



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년12월31일

(11) 등록번호 10-1581341

(24) 등록일자 2015년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G02B 6/00 (2006.01) G01N 21/3504 (2014.01)

(21) 출원번호 10-2014-0012013

(22) 출원일자 2014년02월03일

심사청구일자 2014년02월03일

(65) 공개번호 10-2015-0092382

(43) 공개일자 2015년08월13일

(56) 선행기술조사문헌

JP2013002966 A

KR100732709 B1

KR101088360 B1

(73) 특허권자

한국교통대학교산학협력단

충청북도 충주시 대소원면 대학로 50

(72) 발명자

이승환

충북 충주시 창현로 1336, 103동 602호 (용관동, 컵터리버타운아파트)

장성호

서울특별시 강남구 신사동 229-24 신오빌라 B동 201호

정상호

경기도 성남시 분당구 불정로406번길 7 2동 205호

(74) 대리인

남정훈

전체 청구항 수 : 총 11 항

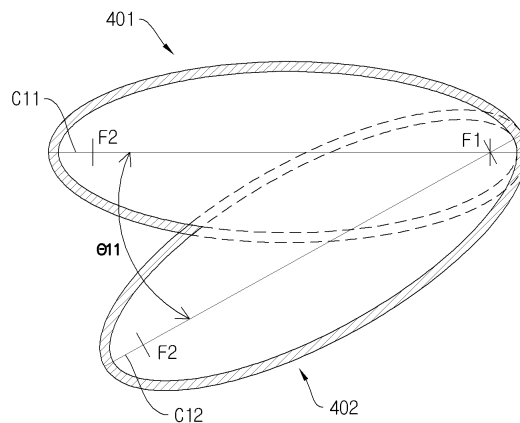
심사관 : 송병준

(54) 발명의 명칭 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관 및 그를 이용한 광학적 가스센서

(57) 요약

본 발명은 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관 및 그를 이용한 광학적 가스센서에 관한 것으로, 복수개의 3차원 타원경을 이용한 광학적 구조물에서 복수개의 3차원 타원경의 제1 초점을 공통으로 사용하고 제1 초점에 광원을 각각의 제2 초점에 광 센서부를 구비하거나, 복수개의 3차원 타원경 중 어느 하나의 타원경의 제2 초점에 광원을 다른 3차원 타원경 각각의 제2 초점에 광 센서부를 구비한 구조에서 광학적 효율을 향상을 위해 일정한 제1 타원경과 제2 타원경의 가상의 기준선이 일정한 각도를 갖도록 배치함으로써, 광 경로를 길게 하고, 입사광을 인위적인 별도의 구조물 없이 집광함으로써 광 효율을 향상시키는 효과가 있다.

대표도 - 도10a



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 13TLRP-C067560-05-000000

부처명 국토교통부

연구관리전문기관 국토교통과학기술진흥원

연구사업명 교통물류연구사업(첨단 안전 자동차 안전성 평가기술 개발)

연구과제명 음주운전 방지장치 평가기술 개발

기여율 1/1

주관기관交通安全공단 자동차 안전 연구원

연구기간 2013.07.19 ~ 2014.06.22

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

3차원 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 복수개의 타원경을 포함하되,

상기 복수개의 타원경은,

제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제3 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제3 타원경을 포함하되,

상기 제1 타원경과 제2 타원경은,

상기 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제1 각도를 이루도록 형성되고,

상기 제1 타원경과 제3 타원경은,

상기 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제2 각도를 이루도록 형성되고,

상기 제2 타원경과 제3 타원경은,

상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제3 각도를 이루도록 형성되되,

상기 제1 각도와 제2 각도는 서로 동일한 각도를 이루도록 형성되는 것,

을 특징으로 하는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 복수개의 타원경의 공통초점인 제1 초점에 광 센서부가 위치하고, 상기 제1 및 제2, 제3 타원경 각각의 제2 초점에 광원이 위치하는 경우,

상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 제3 각도는, 20도 이상 60도 이하의 범위 내에서 선택되는 것,

을 특징으로 하는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 제2 타원경의 제2 초점에 광원이 위치하고, 상기 제1, 제3 타원경 각각의 제2 초점에 광 센서부가 위치하

는 경우,

상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 제3 각도는, 20도 이상 60도 이하의 범위 내에서 선택되는 것,

을 특징으로 하는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관.

청구항 7

청구항 4에 있어서,

상기 제2 및 제3 타원경 각각의 제2 초점에 광원이 위치하고, 상기 제1 타원체의 제2 초점에 광 센서부가 위치하는 경우,

상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 제3 각도는, 10도 이상 180도 이하의 범위 내에서 선택되는 것,

을 특징으로 하는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관.

청구항 8

청구항 4에 있어서,

상기 제2 및 제3 타원경의 제2 초점에 광 센서부가 위치하고, 상기 제1 타원체의 제2 초점에 광원이 위치하는 경우,

상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 제3 각도는, 20도 이상 60도 이하의 범위 내에서 선택되는 것,

을 특징으로 하는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제3 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제3 타원경을 포함하며,

상기 제1 타원경과 제2 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제1 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제1 타원경과 제3 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제2 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제2 타원경과 제3 타원경은, 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제3 각도를 이루도록 형성되되, 상기 제1 각도와 제2 각도는 서로 동일한 각도를 이루도록 형성되는 광 도파관;

상기 광 도파관의 제1, 제2 및 제3 타원경이 공유한 제1 초점에 설치되어 광을 방출하는 광원; 및

상기 광 도파관의 제1, 제2 및 제3 타원경의 제2 초점에 각각 위치하여 상기 광원의 광을 투과시키는 복수개의

광 센서부;

를 포함하는 광학적 가스센서.

청구항 14

제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제3 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제3 타원경을 포함하며,

상기 제1 타원경과 제2 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제1 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제1 타원경과 제3 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제2 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제2 타원경과 제3 타원경은, 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제3 각도를 이루도록 형성되되, 상기 제1 각도와 제2 각도는 서로 동일한 각도를 이루도록 형성되는 광 도파관;

상기 광 도파관의 제2 및 제3 타원경 각각의 제2 초점에 설치되어 광을 방출하는 복수개의 광원; 및

상기 광 도파관의 제1 타원경의 제2 초점에 위치하여 상기 광원의 광을 투과시키는 광 센서부;

를 포함하는 광학적 가스센서.

청구항 15

제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제3 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제3 타원경을 포함하며,

상기 제1 타원경과 제2 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제1 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제1 타원경과 제3 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제2 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제2 타원경과 제3 타원경은, 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제3 각도를 이루도록 형성되되, 상기 제1 각도와 제2 각도는 서로 동일한 각도를 이루도록 형성되는 광 도파관;

상기 광 도파관의 제1 타원경의 제2 초점에 설치되어 광을 방출하는 광원; 및

상기 광 도파관의 제2 및 제3 타원경의 제2 초점에 각각 위치하여 상기 광원의 광을 투과시키는 복수개의 광 센서부;

를 포함하는 광학적 가스센서.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 제2 타원경과 제3 타원경은,

상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 제3 각도가, 20도 이상 60도 이하의 범위 내에서 선택되도록 구현되는 것,

을 특징으로 하는 광학적 가스센서.

청구항 17

청구항 15에 있어서,

상기 복수개의 광 센서부 중 어느 하나는,

상기 광원의 경년변화를 추적하기 위해 사용되는 제1 가스센서이고,

다른 하나는 사용자가 확인하고자 하는 가스를 감지하는 제2 가스센서인 것,

을 특징으로 하는 광학적 가스센서.

청구항 18

청구항 13 내지 청구항 17 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광학적 가스센서는,

상기 광 도파관의 측면부분 중, 상기 광원에서 방출되는 광의 공간적인 밀도가 낮은 부분에 가스가 유입되는 가스 유입구와 상기 가스 유입구와 이격되게 설치되는 가스 배출구를 더 포함하고,

상기 광 도파관과 가스 유입구 및 가스 배출구는 외부로 노출되지 않도록 기밀이 유지되는 것,

을 특징으로 하는 광학적 가스센서.

발명의 설명

기술분야

[0001]

본 발명은 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관 및 그를 이용한 광학적 가스센서에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 광원으로부터 조사되는 빛(광)을 별도의 집광 렌즈 사용없이도 광학적 센서부의 중심으로부터 수십~수백 μm 반경 내에 집광시킬 수 있고, 광 경로가 긴 구조물이면서 광의 반사를 최소화하는 구조물로 구현됨으로써 광량의 손실을 줄이면서 동시에 광 센서부에 광이 잘 집광될 수 있도록 하며, 광원의 경년변화에 능동적으로 대응할 수 있는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 이용한 광학적 가스센서를 제공하는 것이다.

배경기술

[0002]

일반적으로, 광 도파관은 광원에서 방출된 광이 광 센서부까지 도달하는 과정에서 광 경로의 길이(optical path length)를 길게 함과 동시에 광 센서부에 대한 광의 투과 효율을 극대화하기 위해 제작된다. 광 도파관은 광학적 가스센서의 핵심적인 구성이며, 본 발명이 출원되기 이전에 다양한 내용들이 특허출원되어 공개되어 있다.

[0003]

국내 등록특허 제10-0694635호, 제10-0732708호, 제10-1088360호 및 특허출원번호 제2013-0058781호는 기본적으로 타원형 구조물의 형상으로 구현되며, 특허출원번호 제2008-0047896호와 특허출원번호 제2009-0115590호는 센서부의 앞단에 집광 렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하고 있다. 한편 특허출원번호 제2008-0016685호와 특허출원번호 제2009-0068892호는 센서특성의 신뢰성 향상을 위한 기준센서 혹은 기준광원을 갖는 것을 특징으로 한다. 따라서 이들 공개특허와 등록특허의 장점과 단점을 제시하고, 이의 보완 및 향상을 기할 수 있는 구조를 제안한다면, 보다 효과적인 광학적 센서의 제작이 용이하리라 사료되기에 제안된 특허들의 주요 사항을 제시하고 효용성을 판단하고자 한다.

[0004]

첫번째로, 타원형 구조물에 대해서 그림과 함께 자세하게 설명하면, 도1 은 등록특허 제10-0694635호의 특징을 나타내는 그림이다. 타원 돔형 반사경(10)은 그 장축 상에 제1 초점 및 제2 초점이 서로 이격되어 형성된다. 타원 돔형 반사경(10)의 제1 초점에는 광원(11)이 위치되고, 타원 돔형 반사경(10)의 제2 초점에는 광센서(12)가 위치된다. 평면 반사경(13)은 광원(11)에서 방사된 후 타원 돔형 반사경(10)에서 반사되는 적외선을 집광하도록 오목한 평면 거울면으로 이루어진다. 광센서(12)는 평면 반사경(13)에서 반사되는 적외선과 광원(11)에서 직접 조사되는 광을 모두 수광할 수 있게 타원 돔형 반사경(10)의 장축 상에 수평으로 설치된다.

[0005]

따라서, 제1 초점에 설치된 광원(11)에서 장축방향으로 조사되는 적외선은 광센서(12)로 직접 입사되고, 타원 돔형 반사경(10)으로 조사되는 적외선은 평면 반사경(13)에 집광된 뒤 다시 반사되어, 광센서(12)의 중심으로 입사되게 된다. 도 1에 따르면, 타원 돔형 반사경(10)의 제1 초점에 설치된 광원(11)에서 조사되는 적외선이 타원 돔형 반사경(10)에 반사된 후, 평면 반사경(13)에 집광 된 후 반사되어, 타원 돔형 반사경(10)의 초점에 설치되어 있는 광센서(12)로 입사하기 때문에 타원 돔형 반사경(10)에서 반사되는 횡수를 최소화하여 광 손실을 방지함과 아울러 광원(11)에서 조사되는 광이 손실 없이 광센서(12)로 입사하도록 하여 광센서(12)가 가스의 측정에 이용할 수 있는 광량을 최대화할 수 있는 장점을 제시하고 있다.

