



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월05일
 (11) 등록번호 10-0782477
 (24) 등록일자 2007년11월29일

(51) Int. Cl.
G02B 9/34 (2006.01) *G02B 17/08* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-0047092
 (22) 출원일자 2007년05월15일
 심사청구일자 2007년05월15일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2005266175 A
 JP2006098962 A
 JP2007052273 A
 JP2007072291 A

(73) 특허권자
주식회사 디오스텍
 경기 용인시 남사면 복리 151-21
 (72) 발명자
김문현
 경기 용인시 처인구 남사면 복리 151-21
강진희
 경기 용인시 수지구 상현동 만현마을 쌍용아파트
 710동 102호
 (74) 대리인
특허법인네이트

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 경천수

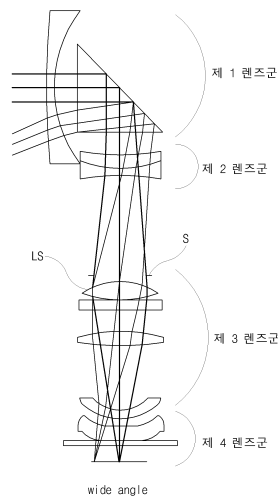
(54) 간단한 줌렌즈 광학계

(57) 요약

본 발명은 반사부재를 포함하는 총과위가 부의 굴절력인 제1렌즈군, 총과위가 부인 제2렌즈군, 총과위가 정인 제3렌즈군, 총과위가 부인 제4렌즈군을 포함하며 변배 및 초점조절시 전장이 고정되는 굴절형 줌렌즈 광학계에 관한 것이다. 특히, 줌을 할 때 제3렌즈군과 제4렌즈군을 이동하여 변배의 효과를 얻으며 그에 따른 초점조절을 제2렌즈군으로 하는 렌즈 이동구성을 갖는 점에 특징이 있다. 또 원거리에서 근거리로 물점이 이동할 때 생기는 상면이동을 제2렌즈군을 움직임으로써 보정하는 움직임의 구성을 갖는 광학계이다.

본 발명에 따르면 제 2 렌즈군의 적절한 구성을 통해서, 짧은 전장에도 불구하고, 높은 수차 보정의 효과가 있으며, 높은 오토 포커싱 효과가 있는 특징이 있다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

반사부재를 포함하고 총과위가 부의 굴절력인 제1렌즈군; 총과위가 부인 제2렌즈군; 총과위가 정인 제3렌즈군; 총과위가 부인 제4렌즈군을 포함하며 변배 및 초점조절시 전장이 고정되는 굴절형 줌렌즈 광학계로서,

상기 제3렌즈군과 상기 제4렌즈군을 이동하여 변배의 효과를 얻고, 상기 제2렌즈군으로 초점조절을 하는 렌즈이동 구성을 가지며, 상기 제2렌즈군의 위치는 조리개를 기준으로 상기 제3렌즈군과 반대방향에 위치하는 것을 특징으로 하는 굴절형 줌렌즈 광학계

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2렌즈군은 정의 렌즈 1장과 부의 렌즈 1장을 포함하는 것을 특징으로 하는 굴절형 줌렌즈 광학계

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2렌즈군의 정의 렌즈 분산치 V_{2p} , 부의 렌즈 분산치를 V_{2n} 이라 할 때 다음의 관계식을 만족하는 것을 특징으로 하는 굴절형 줌렌즈 광학계

$$1 < V_{2n} / V_{2p} < 3$$

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제3렌즈군의 초점거리를 f_3 이라 하고, 상기 제2렌즈군의 초점거리를 f_2 라 할 때 다음의 관계식을 만족하는 구성을 가지는 것을 특징으로 하는 굴절형 줌렌즈 광학계

$$-4.0 < f_2/f_3 < -1.8$$

청구항 5

제1항에 있어서,

줌잉(zooming) 군인 상기 제3렌즈군이 이동할 때, 상기 조리개와 상기 제3렌즈군 사이의 간격은 고정되는 것을 특징으로 하는 굴절형 줌렌즈 광학계

