



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월07일  
(11) 등록번호 10-2450625  
(24) 등록일자 2022년09월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 21/88 (2006.01) G01N 21/27 (2006.01)  
G01N 21/47 (2006.01) G01N 21/55 (2014.01)  
G01N 21/64 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01N 21/88 (2013.01)  
G01N 21/27 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0110553  
(22) 출원일자 2017년08월31일  
심사청구일자 2020년08월28일  
(65) 공개번호 10-2019-0024028  
(43) 공개일자 2019년03월08일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR200363865 Y1\*

(73) 특허권자  
서울바이오시스 주식회사  
경기도 안산시 단원구 산단로163번길 65-16, 1블  
럭 36호 (원시동)  
(72) 발명자  
김종만  
경기도 안산시 단원구 산단로163번길 97-11  
박기연  
경기도 안산시 단원구 산단로163번길 97-11  
(74) 대리인  
특허법인에이아이피

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 15 항

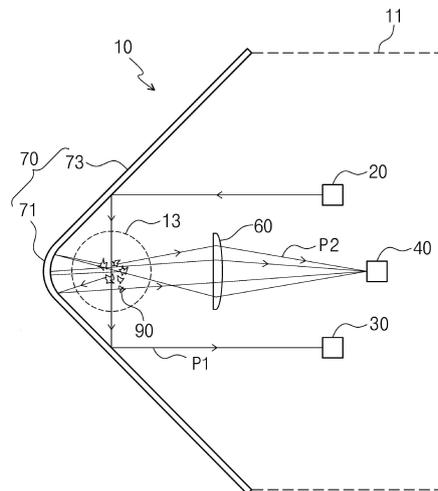
심사관 : 이창호

(54) 발명의 명칭 **검출기**

(57) 요약

검출기는 내부에 감지 공간을 가지며, 상기 감지 공간 내로 광을 출사하는 광원부, 상기 광을 반사하는 반사기, 상기 광의 경로 내로 시료를 제공하는 시료 공급부, 상기 반사기에 의해 반사된 광을 감지하는 제1 센서부, 및 상기 시료에 의한 산란광 또는 형광 중 적어도 하나를 감지하는 제2 센서부를 포함한다. 상기 광원 및 상기 제1 및 제2 센서부는 상기 감지 공간 내에 제공된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G01N 21/47* (2013.01)

*G01N 21/55* (2013.01)

*G01N 21/64* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

W02016200274 A1\*

JP2007256208 A

JP2015227805 A

JP2011523065 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

내부에 감지 공간을 갖는 검출기에 있어서,  
상기 감지 공간 내로 광을 출사하는 광원부;  
상기 광을 반사하는 반사기;  
상기 광의 경로 내로 시료를 제공하는 시료 공급부;  
상기 반사기에 의해 반사된 광을 감지하는 제1 센서부; 및  
상기 시료에 의한 형광을 감지하는 제2 센서부를 포함하며,  
상기 광원, 및 상기 제1 및 제2 센서부는 상기 감지 공간 내에 제공되고,  
상기 제1 센서부는 상기 광원부에서 출사된 광과 동일한 파장대의 광을 감지하는 센서를 포함하며,  
상기 제2 센서부는 상기 광원부에서 출사된 광이 상기 시료에 의해 형광 반응하여 파장대가 변경된 광을 감지하는 센서를 포함하고,  
상기 시료에 의해 형광 반응하여 파장대가 변경된 광은 상기 광원부에서 출사된 광보다 긴 파장대를 갖는 검출기.

#### 청구항 2

제1 항에 있어서,  
상기 광원부는 적외선, 가시광선, 및 자외선 중 적어도 하나의 파장 대역을 출사하는 검출기.

#### 청구항 3

제1 항에 있어서,  
상기 광원부는 적어도 하나의 광원을 포함하는 검출기.

#### 청구항 4

제3 항에 있어서,  
상기 광원부는 서로 다른 파장의 광을 출사하는 복수 개의 광원을 포함하는 검출기.

#### 청구항 5

제1 항에 있어서,  
상기 제1 센서부 및 상기 제2 센서부 중 적어도 하나는, 상기 광원부에 대응하는 적어도 하나 이상의 센서를 포함하는 검출기.

#### 청구항 6

제5 항에 있어서,  
상기 광원부는 감지하고자 하는 대상의 크기에 대응하는 파장의 광을 출사하고, 상기 제1 센서부 및 상기 제2 센서부 중 적어도 하나는 상기 대상의 크기에 대응하는 파장의 광을 감지하는 검출기.

#### 청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 광원부에 인접하게 제공되며 상기 광원부로부터 출사된 광의 광량을 감지하는 제3 센서부를 더 포함하는 검출기.

**청구항 8**

제1 항에 있어서,

상기 반사기는 그 단면이 곡선의 일부를 구성하는 집광부와, 상기 집광부의 양단으로부터 연장되며 판상으로 제공된 두 연장부를 더 포함하며, 상기 두 연장부가 각도는 80도 내지 110도인 검출기.

**청구항 9**

제1 항에 있어서,

상기 반사기와 상기 제2 센서부 사이에 제공된 광학 렌즈부를 더 포함하는 검출기.

**청구항 10**

제1 항에 있어서,

상기 광의 경로 상에 제공되며 상기 광을 편광하는 편광 필터를 더 포함하는 검출기.

**청구항 11**

제1 항에 있어서,

상기 광원부, 상기 반사기, 상기 시료 공급부, 제1 센서부, 및 상기 제2 센서부는 검출 모듈을 구성하며, 상기 검출 모듈은 복수 개로 제공되는 검출기.

**청구항 12**

제11 항에 있어서,

각 검출 모듈의 상기 광원부로부터 출사된 광은 적어도 일부가 서로 다른 파장을 갖는 검출기.

**청구항 13**

제1 항에 있어서,

상기 제1 센서 및 상기 제2 센서에 의해 센싱된 값을 이용하여 상기 시료 내 대상물 정보를 취득하는 감지부; 및

상기 대상물 정보를 사용자에게 표시하는 표시부를 더 포함하는 검출기.

**청구항 14**

제13 항에 있어서,

상기 감지부로부터 대상물 정보를 제공받아 상기 대상물 정보를 연산하며, 상기 표시부로 연산된 대상물 정보를 제공하는 연산부를 더 포함하는 검출기.

**청구항 15**

제1 항에 있어서,

상기 검출기는 상기 시료 내에 존재하는 먼지, 세균, 곰팡이, 및 바이러스 중 적어도 어느 하나를 감지하는 검출기.

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 검출기에 관한 것으로, 상세하게는 생물 및/또는 비생물 입자를 검출하는 검출기에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 최근 반도체와 같이 고밀도, 고순도를 요구하는 소자들이 개발되고 있다. 이러한 소자들을 제조하기 위해서는 먼지나 박테리아 등의 이물이 최소화되어야 하며, 이러한 이물에 대한 엄격한 제어가 필요하다. 또한, 반도체 소자와 같은 분야가 아닌 다양한 분야, 예를 들어, 의료 분야 등에서도 이물에 대한 엄격한 제어가 필요한 것은 물론이다.

[0003] 이에 따라, 이물의 종류, 이물의 양, 이물의 밀도 등에 대한 즉각적인 정보를 포함하는 검출기가 요구된다.

#### 발명의 내용

##### 해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 입자의 종류, 입자의 양 등에 대한, 정성 및 정량 분석을 한 번에 효율적으로 수행할 수 있는 감지 효율이 높은 검출기를 제공하는 데 그 목적이 있다. 또한, 본 발명은 콤팩트한 검출기를 제공하는 데 그 목적이 있다.

##### 과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기는 내부에 감지 공간을 가지며, 상기 감지 공간 내로 광을 출사하는 광원부, 상기 광을 반사하는 반사기, 상기 광의 경로 내로 시료를 제공하는 시료 공급부, 상기 반사기에 의해 반사된 광을 감지하는 제1 센서부, 및 상기 시료에 의한 산란광 또는 형광 중 적어도 하나를 감지하는 제2 센서부를 포함한다. 상기 광원 및 상기 제1 및 제2 센서부는 상기 감지 공간 내에 제공된다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광원부는 적외선, 가시광선, 및 자외선 중 적어도 하나의 파장 대역을 출사할 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광원부는 210nm 내지 1200nm의 파장 대역을 출사할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광원부는 적어도 하나의 광원을 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광원부는 서로 다른 파장의 광을 출사하는 복수 개의 광원을 포함할 수 있다.

- [0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 센서부 및 상기 제2 센서부 중 적어도 하나는, 상기 광원부에 대응하는 적어도 하나 이상의 센서를 포함할 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광원부는 감지하고자 하는 대상의 크기에 대응하는 파장의 광을 출사하고, 상기 제1 센서부 및 상기 제2 센서부 중 적어도 하나는 상기 대상의 크기에 대응하는 파장의 광을 감지할 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 센서부는 제1 적외선 센서, 제1 가시광선 센서, 및 제1 자외선 센서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 센서부는 제2 적외선 센서, 제2 가시광선 센서, 및 제2 자외선 센서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는, 상기 광원부에 인접하게 제공되며 상기 광원부로부터 출사된 광의 광량을 감지하는 제3 센서부를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제3 센서부는 제3 적외선 센서, 제3 가시광선 센서, 및 제3 자외선 센서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 반사기는 그 단면이 곡선의 일부를 구성하는 집광부와, 상기 집광부의 양단으로부터 연장되며 판상으로 제공된 두 연장부를 더 포함하며, 상기 두 연장부가 각도는 80도 내지 110도일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는, 상기 반사기와 상기 제2 센서부 사이에 제공된 광학 렌즈부를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는, 상기 광의 경로 상에 제공되며 상기 광을 편광하는 편광 필터를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는, 상기 감지 공간에 열을 제공하는 가열부를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광원부, 상기 반사기, 상기 시료 공급부, 제1 센서부, 및 상기 제2 센서부는 검출 모듈을 구성하며, 상기 검출 모듈은 복수 개로 제공될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 각 검출 모듈의 상기 광원부로부터 출사된 광은 적어도 일부가 서로 다른 파장을 가질 수 있다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 광원부는 발광 다이오드를 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 시료는 유체로 제공될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는, 상기 제1 센서 및 상기 제2 센서에 의해 센싱된 값을 이용하여 상기 시료 내 대상물 정보를 취득하는 감지부 및 상기 대상물 정보를 사용자에게 표시하는 표시부를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는, 상기 검출기는, 상기 감지부로부터 대상물 정보를 제공받아 상기 대상물 정보를 연산하며, 상기 표시부로 연산된 대상물 정보를 제공하는 연산부를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 검출기는 상기 시료 내에 존재하는 먼지, 세균, 곰팡이, 및 바이러스 중 적어도 어느 하나를 감지할 수 있다.

**발명의 효과**

- [0027] 본 발명은 컴팩트하면서도 소정 입자의 검출 감도가 높은 검출기를 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기를 도시한 단면도이다.
- 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 검출기를 도시한 단면도이다.
- 도 3는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 검출기를 도시한 단면도이다.

도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 검출기를 도시한 단면도이다.

도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 검출기를 도시한 단면도이다.

