



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년04월24일
 (11) 등록번호 10-1729470
 (24) 등록일자 2017년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G02B 9/60 (2006.01) G02B 11/30 (2006.01)
 G02B 13/18 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0175293
 (22) 출원일자 2014년12월08일
 심사청구일자 2014년12월08일
 (65) 공개번호 10-2016-0069389
 (43) 공개일자 2016년06월16일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020160046371 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 주식회사 코렌
 경기 성남시 중원구 사기막골로 90, (상대원동)
 (72) 발명자
 이종진
 서울특별시 강남구 도곡로 (도곡동)
 강찬구
 경기도 성남시 중원구 금상로 (상대원동)
 (74) 대리인
 리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

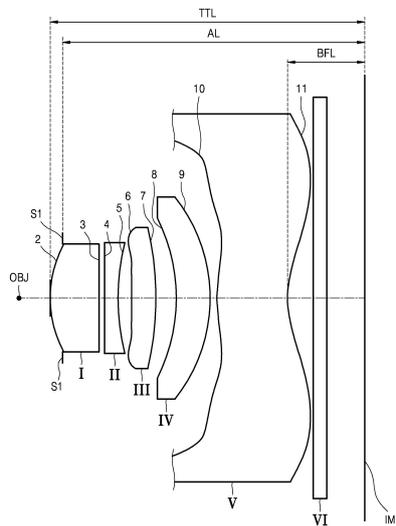
심사관 : 정형수

(54) 발명의 명칭 **촬영 렌즈 광학계**

(57) 요약

저비용, 고성능의 촬영 렌즈 광학계에 관해 개시된다. 렌즈 광학계 피사체(Object)와 상기 피사체의 상(Image)이 맺히는 이미지 센서 사이의 광 진행 경로 따라 순차 배열된 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈를 구비하되, 상기 제1렌즈는 정(+)의 굴절력을 갖고 상기 피사체 측으로 볼록한 입사면을 가지며, 상기 제2렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 입사면이 평탄한 평면이며, 상기 제3렌즈는 정(+)의 굴절력을 갖고 상기 이미지센서 측으로 볼록한 형상을 가지며, 상기 제4렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 상기 이미지센서 측으로 볼록한 메니스커스 형상을 가지며, 그리고 상기 제5렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 그의 입사면과 출사면 중 적어도 하나는 비구면이다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

피사체(Object)와 상기 피사체의 상(Image)이 맺히는 이미지 센서 사이의 광 진행 경로 따라 순차 배열된 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈, 그리고 상기 피사체와 이미지 센서 사이에 마련되는 조리개를 구비하되,

상기 제1렌즈는 정(+)의 굴절력을 가지며,

상기 제2렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 그 입사면은 평면이며,

상기 제3렌즈는 정(+)의 굴절력을 갖고 상기 이미지센서 측으로 볼록한 형상을 가지며,

상기 제4렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 상기 이미지센서 측으로 볼록한 메니스커스 형상을 가지며,

상기 제5렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 그의 입사면과 출사면 중 적어도 하나는 비구면이며,

아래의 조건식 1, 2, 4를 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식 1>

$$70 < FOV < 90$$

여기에서 FOV는 광학계의 대각선(Diagonal) 화각이다.

< 조건식 2 >

$$0.75 < AL/TTL < 1.0$$

여기서, AL은 상기 조리개에서 센서까지의 거리, TTL(Total Track Length)는 제1렌즈의 입사면 중심에서 센서까지의 광축 거리이다.

< 조건식 4 >

$$50 < (V3+V4)/2 < 60$$

V3는 제3렌즈의 아베수, V4는 제4렌즈의 아베수이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

아래의 조건식 3을 만족하는 것을 특징으로 하는 렌즈 광학계:

< 조건식 3 >

$$0.6 < TTL/ImgH < 0.9$$

여기에서, ImgH는 이미지 센서의 유효 픽셀영역의 대각선 방향의 길이이다.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

아래의 조건식 5를 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식 5>

$$0.6 < (TTL/ImgH)/BFL < 1.5$$

여기에서 BFL은 제5렌즈의 출사면의 중심으로부터 센서까지의 광축 거리이며, 그리고 ImgH는 이미지 센서의 유효 픽셀영역의 대각선 방향의 길이이다.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

아래의 조건식 6을 만족하는 렌즈 광학계.

< 조건식 6 >

$$1.3 < Ind4 < 1.7$$

여기서, Ind4는 제4렌즈의 굴절률이다.

청구항 8

삭제

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

아래의 조건식 7을 만족하는 렌즈 광학계.

< 조건식 7 >

$$35deg < CRA8 < 45deg$$

여기서, CRA8 는 이미지 센서에 대해 Y축 0.8 필드(Field)로 입사하는 주광선 각도(Chief Ray Angle)이다.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 제1렌즈는 상기 피사체 측으로 볼록한 입사면을 가지는 렌즈 광학계.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제2렌즈의 출사면은 이미지 센서로부터 오목한 것을 특징으로 하는 렌즈 광학계.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1렌즈 내지 제4렌즈 중 적어도 하나는 비구면 렌즈인 것을 특징으로일 수 하는 렌즈 광학계.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제5렌즈의 입사면과 출사면 중 적어도 하나는 중앙부에서 가장자리로 가면서 적어도 하나의 변곡점을 가지는 것을 특징으로 하는 렌즈 광학계.

청구항 14

피사체와 상기 피사체의 상이 맺히는 이미지센서 사이에 상기 피사체 측으로부터 순차로 배열된 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈 및 상기 피사체와 이미지 센서 사이에 배치되는 조리개를 구비하되, 상기 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈는 각각 정(+), 부(-), 정(+), 부(-), 부(-)의 굴절력을 가지며, 아래의 조건식 1 내지 4 중, 조건식 4를 포함하여 적어도 둘을 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식 1>

$$70 < FOV < 90$$

여기에서 FOV는 광학계의 대각선(Diagonal) 화각이다.

< 조건식 2 >

$$0.75 < AL/TTL < 1.0$$

여기서, AL은 조리개에서 센서까지의 거리, TTL(Total Track Length)는 제1렌즈의 입사면 중심에서 센서까지의 광축 거리이다.

< 조건식 3 >

$$0.6 < TTL/ImgH < 0.9$$

여기에서, ImgH는 이미지 센서의 유효 픽셀영역의 대각선 방향의 길이이다.

< 조건식 4 >

$$50 < (V3+V4)/2 < 60$$

V3는 제3렌즈의 아베수, V4는 제4렌즈의 아베수이다.

청구항 15

제14항에 있어서,

아래의 조건식 5을 더 만족하는 렌즈 광학계.

<조건식 5>

$$0.6 < (TTL/ImgH)/BFL < 1.5$$

여기에서, BFL은 제5렌즈의 출사면의 중심으로부터 센서까지의 광축 거리이다.

청구항 16

제15항에 있어서,

아래의 조건식 6과 7 중 어느 하나를 만족하는 렌즈 광학계.

< 조건식 6 >

$$1.3 < Ind4 < 1.7$$

여기서, Ind4는 제4렌즈의 굴절률이다.

< 조건식 7 >

$$35deg < CRA8 < 45deg$$

여기서, CRA8 는 이미지 센서에 대해 Y축 0.8 필드(Field)로 입사하는 주광선 각도(Chief Ray Angle)이다.

