



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년08월12일  
(11) 등록번호 10-0975300  
(24) 등록일자 2010년08월05일

(51) Int. Cl.

G02B 9/60 (2006.01) G02B 9/00 (2006.01)

G02B 7/04 (2006.01) G02B 1/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0028623

(22) 출원일자 2008년03월27일

심사청구일자 2008년03월27일

(65) 공개번호 10-2008-0088477

(43) 공개일자 2008년10월02일

(30) 우선권주장

JP-P-2007-00084086 2007년03월28일 일본(JP)

JP-P-2007-00174314 2007년07월02일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP18098686 A\*

JP2006209100 A

JP03097150 B2

JP08129202 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

후지논 가부시키키가이샤

일본국 사이타마켄 사이타마시 기타쿠 우에타케쵸 1쵸메 324반치

(72) 발명자

오리 테츠야

일본국 사이타마켄 사이타마시 기타쿠 우에타케쵸 1쵸메 324반치후지논 가부시키키가이샤 나이

(74) 대리인

하영욱

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 경천수

(54) 변배 광학계 및 촬상 장치

(57) 요약

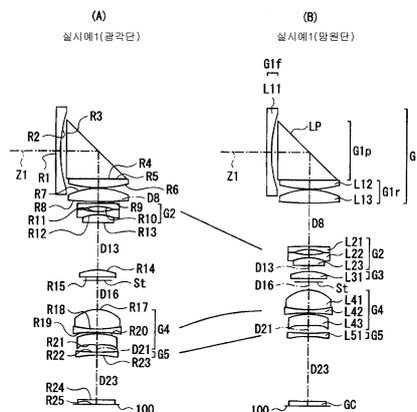
<과제> 양호한 광학 성능을 유지하면서 렌즈 전체 길이를 짧게 해 소형화를 달성할 수 있게 한다.

<해결수단> 물체측으로부터 차례대로 변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 1 렌즈군(G1)과, 변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 2 렌즈군(G2)과, 변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 3 렌즈군(G3)과, 변배시에 이동함과 아울러 초점 맞춤 기능을 갖는 양의 굴절력의 제 4 렌즈군(G4)과, 변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 5 렌즈군(G5)을 구비한다. 이하의 조건을 만족시킨다. fw는 광학단에서의 전체의 초점 거리, f1은 제 1 렌즈군(G1)의 초점 거리, f2는 제 2 렌즈군(G2)의 초점 거리를 나타낸다.

$$0.4 < f_w / f_1 < 0.8 \dots\dots (1)$$

$$0.5 < | f_2 / f_w | < 0.8 \dots\dots (2)$$

대표도 - 도1



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

물체측으로부터 차례대로,

변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 1 렌즈군;

변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 2 렌즈군;

변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 3 렌즈군;

변배시에 이동함과 아울러 초점 맞춤 기능을 갖는 양의 굴절력의 제 4 렌즈군; 및

변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 5 렌즈군을 구비하고:

이하의 조건식을 만족시키도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 변배 광학계.

$$0.4 < f_w / f_1 < 0.8 \dots\dots (1)$$

$$0.5 < | f_2 / f_w | < 0.8 \dots\dots (2)$$

단,

$f_w$  : 광각단에서의 전계의 초점 거리

$f_1$  : 제 1 렌즈군의 초점 거리

$f_2$  : 제 2 렌즈군의 초점 거리

로 한다.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 렌즈군은 물체측으로부터 차례대로, 음의 굴절력을 갖는 전군과, 광로를 구부리는 반사부재와, 양의 굴절력을 갖는 후군으로 구성되고; 또한 이하의 조건식을 만족시키도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 변배 광학계.

$$-3.5 < f_{1f} / f_{1r} < -1.8 \dots\dots (3)$$

단,

$f_{1f}$  : 제 1 렌즈군에 있어서의 전군의 초점 거리

$f_{1r}$  : 제 1 렌즈군에 있어서의 후군의 초점 거리

로 한다.

**청구항 3**

물체측으로부터 차례대로, 변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 1 렌즈군과, 변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 2 렌즈군과, 변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 3 렌즈군과, 변배시에 이동함과 아울러 초점 맞춤 기능을 갖는 양의 굴절력의 제 4 렌즈군과, 변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 5 렌즈군을 구비하고:

상기 제 1 렌즈군이 물체측으로부터 차례대로, 음의 굴절력을 갖는 전군과, 광로를 구부리는 반사부재와, 양의 굴절력을 갖는 후군으로 구성되고, 또한 이하의 조건식을 만족시키도록 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 변배 광학계.

$$-3.5 < f_{1f} / f_{1r} < -1.8 \dots\dots (3)$$

단,

$f_{1f}$  : 제 1 렌즈군에 있어서의 전군의 초점 거리

$f_{1r}$  : 제 1 렌즈군에 있어서의 후군의 초점 거리

로 한다.

**청구항 4**

제 3 항에 있어서, 이하의 조건식을 더 만족시키고 있는 것을 특징으로 하는 변배 광학계.

$$0.5 < |f2 / fw| < 0.8 \dots\dots (2)$$

단,

fw : 광각단에서의 전계의 초점 거리

f2 : 제 2 렌즈군의 초점 거리

로 한다.

**청구항 5**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 변배시에 상기 제 2 렌즈군 및 제 5 렌즈군은 광축 상에서 서로 다른 이동 방향으로, 또한 함께 선형 직선 운동을 하도록 이동함과 아울러, 상기 제 4 렌즈군은 비선형 운동을 하도록 이동하는 것을 특징으로 하는 변배 광학계.

**청구항 6**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 내지 제 5 렌즈군의 각각의 렌즈군 중에 1장 이상의 플라스틱 렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 변배 광학계.

**청구항 7**

제 2 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 렌즈군은 상기 후군 중에 1장 이상의 포지티브 렌즈를 갖고,

상기 제 2 렌즈군은 1장 이상의 네가티브 렌즈를 가지며,

상기 제 1 렌즈군에 있어서의 후군 중 1장 이상의 상기 포지티브 렌즈에 플라스틱 렌즈가 사용됨과 아울러, 상기 제 2 렌즈군 중 1장 이상의 상기 네가티브 렌즈에 플라스틱 렌즈가 사용되고 있는 것을 특징으로 하는 변배 광학계.

**청구항 8**

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 기재된 변배 광학계; 및

상기 변배 광학계에 의해 형성된 광학상에 따른 촬상 신호를 출력하는 촬상 소자를 구비한 것을 특징으로 하는 촬상 장치.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 촬상 기능을 갖는 소형의 기기, 특히 디지털 스틸 카메라, 카메라가 부착된 휴대 전화기 및 정보 휴대 단말(PDA:Personal Digital Assistance) 등에 바람직하게 이용되는 변배 광학계 및 촬상 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 최근 디지털 스틸 카메라 등의 촬상 장치에 있어서는 CCD(Charge Coupled Device)나 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 등의 촬상 소자의 소형화가 진행됨에 따라, 장치 전체로서도 한층 더 소형화가 요구되고 있다. 이에 수반하여 촬영용 렌즈, 특히 변배 광학계(줌 렌즈)는 전체 길이의 단축 등에 의한 박형화가 요구되

고 있다. 종래, 디지털 스틸 카메라 등에 이용되는 변배 광학계로서는, 예를 들면 특허문헌 1에 개시되어 있는 바와 같이 전체 5군 구성의 것이 알려져 있다. 특허문헌 1에 기재된 변배 광학계는 렌즈계를 구성하는 각 광학 부재를 광축의 방향을 변경하지 않고 한 방향에 직선적으로 배열한 소위 스트레이트 타입의 광학계로 되어 있다. 여기서, 촬상 장치의 두께 방향의 크기는 가장 물체측인 광학부재로부터 촬상 소자까지의 길이로 사실상 결정된다. 한편, 최근의 촬상 소자의 고화소화 및 고성능화의 요구를 만족시키기 위해 렌즈의 매수가 늘어나 렌즈계의 전체 길이를 단축하는 것이 어려워지고 있다. 그 때문에 촬상 장치 전체의 박형화를 달성하는 것이 어려워지고 있다. 그래서, 촬상 장치를 박형화하기 위해 렌즈계의 광로를 도중에서 구부린, 소위 굴곡 광학계가 개발되어 있다.

[0003] 굴곡 광학계에서는 제 1 렌즈군 내에 직각 프리즘 등의 반사부재를 배치하고 광로를 도중에서 약 90° 구부림으로써 광학계 두께 방향의 길이를 단축하고 있다. 그러한 굴곡 타입에 의한 변배 광학계로서는 종래, 전체 4군 구성이고 변배시에 제 2 렌즈군과 제 4 렌즈군을 이동시키는 것이 알려져 있다. 또한 최근에는 보다 고변배비의 것에 대한 요구가 있기 때문에, 굴곡 타입에 의한 변배 광학계이고 전체 5군 구성으로 해서 4군 구성의 것에 비해 고변배비화를 꾀한 것이 개발되어 있다 (특허문헌 2 내지 4 참조). 특허문헌 3에 기재된 변배 광학계는 변배시에 제 2 렌즈군과 제 4 렌즈군만을 이동시키는 것이지만, 특허문헌 2 및 4에 기재된 변배 광학계에서는 제 2 렌즈군과 제 4 렌즈군에 더해 제 5 렌즈군도 변배시에 이동시키는 방식으로 되어 있다. 특허문헌 2에 기재된 변배 광학계에서는 제 5 렌즈군이 초점 맞춤 기능을 갖고, 제 5 렌즈군을 상면(像面)측으로 이동시킴으로써 무한 원으로부터 근거리까지의 포커싱(focusing)을 행하고 있다. 또한 변배시에는 제 2 렌즈군 및 제 4 렌즈군의 선형 동작에 의해 초점 거리의 변경을 행하고, 제 5 렌즈군의 비선형 동작에 의해 상면 변동의 보정을 행하고 있다.

[0004] 특허문헌 1 : 일본 특허 제 3196283호 공보

[0005] 특허문헌 2 : 일본 특허 공개 2006-301543호 공보

[0006] 특허문헌 3 : 일본 특허 공개 2006-323051호 공보

[0007] 특허문헌 4 : 일본 특허 공개 2006-98686호 공보

**발명의 내용**

[0008] 그러나, 특허문헌 1에 기재된 광학계는 제 1 렌즈군의 초점 거리(f1)가 길어 렌즈 전체 길이가 길어지기 때문에 소형화에 불리하다. 또한 특허문헌 2에 기재된 광학계는 제 5 렌즈군을 상면측으로 이동시켜 초점 맞춤을 행하는 방식이기 때문에, 제 5 렌즈군을 초점을 맞출 때에 이동시킬 때에 사출동 거리의 변동이 커지고 웨이딩의 변화가 생기기 쉽다. 또한 제 5 렌즈군이 초점을 맞출 때에 상면에 근접하기 때문에 제 5 렌즈군의 렌즈 표면에 부착되는 먼지나 상처가 화질에 영향을 주기 쉽다는 문제가 있다. 또한 특허문헌 3에 기재된 광학계는 제 1 렌즈군을 반사면으로부터 전군과 후군으로 나눈 경우에 있어서, 제 1 렌즈군 중 후군의 초점 거리 (f1r)가 길게 설정되어 있기 때문에 렌즈 전체 길이가 길어져 소형화에 불리하다. 또한, 특허문헌 4에 기재된 광학계는 제 2 렌즈군의 초점 거리(f2)가 길게 설정되어 있기 때문에 렌즈 전체 길이가 길어져 소형화에 불리하다.

[0009] 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 양호한 광학 성능을 유지하면서 렌즈 전체 길이를 짧게 해 소형화를 달성할 수 있도록 한 변배 광학계 및 촬상 장치를 제공하는 것에 있다.

[0010] 본 발명의 제 1 관점에 따른 변배 광학계는 물체측으로부터 차례대로 변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 1 렌즈군(G1)과, 변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 2 렌즈군(G2)과, 변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 3 렌즈군(G3)과, 변배시에 이동함과 아울러 초점 맞춤 기능을 갖는 양의 굴절력의 제 4 렌즈군(G4)과, 변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 5 렌즈군(G5)을 구비하고, 이하의 조건을 만족시키도록 구성되어 있는 것이다. 식 중 fw는 광각단에서의 전체의 초점 거리, f1은 제 1 렌즈군의 초점 거리, f2는 제 2 렌즈군의 초점 거리를 나타낸다.

[0011]  $0.4 < f_w / f_1 < 0.8 \dots\dots (1)$

[0012]  $0.5 < | f_2 / f_w | < 0.8 \dots\dots (2)$

[0013] 본 발명의 제 1 관점에 따른 변배 광학계에서는 전체 5군 구성이고 변배시에 제 2 렌즈군, 제 4 렌즈군 및 제 5 렌즈군을 이동시키는 방식으로 함으로써 고변배비화에 유리한 구성으로 하고, 제 1 렌즈군 및 제 2 렌즈군의 초점 거리에 관해서 적절한 조건을 충족시킴으로써 양호한 광학 성능을 유지하면서 렌즈 전체 길이를 짧게 해 소

형화가 용이해진다. 또한 제 4 렌즈군에 초점 맞춤 기능을 갖게 함으로써 제 5 렌즈군에 초점 맞춤 기능을 갖게 했을 경우에 비해 초점을 맞출 때에도 사출동 거리의 변동이 적고 셰이딩의 변화가 적어진다. 또한, 초점을 맞출 때에 있어서 가장 상면에 가까운 제 5 렌즈군의 렌즈 표면에 부착되는 먼지나 상처가 화질에 영향을 주는 일도 적어진다.

[0014] 본 발명의 제 1 관점에 따른 변배 광학계에 있어서, 제 1 렌즈군이 물체측으로부터 차례대로 음의 굴절력을 갖는 전군과, 광로를 구부리는 반사부재와, 양의 굴절력을 갖는 후군으로 구성되어 있어도 좋다. 이 경우 이하의 조건식을 만족시키는 것이 바람직하다. 식 중,  $f1f$ 는 제 1 렌즈군에 있어서의 전군의 초점 거리,  $f1r$ 은 제 1 렌즈군에 있어서의 후군의 초점 거리를 나타낸다.

