대 전위 값은 각각 -35003.2V 및 0.0273V 로 측정되었다. 도 13에는 챔버 내 전위의 윤곽 색상 맵을 보여준다. 색상 맵은 전자의 에너지 크기를 나타내며, 눈금 막대는 0eV 에서 35000eV 까지의 범위를 나타낸다. 한편, 도 14에는 챔버 내 전기장 분포가 도시되어 있으며, 여기서 도 14에 도시된 화살표는 전기장의 크기와 방향을 나타낸다. 도 15에는 전자 빔의 방향을 나타낸 것으로, 도 15에 도시된 바와 같이, 방사선 발생부(130)에서 발생된 전자는 방사선 방출부(120)로 가속됨을 확인할 수 있다.
- [0066] 도 16은 본 발명의 일 실시예에서 방사선 방출부의 위치 x 에 대한 위치 z 의 결과를 나타내고, 도 17은 위치 x 에 대한 에너지 결과를 나타낸다.
- [0067] 도 16은 방사선 방출부(120)의 아래쪽 표면에 위치한 파티클 2D 모니터를 도시하고 있다. 이는 3D 시뮬레이션 결과를 분석하기 위한 후처리 계산에 도움이 될 수 있다. 도 16에는 방사선 방출부(120)에 부딪히는 전자의 위치가 도시되어 있다. 여기서, 방사선 방출부(120)(윈도우)의 직경은 12.7mm 로 도 16에 도시된 테이블의 가로축 및 세로축의 길이와 동일하게 설정되었다. 이를 통해, 방사선 방출부(120)에 충돌하는 영역이 예측될 수 있다. 도 17은 방사선 방출부(120)에 충돌하는 입자의 에너지와 x 축 위치를 나타내는 표로서, 전자의 최대 에너지 값은 35942.78eV 로 측정되었다.
- [0068] 본 발명은 첨부된 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구 범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

