



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년03월23일
(11) 등록번호 10-2092319
(24) 등록일자 2020년03월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 9/64 (2006.01) G02B 11/34 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01) G02B 7/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0063116
(22) 출원일자 2014년05월26일
심사청구일자 2019년03월28일
(65) 공개번호 10-2015-0135919
(43) 공개일자 2015년12월04일
(56) 선행기술조사문헌
KR101076818 B1
KR1020130025750 A
KR1020130103123 A
KR1020130130548 A

(73) 특허권자
한화테크윈 주식회사
경기도 성남시 분당구 판교로319번길 6 (삼평동)
(72) 발명자
장진호
경상남도 창원시 성산구 창원대로 1204 (성주동)
최영수
경상남도 창원시 성산구 창원대로 1204 (성주동)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

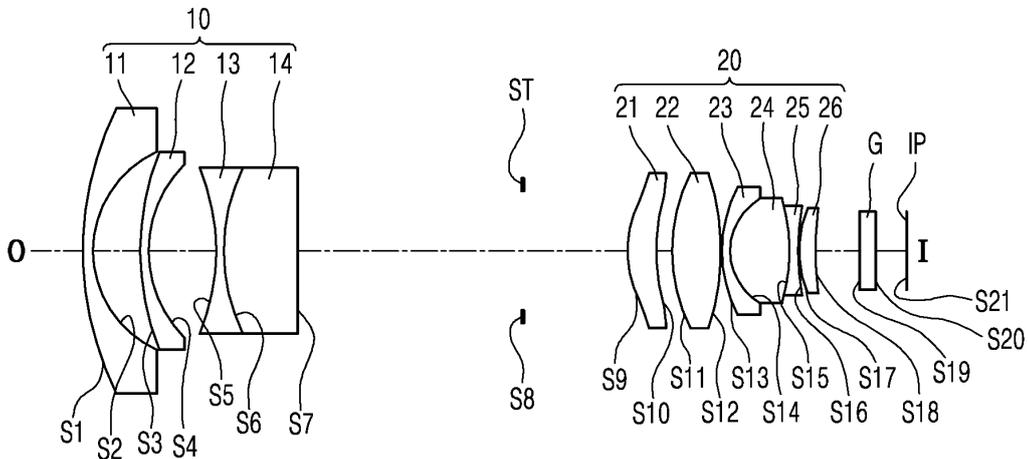
심사관 : 김희진

(54) 발명의 명칭 줌렌즈계

(57) 요약

본 발명은 수차를 양호하게 보정할 수 있는 줌렌즈계를 위하여, 물체 측으로부터 이미지 측으로 순차적으로 배열된 부의 제1렌즈군과 조리개와 정의 제2렌즈군을 포함하고, 상기 제1렌즈군은 물체 측으로부터 이미지 측으로 순차적으로 배열된 제1렌즈계 내지 제4렌즈계를 포함하며, 제1렌즈계의 아베수가 30보다 작고, 제2렌즈계의 아베수는 45보다 크고 65보다 작으며, 제4렌즈계의 아베수에 대한 제3렌즈계의 아베수의 비는 3.8보다 크고 4.3보다 작은, 줌렌즈계를 제공한다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

물체 측으로부터 이미지 측으로 순차적으로 배열된 부의 제1렌즈군, 조리개 및 정의 제2렌즈군을 포함하고, 상기 제1렌즈군은 물체 측으로부터 이미지 측으로 순차적으로 배열된 제1렌즈계 내지 제4렌즈계를 포함하며, 제1렌즈계의 아베수가 30보다 작고, 제2렌즈계의 아베수는 45보다 크고 65보다 작으며, 제4렌즈계의 아베수에 대한 제3렌즈계의 아베수의 비는 3.8보다 크고 4.3보다 작은, 줌렌즈계.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2렌즈군을 광축방향으로 이동시킴으로써 변배를 수행하는, 줌렌즈계.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1렌즈군을 광축방향으로 이동시킴으로써 포커싱을 수행하는, 줌렌즈계.

