



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월30일
(11) 등록번호 10-0833944
(24) 등록일자 2008년05월26일

(51) Int. Cl.

G02B 9/34 (2006.01) G02B 15/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0106696

(22) 출원일자 2006년10월31일

심사청구일자 2006년10월31일

(65) 공개번호 10-2008-0039042

(43) 공개일자 2008년05월07일

(56) 선행기술조사문헌

JP2003177317 A

JP2004212616 A

JP2006126741 A

JP2006235062 A

전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자

삼성테크윈 주식회사

경남 창원시 성주동 28번지

(72) 발명자

이기우

경남 창원시 성주동 42 삼성테크윈(주)

박영우

경남 창원시 성주동 42 삼성테크윈(주)

(74) 대리인

리앤목특허법인

심사관 : 경천수

(54) 소형 줌 광학계

(57) 요약

소형 줌 광학계가 개시된다. 개시된 줌 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈군과; 부의 굴절력을 가지는 제2렌즈군과; 정의 굴절력을 가지는 제3렌즈군과; 정의 굴절력을 가지는 제4렌즈군;을 포함하며, 광각단에서 망원단으로 변배시 적어도 2개의 렌즈군이 이동하며, 하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

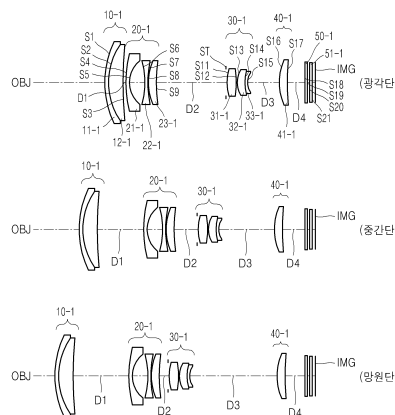
<식>

$$4.0 < \frac{f_t}{f_w} < 6.0$$

$$0 \leq \frac{|L_{2w} - L_{2t}|}{f_w} < 0.16$$

여기서, f_t 는 망원단의 전체 초점거리이고, f_w 는 광각단의 전체 초점거리이고, L_{2w} 는 광각단에서 제2렌즈군의 물체측 첫 번째 렌즈면에서 상면까지의 거리이며, L_{2t} 는 망원단에서 제2렌즈군의 물체측 첫 번째 렌즈면에서 상면까지의 거리이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

물체측으로부터 순서대로,

정의 굴절력을 가지는 제1렌즈군과;

부의 굴절력을 가지는 제2렌즈군과;

정의 굴절력을 가지는 제3렌즈군과;

정의 굴절력을 가지는 제4렌즈군;을 포함하며, 광각단에서 망원단으로 변배시 적어도 2개의 렌즈군이 이동하며, 하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

<식>

$$4.0 < \frac{f_t}{f_w} < 6.0$$

$$0 \leq \frac{|L_{2w} - L_{2t}|}{f_w} < 0.16$$

여기서, f_t 는 망원단의 전체 초점거리이고, f_w 는 광각단의 전체 초점거리이고, L_{2w} 는 광각단에서 제2렌즈군의 물체측 첫 번째 렌즈면에서 상면까지의 거리이며, L_{2t} 는 망원단에서 제2렌즈군의 물체측 첫 번째 렌즈면에서 상면까지의 거리이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

<식>

$$0.53 < \frac{f/f_w}{|f_2|} < 0.69$$

여기서, f_2 는 제2렌즈군의 초점거리이다.

청구항 3

제1항에 있어서,

하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

<식>

$$1.4 < \frac{f_t}{f_4} < 1.82$$

여기서, f_4 는 제4렌즈군의 초점거리이다.

청구항 4

제1항에 있어서,

하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

<식>

$$1.9 < \frac{L_t - L_w}{f_t / f_w} < 2.78$$

여기서, L_t 는 망원단에서 광학계 전장이고, L_w 는 광각단에서 광학계 전장이다.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

광각단에서 망원단으로 변배시,

상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군 사이의 간격이 커지고, 상기 제2렌즈군과 상기 제3렌즈군 사이의 간격이 작아지며, 상기 제3렌즈군과 상기 제4렌즈군 사이의 간격은 커지는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로 배치된 부, 정 2매의 렌즈로 이루어진 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 부렌즈는 상기 정렌즈에 비해 분산이 상대적으로 큰 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1렌즈군은 접합렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 9

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2렌즈군은,

물체측으로부터 순서대로 배치된 부, 부, 정 3매의 렌즈로 구성되는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 정렌즈는 상기 부렌즈들에 비해 상대적으로 분산이 큰 재질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 11

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제3렌즈군은 물체측으로부터 순서대로 배치된 정, 정, 부 3매의 렌즈로 이루어진 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 12

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

제3렌즈군은 분산이 서로 다른 두 렌즈가 접합하여 이루어진 접합렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 13

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제4렌즈군은 1매의 정렌즈로 이루어진 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

청구항 14

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제3렌즈군과 연동하는 조리개를 포함하는 것을 특징으로 하는 줌 광학계.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <16> 본 발명은 고체 촬상 소자를 이용한 카메라에 적합한 소형 줌 광학계에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 소형 컴팩트화 된 구조이면서 고성능화 및 저비용화가 가능한 구조의 소형 줌 광학계에 관한 것이다.
- <17> 최근 CCD나 CMOS와 같은 촬상 소자를 이용한 디지털 카메라 또는 디지털 캠코더와 같은 결상광학기기가 급속히 확대 보급되고 있는 실정이다. 이러한 결상광학기기는 저가격화 및 소형 경량화가 추진되고 있는 바, 이에 채용된 줌렌즈 광학계에 있어서 그 소형 경량화 및 저가격화가 요구된다.
- <18> 이와 관련하여, 일본 공개특허공보 특개2003-107347호에서 개시하는 줌 광학계는 물체측으로부터 순서대로 각각 정, 부, 정, 정의 굴절력을 갖는 제1 내지 제4렌즈군으로 구성되어 있다. 제1렌즈군은 1매의 정렌즈와 1매의 부렌즈로 구성되며, 제4렌즈군은 1매의 정렌즈로 구성된다. 이 줌 광학계는 변배시 1,3 군은 고정되고 2,4 군이 가동하는 구조이며, 이 때 광각단에서 망원단으로의 배율 변화가 2배 정도에 불과하여 고배율 광학계에는 적당하지 않다. 또한, 전체 렌즈계의 두께가 두꺼워 소형 컴팩트화에 부적합하다.
- <19> 일본 특허공개공보 특개2004-094233호에서 개시하는 줌 광학계는 물체측으로부터 순서대로 각각 정, 부, 정, 정의 굴절력을 갖는 제1 내지 제4렌즈군으로 구성되어 있다. 이 줌 광학계는 변배시 각 렌즈군이 가동하는 구성이며, 특히, 광각단에서 망원단으로 변배시 제1렌즈군과 제2렌즈군 사이의 간격은 증대, 제2렌즈군 및 제3렌즈군 사이의 간격은 감소, 제3렌즈군 및 제4렌즈군 사이의 간격은 증대, 그리고, 제1렌즈군과 제3렌즈군 사이의 간격은 변하지 않는 것을 특징으로 한다. 이 경우, 제1렌즈군과 제3렌즈군 사이의 간격을 유지하기 위하여 광각단에서 망원단으로 이동시 제2렌즈군의 이동량이 많아지게 되며, 따라서, 수납시 컴팩트화 하기가 어렵다.
- <20> 일본 특허공개공보 특개2004-252204호에서 개시하는 줌 광학계는 물체측으로부터 순서대로 정,부,정,정의 4군 구성으로 되어 있다. 이 구성은 제1렌즈군이 고정되어 있으며 줌배율의 크기가 3배 미만으로 고배율 광학계로는 적합하지 않다.
- <21> 또한, 일본특허공개공보 특개 2006-106111호에서 개시하는 줌 광학계는 물체측으로부터 순서대로 정,부,정,정의 4군 구성으로 되어 있다. 소형화를 위해 변배시 군 전체가 가동하며, 제3렌즈군은 적어도 하나 이상의 비구면을 포함한다. 이 줌광학계는 배율이 4배 이하로서 사용된 렌즈 매수나 비용에 비해 고배율을 달성하지 못하고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <22> 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 감안하여 안출된 것으로, 고체 촬상소자를 이용한 카메라에 적합하고 소형 컴팩트화 된 구조이면서 고성능화 및 저비용화가 가능한 구조의 줌렌즈 광학계를 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <23> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 줌 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈군과; 부의 굴절력을 가지는 제2렌즈군과; 정의 굴절력을 가지는 제3렌즈군과; 정의 굴절력을 가지는 제4렌즈군;을 포함하며, 광각단에서 망원단으로 변배시 적어도 2개의 렌즈군이 이동하며, 하기의 조건식을

만족하는 것을 특징으로 한다.