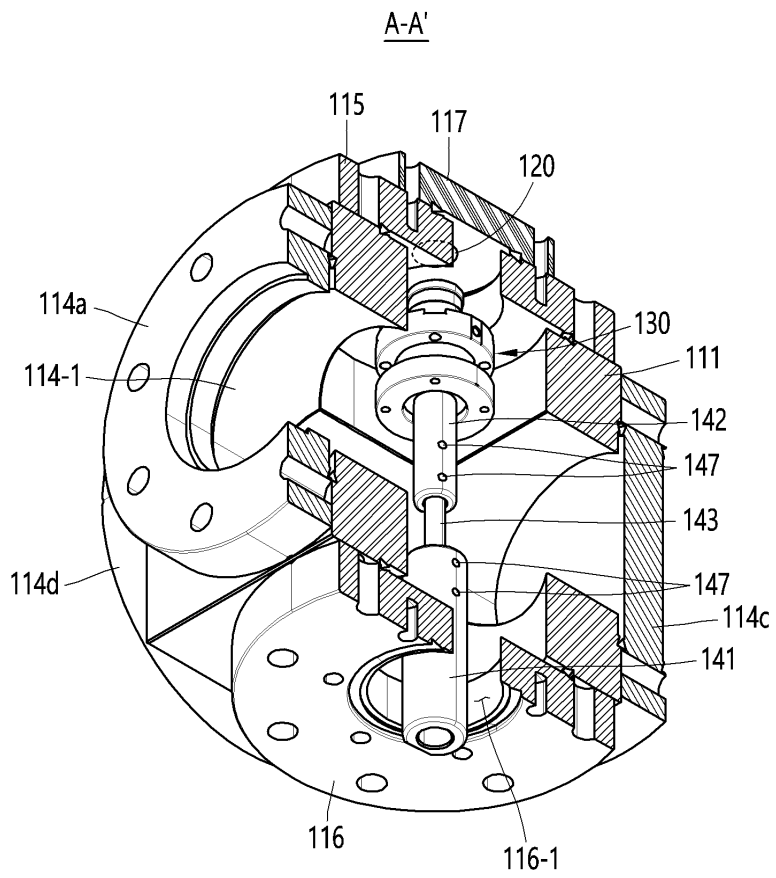
도면1



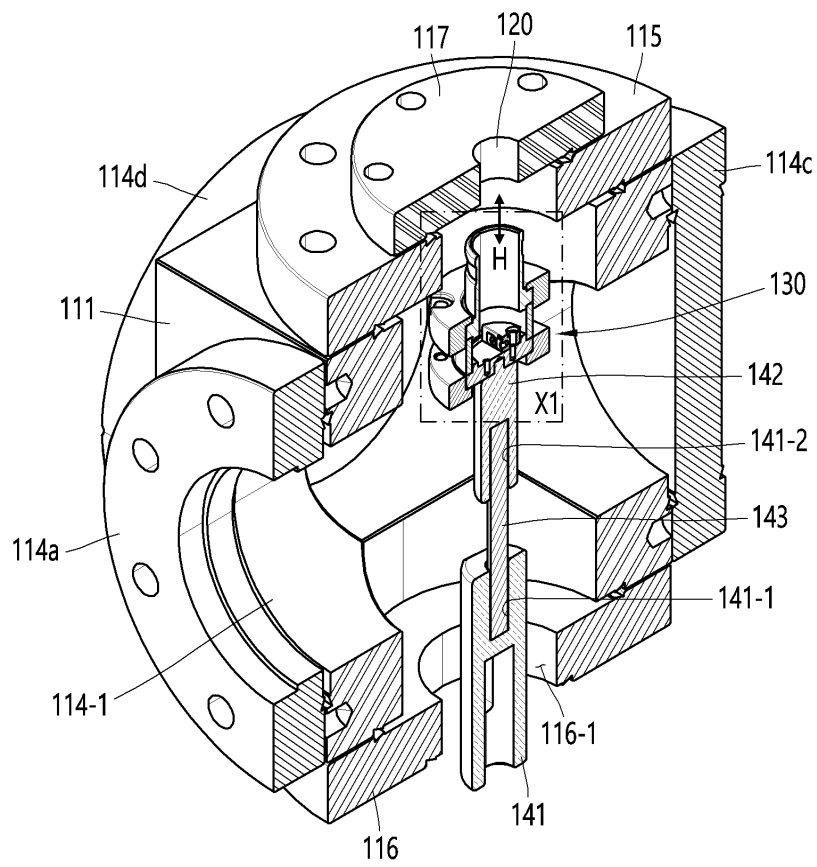
도면2



