



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월13일
(11) 등록번호 10-0851840
(24) 등록일자 2008년08월06일

(51) Int. Cl.
H04N 5/225 (2006.01) H04N 5/238 (2006.01)
H04N 5/232 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0005786
(22) 출원일자 2007년01월18일
심사청구일자 2007년01월18일
(65) 공개번호 10-2007-0077099
(43) 공개일자 2007년07월25일
(30) 우선권주장
JP-P-2006-00011659 2006년01월19일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US 2005/0057816 A1
US 2005/0286138 A1
전체 청구항 수 : 총 21 항

(73) 특허권자
후지논 가부시킴가이샤
일본국 사이타마켄 사이타마시 기타쿠 우에타케쵸 1쵸메 324반치
(72) 발명자
노다 타카유키
일본국 사이타마켄 사이타마시 기타쿠 우에타케쵸 1쵸메 324반치후지논 가부시킴가이샤 나이
(74) 대리인
하상구, 하영욱

심사관 : 정재현

(54) 결상 변배 광학계 및 이것을 사용한 촬상장치

(57) 요약

결상 변배 광학계 및 촬상장치에 있어서, 렌즈 구성의 간이화, 주밍 구동부의 간이화, 여러가지 수차의 양화(良化)를 도모하고, 또 포커스시의 렌즈 돌출량을 억제한다.

네거티브, 포지티브, 포지티브의 3군 구성으로 되고, 제1군(G₁)은 네거티브 렌즈(L₁), 포지티브 렌즈(L₂)에 의해 구성되며, 제2군(G₂)은 포지티브 렌즈(L₃), 네거티브 렌즈(L₄), 및 수차보정용 렌즈(L₅)에 의해 구성되고, 제3군(G₃)은 수차보정용 렌즈(L₆)로 구성된다. 주밍시는 제1군(G₁)과 제2군(G₂)이 서로 독립적으로, 포커스시는 제1군(G₁)과 제2군(G₂)이 일체적으로 이동한다. 또, 다음 식(1)~(3)을 만족한다.

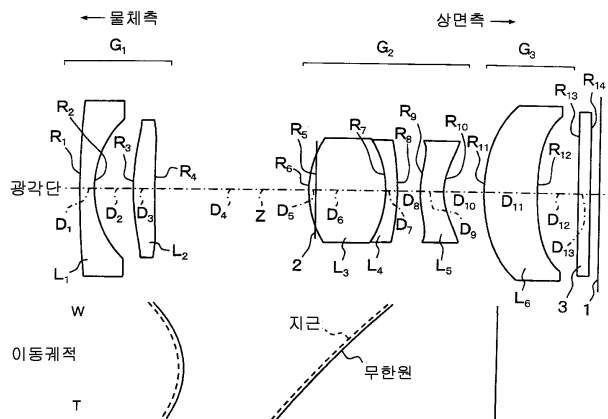
$$Ng2 > 1.6 \quad (1)$$

$$v g2 < 29 \quad (2)$$

$$TL/YIM < 11.0 \quad (3)$$

(단, Ng2: 제2렌즈(L₂)의 굴절율, v g2: 제2렌즈(L₂)의 아베수, TL: 최대렌즈계 전체 길이, YIM: 상고(像高)(대각선의 절반분의 길이))

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 수차보정용 제3렌즈군을 배열해서 이루어지고,

상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되고,

상기 제2렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L₃)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L₅)에 의해 구성되고,

상기 제3렌즈군은 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되고,

상기 제1렌즈(L₁)는 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제2렌즈(L₂)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면을 향한 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 상기 제3렌즈(L₃)는 양면이 구면으로 된 양 볼록의 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제5렌즈(L₅)는 한면 이상이 비구면으로 된 메니스커스형상의 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 상기 제6렌즈(L₆)는 포지티브 렌즈로 이루어지고,

주밍은 적어도 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지고,

또한 하기의 조건식6 및 7을 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

$$(식6) \quad |fg2/f1g| > 1.8$$

fg2:상기 제2렌즈(L₂)의 초점거리

f1g:상기 제1렌즈군 전체의 합성 초점거리

$$(식7) \quad Xp < 73.0$$

Xp:상기 제2렌즈(L₂)의 플라스틱 재료의 굴절율을 Np2, 아베수를 vp2로 했을 때의 Np2×Np2×vp2의 값

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1렌즈(L₁)는 양면이 구면으로 되고, 상기 제2렌즈(L₂)는 하기의 조건식8을 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

$$(식8) \quad fg2/fw > 3.8$$

fw:광학단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제4렌즈(L₄)는 양면이 구면으로 되어 이루어지고, 또한 하기의 조건식9를 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

$$(식9) \quad |f2gp/f2g| > 1.2$$

f2gp:상기 제2렌즈군 중의 플라스틱 렌즈의 초점거리

f2g:상기 제2렌즈군의 합성 초점거리

청구항 4

물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 수차보정용 제3렌즈군을 배열해서 이루어지고,

상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되고,

상기 제2렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L₃)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L₅)에 의해 구성되고,

상기 제3렌즈군은 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되고,

상기 3개의 렌즈군의 각각에 플라스틱 렌즈가 배치되어 있고,

주밍은 적어도 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지고,

포커싱은 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 일체적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지고,

또한 하기의 조건식10, 11 및 12를 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

$$(식10) |f2gp/f2g| > 1.2$$

f2gp:상기 제2렌즈군 중의 플라스틱 렌즈의 초점거리

f2g:상기 제2렌즈군의 합성 초점거리

$$(식11) |Pp12 \times ft| < 1.0$$

Pp12:상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($Pp12 \times ft = \sum ft/fpi$; fpi는 제i플라스틱 렌즈의 초점거리)

ft:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

$$(식12) Xp < 73.0$$

Xp:상기 제1렌즈군 중의 플라스틱 렌즈의 재료의 굴절율을 Np2, 아베수를 vp2로 했을 때의 $Np2 \times Np2 \times vp2$ 의 값

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제2렌즈군 중의 플라스틱 렌즈가 제5렌즈(L₅)인 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

청구항 6

물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 수차보정용 제3렌즈군을 배열하여 이루어지고,

상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되고,

상기 제2렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L₃)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L₅)에 의해 구성되고,

상기 제3렌즈군은 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되고,

주밍은 적어도 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지고,

또한 하기의 조건식1, 2, 및 3을 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

$$(식1) Ng2 > 1.6$$

Ng2:상기 제2렌즈(L₂)의 굴절율

$$(식2) v g2 < 29$$

v_{g2} : 상기 제2렌즈(L_2)의 아베수

(식3) $TL/YIM < 11.0$

TL: 최대렌즈계 전체 길이

YIM: 상고(像高)(대각선의 절반분의 길이)

청구항 7

제6항에 있어서, 포커싱은 상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군이 일체적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제1렌즈(L_1)는 물체측에 볼록면을 향하고, 양면이 구면으로 된 메니스커스형상의 유리 렌즈로 이루어지며, 상기 제2렌즈(L_2)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면을 향한 플라스틱 렌즈로 이루어지는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제3렌즈(L_3)는 양 볼록 렌즈에 의해 구성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 제6렌즈(L_6)는 비구면을 갖는 포지티브의 플라스틱 렌즈에 의해 구성되고, 또한 하기의 조건식4를 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

(식4) $|fps/ft| > 0.6$

fps: 플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 것

ft: 망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

청구항 11

제6항에 있어서, 상기 제3렌즈(L_3)와 상기 제4렌즈(L_4)는 각각 양면이 구면으로 된 유리 렌즈로서, 서로 접합되도록 구성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제3렌즈(L_3)는 양 볼록 렌즈에 의해 구성되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제6렌즈(L_6)는 비구면을 갖는 포지티브의 플라스틱 렌즈에 의해 구성되고, 또한 하기의 조건식4를 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

(식4) $|fps/ft| > 0.6$

fps: 플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 것

ft: 망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

청구항 14

제13항에 있어서, 하기의 조건식5를 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

(식5) $|P_{p12} \times ft| < 1.0$

P_{p12} :상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($P_{p12} \times f_t = \sum f_t / f_{pi}$; f_{pi} 는 제i플라스틱 렌즈의 초점거리)

f_t :망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

청구항 15

제6항에 있어서, 상기 제6렌즈(L_6)는 비구면을 갖는 포지티브의 플라스틱 렌즈에 의해 구성되고, 또한 하기의 조건식4를 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

(식4) $| f_{ps} / f_t | > 0.6$

f_{ps} :플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 것

f_t :망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

청구항 16

제6항에 있어서, 하기의 조건식5를 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

(식5) $| P_{p12} \times f_t | < 1.0$

P_{p12} :상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($P_{p12} \times f_t = \sum f_t / f_{pi}$; f_{pi} 는 제i플라스틱 렌즈의 초점거리)

f_t :망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

청구항 17

물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 수차보정용 제3렌즈군을 배열해서 이루어지고,

상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L_1)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L_2)에 의해 구성되고,

상기 제2렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L_3)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L_4)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L_5)에 의해 구성되고,

상기 제3렌즈군은 수차보정용 제6렌즈(L_6)로 구성되고,

상기 제1렌즈(L_1)는 물체측에 볼록면으로 이루어지고, 상기 제2렌즈(L_2)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면으로 이루어지며, 상기 제3렌즈(L_3)는 양면이 구면으로 된 양 볼록 렌즈로 이루어지고,

주밍은 적어도 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지고,

또한 하기의 조건식13, 14 및 15를 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계

(식13) $N_{g2} > 1.6$

N_{g2} :상기 제2렌즈(L_2)의 굴절율

(식14) $v_{g2} < 29$

v_{g2} :상기 제2렌즈(L_2)의 아베수

(식15) $0.23 \leq D_s / D \leq 0.5$

D_s :상기 제4렌즈(L_4)와 상기 제5렌즈(L_5)의 간격

D :상기 제2렌즈군 중의 가장 물체측의 렌즈면으로부터 가장 상(像)측의 렌즈면까지의 광축상의 거리.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 제1렌즈(L₁)는 양면이 구면으로 된 네거티브의 메니스커스형상의 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제2렌즈(L₂)는 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 상기 제3렌즈(L₃) 및 상기 제4렌즈(L₄)는 모두 양면이 구면으로 되어 서로 접합된 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제5렌즈(L₅)는 플라스틱 렌즈로 이루어지는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

청구항 19

제17항 또는 제18항에 있어서, 상기 제6렌즈(L₆)는 포지티브의 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 포커싱은 상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군이 일체적으로 이동함으로써 이루어지고,

또한 하기의 조건식16을 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

$$(식16) \quad |f_{ps}/f_t| > 0.6$$

f_{ps}:플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 것

f_t:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리.

청구항 20

제17항 또는 제18항에 있어서, 하기의 조건식17을 만족하는 것을 특징으로 하는 결상 변배 광학계.

$$(식17) \quad |P_{p12} \times f_t| < 1.0$$

P_{p12}:상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합(P_{p12}×f_t=∑f_t/f_{pi} ; f_{pi}는 제i플라스틱 렌즈의 초점거리)

f_t:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

청구항 21

제1항, 제4항, 제6항 또는 제17항 중 어느 한 항에 기재된 결상 변배 광학계와, 이 결상 변배 광학계에 의해 결상된 피사체의 상을 촬상하는 고체촬상소자를 구비한 것을 특징으로 하는 촬상장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<22> 본 발명은 CCD나 CMOS 등의 촬상소자 위에 결상한 화상을 판독하기 위한 3군구성의 줌 렌즈에 관한 것이고, 상세하게는 디지털 카메라나 비디오 카메라에 바람직하게 사용되는, 간단한 구성의 결상 변배 광학계 및 이것을 사용한 촬상장치에 관한 것이다.

<23> 최근, 급속하게 보급되고 있는 디지털 카메라에서는 콤팩트화를 도모함과 아울러 수차보정을 양호하게 하기 위해 3군 줌 렌즈가 이용되고 있고, 특히 포커싱시에 최종 군을 돌출시키는 리어 포커스식 3군 줌 렌즈가 빈번하게 이용되고 있다(예를 들면, 특허문헌1, 2, 3참조).

<24> 특허문헌1에 기재된 3군 줌 렌즈는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 가짐과 아울러 구경 조리개를 갖는 제2렌즈군, 및 포지티브의 굴절력을 갖는 제3렌즈군을 배치해서 이루어지고, 광각단으로부터 망원단을 향해서 주밍할 때에, 제1렌즈군은 상(像)측으로 이동시킨 후에 반전해서 물체측을 향하여 이동시킴으로써 이동궤적이 상측으로 볼록한 호형상으로 되도록 이동시키며, 제2렌즈군은 물체측으로 단조롭게 이동시키고, 제3렌즈군은 물체측으로 이동시킨 후에 반전해서 상측을 향해서 이동시킴으로써 이동궤적이 물체측으로 볼록한 호형상으로 되게 이동시키도록 구성되어 있다.

- <25> 특허문헌2에 기재된 3군 줌 렌즈는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 포지티브의 굴절력을 갖는 제3렌즈군을 배치해서 이루어지고, 광각단으로부터 망원단을 향해서 주밍할 때 무한원 물체에 합초(合焦)시킨 상태에서, 제3렌즈군은 상면측에 단조 혹은 상면측에 볼록형상의 궤적을 그려서 이동하도록 구성되어 있다.
- <26> 한편, 특허문헌3에 기재된 3군 줌 렌즈는 상기 특허문헌1, 2에 기재된 것에 대하여 새로운 소형화, 고변배화, 및 고해상력화가 가능해지도록 구성된 것이며, 주밍시에 제3렌즈군을 물체측으로 볼록한 호형상을 그리도록 이동시킴으로써, 고변배비에 있어서의 상면 만곡의 보정이 어려운 중간배율에 있어서도 상면 만곡을 양호하게 보정하도록 구성되어 있다.
- <27> [특허문헌1]일본 특허공개 평10-133115호 공보
- <28> [특허문헌2]일본 특허공개 2001-296476호 공보
- <29> [특허문헌3]일본 특허공개 2005-84597호 공보
- <30> 그러나, 상술한 종래기술에 있어서는 3개의 렌즈군의 각각을 이동시킴으로써 주밍을 행하고 있고, 그 때문에 구동부의 기구나 조작이 복잡해진다.
- <31> 또한, 최근에는 예를 들면, 상술한 특허문헌3에 기재된 것과 같이, 저비용화나 경량화를 도모하기 위해 많은 플라스틱 렌즈가 사용되고 있지만, 한편 플라스틱 렌즈를 사용함으로써 온도나 습도 등의 환경의 변화에 수반되는 구면수차나 색수차의 변동 등의 수차의 열화도 문제가 되고 있다.
- <32> 또한, 상기 종래기술에 있어서는 포커싱에 있어서의 렌즈 돌출량이 커지므로, 포커싱 렌즈군의 이동량을 작게 해서 렌즈 전체 길이를 보다 작게 하여, 장치의 박형화를 도모할 수 있는 3군 줌 렌즈가 기대되고 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <33> 본 발명은 상술한 사정을 감안하여 제안된 것으로, 3군 6장으로 렌즈 구성이 간이하여 주밍의 구동조작을 용이한 것으로 할 수 있고, 여러가지 수차를 양호하게 보정할 수 있는 결상 변배 광학계 및 이것을 사용한 촬상장치를 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.
- <34> 또한, 포커싱에 있어서의 렌즈 이동량을 작게 해서 렌즈 전체 길이를 보다 작게 할 수 있는 결상 변배 광학계 및 이것을 사용한 촬상장치를 제공하는 것을 목적으로 하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <35> 본 발명의 제1의 결상 변배 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 수차보정용 제3렌즈군을 배열해서 이루어지고, 상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되며, 상기 제2렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L₃)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L₅)에 의해 구성되고, 상기 제3렌즈군은 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되며, 주밍은 적어도 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지고, 또한 하기의 조건식1, 2, 및 3을 만족하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- <36> (식1) $Ng2 > 1.6$
- <37> Ng2:상기 제2렌즈(L₂)의 굴절율
- <38> (식2) $v g2 < 29$
- <39> v g2:상기 제2렌즈(L₂)의 아베수
- <40> (식3) $TL/YIM < 11.0$
- <41> TL:최대렌즈계 전체 길이
- <42> YIM:상고(像高)(대각선의 절반분의 길이)
- <43> 또한, 이러한 제1의 결상 변배 광학계에 있어서, 포커싱은 상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군이 일체적으로 광

축 위를 이동함으로써 이루어지는 것이 바람직하다.