청구항 6

제1항에 있어서,

줌잉군인 상기 제3렌즈군의 렌즈들 중에서도 상기 조리개와 가장 가까운 쪽의 렌즈가 가장 큰 굴절력을 가지며, 상기 제3렌즈군의 렌즈들 중에서 상기 조리개와 가장 가까운 쪽의 상기 렌즈는 적어도 1면 이상이 비구면인 것을 특징으로 하는 굴절형 줌렌즈 광학계

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제3렌즈군의 초점거리를 f_3 이라 하고, 상기 제3 렌즈군의 렌즈들 중에서 상기 조리개에 가장 가까운 렌즈의 초점거리를 f_{LS} 라 할 때 다음의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 굴절형 줌렌즈 광학계

$$0.75 < f_{LS}/f_3 < 1.45$$

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <4> 본 발명은 줌렌즈 광학계에 관한 것으로서 CCD, CMOS 등 전자 촬상장치를 이용하는 소형화된 시스템에 적용할 수 있는 줌렌즈 광학계에 관한 것이다.
- <5> 소형화가 요구되는 광학계 중에서도 모바일 등 이동기기에는 더욱 소형화된 광학계가 요구가 된다. 특히 성능과 배율을 유지하면서도 기구적으로 장착이 가능할 정도로 작게 만들기 위해서는 광로를 반사시키는 반사면이 포함된 광학부품을 포함하는 구성을 가지는 것이 바람직하다.
- <6> 이와 같이 반사면을 이용하여 광로를 90도로 꺾어주는 구조는 소형화된 기구물에 장착하는 경우에 사이즈를 효과적으로 줄이는 역할을 한다.
- <7> 그런데 모바일 기기 등이 점차 소형화되는 추세에서 이들 모바일 기기에 반사면을 가지는 줌렌즈 광학계를 적용하기 위해서는 광학적인 전장 및 기구적인 사이즈를 획기적으로 줄여야 할 뿐만 아니라 작은 사이즈에도 불구하고 높은 해상력 성능을 가지도록 설계하여야 한다.
- <8> 작은 사이즈에서 메가급 정도의 해상력을 갖는 줌 광학계를 구현할 수 있는 통상의 구조는 4군 줌 타입으로서, 일반적으로는 제2렌즈군과 제3렌즈군을 이동시켜서 줌배율을 변화시키고 제4렌즈군을 이동시켜서 포커스를 맞추는 구성을 가진다.
- <9> 그런데 이러한 구성의 취약점은 특정 물체거리에서만 높은 해상력을 갖는다는 점이다. 이것은 배율을 변화시키는 줌군과 포커스를 맞추는 AF군이 조리개를 기준으로 같은 방향에 있기 때문에 물체거리별 포커스를 맞출 때 수차를 보정하는 데 한계가 있기 때문이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <10> 본 발명은 모바일 등 소형기기에 사용하는 굴절형 줌렌즈 광학계에서 짧은 전장에도 불구하고 높은 수차보정과 오토 포커싱 효과를 얻을 수 있도록 하고, 이를 통하여 넓은 물체거리 범위에서 높은 해상력을 얻을 수 있도록 하는데 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <11> 본 발명은 상기 목적을 달성하기 위하여, 반사부재를 포함하고 총과워가 부의 굴절력인 제1렌즈군; 총과워가 부인 제2렌즈군; 총과워가 정인 제3렌즈군; 총과워가 부인 제4렌즈군을 포함하며 변배 및 초점조절시 전장이 고정되는 굴절형 줌렌즈 광학계로서, 상기 제3렌즈군과 상기 제4렌즈군을 이동하여 변배의 효과를 얻고, 상기 제2렌즈군으로 초점조절을 하는 렌즈 이동구성을 가지며, 상기 제2렌즈군의 위치는 조리개를 기준으로 상기 제3렌즈군과 반대방향에 위치하는 것을 특징으로 하는 굴절형 줌렌즈 광학계를 제공한다.
- <12> 이때 상기 제2렌즈군은 정의 렌즈 1장과 부의 렌즈 1장을 포함하는 것을 특징으로 할 수 있으며, 여기서 상기 제2렌즈군의 정의 렌즈 분산치 V_{2p} , 부의 렌즈 분산치를 V_{2n} 이라 할 때, $1 < V_{2n} / V_{2p} < 3$ 의 관계식을 만족하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- <13> 또한 상기 제3렌즈군의 초점거리를 f_3 이라 하고, 상기 제2렌즈군의 초점거리를 f_2 라 할 때, $-4.0 < f_2/f_3 < -1.8$ 의 관계식을 만족하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- <14> 또한 줌잉(zooming) 군인 상기 제3렌즈군이 이동할 때, 상기 조리개와 상기 제3렌즈군 사이의 간격은 고정되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- <15> 또한 줌잉군인 상기 제3렌즈군의 렌즈들 중에서도 상기 조리개와 가장 가까운 쪽의 렌즈가 가장 큰 굴절력을 가지며, 상기 제3렌즈군의 렌즈들 중에서 상기 조리개와 가장 가까운 쪽의 상기 렌즈는 적어도 1면 이상이 비구면인 것을 특징으로 할 수 있다.
- <16> 이때 상기 제3렌즈군의 초점거리를 f_3 이라 하고, 상기 제3 렌즈군의 렌즈들 중에서 상기 조리개에 가장 가까운 렌즈의 초점거리를 f_{LS} 라 할 때, $0.75 < f_{LS}/f_3 < 1.45$ 의 조건을 만족하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- <17> 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다. 도 1a 및 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 굴절형 줌렌즈 광학계를 나타낸 도면으로서 각각 광각(wide)일 때와 텔레(tele)일 때를 도시한 것이다.

