



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월28일
(11) 등록번호 10-2258458
(24) 등록일자 2021년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 17/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류
G02B 17/06 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0087981

(22) 출원일자 2019년07월20일

심사청구일자 2019년07월20일

(65) 공개번호 10-2021-0010794

(43) 공개일자 2021년01월28일

(56) 선행기술조사문헌

KR101826840 B1*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 4 항

(73) 특허권자

한남대학교 산학협력단

대전광역시 유성구 유성대로 1646 (전민동)

(72) 발명자

조재홍

대전광역시 유성구 엑스포로123번길 65-38 스마트
시티주상복합아파트 203-601

주윤재

충청북도 옥천군 군북면 증약1길 18-4

(74) 대리인

박노춘

심사관 : 김희진

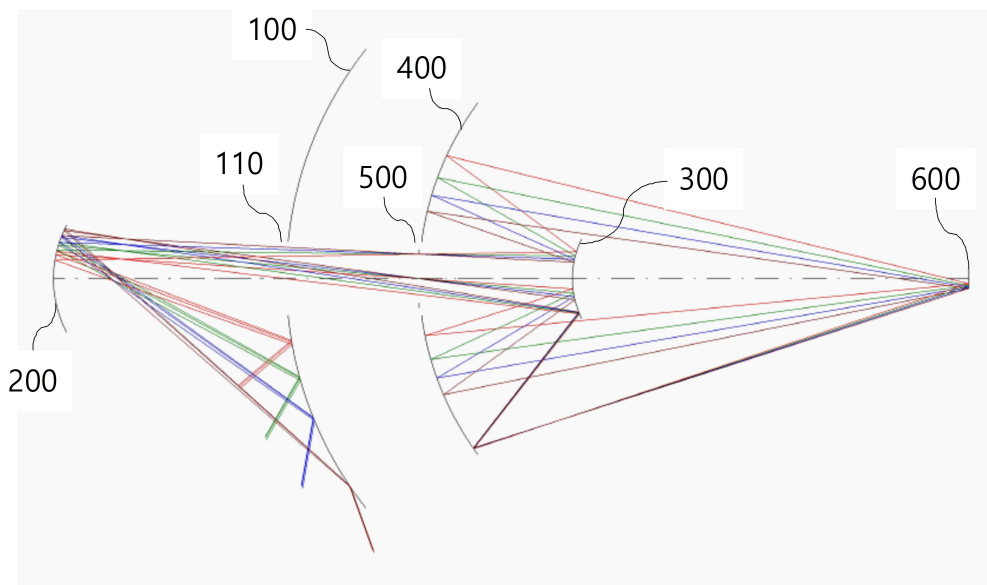
(54) 발명의 명칭 주간과 야간에 동시에 사용할 수 있으며 배율변화가 가능한 전방위 줌 광학계

(57) 요약

본 발명은 전방위 줌 광학계에 관한 것으로, 더 구체적으로는 4개의 거울을 사용함으로써 색수차가 없고 결상 성능이 우수하며 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계에 관한 것이다.

본 발명은 4개의 거울을 사용함으로써 색수차가 없고 결상 성능이 우수하며 광학계의 길이를 짧게 하여 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1



제품의 크기를 줄일 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.

또한 본 발명은 거울의 이동을 통하여 배율변화에 따라 화각이 변화하고 주간과 야간에 동시에 사용할 수 있으며 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 사용할 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.

아울러 본 발명은 렌즈를 사용하지 않고 4개의 거울만을 사용함으로써 원재료비가 감소되고 제작시간이 줄어들어 제조원가가 감소되며 파장에 제약이 없어 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 측정할 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.

(56) 선행기술조사문헌

KR101903031 B1*

KR1020200058356 A

US20050018069 A1

Korean Journal of Optics and Photonics, Vol. 30, No. 2, April 2019, pp. 37-47

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

물체로부터 입사되는 빛을 제2 비구면 거울로 반사하고, 물체 측으로 볼록한 형상을 가지며 중심부에 홀을 갖는 제1 구면 거울;

상기 제1 구면 거울로부터 반사되는 빛의 방향 쪽에 위치하고, 상기 제1 구면 거울로부터 입사되는 빛을 제3 비구면 거울로 반사하며, 입사되는 빛의 방향으로 오목한 형상을 갖는 제2 비구면 거울;

상기 제1 구면 거울을 기준으로 상기 제2 비구면 거울이 위치한 방향과 반대 방향에 위치하고, 상기 제2 비구면 거울로부터 입사되는 빛을 제4 비구면 거울로 반사하며, 입사되는 빛의 방향으로 볼록한 형상을 갖는 제3 비구면 거울; 및

상기 제1 구면 거울 및 제3 비구면 거울의 사이에 위치하고, 상기 제3 비구면 거울로부터 입사되는 빛을 반사하여 촬상 소자에 결상시키며, 입사되는 빛의 방향으로 오목한 형상을 가지며 중심부에 홀을 갖는 제4 비구면 거울;을 포함하는 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계에 있어서,

한 개의 구면 거울과 한 개의 비구면 거울로 구성된 수광부와 두 개의 비구면 거울로 구성된 결상부를 갖고,

하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 하는 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계.

$$1.2 < \frac{f_{tele}}{f_{wide}} < 1.3$$

(여기서 f_{tele} 는 광학계가 망원단을 관측할 때의 유효초점거리이고, f_{wide} 는 광학계가 광각단을 관측할 때의 유효초점거리이다.)

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 하는 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계.

$$4.5 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.9 \text{ (Wide mode)}$$

$$4.1 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.5 \text{ (Normal mode)}$$

$$3.6 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.0 \text{ (Tele mode)}$$

(여기서 f_{imaging} 은 광학계 결상부의 유효초점거리이고, $f_{\text{concentrating}}$ 는 광학계 수광부의 유효초점거리이다.)

청구항 5

제1항에 있어서,

하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 하는 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계.

$$0.6 < \frac{l_{\text{imaging}}}{l_{\text{concentrating}}} < 1.0 \text{ (Wide mode)}$$

$$0.7 < \frac{l_{\text{imaging}}}{l_{\text{concentrating}}} < 1.1 \text{ (Normal mode)}$$

$$0.9 < \frac{l_{\text{imaging}}}{l_{\text{concentrating}}} < 1.4 \text{ (Tele mode)}$$

(여기서 l_{imaging} 은 광학계 결상부의 비구면 거울 사이의 거리이고, $l_{\text{concentrating}}$ 는 광학계 수광부의 구면 거울과 비구면 거울 사이의 거리이다.)

