



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월24일
(11) 등록번호 10-2126411
(24) 등록일자 2020년06월18일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 9/62 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02B 9/62 (2013.01)
G02B 13/18 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0095129(분할)
- (22) 출원일자 2019년08월05일
심사청구일자 2019년08월05일
- (65) 공개번호 10-2019-0095226
- (43) 공개일자 2019년08월14일
- (62) 원출원 특허 10-2014-0174342
원출원일자 2014년12월05일
심사청구일자 2017년11월30일
- (56) 선행기술조사문헌
US20140092491 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
삼성전기주식회사
경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)
- (72) 발명자
손주화
경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)
- (74) 대리인
특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 15 항

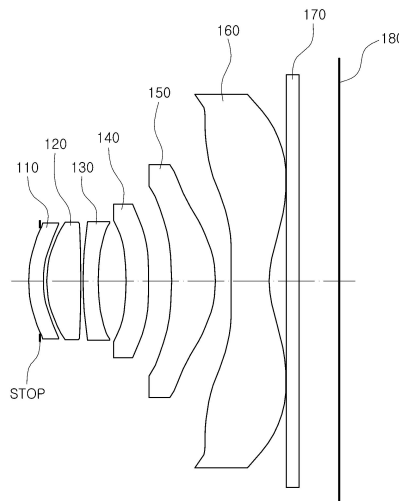
심사관 : 정형수

(54) 발명의 명칭 **촬상 광학계**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 부의 굴절력을 갖는 제1 렌즈; 굴절력을 갖는 제2 렌즈; 굴절력을 갖는 제3 렌즈; 굴절력을 갖는 제4 렌즈; 및 정의 굴절력을 갖고, 근축 영역에서 상측면이 오목한 제5 렌즈;를 배치하여 수차 개선 효과를 향상시킴과 아울러 넓은 화각 및 고해상도를 구현할 수 있다. 또한, 촬상 광학계에 의한 상의 밝기를 더욱 밝게 구현할 수 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

물체측으로부터 순서대로,

부의 굴절력을 갖는 제1 렌즈;

굴절력을 갖는 제2 렌즈;

굴절력을 갖는 제3 렌즈;

굴절력을 갖는 제4 렌즈;

굴절력을 갖는 제5 렌즈;

굴절력을 갖는 제6 렌즈; 및

상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈를 통해 입사된 피사체의 상을 전기신호로 변환하기 위한 이미지 센서;를 포함하며,

상기 제1 렌즈의 물체측 면부터 상기 이미지 센서의 상면까지의 거리를 TTL, 상기 이미지 센서의 상면의 대각 길이의 반을 $ImgH$ 라 할 때, $TTL/(ImgH*2) \leq 0.75$ 을 만족하고,

상기 제1 렌즈의 초점거리를 $f1$, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈를 포함하는 광학계의 전체 초점거리를 EFL 이라 할 때, $-5 < f1/EFL < -4.6$ 을 만족하는 촬상 광학계.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 렌즈는 정의 굴절력을 갖고, 상기 제3 렌즈는 부의 굴절력을 갖는 촬상 광학계.

청구항 3

제2항에 있어서,

근축 영역에서 상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈 사이의 간격과 상기 제2 렌즈와 상기 제3 렌즈 사이의 간격은 각각,

상기 제3 렌즈와 상기 제4 렌즈 사이의 간격, 상기 제4 렌즈와 상기 제5 렌즈 사이의 간격 및 상기 제5 렌즈와 상기 제6 렌즈 사이의 간격보다 좁은 촬상 광학계.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 근축 영역에서 상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈 사이의 간격과 상기 제2 렌즈와 상기 제3 렌즈 사이의 간격의 합은,

상기 제3 렌즈와 상기 제4 렌즈 사이의 간격, 상기 제4 렌즈와 상기 제5 렌즈 사이의 간격 및 상기 제5 렌즈와 상기 제6 렌즈 사이의 간격보다 작은 촬상 광학계.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 렌즈의 초점거리를 f_1 , 상기 제3 렌즈의 초점거리를 f_3 이라 할 때,

$2.3 < f_1/f_3 < 2.6$ 을 만족하는 촬상 광학계.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제6 렌즈의 상측 면부터 상기 이미지 센서의 상면까지의 거리를 BFL, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈로 이루어지는 광학계의 전체 초점거리를 EFL이라 할 때,

$BFL/EFL < 0.31$ 을 만족하는 촬상 광학계.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1 렌즈의 물체측 면의 유효반경을 ER_1 , 상기 제3 렌즈의 상측 면의 유효반경을 ER_6 이라 할 때,

$0.95 < ER_1/ER_6 < 1.05$ 를 만족하는 촬상 광학계.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 촬상 광학계의 화각을 FOV라 할 때,

$79^\circ < FOV < 83^\circ$ 을 만족하는 촬상 광학계.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제2 렌즈의 물체측 면의 곡률 반경을 r_3 , 상기 제2 렌즈의 상측 면의 곡률 반경을 r_4 라 할 때, $|r_4/r_3| > 20$ 을 만족하는 촬상 광학계.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제5 렌즈는 정의 굴절력을 갖는 촬상 광학계.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제6 렌즈는 부의 굴절력을 갖는 활상 광학계.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제4 렌즈는 부의 굴절력을 갖는 활상 광학계.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 제1 렌즈의 물체측 면은 볼록하고 상측 면은 오목하며,

상기 제2 렌즈의 물체측 면과 상측 면은 볼록하고,

상기 제3 렌즈의 물체측 면은 볼록하고 상측 면은 오목한 활상 광학계.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈는 플라스틱 재질이고,

상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈의 물체측 면 및 상측 면 중 적어도 하나는 비구면인 활상 광학계.

청구항 16

물체측으로부터 순서대로,

부의 굴절력을 갖는 제1 렌즈;

정의 굴절력을 갖는 제2 렌즈;

굴절력을 갖는 제3 렌즈;

굴절력을 갖는 제4 렌즈;

굴절력을 갖는 제5 렌즈;

굴절력을 갖는 제6 렌즈; 및

상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈를 통해 입사된 피사체의 상을 전기신호로 변환하기 위한 이미지 센서;를 포함하며,

상기 제1 렌즈의 물체측 면부터 상기 이미지 센서의 상면까지의 거리를 TTL, 상기 이미지 센서의 상면의 대각 길이의 반을 ImgH라 할 때, $TTL/(ImgH*2) \leq 0.68$ 을 만족하고,

상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈는 플라스틱 재질인 활상 광학계.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 활상 광학계에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근의 휴대 단말기는 화상 통화 및 사진 촬영이 가능하도록 카메라를 구비하고 있다. 아울러, 휴대 단말기에서 카메라가 차지하는 기능이 점차 커지면서, 휴대 단말기용 카메라의 고해상도 및 고성능화에 대한 요구가 점차 커지고 있다.
- [0003] 그런데 휴대용 단말기는 점차 소형화 또는 경량화되는 추세이므로, 고해상도 및 고성능의 카메라를 구현하는데 한계가 있다.
- [0004] 이러한 문제점을 해소하기 위해, 최근에는 카메라의 렌즈를 유리보다 가벼운 플라스틱 재질로 제작하고 있으며, 고해상도의 구현을 위해 5매 이상의 렌즈로 렌즈 모듈을 구성하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 목적은 넓은 화각을 구현하면서도 슬림한 촬상 광학계를 제공하는 것이다.
- [0006] 또한, 수차 개선 효과를 향상시킴과 아울러 고해상도를 구현할 수 있는 촬상 광학계를 제공하는 것이다.
- [0007] 또한, 이미지 센서의 중앙부에서의 상의 밝기와 주변부에서의 상의 밝기의 차이를 줄일 수 있는 촬상 광학계를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 부의 굴절력을 갖는 제1 렌즈; 굴절력을 갖는 제2 렌즈; 굴절력을 갖는 제3 렌즈; 굴절력을 갖는 제4 렌즈; 및正的 굴절력을 갖고, 근축 영역에서 상측면이 오목한 제5 렌즈;를 배치하여 수차 개선 효과를 향상시킴과 아울러 넓은 화각 및 고해상도를 구현할 수 있다. 또한, 촬상 광학계에 의한 상의 밝기를 더욱 밝게 구현할 수 있다.

