



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0077333
(43) 공개일자 2023년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 13/00 (2006.01) G02B 3/00 (2022.01)
G02B 9/64 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G02B 13/0045 (2021.01)
G02B 3/0087 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0164504
(22) 출원일자 2021년11월25일
심사청구일자 2021년11월25일

(71) 출원인
삼성전기주식회사
경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)
(72) 발명자
이다예
경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)
(74) 대리인
특허법인씨엔에스

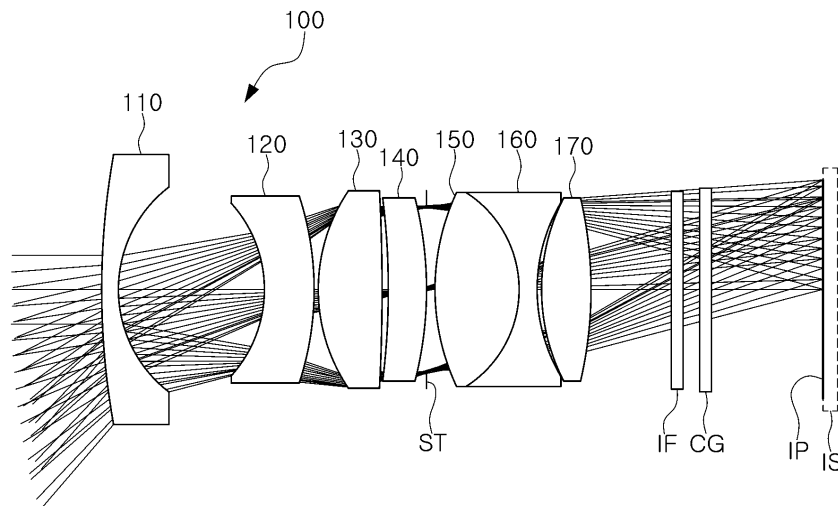
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 **활상 광학계**

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예에 따른 활상 광학계는 부의 굴절력을 갖는 제1렌즈; 부의 굴절력을 갖는 제2렌즈; 굴절력을 갖는 제3렌즈; 굴절력을 갖는 제4렌즈; 굴절력을 갖는 제5렌즈; 굴절력을 갖는 제6렌즈; 및 굴절력을 갖는 제7렌즈;를 포함한다. 일 실시 예에 따른 활상 광학계는 조건식 $5.3 < TTL/f < 5.5$ 만족할 수 있다. 조건식에서 TTL은 상기 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상기 상면까지의 거리이고, f는 활상 광학계의 초점거리이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G02B 9/64 (2013.01)

G02B 2003/0093 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

물체 측으로부터 순차적으로 배치되는 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈, 제5렌즈, 제6렌즈, 제7렌즈를 포함하고,

하기 조건식들을 만족하는 촬상 광학계.

$$0.13 < \text{ImgH}/\text{TTL} < 0.16$$

$$5.3 < \text{TTL}/f < 5.5$$

(상기 조건식에서 ImgH는 상면의 높이이고, TTL은 상기 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상기 상면까지의 거리이고, f는 촬상 광학계의 초점거리이다)

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2렌즈는 물체 측면이 오목한 형상인 촬상 광학계.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제4렌즈는 상 측면이 볼록한 형상인 촬상 광학계.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제6렌즈는 물체 측면이 오목한 형상인 촬상 광학계.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제7렌즈는 상 측면이 볼록한 형상인 촬상 광학계.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2렌즈는 부의 굴절력을 갖는 촬상 광학계.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제4렌즈는 정의 굴절력을 갖는 촬상 광학계.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제6렌즈는 부의 굴절력을 갖는 촬상 광학계.

청구항 9

제1항에 있어서,

하기 조건식을 만족하는 촬상 광학계.

$$0.49 \leq |f/f_3| < 0.6$$

(상기 조건식에서 f_3 은 상기 제3렌즈의 초점거리이다)

청구항 10

부의 굴절력을 갖는 제1렌즈;

부의 굴절력을 갖는 제2렌즈;

굴절력을 갖는 제3렌즈;

굴절력을 갖는 제4렌즈;

굴절력을 갖는 제5렌즈;

굴절력을 갖는 제6렌즈; 및

굴절력을 갖는 제7렌즈;를 포함하고,

상기 제1렌즈 내지 상기 제7렌즈는 물체 측으로부터 순차적으로 배치되고,

하기 조건식을 만족하는 촬상 광학계.

$$5.3 < TTL/f < 5.5$$

(상기 조건식에서 TTL은 상기 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상기 상면까지의 거리이고, f 는 촬상 광학계의 초점 거리이다)

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제7렌즈는 상 측면이 볼록한 형상인 촬상 광학계.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 제7렌즈는 상 측면에 변곡점이 형성되는 형상인 촬상 광학계.

청구항 13

제10항에 있어서,

하기 조건식을 만족하는 촬상 광학계.

$$0.03 < D_{34}/D_{12} < 0.20$$

(상기 조건식에서 D_{12} 는 상기 제1렌즈의 상 측면으로부터 상기 제2렌즈의 물체 측면까지의 거리이고, D_{34} 는 상기 제3렌즈의 상 측면으로부터 상기 제4렌즈의 물체 측면까지의 거리이다)

청구항 14

제10항에 있어서,

하기 조건식을 만족하는 촬상 광학계.

$$0.60 < D_{34}/D_{45} < 3.0$$

(상기 조건식에서 D_{34} 는 상기 제3렌즈의 상 측면으로부터 상기 제4렌즈의 물체 측면까지의 거리이고, D_{45} 는 상기 제4렌즈의 상 측면으로부터 상기 제5렌즈의 물체 측면까지의 거리이다)

청구항 15

제10항에 있어서,

하기 조건식을 만족하는 촬상 광학계.

$$2.8 < (R6+R7)/(R6-R7) < 5.8$$

(상기 조건식에서 R6은 상기 제3렌즈의 상 측면의 곡률 반지름이고, R7은 상기 제4렌즈의 물체 측면의 곡률 반지름이다)

청구항 16

제10항에 있어서,

하기 조건식을 만족하는 촬상 광학계.

$$-0.10 < (R8+R9)/(R8-R9) < 0.3$$

(상기 조건식에서 R8은 상기 제4렌즈의 상 측면의 곡률 반지름이고, R9는 상기 제5렌즈의 물체 측면의 곡률 반지름이다)

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 차량의 후방 카메라 및 차량의 자율주행용 카메라에 탑재가능한 촬상 광학계에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 근래에 생산되는 차량은 교통사고에 따른 대인 및 대물피해를 최소화할 수 있도록 카메라를 포함하고 있다. 예를 들어, 하나 이상의 카메라는 차량의 전방 및 후방에 위치한 사물정보를 운전자에게 제공할 수 있도록 차량의 전방범퍼 및 후방범퍼에 설치될 수 있다. 차량용 카메라는 차량 주변의 사물을 정확하게 인지하여 운전자에게 제공하는 것이 중요하므로 고해상도의 성능을 필요로 한다. 그러나 차량용 카메라는 설치장소의 제약으로 인해 고해상도를 구현하기 어렵다. 예를 들어, f number를 갖는 차량용 카메라를 구현하기 위해서는 최전방 렌즈 및 그 외 렌즈들의 지름을 크게 제작해야 하나, 카메라가 설치되는 차량 부품(즉, 범퍼)의 구조적 및 설계적 제약으로 인해 렌즈들의 크기를 임의로 변경하기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안한 것으로서, 렌즈들의 크기 변경을 최소화하면서도 고해상도를 구현할 수 있는 촬상 광학계를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시 예에 따른 촬상 광학계는 부의 굴절력을 갖는 제1렌즈; 부의 굴절력을 갖는 제2렌즈; 굴절력을 갖는 제3렌즈; 굴절력을 갖는 제4렌즈; 굴절력을 갖는 제5렌즈; 굴절력을 갖는 제6렌즈; 및 굴절력을 갖는 제7렌즈;를 포함한다. 일 실시 예에 따른 촬상 광학계는 조건식 $5.3 < TTL/f < 5.5$ 만족할 수 있다. 조건식에서 TTL은 상기 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상기 상면까지의 거리이고, f는 촬상 광학계의 초점거리이다.

발명의 효과

[0005] 본 발명에 따른 촬상 광학계는 렌즈들의 크기 변경을 최소화하면서 고해상도를 갖는 카메라 모듈을 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 제1실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.

도 2는 도 1에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 3은 제2 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 4는 도 3에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 5는 제3 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 6은 도 5에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 7은 제4 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 8은 도 7에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 9는 제5 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 10은 도 9에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 11은 제6 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 12는 도 11에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 13은 제7 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 14는 도 13에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 15는 제8 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 16은 도 15에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 17은 제9 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 18은 도 17에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.
 도 19는 제10 실시 예에 따른 촬상 광학계의 구성도이다.
 도 20은 도 19에 도시된 촬상 광학계의 수차곡선이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0007] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 예시도면에 의거하여 상세히 설명한다.
- [0008] 아래에서 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 구성요소를 지칭하는 용어들은 각각의 구성요소들의 기능을 고려하여 명명된 것이므로, 본 발명의 기술적 구성요소를 한정하는 의미로 이해되어서는 안 될 것이다.
- [0009] 아울러, 명세서 전체에서, 어떤 구성이 다른 구성과 '연결'되어 있다 함은 이들 구성들이 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 다른 구성을 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함하는 것을 의미한다. 또한, 어떤 구성요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0010] 본 명세서에서 제1렌즈는 물체(또는 피사체)와 가장 가까운 렌즈를 의미하고, 제7렌즈는 상면(또는 이미지 센서)과 가장 가까운 렌즈를 의미한다. 본 명세서에서 렌즈의 곡률 반지름(Radius), 두께(Thickness), TTL(제1렌즈의 물체 측면으로부터 상면까지 거리), ImgH(상면의 높이), 초점거리, 유효반경의 단위는 mm이다.
- [0011] 렌즈의 두께, 렌즈들 간의 거리, TTL은 렌즈의 광축에서의 거리이다. 아울러, 렌즈의 형상에 대한 설명에서 일면이 볼록한 형상이라는 의미는 해당 면의 근축 부분(paraxial region)이 볼록하다는 의미이고, 일면이 오목한 형상이라는 의미는 해당 면의 근축 부분이 오목하다는 의미이다. 따라서, 렌즈의 일면이 볼록한 형상이라고 설명되어도, 렌즈의 가장자리 부분은 오목할 수 있다. 마찬가지로, 렌즈의 일면이 오목한 형상이라고 설명되어도, 렌즈의 가장자리 부분은 볼록할 수 있다.
- [0013] 본 명세서에서 설명되는 촬상 광학계는 운반장치에 장착되도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 촬상 광학계는 승용차, 트럭, 화물차, 소방차, 지게차 등에 탑재되는 전후방 감시용 카메라 또는 자율주행용 카메라에 탑재될 수 있다. 그러나 본 명세서에서 설명되는 촬상 광학계의 사용범위 및 사용예가 전술된 장치로 한정되는 것은 아니

다. 예를 들어, 촬상 광학계는 감시용 드론, 운반용 드론 등의 촬영용 카메라에 탑재될 수도 있다.