[0015]  $-3.5 < f1f / f1r < -1.8 \dots\dots (3)$

[0016] 이 구성에서는, 제 1 렌즈군 내에 배치된 반사부재에 의해 광로가 구부러지는 굴곡 광학계의 구성으로 되어 있음으로써, 양호한 광학 성능을 유지하면서 광학계 두께 방향의 길이가 억제되어 촬상 장치에 설치하였을 때의 박형화가 용이해진다. 굴곡 광학계는 촬상 장치에 설치하였을 경우, 그 두께는 렌즈의 전체 길이보다 광로를 구부리는 부분인 제 1 렌즈군의 크기에 크게 의존한다. 조건식 (3)을 만족시킴으로써 전체 길이의 단축화와 함께 반사부재를 포함한 제 1 렌즈군의 소형화가 용이해진다.

[0017] 본 발명의 제 2 관점에 따른 변배 광학계는 물체측으로부터 차례대로 변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 1 렌즈군과, 변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 2 렌즈군과, 변배 및 초점을 맞출 때에 고정된 양의 굴절력의 제 3 렌즈군과, 변배시에 이동함과 아울러 초점 맞춤 기능을 갖는 양의 굴절력의 제 4 렌즈군과, 변배시에 이동하는 음의 굴절력의 제 5 렌즈군을 구비하고, 제 1 렌즈군이 물체측으로부터 차례대로 음의 굴절력을 갖는 전군과, 광로를 구부리는 반사부재와, 양의 굴절력을 갖는 후군으로 구성되고, 또한 이하의 조건식을 만족시키도록 구성되어 있는 것이다. 식 중  $f1f$ 는 제 1 렌즈군에 있어서의 전군의 초점 거리,  $f1r$ 은 제 1 렌즈군에 있어서의 후군의 초점 거리를 나타낸다.

[0018]  $-3.5 < f1f / f1r < -1.8 \dots\dots (3)$

[0019] 또, 이하의 조건식을 만족시키도록 구성되어 있는 것이 바람직하다. 식 중  $f_w$ 는 광각단에서의 전계의 초점 거리,  $f_2$ 는 제 2 렌즈군의 초점 거리를 나타낸다.

[0020]  $0.5 < |f_2 / f_w| < 0.8 \dots\dots (2)$

[0021] 본 발명의 제 2 관점에 따른 변배 광학계는 전체 5군 구성이고 변배시에 제 2 렌즈군, 제 4 렌즈군 및 제 5 렌즈군을 이동시키는 방식으로 함으로써 고변배비화에 유리해진다. 또한, 제 1 렌즈군 내에 배치된 반사부재에 의해 광로가 구부러지는 굴곡 광학계의 구성으로 되어 있음으로써, 양호한 광학 성능을 유지하면서 광학계의 두께 방향의 길이가 억제되어 촬상 장치에 설치하였을 때의 박형화가 용이해진다. 굴곡 광학계에서는 촬상 장치에 설치하였을 경우, 그 두께는 렌즈의 전체 길이보다 광로를 구부리는 부분인 제 1 렌즈군의 크기에 크게 의존한다. 조건식 (3)을 만족시킴으로써 전체 길이의 단축화와 함께 반사부재를 포함한 제 1 렌즈군의 소형화가 용이해진다. 또한 제 4 렌즈군에 초점 맞춤 기능을 갖게 함으로써, 제 5 렌즈군에 초점 맞춤 기능을 갖게 했을 경우에 비해 초점을 맞출 때에도 사출동 거리의 변동이 적어지고 셰이딩의 변화가 적어진다. 또한, 초점을 맞출 때에 있어서 가장 상면에 가까운 제 5 렌즈군(G5)의 렌즈 표면에 부착되는 먼지나 상처가 화질에 영향을 주는 일도 적어진다.

[0022] 본 발명의 제 1 또는 제 2 관점에 따른 변배 광학계에 있어서, 변배시에 제 2 렌즈군 및 제 5 렌즈군이 광축 상에서 서로 다른 이동 방향이며 또한 함께 선형 직선 운동을 하도록 이동함과 아울러, 제 4 렌즈군이 비선형 운동을 하도록 이동하는 것이어도 좋다.

[0023] 이것에 의해, 제 2 렌즈군 및 제 5 렌즈군을 이동시킬 때에 단일 모터로 이동시킬 수 있어, 본래 이동 렌즈군마다 필요한 모터의 개수 삭감화와 이동 제어의 간략화가 달성 가능해지고 기구를 포함한 촬영 장치의 소형화와 저렴화가 달성된다.

[0024] 또한, 본 발명의 제 1 또는 제 2의 관점에 따른 변배 광학계에 있어서, 제 1 내지 제 5 렌즈군의 각각의 렌즈군 중에 적어도 1장의 플라스틱 렌즈를 포함하고 있어도 좋다. 이것에 의해 광학계의 경량화와 저렴화가 유리해진다.

[0025] 또, 본 발명의 제 1 또는 제 2의 관점에 따른 변배 광학계에 있어서, 제 1 렌즈군이 후군 중에 적어도 1장의 포지티브 렌즈를 갖고 제 2 렌즈군이 적어도 1장의 네가티브 렌즈를 갖고 있을 경우에, 제 1 렌즈군에 있어서의

후군 중 적어도 1장의 포지티브 렌즈에 플라스틱 렌즈를 사용하고, 제 2 렌즈군 중 적어도 1장의 네가티브 렌즈에 플라스틱 렌즈를 사용하는 것이 바람직하다. 이것에 의해 플라스틱 렌즈를 사용함에 따른 온도 변화시의 초점 이동이 저감된다.

- [0026] 본 발명에 의한 촬상 장치는 본 발명의 제 1 또는 제 2 관점에 따른 변배 광학계와, 이 변배 광학계에 의해 형성된 광학상에 따른 촬상 신호를 출력하는 촬상 소자를 구비한 것이다.
- [0027] 본 발명에 의한 촬상 장치에서는 본 발명의 변배 광학계에 의해 얻어진 고해상 광학상에 기초하여 고해상의 촬상 신호가 얻어진다.
- [0028] (발명의 효과)
- [0029] 본 발명의 제 1의 관점에 따른 변배 광학계에 따르면, 전체 5군 구성이고 변배시에 제 2 렌즈군, 제 4 렌즈군 및 제 5 렌즈군을 이동시키는 방식으로 하고, 또한 제 1 렌즈군 및 제 2 렌즈군의 초점 거리에 관해 적절한 조건을 만족시키도록 했으므로, 양호한 광학 성능을 유지하면서 렌즈 전체 길이를 짧게 해 소형화를 달성할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 제 2의 관점에 따른 변배 광학계에 따르면, 전체 5군 구성이고 변배시에 제 2 렌즈군, 제 4 렌즈군 및 제 5 렌즈군을 이동시키는 방식으로 하고, 또한 제 1 렌즈군 내에 배치된 반사부재에 의해 광로가 구부러지는 굴곡 광학계의 구성으로 하여 제 1 렌즈군 내의 전군 및 후군의 초점 거리에 관해 적절한 조건을 만족시키도록 했으므로, 양호한 광학 성능을 유지하면서 렌즈 전체 길이를 짧게 해 소형화를 달성할 수 있다.
- [0031] 또한 본 발명의 촬상 장치에 따르면, 상기 본 발명의 고성능 변배 광학계에 의해 형성된 광학상에 따른 촬상 신호를 출력하도록 했기 때문에 고해상의 촬상 신호를 얻을 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0032] 이하 본 발명의 실시 형태에 대해 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0033] 도 1 (A), (B)는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계의 제 1의 구성예를 나타내고 있다. 이 구성예는 후술의 제 1의 수치 실시예(도 9 (A), 도 9 (B) 및 도 10)의 렌즈 구성에 대응하고 있다. 또한 도 1 (A)는 광학단(최단 초점 거리 상태)에서의 광학계 배치, 도 1 (B)는 망원단(최장 초점 거리 상태)에서의 광학계 배치에 대응하고 있다. 마찬가지로 후술의 제 2 내지 제 7의 수치 실시예의 렌즈 구성에 대응하는 제 2 내지 제 7의 구성예의 단면 구성을, 도 2 (A), (B)~도 7 (A), (B)로 나타낸다. 도 1 (A), (B)~도 7 (A), (B)에 있어서 부호 Ri는 가장 물체측인 구성 요소의 면을 1번째로 하여 상측(결상측)을 향함에 따라 순차 증가하도록 해 부호를 붙인 i번째의 면의 곡률반경을 나타낸다. 부호 Di는 i번째의 면과 i+1번째의 면의 광축(Z1) 상의 면 간격을 나타낸다. 또한 부호 Di에 대해서는 변배에 따라 변화하는 부분의 면 간격 D8, D13, D16, D21, D23만 부호를 붙인다. 또한, 각 구성예 모두 기본적인 구성은 같으므로 이하에서는 도 1 (A), (B)에 나타낸 제 1의 구성예를 기본으로 하여 설명한다.
- [0034] 이 변배 광학계는 촬상 기능을 갖는 소형의 기기, 예를 들면 디지털 스틸 카메라, 카메라가 부착된 휴대 전화기 및 PDA 등에 탑재되어 사용되는 것이다. 이 변배 광학계는 광축(Z1)을 따라 물체측으로부터 차례대로 양의 굴절력을 갖는 제 1 렌즈군(G1)과, 음의 굴절력을 갖는 제 2 렌즈군(G2)과, 양의 굴절력을 갖는 제 3 렌즈군(G3)과, 광량을 조절하는 개구 조리개(St)와, 양의 굴절력을 갖는 제 4 렌즈군(G4)과, 음의 굴절력을 갖는 제 5 렌즈군(G5)을 구비하고 있다.
- [0035] 이 변배 광학계의 결상면에는 CCD 등의 촬상 소자(100)가 배치된다. 적어도 이 변배 광학계와 촬상 소자(100)로 본 발명의 촬상 장치가 구성되어 있다. 제 5 렌즈군(G5)과 촬상 소자(100) 사이에는 렌즈를 장착하는 카메라측의 구성에 따라 여러 가지 광학부재(GC)가 배치되어 있어도 좋다. 예를 들면 촬상면 보호용 커버 유리나 적외선 컷 필터 등의 평판상 광학부재가 배치되어 있어도 좋다.
- [0036] 이 변배 광학계는 제 1 렌즈군(G1) 및 제 3 렌즈군(G3)이 변배 및 초점을 맞출 때에 상시 고정이며, 변배시에 제 2 렌즈군(G2), 제 4 렌즈군(G4) 및 제 5 렌즈군(G5)이 광축(Z1) 상에서 이동하게 되어 있다. 또한 제 4 렌즈군(G4)은 초점 맞춤 기능을 가지고 있고, 변배시 외에 초점을 맞출 때에도 제 4 렌즈군(G4)이 광축(Z1) 상에서 이동하게 되어 있다. 이 변배 광학계는 광학단에서 망원단으로 변배시킴에 따라 각 이동군은 도 1 (A)의 상태에서부터 도 1 (B)의 상태로, 도면에 실선으로 나타낸 궤적을 그리도록 이동한다. 이 경우에 있어서, 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)은 광축(Z1) 상에서 서로 다른 이동 방향이며 또한 함께 선형 직선 운동을 하도록 이동

한다. 제 4 렌즈군(G4)은 비선형 운동을 하도록 이동한다. 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)이 주로 변배 작용을 담당하고, 제 4 렌즈군(G4)은 변배에 따르는 상면 변동의 보정 작용을 담당하고 있다.

[0037] 제 1 렌즈군(G1)은 물체측으로부터 차례대로 음의 굴절력을 갖는 전군(G1f)과, 광로를 구부리는 반사부재(G1p)와, 양의 굴절력을 갖는 후군(G1r)으로 구성되어 있다. 전군(G1f)은 예를 들면 1장의 네가티브 렌즈(L11)로 이루어진다. 후군(G1r)은 예를 들면 2개의 포지티브 렌즈(L12, L13)로 이루어진다. 반사부재(G1p)는 예를 들면 광로를 약 90° 구부리는 내부 반사면을 갖는 직각 프리즘(LP)으로 구성되어 있다.

[0038] 제 2 렌즈군(G2)은 예를 들면 물체측으로부터 차례대로 1장의 네가티브 렌즈(L21)와, 네가티브 렌즈(L22) 및 포지티브 렌즈(L23)로 이루어지는 접합 렌즈로 구성되어 있다. 제 3 렌즈군(G3)은 예를 들면 1장의 포지티브 렌즈(L31)로 구성되어 있다. 제 4 렌즈군(G4)은 예를 들면 물체측으로부터 차례대로 2개의 렌즈(L41, L42)로 이루어지는 접합 렌즈와 물체측에 볼록면을 향한 포지티브 렌즈(L43)로 구성되어 있다. 제 5 렌즈군(G5)은 예를 들면 1장의 네가티브 렌즈(L51)로 구성되어 있다.

[0039] 이 변배 광학계는 이하의 조건식 (1), (2)를 만족시키고 있다. 식 중  $f_w$ 는 광각단에서의 전계의 초점 거리,  $f_1$ 은 제 1 렌즈군(G1)의 초점 거리,  $f_2$ 는 제 2 렌즈군(G2)의 초점 거리를 나타낸다.

[0040]  $0.4 < f_w / f_1 < 0.8 \dots\dots (1)$

[0041]  $0.5 < |f_2 / f_w| < 0.8 \dots\dots (2)$

[0042] 이 변배 광학계는 이하의 조건식 (3)을 만족시키는 것이 바람직하다. 식 중  $f_{1f}$ 는 제 1 렌즈군(G1)에 있어서의 전군(G1f)의 초점 거리,  $f_{1r}$ 은 제 1 렌즈군(G1)에 있어서의 후군(G1r)의 초점 거리를 나타낸다.

[0043]  $-3.5 < f_{1f} / f_{1r} < -1.8 \dots\dots (3)$

[0044] 도 8은 이 변배 광학계에 있어서의 렌즈 이동 기구의 구성예를 나타내고 있다. 또한, 도 8은 이 변배 광학계를 정면측(빛의 입사측)에서 본 구성을 나타내고 있다. 이 렌즈 이동 기구는 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)을 이동시키는 선형 이동 기구와 제 4 렌즈군(G4)을 비선형 이동시키는 비선형 이동 기구를 구비하고 있다.

