



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월10일
(11) 등록번호 10-1568004
(24) 등록일자 2015년11월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/265 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7020169
(22) 출원일자(국제) 2009년02월12일
심사청구일자 2014년01월15일
(85) 번역문제출일자 2010년09월09일
(65) 공개번호 10-2010-0138916
(43) 공개일자 2010년12월31일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/033933
(87) 국제공개번호 WO 2009/102875
국제공개일자 2009년08월20일
(30) 우선권주장
12/031,643 2008년02월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US05959302 A
US07145150 B2
US20070210248 A1

(73) 특허권자
베리안 세미컨덕터 이큅먼트 어소시에이츠, 인크.
미국 01930 메사추세츠주 글로스터 도리 로드 35
(72) 발명자
울슨, 조셉 씨.
미국 01915 메사추세츠 비버리 미팅 플레이스 씨
클 5
굽타, 아틀
미국 01915 메사추세츠 비버리 아르벨라 드라이브
4
(74) 대리인
특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 25 항

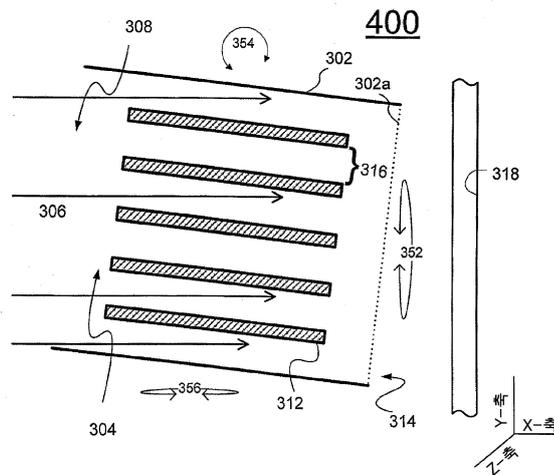
심사관 : 박성호

(54) 발명의 명칭 입자 빔 검출 장치, 이를 포함하는 기판 처리 시스템 및 입자 처리 시스템, 및 입자 빔의 특성들을 측정하기 위한 방법

(57) 요약

입자 빔 특성들을 검출하기 위한 장치 및 방법이 개시된다. 일 실시예에서, 상기 장치는 제1 단부 및 제2 단부를 포함하는 본체와, 상기 제1 단부 및 제2 단부 사이의 적어도 하나의 검출기를 가질 수 있다. 상기 장치는 상기 장치에 진입하는 입자들의 일부가 이 장치를 통과할 수 있는 투명 상태를 가질 수 있다. 또한, 상기 장치는 최소 투명도 상태를 가질 수 있고, 최소 투명도 상태에서는, 상기 장치에 진입하는 실질적으로 모든 입자들이 상기 장치를 통과하는 것이 방지될 수 있고 검출될 수 있다. 그 내부에 포함된 장치 또는 검출기를 회전시킴으로써, 상기한 투명도 상태가 달성될 수 있다. 상기 장치에 의하여, 빔 강도, 각도, 평행도, 및 입자 빔에서의 입자들의 분포와 같은 빔 특성들을 검출하는 것이 가능하다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

공동을 형성하는 측벽, 제1 단부, 및 복수의 입자들을 받아들이고 상기 공동과 통하도록 하기 위하여 상기 제1 단부에 근접한 입구 개구를 포함하는 본체; 및

상기 공동에 설치되고 상기 입자들의 적어도 일부를 검출하도록 구성되는 적어도 하나의 검출기를 포함하는 입자 빔 검출 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 본체는 적어도 하나의 회전 자유도를 가지는 입자 빔 검출 장치.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 본체의 상기 입구 개구에 근접한 제1 필드 억제 어셈블리를 더 포함하는 입자 빔 검출 장치.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 입구 개구와 통하며 상기 적어도 하나의 검출기에 근접한 적어도 하나의 채널을 더 포함하는 입자 빔 검출 장치.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 검출기는 별집 구조를 가지는 입자 빔 검출 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 입자 빔 검출 장치는 복수의 검출기들을 포함하고, 상기 복수의 검출기들은 평행 관계에 있는 입자 빔 검출 장치.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 적어도 하나의 검출기는 상기 본체에 무관한 회전 자유도를 가지는 입자 빔 검출 장치.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 입구 개구와 반대인 상기 본체의 제2 단부에 근접한 출구 개구로서, 상기 입구 개구, 상기 공동 및 상기 출구 개구는 서로 통하는, 출구 개구;

상기 입구 개구에 근접하게 설치된 제1 필드 억제 어셈블리; 및

상기 출구 개구에 근접하게 설치된 제2 필드 억제 어셈블리를 더 포함하는 입자 빔 검출 장치.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 제1 필드 억제 어셈블리는 입구 갭 및 측방향으로 설치되는 복수의 제1 자성 부재들을 포함하고, 측방향으로 인접한 제1 자성 부재들은 상기 입구 갭에 근접하고 교대로 반복되는 극성들을 가지고,

상기 제2 필드 억제 어셈블리는 출구 갭 및 측방향으로 설치되는 복수의 제2 자성 부재들을 포함하고, 측방향으로 인접한 제2 자성 부재들은 상기 출구 갭에 근접하고 교대로 반복되는 극성들을 가지는 입자 빔 검출 장치.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

상기 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들의 각각은 복수의 부재들을 포함하고, 각각의 부재는 상기 입자들 위의 적어도 하나의 인접한 부재에 의해 발생하는 필드의 효과를 최소화하도록 구성되는 입자 빔 검출 장치.

청구항 11

복수의 입자들을 발생시키도록 구성된 입자 발생기;

기관; 및

복수의 입자들 중의 적어도 하나의 입자를 받아들이도록 구성되고, 상기 적어도 하나의 입자를 검출하도록 구성되고, 적어도 하나의 회전 자유도를 가지는 적어도 하나의 입자 빔 검출 장치를 포함하는 기관 처리 시스템.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 입자 빔 검출 장치는,

입구 개구와, 상기 입구 개구에 반대인 출구 개구를 가지는 본체, 및

상기 적어도 하나의 입자를 검출하기 위하여 상기 입구 개구 및 상기 출구 개구 사이의 적어도 하나의 검출기를 포함하고,

상기 본체는 상기 입구 개구 및 상기 출구 개구와 통하는 적어도 하나의 입자 채널을 가지는 기관 처리 시스템.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 입자 빔 검출 장치는 상기 입구 개구에 근접한 제1 필드 억제 어셈블리, 및 상기 출구 개구에 근접한 제2 필드 억제 어셈블리를 더 포함하는 기관 처리 시스템.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들의 각각은 복수의 부재들을 포함하고, 각각의 부재는 상기 적어도 하나의 입자 위의 적어도 하나의 인접한 부재에 의해 발생하는 필드의 효과를 최소화하도록 구성되는 기관 처리 시스템.

청구항 15

복수의 입자들을 갖는 입자 빔의 특성들을 측정하기 위한 방법으로서,

상기 입자 빔을 발생시키고, 빔 경로를 따라 상기 입자 빔을 보내는 단계;

상기 발생된 입자들의 적어도 일부를 받아들이기 위하여, 상기 빔 경로의 적어도 일부 위에 적어도 하나의 입자 빔 검출 시스템을 설치하는 단계로서, 입자 빔 검출기는 적어도 하나의 검출기를 포함하는, 적어도 하나의 입자 빔 검출 시스템을 설치하는 단계;

상기 입자 빔 검출 시스템을 회전시키는 단계; 및

상기 받아들인 입자들의 적어도 일부를 검출하는 단계를 포함하는, 복수의 입자들을 갖는 입자 빔의 특성들을

측정하기 위한 방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 입자 빔 검출기는,

입구 개구, 본체에 의해 형성되는 공동, 및 출구 개구를 포함하는 본체로서, 상기 입구 개구, 상기 공동 및 상기 출구 개구는 서로 통하는, 본체;

상기 입구 개구에 근접한 제1 필드 억제기; 및

상기 출구 개구에 근접한 제2 필드 억제기를 더 포함하는, 복수의 입자들을 갖는 입자 빔의 특성들을 측정하기 위한 방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 제1 및 제2 필드 억제기들을 통과하는 입자들이 순 변위(net displacement)를 취득하는 것을 방지하는 단계를 더 포함하는, 복수의 입자들을 갖는 입자 빔의 특성들을 측정하기 위한 방법.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 회전시키는 단계는, 상기 입자 빔에 대해 상기 입자 빔 검출 시스템을 회전시키는 단계를 포함하는, 복수의 입자들을 갖는 입자 빔의 특성들을 측정하기 위한 방법.

청구항 19

청구항 16에 있어서,

상기 검출하는 단계는, 상기 입자 빔 검출 시스템이 회전하게 될 경우에 상기 받아들인 입자들의 적어도 일부를 검출하는 단계를 포함하는, 복수의 입자들을 갖는 입자 빔의 특성들을 측정하기 위한 방법.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

입자 도우즈(particle dose), 입자 빔 평행도(parallelism), 및 상기 입자 빔에서의 상기 입자들의 각도 분포 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 더 포함하는, 복수의 입자들을 갖는 입자 빔의 특성들을 측정하기 위한 방법.

