



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0082882
(43) 공개일자 2009년07월31일

- | | |
|--|--|
| <p>(51) Int. Cl.
<i>G02B 13/18</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2009-7002628
(22) 출원일자 2007년12월18일
 심사청구일자 2009년02월09일
(85) 번역문제출일자 2009년02월09일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/074293
(87) 국제공개번호 WO 2008/139657
 국제공개일자 2008년11월20일
(30) 우선권주장
 JP-P-2007-124819 2007년05월09일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인
 마일스톤 가부시키키가이사
 일본, 도쿄도, 후쥬시, 닉코쵸, 1 방 1
 도, 사토시
 일본, 사이타마, 아사카시, 미야도 1-2-56</p> <p>(72) 발명자
 도, 사토시
 일본, 사이타마, 아사카시, 미야도 1-2-56</p> <p>(74) 대리인
 이창훈</p> |
|--|--|

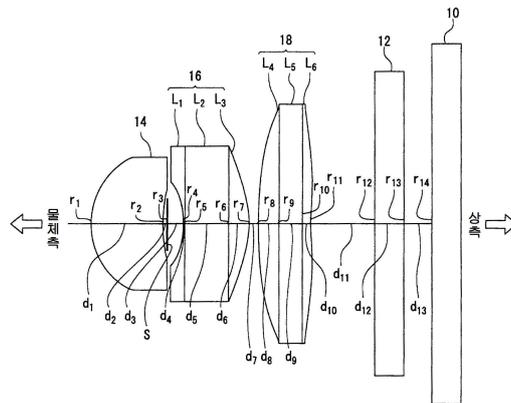
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 촬상 렌즈

(57) 요약

고온환경에 있어서도 광학적 성능이 열화되지 않고 또한 제수차가 양호하게 보정되고, 광학장이 짧으며 충분한 백포커스가 확보되는 촬상 렌즈로서, 제1 렌즈(14)와, 개구조리개부(S), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로, 상기 순서로 배열되어 구성되는 촬상렌즈이다. 제1 렌즈로 단 렌즈가 사용되고, 제2 렌즈는 물체측에서 상측으로 향하여, 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)의 순서대로 배열되어 있다. 또한 제3 렌즈는 물체측에서 상측으로 향해 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅) 및 제6 서브렌즈(L₆)의 순서대로 배열되어 있다. 제1 렌즈는 투명경화성 실리콘수지로 형성되고, 제1, 제3, 제4 및 제6 서브렌즈도 투명경화성 실리콘수지로 형성되어 있다. 제2 서브렌즈 및 제5 서브렌즈는 고연화 온도의 유리 재료를 사용하여 형성된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고,

상기 제1 렌즈, 상기 제2 렌즈 및 상기 제3 렌즈 중 한 렌즈는 경화성 수지재료 또는 고연화온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된 단 렌즈이고,

나머지 두 렌즈 중 한 렌즈는 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 및 제3 서브렌즈의 3장의 서브렌즈를 순서대로 접착한 접합형 복합 렌즈이고, 다른 렌즈는 제4 서브렌즈, 제5 서브렌즈 및 제6 서브렌즈의 3장의 서브렌즈를 순서대로 접착한 접합형 복합 렌즈이고,

상기 두 접합형 복합 렌즈는, 각각 상기 제1 서브렌즈 및 상기 제3 서브렌즈가 경화성 수지재료로 형성되고, 상기 제2 서브렌즈가 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고, 상기 제4 서브렌즈 및 상기 제6 서브렌즈가 경화성 수지재료로 형성되고, 상기 제5 서브렌즈가 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,

아래의 조건 (a-1) ~ (a-8)을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상렌즈:

$$0 \leq |N_2 - N_1| \leq 0.1 \quad (a-1)$$

$$0 \leq |N_2 - N_3| \leq 0.1 \quad (a-2)$$

$$0 \leq |v_2 - v_1| \leq 30.0 \quad (a-3)$$

$$0 \leq |v_2 - v_3| \leq 30.0 \quad (a-4)$$

$$0 \leq |N_5 - N_4| \leq 0.1 \quad (a-5)$$

$$0 \leq |N_5 - N_6| \leq 0.1 \quad (a-6)$$

$$0 \leq |v_5 - v_4| \leq 30.0 \quad (a-7)$$

$$0 \leq |v_5 - v_6| \leq 30.0 \quad (a-8)$$

여기에서,

N_1 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

N_2 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

N_3 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

v_1 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

v_2 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

v_3 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수

N_4 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율

N_5 : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

N_6 : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율

v_4 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수

v_5 : 상기 제5 서브렌즈의 아베수

v_6 : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.

청구항 2

제1 렌즈와, 제2 렌즈와, 제3 렌즈를 구비하고,

상기 제1 렌즈, 상기 제2 렌즈 및 상기 제3 렌즈 중 두 렌즈는 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된 단 렌즈이고,

나머지 한 렌즈는 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈 및 제3 서브렌즈의 3장의 서브렌즈를 순서대로 접착한 접합형 복합 렌즈이고,

상기 접합형 복합 렌즈는, 상기 제1 서브렌즈 및 상기 제3 서브렌즈가 경화성 수지재료로 형성되고, 상기 제2 서브렌즈가 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,

아래의 조건 (b-1) ~ (b-4)을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상렌즈:

$$0 \leq |N_2 - N_1| \leq 0.1 \quad (b-1)$$

$$0 \leq |N_2 - N_3| \leq 0.1 \quad (b-2)$$

$$0 \leq |v_2 - v_1| \leq 30.0 \quad (b-3)$$

$$0 \leq |v_2 - v_3| \leq 30.0 \quad (b-4)$$

여기에서,

N_1 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

N_2 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

N_3 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

v_1 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

v_2 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

v_3 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.

청구항 3

제1 렌즈와, 개구조리개와, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고,

물체측에서 상측 방향으로 상기 제1 렌즈, 상기 개구조리개, 상기 제2 렌즈, 상기 제3 렌즈의 순서로 배열되어 구성되고,

상기 제1 렌즈는 근축상에서 볼록면이 물체측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고,

상기 제2 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되며, 상기 제1 서브렌즈와 상기 제2 서브렌즈가 접착되고, 또한 상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 서브렌즈가 접착된 상태인 접합형 복합 렌즈이고,

상기 제3 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로 제4 서브렌즈, 제5 서브렌즈, 제6 서브렌즈의 순서대로 배열되며, 상기 제4 서브렌즈와 상기 제5 서브렌즈가 접착되고, 또한 상기 제5 서브렌즈와 상기 제6 서브렌즈가 접착된 상태인 접합형 복합 렌즈이고,

상기 제1 렌즈가 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,

상기 제1 서브렌즈, 상기 제3 서브렌즈, 상기 제4 서브렌즈, 및 상기 제6 서브렌즈가 경화성 수지재료로 형성되고,

상기 제2 서브렌즈 및 상기 제5 서브렌즈가 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,

아래의 조건 (1-1) ~ (1-8)을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상렌즈:

$$0 \leq |N_5 - N_4| \leq 0.1 \quad (1-1)$$

$$0 \leq |N_5 - N_6| \leq 0.1 \quad (1-2)$$

$$0 \leq |v_5 - v_4| \leq 30.0 \quad (1-3)$$

$$0 \leq |v_5 - v_6| \leq 30.0 \quad (1-4)$$

$$0 \leq |N_9 - N_8| \leq 0.1 \quad (1-5)$$

$$0 \leq |N_9 - N_{10}| \leq 0.1 \quad (1-6)$$

$$0 \leq |v_9 - v_8| \leq 30.0 \quad (1-7)$$

$$0 \leq |v_9 - v_{10}| \leq 30.0 \quad (1-8)$$

여기에서,

N_4 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

N_5 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

N_6 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

v_4 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

v_5 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

v_6 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수

N_8 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율

N_9 : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

N_{10} : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율

v_8 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수

v_9 : 상기 제5 서브렌즈의 아베수

v_{10} : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 하는 평오목렌즈이고,

상기 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제5 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제4 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제6 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 하는 평오목렌즈인 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스렌즈이고,
 상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 하는 렌즈이고,
 상기 제3 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 렌즈이고,
 상기 제5 서브렌즈는, 양측의 면이 볼록면인 양볼록 렌즈이고,
 상기 제4 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 렌즈이고,
 상기 제6 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 하는 렌즈인 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈.

청구항 6

개구조리개(제1 조리개), 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고,
 물체측에서 상측 방향으로, 상기 개구조리개, 상기 제1 렌즈, 상기 제2 조리개, 상기 제2 렌즈, 상기 제3 렌즈의 순서대로 배열되도록 구성되고,
 상기 제1 렌즈는, 물체측에서 상측 방향으로 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되며, 상기 제1 서브렌즈와 상기 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 서브렌즈가 접촉된 상태인 접합형 복합 렌즈이고,
 상기 제2 렌즈는, 볼록면이 근축상에서 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고,
 상기 제3 렌즈는, 물체측에서 상측 방향으로 제4 서브렌즈, 제5 서브렌즈, 제6 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제4 서브렌즈와 상기 제5 서브렌즈가 접촉되고, 상기 제5 서브렌즈와 상기 제6 서브렌즈가 접촉된 상태인 접합형 복합 렌즈이고,
 상기 제2 렌즈는 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,
 상기 제1 서브렌즈, 상기 제3 서브렌즈, 상기 제4 서브렌즈, 상기 제6 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고,
 상기 제2 서브렌즈 및 상기 제5 서브렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용재료로 형성되고,
 아래의 조건 (2-1) ~ (2-8)을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상렌즈:

$$0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1 \quad (2-1)$$

$$0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1 \quad (2-2)$$

$$0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0 \quad (2-3)$$

$$0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0 \quad (2-4)$$

$$0 \leq |N_{10} - N_9| \leq 0.1 \quad (2-5)$$

$$0 \leq |N_{10} - N_{11}| \leq 0.1 \quad (2-6)$$

$$0 \leq |v_{10} - v_9| \leq 30.0 \quad (2-7)$$

$$0 \leq |v_{10} - v_{11}| \leq 30.0 \quad (2-8)$$

여기에서,

N_2 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

N_3 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

N_4 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

v_2 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

v_3 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수

N_9 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율

N_{10} : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

N_{11} : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율

v_9 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수

v_{10} : 상기 제5 서브렌즈의 아베수

v_{11} : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제3 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제5 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제4 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제6 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 하는 평오목렌즈인 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 양측의 면이 볼록면인 양볼록 렌즈이고,

상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 렌즈이고,

상기 제3 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 렌즈이고,

상기 제5 서브렌즈는 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스렌즈이고,

상기 제4 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 렌즈이고,

상기 제6 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 하는 렌즈인 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈.

청구항 9

개구조리개(제1 조리개), 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고,

물체측에서 상측 방향으로, 상기 개구조리개, 상기 제1 렌즈, 상기 제2조리개, 상기 제2 렌즈, 상기 제3 렌즈의 순서대로 배열되도록 구성되고,

상기 제1 렌즈는, 물체측에서 상측 방향으로, 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되며, 상기 제1 서브렌즈와 상기 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 서브렌즈가 접촉된 상태인 접합형 복합 렌즈이고,

상기 제2 렌즈는, 물체측에서 상측 방향으로, 제4 서브렌즈, 제5 서브렌즈, 제6 서브렌즈의 순서대로 배열되며, 상기 제4 서브렌즈와 상기 제5 서브렌즈가 접촉되고, 또한 상기 제5 서브렌즈와 상기 제6 서브렌즈가 접촉된 상태인 접합형 복합 렌즈이고,

상기 제3 렌즈는 근축상에서 오목면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고,
 상기 제1 서브렌즈, 상기 제3 서브렌즈, 상기 제4 서브렌즈, 상기 제6 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고,
 상기 제2 서브렌즈와 상기 제5 서브렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,
 상기 제3 렌즈는 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,
 아래의 조건 (3-1) ~ (3-8)을 만족하는 것을 특징으로하는 촬상 렌즈:

$$0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1 \quad (3-1)$$

$$0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1 \quad (3-2)$$

$$0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0 \quad (3-3)$$

$$0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0 \quad (3-4)$$

$$0 \leq |N_8 - N_7| \leq 0.1 \quad (3-5)$$

$$0 \leq |N_8 - N_9| \leq 0.1 \quad (3-6)$$

$$0 \leq |v_8 - v_7| \leq 30.0 \quad (3-7)$$

$$0 \leq |v_8 - v_9| \leq 30.0 \quad (3-8)$$

여기에서,

N_2 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

N_3 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

N_4 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

v_2 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

v_3 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수

N_7 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율

N_8 : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

N_9 : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율

v_7 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수

v_8 : 상기 제5 서브렌즈의 아베수

v_9 : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제3 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제5 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제4 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 하는 평오목렌즈이고,
 상기 제6 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈인 것을 특징으로 하는
 촬상 렌즈.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 양측의 면이 볼록면인 양볼록 렌즈이고,

상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 렌즈이고,

상기 제3 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 렌즈이고,

상기 제5 서브렌즈는 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스렌즈이고,

상기 제4 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 하는 렌즈이고,

상기 제6 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 렌즈인 것을 특징으로 하는 촬상
 렌즈.

청구항 12

제1 렌즈, 개구조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고,

물체측에서 상측 방향으로 상기 제1 렌즈, 상기 개구조리개, 상기 제2 렌즈, 상기 제3 렌즈의 순서로 배열되도
 록 구성되고,

상기 제1 렌즈는 근축상에서 볼록면이 물체측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고,

상기 제2 렌즈는 근축상에서 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고,

상기 제3 렌즈는, 물체측에서 상측 방향으로 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되며,
 상기 제1 서브렌즈와 상기 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 서브렌즈가 접촉된 상
 태인 접합형 복합 렌즈이고,

상기 제1 렌즈, 상기 제2 렌즈, 상기 제1 서브렌즈 및 상기 제3 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고,

상기 제2 서브렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,

아래의 조건 (4-1) ~ (4-4)을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상렌즈:

$$0 \leq |N_7 - N_6| \leq 0.1 \quad (4-1)$$

$$0 \leq |N_7 - N_8| \leq 0.1 \quad (4-2)$$

$$0 \leq |v_7 - v_6| \leq 30.0 \quad (4-3)$$

$$0 \leq |v_7 - v_8| \leq 30.0 \quad (4-4)$$

여기에서,

N_6 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

N_7 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

N_8 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

v_6 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

v_7 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

v_8 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제3 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 하는 평오목렌즈인 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈.

청구항 14

개구조리개(제1 조리개), 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈와, 제3 렌즈를 구비하고,

물체측에서 상측 방향으로, 상기 개구조리개, 상기 제1 렌즈, 상기 제2 조리개, 상기 제2 렌즈, 상기 제3 렌즈의 순서대로 배열되어서 구성되고,

상기 제1 렌즈는 양측의 면이 볼록면인 양볼록 렌즈이고,

상기 제2 렌즈는, 물체측에서 상측 방향으로, 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되며, 상기 제1 서브렌즈와 상기 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 서브렌즈가 접촉된 상태인 집합형 복합 렌즈이고,

상기 제3 렌즈는, 근축상에서 오목면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고,

상기 제1 렌즈, 상기 제1 서브렌즈 및 상기 제3 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고,

상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,

아래의 조건 (5-1) ~ (5-4)을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈:

$$0 \leq |N_6 - N_5| \leq 0.1 \quad (5-1)$$

$$0 \leq |N_6 - N_7| \leq 0.1 \quad (5-2)$$

$$0 \leq |v_6 - v_5| \leq 30.0 \quad (5-3)$$

$$0 \leq |v_6 - v_7| \leq 30.0 \quad (5-4)$$

여기에서,

N_5 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

N_6 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

N_7 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

v_5 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

v_6 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

v_7 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 하는 평오목렌즈이고,

상기 제3 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 평볼록렌즈인 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈.

청구항 16

개구 조리개(제1 조리개), 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고,

물체측에서 상측 방향으로, 상기 개구 조리개, 상기 제1 렌즈, 상기 제2 조리개, 상기 제2 렌즈, 상기 제3 렌즈의 순서대로 배열되어서 구성되고,

상기 제1 렌즈는, 물체측에서 상측 방향으로, 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되며, 상기 제1 서브렌즈와 상기 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 서브렌즈가 접촉된 상태인 접합형 복합 렌즈이고,

상기 제2 렌즈는 근축상에서 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고,

상기 제3 렌즈는 근축상에서 오목면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고,

상기 제1 서브렌즈, 상기 제3 서브렌즈 및 상기 제2 렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고,

상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고,

아래의 조건 (6-1) ~ (6-4)을 만족하는 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈:

$$0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1 \quad (6-1)$$

$$0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1 \quad (6-2)$$

$$0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0 \quad (6-3)$$

$$0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0 \quad (6-4)$$

여기에서,

N_2 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

N_3 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

N_4 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

v_2 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

v_3 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고,

상기 제1 서브렌즈는, 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈이고,

상기 제3 서브렌즈는, 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 하는 평볼록 렌즈인 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 렌즈의 물체측 면, 상기 제1 렌즈 상측 면, 상기 제2 렌즈의 물체측 면, 상기 제2 렌즈의 상측 면, 상기 제3 렌즈의 물체측 면 및 상기 제3 렌즈의 상측 면이 비구면인 것을 특징으로 하는 촬상렌즈.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 경화성 수지재료는 투명경화성 실리콘 수지인 것을 특징으로 하는 촬상 렌즈.

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 촬상 렌즈, 특히 휴대전화기 등에 탑재하는 촬상 렌즈에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 디지털 카메라를 내장하는 휴대전화기에는 촬상 렌즈가 프린트회로기판에 설치되어 있다. 프린트회로기판에 촬상 렌즈를 설치하는 방법으로서, 리플로우 납땜(Reflow soldering)처리를 채용하고 있다. 이하, 리플로우 납땜 처리를 단지 「리플로우 처리」라고 칭할 수도 있다. 리플로우 처리는 프린트회로기판상에서 전자 부품이 연결되는 곳에 미리 솔더볼을 배치하고, 거기에 전자 부품을 배치한 후 가열하고, 솔더볼을 용융시킨 후 냉각함으로써 전자 부품을 납땜하는 방법을 말한다.
- <3> 일반적으로 대량 생산 공정에 있어서, 프린트회로기판에 전자 소자 또는 촬상 렌즈 등의 부품류를 설치하는 수법으로서, 리플로우 처리를 실시하는 리플로우 공정이 사용된다. 리플로우 공정을 사용하면, 부품을 프린트회로기판에 설치하는 비용을 줄일 수 있고 또한 제조 품질을 일정하게 유지할 수 있다.
- <4> 촬상 렌즈를 구비하는 휴대전화기의 제조 공정 중 리플로우 공정에 있어서, 전자 부품은 프린트회로기판 상의 미리 정해진 위치에 배치되는 것은 물론, 촬상 렌즈 자체 또는 촬상 렌즈를 설치하기 위한 소켓이 프린트회로기판에 배치된다.
- <5> 휴대전화기에 설치할 수 있는 촬상 렌즈는 제조 가격을 줄이고 렌즈 성능을 확보하기 위해 대부분 플라스틱을 소재로 하여 제작된다. 이 때문에, 리플로우 공정에 있어서 촬상 렌즈가 고온환경에 놓이면 열변형이 일어나고 그 광학적 성능을 유지할 수 없게 되므로, 이를 방지하기 위해 촬상 렌즈를 장전하기 위한 내열성 소켓 부품을 사용하는 연구가 이루어지고 있다.
- <6> 다시 말해, 리플로우 공정에 있어서는 촬상 렌즈를 장전하기 위한 내열성 소켓 부품을 휴대전화기의 프린트회로기판에 부착하고, 리플로우 공정이 종료된 후 촬상 렌즈를 이 소켓에 부착함으로써, 촬상 렌즈가 리플로우 공정에 의해 고온에 노출되는 것을 막는 방법을 사용하고 있다(예를 들어, 아래의 특허문헌 1 내지 3참조). 그러나, 촬상 렌즈를 장착하기 위해서 내열성 소켓 부품을 이용하는 것은 제조 공정을 복잡하게 하고 또한 내열성 소켓의 가격이 추가되어 제조 가격이 높아지는 문제가 있다.
- <7> 또한, 최근에는 휴대전화기가 일시적으로 고온 환경이 되는 승용차의 내부에 방치되는 것도 고려하여, 휴대전화기가 150℃ 정도의 고온환경에 놓여진 경우에도 휴대 전화기에 장착되어 있는 촬상 렌즈의 광학적 성능이 열화되지 않도록 하는 것이 필요하다. 종래의 플라스틱 소재의 촬상 렌즈는 이러한 요청에 완전히 부합할 수 없다.
- <8> 고온 환경에서도 광학적 성능을 유지하는 촬상 렌즈를 실현하기 위해서, 촬상 렌즈를 고연화 온도의 몰드 유리 소재를 이용하여 제조하는 것이 고려되고 있다(예를 들면, 아래의 특허문헌 4 참조). 고연화 온도의 몰드 유리 소재가 연화되는 온도는 몇백도 이상이기 때문에, 고온의 환경에 의해 촬상 렌즈의 광학적 성능이 열화되는 문제는 피할 수 있지만, 현 시점에서 몰드 유리 소재를 이용하는 촬상 렌즈는 그 제조 비용이 매우 높아 그다지 보급되지 않고 있는 실정이다.
- <9> 휴대전화기에 장전되는 촬상 렌즈는 상술한 열적 특성 뿐만 아니라 광학적인 특성에 있어서도, 다음과 같은 조건을 충족시킬 필요가 있다. 다시 말해, 광학장(optical lenth)이 짧아야 한다. 광학장은 촬상 렌즈의 물체측의 입사면에서 결상면(촬상면이라고도 함)까지의 길이이다. 바꿔 말하면, 렌즈의 설계시 촬상렌즈의 합성 초점거리에 대한 광학장의 비율을 줄일 필요가 있다. 휴대전화기를 예로 들면, 적어도 이 광학장은 휴대전화기 본체의 두께보다 짧아야 한다.
- <10> 한편, 촬상 렌즈 상측의 출사면으로부터 촬상면까지의 거리로 정의되는 백포커스(back focus)는 가능한 한 긴 것이 좋다. 다시 말해, 렌즈의 설계시 초점거리에 대한 백포커스의 비율은 가능한 한 큰 것이 좋다. 이것은 촬상 렌즈와 촬상면 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입할 필요가 있기 때문이다.
- <11> 상술한 내용 외에도, 촬상 렌즈로서, 제수차가, 상의 왜곡이 시각을 통해서 인식되지 않고, 또한 CCD 이미지 센

서(charge coupled device image sensor)등의 수광면에 매트릭스 상태로 배열된 빛을 감지하는 최소단위의 소자(「화소」라고 함)의 집적 밀도가 요구하는 정도로 충분히 작게 보정되어 있는 것이 당연히 요청된다. 즉, 촬상 렌즈는 제수차가 양호하게 보정되어 있을 필요가 있다. 이하, 이와 같이 제수차가 양호하게 보정된 화상을 「양호한 화상」이라고 부른다.

- <12> [특허문헌 1] 일본특허공개 제2006-121079호 공보(특허 제3799615호 공보)
- <13> [특허문헌 2] 일본특허공개 제2004-328474호 공보(특허 제3915733호 공보)
- <14> [특허문헌 3] 일본특허공개 제2004-063787호 공보(특허 제3755149호 공보)
- <15> [특허문헌 4] 일본특허공개 제2005-067999호 공보

발명의 상세한 설명

<16> 따라서 본 발명의 목적은, 휴대전화기 등에 탑재하기에 적합한 촬상 렌즈로서, 리플로우 공정에 있어서도, 또한 휴대전화기 등에 장전되어 일시적으로 설계 사양에 있어서 최고 온도 환경에 놓인 경우에서도, 광학적 성능이 열화되지 않는 내열성이 보증된 촬상 렌즈를 제공하는 것이다.

<17> 또한 휴대전화기 등에 탑재 가능한 정도로 광학장이 짧고, 백 포커스는 촬상 렌즈와 촬상면 간에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입할 수 있을 정도로 길며, 또한 양호한 화상을 얻을 수 있는 촬상 렌즈를 제공하는 것이다.

<18> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 제1 형태의 촬상 렌즈는 이하와 같이 구성된다. 다시 말해, 이 발명의 제1 형태의 촬상 렌즈는 제1 렌즈(lens), 제2 렌즈 및 제3 렌즈를 구비하고 있다. 상기 제1 렌즈, 상기 제2 렌즈 및 상기 제3 렌즈 중 어느 한 렌즈는 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학 렌즈 형성용 재료로 형성된 단 렌즈(single lens)인 것을 특징으로 한다. 나머지 두 렌즈 중 한 렌즈는 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈 및 제3 서브렌즈의 3장의 서브렌즈를 순서대로 접착한 접합형 복합 렌즈이고, 다른 렌즈는 제4 서브렌즈, 제5 서브렌즈 및 제6 서브렌즈의 3장의 서브렌즈를 순서대로 접착한 접합형 복합 렌즈이다. 이들 두 접합형 복합 렌즈는, 각각 상기 제1 서브렌즈 및 상기 제3 서브렌즈가 경화성 수지재료로 형성되고, 제2 서브렌즈가 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고, 상기 제4 서브렌즈 및 상기 제6 서브렌즈가 경화성 수지재료로 형성되고, 제5 서브렌즈가 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된다. 또한 본 발명의 제1형태의 촬상 렌즈는 이하의 조건 (a-1) ~ (a-8)을 만족한다.

<19> $0 \leq |N_2 - N_1| \leq 0.1$ (a-1)

<20> $0 \leq |N_2 - N_3| \leq 0.1$ (a-2)

<21> $0 \leq |v_2 - v_1| \leq 30.0$ (a-3)

<22> $0 \leq |v_2 - v_3| \leq 30.0$ (a-4)

<23> $0 \leq |N_5 - N_4| \leq 0.1$ (a-5)

<24> $0 \leq |N_5 - N_6| \leq 0.1$ (a-6)

<25> $0 \leq |v_5 - v_4| \leq 30.0$ (a-7)

<26> $0 \leq |v_5 - v_6| \leq 30.0$ (a-8)

<27> 여기에서,

<28> N_1 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<29> N_2 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<30> N_3 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<31> v_1 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

<32> v_2 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

<33> v_3 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수

<34> N_4 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율

<35> N_5 : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

<36> N_6 : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율

<37> v_4 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수

<38> v_5 : 상기 제5 서브렌즈의 아베수

<39> v_6 : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.

<40> 본 발명의 제2 형태의 촬상 렌즈는 이하와 같이 구성된다. 즉 본 발명의 제2형태의 촬상렌즈는 제1 렌즈와 제2 렌즈와 제3 렌즈를 구비한다. 상기 제1 렌즈, 상기 제2 렌즈 및 상기 제3 렌즈 중 두개의 렌즈가 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된 단 렌즈인 것을 특징으로 한다. 나머지 한 렌즈는 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈 및 제3 서브렌즈의 3장의 서브렌즈를 순서대로 접착한 접합형 복합 렌즈이다. 이 접합형 복합 렌즈는 제1 서브렌즈 및 제3 서브렌즈가 경화성 수지재료로 형성되고, 제2 서브렌즈가 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되며, 아래의 조건 (b-1) ~ (b-4)를 만족한다.

<41> $0 \leq |N_2 - N_1| \leq 0.1$ (b-1)

<42> $0 \leq |N_2 - N_3| \leq 0.1$ (b-2)

<43> $0 \leq |v_2 - v_1| \leq 30.0$ (b-3)

<44> $0 \leq |v_2 - v_3| \leq 30.0$ (b-4)

<45> 여기에서,

<46> N_1 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<47> N_2 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<48> N_3 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<49> v_1 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

<50> v_2 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

<51> v_3 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.

<52> 여기에서, 경화성 수지(Curable resin) 재료는 열경화성수지(thermosetting resin) 재료 및 자외선경화 수지(UV-Curable resin) 재료를 가리킨다. 또한 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료는 고연화 온도의 몰드(mold) 유리 소재 또는 후술하는 BK7 등의 광학 유리 등을 가리킨다.

<53> 광학 유리로 형성되는 제2 서브렌즈와, 경화성 수지재료로 형성되는 제1 서브렌즈 또는 제3 서브렌즈간의 접착은 다음과 같이 실현된다. 광학 유리로 형성되는 제2 서브렌즈에 액체 상태의 경화성 수지를 접촉시키고, 이 경화성 수지를 고체화, 즉 경화시켜 제1 서브렌즈 또는 제3 서브렌즈를 제2 서브렌즈에 접착한다. 이러한 접착을 이하에서는 직접 접착이라고 기술한다. 또한 제2 서브렌즈와, 제1서브렌즈 또는 제3서브렌즈 사이에 접착제를 개재시켜 제2 서브렌즈와, 제1 서브렌즈 또는 제3 서브렌즈를 접착시킬 수도 있다. 이러한 접착은 이하에서 간접 접착이라고 한다.

<54> 간접 접착을 시행할 경우, 광학 유리의 굴절율과 경화성 수지재료의 굴절율에 관련하여 접착제의 굴절율을 적절하게 선택하는 등 접착제의 광학적 특성을 적극적으로 이용하여 접착제를 선택하는 경우 제2 서브렌즈와, 제1

서브렌즈 또는 제3 서브렌즈와의 계면에서의 반사를 저감하는 등의 효과를 얻는 것도 가능하다. 또한, 접착제의 개재 여부에 관계 없이, 제2 서브렌즈의, 제1 서브렌즈 또는 제3 서브렌즈에 대향하는 면에 코팅 처리를 실시한 뒤 양자를 접착하면 제1 서브렌즈 또는 제3 서브렌즈와의 계면에서의 반사를 저감하는 등의 효과를 얻을 수 있다.

