

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0061939

(43) 공개일자 2023년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 15/02 (2006.01) G01N 1/22 (2006.01)
G01N 15/00 (2017.01) G01N 15/14 (2006.01)
G01N 21/53 (2006.01) G01N 21/64 (2006.01)
G01N 21/85 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G01N 15/0211 (2013.01)
G01N 1/2205 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0146703

(22) 출원일자 2021년10월29일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

정재희

경기도 남양주시 와부읍 덕소로2번길 39, 101동 605호(덕소강변삼익아파트)

정상빈

서울특별시 광진구 구의강변로 106, 101동 303호 (구의동, 구의동삼성쉐르빌 101동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유병욱

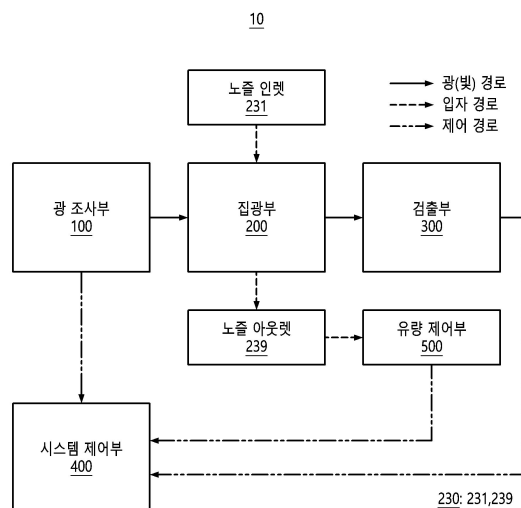
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 실시간 입자 연속 모니터링 시스템

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템은, 빛을 조사하는 광 조사부; 상기 광 조사부에서 조사된 빛이 입자와 충돌한 후 발생되는 산란광 및 형광을 모으는 집광부; 상기 입자가 상기 집광부에 주입 및 배출되도록 상기 집광부에 연결되는 노즐부; 및 상기 광 조사부에서 조사된 빛이 상기 입자와 충돌하여 발생하는 산란광 및 형광을 검출하는 검출부;를 포함하며, 상기 노즐부는 상기 입자를 연속적으로 상기 집광부에 주입하고, 상기 검출부는 산란광 및 형광을 실시간으로 검출할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01N 15/14 (2013.01)

G01N 21/53 (2020.05)

G01N 21/64 (2013.01)

G01N 21/85 (2013.01)

G01N 2015/0011 (2013.01)

(72) 발명자

고현식

서울특별시 동대문구 이문로 139, 404호(이문동)

신재학

경기도 성남시 분당구 동판교로 91, 409동 501호(백현동, 백현마을4단지)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415174616

과제번호 20012263

부처명 산업통상자원부

과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업기술알키미스트프로젝트(R&D)

연구과제명 신체 보호형 스마트 수트 (유해물질을 자동으로 감지하여 인체를 상시보호할 수 있는

경량 소프트 웨어러블 수트 개발)

기여율 1/2

과제수행기관명 한국기계연구원

연구기간 2021.05.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711139870

과제번호 2019R1A2C2002398

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)

연구과제명 바이오미세먼지의 실시간 모니터링을 위한 초고속 마이크로콜로니 탐지 원천 기술

개발

기여율 1/2

과제수행기관명 세종대학교

연구기간 2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

빛을 조사하는 광 조사부;

상기 광 조사부에서 조사된 빛이 입자와 충돌한 후 발생하는 산란광 및 형광을 모으는 집광부;

상기 입자가 상기 집광부에 주입 및 배출되도록 상기 집광부에 연결되는 노즐부; 및

상기 광 조사부에서 조사된 빛이 상기 입자와 충돌하여 발생하는 산란광 및 형광을 검출하는 검출부;를 포함하며,

상기 노즐부는 상기 입자를 연속적으로 상기 집광부에 주입하고, 상기 검출부는 산란광 및 형광을 실시간으로 검출하는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광 조사부는 광원에서 조사되는 빛의 시야각을 줄여서 평행광으로 변환한 후 원하는 파장대의 빛을 집속하여 상기 집광부로 보내는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 집광부는,

상기 광 조사부에서 들어온 빛이 상기 입자와 충돌한 후 광반응하여 발생된 산란광 및 형광이 집광되거나 상기 검출부를 향해 반사되도록 형성된 거울면 및 상기 입자와 충돌하지 않거나 상기 입자와 광반응하지 않는 빛을 제거하는 광 트랩부를 포함하는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 거울면은, 상기 공간의 표면에 타원 구면 형태로 형성되며, 상기 광 조사부에서 상기 집광부를 향해 들어오는 빛의 진행 방향과 교차하는 방향으로 2개의 초점이 위치하는 타원 구면 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 노즐부는, 타원 구면 형태로 형성된 상기 거울면의 초점을 상기 입자가 통과하도록 상기 집광부에 형성되는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 거울면은 상기 집광부의 내부에 형성된 공간에 마련되는 오목거울이고, 상기 오목 거울은 상기 검출부와 마주 보는 방향으로 오목하게 형성되는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 노즐부는, 상기 오목 거울의 곡률 중심을 상기 입자가 통과하도록 상기 집광부에 형성되는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 8

제4항 또는 제6항에 있어서,

상기 노즐부는, 일단이 상기 집광부의 내부에 형성된 공간에 위치하도록 상기 집광부에 형성되는 노즐인렛 및 일단이 상기 집광부의 내부에 형성된 공간에 위치하도록 상기 집광부에 형성되되 상기 노즐인렛 과 마주 보도록 상기 노즐인렛과 동일 선상에 형성되는 노즐아웃렛을 포함하며,

상기 노즐인렛의 일단과 상기 노즐아웃렛의 일단 사이에 초점 또는 곡률 중심이 위치하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 노즐인렛의 입구 측 또는 내부에는 여과부가 형성되는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 검출부는,

상기 집광부에서 나오는 산란광과 형광을 분리하는 광분할기;

상기 광분할기에서 산란광을 전달받는 산란광 검출기; 및

상기 광분할기에서 형광을 전달받는 형광 검출기;를 포함하며,

상기 산란광 검출기는 산란광에서 전기 신호를 검출하여 입자의 크기, 개수, 농도 또는 밀도를 분석하고,

상기 형광 검출기는 형광에서 전기 신호를 검출하여 입자의 종류를 분석하는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 입자는 비말 또는 침방울을 포함하며,

상기 형광 검출기는 입자에 포함된 특정 형광물질에 따라 발생하는 형광량을 검출하여 입자 종류를 분석하는 것을 특징으로 하는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 실시간 입자 연속 모니터링 시스템을 제공한다.

배경 기술

[0002] 공기를 매개로 하는 감염병은 인플루엔자, 메르스(MERS), 코로나 19(COVID-19) 등 다양한 형태로 인류의 건강을 위협하고 있으며, 이에 따라 감염병 예방과 실시간 검출에 대한 관심이 증가하고 있다.

[0003] 질병이 전파되는 대표적인 예로 비말(droplet) 감염이 있다. 비말은 감염자의 침, 콧물과 같은 체액이 대화, 기침, 호흡 등의 신체 활동으로 인해 공기 중으로 분사된 형태를 의미한다.

[0004] 이러한 비말이 다른 사람의 호흡기로 들어가 질병이 전파되는 경우, 이를 비말감염이라 한다. 또한, 비말핵(核)에 포함된 바이러스 입자는 수분 증발을 통해 에어로졸화되어 공기감염을 초래할 수 있다.

[0005] 전통적인 비말 검출 방법은 유체역학적 포집 및 분자생물학적 분석 과정을 요구한다. 하지만, 비말의 농도는 사람의 활동에 의해 급격하게 변화하며, 짧은 시간 안에 확산되기 때문에, 분자생물학적 분석 과정을 요구하는 종래의 방법으로는 실시간으로 비말 입자를 모니터링하기 어렵다.

[0006] 또한, 생물학적 분석은 전문가의 운용과 복잡한 전처리 과정을 요구하기 때문에 실시간 검출을 위해선 분석 시스템을 보다 단순화할 필요가 있다.

[0007] 본 출원인은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명을 제안하게 되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1951670호(2019.02.19. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기의 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 공기 중에 부유하는 비말 등 미세한 입자를 광학적인 방법을 통해 실시간으로 검출함으로써 육안으로 입자의 실시간 모니터링이 가능한 실시간 입자 연속 모니터링 시스템을 제공한다.

