



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년10월15일
(11) 등록번호 10-0921961
(24) 등록일자 2009년10월08일

(51) Int. Cl.

G02B 27/16 (2006.01) G02B 6/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0131025

(22) 출원일자 2007년12월14일

심사청구일자 2007년12월14일

(65) 공개번호 10-2009-0063596

(43) 공개일자 2009년06월18일

(56) 선행기술조사문현

연구보고서*

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자

한국기초과학지원연구원

대전광역시 유성구 어은동 52번지

(72) 발명자

나훈균

대전 유성구 어은동 한빛아파트 110동 1405호

(74) 대리인

공인복

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 장기정

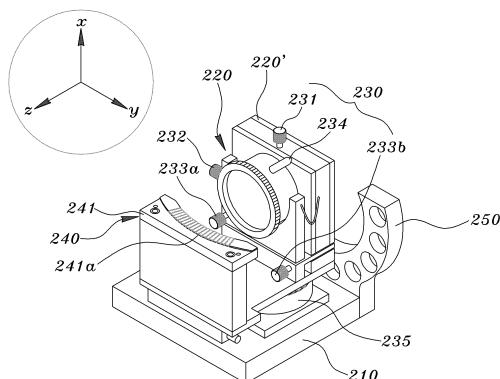
(54) 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계

(57) 요 약

본 발명은 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버로 입사시키도록 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 관한 것으로, 상기 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계는 베이스 프레임; 상기 베이스 프레임의 상부 일측에 위치하고, 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개의 광 파이버로 입사시키도록 하는 공초점 렌즈를 포함하는 렌즈 하우징; 상기 공초점 렌즈를 통과한 광이 각각의 광 파이버에 입사되도록 초점을 맞추는 포커싱 수단; 및 상기 베이스 프레임의 상부 타측에 위치하고, 상기 광 파이버의 위치를 고정시키는 광 파이버 홀더;를 포함함을 특징으로 한다.

이상에서와 같이, 본 발명에서는 상기와 같은 구성을 가진 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계를 제공함으로써 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 입사되는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버로 각각 입사시키는 것이 가능하다.

대 표 도 - 도3a



특허청구의 범위

청구항 1

고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버로 입사시키도록 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 관한 것으로,

상기 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계는,

베이스 프레임;

상기 베이스 프레임의 상부 일측에 위치하고, 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개의 광 파이버로 입사시키도록 하는 공초점 렌즈를 포함하는 렌즈 하우징;

상기 공초점 렌즈를 통과한 광이 각각의 광 파이버에 입사되도록 초점을 맞추는 포커싱 수단; 및

상기 베이스 프레임의 상부 타측에 위치하고, 상기 광 파이버의 위치를 고정시키는 광 파이버 홀더;를 포함하여 상기 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 들어가는 공초점 렌즈의 초점 곡면을 따라 광파이버를 배열하도록 하여, 동일한 위치의 광원에 대하여는 각각의 광 파이버가 동일한 광량을 받아들이도록 하고, 이렇게 함으로써 플라즈마의 여러 지점에서 나오는 광의 세기 분포를 서로 상대적으로 비교가 가능하도록 함을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 공초점 렌즈는 세 개의 렌즈가 일렬로 배열되되,

상기 세 개의 렌즈는 입사된 광에 대해 순서대로 반 볼록렌즈, 오목렌즈, 볼록렌즈이며,

상기 반 볼록렌즈는 입사부분이 볼록 형태로 이루어지고, 출력부분이 평면인 렌즈인 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 포커싱 수단은,

상기 렌즈 하우징을 x,y 방향으로 이동시키는 수단,

상기 렌즈 하우징을 광 파이버 홀더 방향(z 방향)으로 이동시키는 수단,

상기 렌즈 하우징의 기울기를 맞추는 수단, 및

상기 렌즈 하우징을 회전시키는 수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 광 파이버 홀더는,

광파이버를 안착시키기 위한 홈이 구비된 광파이버 홀더용 하부 플레이트;

상기 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 홈에 광파이버를 안착시켰을 때, 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 상측에서 광파이버 홀더용 하부 플레이트 및 광파이버를 커버링하는 광파이버 홀더용 상부 플레이트; 및

상기 광파이버 홀더용 하부 플레이트와 광파이버 홀더용 상부 플레이트를 결합시켜주는 수단;을 포함하여 이루

어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

청구항 6

제 4항에 있어서,

상기 광 파이버 홀더, 렌즈 하우징, 및 포커싱 수단을 회전시키는 수단을 더 포함함을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 광파이버 홀더용 하부 플레이트와 광파이버 홀더용 상부 플레이트를 결합은 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 상부에 내주면이 나사산 형태로 이루어진 홈을 구비하고, 상기 홈과 연통되도록 광파이버 홀더용 상부 플레이트에 나사산홀을 구비하며, 무두부 볼트를 이용하여 나사산홀을 지나 상기 홈에 끼워 결합되도록 함을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계를 다른 장치에 부착하기 위한 플랜지를 더 구비함을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

청구항 9

고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버로 입사시키도록 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 관한 것으로,

상기 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계는,

베이스 프레임;

상기 베이스 프레임의 상부 일측에 위치하고, 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개의 광 파이버로 입사시키도록 하는 공초점 렌즈를 포함하는 렌즈 하우징;

상기 공초점 렌즈를 통과한 광이 각각의 광 파이버에 입사되도록 초점을 맞추는 포커싱 수단; 및

상기 베이스 프레임의 상부 타측에 위치하고, 상기 광 파이버의 위치를 고정시키는 광 파이버 홀더;를 포함하고,

상기 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 들어가는 공초점 렌즈의 초점 곡면을 따라 광파이버를 배열하도록 하여, 동일한 위치의 광원에 대하여는 각각의 광 파이버가 동일한 광량을 받아들이도록 하고, 이렇게 함으로써 플라즈마의 여러 지점에서 나오는 광의 세기 분포를 서로 상대적으로 비교 가능하도록 하며,

상기 포커싱 수단은 상기 렌즈 하우징을 x,y 방향으로 이동시키는 수단; 상기 렌즈 하우징을 광 파이버 홀더 방향(z 방향)으로 이동시키는 수단; 상기 렌즈 하우징의 기울기를 맞추는 수단; 및 상기 렌즈 하우징을 회전시키는 수단을 포함하여 이루어지고,

