



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년12월21일  
 (11) 등록번호 10-0933061  
 (24) 등록일자 2009년12월11일

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-0040099  
 (22) 출원일자 2005년05월13일  
 심사청구일자 2007년12월04일  
 (65) 공개번호 10-2006-0047879  
 (43) 공개일자 2006년05월18일

(30) 우선권주장

JP-P-2004-00145464 2004년05월14일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020020064179 A

JP2001075006 A

JP2004004566 A

JP09288235 A

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 경천수

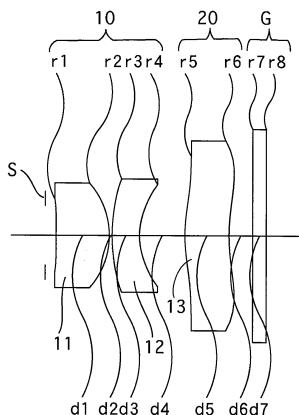
(54) 활상 광학 시스템

### (57) 요 약

활상 광학 시스템은 개구 조리개, 포지티브 제1렌즈군, 포지티브 또는 네거티브 제2렌즈군을 포함하고 있다. 제1렌즈군은 포지티브 제1렌즈와 네거티브 제2렌즈를 포함하고 있다. 제1렌즈는 물체측 표면에 비구면을 구비하고 있다. 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성된다. 제2렌즈군은 메니스크스 제3렌즈를 포함하고 있다. 메니스크스 제3렌즈는 각각의 렌즈 표면에 비구면을 구비하고 있고 광축 근방에서 물체를 향하여 볼록한 표면을 가지고 있다.

포지티브 제1렌즈군의 포지티브 제1렌즈와 활상 광학 시스템은 다음 조건 만족한다. 조건 (1)  $0.6 < |f_1/f_2| < 1.0$ , 조건 (2)  $1.0 < f_{12}/f < 1.6$ , 조건 (3)  $0.301 \leq |R_2/f| < 0.7$ , 여기에서  $f$  : 전체 활상 광학 시스템의 초점 거리,  $f_1$  : 제1렌즈의 초점 거리,  $f_2$  : 제2렌즈의 초점 거리,  $f_{12}$  : 제1렌즈군의 초점 거리,  $R_2$  : 제1렌즈의 상측의 표면의 곡률 반경이다.

**대 표 도** - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

물체측으로부터 순차적으로 개구 조리개, 포지티브 제1렌즈군, 포지티브 또는 네거티브 제2렌즈군을 포함하고 있고,

상기 포지티브 제1렌즈군은 물체측으로부터 순차적으로 포지티브 제1렌즈와 네거티브 제2렌즈를 포함하고 있고 상기 포지티브 제1렌즈는 상측에 가장 가까운 표면이 상측을 향하여 볼록한 표면으로 되어 있고 상기 네거티브 제2렌즈는 상측에 가장 가까운 표면이 상측을 향하여 오목한 표면으로 되어 있으며,

상기 제2렌즈군은 메니스커스 제3렌즈를 포함하고 있고,

상기 메니스커스 제3렌즈는 물체측 표면과 상측 표면에 비구면을 포함하고 있고 광축 근방에서 물체를 향하여 볼록한 표면을 가지고 있으며,

상기 포지티브 제1렌즈군의 상기 포지티브 제1렌즈는 적어도 물체측 표면에 비구면을 구비하고 있고,

상기 포지티브 제1렌즈의 상기 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성되고,

촬상 광학 시스템이 다음 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상 광학 시스템.

$$0.6 < |f_1/f_2| < 1.0$$

$$1.0 < f_{12}/f < 1.6$$

$$0.301 \leq |R_2/f| < 0.7$$

$f$  : 전체 촬상 광학 시스템의 초점 거리,

$f_1$  : 상기 포지티브 제1렌즈의 초점 거리,

$f_2$  : 상기 네거티브 제2렌즈의 초점 거리,

$f_{12}$  : 상기 포지티브 제1렌즈군의 초점 거리,

$R_2$  : 상기 포지티브 제1렌즈의 상측의 표면의 곡률 반경.

### 청구항 2

삭제

### 청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 포지티브 제1렌즈군의 상기 네거티브 제2렌즈는 적어도 상측 표면에 비구면을 구비하고 있고,

상기 네거티브 제2렌즈의 상기 상측 표면의 상기 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성되고,

상기 촬상 광학 시스템이 다음 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상 광학 시스템.

$$0.2 < R_4/f < 0.7$$

$$0.15 < D/f < 0.4$$

$R_4$  : 상기 네거티브 제2렌즈의 상측의 표면의 곡률 반경,

$D$  : 상기 포지티브 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군 사이의 거리.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서, 다음 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 활상 광학 시스템.

$$-0.1 < f_{12}/f_3 < 0.7$$

$f_{12}$  : 상기 포지티브 제1렌즈군의 초점 거리,

$f_3$  : 상기 메니스커스 제3렌즈의 초점 거리.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 제2렌즈군의 상기 메니스커스 제3렌즈는 수지 렌즈 재료로 만들어지고,

상기 메니스커스 제3렌즈의 상기 물체측의 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 포지티브 굴절력이 더욱 작아지도록 형성되고,

상기 메니스커스 제3렌즈의 상기 상측의 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 네거티브 굴절력이 더욱 작아지도록 형성되고, 상기 메니스커스 제3렌즈의 상측 표면의 주변 구역이 네거티브 굴절력 대신에 포지티브 굴절력을 나타내도록 구성되고,

상기 제2렌즈군의 상기 메니스커스 제3렌즈가 다음 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 활상 광학 시스템.

$$0.4 < R_5/f < 1.0$$

$R_5$  : 상기 메니스커스 제3렌즈의 물체측 표면의 근축 구면의 곡률 반경,

$f$  : 상기 전체 활상 광학 시스템의 초점 거리.

### 청구항 6

물체측으로부터 순차적으로 개구 조리개, 포지티브 제1렌즈군, 포지티브 또는 네거티브 제2렌즈군을 포함하고 있고,

상기 포지티브 제1렌즈군은 물체측으로부터 순차적으로 포지티브 제1렌즈와 네거티브 제2렌즈를 포함하고 있고 상기 네거티브 제2렌즈는 적어도 상기 네거티브 제2렌즈의 상측 표면에 비구면을 구비하고 있고,

상기 제2렌즈군은 메니스커스 제3렌즈를 포함하고 있고,

상기 메니스커스 제3렌즈는 상기 제3렌즈의 물체측 표면과 상측 표면에 비구면을 포함하고 있고 광축 근방에서 물체를 향하여 볼록한 표면을 가지고 있으며,

상기 포지티브 제1렌즈군의 상기 포지티브 제1렌즈는 적어도 물체측 표면에 비구면을 구비하고 있고,

상기 포지티브 제1렌즈의 상기 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성되고,

활상 광학 시스템이 다음 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 활상 광학 시스템.

$$0.6 < |f_1/f_2| < 1.0$$

$$1.0 < f_{12}/f < 1.6$$

$$0.301 \leq |R_2/f| < 0.7$$

$$0.2 < R_4/f < 0.7$$

$$0.15 < D/f < 0.4$$

$f$  : 전체 활상 광학 시스템의 초점 거리,

$f_1$  : 상기 포지티브 제1렌즈의 초점 거리,

$f_2$  : 상기 네거티브 제2렌즈의 초점 거리,

$f_{12}$  : 상기 포지티브 제1렌즈군의 초점 거리,

$R_2$  : 상기 포지티브 제1렌즈의 상측의 표면의 곡률 반경

$R_4$  : 상기 네거티브 제2렌즈의 상측의 표면의 곡률 반경,

D : 상기 포지티브 제1렌즈군과 상기 제2렌즈군 사이의 거리.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서, 다음 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 활상 광학 시스템.

$$-0.1 < f_{12}/f_3 < 0.7$$

$f_{12}$  : 상기 포지티브 제1렌즈군의 초점 거리,

$f_3$  : 상기 메니스커스 제3렌즈의 초점 거리.

### 청구항 8

제 6 항에 있어서, 상기 제2렌즈군의 상기 메니스커스 제3렌즈는 수지 렌즈 재료로 만들어지고,

상기 메니스커스 제3렌즈의 상기 물체측의 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 포지티브 굴절력이 더욱 작아지도록 형성되고,

상기 메니스커스 제3렌즈의 상기 상측의 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 네거티브 굴절력이 더욱 작아지도록 형성되고, 상기 메니스커스 제3렌즈의 상측 표면의 주변 구역이 네거티브 굴절력 대신에 포지티브 굴절력을 나타내도록 구성되고,

상기 제2렌즈군의 상기 메니스커스 제3렌즈가 다음 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 활상 광학 시스템.

$$0.4 < R_5/f < 1.0$$

$R_5$  : 상기 메니스커스 제3렌즈의 물체측 표면의 근축 구면의 곡률 반경,

f : 상기 전체 활상 광학 시스템의 초점 거리.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<21> 본 발명은 고체 활상 소자를 사용하는 활상 광학 시스템, 특히 구경비 1:2.8 내지 3.5 정도의 밝기와 30° 이상의 반화각을 갖고 있는 콤팩트한 고성능의 활상 광학 시스템에 관한 것이다. 상기 활상 광학 시스템은 소형 경량의 디지털 스틸 카메라와 비디오 카메라, 특히 활상 광학 시스템을 매우 얇은 보디내에 수용해야 하는 휴대전화와 PDA에 적합하다.

<22> 최근, 종래의 은염 필름 카메라는 CCD와 CMOS 등의 소형 고체 활상 소자를 사용하는 디지털 스틸 카메라와 비디오 카메라(이하, 디지털 카메라라고 한다)로 대체되었다. 이러한 디지털 카메라는 급속하게 보급되고 있다.

<23> 높은 화소 밀도를 갖는 소형화된 고체 활상 소자의 개발에 따라, 이러한 디지털 카메라는 고해상도와 높은 줌비율 등의 고성능의 광학 성능을 갖게 되었다.

<24> 한편, 휴대전화와 PDA(이하, 휴대 장치라고 한다)는 휴대성을 중시하는 디자인을 도입하였다. 더욱이, 디지털 카메라의 기능을 하는 촬영 렌즈 유닛을 구비한 휴대 장치가 급속하게 보급되고 있다.

<25> 소형의 디지털 카메라에서는, 디지털 카메라가 사용되지 않을 때 촬영 렌즈 유닛을 카메라 보디내에 기계적으로

수납함으로써 보다 얇은 보디를 달성하려는 시도가 이루어지고 있다.

<26> 그러나, 휴대 장치에서는 낙하, 충격 등의 공업적인 기준이 엄격하기 때문에, 디지털 카메라가 사용될 때 본체로부터 카메라 보디의 일부(예를 들면, 촬영 렌즈 유닛)를 돌출시키는 기구 및 촬영 렌즈 유닛을 기계적으로 구동하는 구동 기구를 채용하는 것이 어렵다.

<27> 따라서, 대부분의 휴대 장치는 소형의 고체 활상 소자를 채용하고 있으며 고정 초점 길이 광학 시스템은 오직 하나 또는 두개의 렌즈를 포함하고 있다.

<28> 그러므로, 이러한 고정 초점길이 광학 시스템은 기껏해야 사용자의 일시적인 메모 정도의 낮은 해상도를 달성할 수 있다. 최근, 휴대 장치에 통합된 광학 시스템도 디지털 카메라에 상당하는 고해상도의 화상이 요구되고 있다.

