



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월07일
(11) 등록번호 10-2599615
(24) 등록일자 2023년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 9/64 (2006.01) G02B 5/20 (2022.01)
G03B 17/02 (2021.01) H04N 23/00 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G02B 9/64 (2013.01)
G02B 5/20 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2015-0145894
(22) 출원일자 2015년10월20일
심사청구일자 2020년10월19일
(65) 공개번호 10-2017-0045864
(43) 공개일자 2017년04월28일
(56) 선행기술조사문헌
JP05249373 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지이노텍 주식회사
서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30(마곡동)
(72) 발명자
장대식
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
장성하
서울특별시 중구 한강대로 416 (남대문로5가, 서울스퀘어)
(74) 대리인
박병석

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 김희진

(54) 발명의 명칭 **활상 렌즈, 이를 포함하는 카메라 모듈 및 디지털 기기**

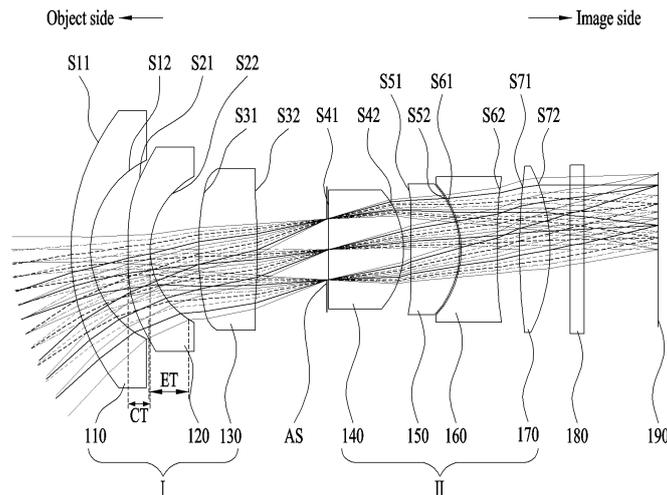
(57) 요약

실시예는 대상측으로부터 결상측으로 순서대로 배치되는 제1 렌즈 내지 제3 렌즈를 포함하는 제1 렌즈군과, 제4 렌즈 내지 제7 렌즈를 포함하는 제2 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈 및 상기 제6 렌즈는 음의 굴절력을 가지고, 상기 제3 렌즈 내지 상기 제5 렌즈 및 제7 렌즈는 양의 굴절력을 가지며, 수학적 1을 만족하는 활상 렌즈를 제공한다.

<수학적 1>

$0.45 < L2CT/L2ET < 0.7$, 여기서 L2CT는 제2 렌즈의 중심두께이고, L2ET는 제2 렌즈의 가장자리의 유효경에서의 두께이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G03B 17/02 (2021.01)

H04N 23/55 (2023.01)

명세서

청구범위

청구항 1

대상측으로부터 결상측으로 순서대로 배치되는 제1 렌즈 내지 제3 렌즈를 포함하는 제1 렌즈군과, 제4 렌즈 내지 제7 렌즈를 포함하는 제2 렌즈군; 및

광축을 기준으로 상기 제3 렌즈의 결상면과 상기 제4 렌즈의 대상면 사이에 배치되는 조리개를 포함하고,

상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈 및 상기 제6 렌즈는 음의 굴절력을 가지고, 상기 제3 렌즈 내지 상기 제5 렌즈 및 제7 렌즈는 양의 굴절력을 가지며,

상기 조리개는 제3 렌즈의 결상면보다 상기 제4 렌즈의 대상면에 더 가까이 배치되고,

상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈는 대상측으로 볼록한 메니스커스의 형상이고,

상기 제3 렌즈의 대상면(S31)이 볼록하고 결상면(S32)은 볼록하고,

상기 제4 렌즈의 결상면(S42)은 볼록하고,

상기 제5 렌즈의 대상면(S51)이 오목하고 결상면(S52)이 볼록하고,

상기 제6 렌즈의 양면(S61, S62)은 모두 오목하고,

상기 제7 렌즈의 양면(S71, S72)은 모두 볼록하고,

상기 조리개에 더 가까운 제4 렌즈가 가장 두꺼운 활상 렌즈.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 렌즈군과 상기 제2 렌즈군에는 각각 비구면 렌즈가 적어도 하나가 포함되는 활상 렌즈.

청구항 4

제1 항에 있어서,

수학식 1을 만족하는 활상 렌즈.

<수학식 1>

$0.45 < L2CT / L2ET < 0.7$, 여기서 L2CT는 제2 렌즈의 중심두께이고, L2ET는 제2 렌즈의 가장자리의 유효경에서의 두께이다.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 제5 렌즈와 상기 제6 렌즈는 서로 접합되는 활상 렌즈.

청구항 6

제1 항에 있어서,

수학식 2를 만족하는 활상 렌즈.