- <18> 도 2a 및 도 2b는 각각 광각(wide)일 때와 텔레(tele)일 때 본 발명의 실시예에 따른 굴절형 줌렌즈 광학계의 수차도를 나타낸 것으로서, 각각 구면수차, 비점수차, 왜곡수차를 나타내고 있다.
- <19> 본 발명의 실시예에 따른 굴절형 줌렌즈 광학계는 반사부재를 포함하는 총과워가 부의 굴절력인 제1렌즈군, 총과워가 부인 제2렌즈군, 총과워가 정인 제3렌즈군, 총과워가 부인 제4렌즈군을 포함하며, 변배 및 초점조절시 전장이 고정된 광학계인 점에 특징이 있다.
- <20> 특히 줌잉(zooming)을 할 때 제3렌즈군과 제4렌즈군을 이동하여 변배의 효과를 얻도록 하였으며, 초점조절을 제2렌즈군으로 하는 렌즈 이동구성을 가진다.
- <21> 이와 같이 제1렌즈군이 부의 굴절력이고 제2렌즈군이 부의 굴절력인 구조는 첫 번째 렌즈의 유효경을 작게 하는 효과가 있기 때문에 렌즈를 지지해주는 기구물의 외경 사이즈를 줄여서 전체적인 사이즈를 작게 하는데 효과가 있다.
- <22> 그리고 제3렌즈군이 정의 굴절력이고, 제4렌즈군이 부의 굴절력인 구조는 렌즈 파워배분을 텔레포토 타입으로 구성함으로써 렌즈의 광학적인 전장을 짧게 해주는 효과가 있다.
- <23> 특히, 가장 파워 부담이 큰 줌잉(zooming) 군인 제3렌즈군이 가장 큰 수차를 내기 때문에, 제2 렌즈군이 오토 포커싱을 하면서 수차도 보정해주는 역할을 하도록 제2 렌즈군을 조리개(s)를 기준으로 제3렌즈군의 반대방향에 위치시킨다.
- <24> 이것은 광학계에서 조리개(s)를 중심으로 파워를 배분하는 구조가 렌즈의 수차보정에 효과적이기 때문이다.
- <25> 특히 줌렌즈와 같이 렌즈가 이동하는 구조에서는 가장 파워 부담이 크면서 움직이는 렌즈군인 줌잉군(여기서는 제3렌즈군)의 큰 수차부담을 효율적으로 보정해야 할 필요가 있다.
- <26> 따라서 조리개(s)를 기준으로 제3렌즈군의 반대방향에 수차 보정 및 오토 포커싱을 하며 움직이는 제2렌즈군을 둠으로써 높은 오토 포커싱 효과를 가질 수 있다.
- <27> 한편, 제2렌즈군은 정의 렌즈 1장과 부의 렌즈 1장으로 구성한다. 이것은 오토 포커싱하는 렌즈군을 정의 렌즈와 부의 렌즈로 구성함으로써 오토 포커싱 할 때 더욱 높은 수차 보정의 효과를 얻기 위한 것이다.