상기 광 파이버 홀더는 광파이버를 안착시키기 위한 홈이 구비된 광파이버 홀더용 하부 플레이트; 상기 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 홈에 광파이버를 안착시켰을 때, 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 상측에서 광파이버 홀더용 하부 플레이트 및 광파이버를 커버링하는 광파이버 홀더용 상부 플레이트; 및 상기 광파이버 홀더용 하부 플레이트와 광파이버 홀더용 상부 플레이트를 결합시켜주는 수단;을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 광 파이버 홀더, 렌즈 하우징, 및 포커싱 수단을 회전시키는 수단을 더 포함함을 특징으로 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 관한 것으로, 특히 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버로 입사시키도록 하는 공초점 렌즈(confocal lens)를 포함하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 현재까지 개발된 초전도자석은 지구자장의 26만배에 달하는 13테슬라의 자장을 얻을 수 있으며, 이러한 자장은 핵융합 반응에서 요구되는 플라즈마를 만들고 가두기 위해 필요한 것이다. 따라서 초전도자석의 핵심 기술은 '관내연선도체'(CICC)라고 알려진 각각의 전선을 감아 코일을 형성하여 초전도자석을 제작함에 있다. 관내연선도체(CICC)는 35kA급의 대전류 운전을 위해서 360 또는 486가닥의 선재를 사각형의 금속관으로 둘러싸인 방식의 도체를 사용하여 자석을 제작하는 것으로, 초전도자석의 운전시 발생하는 열을 4.5K로 냉각하기 위해 약 5기압의 초임계 헬륨을 관내연선도체로 강제 순환시킨다.

<3> 도 1a 및 도 1b는 국내에서 제작되는 초전도자석을 일례로 나타낸 도면이다. 도 1a에 도시된 바와 같이 초전도자석(900:SC Magnet)은 고온의 플라즈마를 진공용기 벽에 닿지 않고 가두어두기 위한 것으로, 그 주요장치인 토카막장치(901)를 보유하고 있다. 상기 토카막장치(901)는 TF(Toroidal Field) 및 PF(Poloidal Field) 코일을 사용하여 플라즈마의 생성, 구속, 제어를 담당한다. 도 1b는 도 1a의 토카막장치(901)를 나타내며, TF(Toroidal Field)코일로 구성된 TF 구조물(907)과, CS(Central Solenoid)코일로 구성된 CS 구조물(909)과, PF(Poloidal Field)코일로 구성된 PF 구조물(903) 및 각 구조물을 연결하는 연결구조물(905)로 이루어진다.

<4> 상기 TF 구조물(907)로 내설되는 코일은 약 35kA의 직류전류로 운전되며, 상기 CS 구조물(909)의 코일과 PF 구조물(903)의 코일은 펄스운전을 하여 상호 자장변화에 의한 기전력을 진공용기 내부에 발생시켜 플라즈마를 생성하고 플라즈마 전류 및 TF 자장과 함께 플라즈마를 구속시키는 역할을 수행한다.

<5> 상기와 같은 핵융합장치에서 플라즈마가 어떤 상태인지를 진단하는 시스템(여러개의 채널을 동시에 설치함)이 필요하는데, 특히 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 후단의 장치(예: 광파이버 등)로 보낼 수 있는 장치가 필요하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<6> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 그 목적은 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버로 입사시키도록 하는 하나의 공초점 렌즈(confocal lens)를 포함하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계를 제공하는 데 있다.

<7> 본 발명의 다른 목적은 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 들어가는 공초점 렌즈의 초점면에 광파이버를 곡면을 따라 배열되도록 하여, 본 발명의 장치의 부피 및 크기를 최소화할 수 있도록 하는 데 있다.

과제 해결수단

<8> 상기와 같은 목적을 이루기 위해 본 발명은 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버로 입사시키도록 하는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 관한 것으로, 상기 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계는 베이스 프레임; 상기 베이스 프레임의 상부 일측에 위치하고, 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광을 수집하여 여러 개의 광 파이버로 입사시키도록 하는 공초점 렌즈를 포함하는 렌즈 하우징; 상기 공초점 렌즈를 통과한 광이 각각의 광 파이버에 입사되도록 초점을 맞추는 포커싱 수단; 및 상기 베이스 프레임의 상부 타측에 위치하고, 광 파이버의 위치를 고정시키는 광 파이버 홀더;를 포함함을 특징으로 한다.

<9> 본 발명에서는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 들어가는 공초점 렌즈의 초점곡면을 따라 광파이버를 배열하도록 함으로써 동일한 위치의 광원에 대하여는 각 광 파이버가 동일한 광량을 받아들이도록 하였고, 이렇게

함으로써 플라즈마의 여러 지점에서 나오는 광의 세기 분포를 서로 상대적으로 비교 가능하도록 한 것이다.

- <10> 본 발명에서는 공초점 렌즈의 일례로, 세 개의 렌즈를 일렬로 배열시켜 구현할 수 있는데, 그 세 개의 렌즈는 입사된 광에 대해 순서대로 반 볼록렌즈, 오목렌즈, 볼록렌즈이며, 상기 반 볼록렌즈는 입사부분이 볼록 형태로 이루어지고, 출력부분이 평면인 렌즈를 가리킨다.
- <11> 상기 포커싱 수단은 상기 렌즈 하우징을 x,y 방향으로 이동시키는 수단, 상기 렌즈 하우징을 광 파이버 홀더 방향(z 방향)으로 이동시키는 수단, 상기 렌즈 하우징의 기울기를 맞추는 수단, 및 상기 렌즈 하우징을 회전시키는 수단을 포함하여 이루어진다.
- <12> 상기 광 파이버 홀더는 광파이버를 안착시키기 위한 홈이 구비된 광파이버 홀더용 하부 플레이트; 상기 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 홈에 광파이버를 안착시켰을 때, 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 상측에서 광파이버 홀더용 하부 플레이트 및 광파이버를 커버링하는 광파이버 홀더용 상부 플레이트; 및 상기 광파이버 홀더용 하부 플레이트와 광파이버 홀더용 상부 플레이트를 결합시켜주는 수단;을 포함하여 이루어진다.
- <13> 상기 광파이버 홀더용 하부 플레이트와 광파이버 홀더용 상부 플레이트를 결합은 다양한 형태로 구현할 수 있는데, 그 일례로서 다음과 같다. 즉, 본 발명의 일실시예에서는 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 상부에 홈을 구비하고, 상기 홈과 연통되도록 광파이버 홀더용 상부 플레이트에 나사산홀을 구비하며, 무두부 볼트를 이용하여 나사산홀을 지나 상기 홈에 끼워 결합되도록 함으로써 두 부재의 결합이 가능하다.
- <14> 또한, 본 발명에서는 광 파이버 홀더, 렌즈 하우징, 및 포커싱 수단을 회전시키는 수단을 더 포함함을 특징으로 한다.
- <15> 또한, 본 발명에서는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계를 다른 장치나 기구에 부착하기 위한 플랜지를 더 구비함을 특징으로 한다.

