



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0065785  
(43) 공개일자 2023년05월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01N 21/27 (2006.01) G01N 21/25 (2006.01)  
G01N 21/31 (2006.01) G01N 21/3504 (2014.01)  
G01N 21/47 (2006.01) G01N 33/00 (2006.01)  
G02B 27/09 (2006.01) G02B 3/00 (2022.01)

(52) CPC특허분류

G01N 21/27 (2013.01)  
G01N 21/255 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0151713

(22) 출원일자 2021년11월05일

심사청구일자 2021년11월05일

(71) 출원인

한국건설기술연구원

경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

(주) 빔텍

서울특별시 송파구 송파대로 201, 제에이동  
지129-3, 피에스-51호(문정동, 테라타워2)

(72) 발명자

김양균

경기도 화성시 남양읍 화성로1081번길 49-10, 10  
4동 502호(푸르미금강에스브아)

심재웅

서울특별시 강서구 초록마을로 134, 201호(화곡동, 인터시티빌라)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

오위환, 정기택

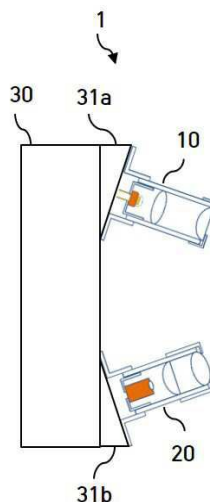
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템

(57) 요약

수소 및 유해 가스를 검출하기 위해 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템이 제공된다. 상기 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템은, 단색광인 제1광을 특정 거리까지 주사하도록 형성되는 광 출력부; 상기 광 출력부에서 상기 제1광을 발광하면, 상기 특정 거리에서 발생하는 후방 산란광인 제2광을 측정하도록 형성되는 광 검지부; 상기 광 검지부의 측정 결과를 이용하여 상기 수소 및 유해 가스의 농도를 계산하는 가스 농도 계산부; 및 상기 광 출력부 및 상기 광 검지부가 동일한 면에 결합되며, 상기 광 출력부와 상기 광 검지부 사이의 각도가 서로 평행하지 않도록 상기 각도를 조절할 수 있는 몸체부;를 포함하며, 상기 제1광은 상기 측정 가스 중 수소 가스를 측정하는 경우 390nm 내지 450nm의 파장을 가지도록 형성되고, 상기 수소 가스를 제외한 상기 유해 가스를 측정하는 경우 상기 제1광은 적외선으로 형성된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

- G01N 21/274 (2013.01)
- G01N 21/314 (2013.01)
- G01N 21/3504 (2013.01)
- G01N 21/47 (2013.01)
- G01N 33/0006 (2013.01)
- G01N 33/005 (2013.01)
- G02B 27/0955 (2013.01)
- G02B 3/0006 (2013.01)

**조원보**

경기도 안성시 석정2길 13-8, 103동 303호(석정동, 신원아침도시)

(72) 발명자

**박병직**

경기도 수원시 권선구 매송고색로 859

**김효진**

서울특별시 송파구 중대로 24, 204동 1003호(문정동, 올림픽훼밀리타운)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1761001980
과제번호	20011579
부처명	소방청
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	에너지신산업소방대응기술개발(R&D)
연구과제명	수소 충전소 형태별 누출 및 화재사고 최적 대응 기술 개발
기여율	1/1
과제수행기관명	한국건설기술연구원
연구기간	2020.05.01 ~ 2022.01.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

수소 및 유해 가스를 검출하기 위해 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에 있어서,

단색광인 제1광을 특정 거리까지 주사하도록 형성되는 광 출력부;

상기 광 출력부에서 상기 제1광을 발광하면, 상기 특정 거리에서 발생하는 후방 산란광인 제2광을 측정하도록 형성되는 광 검지부;

상기 광 검지부의 측정 결과를 이용하여 상기 수소 및 유해 가스의 농도를 계산하는 가스 농도 계산부; 및

상기 광 출력부 및 상기 광 검지부가 동일한 면에 결합되며, 상기 광 출력부와 상기 광 검지부 사이의 각도가 서로 평행하지 않도록 상기 각도를 조절할 수 있는 몸체부;를 포함하며,

상기 제1광은 상기 측정 가스 중 수소 가스를 측정하는 경우 390nm 내지 450nm의 파장을 가지도록 형성되고,

상기 수소를 제외한 상기 유해 가스를 측정하는 경우 상기 제1광은 적외선으로 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 광 출력부는,

상기 제1광을 발광하도록 형성되며, 상기 특정 거리에 따라 상기 단색광의 출력 세기를 결정하는 발광 모듈;

상기 제1광을 통과시켜 상기 제1광이 상기 특정 거리에 도달할 수 있도록 주사 방향을 제어하는 곡률을 가지는 제1발광렌즈 모듈; 및

일 면에 상기 발광 모듈이 삽입되어 결합되어 상기 제1광이 내부로 발광하도록 하고, 상기 일 면과 마주보는 타 면에 상기 제1발광렌즈 모듈이 결합하도록 형성되는 광 출력부 하우징;을 포함하며,

상기 광 출력부 하우징은 상기 발광 모듈과 상기 제1발광렌즈 모듈 사이의 거리를 조절할 수 있도록 상기 일 면과 상기 타 면의 중심을 연결하는 축과 평행한 방향으로 이동 가능하도록 형성되며, 상기 일 면이 고정되어 상기 제1발광렌즈 모듈이 이동하도록 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

#### 청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 제1발광렌즈 모듈은 상기 광 출력부 하우징의 외부로 드러나는 면이 평면이고 반대면이 볼록한 볼록-평면 렌즈로 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

#### 청구항 4

제 2항에 있어서,

상기 광 출력부 하우징 내부에 제2발광렌즈 모듈;이 더 구비되며,

상기 제2발광렌즈 모듈은, 상기 발광 모듈과 상기 제1발광렌즈 모듈 사이에 위치하며 상기 제1광의 주사 거리를 증가시키도록 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

#### 청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 제1발광렌즈 모듈은, 양 면이 서로 다른 곡률을 가지는 볼록 렌즈로 형성되고,

상기 제2발광렌즈 모듈은, 상기 제1발광렌즈 모듈을 바라보는 면이 평면이고 반대면이 볼록한 볼록-평면 렌즈로 형성되거나 양면이 모두 볼록한 양방향 볼록 렌즈로 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 6**

제 2항에 있어서,

상기 광 검지부는

상기 제1광을 통해 발생한 산란광 중 후방 산란광인 제2광을 획득하도록 형성되는 산란광 획득 모듈;

상기 제2광을 상기 산란광 획득 모듈로 전달하기 위해 상기 산란광 획득 모듈과 마주보는 면이 볼록하고 타 면이 평면인 볼록-평면 렌즈로 형성되는 제1수렴렌즈 모듈;

상기 제1수렴렌즈 모듈을 통과한 상기 제2광을 상기 산란광 획득 모듈로 전달하기 위해 형성되는 제2수렴렌즈 모듈; 및

일 면에 상기 산란광 획득 모듈이 삽입되어 결합되어 상기 제2광을 획득하도록 하고, 상기 일 면과 마주보는 타 면에 상기 제1수렴렌즈 모듈이 결합하며, 상기 산란광 획득 모듈과 상기 제1수렴렌즈 모듈 사이에 상기 제2수렴렌즈 모듈이 구비되며, 상기 제2수렴렌즈 모듈과 상기 산란광 측정 모듈 사이의 거리를 조절할 수 있도록 상기 일 면과 상기 타 면의 중심을 연결하는 축과 평행한 방향으로 이동 가능하도록 형성되며, 상기 일 면이 고정되어 상기 제1 및 제2수렴렌즈 모듈이 이동하도록 형성되는 광 검지부 하우징;을 포함하는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 7**

제 6항에 있어서,

상기 산란광 획득 모듈은 양자 효율이 높은 광증배관(PMT) 또는 APD로 형성되고,

상기 제2수렴렌즈 모듈은 상기 제1수렴렌즈 모듈을 바라보는 면이 평면이고 반대면이 볼록한 볼록-평면 렌즈로 형성되거나 양면이 모두 볼록한 양방향 볼록 렌즈로 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 8**

제 2항에 있어서,

상기 몸체부는,

상기 광 출력부가 상기 몸체부와 이루는 각도를 변경하기 위해 구비되는 제1각도변경 모듈; 및

상기 광 검지부가 상기 몸체부와 이루는 각도를 변경하기 위해 구비되는 제2각도변경 모듈;을 포함하는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 9**