- <28> 또한 제2렌즈군의 정의 렌즈 분산치 V_{2p} , 부의 렌즈 분산치를 V_{2n} 이라 할 때 다음의 관계식을 만족하도록 한다.
- <29>
$$1 < V_{2n} / V_{2p} < 3$$
- <30> 이 관계식은 제2렌즈군이 색수차를 자체적으로 보정하는 구성을 가짐으로써 더욱 높은 수차 보정의 효과와 높은 오토 포커싱의 효과를 가진다.
- <31> 또한 제3렌즈군의 초점거리를 f_3 이라 하고, 제2렌즈군의 초점거리를 f_2 라 할때 다음의 관계식을 만족하는 구성을 가지는 것이 바람직하다.
- <32>
$$-4.0 < f_2/f_3 < -1.8$$
- <33> 위의 관계식은 가장 파워가 센 줌잉군인 제3렌즈군과 제3렌즈군의 수차를 효과적으로 보정하는 오토 포커싱 하는 렌즈군인 제2렌즈군의 적절한 파워 배치 구조에 관한 것으로서, 짧은 전장에도 불구하고 높은 해상력과 적절한 배율을 가질 수 있도록 하기 위한 관계식이다.
- <34> 상기 관계식에서 f_2/f_3 이 상한보다 크면 제3렌즈군의 파워가 약해져서 충분한 배율을 갖지 못하여 줌렌즈로서 기능이 약해지고, 정의 굴절력인 제3렌즈군의 파워가 약해지고 부의 굴절력인 제2렌즈군의 부의 파워가 세지면 전체적으로 정의 파워가 약해져서 전체적으로 전장이 길어져서 작은 사이즈를 내기 힘들어지는 문제가 있다
- <35> 또한 f_2/f_3 이 하한보다 작으면 제2렌즈군의 파워가 약해져서 제3렌즈군의 수차를 충분히 보정하기가 힘들어져 오토 포커싱 할때 해상력 성능이 떨어지고, 오토 포커싱하는 스트로크 양이 커지면서 기구적인 구성이 어려워진다.
- <36> 본 발명의 줌렌즈 광학계에서 제3렌즈군이 정의 굴절력이고, 제4렌즈군이 부의 굴절력인 구조는 렌즈 파워 배분을 텔레포토 타입으로 구성하게 하여 렌즈의 광학적인 전장을 짧게 해주는 효과가 있다.
- <37> 줌잉군인 제3렌즈군은 배율을 변화시키기 위해서 렌즈군 자체가 이동하는데 그에 따라서 조리개와 제3렌즈군 사이의 간격은 변하지 않고 고정된다. 줌잉을 함에 따라서 조리개가 고정되는 구조는 렌즈 이동에 따라서 렌

