



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월06일
(11) 등록번호 10-1533936
(24) 등록일자 2015년06월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 15/14 (2006.01) G01N 21/17 (2006.01)
H01L 21/66 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0129864
(22) 출원일자 2014년09월29일
심사청구일자 2014년09월29일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110080646 A
KR1020110127504 A
KR101246661 B1

(73) 특허권자
성균관대학교산학협력단
경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교
내 (천천동)
(72) 발명자
김태성
서울 강남구 도산대로100길 22-6, 301호 (청담동)
김동빈
경기 고양시 일산서구 하이파크3로 61, 405동
1003호 (덕이동, 하이파크시티일산파밀리에4단지)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
조영현, 나승택

전체 청구항 수 : 총 7 항

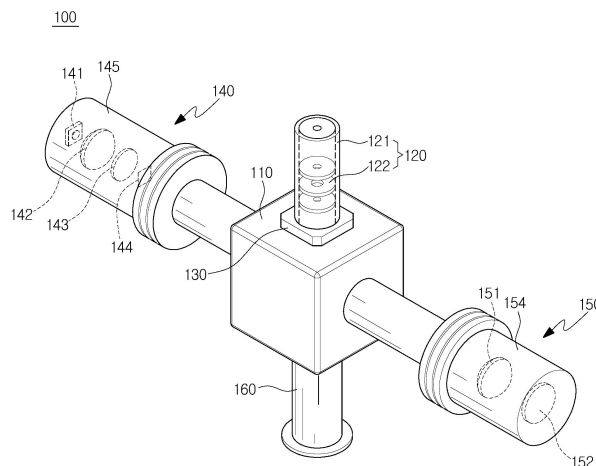
심사관 : 김지윤

(54) 발명의 명칭 입자 측정장치

(57) 요약

본 발명은 입자 측정장치에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 입자 측정장치는 진공상태로 마련되는 검사구역; 내부에 유입된 피측정 입자를 집속된 상태로 상기 검사구역 내부로 공급시키는 입자 공급부; 상기 피측정 입자의 이동경로 상에 마련되며, 상기 집속된 피측정 입자의 이동시간을 측정하여 상기 집속된 피측정 입자의 형상을 측정하는 형상 측정부; 상기 검사구역 내부의 상기 집속된 피측정 입자 측으로 상기 집속된 피측정 입자의 이동경로와 교차되도록 검사광을 조사하는 광원부; 상기 검사구역을 통과한 검사광을 이용하여 상기 피측정 입자의 정보를 측정하는 측정부;를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 의하여, 피측정 입자가 검사구역 내부에 공급되기 전에 입자 공급부로부터 유출되는 집속된 피측정 입자의 형상을 측정함으로써, 보다 정밀하게 피측정 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치가 제공된다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

문지훈

대전 유성구 반석동로40번길 78-8, 303호 (반석동)

강권판

서울 용산구 이촌로87길 14, 104동 104호 (이촌동,
강촌아파트)

박윤규

인천 부평구 원적로 361, 214동 1003호 (산곡동,
한화아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

진공상태로 마련되는 검사구역;

내부에 유입된 피측정 입자를 집속된 상태로 상기 검사구역 내부로 공급시키는 입자 공급부;

상기 피측정 입자의 이동경로 상에 마련되며, 상기 집속된 피측정 입자의 이동시간을 측정하여 상기 집속된 피측정 입자의 형상을 측정하는 형상 측정부;

상기 검사구역 내부의 상기 집속된 피측정 입자 측으로 상기 집속된 피측정 입자의 이동경로와 교차되도록 검사광을 조사하는 광원부;

상기 검사구역을 통과한 검사광을 이용하여 상기 피측정 입자의 정보를 측정하는 측정부;를 포함하는 입자 측정장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 형상 측정부는,

복수 개로 마련되어 상호 소정간격 이격되며, 상기 집속된 피측정 입자 측으로 각각 1차 측정광을 조사하는 1차 측정광 조사부; 상기 1차 측정광 조사부와 대응되도록 마련되어 상기 1차 측정광을 수광하는 1차 측정광 수광부;를 포함하며, 상기 1차 측정광을 이용하여 상기 집속된 피측정 입자의 이동시간을 측정하는 입자 측정장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 위치 측정부와 상기 검사구역 사이에 마련되며, 상기 피측정 입자 측으로 2차 측정광을 조사하여 상기 검사구역 내에서의 상기 집속된 피측정 입자의 위치를 측정하는 위치 측정부;를 더 포함하는 입자 측정장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 위치 측정부는,

상기 피측정 입자 측으로 2차 측정광을 조사하는 2차 측정광 조사부; 상기 2차 측정광을 수광하여 상기 집속된 피측정 입자의 위치를 측정하는 2차 측정광 수광부;를 포함하는 입자 측정장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 위치 측정부로부터 제공받은 상기 집속지점의 위치 정보에 따라 상기 광원부의 위치를 이동시키는 제어부;를 더 포함하는 입자 측정장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 2차 측정광 조사부는 고정된 위치 상에서 소정의 조사면적을 갖도록 2차 측정광을 조사하며,

상기 2차 측정광 수광부는 상기 피측정 입자에 의하여 차단되는 2차 측정광으로부터 상기 집속된 피측정 입자의 위치를 측정하는 입자 측정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 2차 측정광 조사부는 복수 개가 마련되어 상호 교차되도록 각각 2차 측정광을 조사하며,

상기 2차 측정광 수광부는 상기 2차 측정광 수광부에 대응되는 개수로 마련되어 각각 상기 2차 측정광을 수광하며, 상기 피측정 입자에 의하여 차단되는 2차 측정광으로부터 상기 집속 지점의 위치를 측정하는 입자 측정 장치.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 입자 측정장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 입자 공급부로부터 유출되는 피측정 입자의 집속된 형상을 미리 측정함으로써, 보다 정밀하게 피측정 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 반도체 공정이나 LCD 공정과 같은 나노 수준의 고도 정밀 공정은 공정 챔버 내에 오염 입자가 일정 수준 이상 발생하게 되면 치명적인 제품 불량으로 이어질 수 있으므로 엄격하게 제한된 조건에서 공정이 행해지고 있으며, 챔버 내부에서 오염입자 측정이 요구되고 있다.

[0003] 이러한 공정 챔버 내에서 공정 중 발생하는 오염입자를 광학적 방법을 이용하여 측정하는 센서가 사용되고 있으며, 이러한 센서를 통하여 실시간으로 설비 내의 특정 챔버에 대한 입자 분포 상태가 측정된다.

[0004] 도 1은 종래의 입자 측정 센서의 일례를 개략적으로 도시한 것이다. 도 1을 참조하면, 종래의 입자 측정 센서(10)는 광원부(11)로부터 검사광이 발생되고, 검사광을 통과하는 입자(P)들에 의하여 산란 또는 흡수됨에 따라 손실되는 광량을 측정부(13)에서 측정함으로써 입자(P)들의 크기 및 갯수 등의 특성을 측정한다.

[0005] 도 2는 종래의 입자 측정 센서의 다른 예 개략적으로 도시한 것이다. 도 2를 참조하면, 종래의 입자 측정 센서(20)는 광원부(21)로부터 발생하는 광을 소정의 렌즈(22)를 이용하여 측정 대상이 되는 챔버 내에 초점이 형성되도록 검사광을 발생시키고, 이러한 검사광의 초점영역 내를 통과하는 입자(P)들에 의하여 검사광이 산란 또는 흡수됨에 따라 소멸되는 광을 측정부(23)에서 측정함으로써 입자들의 크기 및 갯수를 측정하게 된다.