- [0006] 그러나, 타원 돔형 방사경의 반만을 활용하고 하부 면에서 반사되는 광은 평면 방사경(13)을 통하여 광센서(12)로 향하게 하는 구조를 채택하고 있다. 이러한 구조는 조사되는 광의 절반 이하의 광속만을 이용하는 구조이며, 하부 평면에 조사 및 반사되는 빛(광)의 경우, 광센서(12)에 부착된 필터 통과 시 굴절에 의해 적절하게 광센서(12)에 조사되기 어려운 단점을 갖고 있다.
- [0007] 한편, 도2 는 국내 등록특허 제10-1088360 호에서 제시하고 있는 대표적인 실시예를 나타낸 것이다. 도 2에 따르면, 광 도파관(110)의 제1 타원경(111)과 제2 타원경(112)은 제1 초점(111b,112b)을 공유하는 제1 타원(111a)과 제2 타원(112a)의 각각의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성된다. 제1 타원경(111)과 제2 타원경(112)이 제1 타원(111a)의 제1 초점(111b)과 제2 초점(111c)을 직선 연결하는 가상의 기준선(C1)을 중심으로 일측에 연속적으로 서로 연결된 형태이며, 여기서 제1 타원경(111)이 하부에 위치하고, 제1 타원경(111)의 상단으로부터 제2 타원경(112)이 연장되는 형태로 구현된다.
- [0008] 광원(120)은 제1 타원(111a)과 제2 타원(112a)이 서로 공유하는 제1 초점(111b,112b)에 설치되며, 제1 광 검출 윈도우(131)와 제2 광 검출 윈도우(132)는 제1 타원경(111) 또는 제2 타원경(112)을 통해 반사되는 광원(120)의 광을 투과시키며, 이렇게 제1 광 검출 윈도우(131)와 제2 광 검출 윈도우(132)를 통해 투과된 광을 광 센서부(130)에서 검출한다. 이러한 구조는 소형의 구조물 제작이 용이하고, 부가적인 렌즈가 없이 집광할 수 있는 구조라는 장점을 갖고 있다. 그러나, 두 개의 센서에 도달하는 광량은 구조상으로 최대 1/4 정도의 광만을 집광할 수 있고, 3 차원적인 광학적 구조물의 제작 및 기존 광학센서(적외선 셔모파일, 볼로미터 혹은 PIR 센서)의 FOV(Field Of View)에 조사되는 구조물 제작에 어려움을 갖고 있다는 단점을 내포하고 있다.
- [0009] 한편, 특허출원번호 제2013-0058781호에 제시된 구조는 제1 포물경(151)의 초점 F1에 놓인 광원(미도시)에서 방출된 광이 여러 방향으로 분산된 광경로를 따라 진행하여 제2 포물경(152)의 초점 F2에 놓인 광검출기(미도시)에 수렴하는 구조이다. 도3에 따르면, 두 개의 포물경(151, 152)만을 사용하여 제2 초점 부근에서 집광하며, 두 개의 포물경(151, 152)의 형상과 배치방법에 따라 두 개이상의 광센서를 통한 측정이 가능하다는 장점을 보이고 있다. 그러나 두 개의 포물경(151, 152)만을 사용한 구조는 J.S. Park and S.H. Yi가 Sensors and Materials(2011년 논문)에 제시한 바와 같이 집광패턴이 원형이 아닌 형상을 나타내기에 효율적인 광의 사용이라고 할 수 없는 단점을 지닌 구조이다.
- [0010]
- [0011] 특허출원번호 제2008-0047896호에 제시된 구조는 도4에 도시한 바와 같이, 집광을 위한 렌즈(163)를 포함함으로써 광원(161)에서 조사되는 광을 광 센서부(162)에서 효율적으로 집광함으로써 광 감도를 향상시키는 장점을 지니고 있다. 그러나 상대적으로 광 경로(Optical Path)가 짧고, 추가적인 렌즈의 장착으로 인해 제조 원가의 상승이라는 단점을 지니고 있다.
- [0012] 한편, 특허출원번호 제2009-0115590호에 제시된 구조는 도5에 도시한 바와 같이, 적외선 센서(174) 앞단에 렌즈를 채택하고 있어 광 강도를 향상시킬 수 있는 장점을 지니고 있으나, 특허출원번호 제2008-0047896호와 같이 추가적인 부품의 사용으로 원가상승뿐만 아니라 광 경로 증대를 위해 광학적 구조물(170)의 상하좌우 벽면에서의 반사를 인위적으로 형성하기 위해 방사경(172) 구조를 채택함으로써 광학적 센서부에 도달하는 광량이 상대적으로 작아진다는 단점을 갖고 있다.
- [0013] 특허출원번호 제2009-0068892호와 특허출원번호 제2008-0016685호에 제시된 구조는 도6, 도7에 도시된 바와 같이, 센서 신뢰성 향상을 위해 기준 센서 혹은 기준 광원을 갖는 것을 특징으로 하고 있다. 특허출원번호 제2009-0068892호의 장점은 동일 광원을 사용하되 두 개의 적외선 센서를 사용함으로써 하나는 기준 센서로 광원의 경시변화에 따른 기준센서의 출력상태를 초기와 비교, 평가함으로써 측정센서의 시간적 변화에 따른 출력변화를 보상시킬 수 있는 장점을 지니고 광 경로가 긴 특징을 지니고 있으나, 광 센서부의 초단에 입사되는 적외선을 집광시킬 수 있는 특별한 구조가 없음으로 인해 센서의 출력이 렌즈가 있는 구조에 비해 작은 특성을 지닐 수밖에 없는 구조적 단점을 지니고 있다.

[0014] 도7에 도시된 바와 같이, 특허출원번호 제2008-0016685호의 장점은 기준광원(310)과 주 광원(320), 즉 복수의 광원을 사용하여 주기적으로 적외선 센서(350)의 출력을 보정할 수 있고, 다수개의 반사경을 통하여 광 경로를 길게 함으로써 적외선 센서(350)의 감도를 향상시킬 수 있는 장점을 지니며 장기 신뢰성 향상에 도움을 줄 수 있는 구조를 지니고 있다. 그러나 적외선 센서(350)에 도달하는 광의 패턴은 평행하게 입사됨으로써 렌즈를 사용하는 구조들 혹은 타원구조보다 광 강도의 향상을 통한 긴 파장대(> 6 μ m)의 가스 측정에는 용이하지 않는 단점을 지니게 되는 특성을 보일 것이다.

[0015] 도 8 은 흑체방사(Blackbody Radiation)시 광 강도와 파장간의 관계를 나타낸 그림으로서, 광 센서부의 광원으로 적외선램프를 사용하는 경우, 진공 유리구 내의 필라멘트(약, 4000 K의 온도를 지닌 광원)에서 조사되는 각 파장대의 광 강도를 나타내고 있는데, 파장에 따른 광 강도(B_{λ})를 수식으로 제시하면 식(1)과 같다.

$$B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1} \quad \text{식(1)}$$

[0016] 단, T 절대온도, k_B 볼츠만 상수, h 플랑크 상수, c 광 속도를 나타낸다.
 [0017]

[0018] 도 8과 식 (1)에서 제시된 바와 같이, 적외선 흡수 파장이 긴 가스의 검출을 위한 센서에서 제시된 광원을 사용하는 경우, 조사되는 에너지는 대략적으로 파장의 5승에 반비례하는 특성을 나타내게 됨으로써 파장이 긴 경우 광 센서부의 출력은 입사광 강도가 작아 미미할 것으로 예상할 수 있다. 따라서 센서의 출력을 향상시키기 위해서는 광 센서부에 입사되는 광을 효과적으로 집광할 수 있는 구조는 필연적임을 알 수 있다.

[0019] 또한 적외선 가스센서의 제작 및 응용 등에 광범위하게 적용되는 Beer-Lambert 법칙을 표현하면 식(2)와 같다.

$$I = I_0 \cdot (-\alpha x l) \quad \text{식(2)}$$

[0020] 단, I_0 는 초기 광 강도, α 는 특정 가스의 광 흡수계수, x는 가스농도, l은 광 경로.
 [0021]

[0022] 적외선 가스센서의 출력을 향상시키기 위해서는 J.S. Park and S.H. Yi가 Sensors and Materials(2011년 논문)에 제시한 바와 같은 식(3)과 같이 광 센서부에 도달하는 입사광은 초기 광의 패턴에 비해 집광된 형상을 따르는 것이 효과적임을 알 수 있다.

$$V = \zeta \left(\frac{r_i}{r_d} \right)^2 \cdot (-\alpha x l) \quad \text{식(3)}$$

[0023] 단, ζ 비례상수, r_i : 초기 광 패턴의 반지름, r_d 센서 단에서 광 패턴의 반지름
 [0024]

[0025] 상기 제시된 식들에서 제시하고 있는 것과 같이 광학적 가스센서의 제작에 있어 고려되어야 할 사항들을 살펴보면,
 [0026]

[0026] 1) 적외선을 방출시킬 수 있는 광원은 자체 필라멘트의 경년변화에 의해서 광 강도가 저감되기에 시간에 따라 이의 변화를 감지하여 이를 적절하게 보상하여야 하며,
 [0027]

[0027] 2) 파장대가 긴 가스를 측정하고자 할 때 광원에서 조사되는 광은 그 강도가 작음으로 인해 이를 충분히 검출할 수 있는 고성능의 센서 혹은 광 강도를 향상시킬 수 있는 구조가 되어야 하며(식 1과 식 3으로부터),
 [0028]

[0028] 3) 적외선 가스센서의 감도는 광 경로가 길어야 동일 농도에서 높은 출력 전압(ΔV)을 발생시킬 수 있으므로 가능한 경로가 길게끔 광학적 구조를 제작하여야 하는데, 이때 광학적 구조물에서의 반사는 최소화함으로써 구조물에서 반사시 흡수되는 양을 최소화할 수 있는 상태를 확보해야 하고,
 [0029]

[0029] 4) 광 센서부에 도달하는 입사광은 광 센서부의 중앙에 가능한 작은 반경으로 포집되어 광학적 센서의

FOV(Field Of View)내에 도달하여야 하는 특징을 구비하여야 할 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0030] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0694635호(등록일 2007.03.07)
- (특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-0944273호(등록일 2010.02.18)
- (특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-0959611호(등록일 2010.05.17)
- (특허문헌 0004) 한국등록특허 제10-1108544호(등록일 2012.01.16)
- (특허문헌 0005) 한국등록특허 제10-1108495호(등록일 2012.01.16)
- (특허문헌 0006) 한국등록특허 제10-1088360호(등록일 2011.11.24)
- (특허문헌 0007) 한국공개특허 제10-2013-0082482호(공개일 2013.07.19)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0031] 본 발명은 상기와 같은 배경에서 제안된 것으로, 본 발명의 목적은 광원으로부터 조사되는 광을 별도의 집광 렌즈 사용없이도 광학적 센서부의 중심으로부터 수십~수백 μm 반경(다른 말로, Field Of View) 내에 집광시킬 수 있는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관 및 그를 이용한 광학적 가스센서를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0032] 본 발명의 다른 목적은 광 경로가 긴 구조물이면서 광의 반사를 최소화하는 구조물로 구현됨으로써 광량의 손실을 줄이면서 동시에 광 센서부에 광이 잘 집광될 수 있도록 하는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관 및 그를 이용한 광학적 가스센서를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0033] 본 발명의 다른 목적은 광원의 경년변화에 능동적으로 대응할 수 있는 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 이용한 광학적 가스센서를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0034] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관은, 제1 초점을 공통초점으로 공유하는 복수개의 타원경을 포함하며, 여기서, 복수개의 타원경은 각각의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선들이 서로 일정한 각도를 이루도록 구현된다. 본 발명에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관에 사용되는 복수개의 타원경의 개수와 크기는 선택적으로 사용될 수 있으나, 복수개의 타원경들이 제1 초점을 공유하도록 구현되어야 한다.

[0035] 본 발명의 일실시예에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관은, 서로 다른 복수개의 3차원 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 복수개의 타원경을 포함하며 상기 복수개의 타원경은 제1 초점을 공유하며, 상기 복수개의 타원경은, 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선들이 서로 일정한 각도를 이루도록 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0036] 상기 서로 다른 복수개의 3차원 타원체의 제1 초점에 광원이 위치하고, 상기 서로 다른 복수개의 3차원 타원체 각각의 제2 초점에 광 센서부가 위치하는 경우, 서로 다른 복수개의 3차원 타원체의 제1 초점과 제2 초점을 연

결하는 가상의 기준선들이 이루는 일정한 각도는, 10도 이상 180도 이하의 범위 내에서 선택되는 것을 특징으로 한다.

- [0037] 상기 복수개의 타원경은, 제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경을 포함하며, 상기 제1 타원경의 제2 초점에 광 센서부가 위치하고, 상기 제2 타원체의 제2 초점에 광원이 위치하는 경우, 상기 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 일정한 각도는, 10도 이상 30도 이하의 범위 내에서 선택되는 것을 특징으로 한다.
- [0038] 상기 복수개의 타원경은, 제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제3 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제3 타원경을 포함하며, 상기 제1 타원경과 제2 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제1 각도를 이루도록 형성되고,
- [0039] 상기 제1 타원경과 제3 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제2 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제2 타원경과 제3 타원경은, 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제3 각도를 이루도록 형성되되, 상기 제1 각도와 제2 각도는 서로 동일한 각도를 이루도록 형성되는 것을 특징으로 한다.
- [0040] 본 발명의 실시예에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 이용한 광학적 가스센서는, 제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경을 포함하며, 상기 제1 타원경과 제2 타원경은, 상기 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 일정한 각도를 이루도록 형성되는 광 도파관과, 상기 광 도파관의 제1 타원경과 제2 타원경이 공유한 제1 초점에 설치되어 광을 방출하는 광원과, 상기 광 도파관의 제1 및 제2 타원경의 제2 초점에 각각 위치하여 상기 광원의 광을 투과시키는 제1 및 제2 광 센서부를 포함한다.
- [0041] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 이용한 광학적 가스센서는, 제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경을 포함하며, 상기 제1 타원경과 제2 타원경은, 상기 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 상기 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 일정한 각도를 이루도록 형성되는 광 도파관과, 광 도파관의 제1 타원경의 제2 초점에 위치하여 광을 방출하는 광원과, 광 도파관의 제2 타원경의 제2 초점에 위치하여 상기 광원의 광을 투과시키는 광 센서부를 포함한다.
- [0042] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 이용한 광학적 가스센서는, 제1 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제1 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제2 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제2 타원경과, 상기 제1 타원경의 제1 초점을 공유하는 제3 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성되는 제3 타원경을 포함하며,
- [0043] 상기 제1 타원경과 제2 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제1 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제1 타원경과 제3 타원경은, 제1 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제2 각도를 이루도록 형성되고, 상기 제2 타원경과 제3 타원경은, 제2 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 제3 각도를 이루도록 형성되되, 상기 제1 각도와 제2 각도는 서로 동일한 각도를 이루도록 형성되는 광 도파관과,

상기 광 도파관의 제1 타원경의 제2 초점에 설치되어 광을 방출하는 광원과, 상기 광 도파관의 제2 및 제3 타원경의 제2 초점에 각각 위치하여 상기 광원의 광을 투과시키는 복수개의 광 센서부를 포함한다.

[0044] 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 이용한 광학적 가스센서는, 복수개의 광 센서부 중 어느 하나를 광원의 경년변화를 추적하기 위해 사용되는 제1 가스센서로, 다른 하나를 사용자가 확인하고자 하는 가스를 감지하는 제2 가스센서로 구현함을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0045] 본 발명의 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관 및 그를 이용한 광학적 가스센서에 따르면 다음과 같은 장점이 있다.