즈와 조리개가 부딪히기 때문에 기구적인 여유를 고려해야 하므로 렌즈 전장이 길어질 수밖에 없다.

<38> 즉, 제3렌즈군이 이동할 때 제3 렌즈군 앞에 있는 조리개도 함께 움직이는 구조는 작은 사이즈를 구현 시킬 수 있도록 한다. 또한 제3렌즈군과 조리개 사이가 고정되는 것은 성능적인 면에서 보아도 수차를 적게 일으켜서 높은 수차 보정의 효과가 나서 높은 해상력 성능을 가능하게 해준다.

<39> 한편, 줌인군인 제3렌즈군의 렌즈들 중에서 조리개와 가장 가까운 쪽의 렌즈가 가장 큰 굴절력을 가지도록 하고, 그 렌즈의 적어도 1면 이상이 비구면이 되도록 구성하는 것이 바람직하다.

<40> 이것은 가장 굴절력이 세서 가장 수차가 많이 발생하는 제3렌즈군의 렌즈들의 효율적인 파워 배치를 위한 것이다. 즉, 제3렌즈군에 있는 렌즈들 중에서 가장 파워가 센 렌즈를 조리개 근처에 배치하는 것은 수차를 가장 적게 발생시키는 구조를 형성하여 높은 해상력 성능이 얻어지도록 하기 위한 것이다.

<41> 그리고 그 렌즈의 적어도 1면을 비구면으로 함으로써 작은 전장이 가능하면서 높은 성능을 유지하는 것이 가능해진다.

<42> 이때 제3렌즈군의 초점거리를 f_3 이라 하고, 제3렌즈군의 렌즈들중에서 조리개에 가장 근접한 렌즈의 초점거리를 f_{LS} 라 할때 다음의 조건을 만족하는 것이 바람직하다.

<43>
$$0.75 < f_{LS}/f_3 < 1.45$$

<44> 이때 f_{LS}/f_3 이 상한보다 크면 제3렌즈군의 파워 배분상 조리개 근처에서 파워 부담이 약해져서 뒤쪽의 파워 부담이 가중되므로 높은 해상력 성능을 얻기 힘들다.

<45> 또 f_{LS}/f_3 이 하한보다 작으면 렌즈 파워가 조리개 근처로 너무 집중되어 지나친 수차를 발생시키므로 높은 해상력 성능을 얻기가 힘들어 진다.

<46> 실시예

<47> 아래의 실시예는 전술한 구성을 가지는 줌렌즈 광학계에 대한 것이다.

<48> 아래의 표 1 내지 표 3은 전술한 구성을 가지는 굴절형 줌렌즈 광학계의 설계데이터를 나타낸 것으로서, 표 1은 본 발명의 실시예에 따른 줌렌즈 광학계를 구성하는 각 렌즈의 R, D, Nd, vd 값을 나타낸 것이고, 표 2는 비구면 계수값이고, 표 3은 줌 데이터이다.

<49> 표 1에서 R은 렌즈의 곡률반경이고, D는 렌즈의 두께 및 공기간격이고, Nd 는 렌즈 소재의 d-line 의 굴절율, vd는 렌즈 소재의 아베수이다.

<50> 제1렌즈군의 초점거리는 f_1 , 제2렌즈군의 초점거리는 f_2 , 제3렌즈군의 초점거리는 f_3 , 제4렌즈군의 초점거리는 f_4 이다. LS 는 제3렌즈군의 렌즈중 가장 조리개 근처의 렌즈이고 f_{LS} 는 그 렌즈의 초점거리이다.

<51> 또한 아래 실시예의 비구면 형상은 다음 식의 계수 값으로 나타내어 질 수 있다.

<52>
$$Z = \frac{CR^2}{1 + \sqrt{1 - (a_1 + 1)C^2R^2}} + a_3R^3 + a_4R^4 + a_5R^5 + a_6R^6 + a_7R^7 + a_8R^8 + a_9R^9 + a_{10}R^{10}$$

<53>
$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}, C = \frac{1}{radius}$$

<54> 여기서 Z 값은 렌즈의 정점부터 광축방향으로의 거리이고, R 은 광축에 수직방향으로의 거리이며, C는 렌즈 정점에 있어서의 곡률반경의 역수이며, a_1 은 conic 상수이며, $a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}$ 는 각각 비구면 계수 값이다.