<29> 상술한 디지털 카메라에 사용되고 있는 고체 활상 소자에서는, 고체 활상 소자의 수광부의 개구 효율을 높이기 위하여 화소의 수광면(활상면) 근방에 마이크로 렌즈와 색 필터가 구비되고 있다. 그러나, 마이크로 렌즈와 색 필터는 일반적으로 활상면으로부터 약간 떨어져서 위치된다. 그러므로, 만약 렌즈로부터의 광속이 활상면에 대하여 비스듬히 입사하면, 비스듬한 광속은 필터에 의해 차단되므로 그늘짐이 발생한다. 이러한 차광은 주변 광량의 저하를 일으키고 색 필터와 화소 사이의 위치 어긋남에 기인하는 색 분포의 불균일을 야기한다.

<30> 상기 단점을 회피하기 위하여, 활상 광학 시스템은 활상면에 대하여 실질적으로 수직인 방향에서 광속이 입사되는 것, 즉 텔레센트릭성이 양호한 것을 요구한다. 바꾸어 말하면, 사출눈동자가 상면에서 멀리 떨어져서 위치되는 활상 광학 시스템이 요구된다.

<31> 고체 활상 소자는 적어도 다음과 같은 광학 요소를 위치시키기 위한 공간을 요구한다.

<32> ( i ) 활상면에 상처 및 먼지 부착을 방지하기 위한 보호용 유리판

<33> ( ii ) 고체 활상 소자의 주기 구조에 기인해서 발생하는 무아레(moire)를 방지하기 위한 광학 로우 패스 필터

<34> ( iii ) 적외파장 영역의 감도를 낮춤으로써 가시파장 영역에 상응하는 감도가 실질적으로 달성될 수 있도록 하기 위한 적외 차단 필터

<35> 또한, 렌즈 표면에 부착된 먼지에 의한 그늘짐을 방지하기 위하여 더욱 긴 백 포커스(렌즈 최종면으로부터 활상면까지의 거리)가 필요하다.

<36> 고해상도를 달성하기 위하여, 종래는 활상면의 치수를 일정하게 유지하면서 각각의 화소를 미세화 함으로써 화소수를 높이는 것이 일반적이었다. 더욱이 최근에는, 화소 피치가 가시광선의 파장에 점차적으로 가까워지고 있다. 이미 1 화소의 피치는  $2.5\mu\text{m}$  정도까지 실현되었으며, 화소 피치의 미세화는 그 한계에 가까워졌다.

<37> 따라서, 화소수를 높이기 위해서는 활상면의 치수를 증가시키는 것이 불가피하게 되었다. 활상면의 치수를 크게 하는 것은 활상 광학 시스템의 초점 거리를 길게 하는 것과 같다. 그러나, 수차도 초점 거리에 비례해서 커지게 된다. 그러므로, 활상 광학 시스템은 많은 광학적인 요구에 대처하여야 한다.

<38> 최근 CCD 또는 CMOS 등과 함께 사용되는 색 필터와 마이크로 렌즈의 위치에 대한 최적화는 활상 광학 시스템의 타입에 따라 가능하게 되고, 활상 광학 시스템의 텔레센트릭성에 대한 요구는 종전처럼 엄격하지 않다.

<39> 게다가, 활상 광학 시스템과 고체 활상 소자 사이에 구비된 로우 패스 필터도 보다 빠른 처리 속도를 달성할 수 있는 화상처리 기술로 인하여 생략될 수 있다. 즉, 로우 패스 필터의 역할은 화상처리 기술로 대체될 수 있다.

<40> 따라서, 고체 활상 소자 및 그 관련 기술에서의 기술적인 발전에 따라, 적절한 텔레센트릭성과 필요한 최소의 백 포커스 및 고해상도를 갖고 있는 콤팩트한 활상 광학 시스템의 요구는 한층 더 높아지고 있다.

<41> 휴대성이 뛰어난 콤팩트한 활상 광학 시스템으로서, 하나의 렌즈 구성 또는 두개의 렌즈 구성의 렌즈 시스템이 당해 기술분야에 공지되어 있다. 더욱이, 개구 조리개는 상기 렌즈 시스템의 물체측에 구비되어 있다.

<42> 그러나, 하나의 또는 두개의 렌즈 구성을 갖는 이러한 활상 광학 시스템이 고화질 및 고해상도를 달성하는 활상 광학 시스템에 대응하는 것이라고 말하기는 어렵다.

<43> 상기 단점을 해결하기 위해서, 일본특허공개 평5-188284호 및 일본 특허공개 2001-75006호에는 물체측에 가장 가까이 구비된 개구 조리개과 3개의 렌즈 구성(포지티브 굴절력(이후, 포지티브 렌즈), 네거티브 굴절력을 갖는

렌즈(이후, 네거티브 렌즈), 다른 포지티브 렌즈)을 포함하고 있는 활상 광학 시스템이 제안되어 있다. 그러나, 이 활상 광학 시스템에서는 굴절력이 활상 광학 시스템의 물체측과 상측의 포지티브 렌즈에 걸쳐서 분배되고 백 포커스가 상대적으로 길게 확보될 수 있지만, 광학 로우 패스 필터와 적외 차단 필터가 생략된 경우, 개구 조리개로부터 결상면까지의 거리가 지나치게 길어지게 되어 바람직하지 않다.

<44> 더욱이, 각각의 렌즈의 굴절력이 높게 설계되기 때문에, 코스트 저감을 위해서 렌즈 제조용으로 수지 재료가 사용되는 경우, 수지 재료로 만들어진 렌즈는 온도와 습도 등의 환경 변화에 취약하다.

<45> 일본특허공개 평5-188284호 및 일본 특허공개 2001-75006호에서 나타나는 이러한 단점을 해결하기 위해서, 일본 특허공개 2002-228922호 및 일본특허공개 2002-365529호에는 다음과 같은 특징을 갖는 활상 광학 시스템을 제안하였다.

<46> ( i ) 높은 포지티브 굴절력이 물체측의 렌즈군에 부여되고,

<47> ( ii ) 비교적 약한 굴절력이 상측의 렌즈군에 부여되고,

<48> ( iii ) 상측의 렌즈군은 수차 보정 렌즈군으로서의 역할만을 하도록 구성된다.

<49> 상기 배열의 구성으로 인하여, 개구 조리개로부터 결상면까지의 거리는 짧아질 수 있지만, 이 활상 광학 시스템은 4개의 렌즈군으로 구성된다. 만약 활상 광학 시스템을 더욱 짧게 하려고 시도한다면, 각각의 렌즈는 두께를 얇게 해야 하므로 렌즈를 가공하기 어렵고 제조 코스트도 상승한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<50> 본 발명은 디지털 카메라, 특히 휴대 장치에 통합될 수 있는 콤팩트한 활상 광학 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

<51> 본 발명은 디지털 카메라, 특히 휴대 장치에 통합될 수 있는 콤팩트한 활상 광학 시스템을 제공한다.

<52> 특히, 본 발명에 의한 활상 광학 시스템은 구경비 1 : 2.8 내지 3.5 정도의 밝기, 30° 이상의 반화각, 고해상도의 고체 활상 소자에 대하여 충분히 대응할 수 있는 활상 성능, 간단한 구조이며 짧은 전체 활상 광학 시스템의 길이, 저렴한 제조 비용을 달성할 수 있다.

<53> 본 발명에 따라, 물체측으로부터 순차적으로 개구 조리개, 포지티브 제1렌즈군, 포지티브 또는 네거티브 제2렌즈군을 포함하는 활상 광학 시스템이 제공된다.

<54> 상기 포지티브 제1렌즈군은 물체측으로부터 순차적으로, 포지티브 제1렌즈와 네거티브 제2렌즈를 포함하고 있다.

<55> 포지티브 제1렌즈군의 포지티브 제1렌즈는 바람직하게 적어도 물체측 표면에 비구면을 구비하고 있다. 바람직하게는 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성된다. 이러한 구성으로 인하여, 구면 수차와 축외 코마수차를 멜런스 좋게 보정할 수 있다.

<56> 제2렌즈군은 메니스커스 제3렌즈를 포함하고 있다. 메니스커스 제3렌즈는 각각의 렌즈 표면에 비구면을 구비하고 있고, 광축 근방에 물체측을 향하는 볼록면을 가지고 있다.

<57> 활상 광학 시스템과 포지티브 제1렌즈군의 포지티브 제1렌즈는 다음 조건을 만족한다.

$$0.6 < |f_1/f_2| < 1.0 \quad \dots \quad (1)$$

$$1.0 < f_{12}/f < 1.6 \quad \dots \quad (2)$$

$$0.301 \leq |R_2/f| < 0.7 \quad \dots \quad (3)$$

f : 전체 활상 광학 시스템의 초점 거리,

$f_1$  : 포지티브 제1렌즈의 초점 거리,

- <63>  $f_2$  : 네거티브 제2렌즈의 초점 거리,
- <64>  $f_{12}$  : 포지티브 제1렌즈군의 초점 거리,
- <65>  $R_2$  : 포지티브 제1렌즈의 상측의 표면의 곡률 반경이다.
- <66> 제1렌즈군에서, 포지티브 제1렌즈는 바람직하게 상측을 향하여 볼록면을 갖는 포지티브 렌즈를 포함하고 있고, 네거티브 제2렌즈는 바람직하게 상측을 향하여 오목면을 갖는 네거티브 렌즈를 포함하고 있다.
- <67> 포지티브 제1렌즈군의 네거티브 제2렌즈는 바람직하게 적어도 상측 표면에 비구면을 구비하고 있다. 바람직하게는 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성된다. 이러한 구성으로 인하여, 텔레센트릭성과 수차는 밸런스를 이루게된다.
- <68> 네거티브 제2렌즈는 바람직하게 다음 조건을 만족한다.
- <69>  $0.2 < R_4/f < 0.7$  ... (4)
- <70>  $0.15 < D/f < 0.4$  ... (5)
- <71>  $R_4$  : 네거티브 제2렌즈의 상측의 표면의 곡률 반경,
- <72>  $D$  : 포지티브 제1렌즈군과 제2렌즈군의 거리이다.
- <73> 제2렌즈군을 구성하는 포지티브 또는 네거티브 메니스커스 제3렌즈는 바람직하게 다음 조건을 만족한다.
- <74>  $-0.1 < f_{12}/f_3 < 0.7$  ... (6)
- <75>  $f_{12}$  : 포지티브 제1렌즈군의 초점 거리,
- <76>  $f_3$  : 메니스커스 제3렌즈의 초점 거리이다.
- <77> 제2렌즈군을 구성하는 포지티브 또는 네거티브 메니스커스 제3렌즈는 각각의 렌즈 표면에 비구면을 가지도록 구성되고, 포지티브 굴절력이 메니스커스 제3렌즈의 주변 구역에서는 크고 근축 구역 부근에서는 작게 형성된다. 따라서, 소정의 렌즈 형상으로 용이하게 성형될 수 있는 수지 재료로 메니스커스 제3렌즈를 만드는 것이 바람직하다. 더욱이, 양쪽 렌즈 표면의 비구면은 바람직하게 다음과 같이 형성된다.
- <78> 물체측의 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경방향으로 멀어짐에 따라 포지티브 굴절력이 작아진다.
- <79> 상측의 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경방향으로 멀어짐에 따라 네거티브 굴절력이 작아지고, 메니스커스 제3렌즈의 물체측 표면의 주변 구역이 네거티브 굴절력 대신에 포지티브 굴절력을 나타내도록 구성된다.
- <80> 제2렌즈군의 메니스커스 제3렌즈는 바람직하게 다음 조건을 만족한다.
- <81>  $0.4 < R_5/f < 1.0$  ... (7)
- <82>  $R_5$  : 메니스커스 제3렌즈의 물체측 표면의 근축 구면의 곡률 반경,
- <83>  $f$  : 전체 활상 광학 시스템의 초점 거리이다.
- <84> (바람직한 실시예)
- <85> 도1, 도3, 도5, 도7, 도9, 도11, 도13, 도15, 도17 및 도19에 도시된 바와 같이 본 발명의 활상 광학 시스템은 물체측으로부터 순차적으로 개구 조리개(S), 포지티브 제1렌즈군(10), 포지티브 또는 네거티브 제2렌즈군(20)을 포함하고 있다. 제1실시예 내지 제10실시예에서 활상 광학 시스템은 디지털 카메라에 적용된다.
- <86> 포지티브 제1렌즈군(10)은 물체측으로부터 순차적으로 포지티브 제1렌즈(11)와 네거티브 제2렌즈(12)를 포함하고 있다.
- <87> 제2렌즈군(20)은 메니스커스 제3렌즈(13)를 포함하고 있다. 메니스커스 제3렌즈(13)는 각각의 렌즈 표면에 비구면을 구비하고 있으며, 광축 부근에 물체측을 향한 볼록면을 갖고 있다.

