



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월26일  
(11) 등록번호 10-2559976  
(24) 등록일자 2023년07월21일

- (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 10-2022-0117124(분할)
- (22) 출원일자 2022년09월16일  
심사청구일자 2022년09월16일
- (65) 공개번호 10-2022-0129527
- (43) 공개일자 2022년09월23일
- (62) 원출원 특허 10-2021-0116938  
원출원일자 2021년09월02일  
심사청구일자 2021년09월02일
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1020120135648 A\*  
US20130314804 A1  
CN104238082 A  
CN103728715 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

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

전체 청구항 수 : 총 13 항

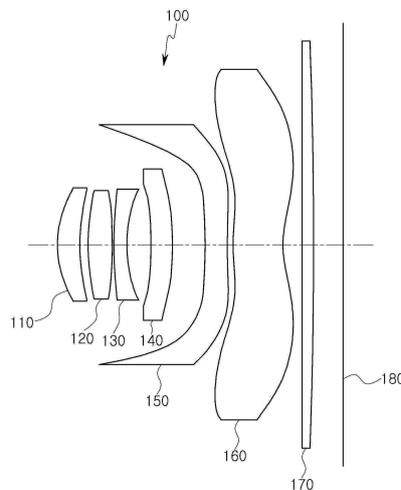
심사관 : 김희진

(54) 발명의 명칭 **활상 광학계**

(57) 요약

본 발명의 활상 광학계는 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈 군; 부의 굴절력을 가지는 제2렌즈 군; 굴절력을 가지는 제3렌즈 군; 부의 굴절력을 가지며, 상 측면에 변곡점이 형성되는 제4렌즈 군; 및 정의 굴절력을 가지며, 상 측면이 볼록한 형상인 제5렌즈 군;을 포함하고, 상기 제1렌즈 군 내지 상기 제5렌즈 군은 물체 측으로부터 상면 방향으로 순차적으로 배치된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G02B 9/64* (2013.01)

*G02B 2003/0093* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

정의 굴절력을 갖는 제1렌즈;  
상 측면이 볼록한 형상인 제2렌즈;  
굴절력을 갖는 제3렌즈;  
굴절력을 갖는 제4렌즈;  
상 측면이 오목한 형상인 제5렌즈;  
물체 측면이 볼록한 형상인 제6렌즈; 및  
굴절력을 가지며 적외선을 차단하도록 구성되는 제7렌즈;  
로 구성되고,  
상기 제1렌즈 내지 제7렌즈는 물체 측으로부터 순차적으로 배치되는 활상 광학계.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 제2렌즈는 정의 굴절력을 갖는 활상 광학계.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,  
상기 제3렌즈는 부의 굴절력을 갖는 활상 광학계.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 제4렌즈는 정의 굴절력을 갖는 활상 광학계.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,  
상기 제5렌즈는 부의 굴절력을 갖는 활상 광학계.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,  
상기 제6렌즈는 부의 굴절력을 갖는 활상 광학계.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,  
상기 제7렌즈는 정의 굴절력을 갖는 활상 광학계.

#### 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제3렌즈는 상 측면이 오목한 형상인 활상 광학계.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 제4렌즈는 상 측면이 볼록한 형상인 활상 광학계.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 제6렌즈는 상 측면이 오목한 형상인 활상 광학계.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 제7렌즈는 상 측면이 볼록한 형상인 활상 광학계.

**청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 제5렌즈는 상 측면에 변곡점이 형성되는 형상인 활상 광학계.

**청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 제6렌즈는 물체 측면 또는 상 측면에 변곡점이 형성되는 형상인 활상 광학계.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 굴절력을 가지는 6매 이상의 렌즈를 포함하는 활상 광학계에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 휴대용 단말기는 휴대용 용이하도록 박형화되고 있다. 이에 따라 휴대용 단말기에 장착되는 활상 광학계의 박형화 및 소형화가 필요하다. 그러나 활상 광학계의 박형화는 활상 광학계의 해상도를 저해할 수 있다. 일 예로, 활상 광학계를 구성하는 렌즈 수의 감소는 해상도의 저하를 수반한다. 따라서, 렌즈의 수를 감소시키지 않으면서 고해상도를 구현할 수 있는 활상 광학계의 개발이 요청된다.

[0003] 참고로, 본 발명과 관련된 선행기술로는 특허문헌 1 및 2가 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) KR 2009-0048298 A

(특허문헌 0002) US 2014-0211325 A1

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명은 상기와 같은 점을 해소하기 위한 것으로서 소형화 및 고해상도의 구현이 가능한 활상 광학계를 제공 하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시 예에 따른 촬상 광학계는 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈 군; 부의 굴절력을 가지는 제2렌즈 군; 굴절력을 가지는 제3렌즈 군; 부의 굴절력을 가지며, 상 측면에 변곡점이 형성되는 제4렌즈 군; 및 정의 굴절력을 가지며, 상 측면이 볼록한 형상인 제5렌즈 군;을 포함하고, 상기 제1렌즈 군 내지 상기 제5렌즈 군은 물체 측으로부터 상면 방향으로 순차적으로 배치된다.

**발명의 효과**

[0007] 본 발명은 상면 만곡 현상을 개선할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0008] 도 1은 본 발명의 제1실시 예에 따른 구성도
- 도 2는 제1실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차 곡선
- 도 3은 제1실시 예에 따른 촬상 광학계의 MTF 곡선
- 도 4는 제1실시 예에 따른 촬상 광학계의 특성을 나타낸 표
- 도 5는 제1실시 예에 따른 촬상 광학계의 비구면 특성을 나타낸 표
- 도 6은 본 발명의 제2실시 예에 따른 구성도
- 도 7은 제2실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차 곡선
- 도 8은 제2실시 예에 따른 촬상 광학계의 MTF 곡선
- 도 9는 제2실시 예에 따른 촬상 광학계의 특성을 나타낸 표
- 도 10은 제2실시 예에 따른 촬상 광학계의 비구면 특성을 나타낸 표
- 도 11은 본 발명의 제3실시 예에 따른 구성도
- 도 12는 제3실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차 곡선
- 도 13은 제3실시 예에 따른 촬상 광학계의 MTF 곡선
- 도 14는 제3실시 예에 따른 촬상 광학계의 특성을 나타낸 표
- 도 15는 제3실시 예에 따른 촬상 광학계의 비구면 특성을 나타낸 표
- 도 16은 본 발명의 제4실시 예에 따른 구성도
- 도 17은 제4실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차 곡선
- 도 18은 제4실시 예에 따른 촬상 광학계의 MTF 곡선
- 도 19는 제4실시 예에 따른 촬상 광학계의 특성을 나타낸 표
- 도 20은 제4실시 예에 따른 촬상 광학계의 비구면 특성을 나타낸 표
- 도 21은 본 발명의 제5실시 예에 따른 구성도
- 도 22는 제5실시 예에 따른 촬상 광학계의 수차 곡선
- 도 23은 제5실시 예에 따른 촬상 광학계의 MTF 곡선
- 도 24는 제5실시 예에 따른 촬상 광학계의 특성을 나타낸 표
- 도 25는 제5실시 예에 따른 촬상 광학계의 비구면 특성을 나타낸 표

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0009] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 예시도면에 의거하여 상세히 설명한다.

[0010] 아래에서 본 발명을 설명함에 있어서, 본 발명의 구성요소를 지칭하는 용어들은 각각의 구성요소들의 기능을 고

려하여 명명된 것이므로, 본 발명의 기술적 구성요소를 한정하는 의미로 이해되어서는 안 될 것이다.

- [0011] 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.
- [0012] 아울러, 본 명세서에서 제1렌즈는 물체 측에 가장 가까운 렌즈를 의미한다. 본 명세서에서 특별한 언급이 없는 한 렌즈의 반지름, 두께/거리, TTL 등에 대한 단위는 모두 mm 이다.
- [0013] 아울러, 본 명세서에서 렌즈의 형상은 렌즈의 광축 부분을 기준으로 나타낸 것이다. 일 예로, 렌즈의 물체 측면이 볼록하다는 의미는 해당 렌즈의 물체 측면에서 광축 부분이 볼록하다는 의미이지 광축 주변이 볼록하다는 의미는 아니다. 따라서, 렌즈의 물체 측면이 볼록하다고 설명된 경우라도, 해당 렌즈의 물체 측면에서 광축 주변 부분은 오목할 수 있다.
- [0014] 아울러, 본 명세서에서 렌즈의 두께 및 곡률 반지름은 해당 렌즈의 광축을 기준으로 측정된 값이다.
- [0015] 본 발명의 한 형태에 따른 촬상 광학계는 굴절력을 갖는 5개의 렌즈 군을 포함한다. 일 예로, 촬상 광학계는 제1렌즈 군, 제2렌즈 군, 제3렌즈 군, 제4렌즈 군, 제5렌즈 군을 포함한다.
- [0016] 제1렌즈 군은 1개 이상의 렌즈로 구성된다. 일 예로, 제1렌즈 군은 정의 굴절력을 갖는 1개의 렌즈로 구성될 수 있다. 다른 예로, 제1렌즈 군은 정의 굴절력을 갖는 2개의 렌즈로 구성될 수 있다. 여기서, 제1렌즈 군을 구성하는 렌즈들 중 물체 측에 가장 가까이 위치한 렌즈의 물체 측면은 볼록한 형상일 수 있다.
- [0017] 제2렌즈 군은 1개 이상의 렌즈로 구성된다. 일 예로, 제2렌즈 군은 부의 굴절력을 갖는 1개의 렌즈로 구성될 수 있다. 여기서, 상기 렌즈의 상 측면은 오목한 형상일 수 있다.
- [0018] 제3렌즈 군은 2개 이상의 렌즈로 구성된다. 예를 들어, 제3렌즈 군은 정의 굴절력을 갖는 1개의 렌즈와 정 또는 부의 굴절력을 갖는 1개의 렌즈로 구성된다.
- [0019] 제4렌즈 군은 1개 이상의 렌즈로 구성된다. 일 예로, 제4렌즈 군은 부의 굴절력을 갖는 1개의 렌즈로 구성될 수 있다. 여기서, 상기 렌즈의 상 측면은 오목한 형상일 수 있다.
- [0020] 제5렌즈 군은 1개 이상의 렌즈로 구성된다. 일 예로, 제5렌즈 군은 정의 굴절력을 갖는 1개의 렌즈로 구성될 수 있다. 여기서, 상기 렌즈의 물체 측면은 평평하고, 상 측면은 볼록한 형상일 수 있다. 아울러, 상기 렌즈는 적외선을 차단하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 렌즈의 일 면은 적외선 차단 필름으로 코팅될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 다른 형태에 따른 촬상 광학계는 굴절력을 갖는 2개의 렌즈 군을 포함한다. 일 예로, 촬상 광학계는 제1렌즈 군, 제2렌즈 군을 포함한다.
- [0022] 제1렌즈 군은 5매 렌즈로 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1렌즈 군은 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈, 부의 굴절력을 가지는 제2렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제3렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제4렌즈, 및 부의 굴절력을 가지는 제5렌즈로 구성될 수 있다. 다른 예로, 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈, 부의 굴절력을 가지는 제2렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제3렌즈, 부의 굴절력을 가지는 제4렌즈, 및 부의 굴절력을 가지는 제5렌즈로 구성될 수 있다.
- [0023] 제1렌즈 군은 6매 렌즈로 구성될 수도 있다. 예를 들어, 제1렌즈 군은 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제2렌즈, 부의 굴절력을 가지는 제3렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제4렌즈, 부의 굴절력을 가지는 제5렌즈, 및 부의 굴절력을 가지는 제6렌즈로 구성될 수 있다. 다른 예로, 제1렌즈 군은 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제2렌즈, 부의 굴절력을 가지는 제3렌즈, 부의 굴절력을 가지는 제4렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제5렌즈, 및 부의 굴절력을 가지는 제6렌즈로 구성될 수 있다. 또 다른 예로, 제1렌즈 군은 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제2렌즈, 부의 굴절력을 가지는 제3렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제4렌즈, 정의 굴절력을 가지는 제5렌즈, 및 부의 굴절력을 가지는 제6렌즈로 구성될 수 있다.
- [0024] 제2렌즈 군은 1매 렌즈로 구성된다. 예를 들어, 제2렌즈 군은 정의 굴절력을 가지며 상 측면이 볼록한 형상의 1매 렌즈로 구성될 수 있다.
- [0025] 다음에서는 본 발명의 여러 실시 예들을 설명한다.
- [0026] 도 1을 참조하여 제1실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.
- [0027] 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(100)는 굴절력을 갖는 7매의 렌즈를 포함한다. 일 예로, 촬상 광학계(100)는 제