청구항 4

제1항에 있어서, 제1렌즈계 내지 제3렌즈계는 부의 굴절력을 갖고, 제4렌즈계는 정의 굴절력을 가지며, 제3렌즈계와 제4렌즈계는 접합된, 줌렌즈계.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제2렌즈군은 물체 측으로부터 이미지 측으로 순차적으로 배열된 제5렌즈계 내지 제10렌즈계를 포함하며, 제5렌즈계의 아베수는 63보다 크고, 제10렌즈계의 아베수는 25보다 작은, 줌렌즈계.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제5렌즈계, 제6렌즈계, 제8렌즈계 및 제10렌즈계는 정의 굴절력을 갖고, 제7렌즈계와 제9렌즈계는 부의 굴절력을 갖는, 줌렌즈계.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제5렌즈계는 적어도 한 면 이상이 비구면을 갖는, 줌렌즈계.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제10렌즈계는 적어도 한 면 이상이 비구면을 갖는, 줌렌즈계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은 줌렌즈계에 관한 것으로서, 더 상세하게는 수차를 양호하게 보정할 수 있는 줌렌즈계에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] CCD 또는 CMOS를 이용하여 영상을 구현하는 촬영 장치는 디지털로 전환됨에 따라 단위면적당 화소수가 급격히 증가하고 있다. 단위면적당 화소수가 증가함에 따라 디지털 촬영 장치에 채용되는 렌즈계에 대해 높은 광학 성능이 요구되고 있으며, 아울러 편의상의 이유로 소형화에 대한 요구도 점차 증대되고 있다.

[0003] 렌즈계는 피사체가 가지는 작은 정보까지 선명하게 기록하기 위해서 화면 주변에서 발생하는 수차까지 양호하게 보정되어야 한다. 그러나, 고성능을 실현하기 위해서는 소형화를 이루기에 어려움이 있고, 소형화를 위해서는 제조 원가의 상승이 수반되므로 높은 광학 성능과 제조 비용을 같이 만족시키기에 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 그러나 이러한 종래의 줌렌즈계에는 수차가 양호하게 보정되도록 할 경우에는 줌렌즈계의 전체적인 크기가 커진다는 문제점이 있었다.

[0005] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 포함하여 여러 문제점들을 해결하기 위한 것으로서, 수차를 양호하게 보정할 수 있는 줌렌즈계를 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 관점에 따르면, 물체 측으로부터 이미지 측으로 순차적으로 배열된 부의 제1렌즈군과 조리개와 정의 제2렌즈군을 포함하고, 상기 제1렌즈군은 물체 측으로부터 이미지 측으로 순차적으로 배열된 제1렌즈계 내지 제4렌즈계를 포함하며, 제1렌즈계의 아베수가 30보다 작고, 제2렌즈계의 아베수는 45보다 크고 65보다 작으며, 제4렌즈계의 아베수에 대한 제3렌즈계의 아베수의 비는 3.8보다 크고 4.3보다 작은, 줌렌즈계가 제공된다.

[0007] 상기 제2렌즈군을 광축방향으로 이동시킴으로써 변배가 수행되도록 할 수 있다.

[0008] 상기 제1렌즈군을 광축방향으로 이동시킴으로써 포커싱이 수행되도록 할 수 있다.

[0009] 제1렌즈계 내지 제3렌즈계는 부의 굴절력을 갖고, 제4렌즈계는 정의 굴절력을 가지며, 제3렌즈계와 제4렌즈계는 접합된 것일 수 있다.

[0010] 상기 제2렌즈군은 물체 측으로부터 이미지 측으로 순차적으로 배열된 제5렌즈계 내지 제10렌즈계를 포함하며, 제5렌즈계의 아베수는 63보다 크고, 제10렌즈계의 아베수는 25보다 작을 수 있다. 이때, 상기 제5렌즈계, 제6렌즈계, 제8렌즈계 및 제10렌즈계는 정의 굴절력을 갖고, 제7렌즈계와 제9렌즈계는 부의 굴절력을 갖도록 할 수 있다.

[0011] 나아가, 상기 제5렌즈계는 적어도 한 면 이상이 비구면을 갖도록 할 수 있다.

[0012] 또는, 상기 제10렌즈계는 적어도 한 면 이상이 비구면을 갖도록 할 수 있다.

[0013] 전술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점은 이하의 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용, 특허청구범위 및 도면으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

[0014] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 수차를 양호하게 보정할 수 있는 줌렌즈계를 구현할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광각단에서의 줌렌즈계를 개략적으로 도시하는 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 망원단에서의 줌렌즈계를 개략적으로 도시하는 개념도이다.

도 3은 도 1의 광각단에서의 줌렌즈계의 종방향 구면수차, 비점수차 및 왜곡에 관한 수차정도를 보여주는 그래프이다.

도 4는 도 2의 망원단에서의 줌렌즈계의 종방향 구면수차, 비점수차 및 왜곡에 관한 수차정도를 보여주는 그래프이다.