[0010] 본 발명은 별도의 포집 과정과 전처리 과정이 필요하지 않아 현장에서 실시간으로 공기 중의 비말 등 미세한 부유 입자의 모니터링을 가능하도록 하여 비말 등에 의한 질병 감염을 예방할 수 있는 실시간 입자 연속 모니터링 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상기한 바와 같은 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템은, 빛을 조사하는 광 조사부; 상기 광 조사부에서 조사된 빛이 입자와 충돌한 후 발생하는 산란광 및 형광을 모으는 집광부; 상기 입자가 상기 집광부에 주입 및 배출되도록 상기 집광부에 연결되는 노즐부; 및 상기 광 조사부에서 조사된 빛이 상기 입자와 충돌하여 발생하는 산란광 및 형광을 검출하는 검출부;를 포함하며, 상기 노즐부는 상기 입자를 연속적으로 상기 집광부에 주입하고, 상기 검출부는 산란광 및 형광을 실시간으로 검출할 수 있다.

[0012] 상기 광 조사부는 광원에서 조사되는 빛의 시야각을 줄여서 평행광으로 변환한 후 원하는 파장대의 빛을 집속하여 상기 집광부로 보낼 수 있다.

[0013] 상기 집광부는, 상기 광 조사부에서 들어온 빛이 상기 입자와 충돌한 후 광반응하여 발생된 산란광 및 형광이 집광되거나 상기 검출부를 향해 반사되도록 형성된 거울면 및 상기 입자와 충돌하지 않거나 상기 입자와 광반응하지 않는 빛을 제거하는 광 트랩부를 포함할 수 있다.

- [0014] 상기 거울면은, 상기 공간의 표면에 타원 구면 형태로 형성되며, 상기 광 조사부에서 상기 집광부를 향해 들어오는 빛의 진행 방향과 교차하는 방향으로 2개의 초점이 위치하는 타원 구면 형태로 형성될 수 있다.
- [0015] 상기 노즐부는, 타원 구면 형태로 형성된 상기 거울면의 초점을 상기 입자가 통과하도록 상기 집광부에 형성될 수 있다.
- [0016] 상기 거울면은 상기 집광부의 내부에 형성된 공간에 마련되는 오목거울이고, 상기 오목 거울은 상기 검출부와 마주 보는 방향으로 오목하게 형성될 수 있다.
- [0017] 상기 노즐부는, 상기 오목 거울의 곡률 중심을 상기 입자가 통과하도록 상기 집광부에 형성될 수 있다.
- [0018] 상기 노즐부는, 일단이 상기 집광부의 내부에 형성된 공간에 위치하도록 상기 집광부에 형성되는 노즐인렛 및 일단이 상기 집광부의 내부에 형성된 공간에 위치하도록 상기 집광부에 형성되되 상기 노즐인렛과 마주 보도록 상기 노즐인렛과 동일 선상에 형성되는 노즐아웃렛을 포함하며, 상기 노즐인렛의 일단과 상기 노즐아웃렛의 일단 사이에 초점 또는 곡률 중심이 위치하도록 형성될 수 있다.
- [0019] 상기 노즐인렛의 입구 측 또는 내부에는 여과부가 형성될 수 있다.
- [0020] 상기 검출부는, 상기 집광부에서 나오는 산란광과 형광을 분리하는 광분할기; 상기 광분할기에서 산란광을 전달받는 산란광 검출기; 및 상기 광분할기에서 형광을 전달받는 형광 검출기;를 포함하며, 상기 산란광 검출기는 산란광에서 전기 신호를 검출하여 입자의 크기, 개수, 농도 또는 밀도를 분석하고, 상기 형광 검출기는 형광에서 전기 신호를 검출하여 입자의 종류를 분석할 수 있다.
- [0021] 상기 입자는 비말 또는 침방울을 포함하며, 상기 형광 검출기는 입자에 포함된 특정 형광물질에 따라 발생하는 형광량을 검출하여 입자 종류를 분석할 수 있다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템은 사용자가 공기 중의 비말 등 미세한 유해 입자를 수작업으로 포집하거나 전처리할 필요가 없으며, 실시간으로 공기 중의 비말 등 미세 입자의 농도를 검출할 수 있다.
- [0023] 본 발명에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템은 광학적 방법을 사용하기 때문에, 별도의 전처리 과정 없이 연속적으로 장기간 공기 중의 비말 등 유해한 미세입자를 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템의 구성을 개략적으로 보여주는 구성 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템의 구성을 보여주는 단면도이다.
- 도 3은 도 2에 따른 시스템의 개념 및 작동원리를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 도 2에 따른 시스템의 광 조사부를 나타내는 구성도이다.
- 도 5는 도 2에 따른 시스템의 집광부를 나타내는 구성도이다.
- 도 6은 도 5에 따른 집광부의 변형예를 나타내는 구성도이다.
- 도 7은 도 5에 따른 집광부를 나타내는 사시도이다.
- 도 8은 도 5에 따른 집광부의 측면도 및 평면도이다.
- 도 9는 도 8의 절단선 A-A에 따른 단면도로서, 노즐부를 도시한 도면이다.
- 도 10은 도 9에 따른 집광부에 형성되는 여과부를 도시한 사시도이다.
- 도 11은 도 2에 따른 시스템의 검출부를 나타내는 구성도이다.
- 도 12는 도 11에 따른 검출부의 산란광 및 형광 검출 결과를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시 예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에

는 동일, 유사한 도면 부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로서 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시 예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시 예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시 예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0028] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0029] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0030] 도면들은 개략적이고 축적에 맞게 도시되지 않았다는 것을 일러둔다. 도면에 있는 부분들의 상대적인 치수 및 비율은 도면에서의 명확성 및 편의를 위해 그 크기에 있어 과장되거나 감소되어 도시되었으며 임의의 치수는 단지 예시적인 것이지 한정적인 것은 아니다. 그리고 둘 이상의 도면에 나타나는 동일한 구조물, 요소 또는 부품에는 동일한 참조 부호가 유사한 특징을 나타내기 위해 사용된다.

[0031] 본 발명의 실시예는 본 발명의 이상적인 실시예들을 구체적으로 나타낸다. 그 결과, 도면의 다양한 변형이 예상된다. 따라서 실시예는 도시한 영역의 특정 형태에 국한되지 않으며, 예를 들면 제조에 의한 형태의 변형도 포함한다.

[0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템의 구성을 개략적으로 보여주는 구성 블록도, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템의 구성을 보여주는 단면도, 도 3은 도 2에 따른 시스템의 개념 및 작동원리를 설명하기 위한 도면, 도 4는 도 2에 따른 시스템의 광 조사부를 나타내는 구성도, 도 5는 도 2에 따른 시스템의 집광부를 나타내는 구성도, 도 6은 도 5에 따른 집광부의 변형 예를 나타내는 구성도, 도 7은 도 5에 따른 집광부를 나타내는 사시도, 도 8은 도 5에 따른 집광부의 측면도 및 평면도, 도 9는 도 8의 절단선 A-A에 따른 단면도로서, 노즐부를 도시한 도면, 도 10은 도 9에 따른 집광부에 형성되는 여과부를 도시한 사시도, 도 11은 도 2에 따른 시스템의 검출부를 나타내는 구성도, 도 12는 도 11에 따른 검출부의 산란광 및 형광 검출 결과를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

[0035] 이하에서 설명하는 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템(10)은 비말 뿐만 아니라 공기 중에 부유하고 있는 미세한 입자(미세먼지, 부유미생물 등)를 실시간으로 모니터링하는 시스템으로서 광학을 이용하여 비말 등의 미세 입자를 실시간으로 모니터링하거나 검출할 수 있다. 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)이 비말의 실시간 연속 검출에 적용되는 경우를 예로써 설명하지만 반드시 비말 검출에만 사용되는 것은 아니다.

[0036] 설명의 편의를 위해서, 이하에서 언급하는 "입자"라는 용어는 비말 등을 포함하는 개념임을 밝혀둔다.

[0038] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템(10, 이하 '시스템'이라 함)은 광 조사부(100), 집광부(200), 노즐부(230), 검출부(300), 시스템 제어부(400) 및 유량 제어부(500)를 포함할 수 있다.

[0039] 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 광학을 이용하여 비말 등 입자를 실시간 연속적으로 검출하거나 모니

터링할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 모니터링 대상인 비말 등 입자에 빛을 조사하고 입자가 빛에 반응한 결과를 분석하여 입자의 유무, 크기, 개수, 밀도, 농도 또는 종류 등을 검출할 수 있다.