1렌즈(110) 내지 제6렌즈(160) 및 제7렌즈(170)를 포함한다. 제1렌즈(110) 내지 제6렌즈(160) 및 제7렌즈(170)는 물체 측으로부터 상면 측으로 순차적으로 배치된다. 여기서, 제1렌즈(110) 및 제2렌즈(120)는 제1렌즈 군을 형성하고, 제3렌즈(130)는 제2렌즈 군을 형성할 수 있다. 제4렌즈(140) 및 제5렌즈(150)는 제3렌즈 군을 형성할 수 있다. 그리고 제6렌즈(160)는 제4렌즈 군을 형성하고, 제7렌즈(170)는 제5렌즈 군을 형성할 수 있다.

- [0028] 제1렌즈(110)는 정의 굴절력을 가진다. 제1렌즈(110)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제1렌즈(110)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제1렌즈(110)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제1렌즈(110)는 1.544의 굴절률을 갖는 재질로 이루어질 수 있다. 제1렌즈(110)의 초점거리는 6.762 [mm]이다.
- [0029] 제2렌즈(120)는 정의 굴절력을 가진다. 제2렌즈(120)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제2렌즈(120)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제2렌즈(120)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제2렌즈(120)는 제1렌즈와 대체로 동일 또는 유사한 재질로 이루어진다. 일 예로, 제2렌즈(120)는 제1렌즈와 동일한 1.544의 굴절률을 가질 수 있다. 제2렌즈(120)의 초점거리는 4.878 [mm]이다.
- [0030] 제3렌즈(130)는 부의 굴절력을 가진다. 제3렌즈(130)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제3렌즈(130)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제3렌즈(130)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제3렌즈(130)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제3렌즈(130)의 굴절률은 1.650이다. 제3렌즈(130)의 초점거리는 -6.078 [mm]이다.
- [0031] 제4렌즈(140)는 정의 굴절력을 가진다. 제4렌즈(140)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(140)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제4렌즈(140)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제4렌즈(140)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제4렌즈(140)의 굴절률은 1.650이다. 제4렌즈(140)의 초점거리는 31.635 [mm]이다.
- [0032] 제5렌즈(150)는 부의 굴절력을 가진다. 제5렌즈(150)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제5렌즈(150)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제5렌즈(150)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제5렌즈(150)에는 변곡점이 형성된다. 일 예로, 제5렌즈(150)의 상 측면에는 하나 이상의 변곡점이 형성될 수 있다. 제5렌즈(150)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제5렌즈(150)의 굴절률은 1.650이다. 제5렌즈(150)의 초점거리는 -202.159 [mm]이다.
- [0033] 제6렌즈(160)는 부의 굴절력을 가진다. 제6렌즈(160)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제6렌즈(160)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제6렌즈(160)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제6렌즈(160)에는 변곡점이 형성된다. 일 예로, 제6렌즈(160)의 물체 측면 및 상 측면에는 하나 이상의 변곡점이 형성될 수 있다. 제6렌즈(160)는 제1렌즈보다 낮은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제6렌즈(160)의 굴절률은 1.534이다. 제6렌즈(160)의 초점거리는 -7.938 [mm]이다.
- [0034] 제7렌즈(170)는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제7렌즈(170)는 정의 굴절력을 갖는다. 제7렌즈(170)는 물체 측면이 평평하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(170)는 적외선을 차단하도록 구성된다. 일 예로, 제7렌즈(170)의 물체 측면 또는 상 측면에는 적외선 차단 필름이 코팅될 수 있다.
- [0035] 제7렌즈(170)는 제6렌즈와 동일한 재질일 수 있다. 일 예로, 제7렌즈(170)의 굴절률은 제6렌즈의 굴절률과 동일한 1.534이다. 제7렌즈(170)의 초점거리는 187.161 [mm]이다.
- [0036] 촬상 광학계(100)는 이미지 센서(180)를 포함한다. 이미지 센서(180)는 제7렌즈(170)의 뒤쪽에 배치된다. 이미지 센서(180)는 소정의 크기를 갖는다. 일 예로, 이미지 센서(180)의 상면과 광축의 교차지점으로부터 이미지 센서(180)의 대각 모서리까지의 거리(IMG HT, 도 2 참조)는 3.75 [mm]이다.
- [0037] 이와 같이 구성된 촬상 광학계(100)는 도 2, 도 3, 및 도 4에 각각 도시된 바와 같은 수차 특성, MTF 특성과 광학 특성을 나타낸다. 일 예로, 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(100)의 전체 길이(TTL: 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상면까지의 거리)는 5.250 [mm]이고, 촬상 광학계(100)의 전체 초점거리는 4.613 [mm]이다. 참고로, 도 5는 촬상 광학계(100)의 비구면 계수를 나타낸 표이다.
- [0038] 도 5를 참조하여 제2실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.
- [0039] 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(200)는 굴절력을 갖는 7개의 렌즈를 포함한다. 일 예로, 촬상 광학계(200)는 제1렌즈(210) 내지 제6렌즈(260) 및 제7렌즈(270)를 포함한다. 제1렌즈(210) 내지 제6렌즈(260) 및 제7렌즈(270)는 물체 측으로부터 상면 측으로 순차적으로 배치된다. 여기서, 제1렌즈(210) 및 제2렌즈(220)는 제1렌즈 군을 형성하고, 제3렌즈(230)는 제2렌즈 군을 형성할 수 있다. 제4렌즈(240) 및 제5렌즈(250)는 제3렌즈 군을 형성

성할 수 있다. 그리고 제6렌즈(260)는 제4렌즈 군을 형성하고, 제7렌즈(270)는 제5렌즈 군을 형성할 수 있다.

- [0040] 제1렌즈(210)는 정의 굴절력을 가진다. 제1렌즈(210)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제1렌즈(210)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제1렌즈(210)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제1렌즈(210)는 1.544의 굴절률을 갖는 재질로 이루어질 수 있다. 제1렌즈(210)의 초점거리는 7.433 [mm]이다.
- [0041] 제2렌즈(220)는 정의 굴절력을 가진다. 제2렌즈(220)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제2렌즈(220)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제2렌즈(220)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제2렌즈(220)는 제1렌즈와 대체로 동일 또는 유사한 재질로 이루어진다. 일 예로, 제2렌즈(220)는 제1렌즈와 동일한 1.544의 굴절률을 가질 수 있다. 제2렌즈(220)의 초점거리는 4.376 [mm]이다.
- [0042] 제3렌즈(230)는 부의 굴절력을 가진다. 제3렌즈(230)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제3렌즈(230)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제3렌즈(230)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제3렌즈(230)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제3렌즈(230)의 굴절률은 1.651이다. 제3렌즈(230)의 초점거리는 -5.829 [mm]이다.
- [0043] 제4렌즈(240)는 부의 굴절력을 가진다. 제4렌즈(240)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(240)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제4렌즈(240)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제4렌즈(240)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제4렌즈(240)의 굴절률은 1.623이다. 제4렌즈(240)의 초점거리는 -131.373 [mm]이다.
- [0044] 제5렌즈(250)는 정의 굴절력을 가진다. 제5렌즈(250)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제5렌즈(250)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제5렌즈(250)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제5렌즈(250)에는 변곡점이 형성된다. 일 예로, 제5렌즈(250)의 상 측면에는 하나 이상의 변곡점이 형성될 수 있다. 제5렌즈(250)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제5렌즈(250)의 굴절률은 1.594이다. 제5렌즈(250)의 초점거리는 54.448 [mm]이다.
- [0045] 제6렌즈(260)는 부의 굴절력을 가진다. 제6렌즈(260)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제6렌즈(260)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제6렌즈(260)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제6렌즈(260)에는 변곡점이 형성된다. 일 예로, 제6렌즈(260)의 물체 측면 및 상 측면에는 하나 이상의 변곡점이 형성될 수 있다. 제6렌즈(260)는 제1렌즈보다 낮은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제6렌즈(260)의 굴절률은 1.534이다. 제6렌즈(260)의 초점거리는 -7.660 [mm]이다.
- [0046] 제7렌즈(270)는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제7렌즈(270)는 정의 굴절력을 갖는다. 제7렌즈(270)는 물체 측면이 평평하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(270)는 적외선을 차단하도록 구성된다. 일 예로, 제7렌즈(270)의 물체 측면 또는 상 측면에는 적외선 차단 필름이 코팅될 수 있다. 제7렌즈(270)의 굴절률은 1.572이고, 제7렌즈(270)의 초점거리는 174.918 [mm]이다.
- [0047] 촬상 광학계(200)는 이미지 센서(280)를 포함한다. 이미지 센서(280)는 제7렌즈(270)의 뒤쪽에 배치된다. 이미지 센서(280)는 소정의 크기를 갖는다. 일 예로, 이미지 센서(280)의 상면과 광축의 교차지점으로부터 이미지 센서(280)의 대각 모서리까지의 거리(IMG HT, 도 7 참조)는 3.75 [mm]이다.
- [0048] 이와 같이 구성된 촬상 광학계(200)는 도 7, 도 8, 및 도 9에 각각 도시된 바와 같은 수차 특성, MTF 특성과 광학 특성을 나타낸다. 일 예로, 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(200)의 전체 길이(TTL: 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상면까지의 거리)는 5.400 [mm]이고, 촬상 광학계(200)의 전체 초점거리는 4.636 [mm]이다. 참고로, 도 10은 촬상 광학계(200)의 비구면 계수를 나타낸 표이다.
- [0049] 도 11을 참조하여 제3 실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.
- [0050] 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(300)는 굴절력을 갖는 7개의 렌즈를 포함한다. 일 예로, 촬상 광학계(300)는 제1렌즈(310) 내지 제6렌즈(360) 및 제7렌즈(370)를 포함한다. 제1렌즈(310) 내지 제6렌즈(360) 및 제7렌즈(370)는 물체 측면으로부터 상면 측으로 순차적으로 배치된다. 여기서, 제1렌즈(310) 및 제2렌즈(320)는 제1렌즈 군을 형성하고, 제3렌즈(330)는 제2렌즈 군을 형성할 수 있다. 제4렌즈(340) 및 제5렌즈(350)는 제3렌즈 군을 형성할 수 있다. 그리고 제6렌즈(360)는 제4렌즈 군을 형성하고, 제7렌즈(370)는 제5렌즈 군을 형성할 수 있다.
- [0051] 제1렌즈(310)는 정의 굴절력을 가진다. 제1렌즈(310)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제1렌즈(310)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제1렌즈(310)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다.