<수학식 2>

$0.5 < | F0 / FI | < 1.5$, 여기서, F0는 제1 렌즈군의 초점거리이고, FI은 제2 렌즈군의 초점거리이다.

청구항 7

제1 항에 있어서,
수학식 3을 만족하는 촬상 렌즈.

<수학식 3>

$1 < | F0 / EFL | < 3$, 여기서, F0는 제1 렌즈군의 초점거리이고, EFL은 광학계 전체 초점거리이다.

청구항 8

제1 항에 있어서,
수학식 4를 만족하는 촬상 렌즈.

<수학식 4>

$0.09 < | F1F2 / F3 | < 0.3$, 여기서, F1F2는 제1 렌즈와 제2 렌즈 간의 합산초점거리이고, F3은 제3 렌즈의 초점거리이다.

청구항 9

제1 항에 있어서,
상기 제1 렌즈, 제4 렌즈 및 제7 렌즈는 유리로 이루어진 촬상 렌즈.

청구항 10

제1 항에 있어서,
상기 제7 렌즈와 커버 유리 사이에 필터가 배치된 촬상 렌즈.

청구항 11

제1 항, 제3 항 내지 제10 항 중 어느 한 항의 촬상 렌즈;
상기 촬상 렌즈를 통과한 빛을 파장에 따라 선택적으로 투과하는 필터; 및
상기 필터를 투과한 빛을 수용하는 수광소자를 포함하는 카메라 모듈.

청구항 12

제11 항의 카메라 모듈을 포함하는 디지털 기기.

발명의 설명

기술 분야

실시예는 촬상 렌즈에 관한 것이다.

배경 기술

[0001]

[0002]

[0003]

[0004]

종래의 필름 카메라는 CCD와 CMOS 등의 소형 고체 촬상 소자를 사용하는 휴대 단말기용 카메라 모듈, 디지털 스틸 카메라(DSC; Digital Still Camera), 캠코더, PC 카메라(퍼스널 컴퓨터에 부착된 촬상장치) 등으로 대체되고 있으며, 이러한 촬상 장치는 소형화, 박형화가 이루어지고 있다.

이러한 추세에 있어서, 소형화 촬상 장치에 탑재되는 CCD(Charge Coupled Device)와 같은 수광소자의 소형화가 진행되고 있으나, 촬상 장치에서 가장 부피를 차지하는 부분은 촬상 렌즈 부분이다.

따라서, 상기 촬상 장치에서 소형화, 박형화에 가장 이슈가 되는 구성요소는 대상물의 상을 결상하는 촬상 렌즈이다.

[0005] 여기서, 문제는 단순히 작은 촬상 렌즈를 구현하는 것뿐만이 아니라, 상기 수광소자의 고성능화에 대응하여 촬상 렌즈 또한 고성능인 것이 요구되고 있다. 그러나, 소형화된 촬상 렌즈는 필연적으로 수광소자와의 거리가 가까워지고, 이는 촬상 장치의 결상면에 대해 빛의 입사각도가 비스듬하게 입사되는 문제가 발생하여 촬상 렌즈의 집광성능이 충분히 발휘되지 않으며, 화상의 밝기가 화상 중앙부에서 주변부로 갈수록 극단적으로 변화할 수 있는 문제점을 수반하게 된다.

[0006] 이러한 문제점을 감안하여 렌즈의 수를 증가시킬 필요가 있는데, 촬상 장치의 부피가 대형화될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 실시예는 고성능이면서도 초박형의 사이즈를 가지는 촬상 렌즈를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 실시예는 대상측으로부터 결상측으로 순서대로 배치되는 제1 렌즈 내지 제3 렌즈를 포함하는 제1 렌즈군과, 제4 렌즈 내지 제7 렌즈를 포함하는 제2 렌즈군을 포함하고, 상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈 및 상기 제6 렌즈는 음의 굴절력을 가지고, 상기 제3 렌즈 내지 상기 제5 렌즈 및 제7 렌즈는 양의 굴절력을 가지며, 수학식 1을 만족하는 촬상 렌즈를 제공한다.

[0009] <수학식 1>

[0010] $0.45 < L2CT/L2ET < 0.7$, 여기서 L2CT는 제2 렌즈의 중심두께이고, L2ET는 제2 렌즈의 가장자리의 유효경에서의 두께이다.

[0011] 실시예에서, 상기 제1 렌즈와 상기 제2 렌즈는 대상측으로 볼록한 메니스커스의 형상일 수 있다.

[0012] 또한, 상기 제1 렌즈군과 상기 제2 렌즈군에는 각각 비구면 렌즈가 적어도 하나가 포함될 수 있다.

[0013] 그리고, 상기 제1 렌즈군과 상기 제2 렌즈군 사이에 배치되는 조리개를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제5 렌즈와 상기 제6 렌즈는 서로 접합될 수 있다.

