



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년12월21일
(11) 등록번호 10-2192865
(24) 등록일자 2020년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/00 (2006.01) G01N 21/3504 (2014.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/0059 (2013.01)
G01N 21/3504 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0001761
(22) 출원일자 2019년01월07일
심사청구일자 2019년01월07일
(65) 공개번호 10-2020-0085972
(43) 공개일자 2020년07월16일
(56) 선행기술조사문헌
JP05052742 A*
KR101788142 B1*
KR1020110118816 A*
US20050017206 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한국교통대학교산학협력단
충청북도 충주시 대소원면 대학로 50
(72) 발명자
이승환
충청북도 충주시 창현로 1336 103동 602호 (용관동, 씬터리버타운아파트)
여형기
경기도 부천시 소사구 소사로 78번길 81, 삼성아파트 110동 1304호
(74) 대리인
특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 10 항

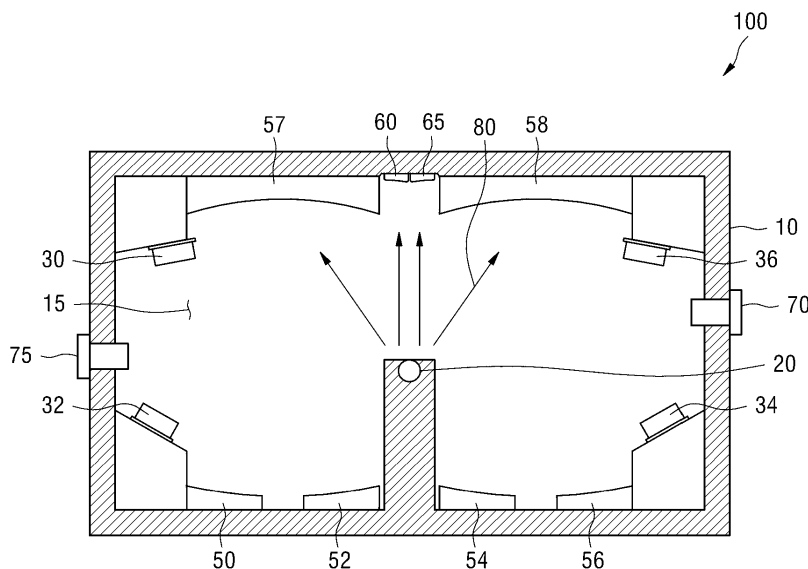
심사관 : 윤태섭

(54) 발명의 명칭 초기 암진단용 광학 센서 및 이를 포함하는 센서장치

(57) 요약

본 발명은 광학 센서에 관한 것으로, 보다 상세하게는 초기 암진단용 광학 센서장치에 관한 것이다. 이를 위해, 내부에 공동(15)이 형성되고, 가스가 유입되는 유입구(70) 및 가스를 배출하는 배출구(75)가 형성된 케이스(10); 공동(15)상에 구비되는 광원(20); 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 1 방향으로 반사하는 제 1 반사경(60); 제 1 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



반사경(60)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 7 반사경(57); 제 7 반사경(57)과 대면하도록 구비되는 제 3 반사경(50)과 제 4 반사경(52); 제 7 반사경(57)과 제 3, 4 반사경(50,52)중 일측에 구비되는 제 1 적외선센서(30); 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 타측에 구비되는 제 2 적외선센서(32); 제 2 반사경(65)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 8 반사경(58); 제 8 반사경(58)과 대면하도록 구비되는 제 5 반사경(54)과 제 6 반사경(56); 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 일측에 구비되는 제 3 적외선센서(34); 및 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 타측에 구비되는 제 4 적외선센서(36);가 제공된다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018047542
부처명	교육부/한국연구재단
과제관리(전문)기관명	산학연구기획부
연구사업명	지역대학우수과학자지원사업
연구과제명	대장암 환자 생체표지자에 기초한 조기암 진단용 광학식 센서
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국교통대학교
연구기간	2018.06.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 공동(15)이 형성되고, 가스가 유입되는 유입구(70) 및 상기 가스를 배출하는 배출구(75)가 형성된 케이스(10);

상기 공동(15)상에 구비되는 광원(20);

상기 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 1 방향으로 반사하는 제 1 반사경(60);

상기 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 2 방향으로 반사하는 제 2 반사경(65);

상기 제 1 반사경(60)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 7 반사경(57);

상기 제 7 반사경(57)과 대면하도록 구비되는 제 3 반사경(50)과 제 4 반사경(52);

상기 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 일측에 구비되는 제 1 적외선센서(30);

상기 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 타측에 구비되는 제 2 적외선센서(32);

상기 제 2 반사경(65)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 8 반사경(58);

상기 제 8 반사경(58)과 대면하도록 구비되는 제 5 반사경(54)과 제 6 반사경(56);

상기 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 일측에 구비되는 제 3 적외선센서(34); 및

상기 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 타측에 구비되는 제 4 적외선센서(36);를 포함하고,

상기 가스는 호흡 또는 가검물의 발효가스이고,

상기 가검물은 소변, 대변, 혈액, 땀, 침, 호르몬중 하나이며,

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30, 32, 34, 36)중 적어도 두개는 상기 발효가스내에 포함된 휘발성 유기 화합물의 농도를 감지할 수 있는 FPI필터(120)를 더 내장하는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 광원(20)은 상기 공동(15)의 중앙 영역에 구비되는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 적외선센서(30)와 상기 제 2 적외선센서(32)중 어느 하나는 기준센서이고, 다른 하나는 상기 FPI필터(120)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 적외선센서(34)와 상기 제 4 적외선센서(36)중 적어도 하나는 상기 FPI 필터(120)를 구비한 센서인 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 케이스(10)는 직사각 형상이고,

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30, 32, 34, 36)는 상기 직사각 형상의 각 모서리 영역에 구비되는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

내부에 공동(15)이 형성되고, 가스가 유입되는 유입구(70) 및 상기 가스를 배출하는 배출구(75)가 형성된 케이스(10); 상기 공동(15)상에 구비되는 광원(20); 상기 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 1 방향으로 반사하는 제 1 반사경(60); 상기 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 2 방향으로 반사하는 제 2 반사경(65); 상기 제 1 반사경(60)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 7 반사경(57); 상기 제 7 반사경(57)과 대면하도록 구비되는 제 3 반사경(50)과 제 4 반사경(52); 상기 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 일측에 구비되는 제 1 적외선센서(30); 상기 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 타측에 구비되는 제 2 적외선센서(32); 상기 제 2 반사경(65)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 8 반사경(58); 상기 제 8 반사경(58)과 대면하도록 구비되는 제 5 반사경(54)과 제 6 반사경(56); 상기 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 일측에 구비되는 제 3 적외선센서(34); 및 상기 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 타측에 구비되는 제 4 적외선센서(36);를 포함하는 광학 센서(100);

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)들중 어느 하나는 기준센서이고, 나머지 센서에 더 포함된 FPI필터(120);

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호에 기초하여 상기 FPI필터(120)의 중심파장을 제어하는 중심파장제어부(180); 및

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호에 기초하여 생체표지자를 인식하는 제어부(200);를 포함하고,

상기 가스는 호흡 또는 가검물의 발효가스이고,

상기 가검물은 소변, 대변, 혈액, 땀, 침, 호르몬중 하나이며,

상기 FPI필터(120)는 상기 발효가스내에 포함된 휘발성 유기 화합물의 농도를 감지할 수 있는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 중심파장제어부(180)는 상기 FPI필터(120)에 인가되는 전압을 제어하여 상기 중심파장을 제어하는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 생체표지자의 적외선 흡수 파장은, 3.1 ~ 4.4 μm 대역, 5.5 ~ 8.0 μm 대역, 8.0 ~ 10.5 μm 대역중 적어도 하나인 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 유입구(70)측에 설치되어 상기 가스의 유입을 제어하는 제 1 밸브(250);

상기 배출구(75)측에 설치되어 상기 가스의 배출을 제어하는 제 2 밸브(260); 및

상기 가스를 상기 공동(15)으로 유입시키기 위한 펌프(270);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제어부(200)가 상기 제 1, 2 밸브(250, 260) 및 상기 펌프(270)의 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광학 센서에 관한 것으로, 보다 상세하게는 조기 암진단용 광학 센서 및 이를 포함하는 센서장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 연구결과에 의하면, 호흡을 통해 약 874종, 소변에서 279종, 대변에서 381종의 휘발성 유기 화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)이 검출된다고 한다. 그리고, 호흡기를 통한 VOCs중 약 15.7%가 소변과 동일한 VOCs 성분을 나타낸다고 알려져 있다. 담즙산 설사(Bile Acid Diarrhoea, BAD) 환자의 경우 2-플로파놀(peopanl)과 아세트아미이드(Acetamide)가 방출되고, 간질환이 있는 환자는 다이메틸 설퍼이드(dimethyl sulfide), 황화수소 및 메르캡탄(mercaptans)이 증가한다고 알려져 있다. 이들은 장내 미생물의 불균형에 의한 것으로 ‘장내불균형(Dysbiosis)’ 이라고 명명된 개념이 설정된 상태이다.