청구항 21

복수의 입자들을 발생시키도록 구성된 입자 발생기; 및

상기 발생된 입자들의 적어도 일부를 받아들이도록 구성되고, 상기 받아들인 입자들의 적어도 일부를 검출하도록 구성되고, 입자 검출기를 통과하는 상기 받아들인 입자들의 수를 제어하기 위하여 가변 투명도 상태들을 가지는 입자 검출기를 포함하는 입자 처리 시스템.

청구항 22

청구항 21에 있어서,

상기 입자 검출기는 상기 입자 검출기의 반대 단부들에 근접하게 설치된 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들을 더 포함하고, 상기 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들의 각각은 복수의 부재들을 포함하고, 각각의 부재는 상기 입자 검출기를 통과하는 상기 입자들 위의 적어도 하나의 인접한 부재에 의해 발생하는 필드의 효과를 최소화하도록 구성되는 입자 처리 시스템.

청구항 23

청구항 22에 있어서,

상기 입자 검출기, 상기 제1 필드 억제 어셈블리, 및 상기 제2 필드 억제 어셈블리는 서로 회전하도록 구성되는 입자 처리 시스템.

청구항 24

청구항 22에 있어서,

상기 입자 검출기는 상기 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들에 대해 회전하도록 구성되는 입자 처리 시스템.

청구항 25

청구항 21에 있어서,

상기 입자 검출기는 입자 도우즈, 입자 빔 평행도, 및 상기 입자들의 각도 분포 중의 적어도 하나를 측정하도록 구성되는 입자 처리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 입자 처리(particle processing)에 관한 것으로, 더욱 구체적으로, 빔 특성들을 측정하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이온 주입은 무엇보다도 반도체 디바이스들을 제조함에 있어서 수행되는 특성 변경 공정(property altering process)이다. 다른 기구(tool)들 중에서, 빔-라인(beam-line) 이온 주입기가 이용될 수 있다. 기존의 이온 주입기의 블럭도가 도 1에 도시되어 있다. 기존의 이온 주입기는 전원 공급 장치(101)에 의해 바이어스가 인가될 수 있는 이온 소스(ion source)(102)를 포함할 수 있다. 이온 소스(102)는 소스하우징(도시하지 않음)으로 알려진 진공 챔버에 전형적으로 포함될 수 있다. 또한, 이온 주입기 시스템(100)은 이온들(10)이 통과하는 일련의 빔-라인 구성요소들을 포함할 수 있다. 일련의 빔-라인 구성요소들은 예를 들어, 추출 전극들(104), 90° 자석 분석기(magnet analyzer)(106), 제1 감속(D1) 스테이지(108), 70° 자석 시준기(magnet collimator)(110), 및 제2 감속(D2) 스테이지(112)를 포함할 수 있다. 광 빔을 처리하는 일련의 광학 렌즈들과 매우 유사하게, 빔-라인 구성요소들은 이온 빔(10)을 타겟 작업물(target workpiece)을 향해 조종하기 전에 이온 빔(10)을 처리하여 집속(focus)시킬 수 있다. 이온 주입 도중에, 웨이퍼(114)는 때때로 "로플랫(roplat)"(도시하지 않음)이라고 불리는 장치에 의해 하나 또는 그 이상의 차원(dimension)들에서 움직일(예를 들어, 병진(translate), 회전(rotate) 및 틸트(tilt)) 수 있는 플래튼(116) 위에 전형적으로 장착된다.

[0003] 동작시에, 이온들은 이온 소스(102)에서 발생되고, 추출 전극들(104)에 의해 추출된다. 추출된 이온들(10)은 빔과 유사한 상태에서 빔-라인 구성요소들을 따라 이동하고 웨이퍼(114)에 주입된다.

[0004] 위에서 언급된 바와 같이, 이온 주입 공정은 특성 변경 공정이다. 예를 들어, 붕소(boron) 및 인(phosphorous) 이온들과 같은 이온들은 실리콘 웨이퍼의 일부분들에 주입되어 웨이퍼의 전기적 특성들을 변경시킬 수 있다. 전계 효과 트랜지스터(field effect transistor)는 상기 주입을 이용할 수 있는 디바이스의 예이다. 당해 기술에서 알려진 바와 같이, 이러한 주입은 웨이퍼의 전기적 특성을 향상시킬 수 있다.

[0005] 이온 주입 공정은 광학적 특성 및 기계적 특성과 같은 다른 특성들을 향상시키기 위해 수행될 수도 있다. 예를 들어, 이온 주입 공정은 결정 기관(crystal substrate)의 결정도(crystallinity)를 파괴하도록 수행될 수 있으며, 이에 따라, 결정성 슬립들을 제한하고 기관의 기계적 강도를 향상시킨다. 추가적으로, 상기 공정은 기관 내에 주입되는 이온들의 확산율(diffusion rate) 및 이동률(mobility rate)을 감소시키도록 수행될 수 있다.

[0006] 최종 생산물의 특성들은 특성 변경 이온 주입 공정의 파라미터들에 의존할 수 있으므로, 주입 공정의 파라미터들을 제어하는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 파라미터들 중 하나는 이온들이 웨이퍼로 보내지는 각도(angle)일 수 있다. 이온 각도는 주입되는 영역의 크기 및/또는 위치를 결정할 수 있으므로 중요할 수 있다. 추가적으로, 이온 각도는 주입의 깊이에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 웨이퍼에 대해 수직인 각도로 보내진 이온들은 다른 각도들로 보내진 이온들보다 더 큰 깊이로 주입될 수 있다. 이온들이 다수의 불균일한(non-uniform) 각도

들로 기관을 향해 보내지면, 이온들은 상이한 깊이들로 주입될 수 있고 주입은 불균일할 수 있다. 또한, 3차원 디바이스 기관들은 상이한 각도로 배향된 표면들(예를 들어, 수직 및 수평 표면들)을 포함할 수 있으므로, 이온들의 각도는 중요한 파라미터일 수 있다. 하나의 각도로 기관을 향해 보내진 이온들은 하나의 표면에 도달할 수 있지만, 다른 표면에는 도달하지 않을 수 있다.

[0007] 또 다른 중요한 파라미터는 이온 도우즈(ion dose)일 수 있다. 처리된 생산물이 요구되는 전기적 특성을 충족할 수 있도록 이온 도우즈를 제어하는 것이 바람직할 수 있다. 이온 도우즈를 제어하는 것은 균일한 디바이스들을 생산하기 위하여 중요할 수도 있다. 예를 들어, 단일 반도체 기관으로부터 제조된 몇 개의 디바이스들이 균일한 특성들을 가질 수 있도록 이온 도우즈를 제어하는 것이 바람직할 수 있다. 추가적으로, 상이한 기관들로부터 제조된 디바이스들이 균일한 특성들을 가질 수 있으므로, 이온 도우즈를 제어하는 것이 바람직할 수 있다.

[0008] 이온 도우즈를 측정하고 제어하기 위해 이용되는 기구들 중 하나는 도 2에 도시된 패러데이 컵(Faraday cup)(200)이다. 기존의 패러데이 컵(200)은 빈 영역(24)을 형성하는 패러데이 컵 본체(22)를 포함할 수 있다. 패러데이 컵 본체(22)는 단부 벽(22a) 및 측벽들(22b)을 포함한다. 패러데이 컵(20)은 패러데이 컵 본체(22)를 둘러싸는 하우징(26)을 더 포함할 수 있다. 하우징(26)은 챔버(24)의 입구 개구(entrance aperture)(30)를 형성하는 개방부(opening)를 갖는 전면 판(28)을 포함할 수 있다. 패러데이 컵 본체(22)는 도우즈 처리기에 접속될 수 있다.

[0009] 패러데이 컵 본체(22)는 이온들을 받아들일 수 있고 이온 도우즈를 나타내는 전류를 발생한다. 다음으로, 전류는 도우즈 처리기에 입력된다. 도우즈를 측정함으로써, 이온 주입기들의 구성요소들은 희망하는 사양에 맞는 이온들을 생성하도록 조절될 수 있다.

[0010] 도 2에 예시된 패러데이 컵(20)은 이온 도우즈를 검출할 수 있지만, 컵(20)은 빔의 다른 특성들을 측정할 수는 없다. 그러므로, 새로운 장치에 대한 필요성이 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 빔 특성들을 측정하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 입자 빔 특성들을 검출하기 위한 장치 및 방법이 개시된다. 특정 실시예에서, 입자 빔 특성들을 검출하기 위한 방법은, 공동을 형성하는 측벽, 제1 단부, 및 복수의 입자들을 받아들이고 상기 공동과 통하도록 하기 위하여 상기 제1 단부에 근접한 입구 개구를 포함하는 본체; 및 상기 공동에 설치되고 상기 입자들의 적어도 일부를 검출하도록 구성되는 적어도 하나의 검출기를 포함하는 장치에 의해 구현될 수 있다.

[0013] 또 다른 특정 실시예에서, 입자 빔 특성들을 검출하기 위한 방법은 기관 처리 시스템에 의해 구현될 수 있다. 상기 기관 처리 시스템은, 복수의 입자들을 발생시키도록 구성된 입자 발생기; 기관; 및 복수의 입자들 중의 적어도 하나의 입자를 받아들일도록 구성되고, 상기 적어도 하나의 입자를 검출하도록 구성되고, 적어도 하나의 회전 자유도를 가지는 입자 빔 검출 장치를 포함할 수 있다.