- <55> 다시 말해, 본 명세서에서 서브렌즈 끼리의 접착은 상술한 것 같이, 접착제를 개재시키지 않고 서브렌즈끼리 접착하는 직접 접착을 포함하는 것은 물론, 서브렌즈간에 접착제를 개재시켜 이루어지는 간접 접착도 포함한다.
- <56> 본 발명의 활상 렌즈는 보다 구체적으로 제1 ~ 제6의 활상 렌즈로서 구성된다.
- <57> 제1 활상렌즈는 제1 렌즈와, 개구조리개와, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고, 물체측에서 상(像)측 방향으로 제1 렌즈, 개구조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈의 순서로 배열되도록 구성된다.
- <58> 상기 제1 렌즈는 근축상에서 볼록면이 물체측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이다. 상기 제2 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제1 서브렌즈와 상기 제2 서브렌즈가 접착되고, 또한 상기 제2 서브렌즈와 상기 제3 서브렌즈가 접착된 상태인 접합형 복합 렌즈이다. 상기 제3 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로 제4 서브렌즈, 제5 서브렌즈, 제6 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제4 서브렌즈와 상기 제5 서브렌즈가 접착되고, 또한 상기 제5 서브렌즈와 상기 제6 서브렌즈가 접착된 상태인 접합형 복합 렌즈이다.
- <59> 상기 제1 렌즈는 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되고, 제1 서브렌즈, 제3 서브렌즈, 제4 서브렌즈 및 제6 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되며, 제2 서브렌즈 및 제5 서브렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된다.
- <60> 또한 제1활상렌즈는 이하의 조건 (1-1) ~ (1-8)을 만족한다.
- <61> $0 \leq |N_5 - N_4| \leq 0.1$ (1-1)
- <62> $0 \leq |N_5 - N_6| \leq 0.1$ (1-2)
- <63> $0 \leq |v_5 - v_4| \leq 30.0$ (1-3)
- <64> $0 \leq |v_5 - v_6| \leq 30.0$ (1-4)
- <65> $0 \leq |N_9 - N_8| \leq 0.1$ (1-5)
- <66> $0 \leq |N_9 - N_{10}| \leq 0.1$ (1-6)
- <67> $0 \leq |v_9 - v_8| \leq 30.0$ (1-7)
- <68> $0 \leq |v_9 - v_{10}| \leq 30.0$ (1-8)
- <69> 여기에서,
- <70> N_4 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율
- <71> N_5 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율
- <72> N_6 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율
- <73> v_4 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수
- <74> v_5 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수
- <75> v_6 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수
- <76> N_8 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율
- <77> N_9 : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

- <78> N_{10} : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율
- <79> v_8 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수
- <80> v_9 : 상기 제5 서브렌즈의 아베수
- <81> v_{10} : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.
- <82> 제1 촬상렌즈는 다음과 같이 구성하는 것이 바람직하다. 즉 제1 촬상렌즈의 구성요소인 제2 렌즈 및 제3 렌즈를 각각 구성하는 제1 ~ 제3 서브렌즈 및 제4 ~ 제6 서브렌즈는 후술하는 바와 같이 하는 것이 바람직하다.
- <83> 제2 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측에 향하게 한 평오목렌즈(planoconcave lens)이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 평볼록 렌즈(planoconvex lense)이다. 평행 평면 유리판은 광학 평행 유리판(optical-parallel glass plate)로도 지칭된다. 평행 평면 유리판은 일반적으로 렌즈로는 호칭되지 않지만, 본 발명에서는 설명의 편의상 렌즈면의 곡률반경이 무한대인 특별한 경우로서 평행 평면 유리판을 포함하여 렌즈로 호칭한다.
- <84> 또한 제3 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제5 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제4 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이고, 제6 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 한 평오목렌즈이다.
- <85> 또한 제1 촬상렌즈는 하기와 같이 구성되어도 바람직하다. 즉, 제1 촬상렌즈의 구성요소인 제2 및 제3 렌즈를 구성하는 제1 ~ 제6 렌즈를 이하와 같이 하여도 좋다.
- <86> 제2 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제2 서브렌즈는 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스렌즈(meniscus lens)이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 한 렌즈이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 렌즈이다.
- <87> 또한 제3 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제5 서브렌즈는 양측의 면이 볼록면인 양쪽 볼록 렌즈(biconvex lens)이고, 제4 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 렌즈이고, 제6 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 한 렌즈이다.
- <88> 제2 촬상렌즈는 개구조리개(제1 조리개), 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로, 상기 개구조리개, 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈의 순서대로 배열되도록 구성된다.
- <89> 제1 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈 및 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈와 상기 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈와 제3 서브렌즈가 접촉된 접합형 복합 렌즈이다. 제2 렌즈는 근축상에서 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이다. 제3 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로 제4 서브렌즈, 제5 서브렌즈 및 제6 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제4 서브렌즈와 상기 제5 서브렌즈가 접촉되고, 또한 제5 서브렌즈와 제6 서브렌즈가 접촉된 접합형 복합 렌즈이다.
- <90> 상기 제1 서브렌즈, 제3 서브렌즈, 제4 서브렌즈 및 제6 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고, 제2 렌즈는 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되며, 제2 서브렌즈 및 상기 제5 서브렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된다.
- <91> 또한 제2 촬상렌즈는 이하의 조건 (2-1) ~ (2-8)을 만족한다.
- <92> $0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1$ (2-1)
- <93> $0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1$ (2-2)
- <94> $0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0$ (2-3)
- <95> $0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0$ (2-4)
- <96> $0 \leq |N_{10} - N_9| \leq 0.1$ (2-5)
- <97> $0 \leq |N_{10} - N_{11}| \leq 0.1$ (2-6)

- <98> $0 \leq |v_{10} - v_9| \leq 30.0$ (2-7)
- <99> $0 \leq |v_{10} - v_{11}| \leq 30.0$ (2-8)
- <100> 여기서,
- <101> N_2 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율
- <102> N_3 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율
- <103> N_4 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율
- <104> v_2 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수
- <105> v_3 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수
- <106> v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수
- <107> N_9 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율
- <108> N_{10} : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율
- <109> N_{11} : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율
- <110> v_9 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수
- <111> v_{10} : 상기 제5 서브렌즈의 아베수
- <112> v_{11} : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.
- <113> 또한 제2 활상 렌즈는 하기와 같이 구성되는 것이 바람직하다. 즉 제2 활상렌즈의 구성요소인 제1 및 제3 렌즈를 각각 구성하는 제1 ~ 제3 서브렌즈 및 제4 ~ 제6 서브렌즈를 이하와 같이 하는 것이 바람직하다.
- <114> 제1 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이다.
- <115> 또한 제3 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제5 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제4 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이고, 제6 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 한 평오목렌즈이다.
- <116> 또한 제2 활상렌즈는 다음과 같이 구성하여도 좋다. 즉, 제2 활상렌즈의 구성요소인 제1 및 제3 렌즈를 구성하는 제1 ~ 제6 서브렌즈를 이하와 같이 하여도 좋다.
- <117> 제1 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제2 서브렌즈는 양측의 면이 볼록면인 양볼록 렌즈이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 렌즈이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 렌즈이다.
- <118> 또한 제3 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제5 서브렌즈는 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스렌즈이고, 제4 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 렌즈이고, 제6 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 한 렌즈이다.
- <119> 제3 활상렌즈는 개구조리개(제1 조리개), 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로, 상기 개구조리개, 제1 렌즈, 제2조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈의 순서대로 배열되도록 구성된다.
- <120> 상기 제1 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로, 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈 및 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제1 서브렌즈와 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈와 제3 서브렌즈가 접촉된 집합형 복합 렌즈이다. 제2 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로, 제4 서브렌즈, 제5 서브렌즈 및 제6 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제4 서브렌즈와 제5 서브렌즈가 접촉되고, 또한 제5 서브렌즈와 제6 서브렌즈가 접촉된 집합

형 복합 렌즈이다. 제3 렌즈는 오목면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이다.

<121> 상기 제1 서브렌즈, 제3 서브렌즈, 제4 서브렌즈 및 제6 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고, 제2 서브렌즈와 제5 서브렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되며, 제3 렌즈는 경화성 수지재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된다.

<122> 또한 제3 활상렌즈는 이하의 조건 (3-1) ~ (3-8)을 만족한다.

<123> 아래의 조건:

<124> $0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1$ (3-1)

<125> $0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1$ (3-2)

<126> $0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0$ (3-3)

<127> $0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0$ (3-4)

<128> $0 \leq |N_8 - N_7| \leq 0.1$ (3-5)

<129> $0 \leq |N_8 - N_9| \leq 0.1$ (3-6)

<130> $0 \leq |v_8 - v_7| \leq 30.0$ (3-7)

<131> $0 \leq |v_8 - v_9| \leq 30.0$ (3-8)

<132> 여기에서,

<133> N_2 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<134> N_3 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<135> N_4 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<136> v_2 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

<137> v_3 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

<138> v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수

<139> N_7 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율

<140> N_8 : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

<141> N_9 : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율

<142> v_7 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수

<143> v_8 : 상기 제5 서브렌즈의 아베수

<144> v_9 : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.

<145> 또한 상기 제3 활상렌즈는 하기와 같이 구성되는 것이 바람직하다. 즉 제3 활상렌즈의 구성요소인 제1 및 제2 렌즈를 각각 구성하는 제1 ~ 제3 서브렌즈, 및 제4 ~ 제6 서브렌즈를 이하와 같이 하는 것이 바람직하다.

<146> 제1 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중, 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이다.

<147> 또한 제2 렌즈를 구성하는 서브렌즈 중 제5 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제4 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 한 평오목렌즈이고, 제6 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측

으로 향하게 한 평볼록 렌즈이다.

- <148> 또한 제3 활상렌즈는 하기와 같이 구성되어도 좋다. 즉, 제3 활상렌즈의 구성요소인 제1 및 제2 렌즈를 구성하는 제1 ~ 제6 서브렌즈를 이하와 같이 하여도 좋다.
- <149> 제2 서브렌즈는 양측의 면이 볼록면인 양볼록 렌즈이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 렌즈이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 렌즈이다. 제5 서브렌즈는 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스렌즈이고, 제4 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 한 렌즈이고, 제6 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 렌즈이다.
- <150> 제4 활상렌즈는 제1 렌즈, 개구조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로 상기 제1 렌즈, 개구조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈의 순서로 배열되어 구성된다. 제1 렌즈는 근축상에서 볼록면이 물체측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고, 제2 렌즈는 근축상에서 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이다. 제3 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈 및 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제1 서브렌즈와 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈와 제3 서브렌즈가 접촉된 상태인 접합형 복합 렌즈이다.
- <151> 상기 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제1 서브렌즈 및 제3 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고, 제2 서브렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된다.
- <152> 또한 제4 활상렌즈는 이하의 조건 (4-1) ~ (4-4)를 만족한다.
- <153> $0 \leq |N_7 - N_6| \leq 0.1$ (4-1)
- <154> $0 \leq |N_7 - N_8| \leq 0.1$ (4-2)
- <155> $0 \leq |v_7 - v_6| \leq 30.0$ (4-3)
- <156> $0 \leq |v_7 - v_8| \leq 30.0$ (4-4)
- <157> 여기에서,
- <158> N_6 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율
- <159> N_7 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율
- <160> N_8 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율
- <161> v_6 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수
- <162> v_7 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수
- <163> v_8 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.
- <164> 또한 제4 활상렌즈는 하기와 같이 구성되는 것이 바람직하다. 즉 제4 활상렌즈의 구성요소인 제3 렌즈를 구성하는 제1 ~ 제3서브렌즈를 이하와 같이 하는 것이 바람직하다.
- <165> 제3 렌즈를 구성하는 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 오목면을 상측으로 향하게 한 평오목렌즈이다.
- <166> 제5 활상렌즈는 개구조리개(제1 조리개), 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈 및 제3 렌즈를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로, 상기 개구조리개, 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈의 순서대로 배열되어 구성된다. 제1 렌즈는 양측의 면이 볼록면인 양볼록 렌즈이다. 제2 렌즈는, 물체측에서 상측 방향으로, 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈 및 제3 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제1 서브렌즈와 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈와 제3 서브렌즈가 접촉된 접합형 복합 렌즈이다. 제3 렌즈는 근축상에서 오목면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이다.
- <167> 상기 제1 렌즈, 제1 서브렌즈 및 상기 제3 서브렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고, 제2 서브렌즈와 제3 렌즈는

고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된다.

<168> 또한 제5 촬상렌즈는 이하의 조건 (5-1) ~ (5-4)를 만족한다.

<169> $0 \leq |N_6 - N_5| \leq 0.1$ (5-1)

<170> $0 \leq |N_6 - N_7| \leq 0.1$ (5-2)

<171> $0 \leq |v_6 - v_5| \leq 30.0$ (5-3)

<172> $0 \leq |v_6 - v_7| \leq 30.0$ (5-4)

<173> 여기에서,

<174> N_5 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<175> N_6 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<176> N_7 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<177> v_5 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

<178> v_6 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

<179> v_7 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.

<180> 또한 제5 촬상렌즈는 하기와 같이 구성되는 것이 바람직하다. 즉 제5 촬상렌즈의 구성요소인 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 오목면을 물체측으로 향하게 한 평오목렌즈이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 평볼록렌즈이다.

<181> 제6 촬상렌즈는 개구조리개(제1 조리개), 제1 렌즈, 제2 조리개, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로, 상기 개구조리개, 제1 렌즈, 제2조리개, 제2렌즈, 제3 렌즈의 순서대로 배열되어서 구성된다.

<182> 상기 제1 렌즈는 물체측에서 상측 방향으로, 제1 서브렌즈, 제2 서브렌즈, 제 3 서브렌즈의 순서대로 배열되고, 상기 제1 서브렌즈와 제2 서브렌즈가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈와 제3 서브렌즈가 접촉된 접합형 복합 렌즈이다. 제2 렌즈는 근축상에서 볼록면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이고, 제3 렌즈는 근축상에서 오목면이 상측으로 향하는 메니스커스형상의 단 렌즈이다.

<183> 상기 제1 서브렌즈, 제3 서브렌즈 및 제2 렌즈는 경화성 수지재료로 형성되고, 제2 서브렌즈와 제3 렌즈는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성된다.

<184> 또한 제6 촬상렌즈는 이하의 조건 (6-1) ~ (6-4)를 만족한다.

<185> $0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1$ (6-1)

<186> $0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1$ (6-2)

<187> $0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0$ (6-3)

<188> $0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0$ (6-4)

<189> 여기에서,

<190> N_2 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<191> N_3 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<192> N_4 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<193> v_2 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

- <194> v_3 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수
- <195> v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.
- <196> 또한 제6 활상렌즈는 하기와 같이 구성되는 것이 바람직하다. 즉 제6 활상렌즈의 구성요소인 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판이고, 제1 서브렌즈는 물체측 면이 근축상에서 볼록면을 물체측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이고, 제3 서브렌즈는 상측 면이 근축상에서 볼록면을 상측으로 향하게 한 평볼록 렌즈이다.
- <197> 본 발명의 제1 ~ 제6 활상렌즈를 형성함에 있어서, 상기 제1 렌즈의 물체측 면, 제1 렌즈의 상측 면, 제2 렌즈의 물체측 면, 제2 렌즈의 상측 면, 제3 렌즈의 물체측 면, 및 상기 제3 렌즈의 상측 면은 비구면인 것이 바람직하다.
- <198> 또한 본 발명의 제1 ~ 제6 활상렌즈를 형성함에 있어서, 상기 경화성 수지재료는 투명 경화성 실리콘 수지(Transparent Curable Silicone Resin)인 것이 바람직하다. 여기서 투명은 가시광선에 대해 실용상 영향이 없는 정도로 광선 흡수량이 적은(투명인) 것을 의미한다.
- <199> [발명의 효과]
- <200> 본 발명의 활상렌즈는 제1 형태의 활상 렌즈 및 제2 형태의 활상 렌즈의 2개의 형태가 있다. 제1 형태의 활상렌즈는 하나의 단 렌즈와 두개의 접합형 복합 렌즈를 조합하여 구성된다. 제2 형태의 활상렌즈는 두개의 단 렌즈와 한개의 접합형 복합렌즈를 조합하여 구성된다.
- <201> 본 발명의 활상 렌즈에 이용되는 접합형 복합 렌즈 중 하나를 들어 그 구성 및 기능에 대해서 설명한다.
- <202> 본 발명의 제1 또는 제2 형태의 활상렌즈를 구성하는 접합형 복합렌즈는 경화성 수지재료로 형성되는 제1 및 제3 서브렌즈가 고연화 온도의 유리 재료로 형성되는 제2 서브렌즈를 양측에서 끼우는 형태로 접착되어 형성되어 있다.
- <203> 고연화 온도의 유리 재료라 함은 리플로우 처리 온도 및 접합형 복합 렌즈의 설계 사양에 있어서 최고 환경온도 중 어떤 온도보다 연화 온도가 높은 유리 재료를 의미한다. 한편, 이하에서 유리 재료에 대하여 열적 성질에 대해서 논할 경우에는 이를 고연화 온도의 유리 재료라고 하고, 광학적 성질을 논할 경우에는 이를 광학 유리 재료라고 하는 경우도 있다.
- <204> 경화성 수지재료는 일단 경화 처리되면 고온이 되어도 연화되지 않는다. 경화성 수지재료가 갖는 이러한 성질은 연화 온도(유리 전이 온도로도 호칭된다)로 지칭되는 일정한 온도 이상으로 되면 연화되어 가소화되는 플라스틱(Plastic) 재료 등의 가소성 수지재료가 갖는 성질과 다른 점이다. 다시 말해, 경화성 수지재료는 일단 경화 처리되어 고체화되면 그 기하학적 형상이 변화되지 않는다.
- <205> 따라서, 제1 서브렌즈 및 제3 서브렌즈는 고온환경에 놓여진 경우에도 렌즈의 기하학적 형상이 변화되지 않으며 그 광학적 성능도 열화되지 않는다. 본 발명의 제1 및 제2 형태의 활상렌즈를 구성하는 단 렌즈도 경화성 수지 재료 또는 고연화 온도의 유리 재료로 형성되어 있으므로, 고온환경하에서도 그 광학적 성능이 열화되지 않는다. 여기에서, 고온 환경이라 함은 리플로우 처리 온도 및 접합형 복합 렌즈의 설계 사양에 있어서의 최고 온도 중 어느 쪽의 온도보다 더 높은 온도환경을 말한다.
- <206> 따라서 본 발명의 활상 렌즈로 이용되는 접합형 복합 렌즈 및 단 렌즈는 리플로우 공정 및 활상 렌즈의 사용시에 상정되는 최고 온도의 고온환경에 있어서도 그 광학적 성능이 보증된다.
- <207> 본 발명의 제1 형태의 활상렌즈에 따르면, 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고, 제1 렌즈, 제2 렌즈 및 제3 렌즈 중 한 렌즈가 경화성 수지 재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용재료로 형성되는 단 렌즈인 것을 특징으로 한다. 또한, 본 발명의 제2 형태의 활상 렌즈에 따르면, 제1 렌즈, 제2 렌즈, 제3 렌즈를 구비하고, 제1 렌즈, 제2 렌즈 및 제3 렌즈의 중 두개의 렌즈가 경화성 수지 재료 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료로 형성되는 단 렌즈인 것을 특징으로 한다.
- <208> 단 렌즈는 접합형 복합 렌즈에 비해 렌즈의 두께를 얇게 하는 것이 가능하므로, 본 발명의 활상 렌즈를 구성하는 제1 ~ 제3 렌즈의 세 구성 렌즈 중 어느 하나 또는 두개의 구성 렌즈를 단 렌즈로 함으로써, 구성 렌즈인 제1 ~ 제3 렌즈의 어느 하나를 두께가 얇은 렌즈로 하는 것이 가능하다. 이로써 활상렌즈의 광학장을 짧게 설계하기 쉬워진다. 또한 곡률의 크기, 즉 곡률반경이 짧은 메니스커스는 접합형 복합 렌즈로는 형성이 어려운 경우가 있지만, 단 렌즈이면 용이하게 형성할 수 있다. 이로써 활상 렌즈의 설계 파라미터 중 하나인 구성 렌즈의 곡률

반경의 선택 폭이 넓어지고, 그만큼 설계 자유도가 커지며, 보다 고성능을 갖는 활상 렌즈를 설계하기 쉬워진다는 이점이 있다.

- <209> 본 발명의 제1 및 제2 형태의 활상렌즈에 있어서, 접합형 복합 렌즈를 구성하는 제1 ~ 제3 서브렌즈 중 제1 서브렌즈와 제3 서브렌즈에 끼워지는 즉 이들 2개의 서브렌즈 사이에 형성되는 제2 서브렌즈는 평행 평면 유리판, 메니스커스 또는 양볼록 렌즈일 수 있으나, 이에 한정되지 않으며, 오목렌즈 등을 이용할 수도 있다. 제2 서브렌즈의 형상은 각각의 양측에 형성되는 수지 렌즈인 제1 서브렌즈와 제3 서브렌즈의 형성상 편의 또는 본 발명의 활상 렌즈의 설계상 편의에 의해 결정된다.
- <210> 다시 말해, 제2 서브렌즈를 메니스커스 렌즈, 볼록 렌즈, 혹은 오목렌즈 등 곡면으로 구성되는 렌즈로 하는 경우에는 제2 서브렌즈의 양측에 접합 형성되는 수지 렌즈와의 접합면이, 평행 평면 유리판으로 하는 경우에 비해 넓어져 그만큼 접착력이 강해진다. 또한 수차 등의 렌즈 성능을 향상시키기 위한 설계 파라메타인 제2 서브렌즈면의 곡률반경의 선택 폭이 넓어지므로, 본 발명의 활상 렌즈로의 설계가 용이해진다.
- <211> 한편, 제2 서브렌즈의 곡률반경을 작게 하는 경우(곡률을 크게 하는 경우), 접합시 접합 계면에 기포가 침입하는 것을 막기 어려워진다. 또한, 제2 서브렌즈를 평행 평면 유리판이 아닌 메니스커스렌즈 등으로 하는 것은 평행 평면 유리판으로 하는 경우에 비해 제조 비용이 높아진다.
- <212> 이하, 본 발명의 활상렌즈의 광학적 특성에 대해서 설명한다.
- <213> 본 발명 활상렌즈의 광학적 구성의 기본 원리는 굴절율 등의 광학적 특성이 가능한 한 비슷한 렌즈 소재에 의해 형성되는 3장의 서브렌즈의 집합체로서 형성된 접합형 복합 렌즈에 의해, 수차보정 및 결상의 두가지 역할이 실현되는 것이다. 즉, 본 발명의 활상 렌즈가 구비하는 하나의 접합형 복합 렌즈에 있어서 이를 구성하는 3장의 서브렌즈 각각의 굴절율 및 아베수는 서로 크게 다르지 않는 것이 바람직하다.
- <214> 바꿔 말하면, 제1 ~ 제3 서브렌즈의 구성 재료 각각의 굴절율 및 아베수는 서로 동일하고, 제4 ~ 제6 서브렌즈의 구성 재료 각각의 굴절율 및 아베수도 서로 동일한 것이 이상적이다. 그러나 현실적으로 굴절율 및 아베수가 완전히 동일한 광학 유리 재료와 경화성 수지재료와의 조합을 찾아내는 것은 매우 곤란하다.
- <215> 이에 본 발명의 발명자는 활상 렌즈를 구성하는 2개의 접합형 복합 렌즈의 각각에 있어서, 구성 재료인 광학 유리 재료와 경화성 수지재료와의, 양자의 굴절율 및 아베수의 차이가 어느 정도 이하이면, 양호한 화상을 얻을 수 있는 활상 렌즈를 구성할 수 있는 지를 수많은 시뮬레이션(simulation) 및 시작(試作)을 통해서 확인했다.
- <216> 그 결과, 제1 형태의 활상 렌즈인 제1 활상 렌즈에 있어서는 상술의 조건 (1-1) ~ (1-8)을 만족시키는 것에 의해, 제2 활상 렌즈에 있어서는 상술의 조건(2-1) ~ (2-8)을 만족시키는 것에 의해, 제3 활상 렌즈에 있어서는 상술의 조건(3-1) ~ (3-8)을 만족시키는 것에 의해, 양호한 화상을 얻을 수 있는 활상 렌즈를 구성할 수 있는 것이 확인되었다.
- <217> 또한, 제2 형태의 활상 렌즈인 제4 활상 렌즈에 있어서는 상술의 조건(4-1) ~ (4-4)을 만족함으로써, 제5 활상 렌즈에 있어서는 상술의 조건 (5-1) ~ (5-4)를 만족함으로써, 제6 활상 렌즈에 있어서는 상술의 조건 (6-1) ~ (6-4)을 만족함으로써 양호한 화상을 얻을 수 있는 활상 렌즈를 구성할 수 있는 것을 확인할 수 있었다.
- <218> 다시 말해, 제1 형태의 활상렌즈에 있어서는, 제1 서브렌즈의 굴절율과 제2 서브렌즈의 굴절율 차이, 제2 서브렌즈의 굴절율과 제3 서브렌즈의 굴절율 차이, 제4 서브렌즈의 굴절율과 제5 서브렌즈의 굴절율 차이, 제5 서브렌즈의 굴절율과 제6 서브렌즈의 굴절율 차이가, 각각 0.1 이내 이면 왜곡 수차, 비점수차 및 색·구면 수차가 충분히 작은 값이 되어 양호한 화상이 형성된다. 제2 형태의 활상렌즈에 있어서는, 제1 서브렌즈의 굴절율과 제2 서브렌즈의 굴절율 차이, 제2 서브렌즈의 굴절율과 제3 서브렌즈의 굴절율 차이가, 각각 0.1 이내 이면 왜곡 수차, 비점수차 및 색·구면수차가 충분히 작은 값이 되어 양호한 화상이 형성된다.
- <219> 또한 제1 형태의 활상렌즈에 있어서, 제1 서브렌즈와 제2 서브렌즈의 아베수 차이, 제2 서브렌즈와 제3 서브렌즈의 아베수 차이, 제4 서브렌즈와 제5 서브렌즈의 아베수 차이, 제5 서브렌즈와 제6 서브렌즈의 아베수 차이가 각각 30.0 이내 이면, 색수차의 크기가 충분히 작은 값이 되어 양호한 화상이 형성되고, 또한 충분한 콘트라스트를 갖는 화상을 형성할 수 있다. 제2 형태의 활상 렌즈에 있어서는, 제1 서브렌즈와 제2 서브렌즈의 아베수 차이, 제2 서브렌즈와 제3 서브렌즈의 아베수차이가 각각 30.0 이내 이면, 색수차의 크기가 충분히 작은 값이 되어 양호한 화상이 형성될 수 있고 또한 충분한 콘트라스트를 갖는 화상을 형성할 수 있다.
- <220> 본 발명의 제1 및 제4 활상렌즈는 입사동을 확정하는 개구조리개가 제1 렌즈와 제2 렌즈 사이에 배치되어 있다. 이로 인해, 상기 개구조리개는 입사동을 확정하는 동시에, 제1 렌즈로 발생한 플레어(flare)를 제거하는 기능을

갖는다.

- <221> 또한 본 발명의 제2, 제3, 제5 및 제6 촬상렌즈는 입사동을 확정하는 개구조리개(제1조리개)가 제1 렌즈의 전면, 즉 제1 렌즈의 물체측에 배치되어 있다. 이로써 입사동을 물체측에 가깝게 할 수 있고, 주광선을 화상면에 수직에 가까운 각도로 입사시킬 수 있어, 셰이딩(shading)의 발생을 방지할 수 있다. 따라서 제2, 제3, 제5 및 제6 촬상렌즈는 입사동의 직경을 크게 설정하는 것이 가능해서, F 넘버가 작은 다시 말해 밝은 렌즈를 실현하는 것이 가능하다.
- <222> 한편 제1 및 제4 촬상렌즈는, 제조 공정에 있어서, F 넘버를 용이하게 변경할 수 있다는 특징을 갖는다. 다시 말해, 촬상 렌즈의 F 넘버를 변경하기 위해서는 개구조리개의 크기를 변경하면 되지만, 제1 및 제4의 촬상 렌즈는 개구조리개를 제1 렌즈와 제2 렌즈와의 사이에 배치하는 구성이므로, F 넘버 변경은 개구조리개를 교환하는 것만으로도 가능하다.
- <223> 그러나, 제2, 제3, 제5 및 제6 촬상렌즈와 같이 제1 렌즈의 전면에서 개구조리개를 배치하기 위해서는, 촬상 렌즈를 구성하는 제1 ~ 제3 렌즈를 고정하기 위한 배럴(barrel)을 제작하는 단계로 거슬러 올라가 배럴 선단이 개구조리개로서 역할하도록 개구 크기를 설정하여야 한다. 다시 말해, F 넘버를 변경할 때마다 촬상 렌즈 배럴의 설계를 고치고, 촬상 렌즈 배럴 제조를 위한 주형을 그 때마다 바꾸어 제작할 필요가 있다.
- <224> 이상에서 설명한 바와 같이 제1 및 제4 촬상렌즈와, 제2, 제3, 제5 및 제6 촬상렌즈는 각각 다른 특징을 소유하고 있다. 어떤 촬상 렌즈를 채용할지는 촬상 렌즈를 이용하는 대상(휴대전화기, 혹은 디지털 카메라 등)에 따라 적절하게 선택해야 할 사항이다.
- <225> 여기에서는 본 발명의 제1 및 제4의 촬상렌즈를 개구조리개만이 제1 렌즈와 제2 렌즈 사이에 배치되어 있는 타입의 촬상 렌즈로 하고, 본 발명의 제2, 제3, 제5 및 제6의 촬상 렌즈를 입사동을 확정하는 개구조리개(제1 조리개)가 제1 렌즈의 물체측에 배치되고, 제2 조리개가 제1 렌즈와 제2 렌즈 사이에 배치되어 있는 타입의 촬상 렌즈로서 제시하였다.
- <226> 그렇지만 이와 반대로, 본 발명의 제2, 제3, 제5 및 제6의 촬상 렌즈를 개구조리개만이 제1 렌즈와 제2 렌즈 사이에 배치되어 있는 타입의 촬상 렌즈로 하고, 본 발명의 제1 및 제4의 촬상 렌즈를 입사동을 확정하는 개구조리개(제1 조리개)가 제1 렌즈의 물체측에 배치되고, 제2조리개가 제1 렌즈와 제2 렌즈 사이에 배치되어 있는 타입의 촬상 렌즈로 하는 것도 가능하다.
- <227> 어느 경우에도 개구조리개를 제1 렌즈와 제2 렌즈 사이에 배치할지 또는 제1 렌즈의 물체측에 배치할지 여부는 촬상 렌즈의 설계에 있어서 적당히 선택해야 할 사항이다.

실시예

- <294> 이하, 도면을 참조하여, 본 발명의 실시형태에 대해 설명한다. 한편, 각 도면은 본 발명에 관련된 각 구성예를 도시한 것으로, 본 발명이 이해가능한 정도로 각 구성요소의 단면형상이나 배치 관계 등을 개략적으로 보인 것에 지나지 않으며, 본 발명은 도시에 예 한정되지 않는다. 또한 이하의 설명에 있어서도 특정 재료 및 조건등을 채용하고 있지만, 이들 재료 및 조건은 적합한 예의 하나에 지나지 않으며, 따라서 본 발명은 이들에 의해 한정되지 않는다.
- <295> 도 1, 도 6, 도 11, 도 16, 도 21, 도 26, 도 31, 도 36 및 도 41은 각각 실시예 1 ~ 실시예 9의 촬상 렌즈의 구성도이다. 또한 도 2, 도 7, 도 12, 도 17, 도 22, 도 27, 도 32, 도 37 및 도 42는 각 실시예 1 ~ 실시예 9의 촬상 렌즈의 광로 도이다. 제1 형태의 촬상 렌즈에 있어서, 물체측에서 첫번째 접합형 복합 렌즈를 구성하는 서브렌즈는 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂), 제3 서브렌즈(L₃)이고, 두번째 접합형 복합 렌즈를 구성하는 서브렌즈는 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅), 제6 서브렌즈(L₆)이다. 제2 형태의 촬상 렌즈에 있어서, 접합형 복합 렌즈를 구성하는 서브렌즈는 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂), 제3 서브렌즈(L₃)로 되어있다.
- <296> 실시예 1, 4 및 7의 촬상 렌즈에 있어서, 각각 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16)사이에 배치되는 조리개 S는 개구조리개로서 역할하고, 입사동의 위치를 확정한다.
- <297> 한편, 실시예 2, 3, 5, 6, 8, 9의 촬상 렌즈에 있어서, 제1 렌즈(14)의 전면에서 배치되는 제1 조리개(S₁)는 개구조리개로서 역할하고, 입사동의 위치를 확정한다. 또한 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16) 사이에 배치되는 제2조리개(S₂)는 화상의 콘트라스트(contrast)가 줄어드는 현상인 플레어(flare) 또는 화상이 스며드는 현상인 스미어

(smear)를 방지하는 역할을 한다.

- <298> 즉 실시예 2, 3, 5, 6, 8, 9의 촬상 렌즈에 있어서, 제1조리개(S_1)은 입사동의 위치를 확정하고, F 넘버를 규정하고, 왜곡 수차나 비점 수차 등의 모든 수차 특성을 결정하는 촬상 렌즈의 기본적인 특성을 결정하는 역할을 하는 조리개로서, 본 발명에 있어서 필수 구성요소이다. 이에 반해 제2 조리개(S_2)는 화상의 콘트라스트 향상이라는 부가적인 특성을 향상시키기 위한 구성 요소이므로 설치하는 것이 바람직하지만, 설치하지 않더라도 본 발명의 촬상 렌즈는 성립한다.
- <299> 오해가 생기지 않는 범위에서 r_i 은 광축상 곡률반경 값을 의미하는 변수로서 사용되는 이외에 렌즈나 커버 유리면 또는 촬상면을 식별하는 기호(예를 들면, 도 1에 있어서, r_1 을 제1 렌즈(14)의 물체측면의 의미로 사용하는 등)로서 사용될 수 있다. 도 1, 도 6, 도 11, 도 16, 도 21, 도 26, 도 31, 도 36 및 도 41에 도시한 r_i 및 d_i , N_j , v_j 등의 파라메타는 이하에서 도시하는 표 1 ~ 표 9에서 구체적 수치로 주어진다. 여기에서, i 및 j 는 각각 1 이상의 양의 정수이고, 물체측에서 상측을 향해 1 부터 순서대로 조리개, 각 렌즈의 면 번호 또는 렌즈의 두께 또는 렌즈면 간격 등에 대응하여 첨부된 것이다. 다시 말해,
- <300> r_i 는 i 번째 면의 광축상 곡률반경,
- <301> d_i 은 i 번째 면으로부터 $i+1$ 번째 면까지의 거리,
- <302> N_j 는 조리개도 포함시켜 세어 j 번째 렌즈(또는 서브 렌즈)의 굴절율 및
- <303> v_j 는 조리개도 포함시켜 세어 j 번째 렌즈(또는 서브렌즈) 소재의 아베수를 각각 나타낸다.
- <304> 도 1, 도 6, 도 11, 도 16, 도 21, 도 26, 도 31, 도 36 및 도 41에 있어서 정의된 면 r_i 및 면 간격 d_i 의 기호는 도 2, 도 7, 도 12, 도 17, 도 22, 도 27, 도 32, 도 37 및 도 42에서는, 도면이 번잡해지는 것을 막기 위해 생략되었다.
- <305> 도 1, 도 6, 도 11, 도 16, 도 21, 도 26, 도 31, 도 36 및 도 41에 있어서, 조리개의 개구부는 선분으로 표시되어 있다. 렌즈면에서 조리개면까지의 거리를 정의하기 위해서는 조리개면과 광축과의 교점이 명확히 표시되어 있지 않으면 안되기 때문이다. 또한, 실시예 1 ~ 실시예 9의 촬상 렌즈의 각각의 단면도인 도 2, 도 7, 도 12, 도 17, 도 22, 도 27, 도 32, 도 37 및 도 42는 상기 도 1, 도 6, 도 11, 도 16, 도 21, 도 26, 도 31, 도 36 및 도 41과 반대로, 조리개의 개구부를 열고, 개구부 말단을 시작점으로 하여 반직선으로 광을 차단하는 조리개 본체를 표시하고 있다. 이는 주 광선 등의 광선을 기입하기 위해, 조리개의 상태를 반영시켜서, 조리개의 개구부를 열어 표시할 필요가 있기 때문이다.
- <306> 광학장(L)은 실시예 1, 4 및 7의 촬상 렌즈에 있어서는 제1 렌즈(L_1)의 물체측면 r_1 로부터 촬상면까지의 거리이고, 실시예 2, 3, 5, 6, 8 및 9의 촬상 렌즈에 있어서는 제1조리개(S_1)로부터 촬상면까지의 거리이다. 백 포커스(back focus; bf)는 제3 렌즈(18)의 상측면으로부터 촬상면까지의 거리이다. 여기에서는 커버 유리를 제거하고 측량되는 제3 렌즈(18)의 상측면으로부터 촬상면까지의 길이를 백포커스bf로 표시한다. 여기에서, 제3 렌즈(18)가 접합형 복합 렌즈인 경우에는 제3 렌즈(18)의 상측면은 제6 서브 렌즈(L_6)의 상측면(실시예 7에서는, 제3 서브렌즈(L_3)의 상측면)을 의미한다.
- <307> 표 1 ~ 9는 각각 실시예 1 ~ 실시예 9의 촬상 렌즈를 구성하는 제1 ~ 제3 렌즈, 또는 제1 ~ 제6 서브렌즈(실시예 7 ~ 9의 촬상 렌즈에 있어서는 제1 ~ 제3 서브렌즈)의 두께나 이들 렌즈를 구성하는 곡면의 곡률반경, 이들 렌즈의 배치간격 및 이들 렌즈와 조리개와의 배치 관계 등에 관한 데이터를 나타낸 것이다. 비구면 데이터는 표 1 ~ 9의 각각의 란에서 면번호와 함께 나타내었다. 또한 광축상 곡률반경 값 r_i 은 물체측에 볼록인 경우를 양의 값으로, 상측에 볼록인 경우를 음의 값으로 하여 표시하였다.
- <308> 제2 서브렌즈 또는 제5 서브렌즈가 평행 평면 유리판인 경우의 양쪽면, 조리개(S), 제1 조리개(S_1), 제2 조리개(S_2) 및 커버 유리(또는 필터 등)의 양쪽면은 평면이기 때문에 곡률반경을 ∞ 로 표시하였다. 또한, 촬상면은 평면이기 때문에, 고체촬상 소자(10)의 촬상면을 표시하는 곡률반경에 대해서 ∞ 일 수 밖에 없는 곳은 생략하였다.
- <309> 본 발명에서 사용되는 비구면은 다음 식으로 주어진다.