<24> <식>

$$4.0 < \frac{f_t}{f_w} < 6.0$$

<25>

$$0 \leq \frac{|L_{2w} - L_{2t}|}{f_w} < 0.16$$

<26>

<27> 여기서, f_t 는 망원단의 전체 초점거리이고, f_w 는 광각단의 전체 초점거리이고, L_{2w} 는 광각단에서 제2렌즈군의 물체측 첫 번째 렌즈면에서 상면까지의 거리이며, L_{2t} 는 제2렌즈군의 물체측 첫 번째 렌즈면에서 상면까지의 거리이다.

<28> 이하, 첨부된 도면들을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 줌 광학계를 상세히 설명하기로 한다. 그러나 아래에 예시되는 실시예는 본 발명의 범위를 한정하는 것이 아니며, 본 발명을 이 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 충분히 설명하기 위해 제공되는 것이다. 이하의 도면들에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 도면상에서 각 구성요소의 크기는 설명의 명료성과 편의상 과장되어 있을 수 있다.

<29> 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 줌 광학계의 광각단, 중간단 및 망원단에서의 광학적 배치를 보이는 도면이다.

<30> 도면을 참조하면, 본 발명에 따른 줌 광학계는 물체(OBJ) 쪽으로부터 정의 굴절력을 가지는 제1렌즈군(10-1), 부의 굴절력을 가지는 제2렌즈군(20-1), 정의 굴절력을 가지는 제3렌즈군(30-1) 및 정의 굴절력을 가지는 제4렌즈군(40-1)을 포함하여 구성된다. 또한, 제2렌즈군(20-1)과 제3렌즈군(30-1) 사이에는 제3렌즈군(30-1)에 연동되어 이동되는 조리개(ST)가 더 구비되어 있다. 광각단에서 망원단으로 변배시 상기 제1 내지 제4렌즈군(10-1)(20-1)(30-1)(40-1)중 적어도 두 개의 렌즈군이 가동하며, 변배비는 다음 식을 만족한다.

수학식 1

$$4.0 < \frac{f_t}{f_w} < 6.0$$

<31>

<32> 여기서 f_t 는 망원단의 초점거리이고 f_w 는 광각단의 초점거리이다.

<33> 또한, 광각단에서 망원단으로 이동시 제2렌즈군(20-1)의 위치 차이를 광각단의 초점거리에 대한 비로 나타내면 다음 식을 만족한다.

수학식 2

$$0 \leq \frac{|L_{2w} - L_{2t}|}{f_w} < 0.16$$

<34>

<35> 여기서, L_{2w} 는 광각단에서 제2렌즈군(20-1)의 물체측 첫 번째 렌즈면과 상면 사이의 거리이고 L_{2t} 는 망원단에서 제2렌즈군(20-1)의 물체측 첫 번째 렌즈면과 상면 사이의 거리이고, f_w 는 광각단의 초점거리이다. 결상광학계에서 $L_{2w} - L_{2t}$ 가 음의 값을 갖기는 어려우며, 이의 하한값은 0이 된다. 이 경우, 광각단과 망원단에서 제2렌즈군(20-1)의 위치가 동일하며, 광학계를 적용하는 렌즈기구물의 캠(cam)의 위치 차이가 작아서 렌즈계의 수납 전장을 축소하는데 매우 유리하다. 상한값을 초과하는 경우, 제2렌즈군(20-1)의 변배시 위치 차이가 커져 제2렌즈군(20-1)을 움직이게 하는 캠의 궤적이 커지고 수납 전장을 소형화하기 어렵다.

<36> 본 발명의 줌 광학계는 다음 식을 더 만족할 수 있다.

수학식 3

$$0.53 < \frac{f_t/f_w}{|f_2|} < 0.69$$

<37>

<38> 여기서, f_2 는 제2렌즈군(20-1)의 초점거리이다. 이 식은 변배비를 제2렌즈군(20-1)의 초점거리에 대한 비로 나타낸 것이다. 하한값을 벗어나는 경우 제2렌즈군(20-1)의 굴절력이 약해져서 주밍시 제2렌즈군(20-1)의 이동량이 증가하고 따라서 광학계의 전체 전장이 길어져 소형화를 이루기 어렵다. 상한값을 벗어나는 것은, 변배비가 수학식 1을 만족할 때 제2렌즈군(20-1)의 굴절력이 지나치게 큰 값을 갖는 것이 되어 광학계 전체 성능의 유지가 어려워진다.

<39> 또한, 본 발명의 줌 광학계는 다음 식을 더 만족할 수 있다.

수학식 4

$$1.4 < \frac{f_t}{f_4} < 1.82$$

<40>

<41> 이 식은 망원단 초점거리(f_t)과 제4렌즈군(40-1)의 초점거리(f_4)의 비를 나타낸 것이다. 하한값을 벗어나면 상면 위치 보정시 제4렌즈군(40-1)의 이동량이 커져 소형화를 구현하기 어려우며, 상한값을 벗어나면 비점수차 보정 및 굴절률 상승으로 비용이 상승한다.

<42> 또한, 본 발명의 줌 광학계는 다음 식을 더 만족할 수 있다.

수학식 5

$$1.9 < \frac{L_t - L_w}{f_t/f_w} < 2.78$$

<43>

<44> 이 식은 망원단에서 광학계 전장(L_t)과 광각단에서 광학계 전장(L_w)의 차이를 변배비에 대한 비로 나타낸 것이다. 상한값을 초과하면 망원단과 광각단의 전장의 차이가 커져 콤팩트 카메라의 소형 렌즈계로 적용하기 어렵다. 하한값을 벗어나면 변배비가 수학식 1을 만족할 때 망원단의 성능을 보정하기 어렵게 된다.

<45> 상기 제1 내지 제4렌즈군(10-1)(20-1)(30-1)(40-1) 중 적어도 두 렌즈군을 광축상에서 이동시킴으로써 변배를 행하며, 이 때, 광각단에서 망원단으로 변배시 제1렌즈군(10-1)과 제2렌즈군(20-1) 사이의 간격이 증가하고, 제2렌즈군(20-1)과 제3렌즈군(30-1) 사이의 간격이 감소하고, 제3렌즈군(30-1)과 제4렌즈군(40-1) 사이의 간격이 증가한다. 변배시 제1 내지 제3렌즈군(30-1)은 단조로운 이동 또는 비직선적 이동에 따르며, 제4렌즈군(40-1)은 이에 따라 발생하는 상면이동과 피사체 위치에 따른 초점위치를 보정한다. 이와 같은 방법으로 전체 광학계의 전장을 최소화하고 주밍시에 각 군의 이동량을 작게 함으로써 광학계의 소형화에 유리한 구조가 된다. 또한 제4렌즈군(40-1)의 굴절력을 정으로 하여 CCD와 같은 고체 촬상 소자에서 요구되는 텔레센트릭, 즉 상면 주변부에 입사되는 광원의 입사각이 상면과 수직에 가깝게 되도록 구성하고 있다.

<46> 보다 구체적으로 상기 제1 내지 제4렌즈군(10-1)(20-1)(30-1)(40-1) 각각의 렌즈 구성을 살펴보면 다음과 같다.

<47> 제1렌즈군(10-1)은 전체적으로 정의 굴절력을 가지도록 구성된다. 제1렌즈군(10-1)은 복수의 렌즈로 구성될 수 있으며, 예를 들어 제1렌즈(11-1)와 제2렌즈(12-1)를 포함한다. 제1렌즈(11-1)로는 부렌즈가, 제2렌즈(12-1)로는 정렌즈가 채용될 수 있으며, 상기 제1렌즈(11-1)와 제2렌즈(12-1)는 접합렌즈로 구성될 수 있다. 부렌즈인 제1렌즈(11-1)에 분산이 큰 소재를 사용하는 경우 5배 정도의 고배율에도 색수차가 충분히 보정될 수 있다.

<48> 제2렌즈군(20-1)은 전체적으로 부의 굴절력을 가지도록 구성되며, 복수의 렌즈로 구성된다. 예를 들어, 물체측으로부터 순서대로 제3렌즈(21-1), 제4렌즈(22-1) 및 제5렌즈(23-1)를 포함하며, 제3렌즈(21-1)로는 물체측으로 볼록한 부렌즈가, 제4렌즈(22-1)로는 양양목 부렌즈가, 제5렌즈(23-1)로는 물체측으로 볼록한 메니스커스 정렌즈가 채용될 수 있다. 제2렌즈군(20-1)에 분산이 큰 재질로 된 렌즈를 포함시켜 색수차 보정을 용이하게 할 수 있다. 예를 들어, 부렌즈인 제4렌즈(22-1)는 분산이 작은 재질을 사용하고 메니스커스 정렌즈로 된 제5렌즈(23-1)는 분산이 큰 재질을 사용한다.