[0014] 또 다른 특정 실시예에서, 입자 빔 특성들을 검출하기 위한 방법은, 상기 입자 빔을 발생시키고, 빔 경로를 따라 상기 입자 빔을 보내는 단계; 상기 발생된 입자들의 적어도 일부를 받아들이기 위하여 상기 빔 경로 위에 입자 빔 검출 시스템을 설치하는 단계로서, 입자 빔 검출기는 적어도 하나의 검출기를 포함하는, 입자 빔 검출 시스템을 설치하는 단계; 상기 입자 빔 검출 시스템을 회전시키는 단계; 및 상기 받아들인 입자들의 적어도 일부를 검출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 또 다른 특정 실시예에서, 입자 빔 특성들을 검출하기 위한 방법은 또 다른 입자 처리 시스템에 의해 실현될 수 있다. 입자 처리 시스템은, 복수의 입자들을 발생시키도록 구성된 입자 발생기; 및 상기 발생된 입자들의 적어도 일부를 받아들일도록 구성되고, 상기 받아들인 입자들의 적어도 일부를 검출하도록 구성되고, 상기 받아들인 입자들의 적어도 일부를 수집하기 위하여 그리고 입자 검출기를 통과하는 상기 받아들인 입자들의 수를 제어하기 위하여 가변 투명도 상태들을 가지는 입자 검출기를 포함할 수 있다.

[0016] 이하, 본 발명은 첨부 도면들에 도시된 바와 같은 그 예시적인 실시예들을 참조하여 더욱 구체적으로 설명될 것이다. 본 발명은 이하에서 예시적인 실시예들을 참조하여 설명되지만, 본 발명은 그것에 한정되지 않는다는 것

을 이해해야 한다. 본 명세서에서의 교시 내용에 접근하는 당업자들은 추가적인 구현예들, 변형예들 및 실시예들 뿐만 아니라, 본 명세서에서 설명된 바와 같은 본 발명의 범위 내에 속하며 본 발명이 중요한 용도일 수 있는 다른 사용 분야들을 인식할 것이다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 빔 특성들을 측정하기 위한 장치 및 방법을 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 본 발명의 더욱 완전한 이해를 용이하게 하기 위하여, 유사한 특징들은 유사한 번호들로 참조된 첨부 도면들을 지극히 참조한다. 이들 도면들은 본 개시 내용을 한정하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 오직 예시를 위한 것이다.

도 1은 기존의 이온 주입 시스템을 예시하는 블록도이다.

도 2는 기존의 페리데이 컵을 예시하는 블록도이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 입자 빔 특성들을 측정하기 위한 장치를 예시하는 블록도들이다.

도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자 빔 특성들을 측정하기 위한 장치를 예시하는 블록도이다.

도 5a 및 도 5b는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자 빔 특성들을 측정하기 위한 장치를 예시하는 블록도들이다.

도 6a, 도 6b 및 도 6c는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자 빔 특성들을 측정하기 위한 장치를 예시하는 블록도들이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 입자 빔 특성들을 측정하기 위한 장치를 포함하는 이온 주입기를 예시하는 블록도이다.

도 8은 본 발명의 장치에 의해 측정되는 입자 빔 특성을 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명에서는, 빔 특성들을 측정하기 위한 장치에 대한 몇 개의 실시예들이 소개된다. 예시를 위하여, 빔-라인 이온 주입 시스템과 관련하여 발명의 설명이 행해진다. 그러나, 당업자들은 본 발명이 예를 들어, 플라즈마 침지 이온 주입(PIII : plasma immersion ion implantation) 시스템, 플라즈마 도핑(PLAD : plasma doping) 시스템 및 입자 에칭 시스템을 포함하는 다른 처리 시스템들에 동등하게 적용 가능할 수 있음을 인식할 것이다. 추가적으로, 본 발명은 예를 들어, 레이저 공정을 포함하는 다른 공정들에 동등하게 적용 가능할 수 있다.

[0020] 명확히 하기 위하여, 본 발명의 설명은 용어 "빔(beam)"과 관련하여 행해진다. 상기 용어는 복수의 입자(particle)들 또는 빔렛(beamlet)들을 포함하는 빔을 의미할 수 있다. 또한, 빔은 복수의 입자와 유사한 광자(photon)들을 포함하는 간섭성의 실질적으로 비-발산(non-diverging) 전자기 방사선을 의미할 수 있다. 한편, 입자들은 광자, 하전된 또는 중성의 아원자(charged or neutral subatomic), 원자, 또는 분자 입자들을 의미할 수 있다. 이러한 입자들은 예를 들어, 레이저(laser), 메이저(maser), 빔-라인 이온 주입 시스템의 이온 소스, 및 입자들을 함유하는 플라즈마 또는 가스와 같은 입자 발생기로부터 발생할 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 설명은 용어 "타겟(target)"과 관련하여 행해진다. 상기 용어는 처리 중인 기관 또는 입자 덩어리(dump)를 포함하는 입자들의 목적지를 나타내지만, 이것에 한정되지 않는다. 상기 타겟은 금속, 절연체, 반도체, 또는 그 조합으로 만들어질 수 있다. 또한, 발명은 빔이 기관 위에 입사하도록 의도된 이론적인 평면을 예시하기 위하여 용어 "기관 평면(substrate plane)"을 포함한다.

[0022] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른, 예시적인 빔 특성 검출 시스템(300)의 측 단면도가 도시되어 있다. 도 3a에는, 검출 시스템(300)의 평면 단면도가 예시되어 있다. 도 3a 및 도 3b에 예시된 바와 같이, 검출 시스템(300)은 공동(cavity)(304)을 형성하는 본체(302); 복수의 입자들(306)을 받아들이기 위하여 본체(302)의 제1 단부에 설치된 입구 개구(308); 및 입자들(306)을 검출하기 위한 하나 또는 그 이상의 검출기들(312)을 포함할 수 있다. 입구 개구(308)는 검출 시스템(300)의 본체(302)에 의해 형성될 수 있다. 또한, 입구 개구(308)는 제1 단부에 근접한 개방부를 갖는 판(310)에 의해 형성될 수 있다.