청구항 17

제14항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1렌즈는 상기 피사체 측으로 볼록한 입사면을 가지며,

상기 제2렌즈는 상기 이미지센서에 대하여 오목하고,
 상기 제3렌즈는 상기 이미지센서 측으로 볼록한 렌즈이며,
 상기 제4렌즈는 상기 이미지센서 측으로 볼록한 메니스커스 렌즈이며, 그리고
 제5렌즈는 비구면 렌즈인 렌즈 광학계.

청구항 18

제17항에 있어서,
 상기 피사체와 제1렌즈의 사이 또는 제1렌즈와 제2렌즈 사이에 조리개가 구비되어 있는 렌즈 광학계.

청구항 19

제14항 내지 제16항 중의 어느 한 항에 있어서,
 상기 피사체와 제1렌즈의 사이 또는 제1렌즈와 제2렌즈 사이에 조리개가 구비되어 있는 렌즈 광학계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광학 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 카메라에 적용되는 렌즈 광학계에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] CCD(전하 결합 소자, Charge Coupled Device)와 CMOS 이미지센서(Complementary Metal Oxide Semiconductor Image Sensor)와 같은 고체 촬상 소자를 적용하는 카메라의 보급이 보편화되었다.

[0003] 고체 촬상 소자의 화소 집적도는 높아짐으로써 해상도가 급속도로 증가하고, 이와 함께 렌즈 광학계의 성능이 크게 개선됨으로써 카메라는 고성능화와 함께 소형화 및 경량화가 가속되고 있다.

[0004] 일반적인 소형 카메라, 예컨대, 휴대폰용 카메라의 렌즈 광학계에서는 그 성능 확보를 위해 다수의 렌즈에 의한 광학계에 1매 이상의 글라스(glass) 렌즈를 포함시키고 있다. 그러나 글라스 렌즈는 제조 단가가 높을 뿐 아니라, 성형/가공 상의 제약 조건으로 인해 렌즈 광학계의 소형화를 어렵게 만든다.

[0005] 따라서, 고성능/고해상도를 달성할 수 있으면서도 글라스 렌즈 사용에 따른 문제점을 해소하고, 그리고 소형, 경량화를 달성할 수 있는 렌즈 광학계의 개발이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 저비용 제조가 가능하고 소형화 및 경량화에 유리한 렌즈 광학계를 제시한다.

[0007] 또한, 본 발명은 고해상도의 카메라에 적합한 고성능의 렌즈 광학계를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명에 따른 렌즈 광학계: 는

[0009] 피사체(Object)와 상기 피사체의 상(Image)이 맺히는 이미지 센서 사이의 광 진행 경로 따라 순차 배열된 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈를 구비하되, 상기 제1렌즈는 정(+)의 굴절력을 가지며, 상기 제2렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 상기 이미지센서에 대하여 오목한 출사면을 가지며, 상기 제3렌즈는 정(+)의 굴절력을 갖고 상기 이미지센서 측으로 볼록한 형상을 가지며, 상기 제4렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 상기 이미지센서 측으로 볼록한 메니스커스 형상을 가지며, 상기 제5렌즈는 부(-)의 굴절력을 갖고 그의 입사면과 출사면 중 적어도 하나는 비구면인 것을 특징으로 하는 렌즈 광학계를 제공한다.

[0010] 상기한 렌즈 광학계는 하기의 조건식 1 내지 7 중 적어도 하나를 만족할 수 있다.

[0011] <조건식 1>

- [0012] $70 < FOV < 90$
- [0013] 여기서 FOV는 광학계의 대각선(Diagonal) 화각이다.
- [0014] < 조건식 2 >
- [0015] $0.75 < AL/TTL < 1.0$
- [0016] 여기서, AL은 조리개에서 센서까지의 거리, TTL(Total Track Length)는 제1렌즈의 입사면 중심에서 센서까지의 광축 거리이다.
- [0017] < 조건식 3 >
- [0018] $0.6 < TTL/ImgH < 0.9$
- [0019] 여기서, ImgH (Image Height)는 이미지 센서의 유효 픽셀영역의 대각선 방향의 길이이다.
- [0020] < 조건식 4 >
- [0021] $50 < (V3+V4)/2 < 60$
- [0022] V3는 제3렌즈의 아베수, V4는 제4렌즈의 아베수이다.
- [0023] <조건식 5>
- [0024] $0.6 < (TTL/ImgH)/BFL < 1.5$
- [0025] BFL은 제5렌즈의 출사면의 중심으로부터 센서까지의 광축 거리이다.
- [0026] < 조건식 6 >
- [0027] $1.3 < Ind4 < 1.7$
- [0028] 여기서, Ind4는 제4렌즈의 굴절률이다.
- [0029] < 조건식 7 >
- [0030] $35deg < CRA8 < 45deg$
- [0031] 여기서, CRA8 는 이미지 센서에 대해 Y축 0.8 필드(Field)로 입사하는 주광선 각도(Chief Ray Angle)이다.
- [0032] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 상기 제1렌즈는 상기 피사체 측으로 볼록한 입사면 가질 수 있다.
- [0033] 본 발명의 다른 실시 예에 따르면, 상기 제2렌즈의 입사면은 상기 피사체 측으로 평면이다. 그리고 그 출사면은 이미지 센서 측으로부터 오목할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1렌즈 내지 제4렌즈 중 적어도 하나는 비구면 렌즈일 수 있다.
- [0035] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1 내지 제4렌즈 중 적어도 한 렌즈의 입사면과 출사면 중 적어도 하나는 비구면일 수 있다.
- [0036] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제5렌즈의 입사면과 출사면 중 적어도 하나는 중앙부에서 가장자리로 가면서 적어도 하나의 변곡점을 가질 수 있다.
- [0037] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제5렌즈의 입사면은 중앙부에서 가장자리로 가면서 1 개 이상의 변곡점을 가질 수 있다.
- [0038] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제5렌즈의 입사면의 중앙부는 상기 피사체 측으로 볼록하고 가장자리로 가면서 오목해졌다가 볼록해질 수 있다.
- [0039] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제5렌즈의 입사면의 중앙부는 상기 피사체 측으로 볼록하고 가장자리로 가면서 오목해졌다가 볼록해졌다가 다시 오목해질 수 있다.
- [0040] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈는 수차 보정 렌즈일 수 있다.
- [0041] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 피사체와 상기 이미지센서 사이에 조리개가 더 구비될 수 있다.