[0006] 한편, 상기 종래의 입자 측정 센서에 의하여 측정되는 광의 손실량으로부터 입자의 크기 및 갯수를 측정하게 되는데, 이때 미(Mie)이론이 이용된다.

[0007] 즉, 구스타프 미(Gustav Mie)에 의하여 개발된 미(Mie)이론에 의하여 입자크기와 광강도(intensity)와의 이론적인 관계가 규명되어 있으며, 입자가 통과한 검사광의 광강도(intensity) 및 광소멸량을 측정하고 미(Mie) 이론을 적용함으로써 입자의 크기의 측정이 가능하고, 신호 발생 빈도를 이용하여 입자의 갯수를 측정한다.

[0008] 그러나, 종래의 이러한 입자측정 센서는 일정농도 이하의 입자에서는 정상적인 측정을 할 수 없어, 측정 결과에 오차가 발생하는 문제점이 있다. 구체적으로, 검사광이 초점영역에서 집속되는 경우 그 직경은 약 80 μ m 정도로 형성된다. 이때, 입자의 농도가 적음으로 인하여, 상술한 직경을 갖는 집속된 검사광의 산란 및 흡수가 제대로 이루어지지 않아 정상적인 측정환경이 형성되지 않는 문제점이 있다.

[0009] 이러한, 문제점을 해결하기 위하여, 검사구역 내의 집속 지점에 검사광 및 입자가 집속되도록 함으로써, 입자의 농도에 따른 측정환경의 제약을 극복할 수 있는 입자 측정장치가 제안되었다.

[0010] 이는 입자를 집속시킬 수 있는 공기역학렌즈 등을 이용하여 입자가 집속된 상태로 검사구역 내에 공급함으로써 달성할 수 있다. 도 3은 공기역학렌즈를 이용하여 입자를 집속시켜 공급하는 입자 공급부를 개략적으로 도시한 도면이다. 공기역학렌즈를 통하여 입자를 집속시키는 경우 집속된 입자의 형상이 일정하지 않을 수 있다. 공기역학렌즈를 통하여 입자가 유출되는 경우 입자는 빔 형태로 유출되는데, 이때 도 3의 (a)와 같이 단면이 원형인 빔 또는 구형으로 유출될 수도 있고, 도 3의 (b)와 같이 단면이 불규칙한 형상으로 유출될 수도 있다.

[0011] 이러한 경우, 동일한 입자의 경우에도 집속된 입자의 형상에 따라 상이한 결과가 나오게 되는 문제점이 발생하여 측정 결과에 오차가 발생하게 된다. 다시 말해, 동일한 입자의 경우에도 복수 개의 입자가 집속되었을때 집속된 형상이 상이한 경우 측정 결과에 오차가 발생하는 문제점이 있다.

[0012] 한편, 집속된 입자가 이동하는 과정에서 다양한 원인에 의하여 검사구역 내에서의 위치 오차가 발생하게 되며, 이에 따라, 입자와 검사광이 충돌되지 못하거나, 부정확한 위치에서 충돌됨으로써 측정 결과에 오차가 발생하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 따라서, 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 피측정 입자가 검사구역 내부에 공급되기 전에 입자 공급부로부터 유출되는 피측정 입자의 집속된 형상을 미리 측정함으로써, 보다 정밀하게 피측정 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치를 제공함에 있다.

[0014] 또한, 검사구역 내의 피측정입자의 위치를 정확하게 파악하며, 이에 따라, 검사광이 피측정입자와 정확히 충돌 되도록 이동가능하게 마련함으로써 보다 정밀하게 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0015] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 진공상태로 마련되는 검사구역; 내부에 유입된 피측정 입자를 집속된 상태로 상기 검사구역 내부로 공급시키는 입자 공급부; 상기 피측정 입자의 이동경로 상에 마련되며, 상기 집속된 피측정 입자의 이동시간을 측정하여 상기 집속된 피측정 입자의 형상을 측정하는 형상 측정부; 상기 검사구역 내부의 상기 집속된 피측정 입자 측으로 상기 집속된 피측정 입자의 이동경로와 교차되도록 검사광을 조사하는 광원부; 상기 검사구역을 통과한 검사광을 이용하여 상기 피측정 입자의 정보를 측정하는 측정부;를 포함하는 입자 측정 장치에 의해 달성된다.

[0016] 여기서, 상기 형상 측정부는,

[0017] 복수 개로 마련되어 상호 소정간격 이격되며, 상기 집속된 피측정 입자 측으로 각각 1차 측정광을 조사하는 1차 측정광 조사부; 상기 1차 측정광 조사부와 대응되도록 마련되어 상기 1차 측정광을 수광하는 1차 측정광 수광부;를 포함하며, 상기 1차 측정광을 이용하여 상기 집속된 피측정 입자의 이동시간을 측정하는 것이 바람직하다.

[0018] 여기서, 상기 위치 측정부와 상기 검사구역 사이에 마련되며, 상기 피측정 입자 측으로 2차 측정광을 조사하여 상기 검사구역 내에서의 상기 집속된 피측정 입자의 위치를 측정하는 위치 측정부;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0019] 여기서, 상기 위치 측정부는, 상기 피측정 입자 측으로 2차 측정광을 조사하는 2차 측정광 조사부; 상기 2차 측정광을 수광하여 상기 집속된 피측정 입자의 위치를 측정하는 2차 측정광 수광부;를 포함하는 것이 바람직하다.

[0020] 여기서, 상기 위치 측정부로부터 제공받은 상기 집속지점의 위치 정보에 따라 상기 광원부의 위치를 이동시키는 제어부;를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0021] 여기서, 상기 2차 측정광 조사부는 고정된 위치 상에서 소정의 조사면적을 갖도록 2차 측정광을 조사하며, 상기 2차 측정광 수광부는 상기 피측정 입자에 의하여 차단되는 2차 측정광으로부터 상기 집속된 피측정 입자의 위치를 측정하는 것이 바람직하다.

[0022] 여기서, 상기 2차 측정광 조사부는 복수 개가 마련되어 상호 교차되도록 각각 2차 측정광을 조사하며, 상기 2차 측정광 수광부는 상기 2차 측정광 수광부에 대응되는 개수로 마련되어 각각 상기 2차 측정광을 수광하며, 상기 피측정 입자에 의하여 차단되는 2차 측정광으로부터 상기 집속 지점의 위치를 측정하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따르면, 검사구역 내부에 공급되기 전에 입자 공급부로부터 유출되는 피측정 입자의 집속된 형상을 미리 측정함으로써, 보다 정밀하게 피측정 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치가 제공된다.