도 5는 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 광각단에서의 줌렌즈계를 개략적으로 도시하는 개념도이다.

도 6은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 망원단에서의 줌렌즈계를 개략적으로 도시하는 개념도이다.

도 7은 도 5의 광각단에서의 줌렌즈계의 종방향 구면수차, 비점수차 및 왜곡에 관한 수차정도를 보여주는 그래프이다.

도 8은 도 6의 망원단에서의 줌렌즈계의 종방향 구면수차, 비점수차 및 왜곡에 관한 수차정도를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0018] 이하의 실시예에서 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0019] 도 1 및 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 줌렌즈계를 개략적으로 도시하는 개념도이다. 도 1의 경우에는 본 실시예에 따른 줌렌즈계가 광각단인 것을, 도 2의 경우에는 본 실시예에 따른 줌렌즈계가 망원단인 것을 도시하고 있다.
- [0020] 본 실시예에 따른 줌렌즈계는 물체(O) 측으로부터 이미지(I) 측으로 순차적으로 배열된 제1렌즈군(10), 조리개(ST) 및 제2렌즈군(20)을 포함한다. 제2렌즈군(20)과 이미지면(IP) 사이에는 광학 필터나 페이스 플레이트와 같은 광학 블록(G)이 배치될 수 있다.
- [0021] 이와 같은 본 실시예에 따른 줌렌즈계는 도 1 및 도 2에 도시된 것과 같이 제2렌즈군(20)을 광축방향으로 이동시킴으로써 변배를 수행할 수 있다. 제1렌즈군(10)은 광축방향으로 이동됨으로써 물체거리 변화에 따른 상면 변동을 보정하는 포커싱을 수행할 수 있다. 이때, 제1렌즈군(10)은 부의 굴절력을 갖고, 제2렌즈군(20)은 정의 굴절력을 갖는다.
- [0022] 제1렌즈군(10)은 구체적으로 물체(O) 측으로부터 이미지(I) 측으로 순차적으로 배열된 제1렌즈(11) 내지 제4렌즈(14)를 포함한다. 이때 제1렌즈(11)의 아베수는 30보다 작고, 제2렌즈(12)의 아베수는 45보다 크고 65보다 작으며, 제4렌즈(14)의 아베수에 대한 제3렌즈(13)의 아베수의 비는 3.8보다 크고 4.3보다 작다. 아울러 제1렌즈(11) 내지 제3렌즈(13)는 부의 굴절력을 갖고, 제4렌즈(14)는 정의 굴절력을 가지며, 제3렌즈(13)와 제4렌즈(14)는 접합된 것일 수 있다.
- [0023] 제1렌즈군(10)의 부의 굴절력을 가진 제1렌즈(11)와 제2렌즈(12)의 배율을 높게 하기 위해서는, 즉 줌 비를 높이기 위해서는 높은 파위를 가져야 하며, 이를 위해서는 제1렌즈(11)와 제2렌즈(12)가 높은 굴절률을 가질 필요가 있다. 이를 통해 줌 비를 높이면서도 줌렌즈계의 전체적인 크기를 소형화할 수 있다. 아울러 제1렌즈군(10)의 배율을 높게 하면서도 수차를 보정하기 위해서는 제1렌즈군(10)의 제1렌즈(11)와 제2렌즈(12)의 아베수 차이가 크도록 해야 한다. 이와 같이 제1렌즈군(10)의 제1렌즈(11)와 제2렌즈(12)의 배율을 높이면서도 수차를 보정하기 위해서는 제1렌즈(11)의 아베수는 30보다 작고, 제2렌즈(12)의 아베수는 45보다 크고 65보다 작을 필요가 있다.
- [0024] 한편, 제1렌즈(11)와 제2렌즈(12)의 아베수가 상기와 같은 조건을 만족시키더라도, 화면 중심으로부터 0.5필드

이상인 주변부의 수차를 양호하게 보정하지만, 0.5필드 이내 중심부의 수차는 다른 방식으로 보정할 필요가 있다. 즉 중심부에서의 수차를 보정하기 위해, 제3렌즈(13)와 제4렌즈(14)의 아베수를 조절할 필요가 있다. 이를 위해 제4렌즈(14)의 아베수에 대한 제3렌즈(13)의 아베수의 비는 3.8보다 크고 4.3보다 작도록 할 필요가 있다.