- <49> 제3렌즈군(30-1)은 전체적으로 정의 굴절력을 가지도록 구성되며, 예를 들어 정렌즈로 된 제6렌즈(31-1), 정렌즈로 된 제7렌즈(32-1), 부렌즈로 된 제8렌즈(33-1)를 포함한다. 제6렌즈(31-1)는 비구면을 채용하는 경우 구면수차를 최소화 할 수 있다. 또한, 제7렌즈(32-1)와 제8렌즈(33-1)는 접합렌즈로 구성될 수 있으며, 제7렌즈(32-1)는 분산이 작은 재질로 하고 제8렌즈(33-1)는 분산이 큰 재질로 하여 고배율 변배시 일어나는 색수차를 최소화 할 수 있다.
- <50> 제4렌즈군(40-1)은 정의 굴절력을 갖도록 구성된다. 예를 들어 정렌즈로 된 제9렌즈(41-1) 1매로 구성되어 왜곡과 상면만곡을 보정한다. 또한 제9렌즈(41-1)는 구면렌즈로 이루어져 비용이 절감되는 구성이다.
- <51> 본 발명의 실시예들에서 나타나는 비구면(ASP)의 정의는 다음과 같다.

수학식 6

$$x = \frac{c' y^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1) c'^2 y^2}} + A y^4 + B y^6 + C y^8 + D y^{10}$$

- <52>
- <53> 여기서, x는 렌즈의 정점으로부터 광축 방향으로의 거리이고, y는 광축에 대해 수직한 방향으로의 거리이며, K는 코닉상수(conic constant), A,B,C,D는 비구면계수, c'은 렌즈의 정점에 있어서의 곡률반경의 역수(1/R)이다.
- <54> 다음, 본 발명에 따른 줌 광학계의 여러 가지 실시예들의 구체적인 렌즈 데이터들을 기술한다. 이하, f는 줌 광학계 전체의 초점거리를, Fno는 F수를, ω는 화각을, R은 곡률반경을, Nd는 굴절률을, Vd는 아베수를 각각 나타낸다. 또한, ST는 조리개를 나타내며 각 실시예에서 렌즈간 가변거리를 D1,D2,D3,D4로 나타낸다. 그리고 각 실시예별로 각 구성요소의 참조번호에 실시예 번호를 연계하여 표시하였다.

<55> <제1실시예>

<56> 도 1은 제1실시예에 따른 줌렌즈 광학계를 도시한 것으로, 제1렌즈군(10-1)은 제1렌즈(11-1), 제2렌즈(12-1)로 구성되고, 제2렌즈군(20-1)은 제3, 제4, 제5렌즈(21-1)(22-1)(23-1)로 구성되고, 제3렌즈군(30-1)은 제6, 제7, 제8렌즈(31-1)로 구성되며, 제4렌즈군(40-1)은 제9렌즈(41-1)로 구성된다. 도면부호 50-1은 적외선필터를, 51-1은 카바클라스를 나타낸다. 다음은 제1실시예의 렌즈데이터이다.

<57> f;6.45 ~ 18.68 ~ 30.64 Fno;2.86 ~ 3.72 ~ 4.70 2ω;63.54 ~ 22.67 ~ 13.92

<58>	면(S)	곡률반경(R)	두께 또는 렌즈간 거리	굴절률(Nd)	아베수(Vd)
<59>	OBJ:	INFINITY	INFINITY		
<60>	1:	18.89000	0.700000	1.84666	23.78
<61>	2:	13.30000	2.940000	1.73400	52.60
<62>	3:	107.00000	D1		
<63>	4:	25.50000	0.600000	1.83481	42.72
<64>	5:	5.53000	3.060000		
<65>	6:	-15.68000	0.600000	1.48479	70.44
<66>	7:	20.22000	0.100000		
<67>	8:	10.81000	1.560000	1.92286	20.88
<68>	9:	26.71000	D2		
<69>	ST:	INFINITY	0.300000		
<70>	11:	8.81300	1.860000	1.58313	59.46
<71>	ASP:				
<72>	K :	0.000000			
<73>	A :	-.389417E-03	B :- .252150E-05	C :0.000	D :0.000

<74>	12:	-16.17000	0.100000		
<75>	13:	4.30000	1.630000	1.48479	70.44
<76>	14:	8.02000	0.500000	1.84666	23.78
<77>	15:	3.64500	D3		
<78>	16:	11.79000	1.700000	1.58913	61.25
<79>	17:	145.00000	D4		
<80>	18:	INFINITY	0.500000	1.51680	64.20
<81>	19:	INFINITY	0.500000		
<82>	20:	INFINITY	0.500000	1.51680	64.20
<83>	21:	INFINITY	0.590000		
<84>	IMG:	INFINITY			

<85> 다음 표 1은 제1실시예에 따른 줌렌즈 광학계에서의 가변거리(D1,D2,D3,D4)의 예를 광각단, 중간단 및 망원단에 서 각각 나타낸 것이다.

표 1

	광각단	중간단	망원단
D1	0.600	9.257	11.18
D2	13.948	4.713	1.700
D3	6.335	11.119	17.557
D4	3.380	4.369	3.791

<87> 도 2는 제1실시예에 따른 줌 광학계의 광각단에서의 종방향 구면 수차, 상면만곡 및 왜곡을 나타낸 보인 수차도 이다. 종방향 구면수차는 파장이 486.1300(nm), 587.5600(nm), 656.2700(nm)인 광에 대해 각각 나타내며, 상면 만곡(astigmatic field curvature)은 자오상면 만곡(T: tangential field curvature)과 구결상면 만곡(S: sagittal field curvature)으로 나누어 보이고 있다. 또한, 도 3은 제1실시예에 따른 줌 광학계의 망원단에서의 종방향 구면 수차, 상면 만곡 및 왜곡 수차를 나타낸 수차도이다.

<88> <제2실시예>

<89> 도 4은 제2실시예에 따른 줌 광학계를 도시한 것으로, 제1렌즈군(10-2)은 제1렌즈(11-2), 제2렌즈(12-2)로 구성 되고, 제2렌즈군(20-2)은 제3렌즈(21-2), 제4렌즈(22-2), 제5렌즈(23-2)로 구성되고, 제3렌즈군(30-1)은 제6렌즈(31-2), 제7렌즈(32-2), 제8렌즈(33-2)로 구성되며, 제4렌즈군(40-2)은 제9렌즈(41-2)로 구성된다. 도면부호 50-2는 적외선필터를, 51-2는 카바글라스를 나타낸다. 다음은 제1실시예의 렌즈데이터이다.

<90> f;6.19 ~ 16.28 ~ 29.45 Fno;2.88 ~ 3.64 ~ 4.75 2ω;62.82 ~ 24.79 ~ 13.74

<91>	면(S)	곡률반경(R)	두께 또는 렌즈간 거리	굴절률(Nd)	아베수(Vd)
<92>	OBJ:	INFINITY	INFINITY		
<93>	1:	17.79619	0.700000	1.84666	23.78
<94>	2:	12.44738	2.858761	1.73400	52.60
<95>	3:	101.57884	D1		
<96>	4:	26.17130	0.600000	1.83481	42.72
<97>	5:	5.18499	2.710350		
<98>	6:	-15.38987	0.600000	1.48479	70.44

<99> 7: 12.85727 0.150000
 <100> 8: 9.52224 1.669804 1.84666 23.78
 <101> 9: 37.47255 D2
 <102> ST: INFINITY 0.300000
 <103> 11: 8.47726 1.892093 1.58313 59.46
 <104> ASP:
 <105> K : 0.432866
 <106> A :- .523974E-03 B :- .541935E-05 C :0.000 D :0.000
 <107> 12: -15.82160 0.100000
 <108> 13: 4.07266 1.592417 1.48479 70.44
 <109> 14: 7.48124 0.508720 1.84666 23.78
 <110> 15: 3.42464 D3
 <111> 16: 10.75363 1.641363 1.58913 61.25
 <112> 17: 78.47848 D4
 <113> 18: INFINITY 0.500000 1.51680 64.20
 <114> 19: INFINITY 0.500000
 <115> 20: INFINITY 0.500000 1.51680 64.20
 <116> 21: INFINITY 0.590000
 <117> IMG: INFINITY

<118> 다음 표 2는 제2실시예에 따른 줌렌즈 광학계에서의 가변거리(D1,D2,D3,D4)의 예를 광각단, 중간단 및 망원단에
 서 각각 나타낸 것이다.