[0024] 또한, 피측정 입자의 이동과정 상에서 발생할 수 있는 오차에 따라 변화되는 검사구역 내부에서의 피측정 입자의 위치에 따라 검사광이 집속지점에서 집속될 수 있도록 이동가능하게 마련됨으로써, 정밀하게 입자의 특성을 측정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 종래의 입자 측정 센서의 일례를 개략적으로 도시한 것이며,
- 도 2은 종래의 입자 측정 센서의 다른예를 개략적으로 도시한 것이며,
- 도 3은 공기역학렌즈를 이용하여 입자를 집속시켜 공급하는 입자 공급부를 개략적으로 도시한 것이며,
- 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 입자 측정 장치의 개략적인 사시도이며,
- 도 5는 도 4의 입자 측정 장치의 검사광 및 입자의 경로를 개략적으로 도시한 도면이며,
- 도 6은 도 4의 입자 측정장치의 개략적인 단면도이며,
- 도 7은 도 4의 입자 측정 장치의 입자 공급부를 개략적으로 도시한 도면이며,
- 도 8은 도 4의 입자 측정장치의 형상 측정부의 원리를 개략적으로 도시한 도면이며,
- 도 9는 도 4의 입자 측정 장치에서 검사광의 산란 및 흡수를 개략적으로 도시한 도면이며,
- 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 입자 측정장치의 개략적인 사시도이며,
- 도 11은 도 10의 입자 측정장치의 개략적인 단면도이며,
- 도 12는 도 10의 입자 측정 장치의 위치 측정부를 개략적으로 도시한 도면이며,
- 도 13는 도 10의 입자 측정 장치의 위치 측정부의 변형례이며,
- 도 14은 도 10의 입자 측정 장치의 작동을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 설명에 앞서, 여러 실시예에 있어서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 제1실시예에서 설명하고, 그 외의 실시예에서는 제1실시예와 다른 구성에 대해서 설명하기로 한다.
- [0027] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 제1실시예에 따른 입자 측정장치에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0028] 본 발명의 제1실시예에 따른 입자 측정장치는 피측정 입자가 검사구역 내부에 공급되기 전에 입자 공급부로부터 유출되는 집속된 피측정 입자의 형상을 측정함으로써, 보다 정밀하게 피측정 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치에 관한 것이다.
- [0029] 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 입자 측정 장치의 개략적인 사시도이며, 도 5는 도 4의 입자 측정 장치의 검사광 및 입자의 경로를 개략적으로 도시한 도면이며, 도 6은 도 4의 입자 측정장치의 개략적인 단면도이다. 도 4 내지 도 6을 참조하면, 본 발명의 제1실시예에 따른 입자 측정장치는 검사구역(110)과, 검사구역(110)에 피측정 입자(P)를 공급하는 입자 공급부(120)와, 검사구역(110)과 입자 공급부(120) 사이에 마련되는 형상 측정부(130)와, 검사구역(110)에 인접하여 설치되는 광원부(140)와, 검사구역(110)에 인접하여 설치되는 측정부(150) 및 배출부(160)를 포함한다.
- [0030] 검사구역(110)은 이웃하게 배치되는 광원부(140)와 측정부(150) 사이에 설치되며, 내부에 피측정 입자(P)들이 공급됨으로써 피측정 입자(P)의 크기, 형상 등의 정보가 측정되는 영역이다. 검사구역(110)은 소정의 챔버 형태로 마련되며, 내부는 진공상태로 유지된다.
- [0031] 검사구역(110)은 입자들이 유동하는 영역이라면 그 제한이 없으며, 예를 들어 반도체 공정 또는 LCD 공정 챔버 및 배기관 또는 대기 오염도를 측정하기 위한 별도의 케이스 또는 실험실에서 사용되는 각종 실험 기기 등 다양한 기기가 검사구역(110)에 해당될 수 있다.
- [0032] 도 7은 도 4의 입자 측정 장치의 입자 공급부를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 7을 참조하면, 입자 공급부(120)는 검사구역(110) 내부에 피측정 입자(P)를 공급하되, 검사구역(110) 내부의 소정의 집속지점에 피측정 입자(P)가 집속되도록 하는 구성이다. 입자 공급부(120)는 몸체부(121)와 집속부(122)를 포함한다.
- [0033] 몸체부(121)는 양단이 개구되어, 내부에 유입된 피측정 입자(P)가 집속되어 유출되는 구성이다. 이때, 몸체부(121)는 중공형상으로 마련되며, 몸체부(121)의 일단에는 기체가 유입되는 유입부가 형성되고, 몸체부(121)의 타단에는 집속된 입자가 유출되는 유출부가 형성된다.

- [0034] 유입부는 타 장비와 연결되어 몸체부(121) 내부에는 입자만이 유입되어 집속되거나, 대기에 노출되어 몸체부(121) 내부에는 기체가 유입되어 기체 상에 부유하는 입자가 집속되는 등 제한되지 않는다.
- [0035] 집속부(122)는 몸체부(121)의 유입부로 유입되는 입자 또는 기체상에 부유하는 입자를 집속하기 위한 구성이다. 집속부(122)에는 입자가 집속되는 집속공(122a)이 형성되며, 집속부(122)는 복수 개가 마련되어 몸체부(121) 내부에 설치될 수 있다. 집속부(122)는 몸체부(121)의 길이방향과 수직인 방향으로 몸체부(121) 내부에 설치됨으로써 몸체부(121) 내부공간을 구획한다. 따라서, 집속부(122)에 의하여 구획된 몸체부(121) 내부의 각각의 영역은 그 유동이 상이하다.
- [0036] 일반적으로 입자의 집속률은 공정조건 또는 입자의 특성에 영향을 받으며, 스토크 수(Stokes Number)에 의하여 결정된다. 스토크 수는 입자의 밀도, 입자의 크기, 유체의 점성, 압력, 온도, 집속공(122a)의 직경에 의해 결정된다. 이러한 공정 조건은 장치의 조건에 의해서도 변화될 수 있으며, 동일한 공정조건인 경우에도 입자의 크기에 따라 항력의 영향을 크게 받는 작은 입자의 경우에는 충분히 집속되지 않거나, 관성력의 영향을 크게 받는 큰 입자의 경우에는 몸체부(121) 또는 집속부(122)에 충돌하는 문제가 있을 수 있다.
- [0037] 따라서, 집속부(122)의 개수 및 집속공(122a)의 직경은 집속이 완료되어 최종적으로 유출부를 통하여 유출되는 입자의 직경 등의 특성을 고려하여 결정되는 것이 바람직하다.
- [0038] 한편, 기체가 유출부 쪽 즉, 검사구역(110) 쪽으로 이동하면서 각 집속부를 통과하는 경우, 집속부(122) 후면에는 와류(vortex)가 생성된다. 이때, 와류는 이웃하는 집속부(122)가 입자를 집속시킬 수 있게 그 유동에 영향을 미치지 않아야 한다. 와류는 입자의 균일한 집속을 저해하는 요인으로 작용하므로, 복수 개의 집속부(122)를 설치하는 경우에는 와류에 의한 집속이 저해되지 않도록 집속부(122) 간의 간격을 조절하는 것이 바람직하다.
- [0039] 형상 측정부(130)는 입자 공급부(120)로부터 유출되는 피측정입자(P)의 집속된 형상을 측정하는 구성이다. 입자 공급부(120)로부터 유출되는 집속된 피측정 입자(P)는 일반적으로 빔 형태로 유출이 되는데, 이때 이 집속된 피측정 입자(P)의 형상은 일정하지 않다. 동일한 피측정 입자(P)의 경우에도 집속된 경우 입자 빔의 형상이 상이할 수 있으며, 빔의 형상에 따라 상이한 결과가 나오는 문제점이 발생한다. 이에 따라, 형상 측정부(130)는 집속된 피측정 입자(P)가 검사구역(110) 내에 공급되기 전에 피측정 입자(P)가 집속된 빔의 형상을 측정함으로써, 보다 정밀한 측정결과가 도출되도록 하는 구성이다.
- [0040] 도 8은 도 4의 입자 측정장치의 형상 측정부의 원리를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 8을 참조하면, 형상 측정부(130)는 한 쌍의 1차 측정광 조사부(131)와, 한 쌍의 1차 측정광 수광부(132)를 포함한다. 한 쌍의 1차 측정광 조사부(120)는 피측정 입자(P)의 이동경로를 따라 상호 소정간격 이격되어 배치되며, 집속된 피측정 입자(P)의 이동경로와 교차되도록, 바람직하게는 피측정 입자(P)의 이동경로와 수직하게 각각 1차 측정광(Lm1)을 조사한다. 한 쌍의 1차 측정광 조사부(131) 간의 거리를 L이라고 가정하면, 형상 측정부(130)는 집속된 피측정 입자(P)가 L의 거리를 이동하는데 걸리는 시간을 측정하며, 이 시간으로부터 집속된 피측정 입자(P)의 형상을 측정한다. 이는, 동일한 거리를 이동하는데 걸리는 시간이 입자의 형상에 다른 점을 이용하는 것이다.
- [0041] 1차 측정광 조사부(131)가 1차 측정광(Lm1)을 조사하고 이를 1차 측정광 수광부(132)가 수광하는 과정에서, 집속된 피측정 입자(P)가 이동하여 1차 측정광(Lm1)이 피측정 입자(P)와 충돌되면 1차 측정광 수광부(132)에는 1차 측정광(Lm1)이 수광되지 않으며, 한 쌍의 1차 측정광 수광부(132)에서 1차 측정광(Lm1)이 수광되지 않는 시간으로부터 피측정 입자(P)의 이동시간을 측정할 수 있다.
- [0042] 광원부(140)는 검사구역(110) 측으로 검사광(Ls)을 조사하되, 집속지점에 검사광(Ls)이 집속되도록 하기 위한 것으로서, 광발생부(141)와, 광변환부(142)와, 광집속부(143)와, 제1원도우(144) 및 제1케이싱(145)을 포함한다.
- [0043] 광발생부(141)는 검사구역(110) 내부에 검사광(Ls)이 조사되도록, 광변환부(142) 측으로 조사할 기본광(L1)을 발생시키는 구성이다.
- [0044] 본 실시예에서 광발생부(141)는 기본광(L1)으로서 레이저광을 발생시키는 것으로 마련되며, 레이저 광을 발생시키는 광발생부(141)로는 루비(ruby)레이저, 큐-스위치 엔디야그(Q-switch Nd:YAG) 레이저, 이알글라스(Er:glass)레이저, 헬륨-네온(He-Ne) 레이저, 네온(Ne)이온 레이저, 아르곤(Ar)이온 레이저, 크립톤(Kr) 이온 레이저, 크세논(Xe)이온 레이저, 불소(F₂)엑시머 레이저, 아르곤 플루오라이드 엑시머(ArF eximer)레이저, 크립톤 플루오라이드(KrF) 엑시머 레이저, 크립톤 클로라이드(KrCl) 엑시머 레이저, 크세논 플루오라이드(XeF)엑시머 레이저, 크세논 클로라이드(XeCl)엑시머 레이저, 금(Au) 증기 레이저, 구리(Cu) 증기 레이저, 질소(N₂) 증기