[0003] 즉, 장내 미생물의 주요 기능은 1) 신진 대사 활동에 영향을 주고, 2) 장내 상피에서의 호르몬 분비를 조절하고, 3) 장 기능의 충실도를 조절하며, 4) 장내 면역기능의 항상성을 유지한다. 장내 미생물과 이들에 의한 장내 음식물의 발효와 배설물 내의 VOCs 종류와 병인에 대한 연구가 소변 및 대변의 숙성을 통한 VOCs의 측정 및 판별을 통해 활발히 연구되고 있다.

[0004] 따라서 인체 배설물인 소변과 대변의 숙성(발효) 과정에서 발생된 VOCs의 과학과 인체 병인의 상관성 해석 연구가 반드시 필요한 상태이다.

[0005] 한편 통계청이 발표한 ‘2016년도 한국인 사망원인 통계’ 자료를 살펴보면 2015년도에 비해 4,932명(약 1.8%) 증가한 상태를 나타내었고, 사망 원인별로 암의 사망자수가 가장 많았고, 심장질환, 뇌혈관질환, 폐렴, 자살(고의적 자해), 당뇨병, 만성 하기도질환, 간질환, 고혈압성 질환, 운수사고의 순이었으며, 이들 10대 사망 원인은 전체의 69.5%를 차지한다고 발표하였다.

[0006] 인구 10만명당 암에 의한 사망자수는 153명이고, 대장암에 의한 사망률이 1983년 통계자료를 작성한 이후, 위암 사망률보다 높아졌다고 발표하였으며, 대장암 발병의 가장 대표적인 원인으로 서구화된 식습관을 들고 있다.

[0007] 암 종류별/남녀별 차이로는 남성의 경우, 조기사망율은 188.8명이고, 폐암(52.2명), 간암(31.5명), 위암(20.8명), 대장암(18.4명) 순이었으며, 여성의 경우 폐암(18.1명), 대장암(14.6명), 간암(11.6명), 위암(11.5명), 췌장암(10.6명)의 순서로 조사되었다고 국가 암정보센터에서 발표하였다([표 1] 참조).

표 1

[0008]

	암종	국제질병분류	사망자수	분율(%)	조사망률
남자	폐암	C33-C34	13,324	27.6	52.2
	간암	C22	8,044	16.7	31.5
	위암	C16	5,318	11.0	20.8
	대장암	C18-C21	4,686	9.7	18.4
여자	폐암	C33-C34	4,639	15.5	18.1

대장암	C18-C21	3,746	12.5	14.6
간암	C22	2,957	9.9	11.6
췌장암	C25	2,713	9.0	10.6

[0010] 국내 상황을 선진 외국과 비교하면 [표 2]와 같은 연령 표준화 발생률 국제비교표와 같고, [표 2]에 제시된 바와 같이 우리나라를 포함하여 비교 대상의 선진국에서 남녀 공통으로 대장암의 발생률은 세 번째 안에 위치하고 있으며, 우리나라는 선진국과 유사한 대장암 발생률을 나타내는 것으로 보아, 식생활 습관의 서구화에 따른 요인이 지배적임을 반증하고 있음을 알 수 있다.

표 2

[0011] 연령 표준화 발생률 국제비교표.
[단위: 명/10만 명]

	순위*	한국 (2014)		2012년도 추정치					
				일본		미국		영국	
		-	모든 암	297.1	모든 암	260.4	모든 암	347.0	모든 암
남자	1	위	52.7	위	45.7	전립선	98.2	전립선	73.2
	2	폐	43.7	대장	42.1	폐	44.2	대장	36.8
	3	대장	42.6	폐	38.8	대장	28.5	폐	34.9
	4	간	31.4	전립선	30.4	방광	19.6	피부악성	13.7
여자	1	갑상선	69.8	유방	51.5	유방	92.9	유방	95.0
	2	유방	47.7	대장	23.5	폐	33.7	폐	25.8
	3	대장	23.0	위	16.5	대장	22.0	대장	24.4
	4	위	21.4	폐	12.9	갑상선	20.0	피부의 악성 흑색종	15.6

[0013] [표 1] 및 [표 2]에서 나타난 국내·외 사례에서 확인할 수 있듯이, 남성과 여성 모두 대장암의 발생 비율이 상대적으로 높고, 한국 남성의 경우 위암, 여성의 경우 유방암이 상대적으로 높은 발생률을 나타내고 있다.

[0014] 한편 [표 3]에 제시된 것과 같이, 주요 암 종류별 환자분율에서 대장암의 국한/국소 분위기에서의 병기는 전체의 약 80%를 점하고 있어, 조기 암 발견 및 치료가 선행된다면 생존율을 80% 이상으로 관리할 수 있으나, 대장암이 전이된 경우 생존율은 20% 미만으로 조기 암 발견 및 치료가 중요함을 확인할 수 있다.

표 3

[0015] 주요 암종 요약병기별 5년 상대 생존율 추이(남녀전체: 2010-2014).
(단위: %)

발생 순위	암종	요약병기							
		국한		국소		원격		모름	
		환자분율	생존율	환자분율	생존율	환자분율	생존율	환자분율	생존율
1	갑상선	42.6	100.6	50.6	100.4	0.7	71.6	6.1	99.1
2	위	60.3	95.9	23.0	60.1	11.2	6.3	5.5	41.9
3	대장	38.1	95.6	41.2	81.2	14.9	19.3	5.8	60.0
4	폐	20.0	61.2	26.6	33.7	44.5	5.9	8.8	17.2
5	유방	57.4	98.1	34.6	90.6	4.8	37.3	3.3	83.6
6	간	46.0	53.1	24.7	19.3	15.9	3.2	13.4	24.1

[0017] 따라서, 암의 조기 진단을 통해 건강한 삶을 영위할 수 있으며, 치료가 가능하다고 할 수 있는데 대장암의 조기 진단은 분변 혈액검사(Faecal Occult Blood Test, FOBT), 분변 면역화학 검사(Faecal Immunochemical Test, FIT), S상 결장 내시경(Flexible Sigmoidoscopy, FS), 대장 내시경(Colonoscopy)등이 시행되고 있다. 즉 FOBT나 FIT를 먼저 시행하고, 이에 대한 결과를 분석한 후 추가적인 임상실험을 진행하게 되는데, FOBT나 FIT의 경우 감도(Sensitivity)와 선별성(specificity)이 낮아 임상에서 큰 호응을 얻지 못하고 있다. 특히 채변을 통한 검사방법이 환자에게 불편감을 제공하기에 국내외에서 호응을 얻지 못하고 있는 실정이다. 한편 FS나 대장내시경의 방법은 전술한 방법에 비해 선별성이 우수하나, 인체 침습적인 방법이고, 검사비용이 고가이기에 환자의

접근성이 낮은 점이 대장암의 조기 진단 및 치료에 걸림돌로 작용하고 있다.

[0018] 따라서 의학계와 공학계에서는 비침습적인 조기암 진단방법에 대한 연구가 진행 중이며, 이를 위해 질병과 이를 유발하는 물질과 부산물간의 상관관계에서 발생하는 생체 표지자(바이오마커)의 추적 및 관리, 그리고 이를 검출할 수 시스템 혹은 센서에 대한 연구가 진행 중이다. 이러한 연구방향중 하나가 폴리머나 반도체 방식의 가스 센서 배열(array: 예를 들어 32개의 센서 배열을 형성하고, 각종 가스들에 대한 이들의 출력변화를 비교 평가함으로써 특정가스 유무를 확인하기 위한 배열)을 이용하여 혼합 가스 내에서 특정 가스의 유무를 판단하는 기술이 적용되고 있으나, 화학적 방법의 센서가 갖는 단점(화학적 반응에 따른 느린 회복시간, 내구 신뢰성 저하 등)으로 인해 비분산형 적외선 가스센서(NDIR)와 같은 광학적 방식을 이용한 가스농도의 측정방법의 연구가 2017년 처음 보고되었다.

[0019] 그러나, 종래의 NDIR 방식은 다음과 같은 문제점이 있어서 쉽게 암 진단에 활용되지 못했다. 첫 번째로, 반도체나 폴리머 방식보다는 현저히 낮으나 적외선 광원은 시간이 지남에 따라 필라멘트 혹은 흑체표면의 물성의 변화로 인해 광학적 특성이 변한다. 즉 사용기간이나 사용횟수가 늘어남에 따라 빛(광)의 세기가 약해지는 특성(경년변화, 약3년이후)을 갖음으로 인해 출력전압이 저하되고, 이로 인해 실제 농도와 고농도 가스 농도 사이에 오차를 제공하였다. 즉, 가스센서의 감도가 저하되거나 실제 농도와 다른 값을 측정하는 문제점이 생겼다.