효과

- <16> 이상에서와 같이, 본 발명에서는 상기와 같은 구성을 가진 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계를 제공함으로써 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 입사되는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버로 각각 입사시키는 것이 가능하다.
- <17> 또한, 본 발명에서는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계에 들어가는 공초점 렌즈를 세 개의 렌즈(반 볼록렌즈, 오목렌즈, 볼록렌즈)가 일렬로 배열되도록 함으로써, 본 발명의 장치의 부피 및 크기를 최소화할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <18> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세하게 설명하고자 한다.
- <19> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 플라즈마 상태 모니터링 시스템을 나타내는 간략도이다.
- <20> 도면을 참조하면, 본 발명에 따른 플라즈마 상태 모니터링(진단) 시스템은 광 수집계(200), 광 파이버(300), 집광렌즈(400), PMT(Photo Multiplier Tubes; 전자 증배판) 검출기(600), 및 컴퓨터(700)를 포함하여 이루어진다.
- <21> 광 수집계(200)는 고온의 플라즈마(100)의 다양한 지점에서 다양한 각도로 들어오는 광을 수집하여 여러 개(다채널)의 광 파이버(300)로 입사시키도록 하는 하나의 공초점 렌즈를 포함하는 장치이다. 즉, 본 발명에서는 광 수집계(200)의 후단에 다수(다채널)의 광 파이버(300)가 위치한다. 이러한 광 수집계(200)의 구조 등에 대한 상세한 설명은 하기에서 이루어진다.
- <22> 본 발명에 따른 광 수집계(200)는 플라즈마(중성입자와 이온화된 입자가 동시에 존재) 중에서도 중성입자에서 나오는 광만을 수집하도록 하는 것이 바람직하다. 이는 하기 설명될 간섭필터를 사용함으로써 가능하다.
- <23> 광 파이버(300)는 광 수집계(200)의 후단에 위치하고, 다 수개 구비되어 광 수집계(200)의 공초점 렌즈를 통과한 각각의 광을 입사하게 된다.
- <24> 집광렌즈(400)는 각각의 광 파이버(300)를 통과한 광을 광 검출기로 집광시키는 장치로, 광 파이버(300)와 PMT 검출기(600) 사이에 위치한다.
- <25> PMT 검출기(600)는 집광렌즈(400)를 통과한 광을 전기신호로 변환시키는 장치를 말한다.

- <26> 컴퓨터(700)는 PMT 검출기(600)의 출력신호를 입력받아 모니터링하는 장치이다.
- <27> 본 발명에서는 집광렌즈(400)의 후단에 위치하여, 모니터링하고자 하는 광(중성입자로부터 나오는 광)만 선택적으로 통과시키는 간섭필터(500)를 더 포함할 수 있다.
- <28> 또한, 본 발명에서는 다수의 광파이버의 위치를 한꺼번에 고정시키는 수단을 더 포함할 수 있다. 이 수단은 하나의 하우징(하기의 '광 파이버 홀더'를 지칭함)을 이용하여 다수의 광파이버의 위치를 고정시킬 수 있다.
- <29> 본 발명에 따른 중성입자 플라즈마 상태 모니터링 시스템은 플라즈마와 떨어진 외부에서 측정하기 때문에 플라즈마에 직접적인 영향을 주지 않는 장점을 가지고 있으며, 주로 플라즈마 내에 존재하는 불순물의 종류와 양, 그리고 플라즈마 에지(edge) 부근에서 진공용기의 벽으로부터 유입되는 불순물의 양을 측정하는 데 사용된다.
- <30> 다음으로, 본 발명에 따른 플라즈마 상태 모니터링 시스템에 대한 동작설명을 하기로 한다.
- <31> 즉, 플라즈마(100)의 다양한 지점(a~e)에서 다양한 각도로 나오는 광은 광수집계(200)의 공초점렌즈로 입사, 투과되어 다수개의 광파이버(300)로 입사된다. 공초점렌즈에 의해 각각의 광파이버로 입사된 광은 집광렌즈(400)에 의해 집광되고, 이 집광렌즈에 의해 모아진 광 중 일부 광(모니터링하고자 하는 광; 중성입자로부터 나오는 광)만 간섭필터(500)에 의해 선택적으로 투과되어 PMT 검출기(600)를 거치게 된다. 이 PMT 검출기(600)에서는 수신된 광을 전기신호로 변환시키고, 이 전기신호는 최종적으로 컴퓨터(700)로 입력되어 플라즈마(100)에서 방출되는 플라즈마 특성(중성입자 분포의 균일성 등)이 모니터링되게 된다. 여기서, '중성입자 분포의 균일성'이라 함은, 플라즈마(100)의 다양한 지점(a~e)으로부터 나오는 중성입자 플라즈마의 균일함을 나타낸다.
- <32> 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계를 나타내는 사시도, 평면도, 정면도 및 측면도이고, 도 4는 도 3a에서, 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 홈에 광 파이버를 장착한 후, 광파이버 홀더용 상부 플레이트를 설치한 상태의 사시도이다.
- <33> 먼저, 도면을 참조하면, 본 발명에 따른 광 수집계(200)는 베이스 프레임(210), 렌즈 하우징(220)(220'), 포커싱 수단(230), 및 광 파이버 홀더(240)를 포함하여 이루어진다.
- <34> 베이스 프레임(210)은 본 발명 장치의 구성요소들을 하부에서 지지하는 프레임이다.
- <35> 렌즈 하우징(220)(220')은 베이스 프레임(210)의 상부 일측에 위치하고, 그 내측에는 공초점 렌즈가 구비된다.
- <36> 본 발명에서는 광 수집계에 들어가는 공초점 렌즈의 초점곡면을 따라 광파이버를 배열하도록 하는 것이 바람직하다. 이로써 동일한 위치의 광원에 대하여는 각 광 파이버가 동일한 광량을 받아들이도록 하였고, 이렇게 함으로써 플라즈마의 여러 지점에서 나오는 광의 세기 분포를 서로 상대적으로 비교가 가능하도록 한 것이다.
- <37> 공초점 렌즈는 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 들어오는 광을 수집하여 여러 개의 광 파이버(300)로 입사시키도록 하는 것으로, 일례로서, 세 개의 렌즈를 일렬로 배열 구성시킴으로써 정확한 공초점이 이루어지도록 할 수 있다. 물론 본 발명에서는 하나의 렌즈를 이용하여 공초점이 이루어지도록 할 수도 있지만, 상기의 일례처럼 세 개의 렌즈를 사용함으로써 보다 정확한 공초점이 이루어지도록 할 수 있다.
- <38> 공초점 렌즈를 구성하는 세 개의 렌즈는 입사된 광에 대해 순서대로 반 볼록렌즈(221a), 오목렌즈(221b), 볼록렌즈(221c)이다. 여기서, 반 볼록렌즈(221a)는 입사부분이 볼록 형태로 이루어지고, 출력부분이 평면인 렌즈를 가리킨다. 또한, 오목렌즈는 양측이 들어간 형태를 가진 렌즈를 말하고, 볼록렌즈는 양측이 볼록한 형태를 가진 렌즈를 말한다.(하기 도 10a 내지 도 10f 설명부분 참조)
- <39> 포커싱 수단(230)은 공초점 렌즈를 통과한 광이 각각의 광 파이버에 입사되도록 초점을 맞추는 장치로, 상기 렌즈 하우징(220)을 x,y 방향으로 이동시키는 수단(231)(232)과, 렌즈 하우징(220)을 광 파이버 홀더 방향(z 방향)으로 이동시키는 수단(미도시됨)과, 렌즈 하우징(220)의 기울기(tilt)를 맞추는 수단(233a)(233b)과, 및 렌즈 하우징(220)을 회전시키는 수단(234)을 포함하여 이루어진다.
- <40> 광 파이버 홀더(240)는 베이스 프레임(210)의 상부 타측에 위치하고, 렌즈 하우징의 후단에 위치하는 광 파이버(300)의 위치를 고정시킨다.
- <41> 광 파이버 홀더(240)는 상부에 광파이버(300)를 안착(위치)시키기 위한 홈(241a)이 구비된 광파이버 홀더용 하부 플레이트(241), 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 홈(241a)에 광파이버(300)를 안착(위치)시켰을 때, 상측에서 광파이버 홀더용 하부 플레이트(241a) 및 광파이버(300)를 커버링하는 광파이버 홀더용 상부 플레이트(242), 및 광파이버 홀더용 하부 플레이트(241)와 광파이버 홀더용 상부 플레이트(242)를 결합시켜주는 수단을 포함하

