(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년07월21일
(11) 등록번호 10-0971447
(24) 등록일자 2010년07월14일

(51) Int. Cl.
G02B 15/167 (2006.01) *G02B 13/12* (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0009951
(22) 출원일자 2008년01월31일
심사청구일자 2008년01월31일
(65) 공개번호 10-2008-0076739
(43) 공개일자 2008년08월20일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-00035642 2007년02월16일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
US04249798 A1*
JP2007033476 A
JP2006330349 A
JP2004109694 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
후지논 가부시키가이샤
일본국 사이타마켄 사이타마시 기타쿠 우에타케쵸 1쵸메 324반치
(72) 발명자
시노하라 요시카즈
일본국 사이타마켄 사이타마시 기타쿠 우에타케쵸 1쵸메 324반치후지논 가부시키가이샤 나이
(74) 대리인
하영욱

전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 경천수

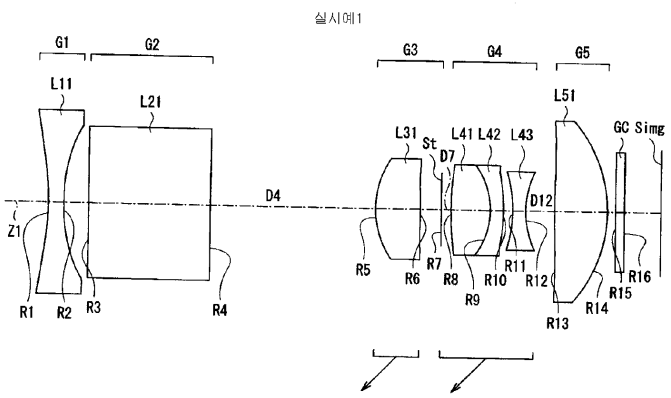
(54) 줌 렌즈

(57) 요 약

[과제] 광로 절곡용 프리즘과 줌 이동군 사이에 고정 렌즈군이 배치된 종래의 굴곡형 줌 렌즈와 비교해서, 양호한 광학 성능을 유지하면서 전체 길이의 단축화를 도모할 수 있도록 한다.

[해결 수단] 물체로부터 순서대로 줌시에 고정되고 부의 굴절력을 갖는 제 1 렌즈군(G1)과, 줌시에 고정되고 광로 절곡용 프리즘(L21)으로 이루어지는 제 2 렌즈군(G2)과, 줌시에 이동되고 전체적으로 정의 굴절력을 갖는 제 3 렌즈군(G3)과, 줌시에 이동되고 전체적으로 부의 굴절력을 갖는 제 4 렌즈군(G4)과, 줌시에 고정되고 전체적으로 정의 굴절력을 갖는 제 5 렌즈군(G5)을 배치한다. 프리즘(L21)의 뒤에 고정의 정 렌즈군을 배치하지 않고, 정의 제 3 렌즈군(G3)과 부의 제 4 렌즈군(G4)으로 이루어지는 줌 이동군을 배치함으로써 프리즘과 줌 이동군 사이에 고정된 렌즈군을 배치한 구성과 비교해서 전체 길이의 단축화가 용이하게 이루어진다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

물체로부터 순서대로,

줌시에 고정되고 전체적으로 부의 굴절력을 갖는 제 1 렌즈군;

줌시에 고정되고 광로 절곡용 프리즘으로 이루어지는 제 2 렌즈군;

줌시에 이동되고 전체적으로 정의 굴절력을 갖는 제 3 렌즈군;

줌시에 이동되고 전체적으로 부의 굴절력을 갖는 제 4 렌즈군; 및

줌시에 고정되고 전체적으로 정의 굴절력을 갖는 제 5 렌즈군이 배치되어 있고;

상기 제 1 렌즈군은 상 측에 오목면을 향한 1매의 부 렌즈만으로 이루어지고,

상기 제 5 렌즈군은 상 측에 볼록면을 향한 1매의 정 렌즈만으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

더욱이, 이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

$-1.5 < f3/f4 < -0.5$ … (1)

$2.0 < DA/fw < 3.0$ … (2)

단,

f3: 제 3 렌즈군의 초점 거리

f4: 제 4 렌즈군의 초점 거리

fw: 광각단에 있어서의 전체계의 초점 거리

DA: 망원단에 있어서의 제 1 렌즈군의 상 측의 면으로부터 제 3 렌즈군의 상 측의 면까지의 광로 길이로 함.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 렌즈군은 상 측에 오목면을 향한 1매의 부의 비구면 렌즈로 이루어지며,

상기 제 3 렌즈군은 적어도 상 측에 볼록면을 향한 정 렌즈를 포함하며,

상기 제 4 렌즈군은 적어도 상 측에 오목면을 향한 부 렌즈를 포함하며,

상기 제 5 렌즈군은 상 측에 볼록면을 향한 1매의 정의 비구면 렌즈로 이루어지는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

더욱이, 이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

$50 < \upsilon G3$ … (3)

단,

$\upsilon G3$: 제 3 렌즈군 내의 렌즈의 d선에 대한 아베수의 평균치로 함.

청구항 5

제 1 항 또는 제 3항에 있어서,

상기 제 4 렌즈군은 2매의 렌즈로 이루어지는 접합 렌즈와 상 측에 오목면을 향한 1매의 부 렌즈로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 4 렌즈군은 정 렌즈 및 제 1 부 렌즈로 이루어지는 접합 렌즈와 제 2 부 렌즈로 구성되고, 상기 제 1 부 렌즈는 상 측에 오목면을 향한 부 렌즈로 되어 있는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 렌즈군은 2매의 구면 렌즈로 이루어지는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 렌즈군은 상 측에 볼록면을 향한 양면 비구면의 정 렌즈와 구면 렌즈의 2매로 이루어지는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 렌즈군은 상 측에 오목면을 향한 1매의 부의 비구면 렌즈로 이루어지며,

상기 제 3 렌즈군은 적어도 상 측에 볼록면을 향한 정 렌즈를 포함하며,

상기 제 4 렌즈군은 적어도 상 측에 오목면을 향한 부 렌즈를 포함하며,

상기 제 5 렌즈군은 상 측에 볼록면을 향한 1매의 정의 비구면 렌즈로 이루어지는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 10

제 3 항에 있어서,

더욱이, 이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

$50 < \upsilon G3 \cdots (3)$

단,

$\upsilon G3$: 제 3 렌즈군 내의 렌즈의 d선에 대한 아베수의 평균치로 함.

청구항 11

제 4 항에 있어서,

상기 제 4 렌즈군은 2매의 렌즈로 이루어지는 접합 렌즈와 상 측에 오목면을 향한 1매의 부 렌즈로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 12

제 5 항에 있어서,

상기 제 4 렌즈군은 정 렌즈 및 제 1 부 렌즈로 이루어지는 접합 렌즈와 제 2 부 렌즈로 구성되고, 상기 제 1 부 렌즈는 상 측에 오목면을 향한 부 렌즈로 되어 있는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 13

제 6 항에 있어서,

상기 제 3 렌즈군은 2매의 구면 렌즈로 이루어지는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

청구항 14

제 7 항에 있어서,

상기 제 3 렌즈군은 상 측에 볼록면을 향한 양면 비구면의 정 렌즈와 구면 렌즈의 2매로 이루어지는 것을 특징으로 하는 줌 렌즈.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 촬상 기능을 갖는 소형 기기, 특히, 디지털 스틸 카메라, 카메라 부착 휴대 전화기, 및 정보 휴대 단말(PDA: Personal Digital Assistance) 등에 적절하게 사용되는 줌 렌즈에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근, 디지털 스틸 카메라 등의 촬상 장치에 있어서는 CCD(Charge Coupled Device) 또는 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 등의 촬상 소자의 소형화가 진행됨에 따라 장치 전체적으로도 더욱더 소형화가 요구되고 있다. 따라서, 최근에는 렌즈계의 광로를 도중에 절곡(bending)해서 소위, 굴곡 광학계로 함으로써 촬상 장치에 통합될 때 박형화를 도모한 것이 개발되어 있다.

[0003] 굴곡 광학계를 사용한 줌 렌즈로서, 특허문헌1에는 물체측으로부터 순서대로 정의 굴절력을 갖는 제 1 렌즈군과, 부의 굴절력을 갖는 제 2 렌즈군과, 정의 굴절력을 갖는 제 3 렌즈군과, 정의 굴절력을 갖는 제 4 렌즈군으로 구성되고, 부의 제 2 렌즈군과 정의 제 4 렌즈군을 이동시켜서 배율 변경을 행하도록 된 줌 렌즈가 기재되어 있다. 이 줌 렌즈에서는 제 1 렌즈군 내에 프리즘을 배치함으로써 광로를 대략 90° 절곡하고 있다. 그리고, 제 1 렌즈군 내에 있어서, 프리즘의 뒤에는 고정의 정 렌즈군이 배치되어 있다. 또한, 특허문헌2에는 물체측으로부터 순서대로 부의 굴절력을 갖는 제 1 렌즈군과, 정의 굴절력을 갖는 제 2 렌즈군과, 부의 굴절력을 갖는 제 3 렌즈군과, 정의 굴절력을 갖는 제 4 렌즈군으로 구성되고, 정의 제 2 렌즈군과 부의 제 3 렌즈군을 이동시켜서 배율 변경을 행하도록 된 줌 렌즈가 기재되어 있다. 이 줌 렌즈에는 제 1 렌즈군의 가장 상 측에 프리즘을 배치함으로써 광로를 대략 90° 절곡하고 있다. 그리고, 제 1 렌즈군 내에 있어서, 프리즘의 뒤에는 고정 렌즈군이 배치되어 있다.

[0004] [특허문헌1] 일본 특허 공개 제2000-131610호 공보

[0005] [특허문헌2] 일본 특허 공개 제2004-205796호 공보

발명의 내용

[0006] 특허문헌1 및 특허문헌2에 기재된 바와 같이, 종래의 굴곡형의 줌 렌즈는 제 1 렌즈군 내에 있어서, 광로 절곡용의 프리즘의 뒤에 고정 렌즈군을 배치하고, 그 뒤에 줌 이동군을 배치한 구성으로 되어 있다. 특히, 특허문헌1에 기재된 바와 같이, 제 1 렌즈군 내에 있어서, 광로 절곡용의 프리즘의 뒤에 줌시에 고정의 정 렌즈군을 배치하고, 그 뒤에, 줌 이동군을 배치하고 있는 것이 많다. 그리고, 그 줌 이동군이 물체측으로부터 순서대로 부 렌즈군과 정 렌즈군으로 구성되어 있는 것이 많다. 그런데, 특히, 휴대 단말 용도로 굴곡형의 줌 렌즈를 사용할 때에는 렌즈 모듈로서의 박형화뿐만 아니라, 전체 체적의 소형화가 요구된다. 그러나, 종래의 굴곡형의 줌 렌즈에서는 박형화의 관점에서 주로 지름 방향(절곡 후의 광축에 직교하는 방향)의 크기를 고려한 설계가 되고, 절곡 후의 광축 방향의 길이에 대해서는 그다지 고려되지 않는다. 이는 굴곡형의 줌 렌즈에서는, 광로를 절곡함으로써 이미 충분히 단축화가 도모되어 있다는 인식이 있기 때문이다. 그러나, 전체의 체적을 소형화하기 위해서도 전체 길이의 단축화도 중요해졌다. 따라서, 굴곡형의 줌 렌즈에 있어서, 전체 길이의 단축화가 도모된 렌즈의 개발이 기대되고 있다.

[0007] 본 발명은 이러한 문제점을 감안하여 이루어진 것으로, 그 목적은 광로 절곡용의 프리즘과 줌 이동군 사이에 고정 렌즈군이 배치된 종래의 굴곡형의 줌 렌즈와 비교해서, 양호한 광학 성능을 유지하면서 전체 길이의 단축화를 도모할 수 있는 줌 렌즈를 제공하는 것에 있다.

[0008] 본 발명에 의한 줌 렌즈는 물체로부터 순서대로, 줌시에 고정되고 전체적으로 부의 굴절력을 갖는 제 1 렌즈군과, 줌시에 고정되고 광로 절곡용 프리즘으로 이루어지는 제 2 렌즈군과, 줌시에 이동되고 전체적으로 정의 굴절력을 갖는 제 3 렌즈군과, 줌시에 이동되고 전체적으로 부의 굴절력을 갖는 제 4 렌즈군과, 줌시에 고정되고 전체적으로 정의 굴절력을 갖는 제 5 렌즈군이 배열되어 있다.

[0009] 본 발명에 의한 줌 렌즈는 더욱, 이하의 조건을 만족하는 것이 바람직하다. 식에서, f3은 제 3 렌즈군의 초점 거리이며, f4는 제 4 렌즈군의 초점 거리이며, fw는 광각단에 있어서의 전체계의 초점 거리이고, DA는 망원단에 있어서의 제 1 렌즈군의 상(像) 측의 면으로부터 제 3 렌즈군의 상 측의 면까지 광로 길이을 나타낸다.