- [0015] 본 발명의 제1형태에 따른 촬상 광학계는 복수의 렌즈를 포함할 수 있다. 예를 들어, 촬상 광학계는 물체 측으로부터 순차적으로 배치되는 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈, 제5렌즈, 제6렌즈, 제7렌즈를 포함할 수 있다.
- [0016] 제1형태에 따른 촬상 광학계는 특유의 조건식을 만족할 수 있다. 일 예로, 제1형태에 따른 촬상 광학계는 상면의 높이(ImgH) 및 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상면까지의 거리(TTL)와 관련하여 조건식 $0.13 < \text{ImgH}/\text{TTL} < 0.16$ 을 만족할 수 있다. 다른 예로, 제1형태에 따른 촬상 광학계는 TTL과 촬상 광학계의 초점거리(f)와 관련하여 조건식 $5.3 < \text{TTL}/f < 5.5$ 를 만족할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 제2형태에 따른 촬상 광학계는 복수의 렌즈를 포함할 수 있다. 예를 들어, 촬상 광학계는 물체 측으로부터 순차적으로 배치되는 제1렌즈, 제2렌즈, 제3렌즈, 제4렌즈, 제5렌즈, 제6렌즈, 제7렌즈를 포함할 수 있다.
- [0019] 제2형태에 따른 촬상 광학계는 특유의 굴절력을 갖는 렌즈를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2형태에 따른 촬상 광학계는 부의 굴절력을 갖는 제1렌즈 및 부의 굴절력을 갖는 제2렌즈를 포함할 수 있다. 제2형태에 따른 촬상 광학계는 특유의 조건식을 만족할 수 있다. 예를 들어, 제2형태에 따른 촬상 광학계는 조건식 $5.3 < \text{TTL}/f < 5.5$ 를 만족할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 제3형태에 따른 촬상 광학계는 하기 조건식 중 하나 이상을 만족하는 형태로 구성될 수 있다. 일 예로, 제3형태에 따른 촬상 광학계는 7매 렌즈로 구성되고, 하기 조건식 중 2개 이상을 만족할 수 있다. 다른 예로, 제3형태에 따른 촬상 광학계는 7매 렌즈로 구성되고, 하기 조건식을 모두 만족하도록 구성될 수 있다.
- [0022] $0.13 < \text{ImgH}/\text{TTL} < 0.16$
- [0023] $5.3 < \text{TTL}/f < 5.5$
- [0024] $0.49 \leq |f/f_3| < 0.6$
- [0025] $D1/\text{TTL} < 0.5$
- [0026] $f_2/f_3 < 0$
- [0027] $f_5/f_6 < 0$
- [0028] $D1/\text{ImgH} < 3.0$
- [0029] $25 < |V_5 - V_6|$
- [0030] $f_{56} < 0$
- [0031] $80^\circ < \text{HFOV} < 90^\circ$
- [0032] $94^\circ < \text{DFOV} < 104^\circ$
- [0033] 상기 조건식에서 ImgH는 상면의 높이이고, TTL은 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상면까지의 거리이고, f는 촬상 광학계의 초점거리이고, f₂는 제2렌즈의 초점거리이고, f₃는 제3렌즈의 초점거리이고, f₅는 제5렌즈의 초점거리이고, f₆는 제6렌즈의 초점거리이고, D1은 제1렌즈의 물체 측면의 유효지름이고, V₅는 제5렌즈의 아베수이고, V₆는 제6렌즈의 아베수이고, f₅₆은 제5렌즈와 제6렌즈의 합성초점거리이고, HFOV는 상면의 수평방향에서의 화각이고, DFOV는 상면의 대각방향에서의 화각이다.
- [0034] 촬상 광학계는 전술된 조건식 중 일부에 관해서는 아래와 같이 더욱 한정된 형태로 만족할 수 있다.
- [0035] $0.26 < D1/\text{TTL} < 0.46$
- [0036] $-2.0 < f_2/f_3 < -1.0$

[0037] $-1.6 < f_5/f_6 < -1.2$

[0038] $2.0 < D1/ImgH < 3.0$

[0039] $-100 < f_{56} < -18$

[0040]

[0041] 본 발명의 제4형태에 따른 촬상 광학계는 하기 조건식 중 하나 이상을 만족하는 형태로 구성될 수 있다. 일 예로, 제4형태에 따른 촬상 광학계는 7매 렌즈로 구성되고, 하기 조건식 중 2개 이상을 만족할 수 있다. 다른 예로, 제4형태에 따른 촬상 광학계는 7매 렌즈로 구성되고, 하기 조건식을 모두 만족하도록 구성될 수 있다.

[0042] $1.6 < f \text{ number} < 1.9$

[0043] $0.7 < ImgH/f < 1.0$

[0044] $0.03 < D34/D12 < 0.20$

[0045] $0.60 < D34/D45 < 3.0$

[0046] $1.64 < SumNd/7 < 1.76$

[0047] $24 < SumV/SumNd < 29$

[0048] $2.8 < (R6+R7)/(R6-R7) < 5.8$

[0049] $-0.10 < (R8+R9)/(R8-R9) < 0.3$

[0050] $0.08 \text{ mm}/^\circ < D1/HFOV < 0.140 \text{ mm}/^\circ$

[0051] 상기 조건식에서 D12는 제1렌즈의 상 측면으로부터 제2렌즈의 물체 측면까지의 거리이고, D34는 제3렌즈의 상 측면으로부터 제4렌즈의 물체 측면까지의 거리이고, D45는 제4렌즈의 상 측면으로부터 제5렌즈의 물체 측면까지의 거리이고, SumV는 제1렌즈 내지 제7렌즈의 아베수의 합이고, SumNd는 제1렌즈 내지 제7렌즈의 굴절률의 합이고, R6은 제3렌즈의 상 측면의 곡률 반지름이고, R7은 제4렌즈의 물체 측면의 곡률 반지름이고, R8은 제4렌즈의 상 측면의 곡률 반지름이고, R9는 제5렌즈의 물체 측면의 곡률 반지름이다.

[0053] 본 명세서에 따른 촬상 광학계는 필요에 따라 하기 특징을 갖는 렌즈를 하나 이상 포함할 수 있다. 일 예로, 제1형태에 따른 촬상 광학계는 하기 특징에 따른 제1렌즈 내지 제7렌즈 중 하나를 포함할 수 있다. 다른 예로, 제2형태 내지 제4형태에 따른 촬상 광학계는 하기 특징에 따른 제1렌즈 내지 제7렌즈 중 하나 이상을 포함할 수도 있다. 그러나 전술된 형태에 따른 촬상 광학계가 하기 특징에 따른 렌즈를 반드시 포함하는 것은 아니다. 이하에서 제1렌즈 내지 제7렌즈의 특징을 설명한다.

[0055] 제1렌즈는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제1렌즈는 부의 굴절력을 가질 수 있다. 제1렌즈는 일 면이 볼록한 형상일 수 있다. 예를 들어, 제1렌즈는 물체 측면이 볼록한 형상일 수 있다. 제1렌즈는 구면을 포함한다. 일 예로, 제1렌즈의 양면은 모두 구면일 수 있다. 제1렌즈는 광 투과율이 높고 가공성이 우수한 재료로 제작될 수 있다. 예를 들어, 제1렌즈는 플라스틱 재료 또는 유리 재료로 제작될 수 있다. 제1렌즈는 소정의 굴절률을 갖도록 구성될 수 있다. 일 예로, 제1렌즈의 굴절률은 1.7 보다 클 수 있다. 구체적인 예로, 제1렌즈의 굴절률은 1.70 보다 크고 1.8 보다 작을 수 있다. 그러나 제1렌즈의 굴절률이 전술된 범위로 한정되는 것은 아니다. 일 예로, 제1렌즈는 제2렌즈의 굴절률이 1.9보다 큰 경우에 한해 1.7보다 작은 굴절률을 가질 수 있다. 제1렌즈는 소정의 아베수를 가질 수 있다. 일 예로, 제1렌즈의 아베수는 40 이상일 수 있다. 구체적인 예로, 제1렌즈의 아베수는 40 보다 크고 82 보다 작을 수 있다.

[0056] 제2렌즈는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제2렌즈는 부의 굴절력을 가질 수 있다. 제2렌즈는 일면이 오목한 형상일 수 있다. 예를 들어, 제2렌즈는 물체 측면이 오목한 형상일 수 있다. 제2렌즈는 비구면을 포함한다. 일 예로, 제2렌즈의 양면은 모두 비구면일 수 있다. 제2렌즈는 광 투과율이 높고 가공성이 우수한 재료로 제작될 수 있다. 예를 들어, 제2렌즈는 플라스틱 재료 또는 유리 재료로 제작될 수 있다. 제2렌즈는 소정의 굴절률을 갖도록 구성될 수 있다. 일 예로, 제2렌즈의 굴절률은 1.5 보다 클 수 있다. 구체적인 예로, 제2렌즈의 굴절률은 1.56 보다 크고 1.92 보다 작을 수 있다. 제2렌즈는 소정의 아베수를 가질 수 있다. 일 예로, 제2렌즈의 아

배수는 20 이상일 수 있다. 구체적인 예로, 제2렌즈의 아베수는 20 보다 크고 40 보다 작을 수 있다.

[0057] 제3렌즈는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제3렌즈는 정의 굴절력을 가질 수 있다. 제3렌즈는 일면이 볼록한 형상일 수 있다. 일 예로, 제3렌즈는 물체 측면 또는 상 측면이 볼록한 형상일 수 있다. 제3렌즈는 비구면을 포함한다. 일 예로, 제3렌즈의 양면은 모두 비구면일 수 있다. 제3렌즈는 광 투과율이 높고 가공성이 우수한 재질로 제작될 수 있다. 예를 들어, 제3렌즈는 플라스틱 재질 또는 유리 재질로 제작될 수 있다. 제3렌즈는 소정의 굴절률을 갖도록 구성될 수 있다. 일 예로, 제3렌즈의 굴절률은 1.6 보다 크고 1.9보다 작을 수 있다. 제3렌즈는 소정의 아베수를 가질 수 있다. 예를 들어, 제3렌즈의 아베수는 20보다 크고 30보다 작을 수 있다.

[0058] 제4렌즈는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제4렌즈는 정의 굴절력을 가질 수 있다. 제4렌즈는 일면이 볼록한 형상일 수 있다. 예를 들어, 제4렌즈는 상 측면이 볼록한 형상일 수 있다. 제4렌즈는 구면을 포함한다. 일 예로, 제4렌즈의 양면은 모두 구면일 수 있다. 제4렌즈는 광 투과율이 높고 가공성이 우수한 재질로 제작될 수 있다. 예를 들어, 제4렌즈는 플라스틱 재질 또는 유리 재질로 제작될 수 있다. 제4렌즈는 소정의 굴절률을 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제4렌즈의 굴절률은 1.46보다 크고 1.64보다 작을 수 있다. 제4렌즈는 소정의 아베수를 가질 수 있다. 예를 들어, 제4렌즈의 아베수는 56보다 크고 90보다 작을 수 있다.

[0059] 제5렌즈는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제5렌즈는 정의 굴절력을 가질 수 있다. 제5렌즈는 일면이 볼록한 형상일 수 있다. 예를 들어, 제5렌즈는 물체 측면이 볼록한 형상일 수 있다. 제5렌즈는 구면을 포함한다. 일 예로, 제5렌즈의 양면은 모두 구면일 수 있다. 제5렌즈는 광 투과율이 높고 가공성이 우수한 재질로 제작될 수 있다. 예를 들어, 제5렌즈는 플라스틱 재질 또는 유리 재질로 제작될 수 있다. 제5렌즈는 소정의 굴절률을 갖도록 구성될 수 있다. 일 예로, 제5렌즈의 굴절률은 1.56 보다 클 수 있다. 구체적인 예로, 제5렌즈의 굴절률은 1.56 보다 크고 1.70 보다 작을 수 있다. 제5렌즈는 소정의 아베수를 가질 수 있다. 일 예로, 제5렌즈의 아베수는 50 이상일 수 있다. 구체적인 예로, 제5렌즈의 아베수는 52 보다 크고 64 보다 작을 수 있다.