- [0040] 도 1에 도시된 바와 같이, 입자를 검출하거나 분석하는데 필요한 빛은 광 조사부(100)에서 나와서 집광부(200)를 거쳐 검출부(300)에 전달된다. 이때, 검출부(300)에는 광 조사부(100)에서 발생한 빛과 동일한 상태의 빛이 유입되는 것이 아니라 비말 등 입자에 의해서 빛이 변화된 결과가 검출부(300)에 유입될 수 있다.
- [0041] 도 1을 참조하면, 빛(광)은 광 조사부(100), 집광부(200) 및 검출부(300)의 순서로 전달된다. 모니터링 대상 입자 내지 공기는 노즐인렛(231), 집광부(200), 노즐아웃렛(239) 및 유량 제어부(500)의 순서로 전달된다. 제어 신호 내지 명령은 광 조사부(100), 검출부(300) 또는 유량 제어부(500)에서부터 시스템 제어부(400)로 전달되고, 그 반대로 시스템 제어부(400)에서부터 광 조사부(100), 검출부(300) 또는 유량 제어부(500)로 제어 신호 또는 제어 명령이 전달될 수도 있다.
- [0042] 한편, 분석 및 검출 대상이 되는 입자는 노즐부(230)의 노즐인렛(231)을 통해서 집광부(200)에 주입되고 집광부(200) 내에서 빛과 반응한 후에는 노즐부(230)의 노즐아웃렛(239)을 통해서 집광부(200)를 벗어나게 된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 공기 중에 있는 비말 등 입자를 실시간으로 유입해서 농도 또는 종류 등을 분석할 수 있다. 이를 위해 비말 등 입자가 실시간 그리고 연속적으로 집광부(200)에 유입되어야 하는데, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 유량 제어부(500)를 구비함으로써 비말 등 입자를 포함하는 공기를 집광부(200) 안으로 연속적으로 주입시킬 수 있다.
- [0043] 유량 제어부(500)는 노즐부(230)와 연결되어 있기 때문에 유량 제어부(500)의 작동에 의해서 노즐부(230)에 공기가 유입되고 배출될 수 있다.
- [0044] 유량 제어부(500)는 흡입수단을 구비할 수 있으며 집광부(200)에 주입되는 공기의 유량을 측정할 수도 있다. 이러한 공기 유량 정보는 시스템 제어부(400)로 전달될 수 있다.
- [0045] 시스템 제어부(400)는 광 조사부(100) 또는 검출부(300)의 작동을 제어하거나 검출부(300)의 검출 결과를 전달받아 공기 중에 존재하는 비말 등 입자에 대한 분석 정보를 저장할 수 있다. 이때, 유량 제어부(500)의 분석 공기 유량에 대한 정보도 시스템 제어부(400)에 전달될 수 있기 때문에, 시스템 제어부(400)는 단위 공기 당(단위 부피의 공기 당) 존재하는 비말 등 입자의 농도를 계산해 낼 수 있고 이러한 농도값을 이용하여 공기질을 관리할 수 있다.
- [0046] 한편, 검출부(300)의 분석 또는 검출 결과는 시스템 제어부(400)에 전달되어 저장될 수 있는데, 시스템 제어부(400)는 분석 또는 검출 결과에 머신러닝 또는 인공지능을 적용하여 분석 또는 검출 결과를 학습함으로써 분석 결과의 정확성을 높이거나 분석 결과에 대한 기준을 정립할 수도 있다.
- [0047] 이하에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)의 주요 부분들에 대해서 보다 자세하게 설명한다.
- [0048] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템(10)은, 빛을 조사하는 광 조사부(100); 광 조사부(100)에서 조사된 빛이 입자와 충돌한 후 발생하는 산란광 및 형광을 모으는 집광부(200); 상기 입자가 집광부(200)에 주입 및 배출되도록 집광부(200)에 연결되는 노즐부(230); 및 광 조사부(100)에서 조사된 빛이 상기 입자와 충돌하여 발생하는 산란광 및 형광을 검출하는 검출부(300);를 포함할 수 있다.
- [0049] 여기서, 노즐부(230)는 상기 입자를 연속적으로 집광부(200)에 주입하고, 검출부(300)는 산란광 및 형광을 실시간으로 검출할 수 있다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)의 주요 부분들은 광 조사부(100), 집광부(200), 검출부(300) 및 노즐부(230)이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 전체 크기를 소형화 할 수 있도록 광 조사부(100)에서부터 검출부(300)에 이르는 광경로가 직선이 되는 것이 아니라 90도로 꺾이는 광경로를 가진다. 예를 들면, 광 조사부(100)와 집광부(200)가 동일한 직선의 광경로 상에 위치하고, 집광부(200)와 검출부(300)가 동일한 직선의 광경로 상에 위치하도록 구성할 수 있다.
- [0051] 도 1 내지 도 3에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 LED 광원(110)을 통해 발산한 빛이 포커싱 렌즈(Focusing lens, 140,160)를 거쳐 집속되고, 집속된 빛을 공기 중 입자에 충돌시켜 발생하는 산란광과 형광을 집광부(200)를 활용하여 90° 방향으로 집광하여 내보낸다. 이때, 180°의 산란광 및 LED 빛은 광 트랩부(Beam traps, 260)에 의해 소멸된다. 집광하여 내보내진 빛은 광분할기(Dichroic beam splitter, 320)에 의해

분할되고 산란광과 형광이 각각 검출기(340,370)에 의해서 전기 신호로 검출될 수 있다.

- [0052] 도 2 내지 도 4를 참조하면, 광 조사부(100)는, 광원(110), 볼 렌즈(120), 디퓨저(130), 포커싱 렌즈(140,160), 광학필터(150)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0053] 광원(110)은 UV LED를 사용한다. 레이저는 점광원인 반면에, LED는 면광원이다. 따라서, UV LED 광원에서 조사되는 빛은 면 방향으로 퍼져 나가게 된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)에서 입자 검출을 정확히 하기 위해서는 빛이 입자와 충돌할 수 있어야 하는데 면광원의 경우에는 빛이 퍼지기 때문에 입자와 충돌하는 빛의 양이 적거나 세기가 약할 수밖에 없다. 따라서, 면광원인 LED 광원(110)에서 조사되어 나가는 빛을 모아서 빛의 강도를 세게 해야 한다. 이를 위해 LED 광원(110)의 앞단에 볼 렌즈(120)를 마련될 수 있다.
- [0054] LED 광원(110)은 입자 내에 함유된 형광물질에 기인하는 형광을 검출하기에 적합한 파장의 것을 사용하고, 볼 렌즈(120)는 LED의 상대적으로 큰 시야각을 좁혀 입자에 조사될 집속 효율을 높이기 위해 사용된다.
- [0055] 광원(110)으로 사용되는 LED는 발열이 많기 때문에 방열을 해야 한다. 이를 위해 광원(110)에는 방열용 히트싱크(112)가 부착될 수 있다.
- [0056] 볼 렌즈(120)는 반구 형태의 볼 렌즈(half ball lens)인 것이 바람직하다. LED 광원(110)에서 나온 빛은 볼 렌즈(120)를 통과하면서 시야각 또는 지향각이 줄어 들게 되고 빛이 퍼지는 것을 어느 정도 줄일 수 있다.
- [0057] 볼 렌즈(120)를 통과한 빛은 디퓨저(130)를 통과하면서 빛의 균일도가 개선될 수 있다. 디퓨저(130)를 지난 빛은 포커싱 렌즈(140,160)를 통과하면서 빛이 모이게 된다. 포커싱 렌즈(140,160)는 평행광 렌즈(140) 및 집광 렌즈(160)를 포함할 수 있다. 디퓨저(130)를 통과한 빛은 평행광 렌즈(140)를 통과하면서 평행광으로 변환되고 집광 렌즈(160)를 통과하면서 빛은 모이게 된다.
- [0058] 집광 렌즈(160)는 LED 광원(110)에서 발산된 빛을 집광부(200) 내에서 하나의 초점에 모으기 위해 사용될 수 있다.
- [0059] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 LED 광원(110)에서 생성된 빛을 그대로 이용하는 것이 아니라 산란광 및 형광 검출에 적합한 파장대의 빛만 선택하여 이용할 수 있다. 이를 위해 광학필터(150)를 사용하게 된다.
- [0060] 광학필터(150)는 대역통과필터(Band pass filter)로서, LED 광원(110)에서 발생되는 빛의 파장대를 원하는 파장대로 만들기 위해 사용될 수 있다. 광학필터(150)는 평행광 렌즈(140)와 집광 렌즈(160) 사이에 위치하거나, 집광 렌즈(160)와 집광부(200) 사이에 위치하도록 마련될 수 있다.
- [0061] 도 2를 참조하면, 광 조사부(100)의 구성요소들은 제1 프레임(101)의 내부에 마련될 수 있다. 이러한 광 조사부는 광원(110)에서 조사되는 빛의 시야각을 줄여서 평행광으로 변환한 후 원하는 파장대의 빛을 집속하여 집광부(200)로 보낼 수 있다.
- [0062] 광 조사부(100)의 집광 렌즈(160) 또는 광학필터(150)를 통과한 빛은 집광부(200)에 주입되어 입자와 만나게 된다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)의 집광부(200)는, 광 조사부(100)에서 들어온 빛이 입자와 충돌한 후 광반응하여 발생된 산란광 및 형광이 집광되도록 형성된 반사부(217) 및 검출부(300)를 향해 진행하지 않거나 반사되지 않는 빛을 제거하는 광 트랩부(260)를 포함할 수 있다.
- [0063] 도 2를 참조하면, 집광부(200)는 몸체를 형성하는 제2 프레임(210) 및 제2 프레임(210)의 일측에 형성된 광 트랩부(260)를 포함할 수 있다.
- [0064] 제2 프레임(210)은 대략적으로 육면체 모양을 가지며 그 내부에는 빈 공간(201)이 형성될 수 있다. 이 공간(201)에서 입자와 빛이 충돌하면서 광학 반응을 일으키게 된다.
- [0065] 광 조사부(100)와 밀착되는 제2 프레임(210)의 일측에는 광 유입구(214)가 형성될 수 있다. 광 유입구(214)는 공간(201)과 연통될 수 있다. 광 유입구(214)와 마주 보는 제2 프레임(210)의 일측에는 제1 광 유출구(216)가 형성될 수 있다. 제1 광 유출구(216)는 광 트랩부(260)와 연통될 수 있다.
- [0066] 광 유입구(214) 및 제1 광 유출구(216)를 연결하는 방향과 90도가 되는 제2 프레임(210)의 일측 즉, 검출부(300)가 밀착되는 제2 프레임(210)의 일측에는 제2 광 유출구(215)가 형성될 수 있다.
- [0067] 광 조사부(100)에서 조사된 빛은 광 유입구(214)를 통해 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(201)에 들어온 후 입자와 충돌하게 되고 입자와 충돌한 후 공간(201)의 표면에서 반사된 빛은 제2 광 유출구(215)를 통해 검출부