<310>
$$Z = ch^2 / [1 + [1 - (1+k)c^2 h^2]^{+1/2}] + A_0 h^4 + B_0 h^6 + C_0 h^8 + D_0 h^{10}$$

<311> 단,

<312> Z: 면정점에 대한 접평면에서의 깊이

<313> c: 면의 광축상 곡률

<314> h: 광축으로부터의 높이

<315> k: 원추정수

<316> A₀: 4차 비구면계수

<317> B₀: 6차 비구면계수

<318> C₀: 8차 비구면계수

<319> D₀: 10차 비구면계수이다.

<320> 본 명세서 표 1 ~ 표 9에 있어서, 원추정수(k) 및 비구면계수(A₀, B₀, C₀ 및

<321> D₀)를 나타내는 수치는 지수 표시, 예를 들면 「e-1」은 「10의 -1승」을 의미한다.

<322> 이하 도 1 ~ 도 45를 참조하여 실시예 1 ~ 실시예 9의 촬상 렌즈를 설명한다.

<323> 도 3, 도 8, 도 13, 도 18, 도 23, 도 28, 도 33, 도 38 및 도 43에 도시한 왜곡수차곡선은 광축으로부터의 거리(세로축에 상면내에서의 광축으로부터의 최대거리를 100으로 하여 백분율로 표시)에 대하여, 수차(가로축에 정접(正接)조건의 불만족량을 백분율 표시)를 나타낸 것이다.

<324> 도 4, 도 9, 도 14, 도 19, 도 24, 도 29, 도 34, 도 39 및 도 44에 도시한 비점수차곡선은 왜곡수차곡선과 같이, 세로축에 표시한 광축으로부터의 거리(%)에 대하여 수차량(mm단위)을 가로축으로 하여 표시하고, 메리디오날면(meridional surface)과 사지탈면(sagittal surface)과에 있어서의 수차량을 각각 표시하였다.

<325> 도 5, 도 10, 도 15, 도 20, 도 25, 도 30, 도 35, 도 40 및 도 45에 도시한 색·구면수차곡선에 있어서는 세로축의 입사 높이 h에 대하여 수차량(mm단위)을 가로축으로 하여 나타내었다. 세로축의 입사 높이 h는 F 넘버로 환산해서 표시한 것이다. 예를 들면 개방 F 넘버 3.40 렌즈는 세로축의 입사 높이 h=100%가 F=3.40에 대응한다. 개방 F 넘버는 개구조리개의 지름을 설계상의 최대의 크기로 했을 경우의 F 넘버를 의미한다.

<326> 또한, 색·구면수차곡선에 있어서는, C선(파장 656.3nm의 광), d선(파장 587.6nm의 광), e선(파장 546.1nm의 광), F선(파장 486.1nm의 광) 및 g선(파장 435.8nm의 광)에 대한 수차값을 표시하였다.

<327> 실시예 1 ~ 실시예 9에 있어서, 제1 서브렌즈, 제3 서브렌즈, 제4 서브렌즈, 및 제6 서브렌즈의 소재(실시예 7 ~ 실시예 9에 있어서는 제1 서브렌즈 및 제3 서브렌즈의 소재)로, 경화성 수지재료인 투명 경화성 실리콘수지를 사용하였다. 또한, 제2 서브렌즈 및 제5 서브렌즈 소재(실시예 7 ~ 실시예 9에 있어서는 제2 서브렌즈의 소재)로 유리 재료인 광학 유리(BK7 등)를 사용하였다. 여기에서 BK7라 함은 스킵도 유리(SCHOTT GLAS)회사가 붕규산 유리 그룹에 붙인 명칭이다. 광학 유리 BK7은 현재 복수의 유리 메이커에 의해 제조되고 있다. 시판되고 있는 광학 유리 BK7의 굴절율 및 아베수는 제조 회사 혹은 제조 로트에 따라 다소 차이가 있다.

<328> 투명 경화성 실리콘수지라 함은 가시광선 대하여 투명하며, 또한 일시적으로 150℃ 정도의 고온환경이 되어도, 렌즈의 기하학적 형상이 변화되지 않고, 그 광학적 성능이 열화되지 않는 실리콘 수지를 의미한다. 여기에서 투명경화성 실리콘 수지는 예를 들면 실리콘 수지 공급 회사에서, 「투명 고경도 실리콘 수지」라는 명칭으로 시판되고 있는 실리콘 수지 중에서 적당히 선택할 수 있다.

<329> 제3 렌즈(18)와 고체촬상 소자(solid-state imagesensor; 10)의 사이에는 커버 유리(12)가 삽입되어 있다. 커버 유리(12)의 소재는 굴절율(d선(587.6nm의 광)에 대한 값)이 1.51633, 아베수가 64.0인 광학 유리 BK7이다. 후술하는 표 1 ~ 6 에 있어서, 커버 유리(12)의 굴절율 및 아베수는, 각각 N=1.51633, v=64.0로 표시되어 있다.

<330> 이하에서 실시예 1 ~ 실시예 9에 관한 구성 렌즈의 곡률반경 r_i(mm단위), 렌즈면 간격 d_i(mm단위), 렌즈 소재의

굴절율, 렌즈 소재의 아베수, 원추정수 k 및 비구면계수(A₀, B₀, C₀ 및 D₀)을 표 1 ~ 표 9에 나타내었다. 한편, 표 1 ~ 표 9에 있어서의 구성렌즈의 광축상 곡률반경의 값 및 렌즈면 간격은, 실시예 1 ~ 실시예 9 각각의 촬상 렌즈의 합성 초점거리 f 값을 1.00mm로 정규화했을 때의 값으로서 나타내었다.

<331> 제1 렌즈(14), 제2 렌즈(16) 및 제3 렌즈(18)의 양측면은 모두 비구면 렌즈로 하였다. 제1 렌즈(14), 제2 렌즈(16) 및 제3 렌즈(18)가 접합형 복합 렌즈인 경우에는 접합형 복합 렌즈를 구성하는 제1 서브렌즈의 물체측면 및 제3 서브렌즈 상측면이 비구면이고, 또한, 제4 서브렌즈의 물체측면 및 제6 서브렌즈 상측면이 비구면이다.

<332> [표 1]

실시예 1

곡률반경(r _i)	간격 (d _i)	굴절율 (N _i)	아베수 (ν _i)	비구면계수					
				K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀	
r ₁ = 0.290	d ₁ = 0.2603	N ₁ = 1.51000	ν ₁ = 56.0	2.679e-1	-3.062e-1	3.708	-9.974e+1	2.512e+3	
r ₂ = 0.661	d ₂ = 0.0144			1.087e+1	3.263	-6.012e+1	-1.969e+3	2.877e+5	
r ₃ = ∞	d ₃ = 0.0589								
r ₄ = -0.307	d ₄ = 0.0057	N ₄ = 1.51000	ν ₄ = 56.0	4.656e-1	5.992	-1.188e+3	1.130e+5	-4.010e+6	
r ₅ = ∞	d ₅ = 0.1574			N ₅ = 1.51633	ν ₅ = 64.0				
r ₆ = ∞	d ₆ = 0.0735			N ₆ = 1.51000	ν ₆ = 56.0	-2.627e-1	9.387	-1.849	-1.329e+1
r ₇ = -0.372	d ₇ = 0.0355			3.033e+1	8.360e-1	1.675	-7.945	-3.142e+1	
r ₈ = 2.495	d ₈ = 0.0738	N ₈ = 1.51000	ν ₈ = 56.0						
r ₉ = ∞	d ₉ = 0.0839			N ₉ = 1.51633	ν ₉ = 64.0				
r ₁₀ = ∞	d ₁₀ = 0.0315			N ₁₀ = 1.51000	ν ₁₀ = 56.0	-2.401e+1	-5.705	3.180e+1	-9.030e+1
r ₁₁ = 1.840	d ₁₁ = 0.2295								
r ₁₂ = ∞	d ₁₂ = 0.1049	N = 1.51633	ν = 64.0						
r ₁₃ = ∞	d ₁₃ = 0.1002								

<333>

<334> [표 2]

실시예 2

곡률반경(r _i)	간격 (d _i)	굴절율 (N _i)	아베수 (ν _i)	비구면계수						
				K	A ₄	A ₆	A ₈	A ₁₀		
r ₁ = ∞	d ₁ = 0.0000									
r ₂ = 0.324	d ₂ = 0.0694	N ₂ = 1.51000	ν ₂ = 56.0	1.102	-5.858	-1.033e+2	3.814e+3	-2.282e+5		
r ₃ = ∞	d ₃ = 0.0785			N ₃ = 1.51633	ν ₃ = 64.0					
r ₄ = ∞	d ₄ = 0.0262			N ₄ = 1.51000	ν ₄ = 56.0	1.791e+4	-8.623	-1.712e+1	-4.432e+3	-1.243e+5
r ₅ = -51.004	d ₅ = 0.0219									
r ₆ = ∞	d ₆ = 0.0890									
r ₇ = -0.217	d ₇ = 0.1204	N ₇ = 1.51633	ν ₇ = 64.0	1.743e-1	1.714e+1	2.890e+2	1.357e+3	-3.232e+5		
r ₈ = -0.318	d ₈ = 0.0953					-1.587	5.267	5.294e+2	-5.318e+3	1.001e+4
r ₉ = 0.917	d ₉ = 0.0091			N ₉ = 1.51000	ν ₉ = 56.0	-2.434e+2	-4.287	3.777e+1	-1.443e+2	2.430e+2
r ₁₀ = ∞	d ₁₀ = 0.1047	N ₁₀ = 1.51633	ν ₁₀ = 64.0							
r ₁₁ = ∞	d ₁₁ = 0.0837			N ₁₁ = 1.51000	ν ₁₁ = 56.0	-2.873e+1	-3.141	9.020e-2	2.310e+1	-1.201e+2
r ₁₂ = 0.465	d ₁₂ = 0.2022									
r ₁₃ = ∞	d ₁₃ = 0.0785	N = 1.51633	ν = 64.0							
r ₁₄ = ∞	d ₁₄ = 0.1013									

<335>

<336>

[표 3]

실시예 3

곡률반경(r_i)	간격 (d_i)	굴절율 (N_i)	아베수 (ν_i)	비구면계수					
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$								
$r_2 = 0.351$	$d_2 = 0.0597$	$N_2 = 1.53000$	$\nu_2 = 35.0$	1.340	-5.036	-1.009e+2	2.086e+3	-1.402e+5	
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.0878$	$N_3 = 1.51633$	$\nu_3 = 64.0$						
$r_4 = \infty$	$d_4 = 0.0329$	$N_4 = 1.53000$	$\nu_4 = 35.0$						
$r_5 = -17.554$	$d_5 = 0.0211$			1.062e+4	-7.948	-6.007e+1	-2.578e+3	-6.919e+4	
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0940$								
$r_7 = -0.214$	$d_7 = 0.0147$	$N_7 = 1.60000$	$\nu_7 = 30.0$	2.700e-2	1.110e+1	3.585e+2	2.293e+2	-1.379e+5	
$r_8 = \infty$	$d_8 = 0.0658$	$N_8 = 1.60342$	$\nu_8 = 38.0$						
$r_9 = \infty$	$d_9 = 0.0439$	$N_9 = 1.60000$	$\nu_9 = 30.0$						
$r_{10} = -0.343$	$d_{10} = 0.0987$			-5.390e-1	5.032e-1	4.563e+2	-3.511e+3	8.214e+3	
$r_{11} = 0.610$	$d_{11} = 0.2047$	$N_{11} = 1.51633$	$\nu_{11} = 64.0$	-4.296e+1	-3.386	2.668e+1	-1.135e+2	2.311e+2	
$r_{12} = 0.530$	$d_{12} = 0.2477$			-2.100e+1	-3.682	1.083e+1	-3.730e+1	3.258e+1	
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.0658$	$N = 1.51633$	$\nu = 64.0$						
$r_{14} = \infty$	$d_{14} = 0.1005$								

<337>

<338>

[표 4]

실시예 4

곡률반경(r_i)	간격 (d_i)	굴절율 (N_i)	아베수 (ν_i)	비구면계수				
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
$r_1 = 0.295$	$d_1 = 0.2649$	$N_1 = 1.51633$	$\nu_1 = 64.0$	2.680e-1	-2.911e-1	3.410	-8.867e+1	3.019e+3
$r_2 = 0.672$	$d_2 = 0.0147$			1.088e+1	3.103	-5.527e+1	-1.750e+3	2.473e+5
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.0599$							
$r_4 = -0.312$	$d_4 = 0.0058$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$	4.656e-1	5.697	-1.092e+3	1.005e+5	-3.447e+6
$r_5 = -0.984$	$d_5 = 0.1994$	$N_5 = 1.51630$	$\nu_5 = 64.0$					
$r_6 = -0.787$	$d_6 = 0.0354$	$N_6 = 1.51000$	$\nu_6 = 56.0$					
$r_7 = -0.378$	$d_7 = 0.0361$			-2.630e-1	8.926	-1.700	-1.181e+1	-1.946e+3
$r_8 = 2.538$	$d_8 = 0.0357$	$N_8 = 1.51000$	$\nu_8 = 56.0$	3.033e+1	7.948e-1	1.540	-7.063	-2.701e+1
$r_9 = 2.360$	$d_9 = 0.1444$	$N_9 = 1.51630$	$\nu_9 = 64.0$					
$r_{10} = -2.262$	$d_{10} = 0.0124$	$N_{10} = 1.51000$	$\nu_{10} = 56.0$					
$r_{11} = 1.871$	$d_{11} = 0.2200$			-2.401e+1	-5.424	2.924e+1	-8.027e+1	1.518e+2
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1067$	$N = 1.51633$	$\nu = 64.0$					
$r_{13} = \infty$	$d_{13} = 0.0997$							

<339>

<340> [표 5]

실시예 5

곡률반경(r_i)	간격 (d_i)	굴절율 (N_i)	아베수 (ν_i)	비구면계수					
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}	
$r_1 = \infty$									
$r_2 = 0.325$	$d_1 = 0.0000$								
$r_3 = 1.421$	$d_2 = 0.0509$	$N_2 = 1.51000$	$\nu_2 = 56.0$	1.102	-5.758	-1.004e+2	3.664e+3	-2.166e+5	
$r_4 = -0.947$	$d_3 = 0.1074$	$N_3 = 1.51633$	$\nu_3 = 64.0$						
$r_5 = -51.298$	$d_4 = 0.0168$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$						
$r_6 = \infty$	$d_5 = 0.0221$			1.791e+4	-8.476	-1.663e+1	-4.257e+3	-1.180e+5	
$r_7 = -0.217$	$d_6 = 0.0895$								
$r_8 = -0.320$	$d_7 = 0.1212$	$N_7 = 1.51000$	$\nu_7 = 56.0$	1.473e-1	1.684e+1	2.808e+2	1.304e+3	-3.068e+5	
$r_9 = 0.922$	$d_8 = 0.0958$			-1.587	5.177	5.144e+2	-5.108e+3	9.503e+3	
$r_{10} = -4.735$	$d_9 = 0.0284$	$N_9 = 1.51000$	$\nu_9 = 56.0$	-2.434e+2	-4.214	3.670e+1	-1.386e+2	2.307e+2	
$r_{11} = -1.894$	$d_{10} = 0.1524$	$N_{10} = 1.51633$	$\nu_{10} = 64.0$						
$r_{12} = 0.467$	$d_{11} = 0.0179$	$N_{11} = 1.51000$	$\nu_{11} = 56.0$						
$r_{13} = \infty$	$d_{12} = 0.1980$			-2.873e+1	-3.087	8.764e-2	2.219e+1	-1.141e+2	
$r_{14} = \infty$	$d_{13} = 0.0788$	$N = 1.51633$	$\nu = 64.0$						
	$d_{14} = 0.1001$								

<341>

<342> [표 6]

실시예 6

곡률반경(r_i)	간격 (d_i)	굴절율 (N_i)	아베수 (ν_i)	비구면계수				
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
$r_1 = \infty$								
$r_2 = 0.325$	$d_1 = 0.0000$							
$r_3 = 1.421$	$d_2 = 0.0509$	$N_2 = 1.51000$	$\nu_2 = 56.0$	1.102	-5.758	-1.004e+2	3.664e+3	-2.166e+5
$r_4 = -0.947$	$d_3 = 0.1074$	$N_3 = 1.51633$	$\nu_3 = 64.0$					
$r_5 = -51.298$	$d_4 = 0.0168$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$					
$r_6 = \infty$	$d_5 = 0.0221$			1.791e+4	-8.476	-1.663e+1	-4.257e+3	-1.180e+5
$r_7 = -0.218$	$d_6 = 0.0895$							
$r_8 = -0.379$	$d_7 = 0.0158$	$N_7 = 1.51000$	$\nu_7 = 56.0$	1.473e-1	1.684e+1	2.808e+2	1.304e+3	-3.068e+5
$r_9 = -0.947$	$d_8 = 0.0848$	$N_8 = 1.51633$	$\nu_8 = 64.0$					
$r_{10} = -0.320$	$d_9 = 0.0206$	$N_9 = 1.51000$	$\nu_9 = 56.0$					
$r_{11} = 0.922$	$d_{10} = 0.0958$			-1.587	5.177	5.144e+2	-5.108e+3	9.503e+3
$r_{12} = 0.467$	$d_{11} = 0.1987$	$N_{11} = 1.51000$	$\nu_{11} = 56.0$	-2.434e+2	-4.214	3.670e+1	-1.386e+2	2.307e+2
$r_{13} = \infty$	$d_{12} = 0.1980$			-2.873e+1	-3.087	8.764e-2	2.219e+1	-1.141e+2
$r_{14} = \infty$	$d_{13} = 0.0788$	$N = 1.51633$	$\nu = 64.0$					
	$d_{14} = 0.0991$							

<343>

<344> [표 7]

실시예 7

곡률반경(r_i)	간격 (d_i)	굴절율 (N_i)	아베수 (ν_i)	비구면계수				
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
$r_1 = 0.290$	$d_1 = 0.2603$	$N_1 = 1.51000$	$\nu_1 = 56.0$	2.679e-1	-3.062e-1	3.708	-9.974e+1	2.512e+3
$r_2 = 0.661$	$d_2 = 0.0144$			1.087e+1	3.263	-6.012e+1	-1.969e+3	2.877e+5
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.0589$							
$r_4 = -0.308$	$d_4 = 0.2366$	$N_4 = 1.51000$	$\nu_4 = 56.0$	4.656e-1	5.992	-1.188e+3	1.130e+5	-4.010e+6
$r_5 = -0.372$	$d_5 = 0.0355$			-2.627e-1	9.387	-1.849	-1.329e+1	-2.264e+3
$r_6 = 2.495$	$d_6 = 0.0738$	$N_6 = 1.51000$	$\nu_6 = 56.0$	3.033e+1	8.360e-1	1.675	-7.945	-3.142e+1
$r_7 = \infty$	$d_7 = 0.0839$	$N_7 = 1.51633$	$\nu_7 = 64.0$					
$r_8 = \infty$	$d_8 = 0.0315$	$N_8 = 1.51000$	$\nu_8 = 56.0$					
$r_9 = 1.840$	$d_9 = 0.2295$			-2.401e+1	-5.705	3.180e+1	-9.030e+1	1.766e+2
$r_{10} = \infty$	$d_{10} = 0.1049$	$N = 1.51633$	$\nu = 64.0$					
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 0.0996$							

<345>

<346> [표 8]

실시예 8

곡률반경(r_i)	간격 (d_i)	굴절율 (N_i)	아베수 (ν_i)	비구면계수				
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$							
$r_2 = 0.351$	$d_2 = 0.1804$	$N_2 = 1.53000$	$\nu_2 = 35.0$	1.340	-5.036	-1.009e+2	2.086e+3	-1.402e+5
$r_3 = -17.554$	$d_3 = 0.0211$			1.062e+4	-7.948	-6.007e+1	-2.578e+3	-6.919e+4
$r_4 = \infty$	$d_4 = 0.0940$							
$r_5 = -0.214$	$d_5 = 0.0147$	$N_5 = 1.60000$	$\nu_5 = 30.0$	2.700e-2	1.110e+1	3.585e+2	2.293e+2	-1.379e+5
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0658$	$N_6 = 1.60342$	$\nu_6 = 38.0$					
$r_7 = \infty$	$d_7 = 0.0439$	$N_7 = 1.60000$	$\nu_7 = 30.0$					
$r_8 = -0.343$	$d_8 = 0.0987$			-5.390e-1	5.032e-1	4.563e+2	-3.511e+3	8.214e+3
$r_9 = 0.610$	$d_9 = 0.2047$	$N_9 = 1.51633$	$\nu_9 = 64.0$	-4.296e+1	-3.386	2.668e+1	-1.135e+2	2.311e+2
$r_{10} = 0.530$	$d_{10} = 0.2477$			-2.100e+1	-3.682	1.083e+1	-3.730e+1	3.258e+1
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 0.0658$	$N = 1.51633$	$\nu = 64.0$					
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1012$							

<347>

<348> [표 9]

실시예 9

곡률반경(r_i)	간격 (d_i)	굴절율 (N_i)	아베수 (ν_i)	비구면계수				
				K	A_4	A_6	A_8	A_{10}
$r_1 = \infty$	$d_1 = 0.0000$							
$r_2 = 0.351$	$d_2 = 0.0597$	$N_2 = 1.53000$	$\nu_2 = 35.0$	1.340	-5.036	-1.009e+2	2.086e+3	-1.402e+5
$r_3 = \infty$	$d_3 = 0.0878$			$N_3 = 1.51633$	$\nu_3 = 64.0$			
$r_4 = \infty$	$d_4 = 0.0329$	$N_4 = 1.53000$	$\nu_4 = 35.0$	1.062e+4	-7.948	-6.007e+1	-2.578e+3	-6.919e+4
$r_5 = -17.554$	$d_5 = 0.0211$							
$r_6 = \infty$	$d_6 = 0.0940$							
$r_7 = -0.214$	$d_7 = 0.1244$	$N_7 = 1.60000$	$\nu_7 = 30.0$	2.700e-2	1.110e+1	3.585e+2	2.293e+2	-1.379e+5
$r_8 = -0.343$	$d_8 = 0.0987$			-5.390e-1	5.032e-1	4.563e+2	-3.511e+3	8.214e+3
$r_9 = 0.610$	$d_9 = 0.2047$	$N_9 = 1.51633$	$\nu_9 = 64.0$	-4.296e+1	-3.386	2.668e+1	-1.135e+2	2.311e+2
$r_{10} = 0.530$	$d_{10} = 0.2477$			-2.100e+1	-3.682	1.083e+1	-3.730e+1	3.258e+1
$r_{11} = \infty$	$d_{11} = 0.0658$	$N = 1.51633$	$\nu = 64.0$					
$r_{12} = \infty$	$d_{12} = 0.1005$							

<349>

<350> 실시예 1 ~ 9에서 사용된 제1 ~ 제6 서브렌즈(실시예7 ~ 9에서는 제1 ~ 제3 서브렌즈) 및 제1 ~ 3 렌즈로서 사

용된 단 렌즈의 구성 재료인 경화성 수지재료 열변화성 실리콘 수지 또는 고연화 온도의 광학렌즈 형성용 재료인 광학 유리의 굴절율 및 아베수는 제조 회사마다 다르거나 같은 상품명이라도 굴절율 및 아베수가 다소의 차이가 있을 수 있다. 이하에 나타낸 실시예 1 ~ 9에 있어서, 실시예마다 사용한 열경화성 실리콘 수지재료 및 광학 유리재료를 나타내는 동시에 이들의 굴절율(d선 (587.6nm의 광)에 대한 값) 및 아베수를 표시하였다.

- <351> <실시예 1>
- <352> 실시예 1의 촬상 렌즈는 본 발명의 제1 형태의 촬상 렌즈로서, 제1 촬상렌즈의 실시예이며 도 1 및 도 2에 나타낸 바와 같이 제1 렌즈(14)와 개구조리개(S)와 제2 렌즈(16) 및 제3 렌즈(18)를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로, 제1 렌즈(14), 개구조리개(S), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)의 순서대로 배열되어 구성되어 있다.
- <353> 제1 렌즈(14)로 단 렌즈가 사용되었다. 제2 렌즈(16)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈(L₁)과 제2 서브렌즈(L₂)이 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈(L₂)과 제3 서브렌즈(L₃)이 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다. 제3 렌즈(18)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅) 및 제6 서브렌즈(L₆)의 순서대로 배열되고, 제4 서브렌즈(L₄)와 제5 서브렌즈(L₅)이 접촉되고, 또한 제5 서브렌즈(L₅)와 제6 서브렌즈(L₆)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다.
- <354> 실시예 1의 촬상 렌즈는 제1 렌즈(14)가 후지고분자공업주식회사 (Fuji Polymer Industries Co.,Ltd.) 제의 투명경화성 실리콘수지 SMX-7852로 형성되었다. 경화성 수지재료인 투명경화성 실리콘수지 SMX-7852는 열경화성 실리콘 수지재료로서, 금형(Die)을 사용하여 사출 형성에 의해 형성될 수 있다. 또한, 제1, 제3, 제4 및 제6 서브렌즈도 투명경화성 실리콘 수지 SMX-7852(후지고분자공업주식회사제)로 형성되고, 제2 서브렌즈(L₂) 및 제5 서브렌즈(L₅)은 호야주식회사(HOYA Corporation)제의 광학 유리 BK7을 사용하여 형성되었다.
- <355> (A) 제1 서브렌즈(L₁)의 굴절율 N₄은, N₄ = 1.51000이다.
- <356> (B) 제2 서브렌즈(L₂)의 굴절율 N₅은, N₅ = 1.51633이다.
- <357> (C) 제3 서브렌즈(L₃)의 굴절율 N₆은, N₆ = 1.51000이다.
- <358> (D) 제1 서브렌즈(L₁)의 아베수 v₄는, v₄ = 56.0이다.
- <359> (E) 제2 서브렌즈(L₂)의 아베수 v₅는, v₅ = 64.0이다.
- <360> (F) 제3 서브렌즈(L₃)의 아베수 v₆는, v₆ = 56.0이다.
- <361> (G) 제4 서브렌즈(L₄)의 굴절율 N₈은, N₈ = 1.51000이다.
- <362> (H) 제5 서브렌즈(L₅)의 굴절율 N₉는, N₉ = 1.51633이다.
- <363> (I) 제6 서브렌즈(L₆)의 굴절율 N₁₀은, N₁₀ = 1.51000이다.
- <364> (J) 제4 서브렌즈(L₄)의 아베수 v₈는, v₈ = 56.0이다.
- <365> (K) 제5 서브렌즈(L₅)의 아베수 v₉는, v₉ = 64.0이다.
- <366> (L) 제6 서브렌즈(L₆)의 아베수 v₁₀는, v₁₀ = 56.0이다.
- <367> 따라서, |N₅-N₄| = |N₅-N₆| = |N₉-N₈| = |N₉-N₁₀| = 0.00633이므로, 하기의 조건(1-1), (1-2), (1-5) 및 (1-6)을 만족시키고 있다. 또한, |v₅-v₄| = |v₅-v₆| = |v₉-v₈| = |v₉-v₁₀| = 8.0이므로, 하기의 조건(1-3), (1-4), (1-7) 및 (1-8)을 만족시킨다.
- <368> 조건 (1-1), (1-2), (1-5) 및 (1-6)은 각각 이하의 식 (1-1), (1-2), (1-5) 및 (1-6)에서 주어진 조건을 의미한다. 또한, 조건 (1-3), (1-4), (1-7) 및 (1-8)은 각각 이하의 식 (1-3), (1-4), (1-7) 및 (1-8)에서 주어진 조건을 의미한다.

<369> $0 \leq |N_5 - N_4| \leq 0.1$ (1-1)

<370> $0 \leq |N_5 - N_6| \leq 0.1$ (1-2)

<371> $0 \leq |v_5 - v_4| \leq 30.0$ (1-3)

<372> $0 \leq |v_5 - v_6| \leq 30.0$ (1-4)

<373> $0 \leq |N_9 - N_8| \leq 0.1$ (1-5)

<374> $0 \leq |N_9 - N_{10}| \leq 0.1$ (1-6)

<375> $0 \leq |v_9 - v_8| \leq 30.0$ (1-7)

<376> $0 \leq |v_9 - v_{10}| \leq 30.0$ (1-8)

<377> 단,

<378> N_4 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<379> N_5 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<380> N_6 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<381> v_4 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

<382> v_5 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

<383> v_6 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수

<384> N_8 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율

<385> N_9 : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

<386> N_{10} : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율

<387> v_8 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수

<388> v_9 : 상기 제5 서브렌즈의 아베수

<389> v_{10} : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.

<390> 조건(1-1) ~ (1-8)는 각각 식 (1-1) ~ (1-8)에서 주어지는 조건을 의미하는 것이며, 이후의 설명(실시에 4의 설명)에 있어서도 동일하다.

<391> 도 2는 실시예 1 촬상 렌즈의 광로도를 도시한 것이다. 도 2에서 나타난 바와 같이 개구조리개(S)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16)의 사이에 위치되어 있다. 개구조리개(S)의 조리개면은 평면이므로, 표 1에서 $r_3 = \infty$ 로 표시되어 있다. 또한 개방 F넘버 F_{no} 는 3.40이다.

<392> 표 1에 나타난 바와 같이, $r_5 = \infty$ 및 $r_6 = \infty$ 이므로, 제2 렌즈(16)를 구성하는 제2 서브렌즈(L_2)는 평행 평면 유리판이고, $r_9 = \infty$ 및 $r_{10} = \infty$ 이므로, 제3 렌즈(18)를 구성하는 제5 서브렌즈(L_5)는 평행 평면 유리판이다.

<393> 또한 r_1 이 양의 값이고 r_2 가 양의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)는 근축상에서, 물체측에 볼록면이 향하는 메니스커스 렌즈이다.

<394> 또한, r_4 가 음의 값이므로, 제2 렌즈(16)를 구성하는 서브 렌즈 중, 제1 서브렌즈(L_1)는 근축상에서 해당 제1 서브렌즈(L_1)의 물체측면이 물체측에 오목면이 향하는 평오목렌즈이고, r_7 도 음의 값이기 때문에, 제3 서브렌즈

(L₃)는 근축상에서 해당 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면이 상측에 볼록면이 향하는 평볼록렌즈이다.