[0015] 한편, 수학식 2를 만족할 수 있다.

[0016] <수학식 2>

[0017] $0.5 < [F0 / FI] < 1.5$, 여기서, F0는 제1 렌즈군의 초점거리이고, FI은 제2 렌즈군의 초점거리이다.

[0018] 그리고, 수학식 3을 만족할 수 있다.

[0019] <수학식 3>

[0020] $1 < [F0 / EFL] < 3$, 여기서, F0는 제1 렌즈군의 초점거리이고, EFL은 광학계 전체 초점거리이다.

[0021] 아울러, 수학식 4를 만족할 수 있다.

[0022] <수학식 4>

[0023] $0.09 < [F1F2 / F3] < 0.3$, 여기서, F1F2는 제1 렌즈와 제2 렌즈 간의 합산초점거리이고, F3은 제3 렌즈의 초점거리이다.

[0024] 다른 실시예는 상술한 촬상 렌즈; 상기 촬상 렌즈를 통과한 빛을 파장에 따라 선택적으로 투과하는 필터; 및 상기 필터를 투과한 빛을 수용하는 수광소자를 포함하는 카메라 모듈을 제공한다.

[0025] 또 다른 실시예는 상술한 카메라 모듈을 포함하는 디지털 기기를 제공한다.

발명의 효과

[0026] 실시예에 따른 촬상 렌즈는, 7개의 렌즈를 포함하면서도 초박형으로 구비되어 움직이는 물체를 이미지의 왜곡 없이 촬영할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 촬상 렌즈의 제1 실시예를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 촬상 렌즈의 제2 실시예를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 촬상 렌즈의 제1 실시예의 수차도를 도시한 그래프로서, 좌측에서부터 순서대로 종구면수차(longitudinal spherical aberration), 비점수차(astigmatic field curves), 왜곡수차(distortion)를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 촬상 렌즈의 제2 실시예의 수차도를 도시한 그래프로서, 좌측에서부터 순서대로 종구면수차, 비점수차, 왜곡수차를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하 상기의 목적을 구체적으로 실현할 수 있는 본 발명의 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 설명한다.
- [0029] 본 발명에 따른 실시예의 설명에 있어서, '대상면'이라 함은 광축을 기준으로 하여 대상측(object side)을 향하는 렌즈의 면을 의미하며, '결상면'이라 함은 광축을 기준으로 하여 결상측(image side)을 향하는 렌즈의 면을 의미한다.
- [0030] 또한, 본 발명에서 렌즈의 "+ 파워"는 평행광을 수렴시키는 수렴 렌즈를 나타내며, 렌즈의 "- 파워"는 평행광을 발산시키는 발산 렌즈를 나타낸다.
- [0031] 도 1은 촬상 렌즈의 제1 실시예를 나타낸 도면이고, 도 2는 촬상 렌즈의 제2 실시예를 나타낸 도면이다.
- [0032] 도 1과 도 2를 참조하면, 촬상 렌즈의 제1 실시예와 제2 실시예는 대상측에서부터 결상측으로 순서대로 배치되는 제1 렌즈(110), 제2 렌즈(120), 제3 렌즈(130)를 포함하는 제1 렌즈군(I)과, 제4 렌즈(140), 제5 렌즈(150), 제6 렌즈(160) 및 제7 렌즈(170)를 포함하는 제2 렌즈군(II)을 포함한다.