- <88> 따라서, 본 발명의 촬상 광학 시스템은 3개의 렌즈 구성, 즉 물체측으로부터 순차적으로 포지티브 제1렌즈(11), 네거티브 제2렌즈(12), 메니스커스 제3렌즈(13)로 이루어져 있다.
- <89> 각각의 실시예의 렌즈 구성에서 기호 G는 로우 패스 필터, 적외 차단 필터, CCD 커버 유리를 포함하고 있는 팽행한 평면 플레이트로 도시되어 있는 필터 그룹을 나타낸다.
- <90> 본 발명의 촬상 광학 시스템에서, 굴절력의 대부분은 포지티브 제1렌즈(11)와 네거티브 제2렌즈(12)(즉, 제1렌즈군(10))에 분배되고, 그 양쪽 표면에 비구면을 갖고 있는 메니스커스 제3렌즈(13)(즉, 제2렌즈군(20))는 비교적 낮은 굴절력을 갖도록 하고 상면 만곡이나 왜곡 수차 등의 축외 수차를 보정하도록 구성된다. 메니스커스 제3렌즈(13)는 포지티브 또는 네거티브 렌즈로 형성될 수 있다.
- <91> 조건 (1)은 포지티브 제1렌즈(11)와 제2렌즈(12)의 굴절력(초점 길이)의 비를 지정하는 것이다.
- <92> 포지티브 제1렌즈군(10)에서의 포지티브 제1렌즈(11)와 네거티브 제2렌즈(12)에 대한 굴절력을 적절하게 분배함으로써 조건 (1)이 만족되고, 구면 수차와 코마수차가 보정되는 동시에 촬상 광학 시스템의 소형화가 달성될 수 있다.
- <93> 더욱이, 조건 (1)의 범위내에서 포지티브 제1렌즈(11)와 네거티브 제2렌즈(12)에 대해 굴절력을 적절하게 분배함으로써 축 색수차와 배율 색수차가 또한 밸런스 좋게 보정될 수 있다.
- <94> 만약  $|f_1/f_2|$  가 조건 (1)의 하한을 초과하면, 포지티브 제1렌즈(11)의 포지티브 굴절력이 지나치게 커진다. 따라서, 구면 수차가 제1렌즈(11)에서 크게 나타나서 네거티브 제2렌즈(12) 이후의 렌즈에 의해 구면 수차를 보정하는 것이 곤란해진다.
- <95> 만약  $|f_1/f_2|$  가 조건 (1)의 상한을 초과하면, 네거티브 제2렌즈(12)의 네거티브 굴절력이 지나치게 커진다. 따라서, 축외 코마수차가 크게 나타나고 상면 만곡을 적절하게 보정하는 것이 곤란해진다.
- <96> 조건 (2)는 포지티브 제1렌즈군(10)과 전체 촬상 광학 시스템의 굴절력의 비를 지정한다. 이 조건을 만족함으로써, 렌즈군의 소형화와 양호한 텔레센트릭성을 얻을 수 있다.
- <97> 만약  $f_{12}/f$  가 조건 (2)의 하한을 초과하면, 포지티브 제1렌즈군(10)의 굴절력이 지나치게 커진다. 따라서, 촬상 광학 시스템의 소형화 및 광각화(더 짧은 초점 거리)를 달성하는데 유리하다. 그러나, 충분한 백 포커스가 확보될 수 없고 텔레센트릭성이 악화된다.
- <98> 만약  $f_{12}/f$  가 조건 (2)의 상한을 초과하면, 포지티브 제1렌즈군(10)의 굴절력이 지나치게 작아지고 그에 따라 사출 눈동자위치가 상면으로부터 멀어지게 된다. 결과적으로, 적절한 텔레센트릭성을 달성하는데 유리하다. 한편, 극단적으로 짧은 초점 거리에서 광각화를 달성하려고 시도한다면 제2렌즈군(20)에 높은 포지티브 굴절력을 부여해야만 한다. 그러나, 높은 포지티브 굴절력을 부여하는 것은 수차의 보정 관점에서 바람직하지 않다.
- <99> 포지티브 제1렌즈군(10)에서, 포지티브 제1렌즈(11)는 상축을 향하여 불록면을 갖고 있는 포지티브 렌즈로 구성될 수 있고, 네거티브 제2렌즈(12)는 상축을 향하여 오목면을 갖고 있는 네거티브 렌즈로 구성될 수 있다.
- <100> 포지티브 제1렌즈군(10)의 포지티브 제1렌즈(11)는 바람직하게 적어도 물체측 표면에 비구면을 구비하고 있다. 바람직하게는 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성된다. 게다가, 포지티브 제1렌즈(11)는 바람직하게 조건 (3)을 만족한다.
- <101> 포지티브 제1렌즈(11)는 높은 포지티브 굴절력을 갖고 있는데, 이것은 구면 수차와 축외 코마수차를 야기하게 된다. 포지티브 제1렌즈(11)의 물체측의 표면을 비구면으로 형성함으로써 포지티브 제1렌즈(11)에서 발생된 구면 수차와 축외 코마수차의 보정이 효과적으로 이루어질 수 있다.
- <102> 만약  $|R_2/f|$  가 조건 (3)의 하한을 초과하는 정도로 포지티브 제1렌즈(11)의 상축의 표면의 곡률 반경이 지나치게 작아지면, 구면 수차의 보정이 곤란해진다. 더욱이, 상축의 표면에서 발생된 수차를 보정하기 위하여 형성되는 포지티브 제1렌즈(11)의 물체측 비구면의 비구면량이 지나치게 커져서 코마수차와 상면 만곡을 보정하는 것이 곤란해진다.
- <103> 만약  $|R_2/f|$  가 조건 (3)의 상한을 초과하면, 포지티브 제1렌즈(11)의 상축의 표면의 곡률 반경이 지나치게 커진다. 따라서, 포지티브 굴절력을 확보하기 위하여 포지티브 제1렌즈(11)의 물체측 표면의 곡률 반경은 불가피

하게 작아진다. 결과적으로, 광각화(더 짧은 초점 거리)는 극단적으로 짧은 초점 거리에서 달성될 수 없다.

<104> 더욱이, 네거티브 제2렌즈(12)에 비구면을 제공함으로써 적어도 상측의 표면에 비구면이 형성될 수 있고, 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성된다. 이러한 구성 및 포지티브 제1렌즈군(10)과 제2렌즈군(20) 사이에 적절한 거리를 유지하는 것에 의해 텔레센트릭성이 여려가지 수차의 밸런스를 달성할 수 있다.

<105> 또한, 네거티브 제2렌즈(12)의 상측의 표면은 바람직하게 조건 (4)를 만족하는 강한 발산면으로 형성하고, 바람직하게 포지티브 제1렌즈군(10)과 제2렌즈군(20) 사이의 거리가 조건 (5)를 만족한다.

<106> 즉, 조건 (4)에 따라 네거티브 제2렌즈(12)의 상측의 표면에 강한 발산면을 구비함으로써, 제2렌즈군(20)으로부터 방사되는 광속을 광축으로부터 효과적으로 분리하는 것이 가능하게 되고, 조건 (5)의 범위내의 적절한 위치에 배치되는 제2렌즈군(20)을 통하여 광속을 굴절 시킴으로써 적절한 텔레센트릭성이 달성되는 동시에 축외 수차의 보정이 적절하게 이루어질 수 있다.

<107> 만약  $R_4/f$  가 조건 (4)의 하한을 초과하면, 네거티브 제2렌즈(12)의 상측의 표면의 발산 굴절력이 지나치게 커진다. 따라서, 코마 플레이를 최소한으로 유지하는 것이 곤란해진다. 동시에, 네거티브 제2렌즈(12)의 렌즈 주변에서의 포지티브 굴절력이 지나치게 증가하므로 코마 수차를 최소한으로 보정하는 것이 곤란해진다.

<108> 만약  $R_4/f$  가 조건 (4)의 상한을 초과하는 정도로 네거티브 제2렌즈(12)의 상측의 표면의 곡률 반경이 커지게 되면, 즉 발산 굴절력이 지나치게 작아지면, 포지티브 제1렌즈군(10)과 제2렌즈군(20) 사이의 거리는 적절한 텔레센트릭성을 얻기 위하여 길어져야 하는데, 이것은 활상 광학 시스템의 소형화의 관점에서 바람직하지 않다.

<109> 만약  $D/f$  가 조건 (5)의 하한을 초과하는 정도로 포지티브 제1렌즈군(10)과 제2렌즈군(20) 사이의 거리가 지나치게 짧아지면, 활상 광학 시스템의 소형화에는 유리하다. 그러나, 네거티브 제2렌즈(12)로부터 방사되는 별산 광속을 메니스커스 제3렌즈(13)(제2렌즈군(20))에 의해 수렴하도록 하기 위하여 메니스커스 제3렌즈(13)의 주변에서의 포지티브 굴절력을 크게 할 필요가 있다. 따라서, 메니스커스 제3렌즈(13)의 비구면량이 바람직하지 않게 증가된다.

<110> 만약  $D/f$  가 조건 (5)의 상한을 초과하는 정도로 포지티브 제1렌즈군(10)과 제2렌즈군(20) 사이의 거리가 지나치게 길어지면, 활상 광학 시스템의 소형화 관점에서 바람직하지 않고 극단적으로 짧은 초점 거리에서 광각화(더 짧은 초점 길이)를 달성하는 것이 곤란하게 된다.

<111> 더욱이, 굴절력의 대부분은 포지티브 제1렌즈군(10)에 분배되기 때문에 제2렌즈군(20)을 구성하는 메니스커스 제3렌즈는 비교적 낮은 굴절력을 갖도록 구성된다. 그러므로, 메니스커스 제3렌즈(13)는 수지 재료로 만들어질 수 있으며 제조 비용이 감소될 수 있다.

<112> 메니스커스 제3렌즈(13)는 주로 상면 만곡이나 왜곡수차 등의 축외 수차를 보정하기 위하여 구비된다.

<113> 게다가, 메니스커스 제3렌즈(13)는 광축 근방에서 물체측을 향하여 볼록면을 갖는 메니스커스 형상으로 형성된다. 이러한 구성으로 인하여, 메니스커스 제3렌즈(13)는 그다지 높지 않은 굴절력을 갖도록 설계될 수 있고, 포지티브 제1렌즈군(10)에 의해서 보정된 구면 수차를 유지할 수 있으므로 보정된 구면 수차는 더이상 약화되지 않는다.