도 6는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 검출기를 도시한 단면도이다.

도 7은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 검출기를 도시한 단면도이다.

도 8과 도 9은 본 발명의 또 다른 일 실시예들에 따른 검출기를 도시한 단면도들이다.

도 10는 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기의 구동 방법을 설명하기 위한 검출기의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.

도 11 및 도 12은 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기를 도시한 개념도들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0029] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0030] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.
- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기를 도시한 단면도이다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예는 검출기에 관한 것으로, 상세하게는 유체로 제공되는 시료 내에 존재하는 먼지, 세균, 곰팡이, 바이러스, 소정 기체 등을 검출하는 검출기에 관한 것이다. 다시 말해, 유기 재료나 무기 재료 중 적어도 하나로 이루어진 비생물 입자 및/또는 세포, 박테리아, 바이러스 등의 생물 입자를 검출하는 검출기에 관한 것이다. 이하에서는 먼지, 세균, 곰팡이, 바이러스 등의 유기 재료 및/또는 무기 재료로 이루어진 생물 및/또는 비생물 입자를 통틀어서 “입자”로 지칭한다. 상기 유체는 공기, 에어로졸 등일 수 있다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 먼지는 유기 분자, 무기 분자, 유/무기 분자 복합체, 소정 가스(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> 등) 등으로서 소정 크기를 갖는 비생물 입자를 의미한다. 세균, 곰팡이, 바이러스 등은 생물 입자를 의미한다. 먼지, 세균, 곰팡이, 바이러스 등은 나노미터 크기부터 밀리미터 크기까지 다양한 크기의 입자일 수 있다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기(10)는 내부에 제공된 입자(90)를 검출하기 위한 감지 공간(11)을 갖는다. 검출기(10)는 감지 공간(11) 내로 광을 출사하는 광원부(20), 광을 반사하는 반사기(70), 광이 지나가는 경로 내로 입자(90)가 포함된 시료를 제공하는 시료 공급부(미도시), 및 감지 공간(11) 내에 제공된 센서부를 포함한다.
- [0035] 감지 공간(11)은 광원부(20), 반사기(70), 시료 공급부, 센서부 등이 설치될 수 있는 것으로서, 그 내부에 시료가 공급될 때 시료 내 입자(90)의 감지가 이루어질 수 있는 것이라면, 그 형상이나 크기가 특별히 한정되는 것은 아니다. 도 1에 도시된 감지 공간(11)은 단면 상에서 볼 때 대략 5각형 형상으로 도시되었으나, 이는 설명의 편의를 위해 개념적으로 도시한 것으로서, 실제 형상은 이와 다를 수 있다.
- [0036] 감지 공간(11) 내에는 시료가 주로 머무르며, 광원부(20)로부터의 광과 시료의 반응이 일어나는 반응 영역(13)이 제공된다. 여기서 광과 시료(또는 시료 내의 입자)의 반응이라 함은 시료에 의해 광이 반사 및/또는 산란되는 것뿐만 아니라, 시료에 의해 광의 일부가 흡수되거나, 흡수된 후 형광 반응을 일으키는 등으로 물리 화학적인 변화가 일어나는 것을 의미한다. 반응 영역(13)의 위치는 특별히 한정되는 것은 아니나, 후술할 광원부(20)로부터 출사된 광이 진행하는 경로상에 제공되되, 집광 효율이 좋은 위치일 수 있으며, 이에 따라, 광과 시료의 반응이 용이하게 일어날 수 있다.
- [0037] 상기 광원부(20)는 시료에 광을 제공한다. 광원부(20)는 감지하고자 하는 물질의 크기, 종류, 특성 등에 따라 다양한 파장 대역의 광을 출사한다. 예를 들어, 광원부(20)는 적외선, 가시광선, 및 자외선 중 적어도 하나의 파장 대역을 출사할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 있어서, 광원부(20)는 210nm 내지 1200nm의 파장 대역을 출사할 수 있다.
- [0038] 광원부(20)가 출사하는 광은 반치폭이 좁은 단일 파장의 광일 수도 있으나, 넓은 파장 대역을 포함하는 광일 수도 있다. 광원부(20)로부터의 광의 파장 대역은 입자(90)의 종류, 입자(90)와의 반응 여부, 및 센서부의 종류에 따라 달리 설정될 수 있다.

- [0039] 광원부(20)는 감지하고자 하는 대상, 즉, 입자(90)의 크기가 큰 경우 입자(90)의 크기를 고려하여 상대적으로 긴 파장의 광을 출사하는 것으로 선택될 수 있으며, 감지하고자 하는 입자(90)의 크기가 작은 경우, 입자(90)의 크기를 고려하여 상대적으로 짧은 파장의 광을 출사하는 것으로 선택될 수 있다. 또는 감지하고자 하는 입자(90)가 특정 파장의 광을 흡수하거나 흡수한 후 형광을 내는 경우, 그 입자(90)의 흡수 파장에 대응하는 파장 대역의 광을 출사하는 것으로 선택될 수 있다.
- [0040] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 감지하고자 하는 입자가 형광체를 포함하고 있는 경우, 광원부(20)는 형광체를 여기시킬 수 있는 파장 대역의 광을 출사하는 것으로 선택될 수 있다. 특히, 감지 입자가 생물 입자(90)인 경우, 생물입자(90) 내 형광 물질을 여기시킬 수 파장 대역의 광을 출사하는 것으로 선택될 수 있으며, 이 경우, 광원부(20)는 자외선 및/또는 가시광선을 출사할 수 있다.
- [0041] 본 발명에 따른 광원부(20)는 입자(90)가 광과 반응하여 형광 반응을 일으킬 때, 입자(90) 내 형광 물질에 대응하는 자외선을 출사할 수 있다. 예를 들어, 입자(90) 내의 형광체가 NADH 인 경우 340nm 영역대의 자외선을 출사할 수 있으며, 형광체가 리보플라빈인 경우 450nm 영역대의 자외선을 출사할 수 있다.
- [0042] 좀더 상세히 설명하면, 형광(Fluorescence) 반응이란 물질이 광에 의한 자극에 의해서 발광하는 현상 중 하나로서, 입사되는 광의 파장과 방출되는 광의 파장 대역이 서로 다른 특징이 있다. 입자(90) 중 생물 입자는 형광 반응을 일으키는 형광 물질을 포함할 수 있는데, 예를 들어, 280nm 영역대의 자외선 광을 조사하였을 경우, 생물 입자 내의 트립토판, 티로신, 페닐알라닌, 형광 아미노산 등을 여기 시켜 350nm 영역의 형광 광을 방출한다. 또는, 340nm 영역대의 자외선 광을 조사하였을 경우 생물 입자 내의 NADH 물질(또는 NADPH)을 여기시켜 450nm 영역대의 형광 광을 방출한다. 또는 450nm 영역대의 자외선 광을 조사하였을 경우 생물 입자 내의 리보플라빈을 여기시켜 520nm 영역대의 형광 광을 방출한다. 따라서, 생물 입자(90)에 해당하는 광을 대기에 조사하고, 조사된 광에 의하여 방출되는 형광 광을 검출함으로써 어떠한 형광체가 포함되어 있는지, 그리고 이러한 형광체를 통하여 입자(90)가 대기에 포함되어 있는지를 파악할 수 있게 된다.
- [0043] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 광원부(20)가 자외선 및/또는 가시 광선 파장 대역의 광을 방출하는 경우, 먼지, 미생물, 곰팡이 등의 검출이 가능하다.
- [0044] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 먼지, 미생물, 곰팡이 등을 감지하기 위해서 광원부(20)는 약 220nm 내지 약 1200nm의 자외선 영역의 광을 방출할 수 있다. 먼지의 경우 약 220nm 내지 1200nm 범위의 광에 의해 검출이 가능하며, 미생물 및 곰팡이의 경우 약 220nm 내지 약 450nm 범위의 광에 의해 검출이 가능하다.
- [0045] 광원부(20)는 특정 파장의 광을 출사할 수 있는 것으로서, 다양한 광원이 사용될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 있어서, 광원부(20)는 적어도 하나 이상의 광원을 포함할 수 있다. 각 광원은 발광 다이오드(light emitting diode), 레이저, 램프 등을 포함할 수 있으며, 각 광원은 펄스 형태로 공급될 수 있다.
- [0046] 반사기(70)는 광원부(20)로부터 출사된 광을 반사하여 광의 경로를 변경한다. 반사기(70)는 반사율이 높은 물질(예를 들어, 알루미늄, 은, 니켈, 텅스텐, 팔라듐, 금 등과 같은 다양한 금속)로 이루어지거나, 반사율이 높은 물질로 코팅될 수 있다. 광원부(20)로부터 출사된 광은 반사기(70)에 의해 적어도 1회 이상 반사될 수 있다.
- [0047] 반사기(70)는 광원부(20)로부터 출사된 광을 적어도 1회 이상 반사한다. 광원부(20)로부터 출사된 광은 반사기(70)에 의해 1회 이상 반사됨으로써 시료가 제공된 영역을 통과한다. 반사기(70)에 의해 반사된 광은 다시 반응 영역(13)측으로 진행하거나, 센서부 방향으로 진행한다.
- [0048] 상기 반사기(70)는 그 단면이 곡선의 일부를 구성하는 집광부(71)와, 상기 집광부(71)의 양단으로부터 한 쌍의 연장부(73)를 포함한다.
- [0049] 집광부(71)는 단면 상에서 볼 때 일측으로 볼록한 곡선 형상을 갖는다. 예를 들어, 집광부(71)는 일측으로 볼록한 원의 일부, 즉, 호의 형상을 가질 수 있다. 또는, 집광부(71)는 일측으로 볼록한 타원, 포물선, 등의 일부일 수도 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 설명의 편의를 위해 집광부(71)가 좌측 방향으로 볼록한 호의 형상으로 도시되었다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 광과 시료의 반응이 일어나는 반응 영역(13)은 그 위치가 특별히 한정되는 것은 아니나, 집광부(71)에 인접한 위치에 배치될 수 있다. 후술할 광원부(20)로부터 출사된 광이 진행하는 경로 상에 있으며 집광 효율이 좋은 위치에 제공되어야 시료의 감지가 용이하기 때문이다.
- [0051] 한 쌍의 연장부(73) 중 하나는 단면 상에서 볼 때 집광부(71)의 일 단, 예를 들어, 호의 일단부로부터 연장된 직선을 따라 길게 제공된다. 한 쌍의 연장부(73) 중 나머지 하나는 단면 상에서 볼 때 집광부(71)의 타단, 예를

들어, 호의 타단부로부터 연장된 직선을 따라 길게 제공된다. 각 연장부(73)는 단면 상으로 볼 때는 직선 형상을 가지나 실제로는 각각 판상으로 제공될 수 있다.