[0046] 첫째, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관은 제1 초점을 공유하는 복수개의 타원경을 복수개의 타원체의 전체 궤적 중 일부를 따라 형성하며, 제1 초점을 공유하는 복수개의 타원경을 포함하는 광 도파관을 구현함으로써 광원으로부터 조사되는 광을 별도의 집광 렌즈 사용없이도 광학적 센서부의 중심으로부터 수십~수백 μm 반경 내에 집광시킬 수 있다.

[0047] 둘째, 복수개의 타원경을 포함하는 광 도파관은 광 경로가 긴 구조물이면서 광의 반사를 최소화하는 구조물로 구현됨으로써 광량의 손실을 줄이면서 동시에 광학적 센서부의 중심으로부터 수십~수백 μm 반경(다른 말로, Field Of View) 내에 잘 집광할 수 있다.

[0048] 셋째, 복수개의 광 센서부 중 어느 하나는, 광원의 경년변화를 추적하기 위해 사용되는 제1 가스센서로, 다른 하나는 사용자가 확인하고자 하는 가스를 감지하는 제2 가스센서로 구현함으로써, 제1 가스센서를 광량 보정을 위한 레퍼런스 광량 측정의 용도로 활용할 경우 광원의 경년변화에 능동적으로 대응할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0049] 도 1 내지 도 7 은 종래의 가스센서를 도시한다.
 도 8 은 흑체방사시 광 강도와 파장간의 관계를 도시한다.
 도 9a 는 3차원 타원경 내의 제1 초점에 위치한 광원에서 조사되는 광의 광 경로와 제2 초점에 위치한 광 센서부에 도달하는 광속을 도시한다.
 도 9b 는 광 센서부에 도달하는 광속의 형상에 대한 모의해석 결과를 도시한다.
 도 10a, 도 10b, 및 도 10c는 본 발명에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 설명하기 위한 예시도이다.
 도 11a 는 본 발명의 일 실시예에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관이 두 개의 타원경을 갖는 경우 광 경로를 도시한 것이다.
 도 11b는 광 센서부에 도달하는 광속의 형상에 대한 모의해석 결과를 도시한다.
 도 12는 두 개의 3차원 타원경의 장축간의 각도에 따른 단위면적당의 입사 광에너지를 제시한다.
 도 13a, 도 13b, 도 13c는 두 개의 3차원 타원경 장축간 각도에 따라 광 센서부에 도달하는 광속의 형상에 대한 모의해석 결과를 도시한다.
 도 14는 두 개의 3차원 타원경의 장축간 각도의 변화에 따른 광 센서부에 입사되는 입사광의 집광 반지름간의 관계를 도시한다.
 도 15 는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관이 두 개의 타원경을 갖는 경우 광 경로를 도시한 것이다.

도 16a, 도 16b는 도15 에 제시된 구조의 3차원 타원경의 장축간 각도에 따라 왼쪽과 오른쪽에 도달하는 단위면적당의 광에너지에 대한 모의해석 결과를 도시한다.

도 17 은 도 15 에 제시된 구조의 3차원 타원경의 장축간 각도에 따라 왼쪽과 오른쪽에 도달하는 단위면적당의 광에너지에 대한 모의해석 결과를 나타낸 것이다.

도 18a, 도 18b, 도 18c, 도 18d는 도 15 에 제시된 구조에 있어 장축간의 각도변화에 따른 광 센서부에 도달하는 입사광속의 형상을 도시한다.

도 19 는 세 개의 3차원 타원경의 구조와 광 경로를 도시한다.

도 20 은 도 19 에 제시된 상부의 두 3차원 타원경의 장축간 각도에 따라 광 센서부에 도달하는 단위면적당의 광에너지에 대한 모의해석 결과를 도시한다.

도 21 은 도 19 에 제시된 3차원 타원경 장축간의 각도에 따른 광 센서부에 도달한 입사광속의 지름의 변화를 도시한다.

도 22a, 도 22b, 도 22c, 도 22d는 도 19 에 제시된 구조에 있어 장축간의 각도변화에 따른 광 센서부에 도달하는 입사광속의 형상을 도시한다.

도 23은 다중 가스분석기로 음주 후 호흡에서 배출된 가스를 분석한 결과를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0050] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 전술한, 그리고 추가적인 양상을 기술되는 바람직한 실시예를 통하여 본 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.

[0051] 도 9a에 도시한 바와 같이, 3차원 타원경(411)의 제1 초점(F1)에 위치한 광원에서 방사된 광(예컨대, 적외선(3.4 μ m)로 가정함)은 3차원 타원경(411)의 내벽에서 한번 반사된 후, 3차원 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 위치한 광 센서부에 도달한다. 도 9b를 참조하면, 3차원 타원경(411)의 제1 초점(F1)에 위치한 광원에서 방사된 적외선은 3차원 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 위치한 광 센서부에 100% 도달하고, 도달된 광속의 단위면적당 최대 에너지는 반경 1mm 안에 집광되는 우수한 특징을 보인다.

[0052] 광학적 가스센서에 사용할 광 도파관을 3차원 타원체의 형상으로 제작하게 되면, 비록 부피는 증가하나 3차원 타원체의 제1 초점(F1)에 위치한 광원에서 조사되는 모든 광을 3차원 타원체의 제2 초점(F2)에 위치한 광 센서부가 모두 집광함으로써 광의 손실이 거의 없다. 또한, 3차원 타원체의 제2 초점(F2)에 위치한 광 센서부에 입사되는 광은 반경이 수십~수백 μ m 크기의 작은 동심원상에 입사되어, 통상적인 광 센서부의 구성요소인 필터와 필터의 하단부에 위치한 적외선 감지부에 정확하게 도달할 수 있는 구조를 제작하기에 효과적임을 알 수 있다.

[0053] 도 10a, 도 10b, 및 도 10c는 본 발명에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 설명하기 위한 예시도이다. 먼저, 도 10a를 참조하면 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관은 두 개의 3차원 타원체(401, 402)로 구현된 것을 도시한다. 두 개의 3차원 타원체(401, 402)는, 각각의 제1 초점(F1)을 공통초점으로 공유하며 각각의 제1 초점(F1)과 제2 초점(F2)을 연결하는 가상의 기준선들(C11, C12)이 일정한 각도(θ_{11})를 이루도록 구현된다.

[0054] 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관이 두 개의 3차원 타원체(401, 402)로 구현되는 경우, 광원과 광 센서부의 설치위치는 직관적으로 크게 3가지를 가정할 수 있다.

[0055] (1) 두 개의 3차원 타원체(401, 402) 중 어느 하나의 타원체의 제2 초점(F2)에 광원이 설치되고, 다른 타원체의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치,

[0056] (2) 공통초점인 제1 초점(F1)에 광 센서부가 설치되고, 두 개의 3차원 타원체(401, 402) 각각의 제2 초점(F2)에

광원이 설치,

- [0057] (3) 공통초점인 제1 초점(F1)에 광원이 설치되고, 두 개의 3차원 타원체(401, 402) 각각의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치.
- [0058] 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관이 두 개의 3차원 타원체(401, 402)로 구현되는 경우, 광원과 광 센서부의 설치위치를 상기 3가지로 나누고 각각에 대하여 광 센서부에 도달하는 광속의 형상에 대한 모의해석 결과는 후술하기로 한다.
- [0059] 이제, 도 10b를 참조하면 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(500)은 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503)로 구현된 것을 도시한다. 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503)는, 각각의 제1 초점(F1)을 공통초점으로 공유하며 각각의 제1 초점(F1)과 제2 초점(F2)을 연결하는 가상의 기준선들(C21, C22, C23)이 서로 일정한 각도($\Theta 21$, $\Theta 22$, $\Theta 23$)를 이루도록 구현될 수 있다.
- [0060] 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(500)이 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503)로 구현되는 경우, 광원과 광 센서부의 설치위치는 직관적으로 크게 5가지로 가정할 수 있다.
- [0061] (1) 공통초점에 광원이 설치되고, 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503) 각각의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치,
- [0062] (2) 공통초점에 광 센서부가 설치되고, 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503) 각각의 제2 초점(F2)에 광원이 설치,
- [0063] (3) 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503) 중 제1, 제2 타원체(501, 502) 각각의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치되고, 제3 타원체(503)의 제2 초점(F2)에 광원이 설치,
- [0064] (4) 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503) 중 제1 타원체(501)의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치되고, 제2, 제3 타원체(502, 503)의 제2 초점(F2)에 각각 광원이 설치,
- [0065] (5) 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503) 중 제1 타원체(511)의 제2 초점(F2)에 광원이 설치되고, 제2, 제3 타원체(502, 503)의 제2 초점(F2)에 각각 광 센서부가 설치.
- [0066] 일례로, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(500)은 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503)의 공통초점인 제1 초점(F1)에 광 센서부가 위치하고, 세 개의 3차원 타원체(501, 502, 503) 각각의 제2 초점(F2)에 광원이 위치하는 경우, 제2 타원체(502)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선(C22)과 제3 타원체(503)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선(C23)이 이루는 제3 각도($\Theta 23$)는, 20도 이상 60도 이하의 범위 내에서 선택되는 것이 바람직하다.
- [0067] 다른 예로, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(500)은 제2 타원체(502)의 제2 초점(F2)에 광원이 위치하고, 제1, 제3 타원체(501, 503) 각각의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 위치하는 경우, 제2 타원체(502)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선(C22)과 제3 타원체(503)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선(C23)이 이루는 제3 각도($\Theta 23$)는, 20도 이상 60도 이하의 범위 내에서 선택되는 것이 바람직하다.
- [0068] 또다른 예로, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(500)은 제2 및 제3 타원체(502, 503)의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 위치하고, 제1 타원체(501)의 제2 초점(F2)에 광원이 위치하는 경우, 제2 타원체(502)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선(C22)과 제3 타원체(503)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선(C23)이 이루는 제3 각도($\Theta 23$)는, 20도 이상 60도 이하의 범위 내에서 선택되는 것이 바람직하다.
- [0069] 도 10c를 참조하면 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(610)은 다섯 개의 3차원 타원체(611 내지 615)로 구현된 것을 도시한다. 다섯 개의 3차원 타원체(611 내지 615)는, 각각의 제1 초점(F1)을 공통초점으로 공유하

며 각각의 제1 초점(F1)과 제2 초점(F2)을 연결하는 가상의 기준선들(C31 내지 C35)이 일정한 각도(θ_{31} 내지 θ_{35})를 이루도록 구현될 수 있다.

[0070] 도 10a, 도 10b, 및 도 10c에 알 수 있듯이, 본 발명에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관은 복수개의 타원체가, 각각의 제1 초점을 공통초점으로 공유하고 각각의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선들이 서로 일정한 각도를 이루도록 구현될 수 있다.

[0071] 실시에 1 : 광 도파관이 두 개의 3차원 타원경으로 구현되며, 어느 하나의 타원경의 제2 초점(F2)에 광원이 설치되고, 다른 타원경의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치

[0072] 도 11a는 본 발명의 실시예 1에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관을 도시한 것이고, 도 11b는 광 센서부에 도달하는 광속의 형상에 대한 모의해석 결과를 도시한 것이고, 도 12는 두 개의 3차원 타원경의 장축간의 각도에 따른 단위면적당의 입사 광에너지를 제시한 것이고, 도 13a, 도 13b, 도 13c는 두 개의 3차원 타원경의 장축간 각도에 따라 광 센서부에 도달하는 광속의 형상에 대한 모의해석 결과를 도시한 것이고, 도 14는 두 개의 3차원 타원경의 장축간 각도의 변화에 따른 광 센서부에 입사되는 입사광의 집광 반지름간의 관계를 도시한다.

[0073] 먼저, 도 11a를 참조하면, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(410)은 두 개의 3차원 타원경(411, 412)으로 구현된 것을 도시한다. 두 개의 3차원 타원경(411, 412)은, 각각의 제1 초점(F1)을 공통초점으로 공유하며 각각의 제1 초점(F1)과 제2 초점(F2)을 연결하는 가상의 기준선들(C11, C12)이 일정한 각도(θ_{11})를 이루도록 구현된다.

[0074] 도 11a에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(410)은, 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 광원이 설치되고, 제2 타원경(412)의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치된다. 이 경우, 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 설치된 광원에서 조사되어 제2 타원경(412)의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 입사되는 광의 광 경로는 도 11a와 같다.

[0075] 제2 타원경(412)의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 도달하는 광속의 형상에 대한 모의해석 결과는 도 11b에 도시한 바와 같으며, 가상의 기준선들(C11, C12) 간의 각도(θ_{11})를 30도, 광 센서부의 직경을 16mm로 가정하여 모의해석을 실시하였다. 광 센서부에 도달하는 광속(Light Flux)은 조사 광의 약 95%(5,000개중 4,549개)가 도달하고 있으며, 도달된 광은 반지름 약 2mm안에 집광되는 것을 확인할 수 있다. 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(410)은 제1 타원경(411)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제2 타원경(412)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 일정한 각도는, 10도 이상 30도 이하의 범위 내에서 선택되는 것이 바람직하다.

[0076] 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 광원을 설치하고, 제2 타원경(412)의 제2 초점(F2)에 광 센서부를 설치한 경우, 두 개의 3차원 타원경(411, 412)의 가상의 기준선들(C11, C12) 간의 각도(θ_{11})에 따른 단위면적당의 입사 광에너지를 제시하면 도 12와 같다. 도 12에서와 같이 두 개의 3차원 타원경(411, 412)의 가상의 기준선들(C11, C12) 간의 각도(θ_{11})가 커짐에 따라 광원으로부터 조사되어 광센서부로 도달하는 입사광 에너지는 지수함수적으로 감소하며, 가상의 기준선들(C11, C12) 간의 각도(θ_{11})가 50도 보다 큰 각도에서는 30도를 갖는 구조에 비해 약 1 승 이상의 광 강도 차이를 보이고 있음을 알 수 있다.