[0020] 두 번째로는, 기존의 화이트셀(White-Cell) 및 이를 응용한 구조를 갖는 비분산형 적외선 가스센서(NDIR)(대한민국 특허등록 제 10-1810423호)는 한 개의 광원과 하나의 적외선 검출기(혹은 물리적으로 4개의 적외선 센서를 조합한 구조를 사용하는 경우, 4가지 성분을 검출 가능함)를 사용함으로써 한 가지 종류의 가스 농도만을 측정할 수 있었다. 화이트셀 구조를 이용하여 다중 가스의 농도를 측정하려면 또 다른 복수개의 구조물을 추가로 제작하여야 가능하였고 이로 인해 추가 비용이 더 드는 문제점이 있었다. 즉 기존의 방식으로 가스를 측정시 전체적인 시스템이 복잡해지는 단점을 보유하고 있으며, 기존 폴리머와 반도체식 센서 배열에 의한 다중가스센서 (약 30 개 이상) 시스템 제작이 불가능하다는 단점이 있었다.

[0021] 세 번째로, 각종 암 환자나 대장 질환자(장염, Crohn병, 대장암 환자) 배설물의 발효가스 성분 중 일반인과 비교하여 특이한 성분과 이들 가스의 흡수 중심파장을 [표 5]에 제시하였다. [표 5]에 제시된 바와 같이 각종 생체표지자(Biomarkers)는 3 μm ~ 10 μm 사이의 파장에서 적외선을 흡수하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서, 예를 들어 낙산염(Butyrate) 가스의 경우, 같은 파장대역에서 이 가스를 정확하게 측정하고자 한다면 약 9개 (3.36, 5.78, 6.82, 7.27, 7.65, 7.95, 8.50, 9.10, 9.75 μm)의 협대역 필터를 갖는 적외선 가스센서가 필요하나, 최근 기술의 발전을 통해 3.12 ~ 4.4 μm (LFP-3144C-337), 3.8 ~ 5.0 μm (LFP-3850C-337), 5.5 ~ 8.0 μm (LFP-5580C-337), 8.0 ~ 10.5 μm (LFP-80105C-337) 대역에서 약 30 nm 간격으로 흡수 파장을 조절할 수 있는 파브리-페로 간섭계(Fabry-Perot Interferometer, FPI)를 갖는 적외선 센서가 초기 생산 중(Infratec, Germany)이다. 따라서, 이들 센서를 배치하고, 흡수파장대역을 조절하면 3 ~ 10 μm 대역내의 모든 파장 범위에서의 센서 출력을 확보할 수 있고, 각 센서에서 약 40 개 정도의 특성값을 확보할 수 있고, 3개의 적외선 센서를 배치하면 약 120개의 폴리머 혹은 반도체 방식의 센서가 배열된 것과 동일한 적외선 센서 장치를 기대할 수 있다. 그러나, 이들 센서를 통합하여 구동할 수 있는 광학적 구조물(optical waveguide)과 이를 이용한 센서 시스템 혹은 장치의 개발이 요구되는 상태이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0022] (특허문헌 0001) (1) 대한민국 특허공개번호 제10-2014-0020532호(공개일 2014년 2월 19일, 광학 진단 및 광치료를 위한 복합 광원 장치)
- (특허문헌 0002) (2) 대한민국 특허등록번호 제10-1746406호(공고일 2017년 6월 14일, 타원형 광구조물을 갖는 비분산적외선 가스센서 및 이를 이용한 가스농도 측정방법)
- (특허문헌 0003) (3) 대한민국 특허등록번호 제10-1810423호(공고일 2017년 12월 20일, 비분산형 가스센서의 가스농도 측정방법 및 경년변화 보상방법)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0023] 따라서, 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 제 1 목적은 가스 센서에서 측정된 전압을 통해 경년변화를 체크하고 더 정확한 가스농도 측정을 할 수 있을 뿐만 아니라, 한 개의 광원으로 복수의 적외선 센서를 사용하며 다중 가스센서 모듈로 사용할 수 있으며, 각각의 적외선 센서는 일정 파장간격으로 적외선 흡수파장을 조절함으로써 하나의 적외선 센서가 다중센서 혹은 센서배열 구조로서 사용가능함으로써 각종 생체표지자의 광범위한 흡수파장대역의 적외선을 측정하여 혼합가스내에서 특정 가스유무를 정확히 판단하여 암을 포함한 각종 질환의 조기 진단이 가능한 광학 센서 및 이를 포함하는 센서장치를 제공하는 것에서 설명)이다
- [0024] 본 발명의 제 2 목적은 환자의 호흡이나 가검물의 발효가스를 분석함으로써 암의 조기 발견이 가능한 조기 암진단용 광학 센서 및 이를 포함하는 센서장치를 제공하는 것이다.
- [0025] 본 발명의 제 3 목적은 복수의 적외선 센서를 통해 보다 정확한 가스농도를 산출할 수 있고, 특정 가스 성분이 포함되어 있는지의 여부를 정확하게 판단할 수 있는 조기 암진단용 광학 센서 및 이를 포함하는 센서장치를 제공하는 것이다.
- [0026] 다만, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0027] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위하여, 내부에 공동(15)이 형성되고, 가스가 유입되는 유입구(70) 및 가스를 배출하는 배출구(75)가 형성된 케이스(10); 공동(15)상에 구비되는 광원(20); 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 1 방향으로 반사하는 제 1 반사경(60); 제 1 반사경(60)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 7 반사경(57); 제 7 반사경(57)과 대면하도록 구비되는 제 3 반사경(50)과 제 4 반사경(52); 제 7 반사경(57)과 제 3, 4 반사경(50,52)중 일측에 구비되는 제 1 적외선센서(30); 제 7 반사경(57)과 제 3, 4 반사경(50,52)중 타측에 구비되는 제 2 적외선센서(32); 제 2 반사경(65)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 8 반사경(58); 제 8 반사경(58)과 대면하도록 구비되는 제 5 반사경(54)과 제 6 반사경(56); 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 일측에 구비되는 제 3 적외선센서(34); 및 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 타측에 구비되는 제 4 적외선센서(36);를 포함하는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서가 제공된다.
- [0028] 또한, 광원(20)은 공동(15)의 중앙 영역에 구비된다.
- [0029] 또한, 제 1 적외선센서(30)와 상기 제 2 적외선센서(32)중 어느 하나는 기준센서이고, 또 다른 하나는 FPI필터(120)를 더 포함하고, 제 3 적외선센서(34)와 제 4 적외선센서(36)는 FPI 필터를 구비한 적외선 센서로 약 30 nm 간격의 적외선 강도를 측정할 수 있는 센서이다.
- [0030] 또한, 케이스(10)는 직사각 형상이고, 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30, 32, 34, 36)는 직사각 형상의 각 모서리 영역에 구비된다.
- [0031] 또한, 가스는 호흡 또는 가검물의 발효가스이고, 가검물은 소변, 대변, 혈액, 땀, 침, 호르몬중 하나이다.
- [0032] 또한, 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30, 32, 34, 36)중 적어도 두개는 발효 가스내에 포함된 휘발성 유기 화합물의 농도를 감지할 수 있는 FPI 필터를 내장한 적외선 센서이다.
- [0033] 상기와 같은 본 발명의 목적은, 또 다른 실시예로서, 내부에 공동(15)이 형성되고, 가스가 유입되는 유입구(70) 및 가스를 배출하는 배출구(75)가 형성된 케이스(10); 공동(15)상에 구비되는 광원(20); 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 1 방향으로 반사하는 제 1 반사경(60); 제 1 반사경(60)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 7 반사경(57); 제 7 반사경(57)과 대면하도록 구비되는 제 3 반사경(50)과 제 4 반사경(52); 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 일측에 구비되는 제 1 적외선센서(30); 상기 제 7 반사경(57)과 제 3, 4 반사경(50,52)중 타측에 구비되는 제 2 적외선센서(32); 제 2 반사경(65)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 8 반사경(58); 제 8 반사경(58)과 대면하도록 구비되는 제 5 반사경(54)과 제 6 반사경(56); 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 일측에 구비되는 제 3 적외선센서(34); 및 제 8 반사경(58)과 제 5, 6 반사경(54,56)중 타측에 구비되는 제 4 적외선센서(36);를 포함하는 광학 센서(100);

- [0034] 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)들중 어느 하나는 기준센서이고, 나머지 센서에 더 포함된 FPI필터(120); 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호에 기초하여 상기 FPI필터(120)의 중심과장을 제어하는 중심과장제어부(180); 및 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호에 기초하여 생체표지자를 인식하는 제어부(200);를 포함하는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서장치에 의해 달성될 수도 있다.
- [0035] 또한, 중심과장제어부(180)는 FPI필터(120)에 인가되는 전압을 제어하여 중심과장을 제어한다.
- [0036] 또한, 생체표지자의 적외선 흡수 파장은, 3.1 ~ 4.4 μm 대역, 5.5 ~ 8.0 μm 대역, 8.0 ~ 10.5 μm 대역중 적어도 하나이다.
- [0037] 또한, 유입구(70)측에 설치되어 가스의 유입을 제어하는 제 1 밸브(250); 배출구(75)측에 설치되어 가스의 배출을 제어하는 제 2 밸브(260); 및 가스를 공동(15)으로 유입시키기 위한 펌프(270);를 더 포함한다.
- [0038] 또한, 제어부(200)가 제 1, 2 밸브(250, 260) 및 상기 펌프(270)의 동작을 제어한다.