발명의 효과

- [0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계에 의하면, 넓은 화각을 구현하면서도 슬림한 촬상 광학계를 제공할 수 있다.
- [0010] 또한, 수차 개선 효과를 향상시킴과 아울러 고해상도를 구현할 수 있다.
- [0011] 또한, 이미지 센서의 중앙부에서의 상의 밝기와 주변부에서의 상의 밝기의 차이를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0012] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 촬상 광학계의 구성도이고,
 도 2 및 도 3은 도 1에 도시된 촬상 광학계의 수차 특성을 나타낸 곡선이고,
 도 4는 도 1에 도시된 촬상 광학계의 각 렌즈 특성을 나타낸 표이고,
 도 5는 도 1에 도시된 촬상 광학계의 각 렌즈의 비구면 계수를 나타낸 표이고,
 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 촬상 광학계의 구성도이고,
 도 7 및 도 8은 도 6에 도시된 촬상 광학계의 수차 특성을 나타낸 곡선이고,
 도 9는 도 6에 도시된 촬상 광학계의 각 렌즈 특성을 나타낸 표이고,
 도 10은 도 6에 도시된 촬상 광학계의 각 렌즈의 비구면 계수를 나타낸 표이고,

도 11은 본 발명의 제3 실시예에 따른 촬상 광학계의 구성도이고,
 도 12 및 도 13은 도 11에 도시된 촬상 광학계의 수차 특성을 나타낸 곡선이고,
 도 14는 도 11에 도시된 촬상 광학계의 각 렌즈 특성을 나타낸 표이고,
 도 15는 도 11에 도시된 촬상 광학계의 각 렌즈의 비구면 계수를 나타낸 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 다만, 본 발명의 사상은 제시되는 실시예에 제한되지 아니하고, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서 다른 구성요소를 추가, 변경 또는 삭제 등을 통하여, 퇴보적인 다른 발명이나 본 발명 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본원 발명 사상의 범위 내에 포함된다고 할 것이다.
- [0014] 또한, 각 실시예의 도면에 나타나는 동일한 사상의 범위 내의 기능이 동일한 구성요소는 동일한 참조부호를 사용하여 설명한다.
- [0015] 이하의 렌즈 구성도에서 렌즈의 두께, 크기 및 형상은 설명을 위해 다소 과장되게 도시되었으며, 특히 렌즈 구성도에서 제시된 구면 또는 비구면의 형상은 일 예로 제시되었을 뿐 이 형상에 한정되는 것은 아니다.
- [0016] 아울러, 제1 렌즈는 물체측에 가장 가까운 렌즈를 의미하고, 제6 렌즈는 상측에 가장 가까운 렌즈를 의미한다.
- [0017] 또한, 앞쪽이라 함은 촬상 광학계에서 물체측에 가까운 쪽을 의미하고, 뒤쪽이라 함은 촬상 광학계에서 이미지 센서 또는 상측에 가까운 쪽을 의미한다. 또한, 각각의 렌즈에서 제1 면은 물체 측에 가까운 면(또는, 물체측면)을 의미하고, 제2 면은 상측에 가까운 면(또는, 상측면)을 의미한다. 또한, 본 명세서에서 렌즈의 곡률 반지름, 두께 등에 대한 수치는 모두 mm 단위이다.
- [0018] 또한, 근축 영역(Paraxial Region)이라 함은 광축 근처의 매우 좁은 영역을 의미한다. 예를 들어, 광축으로부터 광선이 떨어지는 거리가 0인 영역을 의미할 수 있다.
- [0019] 또한, TTL은 상기 제1 렌즈의 물체측 면부터 상기 이미지 센서의 상면까지의 거리, SL은 촬상 광학계로 입사되는 빛의 양을 제한하는 조리개부터 상기 이미지 센서의 상면까지의 거리, ImgH은 상기 이미지 센서의 상면의 대각 길이의 반, BFL은 상측에 가장 가까운 렌즈의 상측 면부터 상기 이미지 센서의 상면까지의 거리, EFL은 촬상 광학계의 전체 초점거리이다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 6매의 렌즈를 포함한다.
- [0021] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈, 제4 렌즈, 제5 렌즈 및 제6 렌즈를 포함한다.
- [0022] 그러나, 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계가 6매의 렌즈로만 구성되는 것은 아니며 필요에 따라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 촬상 광학계는 광량을 조절하기 위한 조리개를 더 포함할 수 있다. 또한, 촬상 광학계는 적외선을 차단하기 위한 적외선 필터를 더 포함할 수 있다. 또한, 촬상 광학계는 입사된 피사체의 상을 전기신호로 변환하기 위한 이미지 센서를 더 포함할 수 있다. 또한, 촬상 광학계는 렌즈와 렌즈 사이의 거리를 조정하기 위한 간격 유지 부재를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계를 구성하는 상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈는 플라스틱 재질로 이루어질 수 있다.
- [0024] 아울러, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈 중 적어도 하나의 렌즈는 비구면을 가진다. 또한, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈는 각각 적어도 하나의 비구면을 가질 수 있다.
- [0025] 즉, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈의 제1 면 및 제2 면 중 적어도 하나는 비구면일 수 있다. 여기서, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈의 비구면은 수학적 식 1로 표현된다.

수학식 1

$$Z = \frac{cY^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2 Y^2}} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + EY^{12} + FY^{14} + \dots$$

[0026]

[0027]

상기 수학식 1에서 c는 렌즈의 정점에서의 곡률(곡률 반지름의 역수)이고, K는 코닉 상수이고, Y는 광축에 수직인 방향으로의 거리를 나타낸다. 아울러, 상수 A ~ F는 비구면 계수를 의미한다. 그리고 Z는 렌즈의 정점으로부터 광축 방향으로의 거리를 나타낸다.

[0028]

상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈로 구성된 촬상 광학계는 물체측으로부터 순서대로 부/정/부/부/정/부의 굴절력을 가진다.

[0029]

이와 같이 구성된 촬상 광학계는 수차 개선을 통해 광학 성능을 향상시킬 수 있다. 각각의 렌즈 구성에 의한 효과에 대하여는 후술하기로 한다.

[0030]

본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 조건식 1을 만족한다.

[0031]

[조건식 1]

[0032]

$$TTL / (ImgH * 2) \leq 0.75$$

[0033]

조건식 1에서 TTL은 상기 제1 렌즈의 물체측 면부터 상기 이미지 센서의 상면까지의 거리, ImgH는 상기 이미지 센서의 상면의 대각 길이의 반을 의미한다.

[0034]

본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 조건식 2를 만족한다.

[0035]

[조건식 2]

[0036]

$$TTL / (ImgH * 2) \leq 0.68$$

[0037]

본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 조건식 3을 만족한다.

[0038]

[조건식 3]

[0039]

$$-5 < f1 / EFL < -4.6$$

[0040]

조건식 3에서 f1은 상기 제1 렌즈의 초점거리, EFL은 상기 촬상 광학계의 전체 초점거리이다.

[0041]

본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 조건식 4를 만족한다.

[0042]

[조건식 4]

[0043]

$$2.3 < f1 / f3 < 2.6$$

[0044]

조건식 4에서 f1은 상기 제1 렌즈의 초점거리, f3은 상기 제3 렌즈의 초점거리이다.

[0045]

본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 조건식 5를 만족한다.

[0046]

[조건식 5]

[0047]

$$BFL / EFL < 0.31$$

[0048]

조건식 5에서 BFL은 상기 제6 렌즈의 상측 면부터 상기 이미지 센서의 상면까지의 거리, EFL은 상기 촬상 광학

계의 전체 초점거리이다.