제 2항에 있어서,

상기 광 출력부가 제1광 출력부 및 제2광 출력부로 두 개가 구비되며,

상기 수소 가스를 측정하는 경우 상기 제1광 출력부에서 방출하는 제1-1광과 상기 제2광 출력부에서 방출하는 제2-1광은 각각 400nm 및 408nm의 파장인 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 10**

제 2항에 있어서,

상기 광 출력부가 제1광 출력부 및 제2광 출력부로 두 개가 구비되고,

상기 광 검지부가 제1광 검지부 및 제2광 검지부로 두 개가 구비되며,

상기 제1광 출력부와 상기 제2광 출력부 사이에 상기 제1광 검지부 및 상기 제2광 검지부가 구비되도록 형성되고,

상기 제1광 출력부 및 상기 제2광 출력부는 적외선을 각각 제1-1광 및 제2-1광으로 방출하도록 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 11**

제 2항에 있어서,

상기 가스 농도 계산부는,

측정 오차를 감소시키기 위해 외부 간섭 정보를 획득하도록 형성되는 외부 간섭 정보 획득 모듈;

상기 광 출력부 및 상기 광 검지부의 각도 및 상기 제1광의 출력 정보를 전달 받아 측정 위치를 확인하는 측정 위치 확인 모듈; 및

상기 광 검지부를 통해 측정된 값을 기 설정된 알고리즘에 적용하여 가스 농도를 계산하는 가스 농도 계산 모듈;을 포함하며,

상기 외부 간섭 정보는 자외선 광량, 적외선 광량, 온도 및 조도 중 어느 하나인 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 12**

제 11항에 있어서,

상기 가스 농도 계산 모듈은 상기 유해 가스의 종류에 따라 서로 다른 정량 분석 식을 이용하는 상기 기 설정된 알고리즘을 이용하여 상기 측정 위치에서의 상기 가스 농도를 계산하며, 상기 기 설정된 알고리즘은 상기 광 검지부를 통해 획득한 측정 정보에 선보정을 수행한 후 상기 정량 분석 식에 적용하는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 13**

제 12항에 있어서,

상기 가스 농도 계산 모듈은,

상기 외부 간섭 정보를 이용하여 주간 또는 야간을 판단한 후 판단 결과에 따라 열원에 따른 영향에 의한 적외선 또는 자외선 방사 보정 정보를 획득하고, 획득한 상기 보정 정보를 이용하여 상기 측정 정보에 상기 선보정을 수행하는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 14**

제 12항에 있어서,

상기 가스 농도 계산 모듈은,

상기 가스 농도의 계산 결과의 정확도를 높이기 위해 오염 전 위치의 가스 농도인 오염 전 농도를 저장하고, 상기 오염 전 농도와 상기 측정 정보의 차이값을 획득하는 상기 선보정을 수행하여 상기 차이값을 이용해 상기 가스 농도를 계산하는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**청구항 15**

제 11항에 있어서,

상기 가스 농도 계산부는

상기 가스가 유출 또는 발생하는 위치를 자동으로 추적할 수 있는 자동 추적 모듈;을 더 포함하며

상기 자동 추적 모듈은, 상기 측정 위치에서 상기 측정하고자 하는 가스 농도가 측정되는 경우, 해당 위치를 중심 영역으로 기 설정된 NxMxL개의 영역을 설정하고, 설정한 상기 영역 중 상기 해당 위치를 제외한 나머지 영역의 가스 농도를 측정하여 가장 높은 농도를 가지는 영역을 상기 중심 영역으로 설정하는 것을 반복하여 상기 가스가 유출 또는 발생하는 위치를 자동으로 추적하는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에 관한 것으로, 특히, 수소 및 유해 가스를 측정하기 위해 단파장의 광을 출력하고, 출력한 단파장광이 유해 가스를 통과하며 발생하는 후방 산란광을 측정하여 유해 가스 여부 및 농도를 측정할 수 있는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 화학 가스는 많은 산업 시설에서 사용되지만, 누출되는 경우 큰 산업 재해를 발생시킬 수 있다. 일정 공간에 수소 가스가 누출되어 일정 농도의 산소와 혼합되는 경우 폭발 위험이 급격히 증가하게 된다. 수소 가스가 아닌 다른 유해 가스의 경우에도 누설 단계에서 미리 모니터링하고 빠른 조치를 취하지 못하는 경우 근로자의 호흡을 마비시키거나 인체에 치명적인 영향을 줄 수 있기 때문에 수많은 인명 피해를 발생시킬 수 있는 문제점이 존재한다.

[0003] 종래에는 수소 가스를 측정하기 위해서 실험실용 장치와 현장용 장치가 구분되어 개발되었다. 실험실용 장치의 경우에는 일반적으로 정밀 분석을 위하여 가스 크로마토그래피 기법을 사용하며 이 기법은 수소의 정확한 정량 분석이 가능한 특징을 가진다. 그러나 실험실 장비는 수소 가스를 직접 포집하여 실험실에 이동하여 측정하는 방법을 채택하고 있기 때문에 실시간으로 수소 농도를 측정하고 모니터링하기 어렵다는 문제점이 존재한다.

[0004] 한편, 현장용 장치로는 일반적으로 전기 화학식 센서를 사용한다. 전기 화학식 센서는 전해액에 수소 가스를 흡입시킨 후 전해액의 변위 전류를 측정하는 방식이다. 이를 사용하기 위해서 현장에서는 수소 가스가 많이 발생하는 부분을 미리 예측한 뒤에 측정하거나 수소가 발생하는 예측 지역에 설치하여 수소 가스를 측정해야 한다. 또 이러한 접촉식 센서는 수소가 센서 내에 유입되어야 측수소 가스가 측정되기 때문에 현장에서 그 측정 면적이 매우 좁다는 문제점이 존재한다.

[0005] 유해 가스 역시 실험실용 장치와 현장용 장치로 구분되어 개발되었다. 실험실용 장치는 유해 가스를 수소 가스와 동일하게 포집백 등으로 포집한 후 실험실로 운반하여 측정하는 방식을 사용한다. 유해 가스의 측정을 위해서는 가스 크로마토그래피를 사용하거나 푸리에 변환 적외선 분광 분석장치를 사용하는 방식 그리고 일정 가스 성분에 대해서는 비분산 적외선 분광 분석장치를 사용하는 등 다양한 방식으로 유해 가스의 측정을 수행한다.

[0006] 현장용 장치로는 수소가스보다 다양한 가스 센서가 개발되어 있으며, 수소 가스와 동일한 전기 화학 센서를 사용하기도 하지만 특정 가스에 대해서는 전열 접촉식 또는 반도체식 센서도 사용되고 있다. 그리고 전체 유해 가스를 측정하는 방법으로는 개방형 푸리에 변환 적외선 분광 분석 장치를 사용하고 있으며 액티브 방식(적외선 광원 사용)과 패시브 방식(적외선 광원 미사용)을 채택한다. 액티브 방식과 패시브 방식은 서로 장단점이 갈리지만 두 방식 모두 현재로서는 고가의 장비일 뿐 아니라 무게 역시 무거워 신속하게 이동하면서 유해 가스를 측정하기에는 한계가 존재한다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1901206호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예는 대기 중 누설 수소 가스 및 유해 가스를 검출하기 위해 소형 라이다 광원을 이용하여 단파장광을 방출하고, 방출한 단파장광으로부터 발생하는 후방 산란을 측정하여 수소 가스 및 유해 가스의 정량 분석 결과를 도출해낼 수 있는 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템을 제공하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