제1렌즈(310)는 1.544의 굴절률을 갖는 재질로 이루어질 수 있다. 제1렌즈(310)의 초점거리는 8.074 [mm]이다.

[0052] 제2렌즈(320)는 정의 굴절력을 가진다. 제2렌즈(320)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제2렌즈(320)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제2렌즈(320)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제2렌즈(320)는 제1렌즈와 대체로 동일 또는 유사한 재질로 이루어진다. 일 예로, 제2렌즈(320)는 제1렌즈와 동일한 1.544의 굴절률을 가질 수 있다. 제2렌즈(320)의 초점거리는 4.161 [mm]이다.

[0053] 제3렌즈(330)는 부의 굴절력을 가진다. 제3렌즈(330)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제3렌즈(330)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제3렌즈(330)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제3렌즈(330)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제3렌즈(330)의 굴절률은 1.651이다. 제3렌즈(330)의 초점거리는 -5.717 [mm]이다.

[0054] 제4렌즈(340)는 정의 굴절력을 가진다. 제4렌즈(340)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(340)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제4렌즈(340)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제4렌즈(340)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제4렌즈(340)의 굴절률은 1.592이다. 제4렌즈(340)의 초점거리는 107.977 [mm]이다.

[0055] 제5렌즈(350)는 정의 굴절력을 가진다. 제5렌즈(350)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제5렌즈(350)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제5렌즈(350)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제5렌즈(350)에는 변곡점이 형성된다. 일 예로, 제5렌즈(350)의 상 측면에는 하나 이상의 변곡점이 형성될 수 있다. 제5렌즈(350)는 제1렌즈 및 제2렌즈보다 높은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제5렌즈(350)의 굴절률은 1.572이다. 제5렌즈(350)의 초점거리는 1802.363 [mm]이다.

[0056] 제6렌즈(360)는 부의 굴절력을 가진다. 제6렌즈(360)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제6렌즈(360)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제6렌즈(360)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제6렌즈(360)에는 변곡점이 형성된다. 일 예로, 제6렌즈(360)의 물체 측면 및 상 측면에는 하나 이상의 변곡점이 형성될 수 있다. 제6렌즈(360)는 제1렌즈보다 낮은 굴절률을 가질 수 있다. 일 예로, 제6렌즈(360)의 굴절률은 1.534이다. 제6렌즈(360)의 초점거리는 -7.693 [mm]이다.

[0057] 제7렌즈(370)는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제7렌즈(370)는 정의 굴절력을 갖는다. 제7렌즈(370)는 물체 측면이 평평하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제7렌즈(370)는 적외선을 차단하도록 구성된다. 일 예로, 제7렌즈(370)의 물체 측면 또는 상 측면에는 적외선 차단 필름이 코팅될 수 있다. 제7렌즈(370)의 굴절률은 1.651이고, 제7렌즈(370)의 초점거리는 102.448 [mm]이다.

[0058] 촬상 광학계(300)는 이미지 센서(380)를 포함한다. 이미지 센서(380)는 제7렌즈(370)의 뒤쪽에 배치된다. 이미지 센서(380)는 소정의 크기를 갖는다. 일 예로, 이미지 센서(380)의 상면과 광축의 교차지점으로부터 이미지 센서(380)의 대각 모서리까지의 거리(IMG HT, 도 12 참조)는 3.75 [mm]이다.

[0059] 이와 같이 구성된 촬상 광학계(300)는 도 12, 도 13, 및 도 14에 각각 도시된 바와 같은 수차 특성, MTF 특성과 광학 특성을 나타낸다. 일 예로, 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(300)의 전체 길이(TTL: 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상면까지의 거리)는 5.350 [mm]이고, 촬상 광학계(300)의 전체 초점거리는 4.586 [mm]이다. 참고로, 도 15는 촬상 광학계(300)의 비구면 계수를 나타낸 표이다.

[0060] 도 16을 참조하여 제4실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.

[0061] 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(400)는 굴절력을 갖는 6개의 렌즈를 포함한다. 일 예로, 촬상 광학계(400)는 제1렌즈(410) 내지 제5렌즈(450) 및 제6렌즈(460)를 포함한다. 제1렌즈(410) 내지 제5렌즈(450) 및 제6렌즈(460)는 물체 측으로부터 상면 측으로 순차적으로 배치된다. 여기서, 제1렌즈(410)는 제1렌즈 군을 형성하고, 제2렌즈(420)는 제2렌즈 군을 형성할 수 있다. 제3렌즈(430) 및 제4렌즈(440)는 제3렌즈 군을 형성할 수 있다. 그리고 제5렌즈(450)는 제4렌즈 군을 형성하고, 제6렌즈(460)는 제5렌즈 군을 형성할 수 있다.

[0062] 제1렌즈(410)는 정의 굴절력을 가진다. 제1렌즈(410)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제1렌즈(410)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제1렌즈(410)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제1렌즈(410)는 1.544의 굴절률을 갖는 재질로 이루어질 수 있다. 제1렌즈(410)의 초점거리는 3.835 [mm]이다.

[0063] 제2렌즈(420)는 부의 굴절력을 가진다. 제2렌즈(420)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(420)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제2렌즈(420)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다.

제2렌즈의 굴절률은 1.650이고, 제2렌즈(420)의 초점거리는 -5.768 [mm]이다.

- [0064] 제3렌즈(430)는 정의 굴절력을 가진다. 제3렌즈(430)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(430)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제3렌즈(430)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제3렌즈(430)의 굴절률은 1.544이고, 제3렌즈(430)의 초점거리는 6.142 [mm]이다.
- [0065] 제4렌즈(440)는 정의 굴절력을 가진다. 제4렌즈(440)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(440)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제4렌즈(440)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제4렌즈(440)의 굴절률은 1.544이고, 제4렌즈(440)의 초점거리는 2.273 [mm]이다.
- [0066] 제5렌즈(450)는 부의 굴절력을 가진다. 제5렌즈(450)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제5렌즈(450)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제5렌즈(450)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제5렌즈(450)에는 변곡점이 형성된다. 일 예로, 제5렌즈(450)의 물체 측면 또는 상 측면에는 하나 이상의 변곡점이 형성될 수 있다. 제5렌즈(450)의 굴절률은 1.534이고, 제5렌즈(450)의 초점거리는 -1.822 [mm]이다.
- [0067] 제6렌즈(460)는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제6렌즈(460)는 정의 굴절력을 갖는다. 제6렌즈(460)는 물체 측면이 평평하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(460)는 적외선을 차단하도록 구성된다. 일 예로, 제6렌즈(460)의 물체 측면 또는 상 측면에는 적외선 차단 필름이 코팅될 수 있다. 제6렌즈(460)의 굴절률은 1.516이고, 제6렌즈(460)의 초점거리는 387.37 [mm]이다.
- [0068] 촬상 광학계(400)는 이미지 센서(480)를 포함한다. 이미지 센서(480)는 제6렌즈(460)의 뒤쪽에 배치된다. 이미지 센서(480)는 소정의 크기를 갖는다. 일 예로, 이미지 센서(480)의 상면과 광축의 교차지점으로부터 이미지 센서(480)의 대각 모서리까지의 거리(IMG HT, 도 17 참조)는 2.93 [mm]이다.
- [0069] 이와 같이 구성된 촬상 광학계(400)는 도 17, 도 18, 및 도 19에 각각 도시된 바와 같은 수차 특성, MTF 특성과 광학 특성을 나타낸다. 일 예로, 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(400)의 전체 길이(TTL: 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상면까지의 거리)는 4.770 [mm]이고, 촬상 광학계(400)의 전체 초점거리는 3.680 [mm]이다. 참고로, 도 20은 촬상 광학계(400)의 비구면 계수를 나타낸 표이다.
- [0070] 도 21을 참조하여 제5실시 예에 따른 촬상 광학계를 설명한다.
- [0071] 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(500)는 굴절력을 갖는 6개의 렌즈를 포함한다. 일 예로, 촬상 광학계(500)는 제1렌즈(510) 내지 제5렌즈(550) 및 제6렌즈(560)를 포함한다. 제1렌즈(510) 내지 제5렌즈(550) 및 제6렌즈(560)는 물체 측으로부터 상면 측으로 순차적으로 배치된다. 여기서, 제1렌즈(510)는 제1렌즈 군을 형성하고, 제2렌즈(520)는 제2렌즈 군을 형성할 수 있다. 제3렌즈(530) 및 제4렌즈(540)는 제3렌즈 군을 형성할 수 있다. 그리고 제5렌즈(550)는 제4렌즈 군을 형성하고, 제6렌즈(560)는 제5렌즈 군을 형성할 수 있다.
- [0072] 제1렌즈(510)는 정의 굴절력을 가진다. 제1렌즈(510)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제1렌즈(510)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제1렌즈(510)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제1렌즈(510)는 1.544의 굴절률을 갖는 재질로 이루어질 수 있다. 제1렌즈(510)의 초점거리는 2.856 [mm]이다.
- [0073] 제2렌즈(520)는 부의 굴절력을 가진다. 제2렌즈(520)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제2렌즈(520)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제2렌즈(520)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제2렌즈의 굴절률은 1.650이고, 제2렌즈(520)의 초점거리는 -5.770 [mm]이다.
- [0074] 제3렌즈(530)는 정의 굴절력을 가진다. 제3렌즈(530)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제3렌즈(530)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제3렌즈(530)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제3렌즈(530)의 굴절률은 1.544이고, 제3렌즈(530)의 초점거리는 11.133 [mm]이다.
- [0075] 제4렌즈(540)는 부의 굴절력을 가진다. 제4렌즈(540)는 물체 측면이 오목하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제4렌즈(540)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제4렌즈(540)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제4렌즈(540)의 굴절률은 1.544이고, 제4렌즈(540)의 초점거리는 -22.605 [mm]이다.
- [0076] 제5렌즈(550)는 부의 굴절력을 가진다. 제5렌즈(550)는 물체 측면이 볼록하고 상 측면이 오목한 형상이다. 제5렌즈(550)는 비구면 형상으로 이루어진다. 일 예로, 제5렌즈(550)의 물체 측면과 상 측면은 모두 비구면이다. 제5렌즈(550)에는 변곡점이 형성된다. 일 예로, 제5렌즈(550)의 물체 측면 또는 상 측면에는 하나 이상의 변곡점이 형성될 수 있다. 제5렌즈(550)의 굴절률은 1.534이고, 제5렌즈(550)의 초점거리는 -12.181 [mm]이다.
- [0077] 제6렌즈(560)는 굴절력을 가진다. 예를 들어, 제6렌즈(560)는 정의 굴절력을 갖는다. 제6렌즈(560)는 물체 측면