<114> 메니스커스 제3렌즈(13)의 양쪽 표면에 형성된 비구면은, 바람직하게 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성된다.

<115> 보다 상세하게, 메니스커스 제3렌즈(13)의 비구면은 바람직하게 다음과 같이 형성된다.

<116> 물체측의 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 포지티브 굴절력이 더욱 작아진다.

<117> 상측의 비구면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 네거티브 굴절력이 더욱 작아지고, 메니스커스 제3렌즈의 상측의 표면의 주변 구역은 네거티브 굴절력 대신에 포지티브 굴절력을 나타내도록 구성된다.

<118> 물체측의 비구면으로 인하여, 포지티브 굴절력은 메니스커스 제3렌즈(13)의 물체측 표면의 주변에서 작게 만들어질 수 있으므로 과도한 굴절이 방지될 수 있다. 따라서, 메니스커스 제3렌즈(13)는 포지티브 제1렌즈군(10)에 의해서 적절하게 보정된 코마수차 및 상면 만곡을 유지할 수 있으므로 보정된 코마수차 및 상면 만곡이 더이상

악화되지 않는다.

<119> 상측의 비구면으로 인하여, 메니스커스 제3렌즈(13)의 주변에서의 광속이 적절하게 굴절될 수 있으므로 왜곡수차와 텔레센트릭성이 적절하게 유지될 수 있다.

<120> 조건 (6)은 제2렌즈군(20)을 구성하는 메니스커스 제3렌즈(13)의 굴절력을 지정한다.

<121> 만약  $f_{12}/f_3$  가 조건 (6)의 하한을 초과하는 정도로 메니스커스 제3렌즈(13)의 네거티브 굴절력이 지나치게 커지면, 왜곡수차와 텔레센트릭성을 적절하게 보정하기 위해서 메니스커스 제3렌즈(13)의 주변에서의 비구면량은 지나치게 커진다. 따라서, 전체 화면에 걸쳐 여러가지 수차를 적절하게 보정하는 것이 곤란해진다.

<122> 만약  $f_{12}/f_3$  가 조건 (6)의 상한을 초과하는 정도로 메니스커스 제3렌즈(13)의 포지티브 굴절력이 지나치게 커지면, 온도 변화와 같은 환경 변화에 의한 포커스 이동이 커져서 바람직하지 않다.

<123> 조건 (7)은 메니스커스 제3렌즈(13)의 물체측 표면의 발산 정도를 지정한다.

<124> 만약  $R_5/f$  가 조건 (7)의 하한을 초과하는 정도로 메니스커스 제3렌즈(13)의 물체측의 물체측 근축 구면의 곡률 반경이 작아지면, 구면 수차를 적절하게 유지하면서 상면 만곡을 작게 하는 것은 곤란해진다. 더욱이, 형성된 상의 주변부가 상면쪽으로 심하게 휘어지므로 백 포커스를 확보 하는 것이 곤란해진다.

<125> 만약  $R_5/f$  가 조건 (7)의 상한을 초과하는 정도로 메니스커스 제3렌즈(13)의 물체측의 물체측 근축 구면의 곡률 반경이 커지면, 적절한 텔레센트릭성을 유지하기 위하여 메니스커스 제3렌즈(13)의 상측의 표면의 비구면량이 커져야 한다. 따라서 축외 코마수차가 악화된다.

<126> 이후 실시예의 구체적인 수치 데이터를 설명한다.

<127> 구면 수차로 나타낸 색수차(축방향의 색수차)의 도면에서 실선과 두가지 타입의 점선은 d선, g선, C 선에 대하여 여러가지 구면 수차를 나타낸다.

<128> 배율 색수차의 도면에서, 두가지 타입의 점선은 g선, C 선에 대하여 확대하여 나타내지만, 기준선으로의 d선은 세로좌표와 일치한다.

<129> 비점수차의 도면에서, S는 사지탈 이미지 그리고 M은 메리디오날 이미지이다.

<130> 표에서 FNo는 F수를 나타내고, f는 활상 광학 시스템의 초점 거리를 나타내고, W는 반화각을 나타내고, fB은 백 포커스(메니스커스 제3렌즈(13)의 상측의 표면으로부터 상면까지의 거리)를 나타내고, r은 곡률 반경을 나타내고, d는 렌즈 두께 또는 렌즈 사이의 거리를 나타내고, Nd는 d선의 굴절율을 나타내고, v는 아베수를 나타낸다.

<131> 또한 광축에 대하여 대칭인 비구면은 다음과 같이 정의된다.

$$x = cy^2/[1 + [1 - \{1 + K\}c^2 y^2]^{1/2}] + A_4y^4 + A_6y^6 + A_8y^8 + A_{10}y^{10} \dots$$

<132> c는 비구면 정점의 곡률( $1/r$ ),

<133> y는 광축으로부터의 거리,

<134> K은 원추 계수,

<135> A4는 4차 비구면 계수,

<136> A6는 6차 비구면 계수,

<137> A8는 8차 비구면 계수,

<138> A10은 10차 비구면 계수를 나타낸다.

<139> [실시예1]

<140> 도1은 본 발명의 제1실시예에 따른 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도2a 내지 도2d는 무한 물체거리에 있어서의 도1의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표1은 제1실시예의 수치 데이터를 나타낸다.

- <142> 본 발명의 활상 광학 시스템은 물체로부터 순차적으로 개구 조리개(S), 포지티브 제1렌즈군(10), 포지티브 또는 네거티브 제2렌즈군(20)을 포함하고 있다.
- <143> 포지티브 제1렌즈군(10)은 물체로부터 순차적으로 포지티브 제1렌즈(11)와 네거티브 제2렌즈(12)를 포함하고 있다.
- <144> 포지티브 제1렌즈(11)는 양쪽으로 볼록한 포지티브 렌즈로 구성된다. 양쪽으로 볼록한 렌즈(포지티브 제1렌즈(11))에서, 물체측의 표면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성되고, 상측의 표면도 비구면으로 형성된다.
- <145> 네거티브 제2렌즈(12)는 물체측을 향하여 볼록한 표면을 갖고 있는 네거티브 메니스커서 렌즈로 구성된다. 네거티브 메니스커스 렌즈(네거티브 제2렌즈(12))에서, 물체측의 표면은 비구면으로 형성되고, 상측의 표면은 근축 구면과 비교하여 광축으로부터 반경 방향으로 높이가 높아질수록 그 높이에서의 비구면이 물체측으로 더욱 변위되도록 형성된다.
- <146> 제2렌즈군(20)은, 광축 근방에서 물체를 향하여 볼록한 표면을 가지도록 형성되고 포지티브 굴절력을 가지도록 구성되며 양쪽 표면에 비구면을 가지도록 구성되는 메니스커스 제3렌즈(13)로 구성되어 있다.
- <147> (표 1)
- <148> FNO = 1:2.8
- <149> f = 5.72
- <150> W = 32.6°
- <151> fB = 1.50
- <152>
- | 표면  | r        | d    | Nd      | v    |
|-----|----------|------|---------|------|
| 조리개 | $\infty$ | 0.40 |         |      |
| 1*  | 88.984   | 1.94 | 1.69055 | 54.5 |
| 2   | -2.565   | 0.10 |         |      |
| 3*  | 4.682    | 1.00 | 1.83291 | 24.1 |
| 4*  | 2.001    | 1.66 |         |      |
| 5*  | 4.684    | 1.62 | 1.52538 | 56.3 |
| 6*  | 5.498    | 0.87 |         |      |
| 7   | $\infty$ | 0.50 | 1.51633 | 64.1 |
| 8   | $\infty$ | -    |         |      |
- <162> 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.
- <163> 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)
- <164>
- | 표면 | K   | A4                        | A6                        | A8                        | A10                      |
|----|-----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1  | 0.0 | $-0.10753 \times 10^{-1}$ | $-0.14208 \times 10^{-1}$ | $0.38102 \times 10^{-2}$  | -                        |
| 3  | 0.0 | $-0.23069 \times 10^{-1}$ | $0.93498 \times 10^{-2}$  | $-0.17940 \times 10^{-2}$ | $0.16579 \times 10^{-3}$ |
| 4  | 0.0 | $-0.55171 \times 10^{-1}$ | $0.15888 \times 10^{-1}$  | $-0.38730 \times 10^{-2}$ | $0.16757 \times 10^{-3}$ |
| 5  | 0.0 | $-0.18316 \times 10^{-1}$ | $0.91604 \times 10^{-3}$  | -                         | -                        |
| 6  | 0.0 | $-0.12124 \times 10^{-1}$ | $0.13293 \times 10^{-3}$  | -                         | -                        |
- <165> [실시예2]

<171> 도3은 본 발명의 제2실시예에 따른 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도4a 내지 도4d는 무한 물체거리에 있어서의 도3의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표2는 제2실시예의 수치 데이터를 나타낸다. 비구면의 위치와 렌즈 구성은 제1실시예와 같다.

<172> (표2)

<173> FNo = 1:3.5

<174> f = 5.81

<175> W = 32.2°

<176> fB = 1.53

표면	r	d	Nd	v
----	---	---	----	---

조리개	$\infty$	0.45		
-----	----------	------	--	--

1*	76.430	1.91	1.69100	56.3
----	--------	------	---------	------

2	-2.535	0.10		
---	--------	------	--	--

3*	4.757	0.99	1.83291	24.1
----	-------	------	---------	------

4*	1.983	1.68		
----	-------	------	--	--

5*	4.834	1.67	1.52538	56.3
----	-------	------	---------	------

6*	5.685	0.90		
----	-------	------	--	--

7	$\infty$	0.50	1.51633	64.1
---	----------	------	---------	------

8	$\infty$	-		
---	----------	---	--	--

<187> 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

<188> 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

표면	K	A4	A6	A8	A10
----	---	----	----	----	-----

1	0.0	$-0.12658 \times 10^{-1}$	$-0.13514 \times 10^{-1}$	$0.41347 \times 10^{-2}$	-
---	-----	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---

3	0.0	$-0.22547 \times 10^{-1}$	$0.93262 \times 10^{-2}$	$-0.17811 \times 10^{-2}$	$0.16529 \times 10^{-3}$
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

4	0.0	$-0.54895 \times 10^{-1}$	$0.15822 \times 10^{-1}$	$-0.39532 \times 10^{-2}$	$0.18525 \times 10^{-3}$
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

5	0.0	$-0.17934 \times 10^{-1}$	$0.98423 \times 10^{-3}$	-	-
---	-----	---------------------------	--------------------------	---	---

6	0.0	$-0.12279 \times 10^{-1}$	$0.19311 \times 10^{-3}$	-	-
---	-----	---------------------------	--------------------------	---	---

<195> [실시예3]

<196> 도5는 본 발명의 제3실시예에 따른 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도6a 내지 도6d는 무한 물체거리에 있어서의 도5의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표3은 제3실시예의 수치 데이터를 나타낸다.

<197> 제3실시예의 렌즈 구성은 이하에 설명하는 것을 제외하고 제1실시예와 같다.

<198> 포지티브 제1렌즈(11)의 상측의 표면(표면 2)은 비구면으로 되어 있다.

<199> 네거티브 제2렌즈(12)의 물체측의 표면(표면 3)은 구면으로 되어 있다.