- [0009] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 측면에 따르면, 수소 및 유해 가스를 검출하기 위해 형성되는 수소 및 유해 가스 측정용 라이더 시스템이 제공된다. 상기 수소 및 유해 가스 측정용 라이더 시스템은 단색광인 제1광을 특정 거리까지 주사하도록 형성되는 광 출력부; 상기 광 출력부에서 상기 제1광을 발광하면, 상기 특정 거리에서 발생하는 후방 산란광인 제2광을 측정하도록 형성되는 광 검지부; 상기 광 검지부의 측정 결과를 이용하여 상기 수소 및 유해 가스의 농도를 계산하는 가스 농도 계산부; 및 상기 광 출력부 및 상기 광 검지부가 동일한 면에 결합되며, 상기 광 출력부와 상기 광 검지부 사이의 각도가 서로 평행하지 않도록 상기 각도를 조절할 수 있는 몸체부;를 포함하며, 상기 제1광은 상기 측정가스 중 수소 가스를 측정하는 경우 390nm 내지 450nm의 파장을 가지도록 형성되고, 상기 수소 가스를 제외한 상기 유해 가스를 측정하는 경우 상기 제1광은 적외선으로 형성된다.
- [0010] 상기 광 출력부는, 상기 제1광을 발광하도록 형성되며, 상기 특정 거리에 따라 상기 단색광의 출력 세기를 결정하는 발광 모듈; 상기 제1광을 통과시켜 상기 제1광이 상기 특정 거리에 도달할 수 있도록 주사 방향을 제어하는 곡률을 가지는 제1발광렌즈 모듈; 및 일 면에 상기 발광 모듈이 삽입되어 결합되어 상기 제1광이 내부로 발광하도록 하고, 상기 일 면 마주보는 타 면에 상기 제1발광렌즈 모듈이 결합하도록 형성되는 광 출력부 하우징;을 포함하며, 상기 광 출력부 하우징은 상기 발광 모듈과 상기 제1발광렌즈 모듈 사이의 거리를 조절할 수 있도록 상기 일 면과 상기 타 면의 중심을 연결하는 축과 평행한 방향으로 이동 가능하도록 형성되며, 상기 일 면이 고정되어 상기 제1발광렌즈 모듈이 이동하도록 형성될 수 있다.
- [0011] 상기 제1발광렌즈 모듈은 상기 광 출력부 하우징의 외부로 드러나는 면이 평면이고 반대면이 볼록한 볼록-평면 렌즈로 형성될 수 있다.
- [0012] 상기 광 출력부 하우징 내부에 제2발광렌즈 모듈;이 더 구비되며, 상기 제2발광렌즈 모듈은, 상기 발광 모듈과 상기 제1발광렌즈 모듈 사이에 위치하며 상기 제1광의 주사 거리를 증가시키도록 형성될 수 있다.
- [0013] 상기 제1발광렌즈 모듈은, 양 면이 서로 다른 곡률을 가지는 볼록 렌즈로 형성되고, 상기 제2발광렌즈 모듈은, 상기 제1발광렌즈 모듈을 바라보는 면이 평면이고 반대면이 볼록한 볼록-평면 렌즈로 형성되거나 양면이 모두 볼록한 양방향 볼록 렌즈로 형성될 수 있다.
- [0014] 상기 광 검지부는 상기 제1광을 통해 발생한 산란광 중 후방 산란광인 제2광을 획득하도록 형성되는 산란광 획득 모듈; 상기 제2광을 상기 산란광 획득 모듈로 전달하기 위해 상기 산란광 획득 모듈과 마주보는 면이 볼록하고 타 면이 평면인 볼록-평면 렌즈로 형성되는 제1수렴렌즈 모듈; 상기 제1수렴렌즈 모듈을 통과한 상기 제2광을 상기 산란광 획득 모듈로 전달하기 위해 형성되는 제2수렴렌즈 모듈; 및 일 면에 상기 산란광 획득 모듈이 삽입되어 결합되어 상기 제2광을 획득하도록 하고, 상기 일 면과 마주보는 타 면에 상기 제1수렴렌즈 모듈이 결합하며, 상기 산란광 획득 모듈과 상기 제1수렴렌즈 모듈 사이에 상기 제2수렴렌즈 모듈이 구비되며, 상기 제2수렴렌즈 모듈과 상기 산란광 측정 모듈 사이의 거리를 조절할 수 있도록 상기 일 면과 상기 타 면의 중심을 연결하는 축과 평행한 방향으로 이동 가능하도록 형성되며, 상기 일 면이 고정되어 상기 제1 및 제2수렴렌즈 모듈이 이동하도록 형성되는 광 검지부 하우징;을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 산란광 획득 모듈은 양자 효율이 높은 광증배관(PMT) 또는 APD로 형성되고, 상기 제2수렴렌즈 모듈은 상기 제1수렴렌즈 모듈을 바라보는 면이 평면이고 반대면이 볼록한 볼록-평면 렌즈로 형성되거나 양면이 모두 볼록한 양방향 볼록 렌즈로 형성될 수 있다.
- [0016] 상기 몸체부는, 상기 광 출력부가 상기 몸체부와 이루는 각도를 변경하기 위해 구비되는 제1각도변경 모듈; 및 상기 광 검지부가 상기 몸체부와 이루는 각도를 변경하기 위해 구비되는 제2각도변경 모듈;을 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 광 출력부가 제1광 출력부 및 제2광 출력부로 두 개가 구비되며, 상기 수소 가스를 측정하는 경우 상기 제1광 출력부에서 방출하는 제1-1광과 상기 제2광 출력부에서 방출하는 제2-1광은 각각 400nm 및 408nm의 파장일 수 있다.
- [0018] 상기 광 출력부가 제1광 출력부 및 제2광 출력부로 두 개가 구비되고, 상기 광 검지부가 제1광 검지부 및 제2광 검지부로 두 개가 구비되며, 상기 제1광 출력부와 상기 제2광 출력부 사이에 상기 제1광 검지부 및 상기 제2광 검지부가 구비되도록 형성되고, 상기 제1광 출력부 및 상기 제2광 출력부는 적외선을 각각 제1-1광 및 제2-1광으로 방출하도록 형성될 수 있다.
- [0019] 상기 가스 농도 계산부는, 측정 오차를 감소시키기 위해 외부 간섭 정보를 획득하도록 형성되는 외부 간섭 정보 획득 모듈; 상기 광 출력부 및 상기 광 검지부의 각도 및 상기 제1광의 출력 정보를 전달 받아 측정 위치를 확

인하는 측정 위치 확인 모듈; 및 상기 광 검지부를 통해 측정된 값을 기 설정된 알고리즘에 적용하여 가스 농도를 계산하는 가스 농도 계산 모듈;을 포함하며, 상기 외부 간섭 정보는 자외선 광량, 적외선 광량, 온도 및 조도 중 어느 하나일 수 있다.

[0020] 상기 가스 농도 계산 모듈은 상기 유해 가스의 종류에 따라 서로 다른 정량 분석 식을 이용하는 상기 기 설정된 알고리즘을 이용하여 상기 측정 위치에서의 상기 가스 농도를 계산하며, 상기 기 설정된 알고리즘은 상기 광 검지부를 통해 획득한 측정 정보에 선보정을 수행한 후 상기 정량 분석 식에 적용할 수 있다.

[0021] 상기 가스 농도 계산 모듈은, 상기 외부 간섭 정보를 이용하여 주간 또는 야간을 판단한 후 판단 결과에 따라 열원에 따른 영향에 의한 적외선 또는 자외선 방사 보정 정보를 획득하고, 획득한 상기 보정 정보를 이용하여 상기 측정 정보에 상기 선보정을 수행할 수 있다.

[0022] 상기 가스 농도 계산 모듈은, 상기 가스 농도의 계산 결과의 정확도를 높이기 위해 오염 전 위치의 가스 농도인 오염 전 농도를 저장하고, 상기 오염 전 농도와 상기 측정 정보의 차이값을 획득하는 상기 선보정을 수행하여 상기 차이값을 이용해 상기 가스 농도를 계산할 수 있다.

[0023] 상기 가스 농도 계산부는 상기 가스가 유출 또는 발생하는 위치를 자동으로 추적할 수 있는 자동 추적 모듈;을 더 포함하며 상기 자동 추적 모듈은, 상기 측정 위치에서 상기 측정하고자 하는 가스 농도가 측정되는 경우, 해당 위치를 중심 영역으로 기 설정된 NxMxL개의 영역을 설정하고, 설정한 상기 영역 중 상기 해당 위치를 제외한 나머지 영역의 가스 농도를 측정하여 가장 높은 농도를 가지는 영역을 상기 중심 영역으로 설정하는 것을 반복하여 상기 가스가 유출 또는 발생하는 위치를 자동으로 추적할 수 있다.

### 발명의 효과

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템은 광 경로나 날씨 등 외부요인의 영향을 최소화하여 유해 가스 측정 정밀도를 증가시키는 효과가 있다.

[0025] 또, 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템은 경량화가 가능하여 무인 항공기(드론)에 장착할 수 있어 사용자가 직접 들어가기 어려운 험지 또는 위험 장소에서도 수소 및 유해 가스를 측정할 수 있는 효과가 있다.

[0026] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 유해 가스 측정용 라이다 시스템은 가스가 존재하지 않는 영역의 측정 농도를 기준으로 하여 가스가 존재하는 영역의 측정 농도를 계산하도록 하여 측정 정밀도를 증가시키는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템의 블록도이다.

도 2은 본 발명의 일 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템의 형태를 간단히 나타낸 도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에서 사용되는 광 출력부의 예시를 나타낸 도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에서 사용되는 광 검지부의 예시를 나타낸 도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에서 수소 가스에 대한 측정 신호를 획득하기 위한 구성의 예시를 나타낸 도이다.