이 평평하고 상 측면이 볼록한 형상이다. 제6렌즈(560)는 적외선을 차단하도록 구성된다. 일 예로, 제6렌즈(560)의 물체 측면 또는 상 측면에는 적외선 차단 필름이 코팅될 수 있다. 제6렌즈(560)의 굴절률은 1.516이고, 제6렌즈(560)의 초점거리는 95.148 [mm]이다.

[0078] 촬상 광학계(500)는 이미지 센서(580)를 포함한다. 이미지 센서(580)는 제6렌즈(560)의 뒤쪽에 배치된다. 이미지 센서(580)는 소정의 크기를 갖는다. 일 예로, 이미지 센서(580)의 상면과 광축의 교차지점으로부터 이미지 센서(580)의 대각 모서리까지의 거리(IMG HT, 도 22 참조)는 3.34 [mm]이다.

[0079] 이와 같이 구성된 촬상 광학계(500)는 도 22, 도 23, 및 도 24에 각각 도시된 바와 같은 수차 특성, MTF 특성과 광학 특성을 나타낸다. 일 예로, 본 실시 예에 따른 촬상 광학계(500)의 전체 길이(TTL: 제1렌즈의 물체 측면으로부터 상면까지의 거리)는 5.150 [mm]이고, 촬상 광학계(500)의 전체 초점거리는 4.357 [mm]이다. 참고로, 도 25는 촬상 광학계(500)의 비구면 계수를 나타낸 표이다.

[0080] 위와 같이 구성된 촬상 광학계는 필터 부재의 생략이 가능하므로, 광학계의 소형화 및 고해상도의 구현에 유리하다. 아울러, 위와 같이 구성된 촬상 광학계는 상면만곡 현상을 경감시킬 수 있다.

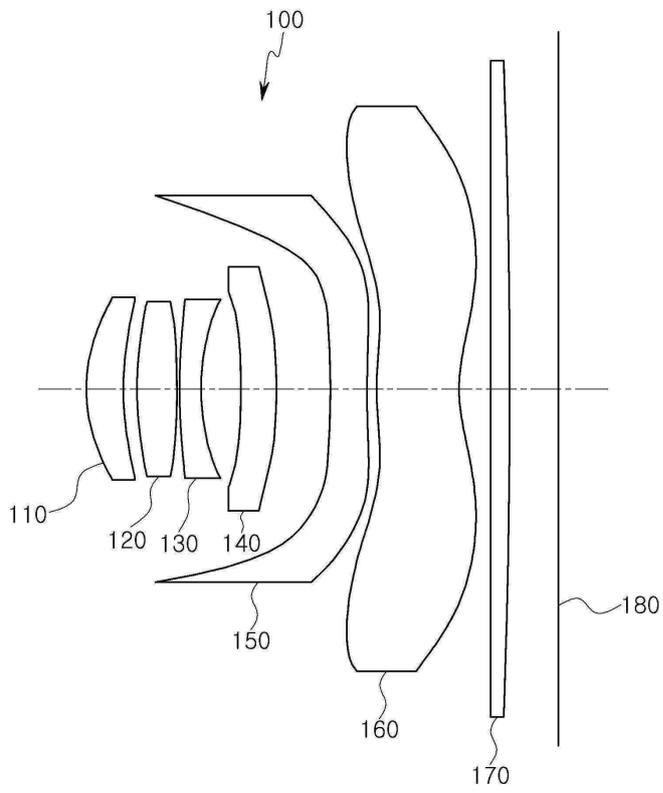
[0081] 본 발명은 이상에서 설명되는 실시 예에만 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상의 요지를 벗어나지 않는 범위에서 얼마든지 다양하게 변경하여 실시할 수 있을 것이다. 예를 들어, 전술된 실시형태에 기재된 다양한 특징사항은 그와 반대되는 설명이 명시적으로 기재되지 않는 한 다른 실시형태에 결합하여 적용될 수 있다.

**부호의 설명**

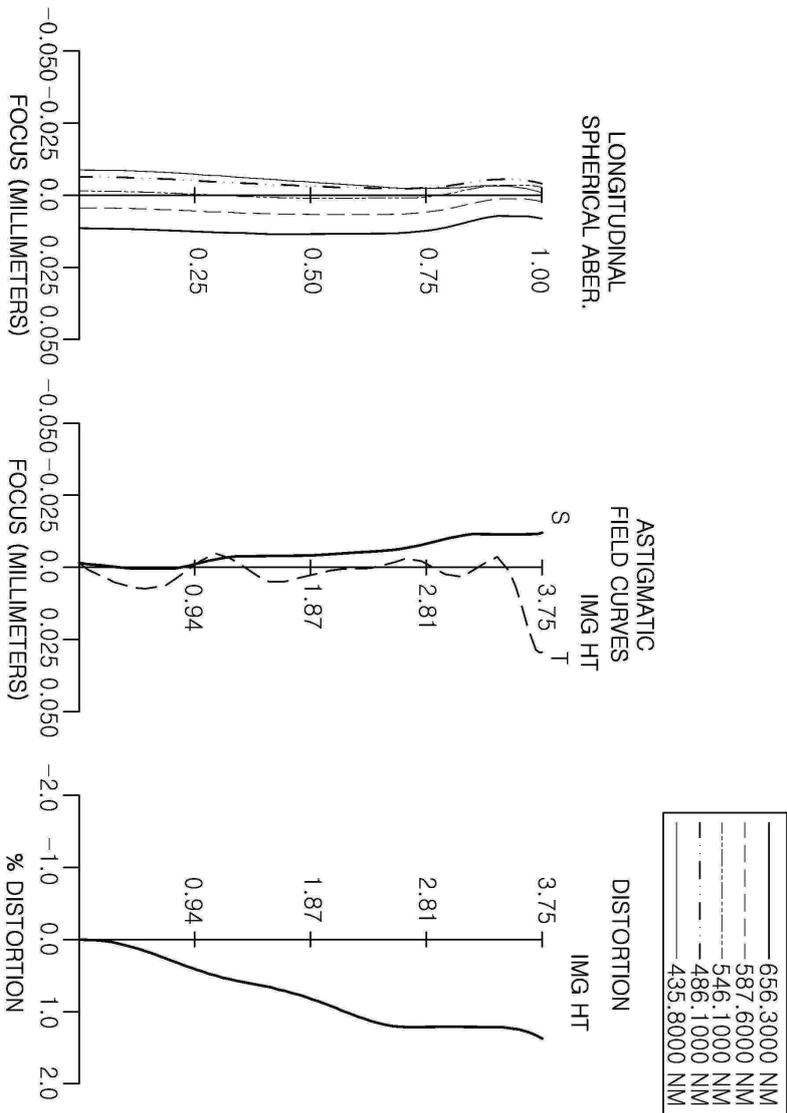
[0082]	100, 200, 300, 400, 500	촬상 광학계
	110, 210, 310, 410, 510	제1렌즈
	120, 220, 320, 420, 520	제2렌즈
	130, 230, 330, 430, 530	제3렌즈
	140, 240, 340, 440, 540	제4렌즈
	150, 250, 350, 450, 550	제5렌즈
	160, 260, 360, 460, 560	제6렌즈
	170, 270, 370	제7렌즈
	180, 280, 380, 480, 580	(이미지 센서의) 상면