<200> (표3)

<201> FNo = 1:3.5

&lt;202&gt; f = 6.30

&lt;203&gt; W = 29.7°

&lt;204&gt; fB = 1.30

&lt;205&gt; 표면 r d Nd v

&lt;206&gt; 조리개 ∞ 0.10

&lt;207&gt; 1\* 23.433 1.33 1.69100 56.3

&lt;208&gt; 2\* -2.974 0.10

&lt;209&gt; 3 5.660 1.23 1.83291 24.1

&lt;210&gt; 4\* 2.056 1.99

&lt;211&gt; 5\* 4.664 2.17 1.52538 56.3

&lt;212&gt; 6\* 10.163 0.67

&lt;213&gt; 7 ∞ 0.50 1.51633 64.1

&lt;214&gt; 8 ∞ -

&lt;215&gt; 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

&lt;216&gt; 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

&lt;217&gt; 표면 K A4 A6 A8 A10

<218> 1 0.0 -0.17716X10<sup>-1</sup> -0.62865X10<sup>-2</sup> 0.38626X10<sup>-3</sup> -<219> 2 0.0 0.50528X10<sup>-3</sup> 0.37597X10<sup>-2</sup> -<220> 4 0.0 -0.25028X10<sup>-1</sup> 0.28395X10<sup>-2</sup> -0.82932X10<sup>-3</sup> 0.14358X10<sup>-3</sup><221> 5 0.0 -0.60209X10<sup>-2</sup> 0.23560X10<sup>-3</sup> -0.10452X10<sup>-4</sup> -<222> 6 0.0 0.13621X10<sup>-3</sup> 0.51099X10<sup>-3</sup> -0.10000X10<sup>-4</sup> -

&lt;223&gt; [실시예4]

&lt;224&gt; 도7은 본 발명의 제4실시예에 따른 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도8a 내지 도8d는 무한 물체거리에 있어서의 도7의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표4는 제4실시예의 수치 데이터를 나타낸다. 비구면의 위치와 렌즈 구성은 제3실시예와 같다.

&lt;225&gt; (표4)

&lt;226&gt; FNo = 1:2.8

&lt;227&gt; f = 6.10

&lt;228&gt; W = 30.6°

&lt;229&gt; fB = 1.50

&lt;230&gt; 표면 r d Nd v

&lt;231&gt; 조리개 ∞ 0.45

&lt;232&gt; 1\* 13.383 1.65 1.69100 56.3

&lt;233&gt; 2\* -3.372 0.10

&lt;234&gt; 3 6.899 1.23 1.83291 24.1

<235>	4*	2.494	1.68		
<236>	5*	4.568	1.87	1.52538	56.3
<237>	6*	5.795	0.87		
<238>	7	$\infty$	0.50	1.51633	64.1
<239>	8	$\infty$	-		

<240> 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

<241> 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

표면	K	A4	A6	A8	A10
----	---	----	----	----	-----

1	0.0	$-0.12353 \times 10^{-1}$	$-0.35218 \times 10^{-2}$	$-0.59219 \times 10^{-3}$	-
---	-----	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---

2	0.0	$-0.65839 \times 10^{-3}$	$-0.28308 \times 10^{-2}$	-	-
---	-----	---------------------------	---------------------------	---	---

4	0.0	$-0.12992 \times 10^{-1}$	$0.23487 \times 10^{-2}$	$-0.51871 \times 10^{-5}$	$-0.12526 \times 10^{-3}$
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------

5	0.0	$-0.11017 \times 10^{-1}$	$0.18597 \times 10^{-3}$	$0.38412 \times 10^{-5}$	-
---	-----	---------------------------	--------------------------	--------------------------	---

6	0.0	$-0.44908 \times 10^{-2}$	$-0.39106 \times 10^{-3}$	-	-
---	-----	---------------------------	---------------------------	---	---

<248> [실시예5]

<249> 도9는 본 발명의 제5실시예에 따른 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도10a 내지 도10d는 무한 물체 거리에 있어서의 도9의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표5는 제5실시예의 수치 데이터를 나타낸다.

<250> 포지티브 제1렌즈군(10)과 제2렌즈군(20)에서, 모든 렌즈 표면은 비구면으로 만들어진다.

<251> 포지티브 제1렌즈군(10)에서, 포지티브 제1렌즈(11)와 네거티브 제2렌즈(12)는 수지 재료로 만들어진다. 이 실시예에 개시된 바와 같이, 수지 재료로 포지티브 제1렌즈(11)와 네거티브 제2렌즈(12)를 형성하는 것이 가능하지만, 네거티브 제2렌즈(12)의 굴절율이 더 작게 만들어지기 때문에 네거티브 제2렌즈(12)는 양쪽 오목렌즈로 형성된다.

<252> 제2렌즈군(20)은, 광축 근방에서 물체를 향하여 볼록한 표면을 갖는 메니스커스 렌즈 형태로 형성되고 낮은 네거티브 굴절력을 가지도록 구성되는 메니스커스 제3렌즈로 구성된다. 더욱이, 메니스커스 제3렌즈(13)는 포지티브 제1렌즈(11)를 형성하는데 사용된 동일한 수지 재료로 만들어진다.

<253> (표5)

<254> FNo = 1:3.5

<255> f = 6.00

<256> W = 31.2°

<257> fB = 1.52

표면	r	d	Nd	v
----	---	---	----	---

조리개	$\infty$	0.20		
-----	----------	------	--	--

1*	10.246	1.72	1.50915	56.4
----	--------	------	---------	------

2*	-1.935	0.10		
----	--------	------	--	--

3*	-50.793	1.46	1.58547	29.9
----	---------	------	---------	------

4*	2.624	1.32		
----	-------	------	--	--

<264> 5\* 3.343 1.47 1.50915 56.4

<265> 6\* 2.799 0.89

<266> 7  $\infty$  0.50 1.51633 64.1

<267> 8  $\infty$  -

<268> 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

<269> 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

표면	K	A4	A6	A8	A10
----	---	----	----	----	-----

1	0.0	$-0.38279 \times 10^{-1}$	$0.25824 \times 10^{-1}$	$-0.28497 \times 10^{-1}$	$0.50111 \times 10^{-2}$
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

2	0.0	$0.24660 \times 10^{-1}$	$-0.63501 \times 10^{-3}$	$-0.36040 \times 10^{-2}$	-
---	-----	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---

3	0.0	$0.10583 \times 10^{-1}$	$0.18867 \times 10^{-2}$	$-0.15883 \times 10^{-2}$	$-0.42405 \times 10^{-3}$
---	-----	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------

4	0.0	$-0.36901 \times 10^{-1}$	$0.19504 \times 10^{-1}$	$-0.48178 \times 10^{-2}$	$0.32597 \times 10^{-3}$
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

5	0.0	$-0.40259 \times 10^{-1}$	$0.43993 \times 10^{-2}$	$-0.21861 \times 10^{-3}$	-
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---

6	-1.0	$-0.26915 \times 10^{-1}$	$0.21588 \times 10^{-2}$	$-0.83583 \times 10^{-4}$	-
---	------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---

<277> [실시예6]

<278> 도11은 본 발명의 제6실시예에 따른 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도12a 내지 도12d는 무한 물체 거리에 있어서의 도11의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표6은 제6실시예의 수치 데이터를 나타낸다.

<279> 비구면의 위치와 렌즈 구성은 제5실시예와 같다.

<280> 또한 제5실시예와 마찬가지로, 포지티브 제1렌즈(11)와 네거티브 제2렌즈(12)는 수지 재료로 만들어진다.

<281> (표6)

<282> FNo = 1:3.5

<283> f = 6.20

<284> W = 30.3°

<285> fB = 1.52

표면	r	d	Nd	v
----	---	---	----	---

조리개	$\infty$	0.20		
-----	----------	------	--	--

1*	8.141	1.63	1.50915	56.4
----	-------	------	---------	------

2*	-1.864	0.10		
----	--------	------	--	--

3*	-9.416	1.65	1.58547	29.9
----	--------	------	---------	------

4*	2.943	1.23		
----	-------	------	--	--

5*	3.422	1.60	1.50915	56.4
----	-------	------	---------	------

6*	2.872	0.89		
----	-------	------	--	--

7	$\infty$	0.50	1.51633	64.1
---	----------	------	---------	------

8	$\infty$	-		
---	----------	---	--	--

<296> 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

<297> 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

표면	K	A4	A6	A8	A10
----	---	----	----	----	-----

1	0.0	$-0.37978 \times 10^{-1}$	$0.22265 \times 10^{-1}$	$-0.27987 \times 10^{-1}$	$0.73942 \times 10^{-2}$
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

2	0.0	$0.32413 \times 10^{-1}$	$-0.13023 \times 10^{-2}$	$-0.29863 \times 10^{-2}$	-
---	-----	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---

3	0.0	$0.18276 \times 10^{-1}$	$0.50001 \times 10^{-2}$	$-0.40918 \times 10^{-2}$	$0.20002 \times 10^{-3}$
---	-----	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

4	0.0	$-0.33804 \times 10^{-1}$	$0.20815 \times 10^{-1}$	$-0.47913 \times 10^{-2}$	$0.30941 \times 10^{-3}$
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

5	0.0	$-0.41021 \times 10^{-1}$	$0.48889 \times 10^{-2}$	$-0.24134 \times 10^{-3}$	-
---	-----	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---

6	-1.0	$-0.25496 \times 10^{-1}$	$0.20305 \times 10^{-2}$	$-0.75019 \times 10^{-4}$	-
---	------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---

[실시예7]

<306> 도13은 본 발명의 제7실시예에 따른 촬상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도14a 내지 도14d는 무한 물체 거리에 있어서의 도13의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표7은 제7실시예의 수치 데이터를 나타낸다.

<307> 제7실시예의 렌즈 구성은 이하에 설명하는 것을 제외하고 제5실시예와 같다.

<308> 제2렌즈(12)는 유리로 만들어지고, 메니스커스 제3렌즈(13)(제2렌즈군(20))는 물체를 향하여 볼록한 표면을 갖고 있는 포지티브 메니스커스 렌즈로 구성된다.

<309> (표7)

<310> FNo = 1:3.5

<311> f = 6.00

<312> W = 31.3°

<313> fB = 1.52

표면	r	d	Nd	v
----	---	---	----	---

조리개	$\infty$	0.20		
-----	----------	------	--	--

1*	6.209	1.72	1.50915	56.4
----	-------	------	---------	------

2*	-2.005	0.10		
----	--------	------	--	--

3*	-13.279	1.46	1.68893	31.1
----	---------	------	---------	------

4*	3.234	1.12		
----	-------	------	--	--

5*	2.895	1.71	1.50915	56.4
----	-------	------	---------	------

6*	2.545	0.89		
----	-------	------	--	--

7	$\infty$	0.50	1.51633	64.1
---	----------	------	---------	------

8	$\infty$	-		
---	----------	---	--	--

<324> 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

<325> 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

면No.	K	A4	A6	A8	A10
------	---	----	----	----	-----

1	0.0	$-0.25873 \times 10^{-1}$	$-0.28462 \times 10^{-2}$	$0.12871 \times 10^{-1}$	$-0.13999 \times 10^{-1}$
---	-----	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------

<328>	2	0.0	$0.32958 \times 10^{-1}$	$-0.58436 \times 10^{-3}$	$-0.57790 \times 10^{-2}$	-
<329>	3	0.0	$0.14558 \times 10^{-1}$	$0.37882 \times 10^{-2}$	$-0.25278 \times 10^{-2}$	$-0.75228 \times 10^{-3}$
<330>	4	0.0	$-0.41490 \times 10^{-1}$	$0.25845 \times 10^{-1}$	$-0.64286 \times 10^{-2}$	$0.47479 \times 10^{-3}$
<331>	5	0.0	$-0.54107 \times 10^{-1}$	$0.68140 \times 10^{-2}$	$-0.49791 \times 10^{-3}$	-
<332>	6	-1.0	$-0.30988 \times 10^{-1}$	$0.28413 \times 10^{-2}$	$-0.12500 \times 10^{-3}$	-

[실시예8]

<334> 도15는 본 발명의 제8실시예에 따른 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도16a 내지 도16d는 무한 물체 거리에 있어서의 도15의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표8은 제8실시예의 수치 데이터를 나타낸다.