청구항 6

제1항에 있어서,

하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 하는 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계.

$$5.4 < \frac{l_{\text{imaging}}}{f_{\text{concentrating}}} < 5.8 \text{ (Wide mode)}$$

$$5.0 < \frac{l_{\text{imaging}}}{f_{\text{concentrating}}} < 5.4 \text{ (Normal mode)}$$

$$4.3 < \frac{l_{\text{imaging}}}{f_{\text{concentrating}}} < 4.7 \text{ (Tele mode)}$$

(여기서 l_{imaging} 은 광학계 결상부의 비구면 거울 사이의 거리이고, $f_{\text{concentrating}}$ 는 광학계 수광부의 유효초점거리이다.)

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전방위 줌 광학계에 관한 것으로, 더 구체적으로는 4개의 거울을 사용함으로써 색수차가 없고 결상 성능이 우수하며 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 전방위 광학계는 360도 전방위에 대해 지평선을 기준으로 상방, 하방 즉 위와 아래 모두 촬영이 가능한 광학계이다. 넓은 시야각으로 유명한 어안렌즈와 비교하면 어안렌즈는 광학계의 전방을 180도로 촬영하는 것이고, 전방위 광학계는 전방을 제외한 양 옆의 위와 아래를 촬영할 수 있다.

[0004] 넓은 시야를 수용할 수 있는 광학계는 현재에도 많은 연구가 진행되고 있다. 처음으로 넓은 시야에 대한 광학계는 1794년 Robert Barker로부터 파노라마가 알려지면서 시작되었다. 그 후 1987년부터 다수의 카메라

를 사용한 전방위 카메라가 등장하였고, 1990년대부터 사다리꼴 형태의 거울이나 원추 형태의 거울을 이용한 반사 굴절식 전방위 카메라가 등장하였다(한국공개특허 제10-2017-0071010호, 한국등록특허 제10-0934719호, 한국등록특허 제10-1469060호).

[0005] 그러나 기존의 전방위 광학계는 주로 렌즈계로 구성되어 비구면 렌즈를 이용하거나 다수의 렌즈를 사용하기 때문에 가격이 비싸며, 렌즈의 특성상 출력된 영상을 평면으로 전개해서 부분적으로 확대하는 과정에서 영상의 정보가 부분적으로 손실될 수밖에 없다.

[0006] 또한 렌즈는 파장에 따라 초점거리가 변하고 색수차가 발생하며, 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 사용할 수 없으며, 영상의 확대가 필요한 경우 1개 이상의 렌즈를 포함하는 렌즈 군이 움직여야 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2017-0071010호

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-0934719호

(특허문헌 0003) 한국등록특허 제10-1469060호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 4개의 거울을 사용함으로써 색수차가 없고 결상 성능이 우수하며 광학계의 길이를 짧게 하여 제품의 크기를 줄일 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공하는데 그 목적이 있다.

[0010] 또한 본 발명은 1개의 거울만을 이동하여 배율변화에 따라 화각이 변화하고 주간과 야간에 동시에 사용할 수 있으며 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 사용할 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 아울러 본 발명은 렌즈를 사용하지 않고 4개의 거울만을 사용함으로써 원재료비가 감소되고 제작시간이 줄어들어 제조원가가 감소되며 파장에 제약이 없어 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 측정할 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 물체로부터 입사되는 빛을 제2 비구면 거울로 반사하고, 물체 측으로 볼록한 형상을 가지며 중심부에 홀을 갖는 제1 구면 거울;

[0014] 상기 제1 구면 거울로부터 반사되는 빛의 방향 쪽에 위치하고, 상기 제1 구면 거울로부터 입사되는 빛을 제3 비구면 거울로 반사하며, 입사되는 빛의 방향으로 오목한 형상을 갖는 제2 비구면 거울;

[0015] 상기 제1 구면 거울을 기준으로 상기 제2 비구면 거울이 위치한 방향과 반대 방향에 위치하고, 상기 제2 비구면 거울로부터 입사되는 빛을 제4 비구면 거울로 반사하며, 입사되는 빛의 방향으로 볼록한 형상을 갖는 제3 비구면 거울; 및

[0016] 상기 제1 구면 거울 및 제3 비구면 거울의 사이에 위치하고, 상기 제3 비구면 거울로부터 입사되는 빛을 반사하여 촬상 소자에 결상시키며, 입사되는 빛의 방향으로 오목한 형상을 가지며 중심부에 홀을 갖는 제4 비구면 거울;을 포함하는 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계를 제공한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전방위 줌 광학계는 한 개의 구면 거울과 한 개의 비구면 거울로 구성된 수광부와 두 개의 비구면 거울로 구성된 결상부를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전방위 줌 광학계는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0019] $1.2 < \frac{f_{tele}}{f_{wide}} < 1.3$

[0020] (여기서 f_{tele} 는 광학계가 망원단을 관측할 때의 유효초점거리이고, f_{wide} 는 광학계가 광각단을 관측할 때의 유효초점거리이다.)

[0021] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전방위 줌 광학계는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0022] $4.5 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.9$ (Wide mode)

[0023] $4.1 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.5$ (Normal mode)

[0024] $3.6 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.0$ (Tele mode)

[0025] (여기서 $f_{imaging}$ 은 광학계 결상부의 유효초점거리이고, $f_{concentrating}$ 는 광학계 수광부의 유효초점거리이다.)

[0026] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전방위 줌 광학계는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0027] $0.6 < \frac{l_{imaging}}{l_{concentrating}} < 1.0$ (Wide mode)

[0028] $0.7 < \frac{l_{imaging}}{l_{concentrating}} < 1.1$ (Normal mode)

[0029] $0.9 < \frac{l_{imaging}}{l_{concentrating}} < 1.4$ (Tele mode)

[0030] (여기서 $l_{imaging}$ 은 광학계 결상부의 비구면 거울 사이의 거리이고, $l_{concentrating}$ 는 광학계 수광부의 구면 거울과 비구면 거울 사이의 거리이다.)

[0031] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 전방위 줌 광학계는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0032] $5.4 < \frac{l_{imaging}}{f_{concentrating}} < 5.8$ (Wide mode)

[0033] $5.0 < \frac{l_{imaging}}{f_{concentrating}} < 5.4$ (Normal mode)

[0034] $4.3 < \frac{l_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.7$ (Tele mode)

[0035] (여기서 $l_{imaging}$ 은 광학계 결상부의 비구면 거울 사이의 거리이고, $f_{concentrating}$ 는 광학계 수광부의 유효초점거리이다.)