도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템의 구성의 예시를 나타낸 도이다.

도 7은 도 1의 가스 농도 계산부를 보다 상세히 나타낸 블록도이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 가스 농도 계산 모듈에서 수행하는 기 설정된 알고리즘을 간단히 나타낸 순서도이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자동 추적 모듈의 동작을 간단히 설명한 도이다.

도 10은 본 발명의 단계 S813을 설명하기 위한 모의 실험 결과를 나타낸 그래프 및 수식이다.



**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0028] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 붙였다.
- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템의 블록도이고, 도 2은 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템의 형태를 간단히 나타낸 도이며, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에서 사용되는 광 출력부의 예시를 나타낸 도이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에서 사용되는 광 검지부의 예시를 나타낸 도이며, 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유해 가스 측정용 라이다 시스템에서 수소 가스에 대한 측정 신호를 획득하기 위한 구성의 예시를 나타낸 도이고, 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 유해 가스 측정용 라이다 시스템의 구성의 예시를 나타낸 도이며, 도 7은 도 1의 가스 농도 계산부를 보다 상세히 나타낸 블록도이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 가스 농도 계산 모듈에서 수행하는 기 설정된 알고리즘을 간단히 나타낸 순서도이며, 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 자동 추적 모듈의 동작을 간단히 설명한 도이다.
- [0030] 이하에서는 도 1 내지 도 9를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템에 대해 상세히 설명하도록 한다.
- [0031] 본 발명의 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)은 수소 가스를 라만 라이다로 검출하거나 수소 가스를 제외한 유해 가스를 적외선 측정을 통해 검출하도록 형성된다. 수소 가스를 라만 라이다로 검출하기 위해서는 레이저 산란을 발생시켜야 한다.
- [0032] 이를 위해 본 발명의 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(10)은 광 출력부(10)에서 자외선 파장대역 부근의 짧은 파장을 가지는 단색 광원을 사용할 수 있다. 이때, 사용하는 광원으로는 기존의 레이저가 아닌 측정 현장에 적합하도록 낮은 전력으로도 발광이 가능한 반도체 광원을 사용할 수 있으며, 수소에 상대적인 영향을 발생시키는 바탕 자외선을 측정하기 위해서 수소 측정용 광원 이외의 다른 광원을 추가적으로 사용할 수 있다. 본 발명은 바탕 자외선 측정을 수행한 후 수소 가스의 자외선 측정을 수행하여 기 설정된 알고리즘에 측정 결과를 적용할 수 있도록 구성된다.
- [0033] 또, 본 발명의 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(10)은 가스를 측정하기 위해서 적외선 광을 측정할 수 있도록 형성되며 적외선 광원을 사용하지 않는 패시브 방식 및 적외선 광원을 사용하는 액티브 방식을 혼용하여 사용할 수 있는 구성을 가질 수 있다.
- [0034] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템의 구성을 각각 블록도 및 단면도로 나타내고 있다. 도 1 및 도 2를 참고하면, 본 발명의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)은 광 출력부(10), 광 검지부(20), 몸체부(30) 및 가스 농도 계산부(40)를 포함하도록 형성된다.
- [0035] 광 출력부(10)는 단색광인 제1광을 특정 거리까지 주사하도록 형성된다. 광 출력부(10)는 단파장 또는 장파장의 광을 제1광으로 하여 특정 위치에 제1광이 도착할 수 있도록 제1광을 발광하도록 형성될 수 있다. 보다 상세히 구분하면 제1광은 수소 가스를 측정하고자 하는 경우에는 390nm 내지 450nm의 단파장을 가지는 자외선 계열 광일 수 있으며, 수소 가스를 제외한 다른 유해 가스를 측정하고자 하는 경우에는 적외선 계열 광일 수 있다.
- [0036] 광 출력부(10)는 발광 거리를 조절하기 위해 인가되는 전력을 변화시켜 발광 출력을 변경할 수도 있고, 렌즈 등을 이용하여 거리를 조절할 수도 있다. 이를 위해 광 출력부(10)는 도 3에 도시된 바와 같은 구조를 가질 수 있다. 도 3은 본 발명에서 광 출력부(10)의 두 가지 실시예를 나타낸 도이다. 도 3a는 2개의 렌즈를 사용하는 구조이며 도 3b는 1개의 렌즈를 사용하는 구조이다. 광 출력부(10)는 도 3에 도시된 바와 같이 발광 모듈(110), 발광렌즈(120) 및 광 출력부 하우징(130)으로 형성될 수 있다.
- [0037] 발광 모듈(110)은 제1광을 발광하도록 형성된다. 발광 모듈(110)은 측정하고자 하는 위치에 따라 발광 거리를 조절할 수 있도록 제1광의 출력 세기를 결정하여 출력할 수 있다.
- [0038] 발광렌즈(120)는 제1광을 통과시켜 제1광이 측정하고자 하는 위치에 도달할 수 있도록 주사 방향을 제어하도록 형성된다. 나아가 발광렌즈(120)는 제1광의 출력에 따라 발생할 수 있는 빛퍼짐 효과를 방지하고 빛을 모으도록 형성될 수도 있다.

- [0039] 광 출력부 하우징(130)은 발광 모듈(110)과 발광렌즈(120)를 내포하도록 형성된다. 광 출력부 하우징(130)은 발광 모듈(110)에서 방출되는 제1광을 일 방향으로 전달하기 위해 일 면에 발광 모듈(110)이 삽입 결합되도록 형성될 수 있다. 또, 일 면과 마주보는 타 면에는 제1발광렌즈 모듈(121)이 결합하도록 하여 제1광을 하우징 외부로 방출하도록 구성된다. 이때, 바람직하게는 광 출력부 하우징(130)은 제1광이 제1발광렌즈 모듈(121) 외부로 방출될 때 감소하는 출력을 최소화하기 위해 내부면에 고반사물질로 된 코팅층을 포함할 수도 있다.
- [0040] 광 출력부 하우징(130)은 또, 제1광이 측정하고자 하는 위치에 도달할 수 있도록 길이 조절을 통해 발광 거리를 조절할 수도 있으며, 이를 위해 광 출력부 하우징(130)은 제1광이 방출되는 방향으로 길이의 수축 또는 팽창이 가능하도록 형성될 수도 있다.
- [0041] 한편, 발광렌즈(120)는 도 3a 및 도 3b에 도시되는 바와 같이 제1발광렌즈 모듈(121a) 및 제2발광렌즈 모듈(121b)로 이루어질 수도 있고, 제1발광렌즈 모듈(121b)로만 이루어질 수도 있다.
- [0042] 발광렌즈(120)가 도 3a와 같이 제1발광렌즈 모듈(121a) 및 제2발광렌즈 모듈(121b)로 이루어지는 경우, 제2발광렌즈 모듈(121b)은 광 출력부 하우징(130) 내부 중 발광 모듈(110)과 제1발광렌즈 모듈(121a) 사이에 구비되며, 제1광의 주사거리를 증가시키는 역할을 수행할 수 있다.
- [0043] 이를 위해 제1발광렌즈 모듈(121a)은 양 면이 서로 다른 곡률을 가지는 볼록 렌즈로 형성되며 제2발광렌즈 모듈(122a)은 제1발광렌즈 모듈(121a)을 바라보는 면이 평면이고 반대 면이 볼록한 곡률을 가지는 볼록면인 볼록-평면 렌즈로 형성되거나 양면이 모두 볼록한 양방향 볼록 렌즈로 형성될 수 있다.
- [0044] 또, 발광렌즈(120)가 도 3b와 같이 제1발광렌즈 모듈(121b)로만 이루어지는 경우, 제1발광렌즈 모듈(121b)은 광 출력부 하우징(130)의 외부로 드러나는 면이 평면이고 반대면이 볼록면인 볼록-평면 렌즈로 형성될 수 있다.
- [0045] 다음으로 광 검지부(20)는 광 출력부(10)에서 제1광을 발광하면 특정 거리에서 발생하는 후방 산란광인 제2광을 측정하도록 형성된다. 광 출력부(10)에서 출력된 제1광은 측정하고자 하는 위치에서 측정 대상 가스(수소 가스 또는 유해 가스)와 충돌하여 산란하게 된다. 이때, 광 검지부(20)는 산란광 중 광 검지부(20)로 향하는 후방 산란광을 제2광으로 하여 검지하도록 형성될 수 있다. 이를 위해 광 검지부(20)는 도 4에 도시된 바와 같이 산란광 획득 모듈(210), 수렴렌즈(220) 및 광 검지부 하우징(230)을 포함하여 형성될 수 있다. 도 4는 본 발명에서의 광 검지부(20)의 두 가지 실시예를 나타낸 도이다.
- [0046] 산란광 획득 모듈(210)은 제1광을 통해 발생한 산란광 중 후방 산란광인 제2광을 획득하기 위해 형성된다. 여기서 산란광 획득 모듈(210)은 측정의 정확도를 증가시키기 위해 양자 효율이 높은 광증배관(PMT) 또는 APD로 형성될 수 있다.
- [0047] 수렴렌즈(220)는 산란광 획득 모듈(210)로 산란광을 수렴시키기 위해 구비된다. 수렴렌즈(220)는 도 4a 및 도 4b와 같이 제1수렴렌즈 모듈(221) 및 제2수렴렌즈 모듈(222)로 이루어질 수 있다.
- [0048] 제1수렴렌즈 모듈(221)은 제2광을 후술되는 광 검지부 하우징(230) 내부로 수렴시키기 위해 형성되며, 이를 위해 산란광 획득 모듈(210)과 마주보는 면이 볼록면이고 타 면이 평면인 볼록-평면 렌즈로 형성될 수 있다.
- [0049] 제2수렴렌즈 모듈(222)은 제1수렴렌즈 모듈(221)을 통과한 제2광을 산란광 획득 모듈(210)로 전달하기 위해 형성된다. 이를 위해 제2수렴렌즈 모듈(222)은 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이 두 가지 형태로 형성될 수 있다. 제2수렴렌즈 모듈(222)은 도 4a와 같이 양 면이 모두 볼록한 양방향 볼록 렌즈로 형성될 수도 있고, 도 4b와 같이 제1수렴렌즈 모듈(221)을 바라보는 면이 평면이고 반대면이 볼록면인 볼록-평면 렌즈로 형성될 수도 있다.
- [0050] 광 검지부 하우징(230)은 내부에 산란광 획득 모듈(210) 및 수렴렌즈(220)를 내포하도록 형성된다. 광 검지부 하우징(230)은 측정하고자 하는 위치에서 생성된 후방 산란광인 제2광을 산란광 획득 모듈(210)로 전달하기 위해 일 면에 산란광 획득 모듈(210)이 삽입 결합되도록 형성될 수 있다. 또, 일 면과 마주보는 타 면에는 제1수렴렌즈 모듈(221)이 결합하도록 하여 제2광이 하우징 내부로 수렴하도록 구성된다. 이때, 바람직하게는 광 검지부 하우징(230)은 제2광이 산란광 획득 모듈(210)로 전달될 때 감소하는 크기를 최소화하기 위해 내부면에 고반사물질로 된 코팅층을 포함할 수도 있다.
- [0051] 광 검지부 하우징(230)은 또, 제2광이 산란광 획득 모듈(210)에 집중되도록 하기 위해 길이 조절을 통해 제2수렴렌즈 모듈(222)의 초점과 산란광 획득 모듈(210)을 일치시키도록 할 수 있으며, 이를 위해 광 검지부 하우징(230)은 제2광이 수렴되는 방향으로 길이의 수축 또는 팽창이 가능하도록 형성될 수도 있다.