<44> 또한, 이러한 제1의 결상 변배 광학계에 있어서, 상기 제1렌즈(L₁)는 물체측에 볼록면을 가지며, 양면이 구면으로 된 메니스커스형상의 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제2렌즈(L₂)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면을 갖는 플라스틱 렌즈로 이루어지는 것이 바람직하다.

<45> 또한, 이러한 제1의 결상 변배 광학계에 있어서, 상기 제3렌즈(L₃)와 상기 제4렌즈(L₄)와, 각각 양면이 구면으로 된 유리 렌즈이며, 서로 접합되도록 구성되어서 이루어지는 것이 바람직하다.

<46> 또한, 이러한 제1의 결상 변배 광학계에 있어서, 상기 제3렌즈(L₃)는 양 볼록 렌즈에 의해 구성되어서 이루어지는 것이 바람직하다.

<47> 또한, 이러한 제1의 결상 변배 광학계에 있어서, 상기 제6렌즈(L₆)는 비구면을 갖는 포지티브의 플라스틱 렌즈에 의해 구성되고, 또 하기의 조건식4를 만족하는 것이 바람직하다.

<48> (식4) $|fps/ft| > 0.6$

<49> fps:플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 것

<50> ft:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

<51> 또한, 하기의 조건식5를 만족하는 것이 바람직하다.

<52> (식5) $|Pp_{12} \times ft| < 1.0$

<53> Pp₁₂:상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($Pp_{12} \times ft = \sum ft/fpi$; fpi는 제i플라스틱 렌즈의 초점거리)

<54> ft:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

<55> 다음에, 본 발명의 제2의 결상 변배 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 수차보정용 제3렌즈군을 배열해서 이루어지고, 상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되며, 상기 제2렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L₃)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L₅)에 의해 구성되고, 상기 제3렌즈군은 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되며, 상기 제1렌즈(L₁)는 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제2렌즈(L₂)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면을 향한 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 상기 제3렌즈(L₃)는 양면이 구면으로 된 양 볼록의 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제5렌즈(L₅)는 적어도 어느 한면이 비구면으로 된 메니스커스형상의 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 상기 제6렌즈(L₆)는 포지티브 렌즈로 이루어지고, 주밍은 적어도 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지며, 또한 하기의 조건식6 및 7을 만족하는 것을 특징으로 하는 것이다.

<56> (식6) $|fg2/f1g| > 1.8$

<57> fg2:상기 제2렌즈(L₂)의 초점거리

<58> f1g:상기 제1렌즈군 전체 계의 합성 초점거리

<59> (식7) $Xp < 73.0$

<60> Xp:상기 제2렌즈(L₂)의 플라스틱 재료의 굴절율을 Np2, 아베수를 v p2로 했을 때의 $Np2 \times Np2 \times v p2$ 의 값

<61> 또한, 이러한 제2의 결상 변배 광학계에 있어서, 상기 제1렌즈(L₁)는 양면이 구면으로 되고, 상기 제2렌즈(L₂)는 하기의 조건식8을 만족하는 것이 바람직하다.

<62> (식8) $fg2/fw > 3.8$

- <63> fw:광각단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리
- <64> 또한, 이러한 제2의 결상 변배 광학계에 있어서, 상기 제4렌즈(L₄)는 양면이 구면으로 되어 이루어지고, 또 하기의 조건식9를 만족하는 것이 바람직하다.
- <65> (식9) $|f2gp/f2g| > 1.2$
- <66> f2gp:상기 제2렌즈군 중의 플라스틱 렌즈의 초점거리
- <67> f2g:상기 제2렌즈군의 합성 초점거리
- <68> 다음에, 본 발명의 제3의 결상 변배 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 수차보정용 제3렌즈군을 배열해서 이루어지고, 상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되며, 상기 제2렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L₃)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L₅)에 의해 구성되고, 상기 제3렌즈군은 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되며, 상기 3개의 렌즈군의 각각에 플라스틱 렌즈가 배치되어 있고, 주밍은 적어도 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지며, 포커싱은 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 일체적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지고, 또 하기의 조건식10, 11 및 12를 만족하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- <69> (식10) $|f2gp/f2g| > 1.2$
- <70> f2gp:상기 제2렌즈군 중의 플라스틱 렌즈의 초점거리
- <71> f2g:상기 제2렌즈군의 합성 초점거리
- <72> (식11) $|Pp12 \times ft| < 1.0$
- <73> Pp12:상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($Pp12 \times ft = \sum ft/fpi$; fpi는 제i플라스틱 렌즈의 초점거리)
- <74> ft:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리
- <75> (식12) $Xp < 73.0$
- <76> Xp:상기 제1렌즈군 중의 플라스틱 렌즈의 재료의 굴절율을 Np2, 아베수를 vp2로 했을 때의 $Np2 \times Np2 \times vp2$ 의 값
- <77> 또한, 이러한 제3의 결상 변배 광학계에 있어서 상기 제2렌즈군 중의 플라스틱 렌즈가 제5렌즈(L₅)인 것이 바람직하다.
- <78> 다음에, 본 발명의 제4의 결상 변배 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군, 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군, 및 수차보정용 제3렌즈군을 배열하여 이루어지고, 상기 제1렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되며, 상기 제2렌즈군은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L₃)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L₅)에 의해 구성되며, 상기 제3렌즈군은 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되고, 상기 제1렌즈(L₁)는 물체측에 볼록면으로 이루어지며, 상기 제2렌즈(L₂)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면으로 이루어지고, 상기 제3렌즈(L₃)는 양면이 구면으로 된 양 볼록 렌즈로 이루어지며, 주밍은 적어도 상기 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지고, 또 하기의 조건식13, 14 및 15를 만족하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- <79> (식13) $Ng2 > 1.6$
- <80> Ng2:상기 제2렌즈(L₂)의 굴절율
- <81> (식14) $vg2 < 29$

- <82> v_{g2} :상기 제2렌즈(L_2)의 아베수
- <83> (식15) $0.23 \leq D_s/D \leq 0.5$
- <84> D_s :상기 제4렌즈(L_4)와 상기 제5렌즈(L_5)의 간격
- <85> D :상기 제2렌즈군 중의 가장 물체측의 렌즈면으로부터 가장 상측의 렌즈면까지의 광축상의 거리.
- <86> 또한, 이러한 제4의 결상 변배 광학계에 있어서, 상기 제1렌즈(L_1)는 양면이 구면으로 된 네거티브의 메니스커스 형상의 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제2렌즈(L_2)는 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 상기 제3렌즈(L_3) 및 제4렌즈(L_4)는 모두 양면이 구면으로 되어 서로 접합된 유리 렌즈로 이루어지고, 상기 제5렌즈(L_5)는 플라스틱 렌즈로 이루어지는 것이 바람직하다.
- <87> 또한, 이러한 제4의 결상 변배 광학계에 있어서, 상기 제6렌즈(L_6)는 포지티브의 플라스틱 렌즈로 이루어지고, 포커싱은 상기 제1렌즈군 및 제2렌즈군이 일체적으로 이동함으로써 이루어지며, 또 하기의 조건식16을 만족하는 것이 바람직하다.
- <88> (식16) $|f_{ps}/f_t| > 0.6$
- <89> f_{ps} :플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 것
- <90> f_t :망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리
- <91> 또한, 이러한 제4의 결상 변배 광학계에 있어서 하기의 조건식17을 만족하는 것이 바람직하다.
- <92> (식17) $|P_{p12} \times f_t| < 1.0$
- <93> P_{p12} :상기 제1렌즈군 및 상기 제2렌즈군에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($P_{p12} \times f_t = \sum f_t/f_{pi}$; f_{pi} 는 제i 플라스틱 렌즈의 초점거리)
- <94> f_t :망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리
- <95> 또한, 본 발명의 촬상장치는 상술한 어느 하나의 결상 변배 광학계와, 이 결상 변배 광학계에 의해 결상된 피사체의 상을 촬상하는 고체촬상소자를 구비한 것을 특징으로 하는 것이다.
- <96> 이하, 본 발명의 결상 변배 광학계 및 이것을 사용한 촬상장치의 실시형태에 대해서, 도 1을 대표 도면으로 사용하여 설명한다.
- <97> 또한 도 1은, 본 발명의 실시예1에 따른 결상 변배 광학계의 렌즈 구성을 나타내는 것으로, 상단은 광각단에 있어서의 렌즈 구성도, 하단은 광각단(W)으로부터 망원단(T)에 이르는 각 렌즈군의 이동궤적을 나타내고 있다.
- <98> 본 발명의 제1의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계는, 도 1에 나타내는 바와 같이 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군(G_1), 포지티브의 굴절력을 가짐과 아울러 광량조절용 조리개(2)를 갖는 제2렌즈군(G_2), 및 수차보정용 제3렌즈군(G_3)을 배치해서 이루어진다.
- <99> 또한, 광각단으로부터 망원단을 향하여 주밍할 때에 각 렌즈군을 다음과 같이 이동시킨다. 즉, 제1렌즈군(G_1)은 상측으로 이동시킨 후에 반전해서 물체측을 향하여 이동시키므로써 상측으로 볼록한 호형상을 그리도록 이동시키고, 제2렌즈군(G_2)은 단조롭게 물체측으로 이동시키며, 제3렌즈군(G_3)은 고정으로 한다.
- <100> 또한, 무한원으로부터 지근을 향해서 포커싱할 때에 제1렌즈군(G_1) 및 제2렌즈군(G_2)을 일체적으로 물체측을 향해서 이동시킨다.
- <101> 이렇게, 2개의 렌즈군(G_1 , G_2)만을 사용하고, 광축(Z)을 따라 이동시키므로써 주밍 및 포커싱을 효율적으로 행할 수 있다.
- <102> 또한, 상술한 바와 같이, 조리개(2)를 렌즈군의 내부에 배치한 경우에는 렌즈군과 렌즈군 사이에 배치한 경우보다, 조리개(2)의 앞측과 뒤측 양쪽에 있어서 구면수차를 보정할 수 있으므로 구면수차의 보정이 용이하게 된다. 또, 촬상성능 및 화면중심 부근의 성능에 비교적 여유를 갖게 할 수 있다.

- <103> 또한, 포커싱은 제1렌즈군(G₁) 및 제2렌즈군(G₂)을 일체적으로 동일거리만큼 이동하도록 구성되어 있으므로 포커싱에 있어서의 구동제어가 간단하게 된다. 또, 각 줌 포지션마다의, 소정의 물체거리에 있어서의 포커스량이 일정하게 되도록 구성되어 있으므로, 광각단에서의 무한원상태로부터의 최대돌출량 및 망원단에서의 무한원상태로부터의 최대돌출량의 합을 최소로 할 수 있기 때문에 렌즈 전체 길이의 단축화에 유리하게 된다.
- <104> 즉, 도 1의 하단에 나타내는 바와 같이, 실시예1의 결상 변배 광학계에 대해서, 무한원 포커스상태에 있어서의 주밍은 광각단(W)으로부터 망원단(T)에 이르는 각 렌즈군의 이동궤적이 실선으로 그려지고, 한편 지근 포커스상태에 있어서의 주밍은 광각단(W)으로부터 망원단(T)에 이르는 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)의 이동궤적이 파선으로 그려져 있다(실시예2~4에 대해서 각각 나타내는 도 2~도 4에 있어서도 같음). 이렇게, 줌 포지션에도 불구하고, 기준위치(무한원)로부터 소정의 물체위치까지의 포커스용 렌즈 돌출량이 일정하게 되어 있어, 이것에 의해 렌즈 전체 길이의 단축화가 가능해진다.
- <105> 또한, 제3렌즈군(G₃)과 결상면(CCD 촬상면)(1) 사이에는 로우패스 필터나 적외선 컷필터를 포함하는 필터부(3)가 배치되어 있다.
- <106> 상기 제1렌즈군(G₁)은 물체측으로부터 순서대로, 상측에 오목면을 갖는 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 적어도 한면이 비구면으로 된 수차보정용 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되어 있다.
- <107> 제1렌즈군(G₁)을 이러한 구성으로 함으로써 상면 만곡, 왜곡수차 등을 양호하게 보정할 수 있고, 고해상화를 도모하면서 렌즈 전체 계의 두께와 심동(沈胴)시의 두께를 작게 해서 콤팩트화를 도모할 수 있다.
- <108> 또한, 제2렌즈군(G₂)은 물체측으로부터 순서대로, 광량조절용 조리개(2)가 렌즈 내에 배치된, 양 볼록의 제3렌즈(L₃), 물체측에 오목면을 갖는 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄), 및 적어도 한면이 비구면으로 된 수차보정용 제5렌즈(L₅)로 이루어지고, 제3렌즈(L₃)와 제4렌즈(L₄)는 서로 렌즈면이 접합된 접합 렌즈로 되어 있다(단, 실시예2는 제3렌즈(L₃)와 제4렌즈(L₄)가 서로 독립). 제3렌즈(L₃)는 비구면을 갖는 것이 바람직하고, 이 경우에는 유리 몰드에 의해 성형할 수 있다. 또, 이 비구면은 복합 비구면에 의해 형성할 수 있다.
- <109> 제2렌즈군(G₂)을 이러한 구성으로 함으로써 구면수차를 양호하게 보정할 수 있고, 고해상화를 도모하면서 렌즈 전체 계의 두께와 심동시의 두께를 작게 해서 콤팩트화를 도모할 수 있다.
- <110> 또한, 상기 제3렌즈군(G₃)은 적어도 한면이 비구면으로 된 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되어 있다.
- <111> 제3렌즈군(G₃)을 이러한 구성으로 함으로써 주밍시에 있어서의 수차변동을 억제하면서 콤팩트화를 도모할 수 있다.
- <112> 또한 하기의 조건식1, 2, 및 3을 만족하도록 구성되어 있다.
- <113> (식1) $Ng2 > 1.6$
- <114> Ng2:상기 제2렌즈(L₂)의 굴절율
- <115> (식2) $v g2 < 29$
- <116> v g2:상기 제2렌즈(L₂)의 아베수
- <117> (식3) $TL/YIM < 11.0$
- <118> TL:최대렌즈계 전체 길이(최대돌출시의 렌즈계의 전체 길이)
- <119> YIM:상고(대각선의 절반분의 길이)
- <120> 상기 조건식1 및 조건식2는 제2렌즈(L₂)의 재료의 굴절율 및 아베수의 범위(분산의 범위)를 나타내는 것이며, 이들 2개의 조건식을 만족함으로써 비교적 굴절율이 높은 주위의 렌즈와의 정합성이 양호하게 되고, 여러가지 수차 및 해상성능을 양호한 것으로 할 수 있다.
- <121> 또한, 상기 조건식3은 렌즈계의 전체 길이가 최대돌출시에 있어서도 충분한 콤팩트성이 얻어지도록 하기 위한

범위를 규정하는 것이다.