- [0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 조건식 6을 만족한다.
- [0050] [조건식 6]
- [0051] $0.95 < ER1/ER6 < 1.05$
- [0052] 조건식 6에서 ER1은 상기 제1 렌즈의 물체측 면의 유효반경, ER6은 상기 제3 렌즈의 상측 면의 유효반경이다.
- [0053] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 조건식 7을 만족한다.
- [0054] [조건식 7]
- [0055] $79 < FOV < 83$
- [0056] 조건식 7에서 FOV는 상기 촬상 광학계의 화각이다. 여기서, 상기 촬상 광학계의 화각의 단위는 Degree이다.
- [0057] 다음에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계를 구성하는 상기 제1 렌즈 내지 상기 제6 렌즈를 설명한다.
- [0058] 상기 제1 렌즈는 부의 굴절력을 가진다. 아울러, 상기 제1 렌즈는 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상일 수 있다. 부연 설명하면, 상기 제1 렌즈의 제1 면은 근축 영역에서 볼록하고, 상기 제1 렌즈의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상일 수 있다.
- [0059] 상기 제1 렌즈는 제1 면 및 제2 면 중 적어도 한 면이 비구면일 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 렌즈의 양면은 모두 비구면일 수 있다.
- [0060] 상기 제2 렌즈는 정의 굴절력을 가진다. 아울러, 상기 제2 렌즈는 양면이 볼록한 형상일 수 있다. 부연 설명하면, 상기 제2 렌즈의 제1 면과 제2면은 근축 영역에서 볼록한 형상일 수 있다.
- [0061] 상기 제2 렌즈는 제1 면 및 제2 면 중 적어도 한 면이 비구면일 수 있다. 예를 들어, 상기 제2 렌즈의 양면은 모두 비구면일 수 있다.
- [0062] 상기 제3 렌즈는 부의 굴절력을 가진다. 아울러, 상기 제3 렌즈는 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상일 수 있다. 부연 설명하면, 상기 제3 렌즈의 제1 면은 근축 영역에서 볼록하고, 상기 제3 렌즈의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상일 수 있다.
- [0063] 상기 제3 렌즈는 제1 면 및 제2 면 중 적어도 한 면이 비구면일 수 있다. 예를 들어, 상기 제3 렌즈의 양면은 모두 비구면일 수 있다.
- [0064] 상기 제4 렌즈는 부의 굴절력을 가진다. 아울러, 상기 제4 렌즈는 상측으로 볼록한 메니스커스 형상일 수 있다. 부연 설명하면, 상기 제4 렌즈의 제1 면은 근축 영역에서 오목하고, 상기 제4 렌즈의 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상일 수 있다.
- [0065] 상기 제4 렌즈는 제1 면 및 제2 면 중 적어도 한 면이 비구면일 수 있다. 예를 들어, 상기 제4 렌즈의 양면은 모두 비구면일 수 있다.
- [0066] 상기 제5 렌즈는 정의 굴절력을 가진다. 아울러, 상기 제5 렌즈는 상측으로 볼록한 메니스커스 형상일 수 있다. 부연 설명하면, 상기 제5 렌즈의 제1 면은 근축 영역에서 오목하고, 상기 제5 렌즈의 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상일 수 있다.
- [0067] 상기 제5 렌즈는 제1 면 및 제2 면 중 적어도 한 면이 비구면일 수 있다. 예를 들어, 상기 제5 렌즈의 양면은 모두 비구면일 수 있다.
- [0068] 상기 제6 렌즈는 부의 굴절력을 가진다. 아울러, 상기 제6 렌즈는 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상일 수 있다. 부연 설명하면, 상기 제6 렌즈의 제1 면은 근축 영역에서 볼록하고, 상기 제6 렌즈의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상일 수 있다.

- [0069] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 제1 렌즈가 부의 굴절력을 가지도록 하여 넓은 화각을 구현할 수 있으며, 레트로 포커스 타입(Retro Focus Type)으로 촬상 광학계를 설계하도록 한다.
- [0070] 화각이 넓어질수록 초점거리가 짧아지게 되는데, 이 경우 상측에 가장 가까운 렌즈와 상기 이미지 센서의 상면 사이의 거리인 백 포커스(Back Focus)가 짧아지게 되어 그 사이에 상기 적외선 필터를 배치할 수 있는 공간을 확보하기 어려워지게 된다.
- [0071] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계에서는 레트로 포커스 타입으로 촬상 광학계를 설계하여 넓은 화각을 구현하면서도 백 포커스를 상대적으로 길게 함으로써 상기 제6 렌즈와 상기 이미지 센서 사이에 상기 적외선 필터가 배치될 수 있는 공간을 확보하도록 한다.
- [0072] 이때, 백 포커스를 상대적으로 길게 함으로써 전체 촬상 광학계의 길이가 늘어나는 것을 방지하기 위하여, 상기 제2 렌즈와 상기 제3 렌즈의 합성 초점거리를 상기 촬상 광학계의 전체 초점거리보다 짧게 형성한다.
- [0073] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 색수차를 용이하게 보정할 수 있다.
- [0074] 색수차란 파장에 따른 굴절률의 차이에 의해 생기는 수차를 말하며, 긴 파장의 빛일수록 렌즈를 통과한 뒤에 다른 빛보다 초점이 렌즈에서 먼 쪽으로 맺히기 때문에 일어나는 현상이다. 따라서, 색수차가 클 경우 파장에 따라 빛이 퍼지게 되므로 이를 보정할 필요가 있다.
- [0075] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계에서는 상기 제1 렌즈 내지 상기 제3 렌즈의 굴절력을 서로 다르게 구성한다.
- [0076] 예를 들어, 상기 제1 렌즈는 부의 굴절력을 가지고, 상기 제2 렌즈는 정의 굴절력을 가지며, 상기 제3 렌즈는 부의 굴절력을 가진다.
- [0077] 따라서, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제3 렌즈는 물체측 방향으로 인접한 렌즈와 서로 반대되는 굴절력을 가지게 된다.
- [0078] 인접한 렌즈들이 서로 반대되는 굴절력을 가지므로, 어느 하나의 렌즈에서는 빛을 발산하며, 다른 렌즈에서는 빛을 수렴시키게 된다. 따라서, 서로 다른 파장을 가지는 빛들을 서로 같은 초점에 모이도록 할 수 있다.
- [0079] 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계에서는 상기와 같은 색수차 보정의 효과를 극대화하도록 상기 제1 렌즈 내지 상기 제3 렌즈 사이의 간격을 상대적으로 좁게 형성하도록 한다.
- [0080] 예를 들어, 근축 영역에서 상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈 사이의 간격과 상기 제2 렌즈와 상기 제3 렌즈 사이의 간격을 다른 렌즈들 사이의 간격보다 좁을 수 있다. 따라서, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제3 렌즈가 서로 접합되어 있는 삼중접합렌즈와 유사한 효과를 가질 수 있게 되며, 이에 따라 색수차 보정의 효과를 극대화할 수 있다.
- [0081] 또한, 상기 제1 렌즈 내지 상기 제3 렌즈들 사이의 간격을 좁힘으로써 촬상 광학계 전체의 길이를 줄일 수 있고, 결과적으로 슬림한 광학계를 구현할 수 있다.
- [0082] 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계의 상기 제2 렌즈는 정의 굴절력을 가지며, 양면이 볼록한 형상일 수 있다.
- [0083] 여기서, 상기 제2 렌즈는 물체측 면의 곡률 반경의 절대값이 상측 면의 곡률 반경의 절대값보다 작다.
- [0084] 예를 들어, 상기 제2 렌즈의 물체측 면의 곡률 반경을 r_3 , 상기 제2 렌즈의 상측 면의 곡률 반경을 r_4 라 할 때, $|r_4/r_3| > 20$ 을 만족한다.
- [0085] 따라서, 상기 제2 렌즈는 물체측 면이 상측 면보다 상대적으로 곡률이 크고, 상측 면이 물체측 면보다 상대적으로 곡률이 작다. 이와 같은 구성에 의하여 구면 수차를 용이하게 보정할 수 있게 된다.
- [0086] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계에서, 상기 제3 렌즈는 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이며,

상기 제4 렌즈와 상기 제5 렌즈는 상측으로 볼록한 메니스커스 형상을 가진다.