- [0042] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 조리개는 피사체와 제1렌즈의 사이에 배치될 수 있다.
- [0043] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 피사체와 상기 이미지센서 사이에 적외선 차단 수단이 더 구비될 수 있다.
- [0044] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 적외선 차단 수단은 상기 제5렌즈와 상기 이미지센서 사이에 배치될 수 있다.
- [0045] 본 발명의 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제1렌즈 내지 제5렌즈 중 적어도 하나는 플라스틱 렌즈일 수 있다.
- [0046] 본 발명의 다른 유형에 따르면, 피사체와 상기 피사체의 상이 맺히는 이미지센서 사이에 상기 피사체 측으로부터 순차로 배열된 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈를 구비하되, 상기 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈는 각각 정(+), 부(-), 정(+), 부(-), 부(-)의 굴절력을 가지며, 아래의 조건식 1 내지 7 을 만족하는 렌즈 광학계가 제공된다.
- [0047] <조건식 1>
- [0048] $70 < FOV < 90$
- [0049] 여기서 FOV는 광학계의 대각선(Diagonal) 화각이다.
- [0050] < 조건식 2 >
- [0051] $0.75 < AL/TTL < 1.0$
- [0052] 여기서, AL은 조리개에서 센서까지의 거리, TTL(Total Track Length)는 제1렌즈의 입사면 중심에서 센서까지의 광축 거리이다.
- [0053] < 조건식 3 >
- [0054] $0.6 < TTL/ImgH < 0.9$
- [0055] 여기서, ImgH (Image Height)는 이미지 센서의 유효 픽셀영역의 대각선 방향의 길이이다.
- [0056] < 조건식 4 >
- [0057] $50 < (V3+V4)/2 < 60$
- [0058] V3는 제3렌즈의 아베수, V4는 제4렌즈의 아베수이다.
- [0059] <조건식 5>
- [0060] $0.6 < (TTL/ImgH)/BFL < 1.5$
- [0061] BFL은 제5렌즈의 출사면의 중심으로부터 센서까지의 광축 거리이다.
- [0062] < 조건식 6 >
- [0063] $1.3 < Ind4 < 1.7$
- [0064] 여기서, Ind4는 제4렌즈의 굴절률이다.
- [0065] < 조건식 7 >
- [0066] $35deg < CRA8 < 45deg$
- [0067] 여기서, CRA8 는 이미지 센서에 대해 Y축 0.8 필드(Field)로 입사하는 주광선 각도(Chief Ray Angle)이다.
- [0068] 본 발명의 구체적인 실시 예에 따르면, 상기 제2렌즈는 상기 이미지센서에 대하여 오목하다.
- [0069] 본 발명의 구체적인 다른 실시 예에 따르면, 상기 제3렌즈는 상기 이미지센서 측으로 볼록한 렌즈이다.
- [0070] 또한, 본 발명의 구체적인 또 다른 실시 예에 따르면, 상기 제4렌즈는 상기 이미지센서 측으로 볼록한 메니스커스 렌즈이며, 상기 제5렌즈는 비구면 렌즈이다.

발명의 효과

- [0071] 소형화 및 경량화에 유리하면서 비교적 넓은 화각 및 고성능/고해상도를 얻을 수 있는 렌즈 광학계를 구현할 수

있다.

- [0072] 구체적으로, 본 발명의 실시 예에 따른 렌즈 광학계는 피사체에서 이미지센서 방향으로 순차적으로 배열된 정(+), 부(-), 정(+), 부(-), 부(-)의 굴절력을 갖는 제1렌즈 내지 제5렌즈를 포함하고, 상기한 조건식 1 내지 7 중에서 적어도 어느 하나를 만족할 수 있다. 여기에서, 제1렌즈는 강한 정(+)의 파워를 가지며, 부(-)의 파워는 제2렌즈, 제4렌즈 및 제5렌즈로 분산되었다.
- [0073] 이러한 렌즈 광학계는 비교적 넓은 화각 및 비교적 짧은 전장을 갖고 각종 수차를 용이하게(양호하게) 보정할 수 있으므로, 카메라의 고성능화 및 소형화에 유리할 수 있다.
- [0074] 특히, 상기 제5렌즈의 입사면과 출사면 중 적어도 하나가 중앙부에서 가장자리로 가면서 적어도 하나의 변곡점을 갖는 비구면인 경우, 상기 제5렌즈를 통해 각종 수차를 용이하게 보정할 수 있고, 주광선(Chief Ray)의 출사각을 작게 하여 비네팅(Vignetting)도 방지할 수 있다.
- [0075] 또한, 상기 제1렌즈 내지 제5렌즈를 플라스틱으로 제조하고 각 렌즈의 양면(입사면과 출사면)을 비구면으로 구성함으로써, 글라스(glass) 렌즈를 사용하는 경우보다 저비용으로 콤팩트하면서 성능이 우수한 렌즈 광학계를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0076] 도1은 본 발명의 제1실시 예에 따른 렌즈 광학계의 주요 구성요소의 배치를 보여주는 단면도이다.
- 도2는 본 발명의 제2실시 예에 따른 렌즈 광학계의 주요 구성요소의 배치를 보여주는 단면도이다.
- 도3은 본 발명의 제3실시 예에 따른 렌즈 광학계의 주요 구성요소의 배치를 보여주는 단면도이다.
- 도4는 본 발명의 제1실시 예에 따른 렌즈 광학계의 종방향 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보여주는 수차도이다.
- 도5는 본 발명의 제2실시 예에 따른 렌즈 광학계의 종방향 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보여주는 수차도이다.
- 도6은 본 발명의 제3실시 예에 따른 렌즈 광학계의 종방향 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보여주는 수차도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0077] 이하, 본 발명의 실시 예에 따른 렌즈 광학계를 첨부된 도면들을 참조하여 상세하게 설명한다. 상세한 설명 전체에 걸쳐 동일한 참조번호는 동일한(혹은, 유사한) 구성요소들을 나타낸다.
- [0078] 도1 내지 도3은 각각 본 발명의 제1실시 예 내지 제3실시 예에 따른 렌즈 광학계를 보여준다.
- [0079] 도1 내지 도3을 참조하면, 본 발명의 실시 예들에 따른 렌즈 광학계는, 피사체(OBJ)와 피사체(OBJ)의 상(image)이 맺히는 이미지센서(IMG) 사이에, 피사체(OBJ) 측으로부터 순차로 배열된 제1렌즈(I), 제2렌즈(II), 제3렌즈(III), 제4렌즈(IV) 및 제5렌즈(V)를 구비한다. 제1렌즈(I)는 정(+, positive)의 굴절력을 갖고, 피사체(OBJ) 측으로 볼록한 형상을 가질 수 있다. 제1렌즈(I)의 입사면(2)은 피사체(OBJ) 측으로 볼록할 수 있고, 제1렌즈(I)의 출사면(3)은 이미지센서(IMG) 측으로 볼록할 수 있다.
- [0080] 제2렌즈(II)는 부(-, Negative)의 굴절력을 갖고, 제2렌즈(II)의 입사면(4)은 평탄한 평면이다. 또한, 그 출사면(5)은 이미지센서(IMG)로부터 오목할 수 있다.
- [0081] 제3렌즈(III)는 정(+)의 굴절력을 갖고, 이미지 센서(IMG) 측으로 볼록한 렌즈일 수 있다. 따라서, 제3렌즈(III)의, 입사면(6)과 출사면(7)은 모두 이미지센서(IMG) 측으로 볼록할 수 있다.
- [0082] 제4렌즈(IV)는 부(-)의 굴절력을 갖고, 이미지센서(IMG) 측으로 볼록한 메니스커스(meniscus) 렌즈일 수 있다. 따라서, 제4렌즈(IV)의 양면, 즉, 입사면(8)과 출사면(9)은 모두 이미지센서(IMG) 측으로 볼록할 수 있다.
- [0083] 제1렌즈 내지 제4렌즈(I~IV) 중 적어도 하나는 비구면 렌즈일 수 있다. 다시 말해, 제1 내지 제4렌즈(I~IV) 중 적어도 어느 한 렌즈의 입사면(2, 4, 6, 8)과 출사면(3, 5, 7, 9) 중 적어도 하나는 비구면일 수 있다. 예컨대, 제1렌즈 내지 제4렌즈(I~IV) 각각의 입사면(2, 4, 6, 8)과 출사면(3, 5, 7, 9)은 모두 비구면일 수 있다.
- [0084] 제5렌즈(V)는 부(-)의 굴절력을 가질 수 있고, 제5렌즈(V)의 입사면(10)과 출사면(11) 중 적어도 하나는 비구면일 수 있다. 예컨대, 제5렌즈(V)의 입사면(10)과 출사면(11) 중 적어도 하나는 중앙부에서 가장자리로 가면서 적어도 하나의 변곡점을 갖는 비구면일 수 있다.