도면

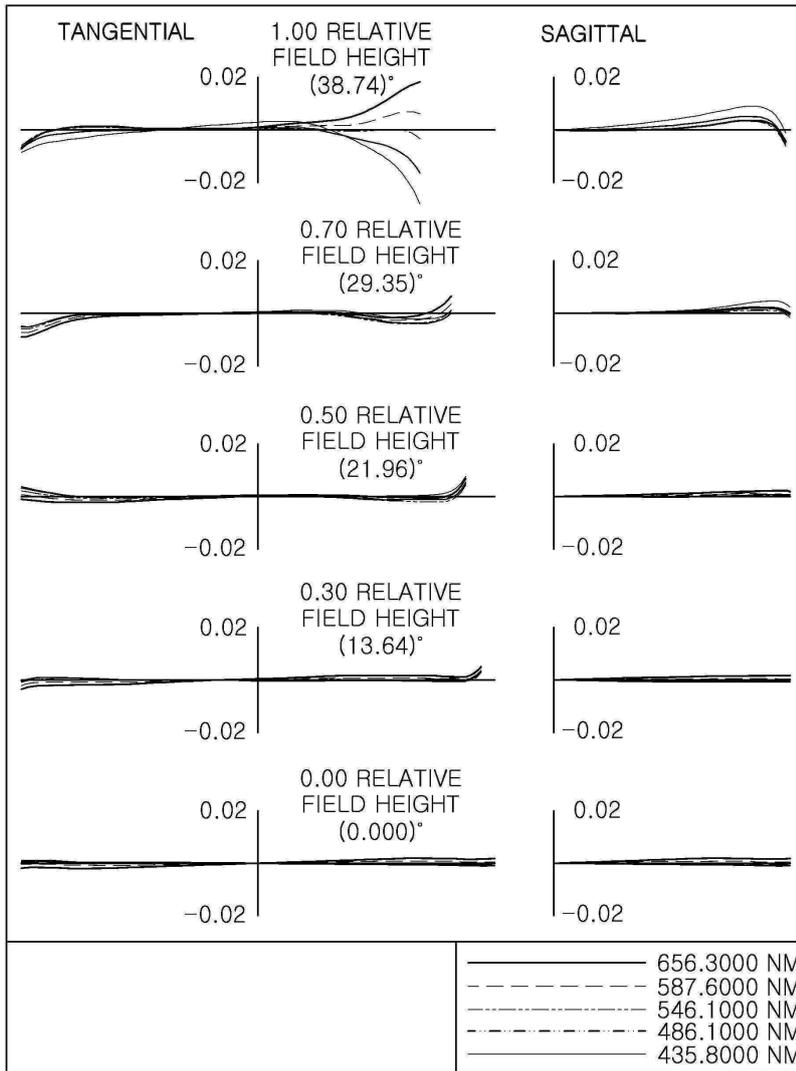
도면1



도면2



도면3



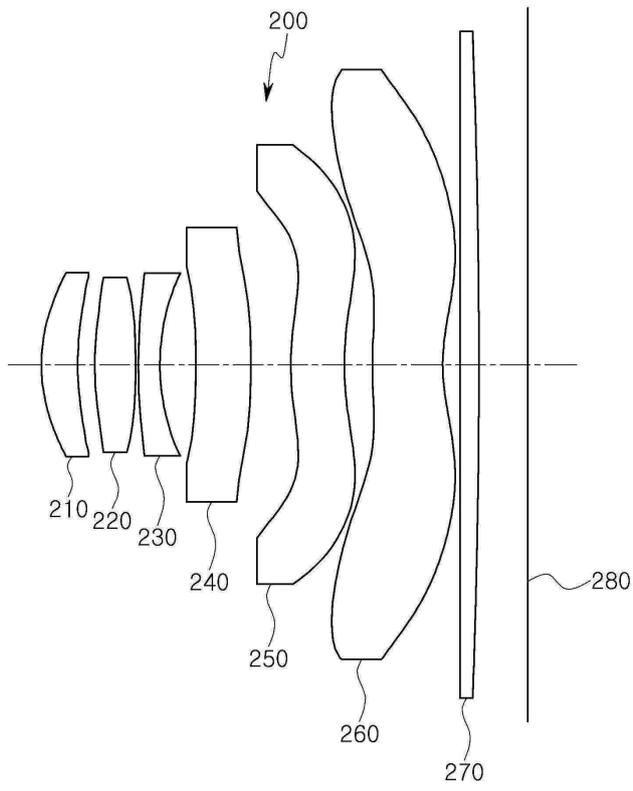
도면4

제1실시 예						
IMG HT =	3.75	TTL =	5.250	f =	4.613	
면 번호		곡률 반지름	두께/거리	굴절률	아베수	초점거리
0						
1	제1렌즈	1.7500	0.4110	1.544	56.11	6.762
2		3.0611	0.1517			
3	제2렌즈	3.4111	0.4447	1.544	56.11	4.878
4		-11.4130	0.0300			
5	제3렌즈	6.7562	0.2400	1.650	21.52	-6.078
6		2.4591	0.4415			
7	제4렌즈	-10.7377	0.3951	1.650	21.52	31.635
8		-7.1578	0.5714			
9	제5렌즈	-1000.00	0.4367	1.650	21.52	-202.159
10		151.4102	0.1074			
11	제6렌즈	3.3833	0.9175	1.534	55.66	-7.938
12		1.7043	0.3531			
13	제7렌즈	infinity	0.2100	1.534	55.66	187.161
14		-100	0.5400			
15	상면	infinity	0.0000			

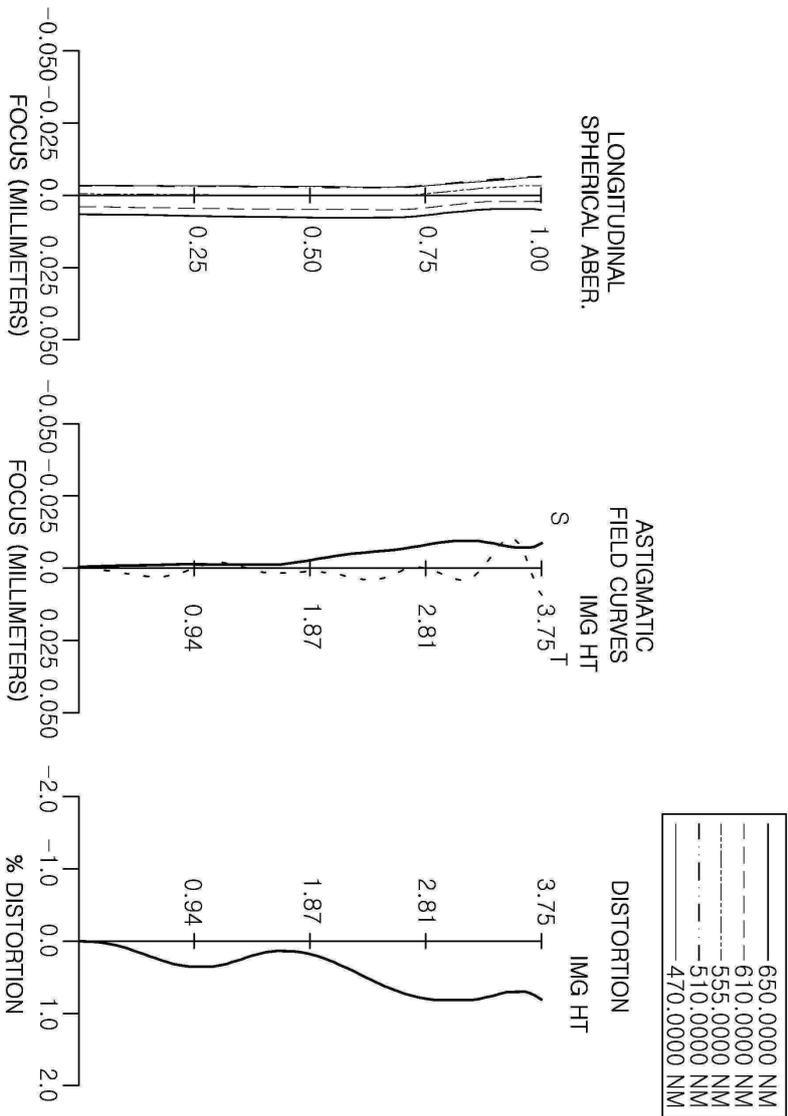
도면5

면 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
국물 반지름	1.7500	3.0611	3.4111	-11.4130	6.7562	2.4591	-10.7377	-7.1579	-1000.00	151.4102	3.3833	1.7043
코닉 상수(K)	-0.420	0.000	0.000	0.000	0.000	1.544	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.013	-8.119
4차 계수(A)	-0.005	-0.038	-0.040	-0.015	-0.029	-0.050	-0.049	-0.018	0.160	0.148	-0.186	-0.062
6차 계수(B)	-0.002	-0.024	-0.042	-0.036	0.050	0.080	-0.065	-0.128	-0.280	-0.197	0.065	0.016
8차 계수(C)	-0.027	0.019	0.096	0.038	-0.080	-0.114	0.120	0.223	0.169	0.112	-0.013	-0.002
10차 계수(D)	0.054	0.016	-0.161	-0.069	0.075	0.147	-0.038	-0.204	-0.070	-0.039	0.001	0.000
12차 계수(E)	-0.070	-0.030	0.241	0.135	-0.034	-0.144	-0.098	0.124	0.017	0.009	0.000	0.000
14차 계수(F)	0.048	0.045	-0.157	-0.125	0.007	0.089	0.120	-0.042	-0.002	-0.001	0.000	0.000
16차 계수(G)	-0.012	-0.018	0.035	0.039	-0.001	-0.018	-0.046	0.006	0.000	0.000		