- [0087] 이와 같이, 상기 제3 렌즈와 상기 제4 렌즈가 서로 대칭되는 형상을 가지도록 구성하거나, 상기 제3 렌즈와 상기 제5 렌즈가 서로 대칭되는 형상을 가지도록 구성하여 상기 촬상 광학계에 입사된 광이 상기 이미지 센서의 상면에 수직으로 입사되도록 할 수 있다.
- [0088] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 촬상 광학계는 상기 이미지 센서의 중앙부에서의 상의 밝기와 주변부에서의 상의 밝기의 차이를 줄일 수 있다.
- [0089] 이에 따라, 상기 이미지 센서의 주변부에서의 상이 상대적으로 어둡게 형성되는 현상인 렌즈 셰이딩(Lens Shading)을 완화시킬 수 있다.
- [0090] 도 1 내지 도 5를 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.
- [0091] 본 발명의 제1 실시예에 따른 촬상 광학계는 제1 렌즈(110), 제2 렌즈(120), 제3 렌즈(130), 제4 렌즈(140), 제5 렌즈(150) 및 제6 렌즈(160)를 구비하는 광학계를 포함하고, 조리개, 적외선 필터(170) 및 이미지 센서(180)를 더 포함할 수 있다.
- [0092] 여기서, 각 렌즈의 렌즈 특성(곡률 반지름(Radius), 렌즈의 두께 또는 렌즈들 간의 거리(Thickness), 굴절률(Index), 아베수(Abbe수))는 도 4와 같다.
- [0093] 본 발명의 제1 실시예에서, 상기 제1 렌즈(110)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제1 렌즈(110)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제1 렌즈(110)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0094] 상기 제2 렌즈(120)는 정의 굴절력을 가지며, 양면이 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제2 렌즈(120)의 제1 면과 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0095] 상기 제3 렌즈(130)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제3 렌즈(130)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제3 렌즈(130)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0096] 상기 제4 렌즈(140)는 부의 굴절력을 가지며, 상측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제4 렌즈(140)의 제1 면은 근축 영역에서 오목한 형상이고, 상기 제4 렌즈(140)의 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0097] 상기 제5 렌즈(150)는 정의 굴절력을 가지며, 상측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제5 렌즈(150)의 제1 면은 근축 영역에서 오목한 형상이고, 상기 제5 렌즈(150)의 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0098] 상기 제6 렌즈(160)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제6 렌즈(160)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제6 렌즈(160)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0099] 또한, 상기 제6 렌즈(160)는 제1 면 및 제2 면 중 적어도 하나에 적어도 하나의 변곡점이 형성된다.
- [0100] 한편, 상기 제1 렌즈(110) 내지 상기 제6 렌즈(160)의 각 면은 도 5에 도시된 바와 같은 비구면 계수를 가진다.
- [0101] 상기 조리개는 상기 촬상 광학계로 입사되는 빛을 양을 제한하는 제1 조리개 및 수차가 과도하게 발생하는 부분의 광을 차단하는 제2 조리개를 포함할 수 있다.
- [0102] 상기 제1 조리개는 상기 제1 렌즈의 물체측 면 전방에 배치되며, 상기 제2 조리개는 상기 제1 렌즈 내지 상기 제4 렌즈 사이에 배치될 수 있다.

- [0103] 또한, 이와 같이 구성된 촬상 광학계는 도 2 및 도 3에 도시된 수차 특성을 가질 수 있다.
- [0104] 도 6 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.
- [0105] 본 발명의 제2 실시예에 따른 촬상 광학계는 제1 렌즈(210), 제2 렌즈(220), 제3 렌즈(230), 제4 렌즈(240), 제5 렌즈(250) 및 제6 렌즈(260)를 구비하는 광학계를 포함하고, 조리개, 적외선 필터(270) 및 이미지 센서(280)를 더 포함할 수 있다.
- [0106] 여기서, 각 렌즈의 렌즈 특성(곡률 반지름(Radius), 렌즈의 두께 또는 렌즈들 간의 거리(Thickness), 굴절률(Index), 아베수(Abbe수))는 도 9와 같다.
- [0107] 본 발명의 제2 실시예에서, 상기 제1 렌즈(210)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제1 렌즈(210)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제1 렌즈(210)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0108] 상기 제2 렌즈(220)는 정의 굴절력을 가지며, 양면이 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제2 렌즈(220)의 제1 면과 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0109] 상기 제3 렌즈(230)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제3 렌즈(230)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제3 렌즈(230)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0110] 상기 제4 렌즈(240)는 부의 굴절력을 가지며, 상측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제4 렌즈(240)의 제1 면은 근축 영역에서 오목한 형상이고, 상기 제4 렌즈(240)의 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0111] 상기 제5 렌즈(250)는 정의 굴절력을 가지며, 상측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제5 렌즈(250)의 제1 면은 근축 영역에서 오목한 형상이고, 상기 제5 렌즈(250)의 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0112] 상기 제6 렌즈(260)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제6 렌즈(260)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제6 렌즈(260)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0113] 또한, 상기 제6 렌즈(260)는 제1 면 및 제2 면 중 적어도 하나에 적어도 하나의 변곡점이 형성된다.
- [0114] 한편, 상기 제1 렌즈(210) 내지 상기 제6 렌즈(260)의 각 면은 도 10에 도시된 바와 같은 비구면 계수를 가진다.
- [0115] 상기 조리개는 상기 촬상 광학계로 입사되는 빛을 양을 제한하는 제1 조리개 및 수차가 과도하게 발생하는 부분의 광을 차단하는 제2 조리개를 포함할 수 있다.
- [0116] 상기 제1 조리개는 상기 제1 렌즈의 물체측 면 전방에 배치되며, 상기 제2 조리개는 상기 제1 렌즈 내지 상기 제4 렌즈 사이에 배치될 수 있다.
- [0117] 또한, 이와 같이 구성된 촬상 광학계는 도 7 및 도 8에 도시된 수차 특성을 가질 수 있다.
- [0118] 도 11 내지 도 15를 참조하여 본 발명의 제3 실시예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.
- [0119] 본 발명의 제3 실시예에 따른 촬상 광학계는 제1 렌즈(310), 제2 렌즈(320), 제3 렌즈(330), 제4 렌즈(340), 제5 렌즈(350) 및 제6 렌즈(360)를 구비하는 광학계를 포함하고, 조리개, 적외선 필터(370) 및 이미지 센서(380)

를 더 포함할 수 있다.

- [0120] 여기서, 각 렌즈의 렌즈 특성(곡률 반지름(Radius), 렌즈의 두께 또는 렌즈들 간의 거리(Thickness), 굴절률(Index), 아베수(Abbe수))는 도 14와 같다.
- [0121] 본 발명의 제3 실시예에서, 상기 제1 렌즈(310)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제1 렌즈(310)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제1 렌즈(310)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0122] 상기 제2 렌즈(320)는 정의 굴절력을 가지며, 양면이 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제2 렌즈(320)의 제1 면과 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0123] 상기 제3 렌즈(330)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제3 렌즈(330)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제3 렌즈(330)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0124] 상기 제4 렌즈(340)는 부의 굴절력을 가지며, 상측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제4 렌즈(340)의 제1 면은 근축 영역에서 오목한 형상이고, 상기 제4 렌즈(340)의 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0125] 상기 제5 렌즈(350)는 정의 굴절력을 가지며, 상측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제5 렌즈(350)의 제1 면은 근축 영역에서 오목한 형상이고, 상기 제5 렌즈(350)의 제2 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이다.
- [0126] 상기 제6 렌즈(360)는 부의 굴절력을 가지며, 물체측으로 볼록한 메니스커스 형상이다. 예를 들어, 상기 제6 렌즈(360)의 제1 면은 근축 영역에서 볼록한 형상이고, 상기 제6 렌즈(360)의 제2 면은 근축 영역에서 오목한 형상이다.
- [0127] 또한, 상기 제6 렌즈(360)는 제1 면 및 제2 면 중 적어도 하나에 적어도 하나의 변곡점이 형성된다.
- [0128] 한편, 상기 제1 렌즈(310) 내지 상기 제6 렌즈(360)의 각 면은 도 15에 도시된 바와 같은 비구면 계수를 가진다.
- [0129] 상기 조리개는 상기 촬상 광학계로 입사되는 빛을 양을 제한하는 제1 조리개 및 수차가 과도하게 발생하는 부분의 광을 차단하는 제2 조리개를 포함할 수 있다.
- [0130] 상기 제1 조리개는 상기 제1 렌즈의 물체측 면 전방에 배치되며, 상기 제2 조리개는 상기 제1 렌즈 내지 상기 제4 렌즈 사이에 배치될 수 있다.
- [0131] 또한, 이와 같이 구성된 촬상 광학계는 도 12 및 도 13에 도시된 수차 특성을 가질 수 있다.
- [0132] 한편, 표 1을 참조하면, 본 발명의 제1 실시예 내지 제3 실시예에 따른 촬상 광학계는 앞서 설명한 조건식 1 내지 7을 만족한다는 것을 알 수 있고, 이를 통해 렌즈의 광학 성능을 향상시킬 수 있으며, 넓은 화각을 가지면서도 슬림한 촬상 광학계를 구현할 수 있다.