- <122> 즉, 이들 3개의 조건식을 동시에 만족함으로써, 렌즈계의 컴팩트화를 도모하면서 여러가지 수차 및 해상성능을 양호한 것으로 할 수 있다.
- <123> 또한, 제1렌즈군(G₁) 중의 색수차를 양호하게 하기 위해서는 하기 조건식19를 만족하는 것이 보다 바람직하다.
- <124> (식19) $v_{g1} - v_{g2} > 22$
- <125> v_{g1} : 제1렌즈(L₁)의 아베수
- <126> v_{g2} : 제2렌즈(L₂)의 아베수
- <127> 여기서, 제1렌즈(L₁)는 물체측에 볼록면을 갖는, 양면이 구면으로 된 메니스커스형상의 유리 렌즈로 구성하고, 상기 제2렌즈(L₂)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면을 갖는 플라스틱 렌즈로 구성하는 것이 바람직하다.
- <128> 상술한 바와 같이 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)을 이동시켜서 주밍을 행하도록 한 경우, 이들 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)의 파워가 커지도록 설정된다. 따라서, 플라스틱 렌즈를 사용하면서 렌즈 전체 길이를 작게 하기 위해서는, 온도 등 변화시의 핀트 이동량을 작게 억제하고, 또 포커스 렌즈군은 이동량이 작아도 상면 위의 핀트 이동량을 크게 보정할 수 있도록 설정할 필요가 있다. 이 경우, 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)에 포함되는 플라스틱 렌즈가 온도 등의 변화에 의한 핀트 위치의 변동에 크게 영향을 주므로, 그 플라스틱 렌즈가 그 렌즈군 중에서 가장 파워가 작은 렌즈로 되도록 설정하는 것이 바람직하다.
- <129> 그래서, 제1렌즈군(G₁)은 물체측으로부터 순서대로, 유리제 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁), 적어도 어느 하나의 면에 비구면을 갖는 플라스틱제 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되어 있다. 이것에 의해 제1렌즈(L₁)를 플라스틱 렌즈로 한 경우에 비해서, 플라스틱 렌즈가 담당하는 파워를 작게 할 수 있고, 제1렌즈군(G₁) 전체의 파워의 온도 등에 의한 변화를 작게 함으로써 핀트 이동량 및 제1렌즈군(G₁)의 유효지름의 변화량이 작고, 전체 길이가 작으며, 또 제1렌즈군(G₁)의 외경이 작은 렌즈를 구성할 수 있게 된다. 또, 플라스틱 렌즈를 제2렌즈(L₂)로 함으로써 광각단과 망원단에 있어서의 유효지름의 변화를 작게 할 수 있고, 온도 등의 변화에 수반되는 구면수차의 변동을 작게 할 수 있게 된다.
- <130> 또한, 상기 제3렌즈(L₃)와 상기 제4렌즈(L₄)는 각각 양면이 구면으로 된 유리 렌즈로 구성하는 것이 바람직하다.
- <131> 또한, 상기 제3렌즈(L₃)는 양 볼록 렌즈에 의해 구성해도 된다.
- <132> 또한, 상기 제6렌즈(L₆)는 비구면을 갖는 포지티브의 플라스틱 렌즈에 의해 구성되고, 또 이하의 조건식4를 만족하는 것이 바람직하다.
- <133> (식4) $|fps/ft| > 0.6$
- <134> fps:플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 것
- <135> ft:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리
- <136> 상기 조건식4는 렌즈 전체 계의 망원단에 있어서의 초점거리에 대한 플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 초점거리의 비를 규정하는 것이다.
- <137> 플라스틱 렌즈는 유리 렌즈에 비해서 온도나 습도 등의 환경의 변화에 따른 파워의 변화가 크다. 한편, 줌 렌즈는 주밍시에 각 렌즈군의 상대 위치가 변화되므로 온도나 습도 등의 환경의 변화에 따라 상면 만곡량이 변화되고, 주변의 해상성도 크게 변화된다.
- <138> 따라서, 상기 조건식4를 만족함으로써 어느 렌즈군에 있거나 플라스틱 렌즈의 초점거리가 소정값이상으로 되도록, 즉 어느 렌즈군에 있거나 플라스틱 렌즈의 파워가 소정값이하로 되도록 설정하고, 온도나 습도 등의 환경의 변화에 수반되는 상면 만곡량의 변화를 억제하고, 주변의 해상성의 변화를 억제한다.
- <139> 또한, 이하의 조건식5를 만족하는 것이 바람직하다(실시예1, 3, 4, 5만 만족하고 있음).

- <140> (식5) $| P_{p12} \times f_t | < 10$
- <141> P_{p12} : 제1렌즈군(G_1) 및 제2렌즈군(G_2)에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($P_{p12} \times f_t = \sum f_t / f_{pi}$; f_{pi} 는 제i플라스틱 렌즈의 초점거리)
- <142> f_t : 망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리
- <143> 상기 조건식5는 제1렌즈군(G_1) 및 제2렌즈군(G_2)에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합과, 렌즈 전체 계의 망원단에 있어서의 초점거리의 곱의 범위를 규정하는 것이다.
- <144> 본 실시형태의 결상 변배 광학계에 있어서는, 주밍시에 있어서 제1렌즈군(G_1)과 제2렌즈군(G_2)이 이동하도록 구성되어 있고, 제1렌즈군(G_1)과 제2렌즈군(G_2)의 파워가 커지도록 설정되어 있다. 따라서, 제1렌즈군(G_1)과 제2렌즈군(G_2)에 포함되는 플라스틱 렌즈의 파워의 대소가 온도나 습도 등의 환경의 변화에 수반되는 핀트 위치의 변동에 크게 영향을 준다. 그래서, 상기 조건식5를 만족함으로써 온도나 습도 등의 환경의 변화에 수반되는 핀트 어긋남량을 억제하고, 포커싱시에 있어서의 렌즈군의 이동량이 작아지도록 하고 있다.
- <145> 이러한 관점에서, 상기 조건식5 대신에 하기 조건식5'를 만족하는 것이 보다 바람직하다(실시예3만 만족하고 있음).
- <146> (식5') $| P_{p12} \times f_t | < 0.1$
- <147> 다음에, 본 발명의 제2의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계에 대하여 설명한다.
- <148> 제2의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계는 상기 제1의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계와 중복되는 구성을 많이 갖고 있으므로, 특징적인 부분만을 이하에 열거한다.
- <149> 즉, 제2의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군(G_1), 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군(G_2), 및 수차보정용 제3렌즈군(G_3)을 배열해서 이루어지고, 제1렌즈군(G_1)은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L_1)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L_2)에 의해 구성되며, 제2렌즈군(G_2)은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L_3)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L_4)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L_5)에 의해 구성되고, 제3렌즈군(G_3)은 수차보정용 제6렌즈(L_6)로 구성되며, 또 제1렌즈(L_1)는 유리 렌즈로 이루어지고, 제2렌즈(L_2)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면을 갖는 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 제3렌즈(L_3)는 양면이 구면으로 된 양 볼록의 유리 렌즈로 이루어지고, 제5렌즈(L_5)는 적어도 어느 한면이 비구면으로 된 메니스커스형상의 플라스틱 렌즈로 이루어지며, 제6렌즈(L_6)는 포지티브 렌즈로 이루어지고, 주밍은 제1렌즈군(G_1)과 제2렌즈군(G_2)이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지며, 또 하기의 조건식6 및 7을 만족하도록 구성되어 있다.
- <150> (식6) $| fg_2 / f_1g | > 1.8$
- <151> fg_2 : 제2렌즈(L_2)의 초점거리
- <152> f_1g : 제1렌즈군(G_1) 전체의 합성 초점거리
- <153> (식7) $X_p < 73.0$
- <154> X_p : 제2렌즈(L_2)의 플라스틱 재료의 굴절율을 N_{p2} , 아베수를 v_{p2} 로 했을 때의 $N_{p2} \times N_{p2} \times v_{p2}$ 의 값
- <155> 플라스틱 렌즈는 유리 렌즈에 비해 온도나 습도 등의 환경의 변화에 따른 파워의 변화가 크다. 그래서, 제1렌즈군(G_1)은 물체측으로부터 순서대로, 유리제 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L_1), 적어도 어느 하나의 면에 비구면을 갖는 플라스틱제 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L_2)에 의해 구성된다.
- <156> 또한, 상기 조건식6을 만족함으로써, 제1렌즈(L_1)를 플라스틱 렌즈로 한 경우에 비해 플라스틱 렌즈가 담당하는 파워를 작게 함과 아울러, 제1렌즈군(G_1) 전체의 온도 등에 의한 파워의 변화를 작게 함으로써 핀트 이동량 및 제1렌즈군(G_1)의 유효지름의 변화량이 작고, 전체 길이가 작으며, 또 제1렌즈군(G_1)의 외경이 작은 렌즈를 구성

할 수 있게 된다. 또, 플라스틱 렌즈를 제2렌즈(L₂)로 함으로써 광각단과 망원단에 있어서의 유효지름의 변화를 작게 할 수 있고, 온도 등의 변화에 수반되는 구면수차의 변동을 작게 할 수 있게 된다.

<157> 또한, 상기 조건식7은 제1렌즈군(G₁)의 색수차의 보정을 양호하게 할 수 있는 범위를 특정하기 위한 조건을 규정한 것이다. 이것은 제1렌즈군(G₁) 중의 제2렌즈(L₂)에 플라스틱 렌즈를 사용함으로써 발생하는 색수차를 보정하기 위해 유효하게 되는 것이다.

<158> 종래부터 존재하고 있는 굴절율이 1.6이하인 플라스틱 재료의 것으로는, 실제로 렌즈로서 이용함에 있어서는 내부 변형이 지나치게 크고, 큰 복굴절이 발생하여 고해상도를 달성하는 것이 곤란했다. 그러나, 최근 굴절율이 1.6이상인 플라스틱 재료의 것으로도 내부 변형이 작은 것이 개발되었으므로, 본원 발명자는 제1렌즈군(G₁) 중의 볼록 렌즈인 제2렌즈(L₂)에, 이러한 내부 변형이 작은 플라스틱 재료를 사용하는 것을 상기하기에 이른 것이다. 그리고, 이러한 내부 변형이 작은 플라스틱 재료의 범위는 조건식7에 의해 특정할 수 있으므로, 이 조건식7을 만족하도록 구성함으로써 색수차를 양호한 것으로 할 수 있다.

<159> 또한, 이러한 관점에서, 상기 조건식7 대신에 하기 조건식7'를 만족하는 것이 보다 바람직하다(실시예1, 3, 4, 5만 만족하고 있음).

<160> $(식7')X_p < 70.0$

<161> 또, 하기 조건식7''를 만족하는 것이 더욱 바람직하다(실시예5만 만족하고 있음).

<162> $(식7'')X_p < 69.0$

<163> 또한, 상기 조건식7 또는 7'를 만족하는 재료를 다른 렌즈(예를 들면, 제4렌즈(L₄), 제5렌즈(L₅) 또는 제6렌즈(L₆) 등)에 적용할 수도 있다.

<164> 또, 제1렌즈(L₁)는 양면이 구면으로 되고, 제2렌즈(L₂)는 하기의 조건식8을 만족하는 것이 바람직하다(실시예1, 2, 3, 4만 만족하고 있음).

<165> $(식8)fg_2/fw > 3.8$

<166> fg₂: 제2렌즈(L₂)의 초점거리

<167> fw: 광각단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

<168> 상기 조건식8은 제2렌즈(L₂)의 초점거리에 대한 광각단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리를 규정하는 것이며, 이 조건식의 하한을 하회하면, 고온으로 되었을 때에 광각단측에서의 구면수차가 지나치게 언더(under)로 되어서 결상영역 전체의 성능이 저하되어 버린다.

<169> 또한, 제4렌즈(L₄)는 양면이 구면으로 되어 이루어지고, 또 하기의 조건식9를 만족하는 것이 바람직하다.

<170> $(식9) | f_{2gp}/f_{2g} | > 1.2$

<171> f_{2gp}: 제2렌즈군(G₂) 중의 플라스틱 렌즈의 초점거리

<172> f_{2g}: 제2렌즈군(G₂)의 합성 초점거리

<173> 줌 렌즈는 주밍시에 각 렌즈군의 상대 위치가 변화되므로, 온도나 습도 등의 환경의 변화에 따라 상면 만곡량이 변화되고, 주변의 해상성도 크게 변화된다. 따라서, 각각의 위치에서 온도나 습도 등의 환경의 변화에 수반되는 상면 만곡의 변화를 가능한 한 작게 하기 위해서는, 가장 이동량이 큰 제2렌즈군(G₂)의 합성 초점거리에 대한, 제2렌즈군(G₂) 중의 플라스틱 렌즈의 초점거리의 비율 크게 하는 것이 유효하다. 이 때문에, 상기 조건식9를 만족함으로써 온도나 습도 등의 환경의 변화에 수반되는 상면 만곡의 변화를 작게 하도록 하고 있다. 즉, 상기 조건식9의 하한을 하회하면 온도나 습도 등의 환경의 변화에 수반되는 상면 만곡이 지나치게 커져버린다.

<174> 또한, 이러한 관점에서, 상기 조건식9 대신에 하기 조건식9'를 만족하는 것이 보다 바람직하다(실시예1, 3, 4만 만족하고 있음).