- [0052] 다음으로 몸체부(30)는 광 출력부(10) 및 광 검지부(20)가 동일한 면에 결합되며, 광 출력부(10)와 광 검지부(20) 사이의 각도가 서로 평행하지 않도록 각도를 조절 가능하게 형성된다. 이를 위해 몸체부(30)에는 도 2에 도시된 바와 같이 제1각도변경 모듈(31a) 및 제2각도변경 모듈(31b)이 포함될 수 있다.
- [0053] 제1각도변경 모듈(31a) 및 제2각도변경 모듈(31b)은 각각 광 출력부(10) 및 광 검지부(20)가 몸체부(30)와 이루는 각도를 변경하기 위해 구비된다. 제1각도변경 모듈(31a) 및 제2각도변경 모듈(31b)은 각각 2개의 자유도를 가지고 광 출력부(10)와 광 검지부(20)에 대해 상하 좌우로 각도를 변경하도록 형성될 수 있다.
- [0054] 한편, 도 2는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)의 형태이며, 본 발명은 다른 실시예에서 도 5와 같이 2개의 광 출력부(10)와 1개의 광 검지부(20)를 가지도록 형성될 수도 있다. 도 5를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예는 제1광 출력부(10a) 및 제2광 출력부(10b)가 구비되며, 하나의 광 검지부(20)가 구비된다. 제1광 출력부(10a)와 제2광 출력부(10b)는 서로 다른 각도로 몸체부(30)와 결합하도록 형성되어 제1광 출력부(10a)에서 출력되는 제1-1광과 제2광 출력부(10b)에서 출력되는 제2-1광은 도 5의 A 영역에서 서로 교차할 수 있다.
- [0055] 본 발명의 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)이 수소 가스를 측정하는 경우에는 제1-1광과 제2-1광은 서로 다른 파장을 가지도록 형성될 수 있다. 바람직하게는 제1-1광은 400nm의 파장을 가지는 광일 수 있으며, 제2-1광은 408nm의 파장을 가지는 광일 수 있다. 여기서 제1-1광과 제2-1광은 서로 파장대역이 바뀔 수도 있다. 408nm의 파장을 가지는 제2-1광은 대기 중에 존재하는 수소의 신호를 획득하기 위해 방출되며, 400nm의 파장을 가지는 제1-1광은 대기 중의 수분에 의해 발생하는 간섭 현상을 보정하기 위해 방출된다.
- [0056] 광 검지부(20)는 A 영역에서 발생하는 후방 산란광을 획득하도록 형성된다. 광 검지부(20)는 A 영역에서 제1-1광에 의해 발생하는 후방 산란광인 제1-2광과 제2-1광에 의해 발생하는 후방 산란광인 제2-2광을 획득하도록 몸체부(30)와 일정 각도를 이룰 수 있다.
- [0057] 한편, 도 6에는 본 발명의 또다른 실시예의 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)이 도시되고 있다. 도 6을 참고하면, 본 발명의 또다른 실시예의 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)은 2개의 광 출력부(10)와 2개의 광 검지부(20)가 구비된다.
- [0058] 2개의 광 검지부(20a, 20b)는 제1광 출력부(10a)와 제2광 출력부(10b) 사이에 구비된다. 2개의 광 검지부(20a, 20b)는 제1광 출력부(10a) 및 제2광 출력부(10b)에서 출력된 제1-1광 및 제2-1광으로 인해 B 영역에서 발생하는 후방 산란광인 제2광을 획득할 수 있다. 또, 도 6의 실시예는 무인 비행체(드론)과 결합할 수 있도록 구성되어, 사용자가 직접 접근하기 힘든 지역의 가스 측정도 수행할 수 있다. 나아가 제1광 출력부(10a) 및 제2광 출력부(10b)는 적외선 광을 각각 제1-1광 및 제2-1광으로 출력할 수 있다.
- [0059] 마지막으로 가스 농도 계산부(40)는 광 검지부(20)에서 측정된 측정 결과를 이용하여 수소 및 유해 가스의 농도를 계산하기 위해 형성될 수 있다. 가스 농도 계산부(40)는 일 예로 몸체부(30)에 포함될 수도 있지만, 설정에 따라 광 검지부(20)로부터 유선 또는 무선으로 측정 결과를 전달 받아 외부에서 수소 및 유해 가스의 농도를 계산할 수도 있다. 이를 위해 가스 농도 계산부(40)는 도 7에 도시된 바와 같이 외부 간섭 정보 획득 모듈(410), 측정 위치 확인 모듈(420) 및 가스 농도 계산 모듈(430)을 포함할 수 있다.
- [0060] 외부 간섭 정보 획득 모듈(410)은 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)의 외부 정보를 획득하기 위해 형성된다. 외부 간섭 정보 획득 모듈(410)은 측정 오차를 감소시키기 위해 외부 간섭 정보를 획득하며, 여기서 외부 간섭 정보는 자외선 광량, 적외선 광량, 온도 및 조도 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0061] 측정 위치 확인 모듈(420)은 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)이 측정하고 있는 위치를 획득하기 위해 형성된다. 측정 위치 확인 모듈(420)은 광 출력부(10)와 광 검지부(20)가 이루는 각도 및 제1광의 출력 정보를 전달 받아 측정 위치를 확인할 수 있다. 이때, 측정 위치 확인 모듈(420)에서 확인된 측정 위치는 본 발명에 더 포함될 수 있는 DB에 3차원 위치로 저장되어, 어떤 위치에서 측정값이 획득되었는지 사용자가 확인하도록 할 수도 있다.
- [0062] 가스 농도 계산 모듈(430)은 광 검지부(20)를 통해 측정된 값을 기 설정된 알고리즘에 적용하여 가스 농도를 계산하기 위해 구비된다. 가스 농도 계산 모듈(430)은 측정하고자 하는 대상 유해 가스의 종류에 따라 서로 다른 정량 분석 식을 이용하는 기 설정된 알고리즘을 이용한다. 이때, 가스 농도 계산 모듈(430)은 외부 간섭 정보 획득 모듈(410)에서 획득한 외부 간섭 정보 중 정량 분석 식에 영향을 미치는 외부 간섭 정보를 선택하여 광 검지부(20)를 통해 측정된 값에 선보정을 수행할 수도 있다.