[0060] 제6렌즈는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제6렌즈는 부의 굴절력을 가질 수 있다. 제6렌즈는 일면이 오목한 형상일 수 있다. 일 예로, 제6렌즈는 물체 측면이 오목한 형상일 수 있다. 제6렌즈는 구면을 포함한다. 일 예로, 제6렌즈의 양면은 모두 구면일 수 있다. 제6렌즈는 광 투과율이 높고 가공성이 우수한 재질로 제작될 수 있다. 예를 들어, 제6렌즈는 플라스틱 재질 또는 유리 재질로 제작될 수 있다. 제6렌즈는 소정의 굴절률을 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제6렌즈의 굴절률은 1.70 보다 크고 1.80 보다 작을 수 있다. 제6렌즈는 소정의 아베수를 가질 수 있다. 예를 들어, 제6렌즈의 아베수는 20 보다 크고 30 보다 작을 수 있다.

[0061] 제7렌즈는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제7렌즈는 정의 굴절력을 가질 수 있다. 제7렌즈는 일면이 볼록한 형상일 수 있다. 일 예로, 제7렌즈는 상 측면이 볼록한 형상일 수 있다. 제7렌즈는 비구면을 포함한다. 일 예로, 제7렌즈의 양면은 모두 비구면일 수 있다. 제7렌즈는 변곡점을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제7렌즈의 물체 측면 및 상 측면 중 적어도 일면에는 변곡점이 형성될 수 있다. 제7렌즈는 광 투과율이 높고 가공성이 우수한 재질로 제작될 수 있다. 예를 들어, 제7렌즈는 플라스틱 재질 또는 유리 재질로 제작될 수 있다. 제7렌즈는 소정의 굴절률을 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제7렌즈의 굴절률은 1.60 보다 크고 1.90 보다 작을 수 있다. 제7렌즈는 소정의 아베수를 가질 수 있다. 예를 들어, 제7렌즈의 아베수는 40 보다 크고 64 보다 작을 수 있다.

[0063] 제1렌즈 내지 제7렌즈는 전술한 바와 같이 구면 또는 비구면을 포함할 수 있다. 제1렌즈 내지 제7렌즈가 비구면을 포함할 경우, 해당 렌즈의 비구면은 수학식 1로 표현될 수 있다.

수학식 1

$$Z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + Ar^4 + Br^6 + Cr^8 + Dr^{10} + Er^{12} + Fr^{14} + Gr^{16} + Hr^{18} + Jr^{20} \dots$$

[0064]

[0065] 수학식 1에서 c는 해당 렌즈의 곡률 반지름의 역수이고, k는 코닉 상수이고, r은 비구면 상의 임의의 점으로부터 광축까지의 거리이고, A ~ J는 비구면 상수이고, Z(또는 SAG)는 비구면 상의 임의의 점으로부터 해당 비구면의 정점까지의 광축 방향으로의 높이이다.

[0067] 전술된 실시 예 또는 전술된 형태에 따른 촬상 광학계는 조리개, 필터, 커버글라스를 더 포함할 수 있다. 일 예로, 촬상 광학계는 제4렌즈와 제5렌즈에 배치되는 조리개를 더 포함할 수 있다. 다른 예로, 촬상 광학계는 제7렌즈와 상면 사이에 배치되는 필터 및 커버글라스를 더 포함할 수 있다. 조리개는 상면 방향으로 입사되는 광량을 조절하도록 구성될 수 있다. 필터는 특정 파장의 빛을 차단하도록 구성되고, 커버글라스는 상면 방향으로 유입되는 이물질 등을 차단하도록 구성될 수 있다. 참고로, 본 명세서에 기술된 필터는 적외선을 차단하도록 구성되나, 필요에 따라 자외선을 차단하도록 구성될 수도 있다.

[0069] 다음에서는 도면을 참조하여 촬상 광학계의 구체적인 실시 예를 설명한다.

[0070] 먼저, 도 1을 참조하여 제1실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0071] 촬상 광학계(100)는 제1렌즈(110), 제2렌즈(120), 제3렌즈(130), 제4렌즈(140), 제5렌즈(150), 제6렌즈(160), 제7렌즈(170)를 포함한다.

[0072] 제1렌즈(110)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(120)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(130)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(140)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(150)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(160)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(170)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(170)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(150)와 제6렌즈(160)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(150)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(160)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(150)의 상 측면과 제6렌즈(160)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

[0073] 촬상 광학계(100)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(140)와 제5렌즈(150) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(170)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(110) 내지 제7렌즈(170)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

[0074] 표 1 및 표 2는 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 2는 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 1

[0075]

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	27.2287	0.6000	1.777	49.6	4.692
S2		4.5548	4.9502			3.542
S3	제2렌즈	-3.3431	1.6907	1.601	30.4	3.003
S4		-6.6665	0.1000			3.269
S5	제3렌즈	6.2933	2.1939	1.618	26.3	3.423
S6		-36.9517	0.1906			3.208
S7	제4렌즈	-24.3693	1.3176	1.623	60.3	3.186
S8		-12.5741	0.0000			3.024
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.865
S10	제5렌즈	8.2508	2.8899	1.618	60.6	3.025
S11	제6렌즈	-3.9900	0.6000	1.749	28.1	2.984
S12		6.6444	0.1000			3.105
S13	제7렌즈	7.7338	1.6902	1.650	55.5	3.132
S14		-10.2819	2.7218			3.186
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.432
S16		Infinity	0.5500			3.454
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.498
S18		Infinity	3.8036			3.519
S19	상면	Infinity	0.0015			3.827

표 2

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.26022E+00	-2.71647E+00	-2.04937E-01	-5.87526E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.59351E-03	2.46173E-03	-1.65008E-05	-1.57045E-04	2.44654E-04	1.10893E-03
B	-1.10782E-04	-2.47393E-05	2.58956E-05	6.35081E-05	2.80354E-05	3.28342E-05
C	5.54083E-07	-6.16987E-07	7.87004E-08	-1.02142E-06	-7.33986E-07	2.71772E-07
D	0	0	0	0	4.00308E-08	4.64438E-08
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

도 2를 참조하여 제2 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

촬상 광학계(200)는 제1렌즈(210), 제2렌즈(220), 제3렌즈(230), 제4렌즈(240), 제5렌즈(250), 제6렌즈(260), 제7렌즈(270)를 포함한다.

제1렌즈(210)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(220)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(230)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(240)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(250)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(260)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(270)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(270)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(250)와 제6렌즈(260)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(250)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(260)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(250)의 상 측면과 제6렌즈(260)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

촬상 광학계(200)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(240)와 제5렌즈(250) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(270)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(210) 내지 제7렌즈(270)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

표 3 및 표 4는 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 4는 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 3

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	34.2208	0.6000	1.777	49.6	4.708
S2		4.6587	4.8374			3.569
S3	제2렌즈	-2.9907	1.3789	1.586	34.7	3.135
S4		-5.2871	0.1000			3.425
S5	제3렌즈	6.7569	2.6405	1.608	28.0	3.589
S6		-29.2590	0.6275			3.287
S7	제4렌즈	-18.2154	1.0150	1.535	66.0	3.156
S8		-10.2202	0.0000			3.054
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.865
S10	제5렌즈	7.2801	2.4907	1.606	61.3	3.114
S11	제6렌즈	-6.0000	0.6000	1.762	27.6	3.080

S12		6.0978	0.1000			3.127
S13	제7렌즈	7.0663	1.9275	1.623	60.3	3.157
S14		-10.4315	2.7218			3.221
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.454
S16		Infinity	0.5500			3.474
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.515
S18		Infinity	3.8082			3.535
S19	상면	Infinity	0.0000			3.827

표 4

[0086]

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.34648E+00	-2.44187E+00	-2.42564E-01	-7.80509E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.77606E-03	2.42651E-03	-5.40172E-05	-9.03204E-05	3.37739E-04	1.09522E-03
B	-1.20855E-04	-2.00450E-05	2.86947E-05	6.42230E-05	2.89340E-05	3.44935E-05
C	2.09243E-07	-1.37096E-06	1.94235E-07	-5.88885E-08	-9.00864E-07	-3.86445E-08
D	0	0	0	0	3.40525E-08	4.16807E-08
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

[0088]

도 3을 참조하여 제3 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0089]

촬상 광학계(300)는 제1렌즈(310), 제2렌즈(320), 제3렌즈(330), 제4렌즈(340), 제5렌즈(350), 제6렌즈(360), 제7렌즈(370)를 포함한다.

[0090]

제1렌즈(310)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(320)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(330)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(340)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(350)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(360)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(370)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(370)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(350)와 제6렌즈(360)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(350)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(360)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(350)의 상 측면과 제6렌즈(360)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

[0091]

촬상 광학계(300)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(340)와 제5렌즈(350) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(370)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(310) 내지 제7렌즈(370)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

[0092]

표 5 및 표 6은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 6은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 5

[0093]

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	23.1884	0.6500	1.777	49.6	4.789
S2		4.5162	5.1326			3.578
S3	제2렌즈	-3.2754	1.4695	1.722	30.7	2.979

S4		-6.1331	0.1000			3.261
S5	제3렌즈	6.9693	2.5463	1.699	27.9	3.421
S6		-28.5661	0.5409			3.184
S7	제4렌즈	-19.2482	0.8799	1.559	65.5	3.090
S8		-10.0461	0.0000			3.052
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.993
S10	제5렌즈	8.7504	2.8431	1.609	57.8	2.981
S11	제6렌즈	-4.4919	0.6500	1.753	26.1	2.937
S12		7.6962	0.1000			3.078
S13	제7렌즈	9.9616	1.5838	1.648	53.5	3.081
S14		-9.5299	2.7218			3.146
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.416
S16		Infinity	0.5500			3.439
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.486
S18		Infinity	3.6292			3.509
S19	상면	Infinity	0.0000			3.826

표 6

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.37253E+00	-2.57160E+00	-2.68985E-01	-5.58542E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.81547E-03	2.46100E-03	-6.51837E-05	-8.20675E-05	3.68914E-04	1.04387E-03
B	-1.27300E-04	-2.23332E-05	2.75520E-05	5.79077E-05	3.20447E-05	3.14249E-05
C	1.40530E-06	-1.41928E-06	-3.23353E-07	-7.82116E-07	-1.32687E-07	1.64455E-06
D	-7.30335E-08	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

[0097] 도 4를 참조하여 제4 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0098] 촬상 광학계(400)는 제1렌즈(410), 제2렌즈(420), 제3렌즈(430), 제4렌즈(440), 제5렌즈(450), 제6렌즈(460), 제7렌즈(470)를 포함한다.