- <395> 또한, r₈이 양의 값이기 때문에, 제3 렌즈(18)를 구성하는 서브렌즈 중 제4서브렌즈(L₄)는 근축상에서 해당 제4 서브렌즈(L₄)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 평볼록렌즈이고, r₁₁도 양의 값이기 때문에, 제6 서브렌즈(L₆)도 근축상에서 해당 제6 서브렌즈(L₆)의 상측면이 상측에 오목면이 향하는 평오목렌즈이다.
- <396> 도 2에 나타난 바와 같이 초점거리 f=1.00mm에 대한 광학장(L)은 1.229mm이고, 백포커스 bf는 0.400mm이다.
- <397> 도 3에 나타난 왜곡 수차곡선 1-1, 도 4에 나타난 비점수차곡선(메리디오날면면)에 대한 수차곡선 1-2 및 사지 탈면에 대한 수차곡선 1-3), 도 5에 나타난 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 1-4, F선에 대한 수차곡선 1-5, e선에 대한 수차곡선 1-6, d선에 대한 수차곡선 1-7 및 C선에 대한 수차곡선1-8)에 대해서, 각각 그래프로 표시하였다.
- <398> 도 3 및 도 4의 수차곡선의 세로축은 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 3 및 도 4 중 100%은 0.586 mm에 대응한다. 또한, 도 5의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h(F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대값이 3.40에 대응한다. 도 3의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 4, 도 5의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.
- <399> 왜곡 수차는, 상높이 100%(상높이 0.586 mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 5.38%로 최대가 되며, 상높이 0.586 mm이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 5.38%이내에 있다.
- <400> 비점수차는 상높이 100%(상높이 0.586 mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 0.0643 mm로 최대로 되며, 또한, 상높이 0.586 mm하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0643 mm 이내에 있다.
- <401> 색·구면수차는, 입사높이 h의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 1-4의 절대치는 0.0231 mm로 최대로 되며, 수차량의 절대치가 0.0231 mm 이내에 있다.
- <402> 따라서, 실시예 1의 촬상 렌즈에 따르면, 휴대전화기등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 촬상 렌즈와 촬상 면과의 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능할 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻을 수 있다.
- <403> < 실시예 2>
- <404> 실시예 2의 촬상 렌즈는, 본 발명의 제1 형태의 촬상 렌즈로서, 본 발명의 제2 촬상 렌즈의 실시예이며, 도 6 및 도 7에 나타난 바와 같이 개구조리개(제1조리개)(S₁)과, 제1 렌즈(14)와, 제2 조리개(S₂)와, 제2 렌즈(16)와, 제3 렌즈(18)를 구비하고, 물체측에서 상측으로 향해, 개구조리개(S₁), 제1 렌즈(14), 제2 조리개(S₂), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)의 순서대로 배치되어 구성되어 있다.
- <405> 제2 렌즈(16)에는 단 렌즈가 사용되었다. 제1 렌즈(14)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)가 접촉되고 또한 제2 서브렌즈(L₂)와 제3 서브렌즈(L₃)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다. 제3 렌즈(18)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅) 및 제6 서브렌즈(L₆)의 순서대로 배열되고, 제4 서브렌즈(L₄)와 제5 서브렌즈(L₅)가 접촉되며, 또한 제5 서브렌즈(L₅)와 제6 서브렌즈(L₆)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다.
- <406> 실시예 2의 촬상 렌즈는 제2 렌즈(16)가 광학 유리 BK7로 형성되어 있다. 제1, 제3, 제4 및 제6 서브렌즈는, 경화성 수지재료인 투명경화성 실리콘수지 SMX-7852(후지 고분자공업주식 회사제)로 형성되며, 제2 및 제5 서브렌즈는 호야주식회사제의 광학 유리 BK7을 사용하여 형성되어 있다.
- <407> (A) 제1 서브렌즈(L₁)의 굴절율 N₂는, N₂ = 1.51000이다.
- <408> (B) 제2 서브렌즈(L₂)의 굴절율 N₃는, N₃ = 1.51633이다.
- <409> (C) 제3 서브렌즈(L₃)의 굴절율 N₄는, N₄ = 1.51000이다.

- <410> (D) 제1 서브렌즈(L₁)의 아베수 v_2 는, $v_2 = 56.0$ 이다.
- <411> (E) 제2 서브렌즈(L₂)의 아베수 v_3 는, $v_3 = 64.0$ 이다.
- <412> (F) 제3 서브렌즈(L₃)의 아베수 v_4 는, $v_4 = 56.0$ 이다.
- <413> (G) 제4 서브렌즈(L₄)의 굴절율 N_9 는, $N_9 = 1.51000$ 이다.
- <414> (H) 제5 서브렌즈(L₅)의 굴절율 N_{10} 은, $N_{10} = 1.51633$ 이다.
- <415> (I) 제6 서브렌즈(L₆)의 굴절율 N_{11} 은, $N_{11} = 1.51000$ 이다.
- <416> (J) 제4 서브렌즈(L₄)의 아베수 v_9 는, $v_9 = 56.0$ 이다.
- <417> (K) 제5 서브렌즈(L₅)의 아베수 v_{10} 는, $v_{10} = 64.0$ 이다.
- <418> (L) 제6 서브렌즈(L₆)의 아베수 v_{11} 는, $v_{11} = 56.0$ 이다.
- <419> 따라서, $|N_3 - N_2| = |N_3 - N_4| = |N_{10} - N_9| = |N_{10} - N_{11}| = 0.00633$ 이므로, 하기의 조건(2-1), (2-2), (2-5) 및 (2-6)을 만족시킨다. 또한, $|v_3 - v_2| = |v_3 - v_4| = |v_{10} - v_9| = |v_{10} - v_{11}| = 8.0$ 이므로, 하기의 조건 (2-3), (2-4), (2-7) 및 (2-8)을 만족시킨다.
- <420> 조건(2-1), (2-2), (2-5) 및 (2-6)은 각각 이하의 식 (2-1), (2-2), (2-5) 및 (2-6)에서 주어진 조건을 의미한다. 또한, 조건 (2-3), (2-4), (2-7) 및 (2-8)은 각각 이하의 식(2-3), (2-4), (2-7) 및 (2-8)에서 주어진 조건을 의미한다.
- <421> $0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1$ (2-1)
- <422> $0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1$ (2-2)
- <423> $0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0$ (2-3)
- <424> $0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0$ (2-4)
- <425> $0 \leq |N_{10} - N_9| \leq 0.1$ (2-5)
- <426> $0 \leq |N_{10} - N_{11}| \leq 0.1$ (2-6)
- <427> $0 \leq |v_{10} - v_9| \leq 30.0$ (2-7)
- <428> $0 \leq |v_{10} - v_{11}| \leq 30.0$ (2-8)
- <429> 여기에서,
- <430> N_2 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율
- <431> N_3 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율
- <432> N_4 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율
- <433> v_2 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수
- <434> v_3 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수
- <435> v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수
- <436> N_9 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율
- <437> N_{10} : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

- <438> N_{11} : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율
- <439> v_9 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수
- <440> v_{10} : 상기 제5 서브렌즈의 아베수
- <441> v_{11} : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.
- <442> 조건(2-1) ~ (2-8)은 각각 식(2-1) ~ (2-8)에서 주어진 조건을 의미하며, 이는 이후의 설명(실시에 5의 설명)에 있어서도 동일하다.
- <443> 도6는 실시예 2 활상 렌즈의 단면도를 나타낸 것이다. 도 6에 나타낸 바와 같이 개구조리개로 역할하는 제1조리개(S_1)은 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L_1)의 제1면(물체측 면)과 광축과의 교점의 위치에 배치되어 있다. 플레어 또는 스미어를 방지하는 역할을 하는 제2 조리개(S_2)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16) 사이에 배치되어 있다.
- <444> 제1 조리개(S_1)의 조리개면은 평면 r_1 으로 구성되어 있으므로, 표 2에 $r_1=\infty$ 로 표시되어 있다. 제2 조리개(S_2)는 평면 r_6 로 구성되어 있으므로, 표 2에 $r_6=\infty$ 로 표시되어 있다. 또한 개방 F 넘버 F_{no} 는 2.90이다.
- <445> 표 2에 나타낸 바와 같이 $r_3=\infty$ 및 $r_4=\infty$ 이므로, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제2 서브렌즈(L_2)는 평행 평면 유리판이고, $r_{10}=\infty$ 및 $r_{11}=\infty$ 이므로, 제3 렌즈(18)을 구성하는 제5 서브렌즈(L_5)는 평행 평면 유리판이다.
- <446> 또한, r_7 이 음의 값이고 r_8 도 음의 값이므로, 제2 렌즈(16)은 근축상에서 상측으로 볼록면이 향한 메니스커스렌즈이다.
- <447> 또한, r_2 가 양의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L_1)는 근축상에서 해당 제1 서브렌즈(L_1)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 평볼록 렌즈이고, r_5 이 음의 값이기 때문에, 제3 서브렌즈(L_3)는 근축상에서 해당 제3 서브렌즈(L_3)의 상측면이 상측에 볼록면이 향하는 평볼록렌즈이다.
- <448> 또한, r_9 가 양의 값이기 때문에, 제3 렌즈(18)를 구성하는 제4 서브렌즈(L_4)는 근축상에서 해당 제4 서브렌즈(L_4)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 평볼록 렌즈이고, r_{12} 도 양의 값이기 때문에, 제6 서브렌즈(L_6)는 근축상에서 해당 제6 서브렌즈(L_6)의 상측면이 상측에 오목면이 향하는 평오목렌즈이다.
- <449> 도 7에 나타낸 바와 같이 초점거리 $f=1.00\text{mm}$ 에 대한 광학장(L)은 1.080 mm고, 백포커스 bf는 0.354 mm다.
- <450> 도 8에 도시한 왜곡 수차곡선 2-1, 도 9에 도시한 비점수차곡선(메리디오날면에 대한 수차곡선 2-2 및 서지탈면에 대한 수차곡선 2-3), 도 10에 도시한 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 2-4, F선에 대한 수차곡선 2-5, e선에 대한 수차곡선 2-6, d선에 대한 수차곡선 2-7 및 C선에 대한 수차곡선 2-8)에 대해서, 각각 그래프로 나타내었다.
- <451> 도 8 및 도 9의 수차곡선의 세로축은 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 8 및 도 9 중 100%은 0.630 mm에 대응한다. 또한, 도 10의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h (F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대값이 2.90에 대응한다. 도 8의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 9, 도 10의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.
- <452> 왜곡 수차는 상높이 100%(상높이 0.630 mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 1.40%로 최대가 되며, 상높이 0.630 mm이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 1.40%이내에 있다.
- <453> 비점수차는 상높이 100%(상높이 0.630 mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 최대 0.0369 mm이며, 또한 상높이 0.630 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0369 mm이내에 있다.
- <454> 색·구면수차는, 입사높이 h 의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 2-4의 절대치는 0.0575 mm로 최대로 되고, 수차량의 절대치가 0.0575 mm 이내에 있다.
- <455> 따라서, 실시예 2의 활상 렌즈에 따르면, 휴대전화기 등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 활상 렌즈와 활상면 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능할 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻

을 수 있다.

<456> <실시예 3>

<457> 실시예 3의 촬상 렌즈는 본 발명의 제1 형태의 촬상 렌즈로서, 본 발명의 제3 촬상 렌즈의 실시예이며, 도 11 및 도 12에 나타난 바와 같이, 개구조리개(제1조리개)(S₁)과, 제1 렌즈(14)와, 제2조리개(S₂)와, 제2 렌즈(16)과, 제3 렌즈(18)를 구비하고, 물체측에서 상측으로 향해, 제1조리개(S₁), 제1 렌즈(14), 제2조리개(S₂), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)의 순서대로 배열되어 구성된다.

<458> 제3 렌즈(18)에는 단 렌즈가 사용된다. 제1 렌즈(14)는 물체측에서 상측으로 향하여 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈(L₂)와 제3 서브렌즈(L₃)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다. 제2 렌즈(16)은 물체측에서 상측으로 향하여, 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅) 및 제6 서브렌즈(L₆)의 순서대로 배열되고, 제4 서브렌즈(L₄)와 제5 서브렌즈(L₅)가 접촉되고, 또한 제5 서브렌즈(L₅)와 제6 서브렌즈(L₆)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다.

<459> 실시예 3의 촬상 렌즈는 제3 렌즈(18)와 제2 서브렌즈(L₂)는 광학 유리 BK7로 형성된다. 제1 서브렌즈(L₁)와 제3 서브렌즈(L₃)는 경화성 수지재료 SR-7010(다우 코팅 토레이사제)로 형성되어 있다. 제4 서브렌즈(L₄)와 제6 서브렌즈(L₆)는 경화성 수지재료(후지고분자공업주식회사제 SMX-7877)로 형성되어 있다. 제5 서브렌즈(L₅)는 광학 유리 E-F5(호야주식회사제)로 형성되어 있다.

<460> (A) 제1 서브렌즈(L₁)의 굴절율 N₂는, N₂ = 1.53000이다.

<461> (B) 제2 서브렌즈(L₂)의 굴절율 N₃는, N₃ = 1.51633이다.

<462> (C) 제3 서브렌즈(L₃)의 굴절율 N₄는, N₄ = 1.53000이다.

<463> (D) 제1 서브렌즈(L₁)의 아베수 v₂는, v₂ = 35.0이다.

<464> (E) 제2 서브렌즈(L₂)의 아베수 v₃는, v₃ = 64.0이다.

<465> (F) 제3 서브렌즈(L₃)의 아베수 v₄는, v₄ = 35.0이다.

<466> (G) 제4 서브렌즈(L₄)의 굴절율(N₇)는, N₇ = 1.60000이다.

<467> (H) 제5 서브렌즈(L₅)의 굴절율(N₈)는, N₈ = 1.60342이다.

<468> (I) 제6 서브렌즈(L₆)의 굴절율(N₉)는, N₉ = 1.60000이다.

<469> (J) 제4 서브렌즈(L₄)의 아베수 v₇는, v₇ = 30.0이다.

<470> (K) 제5 서브렌즈(L₅)의 아베수 v₈는, v₈ = 38.0이다.

<471> (L) 제6 서브렌즈(L₆)의 아베수 v₉는, v₉ = 30.0이다.

<472> 따라서, |N₃-N₂| = |N₃-N₄| = 0.01367, |N₈-N₇| = |N₈-N₉| = 0.00342이므로, 하기의 조건(3-1), (3-2), (3-5) 및 (3-6)을 만족시킨다. 또한, |v₃-v₂| = |v₃-v₄| = 29.0, |v₈-v₇| = |v₈-v₉| = 8.0이므로, 하기의 조건(3-3), (3-4), (3-7) 및 (3-8)을 만족시킨다.

<473> 조건(3-1), (3-2), (3-5) 및 (3-6)은 각각 이하의 식(3-1), (3-2), (3-5) 및 (3-6)에서 주어진 조건을 의미한다. 또한, 조건(3-3), (3-4), (3-7) 및 (3-8)은 각각 이하의 식(3-3), (3-4), (3-7) 및 (3-8)에서 주어진 조건을 의미한다.

<474> $0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1$ (3-1)

<475> $0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1$ (3-2)

<476> $0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0$ (3-3)

<477> $0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0$ (3-4)

<478> $0 \leq |N_8 - N_7| \leq 0.1$ (3-5)

<479> $0 \leq |N_8 - N_9| \leq 0.1$ (3-6)

<480> $0 \leq |v_8 - v_7| \leq 30.0$ (3-7)

<481> $0 \leq |v_8 - v_9| \leq 30.0$ (3-8)

<482> 여기에서,

<483> N_2 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<484> N_3 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<485> N_4 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<486> v_2 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

<487> v_3 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

<488> v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수

<489> N_7 : 상기 제4 서브렌즈의 굴절율

<490> N_8 : 상기 제5 서브렌즈의 굴절율

<491> N_9 : 상기 제6 서브렌즈의 굴절율

<492> v_7 : 상기 제4 서브렌즈의 아베수

<493> v_8 : 상기 제5 서브렌즈의 아베수

<494> v_9 : 상기 제6 서브렌즈의 아베수이다.

<495> 조건 (3-1) ~ (3-8)은 각각 식 (3-1) ~ (3-8)에서 주어진 조건을 의미하며, 이는 이후의 설명(실시예 6의 설명)에 있어서도 동일하다.

<496> 도 11은 실시예 3 촬상 렌즈의 단면도를 나타낸 것이다. 도 11에 나타낸 바와 같이 개구조리개로 역할하는 제1 조리개(S_1)은 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L_1)의 제1면(물체측 면)과 광축과의 교점 위치에 배치되어 있다. 플레어 또는 스미어를 방지하는 역할을 하는 제2 조리개(S_2)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16) 사이에 배치되어 있다.

<497> 제1 조리개(S_1)의 조리개면은 평면 r_1 으로 구성되어 있으므로, 표 3에 $r_1 = \infty$ 로 표시되어 있다. 제2 조리개(S_2)는 평면 r_6 로 구성되어 있으므로, 표 3에 $r_6 = \infty$ 로 표시되어 있다. 또한 개방 F 넘버 F_{no} 는 2.96이다.

<498> 표 3에 나타낸 바와 같이 $r_3 = \infty$ 및 $r_4 = \infty$ 이므로, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제2 서브렌즈(L_2)는 평행 평면 유리판이고, $r_8 = \infty$ 및 $r_9 = \infty$ 이므로, 제2 렌즈(16)을 구성하는 제5 서브렌즈(L_5)는 평행 평면 유리판이다.

<499> 또한, r_{11} 이 양의 값이고 r_{12} 도 양의 값이므로, 제3 렌즈(18)은 근축상에서 물체측으로 볼록면이 향한 메니스커스 렌즈이다.

<500> 또한, r_2 가 양의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L_1)는 근축상에서 해당 제1 서브렌즈

(L₁)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 평볼록 렌즈이고, r₅이 음의 값이기 때문에, 제3 서브렌즈(L₃)는 근축상에서 해당 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면이 상측에 볼록면이 향하는 평볼록렌즈이다.

<501> 또한, r₇가 음의 값이기 때문에, 제2 렌즈(16)를 구성하는 제4 서브렌즈(L₄)는 근축상에서 해당 제4 서브렌즈(L₄)의 물체측면이 물체측에 오목면이 향하는 평오목 렌즈이고, r₁₀도 음의 값이기 때문에, 제6 서브렌즈(L₆)는 근축상에서 해당 제6 서브렌즈(L₆)의 상측면이 상측에 볼록면이 향하는 평볼록렌즈이다.

<502> 도 12에 나타낸 바와 같이 초점거리 f=1.00mm에 대한 광학장(L)은 1.137 mm고, 백포커스 bf는 0.392 mm다.

<503> 도 13에 도시한 왜곡 수차곡선 3-1, 도 14에 도시한 비점수차곡선(메리디오날면에 대한 수차곡선 3-2 및 서지탈면에 대한 수차곡선 3-3), 도 15에 도시한 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 3-4, F선에 대한 수차곡선 3-5, e선에 대한 수차곡선 3-6, d선에 대한 수차곡선 3-7 및 C선에 대한 수차곡선 3-8)에 대해서, 각각 그래프로 나타내었다.

<504> 도 13 및 도 14의 수차곡선의 세로축은 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 13 및 도 14 중 100%은 0.631 mm에 대응한다. 또한, 도 15의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h(F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대값이 2.96에 대응한다. 도 13의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 14, 도 15의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.

<505> 왜곡 수차는 상높이 100%(상높이 0.631 mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 0.64%로 최대가 되며, 상높이 0.631 mm이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.64%이내에 있다.

<506> 비점수차는 상높이 100%(상높이 0.631 mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 0.0368 mm로 최대가 되며, 또한, 상높이 0.631 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0368 mm 이내에 있다.

<507> 색·구면수차는 입사높이 h의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 3-4의 절대치는 0.0440 mm로 최대가 되고, 수차량의 절대치가 0.0440 mm 이내에 있다.

<508> 따라서, 실시예 3의 촬상 렌즈에 따르면, 휴대전화기 등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 촬상 렌즈와 촬상면 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능한 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻을 수 있다.

<509> < 실시예 4>

<510> 실시예 4의 촬상 렌즈는 본 발명의 제1 형태의 촬상 렌즈로서, 본 발명의 제1의 촬상 렌즈의 실시예이고, 도 16 및 도 17에 나타낸 바와 같이, 제1 렌즈(14), 개구조리개(S), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로, 제1 렌즈(14), 개구조리개(S), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)의 순서대로 배열되어 구성되어 있다.

<511> 제1 렌즈(14)에는 단 렌즈가 사용되었다. 제2 렌즈(16)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈(L₂)와 제3 서브렌즈(L₃)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다. 제3 렌즈(18)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅) 및 제6 서브렌즈(L₆)의 순서대로 배열되고, 제4 서브렌즈(L₄)와 제5 서브렌즈(L₅)가 접촉되고, 또한 제5 서브렌즈(L₅)와 제6 서브렌즈(L₆)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다.

<512> 실시예 4의 촬상 렌즈는 제1 렌즈(14), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제5 서브렌즈(L₅)가 호야주식회사제의 광학 유리 BK7을 이용하여 형성되어 있다. 또한, 제1, 제3, 제4, 및 제6 서브렌즈는 투명경화성 실리콘 수지 SMX-7852(후지코분자공업주식회사제)로 형성되어 있다.

<513> (A) 제1 서브렌즈(L₁)의 굴절율 N₄는, N₄=1.51000이다.

<514> (B) 제2 서브렌즈(L₂)의 굴절율 N₅는, N₅=1.51630이다.

<515> (C) 제3 서브렌즈(L₃)의 굴절율 N₆는, N₆=1.51000이다.

- <516> (D) 제1 서브렌즈(L₁)의 아베수 v_4 는, $v_4=56.0$ 이다.
- <517> (E) 제2 서브렌즈(L₂)의 아베수 v_5 는, $v_5=64.0$ 이다.
- <518> (F) 제3 서브렌즈(L₃)의 아베수 v_6 는, $v_6=56.0$ 이다.
- <519> (G) 제4 서브렌즈(L₄)의 굴절율 N_8 는, $N_8=1.51000$ 이다.
- <520> (H) 제5 서브렌즈(L₅)의 굴절율 N_9 는, $N_9=1.51630$ 이다.
- <521> (I) 제6 서브렌즈(L₆)의 굴절율 N_{10} 는, $N_{10}=1.51000$ 이다.
- <522> (J) 제4 서브렌즈(L₄)의 아베수 v_8 는, $v_8=56.0$ 이다.
- <523> (K) 제5 서브렌즈(L₅)의 아베수 v_9 는, $v_9=64.0$ 이다.
- <524> (L) 제6 서브렌즈(L₆)의 아베수 v_{10} 은, $v_{10}=56.0$ 이다.
- <525> 따라서, $|N_5-N_4| = |N_5-N_6| = |N_9-N_8| = |N_9-N_{10}| = 0.00630$ 이므로, 전술한 조건 (1-1), (1-2), (1-5) 및 (1-6)을 만족시키고 있다. 또한, $|v_5-v_4| = |v_5-v_6| = |v_9-v_8| = |v_9-v_{10}| = 8.0$ 이므로, 전술한 조건 (1-3), (1-4), (1-7) 및 (1-8)을 만족시킨다.
- <526> 도 16은 실시예 4 촬상 렌즈의 단면도를 도시한 것이다. 도 16에 나타난 바와 같이 개구조리개(S)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16)의 사이에 위치되어 있다. 개구조리개(S)의 조리개면은 평면이므로, 표 4에서 $r_3=\infty$ 로 표시되어 있다. 또한 개방 F 넘버 F_{no} 는 3.40이다.
- <527> 표 4에 나타난 바와 같이, r_5 및 r_6 가 음의 값이므로, 제2 렌즈(16)를 구성하는 제2 서브렌즈(L₂)는 상측으로 볼록면이 향하는 메니스커스렌즈이고, r_9 가 양의 값이고, r_{10} 가 음의 값이므로, 제3 렌즈(18)를 구성하는 제5 서브렌즈(L₅)는 양측면이 볼록면인 양볼록렌즈이다.
- <528> 또한 r_1 이 양의 값이고 r_2 도 양의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)는 근축상에서 물체측에 볼록면이 향하는 메니스커스 렌즈이다.
- <529> 또한, r_4 가 음의 값이므로, 제1 서브렌즈(L₁)은 근축상에서 해당 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면이 물체측에 오목면이 향하는 렌즈이고, r_7 도 음의 값이기 때문에, 제3 서브렌즈(L₃)는 근축상에서 해당 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면이 상측에 볼록면이 향하는 렌즈이다.
- <530> 또한, r_8 이 양의 값이기 때문에, 제3 렌즈(18)를 구성하는 제4 서브렌즈(L₄)는 근축상에서 해당 제4 서브렌즈(L₄)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 렌즈이고, r_{11} 도 양의 값이기 때문에, 제6 서브렌즈(L₆)도 근축상에서 해당 제6 서브렌즈(L₆)의 상측면이 상측에 오목면이 향하는 렌즈이다.
- <531> 도 17에 나타난 바와 같이 초점거리 $f=1.00\text{mm}$ 에 대한 광학장(L)은 1.235 mm이고, 백포커스 bf는 0.391 mm이다.
- <532> 도 18에 나타난 왜곡 수차곡선 4-1, 도 19에 나타난 비점수차곡선(메리디오날면면에 대한 수차곡선 4-2 및 서지탈면에 대한 수차곡선 4-3), 도 20에 나타난 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 4-4, F선에 대한 수차곡선 4-5, e선에 대한 수차곡선 4-6, d선에 대한 수차곡선 4-7 및 C선에 대한 수차곡선 4-8)에 대해서, 각각 그래프로 표시하였다.
- <533> 도 18 및 도 19의 수차곡선의 세로축은 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 18 및 도 19 중 100%은 0.572 mm에 대응한다. 또한, 도 20의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h(F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대값이 3.40에 대응한다. 도 18의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 19, 도 20의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.
- <534> 왜곡 수차는, 상높이 100%(상높이 0.572 mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 4.55%로 최대가 되며, 상높이 0.572 mm이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 4.55%이내에 있다.

- <535> 비접수차는 상높이 70%(상높이 0.400 mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 최대 0.0096 mm이며, 또한 상높이 0.572 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0096 mm 이내에 있다.
- <536> 색·구면수차는, 입사높이 h의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 4-4의 절대치는 0.0213 mm로 최대로 되고, 수차량의 절대치가 0.0213 mm 이내에 있다.
- <537> 따라서, 실시예 4의 촬상 렌즈에 따르면, 휴대전화기등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 촬상 렌즈와 촬상 면과의 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능한 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻을 수 있다.
- <538> <실시예 5>
- <539> 실시예 5의 촬상 렌즈는 본 발명의 제1 형태의 촬상 렌즈로서, 본 발명의 제2의 촬상 렌즈의 실시예이며, 도 21 및 도 22에 나타낸 바와 같이, 개구조리개(제1조리개)(S₁), 제1 렌즈(L₁), 제2 조리개(S₂), 제2 렌즈(L₂), 제3 렌즈(L₃)를 구비하고, 물체측에서 상측으로 향하여, 제1조리개(S₁), 제1 렌즈(L₁), 제2 조리개(S₂), 제2 렌즈(L₂), 제3 렌즈(L₃)의 순서대로 배열되어 구성된다.
- <540> 제2 렌즈(L₂)에는 단 렌즈가 사용된다. 제1 렌즈(L₁)는 물체측에서 상측으로 향해 제1 서브렌즈(L₁₁), 제2 서브렌즈(L₁₂) 및 제3 서브렌즈(L₁₃)의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈(L₁₁)와 제2 서브렌즈(L₁₂)가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈(L₁₂)와 제3 서브렌즈(L₁₃)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다. 제3 렌즈(L₃)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제4 서브렌즈(L₃₁), 제5 서브렌즈(L₃₂) 및 제6 서브렌즈(L₃₃)의 순서대로 배열되고, 제4 서브렌즈(L₃₁)와 제5 서브렌즈(L₃₂)가 접촉되고, 또한 제5 서브렌즈(L₃₂)와 제6 서브렌즈(L₃₃)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다.
- <541> 실시예 5의 촬상 렌즈는 제2 렌즈(L₂)와 제1, 제3, 제4 및 제6 서브렌즈가 투명경화성 실리콘수지 SMX-7852(후지코분자공업주식회사제)로 형성되고, 제2 및 제5 서브렌즈는 호야주식회사제의 광학 유리 BK7을 이용하여 형성되어 있다.
- <542> (A) 제1 서브렌즈(L₁₁)의 굴절율 N₂는, N₂=1.51000이다.
- <543> (B) 제2 서브렌즈(L₁₂)의 굴절율 N₃는, N₃ = 1.51633이다.
- <544> (C) 제3 서브렌즈(L₁₃)의 굴절율 N₄는, N₄ = 1.51000이다.
- <545> (D) 제1 서브렌즈(L₁₁)의 아베수 v₂는, v₂ = 56.0이다.
- <546> (E) 제2 서브렌즈(L₁₂)의 아베수 v₃는, v₃ = 64.0이다.
- <547> (F) 제3 서브렌즈(L₁₃)의 아베수 v₄는, v₄ = 56.0이다.
- <548> (G) 제4 서브렌즈(L₃₁)의 굴절율 N₉는, N₉ = 1.51000이다.
- <549> (H) 제5 서브렌즈(L₃₂)의 굴절율 N₁₀은, N₁₀ = 1.51633이다.
- <550> (I) 제6 서브렌즈(L₃₃)의 굴절율 N₁₁은, N₁₁ = 1.51000이다.
- <551> (J) 제4 서브렌즈(L₃₁)의 아베수 v₉는, v₉ = 56.0이다.
- <552> (K) 제5 서브렌즈(L₃₂)의 아베수 v₁₀는, v₁₀ = 64.0이다.
- <553> (L) 제6 서브렌즈(L₃₃)의 아베수 v₁₁는, v₁₁ = 56.0이다.
- <554> 따라서, |N₃-N₂| = |N₃-N₄| = |N₁₀-N₉| = |N₁₀-N₁₁| = 0.00633이므로, 상술한 조건(2-1), (2-2), (2-5) 및 (2-6)을 만족시킨다. 또한, |v₃-v₂| = |v₃-v₄| = |v₁₀-v₉| = |v₁₀-v₁₁| = 8.0이므로, 상술한 조건 (2-3), (2-4), (2-7) 및 (2-8)을 만족시킨다.
- <555> 도 21은 실시예 5 촬상 렌즈의 단면도를 나타낸 것이다. 도 21에 나타낸 바와 같이 개구조리개로 역할하는 제1

조리개(S₁)는 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L₁)의 제1면(물체측 면)과 광축과의 교점의 위치에 배치되어 있다. 플레어 또는 스미어를 방지하는 역할을 하는 제2 조리개(S₂)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16) 사이에 배치되어 있다.

- <556> 제1 조리개(S₁)의 조리개면은 평면 r₁으로 구성되어 있으므로, 표 2에 r₁=∞로 표시되어 있다. 제2 조리개(S₂)는 평면r₆으로 구성되어 있으므로, 표 2에 r₆=∞로 표시되어 있다. 또한 개방 F 넘버 F_{no}는 2.80이다.
- <557> 표 5에 나타난 바와 같이 r₇ 및 r₈가 음의 값이므로, 제2 렌즈(16)은 근축상에서 상측으로 볼록면이 향하는 메니스커스렌즈이다. 또한, r₃가 양의 값이고, r₄가 음의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제2 서브렌즈(L₂)는 양측면이 볼록면인 양볼록렌즈이고, r₁₀이 음의 값이고, r₁₁도 음의 값이기 때문에, 제3 렌즈(L₃)를 구성하는 제5 서브렌즈(L₅)는 상측에 볼록면이 향하는 메니스커스렌즈이다.
- <558> 또한 r₂이 양의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L₁)는 근축상에서 해당 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 렌즈이고, r₅이 음의 값이므로, 제3 서브렌즈(L₃)는 근축상에서 해당 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면이 상측으로 볼록면이 향하는 렌즈이다.
- <559> 또한, r₉가 양의 값이기 때문에, 제3 렌즈(18)를 구성하는 제4 서브렌즈(L₄)는 근축상에서 해당 제4 서브렌즈(L₄)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 렌즈이고, r₁₂도 양의 값이기 때문에, 제6 서브렌즈(L₆)는 근축상에서 해당 제6 서브렌즈(L₆)의 상측면이 상측에 오목면이 향하는 렌즈이다.
- <560> 도 22에 나타난 바와 같이 초점거리 f=1.00mm에 대한 광학장(L)은 1.079 mm고, 백포커스 bf는 0.350 mm다.
- <561> 도 23에 도시한 왜곡 수차곡선 5-1, 도 24에 도시한 비점수차곡선(메리디오날면에 대한 수차곡선 5-2 및 서지탈면에 대한 수차곡선 5-3), 도 25에 도시한 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 5-4, F선에 대한 수차곡선 5-5, e선에 대한 수차곡선 5-6, d선에 대한 수차곡선 5-7 및 C선에 대한 수차곡선 5-8)에 대해서, 각각 그래프로 나타내었다.
- <562> 도 23 및 도 24의 수차곡선의 세로축은 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 23 및 도 24 중 100%은 0.620 mm에 대응한다. 또한, 도 25의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h(F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대값이 2.80에 대응한다. 도 23의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 24, 도 25의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.
- <563> 왜곡 수차는 상높이 100%(상높이 0.620 mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 1.18%로 최대가 되며, 상높이 0.620 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 1.18% 이내에 있다.
- <564> 비점수차는 상높이 100%(상높이 0.620 mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 0.0492 mm로 최대가 되며, 또한 상높이 0.630 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0492 mm 이내에 있다.
- <565> 색·구면수차는, 입사높이 h의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 5-4의 절대치는 0.0320 mm로 최대가 되고, 수차량의 절대치가 0.0320 mm 이내에 있다.
- <566> 따라서, 실시예 5의 촬상 렌즈에 따르면, 휴대전화기등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 촬상 렌즈와 촬상면 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능한 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻을 수 있다.
- <567> <실시예 6>
- <568> 실시예 6의 촬상 렌즈는 본 발명의 제1 형태의 촬상 렌즈로서, 본 발명의 제3의 촬상 렌즈의 실시예이며, 도 26 및 도 27에 나타난 바와 같이, 개구조리개(제1조리개)(S₁), 제1 렌즈(14), 제2조리개(S₂), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)를 구비하고, 물체측에서 상측으로 향하여, 제1조리개(S₁), 제1 렌즈(14), 제2조리개(S₂), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)의 순서대로 배열되어 구성된다.
- <569> 제3 렌즈(18)에는 단 렌즈가 사용된다. 제1 렌즈(14)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)가 접촉되고, 또한

제2 서브렌즈(L₂)와 제3 서브렌즈(L₃)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다. 제2 렌즈(16)는 물체측에서 상측으로 향하여, 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅) 및 제6 서브렌즈(L₆)의 순서대로 배열되고, 제4 서브렌즈(L₄)와 제5 서브렌즈(L₅)가 접촉되고, 또한 제5 서브렌즈(L₅)와 제6 서브렌즈(L₆)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다.