(300)로 가게 된다. 공간(201)에서 입자와 충돌하지 않거나 반응하지 않은 빛은 제1 광 유출구(216)를 통해 광 트랩부(260)에서 소멸된다.

- [0068] 도 2, 도 3 및 도 5를 참조하면, 집광부(200)의 반사부(217)는 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(201)에 형성되는 거울면(mirror surface)으로 마련될 수 있다. 즉, 집광부(200)의 제2 프레임(210) 내부에 형성된 공간(201)의 표면에서 빛이 반사되기 때문에 공간(201)의 표면이 반사부(217)가 되고, 반사부(217)는 공간(201)의 표면에 형성된 거울면이 될 수 있다.
- [0069] 반사부(217) 즉, 거울면은 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(201)의 모양에 따라 그 형태가 결정될 수 있다.
- [0070] 도 2를 참조하면, 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(201)이 타원 구면의 형태로 되어 있다. 도 2 및 도 5를 참조하면, 공간(201)의 단면이 완전한 타원 형태임을 알 수 있다. 따라서, 공간(201)의 표면에 형성된 반사부(217) 즉, 거울면(217)도 완전한 타원 형태가 된다. 즉, 도 5에 도시된 반사부(217)는 타원경(elliptical mirror)이 된다.
- [0071] 단면이 완전한 타원 형태가 되는 거울면(217)은 2개의 초점(212, 219)을 가지게 된다. 후술하는 노즐부(230)는 2개의 초점 중 어느 하나의 초점(212)을 지나게 된다. 설명의 편의상 노즐부(230)가 통과하는 초점(212)을 제1 초점이라 하고 나머지 초점(219)을 제2 초점이라고 한다.
- [0072] 노즐부(230)는, 타원 구면 형태로 형성된 거울면(217)의 초점(212)을 입자가 통과하도록 집광부(200)에 형성될 수 있다.
- [0073] 노즐부(230)의 노즐인렛(231)을 통해 집광부(200)로 들어온 입자가 타원경(217)의 제 1 초점(212)을 지날 때, LED 광원(110)에서 발산된 빛이 집광되어 제 1 초점(212)으로 조사되기 때문에 노즐부(230)를 통해 집속된 입자와 제1 초점(212)에서 빛이 충돌하여 발산되는 산란광과 형광을 타원경(217)을 이용하여 90도 방향의 제2 광 유출구(215)로 집광하여 내보낸다.
- [0074] 도 5를 참조하면, 광 유입구(214)를 통해 집광부(200)로 들어온 빛은 제1 초점(212)을 지나는 입자와 충돌하여 산란광 및 형광을 발산하는데, 빛의 경로에 따라 서로 다른 광경로를 형성할 수 있다. 광경로 1은 집광부(200)의 거울면 즉, 타원경(217)에서 한 번 반사된 후에 제2 초점(219)을 지나가게 되고, 광경로 2는 3번 반사 후에 제2 초점(219)을 지나 집광부(200)를 빠져나가게 된다. 빠져나간 빛은 제2 광 유출구(215)를 통해 검출부(300)에 도달하게 된다.
- [0075] 이와 같이, 타원경 또는 거울면(217)은, 집광부(200)의 공간(201)의 표면에 타원 구면 형태로 형성되며, 광 조사부(100)에서 집광부(200)를 향해 들어오는 빛의 진행 방향과 교차하는 방향으로 2개의 초점(212, 219)이 위치하는 타원 구면 형태로 형성될 수 있다. 즉, 광 조사부(100)에서 집광부(200)로 들어오는 빛의 진행 방향에 대해 90도가 되는 방향에 2개의 초점(212, 219)이 배치되도록 타원경(217)이 형성될 수 있다.
- [0076] 한편, 광 조사부(100)에서 들어온 빛 전체가 집광부(200)의 제1 초점(212)에서 입자와 충돌하는 것은 아니다. 앞서 설명한 바와 같이, 광 조사부(100)의 광원(110)이 면광원이기 때문에 집광 렌즈(160)로 집광으로 하더라도 타원경(217)의 제1 초점(212)을 지나지 않는 빛이 있을 수 있다. 이와 같이, 타원경(217)의 제1 초점(212)을 지나지 않는 빛은 입자와의 충돌이 발생하기 않기 때문에 산란광 및 형광이 발생하지 않는다. 산란광 및 형광이 발생하지 않은 빛이 산란광 및 형광이 발생한 빛과 함께 검출부(300)에 들어가면 검출의 정확성이 저하될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 검출부(300)에서의 검출 정확도를 확보하기 위해서 집광부(200) 내에서 제1 초점(212)을 지나지만 입자와 충돌하지 않거나 또는 입자와 광반응을 하지 않는 빛은 광 트랩부(260)로 보내서 빛을 소멸시킨다.
- [0077] 광 트랩부(260)는 광 조사부(100)와 180도 되는 위치에 형성되며, 제1 광 유출구(216)와 연통되는 입구(262) 및 입구(262)의 내측에 형성된 트랩(264)을 포함할 수 있다. 광 트랩부(260)의 내부는 검게 되어 있기 때문에 유입된 빛을 열에너지로 소산시키게 된다.
- [0078] 한편, 집광부(200)의 공간(201)의 표면은 타원 구형으로 형성되는 것에 한정되는 것은 아니고 다른 형태로 형성될 수도 있다.
- [0079] 도 6을 참조하면, 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(202)의 모양이 도 5의 경우와는 상이하다. 도 6에 도시된 집광부(200)의 경우에는 제2 프레임(220)의 내부에 형성된 공간(202)의 표면 자체가 거울면이 되는 것이 아니라, 공간(202)의 하측에 거울면(227)을 형성할 수 있다.