<55> 아래의 실시예에서는 광각일 때의 초점거리는 1 이고, 텔레일 때의 초점거리는 2.8 , V_{2n}/V_{2p} 는 2.298 , f_2/f_3 의 값은 -2.90, f_{LS}/f_3 값은 0.9694 이다.

<56> [표 1]

surface #	surface type	R 값	D 값		Nd	Vd
		infinity	infinity	(zoom)		
1	비구면	-5.2440	0.1245		1,544100	56.09
2	비구면	3.9642	0.3298			
3		infinity	1.2713		1,834000	37.35
4		infinity	0.0693			
5		infinity	0.2564	(zoom)		
6		-4.0860	0.2060		1,846663	23.78
7		-1.6322	0.1156		1,729160	54.67
8		5.3079	1.4292	(zoom)		
stop		infinity	0.0836			
10	비구면	0.9122	0.2812		1,495330	80.94
11	비구면	-1.5808	0.0231			
12		-2.6963	0.1156		1,846663	23.78
13		-135.7942	0.2893			
14		1.9797	0.2039		1,496997	81.61
15		-8.6919	0.9410			
16	비구면	-0.5791	0.1156		1,544100	56.09
17	비구면	-1.3119	0.1116	(zoom)		
18	비구면	1.3411	0.2157		1,544100	56.09
19	비구면	1.2638	0.0000			
20		infinity	0.0000			
21		infinity	0.0693		1,516798	64.20
22		infinity	0.2311	(zoom)		
23		infinity	0.0123	(zoom)		

<57>

<58> [표 2]

	#1	#2	#10	#11	#16	#17	#18	#19
K	-2.000000000E+00	-5.000000000E+00	-1.0438626000E+00	-6.2641852000E-01	-1.7163909000E-01	-4.1625656000E+00	8.999998000E-01	-1.0669251000E+00
a1	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00
a2	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00	0.000000000E+00
a3	-1.6290375809E-01	-2.0038479594E-01	1.8794409793E-02	2.6343305167E-02	-7.2682295778E-01	-1.1152979675E+00	-3.3503371761E+00	-3.6023774015E+00
a4	1.7658981513E+00	1.9805694111E+00	-3.8380755348E-01	-5.4893484407E-01	4.9219176674E+00	9.7075309465E+00	3.5980178436E+01	3.6305663236E+01
a5	-3.1608944330E+00	-3.396895763E+00	3.2437581101E+00	5.7252174418E+00	3.3692394412E+01	-4.1423291495E+01	-2.6603866926E+02	-2.4465932778E+02
a6	2.0261528647E+00	1.6623128330E+00	-1.1902153289E+01	-2.3662529352E+01	-7.4215689964E+02	-5.3138963998E+01	1.094925998E+03	9.1592915469E+02
a7	3.9145088307E-01	1.7094281803E+00	2.0463496383E+01	4.5368519386E+01	4.7592337916E+03	1.0554888620E+03	-2.7585270966E+03	-2.0496701855E+03
a8	-1.3036157142E+00	-2.8630038949E+00	-1.3957462004E+01	-3.3698275318E+01	-1.4993682793E+04	-3.7419517547E+03	4.4008120168E+03	2.7312162431E+03
a9	7.2357575900E-01	1.6001471447E+00	0.0000000000E+00	-1.5377906873E-02	2.3598366620E+04	5.7368533523E+03	-4.2854801875E+03	-2.0278402964E+03
a10	-1.4168402717E-01	-3.1920965611E-01	0.0000000000E+00	2.0848150723E-03	-1.4778969384E+04	-3.3051560300E+03	2.0180220991E+03	6.6227575871E+02