[0025] 제3렌즈(13)와 제4렌즈(14)는 접합렌즈인바, 접합렌즈의 특성 상 굴절률 차이를 크도록 함으로써 중심부에서의 수차를 보정할 수 있다. 따라서 제4렌즈(14)의 아베수에 대한 제3렌즈(13)의 아베수의 비는 3.8보다 크도록 할 필요가 있다. 한편, 제4렌즈(14)의 아베수에 대한 제3렌즈(13)의 아베수의 비가 4.3 이상이 될 경우, 수차가 오히려 심해지는 것을 확인할 수 있다. 따라서 결과적으로 제4렌즈(14)의 아베수에 대한 제3렌즈(13)의 아베수의 비는 3.8보다 크고 4.3보다 작도록 할 필요가 있다.

[0026] 이와 같은 본 실시예에 따른 줌렌즈계의 경우, 수차를 양호하게 보정하면서도 그 전체적인 크기를 소형화할 수 있다.

[0027] 제2렌즈군(20)은 물체(0) 측으로부터 이미지(1) 측으로 순차적으로 배열된 제5렌즈(21) 내지 제10렌즈(26)를 포함한다. 제5렌즈(21), 제6렌즈(22), 제8렌즈(24) 및 제10렌즈(26)는 정의 굴절력을 갖고, 제7렌즈(23)와 제9렌즈(25)는 부의 굴절력을 갖도록 할 수 있다. 이때 제5렌즈(21)의 아베수는 63보다 크고, 제10렌즈(26)의 아베수는 25보다 작도록 할 수 있다.

[0028] 이와 같은 제2렌즈군(20)의 구성 역시, 줌렌즈계의 수차를 양호하게 보정하면서도 그 전체적인 크기를 소형화하는데 기여할 수 있다. 특히 구면수차를 양호하게 보정하도록 하기 위해, 제5렌즈(21)가 적어도 한 면 이상이 비구면을 갖도록 할 수 있다. 그리고 주변부에서 발생할 수 있는 코마수차를 양호하게 보정하도록 하기 위해, 제10렌즈(26)가 메니스커스 형태의 정의 굴절력을 지니면서 한 면 이상이 비구면을 갖도록 할 수 있다.

[0029] 상기와 같은 본 실시예에 따른 줌렌즈계의 경우, 그 크기가 소형으로 유지되면서도 주변부까지의 수차를 양호하게 보정하며, 나아가 가시광선에서 근적외선 영역까지의 색수차를 효과적으로 보정한다. 이에 따라 주간에는 가시광선을 이용해 촬상소자를 통해 이미지를 획득하고 야간에는 근적외선 등을 이용해 촬상소자를 통해 이미지를 획득하는 시스템에 본 실시예에 따른 줌렌즈계를 사용할 경우, 주야간 전환 시 포커스 틀어짐 등이 억제되어 주야간에 관계없이 고품질의 이미지를 획득하도록 할 수 있다.

[0030] 본 발명의 실시예들에 나오는 비구면(ASP)은, 광축방향을 x축으로 하고 광축방향에 대한 수직인 방향을 y축으로 할 때, 광선의 진행 방향을 정으로 하여 다음 수학적 식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 1

$$x = \frac{cy^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

[0032] 여기서 x는 렌즈의 정점으로부터 광축방향의 거리를, y는 각축에 대해 수직인 방향으로의 거리를, k는 코닉 상수(conic constant)를, A, B, C 및 D는 비구면 계수를, c는 렌즈의 정점에 있어서의 곡률반경의 역수(1/R)를 의미한다.

[0033] 다음 표 1 및 표 2는 도 1 및 도 2에 도시된 줌렌즈계의 설계 데이터이다. 설계 데이터에서 r은 곡률반경(단위: mm), d는 렌즈 중심 두께(단위: mm) 또는 렌즈와 렌즈 사이의 간격(단위: mm), nd는 굴절력, vd는 아베수를 의미한다.

표 1

면번호	r	d	nd	vd
1	29.188	0.85	2.001	29.13
2	9.600	4.02		
3	23.241	0.70	1.6516	58.52
4	11.100	5.68		
5	-20.775	0.70	1.497	81.61
6	17.131	6.40	1.9229	20.88
7	192.529	18.64		
8	Infinity	8.94		
9	10.404	2.11	1.5533	71.68

10	19.662	1.47		
11	12.938	4.35	1.497	81.61
12	-24.308	0.20		
13	13.415	0.65	1.6645	36.01
14	5.432	5.07	1.437	95.1
15	-15.906	0.65	1.8052	25.46
16	24.514	0.20		
17	15.829	1.36	1.92286	20.88
18	92.603	3.80		
19	Infinity	1.30	1.523	58.59
20	Infinity	2.90		
21	Infinity	0.00		

[0035] 상기 표 1에서, S8은 조리개(ST)의 면번호이고, S19와 S20은 광학 블록(G)의 두 면들의 면번호이며, S21은 이미지면(IP)의 면번호이다.