- [0080] 거울면(227)은 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(202)에 마련되는 오목거울(227)이고, 오목 거울(227)은 검출부(300)와 마주 보는 방향으로 오목하게 형성될 수 있다. 즉, 오목 거울(227)은 검출부(300)와 마주 보도록 공간(202)의 하부에 위치하며 아래쪽을 향해 오목한 거울이다.
- [0081] 이 경우 노즐부(230)는, 오목 거울(227)의 곡률 중심(222)을 입자가 통과하도록 집광부(200)에 형성될 수 있다. 광 조사부(100)에서 나온 빛은 광 유입구(224)를 통해 집광부(200)의 공간(202)에 유입되는데 오목 거울(227)의 곡률 중심(222)으로 조사되도록 집광될 수 있다. 오목 거울(227)의 곡률 중심(222)에서 빛과 노즐부(230)로 들어온 입자가 충돌하게 된다. 입자와 충돌하여 산란광 및 형광이 발생한 빛은 제2 광 유출구(219)를 통해 검출부(300)로 가게 된다.
- [0082] 이와 같이, 집광부(200)는 타원경이 아닌 오목 거울(227)을 이용하여 산란광과 형광을 집광하여 검출부(300)로 보낼 수 있다. 또한, 집광부(200)는 오목 거울(227) 외에 포물면 거울 (parabolic mirror) 등의 집광이 가능한 거울을 이용할 수 있다.
- [0083] 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 집광부(200)에 노즐부(230)가 형성된다. 왜냐하면, 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(201,202)에서 노즐부(230)를 통해 유입된 공기 중의 입자와 광 조사부(100)에서 조사된 집광된 빛이 충돌해야 하기 때문이다.
- [0084] 집광된 빛과 입자의 충돌이 잘 될 수 있도록 입자를 포함하는 공기는 빛의 광경로와 교차하는 방향으로 유입되는 것이 바람직하다.
- [0085] 도 7 내지 도 9를 참조하면, 노즐부(230)는, 일단이 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(201,202)에 위치하도록 집광부(200)에 형성되는 노즐인렛(231) 및 일단이 집광부(200)의 내부에 형성된 공간에 위치하도록 집광부(200)에 형성되되 노즐인렛(231)과 마주 보도록 노즐인렛(231)과 동일 선상에 형성되는 노즐아웃렛(239)을 포함할 수 있다.
- [0086] 도 9에 도시된 바와 같이, 노즐인렛(231) 및 노즐아웃렛(239)은 직경이 작고 길이가 상대적으로 긴 관상의 부재로서 일단은 집광부(200)의 제2 프레임(210)을 통과하여 공간(201)에 위치하고 있다.
- [0087] 노즐인렛(231)과 노즐아웃렛(239)은 공간(201)에서 서로 근접하게 되는데 노즐인렛(231)과 노즐아웃렛(239)의 서로 마주 보는 일단 사이의 중심에 타원경(217)의 제1 초점(212) 또는 오목 거울(227)의 곡률 중심(222)이 위치하게 된다. 즉, 노즐인렛(231)의 일단과 노즐아웃렛(239)의 일단 사이에 초점(212) 또는 곡률 중심(222)이 위치하도록 형성될 수 있다.
- [0088] 집광부(200)의 내부에 형성된 공간(201)에 위치하는 노즐인렛(231)의 일단에는 노즐(232)이 형성될 수 있다. 노즐인렛(231)의 일단 즉, 공간(201)에 위치하는 일단에 노즐(232)이 형성되어 있기 때문에 집광부(200)의 공간(201)으로 입자를 함유하는 공기가 연속적으로 원활하게 분사되어 유입될 수 있다.
- [0089] 도 9의 (b)는 노즐인렛(231)과 노즐아웃렛(239)을 설계한 후 CFD 시뮬레이션을 통해 공기 중 입자의 집속을 확인한 결과를 나타낸다.
- [0090] 한편, 노즐인렛(231) 일단의 노즐(232)을 통해 공간(201)에 분사되는 입자(비말 등을 포함하는 입자)는 5 μ m 정도로 작기 때문에 이 보다 큰 입자가 노즐인렛(231)으로 유입되면 노즐(232)이 막힐 수 있다. 큰 입자로 인해 노즐(232)이 막히는 것을 방지하기 위해서 노즐인렛(231)의 입구 측 또는 내부에는 여과부(240)가 형성될 수 있다.
- [0091] 도 10에 도시된 바와 같은 여과부(240)가 노즐인렛(231)의 입구 측 또는 내부에 마련될 수 있다. 여과부(240)는 제1 부재(241) 및 제1 부재(241)에 끼워지는 제2 부재(243)를 포함할 수 있다.
- [0092] 제2 부재(243)에 다수개의 구멍(244)이 형성될 수 있는데, 구멍(244)은 폭이 좁고 길이가 긴 슬롯의 형태인 것이 바람직하다. 구멍(244)이 형성된 부분의 하부에는 공기 유입구(245)가 형성될 수 있다.
- [0093] 제1 부재(241)는 제2 부재에 삽입되는 삽입부(242)를 포함할 수 있는데, 삽입부(242)에는 스크린 부재(246)가 형성될 수 있다. 즉, 스크린 부재(246)가 삽입부(242)의 원통 측면부에 위치하도록 형성될 수 있다. 또는, 제1 부재(241)의 삽입부(242)가 스크린 부재(246)로 형성될 수도 있다.
- [0094] 스크린 부재(246)는 메쉬 타입 또는 그물 형태를 가지며 폴리에틸렌으로 형성될 수 있다. 스크린 부재(246)의 눈(247)의 크기는 91 μ m 정도 형성하여 100 μ m 보다 큰 입자가 노즐(232) 쪽으로 유입되지 않게 할 수 있다.

- [0095] 여과부(240)는 도 10의 (a)에 도시된 바와 같이 제1 부재(241)와 제2 부재(243)가 조립된 상태로 노즐인렛(231)의 입구 측 또는 내부에 설치된다. 입자를 포함하는 공기는 제2 부재(243)의 공기 유입구(245)를 통해 유입되고 제1 부재(241)의 삽입부(242) 및 스크린 부재(246)에 의해 여과된 후 구멍(244)을 통해 배출되어 노즐(232) 쪽으로 흘러가게 된다.
- [0096] 집광부(200)의 공간(201)에 형성된 타원경(217)의 초점(212) 또는 오목 거울(227)의 곡률 중심(222)에서 입자와 충돌한 빛은 반사되어 검출부(300)로 가게 된다. 즉, 입자와 충돌하여 산란광 및 형광을 발생시킨 빛이 검출부(300)에 들어 간다.
- [0097] 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)의 검출부(300)는, 집광부(200)에서 나오는 산란광과 형광을 분리하는 광분할기(320); 광분할기(320)에서 산란광을 전달받는 산란광 검출기(340); 및 광분할기(320)에서 형광을 전달받는 형광 검출기(370);를 포함할 수 있다.
- [0098] 도 11을 참조하여 보다 자세히 설명하면, 검출부(300)는, 산란광 검출기(340), 형광 검출기(370), 광분할기(320, beam splitter), 컨덴서 렌즈(310, 330, 360, condenser lens)를 포함할 수 있다. 컨덴서 렌즈는 집광부(200)의 출구 측에 마련된 컨덴서 렌즈(310), 산란광 검출기(340)의 입구 측에 마련된 컨덴서 렌즈(330), 형광 검출기(370)의 입구 측에 마련된 컨덴서 렌즈(360)를 포함할 수 있다.
- [0099] 집광부(200)의 타원경(207)의 제1 초점(212) 또는 오목 거울(227)의 곡률 중심(222)을 지나 들어오는 산란광과 형광은 컨덴서 렌즈(330, 360)를 통해 콜리메이션(collimation) 되고 이를 광분할기(320)의 대역 통과(band pass) 영역에 따라 산란광과 형광을 구분하여 산란광 검출기(340)와 형광 검출기(370)로 각각 보낸다.
- [0100] 산란광 검출기(340)로는 Photo Diode (PD), Avalanche Photo Diode (APD), Multi-Pixel Photon Counters (MPPC) 등 광 검출기가 사용될 수 있고, 형광 검출기(370)로는 Multi-Pixel Photon Counters (MPPC), Photomultiplier tubes (PMT) 등의 광 검출기가 사용될 수 있다.
- [0101] 산란광 검출기(340)는 산란광에서 전기 신호를 검출하여 입자의 크기, 개수, 농도 또는 밀도를 분석하고, 형광 검출기(370)는 형광에서 전기 신호를 검출하여 입자의 종류를 분석할 수 있다.
- [0102] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)의 검출부(300)가 공기 중 비말을 실시간으로 검출한 입자의 형광과 산란광을 나타내는 그래프이다. 입자의 크기에 따라 발산되는 산란광과 형광의 크기 및 유무의 차이로 비말 입자와 비(非) 비말 입자로 구분할 수 있으며, 신호의 세기에 따라 크기도 구분할 수 있다.
- [0104] 특히, 본 발명의 일 실시예에 따른 실시간 입자 연속 모니터링 시스템(10)은 비말(airborne respiratory droplets)을 광학적으로 연속 실시간 분석할 수 있다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)이 분석 및 검출하는 입자는 비말 또는 침방울을 포함하며, 형광 검출기(370)는 입자에 포함된 특정 형광물질에 따라 발생하는 형광량을 검출하여 입자 종류를 분석할 수 있다.
- [0105] 사람의 비말에는 침(타액)이 혼합될 수 있는데, 침에는 소화 효소인 아밀라아제(α-amylase)가 존재한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)의 검출부(300) 중 형광 검출기(370)는 아밀라아제에 포함된 트립토판(tryptophan)이라는 단백질 물질이 내뿜는 형광을 검출함으로써 비말의 유무, 농도 등을 검출할 수 있다.
- [0106] 비말의 크기가 크거나 비말의 농도가 크면 비말에 포함된 트립토판의 양도 많을 것으로 예상할 수 있기 때문에 형광 검출기(370)에서 검출되는 형광의 양도 많을 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템(10)은 형광의 양을 분석하고 검출함으로써 비말의 유무 또는 농도 등을 분석하고 검출해 낼 수 있다.
- [0107] 본 발명의 일 실시예에 따른 시스템 제어부(400)는 유량 제어부(500) 및 검출부(300)에서 받은 검출 결과 또는 검출 정보를 다수 축적하고 이들에 머신러닝 또는 인공지능을 적용함으로써 형광의 양에 따른 비말 검출의 기준을 정립해 나갈 수도 있다.
- [0109] 이상과 같이 본 발명의 일 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속

한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0110]

