



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월01일
 (11) 등록번호 10-1249476
 (24) 등록일자 2013년03월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 5/33 (2006.01) *H04N 5/225* (2006.01)
G02B 9/64 (2006.01) *G03B 3/00* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0071915

(22) 출원일자 2011년07월20일

심사청구일자 2011년07월20일

(65) 공개번호 10-2013-0011038

(43) 공개일자 2013년01월30일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110075667 A*

KR100921964 B1*

KR101047294 B1*

권면 외 22명, “차세대 초전도 핵융합 연구장치 개발, 운영사업에 관한 3단계 연구보고서”, 페이지 84, 권면 외 22명, “차세대 초전도 핵융합 연구장치 개발, 운영사업에 관한 3단계 연구보고서”, 페이지 84, 2007*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국기초과학지원연구원

대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)

(72) 발명자

오승태

세종특별자치시 노을3로 14, 111동 203호(한솔동, 첫마을아파트)

(74) 대리인

차상윤, 한상민, 남진필

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 김응권

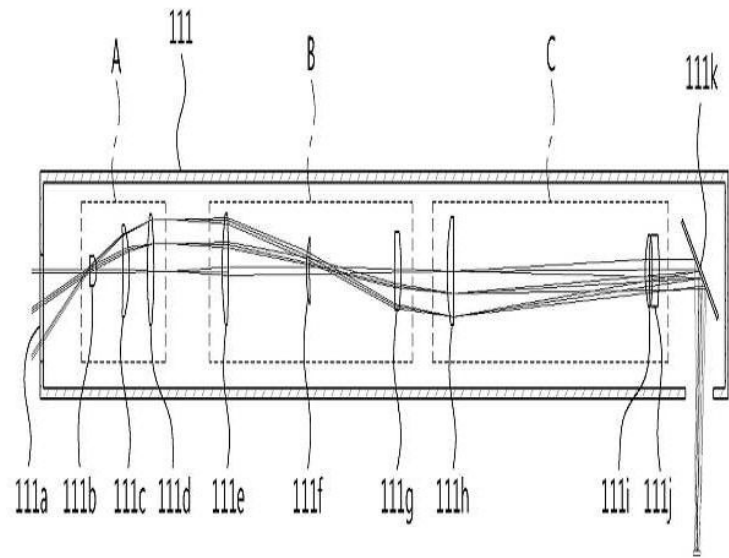
(54) 발명의 명칭 **KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 IR-TV를 위한 중계 렌즈 모듈**

(57) 요약

KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 IR-TV를 위한 중계 렌즈 모듈이 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 중계 렌즈 모듈은 일측이 상기 KSTAR 장치에 구비된 적어도 하나 이상의 포트에 장착되고 타측이 적외선 카메라와 연결되는 하우징, 하우징의 일측에 배치된 텔레센트릭(telecentric) 조리개, 하우징 내부에서, 텔레센트릭 조리개에 인접하여 차례로 배치된 제1 내지 제3 렌즈를 포함하고 KSTAR 장치의 내부에 대응하는 상을 결상하는 입력 렌즈부, 입력 렌즈부의 후단에 차례로 배치된 제4 내지 제6 렌즈를 포함하고 입력 렌즈부에 의해 결상된 상을 1차 전달하는 중계 렌즈부, 중계 렌즈부의 후단에 차례로 배치된 제7 내지 제9 렌즈를 포함하고 중계 렌즈부에 의해 전달된 결상된 상을 2차 전달하는 출력 렌즈부 및 출력 렌즈부의 후단에 배치되고 출력 렌즈부에 의해 전달된 결상된 상을 반사하여 적외선 카메라로 입사시키는 평면 미러를 포함한다.