- [0063] 가스 농도 계산 모듈(430)은 본 발명의 일 실시예에서 도 8에 도시된 바와 같은 알고리즘을 이용하여 가스 농도를 계산할 수도 있다. 도 8a를 참고하면, 가스 농도 계산 모듈(430)은 외부 간섭 정보를 이용하여 선보정을 수행하고(단계 S810), 선보정 결과를 이용하여 측정 가스 별 가스 농도를 계산한다(단계 S820).
- [0064] 가스 농도 계산 모듈(430)은 단계 S810을 수행하기 위해 도 8b에 나타나고 있는 바와 같이 보다 상세한 단계를 거쳐 선보정을 수행할 수 있다. 가스 농도 계산 모듈(430)은 단계 S810을 수행하기 위해 외부 간섭 정보를 전달 받는 단계(S811), 측정 대상 가스 정보를 획득하는 단계(S812), 측정 대상 가스 정보에 대응하는 광 보정을 선보정으로 수행하는 단계(S813) 및 차등 분석을 선보정으로 수행하는 단계(S814)를 포함한다.
- [0065] 가스 농도 계산 모듈(430)은 먼저, 외부 간섭 정보 획득 모듈(410)로부터 외부 간섭 정보를 획득한다(단계 S811). 여기서 외부 간섭 정보는 상술한 바와 같이 자외선 광량, 적외선 광량, 온도 및 조도 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0066] 다음으로 가스 농도 계산 모듈(430)은 측정 대상 가스 정보를 획득한다(단계 S812). 가스 농도 계산 모듈(430)은 측정 대상 가스 정보를 획득하기 위해 광 출력부(10)에서 출력되는 제1광의 종류를 전달받을 수도 있으며, 광 검지부(20)에서 검지되는 정보를 이용하여 제1광의 종류를 전달받아 측정 대상 가스 정보를 판단할 수도 있고, 외부에서 사용자가 입력한 가스 정보를 측정 대상 가스 정보로 획득할 수도 있다.
- [0067] 다음으로 가스 농도 계산 모듈(430)은 측정 대상 가스 정보에 대응하는 광 보정을 선보정으로 수행한다(단계 S813). 상술한 바와 같이 측정 대상 가스가 수소 가스인 경우 광 출력부(10)에서는 자외선을 이용하며, 그 외의 유해 가스인 경우 적외선을 이용한다. 단계 S812에서 측정 대상 가스 정보를 획득하면, 제1광이 적외선인지 자외선인지 판단할 수 있으며, 이를 통해 가스 농도 계산 모듈(430)은 단계 S813에서 사용하는 광에 대한 보정을 선보정으로 수행할 수 있다.
- [0068] 단계 S813에서 수행되는 선보정은 가스 종류에 따라 달라진다.
- [0069] 일 예로 본 발명의 실시예는 수소 가스를 측정하는 경우 자외선 광을 이용하도록 구성된다. 주간인 경우 태양광에서 전달되는 자외선 광이 광 검지부로 직접 주사되는 경우가 종종 발생하며 야간의 경우에는 태양광이 없기 때문에 이러한 경우가 거의 발생되지 않는다. 따라서 가스 농도 계산 모듈(430)은 외부의 자외선 광으로 인해 발생하는 오차를 보정하기 위해 외부 간섭 정보 중 하나인 자외선 광량을 획득하고, 획득한 자외선 광량이 기 설정된 양을 초과하는 경우 해당 외부 간섭 정보를 광 검지부(20)의 측정 값에 반영하는 선보정을 수행할 수 있다.
- [0070] 또 본 발명의 실시예에서는 수소 가스가 아닌 다른 유해 가스를 측정하는 경우 적외선 광을 이용하도록 구성된다. 적외선 광을 이용하여 유해 가스를 측정하는 경우 역시 주간에는 태양광에 포함된 적외선 광량에 의해 오차가 발생할 수 있는 가능성이 존재하기 때문에 가스 농도 계산 모듈(430)은 적외선 광량 측정 센서 또는 조도 센서를 이용하여 획득한 외부 간섭 정보인 적외선 광량 또는 조도를 이용하여 주간인지 야간인지 판단하도록 한다. 나아가, 가스 농도 계산 모듈(430)은 주변 열원에서 발생하는 적외선 방사 효율로 인해 발생할 수 있는 간섭 현상을 최소화하기 위해 온도 센서를 이용하여 획득한 외부 간섭 정보를 통해 주변에 열원이 존재하는지 판단하고, 열원에 따른 영향을 더 보정할 수도 있다.
- [0071] 마지막으로 가스 농도 계산 모듈(430)은 단계 S814에 나타난 바와 같이 차등 분석을 선보정으로 수행할 수도 있다. 본 발명에서 차등 분석은 유해 가스 측정 정확도를 증가시키기 위한 분석 방법으로, 오염원을 측정하기 전 상태에서 측정된 기준값을 저장한 후, 오염지역의 측정을 수행한 오염값을 획득하여 둘 사이의 차등 계산을 수행하는 방식이다. 이러한 단계 S814를 통해 가스 농도 계산 모듈(430)은 보다 정확한 가스 농도를 계산할 수 있다.
- [0072] 상술한 단계 S811 내지 S814는 사용자의 설정에 따라 복수로 사용될 수도 있으며, 단계 중 하나만 사용될 수도 있다.
- [0073] 상술한 단계 S813과 같이 외부 정보를 이용하여 선보정을 하는 예시가 아래에 설명된다.
- [0074] 도 10에는 본 발명의 단계 S813을 설명하기 위한 모의 실험 결과가 나타나고 있다. 도 10의 그래프 중 첫번째 파장 그룹은 산소의 파장대별 후방 산란 계수 측정값이며, 두번째 파장 그룹은 질소의 파장대별 후방 산란 계수 측정값이다. 또, 세번째 파장 그룹은 물의 파장대별 후방 산란 계수 측정값이며, 붉은색 실선은 수소 가스의 파장대별 후방 산란 계수 측정값이다.
- [0075] 도 10의 오른쪽에 표현된 식 중 위쪽 식은 야간 수소 정량 분석식이며, 아래쪽 식은 주간 수소 정량

분석식이며, 이는 아래의 수학적 식 1로 다시 정리하도록 한다.

**수학적 식 1**

$$Y(H_2)_N = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + b \quad (1)$$

$$Y(H_2)_D = a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_4X_4 + b + e \quad (2)$$

(여기서,  $Y(H_2)_N$  : 야간 수소 정량 분석식,  $Y(H_2)_D$  : 주간 수소 정량 분석 식,  $a_1$  : 제1기울기,  $a_2$  : 제2기울기,  $a_3$  : 제3기울기,  $a_4$  : 제4기울기,  $X_1$  : 질소 측정값,  $X_2$  : 수소 측정값,  $X_3$  : 수분 측정값,  $X_4$  : 산소 측정값,  $b$  : 절편값,  $e$ : 주간 조도 보정값)

상술한 수학적 식 1에서 (1) 식은 야간 수소 정량 분석식이며, (2) 식은 주간 수소 정량 분석식이다. 실제 환경에서는 태양광의 유무에 따라 적외선과 가시광선이 주사되는 정도의 차이가 발생한다. 따라서, 본 발명의 단계 S813에서는 (2) 식인 주간 수소 정량 분석식에 주간 조도 보정값(e)을 추가함으로써 상술한 적외선과 가시광선이 주사되는 정도의 차이를 보정하도록 할 수 있다.