<570> 실시예 6의 촬상 렌즈는 제2 서브렌즈(L₂)와 제5 서브렌즈(L₅)가 광학 유리BK7로 형성되어 있다. 제1 서브렌즈(L₁)와 제3 서브렌즈(L₃), 제4 서브렌즈(L₄)와 제6 서브렌즈(L₆) 및 제3 렌즈(18)는 후지고분자공업주식회사제의 투명경화성 실리콘수지 SMX-7852로 형성되어 있다.

<571> (A) 제1 서브렌즈(L₁)의 굴절율 N₂는, N₂=1.51000이다.

<572> (B) 제2 서브렌즈(L₂)의 굴절율 N₃는, N₃=1.51633이다.

<573> (C) 제3 서브렌즈(L₃)의 굴절율 N₄는, N₄=1.51000이다.

<574> (D) 제1 서브렌즈(L₁)의 아베수 v₂는, v₂=56.0이다.

<575> (E) 제2 서브렌즈(L₂)의 아베수 v₃는, v₃=64.0이다.

<576> (F) 제3 서브렌즈(L₃)의 아베수 v₄는, v₄=56.0이다.

<577> (G) 제4 서브렌즈(L₄)의 굴절율(N₇)는, N₇=1.51000이다.

<578> (H) 제5 서브렌즈(L₅)의 굴절율(N₈)는, N₈=1.51633이다.

<579> (I) 제6 서브렌즈(L₆)의 굴절율(N₉)는, N₉=1.51000이다.

<580> (J) 제4 서브렌즈(L₄)의 아베수 v₇는, v₇=56.0이다.

<581> (K) 제5 서브렌즈(L₅)의 아베수 v₈는, v₈=64.0이다.

<582> (L) 제6 서브렌즈(L₆)의 아베수 v₉는, v₉=56.0이다.

<583> 따라서, |N₃-N₂| = |N₃-N₄| = |N₈-N₇| = |N₈-N₉| = 0.00633이므로, 상술한 조건 (3-1), (3-2), (3-5) 및 (3-6)을 만족시킨다. 또한, |v₃-v₂| = |v₃-v₄| = |v₈-v₇| = |v₈-v₉| = 8.0이므로, 상술한 조건 (3-3), (3-4), (3-7) 및 (3-8)을 만족시킨다.

<584> 도 26은 실시예 6 촬상 렌즈의 단면도를 나타낸 것이다. 도 26에 보인 바와 같이 개구조리개로 역할하는 제1조리개(S₁)는 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L₁)의 제1면(물체측 면)과 광축과의 교점 위치에 배치되어 있다. 플레어 또는 스미어를 방지하는 역할을 하는 제2조리개(S₂)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16) 사이에 배치되어 있다.

<585> 제1 조리개(S₁)의 조리개면은 평면 r₁으로 구성되어 있으므로, 표 6에 r₁=∞로 표시되어 있다. 제2 조리개(S₂)는 평면r₆로 구성되어 있으므로, 표 6에 r₆=∞로 표시되어 있다. 또한 개방 F 넘버 F_{no}는 2.80이다.

<586> 표 6에 나타낸 바와 같이 r₃가 양의 값이고 r₄가 음의 값이므로, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제2 서브렌즈(L₂)는 양측면이 볼록면인 양볼록렌즈이다. 또한 r₈가 음의 값이고 r₉가 음의 값이므로, 제3 렌즈(18)를 구성하는 제5 서브렌즈(L₅)는 상측으로 볼록면이 향하는 메니스커스렌즈이다.

<587> r₁₁이 양의 값이고 r₁₂도 양의 값이므로, 제3 렌즈(18)은 근축상에서 물체측으로 볼록면이 향하는 메니스커스렌즈이다.

<588> 또한, r₂가 양의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L₁)는 근축상에서 해당 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 렌즈이다. r₅이 음의 값이기 때문에, 제3 서브렌즈(L₃)는 근축상에

서 해당 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면이 상측에 볼록면이 향하는 렌즈이다.

- <589> r₇가 음의 값이기 때문에, 제2 렌즈(16)를 구성하는 제4 서브렌즈(L₄)는 근축상에서 해당 제4 서브렌즈(L₄)의 물체측면이 물체측에 오목면이 향하는 렌즈이다. r₁₀도 음의 값이기 때문에, 제6 서브렌즈(L₆)는 근축상에서 해당 제6 서브렌즈(L₆)의 상측면이 상측에 볼록면이 향하는 렌즈이다.
- <590> 도 27에 나타낸 바와 같이 초점거리 f=1.00mm에 대한 광학장(L)은 1.078 mm고, 백포커스 bf는 0.349 mm이다.
- <591> 도 28에 도시한 왜곡 수차곡선 6-1, 도 29에 도시한 비점수차곡선(메리디오날면에 대한 수차곡선 6-2 및 서지탈면에 대한 수차곡선 6-3), 도 30에 도시한 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 6-4, F선에 대한 수차곡선 6-5, e선에 대한 수차곡선 6-6, d선에 대한 수차곡선 6-7 및 C선에 대한 수차곡선 6-8)에 대해서, 각각 그래프로 나타내었다.
- <592> 도 28 및 도 29의 수차곡선의 세로축은 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 28 및 도 29 중 100%은 0.620 mm에 대응한다. 또한, 도 30의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h(F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대가 2.80에 대응한다. 도 28의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 29, 도 30의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.
- <593> 왜곡 수차는, 상높이 100%(상높이 0.620 mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 1.21%로 최대가 되며 상높이 0.631 mm이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 1.21%이내에 있다.
- <594> 비점수차는 상높이 100%(상높이 0.620 mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 최대 0.0455 mm이며, 또한, 상높이 0.620 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0455 mm 이내에 있다.
- <595> 색·구면수차는 입사높이 h의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 6-4의 절대치는 0.0411 mm로 최대가 되고, 수차량의 절대치가 0.0411 mm내에 있다.
- <596> 따라서, 실시예 6의 촬상 렌즈에 따르면, 휴대전화기 등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 촬상 렌즈와 촬상면 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능한 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻을 수 있다.
- <597> 실시예 1 ~ 실시예 6의 촬상 렌즈의 설명으로부터 명확히 알 수 있는 바와 같이, 제1의 촬상 렌즈에서 각 구성 렌즈를 상술한 식 (1-1) ~ (1-8)의 조건을 충족시키도록, 제2의 촬상 렌즈에서 각 구성 렌즈를 상술한 식 (2-1) ~ (2-8)의 조건을 충족시키도록, 제3의 촬상 렌즈에서 각구성 렌즈를 상술한 식 (3-1) ~ (3-8)의 조건을 각각 충족시키도록 설계함으로써 본 발명이 해결하려고 하는 과제를 해결한다. 다시 말해, 모든 수차가 양호하게 보정되어, 충분한 백포커스를 얻을 수 있고 또한 광학장이 짧게 유지된 촬상 렌즈를 얻을 수 있다.
- <598> 이상의 설명으로부터, 본 발명의 촬상 렌즈는 휴대전화기, 퍼스날 컴퓨터 또는 디지털 카메라에 내장하는 카메라용 렌즈로서의 이용은 물론 휴대 정보단말(PDA:personal digital assistant)에 내장하는 카메라용 렌즈, 화상 인식 기능을 대비한 장난감에 내장하는 카메라용 렌즈, 감시, 검사 혹은 방법기기 등에 내장하는 카메라용 렌즈로서의 적용에도 매우 적합하다.
- <599> <실시예 7>
- <600> 실시예 7의 촬상 렌즈는 본 발명의 제2 형태의 촬상 렌즈로서, 제4의 촬상렌즈의 실시예이며, 도 31 및 도 32에 나타낸 바와 같이, 제1 렌즈(14), 개구조리개(S), 제2렌즈(16)과, 제3 렌즈(18)를 구비하고, 물체측에서 상측 방향으로, 제1 렌즈(14), 개구조리개(S), 제2 렌즈(16), 제3 렌즈(18)의 순서대로 배열되어 구성된다.
- <601> 제1 렌즈(14)및 제2 렌즈(16)에는 단 렌즈가 사용된다. 제3 렌즈(18)는 물체측으로부터 상측으로 향해, 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)의 순서대로 배열되어, 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)가 접촉되고 또한 제2 서브렌즈(L₂)와 제3 서브렌즈(L₃)가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다.
- <602> 실시예 7의 촬상 렌즈는 제1 렌즈(14) 및 제2 렌즈(16)가 후지고분자공업주식회사제의 투명경화성 실리콘수지 SMX-7852로 형성되어 있다. 경화성 수지재료인 이 투명경화성 실리콘수지 SMX-7852는 열경화성 실리콘 수지재료로서, 금형을 사용하여 사출 형성될 수 있다. 또한, 제1 및 제3 서브렌즈도 투명경화성 실리콘수지 SMX-7852(후지고분자공업주식 회사제)로 형성되며, 제2 서브렌즈(L₂)는 호야주식 회사제 광학 유리 BK7을 사용하여 형성된다.

- <603> (A) 제1 서브렌즈(L₁)의 굴절율 N₆는, N₆=1.51000이다.
- <604> (B) 제2 서브렌즈(L₂)의 굴절율 N₇는, N₇=1.51633이다.
- <605> (C) 제3 서브렌즈(L₃)의 굴절율 N₈는, N₈=1.51000이다.
- <606> (D) 제1 서브렌즈(L₁)의 아베수 v₆는, v₆=56.0이다.
- <607> (E) 제2 서브렌즈(L₂)의 아베수 v₇는, v₇=64.0이다.
- <608> (F) 제3 서브렌즈(L₃)의 아베수 v₈는, v₈=56.0이다.
- <609> 따라서, |N₇-N₆| = |N₇-N₈| = 0.00633이므로, 전술한 조건(4-1), (4-2)를 만족시킨다. 또한, |v₇-v₆| = |v₇-v₈| = 8.0이므로, 전술한 조건 (4-3) 및 (4-4)를 만족시킨다.
- <610> 조건(4-1), (4-2), (4-3) 및 (4-4)는 각각 이하에 표시한 식(4-1), (4-2),
- <611> (4-3) 및 (4-4)로 주어진 조건을 의미한다.
- <612> $0 \leq |N_7 - N_6| \leq 0.1$ (4-1)
- <613> $0 \leq |N_7 - N_8| \leq 0.1$ (4-2)
- <614> $0 \leq |v_7 - v_6| \leq 30.0$ (4-3)
- <615> $0 \leq |v_7 - v_8| \leq 30.0$ (4-4)
- <616> 여기에서,
- <617> N₆: 상기 제1 서브렌즈의 굴절율
- <618> N₇: 상기 제2 서브렌즈의 굴절율
- <619> N₈: 상기 제3 서브렌즈의 굴절율
- <620> v₆: 상기 제1 서브렌즈의 아베수
- <621> v₇: 상기 제2 서브렌즈의 아베수
- <622> v₈: 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.
- <623> 도 32에 실시예 7의 촬상 렌즈의 광로도를 도시하였다. 도 32에 나타난 바와 같이 개구조리개(S)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16) 사이에 배치되어 있다. 개구조리개(S)의 조리개면은 평면이므로 표 7에 r₃=∞로 되어 있다. 또한 개방 F 넘버 F_{no}는 3.40이다.
- <624> 표 7에 보인 바와 같이 r₇=∞ 및 r₈=∞이므로, 제3 렌즈를 구성하는 제2서브렌즈(L₂)는 평행 평면 유리판이다.
- <625> 또한, r₁이 양의 값이고 r₂도 양의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)는 근축상에서, 물체측에 볼록면이 향하는 메니스커스렌즈이다.
- <626> 또한, r₄이 음의 값이고 r₅도 음의 값이기 때문에 제2 렌즈(16)는 근축상에서, 상측에 볼록면이 향하는 메니스커스렌즈이다.
- <627> 또한, r₆이 양의 값이기 때문에 제1 서브렌즈(L₁)는 근축상에서 해당 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면이 물체측에 볼록면이 향하는 평볼록 렌즈이고, r₉도 양의 값이기 때문에, 제3 서브렌즈(L₃)는 근축상에서 해당 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면이 상측에 오목면이 향하는 평오목렌즈이다.

- <628> 도 32에 보인바와 같이 초점거리 $f=1.00\text{mm}$ 에 대한 광학장(L)은 1.229mm 이고, 백포커스 bf 는 0.399mm 이다.
- <629> 도 33에 나타낸 왜곡 수차곡선 7-1, 도 34에 나타낸 비점수차곡선(메리디오날면에 대한 수차곡선 7-2 및 서지탈면에 대한 수차곡선 7-3), 도 35에 나타낸 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 7-4, F선에 대한 수차곡선 7-5, e선에 대한 수차곡선 7-6, d선에 대한 수차곡선 7-7 및 C선에 대한 수차곡선 7-8)에 대해서 각각 그래프로 도시하였다.
- <630> 도 33 및 도 34의 수차곡선의 세로축은, 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 33 및 도 34 중 100%은 0.586mm 에 대응한다. 또한, 도 35의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h (F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대가 3.40에 대응한다. 도 33의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 34, 도 35의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.
- <631> 왜곡 수차는 상높이 100%(상높이 0.586mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 5.32%로 최대가 되며, 상높이 0.586mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 5.32%이내에 있다.
- <632> 비점수차는 상높이 100%(상높이 0.586mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 최대 0.0694mm 이며, 또한, 상높이 0.586mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0694mm 이내에 있다.
- <633> 색·구면수차는, 입사높이 h 의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 7-4의 절대치는 최대 0.0233mm 이고, 수차량의 절대치가 0.0233mm 내에 있다.
- <634> 따라서, 실시예 7의 촬상 렌즈에 따르면, 휴대전화기 등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 촬상 렌즈와 촬상면 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능한 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻을 수 있다.
- <635> <실시예 8>
- <636> 실시예 8의 촬상 렌즈는 본 발명의 제2 형태의 촬상 렌즈로서, 본 발명의 제5의 촬상 렌즈의 실시예이고, 도 36 및 도 37에 나타낸 바와 같이, 개구조리개(제1조리개)(S_1), 제1 렌즈(L_1), 제2 조리개(S_2), 제2 렌즈(L_2), 제3 렌즈(L_3)를 구비하고, 물체측에서 상측으로 향하여 상기 순서대로 배열되어 구성되어 있다.
- <637> 제1 렌즈(L_1) 및 제3 렌즈(L_3)로는 단 렌즈가 사용된다. 제2 렌즈(L_2)는 물체측으로부터 상측으로 향해, 제1 서브렌즈(L_{11}), 제2 서브렌즈(L_{12}) 및 제3 서브렌즈(L_{13})의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈(L_{11})와 제2 서브렌즈(L_{12})가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈(L_{12})와 제3 서브렌즈(L_{13})가 접촉된 상태의 접합형 복합 렌즈이다.
- <638> 실시예 8의 촬상 렌즈는 제1 렌즈(L_1)가 경화성 수지재료 SR-7010(토레·다우코닝사제)로 형성되고, 제3 렌즈(L_3)는 광학 유리 BK7로 형성되어 있다. 또한, 제1 및 제3 서브렌즈는 경화성 수지재료 SMX-7877(후지오코분자공업주식회사제)로 형성되고, 제2 서브렌즈는 호야주식회사제의 광학 유리 BK7을 이용해서 형성된다.
- <639> (A) 제1 서브렌즈(L_{11})의 굴절율 N_5 는, $N_5=1.60000$ 이다.
- <640> (B) 제2 서브렌즈(L_{12})의 굴절율 N_6 는, $N_6=1.60342$ 이다.
- <641> (C) 제3 서브렌즈(L_{13})의 굴절율 N_7 는, $N_7=1.60000$ 이다.
- <642> (D) 제1 서브렌즈(L_{11})의 아베수 v_5 는, $v_5=30.0$ 이다.
- <643> (E) 제2 서브렌즈(L_{12})의 아베수 v_6 는, $v_6=38.0$ 이다.
- <644> (F) 제3 서브렌즈(L_{13})의 아베수 v_7 는, $v_7=30.0$ 이다.
- <645> 따라서, $|N_6-N_5| = |N_6-N_7| = 0.00342$ 이므로, 하기의 조건 (5-1) 및 (5-2)를 만족시킨다. 또한, $|v_6-v_5| = |v_6-v_7| = 8.0$ 이므로, 하기의 조건 (5-3) 및 (5-4)를 만족시킨다.
- <646> 조건 (5-1), (5-2), (5-3) 및 (5-4)는 각각 이하에 표시한 식 (5-1), (5-2), (5-3) 및 (5-4)로 주어진 조건을 의미한다.
- <647> $0 \leq |N_6-N_5| \leq 0.1$ (5-1)

<648> $0 \leq |N_6 - N_7| \leq 0.1$ (5-2)

<649> $0 \leq |v_6 - v_5| \leq 30.0$ (5-3)

<650> $0 \leq |v_6 - v_7| \leq 30.0$ (5-4)

<651> 여기에서,

<652> N_5 : 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<653> N_6 : 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<654> N_7 : 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<655> v_5 : 상기 제1 서브렌즈의 아베수

<656> v_6 : 상기 제2 서브렌즈의 아베수

<657> v_7 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.

<658> 도 36은 실시예 8 촬상 렌즈의 단면도를 도시한 것이다. 도 36에 나타난 바와 같이 개구조리개의 역할을 하는 제1조리개(S_1)는 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1서브렌즈(L_1)의 제1면(물체측의 면)과 광축과의 교점의 위치에 마련되어져 있다. 플레어 또는 스미어를 방지하는 역할을 하는 제2조리개(S_2)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16) 사이에 배치되어 있다.

<659> 제1조리개(S_1)의 조리개면은 평면 r_1 으로 구성되어 있으므로, 표 8에 $r_1 = \infty$ 로 표시되어 있다. 제2 조리개(S_2)은 평면 r_4 로 구성되어 있으므로, 표 8에 $r_4 = \infty$ 로 표시되어 있다. 또한 개방 F넘버 F_{no} 는 2.96이다.

<660> 표 8에 보인 바와 같이 $r_6 = \infty$ 및 $r_7 = \infty$ 이므로, 제2 렌즈(16)를 구성하는 제2 서브렌즈(L_2)는 평행 평면 유리판이다.

<661> 또한, r_2 이 양의 값이고 r_3 이 음의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)는 근축상에서, 양측면이 볼록면인 양볼록 렌즈이다.

<662> 또한, r_5 이 음의 값이기 때문에, 제2 렌즈(16)를 구성하는 제1 서브렌즈(L_1)는 근축상에서 해당 제1 서브렌즈(L_1)의 물체측면이 물체측으로 오목면이 향하는 평오목렌즈이고, r_8 이 음의 값이기 때문에, 제3 서브렌즈(L_3)는 근축상에서 해당 제3 서브렌즈(L_3)의 상측면이 상측으로 볼록면이 향하는 평볼록 렌즈이다.

<663> 도 37에 도시한 바와 같이 초점거리 $f=1.00\text{mm}$ 에 대한 광학장(L)은 1.138 mm 이고, 백포커스 bf는 0.392mm 이다.

<664> 도 38에 나타난 왜곡 수차곡선 8-1, 도 39에 나타난 비점수차곡선(메리디오날면에 대한 수차곡선 8-2 및 서지탈면에 대한 수차곡선 8-3), 도 40에 나타난 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 8-4, F선에 대한 수차곡선 8-5, e선에 대한 수차곡선 8-6, d선에 대한 수차곡선 8-7 및 C선에 대한 수차곡선 8-8)에 대해서 각각 그래프로 도시하였다.

<665> 도 38 및 도 39의 수차곡선의 세로축은 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 38 및 도 39 중 100%은 0.631 mm 에 대응한다. 또한, 도 40의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h(F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대가 2.96에 대응한다. 도 38의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 39, 도 40의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.

<666> 왜곡 수차는 상높이 100%(상높이 0.631 mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 0.74%로 최대가 되며, 상높이 0.631 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.74%이내에 있다.

<667> 비점수차는 상높이 100%(상높이 0.631 mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 최대 0.0362 mm 이며, 또한, 상높이 0.631 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0362 mm 이내에 있다.

<668> 색·구면수차는, 입사높이 h의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 8-4의 절대치는 0.0470 mm 로 최대가 되고,

수차량의 절대치가 0.0470 mm 이내에 있다.

<669> 따라서, 실시예 8의 촬상 렌즈에 따르면, 휴대전화기 등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 촬상 렌즈와 촬상면 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능한 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻을 수 있다.

<670> <실시예 9>

<671> 실시예 9의 촬상 렌즈는 본 발명의 제2 형태의 촬상 렌즈로서, 본 발명의 제6의 촬상 렌즈의 실시예이고, 도 41 및 도 42에 나타낸 바와 같이 개구조리개(제1조리개)(S₁), 제1 렌즈(L₁), 제2 조리개(S₂), 제2 렌즈(L₂), 제3 렌즈(L₃)를 구비하고, 물체측에서 상측으로 향하여 상기 순서대로 배열되어 구성되어 있다.

<672> 제2 렌즈(L₂) 및 제3 렌즈(L₃)로는 단 렌즈가 사용된다. 제1 렌즈(L₁)는 물체측에서 상측으로 향해, 제1 서브렌즈(L₁₁), 제2 서브렌즈(L₁₂) 및 제3 서브렌즈(L₁₃)의 순서대로 배열되고, 제1 서브렌즈(L₁₁)와 제2 서브렌즈(L₁₂)가 접촉되고, 또한 제2 서브렌즈(L₁₂)와 제3 서브렌즈(L₁₃)가 접촉된 상태의 집합형 복합 렌즈이다.

<673> 실시예 9의 촬상 렌즈는 제1 서브렌즈(L₁₁)와 제3 서브렌즈(L₁₃)가 경화성 수지재료 SR-7010(토레·다우코닝사제)로 형성되어 있다. 제2 서브렌즈(L₁₂)와 제3 서브렌즈(L₁₃)는 광학 유리 BK7로 형성되어 있다. 제2 렌즈(L₂)는 경화성 수지재료SMX-7877(후지고분자공업주식회사제)로 형성되어 있다.

<674> (A) 제1 서브렌즈(L₁₁)의 굴절율 N₂은, N₂=1.53000이다.

<675> (B) 제2 서브렌즈(L₁₂)의 굴절율 N₃은, N₃=1.51633이다.

<676> (C) 제3 서브렌즈(L₁₃)의 굴절율 N₄은, N₄=1.53000이다.

<677> (D) 제1 서브렌즈(L₁₁)의 아베수 v₂는, v₂=35.0이다.

<678> (E) 제2 서브렌즈(L₁₂)의 아베수 v₃는, v₃=64.0이다.

<679> (F) 제3 서브렌즈(L₁₃)의 아베수 v₄는, v₄=35.0이다.

<680> 따라서, |N₃-N₂| = |N₃-N₄| = 0.01367이므로, 하기의 조건 (6-1) 및 (6-2)를 만족시킨다. 또한, |v₃-v₂| = |v₃-v₄| = 29.0이므로, 하기의 조건 (6-3) 및 (6-4)를 만족시킨다.

<681> 조건 (6-1), (6-2), (6-3) 및 (6-4)는 각각 이하에 표시한 식 (6-1), (6-2), (6-3) 및 (6-4)로 주어진 조건을 의미한다.

<682> $0 \leq |N_3 - N_2| \leq 0.1$ (6-1)

<683> $0 \leq |N_3 - N_4| \leq 0.1$ (6-2)

<684> $0 \leq |v_3 - v_2| \leq 30.0$ (6-3)

<685> $0 \leq |v_3 - v_4| \leq 30.0$ (6-4)

<686> 여기에서,

<687> N₂: 상기 제1 서브렌즈의 굴절율

<688> N₃: 상기 제2 서브렌즈의 굴절율

<689> N₄: 상기 제3 서브렌즈의 굴절율

<690> v₂: 상기 제1 서브렌즈의 아베수

<691> v₃: 상기 제2 서브렌즈의 아베수

- <692> v_4 : 상기 제3 서브렌즈의 아베수이다.
- <693> 도 41은 실시예 9 촬상렌즈의 단면도를 도시한 것이다. 도 41에 나타난 바와 같이 개구조리개의 역할을 하는 제1 조리개(S_1)는 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L_1)의 제1면(물체측 면)과 광축의 교점 위치에 배치되어 있다. 플레어 또는 스미어를 방지하는 역할을 하는 제2 조리개(S_2)는 제1 렌즈(14)와 제2 렌즈(16) 사이에 배치되어 있다.
- <694> 제1 조리개(S_1)의 조리개면은 평면 r_1 으로 구성되어 있으므로, 표 9에 $r_1=\infty$ 로 표시되어 있다. 제2 조리개(S_2)는 평면 r_6 로 구성되어 있으므로, 표 9에 $r_6=\infty$ 로 표시되어 있다. 또한 개방 F 넘버 F_{no} 는 2.96이다.
- <695> 표 9에 나타난 바와 같이, $r_3=\infty$ 및 $r_4=\infty$ 이므로, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제2 서브렌즈(L_2)는 평행 평면 유리 판이다.
- <696> 또한, r_7 이 음의 값이고 r_8 도 음의 값이기 때문에, 제2 렌즈(16)는 근축상에서 상측으로 볼록면이 향하는 메니스커스렌즈이다. 또한, r_9 가 양의 값이고 r_{10} 도 양의 값이므로, 제3 렌즈(18)는 근축상에서, 상측으로 오목면이 향하는 메니스커스렌즈이다.
- <697> 또한, r_2 이 양의 값이기 때문에, 제1 렌즈(14)를 구성하는 제1 서브렌즈(L_1)는 근축상에서 해당 제1 서브렌즈(L_1)의 물체측면이 물체측으로 볼록면이 향하는 평볼록 렌즈이고, r_5 이 음의 값이기 때문에, 제3 서브렌즈(L_3)는 근축상에서 해당 제3 서브렌즈(L_3)의 상측면이 상측으로 볼록면이 향하는 평볼록 렌즈이다.
- <698> 도 42에 도시한 바와 같이 초점거리 $f=1.00\text{mm}$ 에 대한 광학장(L)은 1.137 mm이고, 백포커스 bf는 0.392 mm이다.
- <699> 도 43에 나타난 왜곡 수차곡선 9-1, 도 44에 나타난 비점수차곡선(메리디오날면에 대한 수차곡선 9-2 및 서지탈면에 대한 수차곡선 9-3), 도 45에 나타난 색·구면수차곡선(g선에 대한 수차곡선 9-4, F선에 대한 수차곡선 9-5, e선에 대한 수차곡선 9-6, d선에 대한 수차곡선 9-7 및 C선에 대한 수차곡선 9-8)에 대해서 각각 그래프로 도시하였다.
- <700> 도 43 및 도 44의 수차곡선의 세로축은 상높이를 광축으로부터의 거리의 몇%인가로 표시한 것이다. 도 43 및 도 44 중 100%은 0.631 mm에 대응한다. 또한, 도 45의 수차곡선의 세로축은 입사 높이 h(F 넘버)를 표시하고 있으며, 최대가 2.96에 대응한다. 도 43의 가로축은 수차(%)를 나타낸 것이고, 도 44, 도 45의 가로축은 수차의 크기(mm)를 표시한 것이다.
- <701> 왜곡 수차는 상높이 100%(상높이 0.631 mm)의 위치에서 수차량의 절대치가 0.60%로 최대가 되며, 상높이 0.631 mm이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.60%이내에 있다.
- <702> 비점수차는 상높이 100%(상높이 0.631 mm)의 위치에서 메리디오날면에 있어서의 수차량의 절대치가 최대 0.0379 mm이며, 또한, 상높이 0.631 mm 이하의 범위에서는 수차량의 절대치가 0.0379 mm 이내에 있다.
- <703> 색·구면수차는, 입사높이 h의 100%에 있어서 g선에 대한 수차곡선 9-4의 절대치는 최대 0.0439 mm이고, 수차량의 절대치가 0.0439 mm 이내에 있다.
- <704> 따라서, 실시예 9의 촬상 렌즈에 따르면, 휴대전화기 등에 탑재가능한 정도로 광학장이 짧고, 촬상 렌즈와 촬상면 사이에 필터나 커버 유리 등의 부품을 삽입하는 것이 가능한 정도로 백포커스가 길며 또한 양호한 화상을 얻을 수 있다.
- <705> <접합형 복합 렌즈의 제조 방법>
- <706> 접합형 복합 렌즈는 서브렌즈들을 직접 접착 혹은 간접 접착하여 제조된다. 이러한 간접접착은 전술한 바와 같이 서브렌즈간에 접착제를 개재시켜 실현된다. 이 경우 제1 ~ 제3 서브렌즈를 우선 형성하고, 접착제를 제2 서브렌즈의 제1서브렌즈 또는 제3 서브렌즈에 대한 대향면, 또는 제1 서브렌즈 또는 제3 서브렌즈의 제2서브렌즈에 대한 대향면에 도포하고, 양자를 밀착시키면 된다.
- <707> 이러한 간접접착 방법은 제1 ~ 제3 서브렌즈가 형성되면, 종래의 주지 방법에 의해 실현가능하므로, 이하에서는 직접 접착에 의해 접합형 복합 렌즈를 제조하는 방법에 대해 설명한다.
- <708> 덧붙여 제2 서브렌즈의 제1 서브렌즈 및 제3 서브렌즈에 대한 대향면의 적어도 일면에 코팅처리를 실시한 후 양

자를 접착하는 것도 가능하다. 이 경우 코팅처리를 실시한 후에, 간접접착하여도 되고, 후술하는 바와 같이 직접 접착하는 것도 가능하다.