대표도

110



특허청구의 범위

청구항 1

KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 IR-TV를 위한 중계 렌즈 모듈에 있어서,

일측이 상기 KSTAR 장치에 구비된 포트에 장착되고, 타측이 적외선 카메라와 연결되는 하우징;

상기 하우징의 일측에 배치된 텔레센트릭(telecentric) 조리개;

상기 하우징 내부에서, 상기 텔레센트릭 조리개에 인접하여 차례로 배치된 제1 내지 제3 렌즈를 포함하고, 상기 KSTAR 장치의 내부에 대응하는 상을 결상하는 입력 렌즈부;

상기 입력 렌즈부의 후단에 차례로 배치된 제4 내지 제6 렌즈를 포함하고, 상기 입력 렌즈부에 의해 결상된 상을 1차 전달하는 중계 렌즈부;

상기 중계 렌즈부의 후단에 차례로 배치된 제7 내지 제9 렌즈를 포함하고, 상기 중계 렌즈부에 의해 전달된 상기 결상된 상을 2차 전달하는 출력 렌즈부; 및

상기 출력 렌즈부의 후단에 배치되고, 상기 출력 렌즈부에 의해 전달된 상기 결상된 상을 반사하여 상기 적외선 카메라로 입사시키는 평면 미러를 포함하고,

상기 제1 내지 제9 렌즈는 플루오르화 칼슘(CaF₂)으로 이루어진 구면 렌즈이고,

상기 제 1 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 -22.36mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 -24.7mm이며 렌즈 두께가 25mm이고 구경이 15mm이며,

상기 제 2 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 -709mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 -114mm이며 렌즈 두께가 25mm이고 구경이 60mm이며,

상기 제 3 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 442.94mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 -275.1mm이며 렌즈 두께가 25mm이고 구경이 75mm이며,

상기 제 4 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 271.8mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 -566mm이며 렌즈 두께가 25mm이고 구경이 75mm이며,

상기 제 5 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 113.2mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 296mm이며 렌즈 두께가 10mm이고 구경이 45mm이며,

상기 제 6 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 663.8mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 -254.7mm이며 렌즈 두께가 25mm이고 구경이 70mm이며,

상기 제 7 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 243mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 ∞이며 렌즈 두께가 25mm이고 구경이 75mm이며,

상기 제 8 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 116.2mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 490mm이며 렌즈 두께가 17.5mm이고 구경이 50mm이며,

상기 제 9 렌즈는 광이 입사되는 면의 곡률 반경이 -178.8mm이고 광이 빠져나가는 면의 곡률 반경이 -456mm이며 렌즈 두께가 25mm이고 구경이 45mm인,

중계 렌즈 모듈.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 중계 렌즈 모듈은,

화각(Field of View)이 58° 이하이고, 전체 길이가 2.6m 이상인 것을 특징으로 하는 중계 렌즈 모듈.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 IR-TV를 위한 중계 렌즈 모듈에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 물질을 수억 도까지 가열하게 되면 분자 상태의 기체에서 전자가 하나 둘씩 떨어져 나가 음전하를 띠는 전자와, 양전하를 띠는 이온으로 분리된다. 이러한 상태를 플라즈마라고 한다. 이처럼 플라즈마가 전하를 띠는 입자들로 이루어졌다는 점을 착안하여, 강력한 자기장을 가해 하전입자들이 그 주위를 맴돌게 함으로써 플라즈마를 공중에 띄워놓고 가열하는 것이 토카막에 적용되는 자기 구속 핵융합 방식이다.

[0003] 한국형 토카막 장치로는 KSTAR(KOREA SUPERCONDUCTING TOKAMAK ADVANCED RESEARCH) 장치가 있다. 여느 토카막 장치와 마찬가지로, KSTAR 장치 역시 플라즈마 진단이 중요하다. 이를 위해 다양한 플라즈마 진단 장치가 있으며, 그 중 하나로 IR-TV(Infrared Rays Television)가 있을 수 있다.

[0004] IR-TV는 KSTAR 장치의 온도(예를 들어, KSTAR 장치의 구조물 또는 플라즈마 접촉벽 등의 온도)를 모니터링하는 영상 진단 장치의 일종이다. 이 IR-TV는 적외선 카메라를 이용하여 KSTAR 장치의 내부에 형성된 플라즈마를 촬영한다. 그러나 플라즈마 자체의 온도가 매우 높기 때문에 KSTAR 장치에 적외선 카메라를 삽입, 장착 또는 접근시키는 것이 어려우며, 이로 인해 적외선 카메라의 화각이 제한된다.