[0036] 표 2는 도 1 및 도 2에 도시된 줌렌즈계의 비구면 계수를 나타낸다. 하기 표 2에서 E-m(m: 자연수)은 $X \cdot 10^{-m}$ 을 의미한다.

표 2

[0037]

면번호	K	A	B	C	D
9	-1.2300	5.45E-05	-9.54E-07	-7.67E-08	-5.22E-11
10	-3.4058	1.40E-04	-6.64E-07	-1.27E-07	8.13E-10
17	0	4.07E-04	-9.97E-06	7.86E-07	-4.24E-08
18	0	5.97E-04	-1.75E-05	1.53E-06	-7.27E-08

[0038] 표 3은 도 1 및 도 2에 도시된 줌렌즈계의 초점거리(f, 단위: mm), f넘버(Fno), 화각(FOV, 단위: °) 및 가변거리(단위: mm)를 각각 광각단 및 망원단에서 나타낸 것이다.

표 3

[0039]

	f	Fno	FOV	D7	D8	D18
광각단	2.93	1.25	71.81	18.64	8.94	3.8
망원단	8.55	2.34	23.28	2.43	0.75	11.99

[0040] 도 3은 도 1의 광각단에서의 줌렌즈계의 종방향 구면수차, 비점수차 및 왜곡에 관한 수차정도를 보여주는 그래프이고, 도 4는 도 2의 망원단에서의 줌렌즈계의 종방향 구면수차, 비점수차 및 왜곡에 관한 수차정도를 보여주는 그래프이다. 종방향 구면수차는 486.13nm, 546.07nm, 587.56nm, 656.28nm 및 850.00nm의 파장을 갖는 빛에 대해 도시되었으며, 비점수차와 왜곡은 546.07nm 파장을 갖는 빛에 대해 도시되었다. 비점수차에서 점선은 자오(tangential) 비점수차를, 실선은 구결(sagittal) 비점수차를 나타낸다. 도시된 것과 같이 가시광선은 물론 근적외선 영역에서도 수차 등이 효과적으로 보정된 것을 확인할 수 있다.

[0041] 도 5 및 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 줌렌즈계를 개략적으로 도시하는 개념도이다. 도 5의 경우에는 본 실시예에 따른 줌렌즈계가 광각단인 것을, 도 6의 경우에는 본 실시예에 따른 줌렌즈계가 망원단인 것을 도시하고 있다.

[0042] 다음 표 4 및 표 5는 도 5 및 도 6에 도시된 줌렌즈계의 설계 데이터이다. 설계 데이터에서 r은 곡률반경(단위: mm), d는 렌즈 중심 두께(단위: mm) 또는 렌즈와 렌즈 사이의 간격(단위: mm), nd는 굴절력, vd는 아베수를 의미한다.

표 4

[0043]

면번호	r	d	nd	vd
1	31.196	0.90	1.9037	31.32
2	10.508	3.88		

3	20.564	0.70	1.618	63.4
4	9.844	6.68		
5	-19.112	0.79	1.497	81.61
6	17.179	5.80	1.9229	20.88
7	101.122	18.25		
8	Infinity	9.20		
9	11.929	2.26	1.7725	49.5
10	47.706	1.81		
11	19.771	3.41	1.497	81.61
12	-18.038	0.20		
13	22.522	0.70	1.738	32.26
14	5.188	5.24	1.437	95.1
15	-7.800	0.70	1.699	30.05
16	-66.824	0.20		
17	-70.245	1.37	1.9229	20.88
18	-16.198	3.80		
19	Infinity	1.00	1.523	58.59
20	Infinity	3.10		
21	Infinity	0		

[0044] 상기 표 4에서, S8은 조리개(ST)의 면번호이고, S19와 S20은 광학 블록(G)의 두 면들의 면번호이며, S21은 이미지면(IP)의 면번호이다.

[0045] 표 5는 도 5 및 도 6에 도시된 줌렌즈계의 비구면 계수를 나타낸다. 하기 표 5에서 E-m(m: 자연수)은 $\times 10^{-m}$ 을 의미한다.