- <709> 도 46(A) ~ (G)을 참조하여 직접 접착 방법에 의해 접합형 복합 렌즈를 제조하는 공정에 대해 설명한다. 여기에서는 제1 서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)로 구성되는 접합형 복합 렌즈를 예로 하여 설명하나 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅) 및 제6 서브렌즈(L₆)로 구성되는 접합형 복합 렌즈도 동일하다. 이 경우 이하의 설명에 있어서, 제1서브렌즈(L₁), 제2 서브렌즈(L₂) 및 제3 서브렌즈(L₃)로 표시되어 있는 곳을 각각 제4 서브렌즈(L₄), 제5 서브렌즈(L₅) 및 제6 서브렌즈(L₆)로 대신 읽으면 된다.
- <710> 도 46(A) ~ (G)는 접합형 복합 렌즈의 제조 공정을 설명하기 위해 제공된 도면이다. 도 46(A) ~ (F)는 후술하는 제1 서브렌즈 및 제3 서브렌즈를 형성하기 위해 사용하는 원통형 금형의 원통 중심선을 포함하고, 이 중심선에 따른 방향에 해당금형을 절단한 단면의 단면을 도시하였다. 도46(B), (C), (E) 및 (F)에는 접합형 복합 렌즈의 구성 재료인 실리콘수지나 광학 유리를 포함시켜 도시하고 있다. 또한, 도 46(G)에는 도 46(A) ~ (F)를 참조하여 설명한 접합형 복합 렌즈의 제조 공정을 거쳐 형성된 접합형 복합 렌즈의 광축을 포함하여, 이 광축에 따른 방향으로 해당접합형 복합 렌즈를 절단한 단면을 도시하였다.
- <711> 도46(A)는 제2 서브렌즈(L₂)에 대하여 제1 서브렌즈(L₁)를 접합시켜 형성하기 위한 금형(20)의 단면도이다. 금형(20)은 내면의 측벽이 원주형인 원통이고, 저면(22)은 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면을 형성하기 위해서 아랫면이 볼록형인 곡면형상으로 되어 있다. 즉, 저면(22)의 형상은 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면의 곡면형상과 동일한 형상으로 되어 있다.
- <712> 도46(B)은 금형(20)에 경화하기 전의 액체 상태의 투명경화성 실리콘수지(24)를 주입한 상태를 보인 것이다. 이하에서 접합형 복합 렌즈의 제조 공정에 관한 설명에 있어서, 열경화성수지를 이용한 경우를 예로 설명하지만, 자외선경화 수지를 이용하는 것도 가능하다.
- <713> 열경화성수지로는 일반적으로 성형시에 고온으로 함으로써 경화하는 수지를 말한다. 열경화성수지는 쇠상의 가늘고 긴 폴리머에서 가지 상태로 나오는 측쇄가 다른 폴리머의 측쇄와 결합하는 가교 반응이 고온에 의해 촉진되어 폴리머끼리 3차원적으로 서로 결합하여 움직이지 않게 됨으로써 경화한다. 가교 반응은 불가역 반응이므로 한번 경화한 열경화성 수지를 다시 가열하여도 연화되지 않는다.
- <714> 또한, 본 발명에 사용되는 열경화성수지에는 충전제 및 밀착 부여제가 혼입되는 것이 바람직하다. 이것은 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)의 접합 강도, 및 제2 서브렌즈(L₂)와 제3 서브렌즈(L₃)의 접합 강도를, 제조 공정에 있어서 및 활상 렌즈로서의 사용중에 박리하지 않는 정도의 강도로서 유지되도록 형성하기 위함이다.
- <715> 한편, 자외선 경화 수지로는 일반적으로 모노머, 올리고머(폴리머와 모노머의 중간적 성질의 물질로서 수지의 주성분이다), 광개시제 및 첨가제로 구성되는 수지를 말한다. 이 혼합물에 자외선을 조사하면, 광중합반응에 의해 광개시제가 액체인 모노머(수지의 희석제로서 경화후 수지의 일부를 구성한다) 상태로부터 고체인 폴리머 상태로 전환시킨다. 또한, 자외선 경화수지에 있어서도, 상술한 열경화성수지와 같이, 충전제 및 밀착 부여제가 혼입되어 있는 것이 바람직하다.
- <716> 도 46(C)은 제2 서브렌즈(L₂)로 되는 광학 유리(26)의 일면과 경화하기 전의 액체상태의 투명경화성 실리콘수지(24)의 표면(28)을 밀착시켜 배치한 상태를 도시한 것이다. 이 상태로 금형(20)을 투명경화성 실리콘수지(24)의 경화 온도까지 상승시켜 투명경화성 실리콘수지(24)를 경화시킨다. 투명경화성 실리콘수지(24)가 열경화된 후 금형(20)을 냉각하고, 광학 유리(26)에 경화한 투명경화성 실리콘수지(24)가 접합된 상태의 복합 렌즈를 꺼낸다. 이 상태의 복합 렌즈는 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)가 접착되어 접합된 2매1군 렌즈이다.
- <717> 본 발명의 발명자는 상술한 실시예 1 ~ 실시예 6에 나타낸 활상 렌즈에 있어서, 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)의 접합 강도가 제조 공정에 있어서 및 활상 렌즈로서의 사용에 있어서, 박리가 생기지 않는 정도의 강도로서 유지되도록 형성하는 것이 가능한 것을 확인하였다.
- <718> 도 46(D)는 상술의 제1 서브렌즈(L₁)과 제2 서브렌즈(L₂)가 접합된 복합 렌즈에, 더욱 제3 서브렌즈(L₃)를 접합시켜 형성하기 위한 금형(30)의 단면도이다. 금형(30)은 상술한 금형(20)과 같이, 내면의 측벽이 원주상태인 원통이고, 저면(32)은 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면을 형성하기 위해서 윗 부분이 볼록형의 곡면형상으로 되어

있다. 저면(32)의 형상은, 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면의 곡면형상과 동일한 형상으로 되어 있다.

- <719> 도46(E)은 금형(30)에 경화하기 전의 액체상태의 투명경화성 실리콘수지(34)를 주입한 상태를 도시하고 있다. 투명경화성 실리콘수지(34)는 상술한 투명경화성 실리콘수지(24)와 동일한 수지를 써도 되고, 또한 다른 수지를 써도 좋다. 어떤 경우에도 본 발명에 관한 접합형 복합 렌즈의 설계에 따라 적합한 실리콘수지를 선택하여 사용하면 된다.
- <720> 도46(F)는 상술한 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)가 접합된 복합 렌즈
- <721> 의 제2 서브렌즈(L₂)의 제1 서브렌즈(L₁)가 형성된 측과 반대측의 면과, 경화하기 전의 액체상태의 투명경화성 실리콘수지(34)의 표면(40)을 밀착시켜 배치한 상태를 도시한 것이다. 제1 서브렌즈(L₁)와 제2 서브렌즈(L₂)가 접합된 복합 렌즈는 투명경화성 실리콘 수지(24)와 광학 유리(26)(제2 서브렌즈(L₂))로부터 구성되는 2매1군의 접합형복합 렌즈를 의미한다.
- <722> 도46(F)에 보인 상태로 금형(30)을 투명경화성 실리콘수지(34)의 경화 온도까지 상승시켜, 투명경화성 실리콘수지(34)를 경화시킨다. 이 때, 투명경화성 실리콘수지(24)는 이미 열경화되어 있으므로, 투명경화성 실리콘수지(34)의 경화 온도까지 상승되어도 그 형상이 변화되지 않는다.
- <723> 투명경화성 실리콘수지(34)가 경화된 후, 금형(30)을 냉각하고 상술한 제1 서브렌즈(L₁)과 제2 서브렌즈(L₂)가 접합된 상술의 2매1군의 접합형 복합 렌즈에, 경화된 투명경화성 실리콘수지(34)(제3 서브렌즈(L₃))로서 형성되는)이 접합된 상태의 접합형 복합 렌즈(본 발명의 3매1군의 접합형 복합 렌즈)을 꺼낸다.
- <724> 본 발명의 발명자는 상술한 실시예 1 ~ 실시예 6의 촬상 렌즈에 있어서, 제2 서브렌즈(L₂)와 제3 서브렌즈(L₃)의 접합 강도를, 제조 공정에 있어서 및 촬상 렌즈로서의 사용에 있어서, 박리가 생기지 않는 정도의 강도로서 유지되도록 형성하는 것이 가능함을 확인하였다.
- <725> 도46(G)는 상술의 제조 공정을 경과해서 완성되어진 접합형 복합 렌즈를 광축에 따른 방향으로 절단한 단면도이다. 투명경화성 실리콘수지(24)가 제1 서브렌즈(L₁), 광학 유리(26)가 제2 서브렌즈(L₂), 투명경화성 실리콘수지(34)가 제3 서브렌즈(L₃)로 된다. 도46(G)에 가리킨 접합형 복합 렌즈는 제1 서브렌즈의 물체측면(36)이 물체측에 볼록면이 향하고 있고, 제3 서브렌즈 상측면(38)이 상측에 오목면이 향한 형상이다.
- <726> 도 46(A) ~ (G)를 참조해서 설명한 접합형 복합 렌즈의 제조 공정은, 제2 서브렌즈(L₂)를 평행 평면 유리판으로 하고, 제1 서브렌즈(L₁)를 해당 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면(36)이 물체측으로 볼록면이 향하는 평볼록 렌즈로 하고, 제3 서브렌즈(L₃)를 해당 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면(38)이 상측으로 오목면이 향하는 평오목렌즈로 한 접합형 복합 렌즈를 제조할 경우를 상정한 금형을 이용했을 경우의 제조 공정이다. 그러나 렌즈면의 요철 방향이 다른 접합형 복합 렌즈에 있어서도 상기와 동일한 공정으로 제조할 수 있는 것은 자명하다. 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면(36)의 형상은 금형(20)의 저면(22)의 형상으로 결정된다. 또한 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면(38)의 형상은 금형(30)의 저면(32)의 형상으로 결정된다. 즉 금형(20) 및 금형(30)의 각각의 저면 형상을 제1 서브렌즈(L₁)의 물체측면(36)의 형상 및 제3 서브렌즈(L₃)의 상측면(38) 형상으로 맞추면 된다.
- <727> 도46(A) ~ (G)를 참조해서 설명한 접합형 복합 렌즈의 제조 공정에 있어서, 제1 서브렌즈 및 제3 서브렌즈는 열경화성수지에 의해 형성되므로, 금형(20) 및 금형(30)의 온도를 상승시키고 가공시키기 위한 온도제어장치가 필요하다. 이 온도제어장치를 어떻게 구성할지 여부는 접합형 복합 렌즈의 제조 장치의 설계적 사항에 속하므로, 온도제어장치는 도46(A) ~ (G)에서는 생략되었다.
- <728> 또한, 제1 서브렌즈(L₁) 및 제3 서브렌즈(L₃)를 자외선 경화수지에 의해 형성할 경우에는, 금형(20) 및 금형(30)의 윗쪽에서, 자외선경화 수지에 대하여 자외선을 조사할 수 있도록 접합형 복합 렌즈의 제조 장치를 설계하면 된다.

도면의 간단한 설명

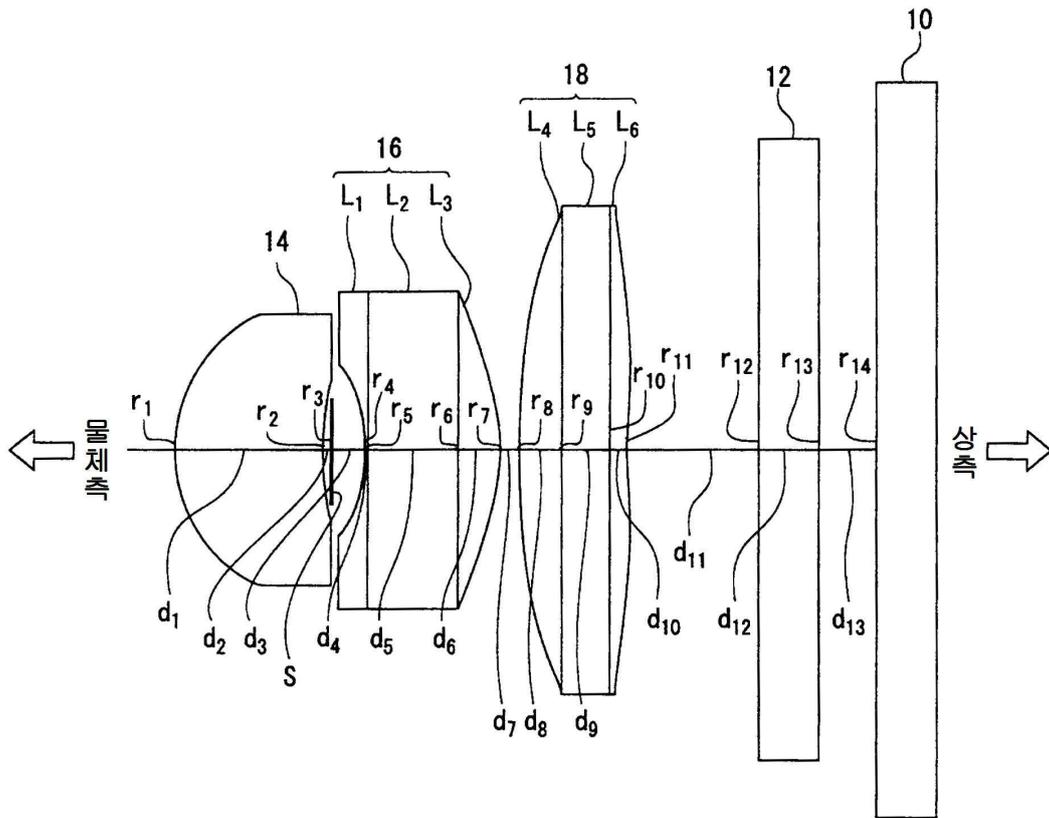
- <228> 도 1은 실시예 1의 촬상 렌즈의 구성도이다.

- <229> 도 2는 실시예1의 촬상 렌즈의 광로도이다.
- <230> 도 3은 실시예1의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <231> 도 4는 실시예1의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <232> 도 5는 실시예1의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <233> 도 6은 실시예2의 촬상 렌즈의 구성도이다.
- <234> 도 7은 실시예2의 촬상 렌즈의 광로도이다.
- <235> 도 8은 실시예2의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <236> 도 9는 실시예2의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <237> 도 10은 실시예2의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <238> 도 11은 실시예3의 촬상 렌즈의 구성도이다.
- <239> 도 12는 실시예3의 촬상 렌즈의 광로도이다.
- <240> 도 13은 실시예3의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <241> 도 14는 실시예3의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <242> 도 15는 실시예3의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <243> 도 16은 실시예4의 촬상 렌즈의 구성도이다.
- <244> 도 17은 실시예4의 촬상 렌즈의 광로도이다.
- <245> 도 18은 실시예4의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <246> 도 19는 실시예4의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <247> 도 20은 실시예4의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <248> 도 21은 실시예5의 촬상 렌즈의 구성도이다.
- <249> 도 22는 실시예5의 촬상 렌즈의 광로도이다.
- <250> 도 23은 실시예5의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <251> 도 24는 실시예5의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <252> 도 25는 실시예5의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <253> 도 26은 실시예6의 촬상 렌즈의 구성도이다.
- <254> 도 27은 실시예6의 촬상 렌즈의 광로도이다.
- <255> 도 28은 실시예6의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <256> 도 29는 실시예6의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <257> 도 30은 실시예6의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <258> 도 31은 실시예7의 촬상 렌즈의 구성도이다.
- <259> 도 32은 실시예7의 촬상 렌즈의 광로도이다.
- <260> 도 33은 실시예7의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <261> 도 34는 실시예7의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <262> 도 35는 실시예7의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <263> 도 36은 실시예8의 촬상 렌즈의 구성도이다.
- <264> 도 37은 실시예8의 촬상 렌즈의 광로도이다.

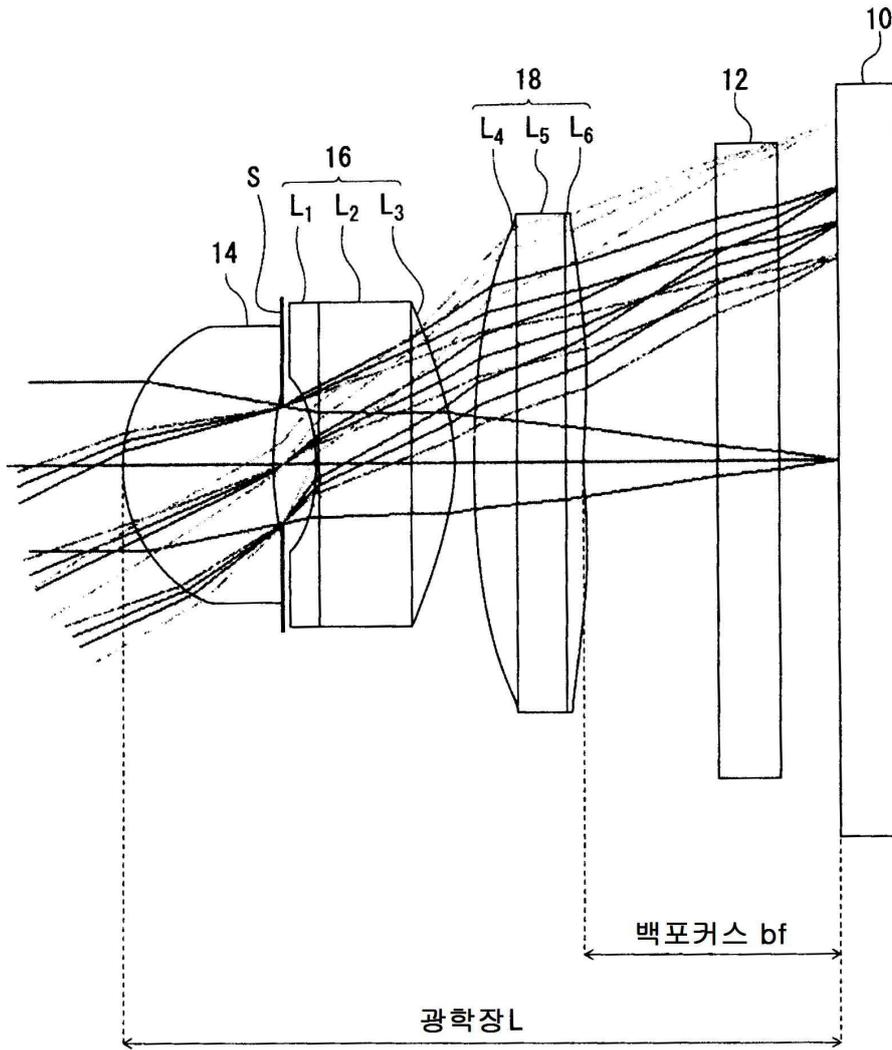
- <265> 도 38은 실시예8의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <266> 도 39는 실시예8의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <267> 도 40은 실시예8의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <268> 도 41은 실시예9의 촬상 렌즈의 구성도이다.
- <269> 도 42는 실시예9의 촬상 렌즈의 광로도이다.
- <270> 도 43은 실시예9의 촬상 렌즈의 왜곡수차도이다.
- <271> 도 44는 실시예9의 촬상 렌즈의 비점수차도이다.
- <272> 도 45은 실시예9의 촬상 렌즈의 색·구면수차도이다.
- <273> 도 46은 접합형 복합 렌즈의 제조 공정을 나타낸 것이다.
- <274> [부호의 설명]
- <275> 10: 고체 촬상 소자
- <276> 12: 커버 유리
- <277> 14: 제1 렌즈
- <278> 16: 제2 렌즈
- <279> 18: 제3 렌즈
- <280> 20, 30: 금형
- <281> 24, 34: 투명경화성 실리콘 수지
- <282> 26: 광학 유리
- <283> 36: 제1 서브렌즈의 물체측 면
- <284> 38: 제3 서브렌즈의 상측 면
- <285> S: 개구조리개
- <286> S1: 제1 조리개(개구조리개)
- <287> S2: 제2 조리개
- <288> L1: 제1 서브렌즈
- <289> L2: 제2 서브렌즈
- <290> L3: 제3 서브렌즈
- <291> L4: 제4 서브렌즈
- <292> L5: 제5 서브렌즈
- <293> L6: 제6 서브렌즈