[0005] 또한, KSTAR 장치와 같이 고자장에서 핵융합 반응을 하는 경우, 적외선 카메라는 자기장과 핵융합 반응의 결과로 생기는 중성입자에 영향을 많이 받기 때문에 KSTAR 장치로부터 이격 설치되어야 한다.

[0006] 따라서, 적외선 카메라를 보호함과 동시에 화각을 증가시키고, KSTAR 장치의 내부를 결상하여 적외선 카메라로 전송하기 위한 별도의 구성이 IR-TV에 구비되는 것이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은, 플라즈마 진단을 위해 KSTAR 장치에 장착되어 화각을 증가시킬 수 있으며, KSTAR 장치의 내부를 결상하고, 결상된 상을 적외선 카메라로 전송하기 위한 중계 렌즈 모듈을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 KSTAR 장치의 플라즈마 진단에 이용되는 IR-TV를 위한 중계 렌즈 모듈은, 일측이 상기 KSTAR 장치에 구비된 포트에 장착되고, 타측이 적외선 카메라와 연결되는 하우징, 상기 하우징의 일측에 배치된 텔레센트릭(telecentric) 조리개, 상기 하우징 내부에서, 상기 텔레센트릭 조리개에 인접하여 차례로 배치된 제1 내지 제3 렌즈를 포함하고 상기 KSTAR 장치의 내부에 대응하는 상을 결상하는 입력 렌즈부, 상기 입력 렌즈부의 후단에 차례로 배치된 제4 내지 제6 렌즈를 포함하고 상기 입력 렌즈부에 의해 결상된 상을 1차 전달하는 중계 렌즈부, 상기 중계 렌즈부의 후단에 차례로 배치된 제7 내지 제9 렌즈를 포함하고 상기 중계 렌즈부에 의해 전달된 상기 결상된 상을 2차 전달하는 출력 렌즈부 및 상기 출력 렌즈부의 후단에 배치되고 상기 출력 렌즈부에 의해 전달된 상기 결상된 상을 반사하여 상기 적외선 카메라로 입사시키는 평면 미러를 포함한다.

[0009] 일측에 따르면, 상기 제1 내지 제9 렌즈는 플루오르화 칼슘(CaF₂)으로 이루어진 구면 렌즈이고, 렌즈 두께가

5mm~30mm이며, 최대 직경이 100mm~150mm일 수 있다.

[0010] 일측에 따르면, 상기 중계 렌즈 모듈은 화각(Field of View)이 58° 이하이고, 전체 길이가 2.6m 이상일 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 실시예들에 따르면, IR-TV를 구성하는 중계 렌즈 모듈은 플라즈마 진단을 위해 KSTAR 장치에 장착되어 화각을 증가시킬 수 있으며, KSTAR 장치의 내부를 결상하고, 결상된 상을 적외선 카메라로 전송하여 영상 진단을 용이하게 한다.

[0012] 또한, 중계 렌즈 모듈에 의해 적외선 카메라가 KSTAR 장치로부터 이격 설치되어, KSTAR 장치에서의 자기장과 핵융합 반응의 결과로 생기는 중성입자로부터 적외선 카메라를 보호할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 중계 렌즈 모듈을 포함하는 IR-TV의 배치 구조를 나타내는 도면이다.

도 2는 도 1에 도시된 중계 렌즈 모듈의 구체적인 구성을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 실제의 IR-TV를 촬영한 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어(terminology)들은 본 발명의 바람직한 실시예를 적절히 표현하기 위해 사용된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 본 발명이 속하는 분야의 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 따라서, 본 용어들에 대한 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 중계 렌즈 모듈을 포함하는 IR-TV의 배치 구조를 나타내는 도면이다. 도 1을 참조하면, 한국형 토카막 장치인 KSTAR(KOREA SUPERCONDUCTING TOKAMAK ADVANCED RESEARCH) 장치(10)는 자기장을 이용하여 플라즈마를 구속한다. 그러나, 자기장을 이용하더라도, 플라즈마는 불안정한 상태를 유지하려고 한다. 따라서, 플라즈마를 지속적으로 관찰하고, 안정한 상태로 유지시켜줘야 한다. 이를 위해 KSTAR 장치(10)에 다양한 플라즈마 진단 장치를 배치 또는 설치하여 플라즈마를 진단하는 것이 중요하다.