- [0052] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 두 연장부(73)는 집광부(71)를 사이에 두고 서로 연결되어 있으며, 직접적으로 소정 각도를 이루지는 않으나, 두 연장부(73)의 연장선은 소정 각도를 이룬다. 두 연장부(73)가 이루는 각도는 광원부(20)로부터의 광이 진행되는 경로에 따라 다양한 값으로 설정될 수 있다. 두 연장부(73)가 이루는 각도를 조절함으로써 광의 반사 및 진행 방향의 변경이 가능하다. 특히, 두 연장부(73)가 집광부(71)를 사이에 두고 이루는 각도는 후술할 광원부(20)의 위치나 센서부의 위치에 따라 그 값이 변경될 수 있으며, 이때 광이 반응 영역(13)을 지나가도록 그 값이 설정될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 있어서, 두 연장부(73)가 이루는 각도는 약 80도 내지 약 110도일 수 있다.
- [0053] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 두 연장부(73)가 이루는 각도는 광원부(20)로부터 출사된 광이 반사되는 각도에 따라 광이 반응 영역(13)을 지나가도록 그 값이 설정될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 도 1에 도시된 바와 같이, 두 연장부(73)가 이루는 각도가 약 90도일 수 있다.
- [0054] 도시하지는 않았으나, 감지 공간(11)에는 시료를 공급하는 시료 공급부가 배치된다. 시료 공급부는 감지 공간(11) 내로 개구를 갖는 노즐의 형태로 제공될 수 있으며, 노즐을 통해 시료가 유체로 제공된다. 상기 유체는 예를 들어 에어로졸일 수 있다. 상기 감지 공간(11)에는 또한 시료를 배출하는 시료 배출구가 제공될 수 있으며, 시료 배출구를 통해 감지 공간(11) 내의 유체를 외부로 배출한다.
- [0055] 시료 공급부의 노즐은 반응 영역(13)에 인접하게 배치되거나, 인접하지는 않더라도 반응 영역(13)으로 시료가 이동할 수 있는 위치에 제공된다. 반응 영역(13)은 후술할 광원부(20)로부터 출사된 광이 진행되는 경로, 예를 들어, 광원부(20)로부터 출사된 광이 한번 반사된 후 진행되는 경로 상에 위치할 수 있다.
- [0056] 센서부는 반사기(70)에 의해 반사된 광 및 시료에 의해 반사, 산란, 및 형광된 광을 감지한다. 센서부는 반사기(70)에 의해 반사된 광을 감지하는 제1 센서부(30)와 시료에 의한 산란, 반사, 흡수, 및/또는 형광된 광을 감지하는 제2 센서부(40)를 포함한다.
- [0057] 제1 센서부(30)는 감지하고자 하는 입자(90)가 없었을 경우에 광원부(20)로부터 출사된 광이 진행되는 경로에 배치되며, 입자(90)와 만나지 않는 광을 감지한다. 제1 센서부(30)가 감지하는 광은 광원으로부터 출사된 후 반사기(70)에 의해 적어도 1회 이상 반사된 광이 되, 감지하고자 하는 입자(90)와 반응하지 않는 광에 해당한다.
- [0058] 제2 센서부(40)는 감지하고자 하는 입자(90)와 광원이 서로 만남으로써 입자(90)에 의한 산란, 반사, 흡수, 형광 등의 반응이 일어났을 때, 산란, 반사, 흡수, 형광에 의한 광을 감지한다. 즉, 제2 센서부(40)가 감지하는 광은 광원부(20)로부터 출사된 후 반사기(70)에 의해 적어도 1회 이상 반사된 광이 되, 감지하고자 하는 입자(90)와 반응한 광에 해당한다. 이에 따라, 제2 센서부(40)는 반응 영역(13)을 사이에 두고 반사기(70)와 서로 대향하는 위치에 제공된다.
- [0059] 만약, 광원부(20)로부터 출사된 광 중 감지하고자 하는 입자(90)와 만나지 않은 광의 경로를 제1 경로(P1)라고 하고, 광원부(20)로부터 출사된 광 중 감지하고자 하는 입자(90)와 만남으로써 입자(90)에 의한 산란, 반사, 흡수, 형광 등의 반응이 일어난 후, 산란, 반사, 흡수, 형광 등에 의해 변경된 경로를 제2 경로(P2)라고 하면, 제1 센서부(30)는 제1 경로(P1) 상에 배치되며, 제2 센서부(40)는 제2 경로(P2) 상에 배치된다. 여기서, 도시된 광의 제1 및 제2 경로(P1, P2)는 설명의 편의를 위해 많은 광의 경로들 중 대체적인 방향성만을 나타낸 것이다. 광원부(20)로부터 출사된 모든 광이 도시된 형태로 진행되는 것은 아니며 출사된 광 중 일부는 다른 방향으로 진행할 수도 있다.
- [0060] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 제1 센서부(30)는 광원부(20)로부터 출사된 광을 감지하는 센서로 이루어지며, 이에 따라, 센서들은 광원부(20)가 출사하는 파장 대역과 동일한 파장 대역을 감지하는 것으로 선택될 수 있다. 예를 들어, 광원부(20)로부터 출사된 광이 자외선인 경우, 제1 센서부(30)는 자외선 센서를 포함한다. 광원부(20)로부터 출사된 광이 가시광선인 경우, 제1 센서부(30)는 가시광선 센서를 포함한다. 광원부(20)로부터 출사된 광이 적외선인 경우, 제1 센서부(30)는 적외선 센서를 포함한다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 제2 센서부(40)는 광원부(20)로부터 출사된 광 및 산란, 반사, 흡수, 형광된 광을 감지하는 센서로 이루어진다. 이에 따라, 제2 센서부(40)는 광원부(20)로부터 출사된 광의 파장과 같거나 다른 파장의 광을 감지하는 센서로 이루어질 수도 있다.
- [0062] 예를 들어, 광원부(20)로부터 출사된 광이 자외선인 경우, 제1 센서부(30)는 자외선 센서일 수도 있으나, 자외

선보다 파장이 긴 가시광선이나 적외선 센서를 포함할 수 있다. 입자(90)에 의해 광의 산란이나 반사가 일어나는 경우, 광은 원래 파장과 동일한 파장을 가지나, 형광이 일어나는 경우, 광은 흡수된 파장보다 긴 파장의 광을 방출할 수 있기 때문이다. 광원부(20)로부터 출사된 광이 가시광선인 경우, 제1 센서부(30)는 가시광선 센서일 수도 있고, 가시광선보다 파장이 긴 적외선 센서일 수도 있다. 동일한 형태로, 광원부(20)로부터 출사된 광이 적외선인 경우, 제1 센서부(30)는 적외선 센서일 수도 있고, 적외선보다 더 긴 파장을 감지하는 센서일 수도 있다.

[0063] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 제2 센서부(40)는 특히 형광을 검출할 수 있다. 미생물에 의한 자기 형광의 경우에는 매우 미세한 신호이기 때문에, 제2 센서부(40)는 예를 들어, PMT(Photo Multiplying Tube)를 검출 센서로 적용할 수 있다.

[0064] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 반사기(70)와 제2 센서부(40) 사이, 상세하게는 반응 영역(13)과 제2 센서부(40) 사이에는 광학 렌즈부(60)가 제공될 수 있다. 광학 렌즈부(60)는 반응 영역(13)에서 나오는 광을 제2 센서부(40)로 진행하도록 경로를 변경하고 집광하는 역할을 한다.

[0065] 반응 영역(13)에서 출사된 광들은 여러 방향으로 퍼져 나갈 수 있으므로, 이러한 광을 제2 센서부(40) 측으로 모을 필요가 있다. 광학 렌즈부(60)는 반응 영역(13)에서 출사된 산란, 반사, 형광 광을 평행 광으로 변환시키고 제2 센서부(40)로 집중시킨다.

[0066] 도면에서는 광학 렌즈부(60)가 하나의 볼록 렌즈로 도시되었으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 다양한 크기와 다양한 종류의 광학 렌즈를 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학 렌즈부(60)는 단수 개로 이루어지거나, 복수 개의 광학 렌즈의 조합으로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 1개의 비구면 렌즈로는 광축에 매우 가까운 광선밖에 평행 광으로 변환되지 않는 바, 복수의 렌즈를 사용함으로써, 넓은 각도로 퍼져나가는 다양한 경로의 광을 평행 광 또는 수렴 광으로 전환할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 있어서, 광학 렌즈부(60)은 반응 영역(13)에서 출사된 광을 집광하는 제1 렌즈와, 집광된 광을 소정의 면적으로 퍼지게 하는 제2 렌즈를 포함할 수 있다. 이러한 다양한 렌즈의 배치에 따라, 광학 렌즈부(60)는 반응 영역(13)으로부터 나오는 광을 효율적으로 제2 센서부(40)에 제공한다.

[0067] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 광학 렌즈부(60)는 반응 영역(13)과 제2 센서부(40) 사이에만 제공된 것으로 도시되었으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 광학 렌즈부(60)는 광의 경로를 일부 변경하고 집광 효율의 향상이 필요한 곳이라면 다른 곳에도 배치될 수 있다. 예를 들어, 광학 렌즈부(60)는 반사기(70)와 제1 센서(31) 사이에 제공될 수 있다.

[0068] 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기(10)는 다음과 같은 경로로 입자(90)를 검출한다.

[0069] 광원부(20)로부터 광이 출사되며, 출사된 광은 반사기(70)를 통해 반사된다. 반사된 광은 반응 영역(13)을 지나며, 반응 영역(13)에서 일부 광은 입자(90)에 의해 산란, 반사, 흡수, 형광 반응 등을 일으키며, 일부 광은 입자(90)와 만나지 않고 관통한다. 반응 영역(13)에 입자(90)가 존재하는 경우, 반응 영역(13)을 지나는 광은 입자(90)에 의해 산란, 반사, 흡수, 형광 반응이 일어난다. 입자(90)의 양이 증가하면 광과의 반응 양이 증가하며, 제1 경로(P1)를 지나는 광량은 상기 반응의 정도에 반비례하여 감소한다. 관통된 광은 반사기(70)에서 반사되며 제1 경로(P1)를 통해 제1 센서부(30)에서 감지된다. 제1 센서부(30)는 광원부(20)에서 출사된 광과 제1 센서부(30)에서 감지된 광의 감소량을 비교함으로써 입자(90)의 크기, 종류, 양, 밀도 등을 확인할 수 있다.

[0070] 또한, 광원부(20)로부터 출사되고 반사기(70)를 통해 반사된 광이 반응 영역(13)에서 입자(90)와 만나 입자(90)에 의해 산란, 반사, 흡수, 형광 반응이 일어난 경우, 산란, 반사, 흡수, 형광 반응 등에 의한 광은 제1 경로(P1)를 벗어난다. 제1 경로(P1)를 벗어난 광은 제2 경로(P2)를 따라 제2 센서부(40)로 제공될 수 있다. 다시 말해 산란, 반사, 흡수, 형광 반응에 의한 광은 제2 센서부(40) 측으로 직접 진행하거나, 반사기(70)에 의해 재반사된 후 제2 센서부(40)측으로 진행할 수 있다. 제2 경로(P2)를 따라 진행하는 광은 광학 렌즈부(60)에서 집광된 후 제2 센서부(40)에 의해 감지된다. 제2 센서부(40)는 산란, 반사, 흡수, 형광 반응에 의한 광의 파장이나 광량 등을 감지함으로써 입자(90)의 크기, 종류, 양, 밀도 등을 확인할 수 있다.