[0077] 그런데, 가상의 기준선들(C11, C12) 간의 각도(θ_{11})가 60를 갖도록 광 도파관(410)을 제작하더라도, 만약 제작 과정 및 조립상의 실수로 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 설치되어야 하는 광원이 제2 초점(F2)에서 $\pm 1\text{mm}$

이탈한 경우 제2 타원경(412)의 제2 초점(F2)에 위치한 광 센서부의 광 입사광 에너지는 1승 이상 감소-이는, 가상의 기준선들(C11, C12) 간의 각도(θ_{11})가 50도 이상 벌어진 구조와 거의 유사한 에너지 상태를 나타냄-하는 양상을 보여줄 것으로 예상되기에 제조과정상 세심한 주위가 요망된다.

[0078]

도 13은 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 광원을 설치하고, 제2 타원경(412)의 제2 초점(F2)에 광 센서부를 설치한 경우, 두 개의 3차원 타원경(411, 412)의 장축간 각도에 따라 광 센서부에 도달하는 광속의 형상에 대한 모의해석 결과를 도시한 것이다. 도 13에서 알 수 있듯이, 두 개의 3차원 타원경(411, 412)의 장축간 각도가 30도, 60도, 90도로 커짐에 따라 광 센서부에 도달하는 광속은 광 센서부의 중심에 집광되지 않고 퍼진다. 이는 도 12에서 나타난 바와 같이, 두 개의 3차원 타원경(411, 412)의 가상의 기준선들(C11, C12) 간의 각도(θ_{11})가 커짐에 따라 광원으로부터 조사되어 광센서부로 도달된 단위면적당 광에너지 밀도가 작아지는 현상을 설명하고 있음을 알 수 있다.

[0079]

도 14는 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 광원을 설치하고, 제2 타원경(412)의 제2 초점(F2)에 광 센서부를 설치한 경우, 두 개의 3차원 타원경(411, 412)의 장축간 각도의 변화에 따른 광 센서부에 입사되는 광의 집광 반지름 관계를 도시한 것이다. 두 개의 3차원 타원경(411, 412)의 장축의 각도가 커짐에 따라 광 센서부에 입사된 광속의 지름이 증가되는 양상을 나타내고 있다. 이는 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 설치되어야 하는 광원이 제2 초점(F2)에서 $\pm 1\text{mm}$ 이탈한 경우 광속의 지름은 감소 혹은 증가의 형상을 나타내고 있음을 제시하고 있다.

[0080]

이상의 결과를 종합하면, 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에 설치되어야 하는 광원이 제2 초점(F2)에서 $\pm 1\text{mm}$ 이탈되는 제조상의 실수가 발생하더라도, 제1 타원경(411)의 제2 초점(F2)에서 음의 방향으로 광원의 초점이 맞추어지는 것보다 오히려 양의 방향으로 제작상의 오차가 발생하는 것이 광학적 센서의 제작 및 특성에 비교적 영향이 적음을 제시하고 있다고 할 수 있다.

[0081]

실시예 2 : 광 도파관이 두 개의 3차원 타원경으로 구현되며, 공통초점인 제1 초점(F1)에 광 센서부가 설치되고, 두 개의 3차원 타원경 각각의 제2 초점(F2)에 광원이 설치

[0082]

실시예 2와 같이, 광 도파관을 구성할 경우, 두 개의 광원으로부터 조사되는 광을 광학적 센서부의 중심으로부터 수십~수백 μm 반경(다른 말로, Field Of View) 내에 집광시키는 것이 어렵다. 그 원인은 두 개의 광원으로부터 조사되는 광이 간섭을 일으키기 때문이다.

[0083]

실시예 3 : 광 도파관이 두 개의 3차원 타원경으로 구현되며, 공통초점인 제1 초점(F1)에 광원이 설치되고, 두 개의 3차원 타원경 각각의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치

[0084]

도 15 는 본 발명의 다른 실시예에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관이 두 개의 타원경을 갖는 경우 광 경로를 도시한 것이고, 도 16, 도 17 은 도 15 에 제시된 구조의 3차원 타원경의 장축간 각도에 따라 왼쪽과 오른쪽에 도달하는 단위면적당의 광에너지에 대한 모의해석 결과를 도시한 것이고, 도 18 은 도 15 에 제시된 구조에 있어 장축간의 각도변화에 따른 광 센서부에 도달하는 입사광속의 형상을 도시한다.

[0085]

먼저, 도 15를 참조하면, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(420)은 두 개의 3차원 타원경(421, 422)으로 구현된 것을 도시한다. 두 개의 3차원 타원경(421, 422)은, 각각의 제1 초점(F1)을 공통초점으로 공유하며 각각의 제1 초점(F1)과 제2 초점(F2)을 연결하는 가상의 기준선들(C11, C12)이 일정한 각도(θ_{11})를 이루도록 구현된다.

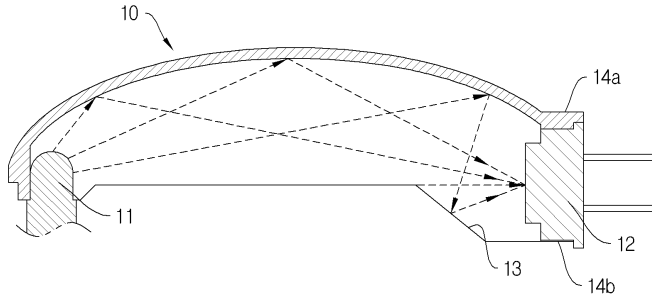
- [0086] 도 15에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(420)은, 공통초점인 제1 초점(F1)에 광원이 설치되고, 두 개의 3차원 타원경(421, 422) 각각의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치된다. 이 경우, 제1 타원경(421)의 제1 초점(F1)에 설치된 광원에서 조사되어 두 개의 3차원 타원경(421, 422) 각각의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 입사되는 광의 광 경로는 도 15와 같다. 도 16의 (A), (B)에 도시한 바와 같이, 두 개의 3차원 타원경(421, 422) 각각의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 도달하는 광속(Light Flux)은 모두 유사하고 지름 2mm이하인 것을 확인할 수 있다.
- [0087] 도 17 은 도 15 에 제시된 구조의 3차원 타원경의 장축간 각도에 따라 왼쪽과 오른쪽에 도달하는 단위면적당의 광에너지에 대한 모의해석 결과를 도시한 것이다. 도 17에서 알 수 있듯이 두 개의 3차원 타원경(421, 422) 각각의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 도달하는 입사광의 단위면적당의 에너지는 두 개의 3차원 타원경(421, 422)의 장축간 각도에 무관한 양태를 나타내고 있으며, 두 개의 3차원 타원경(421, 422) 각각의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 도달하는 에너지의 차이는 최대 10%미만을 나타내고 있다.
- [0088] 이에 따라, 흡수대역이 유사한 가스(예를들면, HC 계열과 일산화탄소와 이산화탄소 가스)를 측정하기 위한 광 센서부를 두 개의 3차원 타원경(421, 422) 중 어느 하나의 제2 초점(F2)에 설치하면 센서의 감도특성이 향상되고, 한쪽을 광량보정을 위한 기준으로 사용하면, 별도의 추가 광원없이 센서감도를 보정하여 장기 신뢰성을 향상시킬 수 있을 것임을 알 수 있다.
- [0089] 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(420)이, 공통초점인 제1 초점(F1)에 광원이 설치되고, 두 개의 3차원 타원경(421, 422) 각각의 제2 초점(F2)에 광 센서부가 설치되는 경우, 도 18a, 도 18b, 도 18c, 도 18d에서 알 수 있듯이, 두 개의 3차원 타원경(421, 422)의 장축간의 각도변화와 무관하게 두 개의 3차원 타원경(421, 422) 각각의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 도달하는 입사광은 광 센서부의 직경 2 mm이내로 집광되는 특성을 보여주고 있다.
- [0090] 도 15에 도시한 바와 같이, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(420)은 두 개의 3차원 타원경(421, 422)의 측면부분 중, 공통초점인 제1 초점(F1)에 설치된 광원에서 방출되는 광의 공간적인 밀도가 낮은 부분에 가스가 유입되는 가스 유입구(423)와 가스 유입구(423)와 이격되게 설치되는 가스 배출구(424)를 포함하고, 광 도파관과 가스 유입구 및 가스 배출구는 기밀이 유지되도록 제조된다.
- [0091] 실시예 4 : 광 도파관이 세 개의 3차원 타원경으로 구현되는 경우
- [0092] 도 19 는 세 개의 3차원 타원경의 구조와 광 경로를 도시한 것이고, 도 20 은 도 19 에 제시된 상부의 두 3차원 타원경의 장축간 각도에 따라 광 센서부에 도달하는 단위면적당의 광에너지에 대한 모의해석 결과를 도시한 것이고, 도 21 은 도 19 에 제시된 3차원 타원경 장축간의 각도에 따른 광 센서부에 도달한 입사광속의 지름의 변화를 도시한 것이고, 도 22a, 도 22b, 도 22c, 도 22d는 도 19 에 제시된 구조에 있어 장축간의 각도변화에 따른 광 센서부에 도달하는 입사광속의 형상을 도시한다.
- [0093] 도 19에 따른 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(510)은, 세 개의 3차원 타원경(511, 512, 513) 중 제1 타원경(511)의 제2 초점(F2)에 광원이 설치되고, 제2, 제3 타원경(512, 513)의 제2 초점(F2)에 각각 광 센서부가 설치된다. 이 경우, 제1 타원경(511)의 제2 초점(F2)에 설치된 광원에서 조사되어 제2, 제3 타원경(512, 513) 각각의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 입사되는 광의 광 경로는 도 19와 같다. 세 개의 3차원 타원경(511, 512, 513) 각각의 제1 초점(F1)과 제2 초점(F2)을 연결하는 가상의 기준선들(C21, C22, C23)은 일정한 각도(θ_{21} , θ_{22} , θ_{23})를 이루도록 구현된다.

- [0094] 일례로, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(510)은 제1 타원경(511)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제2 타원경(512)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 각도(θ_{21})와, 제1 타원경(511)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선과 제3 타원경(513)의 제1 초점과 제2 초점을 연결하는 가상의 기준선이 이루는 각도(θ_{22})가 서로 동일한 각도를 이루도록 형성된다.
- [0095] 도 19에 도시한 바와 같이 제1 타원경(511)의 제2 초점(F2)에 설치된 광원에서 방사된 광은 제1 타원경(511)의 내벽에 한번 반사되고, 제2 혹은 제3 타원경(512, 513)의 내벽에서 두 번째 반사되어 각각의 제2 초점에 배치된 광 센서부에 도달한다. 세 개의 3차원 타원경(511, 512, 513)을 다수개 배치함으로써 광 경로는 길게 하지만, 반사를 최소화함으로써 이로 인한 광량의 손실이 없는 상태에서 광 센서부에 집광된 광이 도달하는 구조를 제작할 수 있음을 보여주고 있다.
- [0096] 도 19에 도시한 바와 같이, 복수의 독립된 광 경로를 갖는 광 도파관(510)은 두 개의 3차원 타원경(512, 513)의 측면부분 중, 제1 타원경(511)의 제2 초점(F2)에 설치된 광원에서 방출되는 광의 공간적인 밀도가 낮은 부분에 가스가 유입되는 가스 유입구(514)와 가스 유입구(514)와 이격되게 설치되는 가스 배출구(515)를 포함하고, 광 도파관(510)과 가스 유입구(514) 및 가스 배출구(515)는 기밀이 유지되도록 제조된다.
- [0097] 도 20은 도 19에 제시된 제2, 제3 타원경(512, 513)의 장축간 각도에 따라 제2, 제3 타원경(512, 513) 각각의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 도달하는 단위면적당의 광에너지에 대한 모의해석 결과를 나타낸 것으로, 제2, 제3 타원경(512, 513)의 장축간 각도가 증가함에 따라 단위면적당 최대 광에너지는 급격하게 감소하는 양상을 나타내고 있음을 확인할 수 있다.
- [0098] 도 21은 도 19에 제시된 제2, 제3 타원경(512, 513)의 장축간의 각도에 따라 제2, 제3 타원경(512, 513) 각각의 제2 초점(F2)에 설치된 광 센서부에 도달한 입사광속의 지름의 변화를 나타낸 것으로, 제2, 제3 타원경(512, 513)의 장축간 각도가 증가함에 따라 광센서부 중심부에서의 입사광속의 지름은 증가하는 상태를 나타내고 있음을 예측할 수 있다.
- [0099] 도 20과 도 21의 결과를 종합하면 도 19에 제시된 제2, 제3 타원경(512, 513)의 장축간의 각도 증가는 단위면적당 광 에너지와 입사광속의 지름에 비효율적인 영향을 미치게 될 것임을 제시하고 있으나, 적절한 각도로 배치한다면 광 경로를 길게 하지만, 반사의 영향을 최소화하면서 최적의 광학적 센서를 제작할 수 있다는 장점을 갖게 될 수 있을 것임을 알 수 있다.
- [0100] 도 22는 도 19에 제시된 구조에 있어 장축간의 각도변화에 따른 광 센서부에 도달하는 입사광속의 형상을 도시한다. 결과에서와 같이 도 19에 제시된 제2, 제3 타원경(512, 513)의 장축간의 각도를 조절함으로써 광 센서부의 중앙부에 광속이 집중되는 효과를 보이고 있음을 알 수 있고, 집중되기 전보다 1승 이상의 단위면적당의 에너지가 증가함을 보임에 따라 긴 파장의 가스측정에 용이할 것으로 사료된다.
- [0101] 도 23은 다중 가스분석기(Multi-gas Analyzer, INNOVA 1312)로 음주 후 호흡에서 배출된 가스를 분석한 결과를 나타낸 것이다. 측정은 음주를 중단한 시간을 0으로 한 후, 각각 일정한 시간이 흐른 후 호흡을 통하여 배출된 가스를 포집하여 즉시 측정(1st 로 표현)하고, 일정한 시간 (2nd 로 표현된 그림은 약 1시간 30분에서 2시간 정도) 경과 후 측정된 결과를 나타낸 것으로써 호흡기를 통하여 배출된 일산화탄소, TVOC와 알코올의 농도측정 결과이다.