[0045] 비선형 이동 기구는 단일의 모터(M2)와, 모터(M2)에 접속된 샤프트(20)와, 샤프트(20)에 나사결합된 전달 블록(21)을 갖고 있다. 샤프트(20)에는 수나사가 형성되어 있고, 모터(M2)의 회전에 따라 샤프트(20)가 자전하면 샤프트(20)에 나사결합된 전달 블록(21)이 직선 이동하게 되어 있다. 도면에 나타내지 않은 렌즈 구동 제어부는 이 모터(M2)의 회전량 등을 제어함으로써 제 4 렌즈군(G4)을 비선형 이동시키고 있다.

[0046] 선형 이동 기구는 단일의 모터(M1)와, 이것에 접속된 샤프트(10)와, 샤프트(10)에 나사결합된 2개의 전달 블록(11, 12)을 갖고 있다. 모터(M1)는 도면에 나타내지 않은 렌즈 구동 제어부로부터의 지시에 따라 구동하고, 그 회전력을 샤프트(10)에 공급한다. 샤프트(10)는 직각 프리즘(LP)에 의한 반사 후의 광축과 평행하게 배치되어 있고, 제 2 렌즈군(G2)의 이동 범위에 상당하는 부분에 제 1 수나사(10A)가, 제 5 렌즈군(G5)의 이동 범위에 상당하는 부분에 제 2 수나사(10B)가 형성되어 있다.

[0047] 제 1 수나사(10A)와 제 2 수나사(10B)는 그 나사 방향이 반대 방향으로 되어 있다. 즉 제 1 수나사(10A)가 오른 나사이면, 제 2 수나사(10B)는 왼나사가 된다. 또한, 제 1 수나사(10A)와 제 2 수나사(10B)는 그 리드량도 다르다. 따라서, 샤프트(10)를 1회전 시켰을 때의 제 1 수나사(10A)의 진행량과 제 2 수나사(10B)의 진행량이 다르다. 이 제 1 수나사(10A)에는 제 1 전달 블록(11)이, 제 2 수나사(10B)에는 제 2 전달 블록(12)이 각각 나사결합되어 있다. 그리고 제 1 전달 블록(11)은 제 2 렌즈군(G2)에, 제 2 전달 블록(12)은 제 5 렌즈군(G5)에 각각 물리적으로 접속되어 있다. 그 결과, 모터(M1)의 구동에 의해 샤프트(10)가 자전하면, 제 1 전달 블록(11) 및 제 2 전달 블록(12)이 각각 직선 구동한다. 이때 제 1 수나사(10A) 및 제 2 수나사(10B)는 그 나사 방향이 반대이기 때문에, 이들에 나사결합되어 있는 제 1 전달 블록(11) 및 제 2 전달 블록(12)은 서로 반대 방향으로 이동한다. 그리고 이 제 1 전달 블록(11) 및 제 2 전달 블록(12)에 물리적으로 접속되어 있는 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)도 서로 반대 방향으로 이동한다. 또한 제 1 수나사(10A) 및 제 2 수나사(10B)는 리드량도 서로 다르기 때문에, 제 1 전달 블록(11) 및 제 2 전달 블록(12)의 이동량도 서로 다르고, 결과적으로 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)의 이동량도 달라진다. 그 결과, 단일 모터(M1)를 구동하는 것만으로 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)을 원하는 방향으로, 원하는 이동량으로 선형 직선 운동시킬 수 있다.

[0048] 이 렌즈 이동 기구에서는 변배시에 있어서의 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)의 초점 거리 변경 동작과 제 4 렌즈군(G4)의 상면 위치 보정 동작을 분리하고 있다. 이것에 의해, 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)의 이동 기구를 간략화할 수 있고, 그 결과 비용 삭감이나 공간 절약화를 꾀할 수 있다. 또한, 도 8의 선형 이동 기

구는 일레이며, 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)을 선형 이동시킬 수 있는 것이라면 다른 형태라도 좋다. 예를 들면, 상술의 예에서는 샤프트(10)와 전달 블록(11, 12)을 갖는 전달 기구를 사용하고 있지만, 단일 모터(M1)로부터의 구동력을 이동 방향 및 이동량이 다른 직선 운동으로 해서 2개의 렌즈군(G2, G5)에 동시에 전달할 수 있는 구성이면 다른 전달 기구를 사용해도 좋다. 예를 들면, 피치가 서로 다르고, 함께 모터의 회전축에 접속된 2종류의 피니언과, 그 2종류의 피니언에 맞물리는 2종류의 랙을 갖는 전달 기구 등이어도 좋다.

[0049] 다음으로, 이상과 같이 구성된 변배 광학계의 작용 및 효과를 설명한다.

[0050] 이 변배 광학계에서는 전체 5군 구성이고 변배시에 제 2 렌즈군(G2), 제 4 렌즈군(G4) 및 제 5 렌즈군(G5)을 이동시키는 방식으로 함으로써 고변배비화에 유리한 구성으로 하고, 제 1 렌즈군(G1) 및 제 2 렌즈군(G2)의 초점 거리에 관해서 적절한 조건식 (1), (2)를 충족시키고 있음으로써 양호한 광학 성능을 유지하면서 렌즈 전체 길이를 짧게 해 소형화가 용이해진다.

[0051] 조건식 (1)은 제 1 렌즈군(G1)의 초점 거리( $f_1$ )에 관한 식이며, 이 식을 만족시키면 광학계를 소형화할 수 있고 변배 전역에서의 수차를 양호하게 보정할 수 있다. 조건식 (1)의 하한을 밀돌면 제 1 렌즈군(G1)의 굴절력이 작아지기 때문에 렌즈 전체 길이가 길어지고, 또 반사부재(G1p)를 포함한 제 1 렌즈군(G1)의 외경도 확대되기 때문에 광학계의 소형화를 달성할 수 없다. 상한을 상회하면 제 1 렌즈군(G1)의 굴절력이 강해지기 때문에 광학계의 소형화에는 유리하지만, 제 1 렌즈군(G1)에서 발생하는 수차가 증대되기 때문에 변배 전역에서 양호하게 수차를 보정하는 것이 어려워진다.

[0052] 조건식 (2)는 제 2 렌즈군(G2)의 초점 거리( $f_2$ )에 관한 식이며, 이 식을 만족시키면 광학계를 소형화할 수 있고 변배 전역에서의 수차를 양호하게 보정할 수 있다. 조건식 (2)의 하한을 밀돌면 제 2 렌즈군(G2)의 굴절력이 커져 소형화에는 유리하지만, 제 2 렌즈군(G2)에서 발생하는 수차가 증대하여 변배 전역에서의 수차를 양호하게 보정하는 것이 곤란하다. 상한을 상회하면 제 2 렌즈군(G2)의 굴절력이 작아져 제 2 렌즈군(G2)에서 발생하는 수차가 축소되지만, 렌즈의 전체 길이가 길어져 소형화를 달성할 수 없다.

[0053] 이 변배 광학계에서는 제 1 렌즈군(G1)에 입사된 물체광이 직각 프리즘(LP)의 내부 반사면에 의해 제 2 렌즈군(G2) 측으로 약 90° 구부러져, 제 1 렌즈군(G1)의 입사면에 대해 직교하도록 배치된 촬상 소자(100) 상에 결상된다. 이러한 굴곡 광학계의 구성으로 되어 있음으로써 양호한 광학 성능을 유지하면서 광학계의 두께 방향의 길이를 억제할 수 있으며, 촬상 장치에 설치하였을 때의 박형화를 달성하는 것이 가능해진다. 이러한 굴곡 광학계의 구성에 있어서, 제 1 렌즈군(G1)을 물체측으로부터 차례대로 음의 굴절력을 갖는 전군(G1f)과, 광로를 구부리는 반사부재(G1p)와, 양의 굴절력을 갖는 후군(G1r)으로 구성하고, 반사부재(G1p) 앞에 음의 굴절력을 갖는 전군(G1f)을 배치함으로써 반사부재(G1p)의 소형화를 달성하는 것이 가능하고 광학계의 박형화를 달성할 수 있다.

[0054] 조건식 (3)은 제 1 렌즈군(G1) 중의 음의 굴절력을 갖는 전군(G1f)과 양의 굴절력을 갖는 후군(G1r)의 초점 거리( $f_{1f}$ ,  $f_{1r}$ )에 관한 식이며, 이 식을 만족시킴으로써 반사부재(G1p)를 포함한 제 1 렌즈군(G1)의 외경의 소형화와 렌즈 전체 길이의 단축화를 달성할 수 있다. 조건식 (3)의 하한을 밀돌면 제 1 렌즈군(G1) 중 전군(G1f)의 굴절력이 작아지기 때문에 반사부재(G1p)를 통과하는 광속지름이 커져, 반사부재(G1p)를 포함한 제 1 렌즈군(G1)의 외경이 커져 버린다. 상한을 상회하면 제 1 렌즈군(G1) 중 후군(G1r)의 굴절력이 작아지기 때문에 렌즈 전체 길이가 길어져 버린다.

[0055] 또한, 이 변배 광학계에서는 변배시에 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)을 이동시킬 때에 다른 이동 방향으로 함께 선형 직선 운동을 함으로써, 제 2 렌즈군(G2) 및 제 5 렌즈군(G5)을 이동시킬 때에 도 8에 나타난 바와 같이 단일의 모터(M1)로 이동시킬 수 있다. 이것에 의해, 원래 이동 렌즈군마다 필요한 모터의 개수 삭감화와 이동 제어의 간략화를 달성함으로써 기구를 포함한 촬영 장치의 소형화와 저렴화를 달성할 수 있다. 또한 제 4 렌즈군(G4)을 초점을 맞출 때에 이동시킴으로써, 초점을 맞출 때에도 사출동 거리의 변동이 적고 웨이딩의 변화를 적게 할 수 있다. 또한, 초점을 맞출 때에 가장 상면에 가까운 제 5 렌즈군(G5)을 이동시키는 방식에 비해 제 5 렌즈군(G5)의 렌즈 표면에 부착되는 먼지나 상처가 화질에 영향을 주는 일도 적어진다.

[0056] 또, 이 변배 광학계에 있어서 제 1 내지 제 5 렌즈군(G1~G5) 각각의 렌즈군 중에 적어도 1장의 플라스틱 렌즈가 포함되어 있어도 좋다. 이것에 의해, 광학계의 경량화와 저렴화가 도모된다. 이 경우, 제 1 렌즈군(G1)에 있어서의 후군(G1r) 중의 적어도 1장의 포지티브 렌즈에 플라스틱 렌즈를 사용하고, 제 2 렌즈군(G2) 중의 적어도 1장의 네가티브 렌즈에 플라스틱 렌즈를 사용하는 것이 바람직하다. 플라스틱 렌즈는 온도 변화시의 굴절률 변화와 팽창률이 유리 렌즈보다 크고, 그 때문에 플라스틱 렌즈를 다용하면 온도 변화시의 초점 이동이 증대하지

만, 제 1 렌즈군(G1)에 있어서의 후군(G1r) 중의 적어도 1장의 포지티브 렌즈에 플라스틱 렌즈를 사용하고, 제 2 렌즈군(G2) 중의 적어도 1장의 네가티브 렌즈에 플라스틱 렌즈를 사용함으로써 온도 변화시 초점 이동을 저감할 수 있다.

[0057] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시 형태에 따른 변배 광학계에 의하면 양호한 광학 성능을 유지하면서 렌즈 전체 길이를 짧게 해 소형화된 광학계를 달성할 수 있다. 또한 본 실시 형태에 영향을 주는 촬상 장치에 따르면, 본 실시 형태에 따른 고성능 변배 광학계에 의해 얻어진 광학상에 응한 촬상 신호를 출력하도록 했기 때문에 고해상의 촬상 신호를 얻을 수 있다.

[0058] (실시예)

[0059] 다음에, 본 실시 형태에 따른 변배 광학계의 구체적인 수치 실시예에 대해 설명하겠다. 이하에서는 제 1 내지 제 7의 수치 실시예를 통합해서 설명한다.

[0060] 도 9 (A), (B) 및 도 10은 도 1 (A), (B)에 나타난 변배 광학계의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 나타내고 있다. 특히 도 9 (A)에는 그 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, 도 9 (B) 및 도 10에는 그 밖의 데이터를 나타낸다. 도 9 (A)에 나타난 렌즈 데이터에 있어서 면번호(Si)란에는 실시예 1에 따른 변배 광학계에 대해 가장 물체측의 구성 요소의 면을 1번째로 하여 상측을 향함에 따라 순차 증가하도록 해 부호를 붙인 i번째(i=1~25) 면의 번호를 나타내고 있다. 곡률반경(Ri)란에는 도 1에 있어서 부여한 부호(Ri)에 대응시켜 물체측에서 i번째의 면의 곡률반경의 값(mm)을 나타낸다. 면간격(Di)란에 대해서도 동일하게 물체측에서 i번째의 면(Si)과 i+1번째의 면(Si+1)의 광축 상 간격(mm)을 나타낸다. Ndi란에는 물체측에서 i번째의 면(Si)과 i+1번째의 면(Si+1) 사이에 있어서의 d선(587.6nm)에 대한 굴절률 값을 나타낸다. v dj란에는 물체측에서 j번째의 광학 요소인 d선에 대한 아베수의 값을 나타낸다. 도 8 (A)에는 또한 모든 데이터로서 광각단 및 망원단에 있어서의 전계의 근축 초점 거리(f)(mm), F넘버(FNO.) 및 화각(2ω)(ω:반화각)의 값에 대해서도 나타낸다.

[0061] 실시예 1에 따른 변배 광학계는 변배에 따라 제 2 렌즈군(G2), 제 4 렌즈군(G4) 및 제 5 렌즈군(G5)이 광축 상을 이동하기 때문에, 이들 각 군 전후의 면간격 D8, D13, D16, D21, D23의 값은 가변으로 되어 있다. 도 9 (B)에는 이들의 면간격 D8, D13, D16, D21, D23의 변배시 데이터로서 광각단 및 망원단에 있어서의 값을 나타낸다.

[0062] 도 9 (A)의 렌즈 데이터에 있어서, 면번호의 좌측에 붙여진 기호 「\*」은 그 렌즈면이 비구면 형상인 것을 나타낸다. 실시예 1에 따른 변배 광학계는 제 1 렌즈군(G1) 중 렌즈(L13)의 양면(S7, S8)과, 제 3 렌즈군(G3)의 렌즈(L31)의 양면(S14, S15)과, 제 4 렌즈군(G4) 중의 렌즈(L43)의 양면(S20, S21)이 모두 비구면 형상으로 되어 있다. 도 9 (A)의 기본 렌즈 데이터에는 이들의 비구면 곡률반경으로서 광축 근방의 곡률반경 수치를 나타내고 있다.