[0016] 다양한 플라즈마 진단 장치가 있으며, 그 중 하나로 도 1에 도시된 바와 같은 IR-TV(Infrared Rays Television)(100)가 있을 수 있다. IR-TV(100)는 KSTAR 장치(10)의 온도를 모니터링하는 영상 진단 장치의 일종이다.

[0017] KSTAR 장치(10)에 형성된 플라즈마를 영상 진단하는 경우, 플라즈마 자체의 온도가 매우 높기 때문에 KSTAR 장치(10)에 영상 촬영을 위한 적외선 카메라(120)를 삽입, 장착 또는 넣는 것이 어렵다. 이로 인해, 적외선 카메라의 화각이 제한된다.

[0018] 또한, KSTAR 장치(10)와 같이 고자장에서 핵융합 반응을 하는 경우, 적외선 카메라는 자기장과 핵융합 반응의 결과로 생기는 중성입자에 영향을 많이 받기 때문에 KSTAR 장치(10)로부터 이격 설치되어야 한다

[0019] 따라서, 본 발명에서 IR-TV(100)는 도 1에 도시된 바와 같이, 적외선 카메라(120) 외에, KSTAR 장치(10) 내부에 대한 상을 결상시켜 적외선 카메라(120)로 전달하는 중계 렌즈 모듈(110)을 포함한다. 이때, 적외선 카메라(120)는 중계 렌즈 모듈(110)에 의해 KSTAR 장치(10)로부터 이격 설치될 수 있다.

[0020] 한편, 중계 렌즈 모듈(110)은 KSTAR 장치(10)에 구비된 다수의 포트 중 적어도 하나 이상의 포트(예를 들어, D-포트)에 설치된 카세트(11) 내에 배치되어 KSTAR 장치(10)에 접근할 수 있다.

[0021] 중계 렌즈 모듈(110)은 전체 길이가 2.6mm 이상인 것으로, KSTAR 장치(10)와 적외선 카메라(120)를 연결하는 기능을 한다. 구체적으로, 중계 렌즈 모듈(110)은 KSTAR 장치(10) 내부에 대응하는 상을 결상시키고, 결상된 상을

적외선 카메라(120)에 전달한다. 중계 렌즈 모듈(110)의 구체적인 구성은 도 2를 이용하여 설명한다.