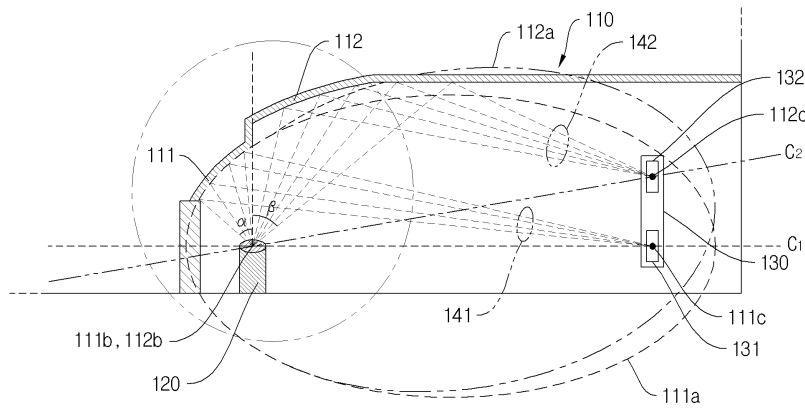
- [0102] 호흡을 통하여 배출된 일산화탄소(적외선 흡수 파장; ~ 4.6 μm)는 약 20 ppm 미만의 농도를 나타내었으나, TVOCs(기준으로 적외선 흡수 파장 약 3.4 μm)와 에탄올(적외선 흡수 파장 약 9.4 μm) 농도는 약 80 ~ 100 ppm 수준의 농도를 나타내고 있다.
- [0103] 음주운전의 적발은 체내에 흡수되어 폐를 통하여 배출되는 에탄올의 농도에 기인하지만, 음주 후 호흡을 통하여 다량의 H-C 화합물이 배출됨으로 정확한 농도 측정을 위해서는 긴 파장대(~ 9.4 μm)의 적외선 센서를 사용하여야 한다. 그러나 도 8 과 식 1)에 제시된 바와 같이 광원에서 조사되는 적외선은 파장대가 길어지면 길어질수록 광 강도가 작아지는 특징을 지니고 있기 때문에, 1) 감도가 우수한 적외선 센서를 사용하던가, 2) 적외선을 집광하여 단위면적당의 에너지를 증대시키는 방법을 택하는 것이 바람직할 것이며, 3) 가능한 광 경로를 길게 하면서도 광학적 구조물내부에서의 반사를 작게 하여 광 효율을 증대시키는 구조를 채택하여야 할 것이다.
- [0104] 상기 제시된 광학적 모의해석 결과를 통해,
- [0105] 1) 국내 등록특허 제10-0694635호/제10-0732708호와 제10-1088360호 및 특허출원번호 제2013-0058781호에 제시된 특허와 비교하여 대표도 1과 2 구조(본 명세서에서는 도 10과 도 14 구조)는 광 경로를 등록 혹은 출원된 구조와 비교하여 길게 할 수 있는 장점을 지니고 있으며,
- [0106] 2) 출원번호 제10-2008-0047896 호와 출원번호 10-2009-0115590 호와 비교하였을 때 별도의 집광 렌즈를 사용하지 않고, 조사 광을 효과적으로 집광하여 광학적 센서부에 조사시킬 수 있어 원가상승 요인이 없는 장점을 갖고 있으며,
- [0107] 3) 출원번호 10-2008-0016685 호와 출원번호 10-2009-0068892 호와 비교하여 도 14 구조와 같은 형상의 구조물에서 제1 광 센서부에 기준센서를 구비하고, 제2 광 센서부에 측정대상 가스를 측정하는 센서를 설치함으로써 센서의 신뢰성 향상을 기할 수 있는 특징을 갖을 수 있다.
- [0108] 즉, 일예로 음주측정용 광학적 가스센서를 제작하고자 한다면, 제1 광 센서부에 4.6 μm 흡수 파장을 갖는 일산화탄소 센서를 배치하고, 제2 광 센서부에 9.4 μm 흡수파장을 갖는 에탄올 센서를 배치하여 광원을 발광하면, 센서의 초기 동작 시 상대적으로 다량의 에너지 흡수가 가능하고, 타 가스에 대한 선택성이 우수하고 공기중 일산화탄소가 거의 없음을 감안하였을 때 일산화탄소 센서의 출력을 기준으로 광원의 출력상태를 확인하고, 이를 반영하여 에탄올 센서의 출력과 비교 평가함으로써 광원의 경년변화에 따른 센서의 감도변화를 보정함으로써 측정시스템의 장기 신뢰성을 확보할 수 있는 특징을 구비할 수 있게 된다.
- [0109] 따라서 상기 개별적으로 등록 및 출원특허에서 제시하고 있으며, 본 출원 명세서 초반에 제기한 적외선 광학적 가스센서가 갖추어야 할 특징인
- [0110] 1) 적외선광원의 경년변화에 능동적으로 대응할 수 있는 구조,
- [0111] 2) 고성능의 센서 혹은 광 강도를 향상시킬 수 있는 구조,
- [0112] 3) 광 경로가 긴 구조물이고, 내부에서의 반사는 최소화하여야 하는 구조,
- [0113] 4) 광 센서부에 도달하는 입사광은 광 센서부의 중앙에 작은 반경으로 포집됨으로써 광 센서부의 Field of View 내로 조사되는 특징을 모두 갖춘 센서의 제작이 가능하다.
- [0114] 또한 적외선의 공간적인 밀도가 낮은 영역에 가스의 흡입(에탄올의 측정을 위해 가스를 강제적으로 밀어넣는 구조 혹은 소형 펌프를 사용하여 외부의 공기를 흡입하여 가스 측정에 사용하는 광학적 구조물에 있어서)과 유출구를 설치하면 광학적 효율의 감소없이 광학적 센서를 제작할 수 있다.
- [0115] 지금까지, 본 명세서에는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 지닌 자가 본 발명을 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 도면에 도시한 실시예들을 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에 통상의 지식을 지닌 자라면 본 발명의 실시예들로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