- [0023] 검출 시스템(300)은 입구 개구(308)의 반대쪽인 제2 단부에 설치된 출구 개구(314)를 선택적으로 포함할 수 있다. 다른 방안으로서, 검출 시스템(300)은 점선(302a)에 의해 도시된 바와 같이, 제2 단부에 설치된 벽(302a)을 포함할 수 있고, 출구 개구(314)는 존재하지 않을 수 있다. 또 다른 예에서는, 검출 시스템(300)이 제2 벽(302a) 및 다소 더 작은 출구 개구(314)를 가질 수 있도록, 제2 벽(302a)은 출구 개구(314)를 형성하는 개구를 가질 수 있다. 본 발명도 출구 개구(314)를 갖지 않는 검출 시스템들을 고려하고 있지만, 본 발명은 명확히 하기 위하여 출구 개구(314)를 포함하는 검출 시스템들에 초점을 맞출 것이다.
- [0024] 출구 개구(314)의 후방에는, 시스템(300)에서 탈출하는 입자들(306)을 받아들이기 위하여 입자 타겟(318)이 설치될 수 있다. 탈출하는 입자들(306)의 적어도 일부를 검출하기 위하여, 또 다른 입자 검출기(도시하지 않음)가 출구 개구(314)의 후방에 설치될 수도 있다.
- [0025] 검출 시스템(300) 근처에는, 검출된 입자들(306)을 나타내는 신호를 수신하기 위하여 공정 제어부(313)가 설치될 수 있다. 본 발명에서는, 검출기(312), 본체(302), 또는 이들 모두가 입자들(306)을 검출할 수 있고, 검출된 입자들(306)을 나타내는 신호를 공정 제어부(313)에 송신할 수 있다. 제2 벽(302a)이 존재한다면, 제2 벽(302a)도 입자들(306)을 검출할 수 있고 신호를 송신할 수 있다. 신호를 수신할 때, 공정 제어부(313)는 신호의 소스를 식별할 수 있고, 검출기(312), 본체(302), 및/또는 제2 벽(302a)의 각각에 의해 검출된 입자들의 양을 결정할 수 있다.
- [0026] 입자들(306)을 검출하기 위하여 본체(302)의 공동(304)에 포함된 검출기(312)는 단일 검출기(312)일 수 있다. 그러나, 검출 시스템(300)은 공동(304) 내의 복수의 검출기들(312)을 포함할 수 있다는 것도 고려된다. 하나 또는 그 이상의 검출기들(312)은 입자들(306)이 입구 개구(308)로부터 출구 개구(314)로 통과할 수 있는 하나 또는 그 이상의 채널들(316)을 포함하고 및/또는 이를 형성할 수 있다. 각각의 채널(316)은 x 축을 따르는 미리 결정된 길이와, y 축을 따르는 미리 결정된 폭과, 이에 따라 미리 결정된 종횡비(aspect ratio)를 가질 수 있다. 추가적으로, 각각의 채널(316)은 z 축을 따르는 미리 결정된 높이를 가질 수 있다. 또한, 각각의 채널(316)은 원형 단면을 가질 수 있거나, 또는 예를 들어, 4각형 단면을 포함하는 임의의 다른 다각형 단면을 가질 수 있다.
- [0027] 채널들(316)의 종횡비 및 시스템(300)으로 보내지는 입자들(306)의 각도에 따라, 입자들(306)은 채널들(316)을 통과할 수 있거나, 또는 검출기(312)에 입사되어 검출될 수 있다. 입사하는 입자들(306)을 검출하기 위하여, 검출기(312)는 금속, 절연체, 반도체, 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출기(312)는 광감지기를 검출할 수 있는 광 검출기(photodetector), 또는 중성 입자들을 검출하기 위한 열 센서를 포함할 수 있다. 검출기(312)의 각각의 표면(312a, 312b, 312c 및 312d)은 입자들을 독립적으로 검출할 수 있고, 각각의 표면(312a, 312b, 312c 및 312d)에 입사하는 입자들의 양을 결정할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 검출 시스템(300)은 이동 가능할 수 있다. 예를 들어, 검출 시스템(300)은 화살표(352)에 의해 도시된 바와 같이, x 축 주위의 회전 자유도(degree of rotational freedom)를 가질 수 있다. 추가적으로, 시스템(300)은 적어도 하나의 병진 자유도(degree of translational freedom)를 가질 수 있다.
- [0029] 동작시에, 복수의 입자들(306)을 포함하는 입자 빔은 빔 방향 및 빔 각도를 따라 검출 시스템(300)으로 보내질 수 있다. 본 발명은 수렴 빔(converging beam) 및 발산 빔(diverging beam)을 고려하고 있지만, 발명은 4각형 단면을 갖는 리본 빔(ribbon beam)에 초점을 맞출 것이다. 리본 빔에서는, 입자들(306)의 대다수가 빔의 방향을 따라 빔 각도로 실질적으로 평행하게 이동할 수 있다. 그러나, 입자들(306)의 소수는 비록 약간이지만 그 방향 및 각도로부터 벗어날 수 있다.
- [0030] 다수의 입자 각도들의 리본 빔이 채널들(316)과 정렬되어 있다면, 채널의 종횡비 내에서, 입자들(306)의 다수는 채널들(316)을 통해 이동할 수 있고 검출 시스템(300)을 탈출할 수 있다. 그러나, 빔 방향 및 각도로부터 벗어나는 입자들(306)은 오정렬(misalign)될 수 있고, 검출기(312) 또는 본체(302)에 입사될 수 있다. 검출기(312) 및 본체(302)는 입사 입자들(306)의 양을 측정할 수 있고, 측정된 양(예를 들어, 입사 입자 도우즈)을 나타내는 신호를 발생시킬 수 있고, 그 신호를 공정 제어부(313)에 송신할 수 있다. 그 신호에 기초하여, 빔 특성들이 평가될 수 있고, 빔은 요구되는 사양으로 조절될 수 있다.
- [0031] 희망한다면, 시스템(300)은 다른 위치들로 병진(translate)될 수 있고, 빔의 상이한 영역들의 특성들이 결정될 수 있다. 시스템(300)은 하나 또는 그 이상의 횡단 방향들에서 빔을 가로질러 병진 가능할 수 있고, 횡단 방향들은 빔에 대해 직교하거나 수직일 수 있다. 추가적으로, 횡단 방향들은 빔에 대해 직교하지 않거나 수직이지 않을 수 있다. 또한, 횡단 방향들은 기관 평면에 대해 평행하거나 평행하지 않을 수 있다. 그러나, 검출 시스템

(300)의 병진이 희망되지 않는다면, 몇 개의 검출 시스템들(300)은 빔의 상이한 부분들의 특성들을 평가하기 위하여 어레이(array) 형태로 설치될 수 있다.

[0032] 병진 가능한 것에 추가하여, 시스템(300)은 회전 가능할 수도 있다. 시스템(300)은 x 축 주위로 회전할 수 있고, 시스템(300)이 회전할 때, 시스템(300)은 빔 특성들을 측정할 수 있다. x 축 주위의 회전 각도는 바람직하게는 약 90도일 수 있다. 그러나, 회전 각도는 0도로부터 360도까지의 어느 것일 수 있다고 예상된다.

[0033] 도 4를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 또 다른 예시적인 빔 특성 검출 시스템(400)의 측 단면도가 도시되어 있다. 도 4에 예시된 바와 같이, 본 실시예의 검출 시스템(400)은 도 3에 도시된 검출 시스템(300)과 유사할 수 있고, 도 3에 예시된 검출 시스템(300)의 모든 구성요소들 및 특징들을 포함할 수 있다. 이와 같이, 시스템(400)의 설명은 이전의 실시예들에서 설명되지 않았을 수 있는 구성요소들 및 특징들에 초점을 맞출 것이다.

[0034] 본 실시예에서, 검출 시스템(400)은 적어도 하나의 추가적인 회전 자유도를 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출 시스템(400)은 시스템(300)과 유사하게 적어도 x 축 주위로 회전 가능할 수 있다. 추가적으로, 검출 시스템(400)은 화살표(354)에 의해 도시된 바와 같이, 적어도 z 축 주위로 회전 가능할 수 있다. 또한, 검출 시스템(400)은 화살표(356)에 의해 도시된 바와 같이, y 축 주위로 회전 가능할 수 있다. 시스템(400)을 z 축 주위로 회전시키는 것은 시스템(400)이 예를 들어, 리본 빔에서의 수직 입자 각도 분포를 포함하는 빔 특성들을 측정하는 것을 가능하게 할 수 있다. 한편, 시스템(400)을 y 축 주위로 회전시키는 것은 시스템(400)이 예를 들어, 수평 입자 각도 분포를 포함하는 특성들을 측정하는 것을 가능하게 할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 시스템(400)에 포함된 검출기(312)는 시스템 본체(302)에 무관하게 x, y 및/또는 z 축 주위로 회전 가능할 수도 있다. 이와 같이, 검출 시스템(400) 및/또는 검출기(312)는 입자 빔 또는 다른 빔-라인 구성요소들(예를 들어, 추출 전극들, 90° 자석 분석기, 감속 스테이지 및 70° 자석 시준기(110) 등)에 대해 회전 가능할 수 있다. 본 발명에서는, 입자 빔은 고정 빔(fixed beam)일 수 있다. 다른 방안으로서, 상기 빔은 비-고정(non-fixed)일 수 있고, 빔의 방향 또는 경로는 변경될 수 있다. 또한, 타겟(418)이 출구 개구(314) 근처, 시스템 본체(302)의 측면 근처, 또는 입구 개구(306) 근처에 설치되더라도, 검출 시스템(400)은 타겟(318)에 대해 회전 가능할 수 있다. 일부 실시예에서는, 타겟(318)이 검출 시스템(400)과 함께 회전 가능할 수 있다는 것도 고려된다.

[0035] 본 발명에서는, 각각의 회전의 중심은 단일 지점(point) 또는 상이한 지점들에 위치될 수 있다. 각각의 회전의 중심은 검출 시스템(400)의 중심 또는 시스템(400)의 다른 부분/부분들에 위치될 수 있다는 것이 고려된다. 또한, 각각의 회전의 중심은 시스템(400)으로부터 옮겨진 하나 또는 그 이상의 지점들에 위치될 수 있다는 것이 고려된다.

[0036] 검출 시스템(400)에 보내진 리본 빔이 채널들(312)과 정렬되면, 입자들(306)의 대다수는 채널들(316)을 통해 이동할 수 있고 검출 시스템(400)을 탈출할 수 있다. 이와 같이, 검출 시스템(400)은 실질적으로 투명할 수 있고 (즉, 최대 투명도 상태(maximum transparency state)), 입자들(306)의 최소량만 검출될 수 있다. 검출되는 입자들(306)은 빔 방향 및 각도로부터 벗어나는 입자들을 포함할 수 있다. 최대 투명도 상태인 동안에는, 검출 시스템(400)이 예를 들어, 빔 방향, 각도 및 평행도(parallelism)와 같은 빔 특성들을 측정할 수 있다. 또한, 검출 시스템(400)은 z 축 주위로 회전하게 될 경우에 최소 평행 상태를 가질 수 있다. 검출기(312)가 독립적으로 회전 가능하면, 검출기(312)를 회전시킴으로써 이러한 상태가 달성될 수도 있다. 최소 투명도 상태인 동안에는, 빔 및 채널들(316)이 오정렬될 수 있고, 검출기(312) 및/또는 본체(302)에 입사될 수 있으며, 시스템(400)은 빔 강도(beam intensity) 또는 입자 도우즈(particle dose)를 측정할 수 있다.

[0037] 최소 및 최대 투명도 상태들 사이에서, 검출 시스템(400)은 중간 투명도 상태에 있을 수 있다. 본 발명에서는, 중간 투명도 상태가 최소 및 최대 투명도 상태들 사이의 단일 고정 상태 또는 일련의 과도 상태들일 수 있다. 중간 투명도 상태의 검출 시스템(400)은 리본 빔에서의 입자들(306)의 각도 분포를 측정할 수 있다. 시스템이 z 축 주위로 회전하게 되고, 시스템(400)의 투명도 상태가 최소 투명도 상태에서부터 최대 투명도 상태로 변경될 때, 검출기(312)에 입사하는 입자들(306)을 측정함으로써, 입자들(306)의 수직 각도 분포가 결정될 수 있다. 희망한다면, 입자들의 수평 각도 분포도 결정될 수 있다. 예를 들어, 시스템(400)이 y 축 주위로 회전하게 되고, 시스템(400)의 투명도 상태가 최소 투명도 상태에서부터 최대 투명도 상태로 변경될 때, 시스템(400)은 검출기(412)에 입사하는 입자들을 측정할 수 있다.