[0071] 여기서, 산란 반사, 흡수, 형광 등에 의한 광은 제2 경로(P2)로 진행하는 것으로만 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 제1 경로(P1)를 통해 광이 진행될 수도 있고 도시되지 않은 또 다른 경로를 통해 광이 진행될 수도 있다. 이에, 필요에 따라, 제1 센서부(30)가 산란, 반사, 흡수, 형광 반응에 의한 광을 감지할 수도 있으며, 제1 센서부(30)나 제2 센서부(40) 이외의 추가적인 센서부가 더 장착될 수도 있다.

- [0072] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 비생물 입자(90)의 경우, 광과 만났을 때 산란이나 반사가 일어날 수 있으며, 생물 입자(90)의 경우, 형광 광을 방출할 수 있다. 제2 센서부(40)는 산란이나 반사에 의한 광을 수신하거나, 형광에 의한 광을 수신할 수 있다. 산란이나 반사의 경우 출사된 광과 수신된 광의 파장 대역의 변화가 없으나 형광의 경우 출사된 광과 수신된 광의 파장 대역의 변화가 있으므로 생물 입자(90)를 확인할 수 있다. 또한, 생물 입자(90)의 경우 그 내부의 형광 물질에 따라 특정 파장 대역의 형광 광을 방출할 수 있기 때문에 생물 입자(90)의 종류를 확인하는 것도 가능하다.
- [0073] 생물 입자(90)의 경우를 더 설명하면, 자외선을 조사하였을 때 형광 광을 방출하는 이유는 생물입자(90)가 형광 물질을 포함하기 때문이다. 이때, 형광체가 형광 광을 방출하기 위해서는 형광체의 여기(Excitation)가 요구되는데, 각각의 형광체마다 여기를 위한 입사광의 파장과 방출되는 자외선의 파장대가 다르다. 따라서 자외선을 조사하여 방출되는 형광 광을 검출함으로써, 공기 중에 어떠한 생물 입자(90)가 포함되어 있는지를 파악할 수 있게 된다. 다시 말해, 특정 파장대의 자외선은 특정 형광체와 반응하여 특정 파장대의 형광 광을 발생시키므로, 조사되는 특정 파장대의 자외선을 알고, 이러한 자외선이 공기와 만나 방출되는 특정 파장대의 형광 광을 검출하여 알게 되면, 형광 광을 발생시킨 특정 형광체를 파악할 수 있게 된다. 그리고, 형광체는 생물입자(90)에 포함된 것이므로, 파악된 특정 형광체를 이용하여 이를 포함하는 생물입자(90)를 추정할 수 있게 된다.
- [0074] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 입자(90)가 제공되는 반응 영역(13)을 기준으로 광원부(20)와 센서부가 동일한 일측에 배치된다. 반사기(70)는 반응 영역(13)을 기준으로 광원부(20)와 센서부가 배치된 방향의 반대 측, 즉, 타측에 배치된다. 광원부(20)와 센서부가 동일한 측에 배치됨으로써, 광원부(20)로부터 출사된 광이 반사기(70) 측으로 진행되는 방향과, 반사기(70)로부터 센서부 측으로 진행되는 광의 방향이 대체적으로 평행할 수 있다. 또는, 광원부(20)로부터 출사된 광이 반사기(70) 측으로 진행되는 방향과, 반사기(70)로부터 센서부 측으로 진행되는 광의 방향은, 평행하지는 않더라도, 서로 반대 방향을 가지되 대략적으로 유사한 방향성을 갖는다. 또한, 도면 상에서는 광원부(20)와 센서부가 서로 떨어진 것으로 도시되었으나, 실제 구조에서는 인접하여 배치될 수 있다.
- [0075] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 광원부(20)로부터의 출사된 광을 경로에 따라 제1 센서부(30)와 제2 센서부(40) 중 적어도 하나가 감지함으로써 입자(90)의 종류, 입자(90)의 양 등에 대한, 정성 및 정량 분석을 한 번에 효율적으로 수행할 수 있다.
- [0076] 또한, 입자(90)가 생물이나 비생물이나에 상관없이 정성 및 정량 분석이 가능하며, 특히, 형광 반응에 의한 광을 측정함으로써 세균, 박테리아, 바이러스 등에 대한 정성 및 정량 분석이 용이하다. 이에 더해, 검출기(10) 감지 공간(11) 내에서의 광의 진행 방향이 실질적으로 평행하거나 평행하지는 않더라도 평행한 방향과 대체적으로 비슷하게 진행하므로, 광원부(20)와 센서부가 감지 공간(11) 내의 동일한 측의 좁은 영역에 배치될 수 있다. 이에 따라, 검출기(10)의 소형화가 가능해진다.
- [0077] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 제2 센서부(40)는 단수 개의 센서를 포함할 수도 있으나, 서로 다른 파장의 광을 감지하는 복수 개의 센서들을 포함할 수 있다. 이하의 실시예들에서는 설명의 중복을 피하기 위해, 상술한 실시예와 다른 점을 위주로 설명한다.
- [0078] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기(10)를 도시한 단면도이다.
- [0079] 도 2를 참조하면, 제2 센서부(40)는 복수 개의 센서들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 센서부(40)는 3개의 센서, 즉, 제1 내지 제3 센서들(41, 43, 45)을 포함할 수 있다. 그러나, 센서들의 개수는 이에 한정되는 것은 아니며, 2개 또는 4개 이상의 센서들이 포함될 수도 있다.
- [0080] 제3 센서부(40)의 제1 내지 제3 센서들(41, 43, 45)은 서로 다른 파장의 광을 감지하는 센서들로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 센서(41)는 제1 파장의 광을 감지하고, 제2 센서(43)는 제1 파장과 다른 제2 파장의 광을 감지하고, 제3 센서(45)는 제1 및 제2 파장과 다른 제3 파장의 광을 감지할 수 있다. 제1 내지 제3 파장은 서로 다른 파장이면 족하다. 예를 들어, 제1 파장은 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당하며, 제2 파장 또한, 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당하고, 제3 파장도 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당할 수 있다. 이에 따라, 제1 내지 제3 파장 각각이 모두 자외선 대역에 해당하거나, 그 중 하나만 자외선이고 나머지는 가시광선 대역에 해당하는 등 다양한 파장 대역의 조합이 가능하다.
- [0081] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 내지 제3 센서들(41, 43, 45)이 감지하는 제1 파장의 광은 자외선에 해당할 수 있고, 제2 파장의 광은 가시광선에 해당할 수 있으며, 및 제3 파장의 광은 적외선에 해당할 수 있다.

- [0082] 본 실시예에 따르면, 광원부(20)로부터 소정 파장 대역의 광이 출사되며, 출사된 광은 반사기(70)를 통해 반사된다. 반사된 광은 반응 영역(13)을 지나며, 제1 경로(P1)를 통해 제1 센서부(30)에서 감지된다. 제1 센서부(30)는 광원에서 출사된 광과 제1 센서부(30)에서 감지된 광의 감소량을 비교함으로써 입자(90)의 크기, 종류, 양, 밀도 등을 확인할 수 있다.
- [0083] 또한, 광원부(20)로부터 출사되고 반사기(70)를 통해 반사된 광이 반응 영역(13)에서 입자(90)와 만나는 경우, 입자(90)에 의해 산란, 반사, 흡수, 형광 반응이 일어난다. 산란, 반사, 흡수, 형광 반응에 의한 광은 제2 경로(P2)를 따라 제2 센서부(40)로 제공될 수 있다. 제2 센서부(40)로 진행되는 광 중 산란이나 반사를 거친 광은 파장 대역의 변화가 없지만, 흡수나 형광 반응이 일어난 광은 제1 내지 제3 파장 대역과 다른 제1 내지 제3 파장 대역으로 변화가 일어날 수 있다. 이러한 변경된 파장 대역은 광학 렌즈부(60)에서 집광된 후 제2 센서부(40)에 의해 감지된다. 제2 센서부(40)는 파장 대역에 따라 제1 내지 제3 센서(41, 43, 45)를 가지는 바, 산란, 반사, 흡수, 형광 반응에 의한 광의 파장이나 광량 등을 감지함으로써 입자(90)의 크기, 종류, 양, 밀도 등을 상세하게 확인할 수 있다.
- [0084] 본 실시예에서는 제2 센서부(40)가 다수 개의 센서를 포함하는 것을 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 다른 실시예에서는 제1 센서부(30)가 다수개의 센서를 포함할 수 있으며, 제1 센서부(30) 및 제2 센서부(40) 모두 다수개의 센서를 포함할 수 있음은 물론이다.
- [0085] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기(10)를 도시한 단면도이다.
- [0086] 도 3을 참조하면, 제1 센서부(30)는 복수 개의 센서들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 센서부(30)는 3개의 센서, 즉, 제1 내지 제3 센서들(31, 33, 35)을 포함할 수 있다. 그러나, 센서들의 개수는 이에 한정되는 것은 아니며, 2개 또는 4개 이상의 센서들이 포함될 수도 있다.
- [0087] 제1 내지 제3 센서들(31, 33, 35)은 서로 다른 파장의 광을 감지하는 센서들로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 센서(31)는 제1 파장의 광을 감지하고, 제2 센서(33)는 제1 파장과 다른 제2 파장의 광을 감지하고, 제3 센서(35)는 제1 및 제2 파장과 다른 제3 파장의 광을 감지할 수 있다. 제1 내지 제3 파장은 서로 다른 파장이면 족하다. 예를 들어, 제1 파장은 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당하며, 제2 파장 또한, 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당하고, 제3 파장도 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당할 수 있다. 이에 따라, 제1 내지 제3 파장 각각이 모두 자외선 대역에 해당하거나, 그 중 하나만 자외선이고 나머지는 가시광선 대역에 해당하는 등 다양한 파장 대역의 조합이 가능하다.
- [0088] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 센서부(30)의 제1 내지 제3 센서들(31, 33, 35)이 감지하는 제1 파장의 광은 자외선에 해당할 수 있고, 제2 파장의 광은 가시광선에 해당할 수 있으며, 및 제3 파장의 광은 적외선에 해당할 수 있다.
- [0089] 이를 좀더 설명하면, 반응 영역(13)에 존재하는 입자(90)의 크기나 종류에 따라 서로 다른 파장의 광이 반사, 산란, 흡수, 및 형광을 일으킬 수 있는데, 예를 들어, 제2 파장 대역의 광을 흡수하거나 산란시키는 입자(90)가 반응 영역(13) 내에 다수 존재하는 경우, 반응 영역(13)을 통과하여 제1 경로(P1)로 진행되는 광 중 제1 파장 대역의 광량이나 제2 파장 대역의 광의 광량은 유지되나, 제2 파장 대역의 광량은 감소하게 된다. 제2 센서(33)는 제2 파장 대역 광량의 감소분을 측정함으로써 제2 파장 대역의 광을 흡수하거나 산란시키는 입자(90)를 확인할 수 있다.
- [0090] 여기서, 입자(90)의 크기보다 파장이 지나치게 길거나 짧은 경우 입자(90)를 감지하기 어렵다. 그러나, 본 실시예에 따르면, 다양한 파장 대역의 광을 감지하는 다수개의 센서를 사용함으로써 입자(90)의 크기에 따라 측정할 수 있는 범위가 확대된다. 다시 말해, 서로 다른 파장 대역의 센서들을 구비함으로써 다양한 크기의 입자(90)들을 감지할 수 있다.
- [0091] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 광원부(20)는 서로 다른 파장의 광을 출사하는 복수 개의 광원들을 포함할 수 있다. 상술한 실시예에서는 광원부(20)가 하나의 광원을 포함하는 구조를 설명하였으나, 본 실시예에서는 서로 다른 파장 대역을 출사하는 다수 개의 광원들을 포함할 수 있다.
- [0092] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 검출기(10)를 도시한 단면도이다.
- [0093] 도 4를 참조하면, 광원부(20)는 복수 개의 광원들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광원부(20)는 3개의 광원, 즉, 제1 내지 제3 광원들(21, 23, 25)을 포함할 수 있다. 그러나, 광원들의 개수는 이에 한정되는 것은 아니며, 2개 또는 4개 이상의 광원들이 포함될 수도 있다.