도면

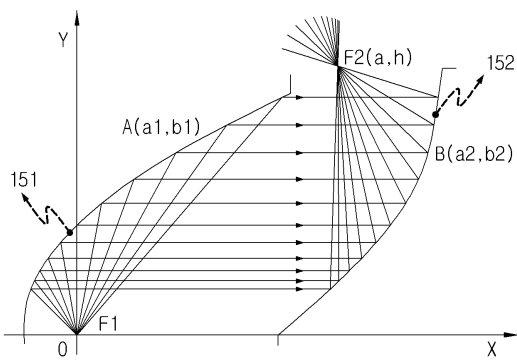
도면1



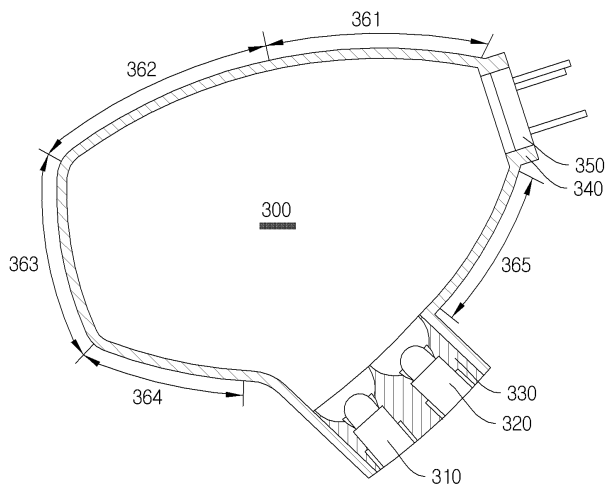
도면2



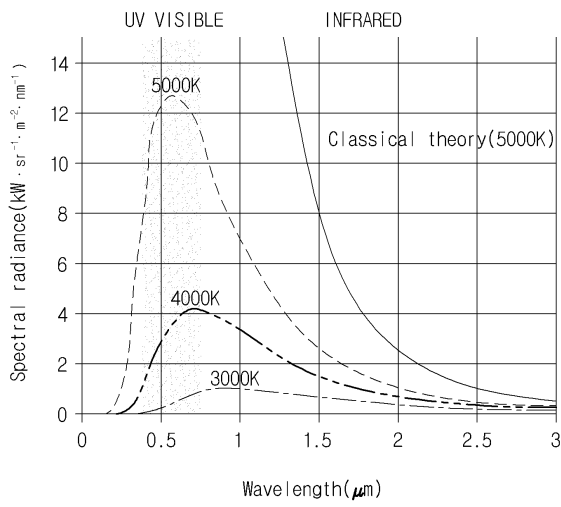
도면3



도면7



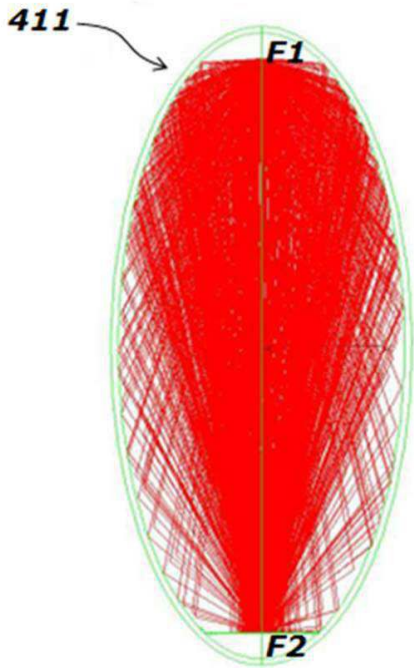
도면8



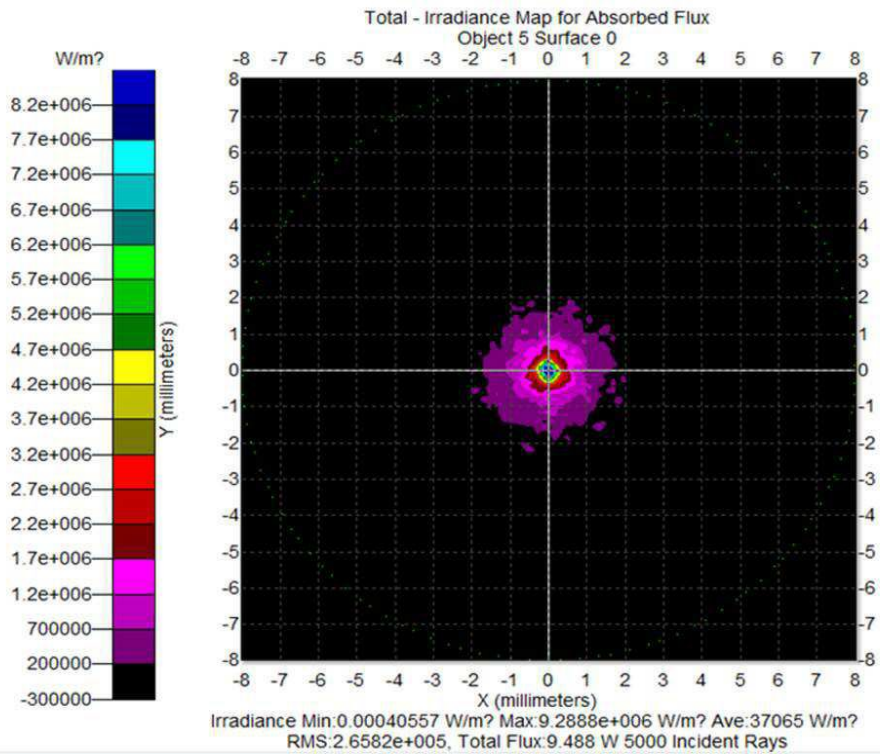
도면9

삭제

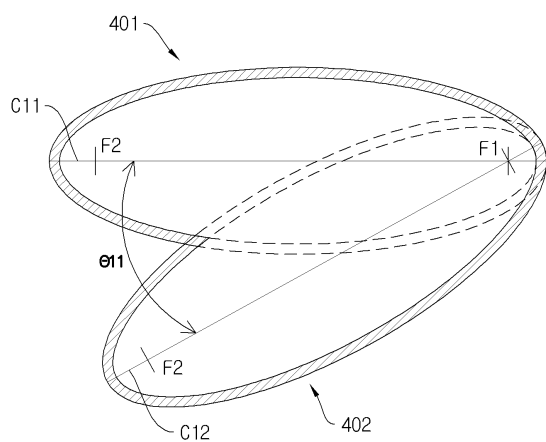
도면9a



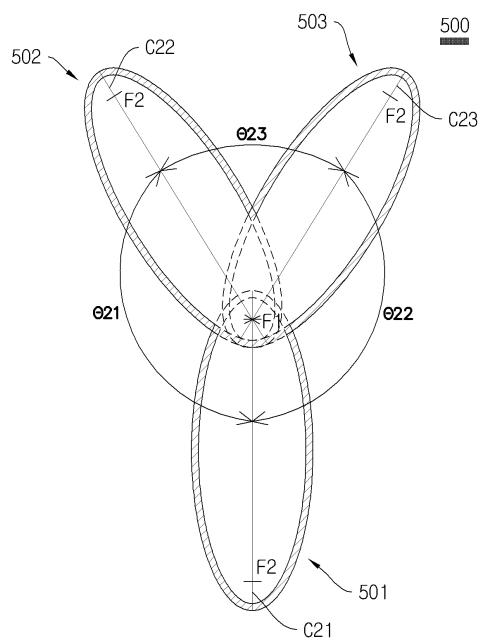
도면9b



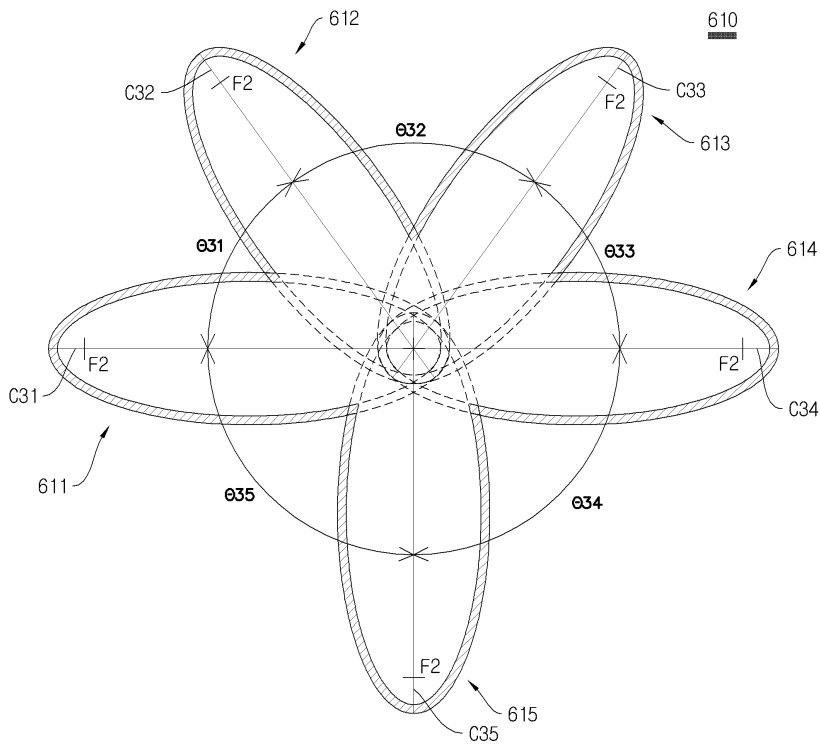
도면10a



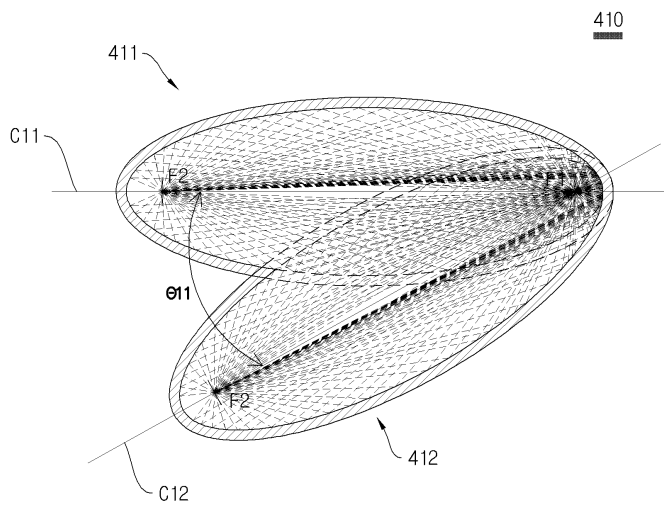
도면10b



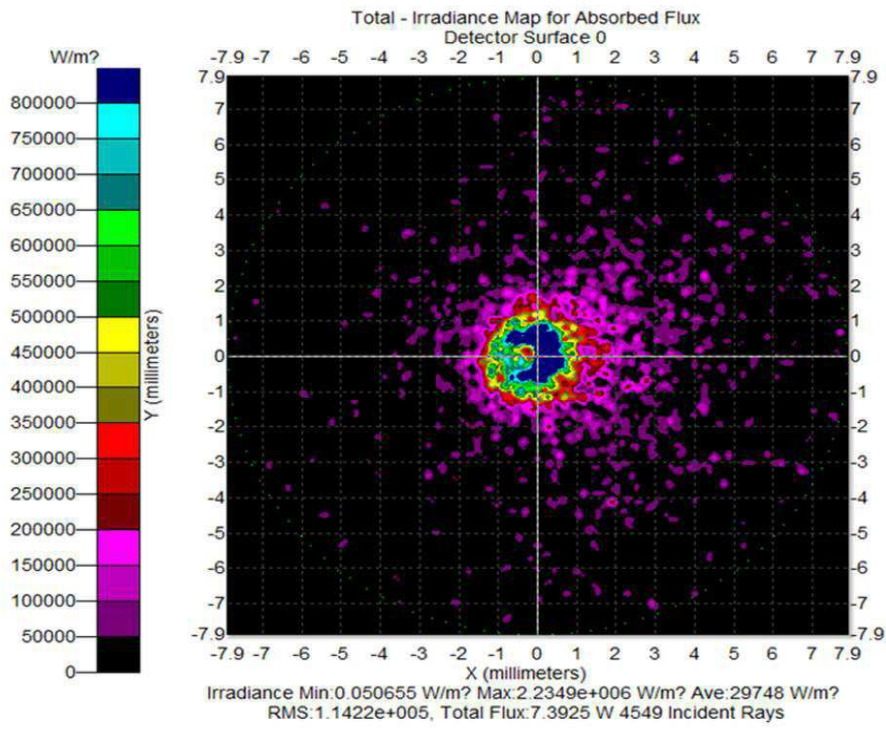
도면10c



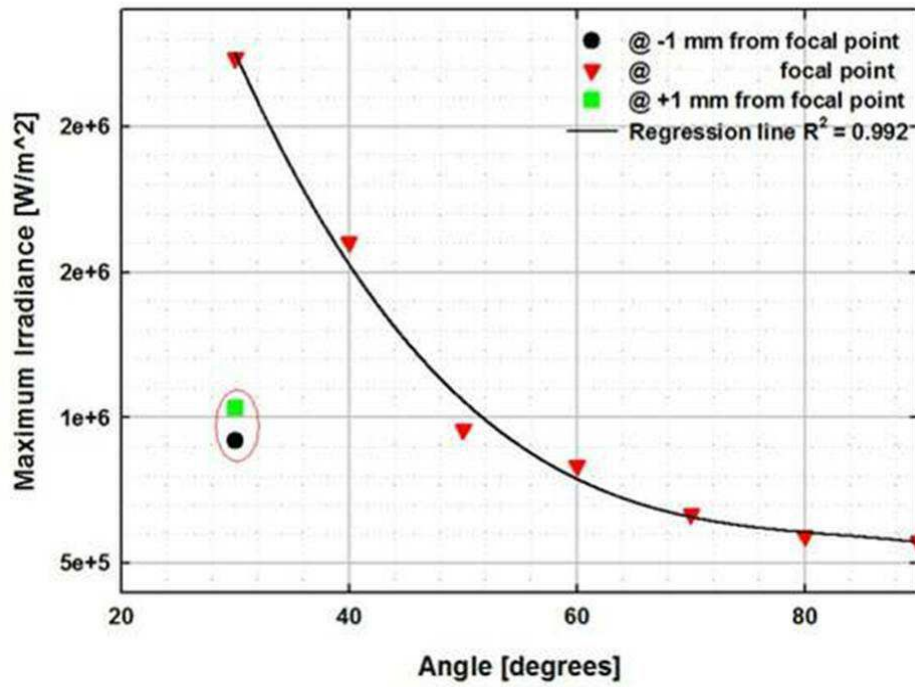