표 2

	광각단	중간단	망원단
D1	0.700	8.109	10.866
D2	12.760	4.538	1.700
D3	5.436	8.977	16.511
D4	3.553	4.944	3.497

<120> 도 5는 제2실시예에 따른 줌 광학계의 광각단에서의 종방향 구면 수차, 상면만곡 및 왜곡을 나타내며, 도 6은
 제2실시예에 따른 줌 광학계의 망원단에서의 종방향 구면 수차, 상면만곡 및 왜곡을 나타낸다.

<121> <제3실시예>

<122> 도 7은 제3실시예에 따른 줌 광학계를 도시한 것으로, 제1렌즈군(10-3)은 제1렌즈(11-3), 제2렌즈(12-3)로 구성
 되고, 제2렌즈군(20-3)은 제3렌즈(21-3), 제4렌즈(22-3), 제5렌즈(23-3)로 구성되고, 제3렌즈군(30-3)은 제6렌
 즈(31-3), 제7렌즈(32-3), 제8렌즈(33-3)로 구성되며, 제4렌즈군(40-3)은 제9렌즈(41-3)로 구성된다. 도면부호
 50-3은 적외선필터를, 51-3은 카바글라스를 나타낸다. 다음은 제3실시예의 렌즈데이터이다.

<123> f;6.23 ~ 17.06 ~ 29.63 Fno;2.88 ~ 3.69 ~ 4.80 2 ω ;62.35 ~ 23.56 ~ 13.62

<124> 면(S) 곡률반경(R) 두께 또는 렌즈간 거리 굴절률(Nd) 아베수(Vd)

<125> OBJ: INFINITY INFINITY

<126> 1: 17.96148 0.700000 1.84666 23.78
 <127> 2: 12.58808 2.920000 1.73400 52.60
 <128> 3: 127.06030 D1
 <129> 4: 30.23113 0.600000 1.83481 42.72
 <130> 5: 5.27928 2.720000
 <131> 6: -14.89111 0.600000 1.48479 70.44
 <132> 7: 14.89111 0.150000
 <133> 8: 10.03420 1.654000 1.84666 23.78
 <134> 9: 40.63258 D2
 <135> ST0: INFINITY 0.300000
 <136> 11: 8.82991 2.230000 1.58313 59.46
 <137> ASP:
 <138> K : 1.000000
 <139> A : -.596957E-03 B :-.639126E-05 C :0.000 D :0.000
 <140> 12: -15.40364 0.100000
 <141> 13: 4.33330 1.750000 1.48479 70.44
 <142> 14: 8.31602 0.600000 1.84666 23.78
 <143> 15: 3.57110 D3
 <144> 16: 11.12454 1.800000 1.58913 61.25
 <145> 17: 113.47133 D4
 <146> 18: INFINITY 0.500000 1.51680 64.20
 <147> 19: INFINITY 0.500000
 <148> 20: INFINITY 0.500000 1.51680 64.20
 <149> 21: INFINITY 0.590000
 <150> IMG: INFINITY

<151> 다음 표 3은 제3실시예에 따른 줌렌즈 광학계에서의 가변거리(D1,D2,D3,D4)의 예를 광각단, 중간단 및 망원단에서 각각 나타낸 것이다.

표 3

	광각단	중간단	망원단
D1	0.700	7.964	10.328
D2	13.014	4.295	1.700
D3	4.971	8.835	16.396
D4	3.608	5.100	3.645

<153> 도 8은 제3실시예에 따른 줌 광학계의 광각단에서의 종방향 구면 수차, 상면만곡 및 왜곡을 나타내며, 도 9는 제3실시예에 따른 줌 광학계의 망원단에서의 종방향 구면 수차, 상면만곡 및 왜곡을 나타낸다.

<154> <제5실시예>

<155> 도 10은 제4실시예에 따른 줌 광학계를 도시한 것으로, 제1렌즈군(10-4)은 제1렌즈(11-4), 제2렌즈(12-4)로 구

성되고, 제2렌즈군(20-4)은 제3렌즈(21-4), 제4렌즈(22-4), 제5렌즈(23-4)로 구성되고, 제3렌즈군(30-4)은 제6렌즈(31-4), 제7렌즈(32-4), 제8렌즈(33-4)로 구성되며, 제4렌즈군(40-4)은 제9렌즈(41-4)로 구성된다. 도면부호 50-4은 적외선필터를, 51-4은 카바글라스를 나타낸다. 다음은 제4실시예의 렌즈데이터이다.

```

<156> f;6.23 ~ 18.47 ~ 29.63 Fno;2.86 ~ 3.70 ~ 4.67 2ω;62.45 ~ 22.01 ~ 13.72
<157> 면(S) 곡률반경(R) 두께 또는 렌즈간 거리 굴절률(Nd) 아베수(Vd)
<158> OBJ: INFINITY INFINITY
<159> 1: 17.21075 0.700000 1.84666 23.78
<160> 2: 12.41162 2.853000 1.73400 52.60
<161> 3: 60.88556 D1
<162> 4: 16.30133 0.600000 1.83481 42.72
<163> 5: 4.83016 2.859000
<164> 6: -13.81273 0.600000 1.48479 70.44
<165> 7: 13.41658 0.120000
<166> 8: 9.13527 1.590000 1.84666 23.78
<167> 9: 27.15269 D2
<168> ST: INFINITY 0.500000
<169> 11: 9.12810 2.220000 1.58313 59.46
<170> ASP:
<171> K : 1.000000
<172> A :- .639971E-03 B :- .565810E-05 C :- .112915E-06 D :0.000
<173> 12: -12.96186 0.100000
<174> 13: 4.20164 1.680000 1.48479 70.44
<175> 14: 8.29337 0.500000 1.84666 23.78
<176> 15: 3.58292 D3
<177> 16: 10.96109 1.690000 1.58913 61.25
<178> 17: 131.62501 3.299530
<179> 18: INFINITY 0.500000 1.51680 64.20
<180> 19: INFINITY 0.500000
<181> 20: INFINITY 0.500000 1.51680 64.20
<182> 21: INFINITY 0.730000
<183> IMG: INFINITY
  
```

<184> 다음 표 4는 제4실시예에 따른 줌렌즈 광학계에서의 가변거리(D1,D2,D3,D4)의 예를 광각단, 중간단 및 망원단에 서 각각 나타낸 것이다.

표 4

	광각단	중간단	망원단
D1	0.823	10.208	12.222
D2	11.315	3.235	1.150

D3	5.017	9.150	15.703
D4	3.300	4.696	3.689

<186> 도 10은 제4실시예에 따른 줌 광학계의 광각단에서의 종방향 구면 수차, 상면만곡 및 왜곡을 나타내며, 도 11은 제4실시예에 따른 줌 광학계의 망원단에서의 종방향 구면 수차, 상면만곡 및 왜곡을 나타낸다.

<187> 다음은 상기 실시예들이 수학식 1 내지 5를 만족함을 보인 것이며 그에 상응한 값은 아래와 같다.

표 5

	수학식 1	수학식 2	수학식 3	수학식 4	수학식 5
제1실시예	4.752	0.088	0.579	1.588	2.104
제2실시예	4.750	0.001	0.615	1.578	2.139
제3실시예	4.750	0.031	0.614	1.600	2.067
제4실시예	4.754	0.156	0.624	1.648	2.602

<189> 본 발명은 이상 기술한 수학식들을 만족하는 렌즈 구성을 통해 소형화되면서도 우수한 광학 성능을 가진다.

<190> 상기한 실시예들은 예시적인 것에 불과한 것으로, 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 아래의 특허청구범위 내에서 정해져야만 할 것이다.