한편, 수소 정량 분석식은 실제 측정된 산소 측정값, 질소 측정값, 수분 측정값 및 수소 측정값을 이용하여 실제 수소 농도의 정량 분석을 수행할 수 있다. 이는, 대기를 구성하는 대부분의 가스가 질소(78%) 및 산소(21%)로 구성되기 때문이다. 또한, 대기 구성 물질은 큰 차이를 보이지 않지만, 주간 또는 야간과 같이 실제 환경에서는 여름과 겨울의 대기 중 수분량(습도)의 차이가 크게 나타난다. 이러한 수분량(습도)의 차이는 여름과 겨울 사이의 측정 오차를 발생시킬 수 있기 때문에 주요한 보정 요인으로 작용할 수 있다.

정리하면, 본 발명의 단계 S813에서는 수소 정량 분석을 위해 산소 측정값, 질소 측정값, 수분 측정값 및 수소 측정값을 이용하며, 특히 대기 중 주요 성분인 질소와 산소의 보정을 위해 다변량 분석 방법 중 다중 회귀 곡선을 사용하도록 형성된다. 또, 수분 측정값 역시 보정을 위해 다변량 분석을 사용하도록 형성된다. 또, 다중 회귀 곡선에서는 특정 실수값을 절편값 b로 결정할 수 있으며, 제1기울기 내지 제4기울기는 0과 100 사이의 실수값으로 결정할 수 있다. 마지막으로, 주간과 야간의 태양광 유무에 의한 오차를 보정하기 위해 주간 수소 정량 분석식 (2)에는 주간 조도 보정값(e)를 더 사용함으로써 식 (1) 및 식 (2)로 각각 표현되는 야간 수소 정량 분석식 및 주간 수소 정량 분석식을 획득할 수 있다.또, 본 발명의 일 실시예에 따른 가스 농도 계산 모듈(430)은 오염원을 측정하기 전 상태에서 기준값을 측정하고, 이후 오염원의 측정을 수행하여 오염값을 획득하고 차등 계산을 수행하는 단계 S814를 수행할 수도 있다.

본 발명의 일 실시예에 따른 단계 S814에서, 기준값 및 오염값은 각 과장 대역의 디지털 신호값으로 측정된다.

여기서 기준값과 오염값은 모두 3.3 μm, 3.2 μm, 3.5 μm, 3.4 μm, 8.3 μm, 2.63 μm, 6.7 μm, 5.71 μm, 8 μm, 및 7.14 μm 과장 대역의 디지털 신호값을 측정하여 획득될 수 있다.

측정된 기준값과 오염값은 차등 분석 계산을 위해 아래 수학적 식 2로 표현되는 식에 적용될 수 있다.

**수학적 식 2**

$$\text{Calculation signal} = |\text{기준값} - \text{오염값}|$$

상술한 단계 S814에 대한 모의 실험 결과가 하기 표 1 내지 표 3으로 표시되고 있다.

**표 1**

	Ethyl methyl ketone	Acrylonitrile	Ammonia
3.3 μm	-3.485	-6.254	-0.267
3.2 μm	0.141	4.163	2.156
3.5 μm	0.576	7.321	-5.657
3.4 μm	0.204	-6.653	-4.77E-02
8.3 μm	0.553	3.632	0.613

2.63 μm	-1.484	4.447	-0.523
6.7 μm	0	2.294	0.878
5.71 μm	0	-1.762	1.115
8 μm	-0.727	1.244	-1.466
7.14 μm	-1.484	4.447	-0.523

표 2

[0088]

	H <sub>2</sub> S	HF	HNO <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>
3.3 μm	0.007	-0.005	0.022	-0.051
3.2 μm	0.007	-0.019	0.018	-0.013
3.5 μm	0.008	0.048	0.021	-0.004
3.4 μm	0.007	0.013	0.012	-0.017
8.3 μm	0.000	-0.003	0.004	-0.023
2.63 μm	0.000	0.000	-0.004	-0.002
6.7 μm	0.000	-0.019	-0.001	-0.017
5.71 μm	0.000	0.010	-0.001	-0.009
8 μm	0.000	0.005	0.000	-0.010
7.14 μm	0.000	0.000	-0.004	-0.002

표 3

[0089]

	Benzene	Toluene	Cl <sub>2</sub>
3.3 μm	0.309	-0.565	-0.025
3.2 μm	-0.309	-2.87E-02	-0.003
3.5 μm	1.461	-1.49E-02	-0.018
3.4 μm	-0.958	0.333	-0.014
8.3 μm	4.312	0.374	-0.006
2.63 μm	6.073	1.90E-02	-0.001
6.7 μm	1.457	-5.11E-02	0.009
5.71 μm	4.017	-0.138	-0.010
8 μm	2.749	-0.146	-0.022
7.14 μm	6.073	1.90E-02	0.000

[0090]

상술한 표 1 내지 표 3을 이용하면, 각 유해 가스는 하나의 선택된 파장 대역을 사용하지 않고 전체 파장 대역을 사용하여 측정되는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 각 유해 가스에 대한 전체적인 정량 분석 식은 아래 수학적 식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 4

$$Y(\text{gas})_N = \sum_{i=1}^n a_i X_i + b \quad (3)$$

[0091]

$$Y(\text{gas})_D = \sum_{i=1}^n a_i X_i + b + e \quad (4)$$

[0092]

[0093]

각 유해 가스에 대한 정량 분석식은 총 10개의 파장 대역에 대한 각각의 측정값에 기울기 값을 곱한 값일 수 있으며, 여기서 기울기 값으로는 표 1 내지 표 3의 값이 사용될 수 있다. 또, 주간 정량 분석의 경우에는 주간 분석값 e가 더 포함될 수도 있다.

[0094]

한편, 가스 농도 계산 모듈(430)은 가스 농도를 계산하기 위해서 측정값 또는 선보정 단계를 수행하는 과정에서

로그 계산법을 이용할 수도 있다. 로그 계산법을 이용하면 각각의 값에 대한 민감도가 증가하며 이를 통해 보다 민감도 높은 결과값을 출력할 수 있다.

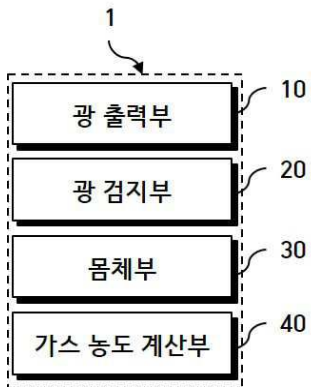
- [0095] 한편, 가스 농도 계산부(40)는 자동 추적 모듈(440)을 더 포함할 수 있다. 자동 추적 모듈(440)은 유해 가스가 유출 또는 발생하는 위치를 자동으로 추적할 수 있도록 형성된다. 자동 추적 모듈(440)은 본 발명의 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)이 가스 유출 또는 발생 위치를 추적하고자 하는 경우 다음과 같이 동작하여 유출 또는 발생 위치를 확인하도록 할 수 있다.
- [0096] 자동 추적 모듈(440)은 측정하고자 하는 위치에서의 가스 농도가 계산되어 가스가 검출되는 경우, 도 9에 도시되는 바와 같이 해당 위치를 중심 영역으로 하는 NxMxL 크기의 3차원의 영역을 설정한다. 설정된 3차원의 영역은 총 NxMxL개의 단위 영역으로 설정된다.
- [0097] 자동 추적 모듈(440)은 각각의 영역에 대한 수소 및 유해 가스 측정을 수행한다. 수소 및 유해 가스 측정이 종료되면 자동 추적 모듈(440)은 총 NxMxL개의 측정 결과를 획득하게 된다. 자동 추적 모듈(440)은 각각의 측정 결과 중 가장 큰 값을 가지는 영역을 추출한다. 자동 추적 모듈(440)은 추출된 영역을 중심 영역으로 하는 새로운 NxMxL개의 단위 영역을 설정하고, 각각의 영역에 대한 측정 결과를 획득하는 과정을 반복 수행할 수 있다. 이를 통해 자동 추적 모듈(440)은 본 발명의 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템(1)이 가스가 유출 또는 발생하는 위치를 자동으로 추적해 나가도록 할 수 있다.
- [0098] 한편, 자동 추적 모듈(440)은 중심 영역에서의 측정 결과가 가장 높은 경우, 해당 중심 영역을 가스가 유출 또는 발생한 위치로 결정하도록 할 수 있다. 나아가, 자동 추적 모듈(440)은 최초 측정 위치, 이동 방향 및 이동 거리를 포함하는 추적 정보를 누적하여 저장하거나 상술된 측정 위치 확인 모듈(420)로 전달하여 측정 위치 확인 모듈(420)에 추적 정보가 저장되도록 할 수 있다.
- [0099] 이상에서 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