10: 실시간 입자 연속 모니터링 시스템

100: 광 조사부 110: 광원

140,160: 포커싱 렌즈 150: 광학필터

200: 집광부 217,227: 거울면

230: 노즐부 231: 노즐인렛

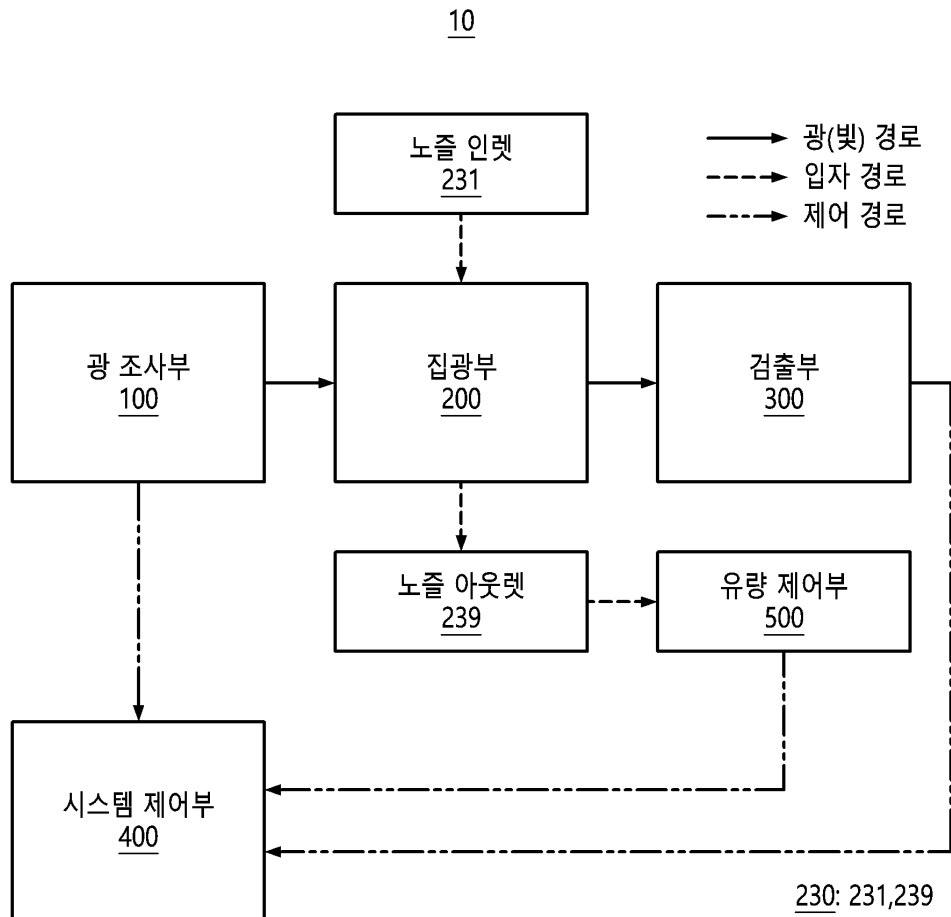
239: 노즐아웃렛 300: 검출부

340: 산란광 검출기 370: 형광 검출기

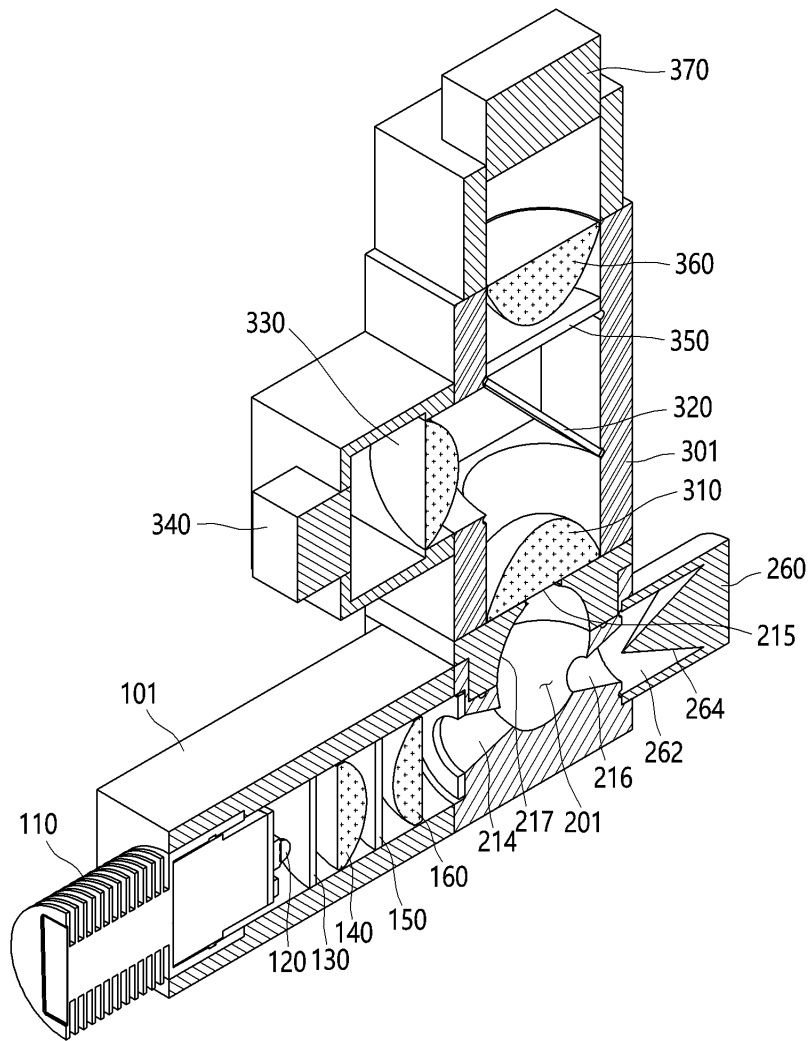