- [0094] 제1 내지 제3 광원들(21, 23, 25)은 서로 다른 파장의 광을 출사하는 광원들로 구성될 수 있다. 제1 광원(21)은 제1 파장의 광을 출사하고, 제2 광원(23)은 제1 파장과 다른 제2 파장의 광을 출사하고, 제3 광원(25)은 제1 및 제2 파장과 다른 제3 파장의 광을 출사할 수 있다. 제1 내지 제3 파장은 서로 다른 파장이면 족하며, 제1 파장은 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당하며, 제2 파장 또한, 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당하고, 제3 파장도 자외선, 가시광선, 및 적외선 파장 대역 중 하나에 해당할 수 있다. 이에 따라, 제1 내지 제3 파장 각각이 모두 적외선 대역에 해당하거나, 그 중 하나만 가시광선이고 나머지는 자외선 대역에 해당하는 등 다양한 파장 대역의 조합이 가능하다.
- [0095] 제1 센서부(30) 및 제2 센서부(40) 각각도 서로 다른 파장의 광을 감지하는 센서들로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 센서부(30)는 서로 다른 파장의 광을 감지하는 제1 센서(31) 내지 제3 센서(35)를 포함할 수 있고, 제2 센서부(40) 또한 서로 다른 파장의 광을 감지하는 제1 센서(41) 내지 제3 센서(45)를 포함할 수 있다.
- [0096] 제1 센서부(30) 및 제2 센서부(40) 각각의 센서들은 서로 다른 제1 내지 제3 파장 대역을 출사하면 족하며, 다양한 파장 대역의 조합이 가능하다.
- [0097] 도 4에 있어서, 제1 광원(21)으로부터의 광은 제1 센서부(30)의 제1 센서(31)가, 제2 광원(23)으로부터의 광은 제1 센서부(30)의 제2 센서(33)가, 제3 광원(25)으로부터의 광은 제1 센서부(30)의 제3 센서(35)가 감지하는 것으로 도시되었으나, 이는 설명의 편의를 위한 것으로서, 각 센서의 감지 대역에 따라 달리 설정될 수 있다. 예를 들어, 제1 광원(21)으로부터 출사된 광은 제1 센서부(30)의 제2 센서(33)가 감지할 수도 있으며, 다른 실시예에서는 또 다른 형태로 조합될 수 있다.
- [0098] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 내지 제3 광원들(21, 23, 25)이 각각 출사하는 제1 파장의 광은 자외선에 해당할 수 있고, 제2 파장의 광은 가시광선에 해당할 수 있으며, 및 제3 파장의 광은 적외선에 해당할 수 있다. 또한, 제1 센서부(30)와 제2 센서부(40) 각각의 제1 내지 제3 센서들(31, 33, 35)이 감지하는 제1 파장의 광은 자외선에 해당할 수 있고, 제2 파장의 광은 가시광선에 해당할 수 있으며, 및 제3 파장의 광은 적외선에 해당할 수 있다.
- [0099] 본 실시예에 따르면, 광원부(20)로부터 서로 다른 파장의 광이 각각 출사되며, 출사된 광은 반사기(70)를 통해 반사된다. 반사된 광은 반응 영역(13)을 지나며, 제1 경로(P1)를 통해 제1 센서부(30)에서 감지된다. 제1 센서(31) 내지 제3 센서(35)를 이용하여 파장의 길이에 따라 순차적으로 광원에서 출사된 광과 제1 센서부(30)에서 감지된 광의 감소량을 비교함으로써 입자(90)의 크기, 종류, 양, 밀도 등을 확인할 수 있다. 본 실시예의 경우, 광원부(20)로부터의 광의 파장 대역이 제1 내지 제3 파장 대역으로 세분화되어, 각 입자(90)의 크기 크기, 종류, 양, 밀도 등을 상세하고 정확하게 확인할 수 있다.
- [0100] 또한, 광원부(20)로부터 출사되고 반사기(70)를 통해 반사된 다양한 파장 대역의 광(즉, 제1 내지 제3 파장 대역의 광)이 반응 영역(13)에서 입자(90)와 만나는 경우, 입자(90)에 의해 산란, 반사, 흡수, 형광 반응이 일어난다. 산란, 반사, 흡수, 형광 반응에 의한 광은 제2 경로(P2)를 따라 제2 센서부(40)로 제공될 수 있다. 제2 센서부(40)로 진행되는 광 중 산란이나 반사를 거친 광은 파장 대역의 변화가 없지만, 흡수나 형광 반응이 일어난 광은 제1 내지 제3 파장 대역과 다른 제1 내지 제3 파장 대역으로 변화가 일어날 수 있다. 이러한 변경된 파장 대역은 광학 렌즈부(60)에서 집광된 후 제2 센서부(40)에 의해 감지된다. 제2 센서부(40)는 파장 대역에 따라 제1 내지 제3 센서(41, 43, 45)를 가지는 바, 산란, 반사, 흡수, 형광 반응에 의한 광의 파장이나 광량 등을 감지함으로써 입자(90)의 크기, 종류, 양, 밀도 등을 상세하게 확인할 수 있다.
- [0101] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 검출기(10)는 광원부(20)로부터 출사되는 광의 광량을 측정하는 제3 센서부(50)를 가질 수 있다.
- [0102] 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 검출기(10)를 도시한 단면도이다.
- [0103] 도 5를 참조하면, 광원부(20)의 근처에는 광원부(20)로부터의 광량을 감지하는 제3 센서부(50)가 배치된다. 제3 센서부(50)는 광원부(20)로부터의 광량에 대한 기준값을 설정하기 위한 것이다. 만약, 제3 센서부(50)가 감지한 광원부(20)로부터의 광량이 기준값보다 작은 경우 광원부(20)로부터의 출사된 광량을 증가시킬 수 있으며, 제3 센서부(50)가 감지한 광원부(20)로부터의 광량이 기준값보다 큰 경우 광원부(20)로부터의 출사된 광량을 감소시킬 수 있다.
- [0104] 도 5에서는 제3 센서부(50)가 제1 내지 제3 센서(51, 53, 55)를 포함하며, 제1 내지 제3 광원(21, 23, 25) 각각의 광량을 감지할 수 있도록 일대일로 배치된 것을 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제3 센서부

(50)는 광원부(20)로부터의 광량을 감지하기 위한 것으로서, 광원부(20)의 광원들의 개수와 다른 개수로 제공될 수도 있다.

[0105] 본 실시예에 따르면 광원부(20)로부터 출사되는 광량이 기준에 따라 소정 값으로 제공되므로, 제1 내지 제2 센서부(30, 40)에 의한 감지 시 오차율이 감소될 수 있다.

[0106] 상술한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기(10)는 광원부(20), 제1 내지 제3 센서부(30, 40, 50)를 통해 다양한 종류의 입자(90)를 검출할 수 있다.

[0107] 표 1은 광원부(20), 제1 내지 제3 센서부(30, 40, 50)가 각각 복수 개의 광원들과 센서들을 포함하는 경우, 검출할 수 있는 입자(90)의 종류 및 조건에 대해서 설명한 표이다.

[0108] 표 1에서 확인할 수 있는 바와 같이, 검출하고자 하는 입자 및 광파의 반응 종류에 따라, 광원부(20), 제1 내지 제3 센서부(30, 40, 50)를 다양한 파장 대역에 대응하도록 조합할 수 있다.

표 1

응용	입자 종류	광원부	제1 센서부	제2 센서부	제3 센서부
산란	10um 입자	적외선	적외선	적외선	적외선
		가시광선	가시광선	가시광선	가시광선
		자외선	자외선	자외선	자외선
산란	2.5um 입자	적외선	적외선	적외선	적외선
		가시광선	가시광선	가시광선	가시광선
		자외선	자외선	자외선	자외선
산란	1.0um 입자	적외선	적외선	적외선	적외선
		가시광선	가시광선	가시광선	가시광선
		자외선	자외선	자외선	자외선
형광/흡수	박테리아 곰팡이 (미생물)	자외선 (280nm)	자외선 *(280 nm)	자외선 (330 nm)	자외선 (280 nm )
		자외선 (340nm)	자외선 ** (340 nm)	가시광선 (450 nm)	자외선 (340 nm )
		가시광선 (440nm)	가시광선 *** (440 nm)	가시광선 (450 nm)	가시광선 (520nm)
흡수/산란	가스 (SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> 등)	자외선 (280nm)	자외선 (280 nm )	자외선 (280nm)	자외선 (280nm)

[0110] 표 1에서 \*로 표시된 부분은 대장균이나 폐스트 균을 검출할 수 있는 파장 대역이며, \*\*로 표시된 부분은 NADH를 검출할 수 있는 파장 대역이며, \*\*\*로 표시된 부분은 플라빈(flavin)을 검출할 수 있는 파장 대역에 해당한다.

[0111] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 검출기(10)는 검출 효율을 높이기 위한 추가 구성 요소를 더 포함할 수 있다.

[0112] 도 6은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 검출기(10)를 도시한 단면도이다.

[0113] 도 6을 참조하면, 검출기(10)는 반응 영역(13)에 인접하며 입자(90)의 반응성을 높이기 위한 가열부(81)를 포함할 수 있다. 가열부(81)는 감지 공간(11) 내에 열을 가함으로써 입자(90)들의 반응성을 높인다. 감지 공간(11) 내의 온도가 높아지는 경우 입자(90)들의 운동 에너지 및 열 에너지가 증가하며, 이에 따라 광파의 반응 효율이 높아진다. 본 발명의 일 실시예에 있어서, 가열부(81)의 형태 및 배치 위치는 다양하게 변경될 수 있다.

[0114] 또한, 검출기(10)는 적절한 광학 필터(83)가 추가적으로 배치될 수 있다. 광학 필터(83)의 종류는 특별히 한정되는 것은 아니나, 편광 필터, 밴드 패스 필터 등이 사용될 수 있다.

[0115] 광학 필터(83)는 광이 진행하는 경로 상에 제공될 수 있다. 예를 들어, 반응 영역(13)과 제1 센서부(30) 사이, 및/또는 반응 영역(13)과 제2 센서부(40) 사이에 제공될 수 있다. 광학 필터(83)는 제1 센서부(30) 및/또는 제2 센서부(40)가 감지하기 용이한 광으로 편광시키거나, 제1 센서부(30) 및/또는 제2 센서부(40)가 감지하지 않는

과장 대역의 광을 차단함으로써 광을 필터링할 수 있다.