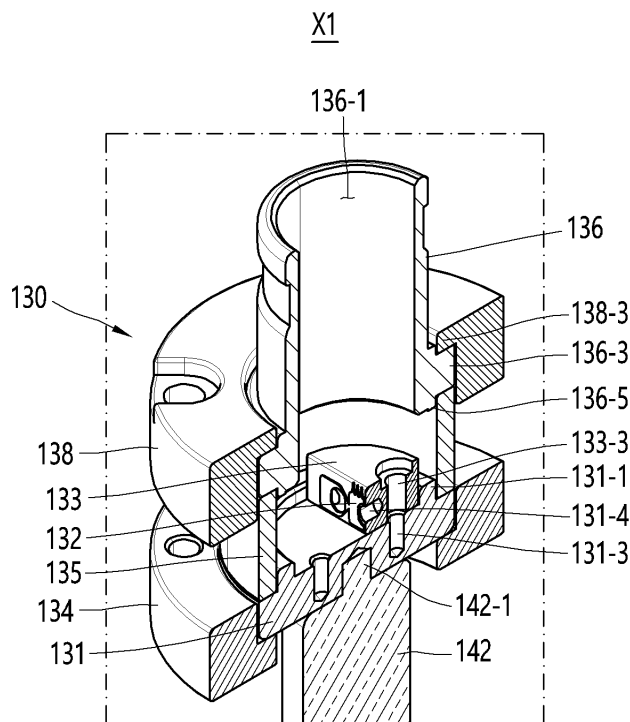
도면3



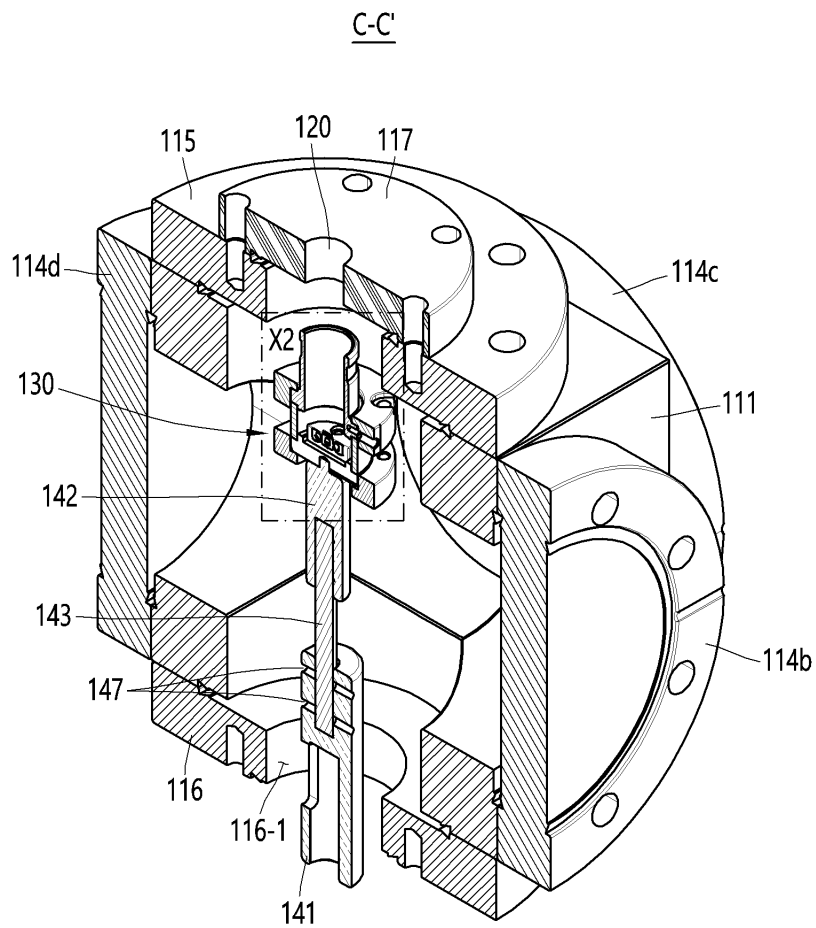
도면4

B-B'