400: 시스템 제어부 500: 유량 제어부

도면

도면1

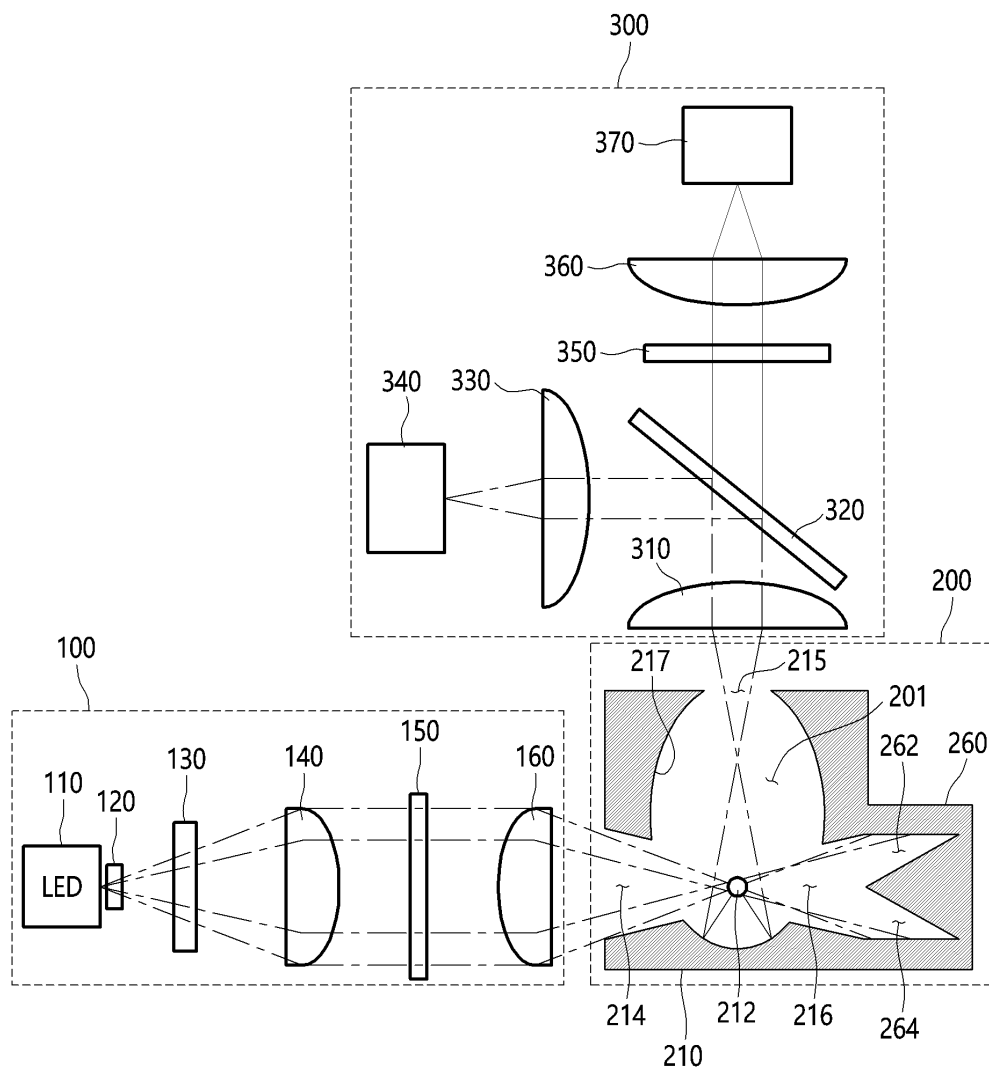


도면2

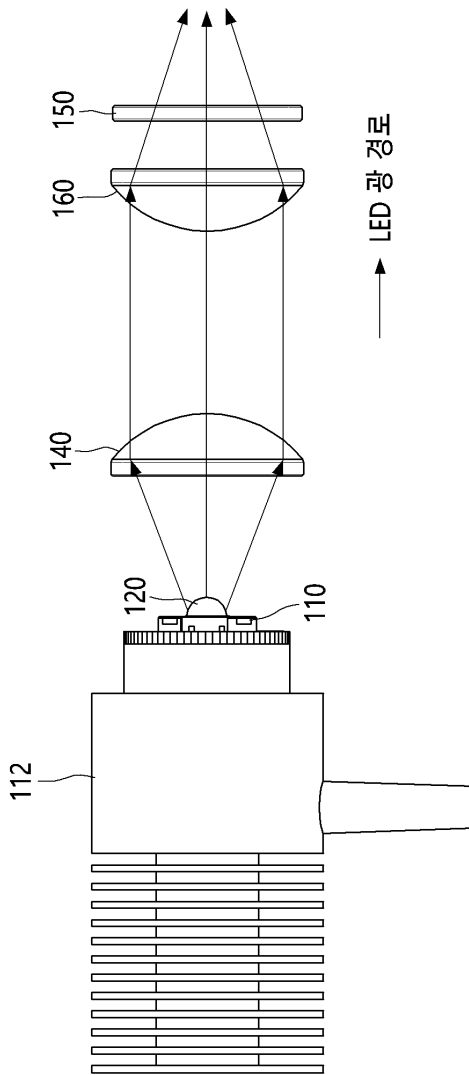


도면3

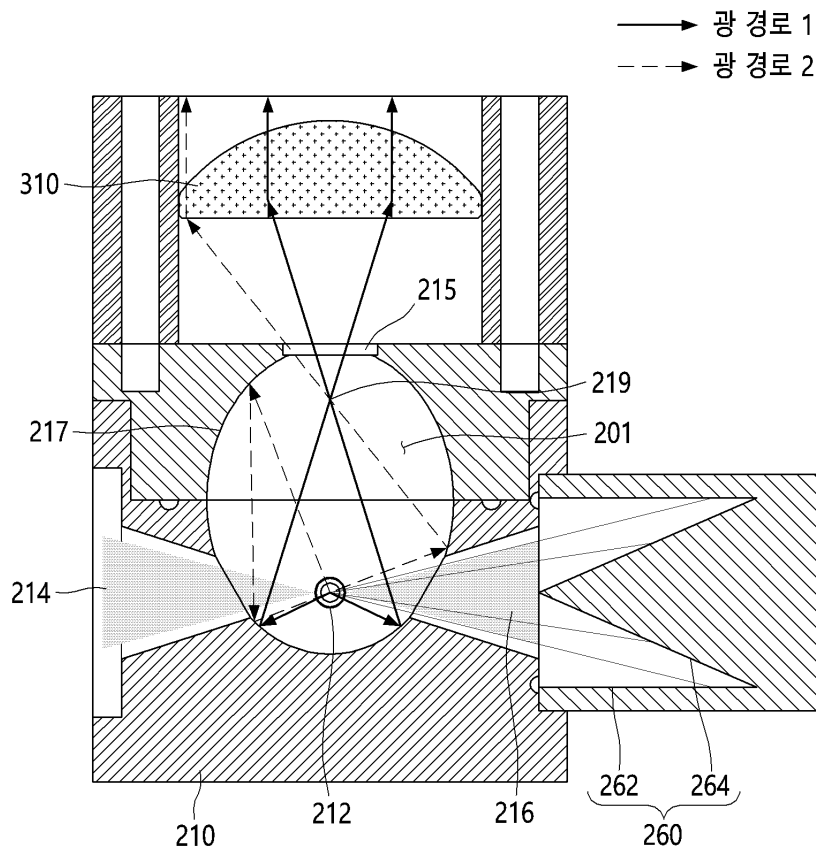
10



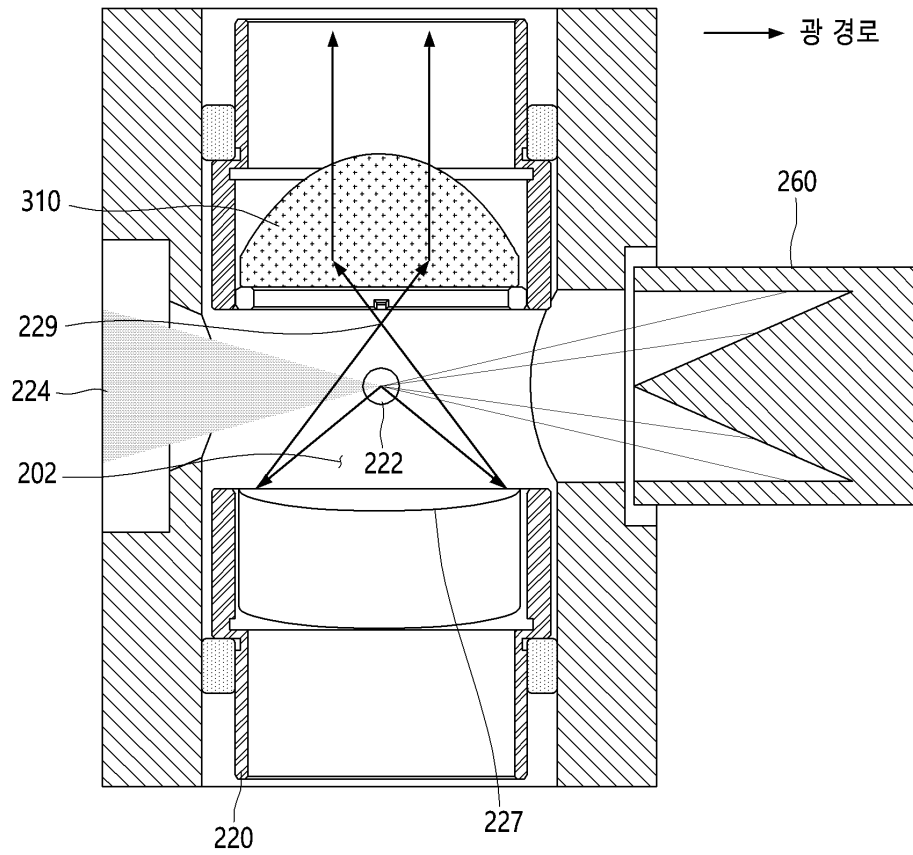
도면4