발명의 효과

- [0039] 본 발명의 일실시예에 따르면, 환자의 호흡이나 가검물의 발효가스를 분석함으로써 비침습적으로 암의 조기 발견이 가능하고 이로 인해 완치까지 도달하게 할 수 있는 가능성을 향상시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0040] 또한, 복수의 적외선센서를 통해 보다 정확한 가스농도를 산출할 수 있고, 정상 동작 여부도 확인할 수 있어 센서의 오동작을 방지하고, 신뢰성을 높이는 효과가 있으며, 호흡가스 내에서 특히 생체표지자의 검출과 농도측정도 할 수 있는 능력을 지닐 수 있다.
- [0041] 그리고, 가스 센서에서 측정된 전압을 통해 경년변화를 체크하고 더 정확한 가스농도 측정을 할 수 있다. 아울러, 한가지 종류의 VOCs가 아니라 여러 종류의 VOCs 농도를 동시에 측정할 수 있는 장점이 있다.
- [0042] 다만, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0043] 본 명세서에서 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 후술하는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어서 해석되어서는 아니된다.
- 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 조기 암진단용 광학 센서(100)의 개략적인 평면 구성도,
- 도 2는 도 1에 도시된 광학 센서(100)가 동작할 때 적외선(80)의 반사경로를 나타내는 동작상태도,
- 도 3은 광원(20)에서 조사된 빛이 좌우 대칭으로 반사되었을 때 각 센서들의 입사에너지를 나타내는 그래프로서,
- 도 3a는 제 1 적외선센서(가스센서)(30)의 입사에너지 그래프,
- 도 3b는 제 4 적외선센서(가스센서)(36)의 입사에너지 그래프,
- 도 3c는 제 2 적외선센서(기준센서)(32)의 입사에너지 그래프,
- 도 3d는 제 3 적외선센서(기준센서)(34)의 입사에너지 그래프,
- 도 4a는 FPI 필터를 장착한 단일 적외선 센서 출력전압의 중심과장 의존성 예시를 나타낸 측정결과 그래프,
- 도 4b는 FPI 필터를 장착한 단일 적외선 센서를 사용한 센서 누적전압의 이산화탄소 가스 의존성 결과 예시 그래프,
- 도 4c는 각종 생체표지자가 혼합된 상태에서의 주성분 분석결과를 나타낸 그래프,
- 도 4d는 조기 암 진단용 광학적 가스장치의 구성품과 신호처리 계통도를 나타낸 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0044] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 본 발명의 권리범위는 본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 본 발명의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 발명에서 제시된 목적 또는 효과는 특정 실시예가 이를 전부 포함하여야 한다거나 그러한 효과만을 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 본 발명의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [0045] 본 발명에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.
- [0046] "제1", "제2" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로, 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0047] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0048] 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.
- [0049] **실시예의 구성**
- [0050] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 바람직한 실시예의 구성을 상세히 설명하기로 한다. 먼저, 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 조기 암진단용 광학 센서(100)의 개략적인 평면 구성도이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 케이스(10)는 대략 직사각형의 평면을 갖는 직육면체(가로 126mm, 세로 76mm, 깊이 20mm)이다. 케이스(10)의 일측에는 측정하고자 하는 가스가 유입되는 유입구(70)가 구비되고, 반대측에는 가스를 배출하기 위한 배출구(75)가 구비된다. 케이스(10)의 내부는 공동(15)으로 비워져 있고, 각종 센서과 반사경은 케이스(10)의 내부 가장자리 영역에 배치된다.
- [0051] 공동(15)은 광원(20)에 의해 크게 두 영역으로 분할되고, 중앙영역이 연결되는 형태이다. 광원(20)은 공동(15)의 중앙에 배치되고, 제 1, 2 반사경(60, 65)을 향해 적외선을 조사한다.
- [0052] 제 1 반사경(60)은 광원(20)의 전방에 배치되며, 광원(20)에서 조사되는 적외선을 제 3, 4 반사경(50, 52) 측으로 반사하도록 기울어져 있거나 기울어진 각도로 제작한다.
- [0053] 제 3, 4 반사경(50, 52)은 서로 분할되어 있으며, 제 7 반사경(57)과 마주하도록 나란히 배치된다.
- [0054] 제 7 반사경(57)은 제 3, 4 반사경(50, 52)의 전방에 구비되어 제 3, 4 반사경(50, 52)과 수차례에 걸쳐 적외선을 상호 반사할 수 있도록 배치된다. 즉, 제 3, 4 반사경(50, 52)은 서로 분할된 2장의 거울이고 제 7 반사경(57)은 제 3, 4 반사경(50,52)과 비교하여 2배 이상의 경면을 갖는 한장의 거울이다.
- [0055] 제 1 적외선센서(30)는 가스센서이고, 케이스(10)의 좌측상단(도 1 기준)에 배치된다. 가스센서라는 것은 특정 성분의 가스 농도를 검출하기 위하여 제 1 적외선센서(30)의 앞부분에 특정 파장에 대응하는 필터 혹은 FPI필터를 구비하는 센서를 의미한다. 제 1 적외선센서(30)는 필터를 통과하여 유입되는 적외선의 특정 파장을 조절할 수 있고, 그 신호를 검출하여 이에 비례하는 전기신호를 출력하도록 구성된다.
- [0056] 제 2 적외선센서(32)는 기준 파장(예를 들어 3.90 μm)을 투과시킬 수 있는 특성을 지닌 센서이고, 케이스(10)의 좌측하단(도 1 기준)에 배치된다. 기준센서라는 것은 광원(20)에서 조사되는 적외선의 특정 파장대에 해당하는 필터를 갖거나 특정 파장의 적외선을 통과시킬 수 있도록 인위적으로 투과 파장을 조절할 수 있는 센서를 의미한다. 제 2 적외선센서(32)는 유입되는 적외선의 특정 파장을 검출하여 이에 비례하는 전기신호를 출력하고, 이

를 기준전압으로 삼아 제 1 적외선센서(30)의 전압을 계측하거나, 적외선 광원의 열화에 따른 출력전압의 보상에 응용되고 특정 파장대의 출력을 포함한 신호를 제공할 수 있는 센서이다.