여 이루어진다.(도 3 및 도 4 참조)

- <42> 광파이버 홀더용 하부 플레이트(241)와 광파이버 홀더용 상부 플레이트(242)를 결합시키는 수단은 다양하며, 그 일례로서 다음과 같다. 즉, 본 발명에서는 광파이버 홀더용 하부 플레이트(241)의 상부에 내주면이 나사산 형태로 이루어진 홈(도 3c의 도면부호 241'에 해당함)을 구비하고, 상기 홈과 연통되도록 광파이버 홀더용 상부 플레이트(242)에 나사산홀(도 3c의 도면부호 242'에 해당함)을 구비하며, 무두부 볼트(242a)를 이용하여 나사산홀(242')을 지나 홈(241')에 끼워 결합되도록 할 수 있다.
- <43> 본 발명에서는 베이스 프레임(210)의 상측에 위치하는 광 파이버 홀더(240) 및 렌즈 하우징(220)(220')뿐만 아니라 포커싱 수단(230)을 회전시키는 수단을 더 포함할 수 있다. 이 또한 앞에서 언급한 포커싱 수단과 유사한 기능(공초점렌즈를 통과한 광이 각각의 광 파이버에 입사되도록 함)을 한다.
- <44> 또한, 본 발명에서는 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계를 다른 장치에 부착하기 위한 플랜지(250)를 더 구비할 수 있다. 이 플랜지(250)는 도면상에서 베이스 프레임의 일측에 위치하면서 베이스 프레임과 연결되어 있다.
- <45> 도 5는 광이 렌즈에 의해 집광된 후, 각각의 광 파이버로 입사된 모습을 보여준 광수집계의 평면도이고, 도 6은 도 5의 공초점 렌즈부를 보다 상세히 나타내는 도면이다.
- <46> 도면을 참조하면, 본 발명에서는 고온의 플라즈마의 다양한 지점에서 다양한 각도로 나오는 광은 광 수집계의 공초점 렌즈를 거쳐 여러 개(다채널)의 광 파이버로 입사된다.
- <47> 공초점 렌즈는 앞에서도 설명한 바와 같이, 그 일례로서, 세 개의 렌즈를 일렬로 배열시킴으로 구현할 수 있는데, 그 세 개의 렌즈는 입사된 광에 대해 순서대로 반 볼록렌즈(221a), 오목렌즈(221b), 볼록렌즈(221c)이다. 여기서, 반 볼록렌즈(221a)는 입사부분이 볼록 형태로 이루어지고, 출력부분이 평면인 렌즈를 말한다.
- <48> 플라즈마로터 방출된 광은 반 볼록렌즈(221a), 오목렌즈(221b), 및 볼록렌즈(221c)를 순서대로 거치면서 집광되어 공초점 렌즈의 후단에 위치한 광 파이버에 들어가게 된다. 즉, 플라즈마(100)에서 방출되는 광이 공초점 렌즈(221)를 향해 아래에서 윗 방향(↗)으로 들어오는 광은 공초점 렌즈(221)를 거치면서 윗 부분에 있는 광 파이버(301)(302)에 들어가게 된다.(도 6b, 도 6c 참조) 또한, 플라즈마(100)에서 방출되는 광이 공초점 렌즈(221)를 향해 위에서 아래 방향(↘)으로 들어오는 광은 공초점 렌즈(221)를 거치면서 아래 부분에 있는 광 파이버(304)(305)에 들어가게 된다.(도 6e, 도 6f 참조) 또한, 플라즈마(100)에서 방출되는 광이 공초점 렌즈(221)를 향해 일직선(→)으로 들어오는 광은 공초점 렌즈(221)를 거치면서 중앙 부분에 있는 광 파이버(303)에 들어가게 된다.(도 6d 참조)
- <49> 상기와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