발명의 효과

[0037] 본 발명은 4개의 거울을 사용함으로써 색수차가 없고 결상 성능이 우수하며 광학계의 길이를 짧게 하여 제품의 크기를 줄일 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.

[0038] 또한 본 발명은 거울의 이동을 통하여 배율변화에 따라 화각이 변화하고 주간과 야간에 동시에 사용할 수 있으며 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 사용할 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.

[0039] 아울러 본 발명은 렌즈를 사용하지 않고 4개의 거울만을 사용함으로써 원재료비가 감소되고 제작시간이

줄어들어 제조원가가 감소되며 파장에 제약이 없어 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 측정할 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1은 본 발명의 전방위 줌 광학계를 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광로도(optical layout)를 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광로도(optical layout)를 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 광로도(optical layout)를 나타낸다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 광로도(optical layout)를 나타낸다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다.
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 광로도(optical layout)를 나타낸다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 광로도(optical layout)를 나타낸다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 이하 도면 및 실시예를 바탕으로 본 발명을 상세히 설명한다. 본 발명에 사용된 용어, 도면, 실시예 등은 본 발명을 보다 구체적으로 설명하고 통상의 기술자의 이해를 돕기 위하여 예시된 것에 불과할 뿐이며, 본 발명의 권리범위 등이 이에 한정되어 해석되어서는 안 된다.
- [0043] 본 발명에 사용되는 기술 용어 및 과학 용어는 다른 정의가 없다면 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 나타낸다.
- [0045] 도 1은 본 발명의 배율변화에 따라 화각이 변화하는 전방위 줌 광학계를 나타낸다.
- [0046] 본 발명의 전방위 광학계는 제1 구면 거울(100); 제2 비구면 거울(200); 제3 비구면 거울(300); 및 제4 비구면 거울(400)을 포함한다.
- [0047] 기존의 전방위 광학계는 주로 렌즈계로 구성되어 비구면 렌즈를 이용하거나 다수의 렌즈를 사용하기 때문에 제조원가가 높다.
- [0048] 또한 렌즈는 파장에 따라 초점거리가 변하고 색수차가 발생하며, 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 사용할 수 없다.
- [0049] 본 발명은 4개의 거울을 사용함으로써 색수차가 없고 결상 성능이 우수하며 광학계의 길이를 짧게 하여 제품의 크기를 줄일 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.
- [0050] 또한 본 발명은 거울의 이동을 통하여 배율변화에 따라 화각이 변화하고, 주간과 야간에 동시에 사용할 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.
- [0051] 아울러 본 발명은 렌즈를 사용하지 않고 4개의 거울만을 사용함으로써 원재료비가 감소되고 제작시간이 줄어들어 제조원가가 감소되며 파장에 제약이 없어 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 측정할 수 있는 전방위 줌 광학계를 제공할 수 있다.
- [0052] 상기 제1 구면 거울(100)은 물체로부터 입사되는 빛을 제2 구면 거울로 반사하고, 물체 측으로 볼록한 형상을 가지며 중심부에 홀(110)을 갖는다.
- [0053] 상기 제2 비구면 거울(200)은 상기 제1 구면 거울(100)로부터 반사되는 빛의 방향 쪽에 위치하고, 상기

제1 구면 거울로부터 입사되는 빛을 제3 비구면 거울(300)로 반사하며, 입사되는 빛의 방향으로 오목한 형상을 갖는다.

[0054] 상기 제2 비구면 거울은 상기 제 1구면 거울로부터 반사된 화각을 협각으로 변환하여 결상부로 보내는 역할을 하는 것으로서, 광선의 방향을 바꾸어 광학계의 길이를 짧게 할 수 있다.

[0055] 상기 제2 비구면 거울에서 반사된 광선은 제1 구면 거울의 홀 및 제4 비구면 거울의 홀을 통과한 후 제 3 비구면 거울에서 반사된다.

[0056] 상기 제3 비구면 거울(300)은 상기 제1 구면 거울(100)을 기준으로 상기 제2 비구면 거울(200)이 위치한 방향과 반대 방향에 위치하고, 상기 제2 비구면 거울로부터 입사되는 빛을 제4 비구면 거울(400)로 반사하며, 입사되는 빛의 방향으로 볼록한 형상을 갖는다.

[0057] 상기 제3 비구면 거울과 상기 제4 비구면 거울 사이에는 구경조리개(500)를 가질 수 있는데, 상기 구경조리개는 상기 제4 비구면 거울의 홀로 대체될 수 있다.

[0058] 상기 제3 비구면 거울은 광선의 방향을 바꾸어 광학계의 길이를 짧게 할 수 있다.

[0059] 또한 상기 제3 비구면 거울(300)은 상기 제2 비구면 거울로부터 반사된 광선에 대하여 촬상소자의 위치를 초평면으로 만드는 역할을 한다.

[0060] 상기 제4 비구면 거울(400)은 상기 제1 구면 거울 및 제3 비구면 거울의 사이에 위치하고, 상기 제3 비구면 거울로부터 입사되는 빛을 반사하여 촬상 소자(600)에 결상시킨다.

[0061] 상기 촬상 소자(600)는 가시광선의 경우 CCD(Charge Coupled Device) 또는 CMOS(Complementary Metal-oxide Semiconductor) 타입 일 수 있으며, 원적외선의 경우 Microbolometer 또는 MCT(Mercury-Cadmium-Telluride) 또는 InSb(Indium antimonide)일 수 있다. 상기 촬상 소자(600)의 상측에는 촬상 소자를 보호하기 위한 커버 글라스를 배치할 수 있으며, 커버 글라스로부터 보호된다.

[0062] 이때 제1 구면 거울(100) 및 제2 비구면 거울(200)은 수광부를 형성하고, 제3 비구면 거울(300) 및 제4 비구면 거울(400)은 결상부를 형성한다.

[0063] 본 발명은 거울 사이의 거리, 거울의 곡률반경 등을 조절하여 결상성능을 변화시킬 수 있고, 광학계의 길이를 짧게 하여 제품의 크기를 줄일 수 있다.

[0064] 본 발명은 촬상 소자에서 도넛 형태의 상을 관찰할 수 있으며, 도넛 형태의 중심부 영역에서 영상이 밀집되는데, 이때 거울의 이동을 통해 배율을 변화시킬 수 있고, 이에 따라 영상이 확대되거나 축소되어 원하는 영상을 획득할 수 있다.