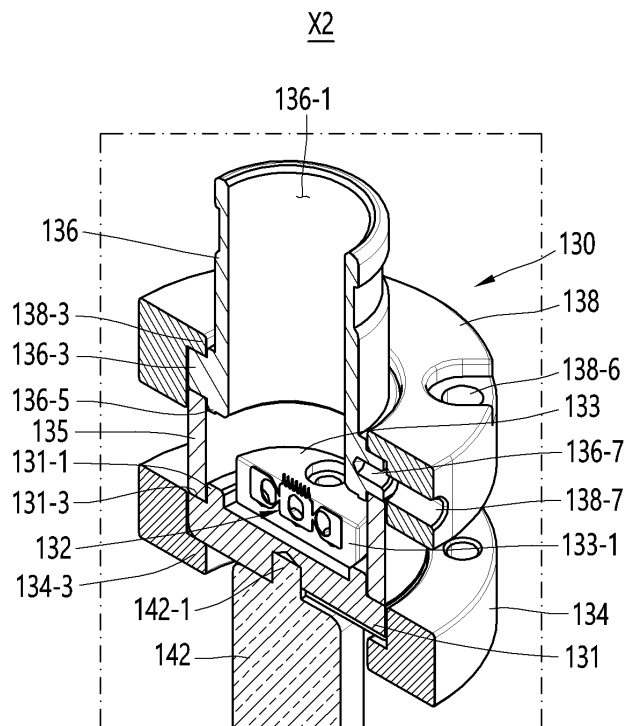
도면5



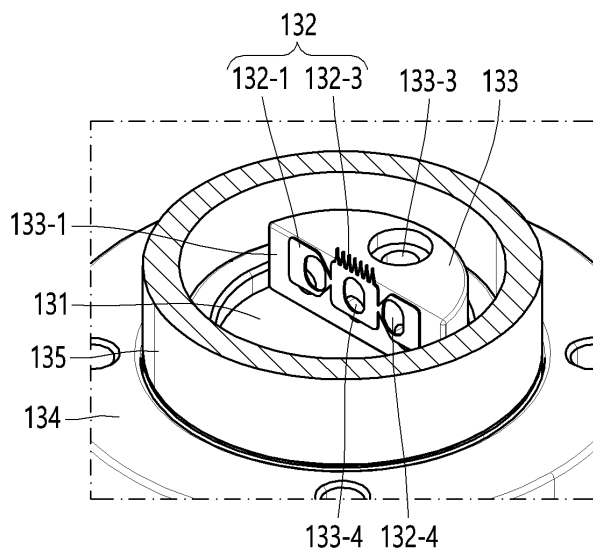
도면6



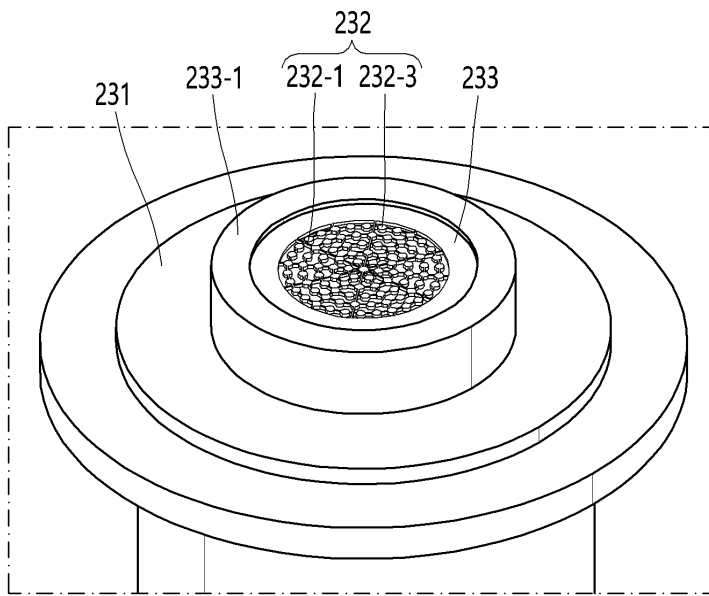
도면7