<335> 비구면의 위치와 렌즈 구성은 이하에 설명하는 것을 제외하고 제7실시예와 같다.

<336> 포지티브 제1렌즈(11)와 메니스커스 제3렌즈(13)는 유리로 만들어지고, 네거티브 제2렌즈(12)는 수지 재료로 만들어진다.

<337> (표8)

<338> FNo = 1:3.2

<339> f = 4.40

<340> W = 31.8°

<341> fB = 1.41

	표면	r	d	Nd	v
<343>	조리개	∞	0.20		
<344>	1*	4.801	1.50	1.69100	56.4
<345>	2*	-2.569	0.10		
<346>	3*	-12.594	0.75	1.58547	29.9
<347>	4*	2.180	0.84		
<348>	5*	2.134	1.15	1.52538	56.3
<349>	6*	2.599	0.87		
<350>	7	∞	0.36	1.51633	64.1
<351>	8	∞	-		

<352> 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

<353> 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

	표면	K	A4	A6	A8	A10
<355>	1	0.0	$-0.17878 \times 10^{-1}$	$-0.17766 \times 10^{-1}$	$-0.34390 \times 10^{-2}$	-
<356>	2	0.0	$-0.20861 \times 10^{-1}$	$-0.52345 \times 10^{-2}$	-	-
<357>	3	0.0	$-0.46584 \times 10^{-1}$	$0.38310 \times 10^{-1}$	$-0.20183 \times 10^{-1}$	$0.54559 \times 10^{-2}$
<358>	4	0.0	$-0.88855 \times 10^{-1}$	$0.77803 \times 10^{-1}$	$-0.33168 \times 10^{-1}$	$0.66290 \times 10^{-2}$

<359> 5 0.0 -0.74397X10<sup>-1</sup> 0.10468X10<sup>-2</sup> - -

<360> 6 0.0 -0.43891X10<sup>-1</sup> -0.14274X10<sup>-2</sup> - -

<361> [실시예9]

<362> 도17은 본 발명의 제9실시예에 따른 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도18a 내지 도18d는 무한 물체 거리에 있어서의 도17의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표9는 제9실시예의 수치 데이터를 나타낸다.

<363> 비구면의 위치와 렌즈 구성은 이하에 설명하는 것을 제외하고 제1실시예와 같다.

<364> 포지티브 제1렌즈(11)의 물체측의 표면(표면 1)이 광축 근방에서 오목한 형태로 형성되므로 포지티브 제1렌즈 (1)는 상측을 향하여 볼록한 표면을 갖고 있는 포지티브 메니스커스 렌즈로 형성된다.

<365> 메니스커스 제3렌즈(13)와 상면 사이에 구비된 평행한 평면 플레이트(G)는 제1실시예 내지 제8실시예의 평행한 평면 플레이트(G)보다 두껍게 만들어진다.

<366> 제9실시예는 2.21과 같이 긴 백 포커스를 달성하는 예이다.

<367> (표9)

<368> FNo = 1:3.5

<369> f = 6.23

<370> W = 30.7°

<371> fB = 2.21

<372> 표면 r d Nd v

<373> 조리개 ∞ 0.42

<374> 1\* -145.000 1.86 1.69100 56.3

<375> 2 -2.612 0.21

<376> 3\* 5.167 1.08 1.83291 24.1

<377> 4\* 1.985 1.35

<378> 5\* 4.414 1.60 1.52538 56.3

<379> 6\* 8.231 0.72

<380> 7 ∞ 1.80 1.51633 64.1

<381> 8 ∞ -

<382> 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

<383> 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

<384> 면No. K A4 A6 A8 A10

<385> 1 0.0 -0.10811X10<sup>-1</sup> -0.13669X10<sup>-1</sup> 0.45139X10<sup>-2</sup> -

<386> 3 0.0 -0.22563X10<sup>-1</sup> 0.98063X10<sup>-2</sup> -0.18794X10<sup>-2</sup> 0.16576X10<sup>-3</sup>

<387> 4 0.0 -0.60147X10<sup>-1</sup> 0.16477X10<sup>-1</sup> -0.35653X10<sup>-2</sup> 0.73989X10<sup>-4</sup>

<388> 5 0.0 -0.18175X10<sup>-1</sup> 0.10404X10<sup>-2</sup> - -

<389> 6 0.0 -0.84159X10<sup>-2</sup> 0.69175X10<sup>-4</sup> - -

&lt;390&gt; [실시예10]

<391> 도19는 본 발명의 제10실시예에 따른 홀상 광학 시스템의 렌즈 구성을 나타낸다. 도20a 내지 도20d는 무한 물체거리에 있어서의 도19의 렌즈 구성에서 발생하는 여러가지 수차를 나타낸다. 표10은 제10실시예의 수치 데이터를 나타낸다.

<392> 비구면의 위치와 렌즈 구성은 제9실시예와 같다. 또한, 평행한 평면 플레이트(G)의 두께도 제9실시예에서의 두께와 같다.

&lt;393&gt; (표10)

&lt;394&gt; FNo = 1:3.5

&lt;395&gt; f = 6.80

&lt;396&gt; W = 28.4°

&lt;397&gt; fB = 2.58

&lt;398&gt; 표면 r d Nd v

&lt;399&gt; 조리개 ∞ 0.65

&lt;400&gt; 1\* -980.000 1.88 1.69100 56.3

&lt;401&gt; 2 -2.860 0.27

&lt;402&gt; 3\* 5.272 1.11 1.83291 24.1

&lt;403&gt; 4\* 2.050 1.36

&lt;404&gt; 5\* 4.593 1.60 1.52538 56.3

&lt;405&gt; 6\* 9.317 1.09

&lt;406&gt; 7 ∞ 1.80 1.51633 64.1

&lt;407&gt; 8 ∞ -

&lt;408&gt; 기호 \*는 광축에 대하여 회전 대칭인 비구면을 나타낸다.

&lt;409&gt; 비구면 데이터(표시하지 않는 비구면 계수는 0.00이다)

&lt;410&gt; 표면 K A4 A6 A8 A10

<411> 1 0.0  $-0.91278 \times 10^{-2}$   $-0.94643 \times 10^{-2}$   $0.26166 \times 10^{-2}$  -<412> 3 0.0  $-0.20197 \times 10^{-1}$   $0.99087 \times 10^{-2}$   $-0.18990 \times 10^{-2}$   $0.15109 \times 10^{-3}$ <413> 4 0.0  $-0.56193 \times 10^{-1}$   $0.16999 \times 10^{-1}$   $-0.34398 \times 10^{-2}$   $0.82800 \times 10^{-4}$ <414> 5 0.0  $-0.19607 \times 10^{-1}$   $0.12978 \times 10^{-2}$  - -<415> 6 0.0  $-0.90566 \times 10^{-2}$   $0.14388 \times 10^{-3}$  - -

&lt;416&gt; 각각의 조건에 대한 각각의 실시예의 수치값은 표11에 나타낸다.

&lt;417&gt; (표11)

&lt;418&gt; 실시예1 실시예2 실시예3 실시예4 실시예5

&lt;419&gt; 조건 (1) 0.720 0.736 0.850 0.756 0.796

&lt;420&gt; 조건 (2) 1.192 1.192 1.334 1.245 1.170

&lt;421&gt; 조건 (3) 0.449 0.436 0.472 0.544 0.323

<422>	조건 (4)	0.350	0.341	0.326	0.402	0.437
<423>	조건 (5)	0.291	0.289	0.316	0.271	0.220
<424>	조건 (6)	0.191	0.189	0.582	0.287	-0.018
<425>	조건 (7)	0.819	0.832	0.741	0.737	0.557
<426>						
<427>		실시예6	실시예7	실시예8	실시예9	실시예10
<428>	조건 (1)	0.864	0.879	0.848	0.837	0.868
<429>	조건 (2)	1.186	1.288	1.431	1.360	1.402
<430>	조건 (3)	0.301	0.334	0.584	0.419	0.421
<431>	조건 (4)	0.475	0.539	0.495	0.319	0.301
<432>	조건 (5)	0.198	0.187	0.190	0.217	0.201
<433>	조건 (6)	-0.004	0.121	0.514	0.535	0.618
<434>	조건 (7)	0.552	0.483	0.485	0.708	0.675

<435> 표11에서 알 수 있는 바와 같이 각각의 실시예는 각각의 조건 (1) 내지 조건 (7)을 만족하고 있고, 수차 도면에 도시된 바와 같이 여러가지 수차도 충분히 보정되고 있다.

<436> 상세한 설명에 기재된 본 발명의 특정 실시예에 변경이 있을 수 있으며, 이러한 변경은 본 발명의 사상 및 범주에 속하는 것이다. 상세한 설명에 기재된 실시예는 예시적이며 본 발명의 범위를 제한하는 것은 아니다.

### 발명의 효과

<437> 본 발명에 따라 디지털 카메라 및 휴대 장치에 통합 가능한 콤팩트한 고품질 활상 광학 시스템은 구경비 1:2.8 내지 3.5 정도의 밝기, 30° 이상의 반화각, 고해상도의 고체 활상 소자에 대하여 충분히 대응할 수 있는 활상 성능, 단순한 구조와 전체 활상 광학 시스템의 짧은 길이, 제조 비용의 감소를 달성할 수 있다.

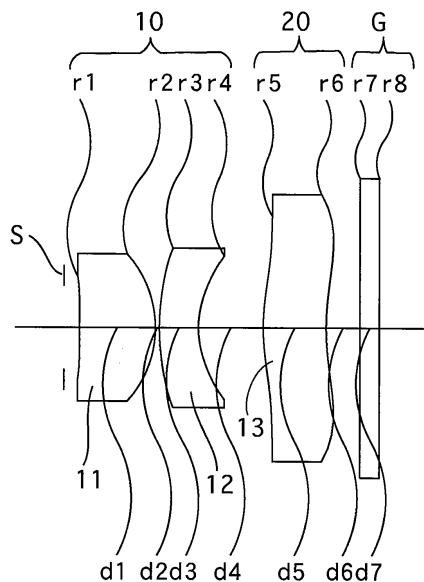
### 도면의 간단한 설명

- <1> 도 1 은 본 발명의 제1실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <2> 도 2a, 2b, 2c, 2d는 무한 물체거리에서의 도1의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;
- <3> 도 3 은 본 발명의 제2실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <4> 도 4a, 4b, 4c, 4d는 무한 물체거리에서의 도3의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;
- <5> 도 5 는 본 발명의 제3실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <6> 도 6a, 6b, 6c, 6d는 무한 물체거리에서의 도5의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;
- <7> 도 7 은 본 발명의 제4실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <8> 도 8a, 8b, 8c, 8d는 무한 물체거리에서의 도7의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;
- <9> 도 9 는 본 발명의 제5실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <10> 도 10a, 10b, 10c, 10d는 무한 물체거리에서의 도9의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;
- <11> 도 11 은 본 발명의 제6실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <12> 도 12a, 12b, 12c, 12d는 무한 물체거리에서의 도11의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;
- <13> 도 13 은 본 발명의 제7실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <14> 도 14a, 14b, 14c, 14d는 무한 물체거리에서의 도13의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;