- <175> (식9') $|f_{2gp}/f_{2g}| > 2.0$
- <176> 또, 하기 조건식18을 만족하는 것이 보다 바람직하다.
- <177> (식18) $f_{3G}/f_w > 1.8$
- <178> f_{3G} : 제3렌즈군(G_3)의 초점거리
- <179> f_w : 광각단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리
- <180> 상기 조건식18은 제3렌즈군(G_3)을 구성하는 제6렌즈(L_6)의 파워를 규정하는 것으로, 이 하한을 하회하면 광각단에서의 사출각도가 지나치게 커져버린다.
- <181> 다음에, 본 발명의 제3의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계에 대하여 설명한다.
- <182> 제3의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계에 있어서도, 상기 제1의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계와 중복되는 구성을 많이 갖고 있으므로 특징적인 부분만을 이하에 열거한다. 또, 본 실시형태에는 하기 실시예3의 구성의 것은 포함되지 않는다.
- <183> 즉, 제3의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군(G_1), 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군(G_2), 및 수차보정용 제3렌즈군(G_3)을 배열해서 이루어지고, 제1렌즈군(G_1)은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L_1)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L_2)에 의해 구성되며, 제2렌즈군(G_2)은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L_3)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L_4)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L_5)에 의해 구성되고, 제3렌즈군(G_3)은 수차보정용 제6렌즈(L_6)로 구성되며, 상기 3개의 렌즈군의 각각에 플라스틱 렌즈가 배치되어 있고, 주밍은 제1렌즈군(G_1)과 제2렌즈군(G_2)이 각각 독립적으로 광축 위치를 이동함으로써 이루어지며, 포커싱은 제1렌즈군(G_1)과 제2렌즈군(G_2)이 일체적으로 광축 위치를 이동함으로써 이루어지고, 또 하기의 조건식10, 11(실시예 1, 3, 4, 5만 만족하고 있음) 및 12를 만족하도록 구성되어 있다.
- <184> (식10) $|f_{2gp}/f_{2g}| > 1.2$
- <185> f_{2gp} : 제2렌즈군(G_2)의 플라스틱 렌즈의 초점거리
- <186> f_{2g} : 제2렌즈군(G_2)의 합성 초점거리
- <187> (식11) $|P_{p12} \times ft| < 1.0$
- <188> P_{p12} : 제1렌즈군(G_1) 및 제2렌즈군(G_2)에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($P_{p12} \times ft = \sum ft/f_{pi}$; f_{pi} 는 제i플라스틱 렌즈의 초점거리)
- <189> ft : 망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리
- <190> (식12) $X_p < 73.0$
- <191> X_p : 제1렌즈군(G_1) 중의 플라스틱 렌즈의 재료의 굴절율을 N_{p2} , 아베수를 v_{p2} 로 했을 때의 $N_{p2} \times N_{p2} \times v_{p2}$ 의 값
- <192> 또한, 조건식10은 상기 조건식9와 같은 의미를 갖고, 조건식11은 상기 조건식5와 같은 의미를 가지며, 조건식12는 상기 조건식7과 같은 의미를 갖는다.
- <193> 또한, 상기 조건식10 대신에 하기 조건식10'를 만족하는 것이 보다 바람직하다(실시예1, 3, 4만 만족하고 있음).
- <194> (식10') $|f_{2gp}/f_{2g}| > 2.0$
- <195> 또한, 상기 조건식11 대신에 하기 조건식11'를 만족하는 것이 보다 바람직하다(실시예3만 만족하고 있음).
- <196> (식11') $|P_{p12} \times ft| < 0.1$

- <197> 또한, 상기 조건식12 대신에 하기 조건식12'를 만족하는 것이 보다 바람직하다(실시예1, 3, 4, 5만 만족하고 있음).
- <198> (식12') $X_p < 70.0$
- <199> 또한, 하기 조건식12''를 만족하는 것이 더욱 바람직하다(실시예5만 만족하고 있음).
- <200> (식12'') $X_p < 69.0$
- <201> 또한, 제1렌즈군(G₁) 중의 플라스틱 렌즈가 제2렌즈(L₂)이며, 제2렌즈군(G₂) 중의 플라스틱 렌즈가 제5렌즈(L₅)인 것이 바람직하다.
- <202> 다음에, 본 발명의 제4의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계에 대하여 설명한다.
- <203> 제4의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계에 있어서도, 상기 제1의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계와 중복되는 구성을 많이 갖고 있으므로 특징적인 부분만을 이하에 열거한다.
- <204> 즉, 제4의 실시형태에 따른 결상 변배 광학계는 물체측으로부터 순서대로, 네거티브의 굴절력을 갖는 제1렌즈군(G₁), 포지티브의 굴절력을 갖는 제2렌즈군(G₂), 및 수차보정용 제3렌즈군(G₃)을 배열해서 이루어지고, 제1렌즈군(G₁)은 물체측으로부터 순서대로, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제1렌즈(L₁)와, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제2렌즈(L₂)에 의해 구성되며, 제2렌즈군(G₂)은 물체측으로부터 순서대로, 포지티브 렌즈로 이루어지는 제3렌즈(L₃)와, 네거티브 렌즈로 이루어지는 제4렌즈(L₄)와, 비구면을 갖는 수차보정용 제5렌즈(L₅)에 의해 구성되고, 제3렌즈군(G₃)은 수차보정용 제6렌즈(L₆)로 구성되며, 제1렌즈(L₁)는 물체측에 볼록면으로 이루어지고, 제2렌즈(L₂)는 물체측에 비구면으로 이루어지는 볼록면으로 이루어지며, 제3렌즈(L₃)는 양면이 구면으로 된 양 볼록 렌즈로 이루어지고, 주밍은 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지며, 또한 하기의 조건식13, 14 및 15를 만족하도록 구성되어 있다. 또, 조건식15에 대해서는 실시예3, 4, 5만 만족하고 있다.
- <205> (식13) $Ng_2 > 1.6$
- <206> Ng₂: 제2렌즈(L₂)의 굴절율
- <207> (식14) $v_{g2} < 29$
- <208> v_{g2}: 제2렌즈(L₂)의 아베수
- <209> (식15) $0.23 \leq D_s/D \leq 0.5$
- <210> D_s: 제4렌즈(L₄)와 제5렌즈(L₅)의 간격
- <211> D: 제2렌즈군(G₂)의 가장 물체측의 렌즈면에서부터 가장 상측의 렌즈면까지의 광축 위의 거리
- <212> 또한, 조건식13은 상기 조건식1과 같은 의미를 갖고, 조건식14는 상기 조건식2와 같은 의미를 갖는다. 또, 상기 조건식15는 제2렌즈군(G₂)의 전체 길이에 대한 제4렌즈(L₄)와 제5렌즈(L₅)의 간격을 규정하는 것이며, 이 상한을 상회하면 제2렌즈군(G₂)의 두께가, 간격이 작을 경우에 비해 명확히 지나치게 커져서 제2렌즈군(G₂)의 이동량(스트로크)에 영향을 끼쳐버린다. 스트로크가 지나치게 작아지면 수차적인 성능이 열화되고, 스트로크를 유지하고자 하면 전체 길이가 지나치게 커져버린다. 한편, 하한을 하회하면, 충분한 기능을 갖는 셔터를 삽입하는 것이 곤란하게 된다. 또, 예를 들면 렌즈군과 렌즈군 사이에 셔터를 삽입하고자 하면, 줌비가 지나치게 작아지거나, 전체 길이가 지나치게 커져버린다.
- <213> 또한, 제1렌즈군(G₁) 중의 색수차를 양호하게 하기 위해서는 하기 조건식20을 만족하는 것이 보다 바람직하다.
- <214> (식20) $v_{g1} - v_{g2} > 22$
- <215> v_{g1}: 제1렌즈(L₁)의 아베수
- <216> v_{g2}: 제2렌즈(L₂)의 아베수

<217> 또한, 제1렌즈(L₁)는 양면이 구면으로 된 네거티브의 메니스커스형상의 유리 렌즈이며, 제2렌즈(L₂)는 플라스틱 렌즈로 이루어지고, 제3렌즈(L₃) 및 제4렌즈(L₄)는 양면이 구면으로 된 유리 렌즈로 이루어지며, 제3렌즈(L₃)와 제4렌즈(L₄)는 서로 접합되어서 이루어지고, 제5렌즈(L₅)는 플라스틱 렌즈로 이루어지는 것이 바람직하다.

<218> 또한, 제6렌즈(L₆)는 포지티브의 플라스틱 렌즈로 이루어지고, 포커싱은 제1렌즈군(G₁) 및 제2렌즈군(G₂)이 일체적으로 이동함으로써 이루어지며, 또 이하의 조건식16을 만족하는 것이 바람직하다.

<219> (식16) $|f_{ps}/f_t| > 0.6$

<220> f_{ps}:플라스틱 렌즈의 초점거리 중 최소의 것

<221> f_t:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

<222> 또한, 조건식16은 상기 조건식4와 같은 의미를 갖는다.

<223> 또한, 이하의 조건식17을 만족하는 것이 바람직하다(실시예1, 3, 4, 5만 만족하고 있음).

<224> (식17) $|P_{p12} \times f_t| < 10$

<225> P_{p12}:제1렌즈군(G₁) 및 제2렌즈군(G₂)에 포함되는 플라스틱 렌즈 각각의 초점거리 역수의 합($P_{p12} \times f_t = \sum f_t/f_{pi}$; f_{pi}는 제1플라스틱 렌즈의 초점거리)

<226> f_t:망원단에 있어서의 렌즈 전체 계의 합성 초점거리

<227> 또한, 조건식17은 상기 조건식5와 같은 의미를 갖는다.

<228> 또한, 상기 조건식17 대신에 하기 조건식17'를 만족하는 것이 보다 바람직하다(실시예3만 만족하고 있음).

<229> (식17') $|P_{p12} \times f_t| < 0.1$

<230> 또한, 상기 각 비구면은 하기 비구면식에 의해 나타내어진다.

<231>
$$Z(r) = \frac{r^2/R}{1 + \sqrt{1 - K \times r^2/R^2}} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} r^{2i}$$

<232> 단,

<233> Z(r):광축으로부터 거리(r)($r^2 = x^2 + y^2$)의 비구면상의 점으로부터 비구면 정상점의 접평면(광축에 수직인 평면)에 내린 수직선의 길이

<234> R:비구면의 광축 근방의 곡률 반경

<235> K:이심율

<236> A_{2i}:비구면계수(i=2~5)

<237> 또한, 상술한 결상 변배 광학계는 이 결상 변배 광학계에 의해 결상된 피사체의 상을 촬상하는 고체촬상소자와 함께, 예를 들면 디지털 카메라나 휴대전화 등의 모바일 기기 등의 각종 촬상장치에 탑재된다. 이러한 촬상장치는 컴팩트성이 뛰어나고, 여러 상황에 있어서 고해상의 화상을 얻을 수 있다.

<238> <실시예1>

<239> 이하, 본 발명의 실시예1에 따른 결상 변배 광학계의 구체적 구성에 대하여 설명한다.

<240> 실시예1에 따른 결상 변배 광학계를 구체적으로 설명하면 제1렌즈군(G₁)은 물체측으로부터 순서대로, 상측에 곡률이 큰 오목면의 네거티브의 메니스커스형상을 갖는 유리제 제1렌즈(L₁), 및 물체측에 곡률이 큰 볼록면을 갖는, 광축 부근에 있어서 포지티브의 메니스커스형상을 갖는 플라스틱제 제2렌즈(L₂)로 이루어진다. 또, 제2렌즈(L₂)의 양면은 상기 비구면식으로 나타내어지는 비구면으로 되어 있다.

<241> 제2렌즈군(G₂)은 물체측으로부터 순서대로, 양면이 볼록형상의 구면으로 된 유리제 제3렌즈(L₃), 물체측에 오목

면을 갖고, 양면이 구면으로 된 네거티브의 메니스커스형상을 갖는 유리제 제4렌즈(L₄), 및 물체측에 볼록면을 갖는, 광축 부근에 있어서 네거티브의 메니스커스형상을 갖는 플라스틱제 제5렌즈(L₅)로 이루어지며, 제3렌즈(L₃)과 제4렌즈(L₄)는 서로 렌즈면이 접합된 접합 렌즈로 되어 있다. 또, 제5렌즈(L₅)의 양면은 상기 비구면식으로 나타내어지는 비구면으로 되어 있다. 또한, 조리개(2)가 제3렌즈(L₃) 중에 배치되어 있다.

- <242> 제3렌즈군(G₃)은 상측에 오목면을 갖는 포지티브의 메니스커스형상을 갖는 플라스틱제 제6렌즈(L₆)로 이루어지고, 양면이 상기 비구면식으로 나타내어지는 비구면으로 되어 있다.
- <243> 또한, 주밍은 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)이 각각 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지는 한편, 제3렌즈군(G₃)은 고정으로 되고, 포커싱은 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)이 일체적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지는 한편, 제3렌즈군(G₃)은 고정으로 되도록 구성되어 있다.
- <244> 도 1의 하단에는 실시예1의 결상 변배 광학계에 대하여, 주밍시에 있어서의, 광각단으로부터 망원단에 이르는 각 렌즈군의 이동궤적(제3렌즈군(G₃)은 고정)이 실선으로 그려져 있다.
- <245> 또한, 상술한 실선으로 그려진 렌즈 이동궤적은 무한원 포커스시에 있어서의 이동궤적이며, 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)에 대하여 파선으로 그려진 렌즈 이동궤적은 지근 포커스시에 있어서의 이동궤적이다.
- <246> 실시예1에 따른 결상 변배 광학계에 관한 각 수치를 하기 표 1에 나타낸다.
- <247> 표 1의 상단에 각 렌즈면의 곡률 반경(R)(mm), 각 렌즈의 중심두께 및 각 렌즈사이의 공공간격(이하, 이들을 총칭해서 축상면간격이라고 함)(D)(mm), 각 렌즈의 d선에 있어서의, 굴절율(Nd) 및 아베수(v_d)의 값을 나타낸다.
- <248> 또한, 표 중의 숫자는 물체측으로부터 순서를 나타내는 것이다(표 2, 3, 4에 있어서 같음).
- <249> 또한, 표 1의 중단에 상술한 축상면간격(D)의 난에 있어서의 광각단(WIDE:1.0배), 중간위치(MIDDLE:1.6배) 및 망원단(TELE:2.11배)의 D₄ 및 D₁₀의 가변범위를 나타낸다.
- <250> 또한, 본 실시예에 있어서는 표 6에 나타내는 바와 같이, 상술한 조건식(1)~(14), (16)~(20), (7'), (9'), (10') 및 (12')는 모두 만족되어 있다(단, 식(1)과 식(13), 식(2)와 식(14), 식(4)와 식(16), 식(5)와 식(11)과 식(17), 식(7)과 식(12), 식(9)와 식(10), 식(19)와 식(20), 식(5')와 식(11')와 식(17'), 식(7')와 식(12'), 식(9')와 식(10'), 식(7'')와 식(12'')는 각각 서로 동일한 식으로 되어 있다:(본원 명세서 중의 다른 설명에 있어서도 같음)).
- <251> 또한, 표 1의 하단에, 상기 비구면식에 나타내어지는 비구면의 각 정수 K, A₄, A₆, A₈, A₁₀의 값을 나타낸다.