[0063] 도 10에는 실시예 1에 따른 변배 광학계에 있어서의 비구면 데이터를 나타낸다. 비구면 데이터로서 나타낸 수치에 있어서, 기호 "E"는 그 다음에 이어지는 수치가 10을 밑으로 한 "먹지수"인 것을 나타내고, 그 10을 밑으로 한 지수 함수로 나타내어지는 수치가 "E" 앞의 수치에 승산되는 것을 나타낸다. 예를 들면 「1.0E-02」이면 「 $1.0 \times 10^{-2}$ 」인 것을 나타낸다.

[0064] 실시예 1에 따른 변배 광학계의 비구면 데이터로서는 이하의 식 (A)에 의해 나타내어지는 비구면 형상 식에 있어서의 각 계수 An, K의 값을 기재한다. Z는 보다 상세하게는 광축으로부터 높이 Y의 위치에 있는 비구면상의 점으로부터 비구면 꼭대기점의 접평면(광축에 수직인 평면)에 내린 수선의 길이(mm)를 나타낸다.

[0065] 실시예 1에 따른 변배 광학계는 비구면 계수 An으로서 A3~A20까지의 차수를 적당히 유효하게 이용하여 나타내어지고 있다.

[0066] 
$$Z=C \cdot Y^2 / \{1+(1-K \cdot C^2 \cdot Y^2)^{1/2}\} + \sum A_n \cdot Y^n \dots\dots (A)$$

[0067] (n=3 이상의 정수)

[0068] 단,

[0069] Z : 비구면의 깊이(mm)

[0070] Y : 광축으로부터 렌즈면까지의 거리(높이)(mm)

[0071] K : 이심률

- [0072] C : 근축 곡률=1 / R
- [0073] (R : 근축 곡률반경)
- [0074]  $A_n$  : 제n차의 비구면 계수
- [0075] 이상의 실시예 1에 따른 변배 광학계와 마찬가지로 해서, 도 2 (A), (B)에 나타난 변배 광학계의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예 2로서 도 11 (A), 도 11 (B) 및 도 12에 나타낸다. 또한 마찬가지로 해서, 도 3 (A), (B)에 나타난 변배 광학계의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예 3으로서 도 13 (A), 도 13 (B) 및 도 14에 나타낸다. 또한 마찬가지로 해서, 도 4 (A), (B)에 나타난 변배 광학계의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예 4로서 도 15 (A), 도 15 (B) 및 도 16에 나타낸다. 또한 마찬가지로 해서, 도 5 (A), (B)에 나타난 변배 광학계의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예 5로서 도 17 (A), 도 17 (B) 및 도 18에 나타낸다. 또한 마찬가지로 해서, 도 6 (A), (B)에 나타난 변배 광학계의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예 6으로서 도 19 (A), 도 19 (B) 및 도 20에 나타낸다. 또한 마찬가지로 해서, 도 7 (A), (B)에 나타난 변배 광학계의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예 7로서 도 21 (A), 도 21 (B) 및 도 22에 나타낸다.
- [0076] 또한, 실시예 2 내지 6 중 어느 변배 광학계에 대해서나, 실시예 1에 따른 변배 광학계와 마찬가지로, 제 1 렌즈군(G1) 내의 렌즈(L13)의 양면(S7, S8)과, 제 3 렌즈군(G3)의 렌즈(L31)의 양면(S14, S15)과, 제 4 렌즈군(G4) 내의 렌즈(L43)의 양면(S20, S21)이 모두 비구면 형상으로 되어 있다.
- [0077] 실시예 7의 변배 광학계에 대해서도 실시예 1에 따른 변배 광학계와 마찬가지로, 제 1 렌즈군(G1) 내의 렌즈(L13)의 양면(S7, S8)과, 제 3 렌즈군(G3)의 렌즈(L31)의 양면(S14, S15)과, 제 4 렌즈군(G4) 내의 렌즈(L43)의 양면(S20, S21)이 모두 비구면 형상으로 되어 있다. 또한, 실시예 7의 변배 광학계에 있어서는 그들에 더해, 제 2 렌즈군(G2) 내의 렌즈(L21)의 양면(S9, S10)이 비구면 형상으로 되어 있다. 또 실시예 7의 변배 광학계에서는 제 1 내지 제 5 렌즈군(G1~G5) 각각의 렌즈군 중에 1장의 플라스틱 렌즈가 포함되어 있다. 구체적으로는 제 1 렌즈군(G1)의 후군(G1r) 중의 포지티브 렌즈(L13)와, 제 2 렌즈군(G2) 중의 네가티브 렌즈(L21)와, 제 3 렌즈군(G3) 중의 포지티브 렌즈(L31)와, 제 4 렌즈군(G4) 중의 포지티브 렌즈(L43)와, 제 5 렌즈군(G5) 중의 네가티브 렌즈(L51)에 플라스틱 렌즈가 이용되고 있다.
- [0078] 도 23에는 상술의 각 조건식에 관한 값을 각 실시예에 대해 정리한 것을 나타낸다. 도 23으로부터 알 수 있는 바와 같이, 각 실시예의 값이 각 조건식의 수치 범위 내로 되어 있다.
- [0079] 도 24 (A)~도 24 (D)는 각기 실시예 1에 따른 변배 광학계에 있어서의 광각단에서의 구면수차, 비점수차, 디스토션(왜곡수차) 및 배율색수차를 나타내고 있다. 도 25 (A)~도 25 (D)는 망원단에 있어서의 마찬가지로 각 수차를 나타내고 있다. 각 수차도에는 d선(587.6nm)을 기준 파장으로 한 수차를 나타낸다. 구면수차도 및 배율색수차도에는 파장 460nm, 615nm에 대한 수차도 나타낸다. 비점수차도에 있어서 실선은 사지탈 방향, 파선은 탄젠셜 방향의 수차를 나타낸다. FNO.는 F값,  $\omega$ 는 반화각을 나타낸다.
- [0080] 마찬가지로, 실시예 2에 따른 변배 광학계에 대한 모든 수차를 도 26 (A)~도 26 (D)(광각단) 및 도 27 (A)~도 27 (D)(망원단)에 나타낸다. 마찬가지로 해서, 실시예 3에 따른 변배 광학계에 대한 모든 수차를 도 28 (A)~도 28 (D)(광각단) 및 도 29 (A)~도 29 (D)(망원단)에, 실시예 4에 따른 변배 광학계에 대한 모든 수차를 도 30 (A)~도 30 (D)(광각단) 및 도 31 (A)~도 31 (D)(망원단)에, 실시예 5에 따른 변배 광학계에 대한 모든 수차를 도 32 (A)~도 32 (D)(광각단) 및 도 33 (A)~도 33 (D)(망원단)에, 실시예 6에 따른 변배 광학계에 대한 모든 수차를 도 34 (A)~도 34 (D)(광각단) 및 도 35 (A)~도 35 (D)(망원단)에 나타낸다. 또 실시예 7에 따른 변배 광학계에 대한 모든 수차를 도 36 (A)~도 36 (D)(광각단) 및 도 37 (A)~도 37 (D)(망원단)에 나타낸다.
- [0081] 이상의 각 수치 데이터 및 각 수차도로부터 알 수 있는 바와 같이, 각 실시예에 대해서 모든 수차가 양호하게 보정되어 양호한 광학 성능을 유지하면서 렌즈 전체 길이를 짧게 해 소형화를 달성하여, 촬상 장치에 탑재해 박형화하는데 적합한 변배 광학계가 실현되었다.
- [0082] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태 및 각 실시예에 한정되지 않고 여러 가지의 변형 실시가 가능하다. 예를 들면 각 렌즈 성분의 곡률반경, 면간격 및 굴절률의 값 등은 상기 각 수치 실시예에서 나타난 값에 한정되지 않고 다른 값을 취할 수 있다.

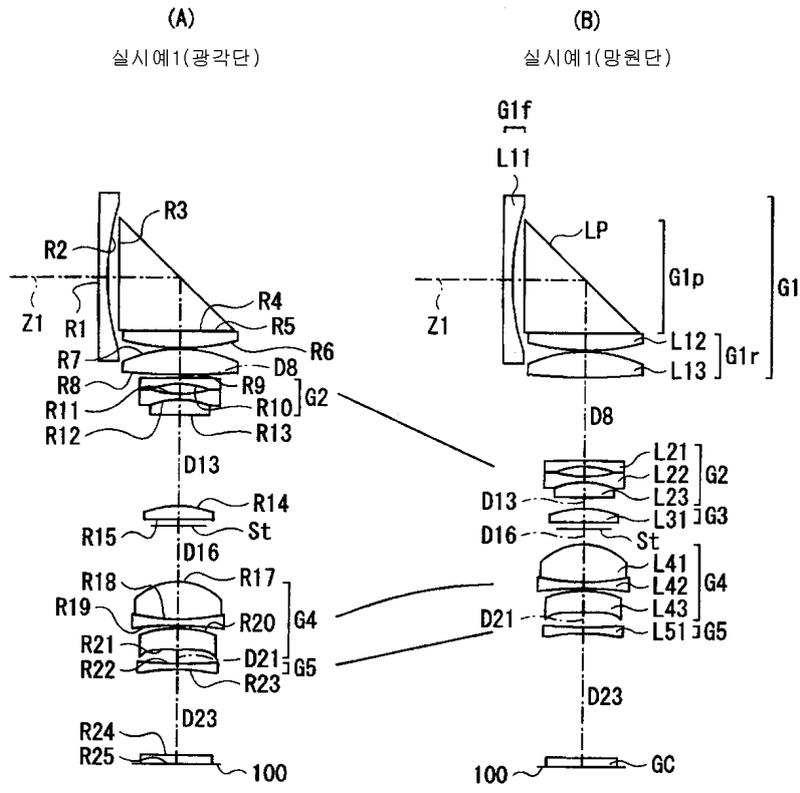
**도면의 간단한 설명**

- [0083] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계의 제 1 구성예를 나타낸 것으로, 실시예 1에 대응하는 렌즈 단면도이다.
- [0084] 도 2는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계의 제 2 구성예를 나타낸 것으로, 실시예 2에 대응하는 렌즈 단면도이다.
- [0085] 도 3은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계의 제 3 구성예를 나타낸 것으로, 실시예 3에 대응하는 렌즈 단면도이다.
- [0086] 도 4는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계의 제 4 구성예를 나타낸 것으로, 실시예 4에 대응하는 렌즈 단면도이다.
- [0087] 도 5는 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계의 제 5 구성예를 나타낸 것으로, 실시예 5에 대응하는 렌즈 단면도이다.
- [0088] 도 6은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계의 제 6 구성예를 나타낸 것으로, 실시예 6에 대응하는 렌즈 단면도이다.
- [0089] 도 7은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계의 제 7 구성예를 나타낸 것으로, 실시예 7에 대응하는 렌즈 단면도이다.
- [0090] 도 8은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 변배 광학계에 있어서의 렌즈 이동 기구의 예를 나타내는 단면도이다.
- [0091] 도 9는 실시예 1에 따른 변배 광학계의 렌즈 데이터를 나타내는 도면이며, (A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, (B)는 변배에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타낸다.
- [0092] 도 10은 실시예 1에 따른 변배 광학계의 비구면에 관한 데이터를 나타내는 도면이다.
- [0093] 도 11은 실시예 2에 따른 변배 광학계의 렌즈 데이터를 나타내는 도면이며, (A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, (B)는 변배에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타낸다.
- [0094] 도 12는 실시예 2에 따른 변배 광학계의 비구면에 관한 데이터를 나타내는 도면이다.
- [0095] 도 13은 실시예 3에 따른 변배 광학계의 렌즈 데이터를 나타내는 도면이며, (A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, (B)는 변배에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타낸다.
- [0096] 도 14는 실시예 3에 따른 변배 광학계의 비구면에 관한 데이터를 나타내는 도면이다.
- [0097] 도 15는 실시예 4에 따른 변배 광학계의 렌즈 데이터를 나타내는 도면이며, (A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, (B)는 변배에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타낸다.
- [0098] 도 16은 실시예 4에 따른 변배 광학계의 비구면에 관한 데이터를 나타내는 도면이다.
- [0099] 도 17은 실시예 5에 따른 변배 광학계의 렌즈 데이터를 나타내는 도면이며, (A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, (B)는 변배에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타낸다.
- [0100] 도 18은 실시예 5에 따른 변배 광학계의 비구면에 관한 데이터를 나타내는 도면이다.
- [0101] 도 19는 실시예 6에 따른 변배 광학계의 렌즈 데이터를 나타내는 도면이며, (A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, (B)는 변배에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타낸다.
- [0102] 도 20은 실시예 6에 따른 변배 광학계의 비구면에 관한 데이터를 나타내는 도면이다.
- [0103] 도 21은 실시예 7에 따른 변배 광학계의 렌즈 데이터를 나타내는 도면이며, (A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, (B)는 변배에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타낸다.
- [0104] 도 22는 실시예 7에 따른 변배 광학계의 비구면에 관한 데이터를 나타내는 도면이다.
- [0105] 도 23은 조건식에 관한 값을 각 실시예에 대해 정리하여 나타낸 도면이다.
- [0106] 도 24는 실시예 1에 따른 변배 광학계의 광각단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며 (A)는 구면수차, (B)는 비점수차, (C)는 디스토션, (D)는 배율색수차를 나타낸다.
- [0107] 도 25는 실시예 1에 따른 변배 광학계의 망원단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며 (A)는 구면수차,