[0010] $-1.5 < f3/f4 < -0.5 \cdots (1)$

[0011] $2.0 < DA/fw < 3.0 \cdots (2)$

[0012] 본 발명에 의한 줌 렌즈에서는 제 2 렌즈군을 굴절력을 갖지 않는 광로 절곡용 프리즘으로 하고, 그 프리즘의 뒤에 고정의 정 렌즈군을 배치하지 않고, 정의 제 3 렌즈군과 부의 제 4 렌즈군으로 이루어지는 줌 이동군을 배치함으로써 광로 절곡용 프리즘 뒤에 고정 렌즈군을 배치하고, 그 뒤에 줌 이동군을 배치한 구성과 비교해서 전체 길이의 단축화가 용이하게 된다. 특히, 프리즘의 뒤에 고정의 정 렌즈군을 배치하고, 그 뒤에 부 렌즈군과 정 렌즈군으로 이루어지는 줌 이동군을 배치한 종래의 구성과 비교하여, 전체 길이의 단축화가 용이하게 된다.

[0013] 그리고, 더욱이, 요구되는 사양 등에 따라서 다음의 바람직한 조건을 적당히 채용해서 만족함으로써 광학 성능을 보다 양호하게 할 수 있다.

[0014] 본 발명에 의한 줌 렌즈에 있어서, 제 1 렌즈군은 상 측에 오목면을 향한 1매의 부의 비구면 렌즈로 이루어지며, 제 3 렌즈군은 적어도 상 측에 볼록면을 향한 정 렌즈를 포함하며, 제 4 렌즈군은 적어도 상 측에 오목면을 향한 부 렌즈를 포함하고, 제 5 렌즈군은 상 측에 볼록면을 향한 1매의 정의 비구면 렌즈로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0015] 이 경우에 있어서, 제 4 렌즈군은 예를 들면, 2매의 렌즈로 이루어지는 접합 렌즈와, 상 측에 오목면을 향한 1매의 부 렌즈로 구성할 수 있다. 또한, 제 4 렌즈군을 정 렌즈 및 제 1 부 렌즈로 이루어지는 접합 렌즈와 제 2 부 렌즈로 구성하고, 제 1 부 렌즈를 상 측에 오목면을 향한 부 렌즈로서도 좋다.

[0016] 또한, 제 3 렌즈군은 예를 들면, 2매의 구면 렌즈로 구성될 수 있다. 또한, 제 3 렌즈군을 상 측에 볼록면을 향한 양면 비구면의 정 렌즈와 구면 렌즈의 2매의 렌즈로 구성할 수 있다.

[0017] 또한, 본 발명에 의한 줌 렌즈는 이하의 조건을 만족하는 것이 바람직하다. 식에서, $\upsilon G3$은 제 3 렌즈군 내의 렌즈의 d선에 대한 아베(Abbe)수의 평균치를 나타낸다.

[0018] $50 < \upsilon G3 \cdots (3)$

[0019] 본 발명의 줌 렌즈에 의하면, 제 2 렌즈군을 굴절력을 갖지 않는 광로 절곡용의 프리즘으로 하고, 그 프리즘의 뒤에 고정 렌즈군을 배치하지 않고, 정의 제 3 렌즈군과 부의 제 4 렌즈군으로 이루어지는 줌 이동군을 배치하도록 했으므로 광로 절곡용의 프리즘과 줌 이동군 사이에 고정 렌즈군이 배치된 종래의 굴곡형 줌 렌즈와 비교하여, 양호한 광학 성능을 유지하면서 전체 길이의 단축화를 도모할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명의 실시형태에 있어서, 도면을 참조하여 상세하게 설명할 것이다.

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시형태에 관한 줌 렌즈의 제 1 구성예를 나타내고 있다. 이 구성예는 후술하는 제 1 수치 실시예[도 9(A), 도 9(B)]의 렌즈 구성에 대응한다. 도 2 내지 도 7은 제 2 내지 제 7 구성예를 나타내고 있고, 후술하는 제 2 내지 제 7 수치 실시예[도 10(A), 도 10(B) 내지 도 15(A), 도 15(B)]의 렌즈 구성에 대응한다. 도 1 내지 도 7에 있어서, 부호(Ri)는 가장 물체측의 구성 요소의 면을 1번째로서, 상 측(결상측)을 향함에 따라 순차 증가하도록 해서 부호를 첨부한 i번째의 면의 곡률 반경을 나타낸다. 부호(Di)는 i번째의 면과 i+1번째의 면의 광축(Z1)상의 면간격을 나타낸다. 또한, 부호(Di)에 있어서는, 배율 변경에 따라 변화되는 부분의 면간격만 부호를 첨부한다. 또한, 도 1 내지 도 7에서는, 광각단에서의 렌즈 배치를 나타내고 있다.

[0022] 이 줌 렌즈는 촬상 기능을 갖는 소형 기기, 예를 들면, 디지털 스틸 카메라, 카메라 부착 휴대 전화기, 및 PDA 등에 탑재되어서 사용되는 것이다. 이 줌 렌즈는 광축(Z1)에 따라 물체측으로부터 순서대로, 부의 굴절력을 갖는 제 1 렌즈군(G1)과, 제 2 렌즈군(G2)과, 정의 굴절력을 갖는 제 3 렌즈군(G3)과, 부의 굴절력을 갖는 제 4

렌즈군(G4)과, 정의 굴절력을 갖는 제 5 렌즈군(G5)을 구비하고 있다. 제 2 렌즈군(G2)은 광로 절곡용 프리즘(L21)으로 이루어지고, 전제적으로는 굴절력을 갖지 않는다. 조리개(St)는 예를 들면, 제 3 렌즈군(G3) 내에 배치되어 있다.

[0023] 이 줌 렌즈의 결상면(촬상면)(Simg)에는 예를 들면, 도시되지 않은 촬상 소자가 배치된다. 제 5 렌즈군(G5)과 촬상면 사이에는 렌즈를 장착하는 카메라측의 구성에 따라서 각종 광학 부재(GC)가 배치되어 있다. 광학 부재(GC)로서 예를 들면, 촬상면 보호용의 커버 유리 또는 각종 광학 필터 등의 평판상의 부재가 배치된다.

[0024] 이 줌 렌즈는 제 1 렌즈군(G1), 제 2 렌즈군(G2), 및 제 5 렌즈군(G5)이 줌시에 상시 고정되어 있고, 제 3 렌즈군(G3) 및 제 4 렌즈군(G4)이 줌시에 광축(Z1)상에서 각각 이동하도록 되어 있다. 제 3 렌즈군(G3)과 제 4 렌즈군(G4)은 광각단로부터 망원단에 배율 변경함에 따라, 도 1 내지 도 7에 화살표로 나타낸 바와 같이, 광축(Z1)상에서 물체측으로 이동한다.

[0025] 또한, 본 실시형태에 의한 줌 렌즈는 굴곡 광학계이며, 실시예는 도 8에 도시된 바와 같이, 프리즘(L21)의 내부 반사면(10)으로 광로가 대략 90° 절곡되어 있다. 도 1 내지 도 7에서는 프리즘(L21)의 내부 반사면(10)을 생략하고, 광축(Z1)상의 동일 방향으로 전개해서 나타내고 있다.

[0026] 제 1 렌즈군(G1)은 상 측에 오목면을 갖는 1장의 부 렌즈(L11)로 이루어진다. 도 1 내지 도 5의 제 1 내지 제 5 구성예와 도 7의 제 7 구성예에서는 부 렌즈(L11)가 오목 렌즈로 되어 있다. 도 6의 제 6 구성예에서는 부 렌즈(L11)가 상 측에 오목면을 갖는 메니스커스(meniscus) 렌즈로 되어 있다. 부 렌즈(L11)는 양면이 비구면인 것이 바람직하다.

[0027] 제 3 렌즈군(G3)은 적어도 상 측에 볼록면을 갖는 정 렌즈를 포함하고 있다. 도 1의 제 1 구성예, 도 5의 제 5 구성예, 및 도 6의 제 6 구성예에서는, 제 3 렌즈군(G3)이 물체측에 볼록면을 향한 1매의 정 렌즈(L31)로 이루어진다. 이들 제 1, 제 5, 및 제 6 구성예에 있어서, 정 렌즈(L31)는 양면이 비구면인 것이 바람직하다. 도 2의 제 2 구성예, 도 3의 제 3 구성예, 도 4 제 4 구성예, 및 도 7의 제 7 구성예에서는, 제 3 렌즈군(G3)이 상 측에 볼록면을 향한 정 렌즈(L31)와, 다른 렌즈(L32) 2매의 렌즈로 이루어진다. 특히, 도 2의 제 2 구성예 및 도 7의 제 7 구성예에서는, 정 렌즈(L31)와, 다른 렌즈(L32) 2매도 구면 렌즈이다. 도 3의 제 3 구성예 및 도 4의 제 4 구성예에서는, 정 렌즈(L31)가 상 측에 볼록면을 향한 양면 비구면의 정 렌즈로 되고, 다른 렌즈(L32)가 구면 렌즈로 되어 있다.

[0028] 제 4 렌즈군(G4)은 적어도 상 측에 오목면을 갖는 부 렌즈를 포함하고 있다. 도 1 내지 도 7의 각 구성예에서는, 제 4 렌즈군(G4)이 2매의 렌즈(L41, L42)로 이루어지는 접합 렌즈와 1매의 부 렌즈(L43)로 구성되어 있다. 특히, 도 2의 제 2 구성예에서는, 제 4 렌즈군(G4)이 정 렌즈(L41) 및 제 1 부 렌즈(L42)로 이루어지는 접합 렌즈와 제 2 부 렌즈(L43)로 구성되고, 그 중, 제 1 부 렌즈(L42)가 상 측에 오목면을 향한 부 렌즈로 되어 있다. 또한 특히, 도 7의 제 7 구성예에서는, 제 4 렌즈군(G4)이 정 렌즈(L41) 및 제 1 부 렌즈(L42)로 이루어지는 접합 렌즈와 제 2 부 렌즈(L43)로 구성되고, 제 1 부 렌즈(L42) 및 제 2 부 렌즈(L43)가 상 측에 볼록면을 향한 부 렌즈로 되어 있다. 그 밖의 구성예에서는, 부 렌즈(L43)가 상 측에 오목면을 향한 부 렌즈로 되어 있다.

[0029] 또한, 도 3의 제 3 구성예 및 도 4의 제 4 구성예에서는, 접합 렌즈를 구성하는 2매의 렌즈(L41, L42)가 함께 정 렌즈이지만, 이 경우, 색수차의 발생을 억제하기 위해, 특히, 렌즈(L42)의 아베수를 크게 하고, 부 렌즈(L43)의 아베수를 작게하는 것이 바람직하다.

[0030] 제 5 렌즈군(G5)은 상 측에 볼록면을 향한 1매의 정 렌즈(L51)를 포함하고 있다. 정 렌즈(L51)는 양면이 비구면인 것이 바람직하다.

[0031] 이 줌 렌즈는 이하의 조건식(1), (2)를 만족하고 있는 것이 바람직하다. 식에서, f3은 제 3 렌즈군(G3)의 초점거리이며, f4는 제 4 렌즈군(G4)의 초점 거리이며, fw는 광각단에 있어서의 전체계의 초점 거리이고, DA는 망원단에 있어서의 제 1 렌즈군(G1)의 상 측의 면으로부터 제 3 렌즈군(G3)의 상 측의 면까지 광로 길이을 나타낸다.

[0032] $-1.5 < f3/f4 < -0.5 \cdots (1)$

[0033] $2.0 < DA/fw < 3.0 \cdots (2)$

[0034] 또한, 이하의 조건을 만족하는 것이 바람직하다. 식에서, υG3은 제 3 렌즈군(G3) 내의 렌즈의 d선에 따른 아베

수의 평균치를 나타낸다.

[0035] $50 < \upsilon G3 \cdots (3)$

[0036] 다음, 이상과 같이 구성된 줌 렌즈의 작용 및 효과를 설명한다.

[0037] 이 줌 렌즈에서는, 제 2 렌즈군(G2)을 굴절력을 갖지 않는 광로 절곡용 프리즘(L21)으로 하고, 그 프리즘(L21)의 뒤에 고정 렌즈군을 배치하지 않고, 정의 제 3 렌즈군(G3)과 부의 제 4 렌즈군(G4)으로 이루어지는 줌 이동군을 배치함으로써 특히, 프리즘(L21)의 뒤에 고정의 정 렌즈군을 배치하고, 그 뒤에 부 렌즈군과 정 렌즈군으로 이루어지는 줌 이동군을 배치한 종래의 구성과 비교해서, 전체 길이의 단축화가 용이하게 이루어진다.

[0038] 조건식(1)은 제 3 렌즈군(G3)과 제 4 렌즈군(G4)의 굴절력의 적절한 관계를 규정하고 있다. 조건식(1)의 상한을 초과하면 전체 길이가 길어져 버리고, 하한을 초과하면 전체 길이는 짧아지지만 성능이 열화하며, 특히, 축상(軸上) 색수차를 갖는 것이 어렵게 되므로 바람직하지 않다.

[0039] 조건식(2)은 제 1 렌즈군(G1)과 제 3 렌즈군(G3)의 적절한 군간격을 규정하고 있다. 조건식(2)의 하한을 초과하면 그들 군 사이에 광로 절곡용 프리즘(L21)을 배치하는 것이 곤란하고, 굴곡 광학계를 구성할 수 없게 된다. 상한을 초과하면 군간격이 지나치게 커져서 전체적으로 지나치게 커져버리므로 바람직하지 않다.