- [0057] 제 2 반사경(65)은 광원(20)의 전방에 배치되며, 광원(20)에서 조사되는 적외선을 제 5, 6 반사경(54, 56) 측으로 반사하도록 기울어져 있다.
- [0058] 제 5, 6 반사경(54, 56)은 서로 분할되어 있으며, 제 8 반사경(58)과 마주하도록 나란히 배치된다.
- [0059] 제 8 반사경(58)은 제 5, 6 반사경(54, 56)의 전방에 구비되어 제 5, 6 반사경(54, 56)과 수차례에 걸쳐 적외선을 상호 반사할 수 있도록 배치된다. 즉, 제 5, 6 반사경(54, 56)은 서로 분할된 2장의 거울이고 제 8 반사경(58)은 2배 이상의 경면을 갖는 한장의 거울이다.
- [0060] 제 4 적외선센서(36)는 가스센서이고, 케이스(10)의 우측상단(도 1 기준)에 배치된다. 가스센서라는 것은 특정 성분의 가스 농도를 검출하기 위하여 제 4 적외선센서(36)의 앞부분에 특정 파장을 순차적으로 투과시킬 수 있는 필터가 구비된 센서를 의미한다. 제 4 적외선센서(36)는 필터를 통과하여 유입되는 적외선의 특정 파장의 에너지를 검출하여 이에 비례하는 전기신호를 출력하도록 구성된다. 또한 선택적으로 제 4 적외선센서(36)의 필터는 제 1 적외선센서(30)의 필터와 다른 적외선 투과특성을 지닌 필터를 구비하여 제 1 적외선센서(30)/제 3 적외선 센서(34)와 제 4 적외선센서(36)가 서로 다른 성분의 농도를 측정하도록 구성할 수도 있다.
- [0061] 제 3 적외선센서(34)는 FPI 필터를 구비한 적외선 센서이고, 케이스(10)의 우측하단(도 1 기준)에 배치된다. 제 3 적외선센서(34)는 유입되는 적외선의 특정 파장을 조절할 수 있는 기능을 갖으며, 이에 따른 신호를 검출하여 이에 비례하는 전기신호를 출력하고, 이를 통해 적외선 파장의 변화에 따른 출력전압을 순차적으로 계측한다.
- [0062] 제 1, 제 3, 제 4 적외선 센서는 서로 적외선 투과 영역이 상이하도록 FPI 필터의 구동전압을 조절함으로써 3.1 μm 적외선에서 10.5 μm 적외선을 투과시키게 하고, 투과 적외선을 일정 간격(예를 들어 30 ~ 50 nm 정도)으로 변화시킴으로써 적외선 센서 배열이 가능하도록 한다. 따라서 약 80 ~ 120개 정도의 특정 흡수 파장을 지닌 광학적 센서배열이 가능하도록 구성이 가능하게 된다.
- [0063] 제어부는 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30, 32, 34, 36)로부터 출력되는 신호를 전달받아 이를 처리함으로써 유입된 가스 중 특정 성분의 가스농도를 측정할 수 있다. 이러한 성분들 중 휘발성 유기 화합물(예 : 메탄, 에탄, 아세틸렌, 톨루엔, 에틸렌 등)의 농도를 검출하여 암의 존재 여부를 조기에 진단할 수 있다.
- [0064] 유입구(70)를 통해 유입되는 가스는 호흡 또는 가검물의 발효(또는 숙성)가스이고, 가검물은 환자의 소변, 대변, 혈액, 땀, 침, 호르몬중 하나이다.
- [0065] 도 4d는 조기 암 진단용 광학적 가스장치의 구성품과 신호처리 계통도를 나타낸 블록도이다.
- [0066] OP 앰프(140)는 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)와 연결되고, 수신된 신호를 더 높은 전압으로 증폭하며, 증폭된 신호를 ADC(160)로 전송한다. 이를 위해 OP 앰프(140)는 4개 채널의 증폭회로를 갖는다.
- [0067] ADC(Analog-to-Digital Converter, 160)는 OP 앰프(140)로부터 수신되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한다. ADC(160)는 제어부(200)로 디지털 신호를 전송한다.
- [0068] 제어부(200)는 중심파장 제어부(180)와 연결되고, 펄스생성기(210)와 연결되며, 제어부(200)의 출력신호는 DAC(Digital-to-Analog Converter, 230) 및/또는 RS485(240)포트를 통해 외부로 전송된다. 제어부(200)는 MCU(예를 들면, dsPIC30F4013)에 의해 구현될 수 있다.
- [0069] 중심파장제어부(180)는 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호를 피드백 받고, 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)에 인가되는 전압을 제어함으로써 각각의 중심파장을 조절할 수 있다.
- [0070] 펄스생성기(210)는 제어부(200)의 지령을 받아 광원(20)에 펄스 신호를 전송한다.
- [0071] 제 1 밸브(250)는 유입구(70)측에 설치되어 가스의 유입을 차단하거나 차단해제한다. 이를 위해 제 1 밸브(250)는 솔레노이드 밸브가 될 수 있다.
- [0072] 제 2 밸브(260)는 배출구(75)측에 설치되어 가스의 배출을 차단하거나 차단해제한다. 이를 위해 제 2 밸브(260)는 솔레노이드 밸브가 될 수 있다.
- [0073] 펌프(270)는 제 1 밸브(250)의 인근에 설치되어 공동(15)으로 가스를 공급하는 역할을 한다.
- [0074] **실시예의 동작**

- [0075] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 바람직한 실시예의 동작을 상세히 설명하기로 한다. 동작을 위한 배경기술로서, 현재 장내 미생물 변화에 따른 병인과 특정 환자 (대장암, CD, 간암, BAD 등)의 배설물의 숙성에 의한 VOCs의 분석 및 폐암, COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease), 유방암, 간암 환자의 호흡기 가스 분석을 통한 조기 진단에 GC/MS(Gas Chromatography/Mass Spectroscopy) 분석, 산화물 반도체[www.alpha-mos.com] 혹은 Nanocomposite 센서 어레이[www.sensigent.com]를 이용한 전자 코(Electronic-Nose)가 사용되고 있다.
- [0076] VOCs의 농도 분석 기법 중, GC/MS 법은 다량의 정확한 데이터베이스를 확보하고 있으나, 정량분석을 위해 4 ~ 5 시간 정도 소요되어 병증의 확인에 소요되는 시간이 길고, 장비가 고가여서 소규모 병원에서 이를 구비하기는 어려운 실정이다.
- [0077] 또한, GC/MS법에 따라 병인이 되는 VOCs 성분을 검출하였다 하여도, 추가적인 고신뢰성 정밀 검사인 조직검사 혹은 대장 내시경을 통한 간암과 대장암의 판별을 요구하는 상태이기에 진단 의학적 측면에서 비침습적 방법을 극히 선호하고 있다.
- [0078] 현재까지 연구된 전자코(Electronic-nose, EN)의 의학적 접근과 관련된 논문의 24%는 센서의 종류, 19%는 대상물, 18% EN, 15%가 임상, 14%는 암종, 7%는 센서의 화학적 반응, 2%는 자료 분석, 1% 기타 병인에 관한 것이다. 전자코에 사용되는 가스 센서들은 통상적으로 150 ~ 450 °C 정도 가열된 상태에서 VOCs와 접촉할 때 센서의 표면저항의 변화를 인지하여 각종 VOCs에 대한 패턴을 확인한다.
- [0079] 이 때, 유/무기질 화합물의 복원성의 문제가 발생되며, 이로 인해 정기적인 검·교정이 필수적으로 수반된다. 따라서 주기적인 교정 작업이 수반되지 않으며, 장기간 안정적인 센서 특성이 요구되는 비화학적 가스센서에 대한 연구는 필수 불가결한 사항이다.
- [0080] 도 2는 도 1에 도시된 광학 센서(100)가 동작할 때 적외선(80)의 반사경로를 나타내는 동작상태도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예는 화이트셀 구조를 이용하여 광 경로를 비약적으로 증가시키는 구조를 이용한다. 화이트셀 구조를 통해 광원(20)으로부터 조사되는 빛(광)은 별도의 렌즈 사용 없이 집광된 적외선을 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30, 32, 34, 36)에 도달하게 한다.
- [0081] 그리고, 한 개의 광원(20)에서 조사된 적외선(80)을 두 개의 화이트셀 구조를 통과하며 네 갈래의 빛(광)으로 나누어지도록 설계되었다. 이 중에서 광경로가 긴 두 개의 빛(광)은 제 1, 4 적외선센서(30, 36)에 입사시킨다. 그리고, 나머지 두 개의 빛(광)은 제 2, 3 적외선센서(32, 34)에 도달하게 하여 광대역, 다중가스를 측정하거나 센서의 출력 보상이나 경년 변화를 판단하고 보정할 때 기준으로 사용한다. 이때, 적외선 검출기에서 받게 되는 에너지는 다음 램버트-비어의 법칙(Lambert-Beer's Law)을 따른다.

수학적 1

[0082]
$$I_d = I_0 \cdot \exp(-a \cdot x \cdot L)$$

- [0083] 여기서, I_d 는 적외선 검출기에서의 광 에너지, I_0 는 초기 광에너지, a 는 가스의 흡수계수, x 는 가스의 농도, L 은 광경로이다.
- [0084] 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 화이트셀 구조를 최종적으로 통과하며 나오는 적외선(80)은 약 12번의 반사수를 가지며 이때의 광경로는 약 767 mm 이다. 그리고, 광원(20)에서 조사되는 적외선(80)은 광축에서 $\pm 30^\circ$ 방향으로 방사성을 갖는데 이때 광축에서 $\pm 13^\circ$ 이상 벗어난 빛중 제 7 반사경(57)과 제 8 반사경(58)에 각각 반사되어 두 가지 경로가 생긴다. 이 빛(광)이 집광되는 곳에 기준전압을 측정할 수 있는 제 2, 3 적외선 센서(32, 34)가 있다.
- [0085] 도 3은 광원(20)에서 조사된 빛이 좌우 대칭으로 반사되었을 때 각 센서들의 입사에너지를 나타내는 모의해석의 그래프로서, 도 3a는 제 1 적외선센서(가스센서)(30)의 입사에너지 그래프, 도 3b는 제 4 적외선센서(가스센서)(36)의 입사에너지 그래프, 도 3c는 제 2 적외선센서(기준센서)(32)의 입사에너지 그래프, 도 3d는 제 3 적외선센서(기준센서)(34)의 입사에너지 그래프이다.
- [0086] 도 3a와 도 3b는 광원(20)에서 조사된 빛(광)이 화이트셀 구조를 12번 반사한 뒤 제 1, 4 적외선 센서(30, 36)로 각각 입사된 에너지이다. 그리고 도 3c와 도 3d는 광원(20)에서 조사되는 빛이 광축과 약 $\pm 30^\circ$ 의 방사범위를 갖고 있는데 조사된 빛이 광축과 나란하게 배치되어 있는 제 1, 2 반사경(60, 65)과 마주치지 않고 근접한

제 7, 8 반사경(57, 58)에 직접 반사되어 나오는 빛의 에너지 입사량이다. 도 3과 같이 광원(20)에서 방사된 연속적 파장을 지닌 적외선(80)은 제 1, 2, 3, 4 적외선 센서(30, 32, 34, 36)의 1.2mm×1.2mm 활성 영역에 각각 조사된다. [표 4]는 각각의 적외선 센서에 입사되는 에너지량을 나타낸 표이다.