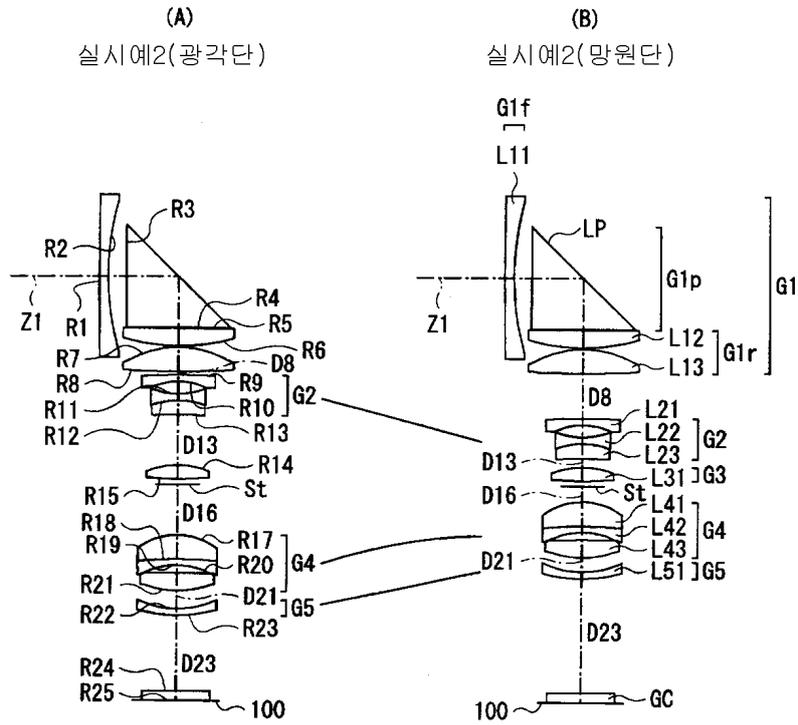


도면

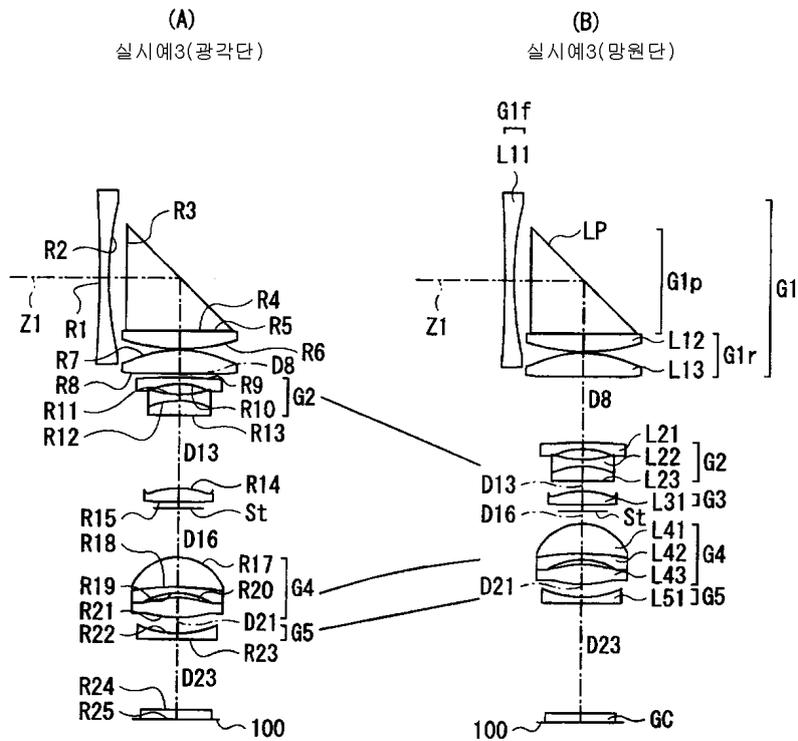
도면1



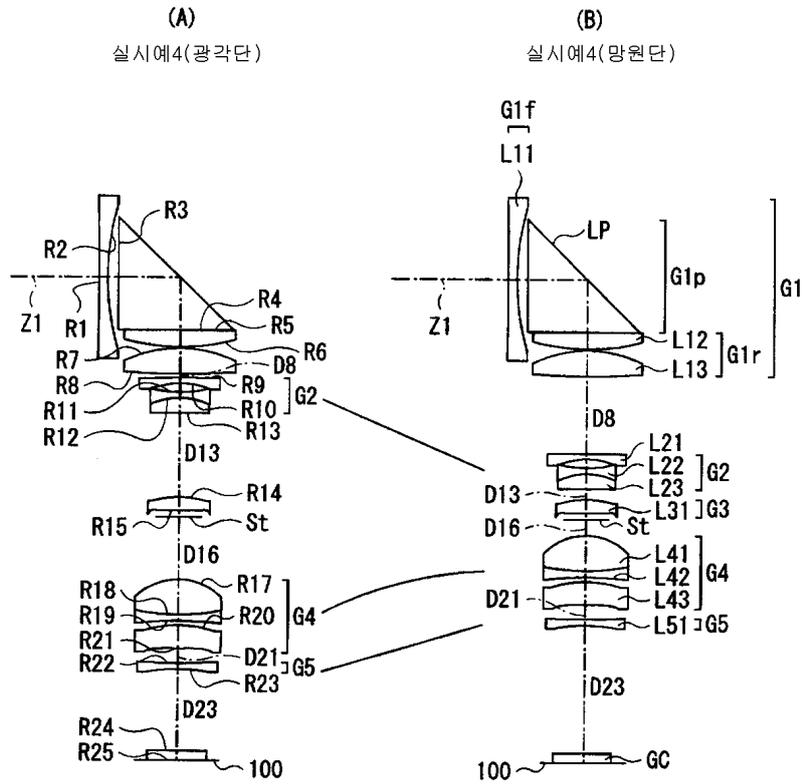
도면2



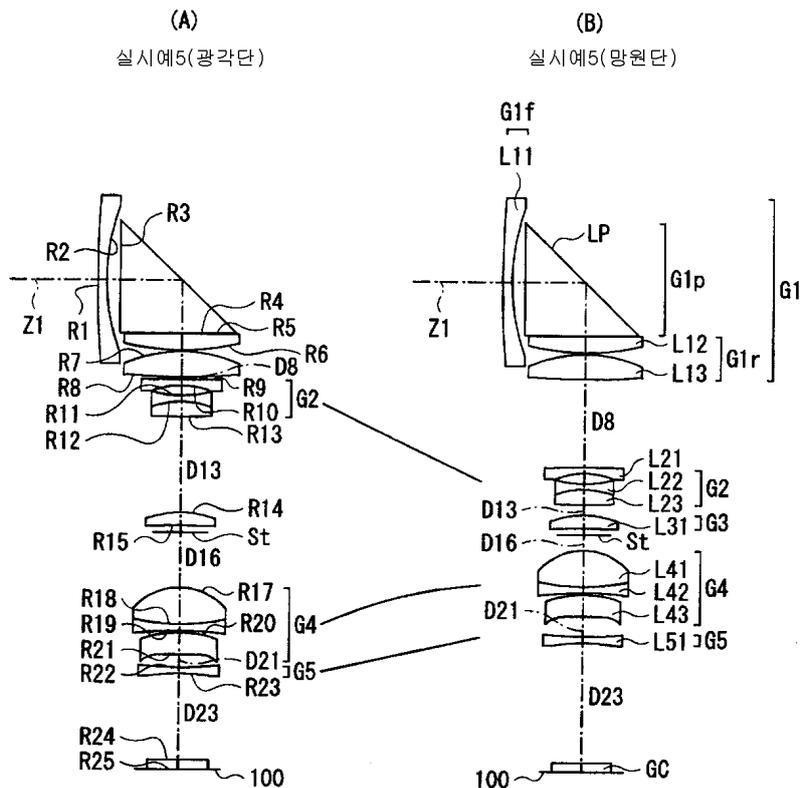
도면3



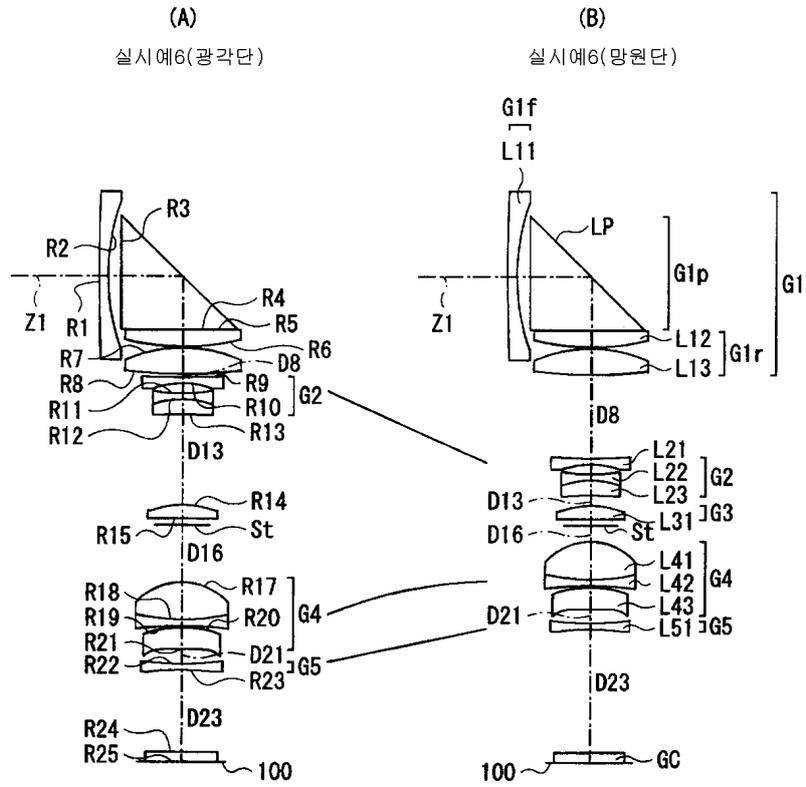
도면4



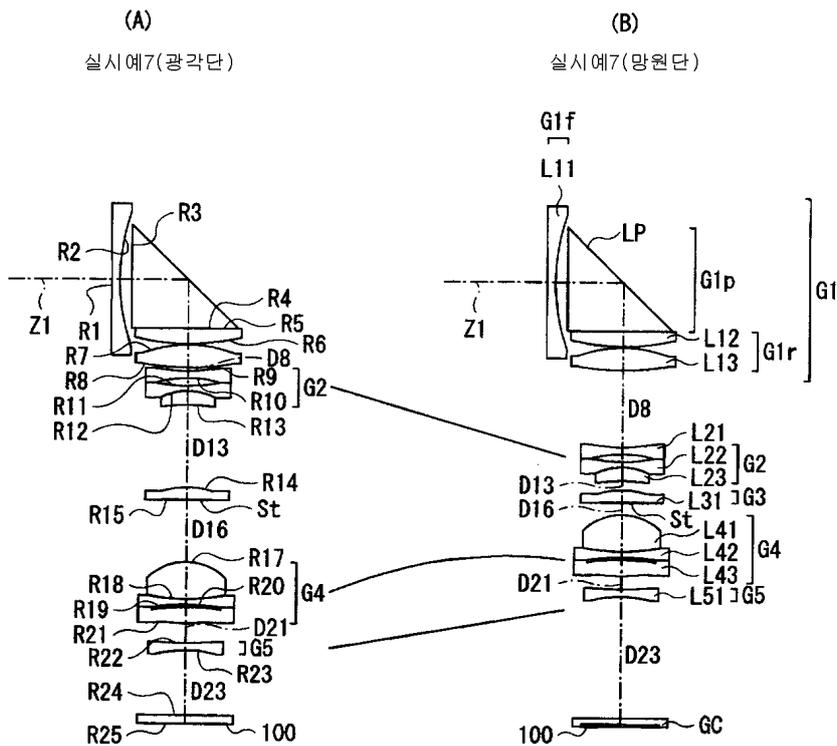
도면5



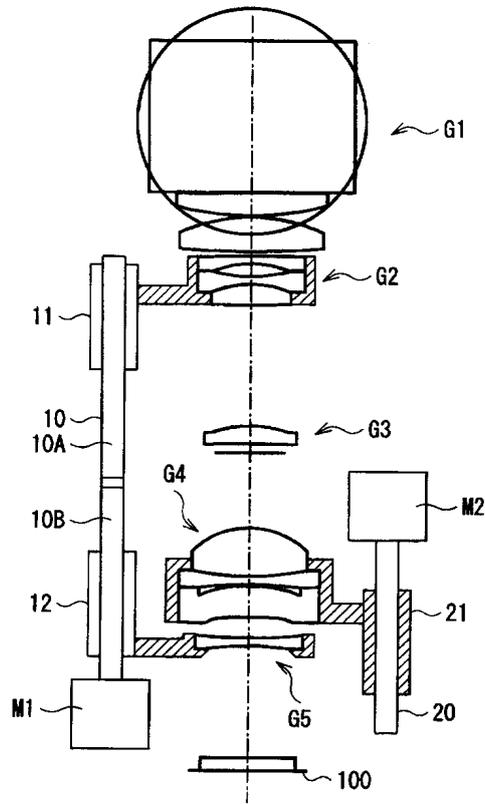
도면6



도면7



도면8



도면9

실시예1 · 기본렌즈 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	$\nu$ dj (아베수)
G1f	1	544.9634	0.79	1.92286	20.9
	2	21.9196	1.04	1.00000	
G1p	3	$\infty$	10.10	1.78590	44.2
	4	$\infty$	0.05	1.00000	
G1r	5	$\infty$	1.50	1.49700	81.6
	6	-19.5687	0.10	1.00000	
	*7	11.0413	2.30	1.58809	60.4
	*8	-51.5340	D8 (가변)	1.00000	
G2	9	120.5725	0.52	1.88300	40.8
	10	6.4970	0.90	1.00000	
	11	-9.1352	0.53	1.88300	40.8
	12	6.9120	1.36	1.92286	18.9
G3	13	-78.4027	D13 (가변)	1.00000	
	*14	7.4643	1.20	1.50957	56.5
	*15	100.1569	0.60	1.00000	
16(개구 조리개) —			D16(가변)	1.00000	
G4	17	5.2081	3.37	1.48749	70.2
	18	-18.0000	0.55	1.92286	20.9
	19	28.4745	0.23	1.00000	
	*20	10.4177	1.91	1.50957	56.5
G5	*21	-60.2470	D21 (가변)	1.00000	
	22	-43.9849	0.55	1.83481	42.7
	23	15.8330	D23 (가변)	1.00000	
G6	24	$\infty$	0.85	1.51680	64.2
	25	$\infty$			

(\*) : 비구면 (f=6.15~28.97mm, FNO.=3.69~4.64, 2 $\omega$ =64.8° ~13.8°)