[0040] 조건식(3)은 제 3 렌즈군(G3) 내의 렌즈 재료에 관한 것으로, 색수차의 보정에 기여하고 있다. 조건식(3)의 하한을 하회하면 색수차가 지나치게 커져서 성능이 좋은 줌 렌즈를 실현하는 것이 어려워지므로 바람직하지 않다.

[0041] 이상으로써, 본 실시형태에 관한 줌 렌즈에 의하면, 광로 절곡용 프리즘과 줌 이동군 사이에 고정 렌즈군이 배치된 종래의 굴곡형 줌 렌즈와 비교해서, 양호한 광학 성능을 유지하면서 전체 길이의 단축화를 도모할 수 있다.

[0042] [실시예]

[0043] 다음, 본 실시형태에 관한 줌 렌즈의 구체적인 수치 실시예에 대해서 설명한다. 이하에서는, 제 1 내지 제 7 수치 실시예를 정리해서 설명한다.

[0044] 도 9(A), 도 9(B)는 도 1에 도시된 줌 렌즈의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 나타내고 있다. 도 9(A)에 나타낸 렌즈 데이터에 있어서의 면번호(Si)의 열에는 실시예1에 관한 줌 렌즈에 대해서, 가장 물체측의 구성 요소의 면을 1번째로서, 상 측을 향하는 것에 따라 순차 증가함으로써 부호를 첨부한 i번째 면의 번호를 나타낸다. 곡률 반경(Ri)의 열에는, 도 1에 있어서 첨부한 부호(R1)에 대응시켜서 물체측으로부터 i번째 면의 곡률 반경의 값(㎜)을 나타낸다. 면간격(Di)의 열에 있어서도, 마찬가지로 물체측으로부터 i번째 면(S1)과 i+1번째 면(S1+1)의 광축상의 간격(㎜)을 나타낸다. Ndi의 열에는, 물체측으로부터 i번째 면(Si)과 i+1번째 면(Si+1) 사이의 d선(파장 587.6㎚)에 대한 굴절율의 값을 나타낸다. υdj의 열에는, 물체측으로부터 j번째 광학 요소의 d선에 대한 아베수의 값을 나타낸다.

[0045] 실시예1에 관한 줌 렌즈는 제 3 렌즈군(G3)의 렌즈 요소가 1매의 정 렌즈(L31)만으로 이루어진다. 그리고, 배율 변경에 따라 제 3 렌즈군(G3) 및 제 4 렌즈군(G4)이 광축상을 이동하기 위해서, 이들 각 군 전후의 면간격(D4, D7, D12)의 값은 가변된다. 도 9(B)에는, 이들 면간격(D4, D7, D12)의 배율 변경시의 데이터로서, 광각단 및 망원단에 있어서의 값을 나타낸다.

[0046] 도 9(A)의 렌즈 데이터에 있어서, 면번호의 좌측에 첨부된 기호「ASP」는 그 렌즈면이 비구면 형상인 것을 나타낸다. 실시예1에 관한 줌 렌즈는 부 렌즈(L11)[제 1 렌즈군(G1)]의 양면(S1, S2)과, 정 렌즈(L31)[제 3 렌즈군(G3)]의 양면(S5, S6)과, 정 렌즈(L51)[제 5 렌즈군(G5)]의 양면(S13, S14)이 모두 비구면 형상으로 되어 있다. 도 9(A)의 곡률 반경(R1)의 열에는, 이들 비구면의 곡률 반경으로서, 광축 근방의 곡률 반경의 수치를 나타내고 있다.

[0047] 도 9(A)에 비구면 데이터로서 나타낸 수치에 있어서, 기호 "E"는 그 다음에 연속하는 수치가 10을 밑으로 한 "멱 지수"인 것을 나타내고, 그 10을 밑으로 한 지수 함수로 나타내어지는 수치가 "E"의 전 수치에 승산되는 것을 나타낸다. 예를 들면, 「1.0E-02」이면, 「1.0×10^{-2}」인 것을 나타낸다.

[0048] 실시예1에 관한 줌 렌즈의 비구면 데이터로서는, 이하의 식(A)에 의해 나타내지는 비구면 형상의 식에 있어서의 각 계수(An, K)의 값을 설명한다. Z는 보다 자세하게 광축으로부터 높이(h)의 위치에 있는 비구면상의 점으로부터 비구면의 정점의 접평면(광축에 수직한 평면)에 내린 수선의 길이(㎜)를 나타낸다.

[0049] $Z = C \cdot h^2/\{1 + (1 - (K + 1) \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \Sigma A_n \cdot h^n \cdots (A)$

[0050] (n = 3 이상의 정수)

[0051] 단,

[0052] Z: 비구면의 깊이(㎜)

[0053] h: 광축으로부터 렌즈면까지의 거리(높이)(㎜)

[0054] K: 원추 정수

[0055] C: 근축 곡률 = 1/R

[0056] (R: 근축 곡률 반경)

[0057] A_n: 제 n차 비구면 계수

[0058] 실시예1에 관한 줌 렌즈에 있어서, 각 비구면은 비구면 계수(A_n)로서 짝수차 계수(A_4, A_6, A_8, A_{10})를 유효하게 이용해서 나타내고 있다.

[0059] 이상의 실시예1에 관한 줌 렌즈와 마찬가지로, 도 2에 나타낸 줌 렌즈의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예2로서 도 10(A), 도 10(B)에 나타낸다. 실시예2에 관한 줌 렌즈는 제 3 렌즈군(G3)의 렌즈 요소가 2매의 구면 렌즈(L31, L32)로 이루어진다. 그리고, 배율 변경에 따라 제 3 렌즈군(G3) 및 제 4 렌즈군(G4)이 광축상을 이동하기 위해서, 이들 각 군 전후의 면간격(D4, D9, D14)의 값 은 가변된다. 도 10(B)에는 이들 면간격(D4, D9, D14)의 배율 변경시의 데이터로서 광각단 및 망원단에 있어서의 값을 나타낸다. 이 실시예2에 관한 줌 렌즈는 부 렌즈(L11)[제 1 렌즈군(G1)]의 양면(S1, S2)과, 제 4 렌즈군(G4) 내의 부 렌즈(L43)의 물체측의 면(S14)과, 정 렌즈(L51)[제 5 렌즈군(G5)]의 양면(S15, S16)이 비구면 형상이다. 실시예2에 관한 줌 렌즈에 있어서, 각 비구면은 비구면 계수(A_n)로서 짝수차 계수(A_4, A_6, A_8, A_{10})를 유효하게 이용해서 나타내고 있다.

[0060] 또한 마찬가지로, 도 3에 나타낸 줌 렌즈의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예3으로서 도 11(A), 도 11(B)에 나타낸다. 실시예3에 관한 줌 렌즈는 제 3 렌즈군(G3)의 렌즈 요소가 1매의 비구면 렌즈[렌즈(L31)]와 1매의 구면 렌즈[렌즈(L32)]로 이루어진다. 그리고, 배율 변경에 따라 제 3 렌즈군(G3) 및 제 4 렌즈군(G4)이 광축상을 이동하기 위해서, 이들 각 군 전후의 면간격(D4, D9, D14)의 값은 가변된다. 도 11(B)에는 이들 면간격(D4, D9, D14)의 배율 벼경시의 데이터로서 광각단 및 망원단에 있어서의 값을 나타낸다. 이 실시예3에 관한 줌 렌즈는 부 렌즈(L11)[제 1 렌즈군(G1)]의 양면(S1, S2)과, 제 3 렌즈군(G3) 내의 정 렌즈(L31)의 양면(S5, S6)과, 정 렌즈(L51)[제 5 렌즈군(G5)]의 양면(S15, S15)이 비구면 형상이 되어 있다. 실시예3에 관한 줌 렌즈에 있어서, 각 비구면은 비구면 계수(A_n)로서 짝수차 계수(A_4, A_6, A_8, A_{10})를 유효하게 이용해서 나타내고 있다.

[0061] 또한 마찬가지로, 도 4에 나타낸 줌 렌즈의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예4로서 도 12(A), 도 12(B)에 나타낸다. 이 실시예4에 관한 줌 렌즈의 기본 구성은 실시예1에 관한 줌 렌즈와 유사하다.

[0062] 또한 마찬가지로, 도 5에 나타낸 줌 렌즈의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예5로서 도 13(A), 도 13(B)에 나타낸다. 이 실시예5에 관한 줌 렌즈의 기본 구성은 실시예1에 관한 줌 렌즈와 유사하다.

[0063] 또한 마찬가지로, 도 6에 나타낸 줌 렌즈의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예6으로서 도 14(A), 도 14(B)에 나타낸다. 이 실시예6에 관한 줌 렌즈의 기본 구성은 실시예1에 관한 줌 렌즈와 유사하다.

[0064] 또한 마찬가지로, 도 7에 나타낸 줌 렌즈의 구성에 대응하는 구체적인 렌즈 데이터를 실시예7로서 도 15(A), 도 15(B)에 나타낸다. 이 실시예7에 관한 줌 렌즈는 제 3 렌즈군(G3)의 렌즈 요소가 2장의 구면 렌즈[렌즈(L31, L32)]로 이루어진다. 그리고, 배율 변경에 따라 제 3 렌즈군(G3) 및 제 4 렌즈군(G4)이 광축상을 이동하기 위해서, 이들 각 군 전후의 면간격(D4, D9, D14)의 값은 가변된다. 도 15(B)에 는 이들의 면간격(D4, D9, D14)의 배율 변경시의 데이터로서, 광각단 및 망원단에 있어서의 값을 나타낸다. 이 실시예7에 관한 줌 렌즈는 부 렌즈(L11)[제 1 렌즈군(G1)]의 양면(S1, S2)과, 제 4 렌즈군(G4) 내의 부 렌즈(L43)의 양면(S13, S14)과, 정 렌즈(L51)[제 5 렌즈군(G5)]의 양면(S15, S16)이 비구면 형상이다. 실시예7에 관한 줌 렌즈에 있어서, 각 비구면은 비구면 계수(A_n)로서 짝수차 계수(A_4, A_6, A_8, A_{10})를 유효하게 이용해서 나타내고 있다

[0065] 도 16에는, 상술한 각 조건식에 관한 값을 각 실시예에 대해서 정리한 것을 나타낸다. 도 16으로부터 얻은 바와 같이, 각 실시예의 값이 각 조건식의 수치 범위 내로 되어 있다.

[0066] 도 17(A) 내지 도 17(C)는 각각 실시예1에 관한 줌 렌즈에 있어서의 광각단에서의 구면 수차, 비점 수차, 및 디스토션(distortion)(왜곡 수차)을 나타내고 있다. 도 18(A) 내지 도 18(C)는 망원단에 있어서의 동일한 각 수차를 나타내고 있다. 각 수차도에는, d선을 기준 파장으로 하고, g선(파장 435.8㎚), C선(파장 656.3㎚)에 대해서 수차도 나타낸다. 비점 수차도에 있어서, 실선은 사지탈(sagittal) 방향, 파선은 탄젠셜(tangential) 방향의 수차를 나타낸다. FNo.는 F값, ω는 반화각(半畵角)을 나타낸다.

[0067] 마찬가지로, 실시예2에 관한 줌 렌즈에 대해서 모든 수차를 도 19(A) 내지 도 19(C)[광각단], 및 도 20(A) 내지 도 20(C)[망원단]에 나타낸다. 마찬가지로, 실시예3에 관한 모든 수차를 도 21(A) 내지 도 21(C)[광각단], 및 도 22(A) 내지 도 22(C)[망원단]에 나타낸다. 실시예4에 관한 모든 수차를 도 23(A) 내지 도 23(C)[광각단], 및 도 24(A) 내지 도 24(C)[망원단]에 나타낸다. 마찬가지로, 실시예5에 관한 모든 수차를 도 25(A) 내지 도 25(C)[광각단], 및 도 26(A) 내지 도 26(C)[망원단]에 나타낸다. 마찬가지로, 실시예6에 관한 모든 수차를 도 27(A) 내지 도 27(C)[광각단], 및 도 28(A) 내지 도 28(C)[망원단]에 나타낸다. 마찬가지로, 실시예7에 관한 모든 수차를 도 29(A) 내지 도 29(C)[광각단], 및 도 30(A) 내지 도 30(C)[망원단]에 나타낸다.

[0068] 이상의 각 수치 데이터 및 각 수차도로부터 얻은 바와 같이, 각 실시예에 대해서, 모든 수차가 양호하게 보정되어 종래의 굴곡형의 줌 렌즈와 비교해서 전체 길이의 단축화가 도모된 줌 렌즈가 실현될 수 있다.

[0069] 또한, 본 발명은 상기 실시형태 및 각 실시예에 한정되지 않고 각종 변형 실시가 가능하다. 예를 들면, 각 렌즈 성분의 곡률 반경, 면간격, 및 굴절율의 값 등은 상기 각 수치 실시예로 나타낸 값에 한정되지 않고, 다른 값을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0070] 도 1은 본 발명의 일실시형태에 관한 줌 렌즈의 제 1 구성예를 나타내는 것이며, 실시예1에 대응하는 렌즈 단면도이다.

[0071] 도 2는 본 발명의 일실시형태에 관한 줌 렌즈의 제 2 구성예를 나타내는 것이며, 실시예2에 대응하는 렌즈 단면도이다.