표 1

| 면 | R | D | Nd | νd |
|-------|----------|-----------------|---------|---------|
| 1 | 636.617 | 12.03 | 1.71300 | 53.9 |
| 2 | 75.001 | 32.07 | | |
| * 3 | 170.614 | 17.75 | 1.60398 | 27.2 |
| * 4 | 599.737 | D ₄ | | |
| STO 5 | ∞ | -5.73 | | |
| 6 | 74.026 | 63.26 | 1.57250 | 57.7 |
| 7 | -74.026 | 9.56 | 1.84666 | 23.8 |
| 8 | -183.297 | 18.97 | | |
| * 9 | 70.749 | 19.09 | 1.50842 | 56.4 |
| * 10 | 42.164 | D ₁₀ | | |
| * 11 | 131.859 | 43.13 | 1.50842 | 56.4 |
| * 12 | 226.193 | 20.04 | | |
| 13 | ∞ | 9.54 | 1.51680 | 64.2 |
| 14 | ∞ | 20.96 | | |

* 비구면

군간격

| | WIDE (1.0배) | MIDDLE (1.6배) | TELE (2.1배) |
|-----------------|----------------|------------------|----------------|
| D ₄ | 132.39 | 55.72 | 24.89 |
| D ₁₀ | 33.07 | 83.95 | 127.21 |

비구면계수

| | K | A ₄ | A ₆ | A ₈ | A ₁₀ |
|----|---------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 3 | 2.445 | -2.073 × 10 ⁻⁷ | 8.107 × 10 ⁻¹¹ | -4.654 × 10 ⁻¹⁴ | 1.626 × 10 ⁻¹⁸ |
| 4 | 117.983 | -3.236 × 10 ⁻⁷ | 3.388 × 10 ⁻¹² | -1.814 × 10 ⁻¹⁴ | -4.713 × 10 ⁻¹⁸ |
| 9 | -11.095 | 1.113 × 10 ⁻⁶ | -3.448 × 10 ⁻⁹ | 1.779 × 10 ⁻¹² | -5.325 × 10 ⁻¹⁶ |
| 10 | -1.010 | -6.919 × 10 ⁻⁷ | -8.149 × 10 ⁻¹⁰ | 3.703 × 10 ⁻¹³ | -6.788 × 10 ⁻¹⁷ |
| 11 | 2.651 | 2.681 × 10 ⁻⁷ | -6.890 × 10 ⁻¹¹ | 1.726 × 10 ⁻¹⁴ | -1.565 × 10 ⁻¹⁸ |
| 12 | 7.632 | 5.680 × 10 ⁻⁷ | -4.806 × 10 ⁻¹¹ | 4.249 × 10 ⁻¹⁵ | 4.854 × 10 ⁻¹⁸ |

<252>

<253>

도 6은 상기 실시예1에 따른 결상 변배 광학계의 광각단(1.0배) 및 망원단(2.11배)에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도이다. 또, 도 11은 실시예1에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배율색수차를 나타내는 수차도이다.

<254>

또한, 각 구면수차도에는 656nm, 546nm, 435nm에 있어서의 수차가 나타내어져 있고, 각 비점수차도에는 사지탈상면 및 탄젠셜 상면에 대한 수차가 나타내어져 있다(도 7, 도 8, 도 9, 도 10에 대해서도 같음). 이들 도 6, 도 11로부터 명확한 바와 같이, 실시예1에 따른 결상 변배 광학계에 의하면 줌 영역의 전체에 걸쳐서 양호한 수차보정이 이루어진다.

<255>

<실시예2>

<256>

다음에, 본 발명의 실시예2에 따른 결상 변배 광학계의 구체적 구성에 대하여 설명한다.

<257>

실시예2에 따른 결상 변배 광학계는 도 2에 나타내는 바와 같이, 상술한 실시예1과 거의 같은 렌즈 구성을 구비하고 있지만, 주로 제3렌즈(L₃)와 제4렌즈(L₄)가 모두 단(單) 렌즈로서 구성되고, 제4렌즈(L₄)가 플라스틱 렌즈로 구성되며, 그 양면은 상기 비구면식으로 나타내어지는 비구면으로 되고, 또 제6렌즈(L₆)는 개략 양 볼록형상으로 되어 있는 점에 있어서 상위하다.

<258>

또한, 다른 실시예에 있어서는 제3렌즈(L₃)와 제4렌즈(L₄)가 서로 접합되어 있으므로 양쪽 모두 유리체로 되어 있지만, 본 실시예에 있어서는 제3렌즈(L₃)와 제4렌즈(L₄)가 서로 근접하고는 있는 것이지만 각각 단독 렌즈로 되어 있으므로, 전자는 유리체, 후자는 플라스틱체로 할 수 있다. 또, 제4렌즈(L₄)로서는, 굴절율이 비교적 높은 재료를 사용하는 것이 색수차 보정의 관점에서 바람직하므로, 플라스틱 재료로서는 굴절율이 1.6이상으로 비교적 높고, 또 내부 변형이 낮은 재료의 것을 사용하도록 하고 있다.

- <259> 실시예2에 따른 결상 변배 광학계에 관한 각 수치를 하기 표 2에 나타낸다.
- <260> 표 2의 상단에 각 렌즈면의 곡률 반경R(mm), 각 렌즈의 축상면간격D(mm), 각 렌즈의 d선에 있어서의 굴절율(Nd) 및 아베수(ν_d)의 값을 나타낸다.
- <261> 또한, 표 2의 중단에 상술한 축상면간격(D)의 난에 있어서의 광각단(WIDE:1.0배), 중간위치(MIDDLE:1.5배) 및 망원단(TELE:2.11배)의 D_4 및 D_{11} 의 가변범위를 나타낸다.
- <262> 또한, 본 실시예에 있어서는 표 6에 나타내는 바와 같이, 상술한 조건식(1)~(4), (6)~(10), (12)~(14), (16), (18)~(20)이 만족되어 있다.
- <263> 또한, 표 2의 하단에, 상기 비구면식에 나타내어지는 비구면의 각 정수 K, A_4, A_6, A_8, A_{10} 의 값을 나타낸다.

표 2

| 면 | R | D | Nd | ν_d |
|-------|----------|----------|---------|---------|
| 1 | 400.688 | 12.37 | 1.71300 | 53.9 |
| 2 | 70.209 | 38.49 | | |
| * 3 | 200.133 | 21.02 | 1.60398 | 28.0 |
| * 4 | 550.665 | D_4 | | |
| STO 5 | ∞ | -4.91 | | |
| 6 | 69.421 | 60.05 | 1.58313 | 59.4 |
| 7 | -69.421 | 1.57 | | |
| * 8 | -67.924 | 9.82 | 1.60398 | 27.2 |
| * 9 | -282.329 | 15.02 | | |
| * 10 | 135.592 | 18.20 | 1.51006 | 55.9 |
| * 11 | 52.107 | D_{11} | | |
| * 12 | 682.799 | 33.17 | 1.51006 | 55.9 |
| * 13 | -154.165 | 10.00 | | |
| 14 | ∞ | 10.00 | 1.51680 | 64.2 |
| 15 | ∞ | 19.17 | | |

* 비구면

균간격

| | WIDE (1.0배) | MIDDLE (1.5배) | TELE (2.11배) |
|----------|----------------|------------------|-----------------|
| D_4 | 118.77 | 59.18 | 24.73 |
| D_{11} | 59.72 | 102.20 | 154.03 |

비구면계수

| | K | A_4 | A_6 | A_8 | A_{10} |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3 | 8.013 | -2.082×10^{-11} | 1.412×10^{-17} | -3.233×10^{-23} | 9.427×10^{-30} |
| 4 | 75.032 | -3.046×10^{-11} | 9.330×10^{-18} | -2.099×10^{-23} | 5.043×10^{-30} |
| 8 | 1.778 | -5.000×10^{-7} | -5.385×10^{-11} | 1.256×10^{-13} | 2.770×10^{-17} |
| 9 | -123.491 | -2.109×10^{-7} | -4.170×10^{-10} | -8.912×10^{-14} | 4.623×10^{-17} |
| 10 | -39.924 | 2.562×10^{-10} | -1.197×10^{-15} | 1.136×10^{-21} | -1.424×10^{-27} |
| 11 | -0.452 | 3.143×10^{-11} | -3.435×10^{-18} | -1.741×10^{-23} | 2.210×10^{-28} |
| 12 | 6.139 | 1.343×10^{-7} | 1.493×10^{-11} | -6.641×10^{-15} | 9.588×10^{-19} |
| 13 | 0.822 | 6.492×10^{-7} | -1.106×10^{-10} | 1.087×10^{-14} | 2.632×10^{-20} |

- <264>
- <265> 도 7은 상기 실시예2에 따른 결상 변배 광학계의 광각단(1.0배) 및 망원단(2.11배)에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도이다. 또, 도 12는 실시예2에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배율색수차를 나타내는 수차도이다. 이들 도 7, 도 12로부터 명확한 바와 같이, 실시예2에 따른 결상 변배 광학계에 의하면 줌 영역의 전체에 걸쳐 양호한 수차보정이 이루어진다.
- <266> <실시예3>
- <267> 다음에, 본 발명의 실시예3에 따른 결상 변배 광학계의 구체적 구성에 대하여 설명한다.
- <268> 실시예3에 따른 결상 변배 광학계는 도 3에 나타내는 바와 같이, 상술한 실시예1과 거의 같은 렌즈 구성을 구비

하고 있지만, 주로 제6렌즈(L₆)가 굴곡된 렌즈형상으로 되고, 광축 위에 있어서 물체측에 오목면을 갖는 포지티브의 메니스커스형상으로 되어 있는 점에 있어서 상위하다.

- <269> 실시예3에 따른 결상 변배 광학계에 관한 각 수치를 하기 표 3에 나타낸다.
- <270> 표 3의 상단에 각 렌즈면의 곡률 반경R(mm), 각 렌즈의 축상면간격D(mm), 각 렌즈의 d선에 있어서의 굴절율(Nd) 및 아베수 ν_d의 값을 나타낸다.
- <271> 또한, 표 3의 중단에 상술한 축상면간격(D)의 난에 있어서의 광각단(WIDE:1.0배), 중간위치(MIDDLE:1.4배) 및 망원단(TELE:2.85배)의 D₄ 및 D₁₀의 가변범위를 나타낸다.
- <272> 또한, 본 실시예에 있어서는 표 6에 나타내는 바와 같이, 상술한 조건식(1)~(20), (5'), (7'), (9')~(11'), (12') 및 (17')는 모두 만족되어 있다.
- <273> 또한, 표 3의 하단에 상기 비구면식에 나타내어지는 비구면의 각 정수K, A₄, A₆, A₈, A₁₀의 값을 나타낸다.

표 3

| 면 | R | D | Nd | ν _d |
|-------|-----------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 639.649 | 12.39 | 1.75500 | 52.3 |
| 2 | 72.504 | 27.07 | | |
| * 3 | 121.348 | 18.28 | 1.60398 | 27.2 |
| * 4 | 206.789 | D ₄ | | |
| STO 5 | ∞ | -5.90 | | |
| 6 | 80.180 | 38.20 | 1.75500 | 52.3 |
| 7 | -218.887 | 9.61 | 1.92286 | 18.9 |
| 8 | -2702.050 | 24.58 | | |
| * 9 | 117.808 | 19.66 | 1.50842 | 56.4 |
| * 10 | 73.251 | D ₁₀ | | |
| * 11 | -168.607 | 28.92 | 1.50842 | 56.4 |
| * 12 | -64.461 | 5.90 | | |
| 13 | ∞ | 9.83 | 1.51680 | 64.2 |
| 14 | ∞ | 14.64 | | |

* 비구면

군간격

| | WIDE (1.0배) | MIDDLE (1.4배) | TELE (2.85배) |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------|
| D ₄ | 112.66 | 67.76 | 10.64 |
| D ₁₀ | 81.13 | 114.59 | 235.89 |

비구면계수

| | K | A ₄ | A ₆ | A ₈ | A ₁₀ |
|----|---------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 3 | 2.424 | -6.827 × 10 ⁻¹¹ | 2.534 × 10 ⁻¹⁷ | -2.400 × 10 ⁻²³ | -2.315 × 10 ⁻²⁹ |
| 4 | 14.706 | -9.667 × 10 ⁻¹¹ | 1.910 × 10 ⁻¹⁷ | -2.583 × 10 ⁻²³ | -4.132 × 10 ⁻²⁹ |
| 9 | -28.951 | 6.388 × 10 ⁻⁷ | -2.647 × 10 ⁻⁹ | 1.805 × 10 ⁻¹² | -7.383 × 10 ⁻¹⁶ |
| 10 | -4.164 | 7.889 × 10 ⁻⁷ | -6.068 × 10 ⁻¹⁰ | 1.402 × 10 ⁻¹³ | 3.452 × 10 ⁻¹⁸ |
| 11 | -2.974 | 8.745 × 10 ⁻¹¹ | 1.801 × 10 ⁻¹⁷ | -2.263 × 10 ⁻²³ | 4.258 × 10 ⁻³⁰ |
| 12 | -3.422 | 1.414 × 10 ⁻¹⁰ | 9.217 × 10 ⁻¹⁸ | -2.348 × 10 ⁻²³ | 3.468 × 10 ⁻³⁰ |

- <274>
- <275> 도 8은 상기 실시예3에 따른 결상 변배 광학계의 광각단(1.0배) 및 망원단(2.85배)에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도이다. 또, 도 13은 실시예3에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배울색수차를 나타내는 수차도이다. 이들 도 8, 도 13으로부터 명확한 바와 같이, 실시예3에 따른 결상 변배 광학계에 의하면 줌 영역의 전체에 걸쳐서 양호한 수차보정이 이루어진다.
- <276> <실시예4>
- <277> 다음에, 본 발명의 실시예4에 따른 결상 변배 광학계의 구체적 구성에 대하여 설명한다.
- <278> 실시예4에 따른 결상 변배 광학계는 도 4에 나타내는 바와 같이, 상술한 실시예1과 거의 같은 렌즈 구성을 구비

하고 있지만, 주로 제6렌즈(L₆)가 굴곡된 렌즈형상으로 되고, 광축 위에 있어서 물체측에 오목면을 갖는 포지티브의 메니스커스형상으로 되어 있는 점에 있어서 상위하다.