레이저, 헬륨가드뮴(HeCd)레이저, 갈륨 알루미늄 아세나이드(GaAlAs)레이저 및 갈륨 아세나이드(GaAs)레이저 등에서 선택될 수 있다.

- [0045] 한편, 본 실시예에서 광발생부(141)는 제1케이싱(145) 내부에 설치되는 것으로 하였으나, 발생하는 광의 경로가 광변환부(142)와 연통될 수 있다면 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 제1케이싱(145)의 외부에 장착될 수도 있다.
- [0046] 광변환부(142)는 광발생부(141) 후단에 배치되어 광발생부(141)로부터 조사되는 기본광(L1)을 소정의 단면적을 갖는 평행한 직선광(L2)으로 변환하기 위한 구성이다. 광변환부(142)는 복수 개의 렌즈가 소정간격 이격되어 나란히 배치되며, 본 실시예에서 광변환부(142)는 검사광(Ls)의 이동방향을 따라 순서대로 배치되는 제1변환렌즈와 제2변환렌즈를 포함한다.
- [0047] 제1변환렌즈는 기본광(L1)의 광폭을 좁게하며, 제2변환렌즈에서는 광폭이 좁아진 기본광(L1)을 평행한 형태의 직선광(L2)으로 변환한다. 본 실시예에서 광발생부(141)로부터 발생하는 광은 레이저광이며, 레이저의 특성상 광이 특정 각도를 따라 퍼지는 현상이 발생한다. 따라서, 제1변환렌즈에서는 특정 각도를 따라 퍼지는 레이저광의 폭을 좁게하며, 제2변환렌즈에서는 직선광(L2)이 되도록 한다.
- [0048] 한편, 본 실시예에서 광변환부(142)는 제1변환렌즈와 제2변환렌즈 2개를 사용하는 것으로 하였으나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니며, 렌즈의 종류, 형상, 크기, 갯수 등은 발생하는 검사광(Ls)의 단면적, 검사광(Ls)의 광경로, 검사광(Ls)의 이동거리 등을 고려하여 결정되는 것이 바람직하다.
- [0049] 또한, 광변환부(142)는 제1케이싱(145) 내부에서 직선이동되며, 경사각이 변경되도록 마련될 수 있다. 즉, 광변환부(142)는 제1케이싱(145) 내부에서 직선이동 가능하게 마련되는 스테이지에 장착됨으로써 이동되며, 이에 따라 검사광(Ls)의 집속지점에서의 횡단면의 면적, 광강도 등을 제어할 수 있다. 또한, 스테이지 상에 광변환부(142)가 장착되는 영역은 소정각도 회전 가능하도록 마련됨으로써, 광변환부(142)의 경사각을 변화시켜 검사구역(110) 내부에서의 집속지점의 위치를 제어할 수 있다.
- [0050] 광집속부(143)는 집속렌즈로 마련되어 광변환부(142)로부터 출사되는 직선광(L2)의 이동경로 내에 배치됨으로써, 상대적으로 넓은 단면으로 평행하게 형성되는 직선광(L2)을 검사구역(110) 내의 소정의 집속지점에 집속되도록 함으로써 검사광(Ls)으로 변환시키는 구성이다.
- [0051] 즉, 광집속부(143)는 직선광(L2)을 검사구역(110) 내의 집속지점에서 광강도가 극대화되도록 집속시키는 구성이다.
- [0052] 제1윈도우(144)는 검사구역(110)에 인접하는 제1케이싱(145)에 설치됨으로써, 검사구역(110)으로부터의 압력차 또는 농도차에 의하여 피측정 입자(P)들이 광원부(140) 측으로 배출됨으로써 광원부(140)가 오염되는 것을 방지하기 위한 구성이다.
- [0053] 한편, 본 실시예에서 제1윈도우(144)는 제1케이싱(145) 내부에 설치하였으나, 사용과정에서의 교체의 편의성 등을 고려하여 제1윈도우(144)는 제1케이싱(145)과 검사구역(110) 사이에 개재되도록 설치할 수도 있다.
- [0054] 제1케이싱(145)은 상술한 광발생부(141)와 광변환부(142)와 광집속부(143) 및 제1윈도우(144)가 내부에 설치되는 구성이다.
- [0055] 측정부(150)는 광원부(120)로부터 출사되어 검사구역(110)을 통과하는 검사광(Ls)을 수광하고 수광된 검사광(Ls)으로부터 광소멸량을 측정하기 위한 구성이다. 측정부(150)는 수광부(151)와 디텍터(152)와 제2윈도우(153) 및 제2케이싱(154)을 포함한다.
- [0056] 수광부(151)는 검사구역(110)을 통과한 검사광(Ls)을 최종적으로 받아들이는 부재로서, 수광부(151)에서 수광되는 검사광(Ls)은 디텍터(152)로 전달된다.
- [0057] 디텍터(152)는 수광부(151)로부터 수광된 검사광(Ls)의 광소멸량을 통하여 입자의 크기 등의 정보를 측정하는 구성이다. 집속지점에서 검사광(Ls)과 입자가 각각 집속된다. 이때, 입자와 검사광(Ls)의 충돌에 의하여, 검사광(Ls)의 일부가 산란되거나, 일부가 피측정 입자에 흡수됨으로써 광강도가 낮아진다. 이때, 산란 및 흡수에 의하여 소멸되는 검사광(Ls)의 강도를 광소멸량으로 정의하며, 디텍터(152)는 광소멸량으로부터 입자의 정보를 산출하게 된다.
- [0058] 제2윈도우(153)는 검사구역(110)에 인접하는 제2케이싱(154)에 설치됨으로써, 검사구역(110)으로부터의 압력차 또는 농도차에 의하여 피측정 입자(P)들이 측정부(150) 측으로 배출됨으로써 측정부(150)가 오염되는 것을 방지

하기 위한 구성이다.