[0072] 도 3은 본 발명의 일실시형태에 관한 줌 렌즈의 제 3 구성예를 나타내는 것이며, 실시예3에 대응하는 렌즈 단면도이다.

[0073] 도 4는 본 발명의 일실시형태에 관한 줌 렌즈의 제 4 구성예를 나타내는 것이며, 실시예4에 대응하는 렌즈 단면도이다.

[0074] 도 5는 본 발명의 일실시형태에 관한 줌 렌즈의 제 5 구성예를 나타내는 것이며, 실시예5에 대응하는 렌즈 단면도이다.

[0075] 도 6은 본 발명의 일실시형태에 관한 줌 렌즈의 제 6 구성예를 나타내는 것이며, 실시예6에 대응하는 렌즈 단면도이다.

[0076] 도 7은 본 발명의 일실시형태에 관한 줌 렌즈의 제 7 구성예를 나타내는 것이며, 실시예7에 대응하는 렌즈 단면도이다.

[0077] 도 8은 굴곡 광학계의 구성을 나타내는 렌즈 단면도이다.

[0078] 도 9는 실시예1에 관한 줌 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내는 도이며, 도 9(A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, 도 9(B)는 배율 변경에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타낸다.

[0079] 도 10은 실시예2에 관한 줌 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내는 도이며, 도 10(A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, 도 10(B)는 배율 변경에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타내는 도이다.

[0080] 도 11은 실시예3에 관한 줌 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내는 도이며, 도 11(A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, 도 11(B)는 배율 변경에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타내는 도이다.

[0081] 도 12는 실시예4에 관한 줌 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내는 도이며, 도 12(A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, 도 12(B)는 배율 변경에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타내는 도이다.

[0082] 도 13은 실시예5에 관한 줌 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내는 도이며, 도 13(A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, 도 13(B)는 배율 변경에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타내는 도이다.

[0083] 도 14는 실시예6에 관한 줌 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내는 도이며, 도 14(A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, 도 14(B)는 배율 변경에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타내는 도이다.

[0084] 도 15는 실시예7에 관한 줌 렌즈의 렌즈 데이터를 나타내는 도이며, 도 15(A)는 기본적인 렌즈 데이터를 나타내고, 도 15(B)는 배율 변경에 따라 이동하는 부분의 면간격 데이터를 나타내는 도이다.

[0085] 도 16은 조건식에 관한 값을 각 실시예에 대해서 정리해서 나타내는 도이다.

[0086] 도 17은 실시예1에 관한 줌 렌즈의 광각단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 17(A)는 구면수차, 도 17(B)는 비점 수차, 도 17(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0087] 도 18은 실시예1에 관한 줌 렌즈의 망원단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 18(A)는 구면수차, 도 18(B)는 비점 수차, 도 18(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0088] 도 19는 실시예2에 관한 줌 렌즈의 광각단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 19(A)는 구면수차, 도 19(B)는 비점 수차, 도 19(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0089] 도 20은 실시예2에 관한 줌 렌즈의 망원단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 20(A)는 구면수차, 도 20(B)는 비점 수차, 도 20(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0090] 도 21은 실시예3에 관한 줌 렌즈의 광각단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 21(A)는 구면수차, 도 21(B)는 비점 수차, 도 21(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0091] 도 22는 실시예3에 관한 줌 렌즈의 망원단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 22(A)는 구면수차, 도 22(B)는 비점 수차, 도 22(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0092] 도 23은 실시예4에 관한 줌 렌즈의 광각단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 23(A)는 구면수차, 도 23(B)는 비점 수차, 도 23(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0093] 도 24는 실시예4에 관한 줌 렌즈의 망원단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 24(A)는 구면수차, 도 24(B)는 비점 수차, 도 24(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0094] 도 25는 실시예5에 관한 줌 렌즈의 광각단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 25(A)는 구면수차, 도 25(B)는 비점 수차, 도 25(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0095] 도 26은 실시예5에 관한 줌 렌즈의 망원단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 26(A)는 구면수차, 도 26(B)는 비점 수차, 도 26(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0096] 도 27은 실시예6에 관한 줌 렌즈의 광각단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 27(A)는 구면수차, 도 27(B)는 비점 수차, 도 27(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0097] 도 28은 실시예6에 관한 줌 렌즈의 망원단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 28(A)는 구면수차, 도 28(B)는 비점 수차, 도 28(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0098] 도 29는 실시예7에 관한 줌 렌즈의 광각단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 29(A)는 구면수차, 도 29(B)는 비점 수차, 도 29(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0099] 도 30은 실시예7에 관한 줌 렌즈의 망원단에 있어서의 모든 수차를 나타내는 수차도이며, 도 30(A)는 구면수차, 도 30(B)는 비점 수차, 도 30(C)는 왜곡 수차를 나타낸다.

[0100] [부호의 설명]

[0101] GC: 광학 부재 G1: 제 1 렌즈 G2: 제 2 렌즈 G3: 제 3 렌즈

[0102] G4: 제 4 렌즈 G5: 제 5 렌즈 LP: 직각 프리즘 St: 조리개

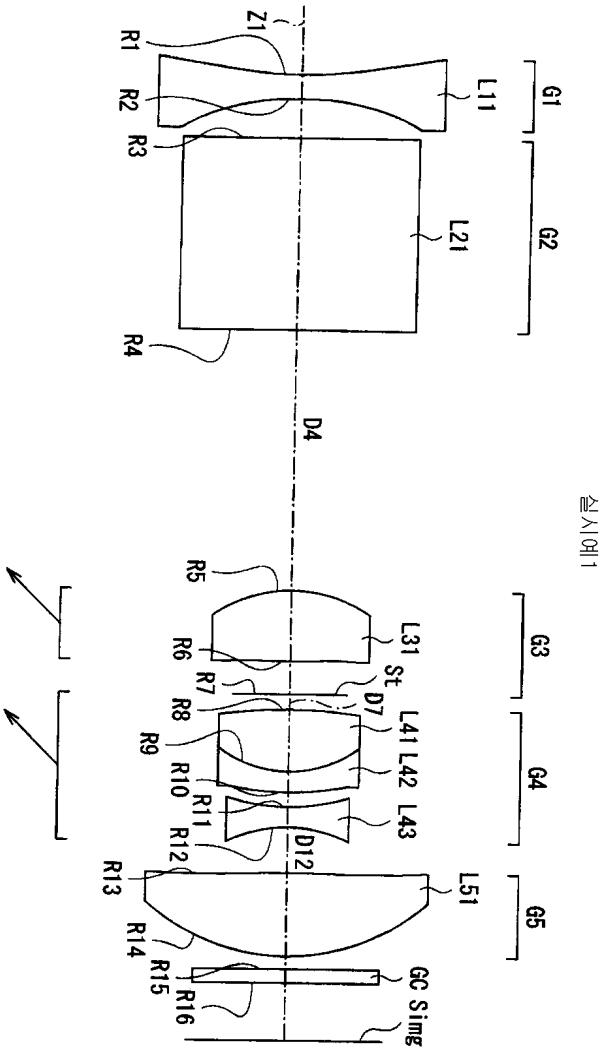
[0103] Ri: 물체측으로부터 제 i번째 렌즈면의 곡률 반경

[0104] Di: 물체측으로부터 제 i번째와 제 i+1번째 렌즈면의 면간격

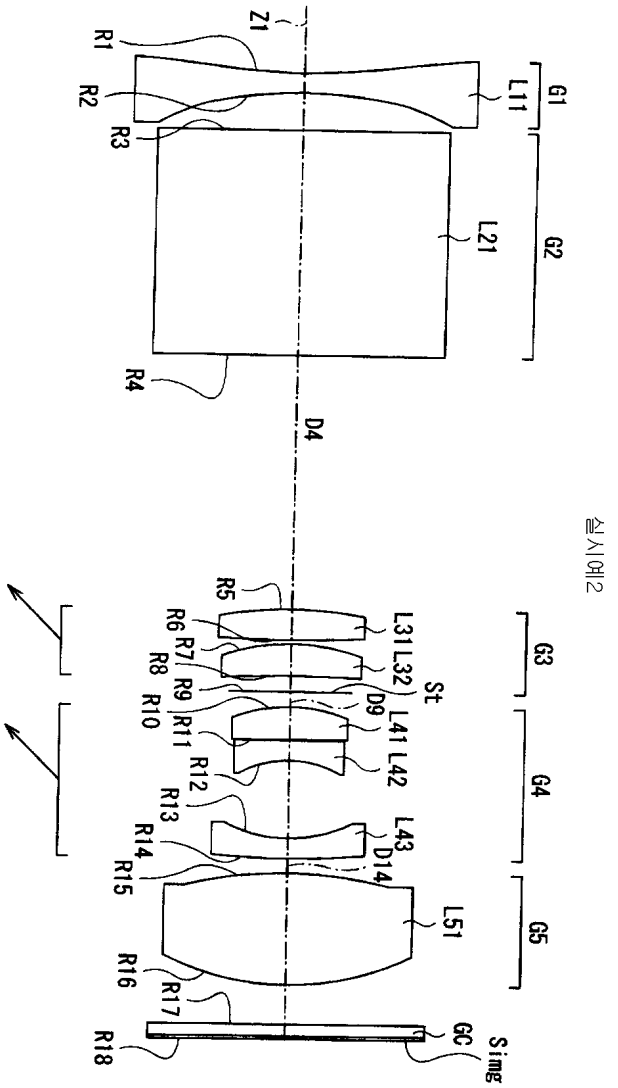
[0105] Z1: 광축

도면

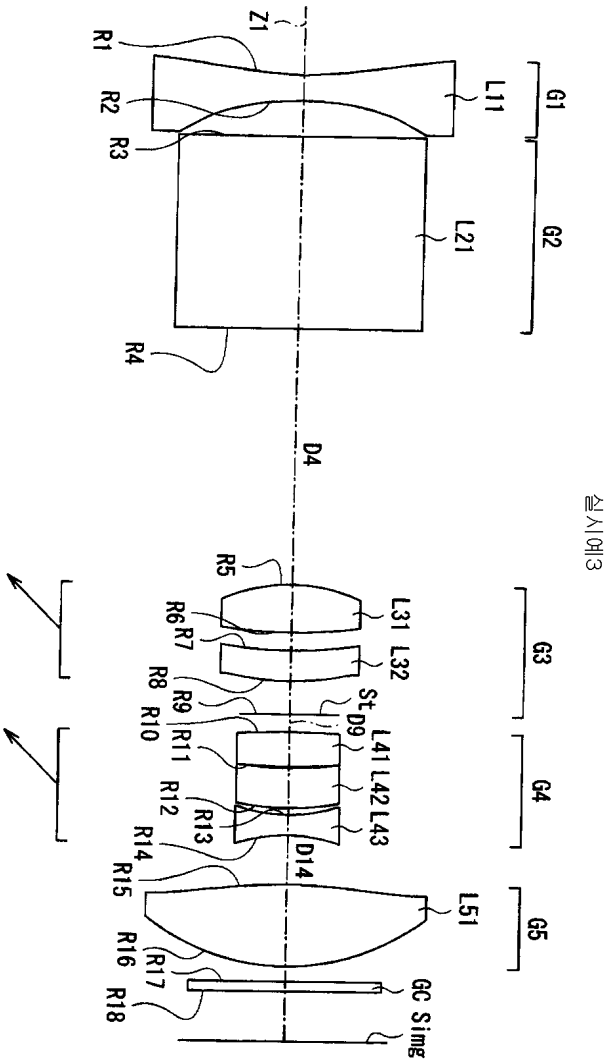
도면1


실시예1
Z1
R1
R2
R3
R4
L11
L21
G1
G2
D4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
L31
St
D7
L41
L42
L43
D12
L51
G3
G4
G5
GC
Simg

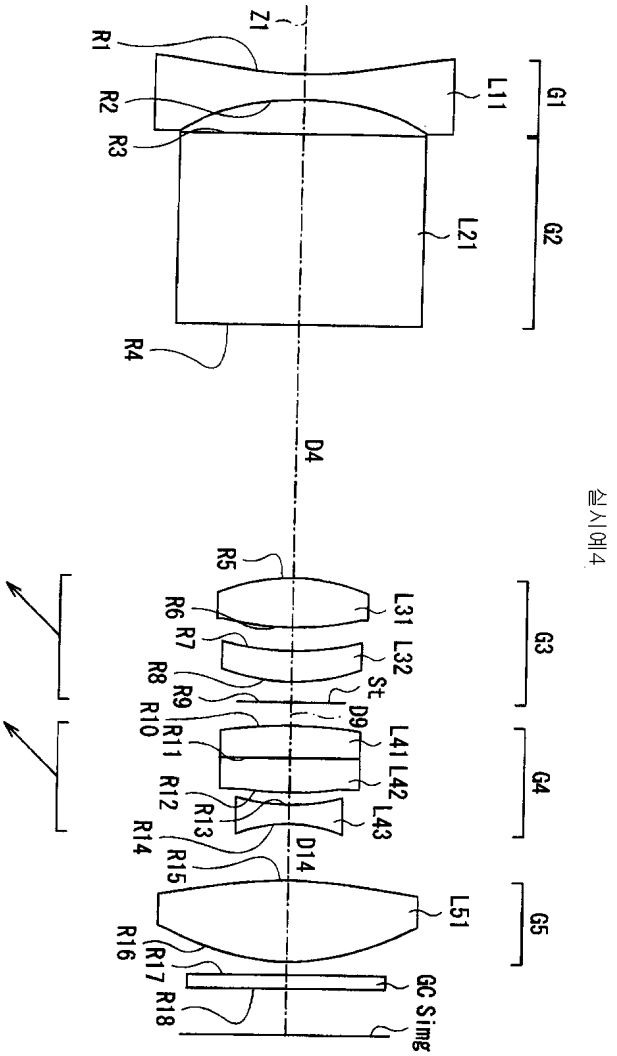
도면2


실시예2
Z1
R1
R2
R3
R4
L11
L21
G1
G2
D4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
L31
L32
St
D9
L41
L42
L43
D14
L51
G3
G4
G5
GC
Simg