발명의 효과

<191> 본 발명에 따른 줌 광학계는 줌배율을 4배이상으로 하며 제2렌즈군의 광각단과 망원단에서의 위치 차이를 조절함으로써, 소형화되고 우수한 광학 성능을 구현하고 있다. 또한, 이와 함께 제2렌즈군의 초점거리, 망원단 초점거리와 제4렌즈군의 초점거리 비, 망원단과 광각단의 전장의 차를 조절함으로써 보다 효율적으로 소형화 저비용화되며 고성능의 줌 광학계를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명의 제1실시예에 의한 줌 광학계의 광각단, 중간단 및 망원단에서의 광학적 배치를 보이는 도면이다.
- <2> 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 줌 광학계의 광각단에서의 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보인 수차도이다.
- <3> 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 줌 광학계의 망원단에서의 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보인 수차도이다.
- <4> 도 4는 본 발명의 제2실시예에 의한 줌 광학계의 광각단, 중간단 및 망원단에서의 광학적 배치를 보이는 도면이다.
- <5> 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 줌 광학계의 광각단에서의 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보인 수차도이다.
- <6> 도 6은 각각은 본 발명의 제2실시예에 따른 줌 광학계의 망원단에서의 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보인 수차도이다.
- <7> 도 7은 본 발명의 제3실시예에 의한 줌 광학계의 광각단, 중간단 및 망원단에서의 광학적 배치를 보이는 도면이다.
- <8> 도 8은 각각은 본 발명의 제3실시예에 따른 줌 광학계의 광각단에서의 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보인 수차도이다.
- <9> 도 9는 본 발명의 제3실시예에 따른 줌 광학계의 망원단에서의 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보인 수차도이다.
- <10> 도 10은 본 발명의 제4실시예에 의한 줌 광학계의 광각단, 중간단 및 망원단에서의 광학적 배치를 보이는 도면이다.
- <11> 도 11은 본 발명의 제4실시예에 따른 줌 광학계의 광각단에서의 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보인 수차도이다.

<12> 도 12는 본 발명의 제4실시예에 따른 줌 광학계의 망원단에서의 구면수차, 상면만곡 및 왜곡을 보인 수차도이다.

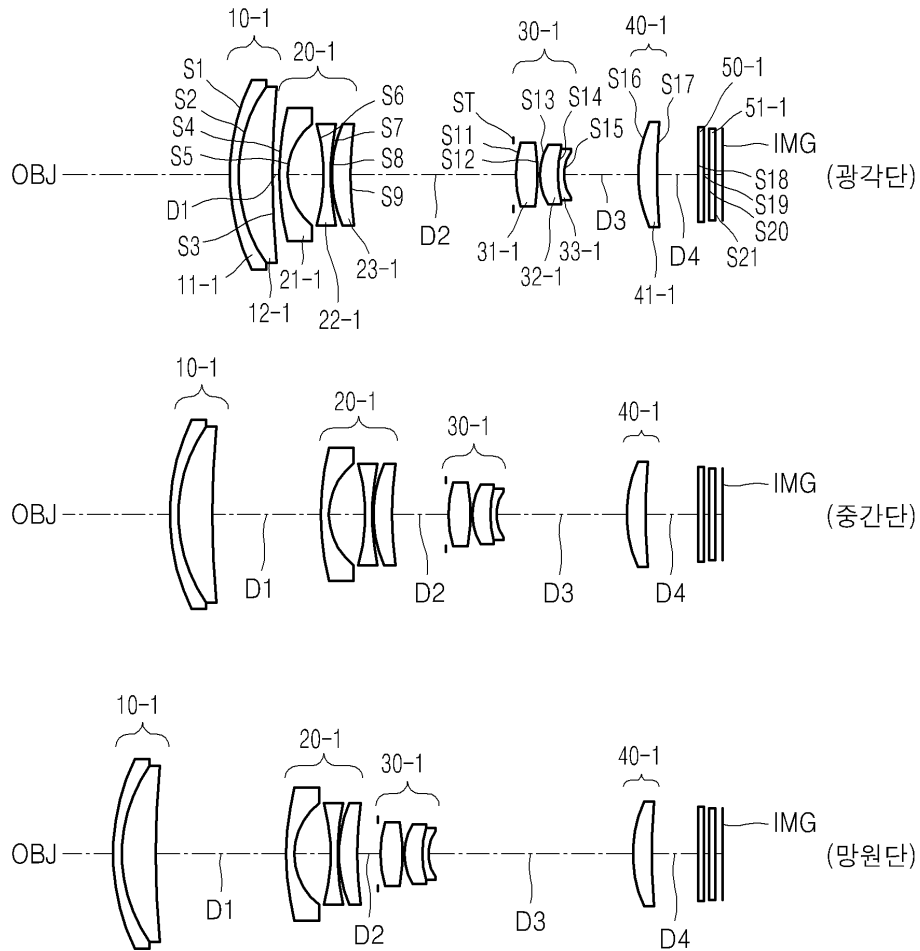
<13> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<14> 10-1, 10-2, 10-3, 10-4... 제1렌즈군 20-1, 20-2, 20-3, 20-4... 제2렌즈군

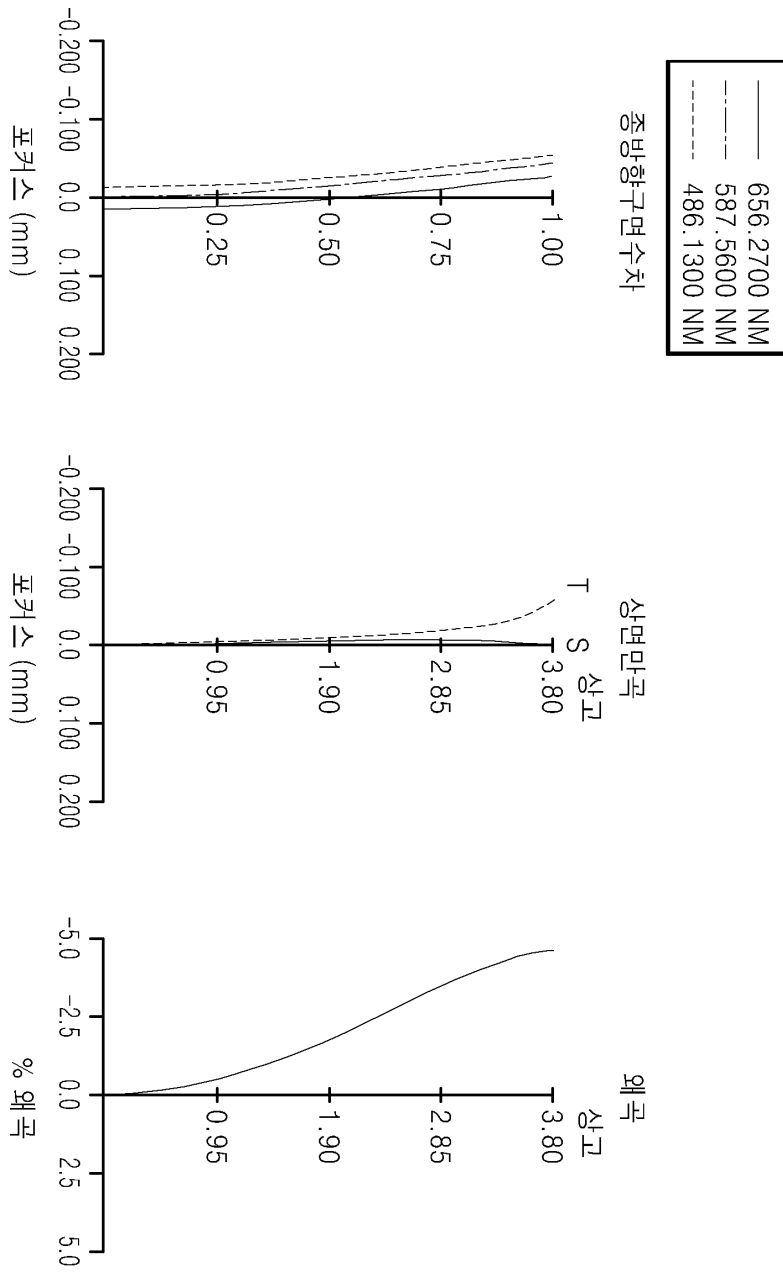
<15> 30-1, 30-2, 30-3, 30-4... 제3렌즈군 40-1, 40-2, 40-3, 40-4... 제4렌즈군