- [0085] 제5렌즈(V)의 입사면(10)은 중앙부에서 가장자리로 가면서 적어도 하나의 변곡점을 가질 수 있다. 즉, 제5렌즈(V)의 유효 렌즈 영역(즉, 유효경 영역) 내에서, 제5렌즈(V)의 입사면(10)은 중앙부에서 가장자리로 가면서 1개 또는 그 이상의 변곡점을 가질 수 있다.
- [0086] 제5렌즈(V)의 유효경 영역 내에서, 제5렌즈(V)의 입사면(10)의 중앙부는 피사체(OBJ) 측으로 볼록하고 가장자리로 가면서 오목해졌다가 볼록해진다고 할 수 있다. 또한, 제5렌즈(V)의 전체 영역에서, 제5렌즈(V)의 입사면(10)의 중앙부는 피사체(OBJ) 측으로 볼록하고 가장자리로 가면서 오목해졌다가 볼록해졌다가 다시 오목해진다고 할 수 있다.
- [0087] 제5렌즈(V)의 출사면(11)은 중앙부에서 가장자리로 가면서 적어도 하나의 변곡점을 가질 수 있다. 따라서, 제5렌즈(V)의 출사면(11)의 중앙부는 이미지센서(IMG)에 대하여 오목하고 가장자리로 가면서 볼록해질 수 있다.
- [0088] 위와 같은 광학 구조에서, 제1렌즈(I)는 강한 정(+)의 굴절력을 가질 수 있고, 제2렌즈 내지 제5렌즈(II, III, IV, V)는 수차 보정 렌즈로서 기능할 수 있다.
- [0089] 피사체(OBJ)와 이미지센서(IMG) 사이에 조리개(S1) 및 적외선 차단 수단(VI)이 더 구비될 수 있다. 조리개(S1)는 피사체(OBJ)와 제1렌즈(I) 사이에 구비될 수 있다. 다시 말해, 조리개(S1)는 제1렌즈(I)의 입사면(2)에 인접하게 배치될 수 있다.
- [0090] 상기 적외선 차단 수단(VI)은 제5렌즈(V)와 이미지센서(IMG) 사이에 구비될 수 있다. 적외선 차단 수단(VI)은 적외선 차단 필터일 수 있다. 조리개(S3)와 적외선 차단 수단(VI)의 위치는 달라질 수 있다.
- [0091] 도1 내지 도3에서, TTL(Total Track Length)은 상기 제1렌즈(I)의 입사면(2)의 중심에서 상기 이미지센서(IMG)까지의 거리(즉, 상기 렌즈 광학계의 전장)이고, BFL(Back Focal Length)은 상기 제5렌즈(V)의 출사면(11) 중심에서 상기 이미지센서(IMG)까지의 거리이며, 그리고 AL(Aperture Length)는 조리개로부터 이미지 센서(IMG)까지의 거리이다.
- [0092] 상기한 구성을 가지는 본 발명의 실시 예들에 따른 렌즈 광학계는 다음의 조건식(Condition) 1 내지 7 중 적어도 하나를 만족하는 것이 바람직하다.
- [0093] <조건식 1>
- [0094] $70 < FOV < 90$
- [0095] 여기에서 FOV는 광학계의 대각선(Diagonal) 화각이다. 조건식1에 따라 광학계의 화각을 한정함으로써 수차가 적 으면서도 고해상도의 성능 구현에 적합한 광각 렌즈를 얻을 수 있다. 더욱 바람직한 실시 예에 따르면, 상기 FOV의 하한 치는 80도이다.
- [0096] < 조건식 2 >
- [0097] $0.75 < AL/TTL < 1.0$
- [0098] 여기서, AL은 조리개에서 센서까지의 거리, TTL(Total Track Length)는 제1렌즈의 입사면 중심에서 센서까지의 광축 거리이다. 조건식 2에 따르면, 조리개는 피사체와 제1렌즈 사이 또는 제1렌즈와 제2렌즈의 사이에 위치할 수 있게 된다. 이로써 최적화된 광각 렌즈의 구현에 도움이 된다.
- [0099] < 조건식 3 >
- [0100] $0.6 < TTL/ImgH < 0.9$
- [0101] 여기에서, ImgH는 이미지 센서의 유효 픽셀영역의 대각선 방향의 길이이다.
- [0102] 조건식3은 유효픽셀영역의 대각길이(ImgH)에 대한 광학계의 전장(TTL)의 비율을 범위를 안정한다. 상기 비율이 최소치에 근접하거나 넘게 되면 광학계가 슬림화되지만 수차 보정이 어렵고, 반대로 최대치에 근접하거나 넘게 될 경우 수차 보정은 용이하나 광학계를 컴팩트하게 설계하기 어렵다.
- [0103] < 조건식 4 >
- [0104] $50 < (V3+V4)/2 < 60$
- [0105] V3는 제3렌즈의 아베수, V4는 제4렌즈의 아베수이다.
- [0106] 조건식 4에 따르면, 제3렌즈와 제4렌즈를 플라스틱으로 제조할 수 있고, 이로써 렌즈의 제조 단가를 낮추고, 보

다 더 컴팩트한 광학계 제작이 가능해진다.

[0107]

<조건식 5>

[0108]

$$0.6 < (TTL/ImgH)/BFL < 1.5$$

[0109]

BFL은 제5렌즈의 출사면의 중심으로부터 센서까지의 광축 거리이다. 조건식5은 유효픽셀영역의 대각길이(ImgH), 광학계 전장(TTL), 제5렌즈의 출사면의 중심으로부터 센서까지의 광축 거리(BFL) 간의 비율을 한정한다. 이 비율이 최소치에 가까우면 제조에 용이하지만 수차 보정이 어려워지고, 최대치에 가까우면 수차 보정은 용이하나 광학 렌즈의 제조가 어려워진다.

[0110]

< 조건식 6 >

[0111]

$$1.3 < Ind4 < 1.7$$

[0112]

여기서, Ind4는 제4렌즈의 굴절률이다. 조건식 6에 따르면, 저굴절 물질로 제4렌즈로 제조할 수 있고, 따라서 렌즈의 제조 비용을 절감할 수 있게 된다.

[0113]

< 조건식 7 >

[0114]

$$35deg < CRA8 < 45deg$$

[0115]

여기서, CRA8 는 이미지 센서에 대해 Y축 0.8 필드(Field)로 입사하는 주광선 각도(Chief Ray Angle)이다.

[0116]

조건식7은 센서 0.8F에서의 주광선 각도(Chief Ray Angle) 값을 한정하여, 비네팅(vignetting)을 방지할 수 있는 최적화된 광각의 광학계 제작이 가능해진다.