- [0116] 이 경우, 검출기(10)의 부품들에 의해 산란된 광들 중 일부는 노이즈 신호로 작용하여 제1 내지 제2 센서부(40)의 감도에 영향을 미칠 수 있으나, 광학 필터(83)를 사용함으로써, 이러한 노이즈 신호를 제거하고 특정 과장 대역의 광만 투과시켜 원하는 광만 검출할 수 있게 한다.
- [0117] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 검출기(10)는 본 발명의 개념에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형상으로 변형될 수 있다.
- [0118] 도 7은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 검출기(10)를 도시한 단면도이다.
- [0119] 도 7을 참조하면, 반사기(70)의 집광부(71)는 단면이 원의 일부 형태로 제공될 수 있다. 본 실시예에서는 집광부(71)의 단면이 원의 일부로 표시되었으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 반사기(70)의 집광부(71) 형상은 광원부(20)로부터의 광이 반사된 후 제2 센서부(40)로 진행할 수 있는 형태 내에서 다양하게 변경될 수 있다. 예를 들어, 단면 상에서의 집광부(71) 형상은 타원의 일부 또는 포물선의 일부일 수도 있다. 집광부(71)의 형상이 타원 또는 포물선의 일부인 경우 반응 영역(13)은 타원 또는 포물선의 초점 상에 또는 그에 인접한 위치에 배치될 수 있다.
- [0120] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 검출기(10)의 광원부(20)와 센서부는 다양한 위치에 다양한 형태로 배치될 수 있다.
- [0121] 도 8과 도 9는 본 발명의 또 다른 일 실시예들에 따른 검출기(10)를 도시한 단면도들이다.
- [0122] 도 8과 도 9를 참조하면, 광원부는 2개의 광원, 즉, 제1 광원(20a)과 제2 광원(20b)을 포함하고, 제1 센서부는 2개의 센서, 즉, 제1 센서(30a)와 제2 센서(30b)를 포함한다. 상술한 바와 마찬가지로, 광원부의 광원들의 개수 및 제1 센서부 및 제2 센서부의 개수는 일 예로서 표시된 것으로서 다른 실시예들에서는 다른 개수로 제공될 수 있다.
- [0123] 본 실시예에 따르면, 제1 광원(20a)과 제1 센서(30a)는 인접하게 배치되고, 제2 광원(20b)과 제2 센서(30b) 또한 인접하게 배치된다. 제1 광원(20a)으로부터 출사된 광은 반사기(70)에 의해 복수 회 반사된 후 제1 센서(30a) 방향으로 진행하는 바, 이러한 광의 진행 경로는 사실상 제1 광원(20a)으로부터 출사되어 제1 광원(20a) (정확히는 제1 광원(20a) 근처의 제1 센서(30a))으로 돌아오는 형태, 즉 재귀 반사 형태를 보여준다. 동일한 방식으로, 제2 광원(20b)으로부터 출사된 광은 반사기(70)에 의해 복수 회 반사된 후 제2 센서(30b) 방향으로 진행하는 바, 이러한 광의 진행 경로는 사실상 제2 광원(20b)으로부터 출사되어 제2 광원(20b) (정확히는 제2 광원(20b) 근처의 제2 센서(30b))으로 돌아오는 형태, 즉 재귀 반사 형태를 보여준다. 이러한 구조를 갖는 경우 광원부와 센서부의 배치가 용이하며 이에 따라 검출기(10)를 컴팩트하게 제조할 수 있는 장점이 있다.
- [0124] 제1 광원(20a)로부터 제1 센서(30a)로의 광의 경로, 및 제2 광원(20b)로부터 제2 센서(30b)로의 광의 경로는 반사기(70)의 형태(특히 두 연장부(73) 사이의 각도)를 적절하게 설정함으로써 제어할 수 있다. 예를 들어, 도 8은 두 사이의 각도가 약 90도일 수 있으며, 도 9는 두 연장부(73) 사이의 각도를 약 80도일 수 있다.
- [0125] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 검출기는 다양한 구성을 가질 수 있는 바, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기의 구동 방법을 설명하기 위한 검출기의 구성을 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [0126] 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기는 광원부(120), 센서부, 제어부(110) 및 표시부(160)를 포함할 수 있다.
- [0127] 광원부(120)는 광을 출사한다. 광원부(120)는 단수개 또는 다수개의 광원들을 포함할 수 있다. 광원이 다수개로 제공되는 경우, 광원들은 서로 다른 과장의 광을 출사할 수 있다.
- [0128] 센서부는 광원부(120)로부터 출사된 광을 감지하는 다수개의 센서부를 포함할 수 있는 바, 예를 들어, 제1 내지 제3 센서부(130, 140, 150)을 포함할 수 있다. 센서부는 각각 단수개 또는 다수개의 센서들을 포함할 수 있다. 센서가 다수개로 제공되는 경우, 센서들은 서로 다른 과장의 광을 감지할 수 있다.
- [0129] 제어부(110)는 광원부(120)와 센서부와 전기적으로 연결되며, 정보 취득부(111)와 연산부(113), 및 전원 공급부(115)를 포함할 수 있다.
- [0130] 정보 취득부(111)는 제1 내지 제3 센서부(130, 140, 150)와 전기적으로 연결되며, 제1 센서부(130) 내지 제3 센서부(150)에 의해 감지된 신호를 수신하여 시료내 입자의 정보를 취득한다.
- [0131] 연산부(113)는 정보 취득부(111)로부터 입자에 관련한 정보를 제공받아 상기 정보를 연산하며, 상기 표시부

(160)로 연산된 대상물 정보를 제공한다. 연산부(113)에는 센서부로부터의 신호를 처리하는 회로(예를 들어, 신호 증폭 회로)를 포함할 수 있다.

- [0132] 연산부(113)는 특히, 제1 내지 제2 센서부(130, 140, 150)로부터 검출되는 광량과 광원부(120)로부터 출사된 광량의 비교 등을 통해 산란, 흡수, 형광, 반사에 의한 광의 감쇠율을 연산함으로써, 검출하고자 하는 입자를 정량적 및/또는 정성적으로 분석할 수 있다. 또한 연산부(113)는 제3 센서부(150)로부터 수신한 광원부(120)의 광량에 대한 정보를 연산한 후, 전원 공급부(115)를 통해 광원부(120)의 광량을 제어한다.
- [0133] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 연산부(113)는 검출하고자 하는 입자를 정량적으로 분석하기 위해 룩업 테이블(look-up table)을 선 작성하고, 룩업 테이블의 정보를 기초로 입자의 크기, 밀도, 양 등을 연산할 수 있다.
- [0134] 전원 공급부(115)는 광원부(120)에 전원을 공급하며, 연산부(113)로부터의 신호에 따라 광원부(120)에 전류량을 증가시키거나 감소시키는 등으로 공급함으로써 광량을 조절한다.
- [0135] 상세히 도시하지는 않았으나, 광원부(120), 센서부, 및 제어부(110) 사이의 각 신호들은 상호 비교를 통해 입자의 크기, 종류, 양, 밀도 등을 수치화하는 과정을 거친다.
- [0136] 표시부(160)는 제어부(110)로부터 입자에 관련한 정보, 예를 들어, 입자의 입자의 크기, 종류, 양, 밀도 등을 사용자가 시인할 수 있는 형태로 표시한다.
- [0137] 상술한 구성의 검출기를 이용하여 입자를 검출하는 예를 설명하면 다음과 같다.
- [0138] 먼저 전원 공급부(115)를 통해 광원부(120)에 전원이 공급된다. 광원부(120)는 제1 내지 제3 광원을 포함할 수 있으며, 제1 내지 제3 광원은 각각 자외선, 가시광선, 및 적외선을 출사할 수 있다.
- [0139] 제1 센서부(30)는 광원부(120)의 광량을 감지하고 상기 광량에 대한 정보를 제어부(110)로 송신한다. 제어부(110)는 상기 광량에 관한 값을 수신하여 기준값을 설정한다.
- [0140] 기준값을 설정한 후, 광원부(120)로부터 광을 출사시키고 제1 및 제2 센서부(130, 140)를 통해 반응 영역에서의 산란, 반사, 흡수, 형광량을 측정한다. 이때, 광원부(120)로부터의 광량은 제3 센서부(150)가 감지하며, 제어부(110)는 기준 값과의 비교를 통해 광원이 적절히 동작하는지에 대해서 검증한다. 광원의 광량이 기준값과 다른 경우, 연산부(113)는 전원 공급부(115)를 통해 광원부(120)의 전류값을 증감시킴으로써 광량을 조절한다.
- [0141] 제1 및 제2 센서부(130, 140)로부터 얻은 산란, 반사, 흡수, 형광량 등의 정보는 선작성된 룩업 테이블 등의 표준값 정보와의 비교를 통해 크기, 종류, 양, 밀도 등으로 정량화될 수 있다. 정량화된 크기, 종류, 양, 밀도값은 디스플레이를 통해 사용자에게 제시될 수 있다.
- [0142] 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기에 있어서, 상술한 광원부, 반사기, 시료 공급부, 제1 센서부, 및 상기 제2 센서부는 하나의 검출 모듈을 구성할 수 있으며, 검출 모듈은 복수 개로 제공될 수 있다.
- [0143] 도 11 및 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기(100)를 도시한 개념도들이다.
- [0144] 도 11 및 도 12를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기(100)는 다수 개의 검출 모듈로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 도 11은 3개의 검출 모듈, 즉, 제1 내지 제3 검출 모듈(10P, 10Q, 10R)로 이루어진 검출기(100)를 도시하고 있으며, 도 12는 4개의 검출 모듈, 즉 제1 내지 제4 검출 모듈(10P, 10Q, 10R, 10S)로 이루어진 검출기(100)를 도시하고 있다. 도 11 및 도 12에 있어서, 각 검출 모듈은 상술한 실시예들 중 하나의 검출기를 의미하나, 설명의 편의를 위해 단순하게 도시되었다.
- [0145] 본 실시예에 있어서, 각 검출 모듈의 광원부로부터 출사된 광은 적어도 일부가 서로 다른 파장을 가질 수 있으며, 각 검출 모듈이 감지하는 파장 대역 또한 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 제1 검출 모듈(10P)은 자외선 파장 대역의 광을 검출하는 센서들을 포함하고, 제2 검출 모듈(10Q)은 가시광선 파장 대역의 광을 검출하는 센서들을 포함하며, 제3 검출 모듈(10R)은 적외선 파장 대역의 광을 검출하는 센서들을 포함할 수 있다.
- [0146] 이 경우, 다양한 파장 대역의 광을 여러 개의 검출 모듈에서 동시 다발적으로 측정할 수 있으며, 이에 따라, 검출 속도 및 효율이 현저하게 증가할 수 있다.
- [0147] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술 분야에 통상의 지식을 갖는 자라면, 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0148] 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허청구범위

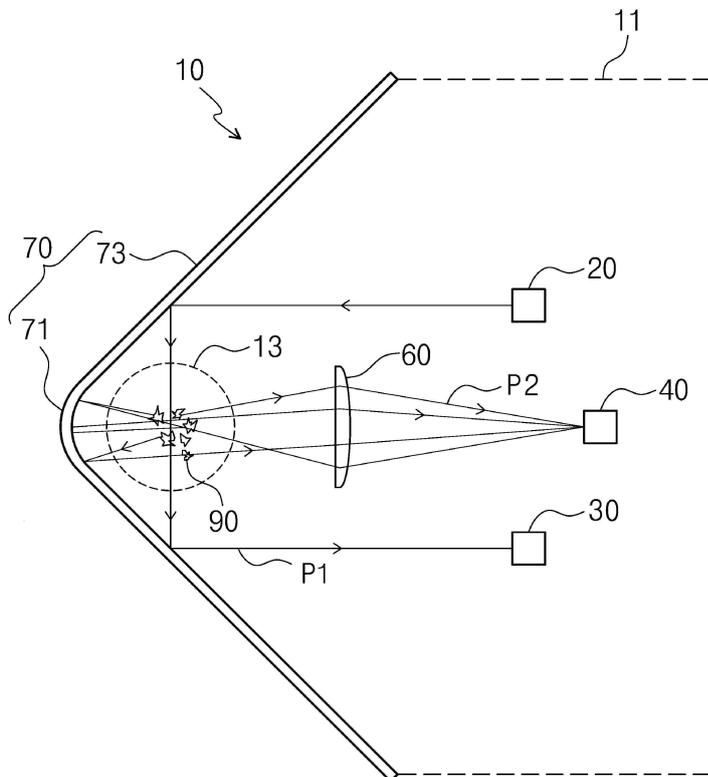
에 의해 정하여져야만 할 것이다.