표 1

	제1 실시예	제2 실시예	제3 실시예
TTL	5.30	5.30	3.21
SL	5.06	5.05	3.06
EFL	4.35	4.30	2.66
BFL	1.19	1.19	0.79
f1	-21.50	-20.08	-13.11
f3	-8.46	-8.46	-5.16
IMGH	3.68	3.68	2.39
FOV	79.30	79.93	82.07
TTL/(IMGH*2)	0.72	0.72	0.67
f1/EFL	-4.94	-4.67	-4.92
f1/f3	2.54	2.37	2.54
BFL/EFL	0.27	0.28	0.30
ER1 / ER6	0.9788527	1.0366283	1.0098015

[0133]

[0134]

상기에서는 본 발명에 따른 실시예를 기준으로 본 발명의 구성과 특징을 설명하였으나 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명의 사상과 범위내에서 다양하게 변경 또는 변형할 수 있음은 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자에게 명백한 것이며, 따라서 이와 같은 변경 또는 변형은 첨부된 특허청구범위에 속함을 밝혀둔다.

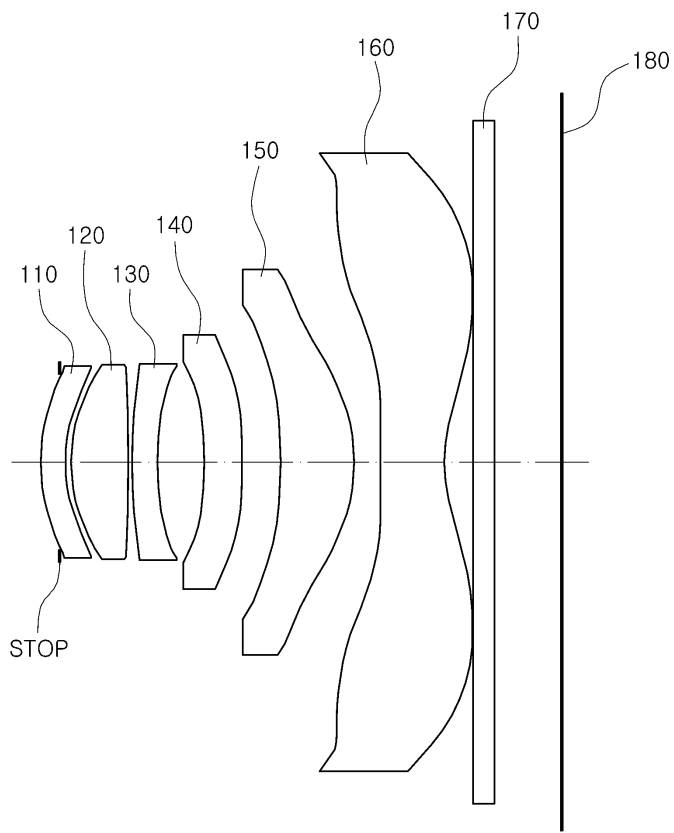
부호의 설명

[0135]

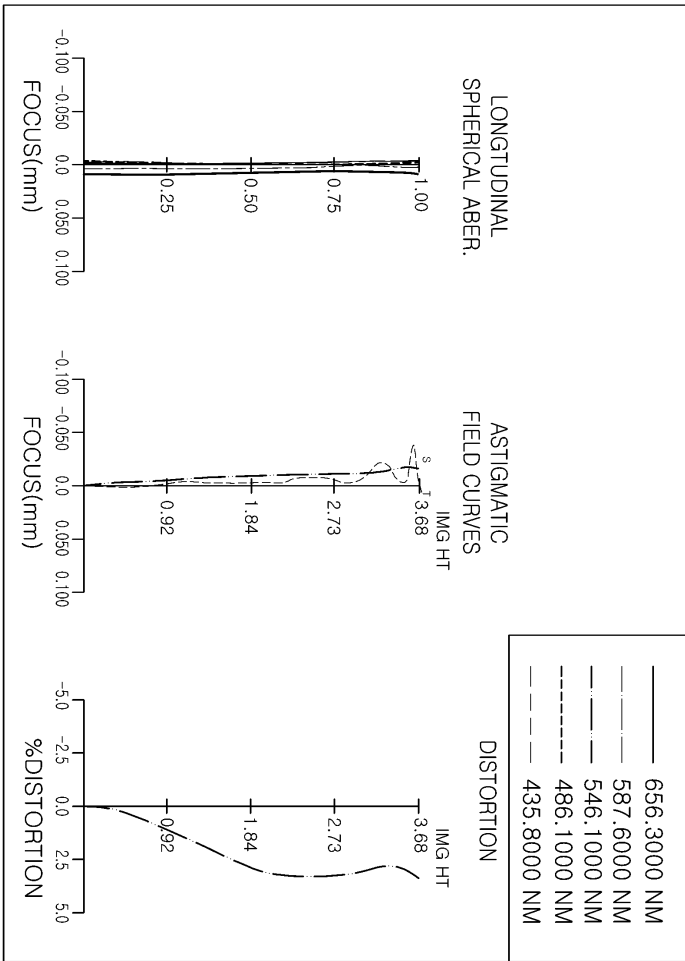
- 110, 210, 310: 제1 렌즈
- 120, 220, 320: 제2 렌즈
- 130, 230, 330: 제3 렌즈
- 140, 240, 340: 제4 렌즈
- 150, 250, 350: 제5 렌즈
- 160, 260, 360: 적외선 필터
- 170, 270, 370: 이미지 센서