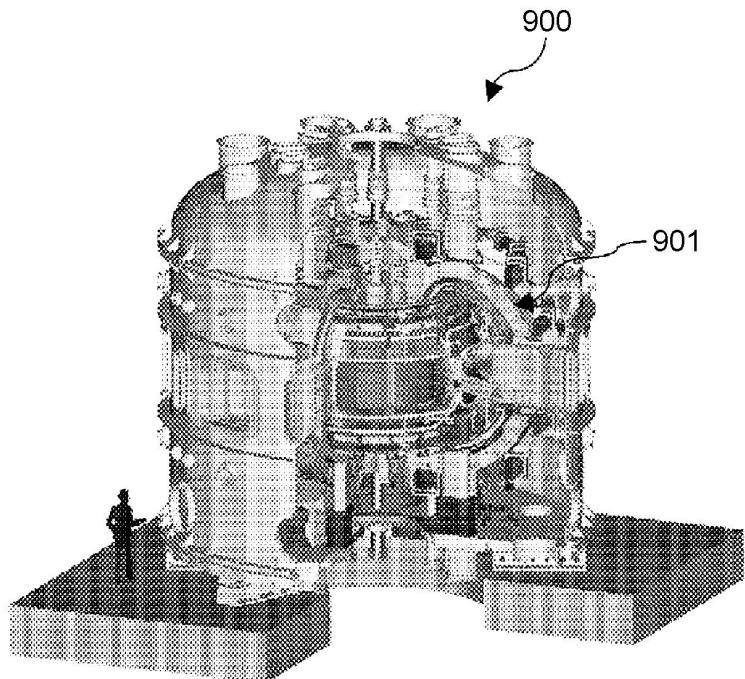
도면의 간단한 설명

- <50> 도 1a 및 도 1b는 토카막 장치의 각 구조물을 나타내는 구성 상태도이다.
- <51> 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 플라즈마 상태 모니터링 시스템을 나타내는 간략도이다.
- <52> 도 3a 내지 도 3d는 본 발명의 일실시예에 따른 플라즈마 진단용 다채널 광 수집계를 나타내는 사시도, 평면도, 정면도 및 측면도이다.
- <53> 도 4는 도 3a에서, 광파이버 홀더용 하부 플레이트의 홈에 광 파이버를 장착한 후, 광파이버 홀더용 상부 플레이트를 설치한 상태의 사시도이다.
- <54> 도 5는 광이 렌즈에 의해 집광된 후, 각각의 광 파이버로 입사된 모습을 보여준 광수집계의 평면도이다.
- <55> 도 6은 도 5의 공초점 렌즈부를 보다 상세히 나타내는 도면이다.
- <56> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <57> 100: 플라즈마 200: 광 수집계
- <58> 210: 베이스 프레임 220: 렌즈 하우징
- <59> 221a: 반 볼록렌즈 221b: 오목렌즈

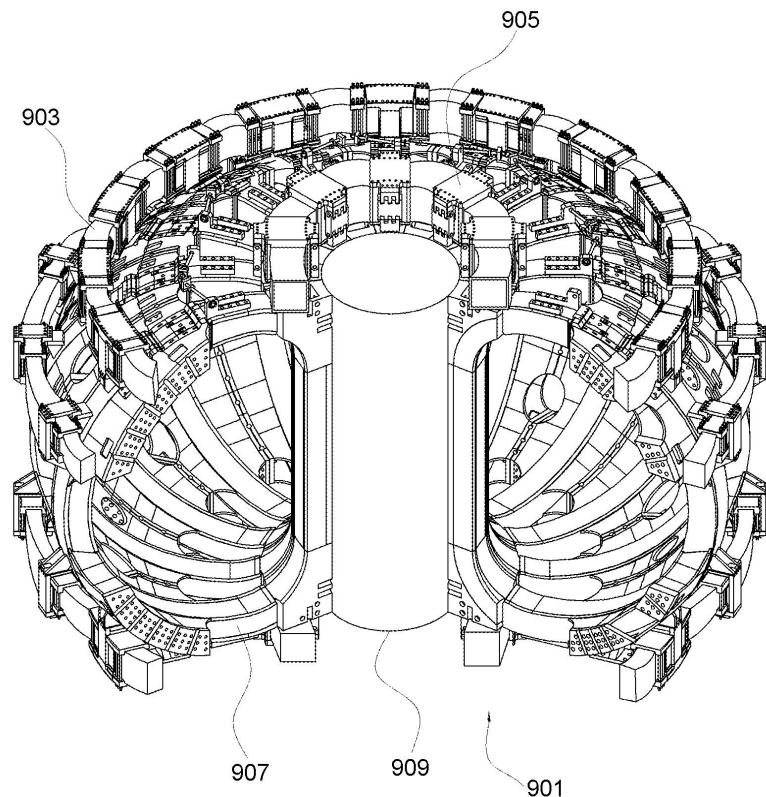
- | | | |
|------|------------------------|----------------|
| <60> | 221c: 볼록렌즈 | 230: 포커싱 수단 |
| <61> | 231: x 방향 이동수단 | 232: y 방향 이동수단 |
| <62> | 233a, 233b : 기울기 조절 수단 | |
| <63> | 234: 제 1 회전수단 | 235: 제 2 회전수단 |
| <64> | 240: 광 파이버 홀더 | 241a: 흠 |
| <65> | 241: 광파이버 홀더용 하부 플레이트 | |
| <66> | 242: 광파이버 홀더용 상부 플레이트 | |
| <67> | 250: 플랜지 | 300: 광 파이버 |
| <68> | 400: 집광렌즈 | 500: 간섭필터 |
| <69> | 600: PMT 검출기 | 700: 컴퓨터 |