**부호의 설명**

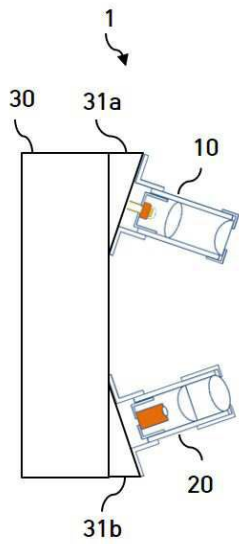
- [0100] 1: 수소 및 유해 가스 측정용 라이다 시스템
- 10: 광 출력부    20: 광 검지부
- 30: 몸체부    31: 각도변경 모듈
- 40: 가스 농도 계산부    110: 발광 모듈
- 120: 발광렌즈    121: 제1발광렌즈 모듈
- 122: 제2발광렌즈 모듈    130: 광 출력부 하우징
- 210: 산란광 획득 모듈    220: 수렴렌즈
- 221: 제1수렴렌즈 모듈    222: 제2수렴렌즈 모듈
- 230: 광 검지부 하우징    410: 외부 간섭 정보 획득 모듈
- 420: 측정 위치 확인 모듈    430: 가스 농도 계산 모듈
- 440: 자동 추적 모듈

도면

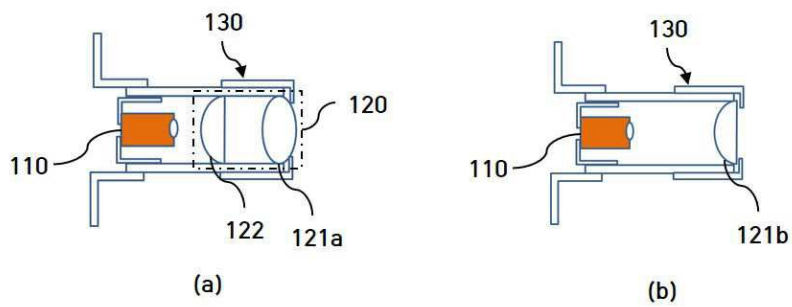
도면1



도면2

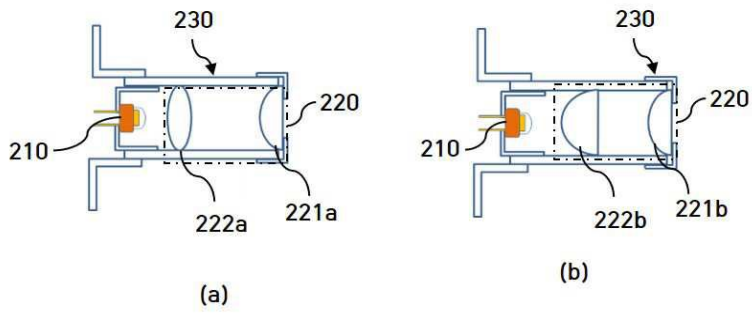


도면3

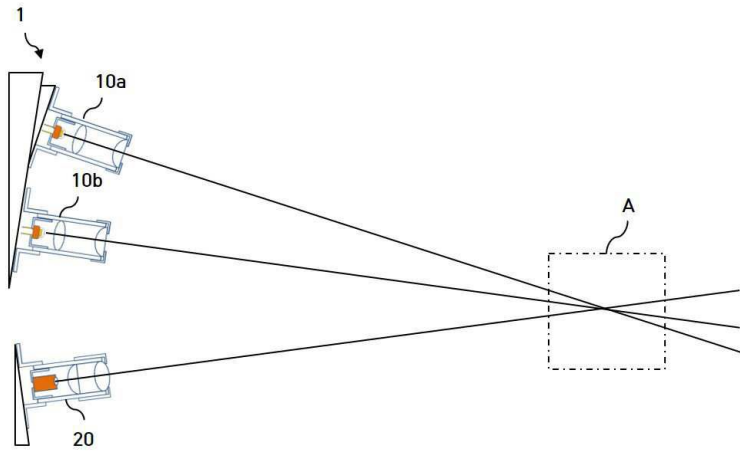




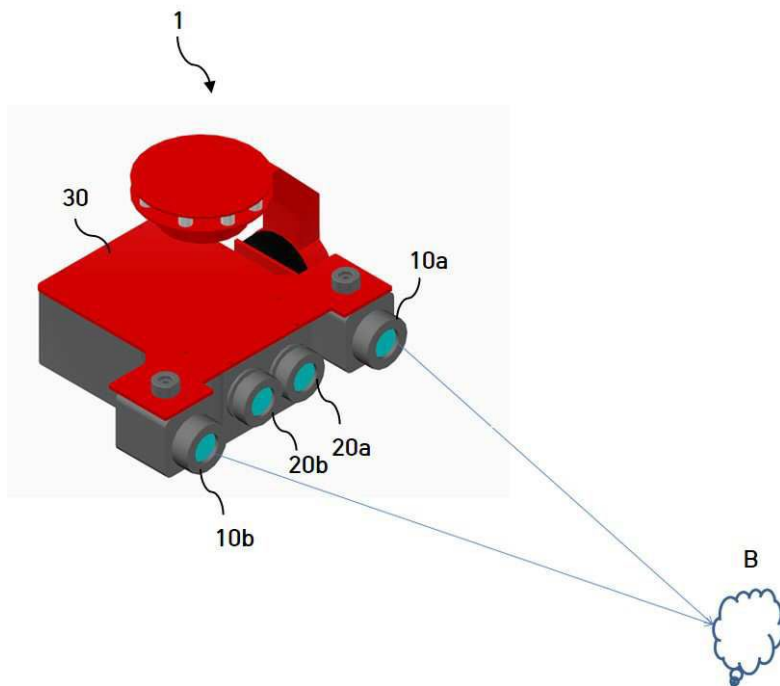
도면4



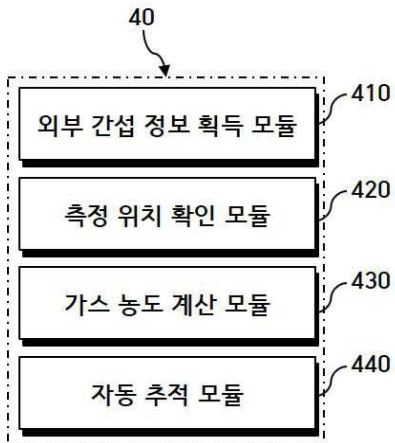
도면5



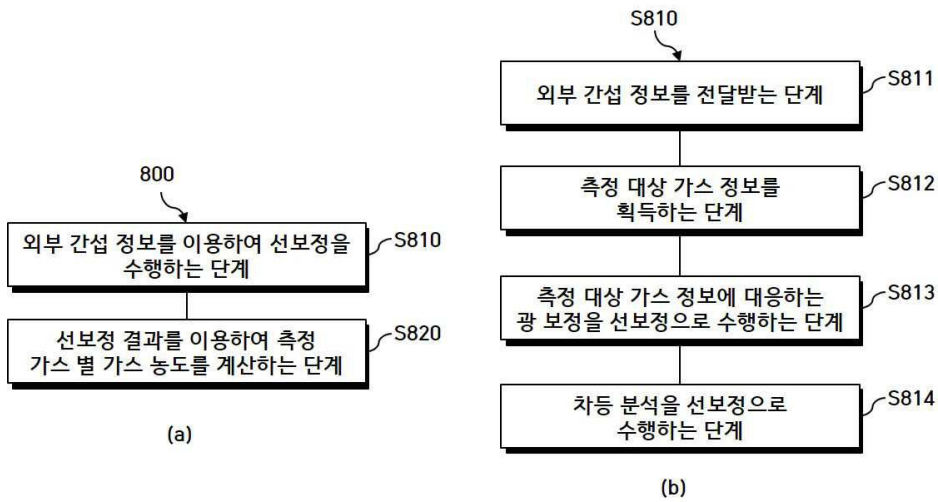
도면6



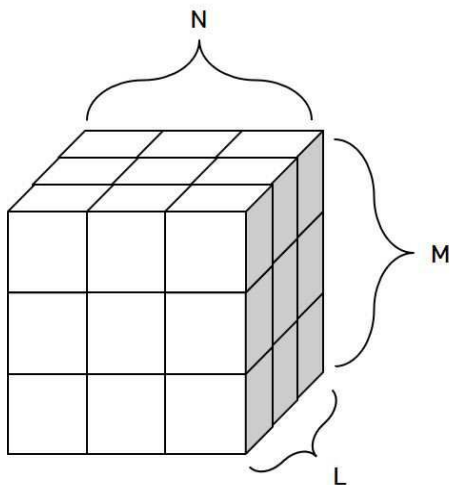
도면7



도면8



도면9



도면10