[0038] 일부 실시예들에서, 시스템(400)의 검출기(312)는 시스템(400)이 수직 및 수평 각도 분포 중의 하나만 측정할 수 있도록 구성될 수 있다. 이러한 실시예들에서, 검출 시스템(400)은 x 축 주위로 약 90도 회전하게 될 수도 있다. 그러므로, 시스템(400)은 y 및 z 축들 중의 하나 주위로 회전하게 될 수 있고, 수직 및 수평 입자 각도

분포 중의 다른 하나를 측정할 수 있다. 일부 다른 실시예들에서는, 다른 방향들을 따르는 입자 분포들, 즉, 수직 및 수평 입자 각도 분포들 이외의 분포들도 측정될 수 있도록, 시스템(400)이 x 축 주위로 다른 각도들로 회전하게 될 수 있다.

- [0039] 바람직하게는, 검출 시스템(400)은 기관이 처리 중일 경우에 입자 도우즈를 측정하기 위하여 최소 투명도 상태에 있을 수 있다. 빔 방향, 각도, 평행도, 및 각도 분포와 같은 다른 특성들의 측정이 필요하다면, 검출 시스템(400) 또는 검출기(312)는 x, y 및/또는 z 축 주위로 회전하게 될 수 있다.
- [0040] 도 5a를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 예시적인 빔 강도 및 각도 검출 시스템(500)의 측면 단면도가 도시되어 있다. 도 5b는 시스템(500)의 전면을 도시한다. 도 5a 및 도 5b에 예시된 바와 같이, 본 실시예의 검출 시스템(500)은 도 3 및 도 4에 도시된 검출 시스템들(300 및 400)과 유사할 수 있다. 그러므로, 시스템(500)의 설명은 이전의 실시예들에서 설명되지 않은 구성요소들 및 특징들에 초점을 맞출 수 있다.
- [0041] 본 실시예에서, 검출 시스템(500)은 수직 부분들(512a) 및 수평 부분들(512b)을 포함하며 벌집 구조(honeycomb structure)를 형성하는 검출기(512)를 포함할 수 있다. 이러한 구조에 의해, 검출기(512)는 복수의 셀 형상(cellular) 채널들(516)을 형성할 수 있다. 수직 부분들(512a)은 직사각형 셀 형상 채널들(516)을 형성하기 위하여 수평 부분들(512b)에 예를 들어, 수직일 수 있다. 그러나, 상기 부분들(512a 및 512b)은 서로로부터 다른 각도들로 이격될 수 있다는 것도 고려된다. 또한, 각각의 셀 형상 채널(516)은 예를 들어, 원형, 3각형 및 4각형 단면을 포함하는 다양한 단면을 가질 수 있다는 것도 고려된다.
- [0042] 본 실시예의 시스템(500)은 x, y 및 z 축들 주위의 회전 자유(rotational freedom)를 가질 수 있다. 시스템(500)은 제1의 최소, 중간 및 최대 투명도 상태들을 달성하기 위하여 z 축 주위로 회전 가능할 수 있다. 추가적으로, 시스템(500)은 제2의 최소, 중간 및 최대 투명도 상태들을 달성하기 위하여 y 축 주위로 회전 가능할 수 있다. 상이한 제1 투명도 상태들을 달성하기 위한 z 축 주위의 시스템(500)의 회전은 시스템(500)이 예를 들어, 빔 방향, 각도, 평행도, 강도 또는 입자 도우즈, 및 수직 입자 각도 분포와 같은 빔 특성들을 측정하도록 할 수 있다. 한편, 상이한 제2 투명도 상태들을 달성하기 위한 y 축 주위의 시스템(500)의 회전은 시스템(500)이 무엇보다도 수평 입자 각도 분포를 측정하도록 할 수 있다.
- [0043] 도 6a를 참조하면, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 예시적인 입자 강도 및 각도 검출 시스템(600)의 측면 단면도가 도시되어 있다. 본 실시예에서, 검출 시스템(600)은 위에서 설명된 검출 시스템(300, 400 및 500)과 유사할 수 있다. 예를 들어, 검출 시스템(600)은 복수의 채널들(616)을 형성하거나 포함하는 하나 또는 그 이상의 검출기들(312)을 포함할 수도 있다. 본 실시예에서, 검출기(312) 및 채널들(316)은 시스템들(300 및 400)의 그것들, 또는 시스템(500)의 그것들과 유사한 구조들을 가질 수 있다. 추가적으로, 검출 시스템(600)은 하나 또는 그 이상의 병진 및 회전 자유도들을 가질 수도 있다. 지금부터, 본 실시예의 설명은 이전의 실시예들에서 설명되지 않은 구성요소들 및 특징들에 초점을 맞출 수 있다.
- [0044] 검출 시스템(600)은 입구 개구(308)에 근접한 제1 필드 억제 어셈블리(suppression assembly)(620)를 포함할 수 있다. 검출 시스템(600)이 출구 개구(314)를 포함하면, 검출 시스템(600)은 출구 개구(314)에 근접하게 설치된 제2 필드 억제 어셈블리(640)를 포함할 수도 있다.
- [0045] 도 6b를 참조하면, 제1 필드 억제 어셈블리들(620)은 입자들(306)이 이를 통해 제1 어셈블리(620)를 통과할 수 있는 제1 갭(gap)(622)을 포함할 수 있다. 제1 필드 억제 어셈블리들(620)은 복수의 측방향으로 설치된 필드 부재들(620a, 620b 및 620c)을 포함할 수도 있다. 측방향으로 설치된 필드 부재들(620a, 620b 및 620c) 각각은 단일 조각(piece)일 수 있지만, 각각의 필드 부재(620a, 620b 및 620c)는 제1 갭(622)에 대해 (예를 들어, y 축을 따라) 직교하도록 설치된 복수의 조각들일 수 있다는 것도 고려된다. 본 실시예에서, x 축을 따르는 제2 필드 부재(620b)의 길이는 제1 및 제3 부재들(620a 및 620c)의 각각의 길이의 2배일 수 있다. 그러나, 각각의 부재(620a, 620b 및 620c)는 동일하거나 동일하지 않은 다른 길이들을 가질 수 있다는 것도 고려된다. 또한, 필드 부재들(620, 620b 및 620c)은 예를 들어, 강철과 같은 제1 도전 부재(conducting member)(624)에 의해 서로 결합될 수 있다.
- [0046] 본 실시예에서, 제2 필드 억제 어셈블리(640)는 제1 어셈블리(620)와 유사할 수 있다. 특히, 제2 필드 억제 어셈블리들(640)은 제2 갭(642), 제2 어셈블리(640)의 복수의 측방향으로 설치된 제1 부재들(640a, 640b 및 640c), 및 제2 도전 부재(644)를 포함할 수도 있다. 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들(620 및 640)은 유사할 수 있으므로, 제2 어셈블리(640)의 설명은 제공되지 않을 것이다. 그 대신에, 시스템(600)의 설명은 제1 어셈블리(620)에 초점을 맞출 것이다.