[0099] 제1렌즈(410)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(420)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(430)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(440)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(450)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(460)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(470)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(470)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(450)와 제6렌즈(460)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(450)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(460)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(450)의 상 측면과 제6렌즈(460)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

[0100] 촬상 광학계(400)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(440)와 제5렌즈(450) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(470)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(410) 내지 제7렌즈(470)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

[0101] 표 7 및 표 8은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 8은 본 실시 예에 따

른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 7

[0102]

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	16.3708	0.6000	1.777	49.6	4.972
S2		4.5113	5.1140			3.716
S3	제2렌즈	-3.5483	1.6447	1.877	31.1	3.057
S4		-7.1741	0.2664			3.347
S5	제3렌즈	6.9348	2.0886	1.713	27.7	3.573
S6		-30.0100	0.6818			3.394
S7	제4렌즈	-19.4052	0.8931	1.542	69.0	3.224
S8		-10.7718	0.0000			3.128
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.928
S10	제5렌즈	8.5417	3.1464	1.607	58.0	3.107
S11	제6렌즈	-4.2751	0.6000	1.749	25.7	3.070
S12		7.7675	0.1006			3.214
S13	제7렌즈	10.2983	1.4257	1.735	47.1	3.214
S14		-10.5262	2.7218			3.245
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.473
S16		Infinity	0.5500			3.493
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.534
S18		Infinity	3.5669			3.554
S19	상면	Infinity	0.0000			3.832

표 8

[0104]

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.41513E+00	-2.61666E+00	-2.77108E-01	-5.37751E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.91518E-03	2.47729E-03	-6.87241E-05	-1.06289E-04	4.31147E-04	1.10599E-03
B	-1.23618E-04	-2.08587E-05	2.69573E-05	5.39755E-05	2.95271E-05	3.56385E-05
C	1.81365E-06	-1.19453E-06	-3.27656E-07	-8.91816E-07	1.79876E-07	1.74588E-06
D	-5.62274E-08	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

[0106] 도 5를 참조하여 제5 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0107] 촬상 광학계(500)는 제1렌즈(510), 제2렌즈(520), 제3렌즈(530), 제4렌즈(540), 제5렌즈(550), 제6렌즈(560), 제7렌즈(570)를 포함한다.

[0108] 제1렌즈(510)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(520)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(530)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(540)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(550)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(560)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(570)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(570)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(550)와 제6렌즈(560)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(550)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(560)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(550)의 상 측면과 제6렌즈(560)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

[0109] 촬상 광학계(500)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(540)와 제5렌즈(550) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(570)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(510) 내지 제7렌즈(570)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

[0110] 표 9 및 표 10은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 10은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 9

[0111]

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	19.1919	0.6000	1.777	49.6	4.891
S2		4.4868	4.9686			3.653
S3	제2렌즈	-3.5939	1.6680	1.814	32.0	3.097
S4		-7.2852	0.1000			3.426
S5	제3렌즈	7.0500	1.9718	1.754	27.7	3.658
S6		-30.9595	0.6497			3.494
S7	제4렌즈	-16.0765	1.6036	1.609	57.8	3.361
S8		-9.0919	0.0000			3.208
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.919
S10	제5렌즈	8.1759	2.4946	1.628	55.5	3.079
S11	제6렌즈	-4.3502	0.6000	1.769	25.0	3.045
S12		11.0043	0.8000			3.114
S13	제7렌즈	14.0791	1.3776	1.603	58.6	3.379
S14		-11.6573	2.7218			3.388
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.566
S16		Infinity	0.5500			3.582
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.615
S18		Infinity	3.2946			3.630
S19	상면	Infinity	0.0000			3.827

표 10

[0113]

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.35785E+00	-2.56521E+00	-2.64203E-01	-4.09982E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.77907E-03	2.42620E-03	-6.65400E-05	-1.23359E-04	3.10948E-04	1.25100E-03
B	-1.34868E-04	-3.09190E-05	2.68557E-05	5.81456E-05	2.69251E-05	3.38497E-05
C	2.97043E-06	-9.42852E-07	-7.20636E-08	-6.31487E-07	1.21524E-06	1.85444E-06
D	-1.21191E-07	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

[0115] 도 6을 참조하여 제6실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0116] 촬상 광학계(600)는 제1렌즈(610), 제2렌즈(620), 제3렌즈(630), 제4렌즈(640), 제5렌즈(650), 제6렌즈(660), 제7렌즈(670)를 포함한다.

[0117] 제1렌즈(610)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(620)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(630)는 정의 굴절력을 가지며, 물

체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(640)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(650)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(660)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(670)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(670)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(650)와 제6렌즈(660)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(650)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(660)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(650)의 상 측면과 제6렌즈(660)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

[0118] 촬상 광학계(600)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(640)와 제5렌즈(650) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(670)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(610) 내지 제7렌즈(670)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

[0119] 표 11 및 표 12는 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 12는 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 11

[0120]

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	16.6536	0.6000	1.777	49.6	4.896
S2		4.3915	4.9034			3.639
S3	제2렌즈	-3.6380	1.6479	1.817	28.6	3.081
S4		-7.4329	0.4000			3.378
S5	제3렌즈	7.0805	1.7442	1.750	26.1	3.637
S6		-30.0069	0.6382			3.517
S7	제4렌즈	-16.7446	1.6023	1.559	65.6	3.378
S8		-9.2538	0.0000			3.198
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.919
S10	제5렌즈	8.8333	2.5215	1.632	55.2	3.057
S11	제6렌즈	-4.1692	0.6000	1.770	25.0	3.026
S12		10.6835	0.4000			3.120
S13	제7렌즈	13.8285	1.5710	1.622	56.3	3.260
S14		-10.8697	2.7218			3.289
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.501
S16		Infinity	0.5500			3.520
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.559
S18		Infinity	3.4997			3.577
S19	상면	Infinity	0.0000			3.827

표 12

[0122]

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.37430E+00	-2.73477E+00	-2.34952E-01	-4.88088E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.80317E-03	2.45675E-03	-5.35972E-05	-1.24562E-04	3.38486E-04	1.27979E-03
B	-1.36388E-04	-3.08647E-05	2.75344E-05	5.58890E-05	3.13715E-05	3.51918E-05
C	3.24503E-06	-7.22831E-07	-1.18602E-08	-6.94896E-07	1.04575E-06	2.25264E-06
D	-1.22944E-07	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

[0124] 도 7을 참조하여 제7 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0125] 촬상 광학계(700)는 제1렌즈(710), 제2렌즈(720), 제3렌즈(730), 제4렌즈(740), 제5렌즈(750), 제6렌즈(760), 제7렌즈(770)를 포함한다.

[0126] 제1렌즈(710)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(720)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(730)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(740)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(750)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(760)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(770)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(770)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(750)와 제6렌즈(760)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(750)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(760)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(750)의 상 측면과 제6렌즈(760)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

[0127] 촬상 광학계(700)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(740)와 제5렌즈(750) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(770)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(710) 내지 제7렌즈(770)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

[0128] 표 13 및 표 14는 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 14는 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 13

[0129]

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	16.1626	0.6000	1.777	49.6	4.895
S2		4.3633	4.7502			3.633
S3	제2렌즈	-3.6903	1.5571	1.798	31.9	3.120
S4		-7.5730	0.6000			3.386
S5	제3렌즈	7.1387	1.7514	1.753	26.8	3.673
S6		-29.5482	0.4968			3.553
S7	제4렌즈	-17.0790	1.6585	1.501	80.6	3.465
S8		-9.1529	0.0000			3.259
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.965
S10	제5렌즈	9.2570	2.6240	1.640	54.3	3.094
S11	제6렌즈	-4.1184	0.6000	1.777	24.8	3.059
S12		10.1395	0.4000			3.163
S13	제7렌즈	12.4033	1.6378	1.697	49.6	3.338
S14		-12.6823	2.7218			3.337
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.528
S16		Infinity	0.5500			3.545
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.581
S18		Infinity	3.4524			3.598
S19	상면	Infinity	0.0000			3.827

표 14

[0131]

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.42428E+00	-3.19630E+00	-2.14262E-01	-6.84015E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.86234E-03	2.51994E-03	-4.01721E-05	-1.43060E-04	4.94696E-04	1.32352E-03

B	-1.45168E-04	-3.49901E-05	2.55250E-05	5.27135E-05	3.00677E-05	3.62756E-05
C	3.61538E-06	-5.74516E-07	4.18969E-08	-6.10374E-07	9.45284E-07	2.22051E-06
D	-1.31695E-07	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

[0133] 도 8을 참조하여 제8 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0134] 촬상 광학계(800)는 제1렌즈(810), 제2렌즈(820), 제3렌즈(830), 제4렌즈(840), 제5렌즈(850), 제6렌즈(860), 제7렌즈(870)를 포함한다.

[0135] 제1렌즈(810)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(820)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(830)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(840)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(850)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(860)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(870)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(870)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(850)와 제6렌즈(860)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(850)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(860)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(850)의 상 측면과 제6렌즈(860)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

[0136] 촬상 광학계(800)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(840)와 제5렌즈(850) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(870)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(810) 내지 제7렌즈(870)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

[0137] 표 15 및 표 16은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 16은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 15

[0138]

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	15.0650	0.6000	1.777	49.6	4.938
S2		4.3982	4.7494			3.673
S3	제2렌즈	-3.8361	1.5971	1.872	32.5	3.110
S4		-8.2125	0.6000			3.359
S5	제3렌즈	7.1102	1.7223	1.772	26.9	3.664
S6		-29.8213	0.4878			3.550
S7	제4렌즈	-17.3620	1.7015	1.500	81.0	3.464
S8		-9.2978	0.0000			3.249
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.965
S10	제5렌즈	9.2182	2.6927	1.647	53.6	3.097
S11	제6렌즈	-4.0666	0.6000	1.784	24.5	3.061
S12		9.9762	0.4000			3.171
S13	제7렌즈	13.1196	1.5210	1.758	45.9	3.346
S14		-13.2757	2.7218			3.337
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.527
S16		Infinity	0.5500			3.544
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.580
S18		Infinity	3.4565			3.598
S19	상면	Infinity	0.0000			3.826

표 16

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.46074E+00	-3.43384E+00	-2.20716E-01	-7.80143E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.91563E-03	2.55480E-03	-4.12789E-05	-1.53185E-04	5.91838E-04	1.32233E-03
B	-1.46012E-04	-3.50124E-05	2.40618E-05	5.12545E-05	2.94577E-05	3.80176E-05
C	3.70225E-06	-4.37633E-07	7.48676E-08	-5.80952E-07	1.00705E-06	2.22702E-06
D	-1.14625E-07	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

도 9를 참조하여 제9 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

촬상 광학계(900)는 제1렌즈(910), 제2렌즈(920), 제3렌즈(930), 제4렌즈(940), 제5렌즈(950), 제6렌즈(960), 제7렌즈(970)를 포함한다.