- <279> 또한, 본 실시예에 있어서는 조리개(2)가 제4렌즈(L₄)의 상측의 면의 근방에 배치되어 있다. 이렇게, 조리개(2)가 렌즈군 내에 배치됨과 아울러, 개구(S)가 비교적 조리개(2)에 근접한 위치에 배치될 경우에는 세이딩을 감소시킬 수 있게 된다.
- <280> 실시예4에 따른 결상 변배 광학계에 관한 각 수치를 하기 표 4에 나타낸다.
- <281> 표 4의 상단에 각 렌즈면의 곡률 반경R(mm), 각 렌즈의 축상면간격D(mm), 각 렌즈의 d선에 있어서의 굴절율(Nd) 및 아베수(ν_d)의 값을 나타낸다.
- <282> 또한, 표 4의 중단에 상술한 축상면간격(D)의 난에 있어서의 광각단(WIDE:1.0배), 중간위치(MIDDLE:1.4배) 및 망원단(TELE:2.85배)의 D₄ 및 D₁₀의 가변범위를 나타낸다.
- <283> 또한, 본 실시예에 있어서는 표 6에 나타내는 바와 같이, 상술한 조건식(1)~(20), (7'), (9'), (10') 및 (12')는 모두 만족되어 있다.
- <284> 또한, 표 4의 하단에 상기 비구면식에 나타내어지는 비구면의 각 정수 K, A₄, A₆, A₈, A₁₀의 값을 나타낸다.

표 4

| 면 | R | D | Nd | ν _d |
|---------|-----------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 523.551 | 12.89 | 1.75908 | 51.9 |
| 2 | 84.646 | 28.65 | | |
| * 3 | 125.636 | 34.03 | 1.60398 | 27.2 |
| * 4 | 228.219 | D ₄ | | |
| S | ∞ | -6.14 | | |
| 6 | 81.526 | 41.14 | 1.75350 | 52.4 |
| 7 | -296.334 | 10.00 | 2.24257 | 17.3 |
| (STO) 8 | -1789.626 | 25.59 | | |
| * 9 | 111.029 | 20.46 | 1.50867 | 56.4 |
| * 10 | 61.078 | D ₁₀ | | |
| * 11 | -383.579 | 39.97 | 1.50842 | 56.4 |
| * 12 | -157.519 | 21.49 | | |
| 13 | ∞ | 10.23 | 1.51680 | 64.2 |
| 14 | ∞ | 14.40 | | |

* 비구면

군간격

| | WIDE (1.0배) | MIDDLE (1.4배) | TELE (2.85배) |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------|
| D ₄ | 174.61 | 103.20 | 12.36 |
| D ₁₀ | 47.57 | 74.38 | 171.58 |

비구면계수

| | K | A ₄ | A ₆ | A ₈ | A ₁₀ |
|----|---------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 3 | 2.408 | -3.165 × 10 ⁻⁷ | 9.527 × 10 ⁻¹¹ | -2.262 × 10 ⁻¹⁴ | 2.199 × 10 ⁻¹⁸ |
| 4 | 10.202 | -3.939 × 10 ⁻⁷ | 1.100 × 10 ⁻¹⁰ | -2.935 × 10 ⁻¹⁴ | 2.921 × 10 ⁻¹⁸ |
| 9 | -27.854 | 4.877 × 10 ⁻³ | -7.671 × 10 ⁻³ | 1.707 × 10 ⁻³ | -2.278 × 10 ⁻⁴ |
| 10 | -2.776 | 6.609 × 10 ⁻³ | -1.821 × 10 ⁻³ | 1.973 × 10 ⁻⁴ | 1.049 × 10 ⁻⁷ |
| 11 | 31.365 | 3.662 × 10 ⁻⁷ | -7.335 × 10 ⁻¹² | -1.692 × 10 ⁻¹⁵ | 2.262 × 10 ⁻¹⁸ |
| 12 | -0.703 | 2.090 × 10 ⁻⁷ | 5.187 × 10 ⁻¹¹ | -1.708 × 10 ⁻¹⁴ | 2.666 × 10 ⁻¹⁸ |

<285>

<286> 도 9는 상기 실시예4에 따른 결상 변배 광학계의 광각단(1.0배) 및 망원단(2.85배)에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도이다. 또, 도 14는 실시예4에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배율색수차를 나타내는 수차도이다. 이들 도 9, 도 14로부터 명확한 바와 같이, 실시예4에 따른 결상 변배 광학계에 의하면 줌 영역의 전체에 걸쳐서 양호한 수차보정이 이루어진다.

- <287> <실시예5>
- <288> 다음에, 본 발명의 실시예5에 따른 결상 변배 광학계의 구체적 구성에 대하여 설명한다.
- <289> 실시예5에 따른 결상 변배 광학계는 도 5에 나타내는 바와 같이, 상술한 실시예4와 거의 같은 렌즈 구성을 구비하고 있지만, 주로 제3렌즈(L₃)가 비구면(유리 몰드에 의함)을 구비하고 있는 점에 있어서 상위하다.
- <290> 실시예5에 따른 결상 변배 광학계에 관한 각 수치를 하기 표 5에 나타낸다.
- <291> 표 5의 상단에, 각 렌즈면의 곡률 반경R(mm), 각 렌즈의 축상면간격D(mm), 각 렌즈의 d선에 있어서의 굴절율(Nd) 및 아베수(ν_d)의 값을 나타낸다.
- <292> 또한, 표 5의 중단에 상술한 축상면간격(D)의 난에 있어서의 광각단(WIDE:1.0배), 중간위치(MIDDLE:1.6배) 및 망원단(TELE:2.99배)의 D₄ 및 D₁₁의 가변범위를 나타낸다.
- <293> 또한, 본 실시예에 있어서는 표 6에 나타내는 바와 같이, 상술한 조건식(1)~(7), (9)~(20), (7'), (7''), (12') 및 (12'')는 모두 만족되어 있다.
- <294> 또한, 표 5의 하단에 상기 비구면식에 나타내어지는 비구면의 각 정수 K, A₄, A₆, A₈, A₁₀의 값을 나타낸다.

표 5

| 면 | R | D | Nd | ν _d |
|-------|----------|-----------------|---------|----------------|
| 1 | 836.904 | 12.57 | 1.75500 | 52.3 |
| 2 | 84.372 | 27.92 | | |
| * 3 | 124.633 | 26.42 | 1.63000 | 23.0 |
| * 4 | 236.782 | D ₄ | | |
| STO 5 | ∞ | -5.98 | | |
| * 6 | 80.480 | 39.89 | 1.71638 | 54.4 |
| 7 | -186.619 | 0.20 | 1.71638 | 17.3 |
| 8 | -186.619 | 9.75 | 2.24257 | 17.3 |
| 9 | -394.611 | 44.08 | | |
| * 10 | 128.728 | 19.94 | 1.51825 | 55.0 |
| * 11 | 53.911 | D ₁₁ | | |
| * 12 | -426.222 | 30.30 | 1.51059 | 56.1 |
| * 13 | -132.806 | 20.94 | | |
| 14 | ∞ | 9.97 | 1.51680 | 64.2 |
| 15 | ∞ | 13.52 | | |

* 비구면

군간격

| | WIDE (1.0배) | MIDDLE (1.6배) | TELE (2.99배) |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------|
| D ₄ | 149.42 | 89.26 | 9.28 |
| D ₁₁ | 30.62 | 57.61 | 164.89 |

비구면계수

| | K | A ₄ | A ₆ | A ₈ | A ₁₀ |
|----|---------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 3 | 2.009 | -2.176 × 10 ⁻⁷ | 3.192 × 10 ⁻¹¹ | -1.048 × 10 ⁻¹⁴ | 1.319 × 10 ⁻¹⁸ |
| 4 | 8.150 | -2.517 × 10 ⁻⁷ | 1.682 × 10 ⁻¹¹ | -6.448 × 10 ⁻¹⁵ | 9.245 × 10 ⁻¹⁹ |
| 6 | 0.353 | 9.048 × 10 ⁻⁸ | -5.036 × 10 ⁻¹¹ | 7.478 × 10 ⁻¹⁴ | -3.188 × 10 ⁻¹⁷ |
| 10 | -28.080 | -1.732 × 10 ⁻⁶ | -3.672 × 10 ⁻¹⁰ | -2.665 × 10 ⁻¹³ | 1.071 × 10 ⁻¹⁶ |
| 11 | -5.136 | 1.057 × 10 ⁻⁶ | -1.140 × 10 ⁻⁹ | 4.389 × 10 ⁻¹³ | -4.435 × 10 ⁻¹⁷ |
| 12 | 27.665 | 4.569 × 10 ⁻⁷ | 1.498 × 10 ⁻¹¹ | -1.782 × 10 ⁻¹⁵ | 3.267 × 10 ⁻¹⁹ |
| 13 | 2.776 | 5.717 × 10 ⁻⁷ | 9.119 × 10 ⁻¹¹ | -2.303 × 10 ⁻¹⁴ | 2.647 × 10 ⁻¹⁸ |

- <295>
- <296> 도 10은 상기 실시예5에 따른 결상 변배 광학계의 광각단(1.0배) 및 망원단(2.99배)에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도이다. 또, 도 15는 실시예5에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배율색수차를 나타내는 수차도이다. 이들 도 10, 도 15로부터 명확한 바와 같이, 실

시예5에 따른 결상 변배 광학계에 의하면 줌 영역의 전체에 걸쳐서 양호한 수차보정이 이루어진다.

표 6

| | | 실시예 1 | 실시예 2 | 실시예 3 | 실시예 4 | 실시예 5 |
|--------------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | fw | 99.800 | 99.597 | 99.257 | 99.760 | 100.000 |
| | ft | 210.579 | 210.150 | 282.882 | 284.316 | 299.000 |
| | ft/fw | 2.110 | 2.110 | 2.850 | 2.850 | 2.990 |
| | TL | 426.136 | 422.752 | 449.709 | 474.915 | 429.557 |
| | YIM | 71.430 | 71.384 | 71.822 | 74.770 | 72.863 |
| | fg2 | 385.361 | 504.602 | 445.950 | 407.595 | 378.733 |
| | f1g | -193.322 | -172.018 | -148.947 | -203.009 | -193.871 |
| | f2gp | -263.992 | -149.403 | -445.866 | -308.499 | -196.100 |
| | | | -178.389 | | | |
| | f2g | 131.652 | 123.239 | 114.666 | 129.446 | 119.194 |
| | | | 1.448 | | | |
| | D | 110.880 | 104.670 | 92.041 | 97.189 | 113.857 |
| | Ds | 18.966 | 15.019 | 24.579 | 25.588 | 44.080 |
| | f3g | 536.420 | 248.868 | 186.877 | 494.026 | 363.511 |
| | ν_{g1} | 53.9 | 53.9 | 52.3 | 51.9 | 52.3 |
| 식 1,13 | Ng2 | 1.604 | 1.604 | 1.604 | 1.604 | 1.630 |
| 식 2,14 | ν_{g2} | 27.2 | 28.0 | 27.2 | 27.2 | 23.0 |
| 식 3 | TL/YIM | 5.966 | 5.922 | 6.261 | 6.352 | 5.895 |
| 식 4,16 | $ f_{ps}/ft $ | | | | | |
| | (fps가 제1군의 플라스틱렌즈일 경우) | 1.830 | 2.401 | 1.576 | 1.434 | 1.267 |
| | (fps가 제2군의 플라스틱렌즈일 경우) | 1.254 | 0.711 | 1.576 | 1.085 | 0.656 |
| | | | 0.849 | | | |
| | (fps가 제3군의 플라스틱렌즈일 경우) | 2.547 | 1.184 | 0.661 | 1.738 | 1.216 |
| 식 5,11,17, 5',11',17' | $ P_{p12} \times ft $ | 0.251 | 2.168 | 0.000 | 0.224 | 0.735 |
| 식 6 | $ fg2/f1g $ | 1.993 | 2.933 | 2.994 | 2.008 | 1.954 |
| 식 7,12, 7',12', 7'',12'' | Xp | 69.97885 | 72.03705 | 69.97885 | 69.97885 | 61.10870 |
| 식 8 | (fg2/fw) | 3.861 | 5.066 | 4.493 | 4.086 | 3.787 |
| 식 9,10, 9',10' | $ f2gp/f2g $ | 2.005 | 1.212 | 3.888 | 2.383 | 1.645 |
| 식 15 | Ds/D | 0.171 | 0.143 | 0.267 | 0.263 | 0.387 |
| 식 18 | f3G/fw | 5.375 | 2.499 | 1.883 | 4.952 | 3.635 |
| 식 19,20 | $\nu_{g1} - \nu_{g2}$ | 26.7 | 25.9 | 25.1 | 24.7 | 29.3 |

또한, 상기 실시형태의 것에 있어서는, 주밍시에 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)만이 서로 독립적으로 이동하는 예를 나타내고 있지만, 제1렌즈군(G₁)과 제2렌즈군(G₂)의 이동과 함께 제3렌즈군(G₃)이 독립적으로, 예를 들면 수차보정용으로 약간 이동하는 경우도 본 발명의 개념에 포함되는 것으로 한다.

발명의 효과

본 발명의 결상 변배 광학계 및 이것을 사용한 촬상장치에 의하면, 3군 6장으로 각 렌즈가 소정형상으로 구성되고, 주밍은 적어도 제1렌즈군과 제2렌즈군이 서로 독립적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지며, 또 소정의 조건식을 만족하도록 구성되어 있다.

이것에 의해 렌즈 구성이 간이하고, 주밍의 구동부를 간소한 것으로 할 수 있으며, 여러가지 수차를 양호하게 보정할 수 있게 된다.

또한, 포커싱은 제1렌즈군과 제2렌즈군이 일체적으로 광축 위를 이동함으로써 이루어지도록 구성함으로써, 포커싱시에 있어서의 렌즈 돌출량을 작게 해서 렌즈 전체 길이를 보다 작게 할 수 있게 된다.