도면

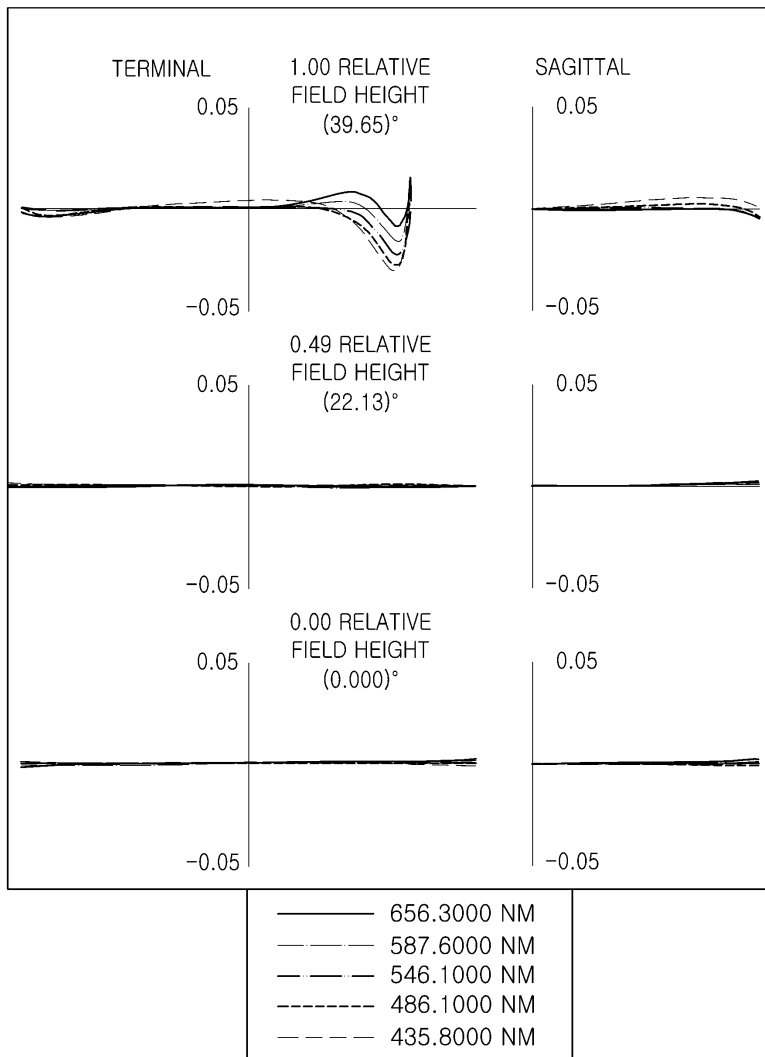
도면1



도면2



도면3



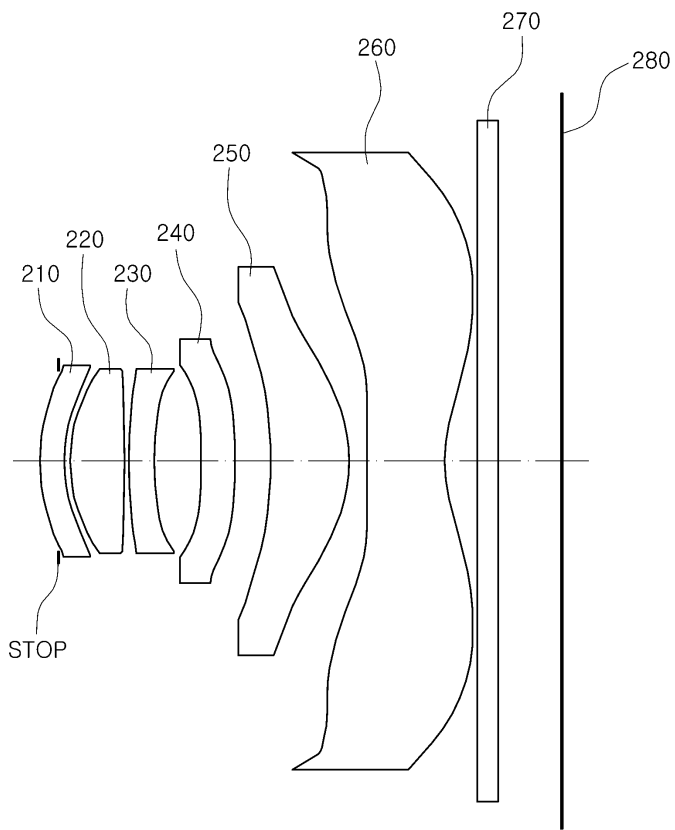
도면4

제1 실시예	곡률반경	두께	굴절률	아베수	유효반경
S1	1.6766441	0.25	1.658	21.494	0.9492135
S2	1.4102744	0.06			0.9363019
S3	1.5390238	0.5855063	1.5465	56.113	0.9590545
S4	-34.27121	0.04			0.94
S5	5.7248317	0.25	1.658	21.494	0.9594572
S6	2.772828	0.4818231			0.9697204
S7	-5.611784	0.3874789	1.658	21.494	1.0106588
S8	-6.150525	0.3880746			1.263179
S9	-4.249388	0.7500116	1.5465	56.113	1.5592703
S10	-1.473491	0.2658984			1.9242535
S11	10.698131	0.6517418	1.536	55.656	2.6591115
S12	1.3305123	0.3			3.0820031
S13	Infinity	0.21			3.3525807
S14	Infinity				3.4061042
Image	Infinity				3.6810401

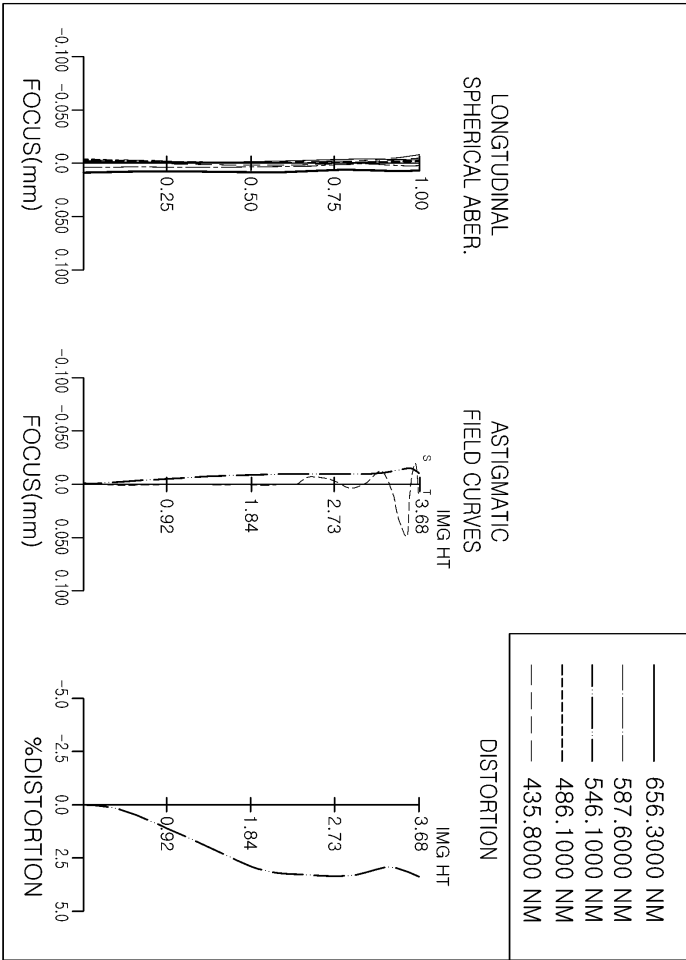
도면5

[E 5]	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-1.311627E+00	-1.154753E+00	-1.335532E+00	-7.498105E+00	2.279345E+01	7.581111E-01	4.993409E+00	1.888017E+01	6.045687E-00	-5.318654E-01	-7.916083E+00	-5.298837E+00
A	-9.481152E-03	-2.796523E-02	1.833456E-02	-7.493949E-02	-1.031044E-01	-3.582759E-02	-1.103301E-01	-6.428845E-02	1.713355E-01	1.007124E+00	-9.590091E-01	-1.502296E+00
B	-1.329522E-02	-4.031602E-02	-7.852111E-03	1.905085E-01	2.047881E-01	7.959897E-02	-2.023745E-02	-3.236894E-02	6.933293E-02	4.999898E-02	3.463863E-01	1.982933E-01
C	1.260877E-02	6.015196E-02	-1.985911E-02	-2.889070E-01	-2.267289E-01	-2.769055E-02	-9.212699E-02	2.577759E-03	-4.800506E-03	-3.662882E-03	-9.885635E-02	-7.116832E-02
D	-3.991929E-02	-2.901040E-02	2.124204E-01	2.004738E-01	5.574761E-02	6.429352E-03	3.786728E-01	9.103219E-02	-1.568541E-02	-1.339460E-02	1.981147E-02	2.872235E-02
E	4.492989E-02	-8.211161E-02	-4.189129E-01	1.194978E-01	2.455760E-01	1.189560E-02	-6.425661E-01	-1.190005E-01	-1.686897E-03	6.333945E-03	-2.107692E-03	4.014184E-03
F	-3.501672E-02	8.363473E-02	3.649560E-01	-2.766125E-01	-3.418646E-01	1.490574E-02	5.311926E-01	7.234495E-02	-3.134327E-03	6.909711E-06		-1.145511E-03
G	1.221222E-02	-2.292022E-02	-1.341894E-01	1.010434E-01	1.289830E-01	-1.186605E-02	-1.671382E-01	-1.657906E-02	-1.217847E-03	-4.906376E-04		4.884634E-04
H										2.674137E-04		
J										2.571701E-04		-2.000459E-04