[0117]

상기한 본 발명의 제1실시 예(EMB1) 내지 제3실시 예(EMB3)에 있어서, 조건식 1 내지 7(CON1-CON7)의 값들은 아래의 표 1에 나타낸 바와 같다.

표 1

	CON1 [FOV]	AL	TTL	CON2 [AL/TTL]	ImgH	CON3 [TTL/ImgH]	V3,V4	CON4 [(V3+V4)/2]	BFL	CON5 [TTL/ImgH/BFL]	CON6 [Ind4]	CON7 [CRA8]
EMB1	79.698	4.330	4.500	0.962	5.868	0.767	55.856	55.856	1.100	0.697	1.534	37.026
EMB2	80.999	4.110	4.270	0.962	5.868	0.728	55.856	55.856	1.150	0.633	1.534	38.504
EMB3	78.354	4.088	4.270	0.957	5.868	0.728	55.856	55.856	1.150	0.633	1.534	35.640

[0118]

[0119]

위의 표1을 통해서 본 발명에 따른 실시 예 1, 2, 3가 모두 조건식 1 내지 조건식 7을 만족하는 것을 알 수 있다.

[0120]

한편, 상기한 구성을 가지는 본 발명의 실시 예들에 따른 렌즈 광학계에서 제1 내지 제5 렌즈(I~V)는, 그 형상 및 치수(dimension)를 고려했을 때, 플라스틱으로 제조할 수 있다. 즉, 제1렌즈 내지 제5렌즈(I~V)는 모두 플라스틱 렌즈일 수 있다. 글라스(glass) 렌즈의 경우, 제조 단가가 높을 뿐 아니라 성형/가공 상의 제약 조건으로 인해 렌즈 광학계의 소형화를 어렵게 하지만, 본원에서는 제1렌즈 내지 제5 렌즈(I~V)를 모두 플라스틱으로 제조할 수 있으므로, 그에 따른 다양한 이점을 기할 수 있다. 그러나 본원에서 제1렌즈 내지 제5렌즈(I~V)의 재질이 플라스틱으로 한정되는 것은 아니다. 필요에 따라서는, 제1렌즈 내지 제5렌즈(I~V) 중 적어도 하나를 글라스로 제조할 수도 있다.

[0121]

이하, 렌즈 데이터 및 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 제1실시 예 내지 제4실시 예에 대하여 상세히 살펴보기로 한다.

[0122]

아래의 표 2 내지 표 5는 각각 도1 내지 도4의 렌즈 광학계를 구성하는 각 렌즈에 대한 곡률반경, 렌즈 두께 또는 렌즈 사이의 거리, 굴절률 및 아베수 등을 나타낸다. 표 2 내지 표 5에서 R은 곡률반경, D는 렌즈 두께 또는 렌즈 간격 또는 인접한 구성요소 간의 간격, Nd는 d선(d-line)을 이용하여 측정된 렌즈의 굴절률, Vd는 d선(d-line)에 대한 렌즈의 아베 수를 나타낸 것이다. 렌즈면 번호에서 *는 해당 렌즈면이 비구면임을 나타낸다. 그리고 R 값과 D 값의 단위는 mm이다.

[0123] 표2의 실시예 1에서 F 넘버는 2.33, 초점 거리(F) 는 3.5233mm, 표3의 실시 예2에서, F 넘버는 2.33, 초점 거리(F) 는 3.4197mm, 그리고 표4의 실시 예3에서, F 넘버는 2.33, 초점 거리(F) 는 3.5588mm이다.

표 2

EMB 1	S	R	T	Nd	Vd
	1	Infinity	0.1699		
	S1	Infinity	-0.1699		
I	2*	1.5456	0.6952	1.5340	55.856
	3*	38.3278	0.0685		
II	4*	Infinity	0.1900	1.6483	22.434
	5*	3.6961	0.2016		
III	6*	19.3001	0.3493	1.5340	55.856
	7*	-6.4448	0.3013		
IV	8*	-1.6590	0.4786	1.5340	55.856
	9*	-1.8370	0.1000		
V	10*	1.9700	1.0155	1.5340	55.856
	11*	1.3543	0.3500		
VI	12	Infinity	0.2100	1.5297	39.068
	13	Infinity	0.5554		
	IMG	Infinity	-0.0154		

[0124]

표 3

EMB 2	S	R	T	Nd	Vd
	1	Infinity	0.1601		
	S1	Infinity	-0.1601		
I	2*	1.4956	0.5439	1.5340	55.856
	3*	-51.5025	0.0685		
II	4*	Infinity	0.2000	1.6483	22.434
	5*	3.6440	0.2439		
III	6*	-17.1734	0.3553	1.5340	55.856
	7*	-5.0408	0.2597		
IV	8*	-1.5249	0.3949	1.5340	55.856
	9*	-1.6719	0.1638		
V	10*	1.6177	0.8899	1.5340	55.856
	11*	1.1551	0.3500		
VI	12	Infinity	0.2100	1.5297	39.068
	13	Infinity	0.6120		
	IMG	Infinity	-0.0220		

[0125]

표 4

EMB 3	S	R	T	Nd	Vd
	1	Infinity	0.1817		
	Stop	Infinity	-0.1817		
I	2*	1.4035	0.5953	1.5340	55.856
	3*	250.8822	0.0685		
II	4*	Infinity	0.2300	1.6483	22.434
	5*	4.0533	0.2583		
III	6*	-8.3645	0.4415	1.5340	55.856
	7*	-2.4314	0.1683		
IV	8*	-1.0835	0.3791	1.5340	55.856
	9*	-1.2204	0.1611		
V	10*	3.0000	0.8179	1.5340	55.856
	11*	1.3108	0.3500		
VI	12	Infinity	0.2100	1.5297	39.068
	13	Infinity	0.6020		
	IMG	Infinity	-0.0120		

[0126]

[0127] 한편, 본 발명의 제1실시 예 내지 제4실시 예에 따른 렌즈 광학계에서 각 렌즈의 비구면은 다음의 비구면 방정식(Formula)을 만족한다.

$$x = \frac{R \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (K + 1)R^2H^2 + Gy^{16}}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10} + Ey^{12} + Fy^{14}$$

[0128]

[0129] 여기서, x는 렌즈의 정점으로부터 광 축 방향으로의 거리(깊이)를, H는 광축으로서 수직한 방향으로의 거리(높이), R은 렌즈의 정점에 있어서의 곡률반경의 역수(inverse of paraxial curvature radius, 1/r)를, K는 코닉 상수(Conic constant)를 나타내고, A, B, C, D 및 E, F, G는 비구면 계수를 나타낸다.

[0130] 다음의 표5 내지 표7은 각각 도1 내지 도3에 대응되는 제1실시 예 내지 제3실시 예에 따른 렌즈 시스템에서 비구면의 비구면 계수를 나타낸다. 즉, 표 5 내지 표 7는 각각 표 2 내지 표 4의 각 렌즈의 입사면(2, 4, 6, 8, 10)과 출사면(3, 5, 7, 9, 11)의 비구면 계수를 나타낸다.