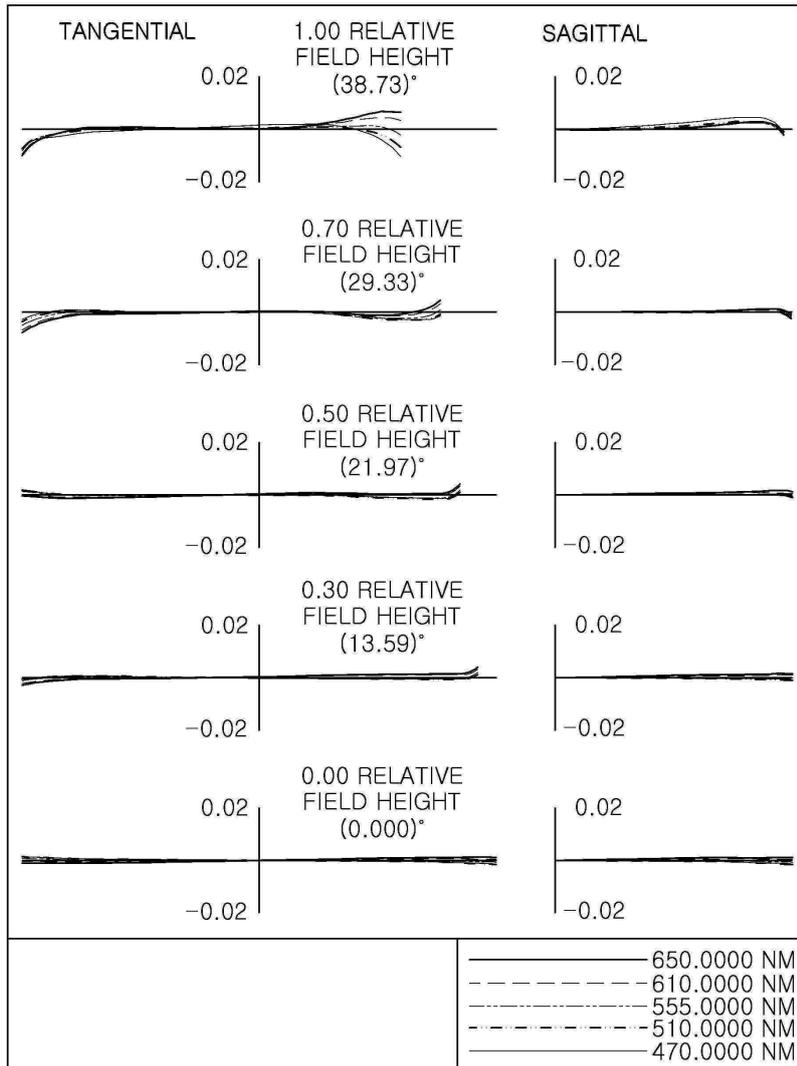
도면6



도면7



도면8



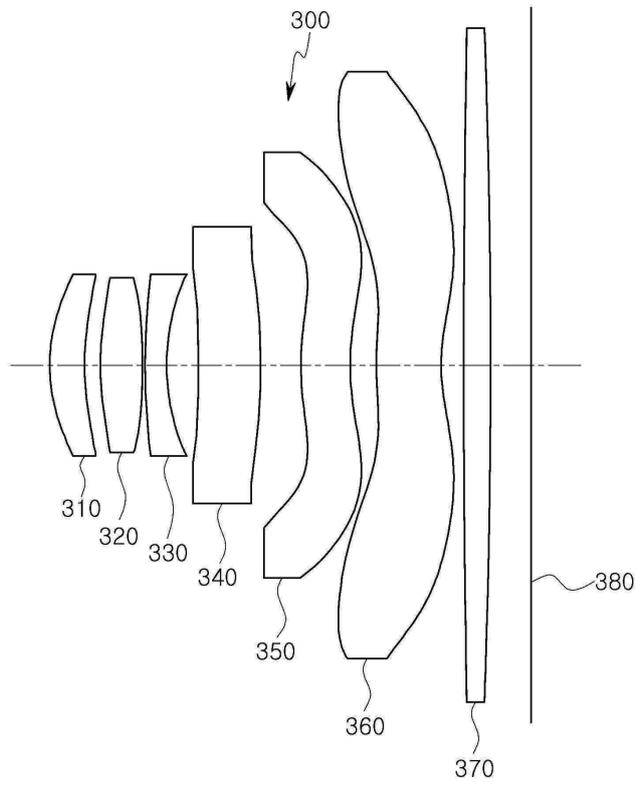
도면9

제2실시 예						
IMG HT =	3.75	TTL =	5.400	f =	4.636	
면 번호	곡률 반지름	두께/거리	굴절률	아베수	초점거리	
0						
1	제1렌즈	1.8569	0.4032	1.544	56.11	7.433
2		3.1708	0.1902			
3	제2렌즈	3.3015	0.4538	1.544	56.11	4.376
4		-8.1236	0.0300			
5	제3렌즈	6.4676	0.2400	1.651	21.50	-5.829
6		2.3565	제7렌즈			
7	제4렌즈	-10.7141	0.6116	1.623	25.56	-131.373
8		-12.5971	0.4431			
9	제5렌즈	3.1734	0.5944	1.594	31.29	54.448
10		3.2729	0.3114			
11	제6렌즈	4.5707	0.7822	1.534	55.66	-7.660
12		2.0306	0.1913			
13	제7렌즈	infinity	0.2100	1.572	35.10	174.918
14		-100	0.5403			
15	상면	infinity	0.0000			

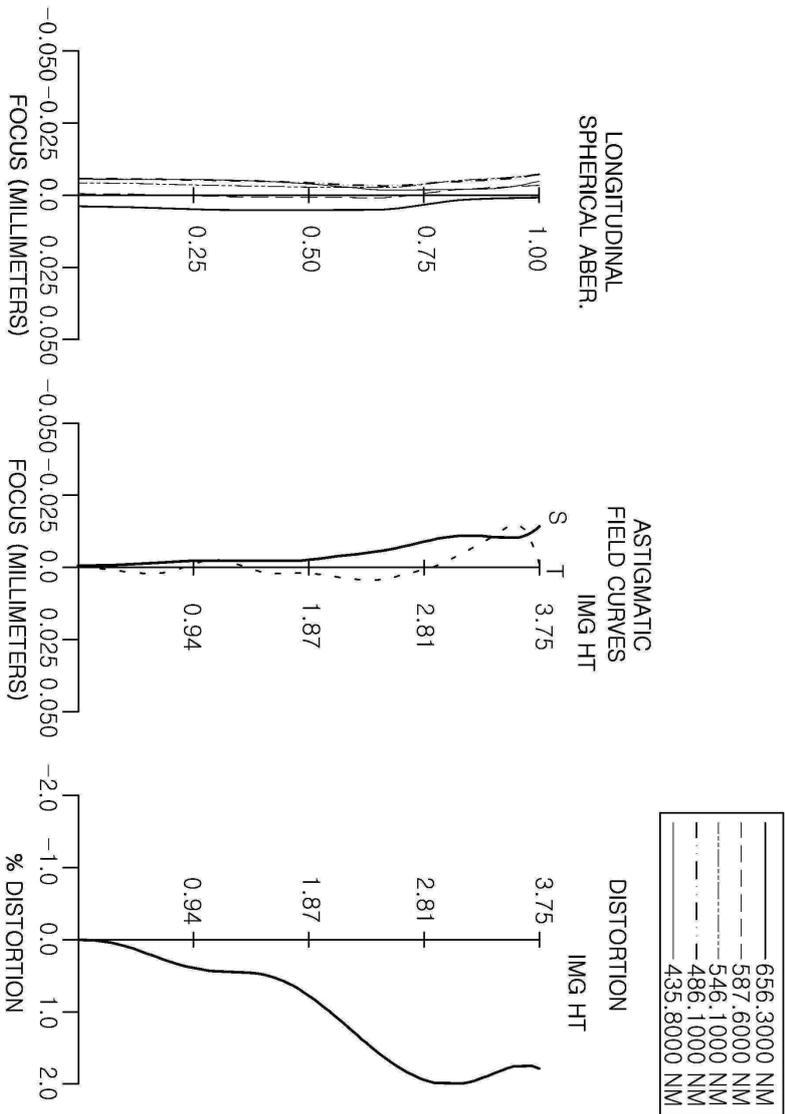
도면10

면 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
극점 반지름	1.8569	3.1708	3.3015	-8.1236	6.4676	2.3565	-10.7141	-12.5871	3.1734	3.2729	4.5707	2.031	0.000	-100.000
극점 영수(K)	-0.429	0.000	0.000	0.000	0.000	1.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.451	-8.119		
4차 계수(A)	-0.008	-0.044	-0.061	-0.016	-0.005	-0.036	-0.045	-0.064	-0.046	-0.027	-0.178	-0.074		
5차 계수(B)	0.000	-0.010	-0.031	-0.093	-0.020	0.059	-0.004	-0.015	-0.062	-0.043	0.065	0.018		
8차 계수(C)	-0.030	0.000	0.051	0.137	0.020	-0.102	0.065	0.077	0.042	0.027	-0.012	-0.002		
10차 계수(D)	0.063	0.046	-0.078	-0.146	-0.007	0.112	-0.063	-0.074	-0.016	-0.009	0.001	0.000		
12차 계수(E)	-0.082	-0.078	0.124	0.141	0.001	-0.078	0.044	0.043	0.003	0.002	0.000	0.000		
14차 계수(F)	0.055	0.075	-0.075	-0.093	0.000	0.033	-0.001	-0.014	0.000	0.000	0.000	0.000		
16차 계수(G)	-0.014	-0.024	0.015	0.026	0.000	-0.004	-0.007	0.002	0.000	0.000				