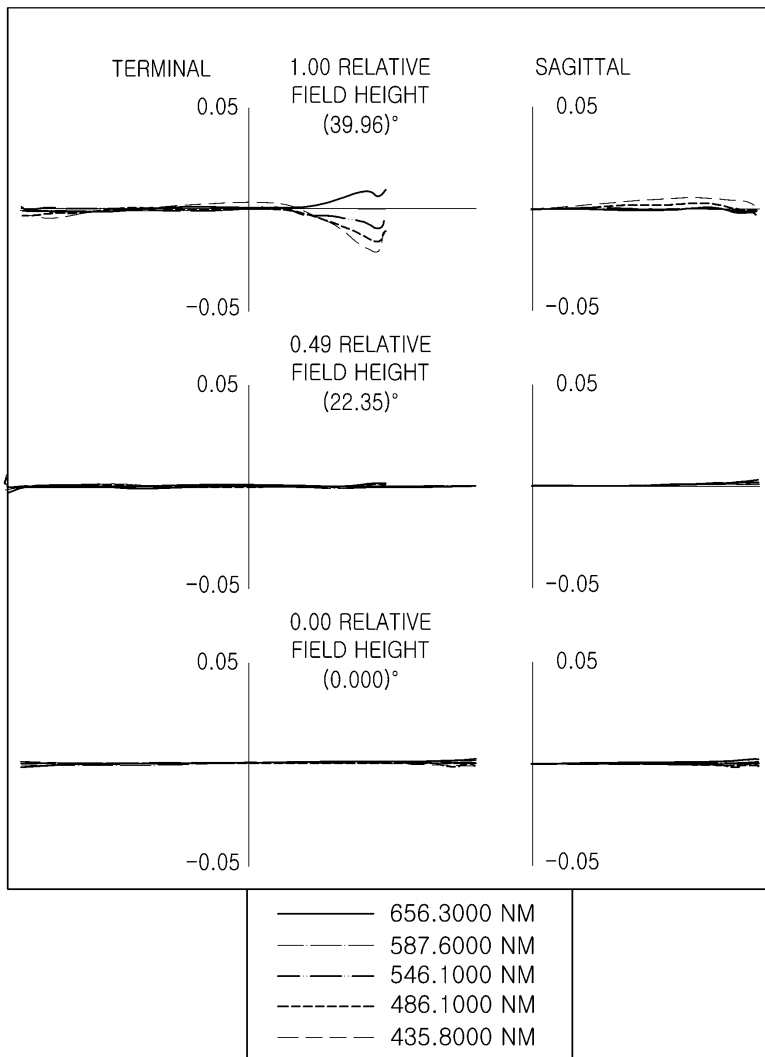
도면6



도면7



도면8



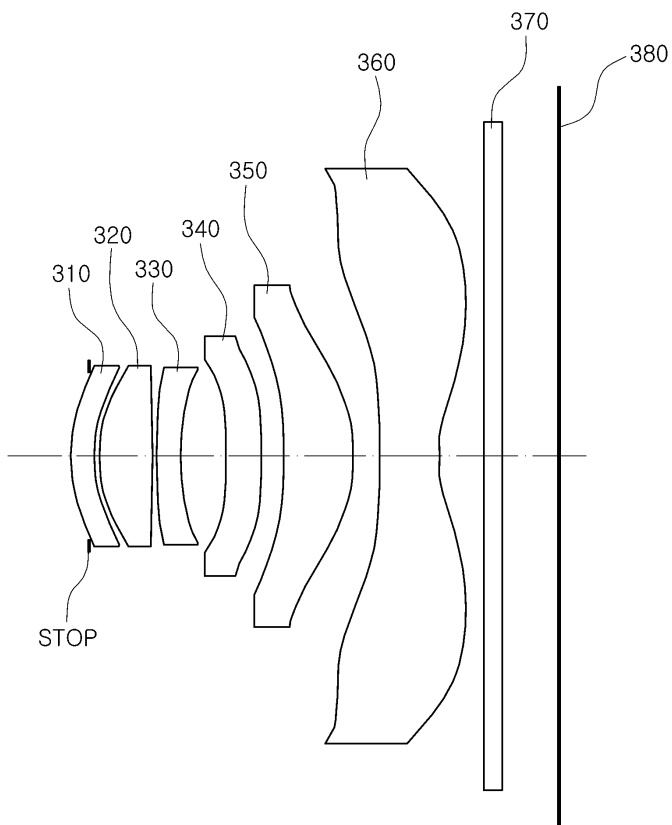
도면9

제2 실시예	곡률반경	두께	굴절률	아베수	유효반경
S1	1.6615778	0.25	1.658	21.494	0.9492135
S2	1.38787	0.06			0.9062351
S3	1.4753431	0.5485849	1.5465	56.113	0.9062539
S4	-178.5874	0.04			0.86
S5	5.4017341	0.2628572	1.658	21.494	0.887356
S6	2.6882851	0.4761579			0.9156739
S7	-5.233873	0.3438416	1.658	21.494	0.9793557
S8	-5.620497	0.366835			1.2124747
S9	-3.851383	0.7923213	1.5465	56.113	1.6093658
S10	-1.499429	0.1927239			1.9392463
S11	8.0588619	0.774741	1.536	55.656	2.5956863
S12	1.3564989	0.3519371			3.0855009
S13	Infinity	0.21			3.3668243
S14	Infinity				3.419836
Image	Infinity				3.6784498