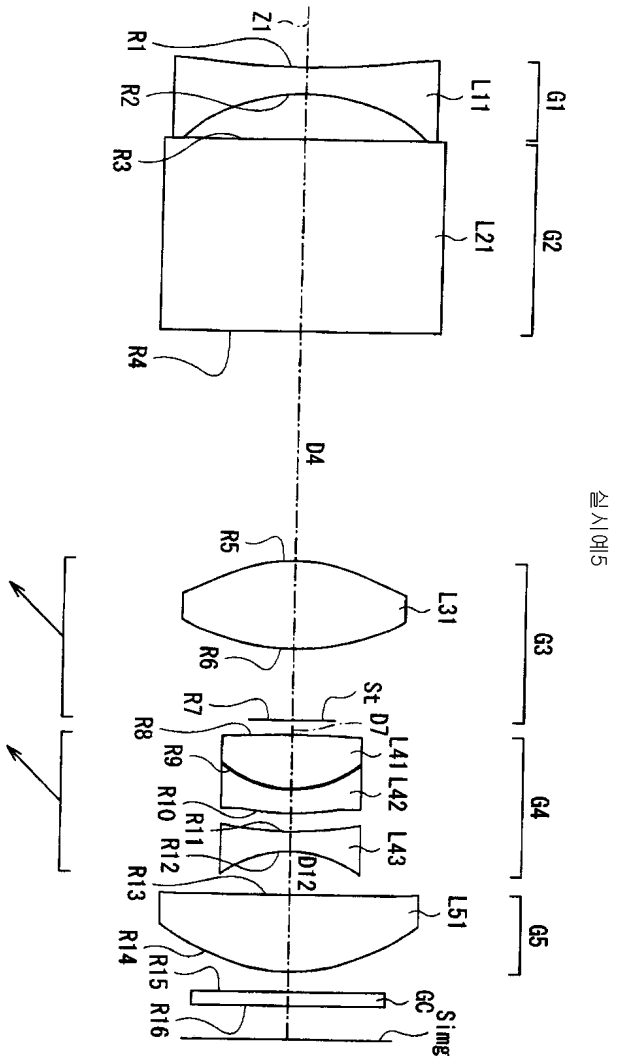
도면3


실시예3
Z1
R1
R2
R3
R4
L11
L21
G1
G2
D4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
L31
L32
St
D9
L41
L42
L43
D14
L51
G3
G4
G5
GC
Simg

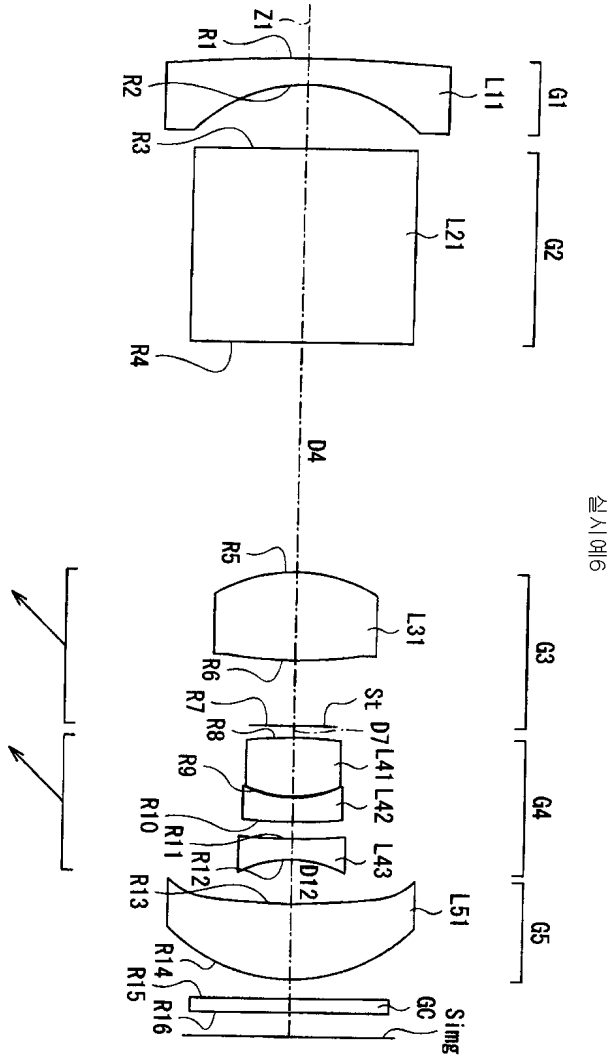
도면4


실시예4
Z1
R1
R2
R3
R4
L11
L21
G1
G2
D4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
L31
L32
St
D9
L41
L42
L43
D14
L51
GC
Simg
G3
G4
G5

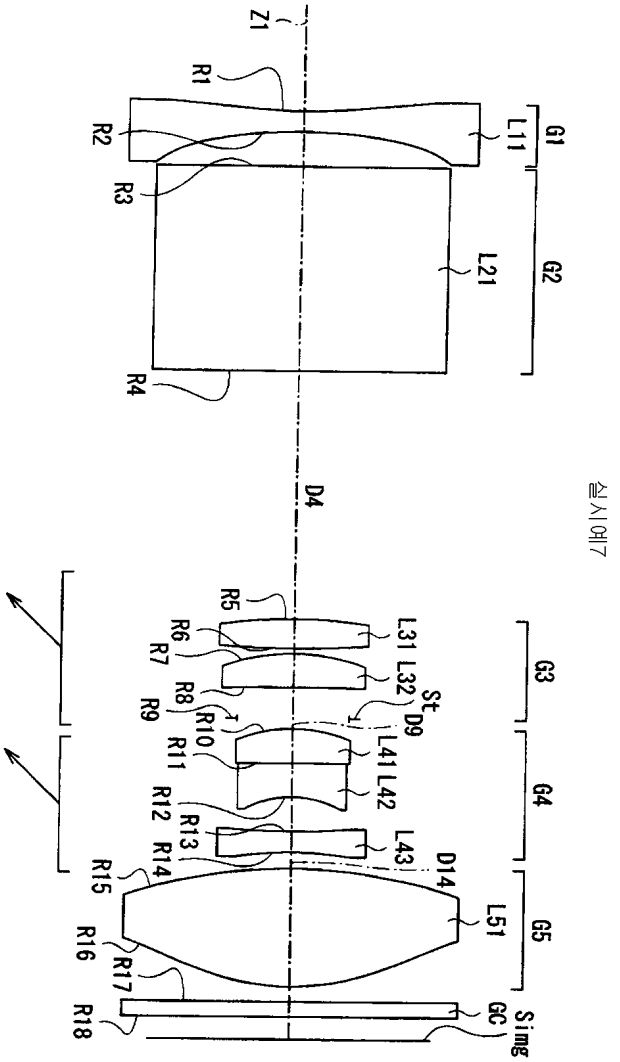
도면5


실시예5
Z1
R1
R2
R3
R4
L11
L21
G1
G2
D4
R5
R6
L31
G3
St
D7
R7
R8
R9
R10
R11
R12
L41
L42
L43
G4
D12
R13
R14
R15
R16
L51
G5
GC
Simg

도면6

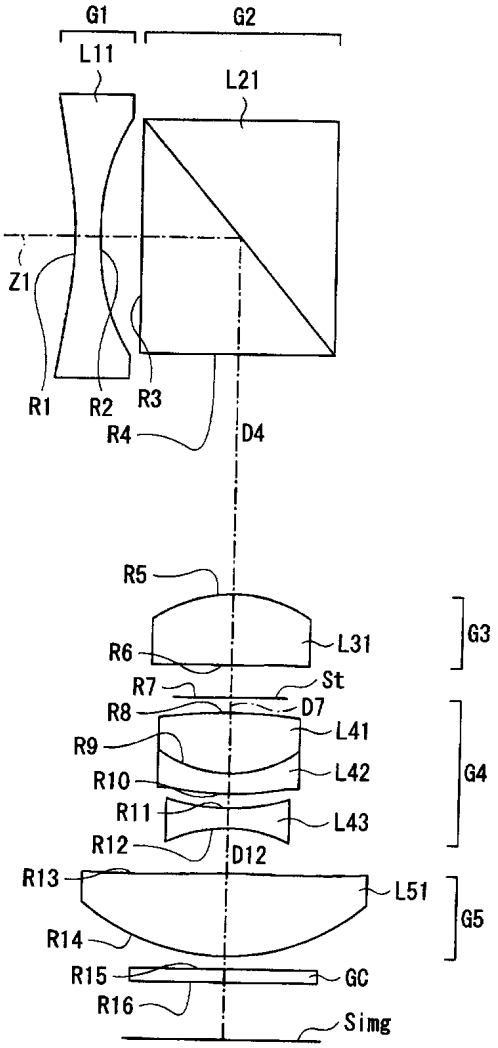

실시예6
Z1
R1
R2
R3
R4
L11
L21
G1
G2
D4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
L31
St
D7
L41
L42
L43
D12
L51
GC
Simg
G3
G4
G5

도면7


실시예7
Z1
R1
R2
R3
R4
L11
L21
G1
G2
D4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
R13
R14
R15
R16
R17
R18
L31
L32
St
D9
L41
L42
L43
D14
L51
G3
G4
G5
GC
Simg

도면8

실시예1


G1
G2
L11
L21
Z1
R1
R2
R3
R4
D4
R5
R6
L31
G3
R7
St
R8
D7
R9
L41
R10
L42
G4
R11
L43
R12
D12
R13
L51
G5
R14
R15
GC
R16
Simg

도면9

(A)

실시예1·렌즈 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률 반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절율)	νdj (아베수)	비구면 계수 K	A4	A6	A8	A10
G1	1 (ASP)	-10.248	0.750	1.469	77.8	0	1.52E-03	-2.29E-05	-8.45E-08	1.31E-08
	2 (ASP)	8.667	1.181	1.000		0	1.30E-03	1.96E-05	-1.77E-06	1.03E-07
G2	3	∞	5.800	1.839	42.7	0				
	4	∞	D4(가변)	1.000		0				
G3	5 (ASP)	3.797	2.155	1.517	63.3	0	3.17E-05	3.29E-04	-5.61E-05	1.01E-05
	6 (ASP)	-21.727	0.998	1.000		0	3.74E-03	7.73E-04	-2.07E-04	4.24E-05
	7(조리개)	∞	D7(가변)	1.000		0				
G4	8	13.848	1.873	1.716	53.9	0				
	9	-3.038	0.600	1.812	33.3	0				
	10	-8.330	0.433	1.000		0				
	11	-5.583	0.600	1.704	30.1	0				
	12	3.670	D12(가변)	1.000		0				
G5	13 (ASP)	31.571	2.500	1.688	31.3	0	-1.81E-03	1.87E-04	-2.03E-05	7.51E-07
	14 (ASP)	-5.310	0.400	1.000		0	-4.01E-04	2.44E-04	-2.13E-05	6.69E-07
GC	15	∞	0.400	1.519	64.2	0				
	16	∞	1.713	1.000		0				