표 5

S	K	A	B	C	D	E	F	G
2	-0.2463	-0.0051	0.0454	-0.1459	0.1736	-0.1030	-	-
3	0.0000	-0.0372	-0.0393	-0.0958	0.1877	-0.1322	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	3.7533	0.0096	0.0957	-0.0874	0.1230	-0.0061	-	-
6	0.0000	-0.1256	-0.0235	-0.0180	-0.0156	0.2292	-	-
7	0.0000	-0.0162	-0.1480	0.0620	0.0220	0.0357	-	-
8	-18.4714	-0.0479	0.0217	-0.0639	0.0412	-0.0009	0.0231	-0.0212
9	-0.4455	-0.0212	-0.0024	0.0426	-0.0132	-0.0010	0.0016	-0.0008
10	-13.6542	-0.1847	0.0537	-0.0012	-0.0005	-0.0001	-0.0000	0.0000
11	-4.1631	-0.0835	0.0337	-0.0095	0.0013	-0.0000	-0.0000	-0.0000

[0131]

표 6

S	K	A	B	C	D	E	F	G
2	-0.3575	-0.0089	0.0252	-0.1513	0.1733	-0.2349	-	-
3	0.0000	-0.0579	-0.0740	-0.1096	0.1779	-0.1913	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	6.1052	0.0202	0.1044	-0.0910	0.1197	0.0467	-	-
6	0.0000	-0.1353	-0.0184	0.0060	0.0267	0.2732	-	-
7	0.0000	-0.0022	-0.1455	0.0667	0.0280	0.0510	-	-
8	-18.0311	-0.0190	0.0226	-0.0672	0.0383	-0.0025	0.0231	-0.0200
9	-1.1997	-0.0007	0.0017	0.0412	-0.0141	-0.0015	0.0014	-0.0009
10	-11.4023	-0.1817	0.0539	-0.0016	-0.0005	-0.0001	-0.0000	0.0000
11	-4.5450	-0.0853	0.0341	-0.0095	0.0013	-0.0000	-0.0000	-0.0000

[0132]

표 7

S	K	A	B	C	D	E	F	G
2	-0.2562	-0.0018	0.0138	-0.1418	0.2358	-0.2737	-	-
3	0.0000	-0.0680	-0.0562	-0.1126	0.1490	-0.1375	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	11.0564	0.0419	0.1154	-0.0672	0.1424	0.0297	-	-
6	0.0000	-0.1252	-0.0158	0.0203	0.0361	0.2498	-	-
7	0.0000	0.0086	-0.1283	0.0612	0.0159	0.0467	-	-
8	-6.0153	0.0109	0.0187	-0.0793	0.0431	0.0067	0.0215	-0.0349
9	-3.2271	0.0118	-0.0016	0.0396	-0.0173	-0.0032	0.0014	-0.0001
10	-42.3752	-0.2132	0.0552	-0.0029	-0.0001	0.0003	0.0001	-0.0000
11	-7.1770	-0.0829	0.0291	-0.0087	0.0013	-0.0000	-0.0000	-0.0000

[0133]

[0134] 도5는 본 발명의 제1실시 예(도1)에 따른 렌즈 광학계, 즉, 표2의 수치를 갖는 렌즈 광학계의 종방향 구면수차(longitudinal spherical aberration), 상면만곡(astigmatic field curvature) 및 왜곡(distortion)을 보여주는 수차도이다.

[0135] 도5의 (a)는 다양한 파장의 광에 대한 렌즈 광학계의 구면수차를 나타낸 것이고, (b)는 렌즈 광학계의 상면만곡, 즉 자오상면만곡(tangential field curvature, T)과 구결상면만곡(sagittal field curvature, S)을 나타낸 것이다. (a) 데이터를 얻기 위해 사용한 광의 파장은 656.0000nm, 587.6000nm, 546.1000nm, 486.1000nm, 435.8000nm 이었다. (b) 및 (c) 데이터를 얻기 위해 사용한 파장은 546.1000nm 이었다. 이는 도 6 및 도7에서도 마찬가지이다.

[0136] 도6의 (a), (b) 및 (c)는 각각 본 발명의 제2실시 예(도2)에 따른 렌즈 광학계, 즉, 표3의 수치를 갖는 렌즈 광학계의 종방향 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보여주는 수차도이다.

[0137] 도7의 (a), (b) 및 (c)는 각각 본 발명의 제3실시 예(도3)에 따른 렌즈 광학계, 즉, 표4의 수치를 갖는 렌즈 광학계의 종방향 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보여주는 수차도이다.

[0138] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시 예들에 따른 렌즈 광학계는 피사체(OBJ)에서 이미지 센서(IMG) 방향으로 순차적으로 배열된 정(+), 부(-), 정(+), 부(-), 부(-)의 굴절력을 갖는 제1 내지 제5 렌즈(I~V)를 포함하고, 상기한 조건식 1 내지 7 중 적어도 어느 하나를 만족할 수 있다. 이러한 렌즈 광학계는 비교적 넓은 화각 및 비교적

짧은 전장을 가질 수 있고, 각종 수차를 용이하게 보정할 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시 예에 따르면, 소형 이면서도 비교적 넓은 화각을 갖고 고성능 및 고해상도를 얻을 수 있는 렌즈 광학계를 구현할 수 있다.

[0139] 특히, 본 발명의 실시 예에 따른 렌즈 광학계에서 제5렌즈(V)의 입사면(10*)과 출사면(11*) 중 적어도 하나가 중앙부에서 가장자리로 가면서 적어도 하나의 변곡점을 갖는 비구면인 경우, 특히, 입사면(10*)이 중앙부에서 가장자리로 가면서 두 개 이상의 변곡점을 갖는 비구면인 경우, 제5렌즈(V)로 각종 수차를 용이하게 보정할 수 있고, 주광선(Chief ray)의 출사각을 작게 하여 비네팅(vignetting)도 방지할 수 있다.

[0140] 또한, 제1렌즈(I) 내지 제5렌즈(V)를 플라스틱으로 제조하고 각 렌즈(I~V)의 양면(입사면과 출사면)을 비구면으로 구성함으로써, 글라스 렌즈를 사용하는 경우보다 저비용으로 콤팩트하면서 성능이 우수한 렌즈 광학계를 구현할 수 있다.