- [0059] 한편, 본 실시예에서 제2원도우(153)는 제2케이싱(154) 내부에 설치하였으나, 제1원도우(124)와 같이 사용과정에서의 교체의 편의성 등을 고려하여, 제2원도우(153)는 제2케이싱(154)과 검사구역(110) 사이에 개재되도록 설치할 수도 있다.
- [0060] 제2케이싱(154)은 상술한 수광부(151)와 디텍터(152) 및 제2원도우(153)가 내부에 수용되는 구성이다.
- [0061] 배출부(160)는 검사구역(110) 내부로 공급된 피측정 입자(P)가 검사구역(110) 외부로 배출되는 통로이다. 배출부(160)에는 측정부(150)에서 측정하지 못하는 입자의 다른 정보들을 추가적으로 측정할 수 있는 측정부재가 설치될 수 있다.
- [0062] 지금부터는 본 발명의 제1실시예에 따른 입자 측정장치의 작동에 대하여 설명한다.
- [0063] 먼저, 검사구역(110) 내부에 검사광(Ls)을 조사하기 위하여 광원부(140)를 작동시킨다.
- [0064] 광원부(140)가 작동되면, 광발생부(141)로부터 발생한 기본광(L1)이 광발생부(141)와 연통되는 광변환부(142)측으로 조사된다. 기본광(L1)은 레이저 광으로 마련되므로 특정 각도를 따라 퍼지는 현상이 발생하며, 광변환부(142)를 통과함으로써 직선광으로 변환된다. 구체적으로, 제1변환렌즈를 통과하면서 기본광의 폭이 좁아지게 되며, 제2변환렌즈를 통과하면서 기본광(L1)은 직선광(L2)으로 변하게 된다.
- [0065] 광변환부(142)를 통과한 직선광(L2)은 광집속부(143)를 통과하면서 검사구역(110) 내의 소정의 집속지점에서 집속되는 검사광(Ls)으로 변환되고, 검사광(Ls)은 검사구역(110) 내부로 조사된다. 광집속부(143)를 통과한 검사광(Ls)은 광경로를 따라서 이동하여 상술한 집속지점에 이를 때까지 광강도가 증가하며, 집속지점 상에서 최대의 광강도 값을 갖게 된다.
- [0066] 광원부(140)를 작동시킨 후, 입자 공급부(120)를 통하여 피측정 입자(P)를 공급한다. 유입부를 통하여 몸체부(121) 내부로 유입된 입자는 복수 개의 집속부(122)를 통과하면서 집속된다. 구체적으로, 스토크 수 등의 조건에 따라 집속공(122a)의 직경 및 상호 간의 간격이 조절된 복수 개의 집속부(122)를 통과하면서, 검사광(Ls)과 충돌하여 측정될 수 있을 정도의 농도로 집속된다.
- [0067] 이때, 입자 공급부(120)로부터 집속되어 유출되는 피측정 입자(P)는 집속된 형상이 일정하지 않을 수 있으며, 이에 따라, 동일한 피측정 입자(P)의 경우에도 피측정 입자(P)의 집속된 형상에 따라 상이한 결과가 발생하게 될 수 있으므로, 형상 측정부(130)를 통하여 집속된 피측정 입자(P)의 형상을 측정한다.
- [0068] 구체적으로, 한 쌍으로 마련되는 1차 측정광 발생부(131)를 통하여 1차 측정광을 피측정 입자(P) 측으로 조사한다. 1차 측정광은 피측정 입자(P)의 이동경로와 수직하게 조사되며, 1차 측정광 수광부(132)는 1차 측정광을 각각 수광한다. 이때, 1차 측정광이 조사 및 수광되는 과정에서 1차 측정광이 피측정 입자(P)와 충돌하는 경우에는 피측정 입자(P)에 흡수 등이 됨으로써 1차 측정광이 수광되지 않는 때가 발생한다. 한 쌍의 1차 측정광 수광부가 각각 1차 측정광을 수광하지 않는 시간 및 한 쌍의 1차 측정광 조사부(131)간의 거리 L로부터 집속된 피측정 입자(P)가 이동시간을 측정할 수 있다. 집속된 입자의 형상에 따라 이동시간이 다르다는 원리로부터 집속된 피측정 입자(P)의 형상, 바람직하게는 단면의 형상을 측정할 수 있다.
- [0069] 도 9는 도 4의 입자 측정 장치에서 검사광의 소멸을 개략적으로 도시한 도면이다. 형상 측정부(130)를 통과한 집속된 피측정 입자(P)는 검사구역(110) 내부로 유입되며, 광원부(140)로부터 조사된 검사광(Ls)과 피측정 입자(P)는 상호 충돌한다. 검사광(Ls)은 피측정 입자(P)와 충돌함으로써 일부는 산란되며, 일부는 피측정 입자(P)에 흡수된다. 이로 인해, 검사광(Ls)의 광강도가 낮아지게 되며, 검사광(Ls)의 광소멸량은 증가하게 된다.
- [0070] 피측정 입자(P)와 충돌된 검사광(Ls)은 이후 일정한 각도를 가지며 측정부(140) 측으로 조사된다. 검사광(Ls)은 측정부(150)의 수광부(151)를 통과함으로써 직선광(L2)으로 변환되며, 이는 디텍터(152)로 조사된다. 디텍터(152)는 검사광(Ls)의 광소멸량을 통하여 피측정 입자의 개수, 크기 등의 정보를 산출한다.
- [0071] 한편, 검사광(Ls)과 충돌한 피측정입자(P)는 배출부(160)를 통하여 검사구역(110) 외부로 배출되며, 별도의 측정부재를 통하여 측정부(150)에서 측정되지 않은 형상, 조성 등의 정보가 측정된다.
- [0072] 다음으로 본 발명의 제2실시예에 따른 입자 측정장치에 대하여 설명한다.