[0066] 본 발명은 거울을 이동시켜 전방위 줌 광학계의 유효초점거리, 수광부의 유효초점거리, 결상부의 유효초점거리, 수광부의 거울 사이의 거리 및 결상부의 거울 사이의 거리를 조절하였다.

[0067] 이때 제1 구면 거울(100)의 홀 직경은 20mm 이고, 제4 비구면 거울(400)의 차폐 직경은 21.6mm 로 조절하였다.

[0068] 본 발명은 제1 구면 거울(M1) 및 제3 비구면 거울(M3)을 이동시키거나 또는 제1 구면 거울(M1), 제2 비구면 거울(M2) 및 제3 비구면 거울(M3)을 이동시켜 전방위 줌 광학계의 결상성능을 평가하였다.

[0069] 아래 표에서 Case 1은 M1 및 M3을 이동시킨 경우이고, Case 2는 M1, M2 및 M3을 이동시킨 경우를 의미하며, Case 1 및 Case 2 모두 3가지 실시예를 수행하였으며, 이때 각각의 실시예는 Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서 수행되었다.

[0071] 표 1은 거울의 이동에 따른 전방위 줌 광학계의 유효초점거리를 나타낸다.

[0073]

표 1

	1			2			3		
	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele
Case 1 (M1, M3)	2.4224	2.6192	2.9974	2.4240	2.6211	2.9995	2.4272	2.6326	3.0224
Case 2 (M1, M2, M3)	2.4255	2.6352	3.0271	2.4261	2.6321	3.0215	2.4263	2.6358	3.0306

[0075] 표 2는 거울의 이동에 따른 수광부의 유효초점거리를 나타낸다.

[0077] 표 2

	1			2			3		
	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele
Case 1 (M1, M3)	7.6158	8.2262	9.3958	7.6158	8.2271	9.3964	7.5933	8.2268	9.4250
Case 2 (M1, M2, M3)	7.5822	8.2299	9.4335	7.5971	8.2330	9.4313	7.5360	8.1776	9.3820

[0079] 표 3은 거울의 이동에 따른 결상부의 유효초점거리를 나타낸다.

[0081] 표 3

	1			2			3		
	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele
Case 1 (M1, M3)	35.8273	35.8193	35.8037	35.8489	35.8403	35.8249	35.8218	35.8132	35.7976
Case 2 (M1, M2, M3)	35.8170	35.8029	35.7873	35.7964	35.7877	35.7722	35.9932	35.9843	35.9686

[0083] 표 4는 거울의 이동에 따른 수광부의 거울 사이의 거리를 나타낸다.

[0085] 표 4

	1			2			3		
	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele
Case 1 (M1, M3)	52.6756	45.6578	34.7584	52.6756	45.6488	34.7534	57.0890	49.5049	37.9474
Case 2 (M1, M2, M3)	58.0892	50.2670	38.5844	57.3132	49.6921	38.1217	59.2508	51.3667	39.4792

[0087] 표 5는 거울의 이동에 따른 결상부의 거울 사이의 거리를 나타낸다.

[0089] 표 5

	1			2			3		
	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele	Wide	Normal	Tele
Case 1 (M1, M3)	43.0002	43.0039	43.0111	43.0002	43.0041	43.0113	42.9941	42.9981	43.0054
Case 2 (M1, M2, M3)	43.0050	43.0115	43.0187	43.0430	43.0470	43.0542	42.9474	42.9515	42.9587

[0091] 도 2는 본 발명의 전방위 줌 광학계의 광로도(optical layout)를 나타내고, 도 3은 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다(실시에 1).

[0092] 상기 실시예 1은 표 1 내지 5의 Case 1-1에 해당하며, Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서 수행되었다.

[0093] 도 2에서 윗부분은 Wide mode에 해당하고, 중간부분은 Normal mode에 해당하며, 아랫부분은 Tele mode에 해당한다. 이때 적색선은 시야각이 가장 작고, 녹색선, 청색선, 갈색선으로 갈수록 시야각이 증가한다.

[0094] 도 3은 Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서의 시야각에 따른 광선수차도를 나타내며, 각 모드에

서 아래에서 위로 갈수록 적색선, 녹색선, 청색선, 갈색선을 나타낸다.

[0095] 각 모드의 모든 시야각에서 상기 광선수차도는 매우 낮은 값을 나타내며, 이는 결상성능이 우수함을 의미한다.

[0096] 표 6은 실시예 1에 따른 전방위 줌 광학계의 RDN 데이터를 나타내고, 표 7은 실시예 1에 따른 전방위 줌 광학계의 비구면 거울의 특성을 나타낸다.

[0097] 이때 '1'은 제1 구면 거울(100), '2'는 제2 비구면 거울(200), 'stop'은 구경조리개(500), '4'는 제3 비구면 거울(300), '5'는 제4 비구면 거울(400)을 각각 의미한다.

[0099] 표 6

Surface #	Surface type	Radius	Thickness	H-Ape	Refract Mode
Object	Sphere	Infinity	Infinity		Refract
1	Sphere	110	-52.6756	62.5 [H:11]	Reflect
2	Asphere	26.1927	82.7330	13.9728	Reflect
Stop	Sphere	Infinity	43.0005	7.5	Refract
4	Asphere	29.0861	-43.0002	10.8	Reflect
5	Asphere	81.8584	153.1569	62.5 [H:11]	Reflect
Image	Sphere	Infinity	0.0221	3.5	Refract

[0101] 표 7

Surface #	2	4	5	
Surface type	Asphere	Asphere	Asphere	
Conic Constant	-0.7215	0.7822	-0.1348	
ASP Coefficient	4th	-3.6146e-007	-9.4663e-006	-1.1365e-008
	6th	1.3919e-008	-1.1120e-008	-1.6588e-012
	8th	-5.0875e-011	3.2546e-012	-4.9237e-017
	10th	6.9949e-014	-7.0701e-014	-3.3352e-020
	12th	-	-	-6.7378e-024
	14th	-	-	7.5940e-028
16th	-	-	5.9877e-032	

[0103] 도 4는 본 발명의 전방위 줌 광학계의 광로도(optical layout)를 나타내고, 도 5는 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다(실시예 2).

[0104] 상기 실시예 2는 표 1 내지 5의 Case 1-2에 해당하며, Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서 수행되었다.