- [0022] 도 2는 도 1에 도시된 중계 렌즈 모듈의 구체적인 구성을 나타내는 도면이다. 도 2를 참조하면, 중계 렌즈 모듈(110)은 페리스코프(periscope) 장치로, 하우징(111), 텔레센트릭(telecentric) 조리개(111a), 입력 렌즈부(A), 중계 렌즈부(B), 출력 렌즈부(C) 및 평면 미러(111k)를 포함한다.
- [0023] 하우징(111)은 중계 렌즈 모듈(110)을 구성하는 다른 구성 요소들을 보호하기 위한 케이스이다. 이 하우징(111)은 일측이 KSTAR 장치(10)에 구비된 포트에 장착되고, 타측이 적외선 카메라(120)와 연결된다. 특히, 하우징(111)의 타측은 적외선 카메라(120)와 탈부착이 용이한 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 하우징(111)의 타측은 적외선 카메라(120)의 렌즈부(미도시) 크기에 대응하는 개구부를 포함하여, 이 개구부에 적외선 카메라(120)의 렌즈부가 끼워져 부착되는 구조를 가질 수도 있다.
- [0024] 텔레센트릭 조리개(111a)는 하우징(111)의 일측에 배치된다. 텔레센트릭 조리개(111a)는 물체(KSTAR 장치(10) 내부)의 크기를 거리에 관계없이 일정하게 유지하여 결상시킨다.
- [0025] 입력 렌즈부(A), 중계 렌즈부(B) 및 출력 렌즈부(C)는 하우징(111) 내부에 배치되어 KSTAR 장치(10) 내부에 대응하는 상을 결상하고, 결상된 상을 전달한다.
- [0026] 상기 입력 렌즈부(A)에 의해, 상기 조리개를 통해 입력된 상을 역상으로 변환시켜 평행하게 중계 렌즈부(B)로 전달한다. 상기 입력 렌즈부는 입력되는 상의 광을 상기 하우징의 길이 방향과 평행하게 전달하도록 구성된다.
- [0027] 입력 렌즈부(A)는 제1 내지 제3 렌즈(111b, 111c, 111d)를 포함한다. 입력 렌즈부(A)는 텔레센트릭 조리개(111a)에 인접하여 배치되는 것으로, 제1 렌즈(111b)부터 제2 렌즈(111c), 제3 렌즈(111d)가 차례로 배치된다. 제1 내지 제3 렌즈(111b, 111c, 111d)는 텔레센트릭 조리개(111a)에 의해 결상된 광을 입력받아 결상한다.
- [0028] 상기 중계 렌즈부(B)는, 상기 입력 렌즈부를 통해 나오는 상을 다시 역상으로 변화시키고 평행하게 출력 렌즈부(C)로 전달한다.
- [0029] 중계 렌즈부(B)는 제4 내지 제6 렌즈(111e, 111f, 111g)를 포함한다. 중계 렌즈부(B)는 입력 렌즈부(A)의 후단에 배치되는 것으로, 제4 렌즈(111e), 제5 렌즈(111f) 및 제6 렌즈(111g)가 차례로 배치된다. 제4 내지 제6 렌즈(111e, 111f, 111g)는 입력 렌즈부(A)에 의해 결상된 상을 1차 전달한다. 즉, 중계 렌즈부(B)는 결상된 상을 적외선 카메라(120)로 1차 전달하는 구성이 될 수 있다.
- [0030] 상기 출력 렌즈부는 중계 렌즈부를 통해 나오는 상을 모아서 평면 미러로 전달한다.
- [0031] 출력 렌즈부(C)는 제7 내지 제9 렌즈(111g, 111i, 111j)를 포함한다. 출력 렌즈부(C)는 중계 렌즈부(B)의 후단에 배치되는 것으로, 제7 렌즈(111g), 제8 렌즈(111i) 및 제9 렌즈(111j)가 차례로 배치된다. 제7 내지 제9 렌즈(111g, 111i, 111j)는 중계 렌즈부(B)에 의해 전달된 상을 2차 전달한다. 즉, 출력 렌즈부(C)는 결상된 상을 적외선 카메라(120)로 2차 전달하는 구성이 될 수 있다.
- [0032] 평면 미러(111k)는 하우징(111) 내부에서 출력 렌즈부(C)의 후단에 배치되고, 출력 렌즈부(C)에 의해 전달된 상을 반사하여 하우징(111)의 타측에 연결된 적외선 카메라(120)로 입사시킨다.
- [0033] 하우징(111)을 포함한 중계 렌즈 모듈(110)은 전체 길이가 2.6m 이상이 될 수 있으며, 58° 이하의 화각(Field of View)을 가질 수 있다.
- [0034] 각 입력 렌즈부(A), 중계 렌즈부(B) 및 출력 렌즈부(C)에 포함된 제1 내지 제9 렌즈(111b~111j)는 플루오르화 칼슘(CaF₂)으로 이루어진 구면 렌즈가 될 수 있다. 또한, 이들 렌즈 두께는 5mm~30mm이며, 최대 직경은 100mm~150mm가 될 수 있다. 또한, 제1 내지 제9 렌즈(111b~111j)는 작은 입력 동공 크기(input pupil size)를 갖는 것으로, 열(heat) 및 중성자(neutron)로부터 받는 영향이 감소될 수 있다.
- [0035] 중계 렌즈 모듈(110)과 관련된 구체적인 세부 사양은 표 1과 같다.