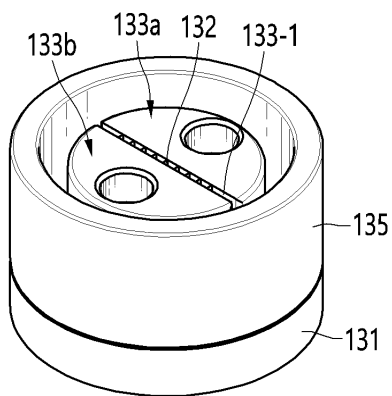
도면8



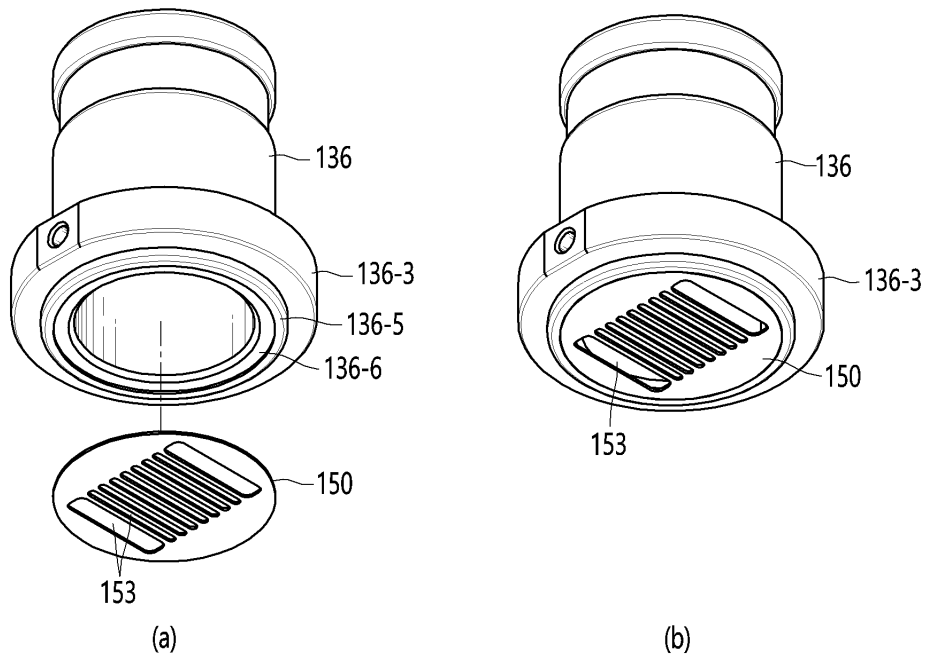
도면9



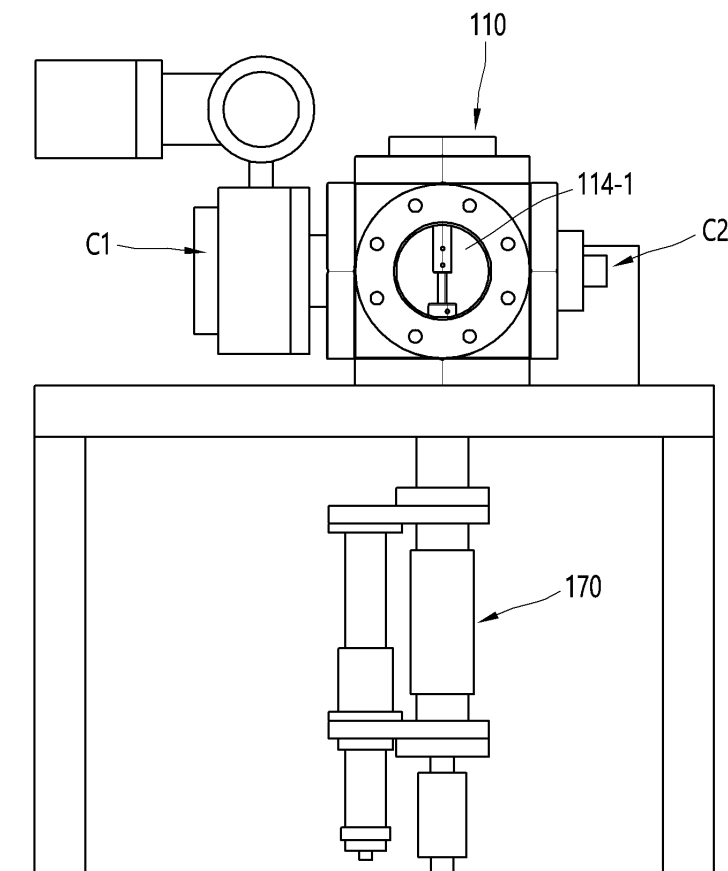
도면10