도면

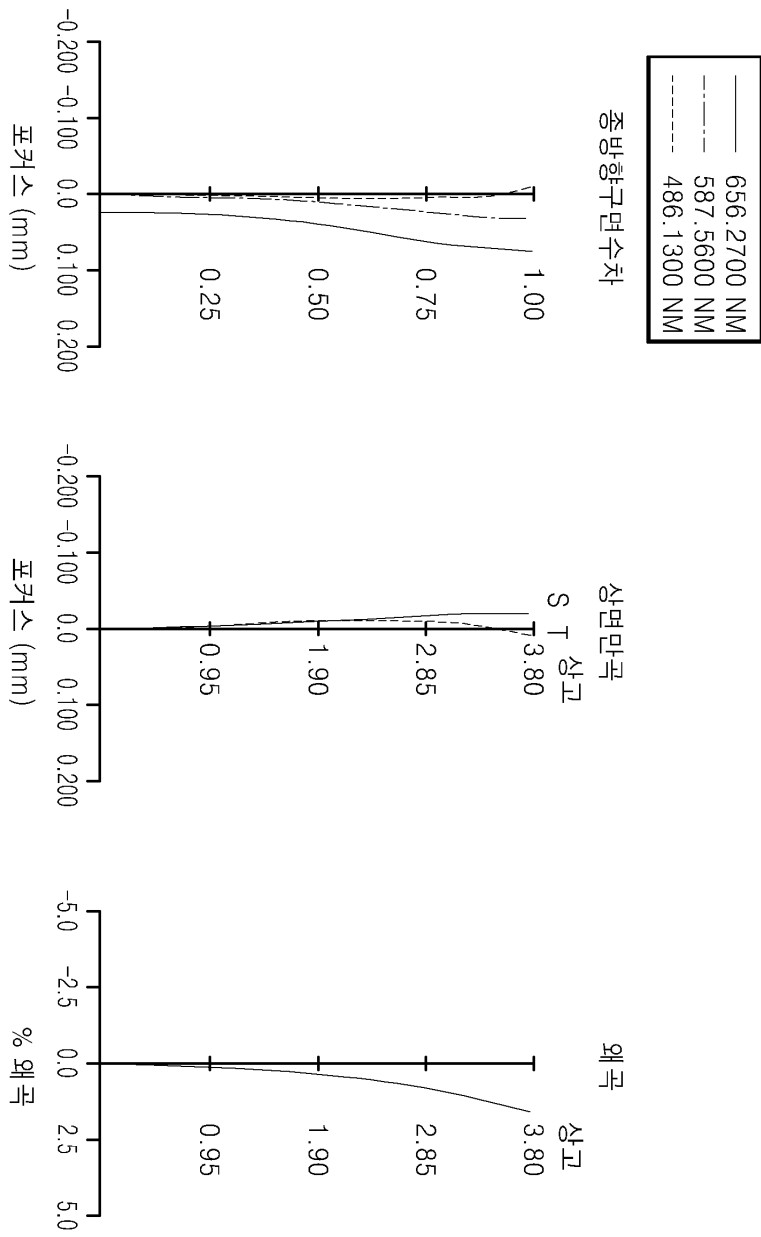
도면1



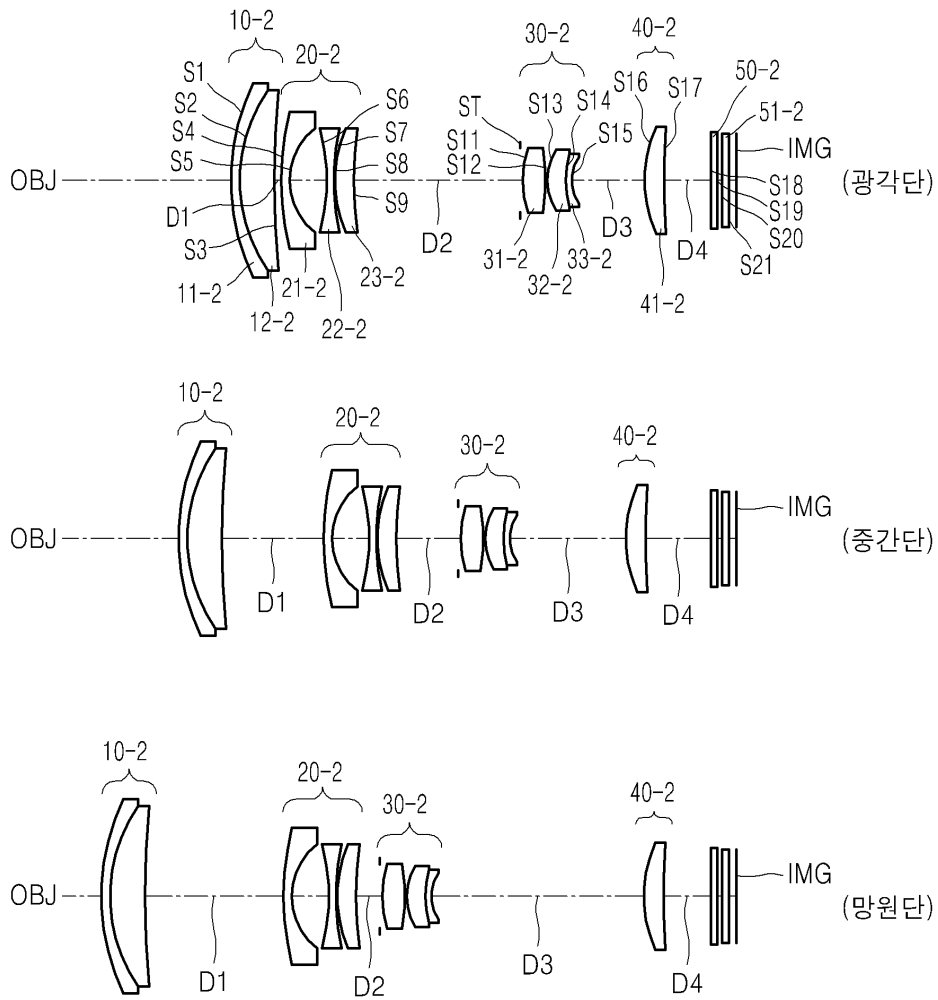
도면2



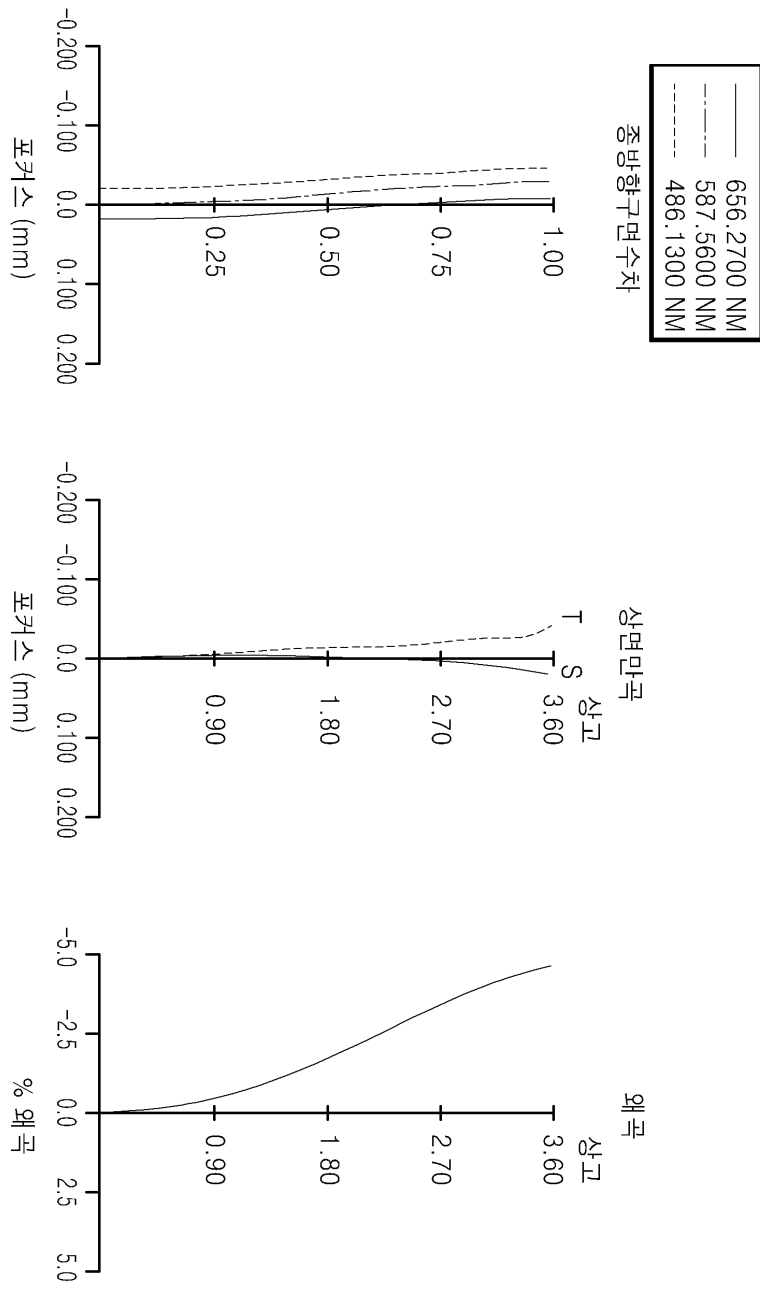
도면3