- [0073] 본 발명의 제2실시예에 따른 입자 측정장치는 피측정 입자가 검사구역 내부에 공급되기 전에 입자 공급부로부터 유출되는 집속된 피측정 입자의 형상을 측정하고, 또한, 검사구역 내의 피측정입자의 위치를 정확하게 파악하며, 이에 따라, 검사광이 집속지점에서 집속될 수 있도록 이동가능하게 마련함으로써 보다 정밀하게 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치에 관한 것이다. 제2실시예에 따른 입자 측정장치는 검사구역 내에서의 피측정 입자의 위치를 정확하게 알 수 있도록 위치 측정부를 더 포함하는 점에서 제1실시예와 차이점이 있다.
- [0074] 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 입자 측정장치의 개략적인 사시도이며, 도 11은 도 10의 입자 측정장치의 개략적인 단면도이다. 도 10 및 도 11을 참조하면, 본 발명의 제2실시예에 따른 입자 측정장치(200)는 검사구역(110)과, 검사구역(110)에 피측정 입자(P)를 공급하는 입자 공급부(120)와, 입자 공급부(120)에 연결되는 형상 측정부(130)와, 검사구역(110)에 인접하여 설치되는 광원부(140)와, 검사구역(110)에 인접하여 설치되는 측정부(150)와, 배출부(160)와, 형상 측정부(130)와 검사구역(110) 사이에 마련되는 위치 측정부(270) 및 제어부(280)를 포함한다. 위치 측정부(270)와 제어부(280) 이외의 구성은 제1실시예와 동일하므로 중복 설명은 생략한다.
- [0075] 도 12는 도 10의 입자 측정 장치의 위치 측정부를 개략적으로 도시한 도면이다. 위치 측정부(270)는 입자 공급부(120)로부터 검사구역(110) 측으로 이동하는 피측정 입자(P)로부터 검사구역(110) 내에서의 집속된 피측정 입자(P)의 위치를 측정하기 위한 구성이다.
- [0076] 피측정 입자(P)는 입자의 농도에 제한되지 않고 용이한 입자 측정을 위하여 검사구역(110) 내에서 집속되도록 입자 공급부(120)로부터 집속되어 유출된다. 이때, 집속된 피측정 입자(P)가 유출부로부터 유출되어 이동하는 과정에서 여러가지 요인에 의하여 예정된 집속지점과 다른 지점에서 집속되는 문제점이 발생할 수 있다. 즉, 임의의 지점에서 피측정 입자(P)가 집속될 수 있도록 입자 공급부(120)에서부터 제어되어 유출되나, 위 임의의 지점으로 이동하는 과정에서 여러가지 요인에 의하여 이동경로에 오차가 발생하여 다른 지점에서 집속되는 문제점이 발생하게 된다.
- [0077] 따라서, 위치 측정부(270)는 검사구역(110)과 입자 공급부(120) 사이에 배치되어 입자 공급부(120)로부터 유출되어 검사구역(110)을 향하는 피측정 입자(P)에 2차 측정광(Lm2)을 조사함으로써, 검사구역(110) 내부에서 입자가 집속되는 집속지점을 측정하는 구성이다. 위치 측정부(270)는 2차 측정광 조사부(271)와 2차 측정광 수광부(272)를 포함한다.
- [0078] 2차 측정광 조사부(271)는 피측정 입자(P)의 이동경로 측으로 2차 측정광(Lm2)을 조사하는 구성이다. 2차 측정광 조사부(271)는 단일의 구성으로 마련되며, 소정의 조사면적을 갖도록 2차 측정광(Lm2)을 조사한다. 구체적으로, 2차 측정광 조사부(271)는 팬 빔(fan beam) 형태 즉, 부채꼴 형태로 2차 측정광(Lm2)을 피측정 입자(P) 측으로 조사한다.
- [0079] 2차 측정광 수광부(272)는 2차 측정광 조사부(271)로부터 조사된 2차 측정광(Lm2)을 수광함으로써, 집속지점을 측정하는 구성이다. 2차 측정광 수광부(272)는 부채꼴 형태로 조사되는 2차 측정광(Lm2)의 호를 따라서 이동하면서 2차 측정광(Lm2)을 수광한다. 2차 측정광(Lm)이 조사되는 경우, 피측정 입자(P)가 위치된 영역에서는 2차 측정광(Lm2)이 피측정 입자(P)에 흡수됨으로써, 2차 측정광 수광부(272)에서 2차 측정광(Lm2)을 측정할 수 없는 불감영역(U)이 존재하게 된다. 2차 측정광 수광부(272)는 이러한 불감영역(U)을 통하여 피측정 입자(P)의 위치를 파악하게 되며, 이를 통해 검사구역(110) 내부에서의 피측정 입자(P)의 위치를 측정한다.
- [0080] 도 13는 도 10의 입자 측정 장치의 위치 측정부의 변형례이다. 본 변형례에서 위치 측정부(270')는 한 쌍으로 마련되는 2차 측정광 조사부(271')와 2차 측정광 수광부(272')를 포함한다.
- [0081] 2차 측정광 조사부(271')는 피측정 입자(P)의 이동경로 측으로 2차 측정광(Lm2)을 조사하는 구성이다. 본 변형례에서 2차 측정광 조사부(271')는 각각 검사구역(110)의 폭방향 및 길이방향을 따라 이동가능하도록 한 쌍으로 마련된다. 2차 측정광 조사부(271')는 각각 검사구역(110)의 폭방향 및 길이방향을 따라 이동하면서 2차 측정광을 조사하며, 구체적으로, 2차 측정광 조사부(271')는 직선광 형태로 2차 측정광을 피측정 입자(P) 측으로 조사한다.
- [0082] 2차 측정광 수광부(272')는 2차 측정광 조사부(271')로부터 조사된 2차 측정광(Lm2)을 수광함으로써, 집속지점을 측정하는 구성이다. 2차 측정광 수광부(272')는 2차 측정광 조사부(271')와 대응되는 수량으로 마련되며, 2차 측정광 조사부(271')의 이동에 따라 함께 이동하여 2차 측정광(Lm2)을 수광한다.
- [0083] 2차 측정광(Lm2)이 조사되는 경우, 피측정 입자(P)가 위치된 영역에서는 2차 측정광(Lm2)이 피측정 입자(P)에 흡수됨으로써, 2차 측정광 수광부(272')에서 2차 측정광을 측정할 수 없는 영역이 존재하게 된다. 2차 측정광

수광부(272')는 이러한 불감영역(U)을 통하여 피측정 입자(P)의 위치를 파악하게 되며, 이를 통해 검사구역(110) 내부에서의 집속된 피측정 입자(P)의 위치를 측정한다. 복수 개의 측정광 조사부(271') 및 측정광 수광부(272')를 통하여 피측정 입자(P)의 위치를 파악함으로써, 집속지점의 정밀한 측정이 가능하다. 즉, 집속지점의 X,Y 좌표값이 도출 가능하여 집속지점의 위치를 정밀하게 측정할 수 있다.

[0084] 제어부(280)는 위치 측정부(270)로부터 측정된 집속지점의 정보를 제공받아 광원부(140)와 측정부(150)를 이동시키기 위한 구성이다. 위치 측정부(270)에서 피측정 입자(P)의 위치정보가 파악되며, 이로부터 집속지점의 위치정보가 측정된다. 이러한 집속지점의 위치정보는 제어부(280)로 전송되며, 제어부(280)는 이를 통해 광원부(140)와 측정부(150)를 이동시킨다. 이동방법에는 광원부(140)와 측정부(150)에 설치된 모터를 제어하는 방법 등을 예로 들 수 있다.

[0085] 따라서, 본 발명에 의하면, 피측정 입자가 검사구역 내부에 공급되기 전에 입자 공급부로부터 유출되는 집속된 피측정 입자의 형상을 측정함으로써, 보다 정밀하게 피측정 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치가 제공된다. 또한, 검사구역 내의 피측정입자의 위치를 정확하게 파악하며, 이에 따라, 검사광이 피측정입자와 정확히 충돌되도록 이동가능하게 마련함으로써 보다 정밀하게 입자의 특성을 측정할 수 있는 입자 측정장치가 제공된다.