표 1

[0036]	표면 타입 (surface type)	곡률 반경 (radius)	렌즈 두께 (thickness)	재질 (material)	구경 (aperture)
물체	-	∞	∞	-	-

텔레센트릭 조 리개	-	∞	5	-	2.5
제1 렌즈	구(sphere)	-22.36	25	CaF ₂	15
	구(sphere)	-24.7	103		20
제2 렌즈	구(sphere)	-709	25	CaF ₂	60
	구(sphere)	-114	73.5		65
제3 렌즈	구(sphere)	442.94	25	CaF ₂	75
	구(sphere)	-275.1	0		75
갭(앞)	구(sphere)	∞	267		
제4 렌즈	구(sphere)	271.8	25	CaF ₂	75
	구(sphere)	-566	309		75
제5 렌즈	구(sphere)	113.2	10	CaF ₂	45
	구(sphere)	296	334		45
제6 렌즈	구(sphere)	663.8	25	CaF ₂	70
	구(sphere)	-254.7	183		70
제7 렌즈	구(sphere)	243	25	CaF ₂	75
	구(sphere)	∞	0		75
갭(뒤)	구(sphere)	∞	754		
제8 렌즈	구(sphere)	116.2	17.5	CaF ₂	50
	구(sphere)	490	12		45
제9 렌즈	구(sphere)	-178.8	25	CaF ₂	45
	구(sphere)	-456	157		50
평면 미러	구(sphere)	∞	-300		45

[0037] 표 1에 나타난 바와 같은 중계 렌즈 모듈(110)에 대한 세부 사항들은 일 실시예에 불과하다. 특히, 제1 내지 제 9 렌즈(111b~111j)에 대한 곡률 반경, 렌즈 두께, 재질 및 구경 등에 대한 값은 달라질 수 있다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 실제의 IR-TV를 촬영한 사진이다. 도 3을 참조하면, IR-TV는 중계 렌즈 모듈(210) 및 적외선 카메라(220)를 포함한다.

[0038] 중계 렌즈 모듈(210)은 도 2에 도시된 중계 렌즈 모듈(210)과 동일한 구성을 가질 수 있다. 중계 렌즈 모듈(210)은 KSTAR 장치에 구비된 포트에 장착되어 KSTAR 내부에 대응하는 상을 결상하고, 결상된 상을 적외선 카메라(220)로 전송한다.

[0039] 이 같은 중계 렌즈 모듈(210)은 후단에 연결된 적외선 카메라(220)와 호환이 가능하며, 약 19.0741의 유효초점 거리(Effective Focal Length), 약 100.3376의 역 초점거리(back focal length), 약 5mm의 입사 동공 직경(entrance pupil diameter), 2.7m의 길이와 3.81의 조리개값(F#)을 갖는다.

[0040] 적외선 카메라(220)는 FLIR SC6000HS 모델로, 640×512(pixels)의 해상도, 1Hz~125Hz의 전체 프레임율(Full Frame Rate), 3~5 μ m의 스펙트럼 범위(Spectral Range), 25mK 이하의 온도 분해능(NETD, Noise Equivalent Temperature Difference), 인듐 안티몬(InSb)로 이루어진 디텍터 타입(Detector Type), 206×143×159(길이×폭×높이)의 물리적 사이즈, 0℃~1500℃의 측정 범위 및 14비트의 데이터 해상도(Data Resolution)를 갖는다.

[0041] 도 3에 도시된 IR-TV를 이용하여 KSTAR 장치의 내부에 형성된 플라즈마의 온도를 모니터링한다. 또한, IR-TV는 KSTAR 장치에 구비된 다수의 포트에 장착되어 각 포트 영역에서 플라즈마의 온도를 모니터링할 수 있다. 따라서, IR-TV를 이용한 영상 진단을 통해 고온으로부터 KSTAR 장치의 안전을 보호할 수 있다.

[0042] 도 3에서 설명한 중계 렌즈 모듈(210) 및 적외선 카메라(220)은 일 예에 불과한 것으로, 그 특성들 역시 고정된 것이 아니라 변동될 수 있다.