- [0033] 제1 렌즈(110)의 전면에는 셔터(Shutter)가 포함될 수 있으며, 제1 렌즈군(I)과 제2 렌즈군(II) 사이에 조리개(AS)가 배치될 수 있는데, 조리개(AS)는 가변 조리개일 수 있다. 그리고, 필터(180)와 수광소자(190)가 순서대로 포함되어 카메라 모듈 내의 촬상 렌즈를 이룰 수 있으며, 필터(180)와 수광소자(190)의 사이에는 커버 유리(cover glass)가 포함될 수 있다.
- [0034] 그리고, 수광소자(190)는 이미지 센서일 수 있다. 상술한 실시예와 후술하는 실시예들은 화소 및/또는 화소수가 높은 카메라 모듈에 적용될 수 있는 촬상 렌즈를 제공할 수 있으며, 상술한 카메라 모듈은 화소 및/또는 화소수가 높은 이미지센서 또는 수광소자를 포함할 수 있다.
- [0035] 도 1과 도 2에서, 'S11'은 제1 렌즈(110)의 대상면, 'S12'는 제1 렌즈(110)의 결상면이고, 'S21'은 제2 렌즈(120)의 대상면, 'S22'는 제2 렌즈(120)의 결상면이고, 'S31'은 제3 렌즈(130)의 대상면, 'S32'는 제3 렌즈(130)의 결상면이고, 'S41'은 제4 렌즈(140)의 대상면, 'S42'는 제4 렌즈(140)의 결상면이고, 'S51'은 제5 렌즈(150)의 대상면, 'S52'는 제5 렌즈(150)의 결상면이고, 'S61'은 제6 렌즈(160)의 대상면, 'S62'는 제6 렌즈(160)의 결상면, 'S71'은 제7 렌즈(170)의 대상면, 'S72'는 제7 렌즈(170)의 결상면이다.
- [0036] 필터(180)는 적외선 필터(Infrared Ray Filter) 등의 평판 형상의 광학 부재가 배치되며, 커버 유리는 광학 부재, 예를 들어 촬상면 보호용 커버유리일 수 있고, 수광소자(190)는 인쇄회로기판(미도시) 상에 적층되는 이미지 센서(image sensor)일 수 있다.
- [0037] 본 실시예에서 제1 렌즈군(I)의 제1 렌즈(110)와 제2 렌즈(120)는 대상측으로 볼록한 메니스커스(meniscus)의 형상일 수 있는데, 제1 렌즈(110)와 제2 렌즈(120)는 대상면(S11, S21)이 볼록하며 음의 굴절력을 가질 수 있다. 그리고, 제3 렌즈(130)는 대상면(S31)과 결상면(S32)이 모두 볼록하거나, 대상면(S31)이 볼록하며 결상면(S32)은 플랫하거나 오목할 수 있으며, 양의 굴절력을 가질 수 있다.
- [0038] 또한, 제2 렌즈군(II)에서 제4 렌즈(140)는 대상면(S41)과 결상면(S42)이 모두 볼록하거나, 대상면(S41)이 플랫하거나 오목하고 결상면(S42)이 볼록하며, 양의 굴절력을 가질 수 있다. 그리고, 제5 렌즈(150)는 대상면(S51)과 결상면(S52)이 모두 볼록하거나, 대상면(S51)이 플랫하거나 오목하고 결상면(S52)이 볼록하며, 양의 굴절력을 가질 수 있다. 또한, 제6 렌즈(160)는 대상면(S61)과 결상면(S62)이 모두 오목하거나, 대상면(S61)이 오목하고 결상면(S62)이 플랫하거나 볼록하며, 음의 굴절력을 가질 수 있다.
- [0039] 여기서, 제5 렌즈(150)와 제6 렌즈(160)는 제5 렌즈의 결상면(S52)과 제6 렌즈의 대상면(S61)이 서로 접합되어 접합 렌즈로 구현될 수 있으며, 저분산(Low Dispersion) 성능을 높일 수 있어 수차를 최소화할 수 있는 이점이