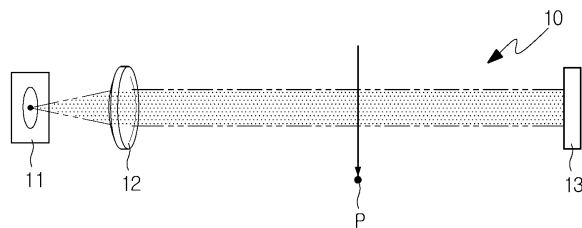
[0086] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

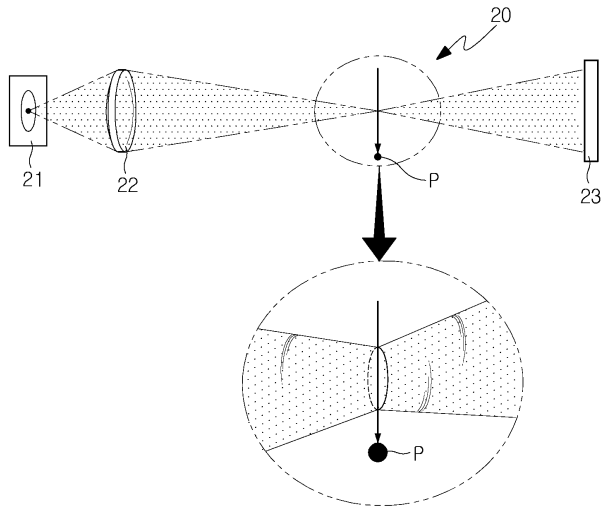
- | | | |
|--------|---------------|--------------|
| [0087] | 100 : 입자 측정장치 | 110 : 검사구역 |
| | 120 : 입자 공급부 | 130 : 형상 측정부 |
| | 140 : 광원부 | 150 : 측정부 |
| | 160 : 제어부 | 170 : 배출부 |
| | 270 : 위치 측정부 | 280 : 제어부 |
| | P : 피측정 입자 | Ls : 검사광 |
| | Lm1 : 1차 측정광 | Lm2 : 2차 측정광 |
| | U : 불감영역 | |