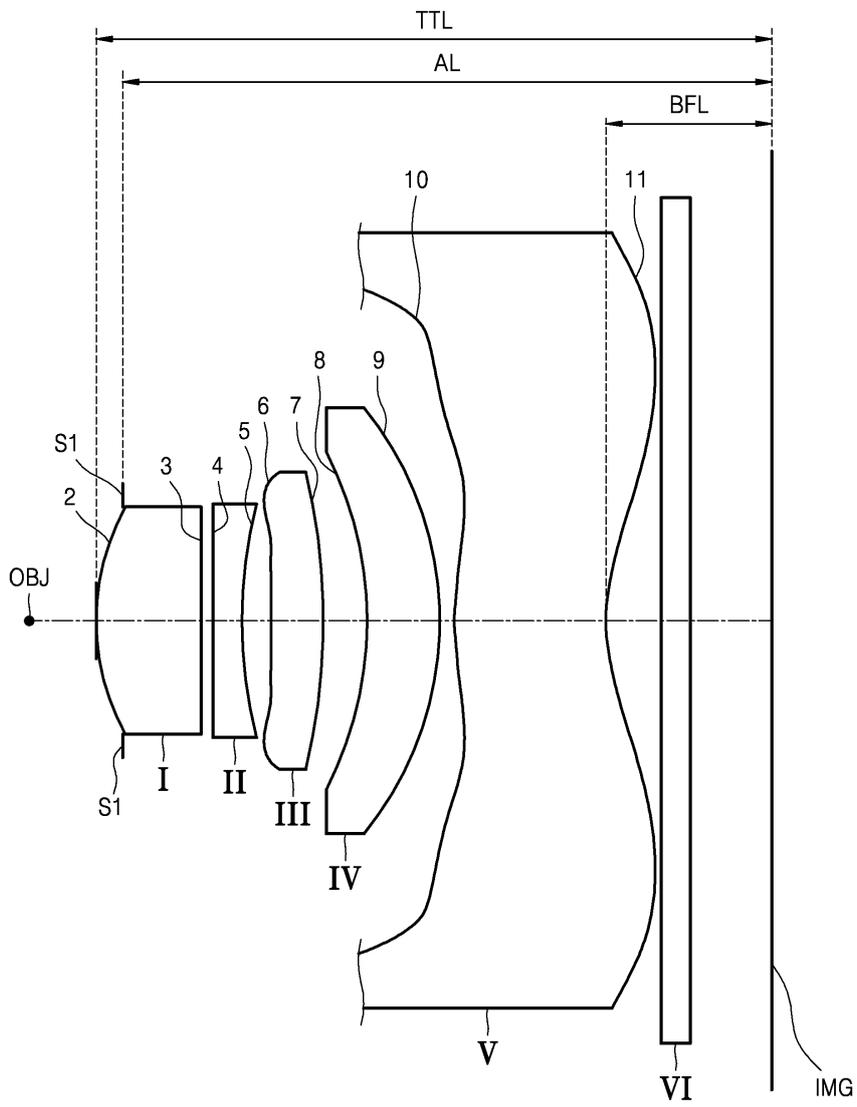
[0141] 상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시 예의 예시로서 해석되어야 한다. 예를 들어, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 적외선 차단 수단(VI)으로서 필터를 대신하여 차단막을 사용할 수 있음을 알 수 있을 것이다. 그 밖에도 다양한 변형예가 가능함을 알 수 있을 것이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

부호의 설명

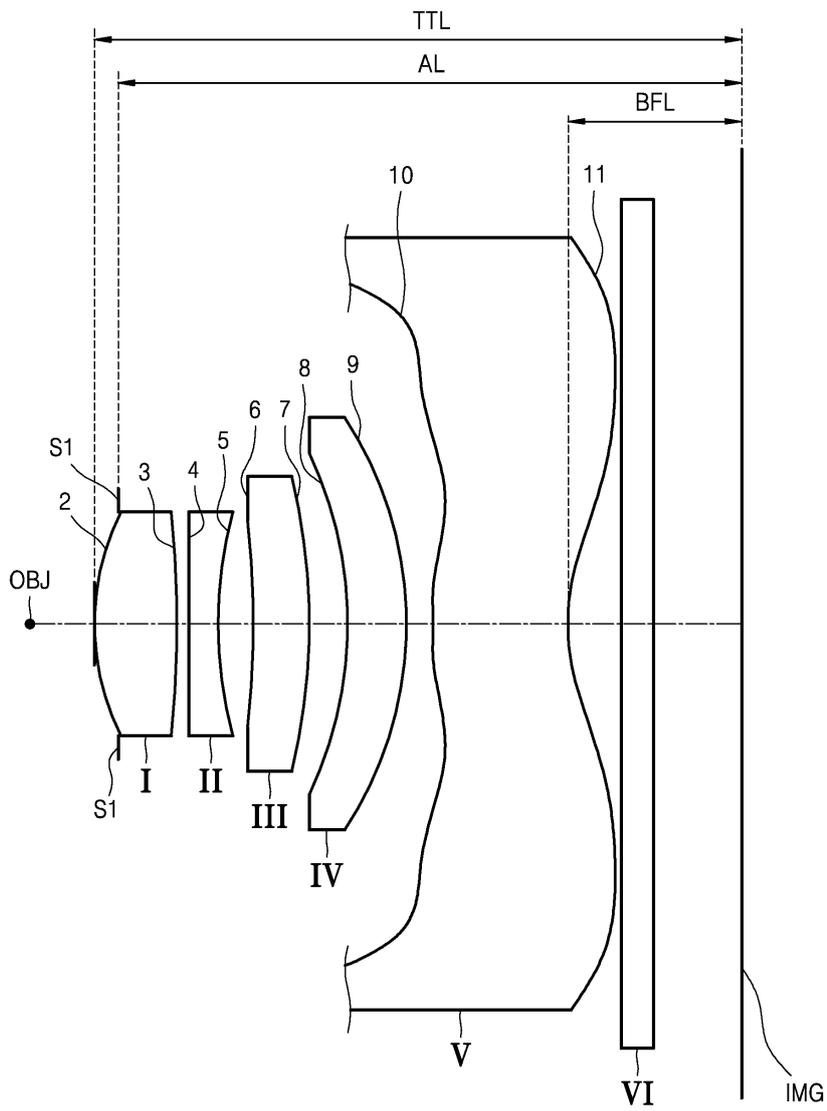
- [0142] I : 제1 렌즈
 II : 제2 렌즈
 III: 제3 렌즈
 IV: 제4 렌즈
 V: 제5 렌즈
 VI : 적외선 차단 수단
 OBJ : 피사체
 S1 : 조리개
 IMG : 이미지센서