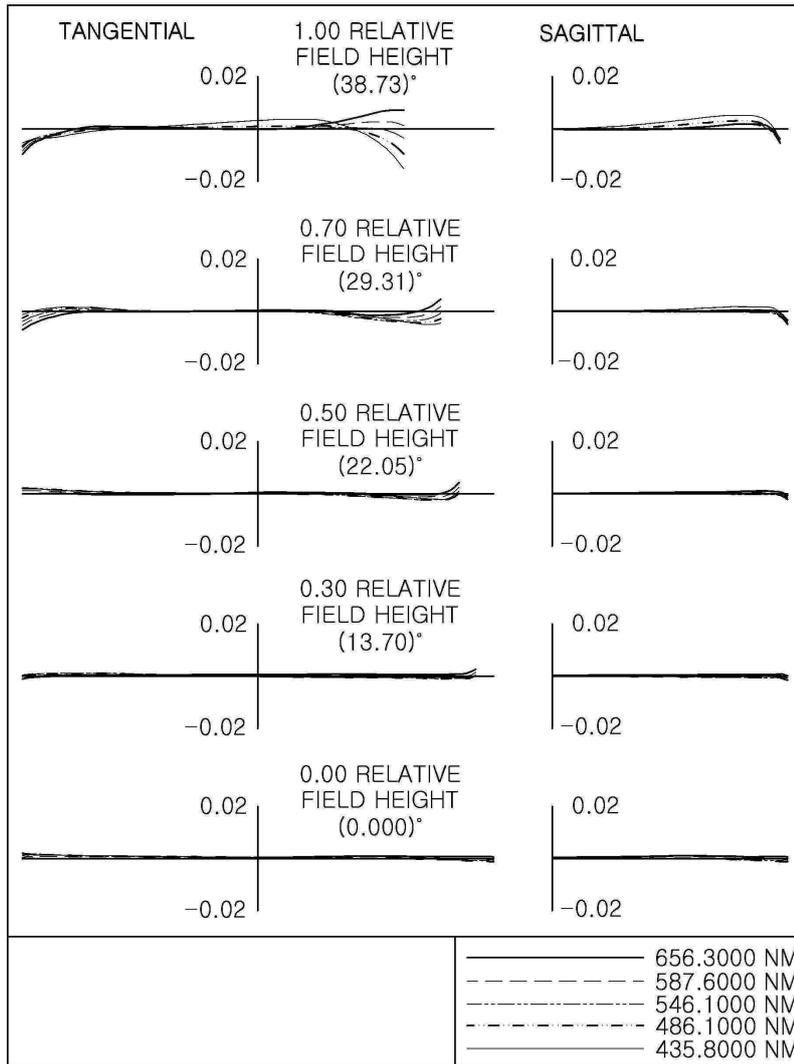
도면11



도면12



도면13



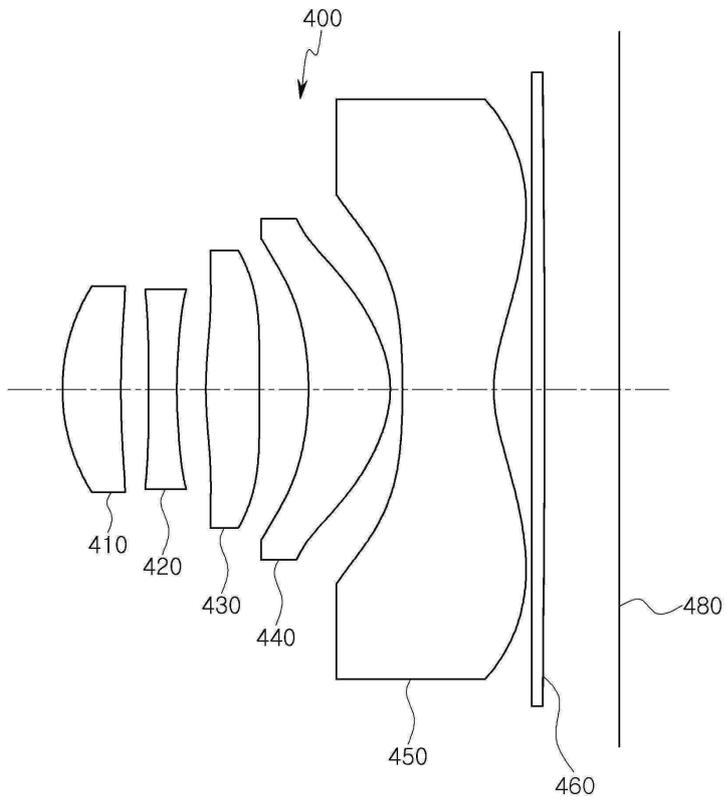
도면14

제3 실시 예						
면 번호	곡률 반지름	두께/거리	굴절률	아베수	초점거리	
0						
1	제1렌즈	1.8623	0.3887	1.544	56.11	8.074
2		2.9950	0.1746			
3	제2렌즈	3.0225	0.4669	1.544	56.11	4.161
4		-8.5306	0.0300			
5	제3렌즈	6.4184	0.2400	1.651	21.50	-5.717
6		2.3210	0.3549			
7	제4렌즈	-20.9359	0.6877	1.592	31.77	107.977
8		-15.9654	0.4492			
9	제5렌즈	3.0140	0.5474	1.572	38.49	1802.363
10		2.8231	0.2917			
11	제6렌즈	4.4006	0.7189	1.534	55.66	-7.693
12		2.0044	0.2500			
13	제7렌즈	200	0.3000	1.651	21.50	102.448
14		-100	0.4503			
15	상면	infinity	0.0000			

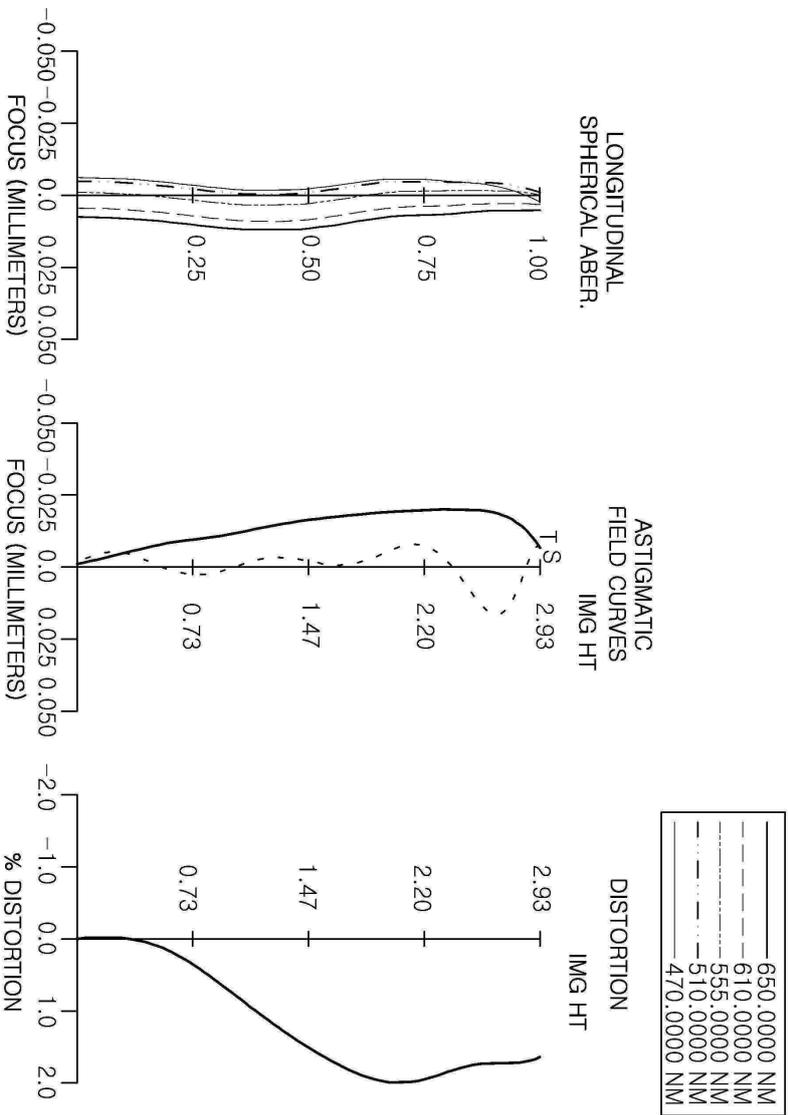
도면15

면 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
극화 반사율	1.9623	2.9950	3.0225	-8.5306	6.4184	2.9210	-20.9389	-15.9654	3.0140	2.8231	4.4006	2.0044	200.0000	-100.0000
극화 상수(K)	-0.494	0.000	0.000	0.000	0.000	0.976	0.000	0.000	0.000	0.000	0.404	-3.119		
4차 계수(A)	-0.010	-0.051	-0.056	-0.007	-0.015	-0.049	-0.037	-0.061	-0.069	-0.039	-0.178	-0.077		
6차 계수(B)	-0.002	-0.016	-0.034	-0.136	-0.041	0.077	0.009	0.004	-0.050	-0.053	0.053	0.021		
8차 계수(C)	-0.030	0.001	0.036	0.209	0.071	-0.130	0.048	0.053	0.023	0.037	-0.012	-0.003		
10차 계수(D)	0.067	0.058	-0.048	-0.219	-0.044	0.184	-0.099	-0.057	0.004	-0.014	0.001	0.000		
12차 계수(E)	-0.092	-0.092	0.103	0.193	0.014	-0.135	0.096	0.035	-0.009	0.003	0.000	0.000		
14차 계수(F)	0.065	0.067	-0.069	-0.119	-0.002	0.067	-0.049	-0.011	-0.003	0.000	0.000	0.000		
16차 계수(G)	-0.017	-0.029	0.014	0.032	0.000	-0.012	0.008	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000		