- [0047] 본 실시예에서, 제1 어셈블리(620)의 제1 부재들(620a, 620b 및 620c)은 교대로 반복되는 극성들이 갭(622)에 근접하도록 배치될 수 있다. 예를 들어, 제1 부재들(620a, 620b 및 620c)이 자석 부재들을 포함하면, 갭에 근접한 제1 및 제3 부재들(620a 및 620c)의 극성은 S 극일 수 있는 반면, 갭에 근접한 제2 부재(620b)의 극성은 N 극일 수 있다. 그러나, 갭에 근접한 제1 및 제3 부재들(620a 및 620c)의 극성이 N 극일 수 있는 반면, 갭에 근접한 제2 부재(620b)의 극성이 S 극일 수 있다는 것도 고려된다.
- [0048] 동작시에, 리본 빔이 검출 시스템(600)에 보내질 수 있다. 빔의 입자들(306)은 제1 필드 억제 어셈블리(620)에 진입할 수 있고, 제1 갭(622)을 통해 제1 부재들(620a, 620b 및 620c)을 통과할 수 있다. 그 다음, 입자들(306)은 본체(302)로 통과할 수 있다. 시스템이 최소 투명도 상태 이외의 상태이면, 입자들(306)의 적어도 일부는 시스템 본체(302)를 통과할 수 있다. 그 다음으로, 시스템(600)을 통과하는 입자들(306)은 모두 존재할 경우에 출구 개구(314) 및 제2 필드 억제 어셈블리(640)를 통과할 수 있다.
- [0049] 위에서 설명된 시스템들(300)과 유사하게, 검출 시스템(600)은 x 축 주위로 회전 가능할 수 있다. 추가적으로, 본 실시예의 시스템(600)은 시스템들(400 및 500)과 유사하게 y 및 z 축 주위로 회전 가능할 수 있다. 이와 같이, 시스템(600)은 제1의 최소, 중간 및 최대 투과도 상태들, 및/또는 제2의 최소, 중간 및 최대 투과도 상태들을 가질 수 있다. 본 실시예의 시스템(600)이 x, y 및 z 축들 주위로 회전하게 되면, 시스템 본체(302)는 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들(620 및 640)(도 6c)와 무관하게 회전하게 될 수 있다. 다른 방안으로서, 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들(620 및 640)은 시스템 본체(302)와 함께 회전하게 될 수 있다.
- [0050] 제1 및 제2 필드 억제 어셈블리들(620 및 640)을 설치함으로써, 검출 시스템(600)은 2차 전자들의 효과를 제한할 수 있다. 2차 전자들은 광자들을 포함하는 에너지 입자들이 고체 물질과 충돌할 경우에 발생될 수 있다. 출구 개구(314) 근처에 제2 필드 억제 어셈블리(640)를 설치함으로써, 검출 시스템(600)은 (예를 들어, 입자들(306) 및 타겟(318)의 충돌에 의해) 검출 시스템(600)의 외부에서 발생된 2차 전자들이 검출 시스템(600)에 진입하여 수집되는 것을 방지할 수 있다. 추가적으로, 제2 필드 억제 어셈블리(640)는 시스템(600) 내에서 발생된 임의의 2차 전자들이 출구 개구(314)를 통해 탈출하는 것을 방지할 수 있다. 이와 유사하게, 제1 필드 억제 어셈블리(620)는 시스템(600) 외부의 2차 전자들이 입구 개구(308)를 통해 진입하는 것을 방지할 수 있고, 시스템(600) 내에서 발생된 2차 전자들이 입구 개구(308)를 통해 탈출하는 것을 방지할 수 있다.
- [0051] 필드 억제 어셈블리들(620 및 640)의 또 다른 장점은 예를 들어, 이온 빔과 같은 하전된 입자 빔(charged particle beam)의 각도 측정에서 발견될 수 있다. 기존의 자성 억제 시스템에서는, 억제 시스템을 통과하는 입자가 하전된 경우, 그 입자는 억제 시스템의 자석들에 의해 발생된 자기장(magnetic field)에 의해 편향되거나 변위될 수 있고, 순 편향 또는 변위(net deflection or displacement)를 취득할 수 있다. 입자가 각도 측정이 민감한 방향을 향해 편향되면, 입자 빔의 각도는 올바르게 측정되지 않을 수 있다. 게다가, 입자가 충분한 양만큼 변위되면, 시스템 또는 검출기에 의해 입자를 포획하는 것이 가능하지 않을 수 있다. 각도를 측정하는 검출기가 편향 또는 변위에 둔감하도록 자성 편향을 구성하는 것이 항상 가능한 것은 아니다.
- [0052] 그러나, 검출 시스템(600)은 순 편향 및 변위를 제거하지는 않더라도, 최소화할 수 있다. 반대 극성들의 부재들을 입자의 경로에 교대로 설치함으로써, 검출 시스템(600)은 상이한 극성들의 효과를 보상할 수 있고, 2개의 반대 극성들의 세트(set)들을 통과하는 하전된 입자들이 순 편향을 취득하는 것을 방지할 수 있다. 공정에서, 검출 시스템(600)은 하전된 입자들의 각도, 강도 또는 도우즈, 및 각도 분포와 같은 빔 특성들을 매우 정확하게 측정할 수 있다.
- [0053] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 이온 주입기(700)의 블럭도가 도시되어 있다. 이전에 언급된 바와 같이, 발명의 설명은 예시의 목적들을 위해 이온 주입기와 관련하여 행해지고, 본 발명은 다른 시스템들에 동등하게 적용 가능할 수 있다. 본 발명의 이온 주입기는 이온 소스(ion source)(102), 추출 전극들(104), 90° 자석 분석기(106), 제1 감속(D1) 스테이지(108), 70° 자석 시준기(110), 제2 감속(D2) 스테이지(112) 및 로플랫(roplat)(116)을 포함할 수 있다. 추가적으로, 주입기는 기관 평면 위에 설치된 기관(114)을 지지하는 플레튼(platen)(116)을 포함할 수 있다.
- [0054] 이온 주입 시스템(700)은 제1 내지 제3 빔 검출 시스템들(702, 704 및 706) 중의 적어도 하나를 포함할 수도 있다. 존재한다면, 제1 검출 시스템(702)은 기관 평면의 전방에 설치될 수 있고, 제2 검출 시스템(704)은 기관 평면 상부 또는 근처에 설치될 수 있고, 제3 검출 시스템(706)은 기관 평면의 후방에 설치될 수 있다. 존재한다면, 하나 또는 그 이상의 제1 검출 시스템들(702), 하나 또는 그 이상의 제2 검출 시스템들(704), 및 하나 또는 그 이상의 제3 검출 시스템들(706)이 있을 수 있다. 여기에서, 설명은 적어도 하나의 제1 검출 시스템(702), 적어도 하나의 제2 검출 시스템(704) 및 적어도 하나의 제3 검출 시스템(706)을 포함하는 이온 주입기

(700)에 초점을 맞출 것이다.

- [0055] 각각의 검출 시스템들(702, 704 및 706)은 이전에 설명된 검출 시스템들(300, 400, 500 및 600) 중의 임의의 하나와 유사할 수 있다. 예를 들어, 검출 시스템들(702, 704 및 706) 각각은 시스템 본체(302)의 공동(cavity) 내에 하나 또는 그 이상의 검출기들(도시하지 않음)을 가질 수도 있다. 추가적으로, 검출 시스템(702, 704 및 706) 각각은 하나 또는 그 이상의 필드 억제 어셈블리들을 가질 수도 있다. 검출 시스템들(702, 704 및 706) 각각은 하나 또는 그 이상의 병진 및 회전 자유도들을 가질 수도 있다. 또한, 각각의 검출 시스템(702, 704 및 706) 자체는 어레이(array) 형태의 하나 이상의 검출기를 포함할 수 있다.
- [0056] 동작시에, 입자 빔(10)이 발생될 수 있고, 검출 시스템들(702, 704 및 706)을 향해 보내질 수 있다. 검출 시스템들(702, 704 및 706) 각각은 최소 투명도 상태일 수 있고, 검출 시스템들(702 및 704 및 706)은 입자 도우즈를 결정할 수 있다.
- [0057] 검출 시스템들(702, 704 및 706)은 빔 각도 또는 빔 평행도와 같은 다른 빔 특성들을 결정할 수 있다. 예를 들어, 빔은 제1 검출 시스템(702)으로 보내질 수 있고, 제1 검출 시스템(702)은 정지되어 있거나 이동 가능할 수 있으며 최대 투명도 상태보다 작을 수 있다. 제1 검출 시스템(702)은 이동 가능하다면, 빔 경로를 가로질러 이동할 수 있다. 제1 검출 시스템(702)이 정지되어 있거나 이동 가능하더라도, 제1 검출 시스템(702)은 입자 빔의 일부를 차단할 수 있고, 그림자(shadow)를 발생시킬 수 있다. 상기 그림자는 고정된 또는 이동 가능한 제2 및/또는 제3 검출 시스템들(704 및 706)에 의해 검출될 수 있다. 그리고, 상기 그림자에 기초하여, 빔 강도, 각도, 균일성(uniformity) 및 다른 특성들이 결정될 수 있다. 빔 그림자에 기초하여 빔 특성들을 측정하는 방법의 상세한 설명은 그 전체가 참조를 위해 포함되는 미국특허 제6,791,094호에서 발견될 수 있다.
- [0058] 검출 시스템들(702, 704 및 706) 중의 임의의 하나의 투명도 상태가 제1 최소 투명도 상태로부터 제1 최대 투명도 상태로, 및/또는 제2 최소 투명도 상태로부터 제2 최대 투명도 상태로 변경될 때, 입자들의 빔 각도, 평행도 및 각도 분포는 입자들(306)을 검출함으로써 결정될 수도 있다. 다수의 검출 시스템들(702, 704 및 706)이 상이한 위치들에 설치되거나, 검출 시스템들(702, 704 및 706) 중의 임의의 하나가 빔을 가로질러 병진 운동을 행한다면, 상이한 위치들에서의 빔 균일성 및 다른 특성들이 결정될 수도 있다. 빔의 특성들이 요구되는 사양을 따르지 않으면, 빔은 조절될 수 있다.
- [0059] 본 발명에서, 이온 주입 공정은 빔 특성들을 결정하고 임의의 결점들을 보정한 후에 기관에 대해 수행되는 것이 바람직할 수 있다. 그러나, 빔 특성들의 결정 및 기관 처리는 동시에 수행될 수 있다는 것도 고려된다. 예를 들어, 특성들이 요구되는 사양으로부터 벗어나지 않는 것을 보장하기 위하여, 빔 특성들은 주입 공정 도중에 감시될 수 있다.
- [0060] 도 8을 참조하면, 시스템이 최소 투명도 상태로부터 최대 투명도 상태로 축 주위로 회전하게 되거나 틸트(tilt)되어 있을 때, 본 발명의 검출 시스템에 의해 측정된 빔 특성들을 예시하는 그래프가 도시되어 있다. 본 실시예에서, 검출 시스템은 위에서 설명된 시스템들(400, 500, 600, 702, 704 및 706) 중의 하나일 수 있다. 한편, 회전은 y 및 z 축 중의 하나일 수 있다. 또한, 빔은 이온 리본 빔일 수 있다. 그러나, 빔의 다른 유형들이 동등하게 적용 가능할 수 있고 고려될 수 있다.
- [0061] 이하, 도 8의 설명은 본 발명의 검출 시스템의 동작과 관련하여 제공된다. 초기에, 검출 시스템은 영역 A에 의해 표시되는 바와 같은 1차 최소 투명도 상태일 수 있다. 그 다음, 검출 시스템은 y 및 z 축 중의 하나 주위로 회전하게 되어 영역 B에 의해 표시되는 바와 같은 1차 중간 투명도 상태로 될 수 있다. 검출 시스템은 계속 회전하게 되어 영역 C에 의해 표시되는 바와 같은 최대 투명도 상태로 될 수 있고, 이 상태에서는 입자들의 작은 부분만 검출된다. 그 다음으로, 시스템은 동일한 방향으로 계속 회전하게 되어 영역 D에 의해 표시되는 바와 같은 2차 중간 투명도 상태와, 영역 E에 의해 표시되는 바와 같은 2차 최소 투명도 상태를 달성할 수 있다. 다른 방안으로서, 시스템은 반대 방향으로 회전하게 되어, 1차 중간 및 최소 투명도 상태로 복귀할 수 있다. 이전에 언급된 바와 같이, 본 발명의 검출 시스템은 회전하게 되거나 병진 운동하게 될 경우에 입자들을 검출할 수 있다.
- [0062] 도 8에 도시된 측정은 빔에 관한 많은 정보를 제공할 수 있다. 예를 들어, 최소 투명도 상태들 도중에 검출된 영역들 A 및 E에서의 전류, 입자들의 양은 입자 도우즈를 나타낼 수 있다. 한편, 영역들 B 및 D의 기울기(slope)는 입자 각도 분포를 나타낼 수 있다. 시스템이 z 축 주위로 회전하게 되면, 2개의 영역들의 기울기는 수직 각도 분포를 나타낼 수 있다. 그러나, 시스템이 y 축 주위로 회전하게 되면, 영역들 B 및 D의 기울기는 수평 각도 분포를 나타낼 수 있다. 검출 시스템의 검출기의 구조가 시스템이 수직 및 수평 각도 분포들 중의 하나