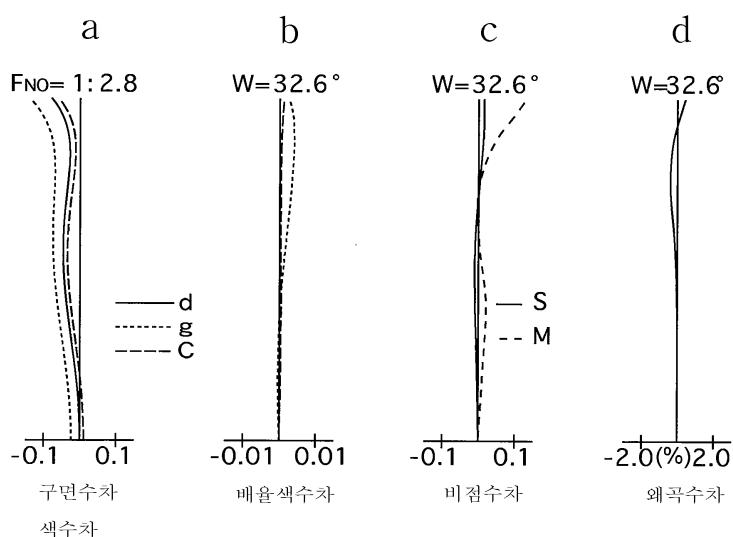
- <15> 도 15 는 본 발명의 제8실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <16> 도 16a, 16b, 16c, 16d는 무한 물체거리에서의 도15의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;
- <17> 도 17 은 본 발명의 제9실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면;
- <18> 도 18a, 18b, 18c, 18d는 무한 물체거리에서의 도17의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;
- <19> 도 19 는 본 발명의 제10실시예에 의한 활상 광학 시스템의 렌즈 구성을 도시하는 도면; 및
- <20> 도 20a, 20b, 20c, 20d는 무한 물체거리에서의 도19의 렌즈 구성에서 일어나는 수차를 도시하는 도면;