있다.

- [0040] 아울러, 제7 렌즈(170)는 대상면(S71)과 결상면(S72)이 모두 블록하거나, 결상면(S72)이 블록하고 대상면(S71)은 플랫하거나 오목할 수 있으며, 양의 굴절력을 가질 수 있다. 여기서, 제2 실시예의 경우, 제7 렌즈(170)는 제6 렌즈(160)와 0.1mm의 간격을 두고 배치될 수 있다.
- [0041] 상술한 제1 렌즈 내지 제7 렌즈(110~170)의 대상면들과 결상면들 중 일부는 비구면일 수 있는데, 비구면이 렌즈들의 적어도 일면에 형성되면, 각종 수차, 예를 들면 구면 수차, 코마 수차 및 왜곡 수차 등의 보정에 우수할 수 있다.
- [0042] 또한, 제1 렌즈(110) 내지 제7 렌즈(170) 중 적어도 하나는 유리 렌즈로 구비될 수 있으며, 실시예에서 제1 렌즈(110), 제4 렌즈(140) 및 제7 렌즈(170)가 유리로 이루어질 수 있다. 유리 렌즈는 전이점이 비교적 높기 때문에 온도 변화에 따른 경시 변화에도 굴절률의 변형 및 초점거리의 변형을 최소화할 수 있다.
- [0043] 그리고, 실시예에 따른 렌즈는 반사 방지 또는 표면 경도 향상을 위하여 렌즈의 표면이 코팅처리 될 수 있다.
- [0044] 한편, 제1 실시예와 제2 실시예는 아래와 같은 수학적 1을 만족할 수 있다.
- [0045] <수학적 1>
- [0046] $0.45 < L2CT/L2ET < 0.7$
- [0047] 여기서, L2CT는 제2 렌즈의 중심두께를 나타내고, L2ET는 제2 렌즈의 가장자리의 유효경에서의 두께를 나타낸다.
- [0048] 수학적 1은 왜곡보정에 영향을 주는 제2 렌즈의 광축 상의 두께와 주변부 유효경에서의 두께의 비에 관한 것이다. 그리고, 도 1에 도시된 바와 같이, 제2 렌즈 가장자리의 유효경에서의 두께(ET: Edge Thickness)는 제2 렌즈(120)의 대상면(S21)의 유효경에서 연장된 수직선과 제2 렌즈(120)의 결상면(S22)의 유효경에서 내린 수직선 사이의 거리로 측정될 수 있다.
- [0049] L2CT/L2ET의 값이 0.45 보다 작게 되면, 광축 상의 렌즈 두께와 주변부 유효경에서의 두께 차이가 크게 되어 광학계 전체 왜곡보정이 어렵게 된다. 이로 인해서 왜곡수차가 증가하게 된다.
- [0050] 그리고, L2CT/L2ET의 값이 0.7 보다 크게 되면, 광축 상의 두께와 주변부 유효경에서의 두께 차이가 줄어들게 되나 제작성에서 불리하게 된다.
- [0051] 제1 실시예와 제2 실시예는 아래와 같은 수학적 2를 만족할 수 있다.
- [0052] <수학적 2>
- [0053] $0.5 < [FO / FI] < 1.5$
- [0054] 여기서, FO는 제1 렌즈군의 초점거리를 나타내고, FI는 제2 렌즈군의 초점거리를 나타낸다.
- [0055] 수학적 2는 대상측(object side) 렌즈군과 결상측(image side) 렌즈군의 초점거리의 비에 관한 조건으로 대상측 렌즈군의 굴절력을 비교적 약하게 설정하게 하여 광각의 화각을 얻게 하기 위한 것이다.
- [0056] [FO / FI]의 값이 0.5 보다 작으면, 후초점거리가 증가하여 광각구현이 어렵고 구면수차가 커지게 된다.
- [0057] 그리고, [FO / FI]의 값이 1.5 보다 커지면, 대상측 렌즈군의 굴절력이 약하게 되어 광각의 화각을 구현하기는 유리하나 렌즈의 구경이 커지게 되어 광학계가 무거워지게 된다.
- [0058] 제1 실시예와 제2 실시예는 아래와 같은 수학적 3을 만족할 수 있다.
- [0059] <수학적 3>
- [0060] $1 < [FO / EFL] < 3$
- [0061] 여기서, FO는 제1 렌즈군의 초점거리를 나타내고, EFL은 광학계 전체 초점거리를 나타낸다.
- [0062] 수학적 3은 광학계 전체초점거리와 대상측 초점거리의 비에 관한 것으로, [FO / EFL]의 값이 1 보다 작으면, 광학계의 크기를 작게 구현할 수는 있으나 유효경이 작아지게 되므로 수차보정이 어려워지게 된다.
- [0063] 그리고, [FO / EFL]의 값이 3 보다 커지면, 대상측 음의 굴절력이 작아지게 되어 광각을 구현하기는 용이하게

되나 왜곡이 증가하게 되는 단점이 있다.

[0064] 한편, 제1 실시예와 제2 실시예는 아래와 같은 수학적 4를 만족할 수 있다.

[0065] <수학적 4>

[0066] $0.09 < [F1F2 / F3] < 0.3$

[0067] 여기서, F1F2는 제1 렌즈와 제2 렌즈 간의 합산초점거리를 나타내고, F3은 제3 렌즈의 초점거리를 나타낸다.

[0068] 수학적 4는 대상측 렌즈군의 제1 렌즈와 제2 렌즈 간의 합산초점거리를 제3 렌즈의 초점거리로 나눈 비에 관한 것으로, [F1F2 / F3]의 값이 0.09보다 작으면, 대상측 렌즈군의 초점거리가 길어져 화각을 크게 구현하기가 어려워진다. 그리고, [F1F2 / F3]의 값이 0.3 보다 크면, 대상측 렌즈군의 굴절력이 작아져 대상측으로 첫 번째 위치한 제1 렌즈의 구경이 커지게 된다.

[0069] 표 1은 촬상 렌즈의 제1 실시예의 각 렌즈들의 곡률반경, 두께 또는 거리, 굴절률 및 아베수를 나타낸다. 곡률반경이 큰 경우는 대상측의 표면이 오목하거나 볼록한 경우, 즉 곡률반경이 - 또는 +를 가지는 것을 고려하지 않은 곡률반경의 절대값의 크기를 고려한 것이다.