**부호의 설명**

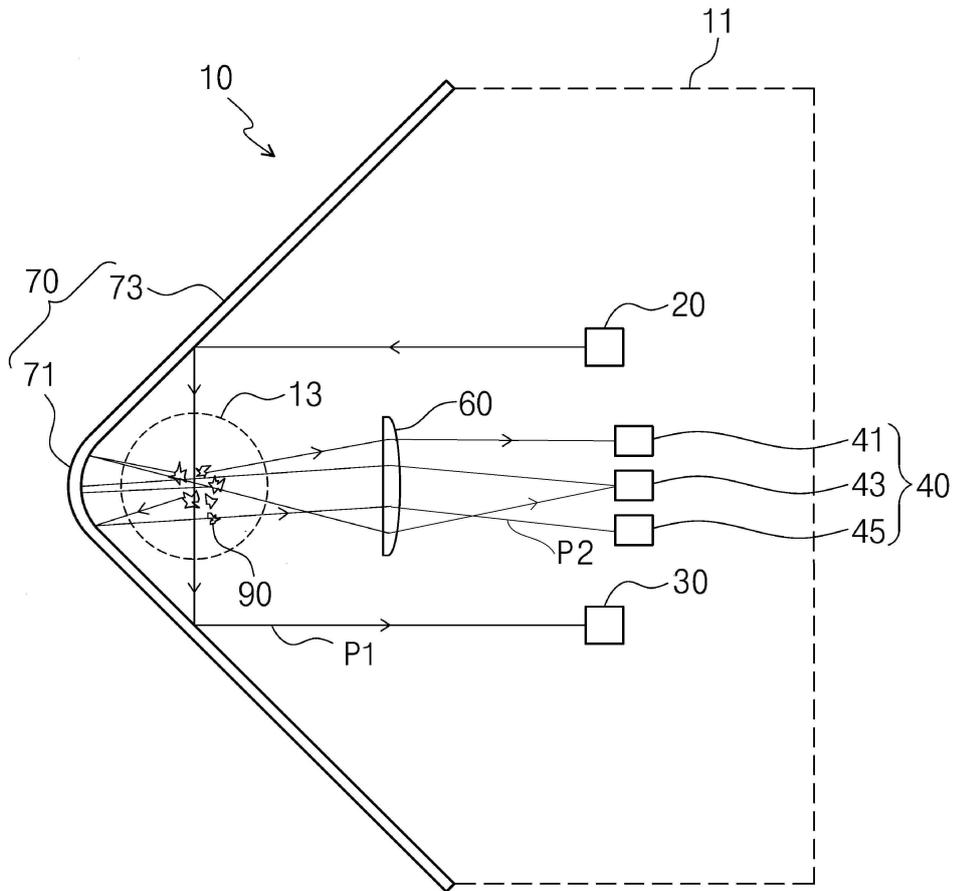
- |        |               |             |
|--------|---------------|-------------|
| [0149] | 10, 100 : 검출기 | 11 : 감지 공간  |
|        | 20 : 광원부      | 30 : 제1 센서부 |
|        | 40 : 제2 센서부   | 50 : 제3 센서부 |
|        | 60 : 광학 렌즈부   | 70 : 반사기    |