실시예1 · 가변면간격 데이터

면간격	광각단 (f=6.15)	망원단 (f=28.97)
D8	0.31	7.47
D13	8.14	0.97
D16	5.01	1.44
D21	1.24	1.34
D23	7.73	11.20

도면10

실시예1 · 비구면 데이터			
비구면 계수	면 번호		
	제7면	제8면	제14면
K	1.167164E10-01	-1.000000E10+01	4.041006E10-01
A3	5.149140E10-04	7.291592E10-04	-1.187471E10-04
A4	-1.474152E10-04	-3.439598E10-04	4.843777E10-05
A5	-1.269340E10-05	1.903151E10-05	3.882569E10-05
A6	6.352727E10-06	8.215386E10-06	-3.704132E10-04
A7	1.228077E10-06	1.214757E10-06	1.300299E10-04
A8	1.047500E10-08	-7.536708E10-08	8.361979E10-05
A9	-4.734275E10-08	-9.044842E10-08	-1.384103E10-05
A10	-1.434312E10-08	-1.317073E10-08	-1.834070E10-05
A11	-2.088318E10-09	-4.121821E10-09	-3.410206E10-06
A12	2.210465E10-11	-6.396498E10-11	2.313419E10-06
A13	1.066916E10-10	2.016753E10-10	1.303827E10-06
A14	3.524507E10-11	7.741179E10-11	-4.160453E10-07
A15	6.334747E10-12	1.568732E10-11	—
A16	2.557606E10-13	1.173289E10-12	—
A17	-2.766040E10-13	-6.523851E10-13	—
A18	-1.060938E10-13	-3.542525E10-13	—
A19	-2.040907E10-14	-6.287426E10-14	—
A20	6.633846E10-15	2.226122E10-14	—
	제15면	제20면	제21면
K	-9.847013E10+00	-2.266175E10+00	1.000000E10+01
A3	-3.880500E10-04	5.529843E10-04	-2.587376E10-04
A4	1.621741E10-03	-7.674344E10-04	4.586330E10-03
A5	-2.434207E10-03	1.557426E10-03	-1.760737E10-03
A6	1.341633E10-03	-8.237274E10-04	1.078183E10-03
A7	-2.853276E10-05	2.162149E10-04	1.133710E10-05
A8	-1.542179E10-04	2.917859E10-05	-1.161338E10-04
A9	-2.058644E10-05	-2.547511E10-05	-2.108710E10-06
A10	1.706266E10-05	-2.498341E10-06	1.154962E10-05
A11	7.227183E10-06	3.711897E10-06	1.126207E10-06
A12	-9.006005E10-07	-5.867386E10-07	-6.916730E10-07
A13	-1.557000E10-06	—	—
A14	3.480265E10-07	—	—

도면11

실시예2 · 기본렌즈 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	$\nu$ dj (아베수)
G1f	1	411.2536	0.79	1.92286	20.9
	2	24.5802	1.60	1.00000	
G1p	3	$\infty$	9.20	1.78590	44.2
	4	$\infty$	0.05	1.00000	
G1r	5	$\infty$	1.60	1.49700	81.5
	6	-17.0141	0.10	1.00000	
	*7	8.6446	2.15	1.59170	60.7
	*8	-103.1469	D8 (가변)	1.00000	
G2	9	56.3309	0.58	1.88300	40.8
	10	5.4540	1.10	1.00000	
	11	-6.6930	0.59	1.72916	54.7
	12	6.8813	1.30	1.92286	18.9
G3	13	40.3558	D13 (가변)	1.00000	
	*14	7.3179	1.20	1.51007	56.2
	*15	-20.9474	0.50	1.00000	
	16 (개구 조리개)	—	D16 (가변)	1.00000	
G4	17	5.6722	2.19	1.72916	54.7
	18	34.8407	0.55	1.92286	18.9
	19	6.3629	0.67	1.00000	
	*20	23.1990	1.60	1.51007	56.2
G5	*21	-8.2266	D21 (가변)	1.00000	
	22	-8.0000	0.60	1.51007	56.2
G6	23	-12.9299	D23 (가변)	1.00000	
	24	$\infty$	0.85	1.51680	64.2
	25	$\infty$			

(\*) : 비구면 (f=6.41~18.09mm, FNO.=3.71~4.42, 2 $\omega$ =62.8° ~22.2° )

실시예2 · 가변면간격 데이터

면간격	광각단 (f=6.41)	망원단 (f=18.09)
D8	0.35	4.07
D13	4.49	0.77
D16	4.55	1.38
D21	1.62	1.33
D23	6.81	10.26

도면12

실시예2 · 비구면 데이터			
비구면 계수	면 번호		
	제7면	제8면	제14면
K	1. 085545E10+00	-1. 000361E10+01	-6. 375438E10-01
A3	5. 963563E10-04	1. 060513E10-03	-1. 433161E10-04
A4	-1. 651163E10-04	-4. 447796E10-04	5. 013390E10-05
A5	-8. 065293E10-05	4. 681438E10-05	-2. 521130E10-04
A6	2. 699416E10-06	1. 153444E10-05	3. 020348E10-04
A7	-2. 079138E10-07	1. 173612E10-06	-1. 701390E10-04
A8	-6. 953239E10-07	-6. 780643E10-07	-1. 405130E10-05
A9	-4. 895990E10-08	-1. 868258E10-07	4. 270699E10-05
A10	1. 663737E10-08	5. 853261E10-09	-1. 066304E10-05
A11	3. 112694E10-09	1. 161989E10-08	5. 247175E10-07
A12	-9. 866169E10-10	-1. 435628E10-09	6. 187103E10-09
	제15면	제20면	제21면
K	4. 694705E10+00	-6. 506754E10+00	4. 256588E10+00
A3	-1. 142443E10-03	-8. 389323E10-04	-5. 157392E10-04
A4	3. 311499E10-03	-1. 332486E10-03	5. 449246E10-04
A5	-3. 542914E10-03	-3. 706951E10-04	2. 214635E10-04
A6	2. 356337E10-03	-1. 015224E10-04	-4. 296025E10-04
A7	-7. 047809E10-04	1. 315194E10-04	2. 265049E10-04
A8	-4. 436000E10-05	-1. 757567E10-05	1. 214615E10-05
A9	8. 777259E10-05	-1. 887424E10-05	-2. 431703E10-05
A10	-5. 909898E10-07	2. 229671E10-06	-3. 770145E10-06
A11	-1. 716588E10-05	2. 270470E10-06	4. 026312E10-06
A12	4. 554543E10-06	-3. 433072E10-07	-4. 507613E10-07

도면13

실시예3·비구면 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	$\nu$ di (아베수)	
G1	G1f	1	-120.7750	0.79	1.92286	20.9
		2	30.0689	1.51	1.00000	
	G1p	3	$\infty$	9.40	1.78590	44.2
		4	$\infty$	0.05	1.00000	
	G1r	5	$\infty$	1.60	1.49700	81.6
		6	-16.0308	0.10	1.00000	
		*7	9.5337	2.15	1.59170	60.7
		*8	-406152.7	D8 (가변)	1.00000	
G2		9	47.2780	0.58	1.88300	40.8
		10	5.9413	0.95	1.00000	
		11	-8.6089	0.59	1.83481	42.7
		12	6.6476	1.30	1.92286	18.9
		13	462.9490	D13 (가변)	1.00000	
G3		*14	6.7230	1.20	1.50957	56.5
		*15	-263.0515	0.60	1.00000	
	16(개구 조리개)	—	D16 (가변)	1.00000		
G4		17	4.3571	2.68	1.48749	70.2
		18	22.1697	0.55	1.92286	20.9
		19	5.6794	0.40	1.00000	
		*20	6.4914	1.77	1.50957	56.5
G5		*21	-9.6801	D21 (가변)	1.00000	
		22	-8.4920	0.55	1.72916	54.7
GC		23	-1264.9684	D23 (가변)	1.00000	
		24	$\infty$	0.85	1.51680	64.2
		25	$\infty$			

(A)

(\*:비구면) (f=6.44~24.26mm, FNO. =3.72~4.58, 2 $\omega$ =62.8° ~16.6° )

실시예3·가변면간격 데이터

	(f=6.44)	(f=24.26)
D8	0.33	5.95
D13	6.52	0.90
D16	4.41	1.13
D21	1.46	1.21
D23	6.35	9.88

(B)

도면14

실시예3 · 비구면 데이터			
비구면 계수	면 번호		
	제7면	제8면	제14면
K	9.220866E10-01	2.089580E10+07	-7.566823E10+00
A3	2.557967E10-04	4.359850E10-04	-4.355715E10-04
A4	-1.021405E10-04	-2.014963E10-04	4.760091E10-03
A5	-5.380769E10-05	-2.761252E10-05	-2.753889E10-03
A6	1.412860E10-05	1.003131E10-05	1.586504E10-03
A7	-2.410200E10-07	2.182354E10-06	-3.210190E10-04
A8	-3.332937E10-07	-3.752716E10-07	-1.047223E10-04
A9	-1.364107E10-08	-1.536085E10-07	4.994343E10-05
A10	6.049844E10-09	-1.052408E10-08	-1.660520E10-05
A11	2.089683E10-10	7.701392E10-09	-5.123970E10-06
A12	-3.871584E10-10	-6.207222E10-10	5.698664E10-06
A13	—	—	1.052962E10-06
A14	—	—	-7.517815E10-07
	제15면	제20면	제21면
K	1.031867E10+01	3.462556E10-01	9.933120E10-01
A3	-1.289162E10-03	-7.488000E10-04	-3.224825E10-05
A4	3.640437E10-03	-1.562709E10-03	4.263055E10-04
A5	-4.964627E10-03	-5.480381E10-05	2.098033E10-04
A6	3.396712E10-03	-6.839477E10-04	-3.149629E10-04
A7	-7.456288E10-04	3.951107E10-04	1.211624E10-04
A8	-2.238993E10-04	-8.501115E10-06	2.123581E10-05
A9	5.932917E10-05	-5.97107E10-05	-3.943457E10-06
A10	2.467277E10-05	-1.606850E10-06	-1.001108E10-05
A11	-5.074737E10-06	7.094050E10-06	-7.323853E10-08
A12	5.228713E10-06	-7.125528E10-07	1.117039E10-06
A13	-3.765687E10-06	—	—
A14	6.303749E10-07	—	—

도면15

실시예4 · 기본렌즈 데이터

	$S_i$ (면번호)	$R_i$ (곡률반경)	$D_i$ (면간격)	$N_d i$ (굴절률)	$\nu_d j$ (아베수)
G1f	1	-312.7086	0.75	1.92286	20.9
	2	23.4069	0.93	1.00000	
G1p	3	$\infty$	10.00	1.78590	44.2
	4	$\infty$	0.05	1.00000	
G1r	5	$\infty$	1.50	1.49700	81.6
	6	-18.1424	0.10	1.00000	
	*7	10.5073	2.31	1.58809	60.4
	*8	-53.5896	D8(가변)	1.00000	
G2	9	156.2981	0.50	1.88300	40.8
	10	6.4259	0.80	1.00000	
	11	-9.9817	0.51	1.88300	40.8
	12	5.8676	1.36	1.92286	18.9
G3	13	288.4257	D13(가변)	1.00000	
	*14	7.7637	1.20	1.50957	56.5
	*15	-424.3956	0.60	1.00000	
	16(개구 조리개)	—	D16(가변)	1.00000	
G4	17	5.1545	3.16	1.48749	70.2
	18	-18.1005	0.55	1.92286	20.9
	19	29.8899	0.39	1.00000	
	*20	10.3868	2.07	1.50957	56.5
G5	*21	-75.0689	D21(가변)	1.00000	
	22	-74.8920	0.55	1.83481	42.7
G6	23	13.8389	D23(가변)	1.00000	
	24	$\infty$	0.85	1.51680	64.2
	25	$\infty$			

(\*) : 비구면 (f=6.12~28.83mm, FNO.=4.31~5.62,  $2\omega=65.0^\circ \sim 13.8^\circ$ )

실시예4 · 가변면간격 데이터

면간격	광각단 (f=6.12)	망원단 (f=28.83)
D8	0.35	6.93
D13	7.53	0.95
D16	5.54	1.41
D21	1.30	1.28
D23	7.34	11.50

도면16

실시예4 · 비구면 데이터			
비구면 계수	면 번호		
	제7면	제8면	제14면
K	2.876871E10-01	-9.36451E10+00	-9.742950E10-01
A3	2.254516E10-04	2.494175E10-04	-1.156155E10-04
A4	-3.647122E10-05	3.218037E10-05	-8.879614E10-04
A5	7.755459E10-06	-7.273735E10-05	2.334138E10-03
A6	-6.463840E10-06	1.030872E10-05	-1.914367E10-03
A7	6.384656E10-07	3.504230E10-06	-1.060878E10-04
A8	4.279235E10-07	9.799029E10-08	5.472371E10-04
A9	5.860139E10-08	-1.344917E10-07	7.990914E10-05
A10	-8.836474E10-09	-3.437098E10-08	-1.079625E10-04
A11	-7.555830E10-09	-4.485811E10-09	-5.315093E10-05
A12	-1.141373E10-09	2.497036E10-10	1.442134E10-05
A13	3.556306E10-11	4.199967E10-10	1.492920E10-05
A14	7.211415E10-11	1.044299E10-10	-4.310598E10-06
A15	1.825731E10-11	1.190423E10-11	—
A16	2.331270E10-12	-1.071019E10-12	—
A17	-4.245098E10-13	-1.542056E10-12	—
A18	-2.491969E10-13	-6.109935E10-14	—
A19	-5.241993E10-14	-9.652614E10-14	—
A20	1.460695E10-14	2.638700E10-14	—
	제15면	제20면	제21면
K	-1.013030E10+02	1.000004E10+01	1.000113E10+01
A3	-1.614858E10-03	-1.404392E10-03	-1.248150E10-03
A4	5.154529E10-03	7.596309E10-04	4.220891E10-03
A5	-8.289466E10-03	-4.366938E10-04	5.986390E10-04
A6	5.444057E10-03	-9.212337E10-04	-1.513854E10-03
A7	-3.751072E10-04	6.141634E10-04	7.428469E10-04
A8	-9.360523E10-04	4.896133E10-05	1.236719E10-04
A9	-5.862624E10-05	-1.086747E10-04	-1.186332E10-04
A10	1.785179E10-04	-5.265804E10-06	-1.326956E10-05
A11	6.927939E10-05	1.618640E10-05	1.638091E10-05
A12	-2.087942E10-05	-2.784836E10-06	-2.157492E10-06
A13	-2.662894E10-05	—	—
A14	8.318391E10-06	—	—