도면

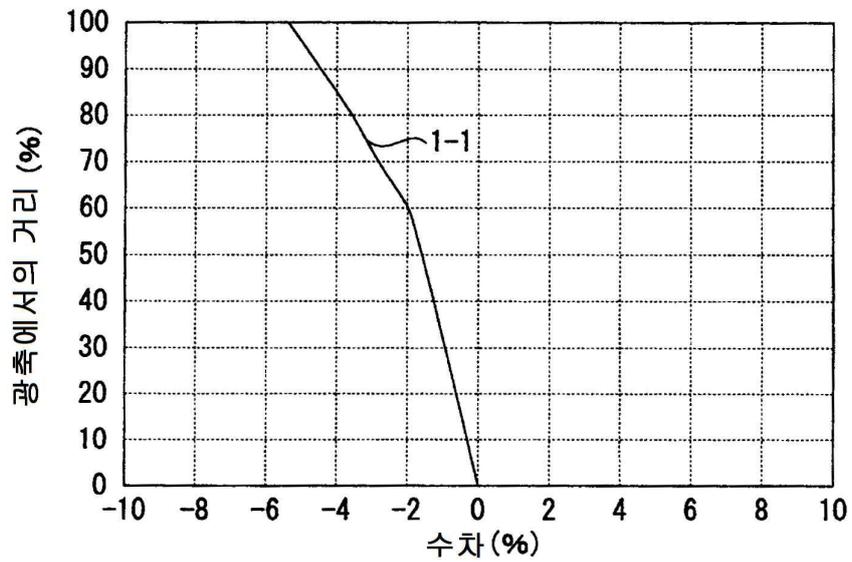
도면1



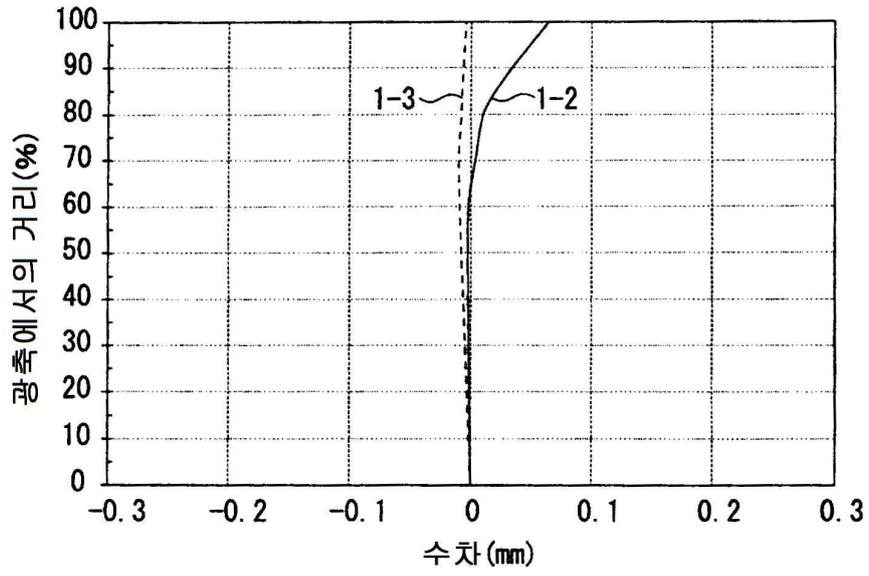
도면2



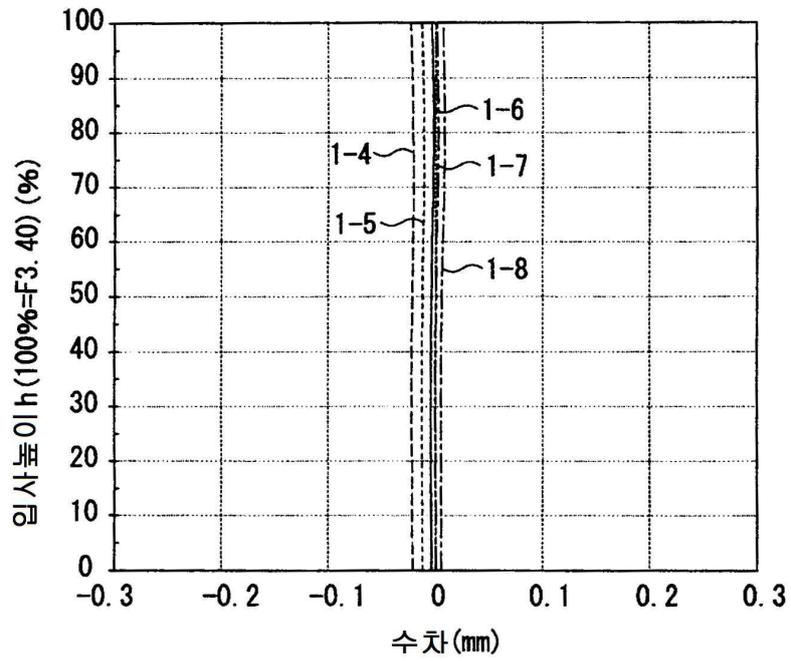
도면3



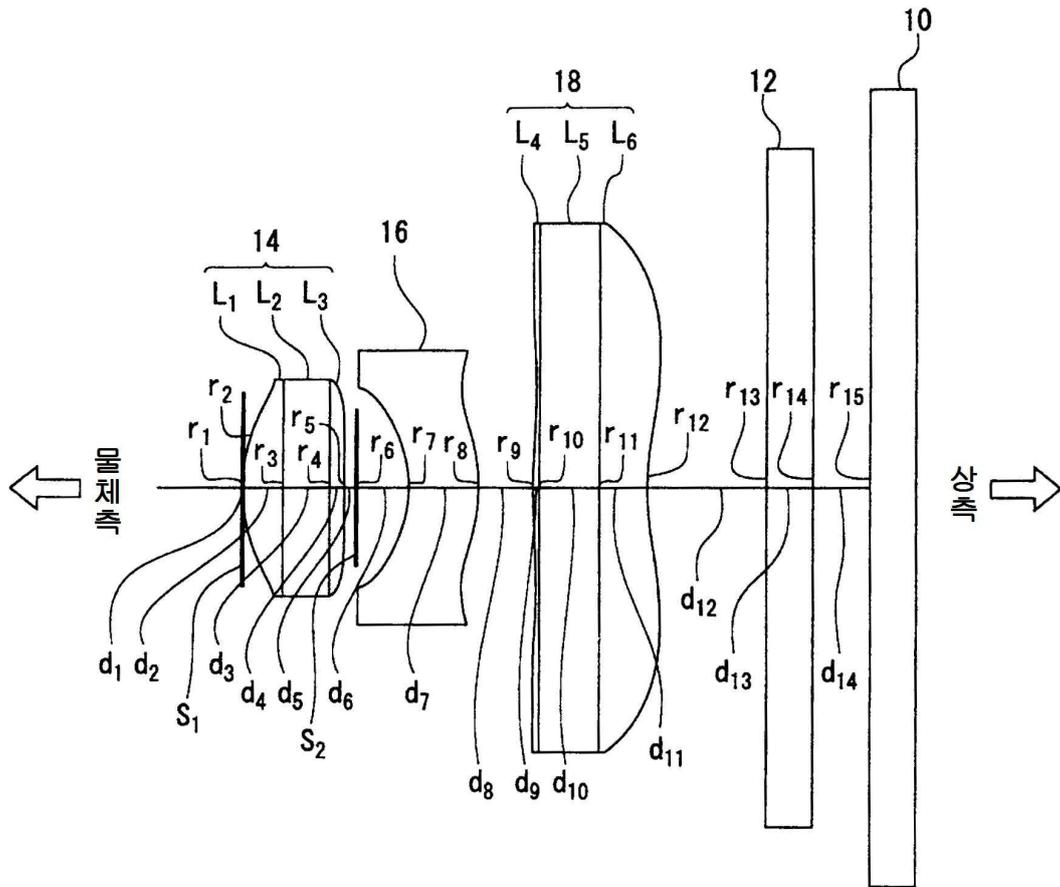
도면4



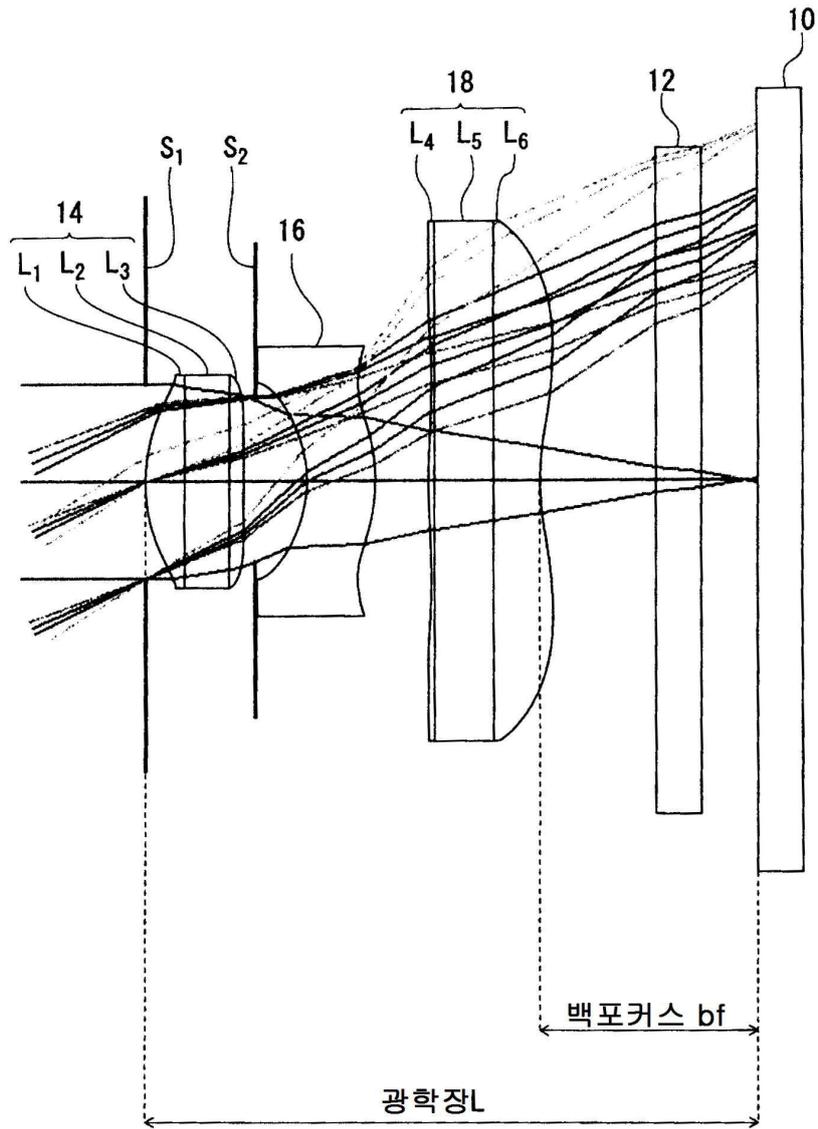
도면5



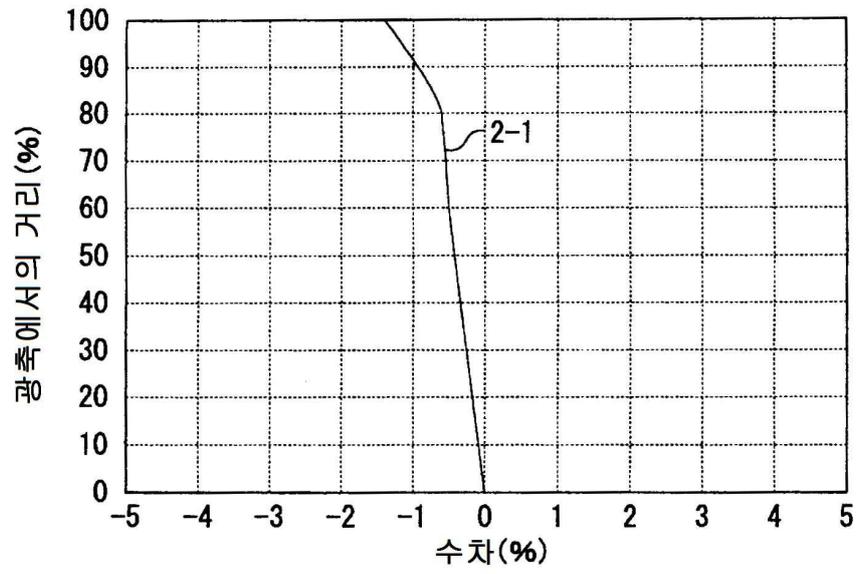
도면6



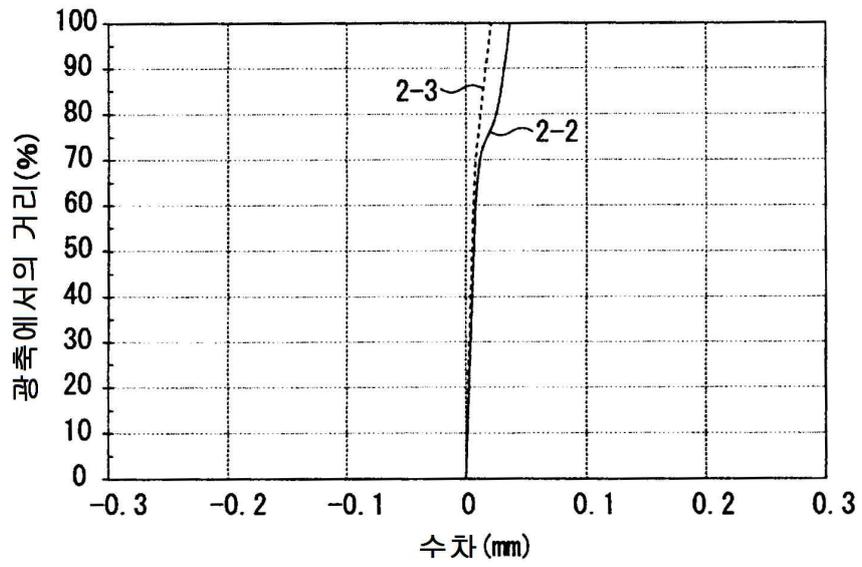
도면7



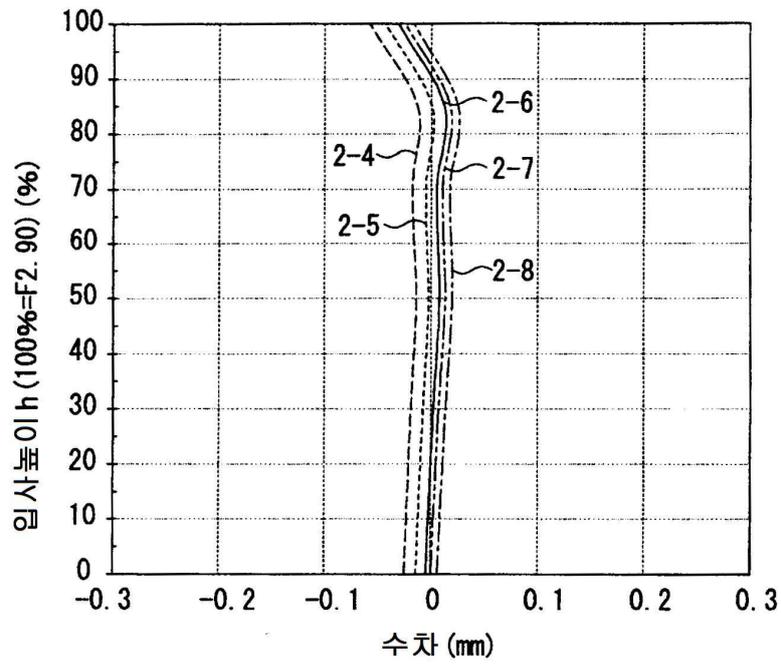
도면8



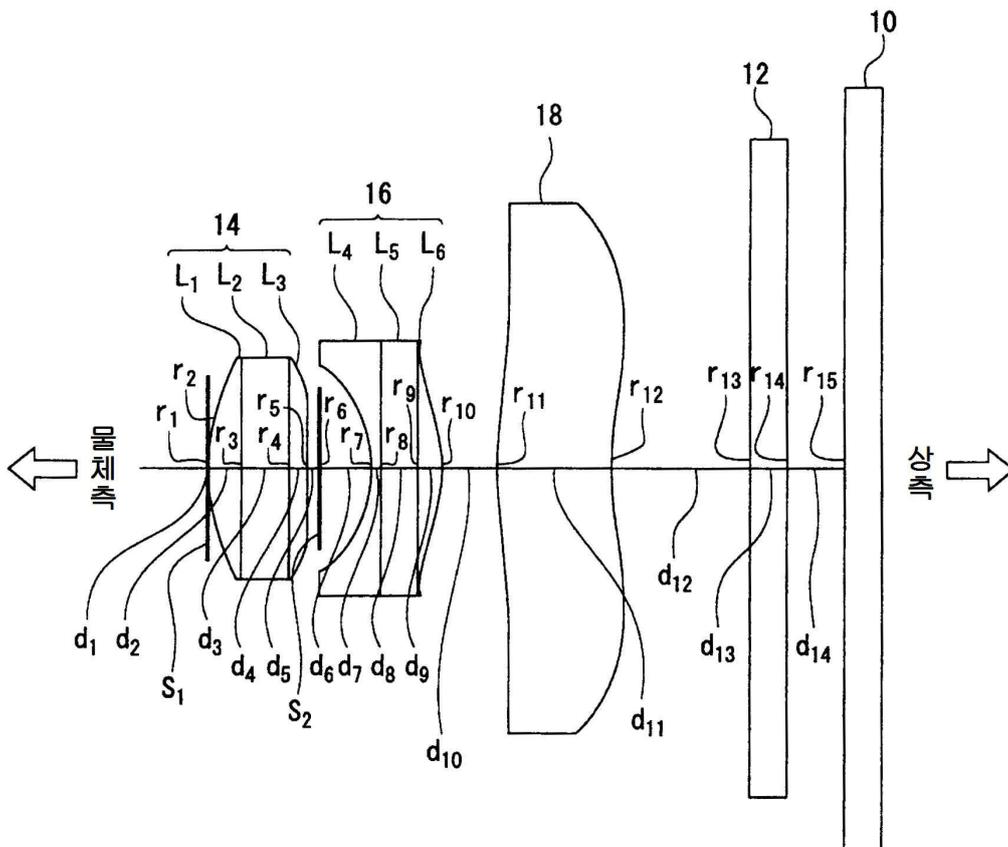
도면9



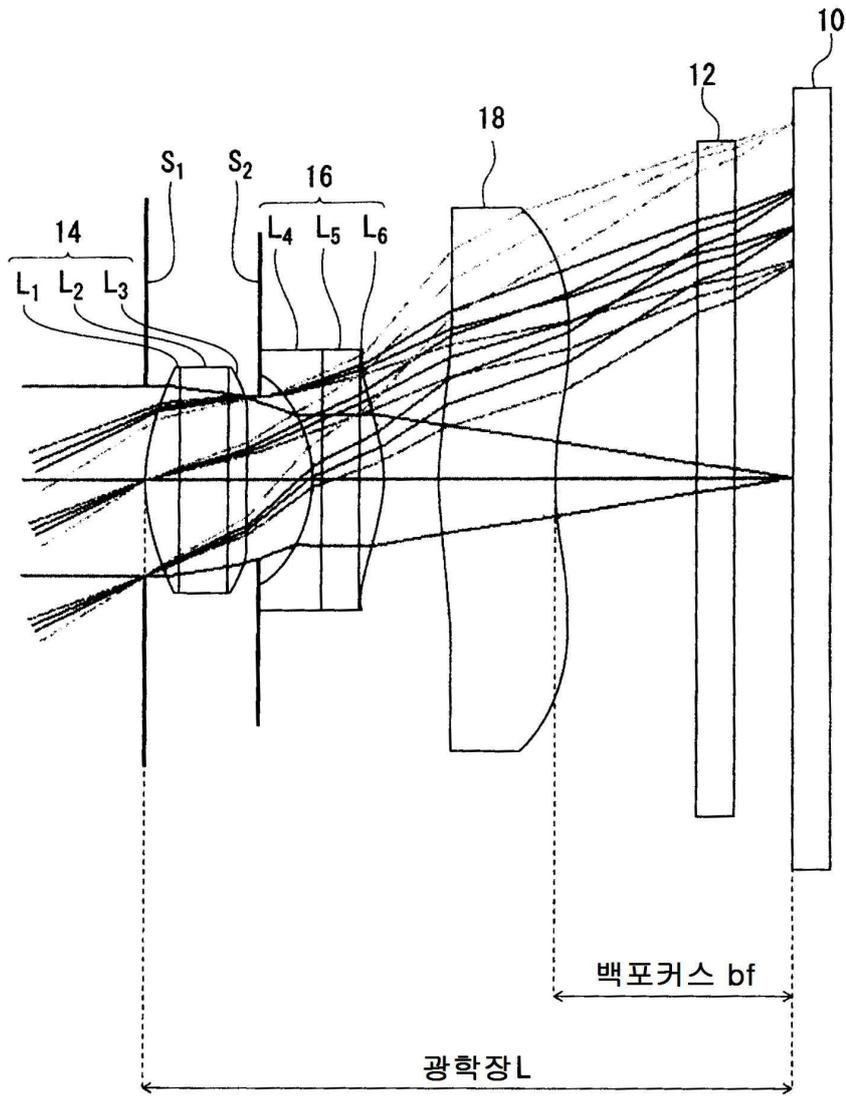
도면10



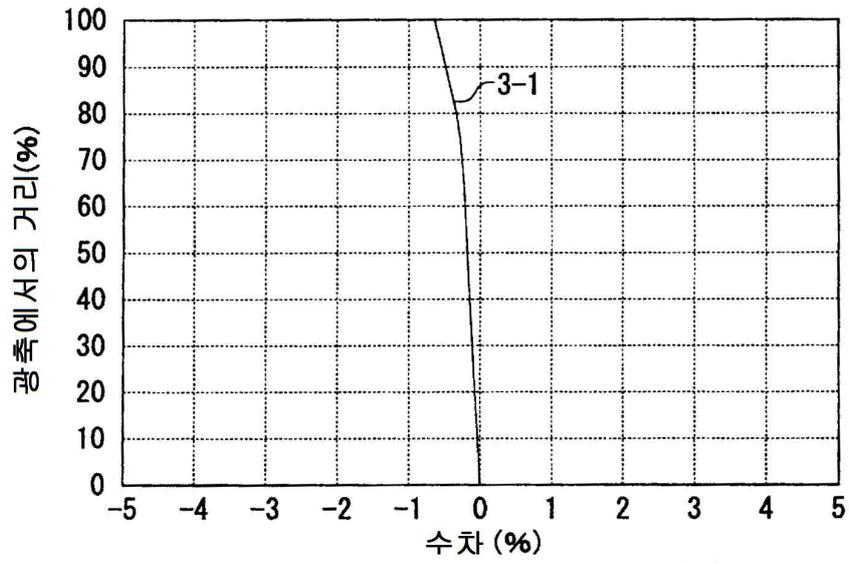
도면11



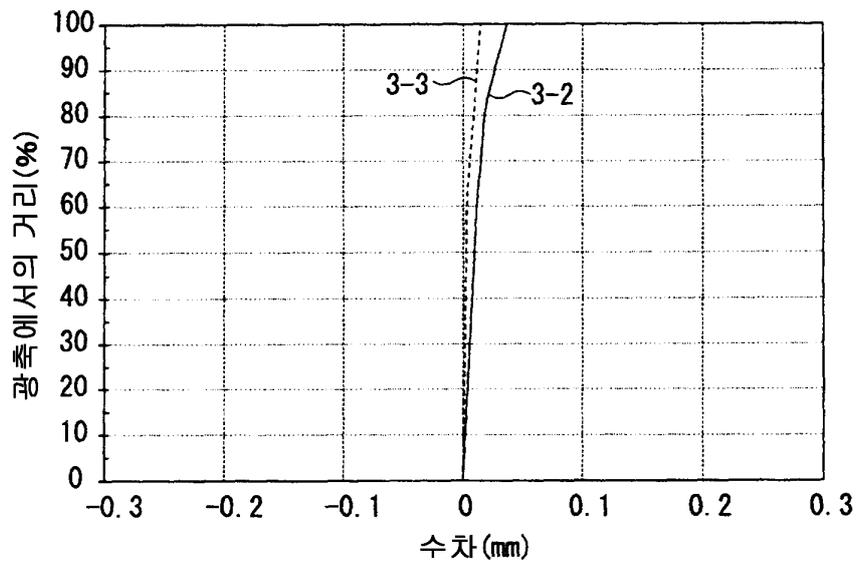
도면12



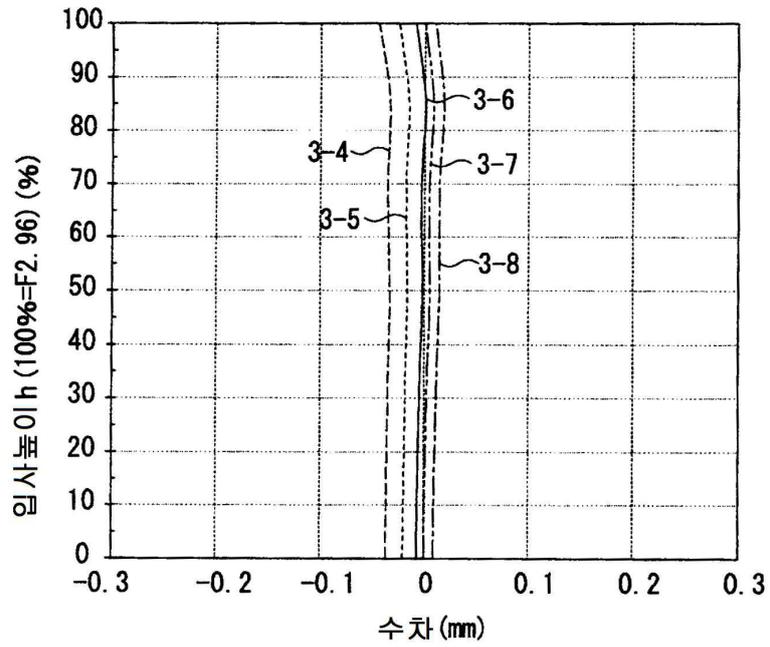
도면13



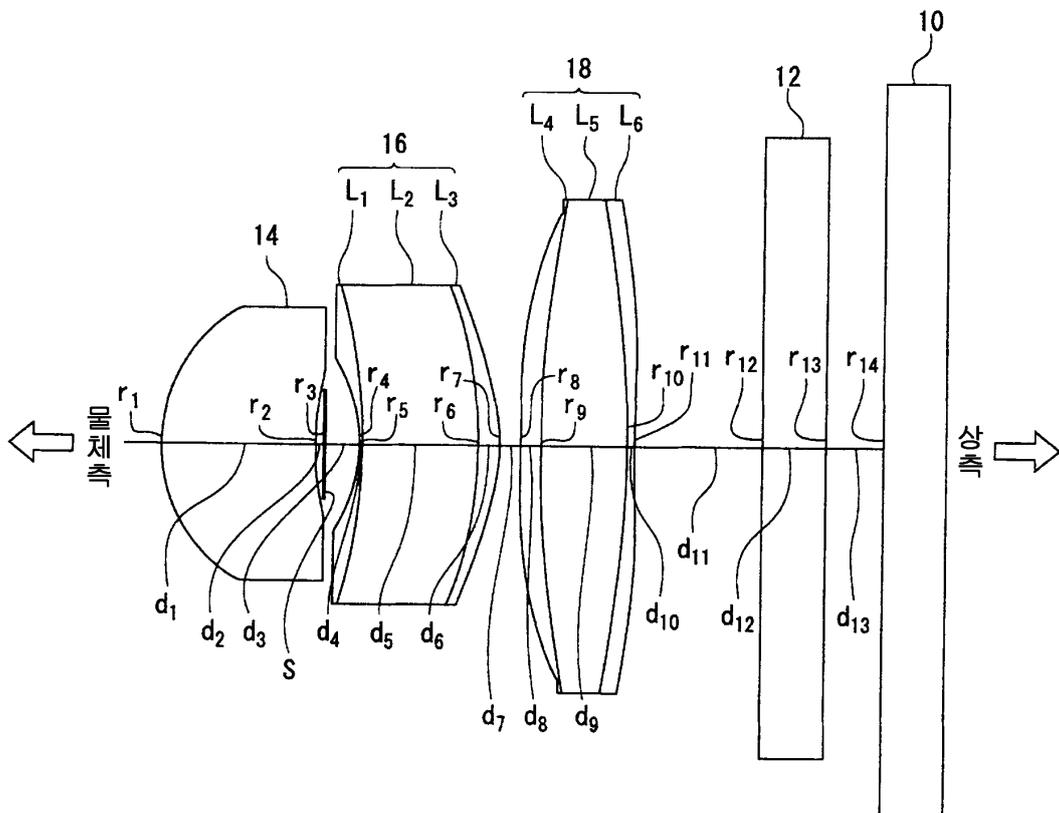
도면14



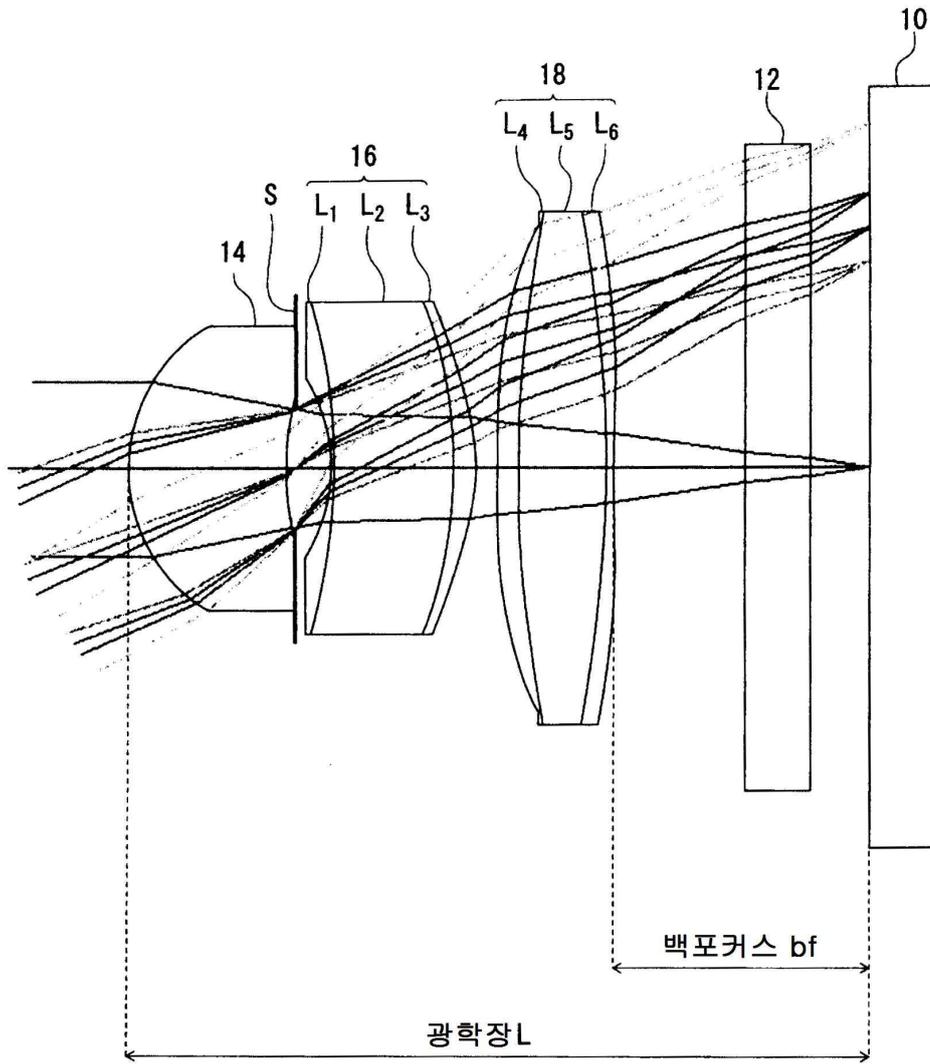
도면15



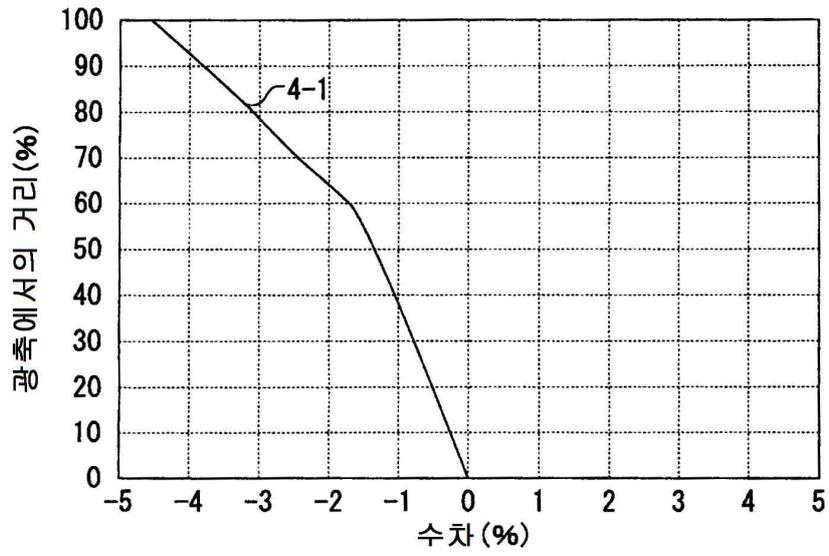
도면16



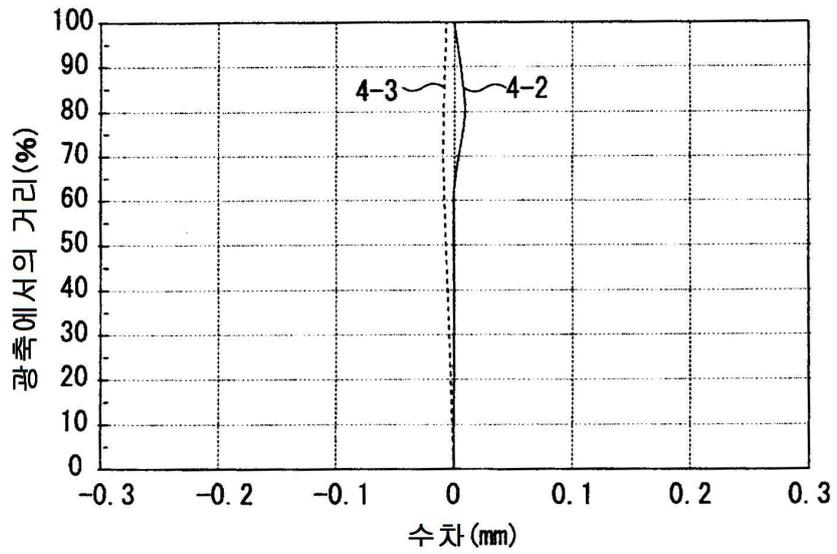
도면17



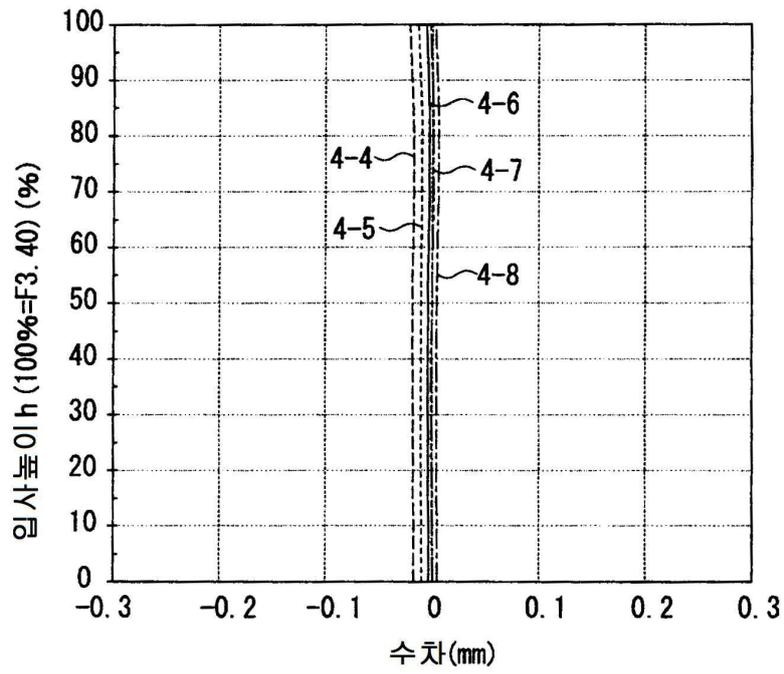
도면18



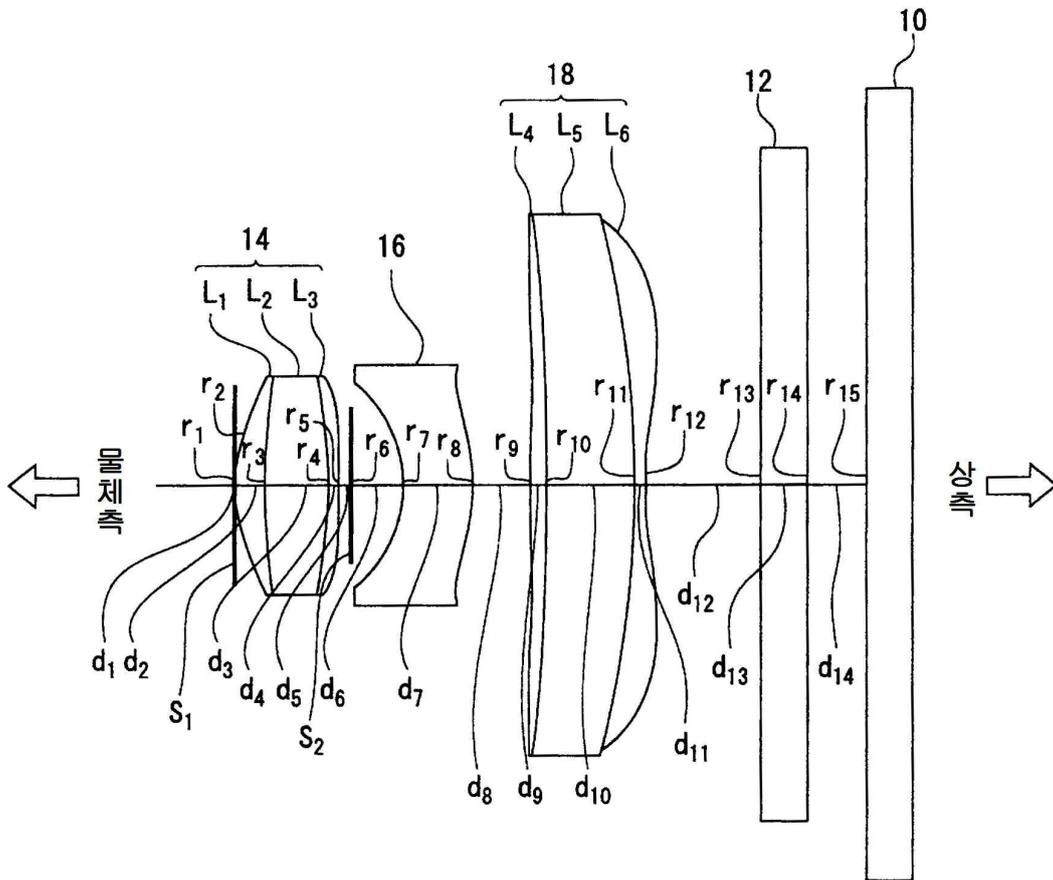
도면19