[0105] 도 4에서 윗부분은 Wide mode에 해당하고, 중간부분은 Normal mode에 해당하며, 아랫부분은 Tele mode에 해당한다. 이때 적색선은 시야각이 가장 작고, 녹색선, 청색선, 갈색선으로 갈수록 시야각이 증가한다.

[0106] 도 5는 Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서의 시야각에 따른 광선수차도를 나타내며, 각 모드에서 아래에서 위로 갈수록 적색선, 녹색선, 청색선, 갈색선을 나타낸다.

[0107] 각 모드의 모든 시야각에서 상기 광선수차도는 매우 낮은 값을 나타내며, 이는 결상성능이 우수함을 의미한다.

[0108] 표 8은 실시예 2에 따른 전방위 줌 광학계의 RDN 데이터를 나타내고, 표 9는 실시예 2에 따른 전방위 줌 광학계의 비구면 거울의 특성을 나타낸다.

[0110]

표 8

Surface #	Surface type	Radius	Thickness	H-Ape	Refract Mode
Object	Sphere	Infinity	Infinity		Refract
1	Sphere	110	-52.6756	62.5 [H:11]	Reflect
2	Asphere	26.1927	82.7330	13.9738	Reflect
Stop	Sphere	Infinity	43.0005	7.5	Refract
4	Asphere	29.1118	-43.0002	10.8	Reflect
5	Asphere	81.87	153.1569	62.5 [H:11]	Reflect
Image	Sphere	Infinity	0.0221	3.5	Refract

[0112]

표 9

Surface #		2	4	5
Surface type		Asphere	Asphere	Asphere
Conic Constant		-0.7215	0.7881	-0.1332
ASP Coefficient	4th	-3.6146e-007	-9.3852e-006	-1.1498e-008
	6th	1.3919e-008	-1.1120e-008	-1.6588e-012
	8th	-5.0875e-011	3.2546e-012	-4.9237e-017
	10th	6.9949e-014	-7.0701e-014	-3.3352e-020
	12th	-	-	-1.3963e-023
	14th	-	-	5.6563e-027
	16th	-	-	-8.6117e-031

[0114]

도 6은 본 발명의 전방위 줌 광학계의 광로도(optical layout)를 나타내고, 도 7은 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다(실시예 3).

[0115]

상기 실시예 3은 표 1 내지 5의 Case 1-3에 해당하며, Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서 수행되었다.

[0116]

도 6에서 윗부분은 Wide mode에 해당하고, 중간부분은 Normal mode에 해당하며, 아랫부분은 Tele mode에 해당한다. 이때 적색선은 시야각이 가장 작고, 녹색선, 청색선, 갈색선으로 갈수록 시야각이 증가한다.

[0117]

도 7은 Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서의 시야각에 따른 광선수차도를 나타내며, 각 모드에서 아래에서 위로 갈수록 적색선, 녹색선, 청색선, 갈색선을 나타낸다.

[0118]

각 모드의 모든 시야각에서 상기 광선수차도는 매우 낮은 값을 나타내며, 이는 결상성능이 우수함을 의미한다.

[0119]

표 10은 실시예 3에 따른 전방위 줌 광학계의 RDN 데이터를 나타내고, 표 11은 실시예 3에 따른 전방위 줌 광학계의 비구면 거울의 특성을 나타낸다.

[0121]

표 10

Surface #	Surface type	Radius	Thickness	H-Ape	Refract Mode
Object	Sphere	Infinity	Infinity		Refract
1	Sphere	110	-52.0890	62.5 [H:11]	Reflect
2	Asphere	27.1954	82.7330	14.0355	Reflect
Stop	Sphere	Infinity	42.9944	7.5	Refract
4	Asphere	29.0861	-42.9941	10.8	Reflect
5	Asphere	81.8462	153.1569	62.5 [H:11]	Reflect
Image	Sphere	Infinity	0.0221	3.5	Refract

[0123]

표 11

Surface #		2	4	5
Surface type		Asphere	Asphere	Asphere
Conic Constant		-0.7215	0.7822	-0.1348
ASP Coefficient	4th	-3.6146e-007	-9.4663e-006	-1.1365e-008
	6th	1.3919e-008	-1.1120e-008	-1.6588e-012
	8th	-5.0875e-011	3.2546e-012	-4.9237e-017
	10th	6.9949e-014	-7.0701e-014	-3.3352e-020
	12th	-	-	-6.7377e-024
	14th	-	-	1.4633e-027
	16th	-	-	-1.8484e-031

[0124]

[0125]

도 8은 본 발명의 전방위 줌 광학계의 광로도(optical layout)를 나타내고, 도 9는 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다(실시에 4).

[0126]

상기 실시예 4는 표 1 내지 5의 Case 2-1에 해당하며, Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서 수행되었다.

[0127]

도 8에서 윗부분은 Wide mode에 해당하고, 중간부분은 Normal mode에 해당하며, 아랫부분은 Tele mode에 해당한다. 이때 적색선은 시야각이 가장 작고, 녹색선, 청색선, 갈색선으로 갈수록 시야각이 증가한다.

[0128]

도 9는 Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서의 시야각에 따른 광선수차도를 나타내며, 각 모드에서 아래에서 위로 갈수록 적색선, 녹색선, 청색선, 갈색선을 나타낸다.

[0129]

각 모드의 모든 시야각에서 상기 광선수차도는 매우 낮은 값을 나타내며, 이는 결상성능이 우수함을 의미한다.

[0130]

표 12는 실시예 4에 따른 전방위 줌 광학계의 RDN 데이터를 나타내고, 표 13은 실시예 4에 따른 전방위 줌 광학계의 비구면 거울의 특성을 나타낸다.

[0132]

표 12

Surface #	Surface type	Radius	Thickness	H-Ape	Refract Mode
Object	Sphere	Infinity	Infinity		Refract
1	Sphere	110	-52.0892	62.5 [H:11]	Reflect
2	Asphere	27.4028	82.7330	14.1352	Reflect
Stop	Sphere	Infinity	43.0053	7.5	Refract
4	Asphere	29.0861	-43.0050	10.8	Reflect
5	Asphere	81.8584	153.1569	62.5 [H:11]	Reflect
Image	Sphere	Infinity	0.0221	3.5	Refract

[0134]

표 13

Surface #		2	4	5
Surface type		Asphere	Asphere	Asphere
Conic Constant		-0.7215	0.7822	-0.1348

ASP Coefficient	4th	-3.6146e-007	-9.4663e-006	-1.1365e-008
	6th	1.3919e-008	-1.1120e-008	-1.6588e-012
	8th	-5.0875e-011	3.2546e-012	-4.9237e-017
	10th	6.9949e-014	-7.0701e-014	-3.3352e-020
	12th	-	-	-6.7378e-024
	14th	-	-	7.5940e-028
	16th	-	-	5.9877e-032

[0135]

[0136] 도 10은 본 발명의 전방위 줌 광학계의 광로도(optical layout)를 나타내고, 도 11은 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다(실시에 5).