표 1

[0070]

	곡률반경	두께 또는 거리(mm)	굴절률	아베수
Object	Infinity	Infinity		
제1 렌즈의 대상면(S11)	11.11	1.00	1.7725	49.6
제1 렌즈의 결상면(S12)	5.00	1.95		
제2 렌즈의 대상면(S21)	31.12	1.10	1.531	55.8
제2 렌즈의 결상면(S22)	3.99	2.49		
제3 렌즈의 대상면(S31)	16.23	3.00	1.632	23.4
제3 렌즈의 결상면(S32)	-25.67	3.56		
조리개(AS)	Infinity	0.10		
제4 렌즈의 대상면(S41)	66.32	3.79	1.589	61.2
제4 렌즈의 결상면(S42)	-4.90	0.38		
제5 렌즈의 대상면(S51)	-337.20	2.50	1.531	55.8
제5 렌즈의 결상면(S52)	-4.90	0.07		
제6 렌즈의 대상면(S61)	-4.90	1.84	1.632	23.4
제6 렌즈의 결상면(S62)	107.19	1.10		
제7 렌즈의 대상면(S71)	30.50	1.62	1.493	69.8
제7 렌즈의 결상면(S72)	-9.18	1.00		
필터	Infinity	0.70	1.523	55.0
커버 유리	Infinity	3.79		

[0071] 표 1에서 물체(Object)와 제1 렌즈 내지 제3 렌즈(110~130)와 조리개와 제4 렌즈 내지 제7 렌즈(140~170)와 필터(180) 및 커버 유리(190)의 대상면 및 결상면의 곡률이 차례로 기재되고 있으며, 곡률이 양(+)인 경우 물체측으로 휘어진 경우이고 음(-)인 경우 수광소자 측으로 휘어진 경우이다. 곡률이 무한(Infinity)인 경우 플랫(flat)한 경우이고, 각각의 대상면에 대응하여 두께가 기재되고, 결상면에 대응하여 인접한 렌즈 등과의 거리가 기재되고 있다.

[0072] 도시되지는 않았으나, 각각의 렌즈는 표면에 반사 방지 또는 표면 경도 향상을 위해 코팅처리될 수 있다.

[0073] 표 2는 제1 실시예에서 각 렌즈면의 코닉상수(k) 및 비구면계수(A 내지 F)를 나타낸다.

표 2

[0074]

	k	A	B	C	D	E	F
S21	0.00	2.26E-03	-3.65E-05	1.11E-07	1.79E-08	-4.81E-10	-5.82E-12
S22	0.00	-1.50E-04	1.17E-05	-3.98E-07	-6.39E-07	8.16E-09	-3.88E-10
S31	0.00	-8.71E-04	6.12E-05	2.02E-06	-1.27E-07	8.74E-09	5.98E-10
S32	0.00	1.25E-06	1.17E-06	4.10E-06	5.25E-08	-8.28E-09	1.16E-09
S41	-2189.13	-1.11E-03	-2.83E-04	2.68E-05	-7.60E-06	0.00E+00	0.00E+00
S42	0.10	-8.11E-05	-4.51E-05	-6.50E-06	-6.53E-08	0.00E+00	0.00E+00

S51	-51230.91	-1.78E-04	-3.72E-05	-6.70E-06	-1.99E-07	2.02E-09	2.74E-10
S62	401.96	1.07E-03	-5.42E-06	-1.09E-06	-4.53E-08	-2.49E-09	2.13E-10

[0075] 도 3은 촬상 렌즈의 제1 실시예의 수차도를 도시한 그래프로서, 좌측에서부터 순서대로 종구면수차(longitudinal spherical aberration), 비점수차(astigmatic field curves), 왜곡수차(distortion)를 나타내는 그래프이다.

[0076] 도 3에서, Y축은 이미지의 크기를 의미하고, X축은 초점거리(mm 단위) 및 왜곡도(% 단위)를 의미하며, 곡선들이 Y축에 접근될수록 수차 보정기능이 향상될 수 있다. 그리고, 도 3의 종구면수차에 관한 그래프는 파장이 656.27nm, 587.56nm, 546.07nm, 486.13nm 및 435.84nm인 광에 대한 종구면수차를 나타내며, 비점수차에 관한 그래프는 파장이 546.07nm인 광에 대한, 구결면(S: Sagittal surface) 및 자오면(T: Tangential surface)에서의 수차를 나타낸다. 또한, 왜곡수차에 관한 그래프는 파장이 546.07nm인 광에 대한 왜곡을 나타낸다.

[0077] 표 3은 촬상 렌즈의 제2 실시예의 곡률반경, 두께 또는 거리, 굴절률 및 아베수를 나타낸다. 곡률반경이 큰 경우는 대상측의 표면이 오목하거나 볼록한 경우, 즉 곡률반경이 - 또는 +를 가지는 것을 고려하지 않은 곡률반경의 절대값의 크기를 고려한 것이다.