표 4

	좌측 입사에너지(W)	우측 입사에너지(W)
가스센서(광경로 767mm)	0.0076	0.0073
기준센서(광경로 96mm)	0.0023	0.0016

[0087]

[0088]

한편, 도 4는 본 발명에서 확보하고자 하는 조기 암 진단용 광학 가스장치에 대한 실측결과의 예시를 나타낸 것이다.

[0089]

도 4a는 인프라텍(Infratec, 독일 드레스덴)사에서 제공하는 FPI 필터를 장착한 적외선 센서(LFP-3144C-337)를 이용하여 질소가스 상태에서 중심파장에 따른 적외선 센서의 출력전압과 에탄올과 이산화탄소 가스가 존재하는 상태에서 중심파장의 변화에 따른 출력전압차(Voltage difference)의 실측 결과를 나타낸 것이다. 도 4a에 도시된 바와 같이 에탄올 2000 ppm, 이산화탄소 500 ppm 상태에서 특정 파장영역([표 5]에서 제시된 에탄올과 이산화탄소 가스의 적외선 흡수영역 근처에서만)에서 출력전압의 변화가 있는 것을 측정결과를 통해 알 수 있다. 또한 이산화탄소 가스의 경우를 예를 들어 설명하면, 출력전압의 차가 발생하는 중심파장의 출력들을 합산하고, 이들 전압과 가스농도와의 상관성을 해석하면 보다 정교한 가스 센서의 제작이 가능할 것으로 판단할 수 있다. 또한 일반적으로 3.91 μm의 중심파장에서 어떠한 가스라도 적외선 센서가 반응하지 않기에 기준전압 출력상태를 나타낼 수 있으므로, 하나의 적외선 센서로 두 가지 기능을 할 수 있는 장점을 지닌다.

[0090]

상술한 사항을 실제 적용한 이산화탄소 가스농도의 변화에 따라 일정부분의 중심파장의 출력을 모두 더한 누적 출력 전압의 변화를 나타낸 도 4b의 경우를 살펴보면, 가스농도의 증가에 따라 누적전압은 증가하고, 측정된 상태에서 5% 이하의 오차를 가지며 전체 농도구간을 예측할 수 있는 센서의 제작 또한 가능함을 확인할 수 있다. 또한 [표 5]에서 확인할 수 있는 바와 같이, 이산화탄소는 4.26μm, 아세톤은 5.80μm, 톨루엔과 낙산염은 각각 6.65/6.80μm, 낙산염 단독으로는 8.50μm, 아세톤은 9.38μm 근처에서 출력전압의 누적계산을 통해 그 대상가스의 유무를 저농도 범위에서도 측정 가능할 수 있음을 알 수 있다. 따라서 특정 생체표지자의 유무와 농도계산도 병행함으로써 진단의 정확성을 기할 수 있는 장점을 확보할 수 있다.

[0091]

도 4c는 FPI 필터를 장착한 적외선 센서(LFP-3144C-337) 하나만 장착된 센서장치로 각종 생체표지자가 혼합된 상태에서의 주성분 분석(Principal components analysis) 결과를 나타낸 것이다. 단, 도 4c에서 스프라이트(sprite)는 탄산음용수, CK1은 향수, M은 메탄올, I는 이소프로필 알코올, A는 아세톤, T는 톨루엔 액체를 의미한다. 이들 혼합액체에 질소 가스를 흘려줌으로써 질소가스를 통해 센서 내부에 흘러들어온 가스들을 분석한 결과를 나타낸 것이다. 도 4c에서 살필 수 있듯이 CK1과 메탄올의 구별은 할 수 없었으나, 스프라이트와 M, M+I, M+I+A, M+I+A+T 가스들에 대해서 FPI 필터를 장착한 적외선 센서(LFP-3144C-337) 하나만으로도 특정 가스의 존재 유무를 정확하게 확인할 수 있었음을 확인할 수 있다. 즉 각종 암 환자의 배설물에 속해있는 생체표지자(아세톤, 에탄올, 톨루엔, 이소프로필 알콜 등)유무를 정확하게 분별할 수 있다.

[0092]

따라서 FPI를 장착한 세 개 이상의 센서조합을 통해, 세 개이상으로 한정하는 이유는 [표 5]에 제시된 것과 같이 현재까지 알려진 생체표지자(Biomarkers)의 적외선 흡수 파장을 살펴보면, 3.1 ~ 4.4 μm 대역, 5.5 ~ 8.0 μm 대역, 8.0 ~ 10.5 μm 대역의 적외선을 주로 흡수하는 것으로 알려져 있으므로, [표 5]에 제시한 모든 생체표지자를 검출할 수 있을 것으로 판단할 수 있다. 또한 이들 세가지 적외선 센서의 조합과 적외선 광원의 열화를 판단하기 위한 기준센서(Reference IR sensor, 중심파장 3.91 μm의 협대역 필터를 갖는 적외선 센서)를 장착한 적외선 가스장치를 제작하고, 특정 가스 유무를 판단할 수 있는 알고리즘(예를 들면 주성분 분석 알고리즘)을 탑재한 광학식 가스장치는 인체 배설물의 발효가스내에 포함된 생체표지자를 정확하게 판별함으로써 암이나 각종 질환의 유무를 조기에 판단할 수 있다.

[0093]

도 4d는 조기 암 진단용 광학적 가스장치의 구성품과 신호처리 계통도를 나타낸 블럭도이다. 도 4d에 도시된 바와 같이 전원부(220)는 아날로그/디지털 두 전원으로 나누어 아날로그 신호용과 디지털 신호처리용 전원을 분리 제공한다. 하나의 광원(20)은 펄스생성기(210)를 통하여 적외선(80)을 조사한다. 광학 센서(100)에는 생체표지자가 극미량 존재할 수 있으므로, 광학 센서(100)의 유입구(70)와 배출구(75)의 제 1, 2 밸브(250, 260)를 제어하여 가스 유출입을 조절한다.

[0094] 그리고, 유기혼합물 가스가 존재하지 않는 가스상태에서 출력전압을 저장한 뒤, 일정시간(공동(15)의 내부 부피보다 약간 큰 부피의 가스를 흡입할 수 있는 시간) 동안 펌프(270)를 이용하여 시료가스를 흡입시킨다. 그 다음, 일정시간동안(약 5회 정도 측정할 수 있게끔 함) 대상 가스를 측정할 후 그 결과의 차를 구하고, 이들을 주성분(Principal Component Analysis, PCA) 분석을 진행하여 조기 암 진단이 가능하게 한다.

[0095] 또한 제 1, 3, 4 적외선센서(30, 34, 36)는 FPI필터(120)를 장착한 적외선 센서를 사용한다. FPI필터(120)의 중심파장을 조절하기 위한 중심파장제어부(180)에서 전압조절 회로를 내장한다. 중심파장제어부(180)는 제공된 전압을 측정하고 부귀환하여 필터 조절전압의 정확성을 기할 수 있도록 한다. 각각의 센서에서 중심파장 변화에 따른 센서의 출력전압은 옵셋전압이 작은 OP앰프(140)를 통해 증폭한 후, ADC(160)를 통해 디지털 신호로 변환된다. 변환된 디지털 신호는 제어부(200)에서 혼합가스 내에 존재하는 생체표지자를 분석하기 위한 알고리즘(PCA 혹은 Discriminant Gas Analysis)이 수행된다. 이 결과를 DAC(230) 혹은 RS485(240) 통신을 통하여 출력함으로써 조기에 암 혹은 질환을 진단할 수 있도록 구성된다.

표 5

Chemicals	Central wavelength (μm)					
Butyrate	3.36	5.78	6.82	7.27/7.65/7.95	8.50	9.10/9.75
Carbon dioxide	4.26					
Methane	3.32					
Acetone(isomer:Propanal)	5.80					
Propan-1-ol (CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH)	3.36/3.40/3.47					
Propan-2-ol(C ₃ H ₈ O)isopropylalcohol	3.37					
Toluene	3.29					
ETO(Ethylene Oxide)	3.26					
Ethanol	3.35/3.45					
Methanol	3.36					

[0096]

[0097] 상술한 바와 같이 개시된 본 발명의 바람직한 실시예들에 대한 상세한 설명은 당업자가 본 발명을 구현하고 실시할 수 있도록 제공되었다. 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 본 발명의 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 당업자는 상술한 실시예들에 기재된 각 구성을 서로 조합하는 방식으로 이용할 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다.