도면

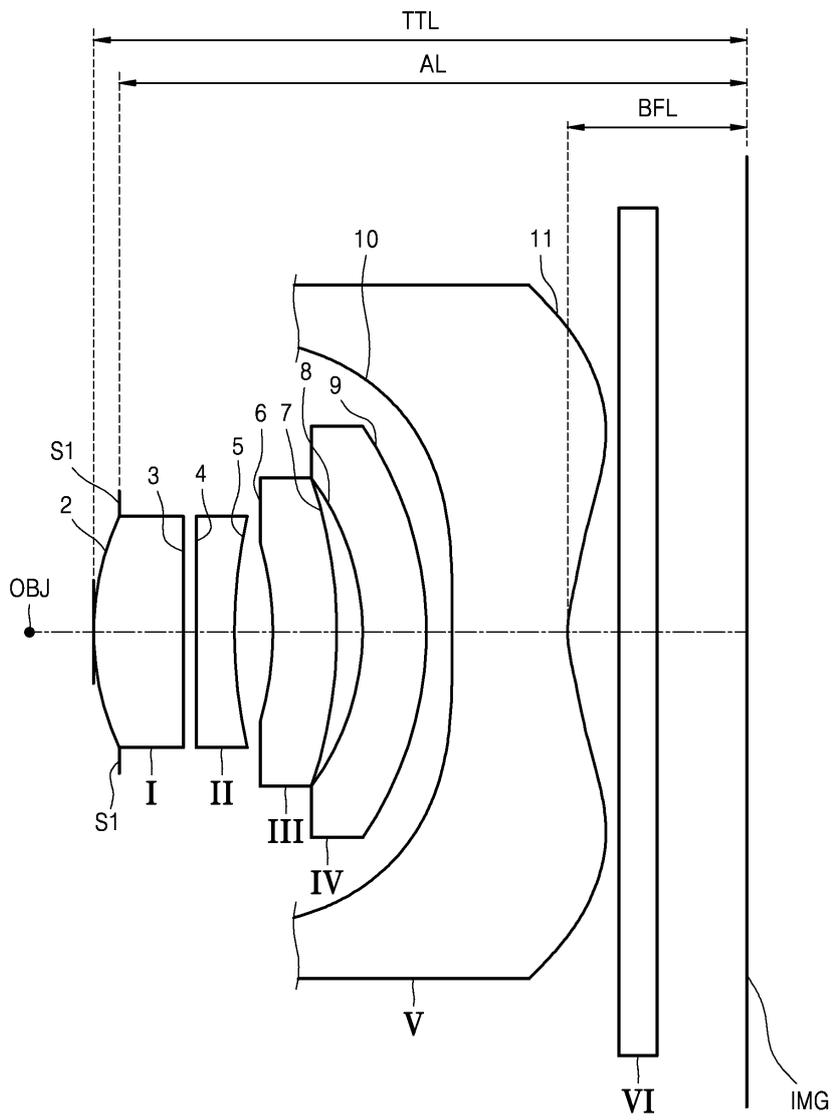
도면1



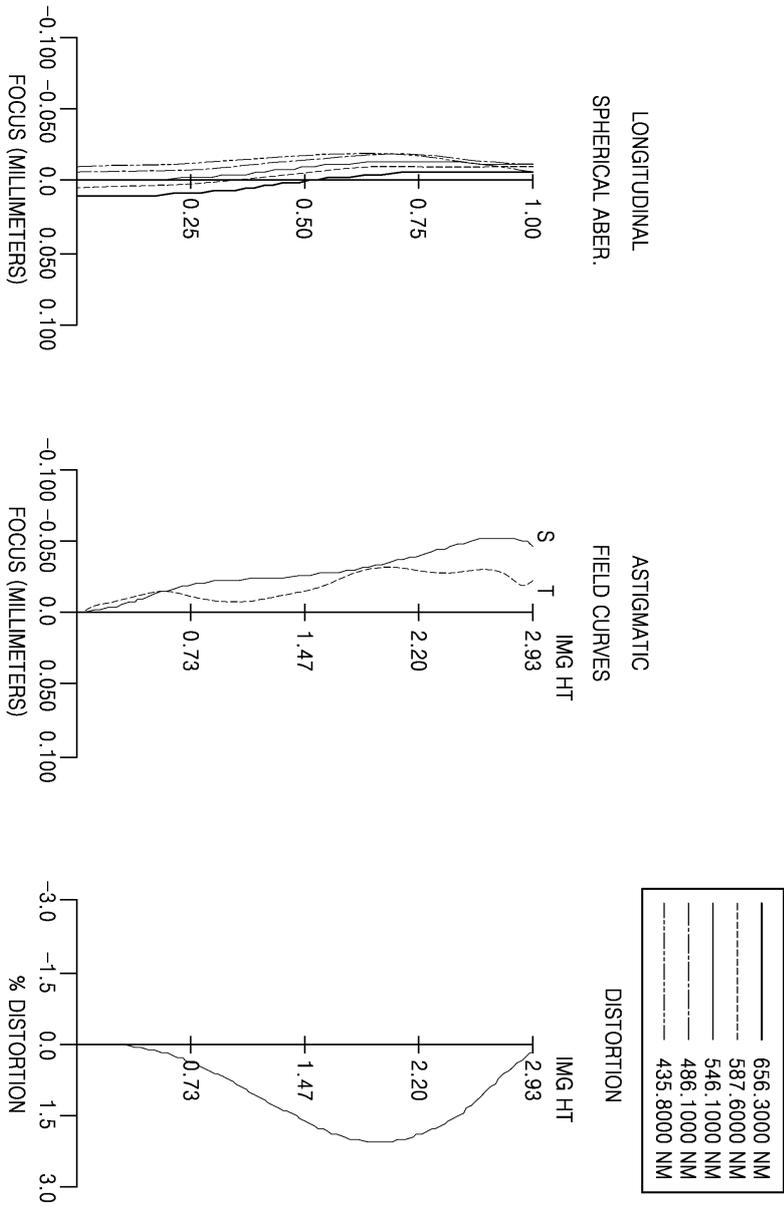
도면2



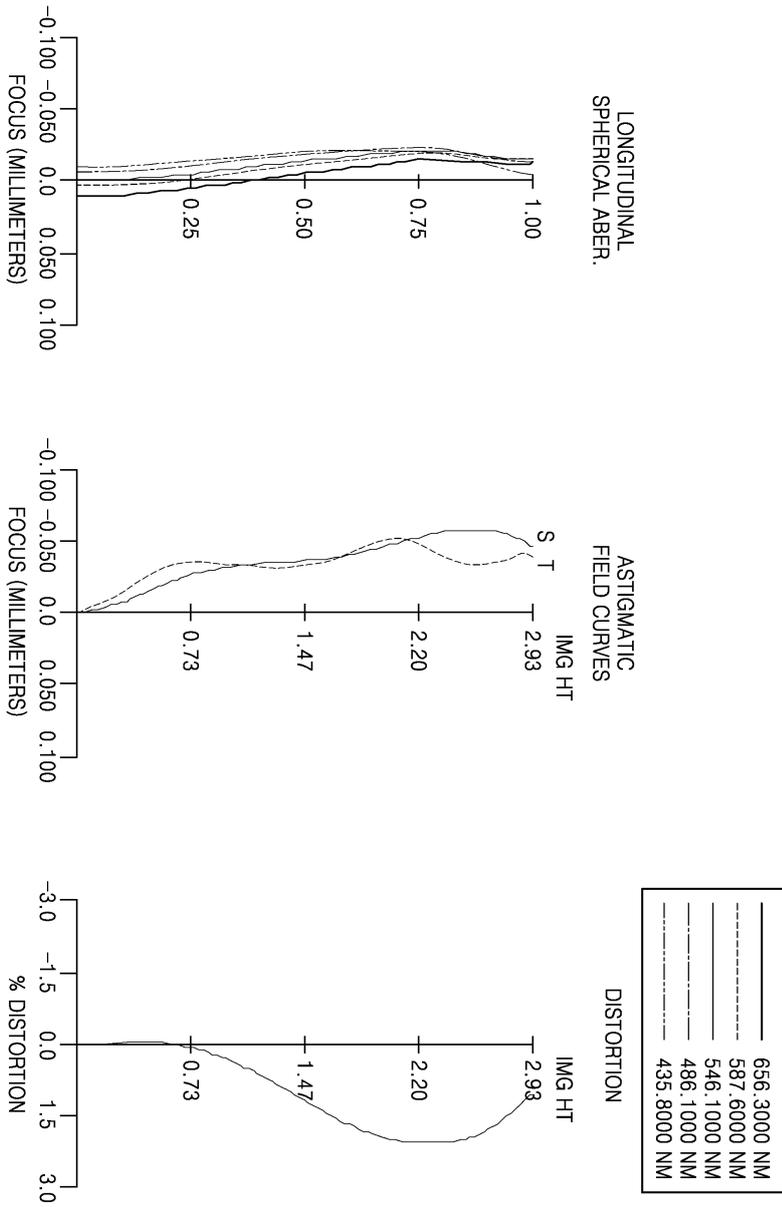
도면3



도면4



도면5



도면6