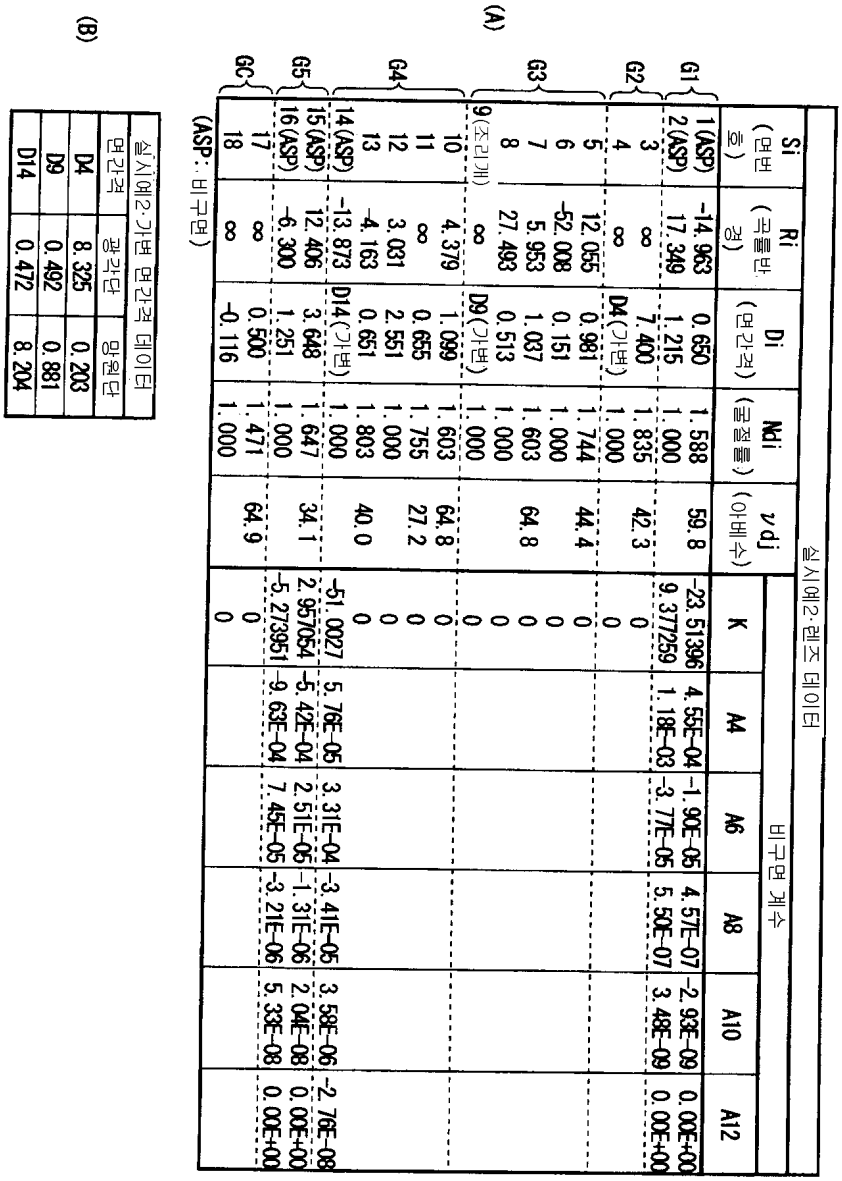
(ASP: 비구면)

(B)

실시예1·가변 면간격 데이터

면간격	광각단	망원단
D4	7.894	0.599
D7	0.462	1.603
D12	1.378	7.531

도면10



(A)

실시예2·렌즈 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	νdj (아베수)	비구면 계수 K	A4	A6	A8	A10	A12
G1	1 (ASP)	-14.963	0.650	1.588	59.8	-23.51396	4.55E-04	-1.90E-05	4.57E-07	-2.93E-09	0.00E+00
	2 (ASP)	17.349	1.215	1.000		9.377259	1.18E-03	-3.77E-05	5.50E-07	3.48E-09	0.00E+00
G2	3	∞	7.400	1.835	42.3	0					
	4	∞	D4(가변)	1.000		0					
G3	5	12.055	0.981	1.744	44.4	0					
	6	-52.008	0.151	1.000		0					
	7	5.953	1.037	1.603	64.8	0					
	8	27.493	0.513	1.000		0					
	9 (조리개)	∞	D9(가변)	1.000		0					
G4	10	4.379	1.099	1.603	64.8	0					
	11	∞	0.655	1.755	27.2	0					
	12	3.031	2.551	1.000		0					
	13	-4.163	0.651	1.803	40.0	0					
	14 (ASP)	-13.873	D14(가변)	1.000		-51.0027	5.76E-05	3.31E-04	-3.41E-05	3.58E-06	-2.76E-08
G5	15 (ASP)	12.406	3.648	1.647	34.1	2.957054	-5.42E-04	2.51E-06	-1.31E-06	2.04E-08	0.00E+00
	16 (ASP)	-6.300	1.251	1.000		-5.273951	-9.63E-04	7.45E-05	-3.21E-06	5.33E-08	0.00E+00
GC	17	∞	0.500	1.471	64.9	0					
	18	∞	-0.116	1.000		0					

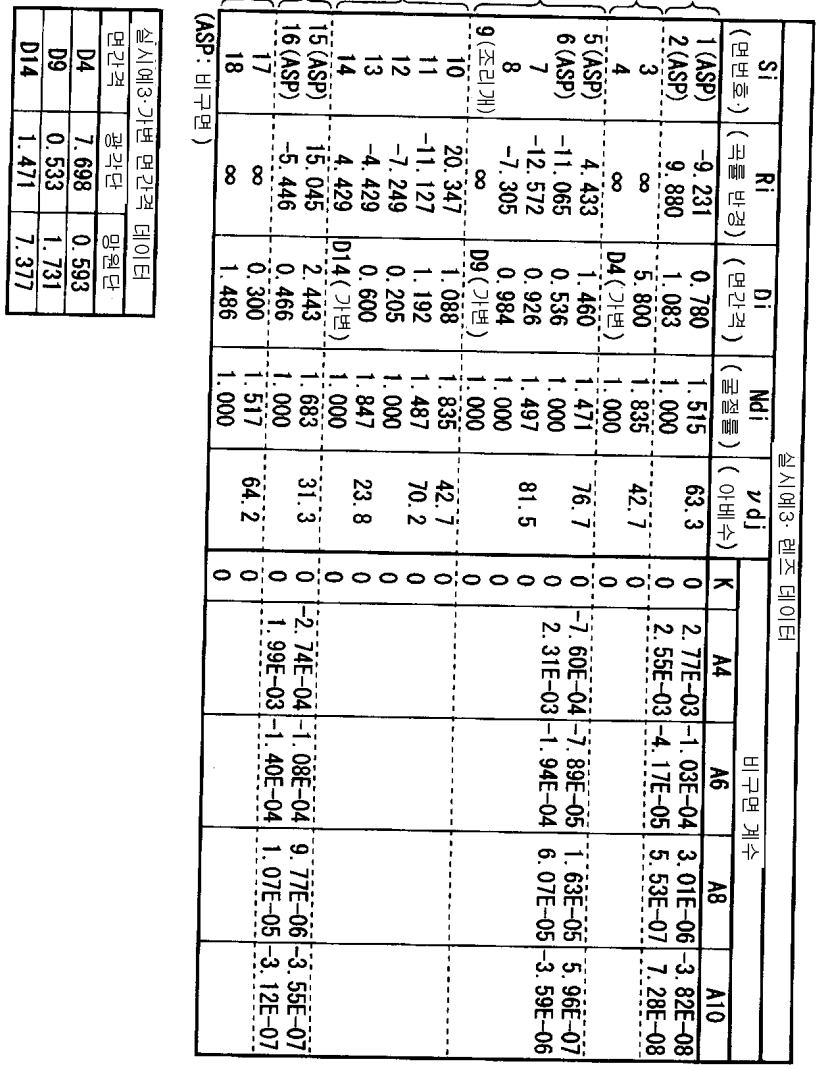
(ASP: 비구면)

(B)

실시예2·가변 면간격 데이터

면간격	광각단	망원단
D4	8.325	0.203
D9	0.492	0.881
D14	0.472	8.204

도면11



(A)

	Si (면번호)	Ri (곡률 반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	νdj (아베수)
G1	1 (ASP)	-9.231	0.780	1.515	63.3
	2 (ASP)	9.880	1.083	1.000	
G2	3	∞	5.800	1.835	42.7
	4	∞	D4 (가변)	1.000	
G3	5 (ASP)	4.433	1.460	1.471	76.7
	6 (ASP)	-11.065	0.536	1.000	
	7	-12.572	0.926	1.497	81.5
	8	-7.305	0.984	1.000	
	9 (조리개)	∞	D9 (가변)	1.000	
G4	10	20.347	1.088	1.835	42.7
	11	-11.127	1.192	1.487	70.2
	12	-7.249	0.205	1.000	
	13	-4.429	0.600	1.847	23.8
	14	4.429	D14 (가변)	1.000	
G5	15 (ASP)	15.045	2.443	1.683	31.3
	16 (ASP)	-5.446	0.466	1.000	
GC	17	∞	0.300	1.517	64.2
	18 (ASP: 비구면)	∞	1.486	1.000	

실시예3 렌즈 데이터

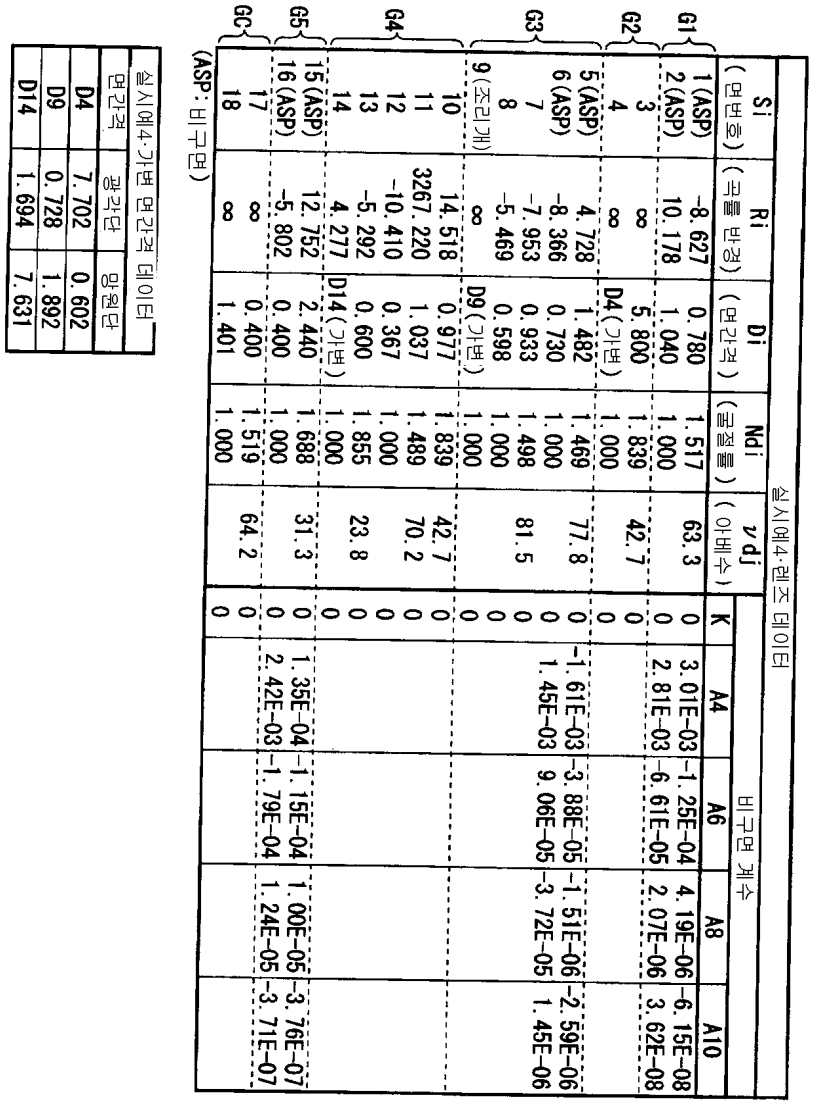
K	A4	A6	A8	A10
0	2.77E-03	-1.03E-04	3.01E-06	-3.82E-08
0	2.55E-03	-4.17E-05	5.53E-07	7.28E-08
0				
0				
0	-7.60E-04	-7.89E-05	1.63E-05	5.96E-07
0	2.31E-03	-1.94E-04	6.07E-05	-3.59E-06
0				
0				
0				
0				
0	-2.74E-04	-1.08E-04	9.77E-06	-3.55E-07
0	1.99E-03	-1.40E-04	1.07E-05	-3.12E-07
0				
0				

비구면 계수

(B)

실시예3 가변 면간격 데이터	
면간격	광각단 / 망원단
D4	7.698 / 0.593
D9	0.533 / 1.731
D14	1.471 / 7.377

도면12



(A)