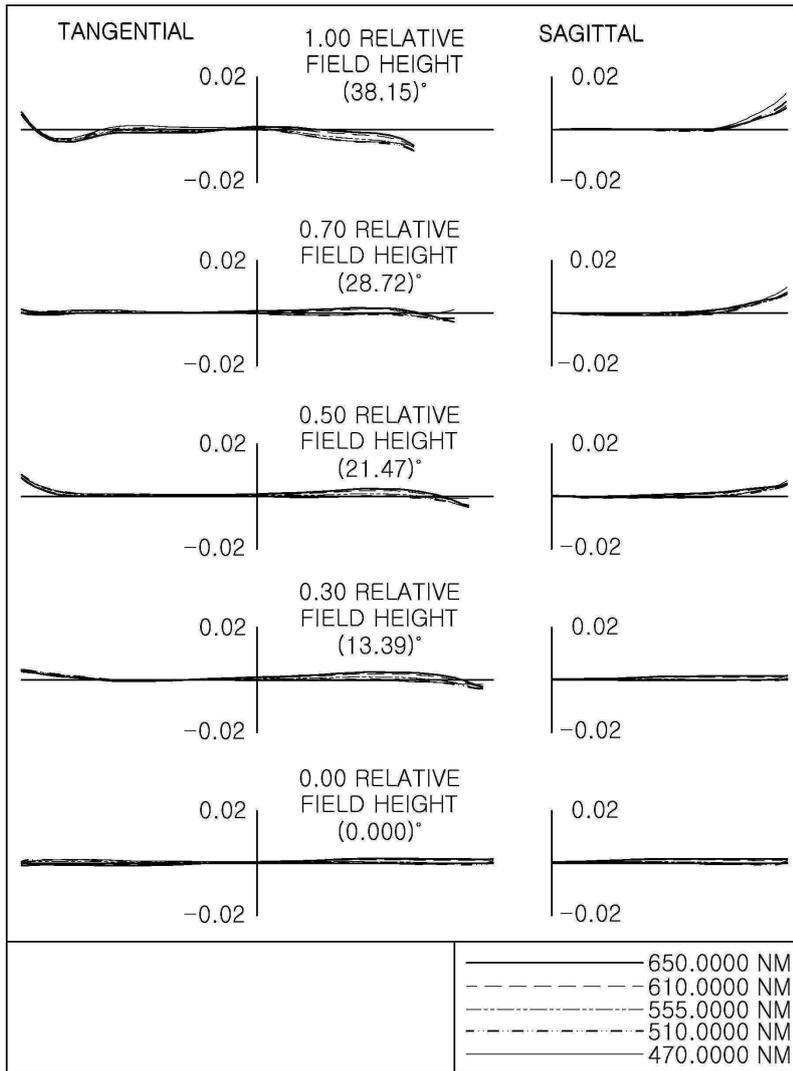
도면16



도면17



도면18



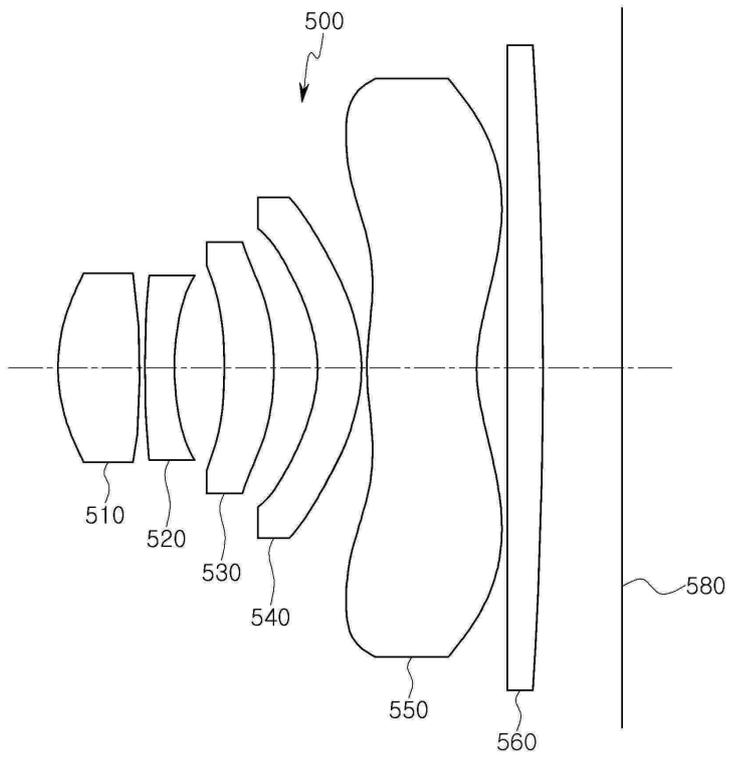
도면19

제4 실시 예						
IMG HT =	2.93	TTL =	4.770	f =	3.680	
면 번호		곡률 반지름	두께/거리	굴절률	아베수	초점거리
0						
1	제1렌즈	1.6575	0.5008	1.544	56.11	3.835
2		7.1987	0.2386			
3	제2렌즈	-1000.0000	0.2400	1.650	21.52	-5.768
4		3.7656	0.2499			
5	제3렌즈	3.4198	0.4592	1.544	56.11	6.142
6		-139.3276	0.4192			
7	제4렌즈	-2.5666	0.7001	1.544	56.11	2.273
8		-0.9148	0.1055			
9	제5렌즈	-6.1470	0.7804	1.534	55.66	-1.822
10		1.2076	0.3263			
11	제6렌즈	infinity	0.1100	1.516	55.13	387.37
12		-200.0000	0.6400			
13	상면	infinity	0.0000			

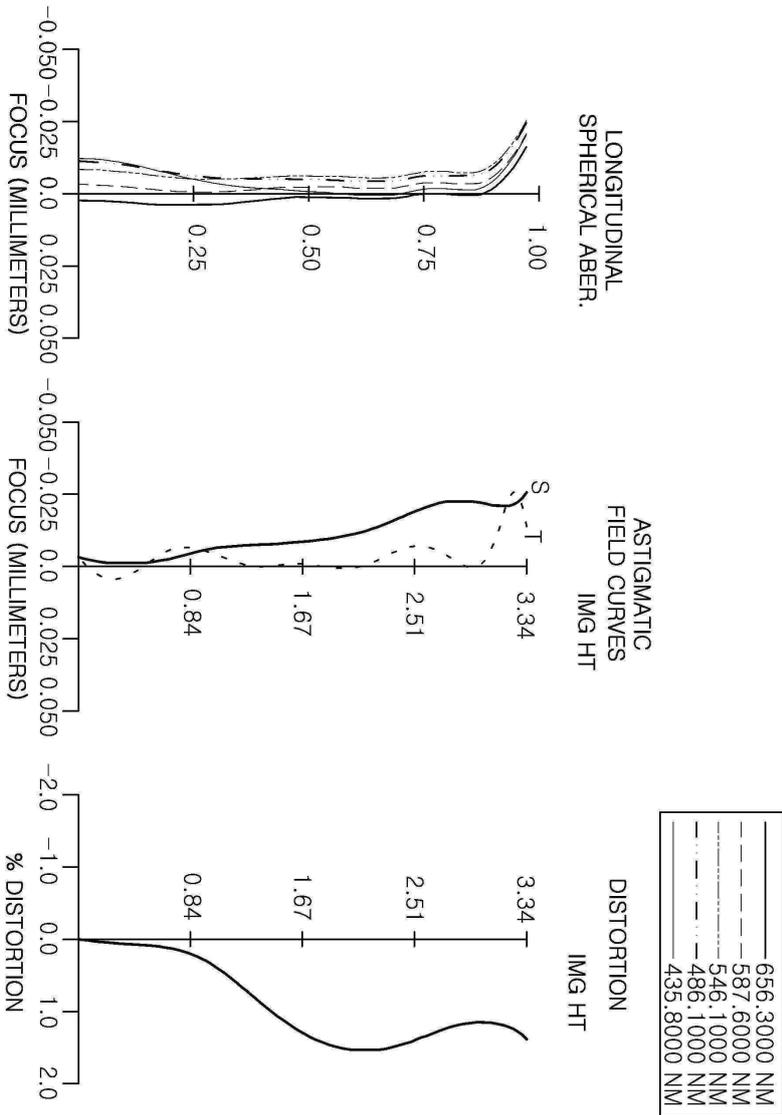
도면20

면 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
코볼 반지름	1.6575	7.1987	-1000.00	3.7656	3.4198	-139.3276	-2.5666	-0.9148	-6.1470	1.2076	0.0000	-200.0000
코닉 상수(K)	0.240	45.083	0.000	-1.878	0.000	0.000	0.337	-1.017	0.000	-6.609		
4차 계수(A)	-0.006	-0.058	-0.190	-0.214	-0.161	-0.068	-0.004	0.278	0.026	-0.059		
6차 계수(B)	0.000	0.050	0.393	0.470	0.04	-0.062	-0.027	-0.426	-0.230	0.016		
8차 계수(C)	0.046	-0.079	-0.465	-0.483	0.06	0.044	-0.087	0.400	0.248	-0.003		
10차 계수(D)	-0.139	0.070	0.380	0.410	-0.13	-0.013	0.128	-0.241	-0.135	0.000		
12차 계수(E)	0.166	-0.069	-0.243	-0.241	0.13	0.007	-0.049	0.089	0.037	0.000		
14차 계수(F)	-0.079	0.004	0.059	0.061	-0.05	-0.003	0.004	-0.014	-0.004	0.000		
16차 계수(G)												

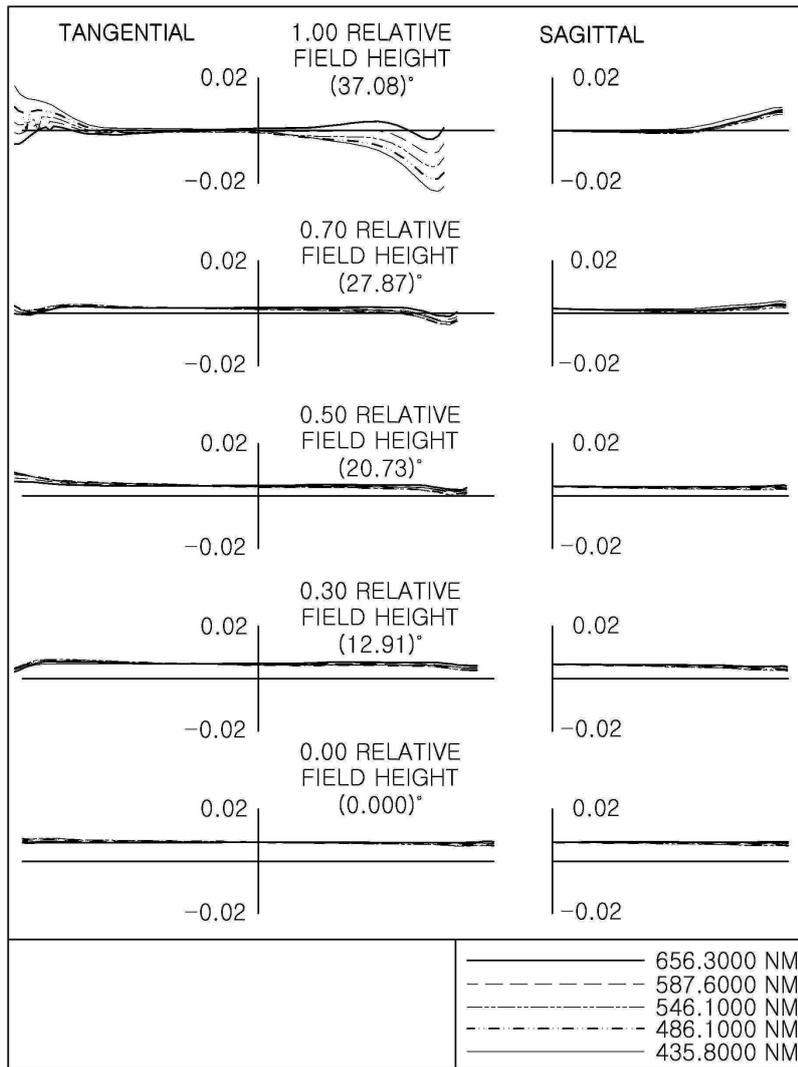
도면21



도면22



도면23



도면24

제5실시 예						
면 번호		곡률 반지름	두께/거리	굴절률	아베수	초점거리
0						
1	제1렌즈	1.6500	0.7428	1.544	56.11	2.856
2		-22.4121	0.0500			
3	제2렌즈	7.6230	0.2700	1.650	21.52	-5.770
4		2.4527	0.4548			
5	제3렌즈	-5.0001	0.4518	1.544	56.11	11.133
6		-2.8263	0.4006			
7	제4렌즈	-1.2004	0.4000	1.544	56.11	-22.605
8		-1.4793	0.0500			
9	제5렌즈	2.4628	1.0000	1.534	55.66	-12.181
10		1.5387	0.2799			
11	제6렌즈	infinity	0.3247	1.516	55.13	95.148
12		-50	0.7252			
13	상면	infinity				

도면25

면 번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
국토개발	1.6500	-22.4121	7.6230	2.4527	-5.0001	-2.8263	-1.2004	-1.4733	2.4628	1.5387	0.0000	-50.0000
국토정수(K)	-0.116	0.000	0.000	3.212	0.000	2.342	-5.714	-5.446	-15.109	-8.695		
4차 계수(A)	-0.010	-0.158	-0.175	-0.085	-0.125	-0.043	0.100	0.034	-0.148	-0.039		
6차 계수(B)	0.008	0.416	0.561	0.248	-0.090	-0.186	-0.568	-0.239	0.047	0.006		
8차 계수(C)	-0.076	-0.674	-0.749	-0.261	0.371	0.413	0.857	0.283	-0.005	-0.001		
10차 계수(D)	0.112	0.386	0.316	0.179	-0.444	-0.309	-0.619	-0.151	0.000	0.000		
12차 계수(E)	-0.104	0.074	0.287	-0.049	0.341	0.123	0.220	0.038	0.000	0.000		
14차 계수(F)		-0.132	-0.235		-0.129	-0.024	-0.033	-0.004				
16차 계수(G)	0.027											