도면17

실시예5 · 기본렌즈 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	$\nu_{dj}$ (아베수)	
G1	G1f	1	100.2420	0.79	1.92286	20.9
		2	19.5110	1.15	1.00000	
	G1p	3	$\infty$	10.10	1.78590	44.2
		4	$\infty$	0.05	1.00000	
	G1r	5	$\infty$	1.50	1.49700	81.6
		6	-20.6141	0.10	1.00000	
		*7	11.4051	2.25	1.58809	60.4
		*8	-58.3949	D8(가변)	1.00000	
G2	9	479.6730	0.52	1.88300	40.8	
	10	6.8534	0.90	1.00000		
	11	-9.3175	0.53	1.88300	40.8	
	12	7.3866	1.36	1.92286	18.9	
	13	-63.6194	D13(가변)	1.00000		
G3	*14	7.4017	1.20	1.50957	56.5	
	*15	100.0000	0.60	1.00000		
	16(개구 조리개)	—	D16(가변)	1.00000		
G4	17	5.2080	3.26	1.48749	70.2	
	18	-18.0164	0.55	1.92286	20.9	
	19	30.4689	0.18	1.00000		
	*20	11.0031	1.93	1.50957	56.5	
	*21	-77.1768	D21(가변)	1.00000		
G5	22	-33.1586	0.55	1.83481	42.7	
	23	17.8906	D23(가변)	1.00000		
G6	24	$\infty$	0.85	1.51680	64.2	
	25	$\infty$				

(A)

(\*:비구면) (f=6.13~28.89mm, FNO.=3.71~4.67, 2 $\omega$ =65.0° ~13.8° )

실시예5 · 가변면간격 데이터

면간격	광각단 (f=6.13)	망원단 (f=28.89)
D8	0.25	7.81
D13	8.50	0.94
D16	4.97	1.38
D21	1.15	1.79
D23	7.76	10.72

(B)

도면18

실시예5 · 비구면 데이터			
비구면 계수	면 번호		
	제7면	제8면	제14면
K	2. 620700E10-03	-9. 149153E10+00	4. 408938E10-01
A3	5. 295089E10-04	7. 526540E10-04	-1. 547374E10-04
A4	-1. 486648E10-05	-3. 676928E10-04	6. 862454E10-05
A5	-1. 329309E10-05	1. 941171E10-05	3. 330727E10-05
A6	6. 390834E10-06	8. 208665E10-06	-3. 741018E10-04
A7	1. 233927E10-06	1. 216778E10-06	1. 296451E10-04
A8	1. 050795E10-08	-7. 349401E10-08	8. 366231E10-05
A9	-4. 746396E10-08	-8. 985617E10-08	-1. 379019E10-05
A10	-1. 436771E10-08	-1. 303318E10-08	-1. 831617E10-05
A11	-2. 089684E10-09	-4. 095896E10-09	-3. 410470E10-06
A12	2. 309574E10-11	-6. 001652E10-11	2. 310797E10-06
A13	1. 071761E10-10	2. 020526E10-10	1. 302734E10-06
A14	3. 539300E10-11	7. 737818E10-11	-4. 156248E10-07
A15	6. 369977E10-12	1. 566071E10-11	—
A16	2. 626462E10-13	1. 163525E10-12	—
A17	-2. 756825E10-13	-6. 549612E10-13	—
A18	-1. 060960E10-13	-3. 547533E10-13	—
A19	-2. 046745E10-14	-6. 291024E10-14	—
A20	6. 606639E10-15	2. 229170E10-14	—
	제15면	제20면	제21면
K	-2. 690000E10-05	-2. 697914E10+00	-1. 788862E10+01
A3	-3. 940089E10-04	6. 999969E10-04	-1. 851220E10-04
A4	1. 598007E10-03	-7. 904877E10-04	4. 654577E10-03
A5	-2. 425229E10-03	1. 558677E10-03	-1. 780236E10-03
A6	1. 339650E10-03	-8. 236179E10-04	1. 072373E10-03
A7	-3. 025219E10-05	2. 163556E10-04	1. 163219E10-05
A8	-1. 547856E10-04	2. 924717E10-05	-1. 153229E10-04
A9	-2. 063097E10-05	-2. 547298E10-05	-1. 756714E10-06
A10	1. 711021E10-05	-2. 496168E10-06	1. 162349E10-05
A11	7. 260568E10-06	3. 708213E10-06	1. 115062E10-06
A12	-8. 901905E10-07	-5. 885242E10-07	-7. 178374E10-07
A13	-1. 555726E10-06	—	—
A14	3. 455022E10-07	—	—

도면19

실시예6 · 기본렌즈 데이터

	$S_i$ (면번호)	$R_i$ (곡률반경)	$D_i$ (면간격)	$N_d$ (굴절률)	$\nu_d$ (아베수)
G1f	1	188.6485	0.79	1.92286	20.9
	2	19.6551	1.15	1.00000	
G1p	3	$\infty$	10.10	1.78590	44.2
	4	$\infty$	0.05	1.00000	
G1r	5	$\infty$	1.50	1.49700	81.6
	6	-20.7203	0.10	1.00000	
	*7	11.3556	2.35	1.58809	60.4
	*8	-39.6983	D8(가변)	1.00000	
G2	9	-57.0086	0.52	1.88300	40.8
	10	7.1115	0.90	1.00000	
	11	-13.8393	0.53	1.88300	40.8
	12	7.2780	1.36	2.14352	17.8
G3	13	36.5868	D13(가변)	1.00000	
	*14	7.2825	1.20	1.50957	56.5
	*15	100.0000	0.60	1.00000	
	16(개구 조리개)	—	D16(가변)	1.00000	
G4	17	5.2083	3.36	1.48749	70.2
	18	-18.0200	0.55	1.92286	20.9
	19	28.1445	0.16	1.00000	
	*20	11.1094	1.98	1.50957	56.5
G5	*21	-43.7461	D21(가변)	1.00000	
	22	-27.7932	0.55	1.88300	40.8
G6	23	22.5083	D23(가변)	1.00000	
	24	$\infty$	0.85	1.51680	64.2
	25	$\infty$			

(A)

(\*: 비구면) (f=6.12~28.82mm, FNO. =3.63~4.58,  $2\omega=65.2^\circ \sim 13.8^\circ$ )

실시예6 · 가변면간격 데이터

면간격	광각단 (f=6.12)	망원단 (f=28.82)
D8	0.34	7.55
D13	8.10	0.90
D16	5.11	1.42
D21	1.30	1.24
D23	7.40	11.15

(B)

도면20

실시예6 · 비구면 데이터			
비구면 계수	면 번호		
	제7면	제8면	제14면
K	-4.970210E10-02	-9.688852E10+00	5.538480E10-01
A3	5.687096E10-04	7.779223E10-04	-2.795810E10-04
A4	-1.554510E10-04	-3.547201E10-04	1.089103E10-04
A5	-9.780438E10-06	1.867643E10-05	4.466471E10-05
A6	6.494112E10-06	8.245391E10-06	-3.970832E10-04
A7	1.207181E10-06	1.270875E10-06	1.209173E10-04
A8	1.657867E10-09	-6.426605E10-08	8.496402E10-05
A9	-4.907573E10-08	-9.036455E10-08	-1.201697E10-05
A10	-1.450505E10-08	-1.375461E10-08	-1.777264E10-05
A11	-2.062394E10-09	-4.325534E10-09	-3.406951E10-06
A12	3.986810E10-11	-1.034597E10-10	2.207490E10-06
A13	1.117946E10-10	1.996420E10-10	1.261359E10-06
A14	3.619680E10-12	7.923431E10-11	-4.015648E10-07
A15	6.396990E10-12	1.658072E10-11	—
A16	2.201653E10-13	1.396722E10-12	—
A17	-2.940760E10-13	-6.286673E10-13	—
A18	-1.105418E10-13	-3.663750E10-13	—
A19	-2.077544E10-14	-7.256914E10-14	—
A20	6.949882E10-15	2.398281E10-14	—
	제15면	제20면	제21면
K	1.000571E10+01	-2.953920E10+00	-1.000039E10+01
A3	-5.911938E10-04	5.311140E10-04	-3.464296E10-04
A4	1.923245E10-03	-7.400424E10-04	4.649681E10-03
A5	-2.625882E10-03	1.535814E10-03	-1.853552E10-03
A6	1.369740E10-03	-8.286920E10-04	1.093437E10-03
A7	-1.615689E10-05	2.207129E10-04	1.747316E10-05
A8	-1.562730E10-04	2.942290E10-05	-1.166315E10-04
A9	-2.253927E10-05	-2.588244E10-05	-2.639848E10-06
A10	1.667256E10-05	-2.572645E10-06	1.142507E10-05
A11	7.447300E10-06	3.752696E10-06	1.126183E10-06
A12	-7.627795E10-07	-5.880258E10-07	-6.731367E10-07
A13	-1.534495E10-06	—	—
A14	3.245191E10-07	—	—

도면21

실시예7 · 기본렌즈 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	$\nu$ dj (아베수)
G1f	1	-962.8696	0.80	1.92286	20.9
	2	20.6128	1.13	1.00000	
G1p	3	$\infty$	10.25	1.78590	44.2
	4	$\infty$	0.04	1.00000	
G1r	5	$\infty$	1.50	1.49700	81.6
	6	-18.8524	0.10	1.00000	
G2	*7	10.8842	2.20	1.50957	56.5
	*8	-28.0878	D8(가변)	1.00000	
G3	*9	-8.6199	0.70	1.50957	56.5
	*10	26.8202	0.75	1.00000	
G4	11	-14.1463	0.52	1.88300	40.8
	12	5.1395	1.38	1.92286	18.9
G5	13	16.1652	D13(가변)	1.00000	
	*14	7.2227	1.20	1.50957	56.5
GC	*15	219.0197	0.10	1.00000	
	16(개구 조리개)	—	D16(가변)	1.00000	
G6	17	5.2091	3.49	1.48749	70.2
	18	-18.1193	0.55	1.92286	20.9
G7	19	21.8413	0.45	1.00000	
	*20	49.2619	1.72	1.50957	56.5
G8	*21	-9.7836	D21(가변)	1.00000	
	22	-22.5000	0.75	1.50957	56.5
G9	23	14.3985	D23(가변)	1.00000	
	24	$\infty$	0.85	1.51680	64.2
	25	$\infty$			

(\*) : 비구면 (f=6.09~28.70mm, FNO.=4.00~5.41, 2 $\omega$ =65.2° ~14.0°)

실시예7 · 가변면간격 데이터

면간격	광학단 (f=6.09)	망원단 (f=28.70)
D8	0.39	7.28
D13	7.79	0.89
D16	6.33	1.14
D21	1.88	1.22
D23	6.39	12.25

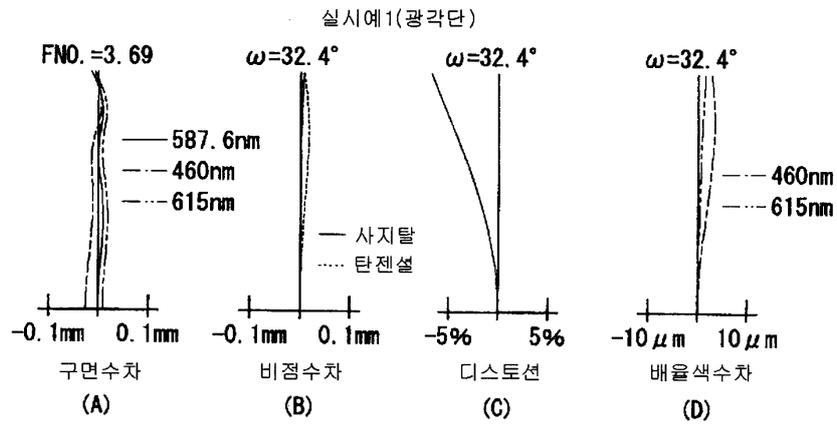
도면22

실시예7 : 비구면 데이터				
비구면 계수	면 번호			
	제7면	제8면	제9면	제10면
K	2.471010E10-02	-2.951368E10+00	-2.328832E10+01	2.991232E10+01
A3	1.935131E10-05	-3.691242E10-05	—	—
A4	-6.193511E10-05	6.261303E10-05	2.087463E10-03	5.957527E10-03
A5	8.512274E10-05	-1.138821E10-05	—	—
A6	-2.135127E10-05	2.297804E10-06	-2.274767E10-04	-6.722114E10-04
A7	-1.246036E10-06	-9.438830E10-08	—	—
A8	5.882474E10-07	-2.701510E10-07	1.490778E10-05	5.062486E10-05
A9	1.449374E10-07	3.145694E10-09	—	—
A10	-1.638842E10-09	2.307764E10-08	-4.042147E10-07	-1.574214E10-06
A11	-5.848661E10-09	-3.867335E10-10	—	—
A12	-1.650221E10-09	-5.340815E10-10	—	—
A13	-1.569483E10-10	-1.694365E10-10	—	—
A14	4.995634E10-11	-4.048109E10-12	—	—
A15	2.105898E10-11	-4.440153E10-12	—	—
A16	3.240929E10-12	4.010607E10-12	—	—
A17	-8.309654E10-14	4.649463E10-13	—	—
A18	-2.501674E10-13	-1.297192E10-13	—	—
A19	-6.702176E10-14	-5.443563E10-14	—	—
A20	1.500425E10-14	9.596745E10-15	—	—
	제14면	제15면	제20면	제21면
K	-1.810833E10+00	2.999983E10+01	-2.782702E10+01	9.701830E10+00
A3	-4.328636E10-04	-2.522603E10-03	4.841444E10-04	-1.160412E10-04
A4	-1.346730E10-04	9.041755E10-03	-2.683778E10-03	3.406924E10-03
A5	2.975349E10-03	-1.315104E10-02	2.084638E10-03	-1.922539E10-03
A6	-2.307791E10-03	8.302823E10-03	-1.788484E10-03	1.528318E10-03
A7	-6.637220E10-05	-4.925562E10-04	7.605554E10-04	-3.025891E10-04
A8	5.622520E10-04	-1.275949E10-03	-4.898742E10-06	-1.182492E10-04
A9	3.313010E10-05	-1.109458E10-04	-7.654223E10-05	6.632625E10-05
A10	-8.723596E10-05	2.189979E10-04	4.549309E10-06	1.512775E10-05
A11	-3.100191E10-05	8.833782E10-05	7.512279E10-06	-1.372932E10-05
A12	7.999264E10-06	-2.068057E10-07	-1.397034E10-06	2.309528E10-06
A13	9.824209E10-06	-2.963065E10-05	—	—
A14	-2.709340E10-06	8.353455E10-06	—	—