[0043] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시 예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변

형이 가능하다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허 청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

10: KSTAR 장치

100: IR-TV

110, 210: 중계 렌즈 모듈

111: 하우징

111a: 텔레센트릭 조리개

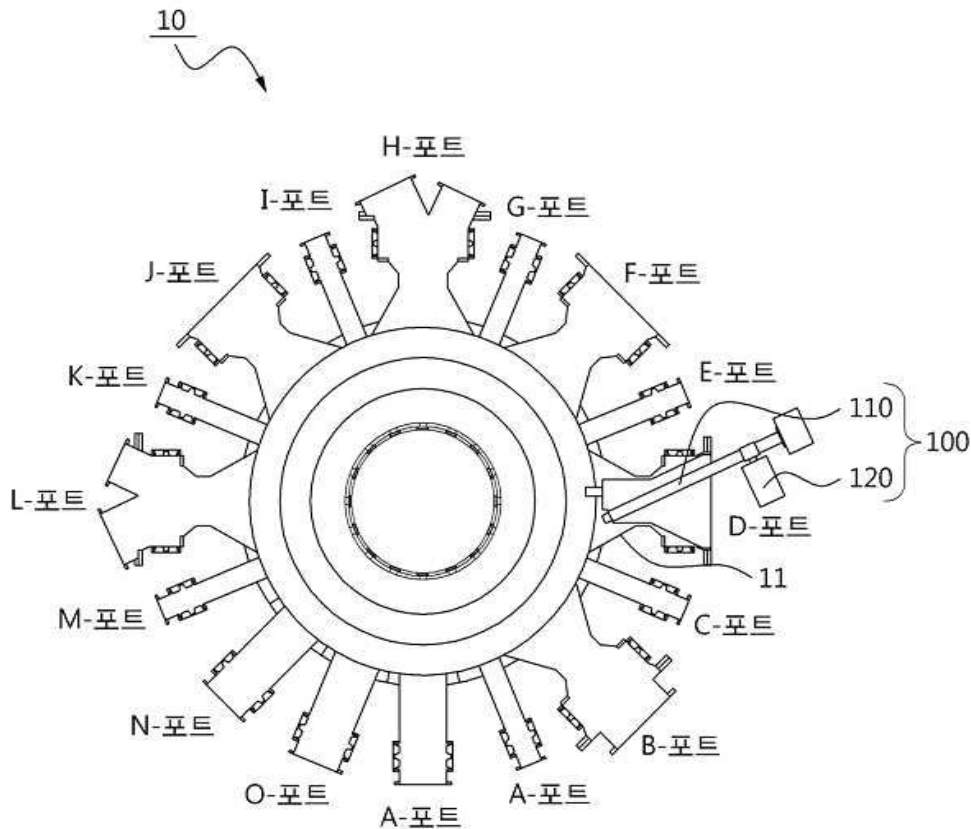
111b~111j: 제1 내지 제9 렌즈

111k: 텔레센트릭 조리개

120, 220: 적외선 카메라

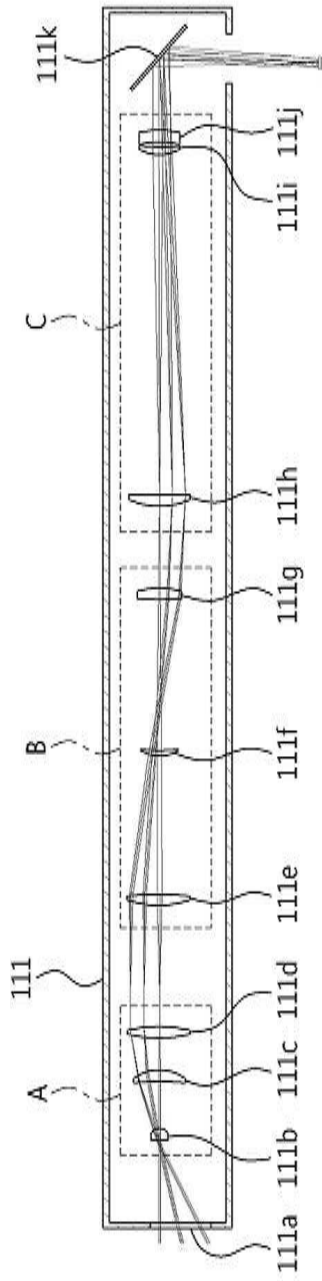
도면

도면1



도면2

110



도면3