**도면**

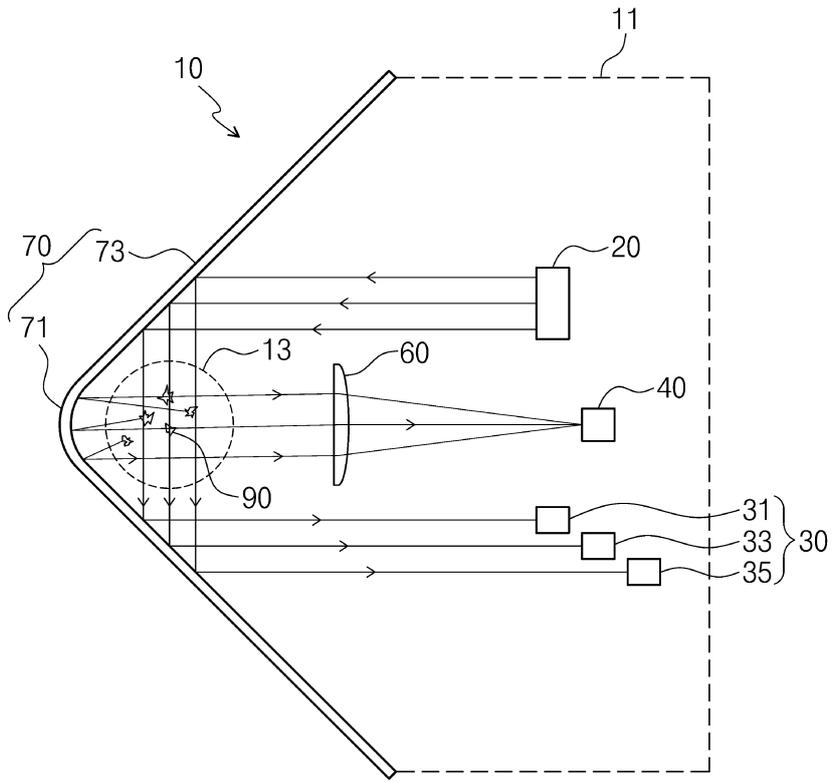
**도면1**



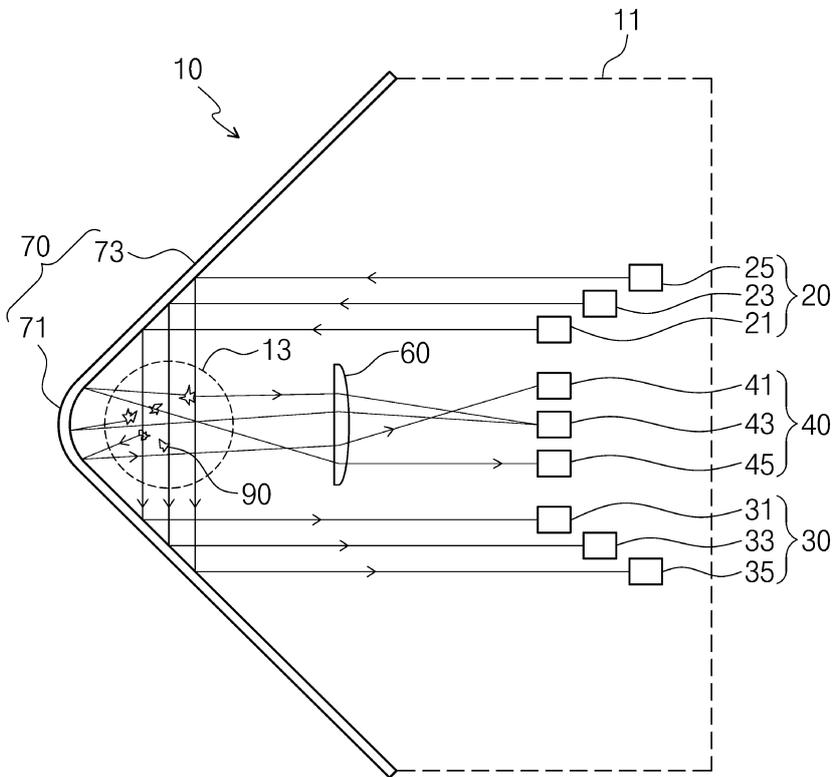
도면2



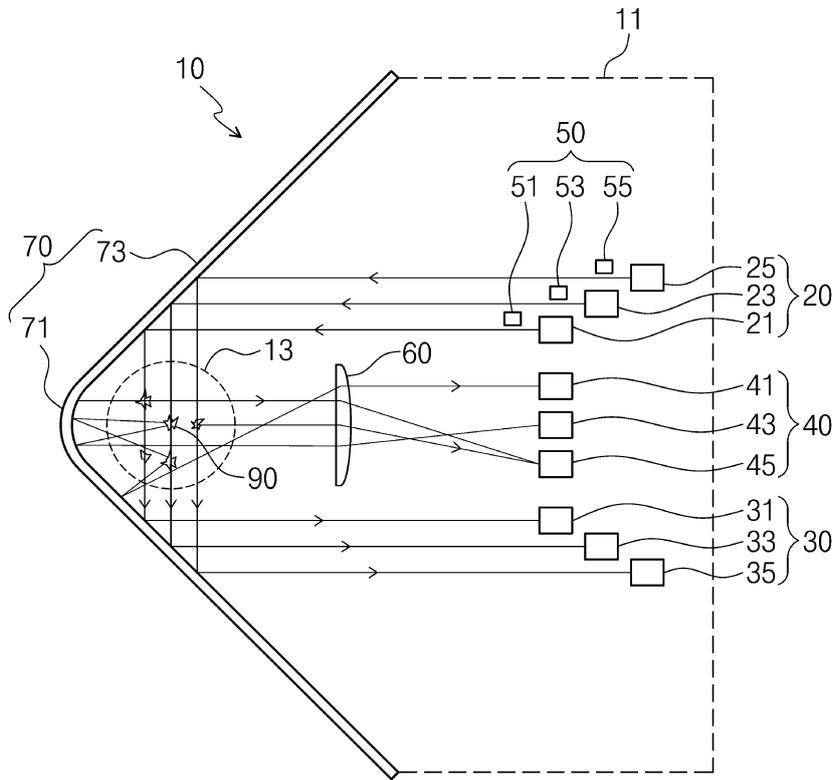
도면3



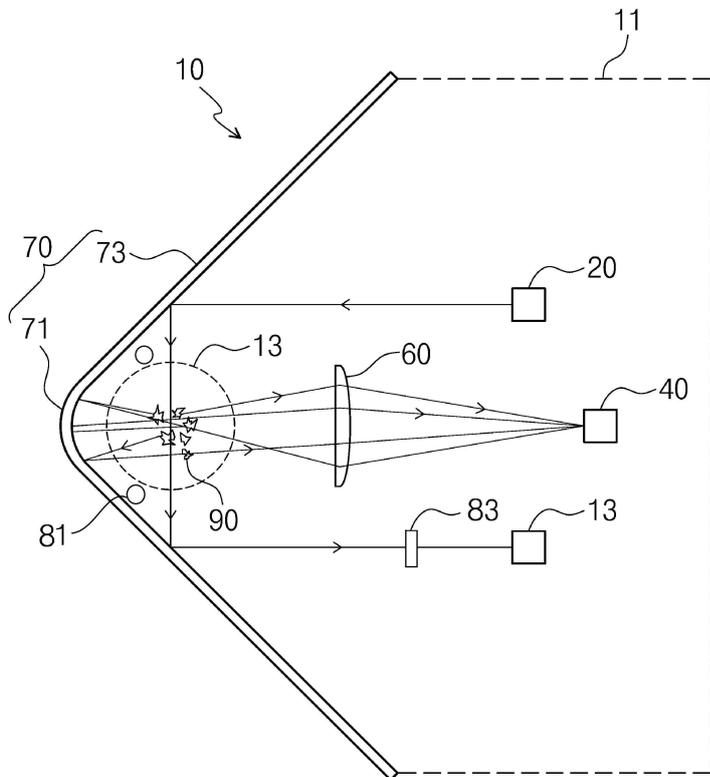
도면4



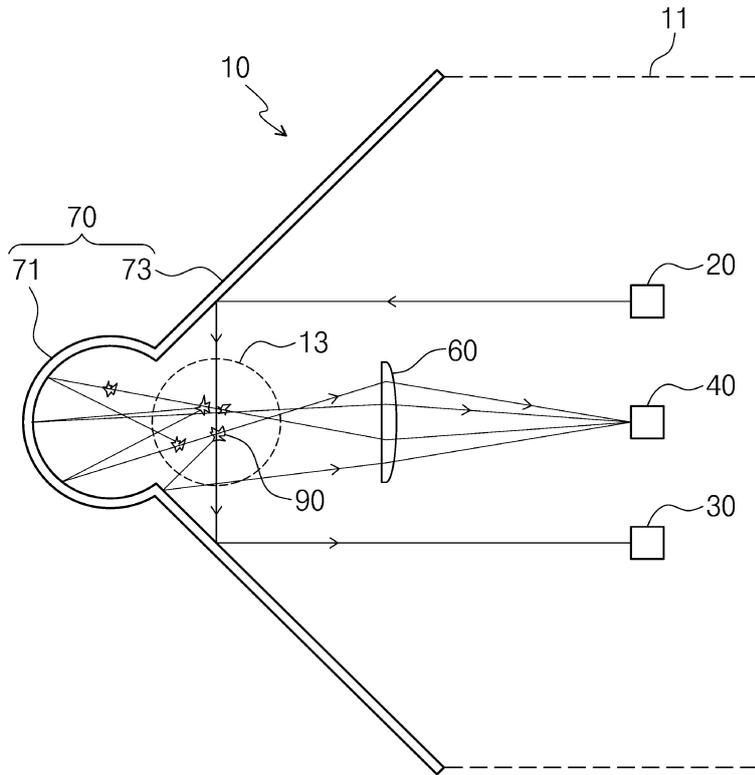
도면5



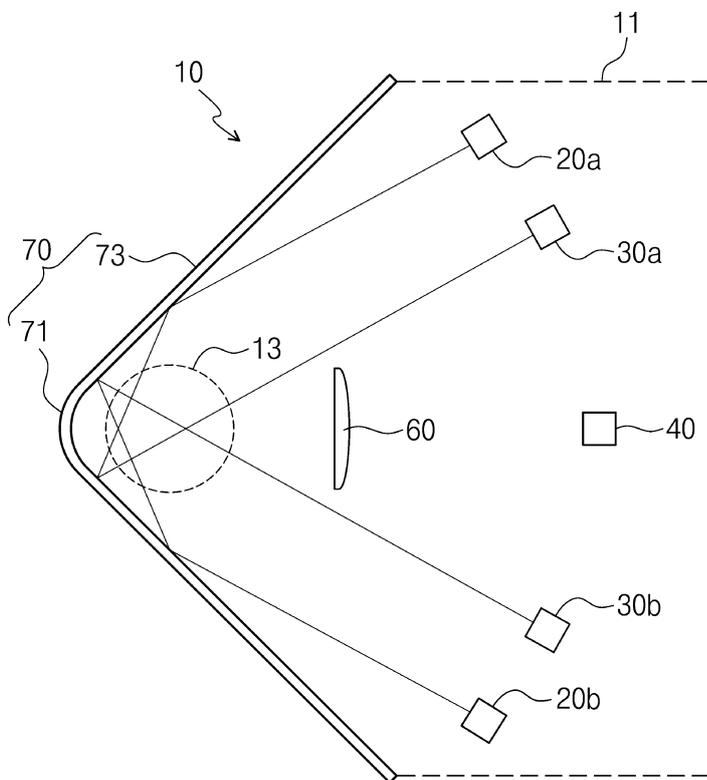
도면6



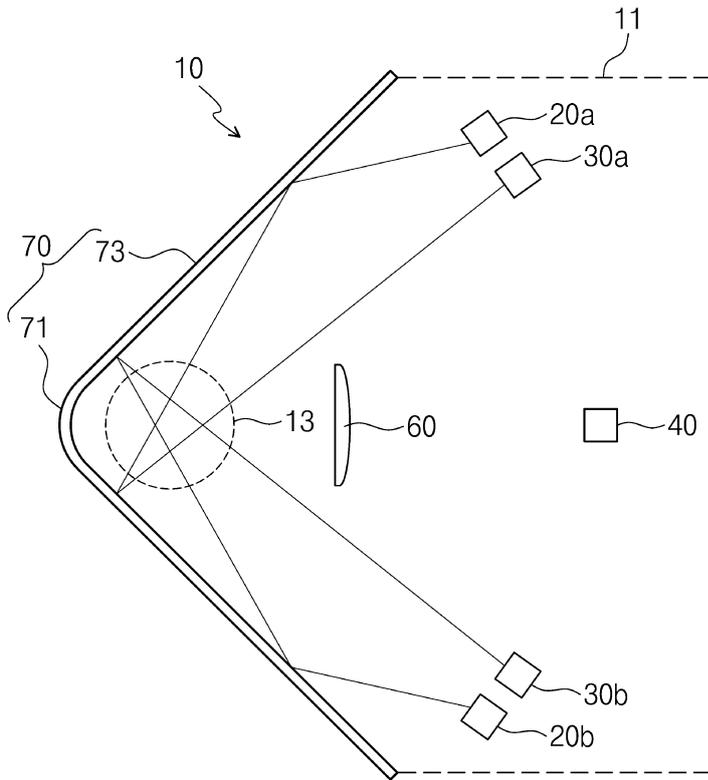
도면7



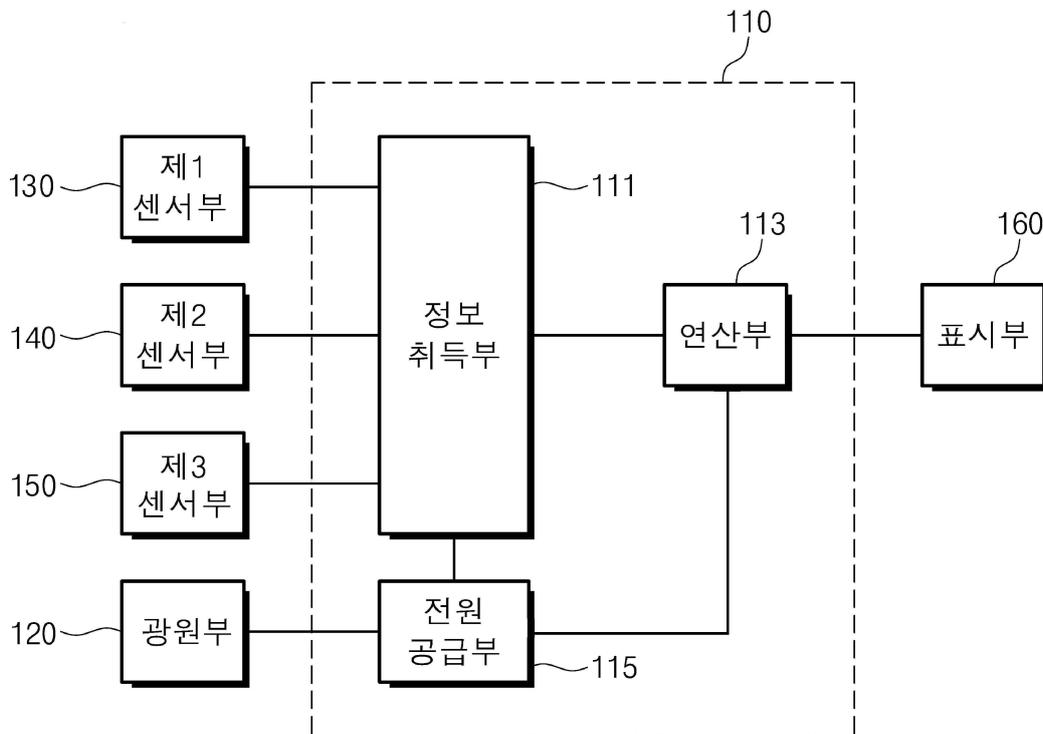
도면8



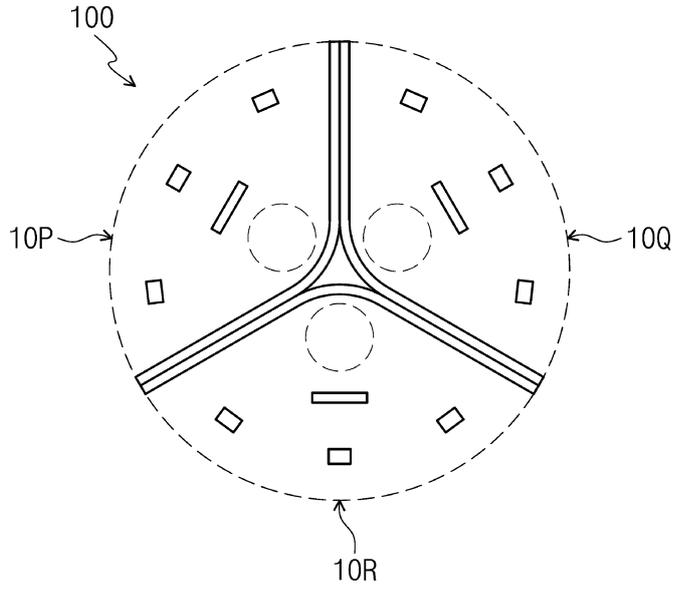
도면9



도면10



도면11



도면12