제1렌즈(910)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(920)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(930)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(940)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(950)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(960)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(970)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(970)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(950)와 제6렌즈(960)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(950)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(960)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(950)의 상 측면과 제6렌즈(960)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

촬상 광학계(900)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(940)와 제5렌즈(950) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(970)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(910) 내지 제7렌즈(970)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

표 17 및 표 18은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 18은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 17

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	17.3122	0.6000	1.719	48.1	4.995
S2		4.3799	4.6314			3.673
S3	제2렌즈	-3.9437	1.5894	1.883	34.6	3.149
S4		-8.6781	0.6000			3.398
S5	제3렌즈	7.1248	1.8038	1.779	26.9	3.739
S6		-29.8527	0.4328			3.616
S7	제4렌즈	-17.4933	1.7703	1.499	81.6	3.557
S8		-9.2736	0.0000			3.341
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.965
S10	제5렌즈	9.3357	2.6629	1.654	53.0	3.150
S11	제6렌즈	-4.0851	0.6000	1.790	24.3	3.116

S12		10.3206	0.4000			3.227
S13	제7렌즈	13.2137	1.5968	1.777	44.9	3.412
S14		-13.8555	2.7218			3.386
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.557
S16		Infinity	0.5500			3.572
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.605
S18		Infinity	3.4409			3.620
S19	상면	Infinity	0.0000			3.826

표 18

[0149]

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.46450E+00	-3.65234E+00	-2.20978E-01	-8.73938E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.90752E-03	2.56648E-03	-4.08368E-05	-1.57674E-04	6.35293E-04	1.33318E-03
B	-1.50550E-04	-3.89931E-05	2.33950E-05	5.08818E-05	2.96639E-05	3.80317E-05
C	3.94211E-06	-2.66328E-07	8.20802E-08	-5.50635E-07	9.00507E-07	2.15142E-06
D	-1.16696E-07	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

[0151] 도 10을 참조하여 제10 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0152] 촬상 광학계(1000)는 제1렌즈(1010), 제2렌즈(1020), 제3렌즈(1030), 제4렌즈(1040), 제5렌즈(1050), 제6렌즈(1060), 제7렌즈(1070)를 포함한다.

[0153] 제1렌즈(1010)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(1020)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(1030)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(1040)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제5렌즈(1050)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(1060)는 부의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제7렌즈(1070)는 정의 굴절력을 가지며, 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(1070)의 상 측면에는 변곡점이 형성된다. 본 실시 예에서 제5렌즈(1050)와 제6렌즈(1060)는 접합될 수 있다. 부연 설명하면, 제5렌즈(1050)의 상 측면의 곡률 반지름과 제6렌즈(1060)의 물체 측면의 곡률 반지름은 대체로 동일한 크기로 형성되고, 제5렌즈(1050)의 상 측면과 제6렌즈(1060)의 물체 측면은 광축 중심에서 접촉될 수 있다.

[0154] 촬상 광학계(1000)는 조리개(ST), 필터(IF), 커버글라스(CG), 상면(IP)를 더 포함할 수 있다. 조리개(ST)는 제4렌즈(1040)와 제5렌즈(1050) 사이에 배치되고, 필터(IF) 및 커버글라스(CG)는 제7렌즈(1070)와 상면(IP) 사이에 배치될 수 있다. 상면(IP)은 제1렌즈(1010) 내지 제7렌즈(1070)에 의해 입사되는 빛이 결상되는 위치에 형성될 수 있다. 예를 들어, 상면(IP)은 카메라 모듈의 이미지 센서(IS)의 일면 또는 이미지 센서(IS)의 내부에 형성될 수 있다.

[0155] 표 19 및 표 20은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 렌즈 특성 및 비구면 값을 나타내고, 도 20은 본 실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차곡선이다.

표 19

[0156]

면번호	구성	곡률반지름	두께/거리	굴절률	아베수	유효반경
S1	제1렌즈	24.7568	0.6000	1.501	80.8	5.427
S2		4.1322	4.5937			3.708
S3	제2렌즈	-4.6651	1.9139	1.907	25.8	3.174

S4		-13.2240	0.6103			3.337
S5	제3렌즈	7.0710	1.7364	1.774	24.8	3.590
S6		-32.4107	0.2951			3.465
S7	제4렌즈	-15.9122	1.6996	1.499	81.6	3.459
S8		-9.0263	0.0000			3.255
S9	조리개	Infinity	0.3000			2.965
S10	제5렌즈	9.4940	2.7559	1.661	52.4	3.120
S11	제6렌즈	-4.0538	0.6000	1.786	24.4	3.095
S12		9.8804	0.4411			3.233
S13	제7렌즈	12.2028	1.7283	1.889	40.8	3.475
S14		-16.8499	2.7218			3.414
S15	필터	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.577
S16		Infinity	0.5500			3.593
S17	커버글라스	Infinity	0.4000	1.519	64.2	3.625
S18		Infinity	3.1540			3.640
S19	상면	Infinity	0.0000			3.827

표 20

[0158]

면번호	S3	S4	S5	S6	S13	S14
K	-1.40701E+00	-4.13654E+00	-2.42329E-01	-9.42803E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
A	2.84216E-03	2.56955E-03	-5.12652E-05	-1.92022E-04	6.42895E-04	1.28000E-03
B	-1.54505E-04	-4.87954E-05	2.23483E-05	4.93296E-05	3.26155E-05	3.96969E-05
C	4.27883E-06	-1.36039E-07	2.01660E-07	-3.63703E-07	5.03002E-07	2.07459E-06
D	-1.18726E-07	0	0.00000E+00	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0

[0160]

표 21 및 22는 제1실시 예 내지 제10실시 예에 따른 촬상 광학계의 광학특성 값 및 조건식 값이다.

표 21

[0161]

비고	제1실시예	제2실시예	제3실시예	제4실시예	제5실시예
f1	-7.1256	-7.0064	-7.3336	-8.2002	-7.6772
f2	-13.8020	-15.1107	-12.4067	-10.1548	-10.9312
f3	8.8748	9.2828	8.2538	8.0920	7.7917
f4	39.9779	41.6546	36.3387	43.1035	31.6156
f5	4.7860	5.8456	5.3083	5.1727	4.8947
f6	-3.2516	-3.8834	-3.6850	-3.6060	-3.9860
f7	7.0469	7.0593	7.7607	7.2968	10.7948
TTL	24.5000	24.4973	24.4970	24.5000	24.5004
BFL	7.8769	7.8799	7.7010	7.6387	7.3664
f	4.5301	4.5625	4.5030	4.4610	4.4950
f number	1.8718	1.8714	1.8000	1.8000	1.8000
ImgH	3.3250	3.6250	3.6250	3.6250	3.6250
HFOV	82.0000	82.0000	82.0000	82.0000	81.9900
DFOV	100.9800	101.5000	100.5900	100.0000	100.4600
f56	-20.2397	-21.7682	-23.3670	-25.6419	-81.8220
비고	제6실시예	제7실시예	제8실시예	제9실시예	제10실시예
f1	-7.8477	-7.8710	-8.2002	-8.3139	-9.9994
f2	-10.8328	-10.9777	-9.9482	-9.7160	-8.8899

f3	7.7944	7.7934	7.5941	7.5498	7.6482
f4	34.3946	36.7654	37.3819	36.9288	38.6505
f5	4.8484	4.8221	4.7379	4.7143	4.6783
f6	-3.8274	-3.7022	-3.6184	-3.6359	-3.5872
f7	10.0307	9.2510	8.9224	8.9317	8.1930
TTL	24.5000	24.5000	24.5000	24.5000	24.5000
BFL	7.5714	7.5242	7.5283	7.5127	7.2258
f	4.4764	4.4741	4.4642	4.4856	4.5171
<i>f number</i>	1.8122	1.7800	1.7690	1.7690	1.6944
ImgH	3.6250	3.6250	3.6250	3.6250	3.6250
HFOV	82.0000	82.0000	82.0000	82.0000	82.0000
DFOV	94.6600	100.2000	100.0700	100.3600	94.9900
f56	-47.3826	-36.3797	-35.7203	-37.8010	-36.8699

표 22

[0163]

조건식	제1실시예	제2실시예	제3실시예	제4실시예	제5실시예
ImgH/TTL	0.13571	0.14798	0.14798	0.14796	0.14796
TTL/f	5.40827	5.36928	5.44015	5.49204	5.45059
f/f3	0.51045	0.49150	0.54557	0.55128	0.57690
D1/TTL	0.38303	0.38433	0.39097	0.40589	0.29818
f2/f3	-1.55520	-1.62781	-1.50315	-1.25491	-1.40293
f5/f6	-1.47189	-1.50527	-1.44053	-1.43445	-1.22796
D1/ImgH	2.82233	2.59726	2.64212	2.74327	2.01531
V5-V6	32.46100	33.68000	31.72500	32.29300	30.52800
D34/D12	0.03851	0.12972	0.10539	0.13332	0.13076
D34/D45	0.63547	2.09163	1.80316	2.27265	2.16562
ImgH/f	0.73398	0.79452	0.80502	0.81260	0.80645
SumNd/7	1.66210	1.64237	1.68099	1.71420	1.70767
SumV/SumNd	26.72196	28.48703	26.44418	25.69645	25.61952
(R6+R7)/(R6-R7)	4.87355	4.29882	5.13149	4.65969	3.16039
(R8+R9)/(R8-R9)	0.20760	0.16800	0.06893	0.11547	0.05305
D1/HFOV	0.11444	0.11482	0.11680	0.12127	0.08910
조건식	제6실시예	제7실시예	제8실시예	제9실시예	제10실시예
ImgH/TTL	0.14796	0.14796	0.14796	0.14796	0.14796
TTL/f	5.47315	5.47596	5.48811	5.46193	5.42383
f/f3	0.57431	0.57409	0.58785	0.59414	0.59061
D1/TTL	0.39964	0.39955	0.40314	0.40778	0.44306
f2/f3	-1.38981	-1.40858	-1.31000	-1.28692	-1.16236
f5/f6	-1.26676	-1.30249	-1.30940	-1.29658	-1.30417
D1/ImgH	2.70104	2.70043	2.72466	2.75601	2.99445
V5-V6	30.20800	29.55700	29.08700	28.64300	27.93200
D34/D12	0.13016	0.10458	0.10272	0.09346	0.06424
D34/D45	2.12745	1.65597	1.62615	1.44277	0.98367
ImgH/f	0.80980	0.81022	0.81202	0.80814	0.80251
SumNd/7	1.70374	1.70603	1.72994	1.72874	1.71664
SumV/SumNd	25.68672	26.59334	25.93273	25.89718	27.51017
(R6+R7)/(R6-R7)	3.52513	3.73940	3.78700	3.83079	2.92893
(R8+R9)/(R8-R9)	0.02325	-0.00566	0.00430	-0.00333	-0.02526
D1/HFOV	0.11941	0.11938	0.12045	0.12184	0.13238

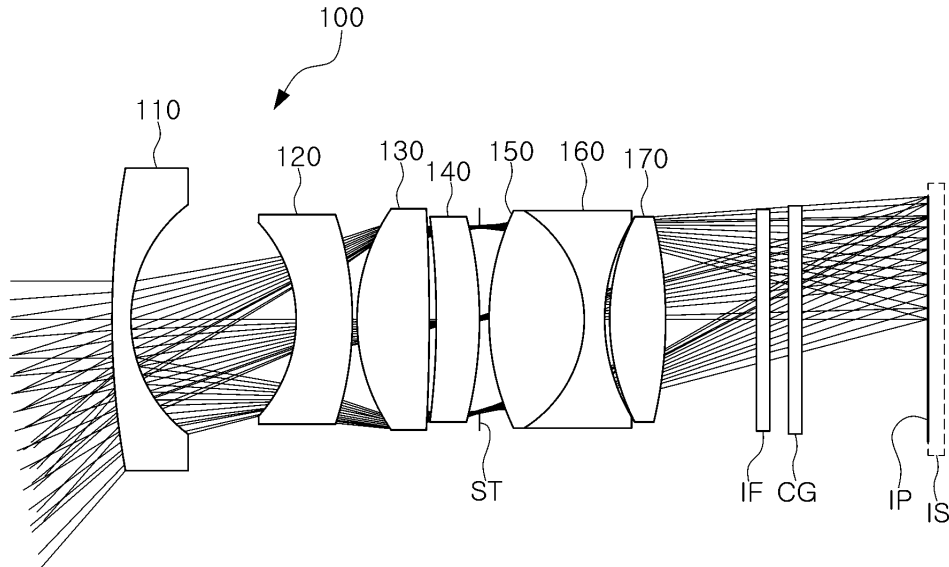
[0165]