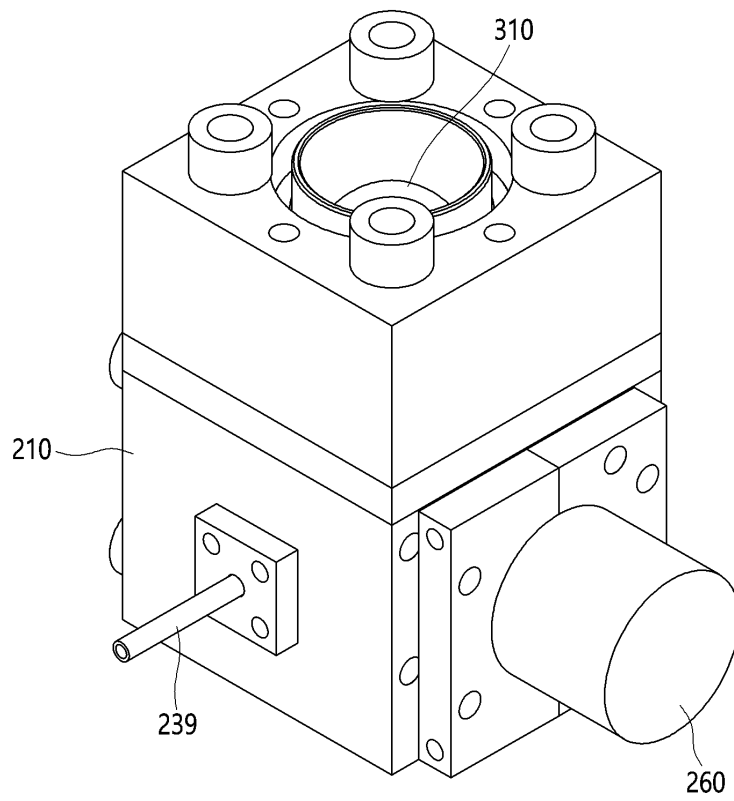
도면5



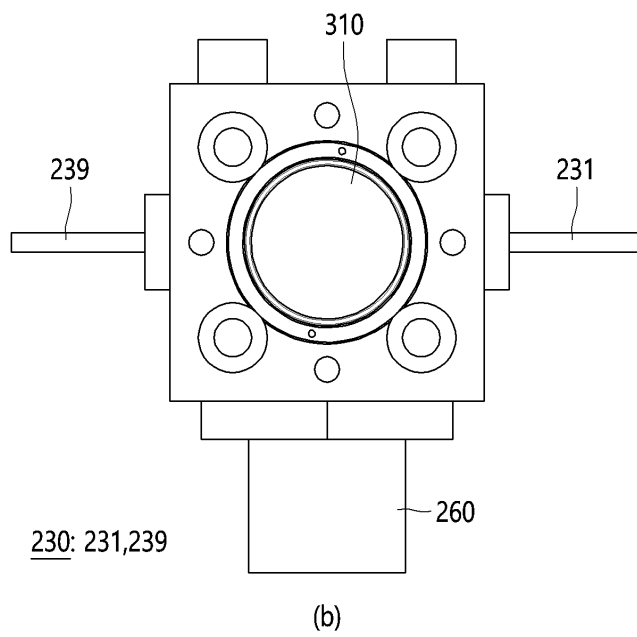
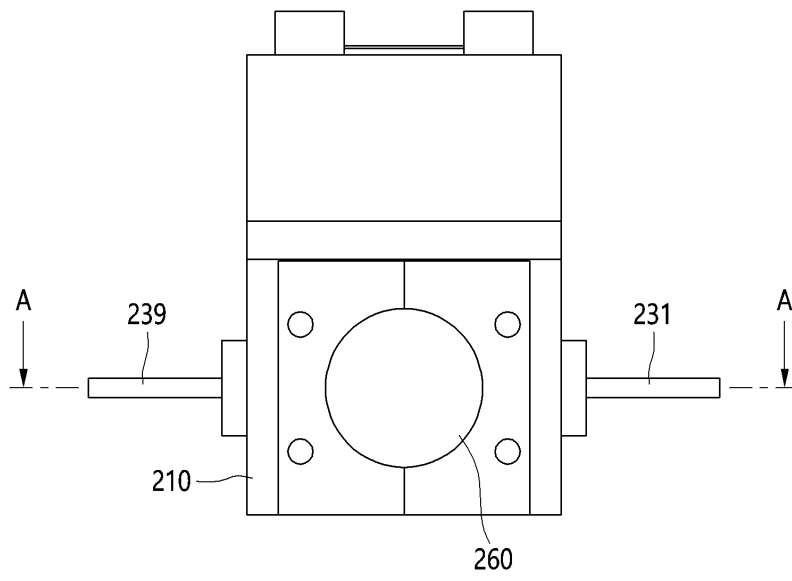
도면6



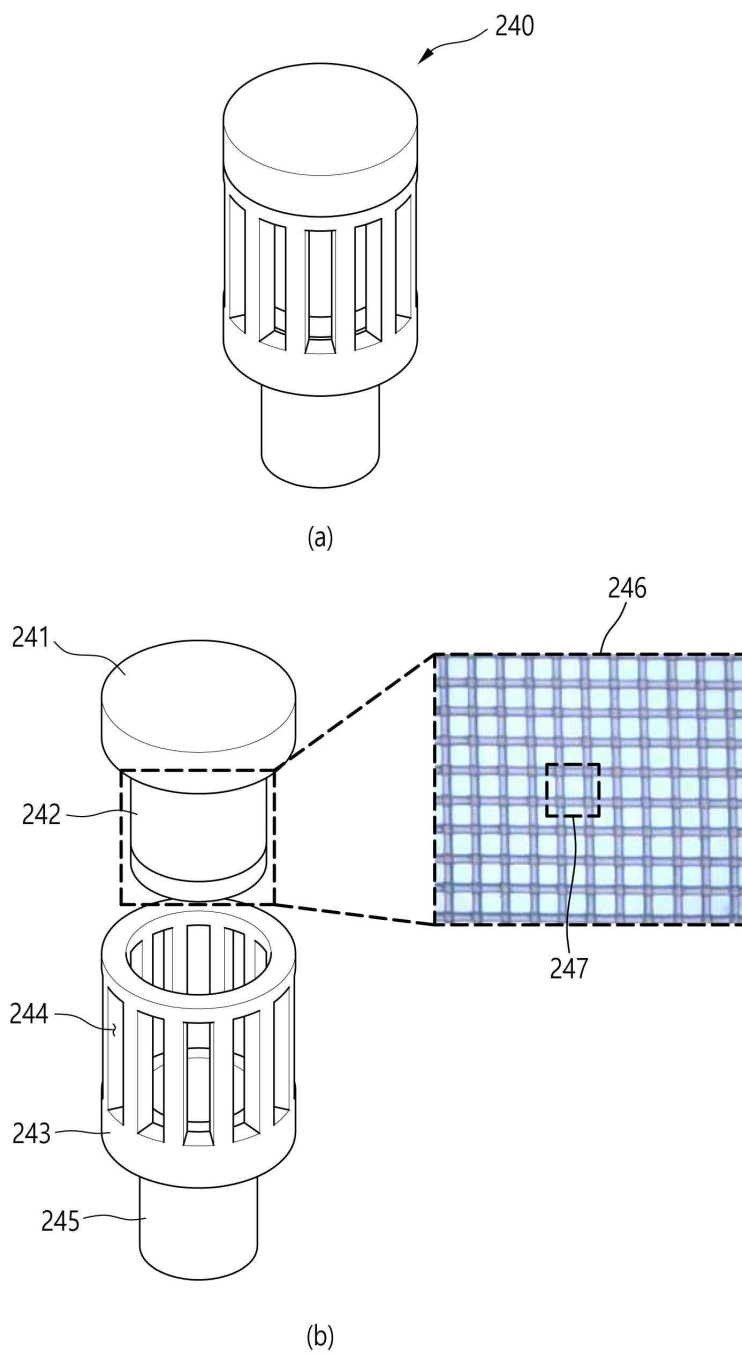
도면7



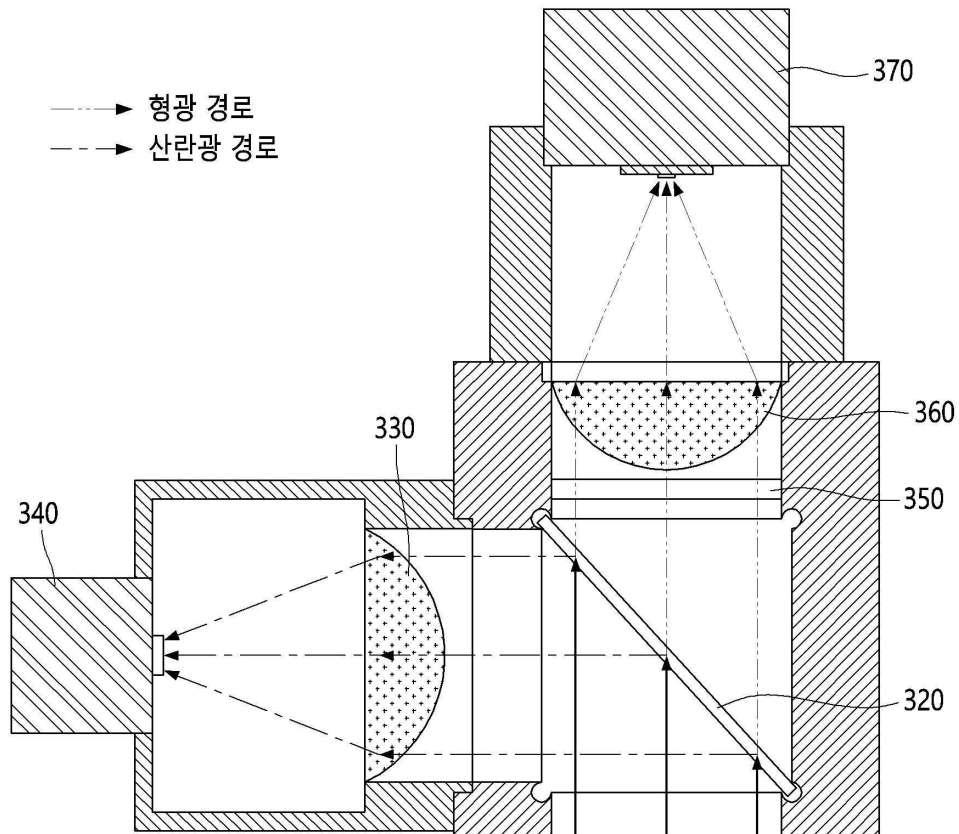
도면8



도면10



도면11



도면12