도면11a



도면11b



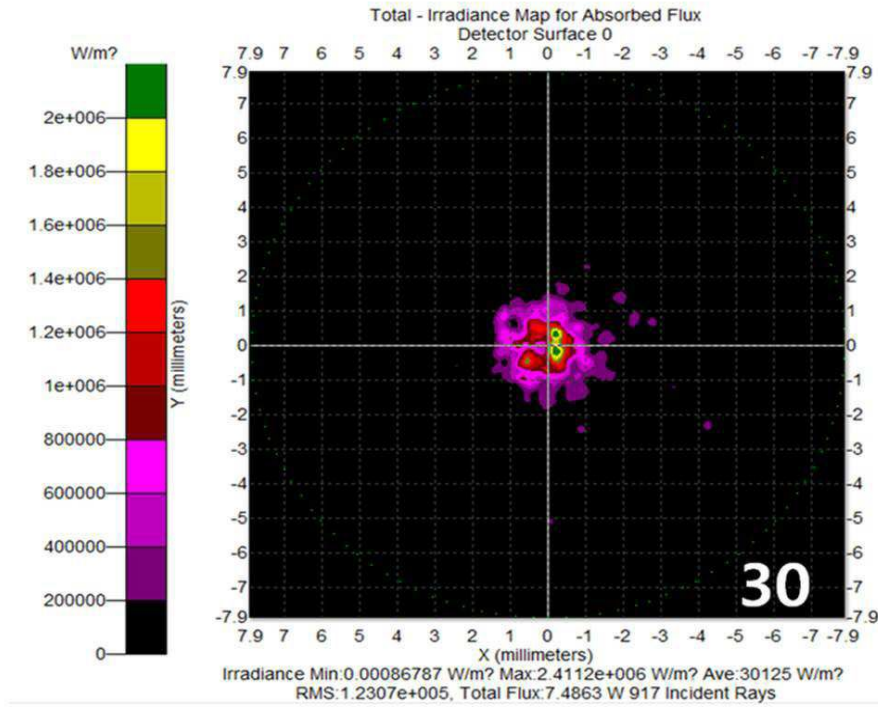
도면12



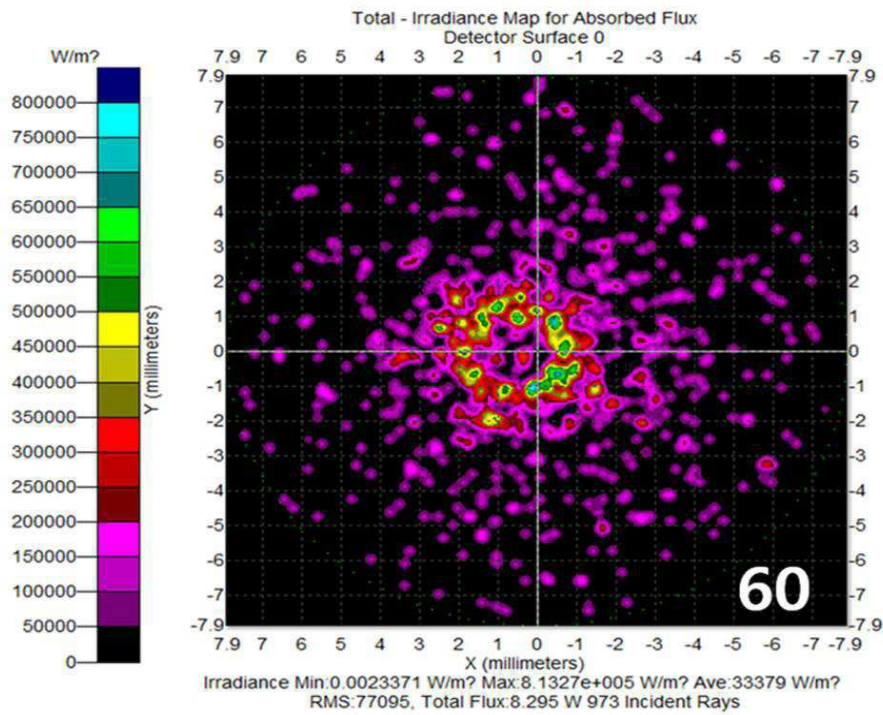
도면13

삭제

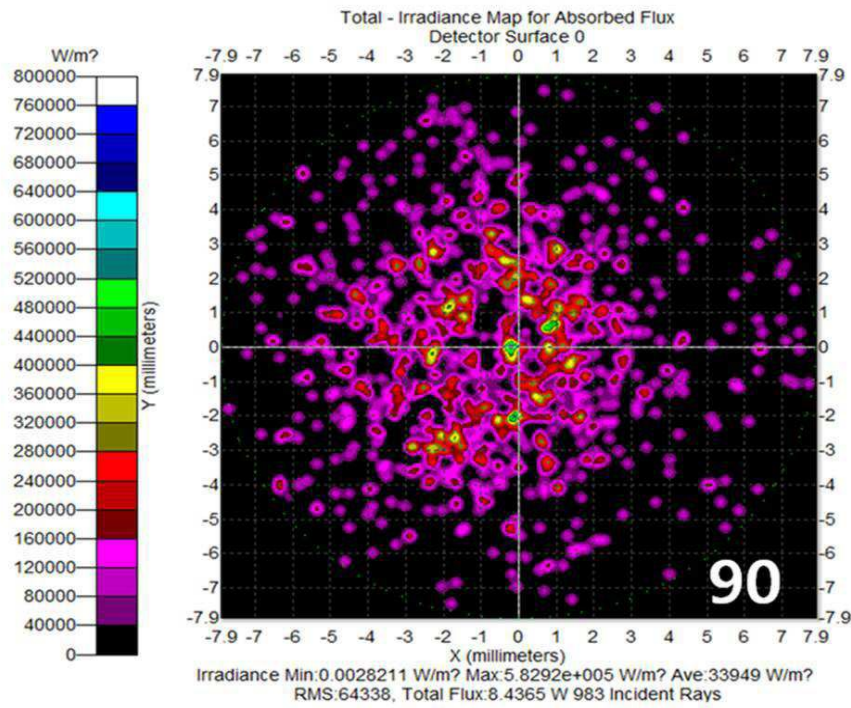
도면13a



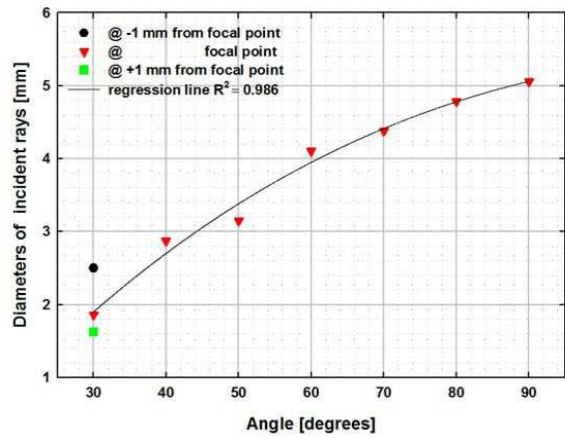
도면13b



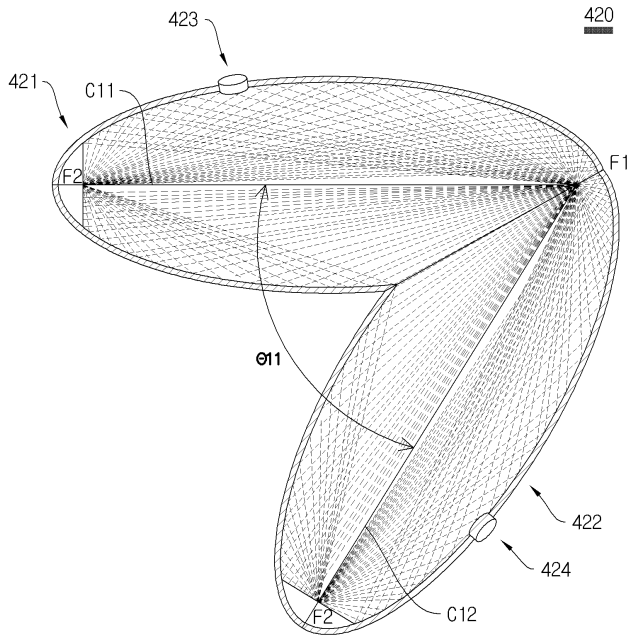
도면13c



도면14



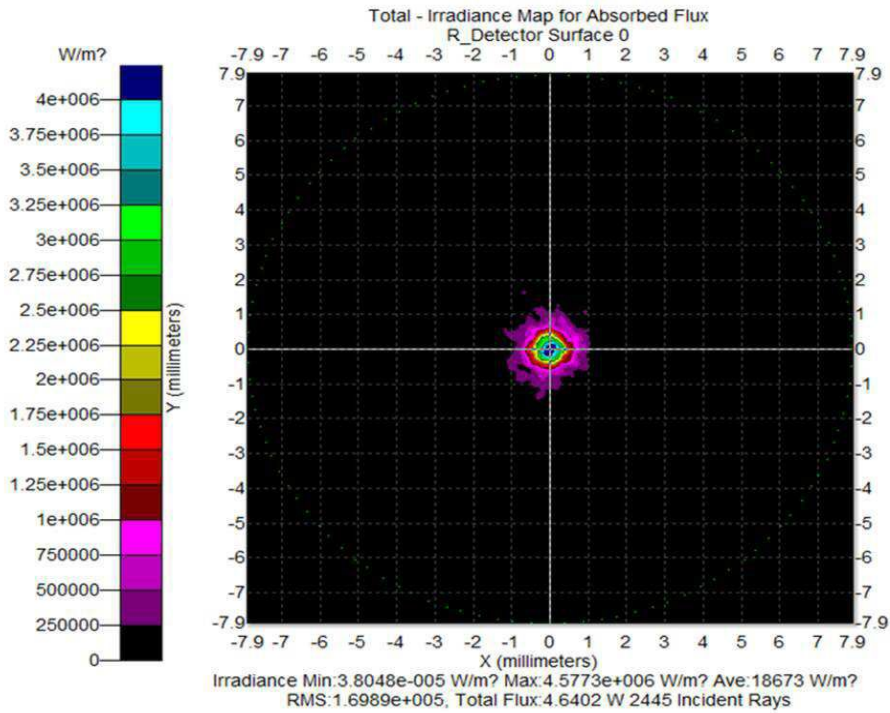
도면15



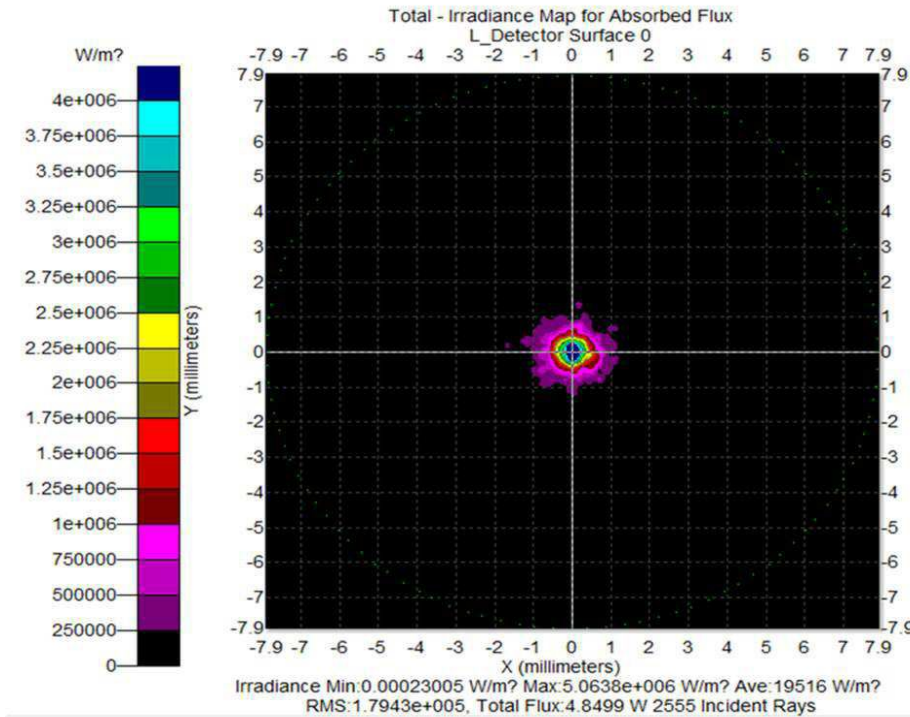
도면16

삭제

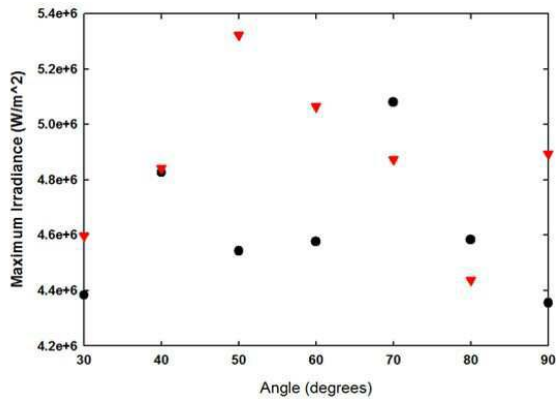
도면16a



도면16b



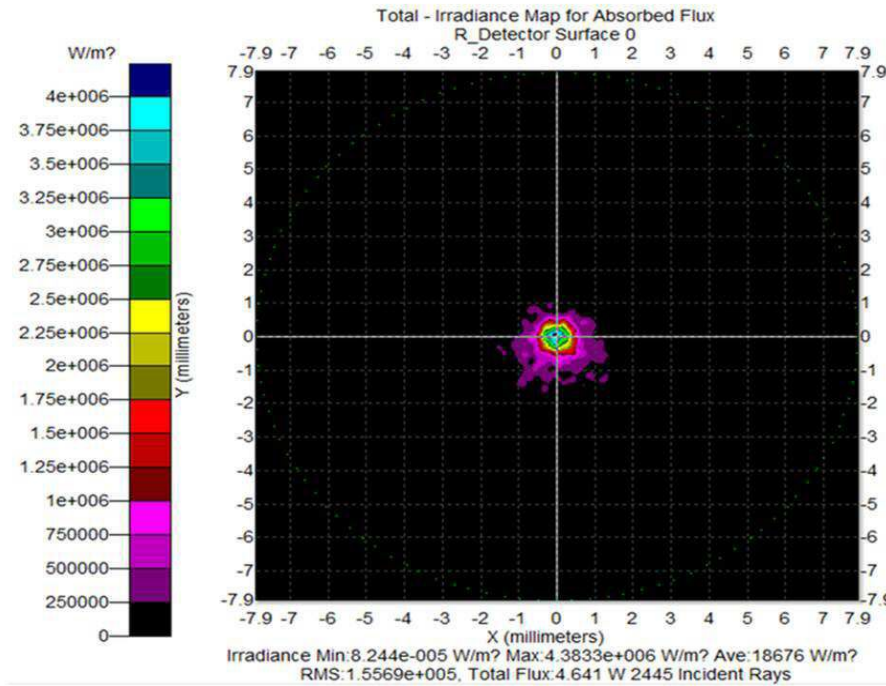
도면17



도면18

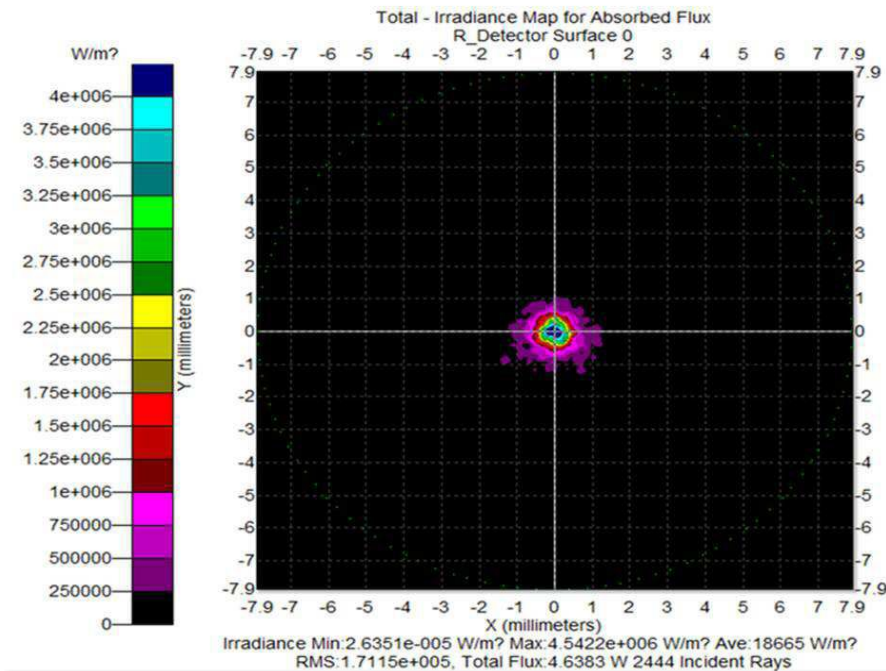