[0098] 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 본 발명은 여기에 나타난 실시형태들에 제한되려는 것이 아니라, 여기서 개시된 원리들 및 신규한 특징들과 일치하는 최광의 범위를 부여하려는 것이다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

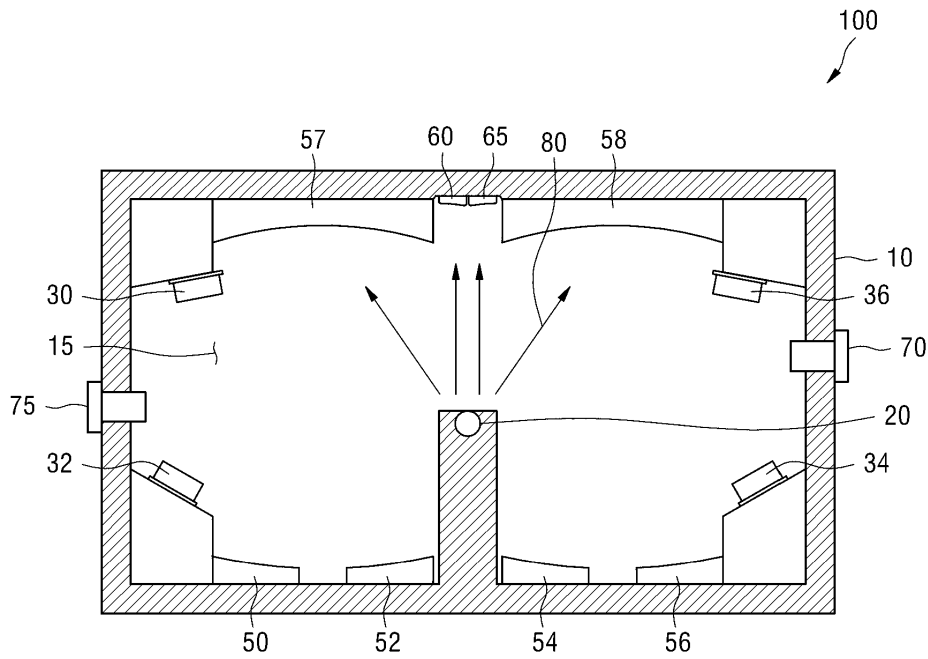
부호의 설명

- [0099] 10 : 케이스,
- 15 : 공동,
- 20 : 광원,
- 30 : 제 1 적외선센서,
- 32 : 제 2 적외선센서,
- 34 : 제 3 적외선센서,
- 36 : 제 4 적외선센서,
- 50 : 제 3 반사경,

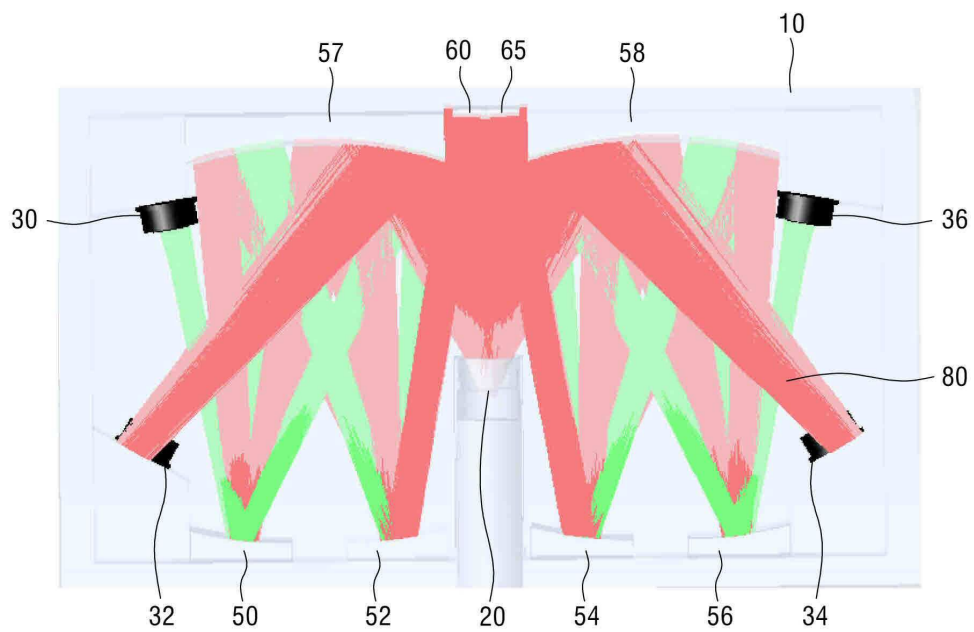
- 52 : 제 4 반사경,
- 54 : 제 5 반사경,
- 56 : 제 6 반사경,
- 57 : 제 7 반사경,
- 58 : 제 8 반사경,
- 60 : 제 1 반사경,
- 65 : 제 2 반사경,
- 70 : 유입구,
- 75 : 배출구,
- 80 : 적외선,
- 100 : 센서.
- 120 : FPI필터,
- 140 : OP 앰프,
- 160 : ADC,
- 180 : 중심과장 제어부,
- 200 : 제어부,
- 210 : 펄스생성기,
- 220 : 제어부,
- 230 : DAC,
- 240 : RS485.
- 250 : 제 1 밸브,
- 260 : 제 2 밸브,
- 270 : 펌프.