본 발명은 이상에서 설명되는 실시 예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상의 요지를 벗어나지 않는 범위에서 얼마든지

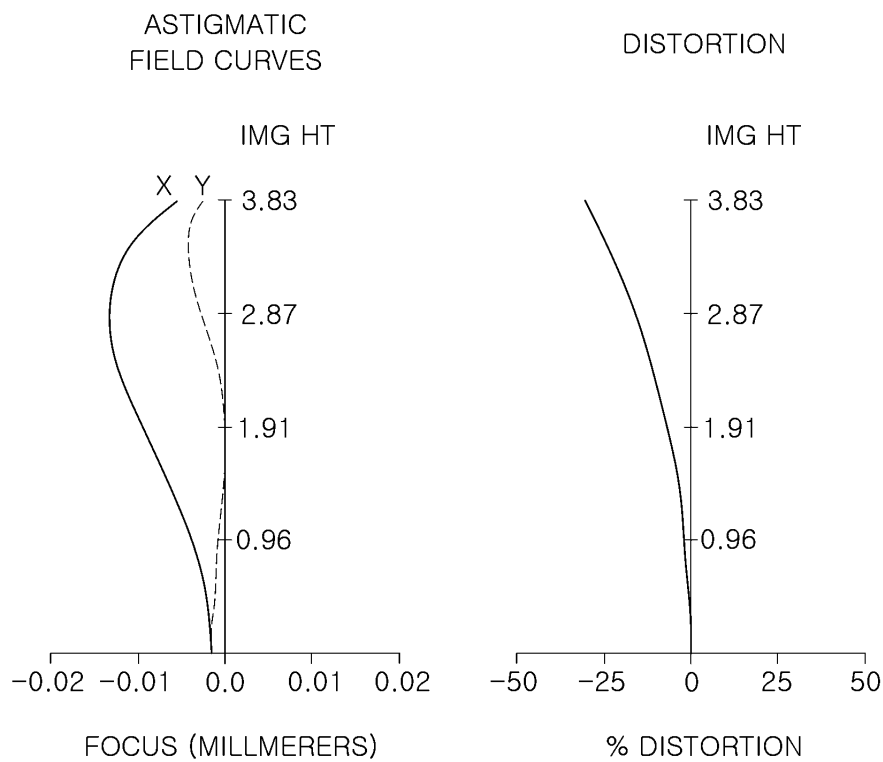
지 다양하게 변경하여 실시할 수 있을 것이다. 예를 들어, 전술된 실시형태에 기재된 다양한 특징사항은 그와 반대되는 설명이 명시적으로 기재되지 않는 한 다른 실시형태에 결합하여 적용될 수 있다.