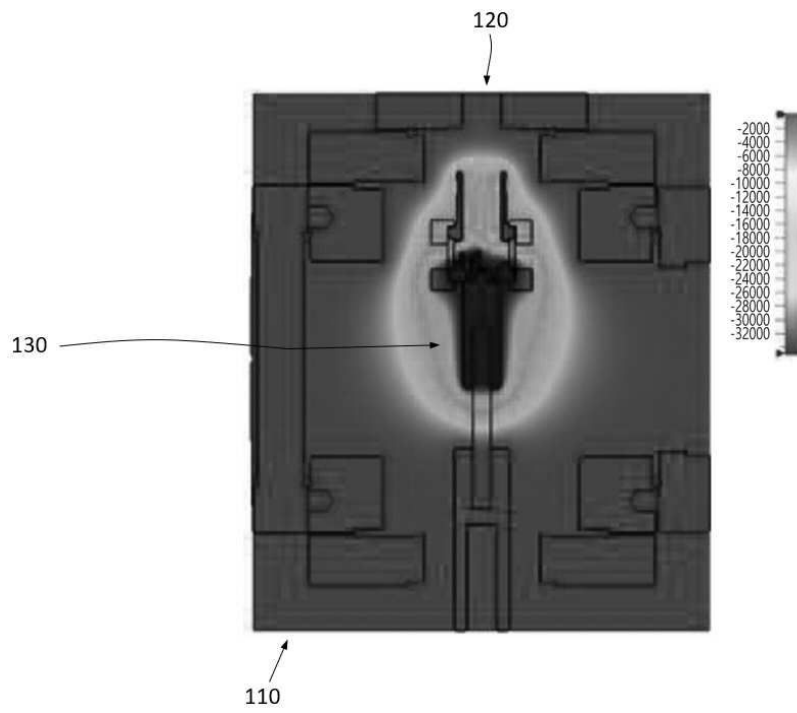
도면11



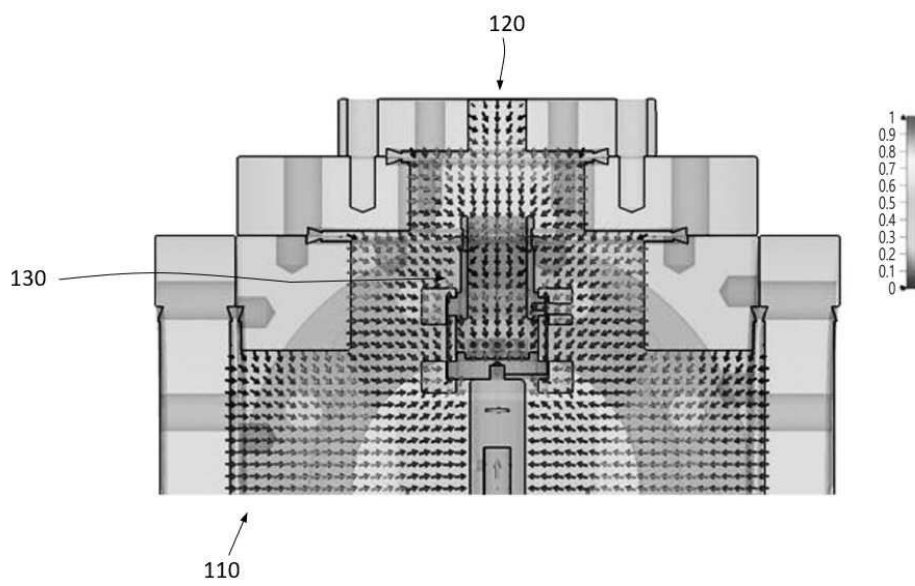
도면12



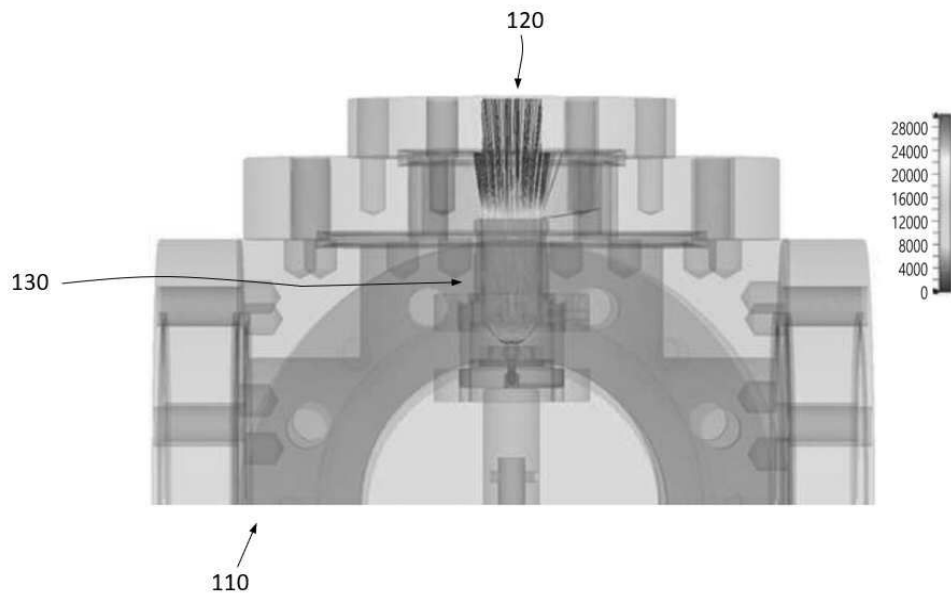
도면13



도면14