<59>

<60> [표 3]

zoom data					
Object	#5	#8	#17	#22	#23
infinity	0.25639	1.42925	0.11165	0.23108	0.01225
231,149738	0.24294	1.44284	0.11165	0.23104	0.01225
infinity	0.57210	0.67727	0.34210	0.44454	0.00462
231,149738	0.55984	0.68952	0.34210	0.44472	0.00439
infinity	0.17359	0.21196	0.61532	1.06831	-0.02866
231,149738	0.16019	0.22560	0.61532	1.06862	-0.02912

<61>

발명의 효과

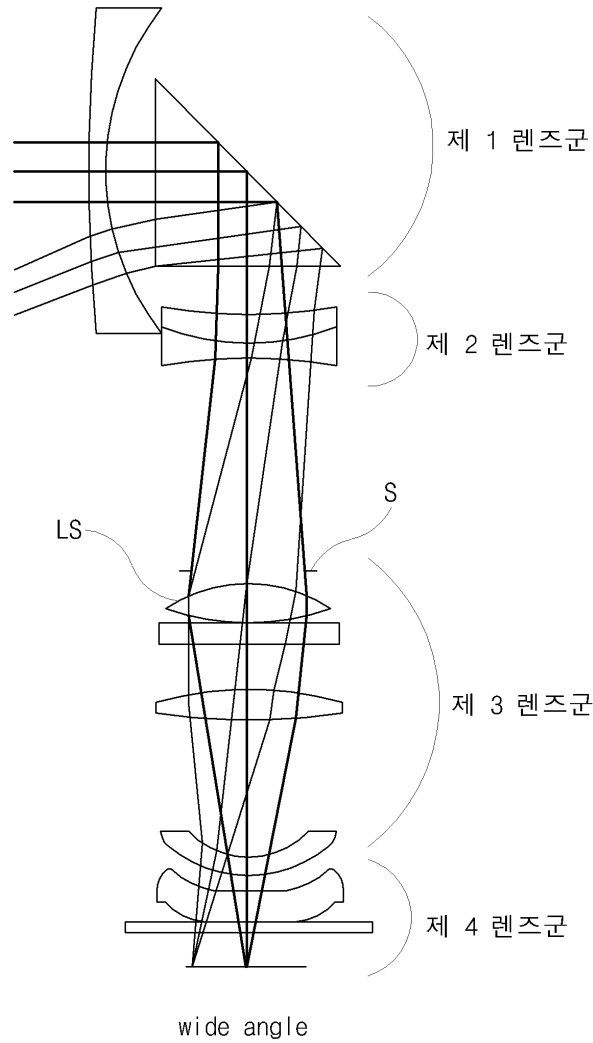
<62> 본 발명에 따르면 모바일 등 소형기기에 사용하는 굴절형 줌렌즈에서 짧은 전장에도 불구하고 높은 수차 보정과 높은 오토 포커싱 효과를 얻을 수 있고 이를 통해 높은 수준의 해상도를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