[0137] 상기 실시예 5는 표 1 내지 5의 Case 2-2에 해당하며, Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서 수행되었다.

[0138] 도 10에서 윗부분은 Wide mode에 해당하고, 중간부분은 Normal mode에 해당하며, 아랫부분은 Tele mode에 해당한다. 이때 적색선은 시야각이 가장 작고, 녹색선, 청색선, 갈색선으로 갈수록 시야각이 증가한다.

[0139] 도 11은 Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서의 시야각에 따른 광선수차도를 나타내며, 각 모드에서 아래에서 위로 갈수록 적색선, 녹색선, 청색선, 갈색선을 나타낸다.

[0140] 각 모드의 모든 시야각에서 상기 광선수차도는 매우 낮은 값을 나타내며, 이는 결상성능이 우수함을 의미한다.

[0141] 표 14는 실시예 5에 따른 전방위 줌 광학계의 RDN 데이터를 나타내고, 표 15는 실시예 5에 따른 전방위 줌 광학계의 비구면 거울의 특성을 나타낸다.

[0143]

표 14

Surface #	Surface type	Radius	Thickness	H-Ape	Refract Mode
Object	Sphere	Infinity	Infinity		Refract
1	Sphere	110	-57.3132	62.5 [H:11]	Reflect
2	Asphere	27.2619	82.7330	14.0774	Reflect
Stop	Sphere	Infinity	43.0433	7.5	Refract
4	Asphere	29.0861	-43.0430	10.8	Reflect
5	Asphere	81.8989	153.1569	62.5 [H:11]	Reflect
Image	Sphere	Infinity	0.0221	3.5	Refract

[0145]

표 15

Surface #	2	4	5	
Surface type	Asphere	Asphere	Asphere	
Conic Constant	-0.7250	0.7822	-0.1338	
ASP Coefficient	4th	-3.6146e-007	-9.4663e-006	-1.1510e-008
	6th	1.3919e-008	-1.1120e-008	-1.6588e-012
	8th	-5.0875e-011	3.2546e-012	-4.9237e-017
	10th	6.9949e-014	-7.0701e-014	-3.3352e-020
	12th	-	-	-1.4639e-023
	14th	-	-	6.4250e-027
	16th	-	-	-1.0605e-030

[0146]

[0147] 도 12는 본 발명의 전방위 줌 광학계의 광로도(optical layout)를 나타내고, 도 13은 광선수차도(Ray aberration)를 나타낸다(실시에 6).

[0148] 상기 실시예 6은 표 1 내지 5의 Case 2-3에 해당하며, Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서 수행되었다.

[0149] 도 12에서 윗부분은 Wide mode에 해당하고, 중간부분은 Normal mode에 해당하며, 아랫부분은 Tele mode에 해당한다. 이때 적색선은 시야각이 가장 작고, 녹색선, 청색선, 갈색선으로 갈수록 시야각이 증가한다.

[0150] 도 13은 Wide mode, Normal mode 및 Tele mode에서의 시야각에 따른 광선수차도를 나타내며, 각 모드에서 아래에서 위로 갈수록 적색선, 녹색선, 청색선, 갈색선을 나타낸다.

[0151] 각 모드의 모든 시야각에서 상기 광선수차도는 매우 낮은 값을 나타내며, 이는 결상성능이 우수함을 의미한다.

[0152] 표 16은 실시예 6에 따른 전방위 줌 광학계의 RDN 데이터를 나타내고, 표 17은 실시예 6에 따른 전방위 줌 광학계의 비구면 거울의 특성을 나타낸다.

[0154] 표 16

Surface #	Surface type	Radius	Thickness	H-Ape	Refract Mode
Object	Sphere	Infinity	Infinity		Refract
1	Sphere	110	-59.2508	62.5 [H:11]	Reflect
2	Asphere	27.5359	82.7330	13.9986	Reflect
Stop	Sphere	Infinity	42.9477	7.5	Refract
4	Asphere	29.2781	-42.9474	10.8	Reflect
5	Asphere	81.8735	153.1569	62.5 [H:11]	Reflect
Image	Sphere	Infinity	0.0221	3.5	Refract

[0156] 표 17

Surface #		2	4	5
Surface type		Asphere	Asphere	Asphere
Conic Constant		-0.7250	0.8088	-0.1343
ASP Coefficient	4th	-3.6146e-007	-9.4546e-006	-1.1455e-008
	6th	1.3919e-008	-1.1120e-008	-1.6588e-012
	8th	-5.0875e-011	3.2546e-012	-4.9237e-017
	10th	6.9949e-014	-7.0701e-014	-3.3352e-020
	12th	-	-	-1.2578e-023
	14th	-	-	5.1554e-027
	16th	-	-	-8.4489e-031

[0157]

[0158] 상기 실시예 1 내지 6의 전방위 줌 광학계는 색수차가 없고 결상 성능이 우수하며 광학계의 길이를 짧게 하여 제품의 크기를 줄일 수 있다.

[0159] 또한 특정거울의 이동을 통하여 배율변화에 따라 화각이 변화하고 주간과 야간에 동시에 사용할 수 있으며 가시광선 영역과 원적외선 영역을 동시에 사용할 수 있다.

[0160] 상기 실시예 1 내지 6의 전방위 줌 광학계에 대하여 광학계가 망원단을 관측할 때의 유효초점거리, 광학계가 광각단을 관측할 때의 유효초점거리, 광학계 결상부의 유효초점거리, 광학계 수광부의 유효초점거리, 광학계 결상부의 비구면 거울 사이의 거리, 광학계 수광부의 구면 거울과 비구면 거울 사이의 거리 등을 측정하여 그들의 관계를 나타내었다(표 18).