실시예4·렌즈 데이터

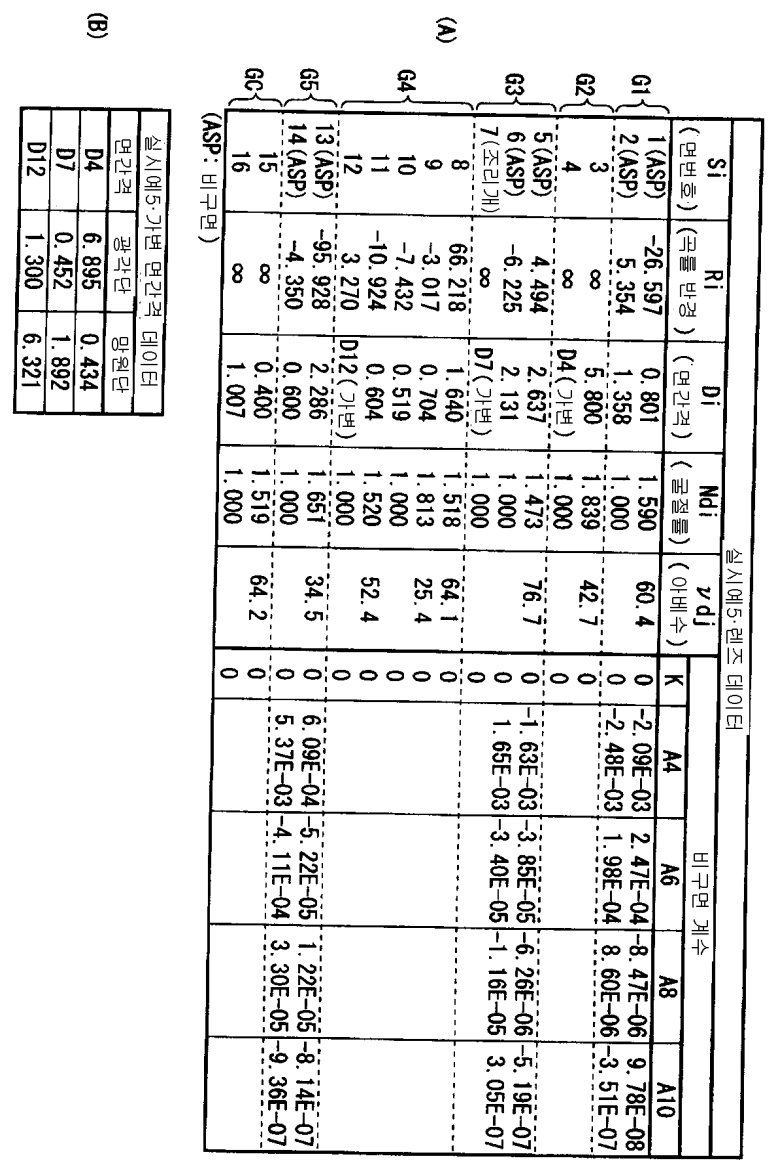
	Si (면번호)	Ri (곡률 반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	νdj (아베수)	비구면 계수 K	A4	A6	A8	A10
G1	1 (ASP)	-8.627	0.780	1.517	63.3	0	3.01E-03	-1.25E-04	4.19E-06	-6.15E-08
	2 (ASP)	10.178	1.040	1.000		0	2.81E-03	-6.61E-05	2.07E-06	3.62E-08
G2	3	∞	5.800	1.839	42.7	0				
	4	∞	D4 (가변)	1.000		0				
G3	5 (ASP)	4.728	1.482	1.469	77.8	0	-1.61E-03	-3.88E-05	-1.51E-06	-2.59E-06
	6 (ASP)	-8.366	0.730	1.000		0	1.45E-03	9.06E-05	-3.72E-05	1.45E-06
	7	-7.953	0.933	1.498	81.5	0				
	8	-5.469	0.598	1.000		0				
	9 (조리개)	∞	D9 (가변)	1.000		0				
G4	10	14.518	0.977	1.839	42.7	0				
	11	3267.220	1.037	1.489	70.2	0				
	12	-10.410	0.367	1.000		0				
	13	-5.292	0.600	1.855	23.8	0				
	14	4.277	D14 (가변)	1.000		0				
G5	15 (ASP)	12.752	2.440	1.688	31.3	0	1.35E-04	-1.15E-04	1.00E-05	-3.76E-07
	16 (ASP)	-5.802	0.400	1.000		0	2.42E-03	-1.79E-04	1.24E-05	-3.71E-07
GC	17	∞	0.400	1.519	64.2	0				
	18	∞	1.401	1.000		0				

(ASP: 비구면)

(B)

실시예4·가변 면간격 데이터		
면간격	광각단	망원단
D4	7.702	0.602
D9	0.728	1.892
D14	1.694	7.631

도면13



(A)

실시예5·렌즈 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률 반경)	Di (면간격)	Ndj (굴절률)	νdj (아베수)	비구면 계수 K	A4	A6	A8	A10
G1	1 (ASP)	-26.597	0.801	1.590	60.4	0	-2.09E-03	2.47E-04	-8.47E-06	9.78E-08
	2 (ASP)	5.354	1.358	1.000		0	-2.48E-03	1.98E-04	8.60E-06	-3.51E-07
G2	3	∞	5.800	1.839	42.7	0				
	4	∞	D4(가변)	1.000		0				
G3	5 (ASP)	4.494	2.637	1.473	76.7	0	-1.63E-03	-3.85E-05	-6.26E-06	-5.19E-07
	6 (ASP)	-6.225	2.131	1.000		0	1.65E-03	-3.40E-05	-1.16E-05	3.05E-07
	7(조리개)	∞	D7(가변)	1.000		0				
G4	8	66.218	1.640	1.518	64.1	0				
	9	-3.017	0.704	1.813	25.4	0				
	10	-7.432	0.519	1.000		0				
	11	-10.924	0.604	1.520	52.4	0				
	12	3.270	D12(가변)	1.000		0				
G5	13 (ASP)	-95.928	2.286	1.651	34.5	0	6.09E-04	-5.22E-05	1.22E-05	-8.14E-07
	14 (ASP)	-4.350	0.600	1.000		0	5.37E-03	-4.11E-04	3.30E-05	-9.36E-07
GC	15	∞	0.400	1.519	64.2	0				
	16	∞	1.007	1.000		0				

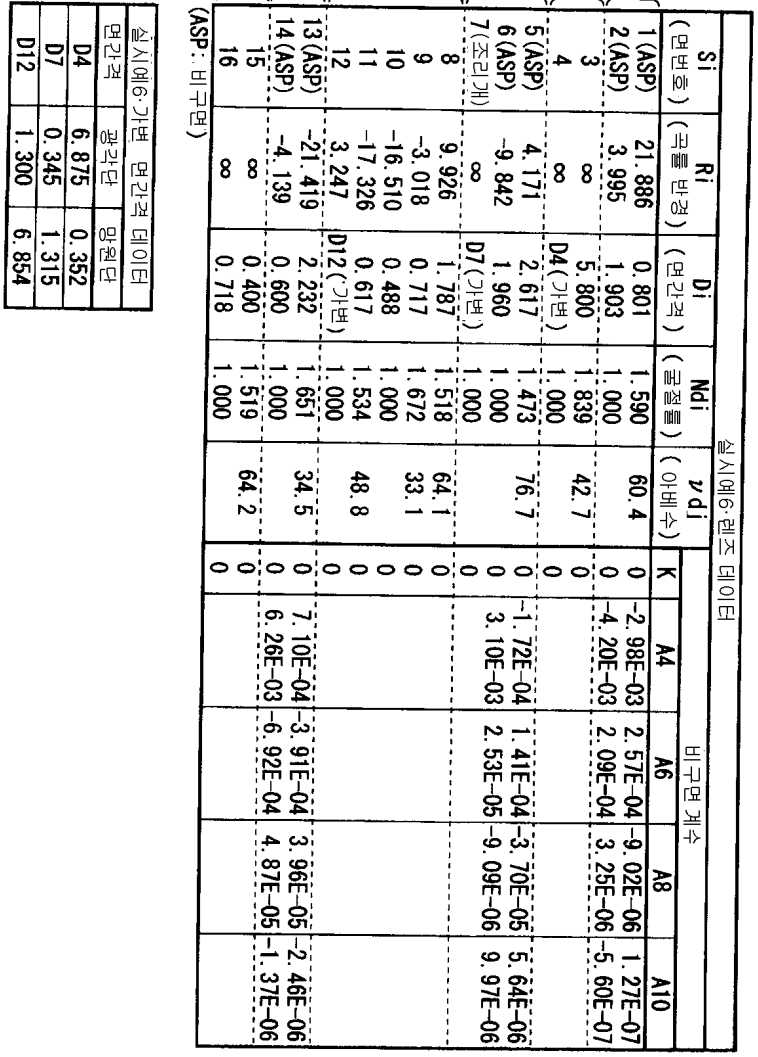
(ASP: 비구면)

(B)

실시예5·가변 면간격 데이터

면간격	광각단	망원단
D4	6.895	0.434
D7	0.452	1.892
D12	1.300	6.321

도면14



(A)

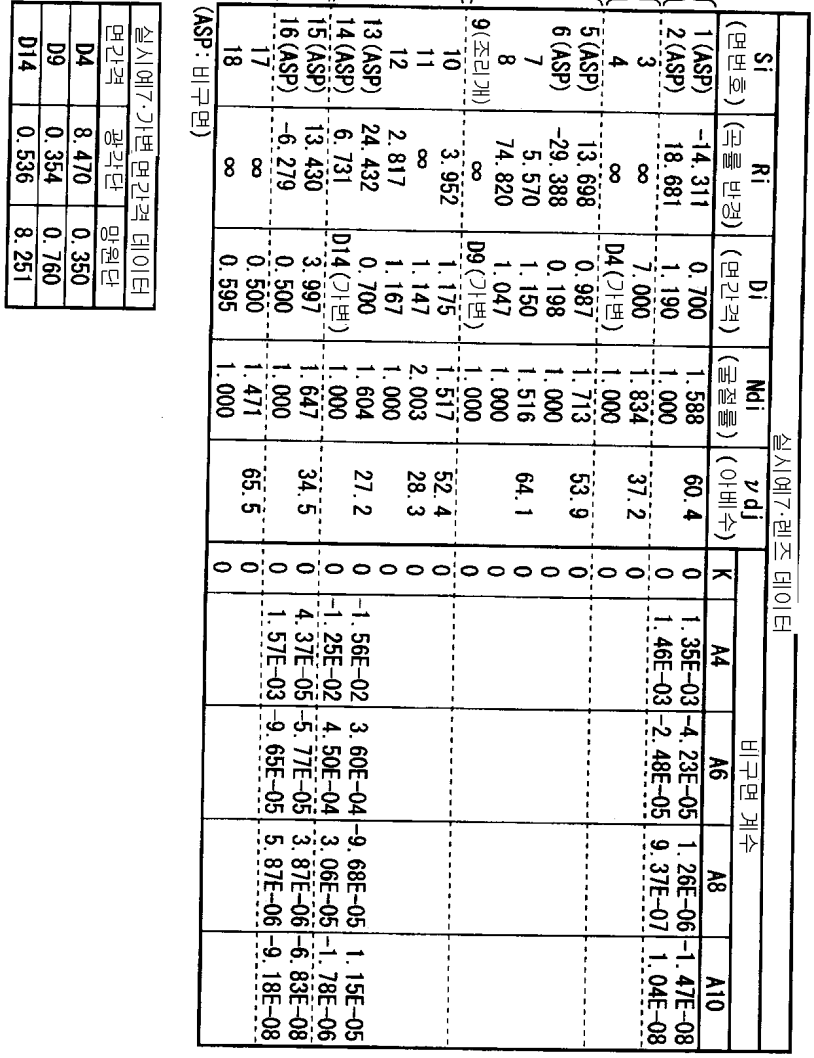
	Si (면번호)	Ri (곡률 반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	νdi (아베수)	실시예6·렌즈 데이터					
						비구면 계수					
						K	A4	A6	A8	A10	
G1	1 (ASP)	21.886	0.801	1.590	60.4	0	-2.98E-03	2.57E-04	-9.02E-06	1.27E-07	
	2 (ASP)	3.995	1.903	1.000		0	-4.20E-03	2.09E-04	3.25E-06	-5.60E-07	
G2	3	∞	5.800	1.839	42.7	0					
	4	∞	D4(가변)	1.000		0					
G3	5 (ASP)	4.171	2.617	1.473	76.7	0	-1.72E-04	1.41E-04	-3.70E-05	5.64E-06	
	6 (ASP)	-9.842	1.960	1.000		0	3.10E-03	2.53E-05	-9.09E-06	9.97E-06	
	7(조리개)	∞	D7(가변)	1.000		0					
G4	8	9.926	1.787	1.518	64.1	0					
	9	-3.018	0.717	1.672	33.1	0					
	10	-16.510	0.488	1.000		0					
	11	-17.326	0.617	1.534	48.8	0					
	12	3.247	D12(가변)	1.000		0					
G5	13 (ASP)	-21.419	2.232	1.651	34.5	0	7.10E-04	-3.91E-04	3.96E-05	-2.46E-06	
	14 (ASP)	-4.139	0.600	1.000		0	6.26E-03	-6.92E-04	4.87E-05	-1.37E-06	
GC	15	∞	0.400	1.519	64.2	0					
	16	∞	0.718	1.000		0					

(ASP : 비구면)

(B)

실시예6·가변 면간격 데이터		
면간격	광각단	망원단
D4	6.875	0.352
D7	0.345	1.315
D12	1.300	6.854

도면15



실시예7-렌즈 데이터

	Si (면번호)	Ri (곡률 반경)	Di (면간격)	Ndi (굴절률)	νdj (아베수)	K	비구면 계수 A4	A6	A8	A10
G1	1 (ASP)	-14.311	0.700	1.588	60.4	0	1.35E-03	-4.23E-05	1.26E-06	-1.47E-08
	2 (ASP)	18.681	1.190	1.000		0	1.46E-03	-2.48E-05	9.37E-07	1.04E-08
G2	3	∞	7.000	1.834	37.2	0				
	4	∞	D4 (가변)	1.000		0				
G3	5 (ASP)	13.698	0.987	1.713	53.9	0				
	6 (ASP)	-29.388	0.198	1.000		0				
	7	5.570	1.150	1.516	64.1	0				
	8	74.820	1.047	1.000		0				
(A)	9(조리개)	∞	D9 (가변)	1.000		0				
G4	10	3.952	1.175	1.517	52.4	0				
	11	∞	1.147	2.003	28.3	0				
	12	2.817	1.167	1.000		0				
	13 (ASP)	24.432	0.700	1.604	27.2	0	-1.56E-02	3.60E-04	-9.68E-05	1.15E-05
	14 (ASP)	6.731	D14 (가변)	1.000		0	-1.25E-02	4.50E-04	3.06E-05	-1.78E-06
G5	15 (ASP)	13.430	3.997	1.647	34.5	0	4.37E-05	-5.77E-05	3.87E-06	-6.83E-08
	16 (ASP)	-6.279	0.500	1.000		0	1.57E-03	-9.65E-05	5.87E-06	-9.18E-08
	17	∞	0.500	1.471	65.5	0				
GC	18	∞	0.595	1.000		0				