표 3

Object	곡률반경 Infinity	두께 또는 거리(mm) Infinity	굴절률	아베수
제1 렌즈의 대상면(S11)	12.00	1.00	1.7725	49.6
제1 렌즈의 결상면(S12)	5.00	1.19		
제2 렌즈의 대상면(S21)	10.00	1.00	1.531	55.8
제2 렌즈의 결상면(S22)	3.47	1.00		
제3 렌즈의 대상면(S31)	4.63	3.04	1.632	23.4
제3 렌즈의 결상면(S32)	4.01	3.05		
조리개(AS)	Infinity	0.10		
제4 렌즈의 대상면(S41)	-85.86	2.50	1.531	55.8
제4 렌즈의 결상면(S42)	-3.21	2.39		
제5 렌즈의 대상면(S51)	-19.53	3.00	1.531	55.8
제5 렌즈의 결상면(S52)	-4.16	0.06		
제6 렌즈의 대상면(S61)	-4.16	0.60	1.632	23.4
제6 렌즈의 결상면(S62)	-110.88	0.08		
제7 렌즈의 대상면(S71)	15.00	2.00	1.531	55.8
제7 렌즈의 결상면(S72)	-6.03	1.30		
필터	Infinity	0.70	1.523	55.0
커버 유리	Infinity	3.98		

[0079] 표 3에서 물체(Object)와 제1 렌즈 내지 제3 렌즈(110~130)와 조리개와 제4 렌즈 내지 제7 렌즈(140~170)와 필터(180) 및 커버 유리(190)의 대상면 및 결상면의 곡률이 차례로 기재되고 있으며, 곡률이 양(+)인 경우 물체 측으로 휘어진 경우이고 음(-)인 경우 수광소자 측으로 휘어진 경우이다. 곡률이 무한(Infinity)인 경우 플랫(flat)한 경우이고, 각각의 대상면에 대응하여 두께가 기재되고, 결상면에 대응하여 인접한 렌즈 등과의 거리가 기재되고 있다.

[0080] 도시되지는 않았으나, 각각의 렌즈는 표면에 반사 방지 또는 표면 경도 향상을 위해 코팅처리될 수 있다.

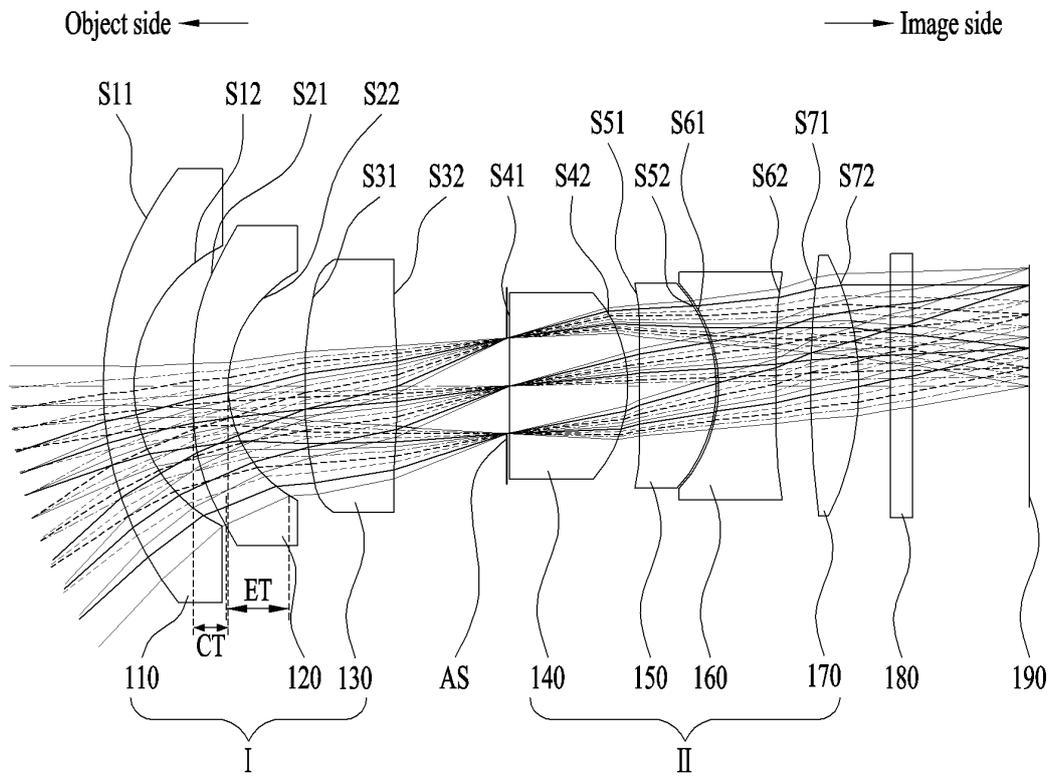
[0081] 표 4는 제2 실시예에서 각 렌즈면의 코닉상수(k) 및 비구면계수(A 내지 D)를 나타낸다.