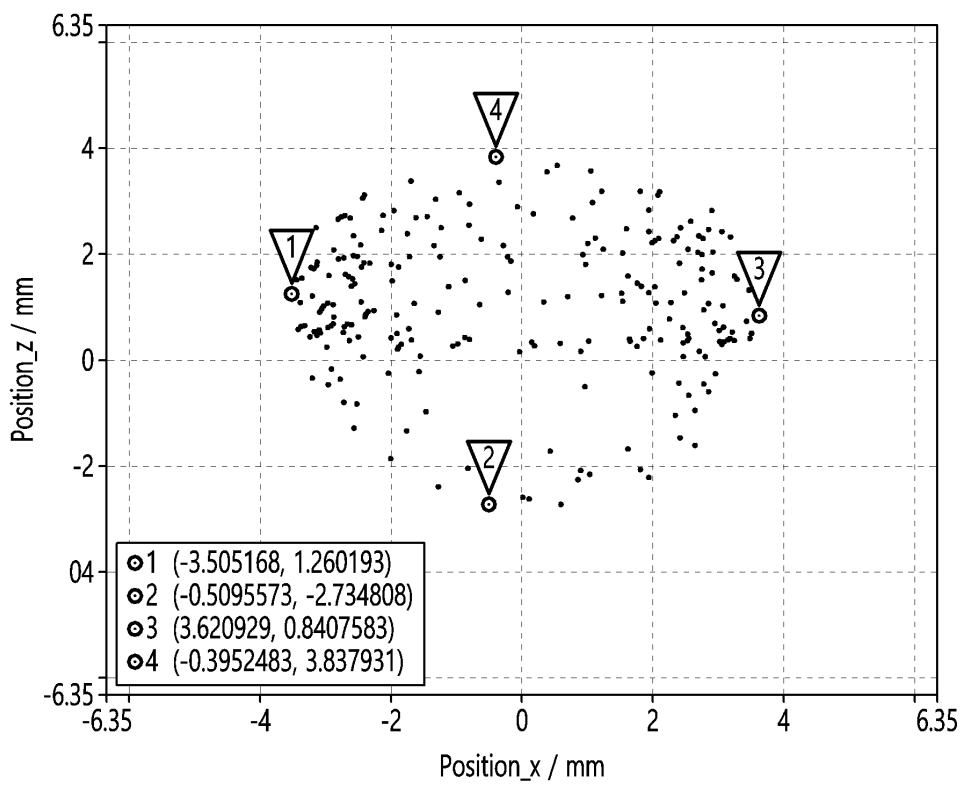


도면15



도면16

Particle 2D Monitor 1 - Phase Space - Position_z(Position_x), Plane @ 87.2500 mm



도면17