(ASP: 비구면)

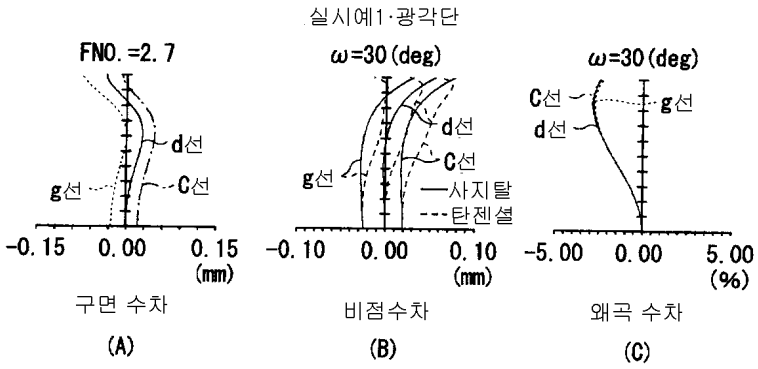
(B)

실시예7-가변 면간격 데이터	
면간격	광각단 망원단
D4	8.470 0.350
D9	0.354 0.760
D14	0.536 8.251

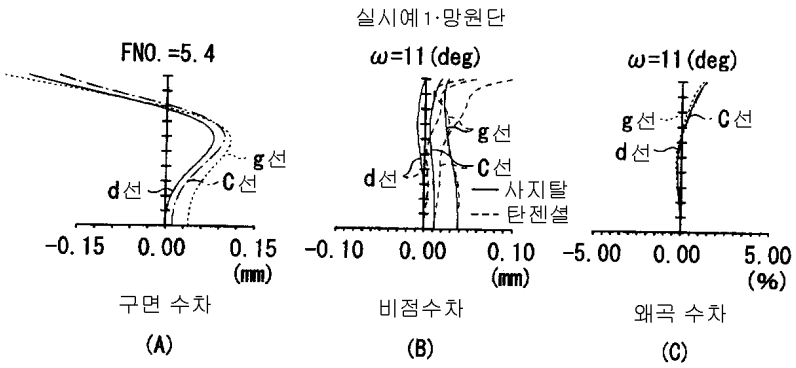
도면16

조건식에 관한 값					
	fw	ft	(1) f3/f4	(2) DA/fw	(3) ν G3
실시예 1	5	13.7	-1.08	2.49	63.3
실시예 2	6.44	17.8	-1.37	2.33	54.6
실시예 3	4.84	13.3	-1.3	2.55	79.1
실시예 4	4.86	13.4	-1.34	2.53	79.6
실시예 5	4.8	13.3	-1.13	2.60	76.7
실시예 6	4.89	13.56	-0.89	2.64	76.7
실시예 7	6.57	18.2	-1.48	2.19	59.0

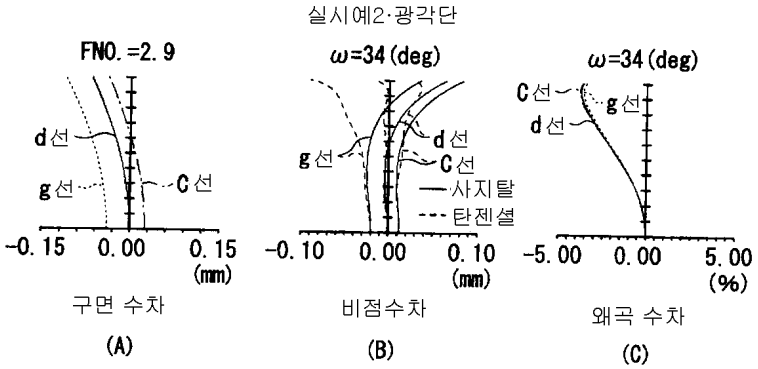
도면17



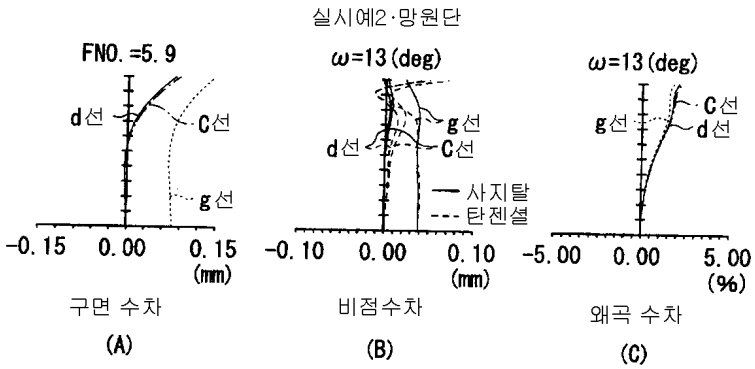
도면18



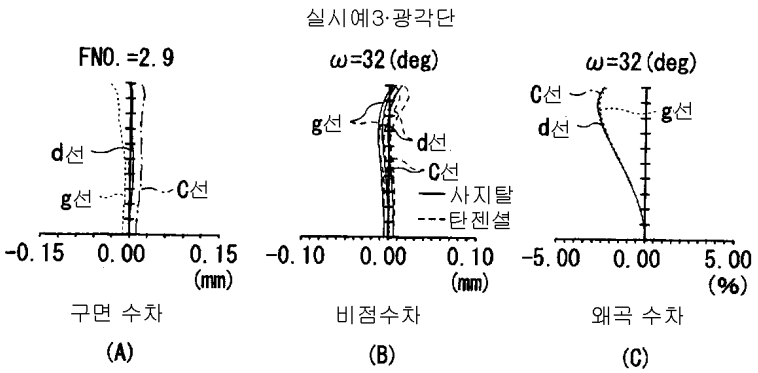
도면19



도면20

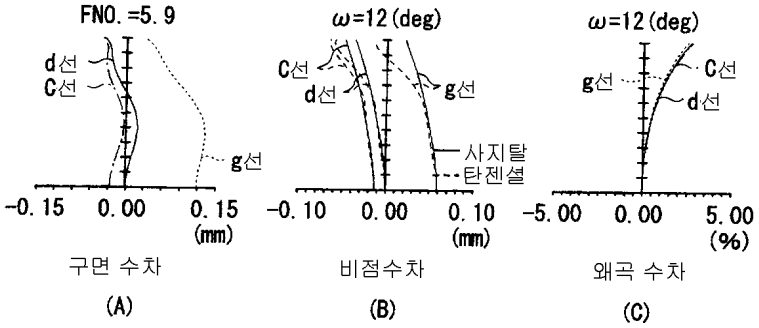


도면21



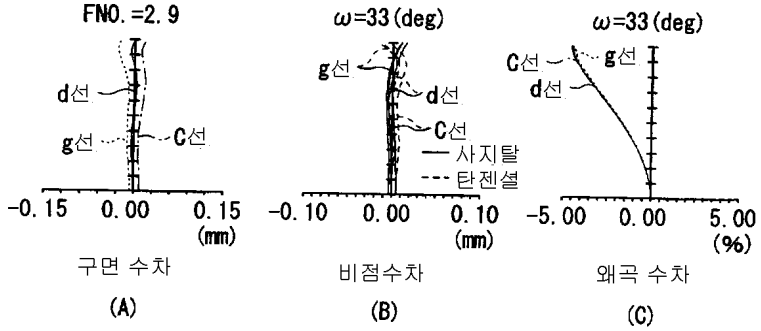
도면22

실시예3·망원단



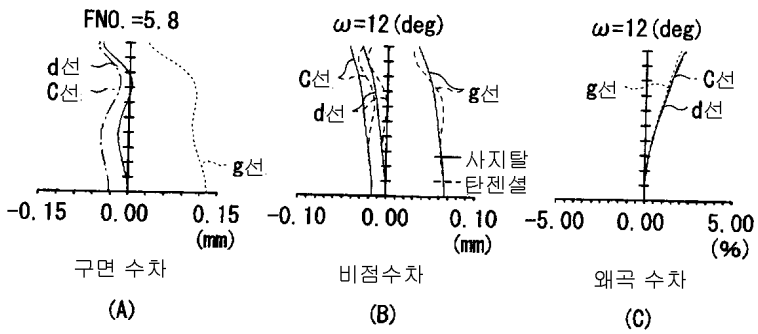
도면23

실시예4·광각단

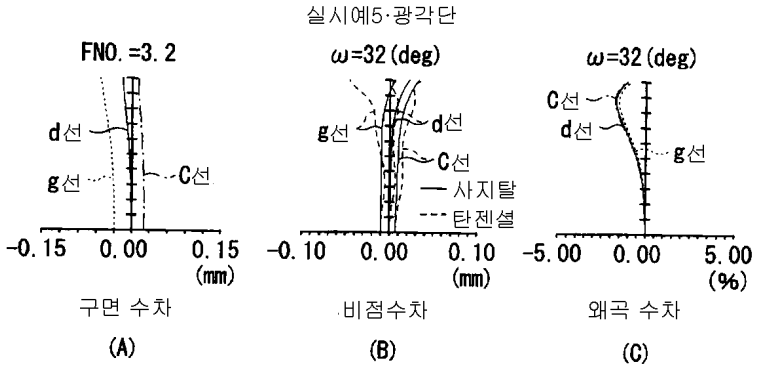


도면24

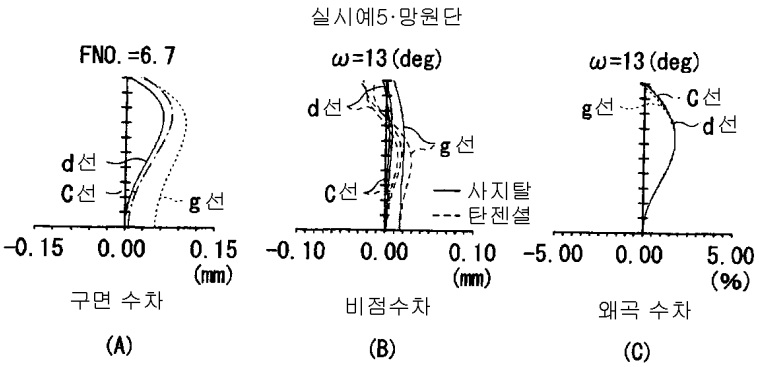
실시예4·망원단



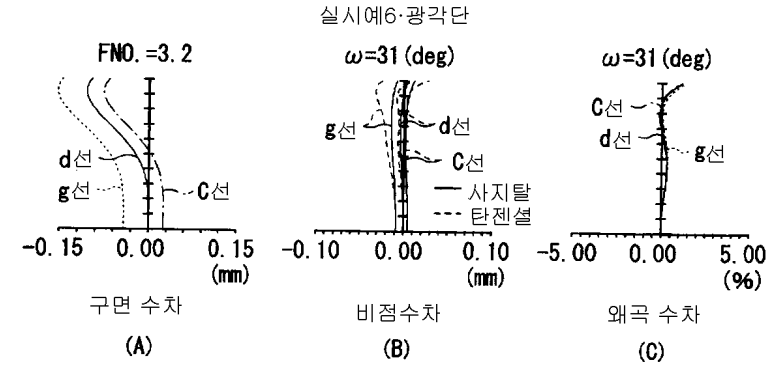
도면25



도면26

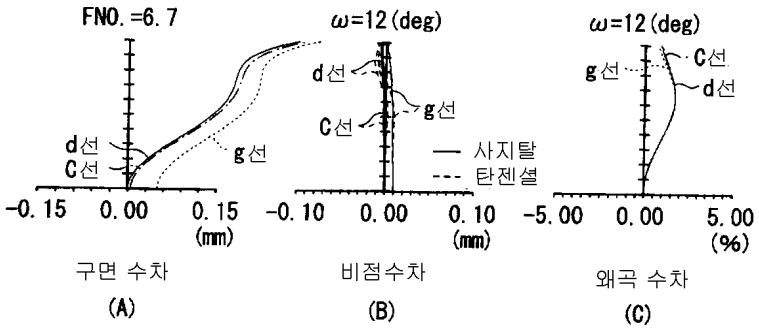


도면27



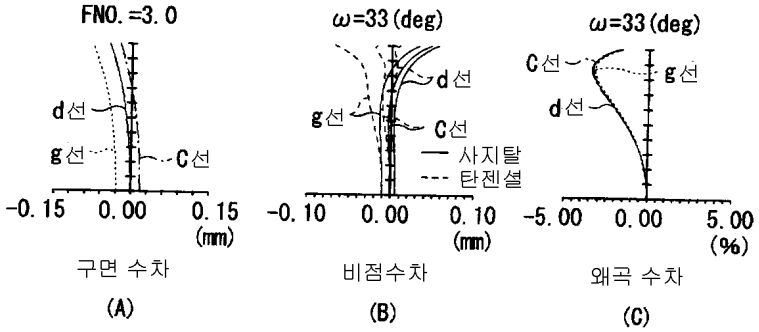
도면28

실시예6·망원단



도면29

실시예7·광각단



도면30

실시예7·망원단