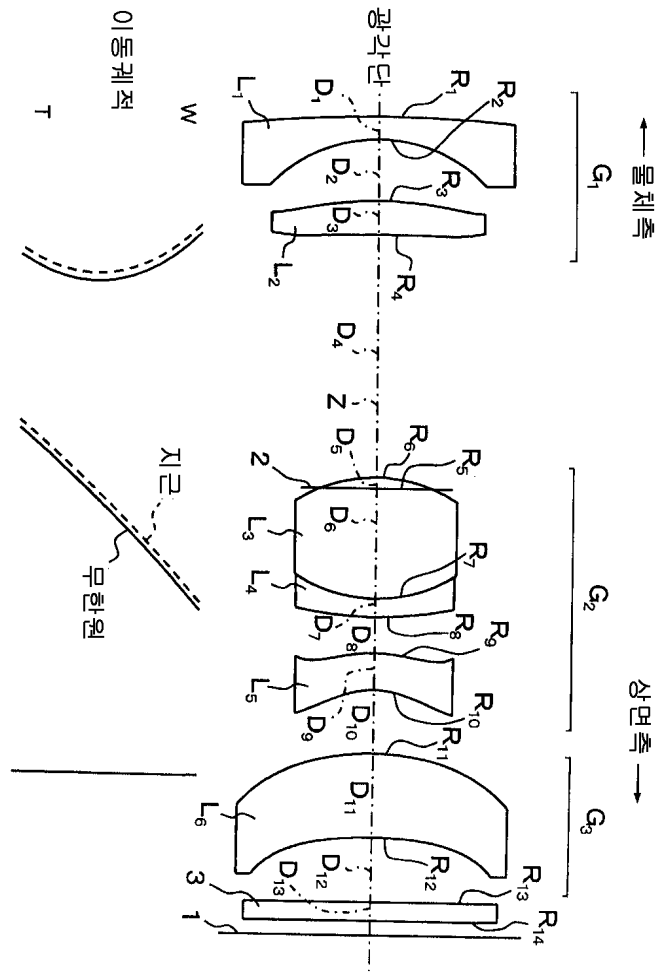
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은 본 발명의 실시예1에 따른 결상 변배 광학계의 렌즈 구성도,
- <2> 도 2는 본 발명의 실시예2에 따른 결상 변배 광학계의 렌즈 구성도,
- <3> 도 3은 본 발명의 실시예3에 따른 결상 변배 광학계의 렌즈 구성도,

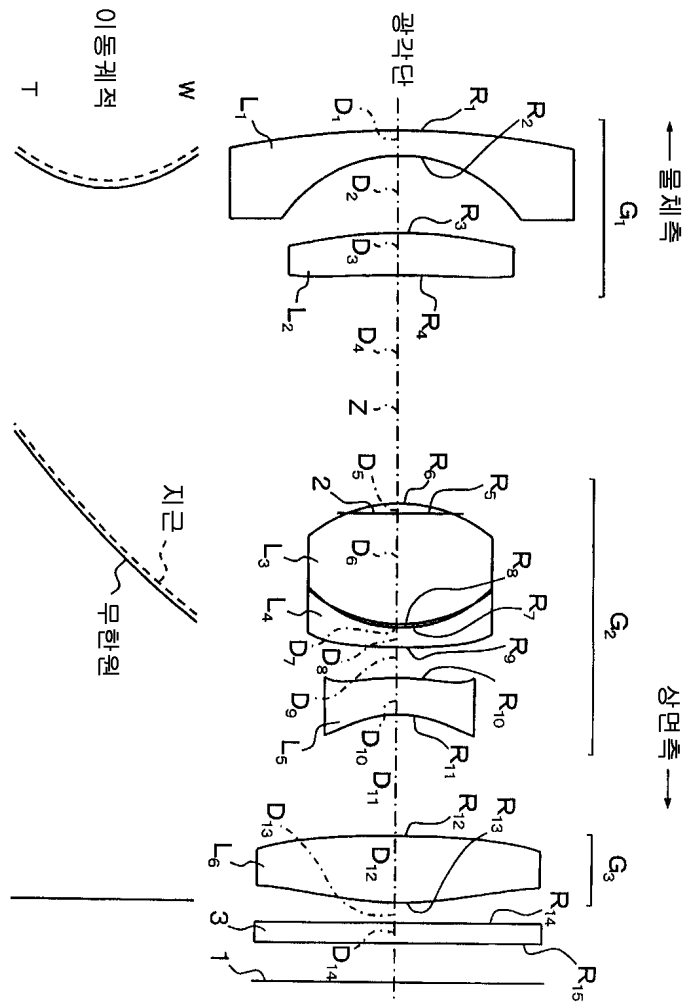
- <4> 도 4는 본 발명의 실시예4에 따른 결상 변배 광학계의 렌즈 구성도,
- <5> 도 5는 본 발명의 실시예5에 따른 결상 변배 광학계의 렌즈 구성도,
- <6> 도 6은 본 발명의 실시예1에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도,
- <7> 도 7은 본 발명의 실시예2에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도,
- <8> 도 8은 본 발명의 실시예3에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도,
- <9> 도 9는 본 발명의 실시예4에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도,
- <10> 도 10은 본 발명의 실시예5에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 여러가지 수차(구면수차, 비점수차 및 디스토션)를 나타내는 수차도,
- <11> 도 11은 본 발명의 실시예1에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배울색수차를 나타내는 수차도,
- <12> 도 12는 본 발명의 실시예2에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배울색수차를 나타내는 수차도,
- <13> 도 13은 본 발명의 실시예3에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배울색수차를 나타내는 수차도,
- <14> 도 14는 본 발명의 실시예4에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배울색수차를 나타내는 수차도,
- <15> 도 15는 본 발명의 실시예5에 따른 결상 변배 광학계의 광각단 및 망원단에 있어서의 배울색수차를 나타내는 수차도이다.
- <16> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- <17> 1 : 결상면 2 : 조리개
- <18> 3 : 필터부 $G_1 \sim G_3$: 렌즈군
- <19> $L_1 \sim L_6$: 렌즈 $R_1 \sim R_{15}$: 렌즈면 등
- <20> $D_1 \sim D_{14}$: 축상면 간격 z : 광축
- <21> S : 개구

도면

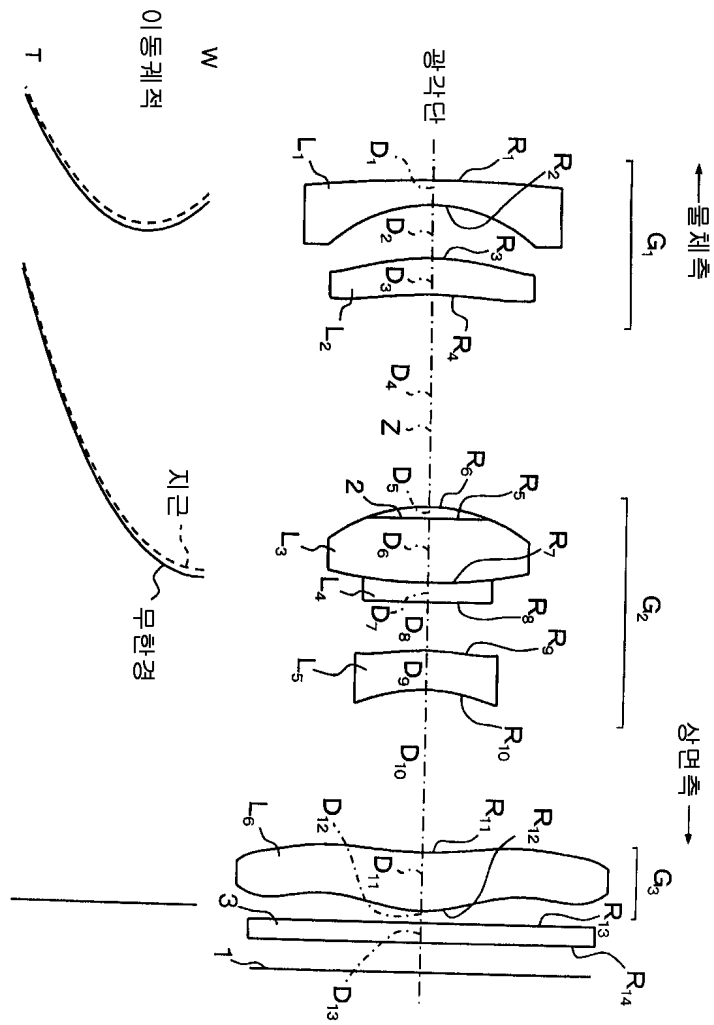
도면1



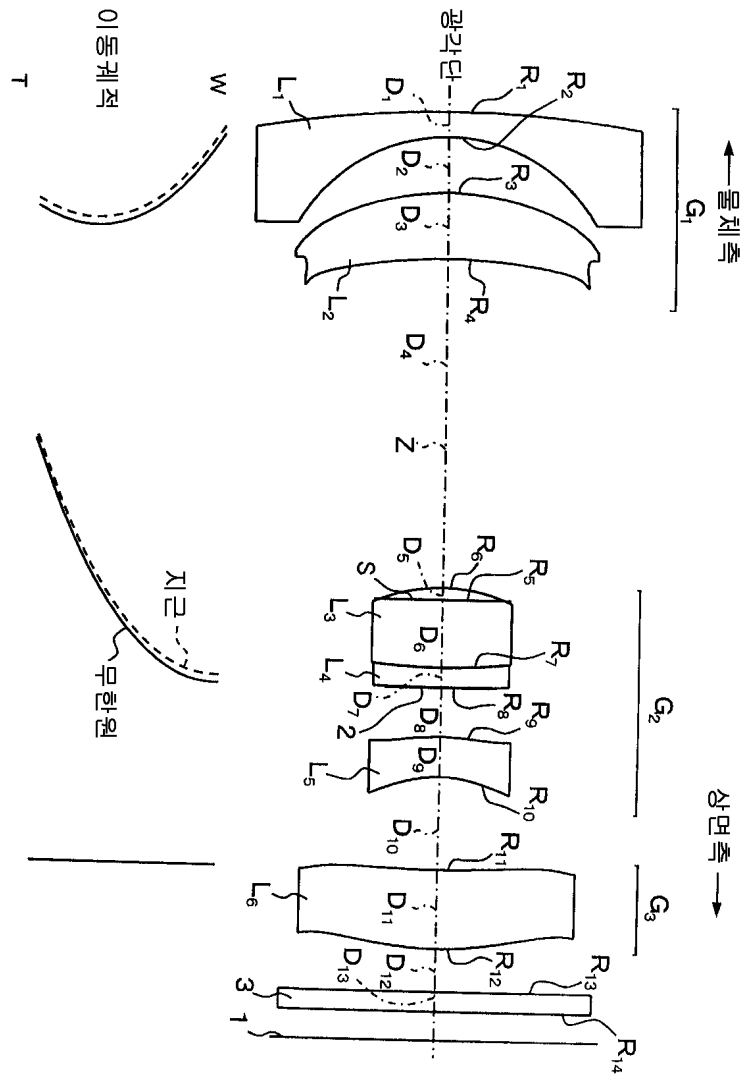
도면2



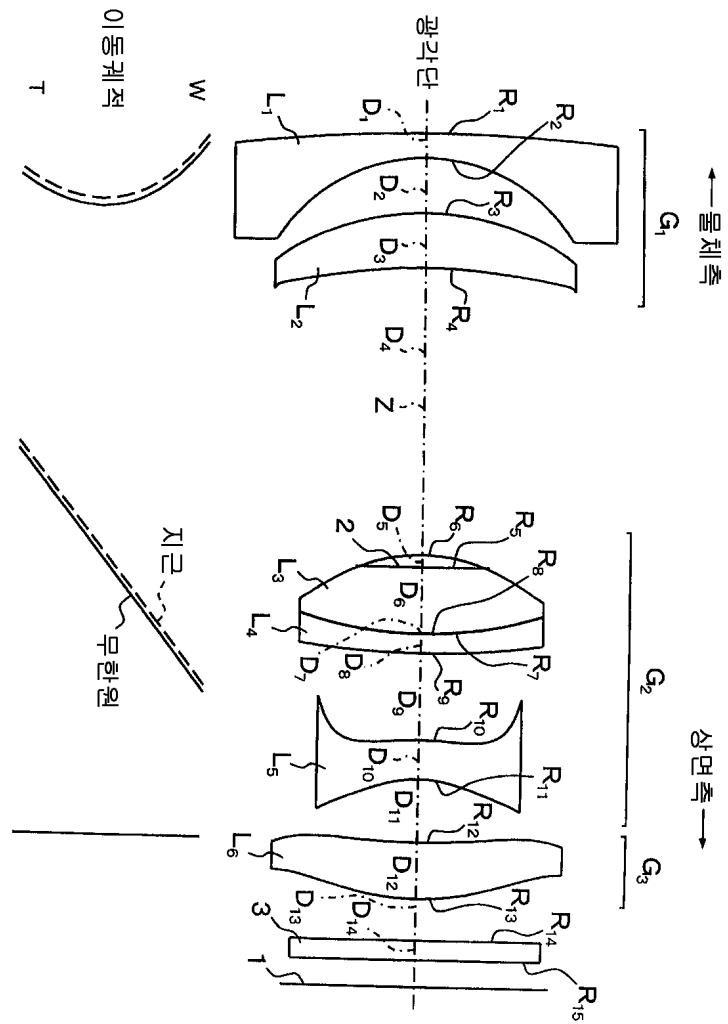
도면3



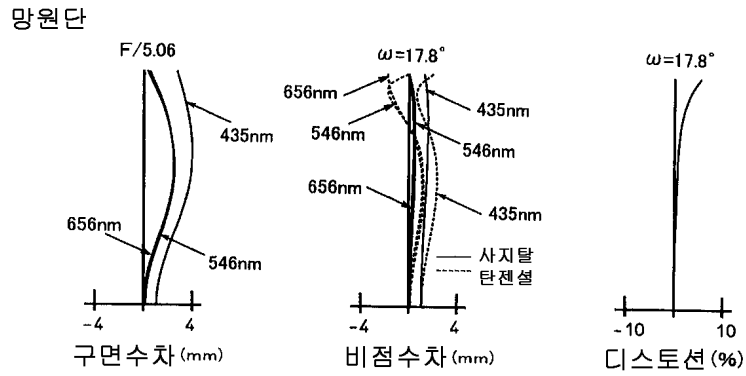
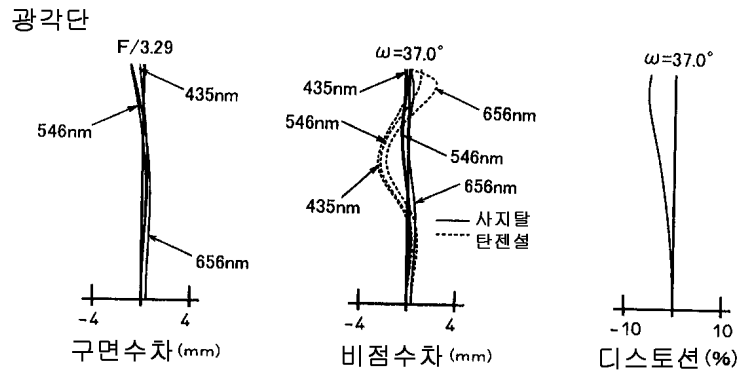
도면4



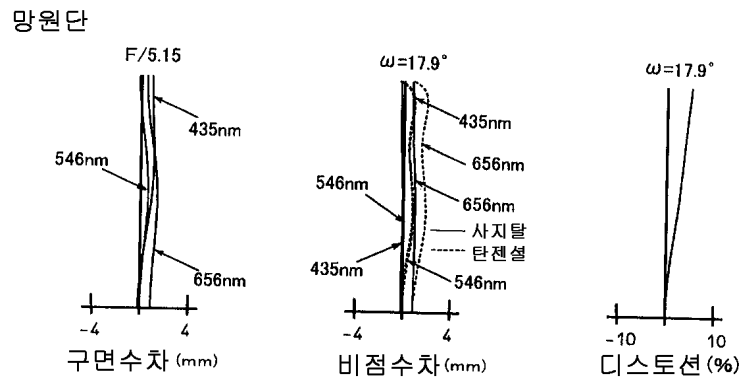
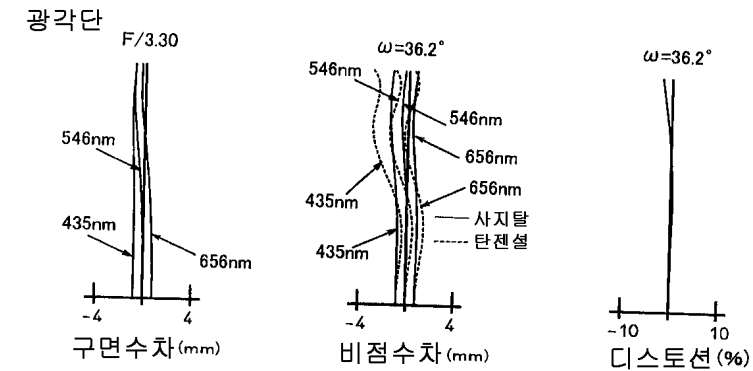
도면5