도면

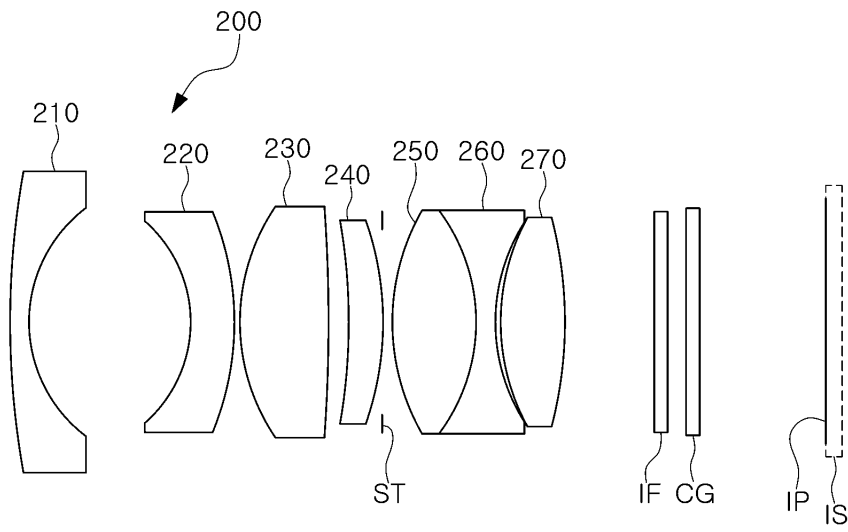
도면1



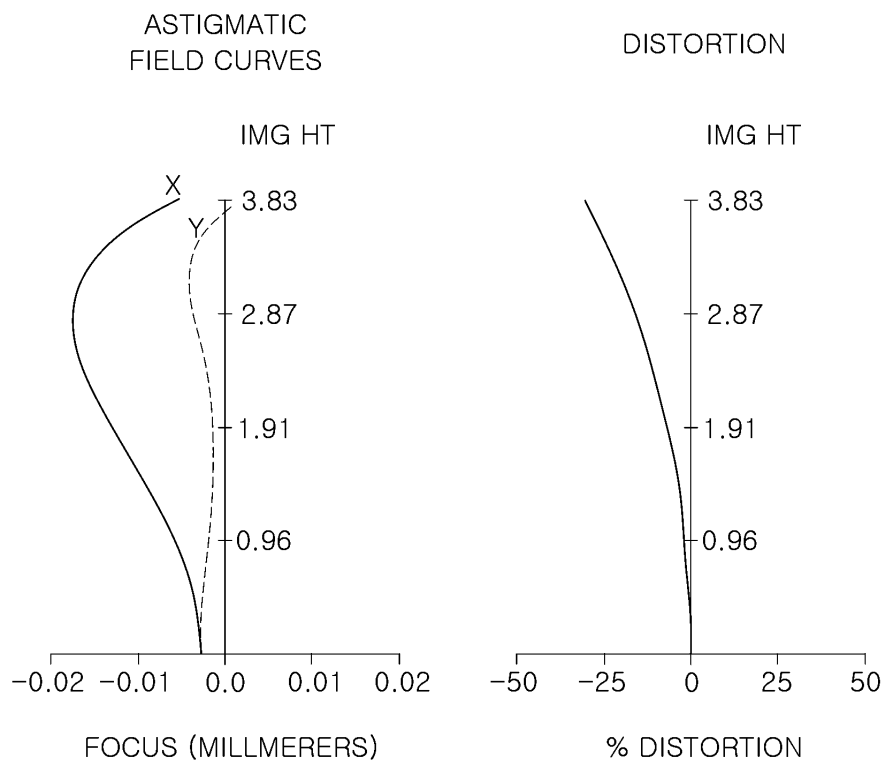
도면2



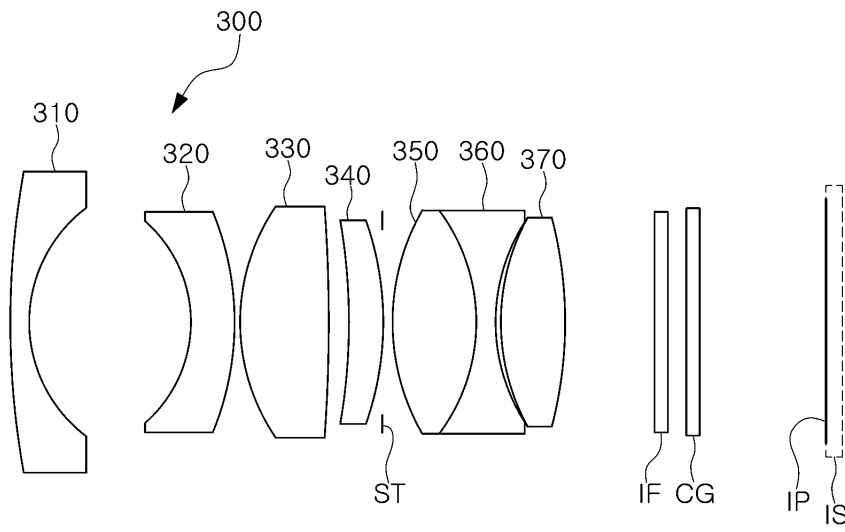
도면3



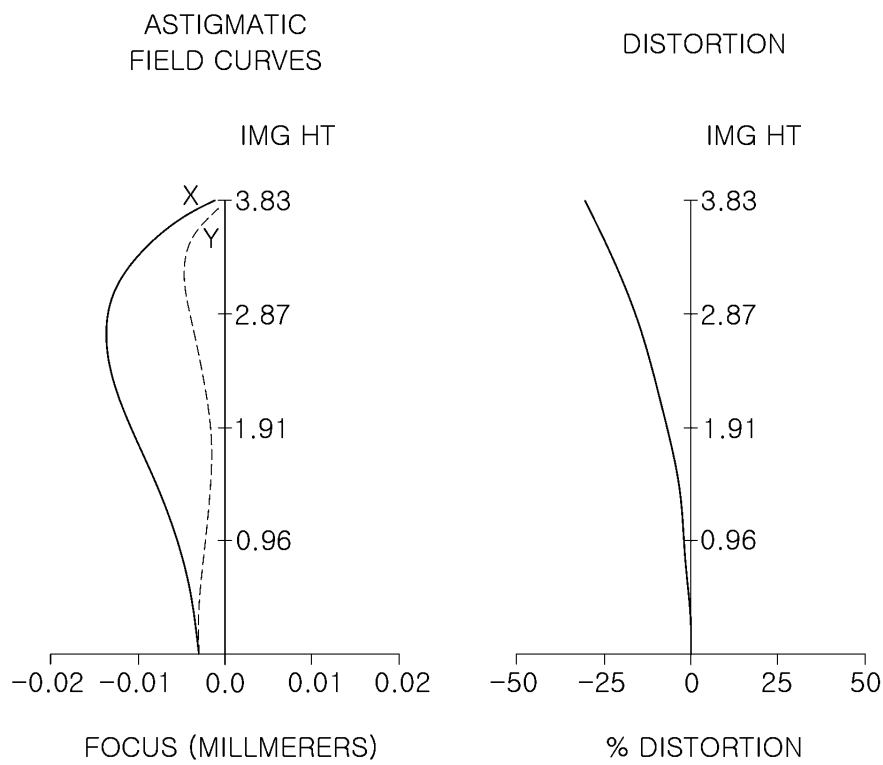
도면4



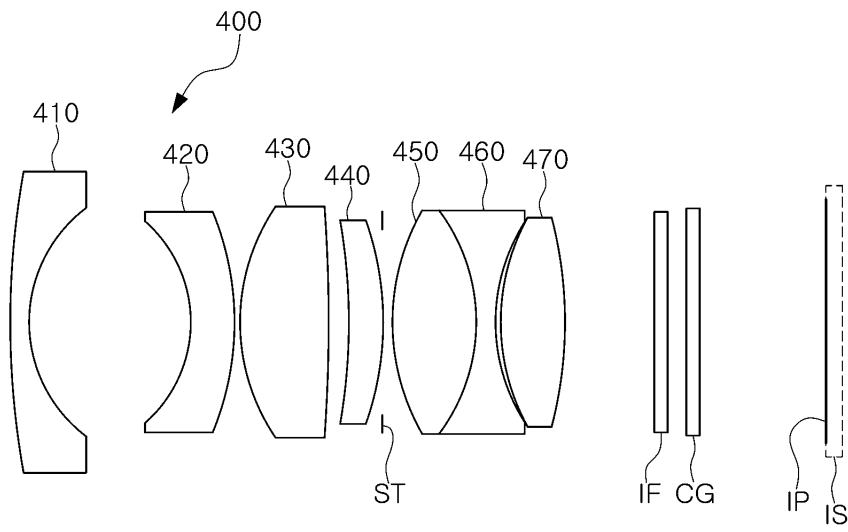
도면5



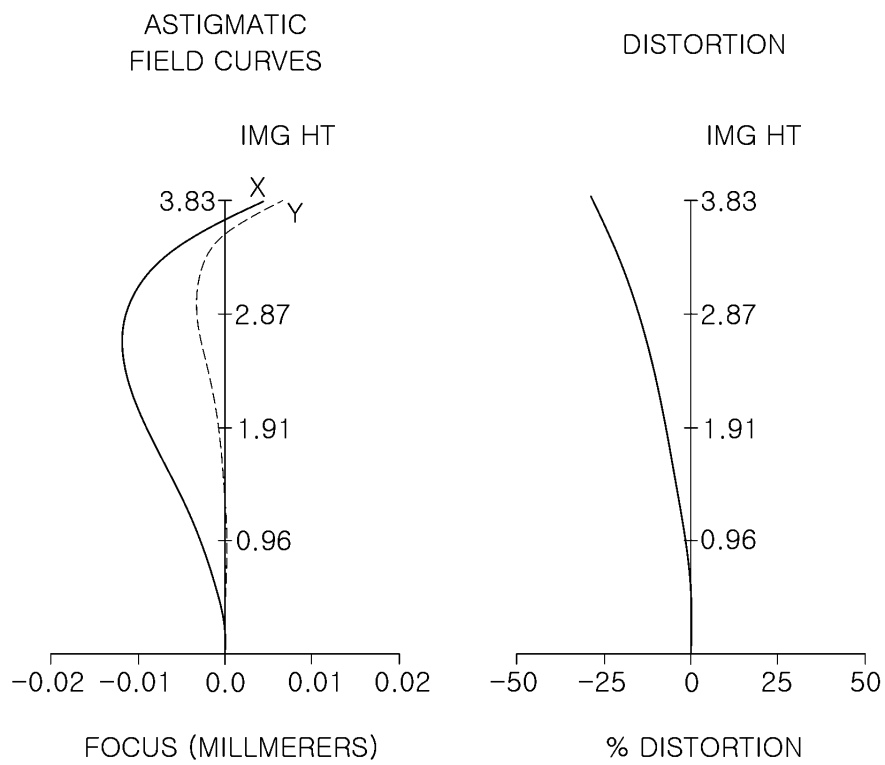
도면6



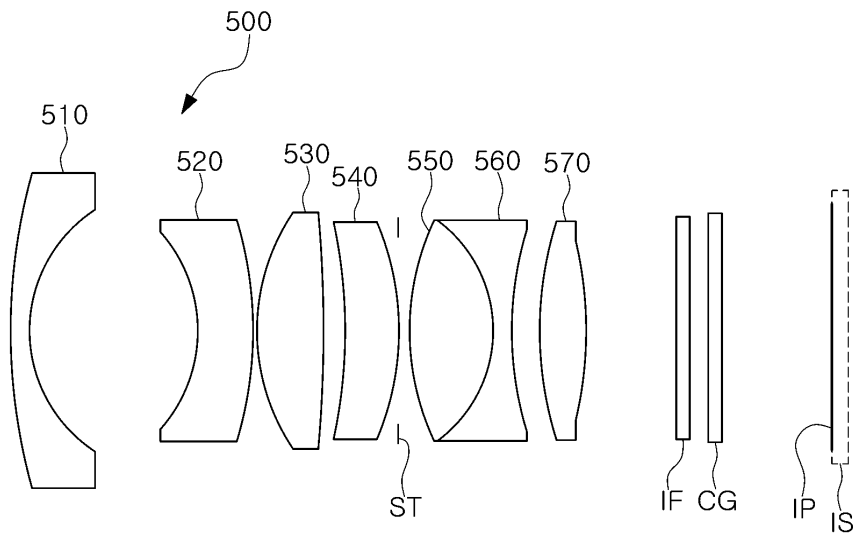
도면7



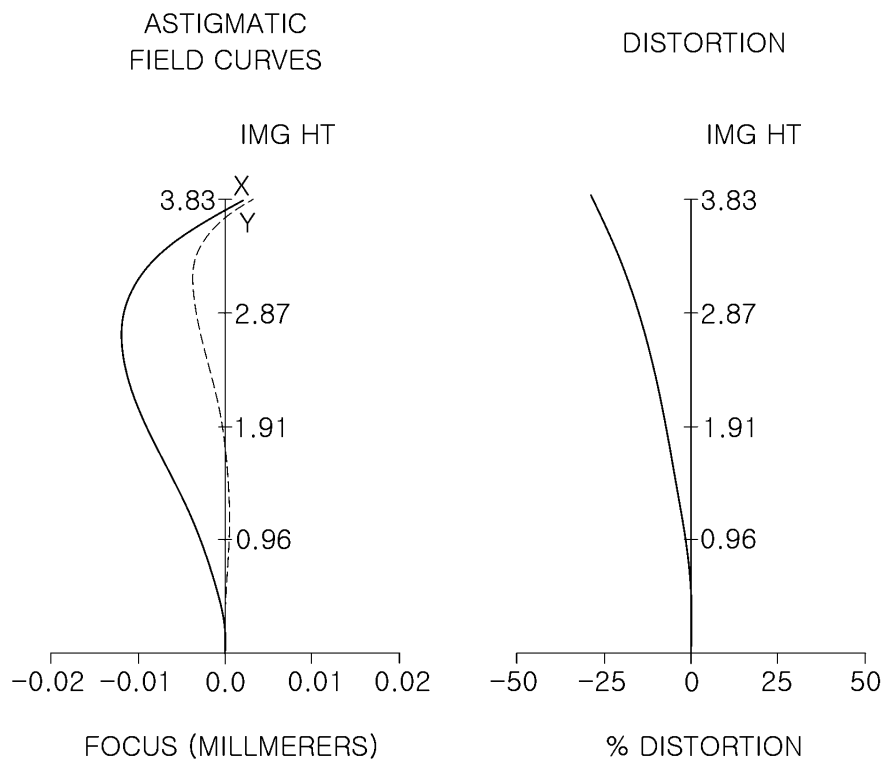
도면8



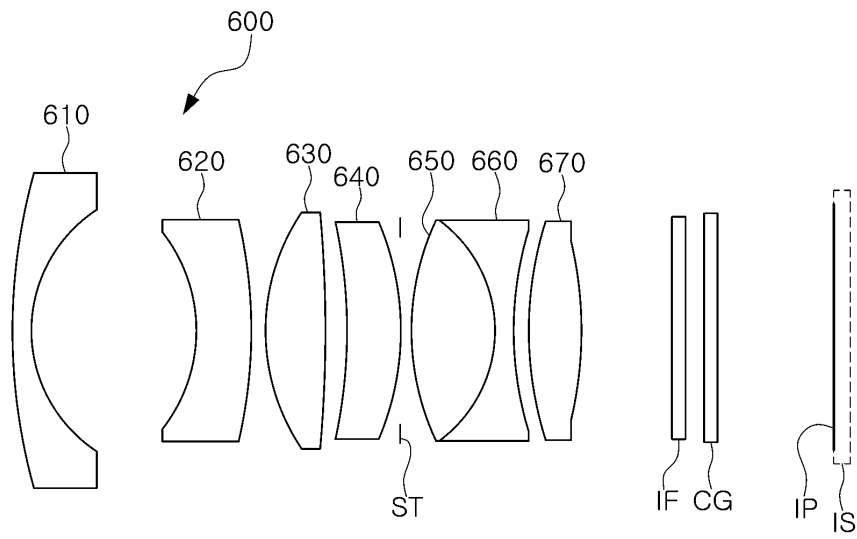