만의 입자 각도 분포를 검출할 수 있도록 되어 있으면, 시스템은 예를 들어, x 축 주위로 90도 회전하게 될 수 있다. 그 다음으로, 시스템은 수직 및 수평 각도 분포들 중의 다른 하나를 측정할 수 있다. 이전에 언급된 바와 같이, 예를 들어, 빔 평행도와 같은 추가적인 빔 특성들은 측정으로부터 얻어질 수도 있다.

[0063]

입자 빔 특성들을 검출하기 위한 장치 및 방법의 몇몇 실시예들이 본 발명에서 개시되어 있다. 당업자들은 본 발명이 본 명세서에서 설명된 특정 실시예들에 의해 그 범위가 한정되지 않는다는 것을 인식할 것이다. 실제로, 본 명세서에서 설명된 것들에 추가하여, 본 발명의 다른 다양한 실시예들과 본 발명에 대한 변형예들은 이전의 설명 및 첨부 도면들로부터 당업자들에게 명백할 것이다. 예를 들어, 검출 시스템(600, 702, 704 및 706)은 입자들의 순 편향 및 순 변위를 모두 억제하기 위한 정전 억제 구성(electrostatic suppression arrangement)을 채용할 수 있다. 다른 방안으로서, 본 발명에서 설명된 시스템들은 가능한 각도 에러를 설명하기 위하여 소프트웨어 보정을 채용할 수 있다. 또 다른 예에서, 본 발명의 검출 시스템은 초기에 최대 투명도 상태일 수 있고, 상기 시스템은 최대 투명도 상태에서부터 최소 투명도 상태로 회전하게 될 경우에 빔 특성들을 측정할 수 있다. 이와 같이, 이러한 다른 실시예들 및 변형예들은 본 발명의 범위 내로 속하도록 의도된 것이다. 또한, 본 발명은 특정한 목적을 위해 특정한 환경에서의 특정한 구현예와 관련하여 본 명세서에서 설명되었지만, 당업자들은 그 유용성이 그것에 한정되지 않으며 본 발명은 임의의 수의 목적들을 위해 임의의 수의 환경들에서 유익하게 구현될 수 있다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 이하에 기재된 청구범위는 본 명세서에서 설명된 바와 같은 본 발명의 완전한 범위 및 취지를 고려하여 해석되어야 한다.

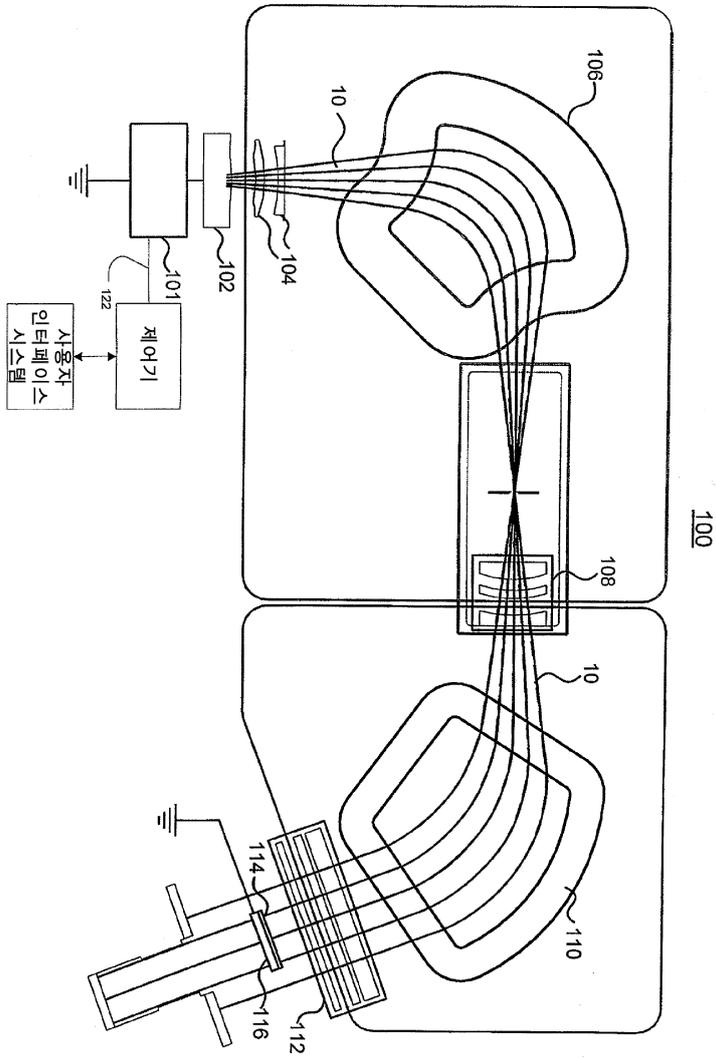
부호의 설명

[0064]

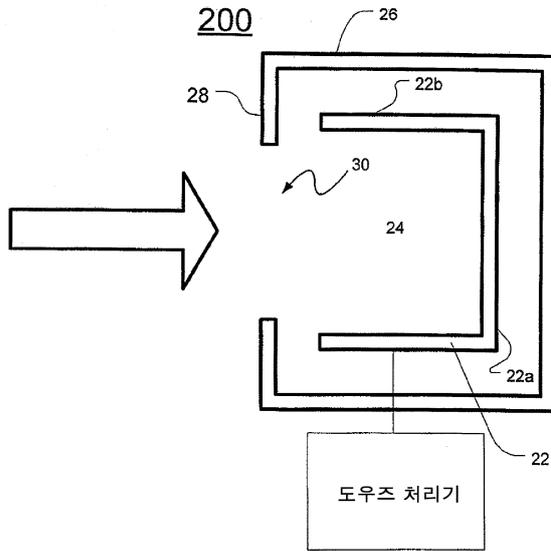
- | | |
|-----------|-------------|
| 302 : 본체 | 304 : 공동 |
| 306 : 입자 | 308 : 입구 개구 |
| 312 : 검출기 | 314 : 출구 개구 |
| 316 : 채널 | 318 : 타겟 |