표 5

[0046]

면번호	K	A	B	C	D
9	-0.2846	5.43E-05	-1.54E-06	4.60E-08	-1.00E-09
10	37.1861	1.66E-04	-1.81E-06	4.65E-08	-1.25E-09
17	10	1.18E-04	-4.47E-07	6.28E-08	7.19E-10
18	-10	-2.48E-04	-1.33E-07	1.71E-07	-5.22E-09

[0047] 표 6은 도 5 및 도 6에 도시된 줌렌즈계의 초점거리(f, 단위: mm), f넘버(Fno), 화각(FOV, 단위: °) 및 가변거리(단위: mm)를 각각 광각단 및 망원단에서 나타낸 것이다.

표 6

[0048]

	f	Fno	FOV	D7	D8	D18
광각단	2.92	1.25	72.46	18.25	9.20	3.80
망원단	8.55	2.31	23.43	1.8	0.75	12.25

[0049] 도 7은 도 5의 광각단에서의 줌렌즈계의 종방향 구면수차, 비점수차 및 왜곡에 관한 수차정도를 보여주는 그래프이고, 도 8은 도 6의 망원단에서의 줌렌즈계의 종방향 구면수차, 비점수차 및 왜곡에 관한 수차정도를 보여주는 그래프이다. 종방향 구면수차는 486.13nm, 546.07nm, 587.56nm, 656.28nm 및 850.00nm의 파장을 갖는 빛에 대해 도시되었으며, 비점수차와 왜곡은 546.07nm 파장을 갖는 빛에 대해 도시되었다. 비점수차에서 점선은 자오(tangential) 비점수차를, 실선은 구결(sagittal) 비점수차를 나타낸다. 도시된 것과 같이 가시광선은 물론 근적외선 영역에서도 수차 등이 효과적으로 보정된 것을 확인할 수 있다.

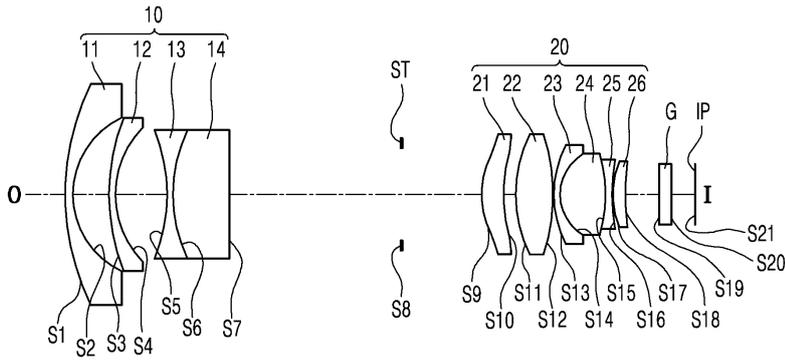
[0050] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

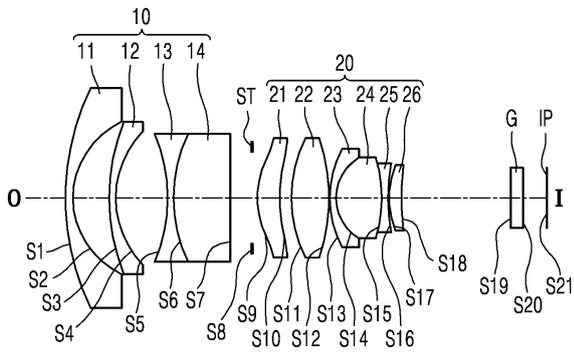
- [0051] 10: 제1렌즈군 20: 제2렌즈군
 G: 광학 블록 ST: 조리개
 IP: 이미지면