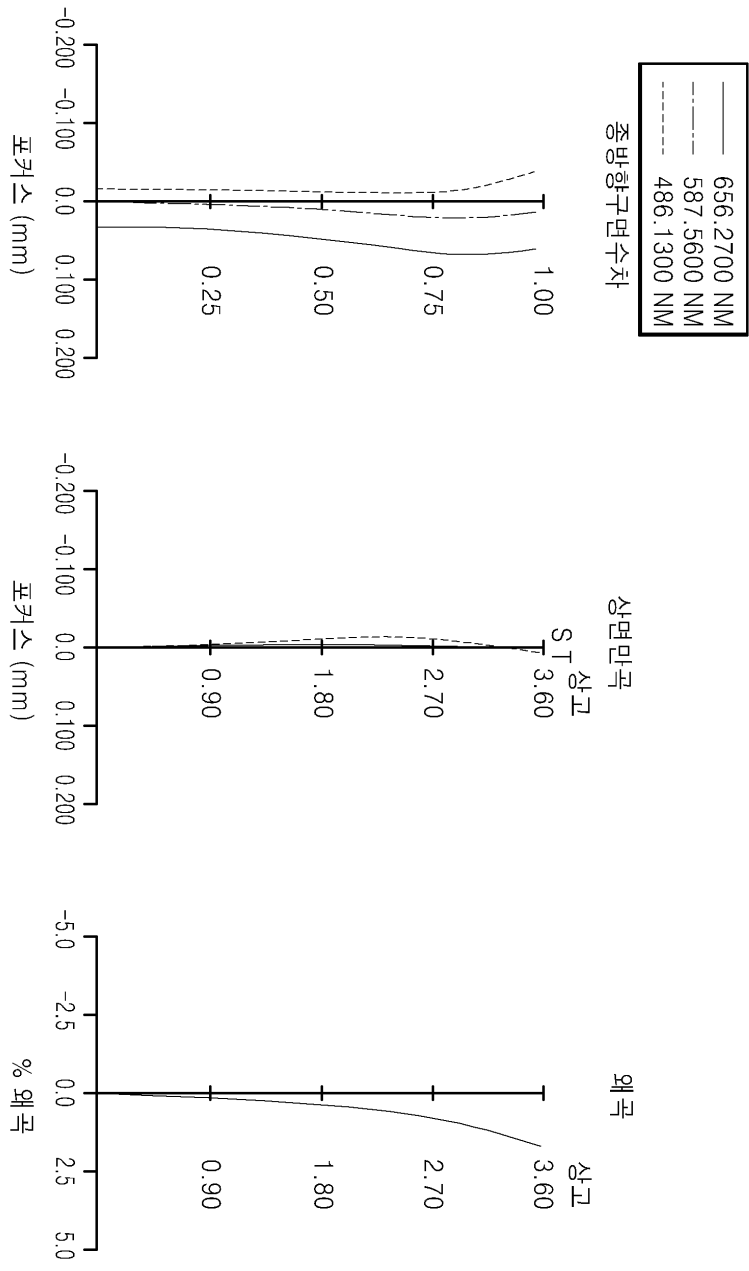
도면4



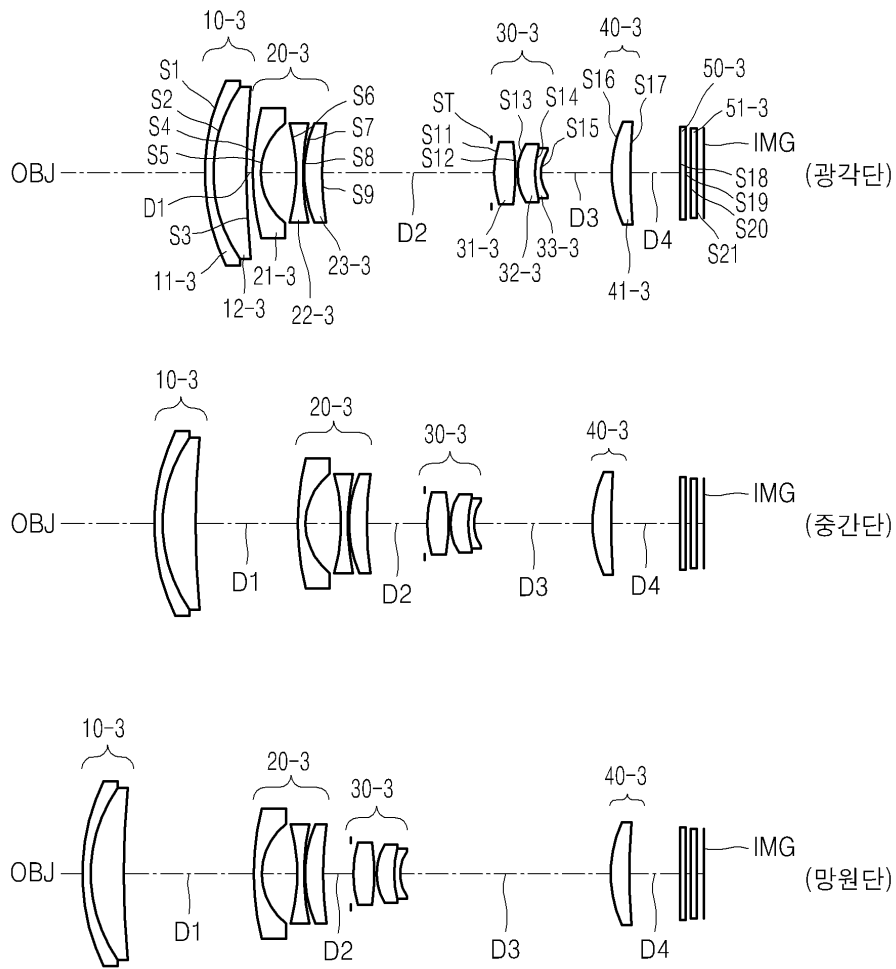
도면5



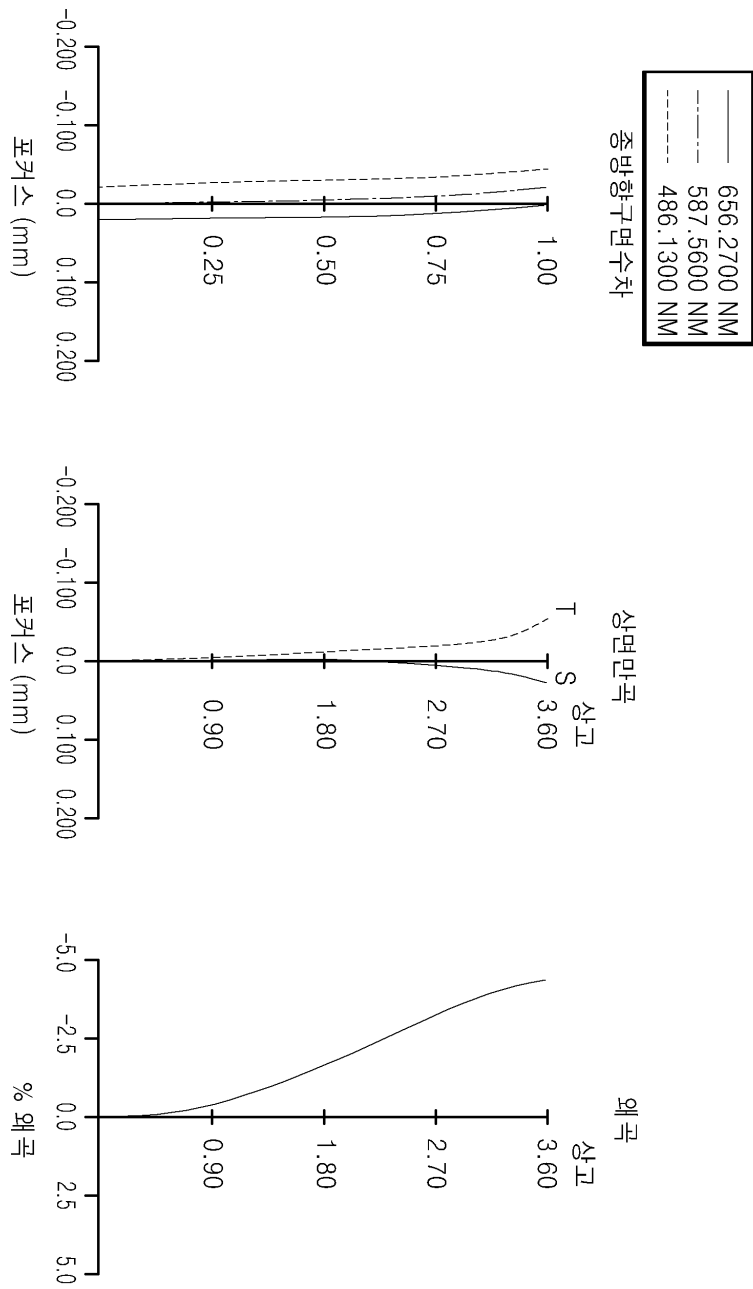
도면6