### 도면

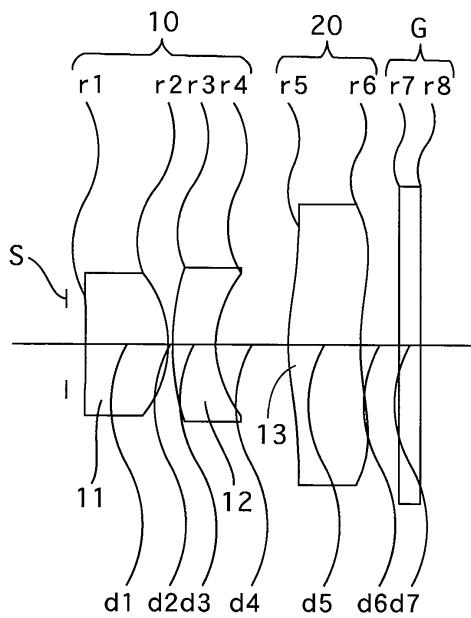
#### 도면1



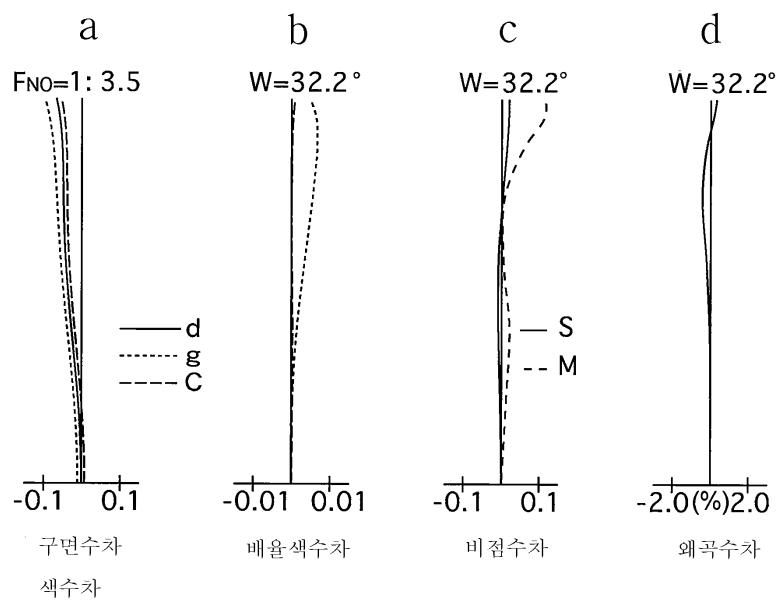
#### 도면2



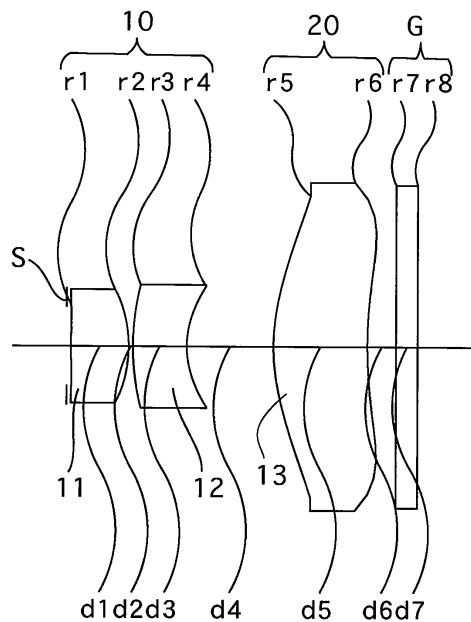
도면3



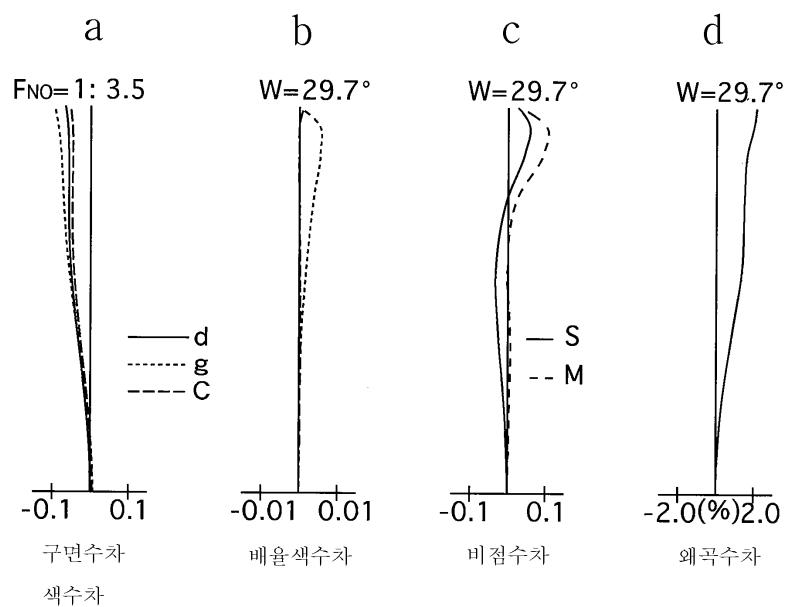
도면4



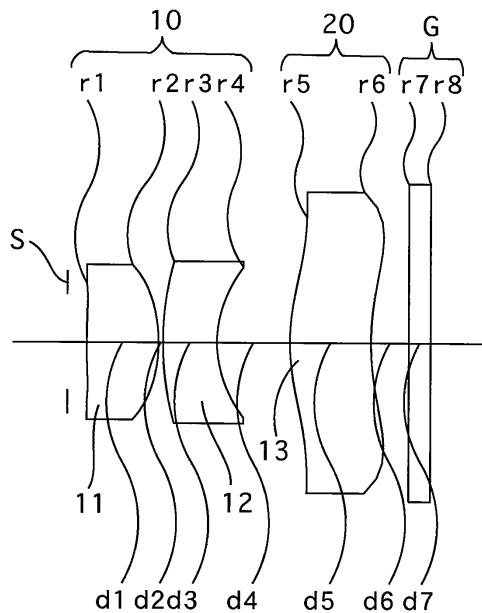
## 도면5



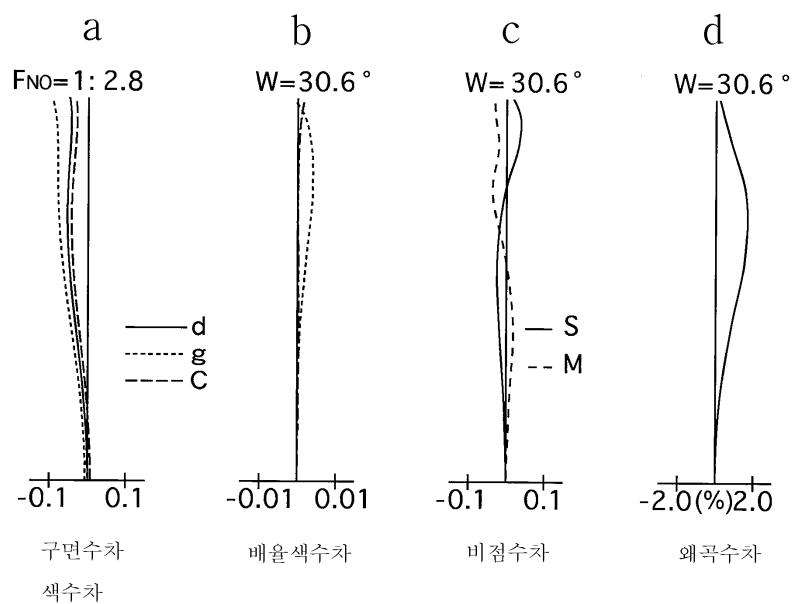
## 도면6



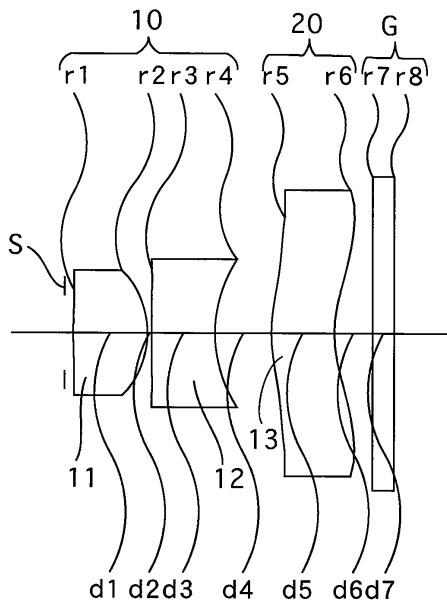
## 도면7



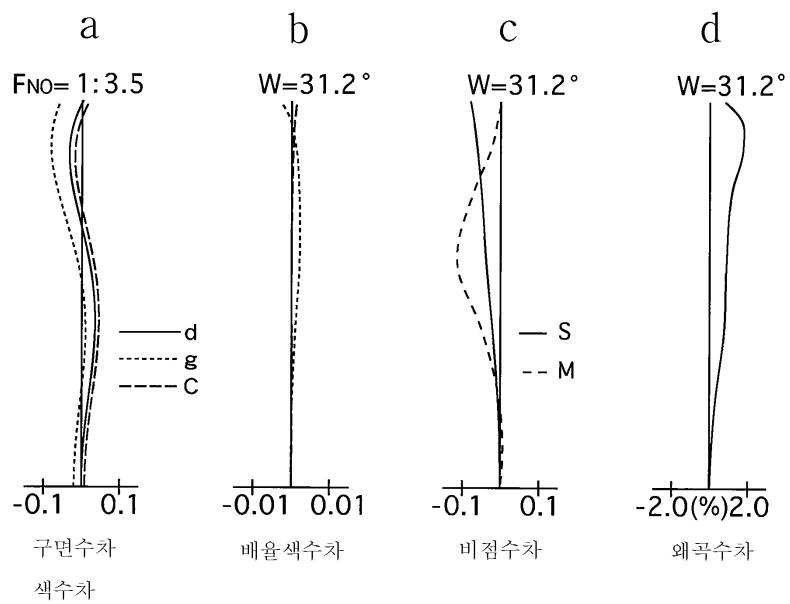
## 도면8



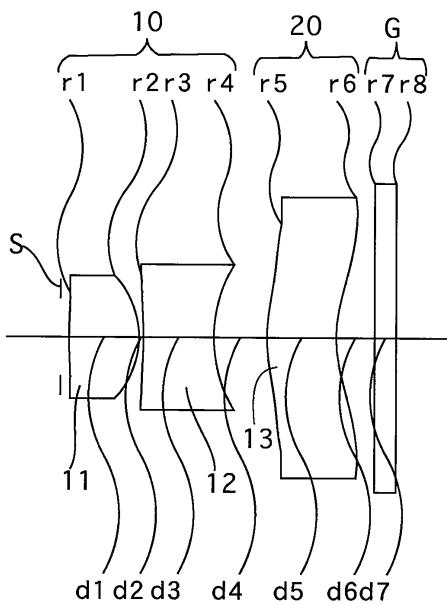
도면9



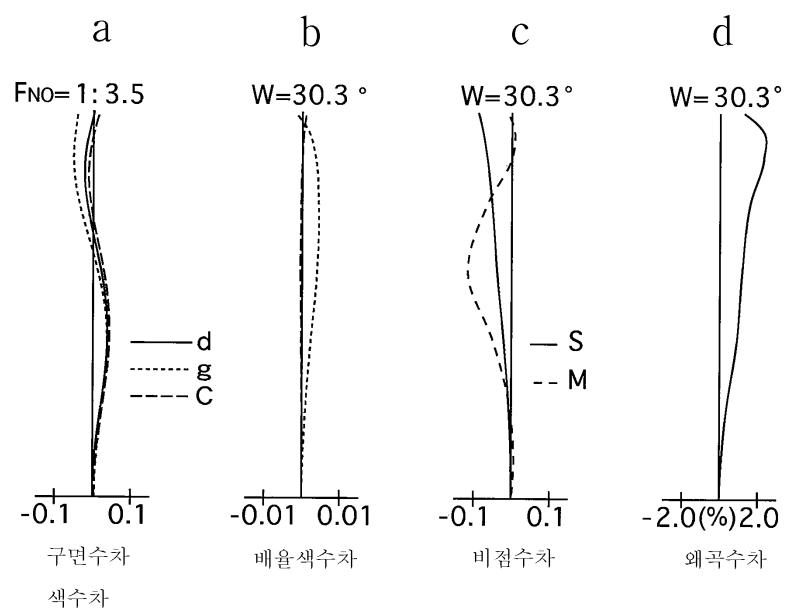
도면10



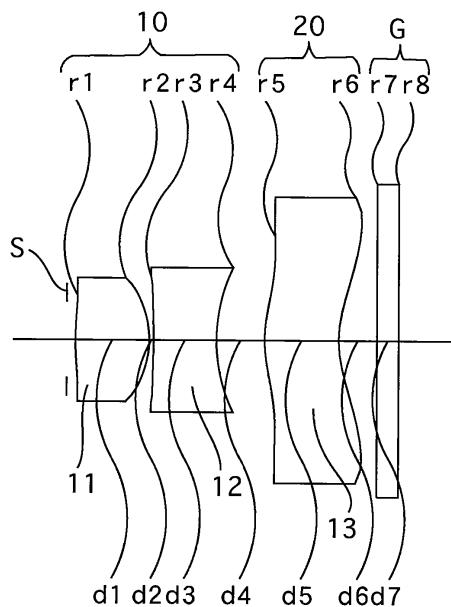
도면11



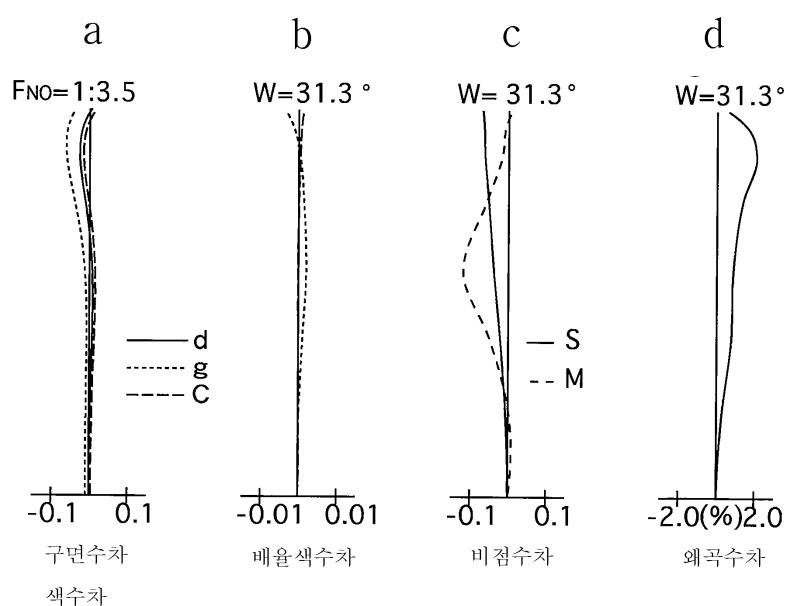
도면12



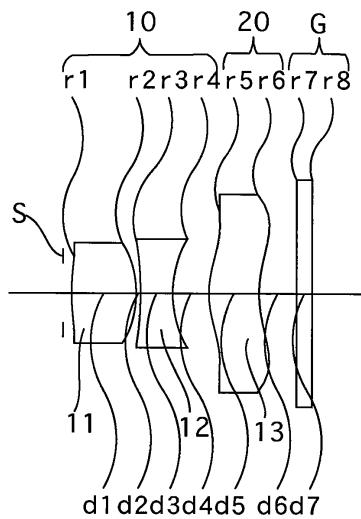
도면13



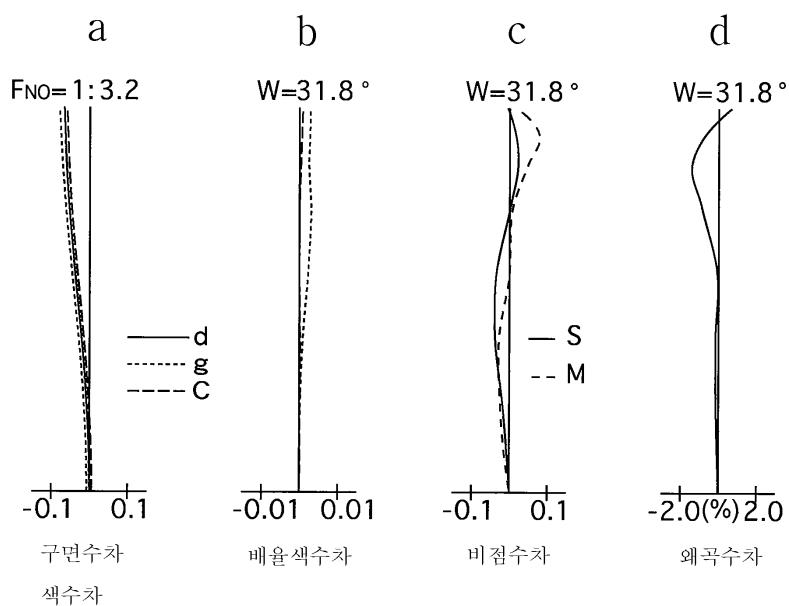
도면14



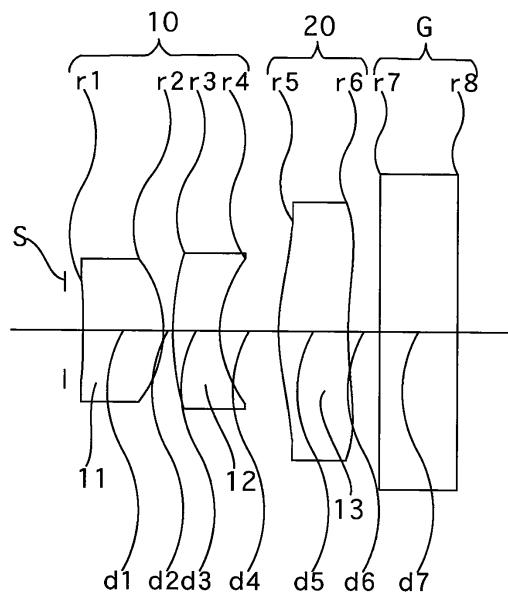
도면15



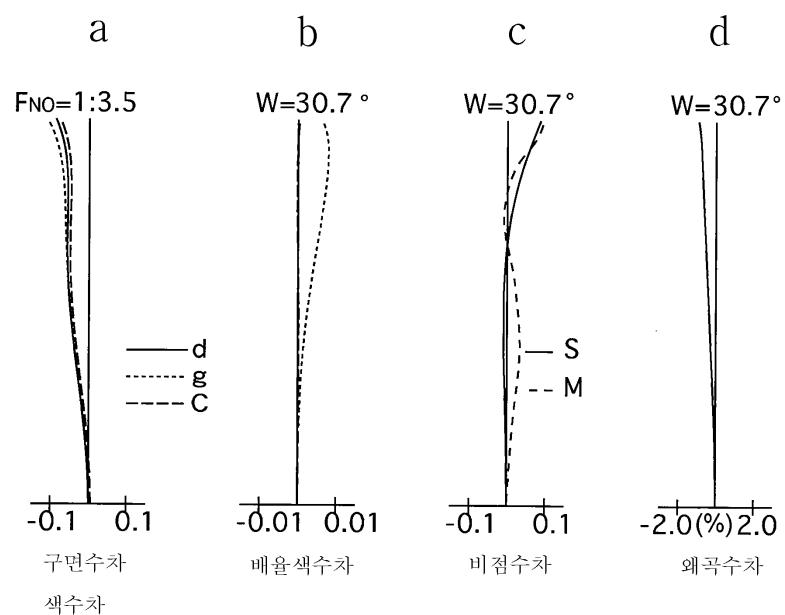
도면16



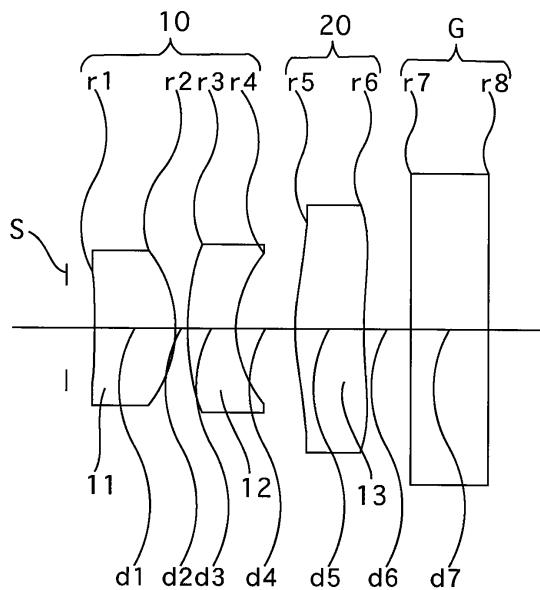
도면17



도면18



도면19



도면20