삭제

도면18a



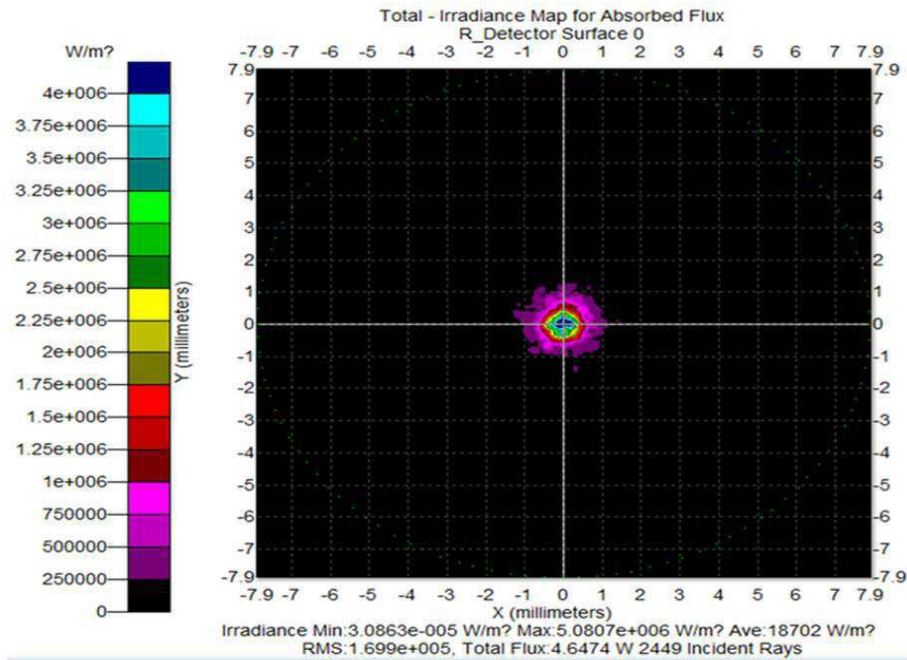
30°

도면18b



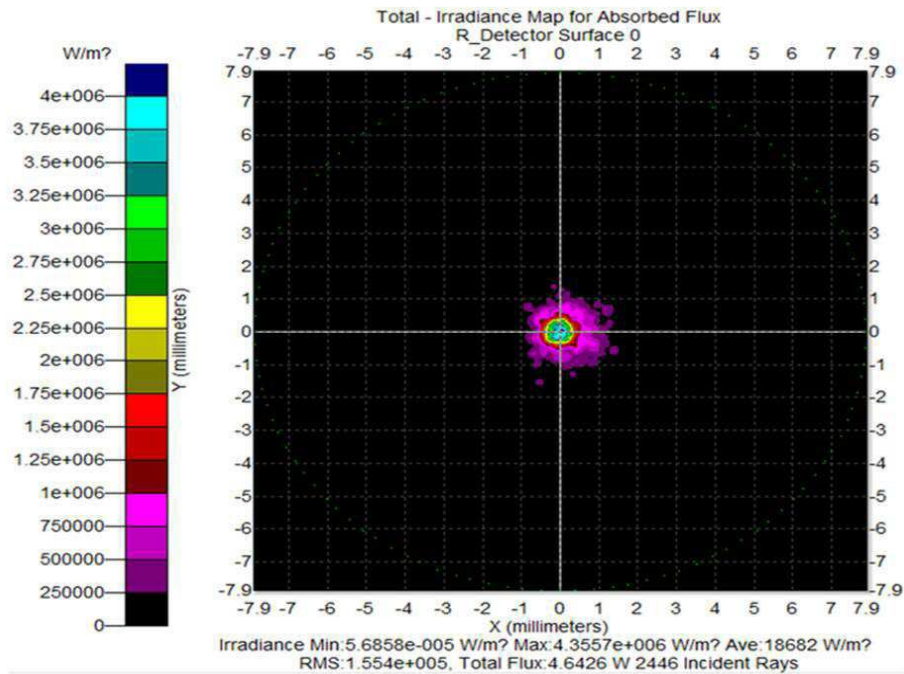
50°

도면18c



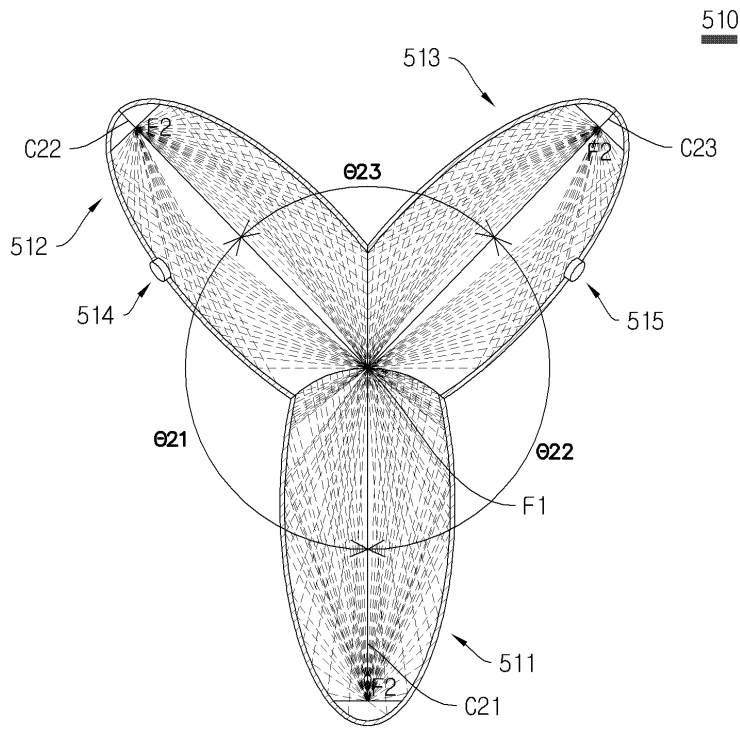
70°

도면18d

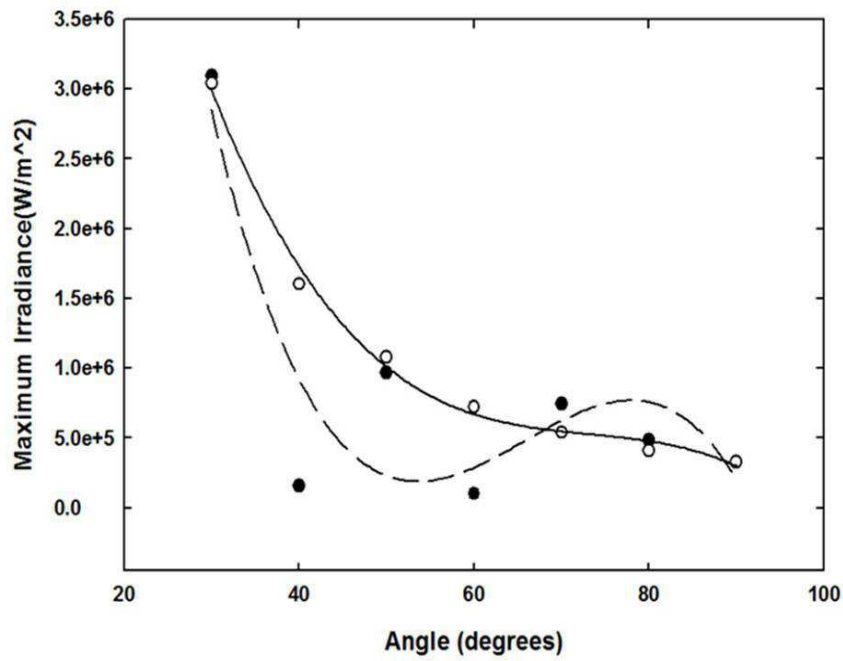


90°

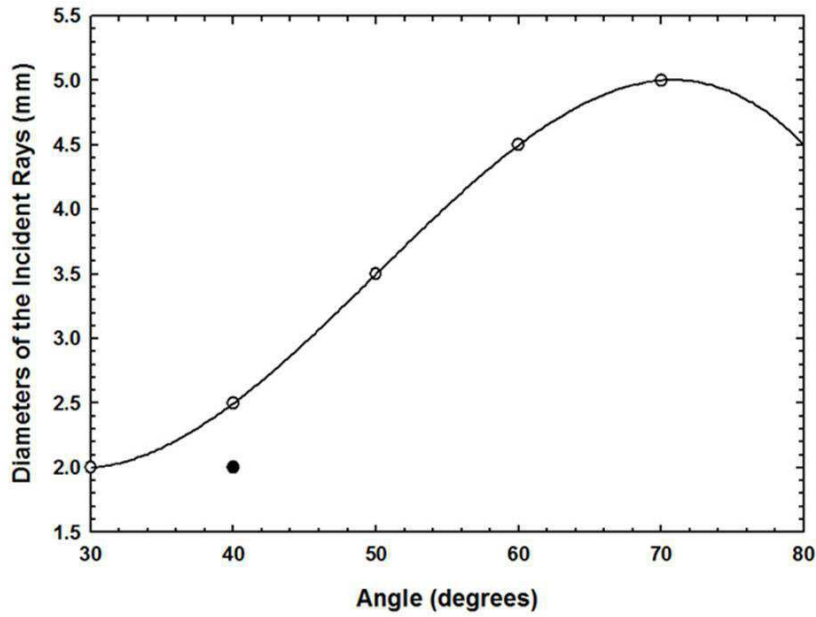
도면19



도면20



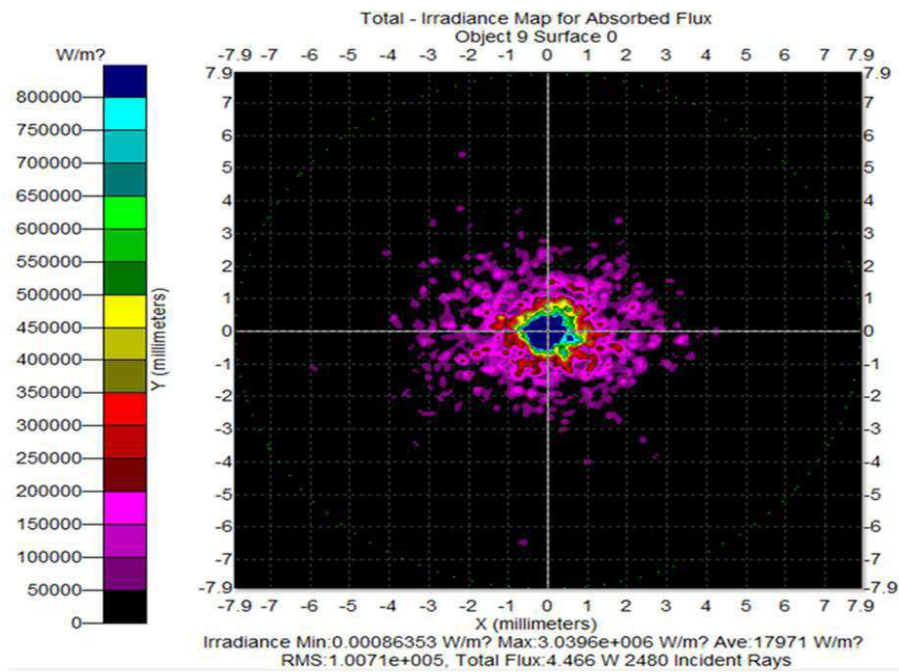
도면21



도면22

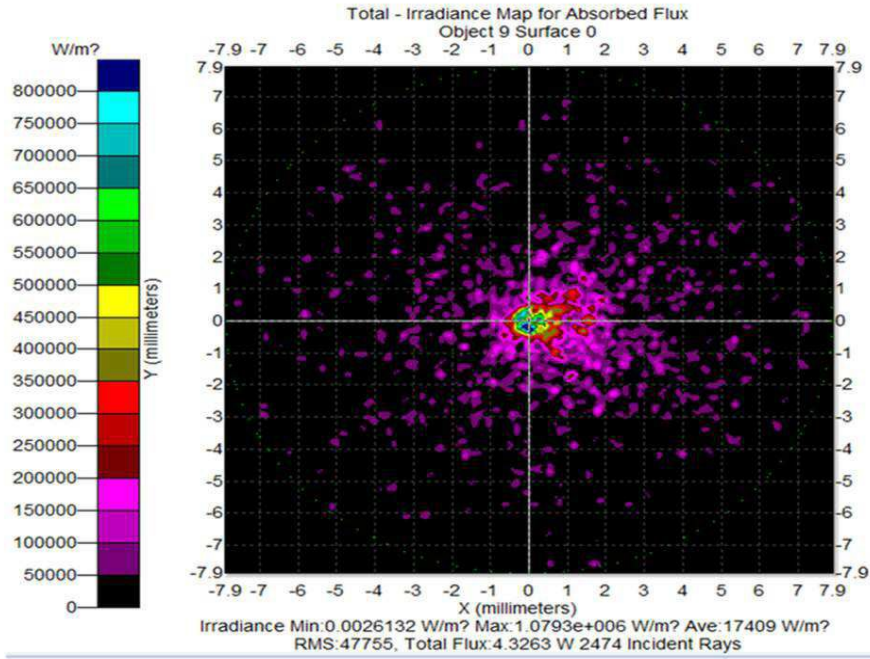
삭제

도면22a



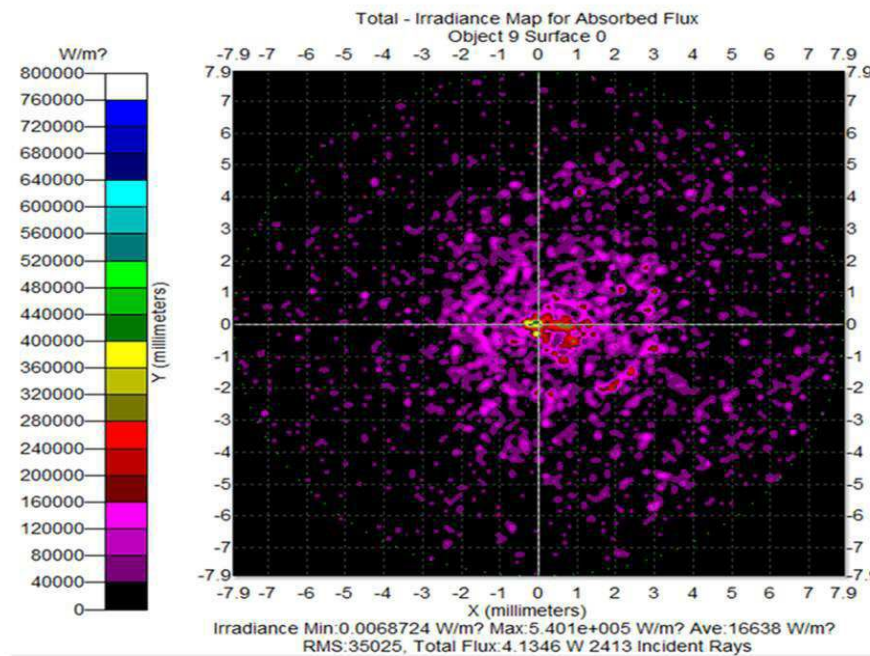
60°

도면22b



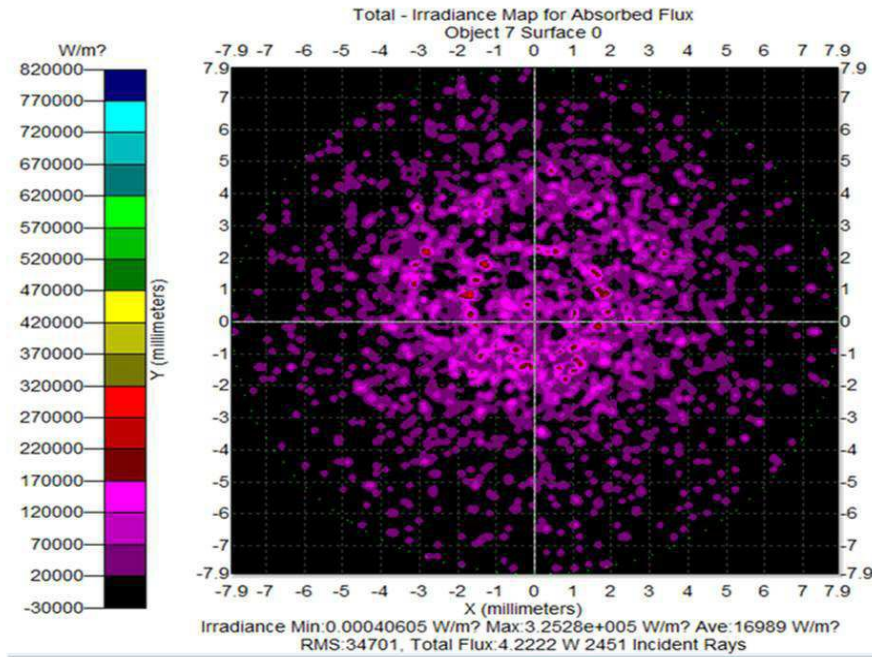
100°

도면22c



140°

도면22d



180°

도면23