도면

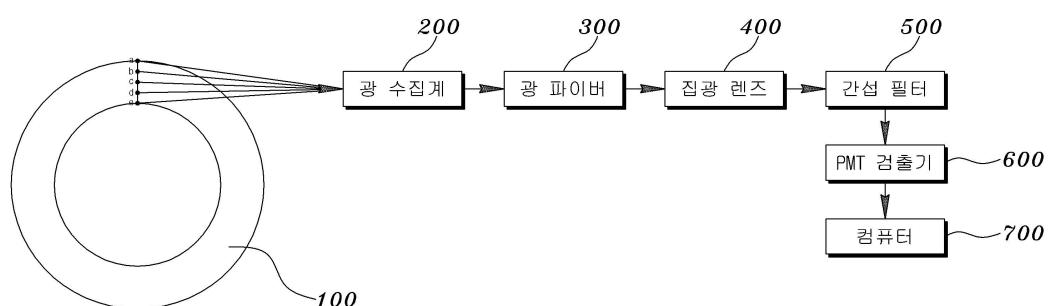
도면1a



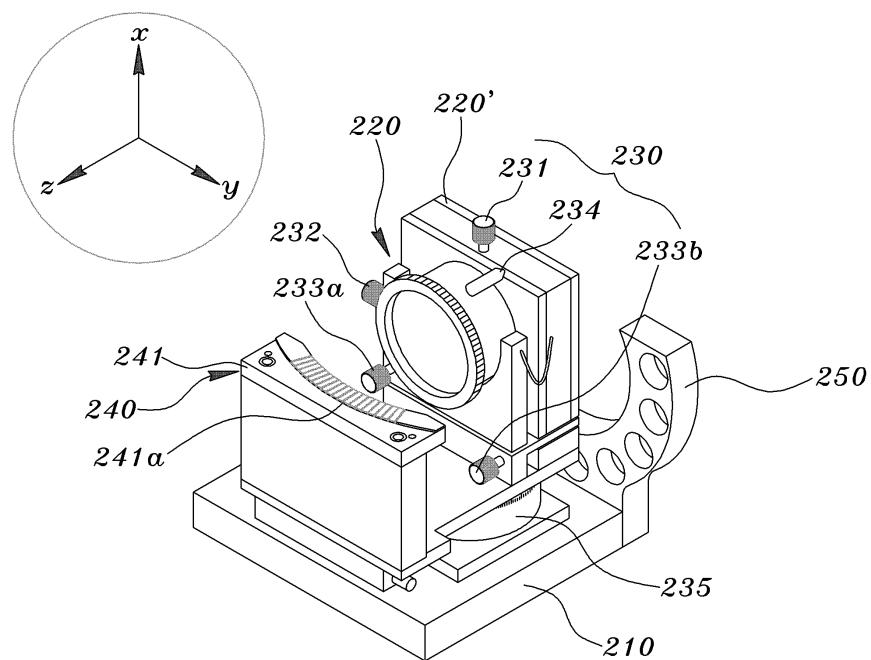
도면1b



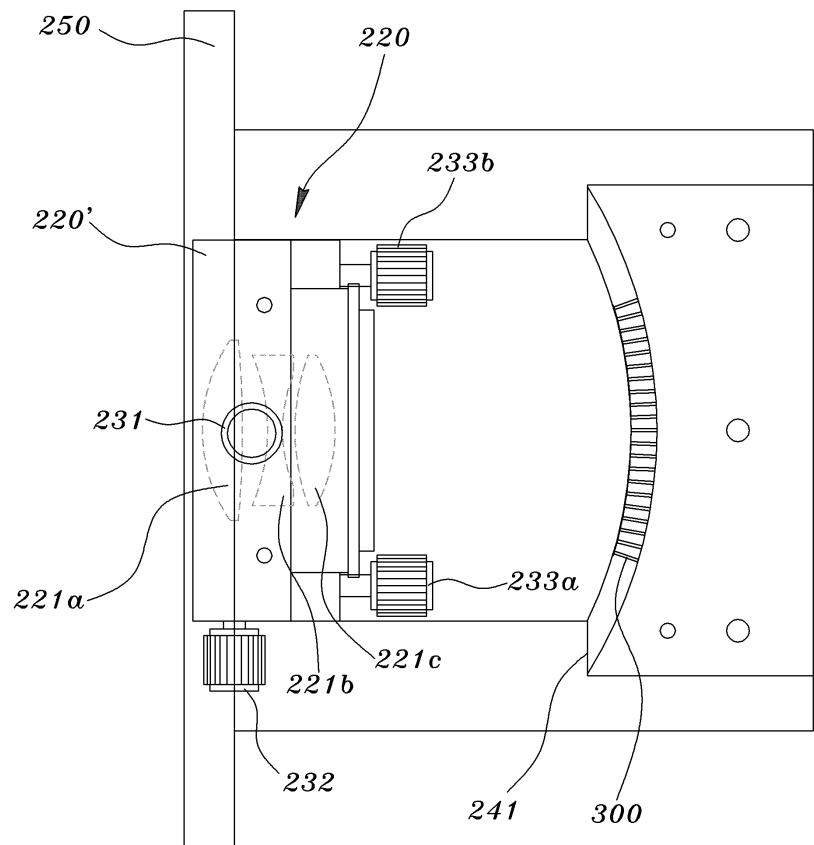
도면2



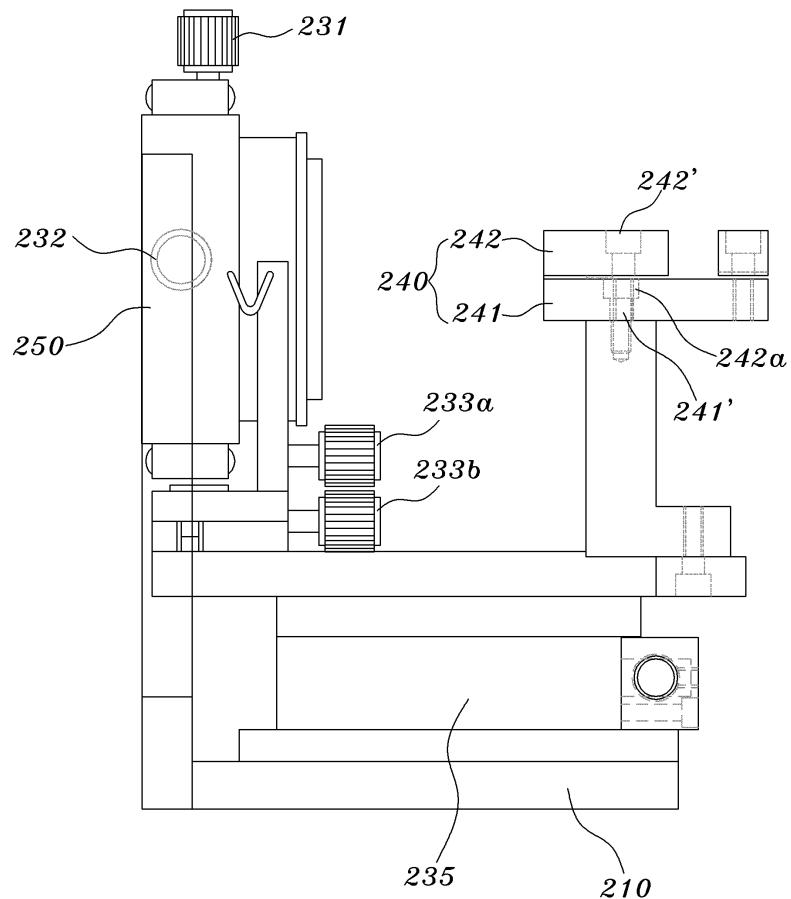
도면3a