도면

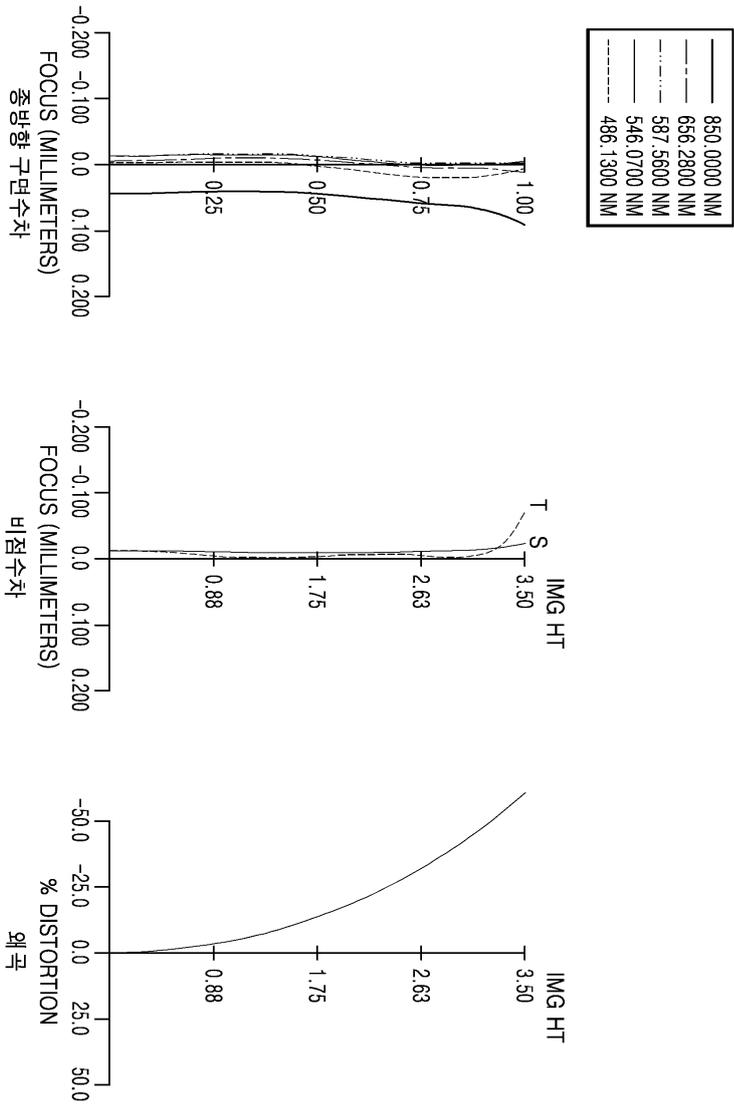
도면1



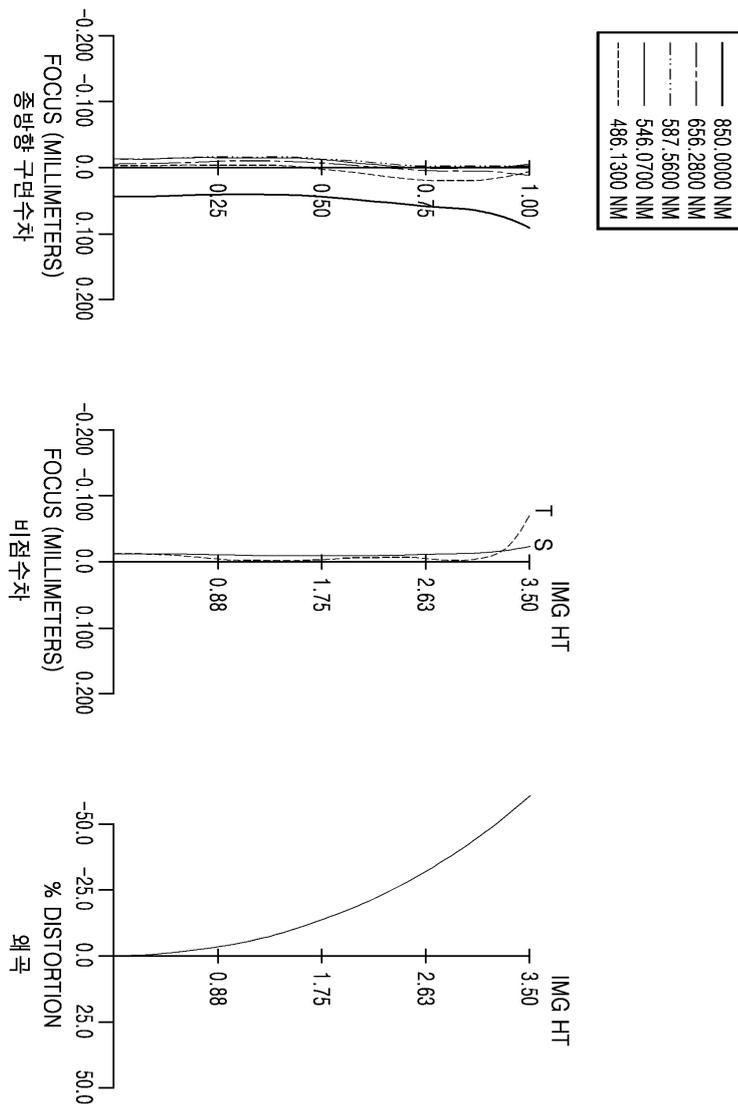
도면2



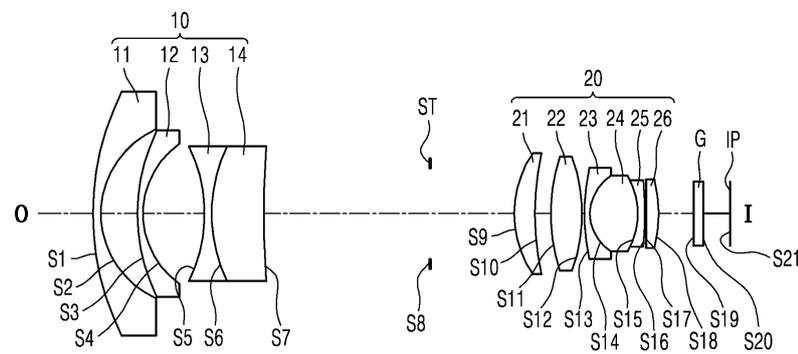