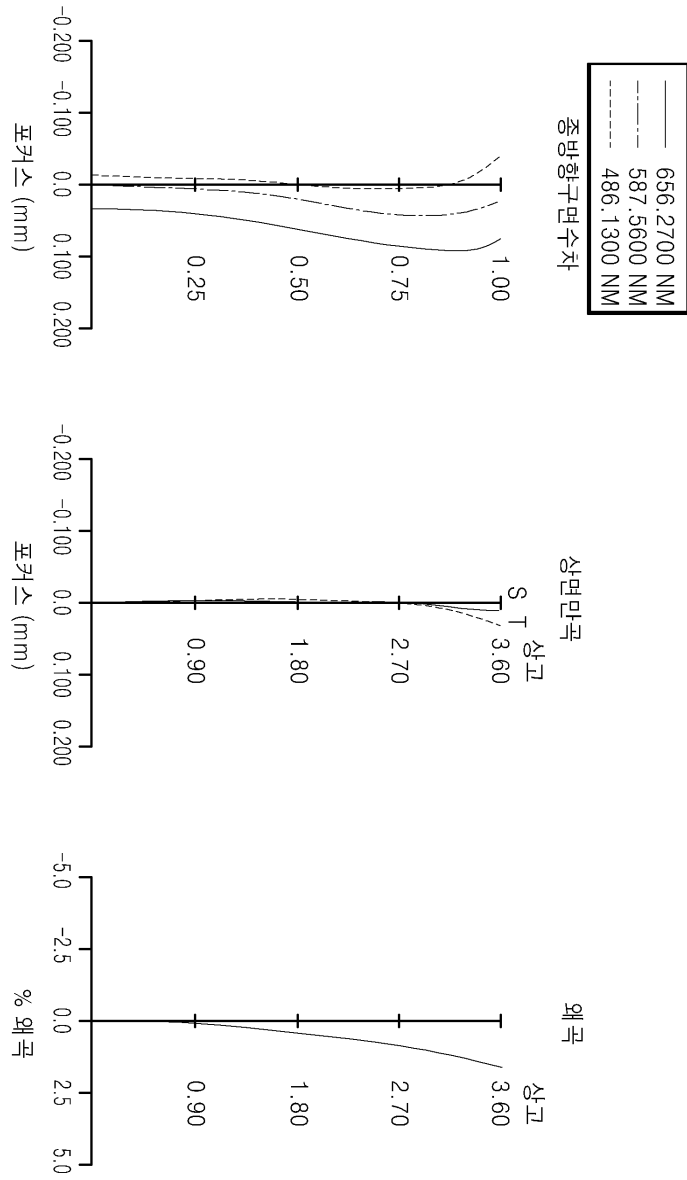
도면7



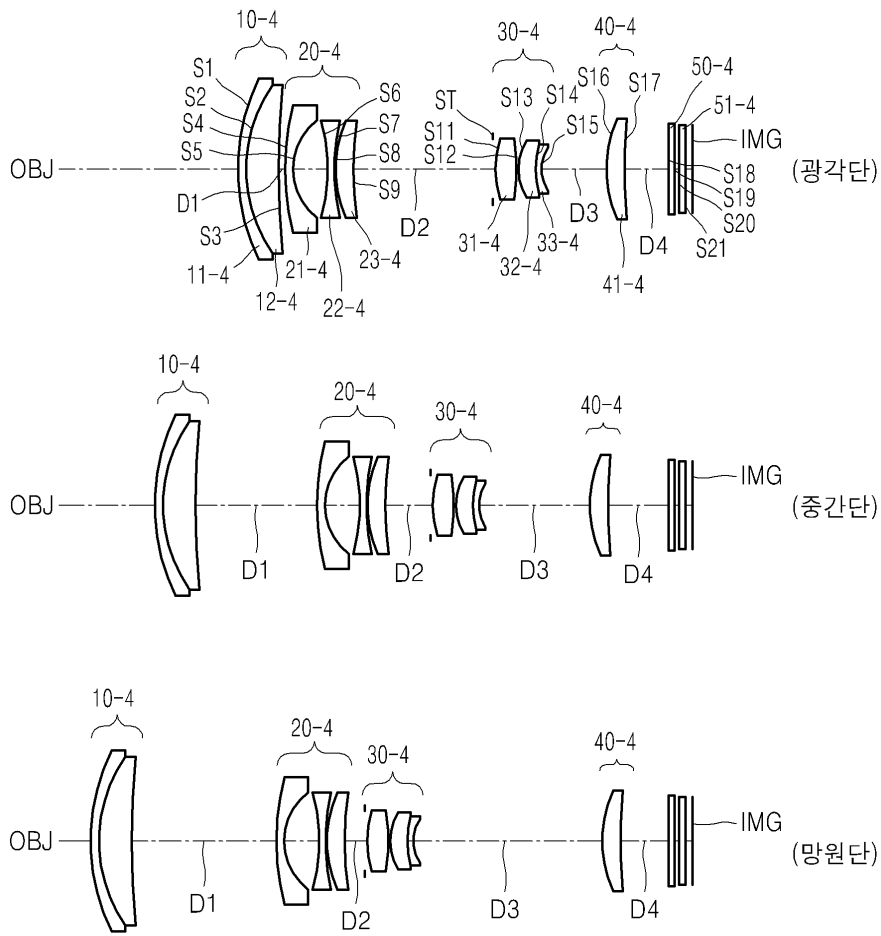
도면8



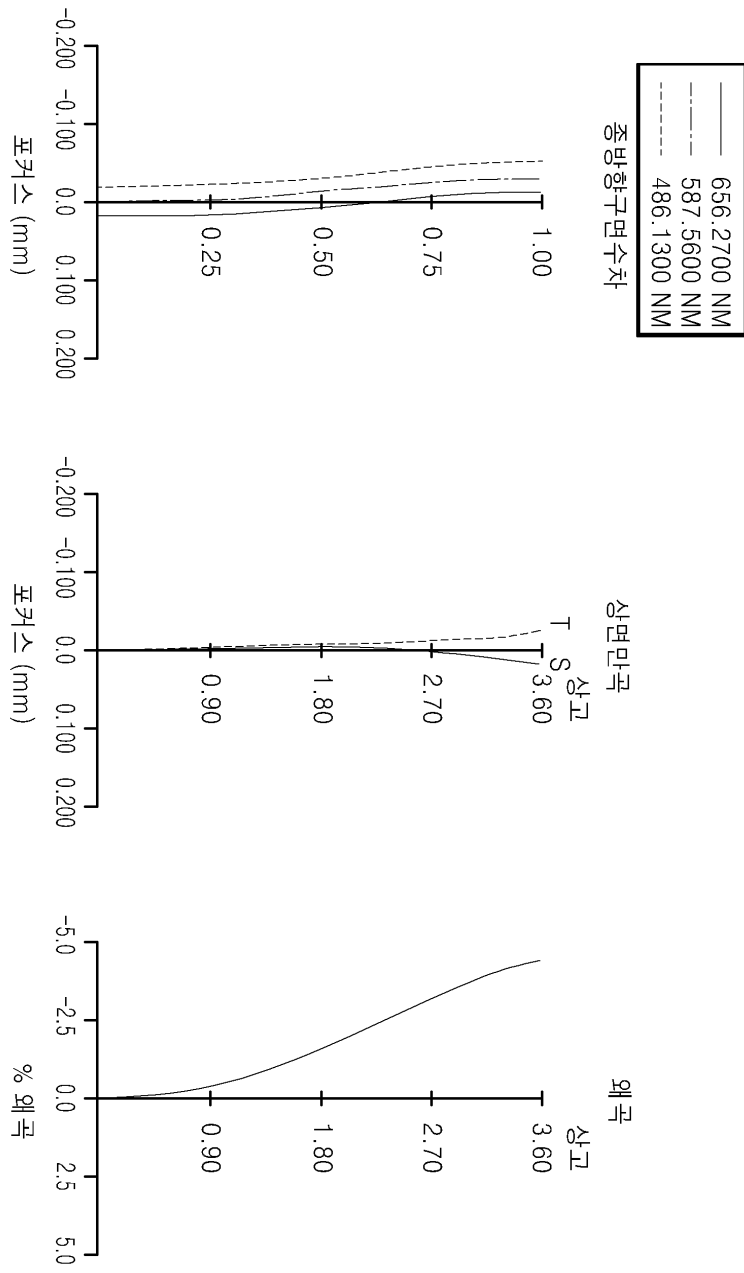
도면9



도면10



도면11



도면12