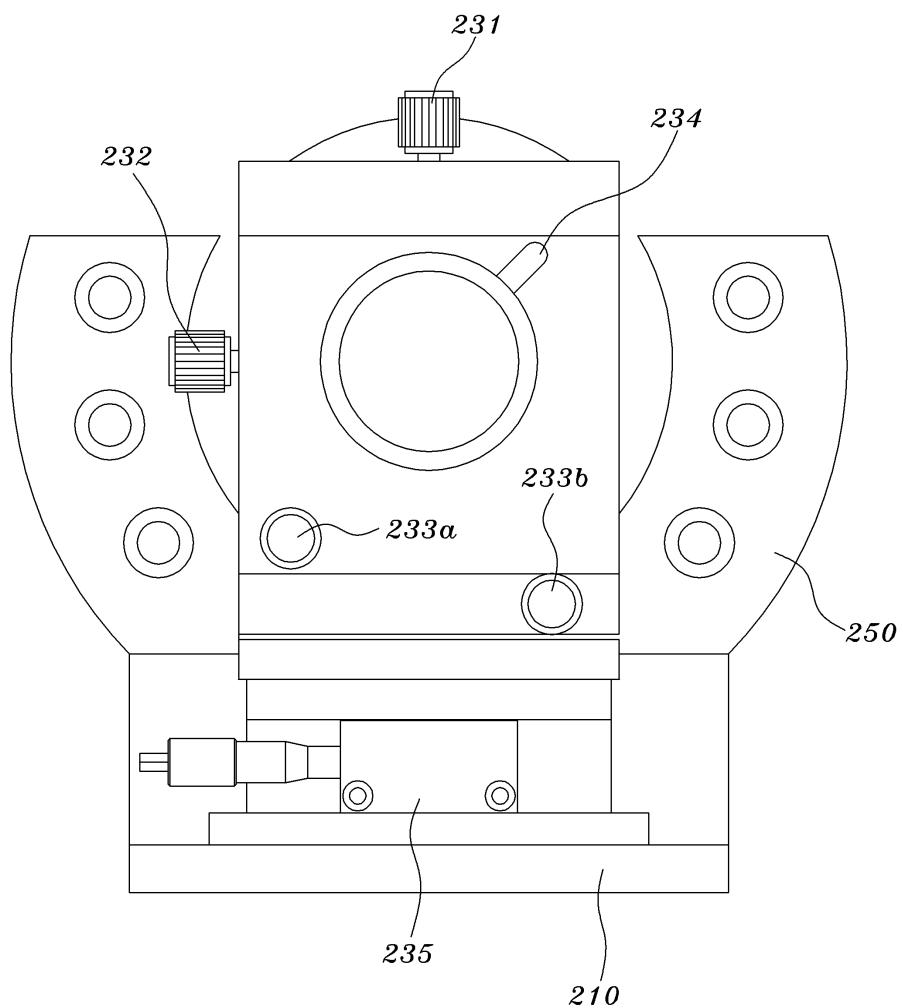
도면3b



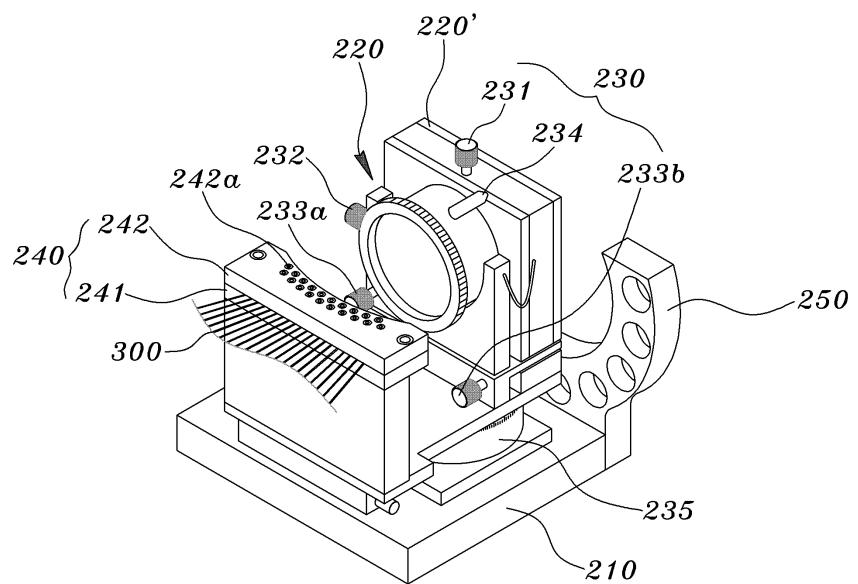
도면3c



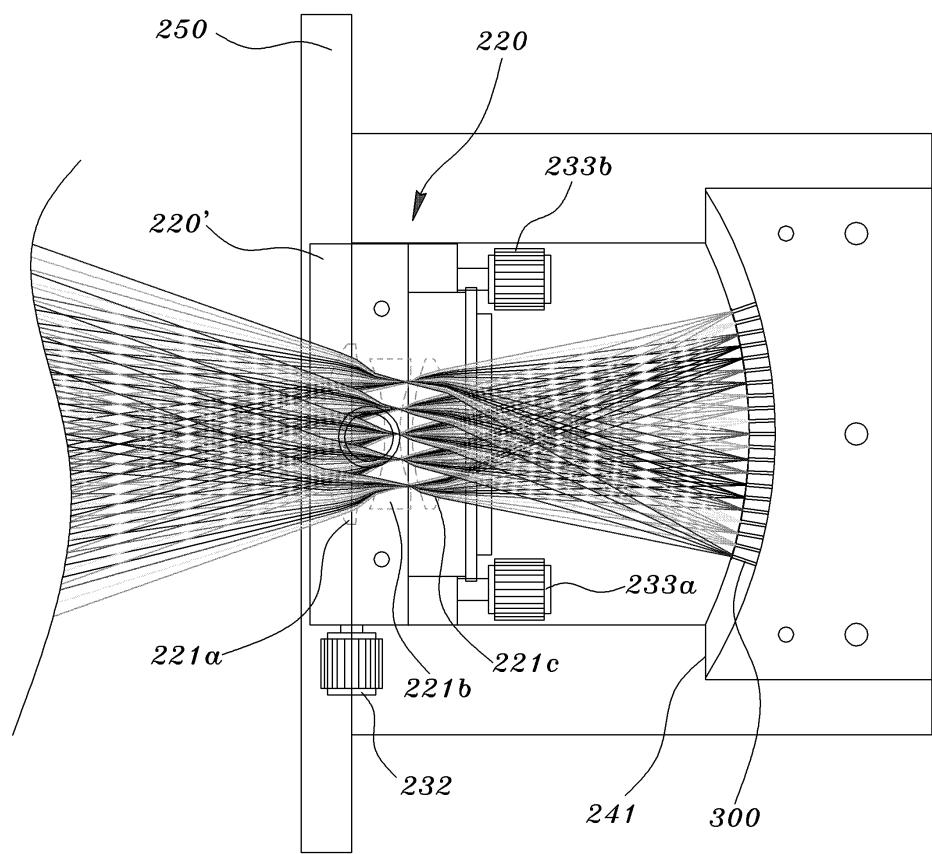
도면3d



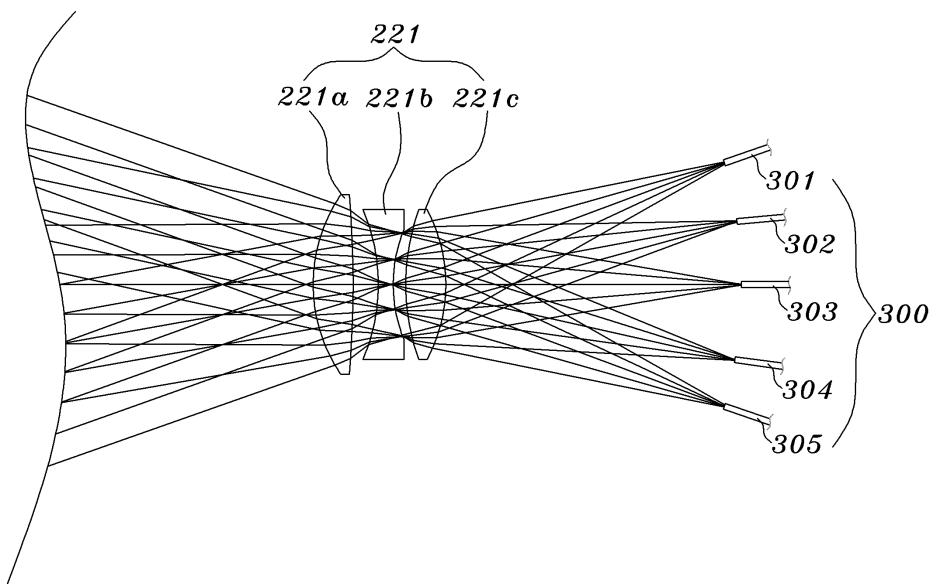
도면4