도면

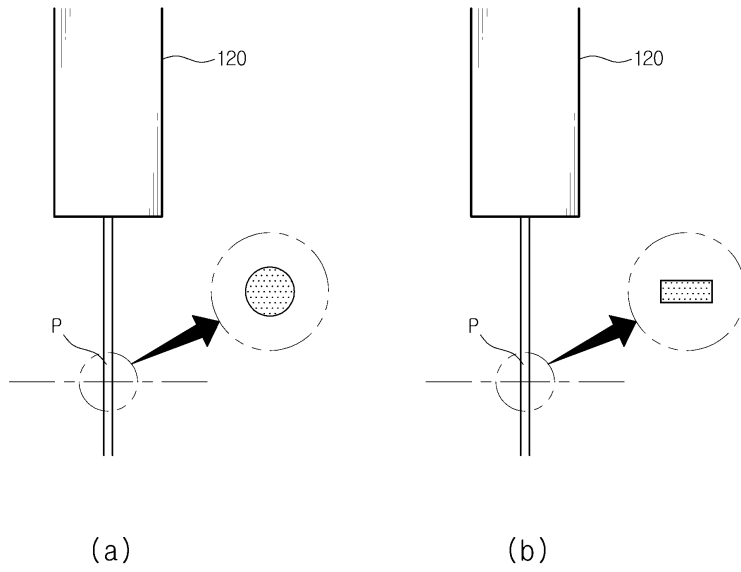
도면1



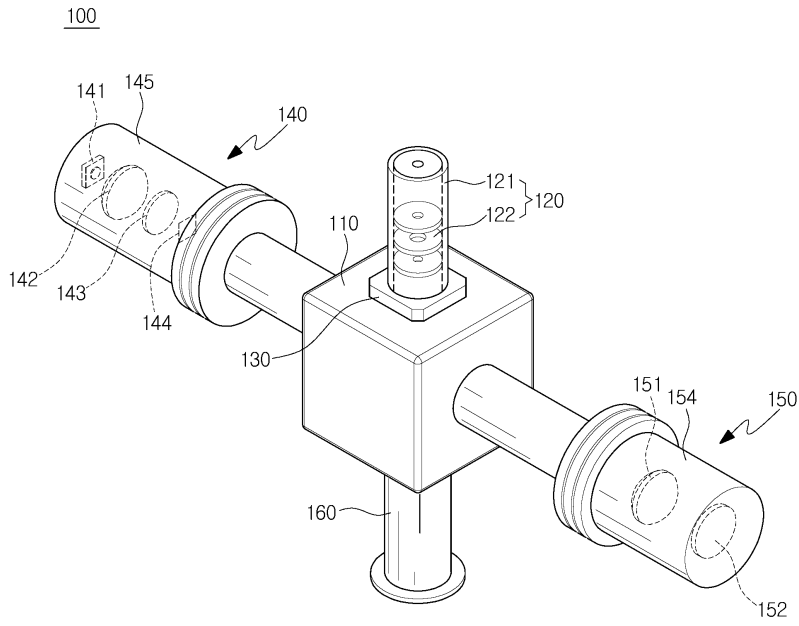
도면2



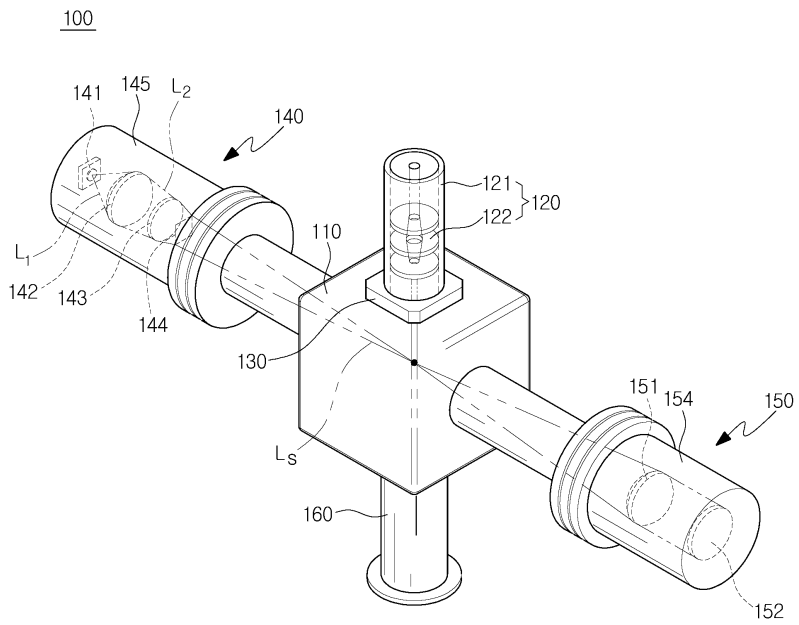
도면3



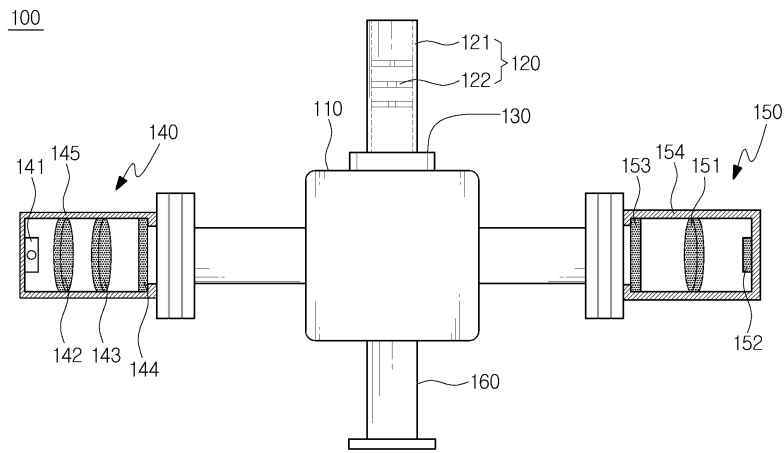
도면4



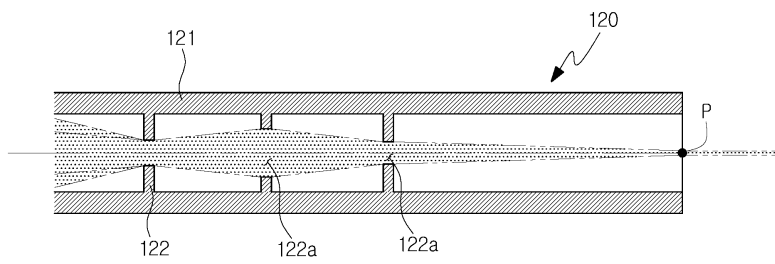
도면5



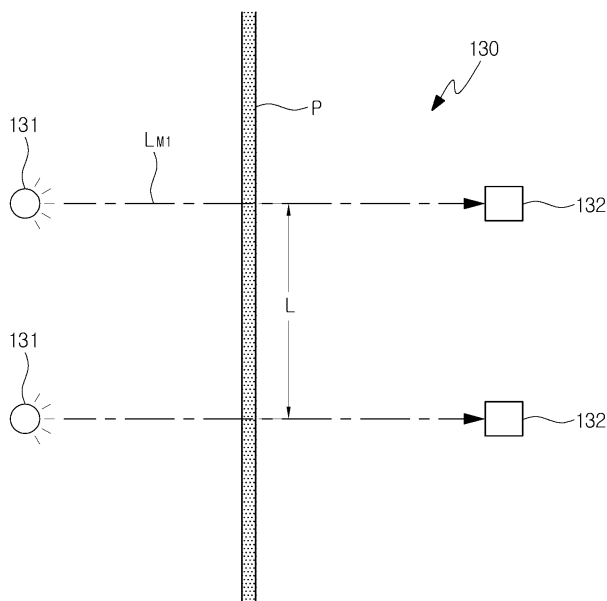
도면6



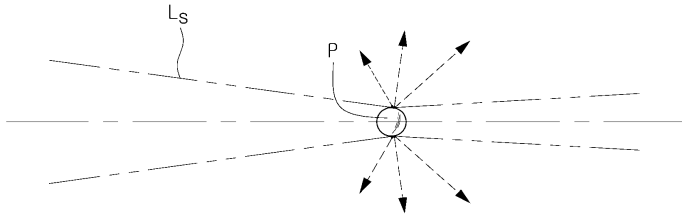
도면7



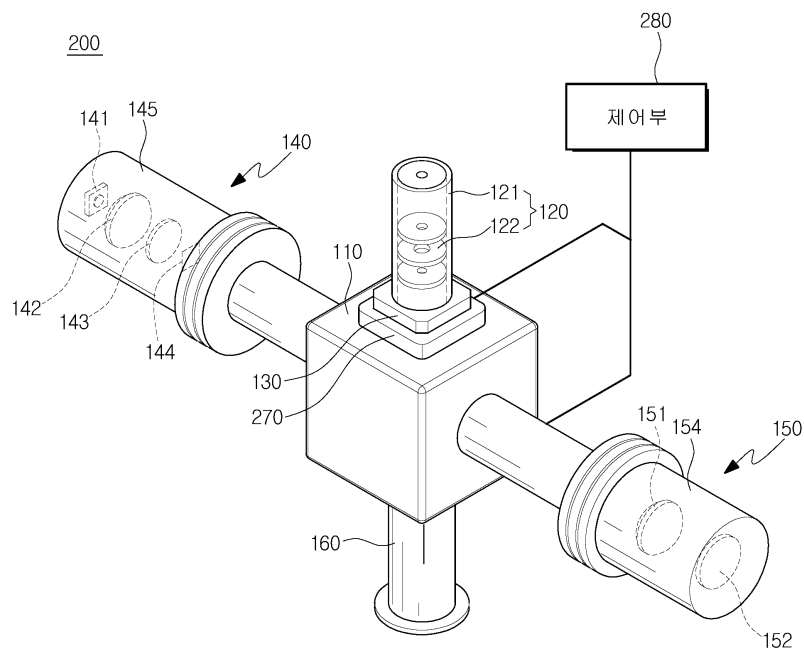
도면8



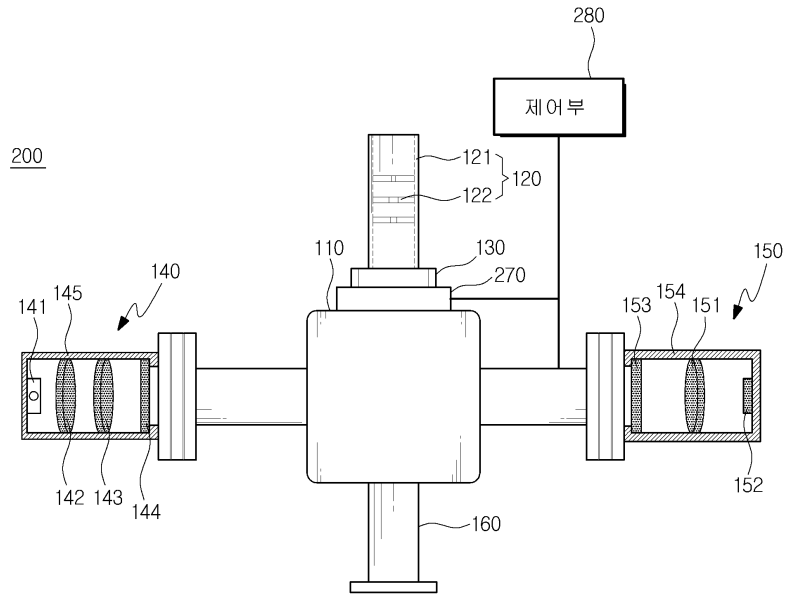
도면9



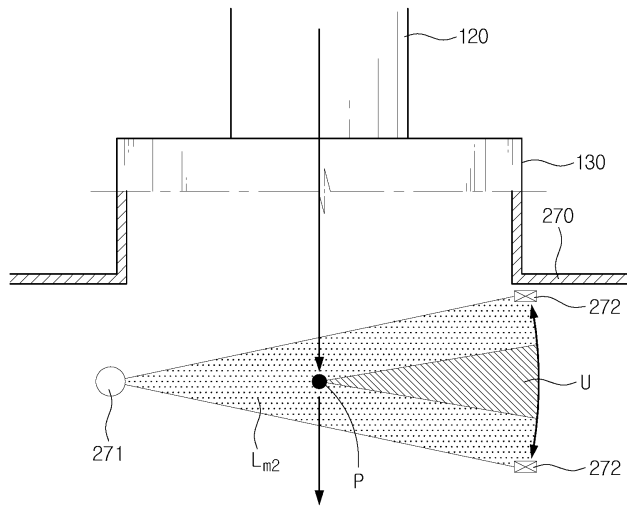
도면10



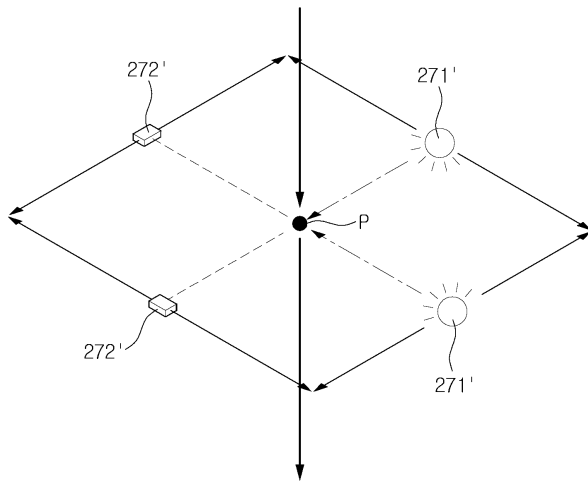
도면11



도면12



도면13



도면14