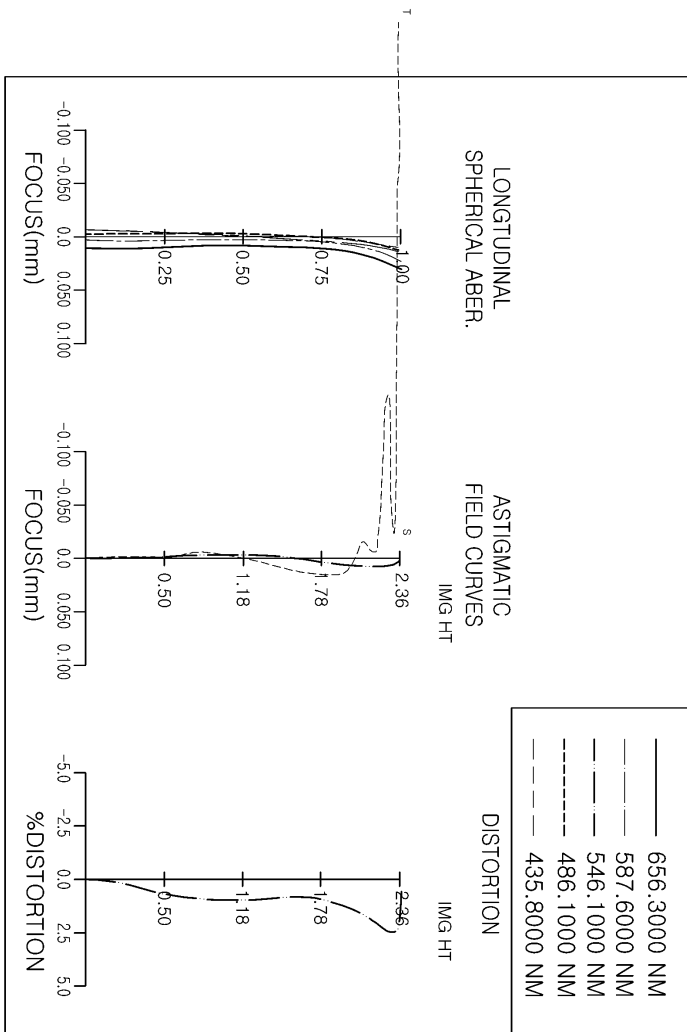
도면10

E 101		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-1.236259E+00	-1.128123E+00	-1.305194E+00	-7.498105E+00	2.298812E+00	1.631894E+00	4.499340E+00	1.608807E+01	3.861918E+00	-5.334467E-01	-7.916083E+00	-5.067022E+00	
A	-1.418159E-02	-2.726057E-02	1.409947E-02	-1.058331E-02	2.051866E-02	1.623484E-02	-1.130361E-01	-1.202134E-01	2.186182E-01	-9.833493E-01	-1.469021E+00		
B	-2.501836E-03	-2.326167E-03	1.459930E-03	2.518852E-03	1.811195E-03	6.824352E-03	3.654680E-04	2.738005E-02	3.954696E-02	8.309316E-02	3.477405E-01	2.002249E-01	
C	-3.522891E-04	-5.880524E-04	-1.854099E-04	-6.543944E-04	-2.007698E-04	-3.034708E-04	2.037387E-03	8.785598E-03	-1.142917E-02	-1.780786E-02	-9.870790E-02	-7.144642E-02	
D	-1.793436E-05	-1.320896E-04	-2.149157E-04	-1.201121E-04	-3.885179E-04	-3.973033E-06	4.876571E-04	-1.759269E-04	-1.334079E-02	-1.041538E-02	1.944316E-02	2.738608E-02	
E	2.568446E-06	-1.183991E-05	-8.182407E-05	-7.290408E-05	-1.224081E-04	-3.211560E-05	1.453568E-04	-9.926737E-04	1.899179E-03	7.619816E-03	-1.964213E-03	-9.024968E-03	
F	1.687583E-06	5.852621E-06	-1.437893E-05	-5.604112E-06	-8.779362E-06	-3.643736E-06	5.433920E-06	-2.955278E-04	-2.050733E-03	1.779741E-04	8.901252E-04	3.856243E-03	
G	-3.400759E-07	-4.747281E-06	-1.182279E-05	-1.823454E-06	-4.993336E-06	-2.956731E-06	1.055328E-06	-5.295269E-05	-7.544981E-04			-1.098259E-03	
H											2.130314E-04	4.835477E-04	
J											2.559913E-04		-1.725217E-04

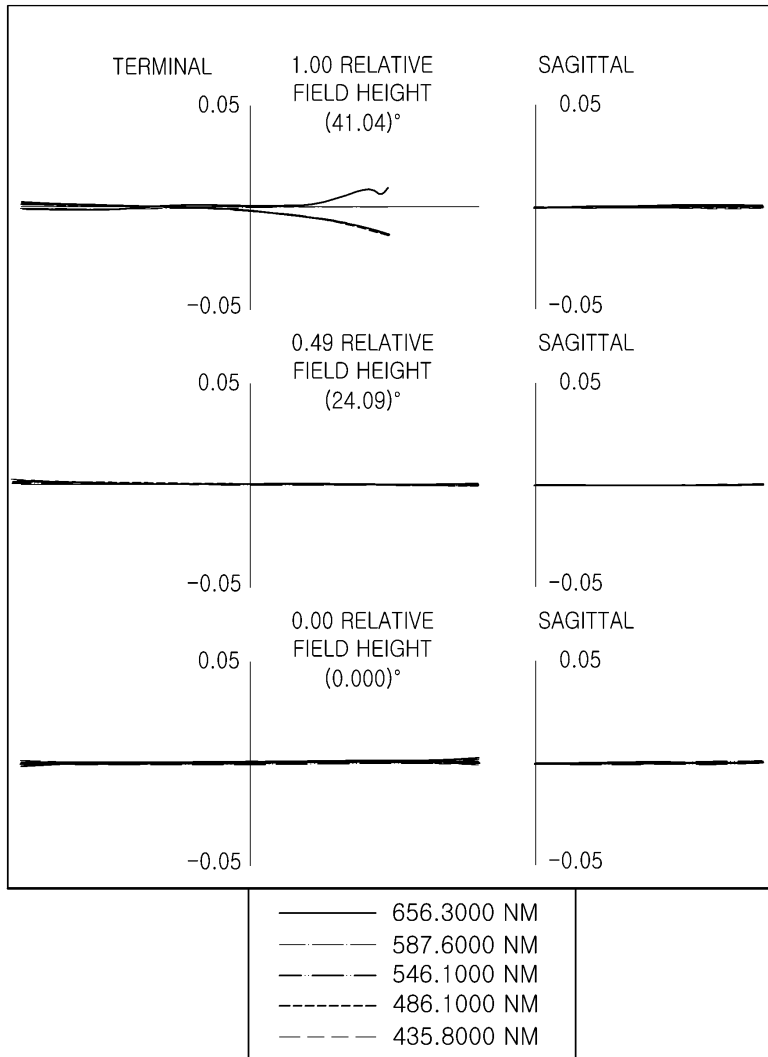
도면11



도면12



도면13



도면14

제3 실시예	곡률반경	두께	굴절률	아베수	유효반경
S1	1.0227529	0.1525	1.658	21.494	0.5790202
S2	0.8602674	0.0366			0.5683914
S3	0.9388045	0.3571588	1.5465	56.113	0.5836058
S4	-20.90544	0.0244			0.5734
S5	3.4921474	0.1525	1.658	21.494	0.5761108
S6	1.6914251	0.2939121			0.5734
S7	-3.423188	0.2363621	1.658	21.494	0.613884
S8	-3.751821	0.15			0.7760602
S9	-2.592126	0.4575071	1.5465	56.113	0.9126282
S10	-0.898829	0.162198			1.1109575
S11	6.52586	0.3975625	1.536	55.656	1.5596242
S12	0.8116125	0.3			1.863238
S13	Infinity	0.11			2.1319737
S14	Infinity				2.1675419
Image	Infinity				2.3907066

도면15

구분	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
K	-1.311627E+00	-1.154753E+00	-1.335532E+00	-7.498105E+00	2.279365E+01	7.558111E+01	4.993409E+00	1.888017E+01	6.045687E+00	-5.318654E+01	-7.916083E+00	-5.298837E+00
A	-9.452478E-03	-1.704487E-02	8.147294E-03	-7.327666E-03	-1.463816E-02	6.464833E-03	-6.572208E-02	-7.519611E-02	1.045146E-01	6.143458E-01	-5.864935E-01	-9.164007E-01
B	-1.390975E-03	-1.420724E-03	3.765408E-04	1.470586E-04	2.255580E-03	4.653389E-03	-3.020847E-04	1.460872E-02	4.229309E-02	3.049938E-02	2.112977E-01	1.209589E-01
C	-1.669653E-04	-2.32335E-04	-1.076117E-04	-4.041067E-04	-8.111868E-04	2.239619E-04	5.016664E-04	3.837969E-03	-2.928309E-03	-2.234358E-03	-6.030237E-02	-4.341267E-02
D	-1.255237E-05	-5.659943E-05	-9.959977E-05	1.823241E-05	7.022813E-06	8.437151E-05	6.838174E-05	-1.324056E-04	-9.568998E-03	-8.170705E-03	1.208499E-02	1.752064E-02
E	3.287662E-06	1.197816E-05	-1.163384E-05	-3.030212E-05	-3.408921E-05	-1.791220E-06	1.242918E-05	-1.650426E-04	-1.017905E-03	3.863707E-03	-1.285692E-03	-5.541247E-03
F	5.152783E-07	9.361002E-07	-2.810837E-06	-1.662625E-07	3.168473E-06	-2.540386E-06	-9.898548E-06	-1.193051E-04	-1.911940E-03	4.214924E-06	-2.292890E-04	2.448652E-03
G	2.938507E-07	-2.787641E-07	-1.844031E-06	5.252360E-07	1.731986E-06	-2.768928E-07	-7.261818E-06	-3.451405E-05	-7.428869E-04	1.631224E-04	1.631224E-04	2.979627E-04
H												
J										1.568738E-04		-1.220280E-04