도면

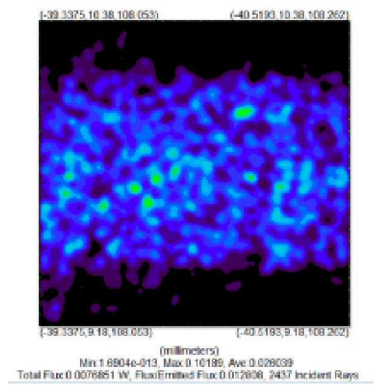
도면1



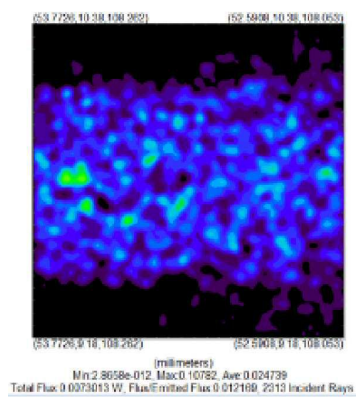
도면2



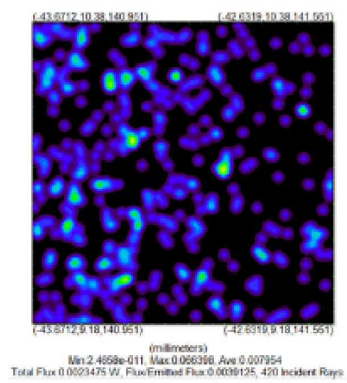
도면3a



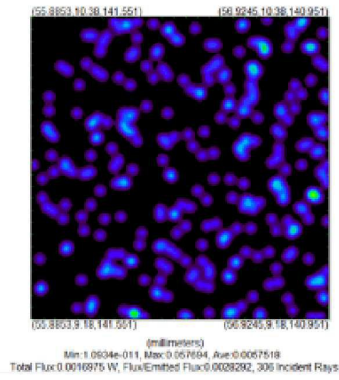
도면3b



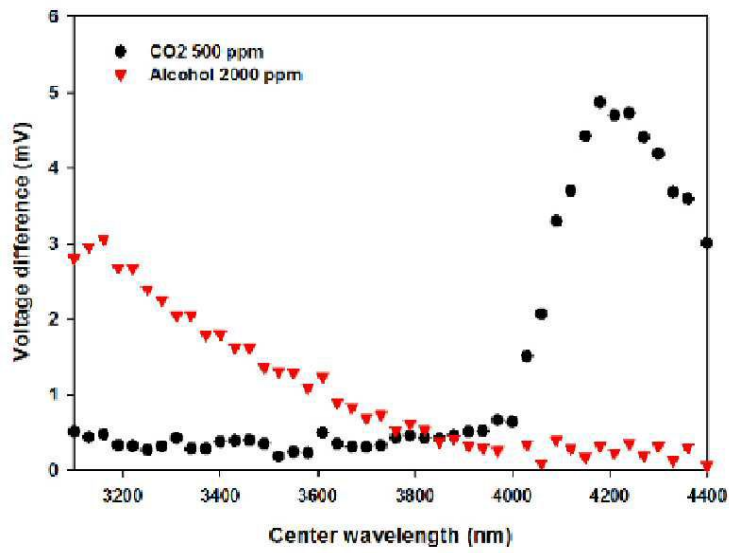
도면3c



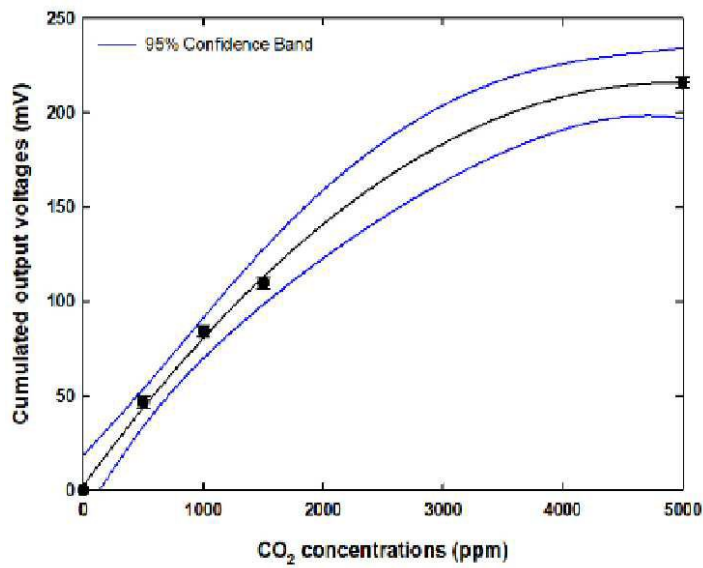
도면3d



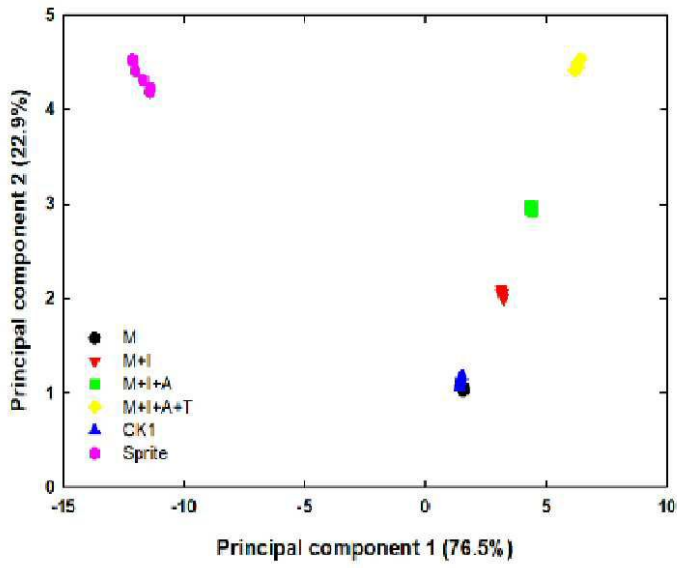
도면4a



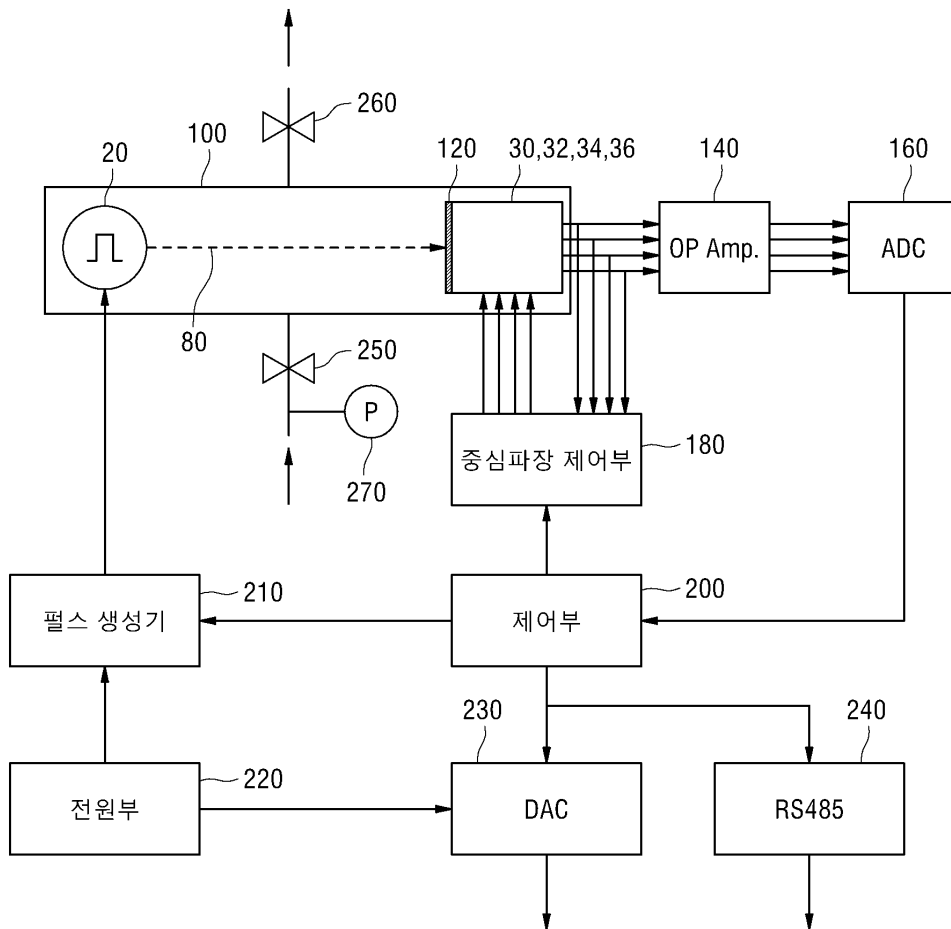
도면4b



도면4c



도면4d



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 9

【변경전】

내부에 공동(15)이 형성되고, 가스가 유입되는 유입구(70) 및 상기 가스를 배출하는 배출구(75)가 형성된 케이스(10); 상기 공동(15)상에 구비되는 광원(20); 상기 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 1 방향으로 반사하는 제 1 반사경(60); 상기 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 2 방향으로 반사하는 제 2 반사경(65); 상기 제 1 반사경(60)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 7 반사경(57); 상기 제 7 반사경(57)과 대면하도록 구비되는 제 3 반사경(50)과 제 4 반사경(52); 상기 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 일측에 구비되는 제 1 적외선센서(30); 상기 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 타측에 구비되는 제 2 적외선센서(32); 상기 제 2 반사경(65)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 8 반사경(58); 상기 제 8 반사경(58)과 대면하도록 구비되는 제 5 반사경(54)과 제 6 반사경(56); 상기 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 일측에 구비되는 제 3 적외선센서(34); 및 상기 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 타측에 구비되는 제 4 적외선센서(36);를 포함하는 광학 센서(100);

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)들중 어느 하나는 기준센서이고, 나머지 센서에 더 포함된 FPI필터(120);

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호에 기초하여 상기 FPI필터(120)의 중심파장을 제어하는 중심파장제어부(180); 및

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호에 기초하여 생체표지자를 인식하는 제어부(200);를 포함하고,

상기 가스는 호흡 또는 가검물의 발효가스이고,

상기 가검물은 소변, 대변, 혈액, 땀, 침, 호르몬중 하나이며,

상기 FPI필터(120)는 상기 발효가스내에 포함된 휘발성 유기 화합물의 농도를 감지할 수 있는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서장치.

【변경후】

내부에 공동(15)이 형성되고, 가스가 유입되는 유입구(70) 및 상기 가스를 배출하는 배출구(75)가 형성된 케이스(10); 상기 공동(15)상에 구비되는 광원(20); 상기 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 1 방향으로 반사하는 제 1 반사경(60); 상기 광원(20)으로부터 조사된 빛을 제 2 방향으로 반사하는 제 2 반사경(65); 상기 제 1 반사경(60)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 7 반사경(57); 상기 제 7 반사경(57)과 대면하도록 구비되는 제 3 반사경(50)과 제 4 반사경(52); 상기 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 일측에 구비되는 제 1 적외선센서(30); 상기 제 7 반사경(57)과 상기 제 3, 4 반사경(50,52)중 타측에 구비되는 제 2 적외선센서(32); 상기 제 2 반사경(65)으로부터 입사된 빛을 반사하기 위한 제 8 반사경(58); 상기 제 8 반사경(58)과 대면하도록 구비되는 제 5 반사경(54)과 제 6 반사경(56); 상기 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 일측에 구비되는 제 3 적외선센서(34); 및 상기 제 8 반사경(58)과 상기 제 5, 6 반사경(54,56)중 타측에 구비되는 제 4 적외선센서(36);를 포함하는 광학 센서(100);

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)들중 어느 하나는 기준센서이고, 나머지 센서에 더 포함된 FPI필터(120);

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호에 기초하여 상기 FPI필터(120)의 중심파장을 제어하는 중심파장제어부(180); 및

상기 제 1, 2, 3, 4 적외선센서(30,32,34,36)의 출력신호에 기초하여 생체표지자를 인식하는 제어부(200);를 포함하고,

상기 가스는 호흡 또는 가검물의 발효가스이고,

상기 가검물은 소변, 대변, 혈액, 땀, 침, 호르몬중 하나이며,

상기 FPI필터(120)는 상기 발효가스내에 포함된 휘발성 유기 화합물의 농도를 감지할 수 있는 것을 특징으로 하는 조기 암진단용 광학 센서장치.