[0162]

표 18

	Case 1 (M1, M3)			Case 2 (M1, M2, M3)		
	1	2	3	1	2	3
$\frac{f_{tele}}{f_{wide}}$	1.2374	1.2374	1.2452	1.2480	1.2454	1.2491
$\frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}}$	Wid : 4.7043 Nor : 4.3543 Tel : 3.8106	Wid : 4.7072 Nor : 4.3564 Tel : 3.8126	Wid : 4.7176 Nor : 4.3532 Tel : 3.7982	Wid : 4.7238 Nor : 4.3503 Tel : 3.7936	Wid : 4.7119 Nor : 4.3469 Tel : 3.7929	Wid : 4.7762 Nor : 4.4003 Tel : 3.8338
$\frac{l_{imaging}}{l_{concentrating}}$	Wid : 0.8163 Nor : 0.9419 Tel : 1.2374	Wid : 0.8163 Nor : 0.9421 Tel : 1.2376	Wid : 0.7531 Nor : 0.8686 Tel : 1.1333	Wid : 0.7403 Nor : 0.8557 Tel : 1.1149	Wid : 0.7510 Nor : 0.8663 Tel : 1.1294	Wid : 0.7248 Nor : 0.8362 Tel : 1.0881
$\frac{l_{imaging}}{f_{concentrating}}$	Wid : 5.6462 Nor : 5.2277 Tel : 4.5777	Wid : 5.6462 Nor : 5.2271 Tel : 4.5774	Wid : 5.6621 Nor : 5.2266 Tel : 4.5629	Wid : 5.6718 Nor : 5.2262 Tel : 4.5602	Wid : 5.6657 Nor : 5.2286 Tel : 4.5650	Wid : 5.6990 Nor : 5.2523 Tel : 4.5788

[0165] 상기 전방위 줌 광학계는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0166] $1.2 < \frac{f_{tele}}{f_{wide}} < 1.3$

[0167] (여기서 f_{tele} 는 광학계가 망원단을 관측할 때의 유효초점거리이고, f_{wide} 는 광학계가 광각단을 관측할 때의 유효초점거리이다.)

[0168] 또한 상기 전방위 줌 광학계는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0169] $4.5 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.9$ (Wide mode)

[0170] $4.1 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.5$ (Normal mode)

[0171] $3.6 < \frac{f_{imaging}}{f_{concentrating}} < 4.0$ (Tele mode)

[0172] (여기서 $f_{imaging}$ 은 광학계 결상부의 유효초점거리이고, $f_{concentrating}$ 는 광학계 수광부의 유효초점거리이다.)

[0173] 아울러 상기 전방위 줌 광학계는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0174] $0.6 < \frac{l_{imaging}}{l_{concentrating}} < 1.0$ (Wide mode)

[0175] $0.7 < \frac{l_{imaging}}{l_{concentrating}} < 1.1$ (Normal mode)

[0176] $0.9 < \frac{l_{imaging}}{l_{concentrating}} < 1.4$ (Tele mode)

[0177] (여기서 $l_{imaging}$ 은 광학계 결상부의 비구면 거울 사이의 거리이고, $l_{concentrating}$ 는 광학계 수광부의 구면 거울과 비구면 거울 사이의 거리이다.)

[0178] 또한 상기 전방위 줌 광학계는 하기 수식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0179] $5.4 < \frac{l_{imaging}}{f_{concentrating}} < 5.8$ (Wide mode)

[0180] $5.0 < \frac{l_{\text{imaging}}}{f_{\text{concentrating}}} < 5.4$ (Normal mode)

[0181] $4.3 < \frac{l_{\text{imaging}}}{f_{\text{concentrating}}} < 4.7$ (Tele mode)

[0182] (여기서 l_{imaging} 은 광학계 결상부의 비구면 거울 사이의 거리이고, $f_{\text{concentrating}}$ 는 광학계 수광부의 유효초점거리이다.)

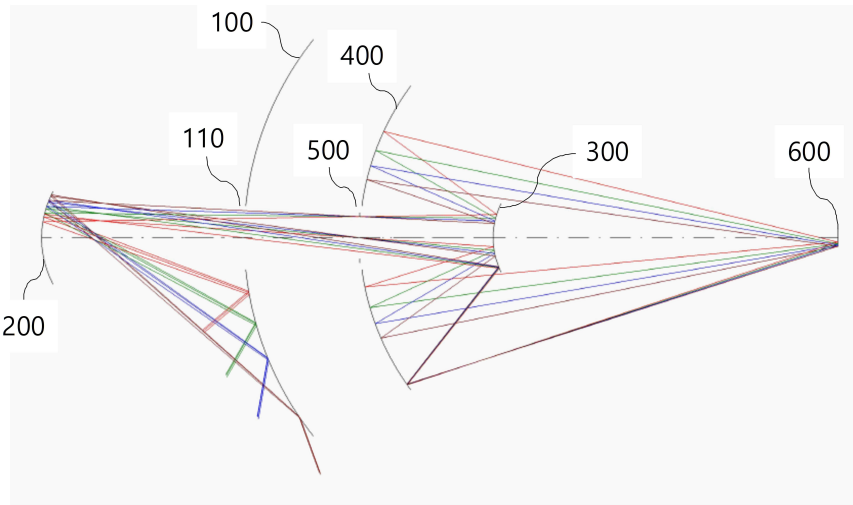
[0183] 본 발명의 전방위 줌 광학계가 상기 수식을 만족하는 경우, 색수차가 없고 결상 성능이 우수하며 광학계의 길이를 짧게 하여 제품의 크기를 줄일 수 있다.

부호의 설명

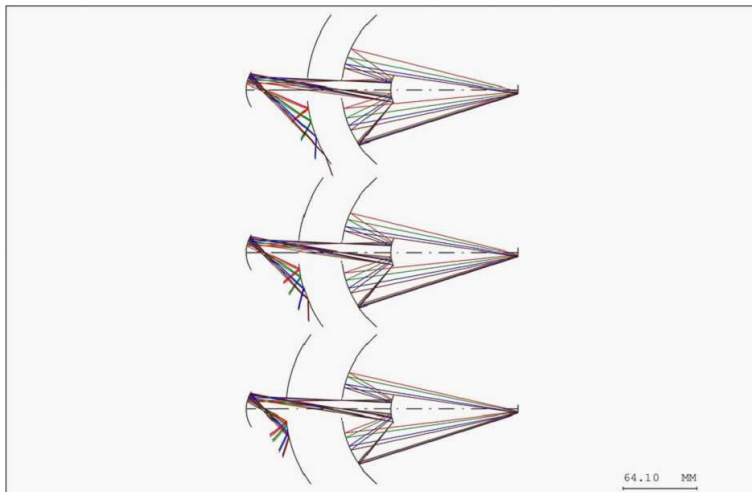
- | | | |
|--------|----------------|------------------|
| [0185] | 100: 제1 구면 거울 | 110: 제1 구면 거울의 홀 |
| | 200: 제2 구면 거울 | 300: 제3 비구면 거울 |
| | 400: 제4 비구면 거울 | 500: 구경조리개 |
| | 600: 촬상 소자 | |