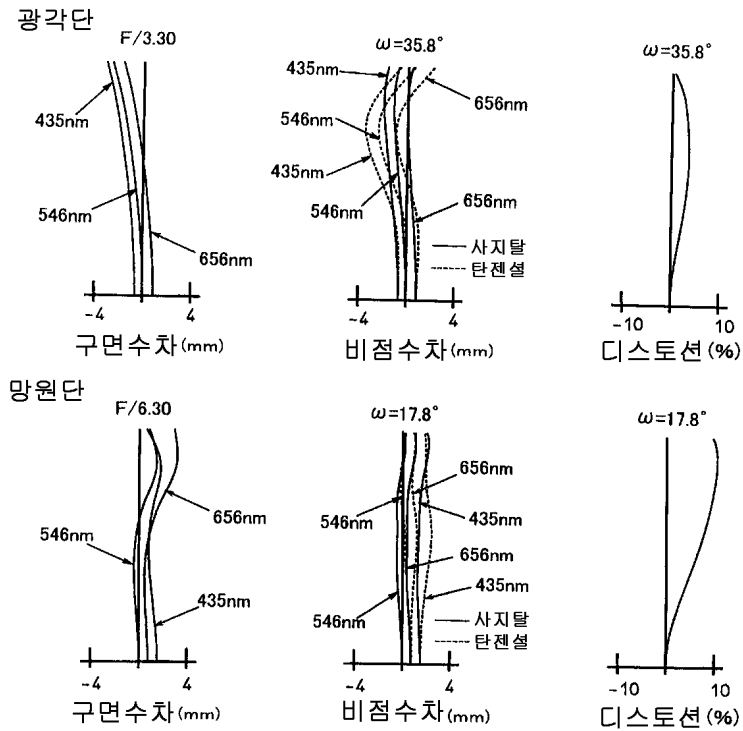
도면6



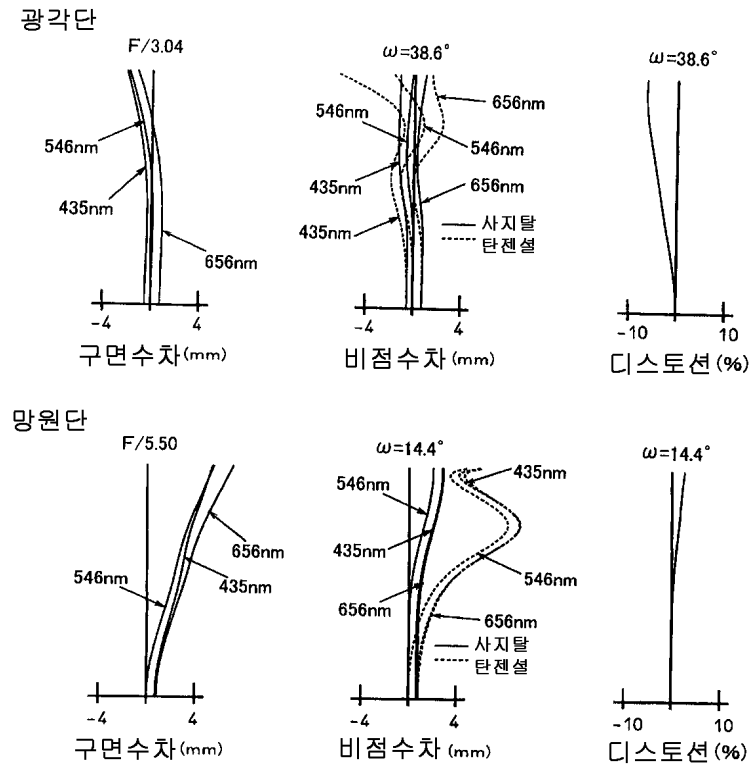
도면7



도면8

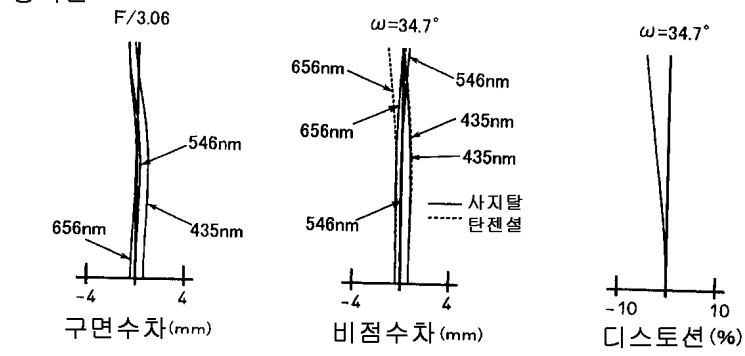


도면9

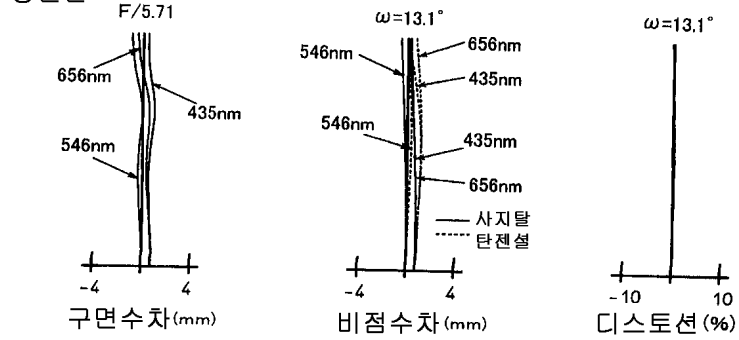


도면10

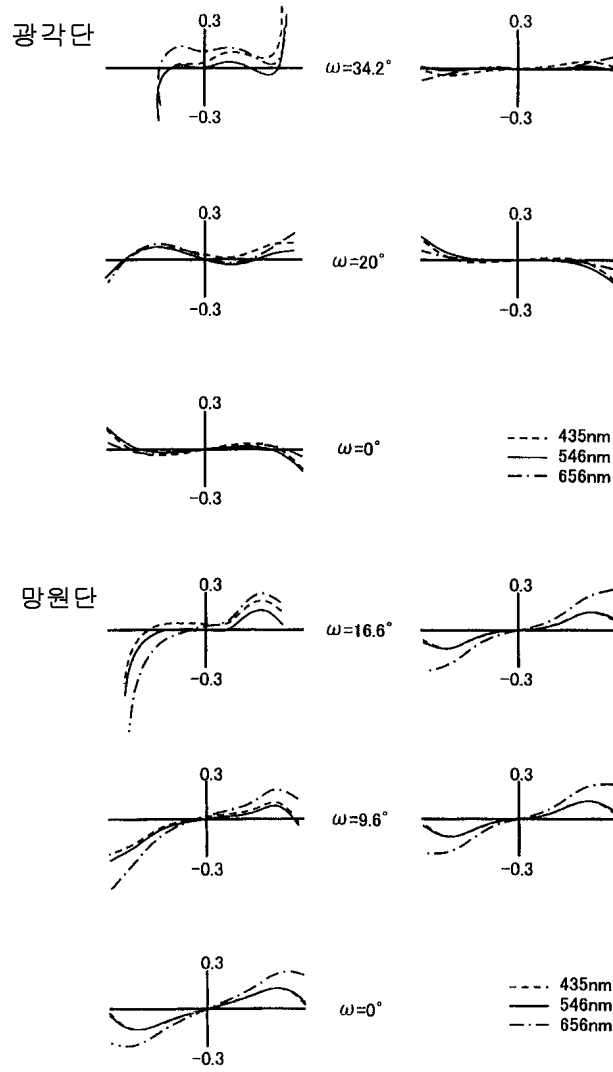
광각단



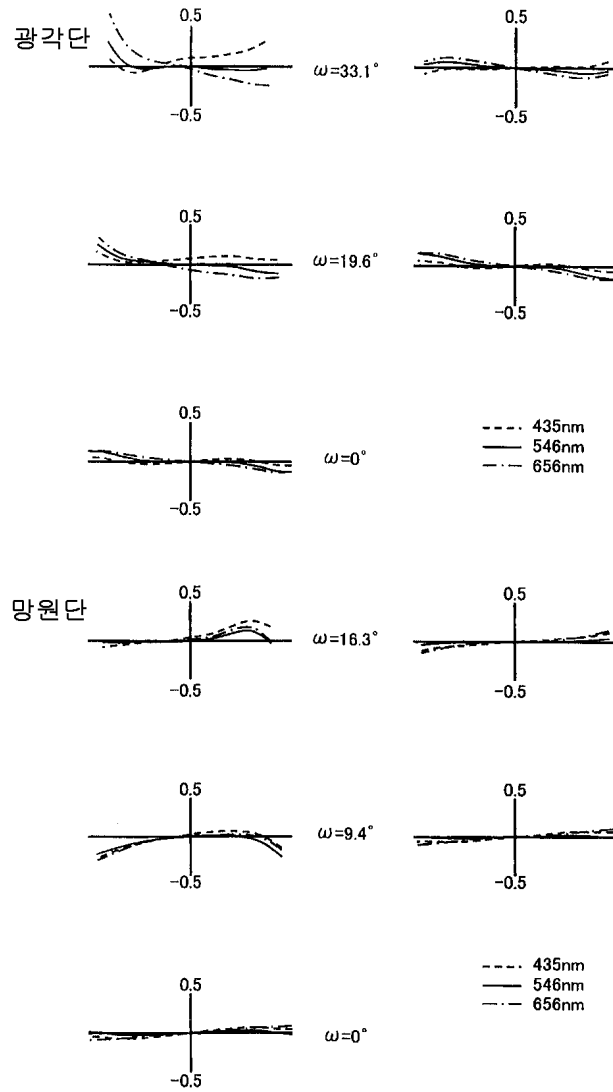
망원단



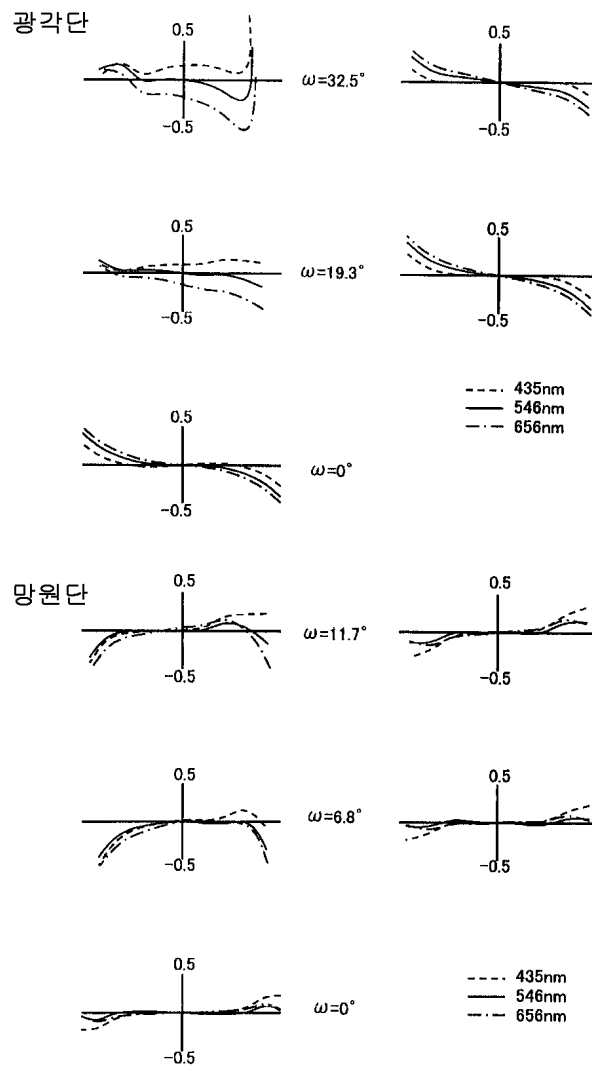
도면11



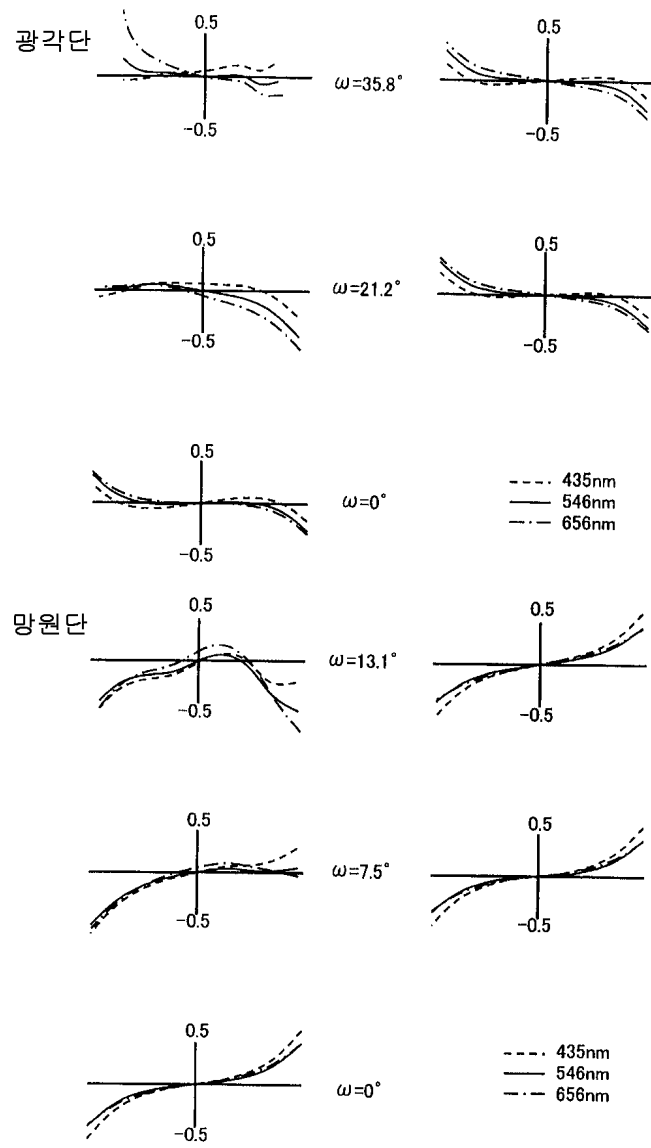
도면12



도면13



도면14



도면15