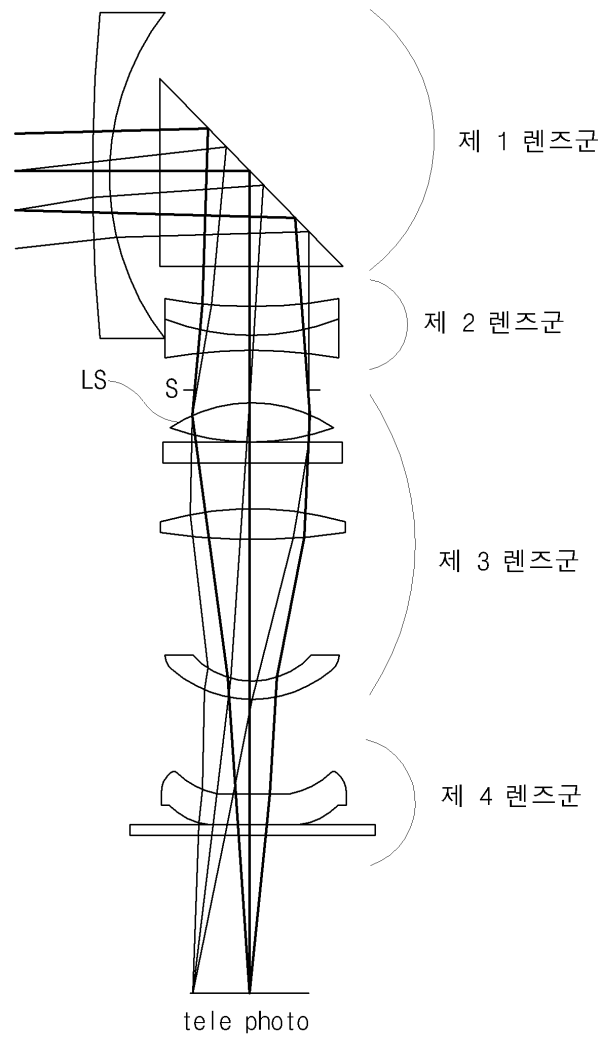
- <1> 도 1a 및 도 1b는 각각 광각(wide)일 때와 텔레(tele)일 때 본 발명의 실시예에 따른 광학계의 구성도
- <2> 도 2a는 광각(wide)일 때 본 발명의 실시예에 따른 광학계의 수차도
- <3> 도 2b는 텔레(tele)일 때 본 발명의 실시예에 따른 광학계의 수차도

도면

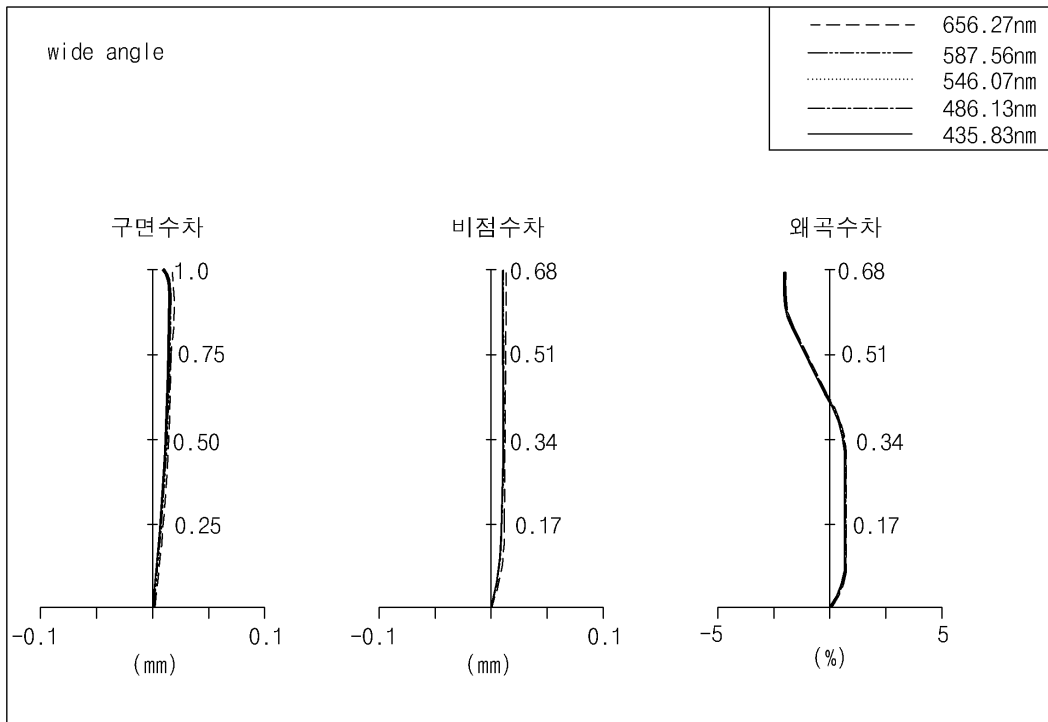
도면1a



도면1b



도면2a



도면2b