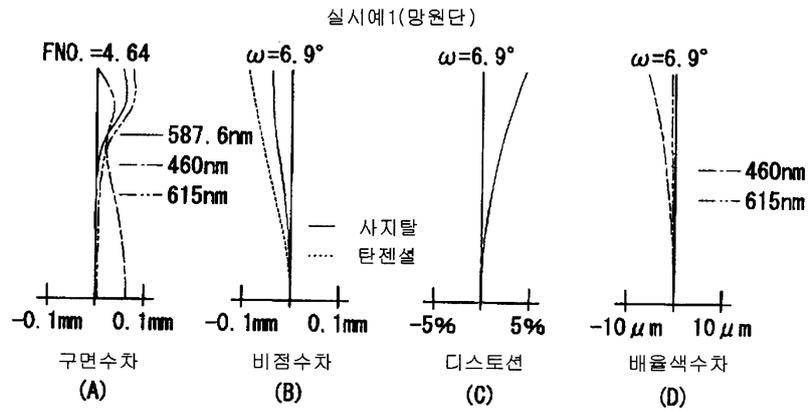
도면23

조건식에 관한 값			
	$f_w/f_1$	$f_{1f}/f_{1r}$	$ f_2/f_w $
실시예1	0.47	-2.19	0.76
실시예2	0.62	-2.90	0.58
실시예3	0.54	-2.42	0.69
실시예4	0.50	-2.19	0.73
실시예5	0.44	-2.23	0.79
실시예6	0.47	-2.12	0.78
실시예7	0.47	-1.95	0.79

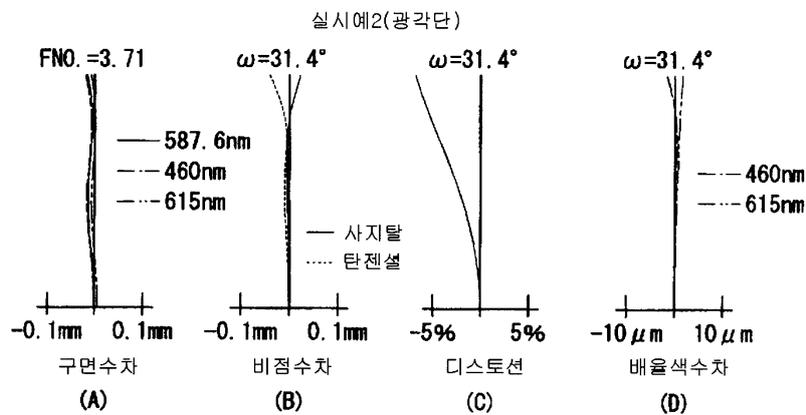
도면24



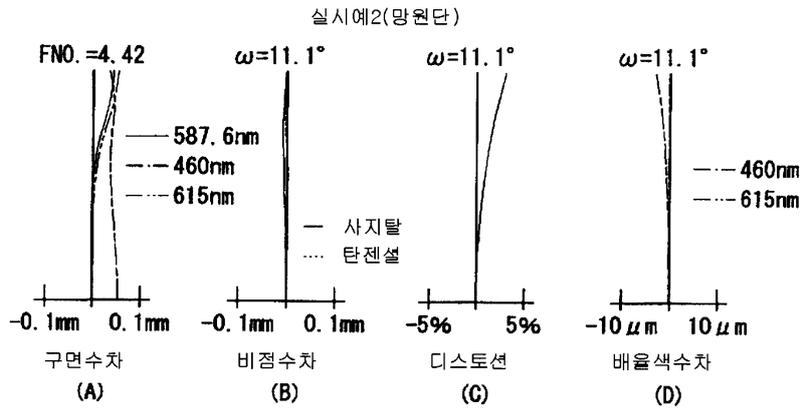
도면25



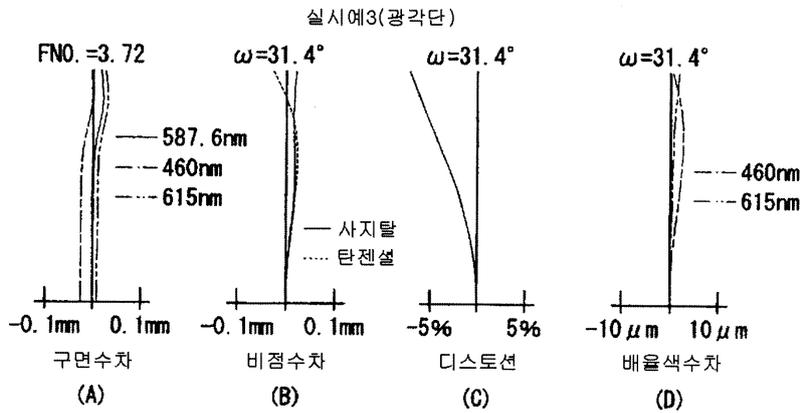
도면26



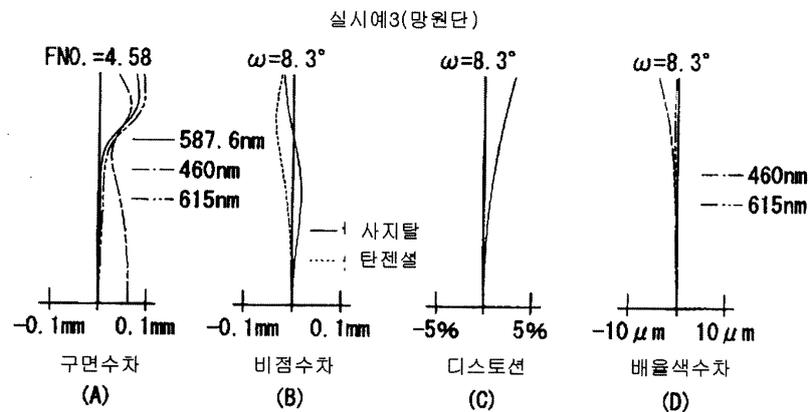
도면27



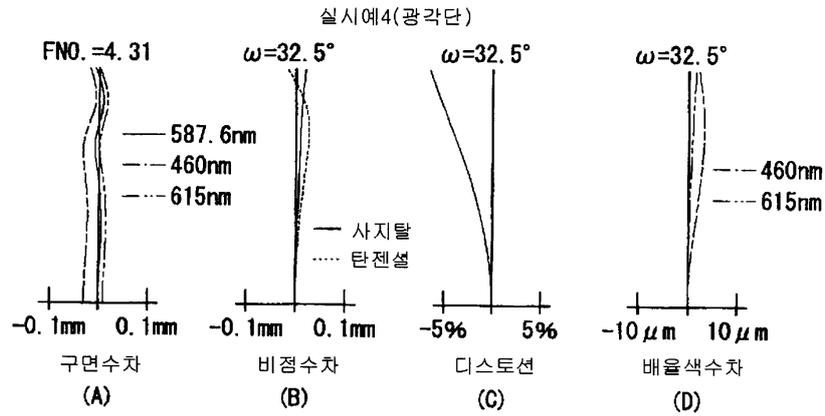
도면28



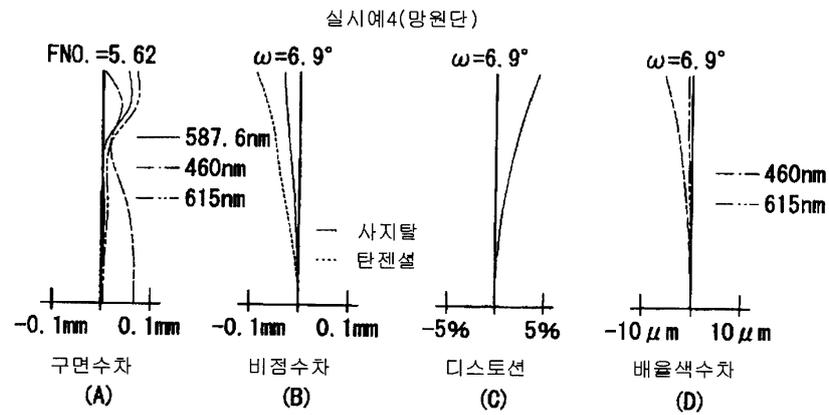
도면29



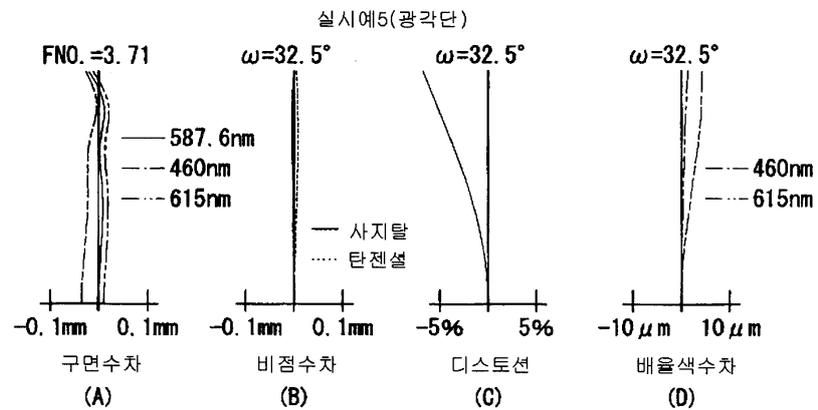
도면30



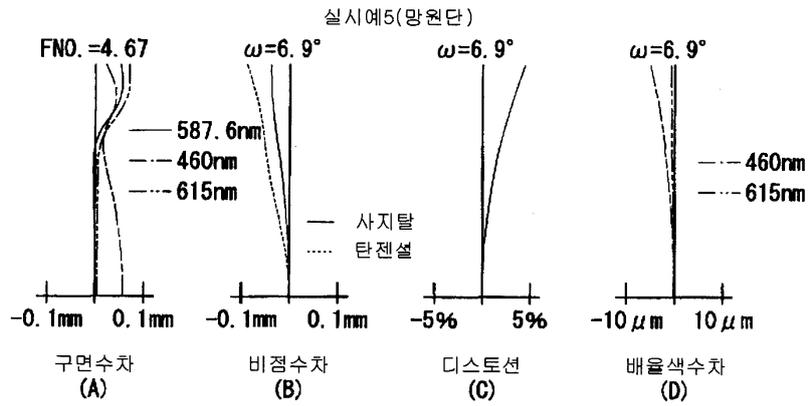
도면31



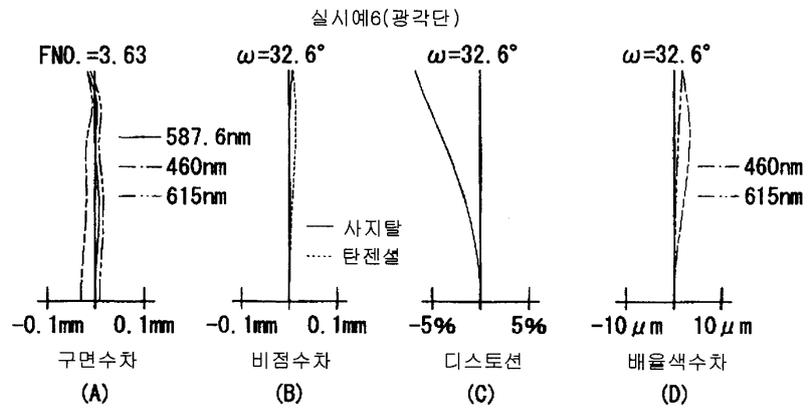
도면32



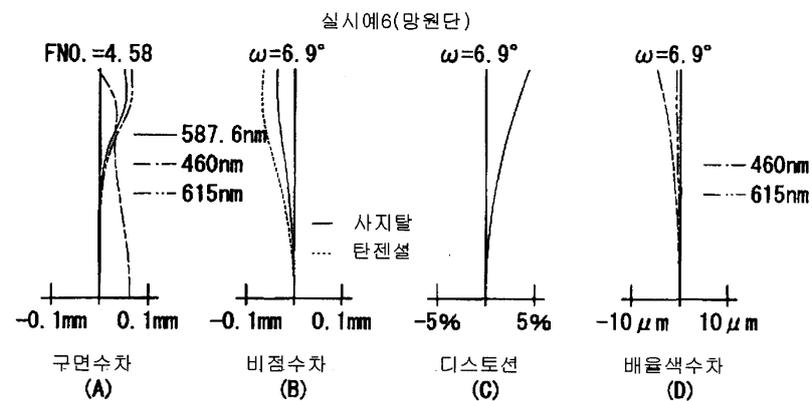
도면33



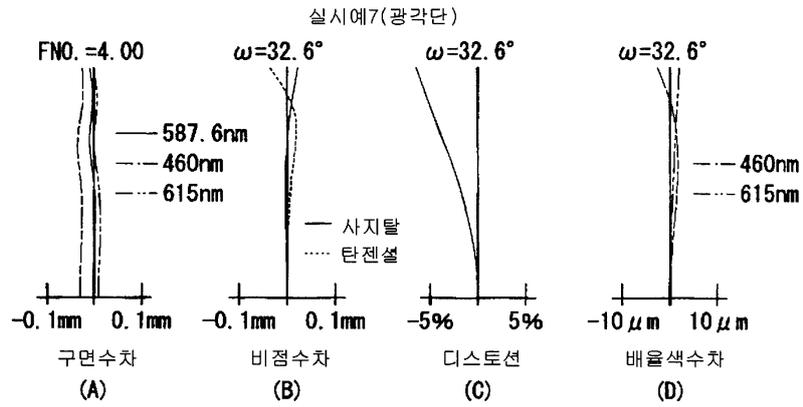
도면34



도면35



도면36



도면37