표 4

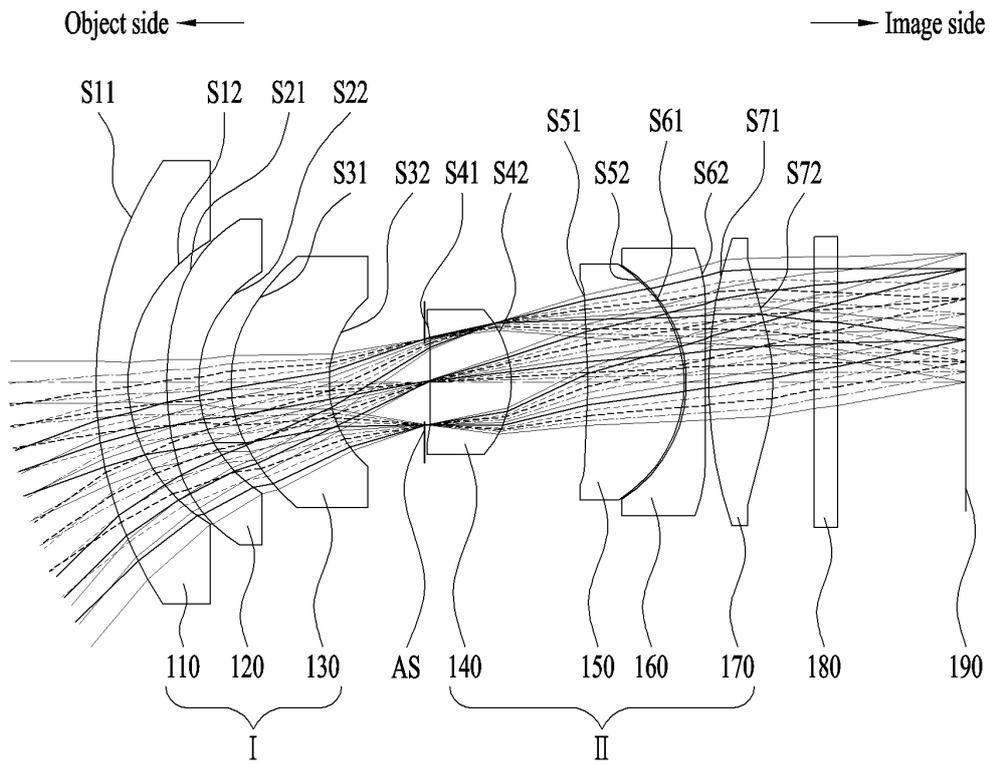
	k	A	B	C	D
S21	2.10	7.15E-04	-5.44E-06	7.76E-07	-1.47E-09
S22	-0.20	-1.44E-03	-2.27E-05	-3.04E-06	-1.72E-07
S31	0.00	2.12E-03	-9.06E-05	1.79E-06	-3.39E-07
S32	0.00	9.75E-03	-4.61E-04	1.33E-04	-2.45E-05
S41	0.00	9.75E-03	-4.61E-04	1.33E-04	-2.45E-05

도면

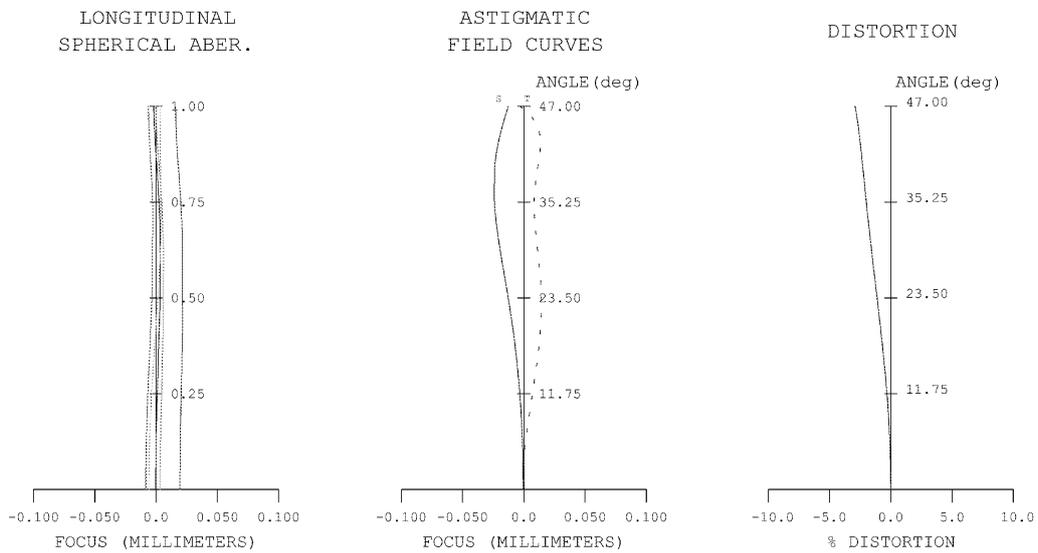
도면1



도면2



도면3



도면4