도면

도면1



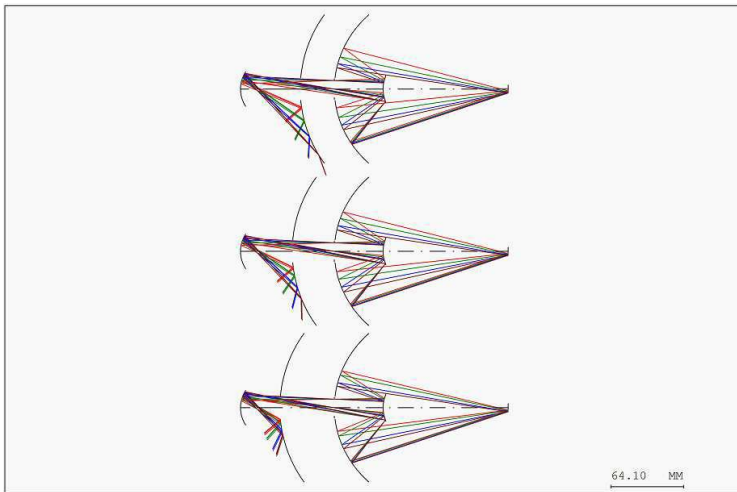
도면2



도면3



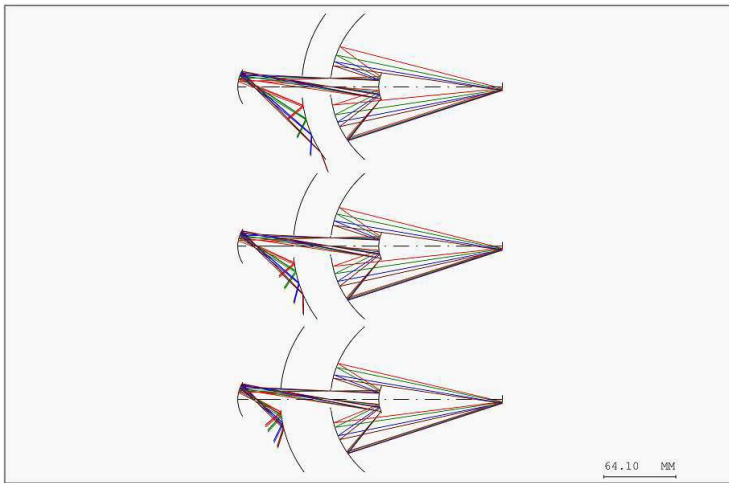
도면4



도면5



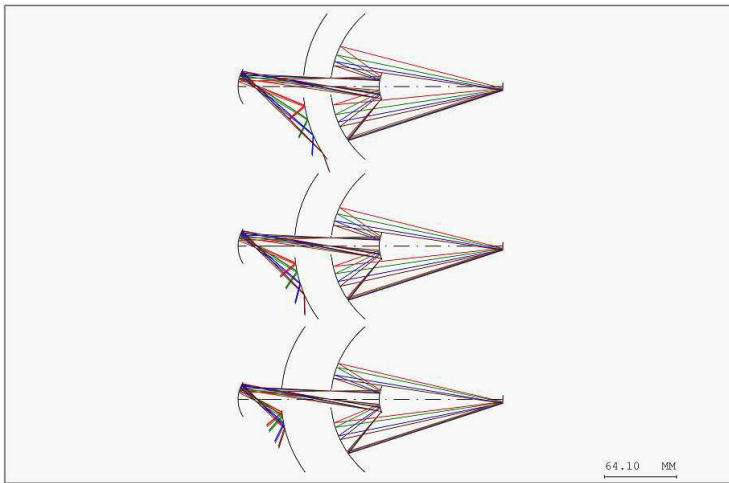
도면6



도면7



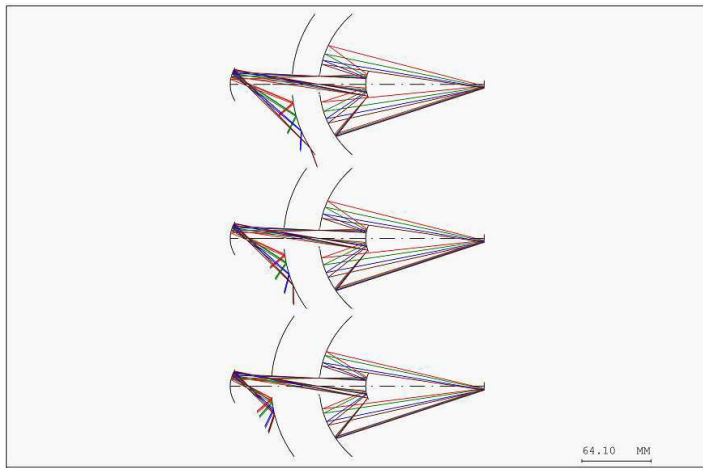
도면8



도면9



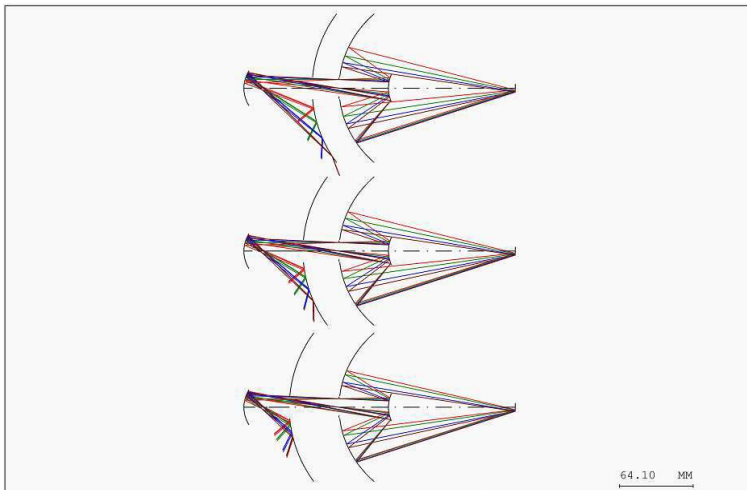
도면10



도면11



도면12



도면13