도면

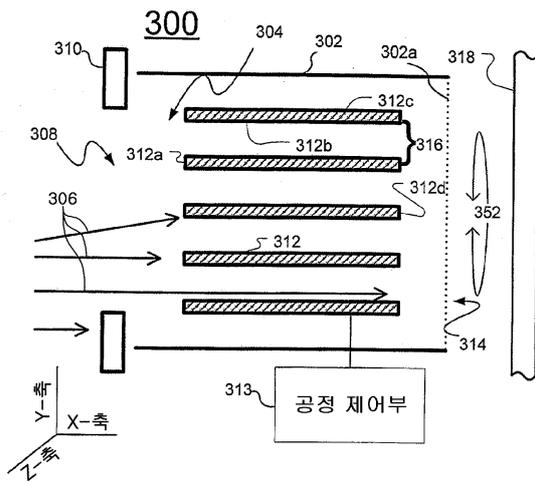
도면1



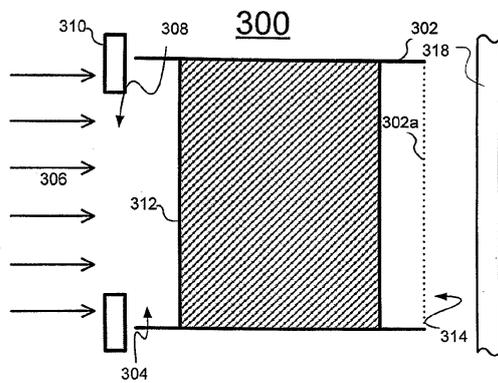
도면2



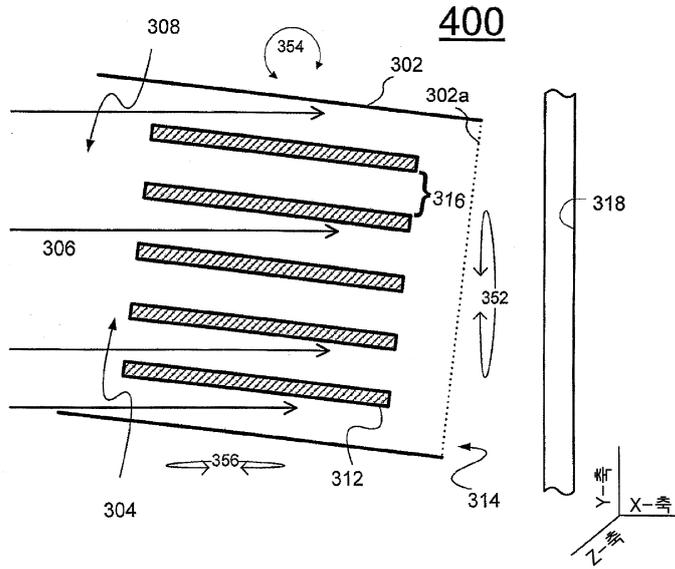
도면3a



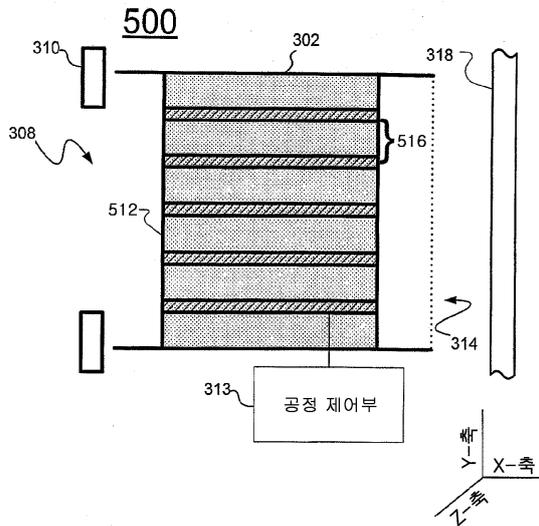
도면3b



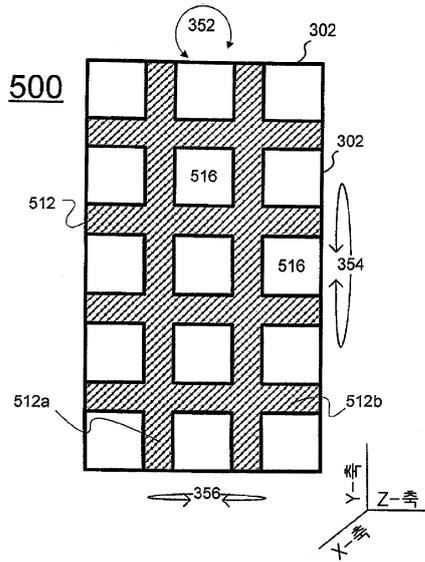
도면4



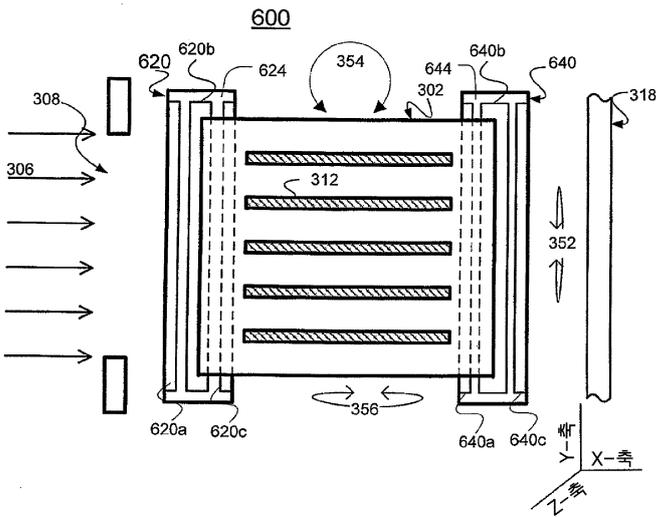
도면5a



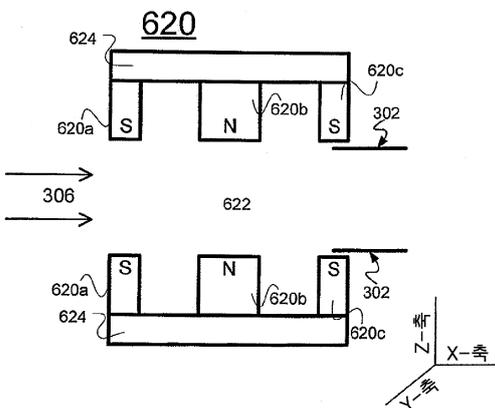
도면5b



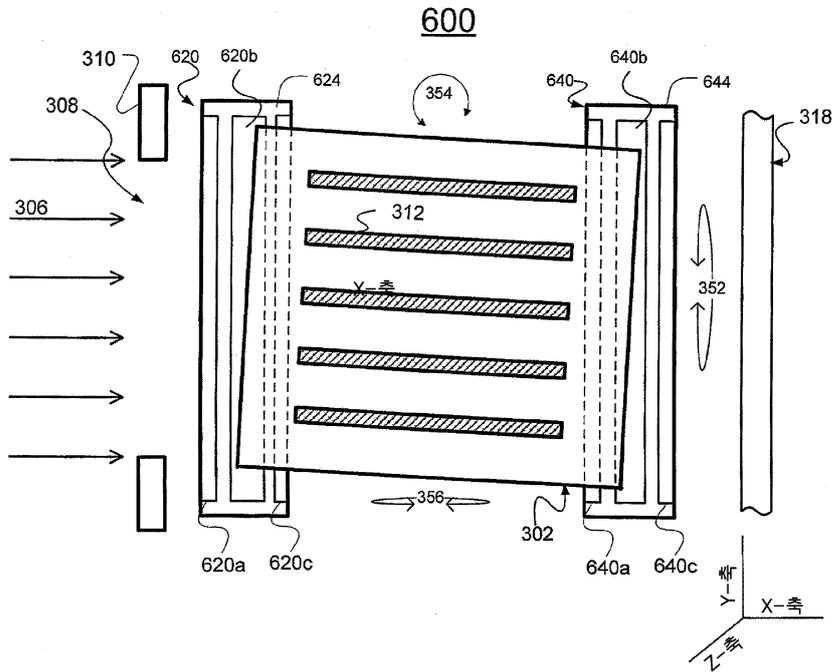
도면6a



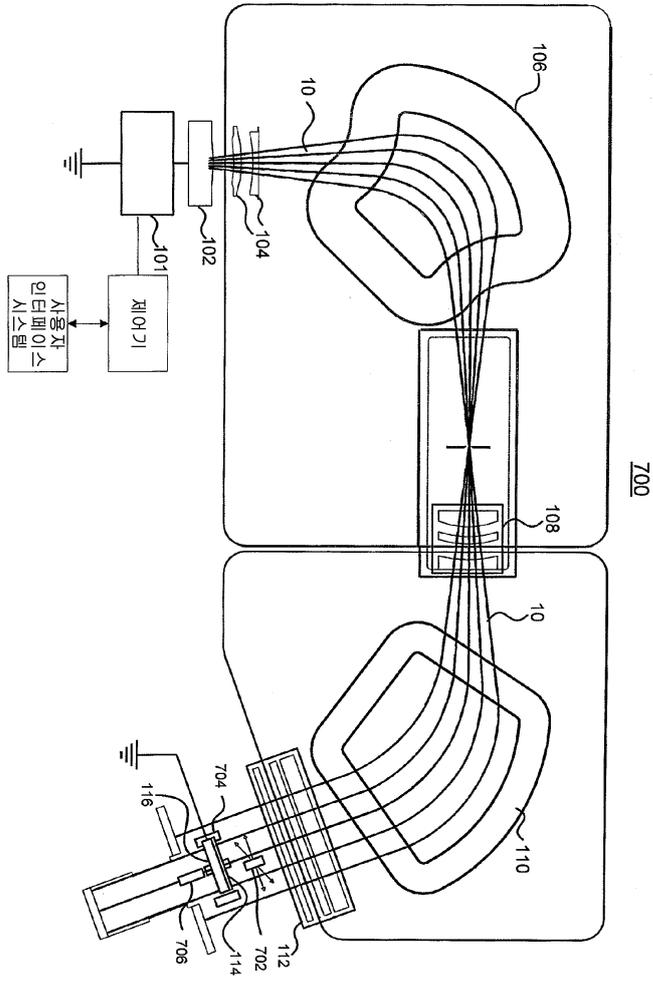
도면6b



도면6c



도면7



도면8