도면9



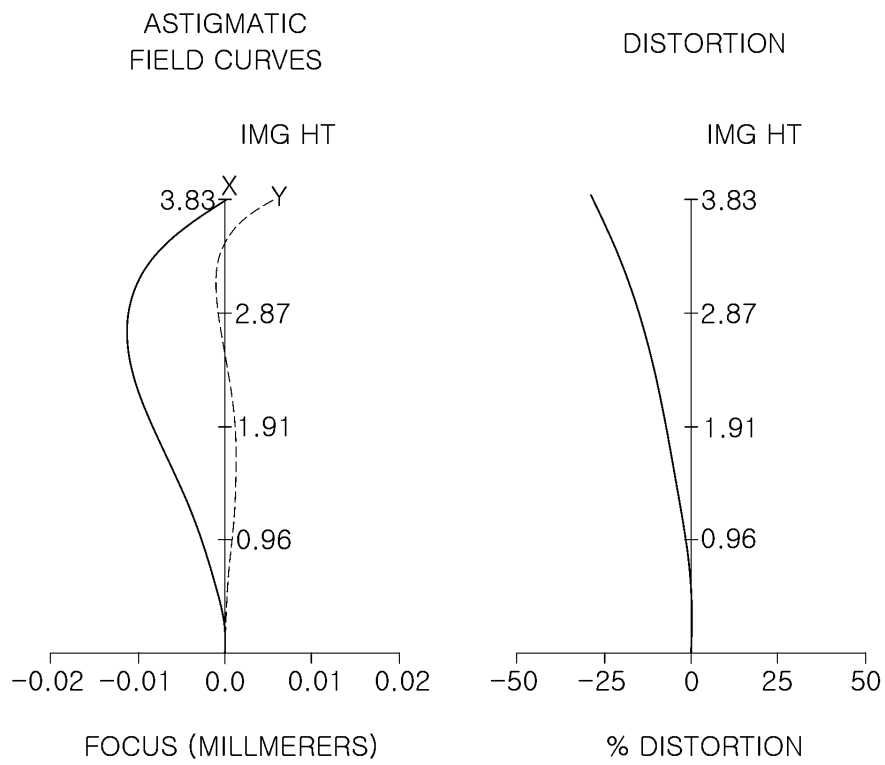
도면10



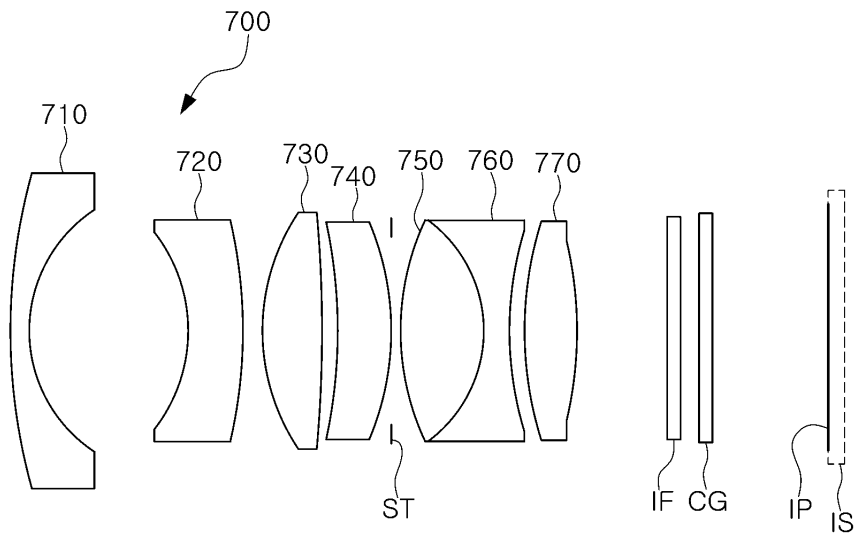
도면11



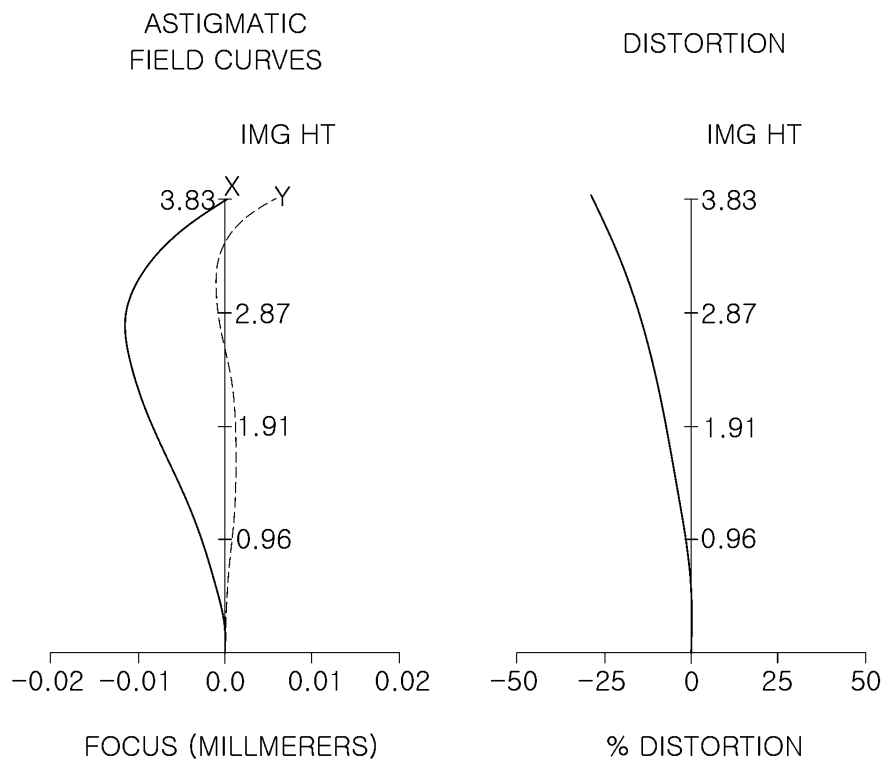
도면12



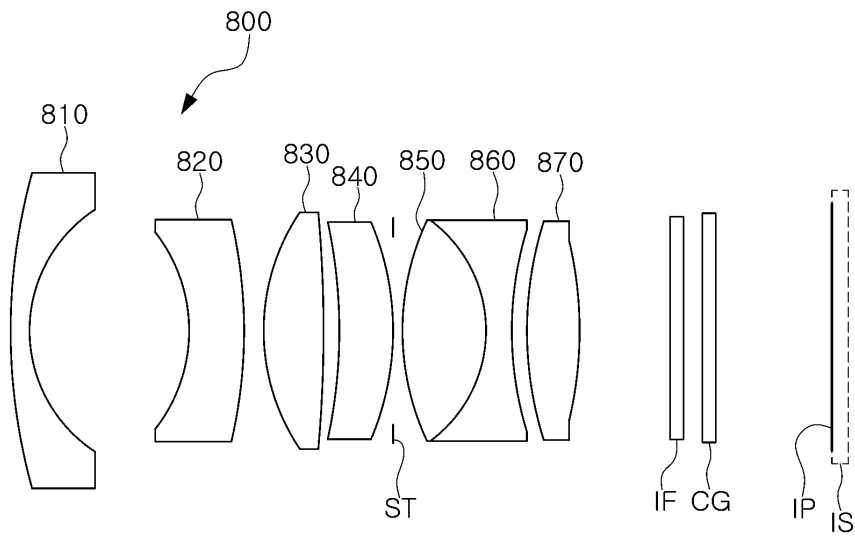
도면13



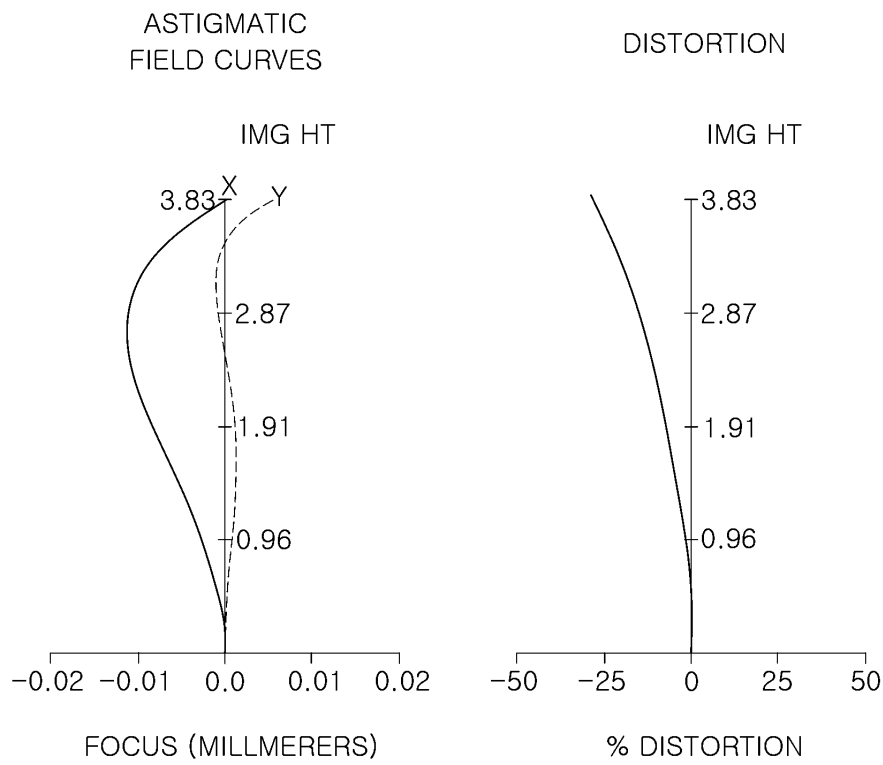
도면14



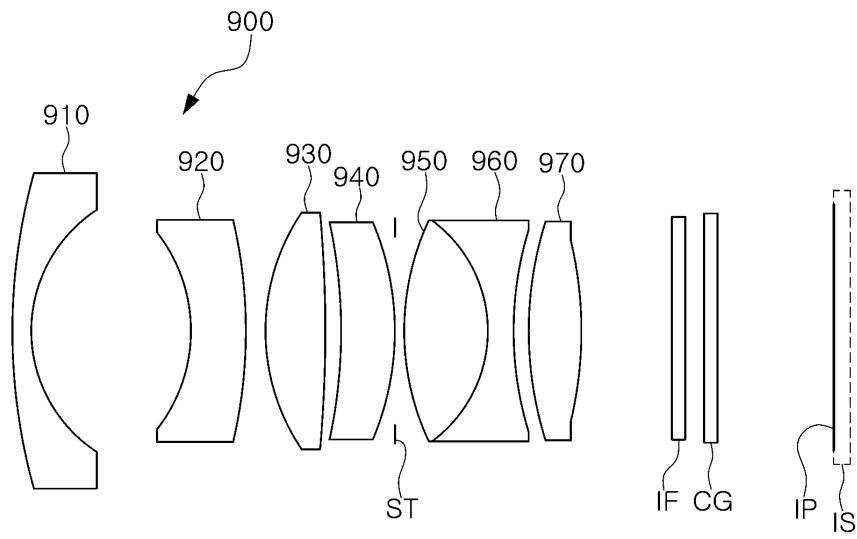
도면15



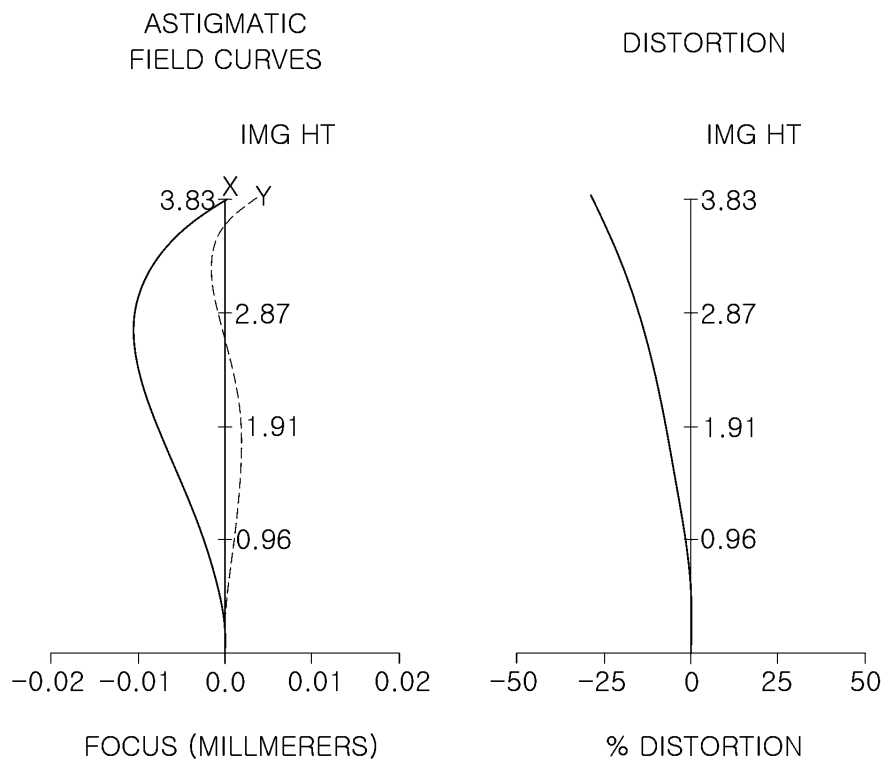
도면16



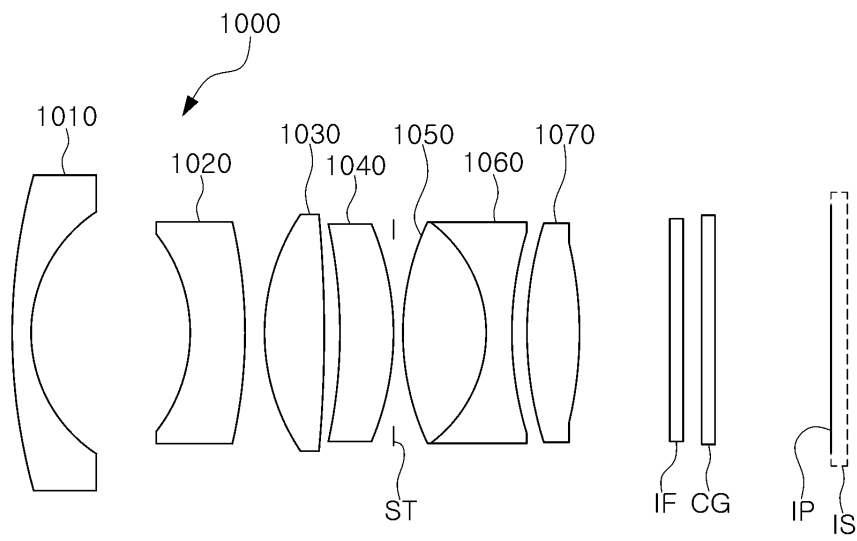
도면17



도면18



도면19



도면20