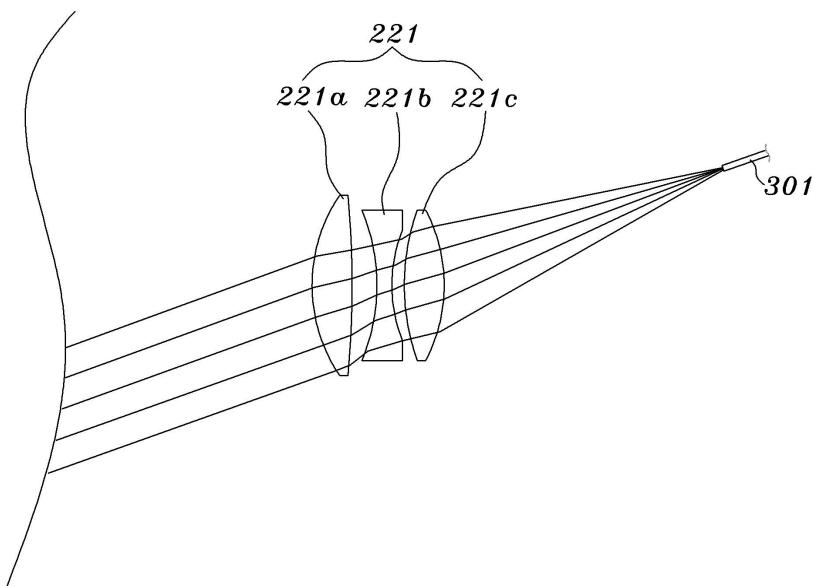
도면5



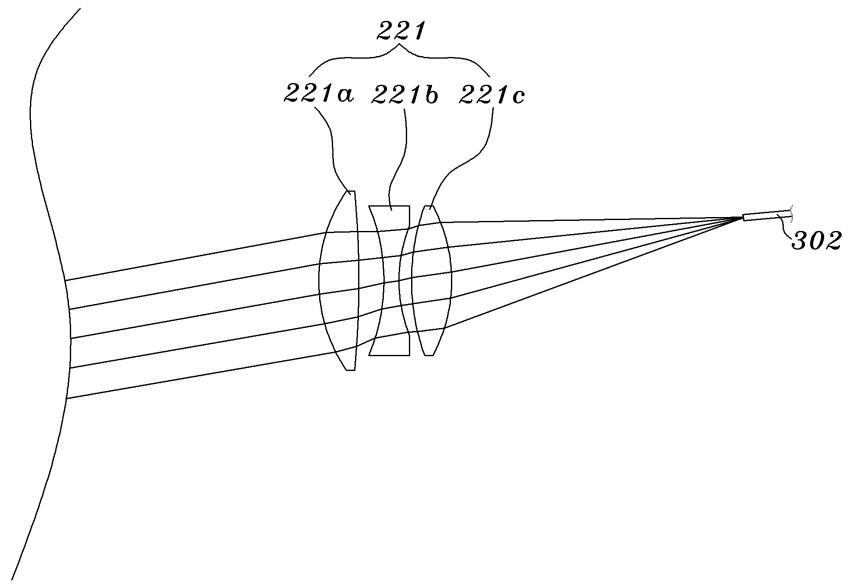
도면6a



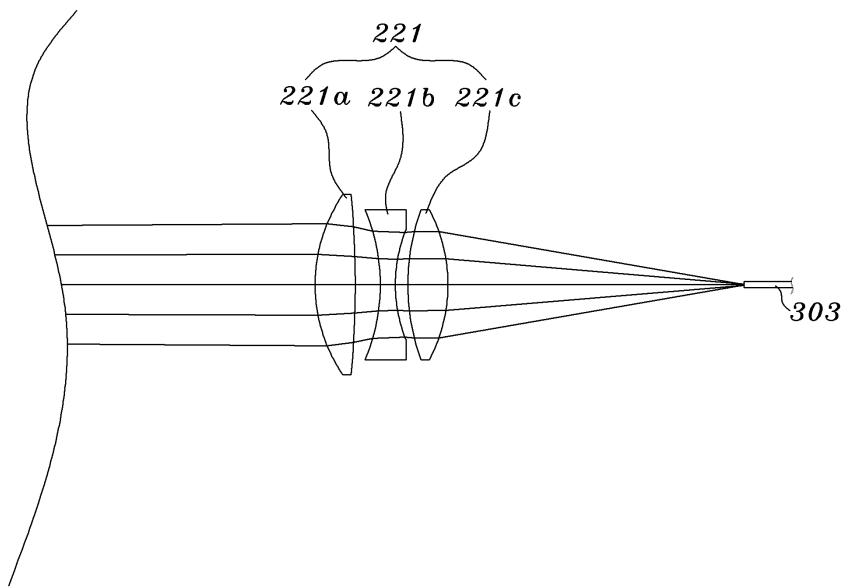
도면6b



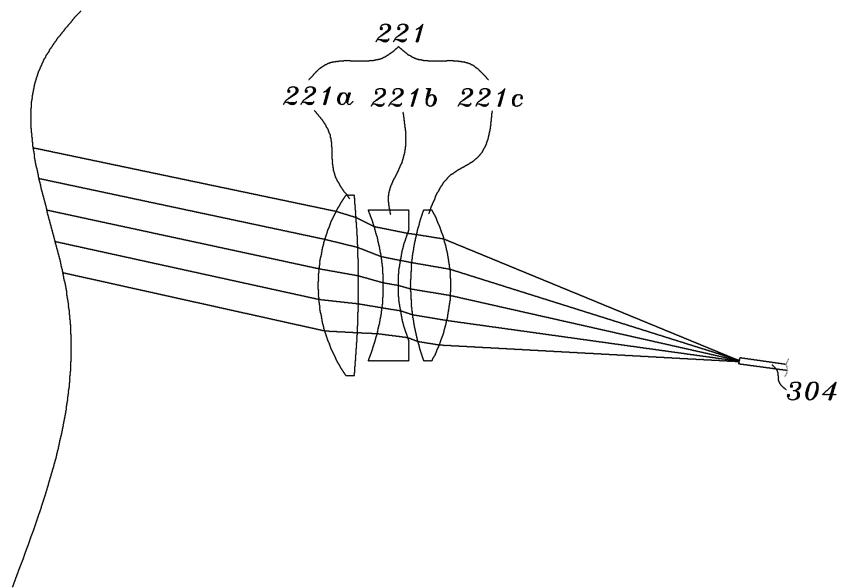
도면6c



도면6d



도면6e



도면6f