도면3



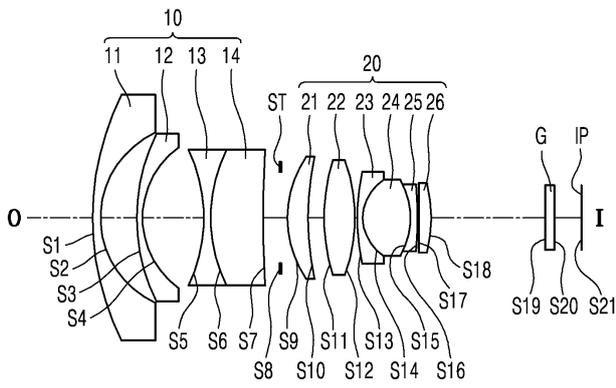
도면4



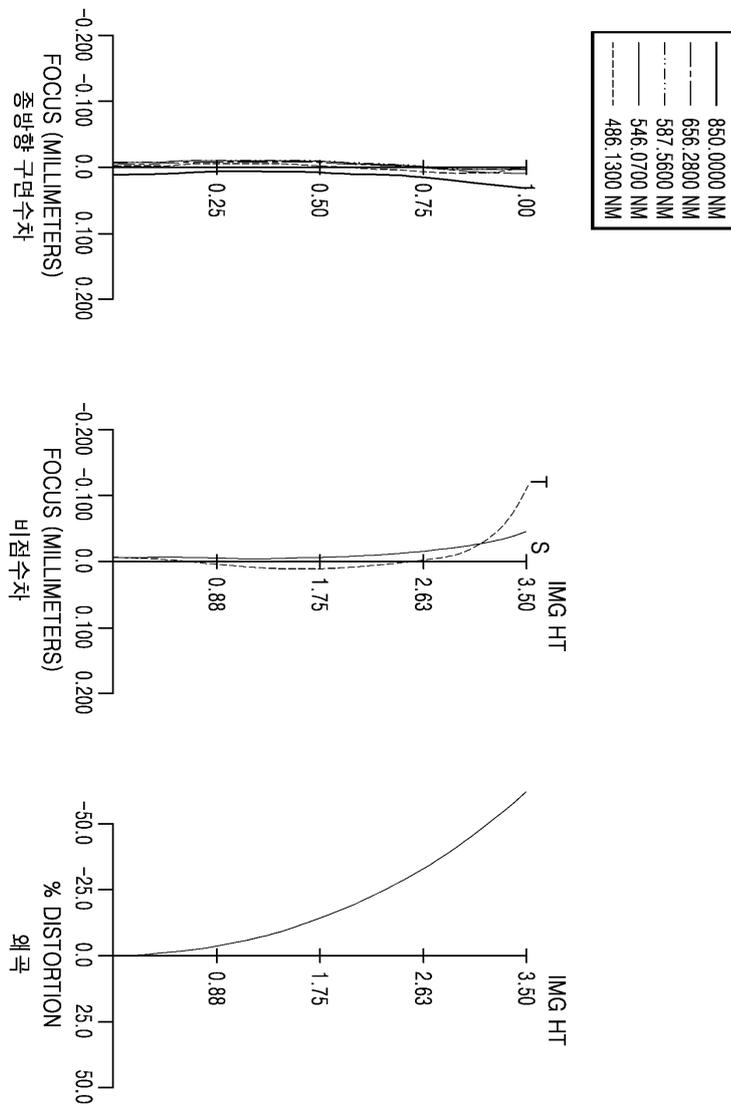
도면5



도면6



도면7



도면8