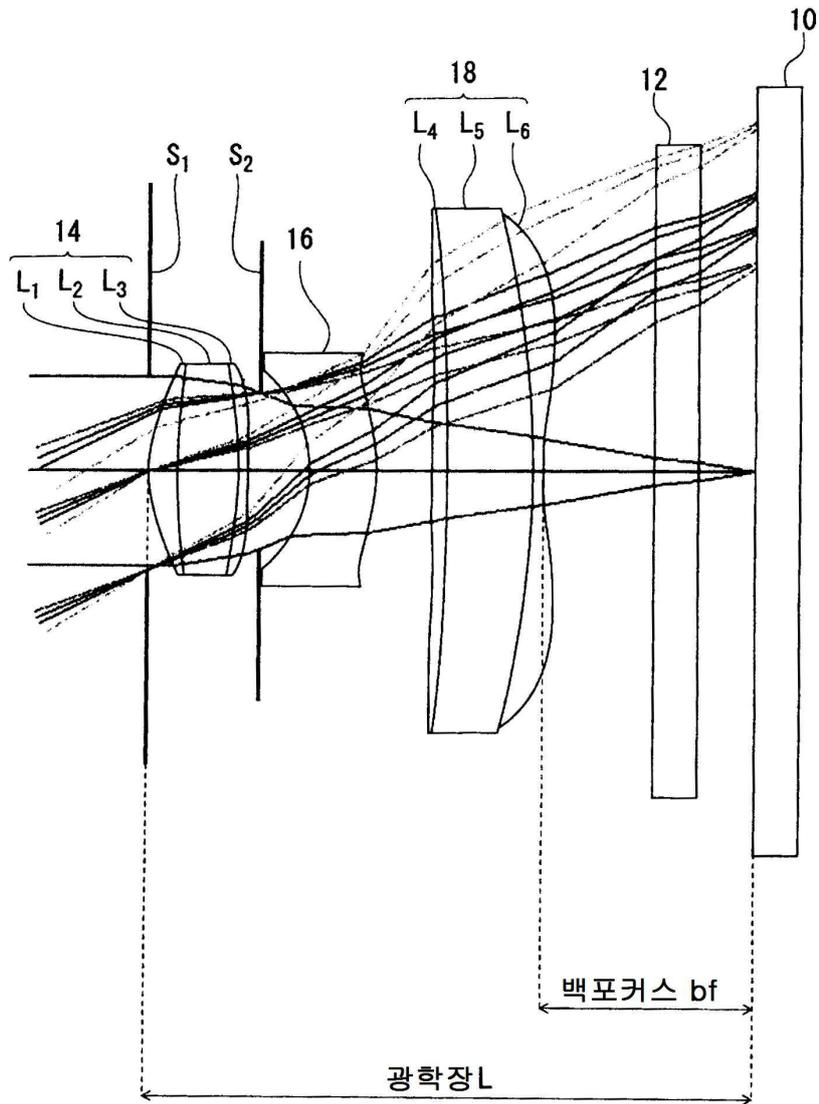
도면20



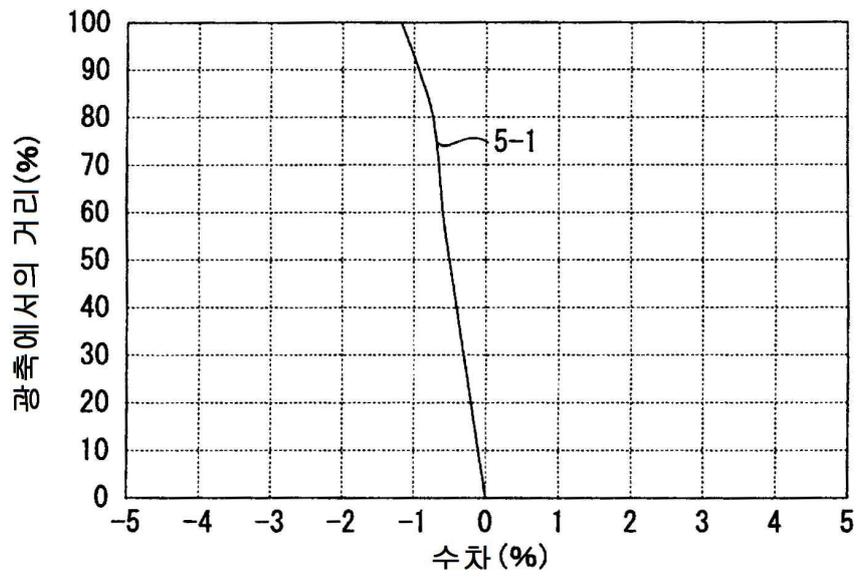
도면21



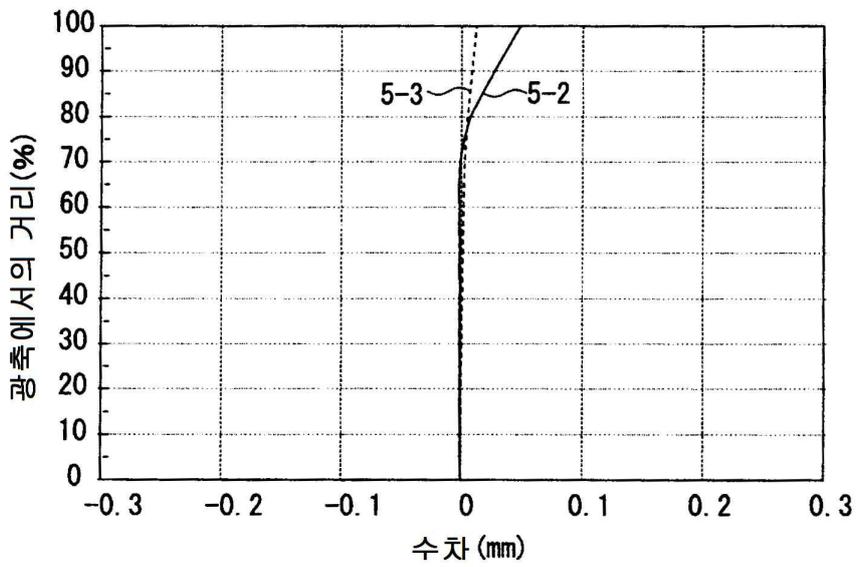
도면22



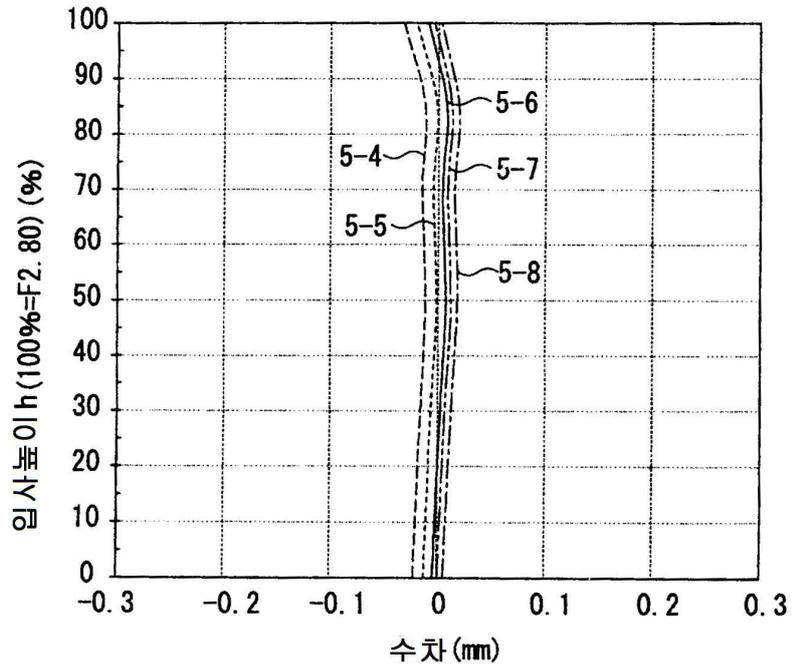
도면23



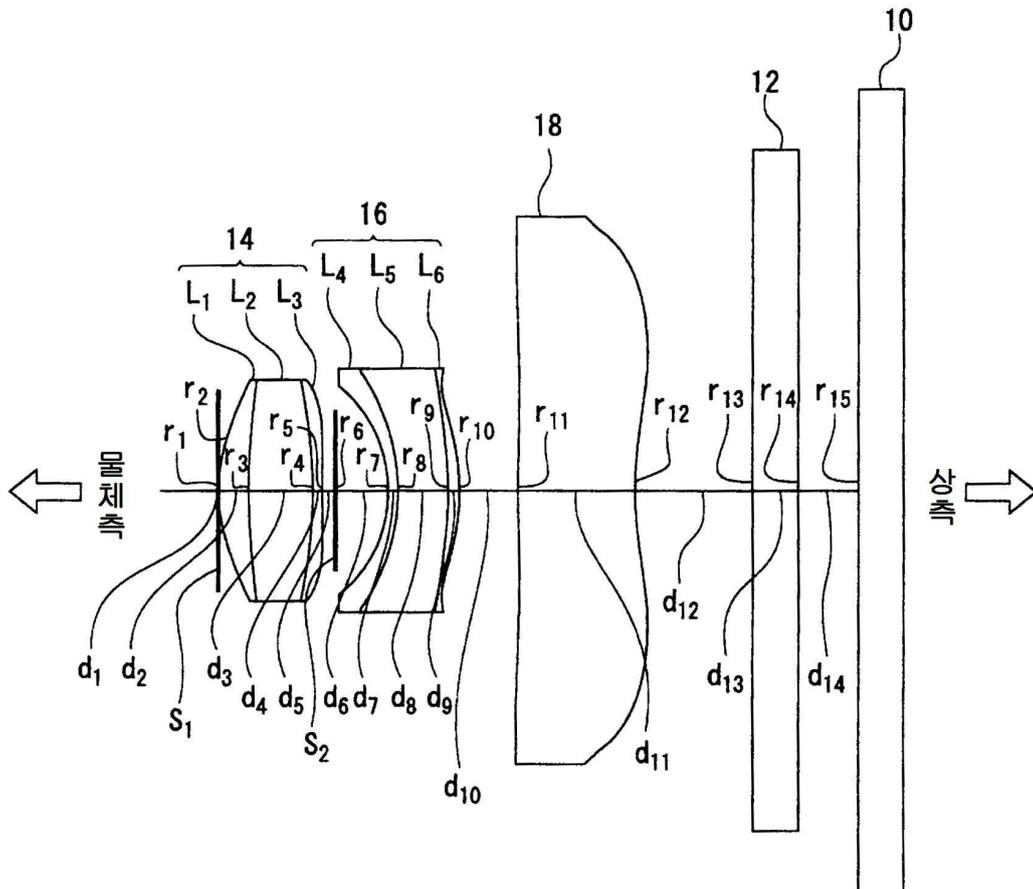
도면24



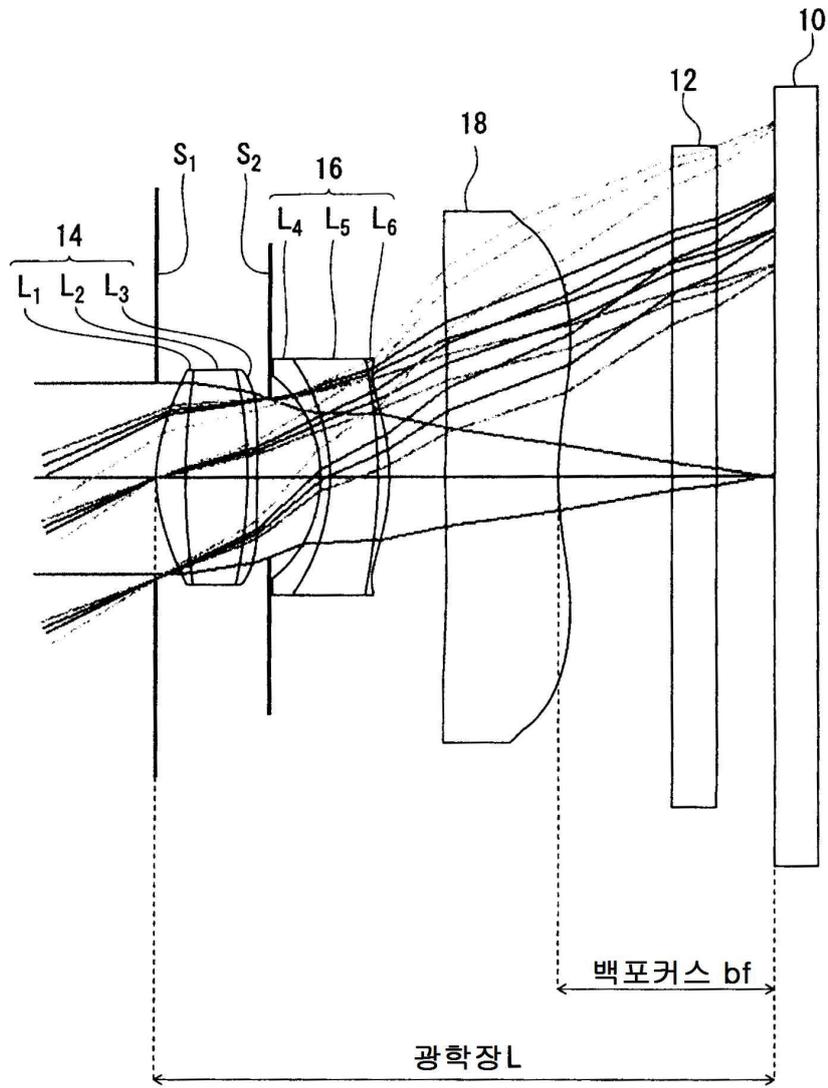
도면25



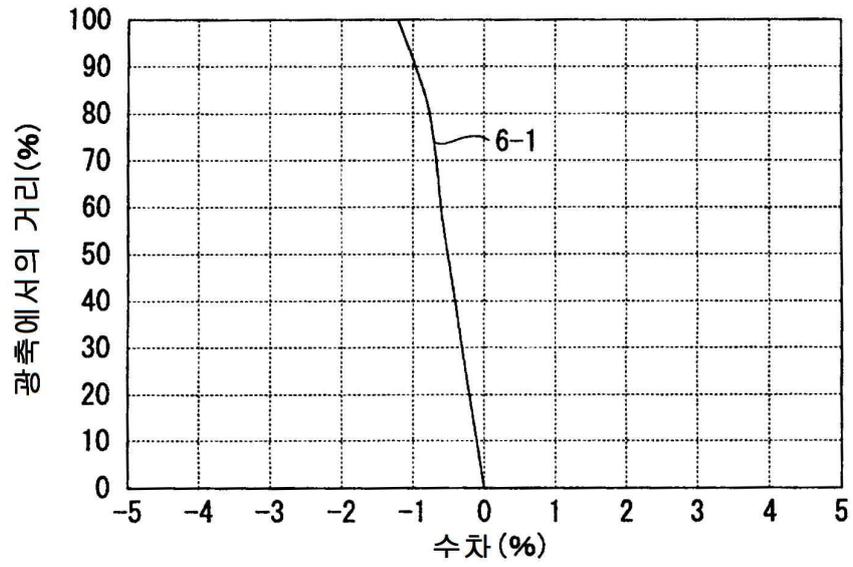
도면26



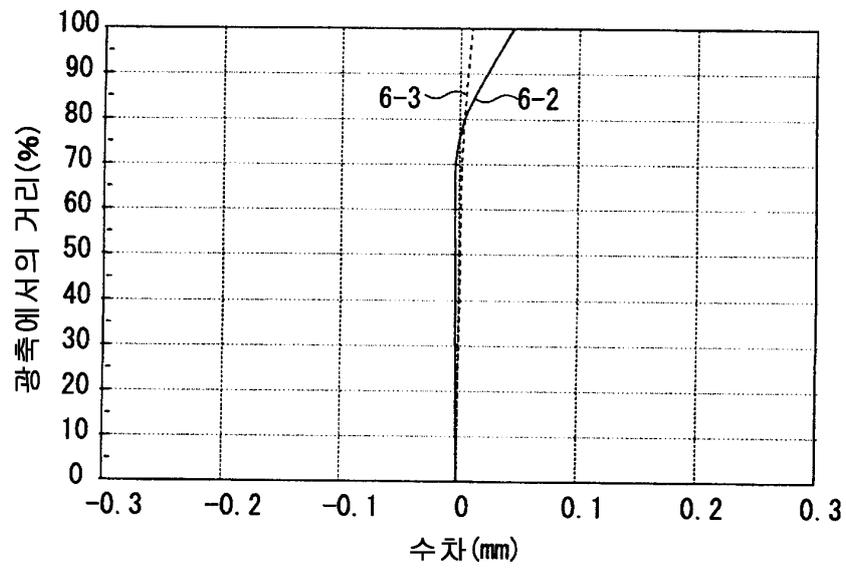
도면27



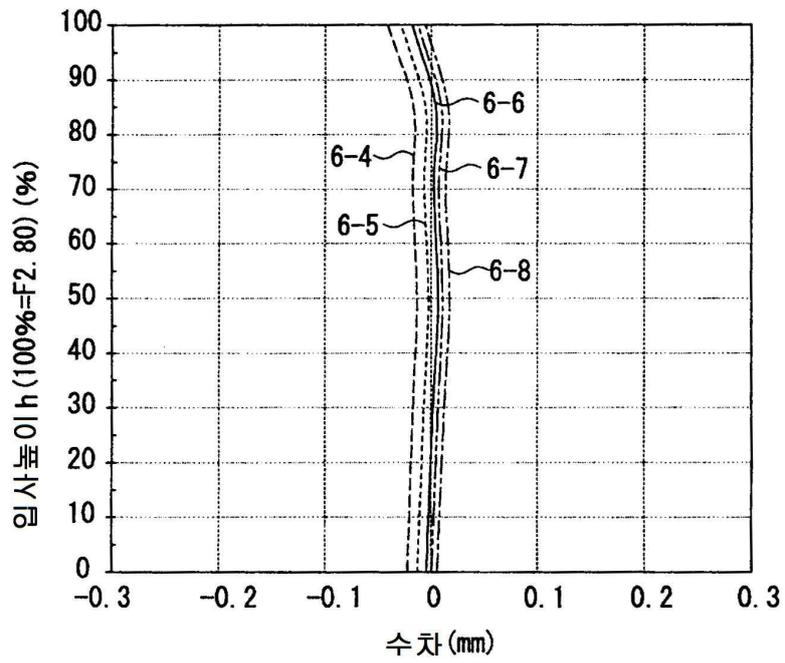
도면28



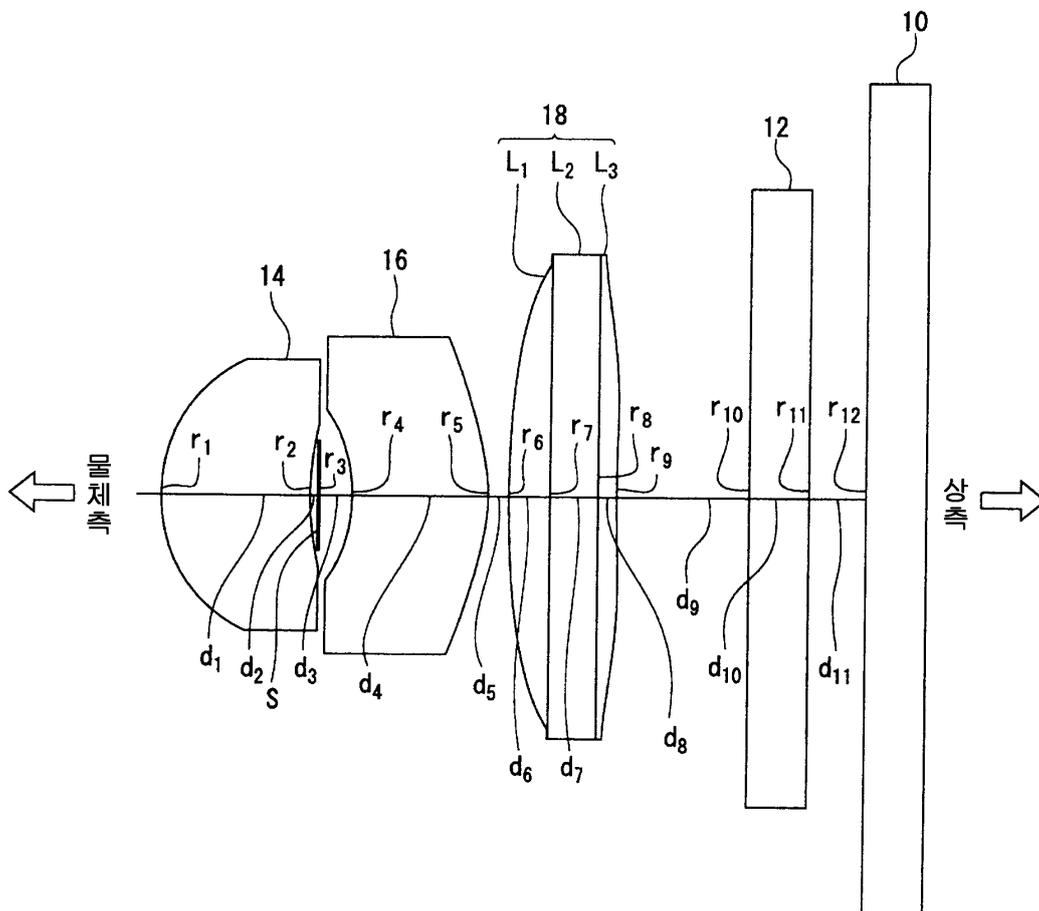
도면29



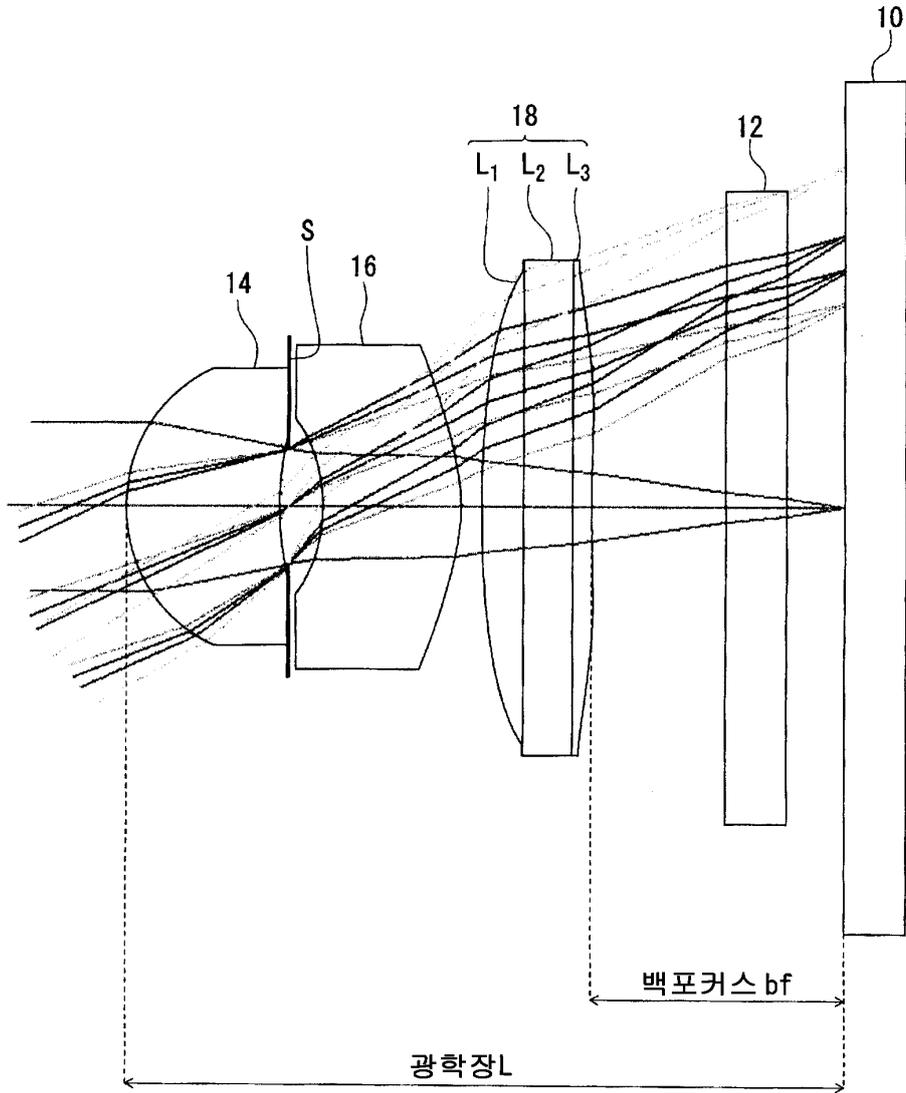
도면30



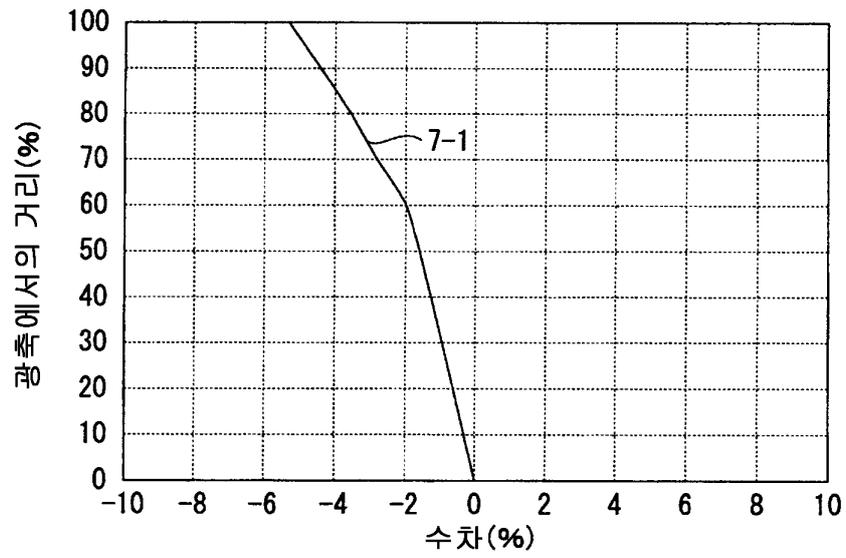
도면31



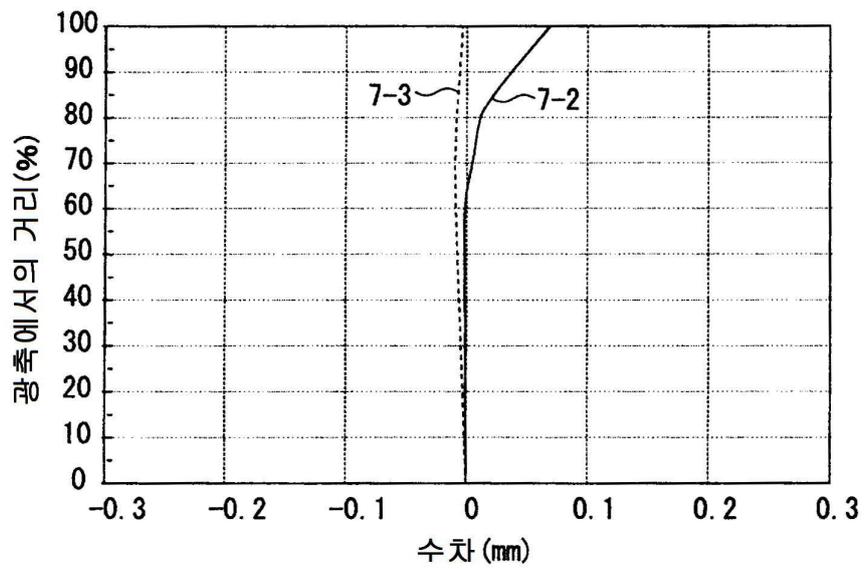
도면32



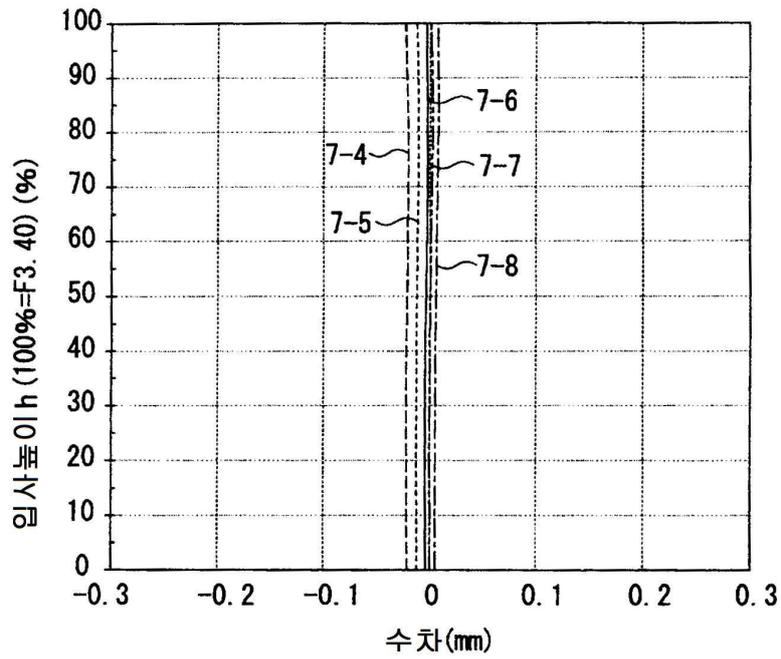
도면33



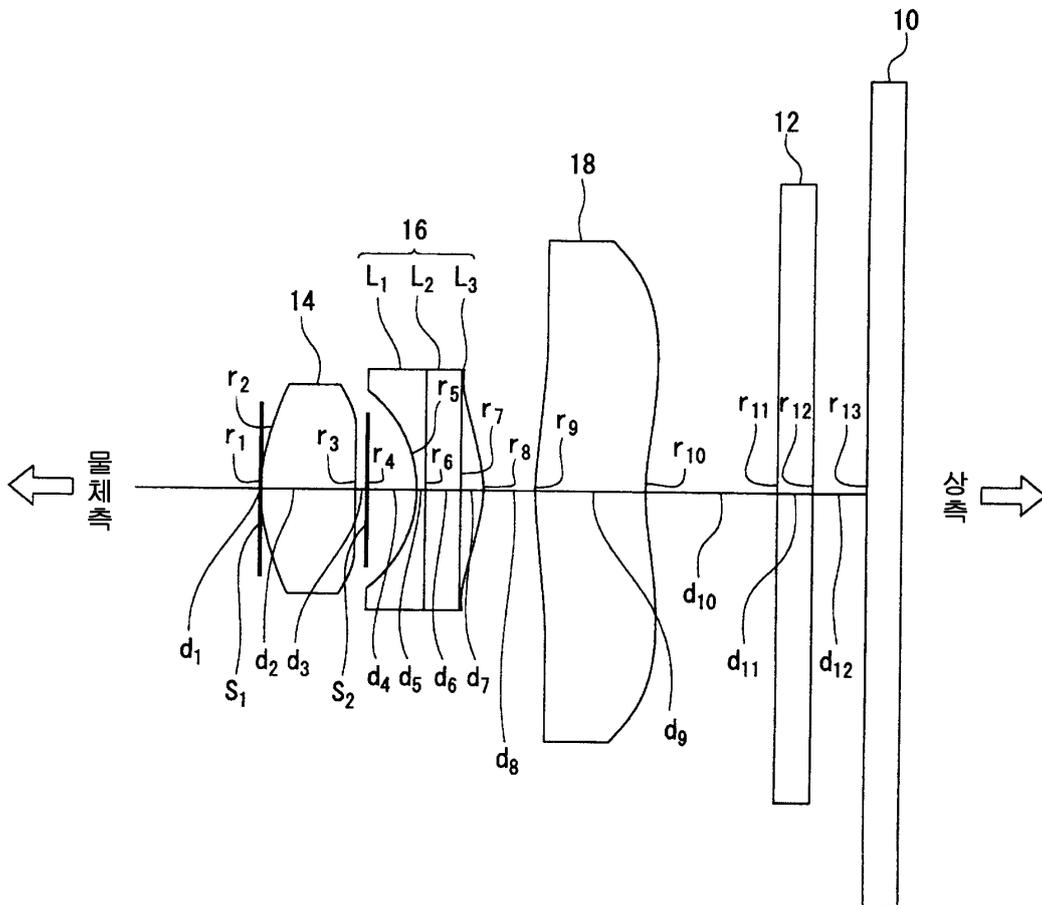
도면34



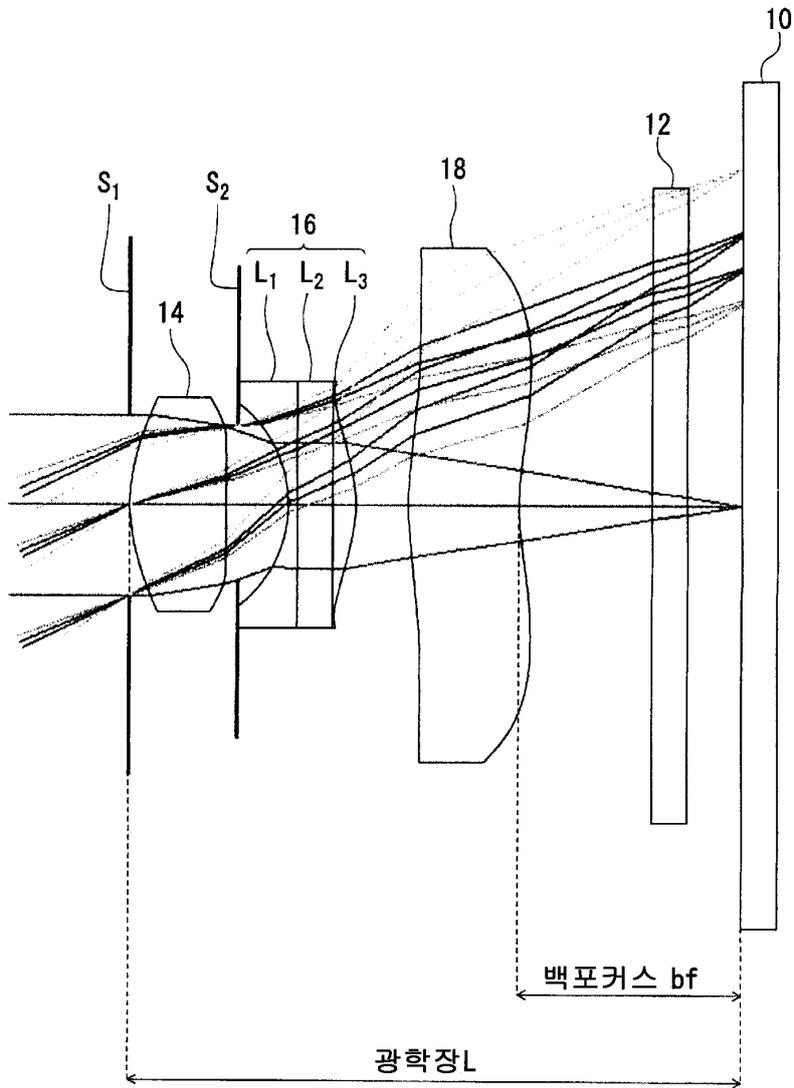
도면35



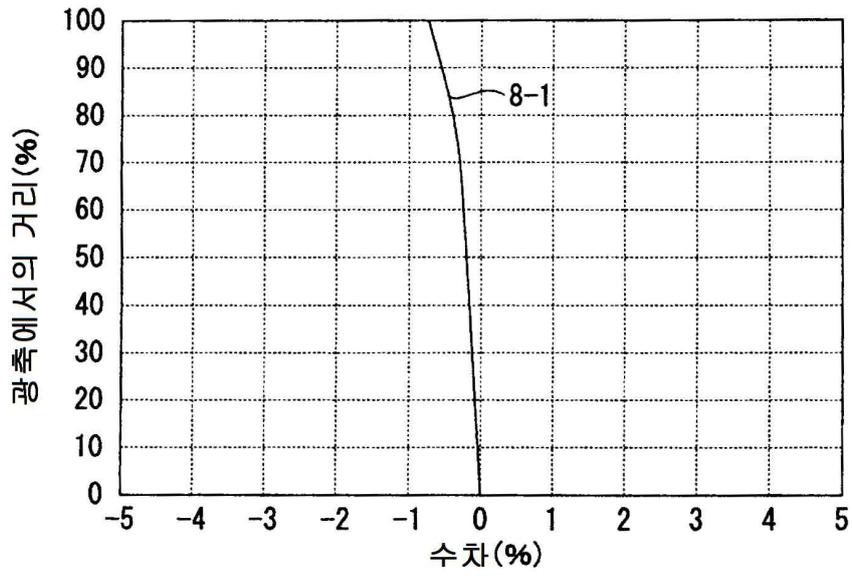
도면36



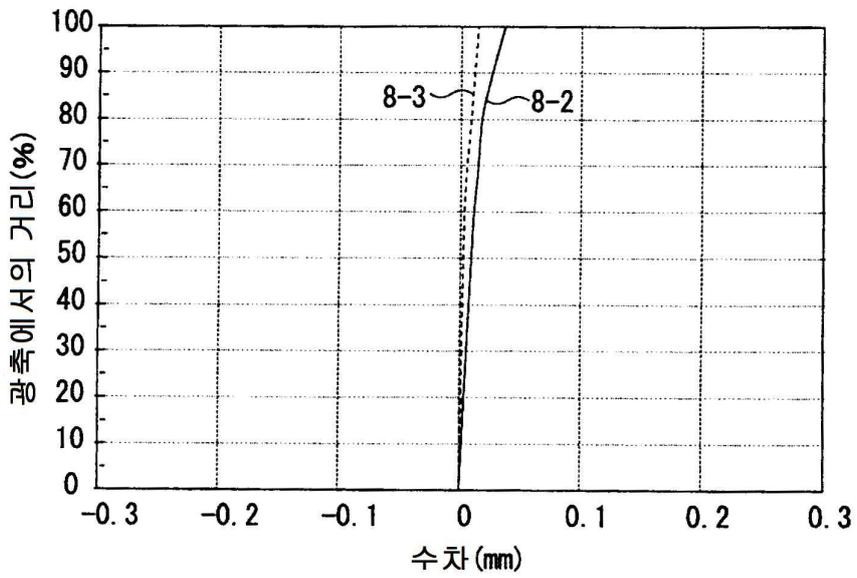
도면37



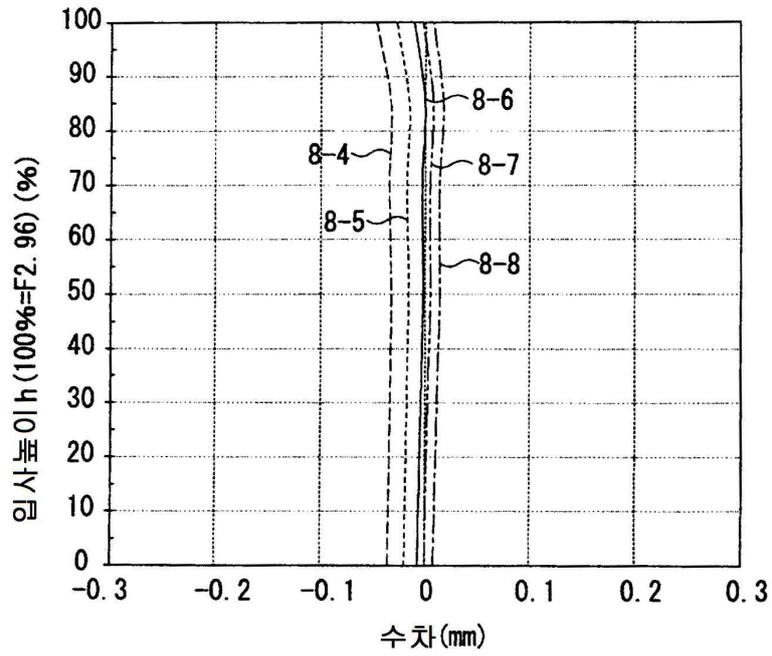
도면38



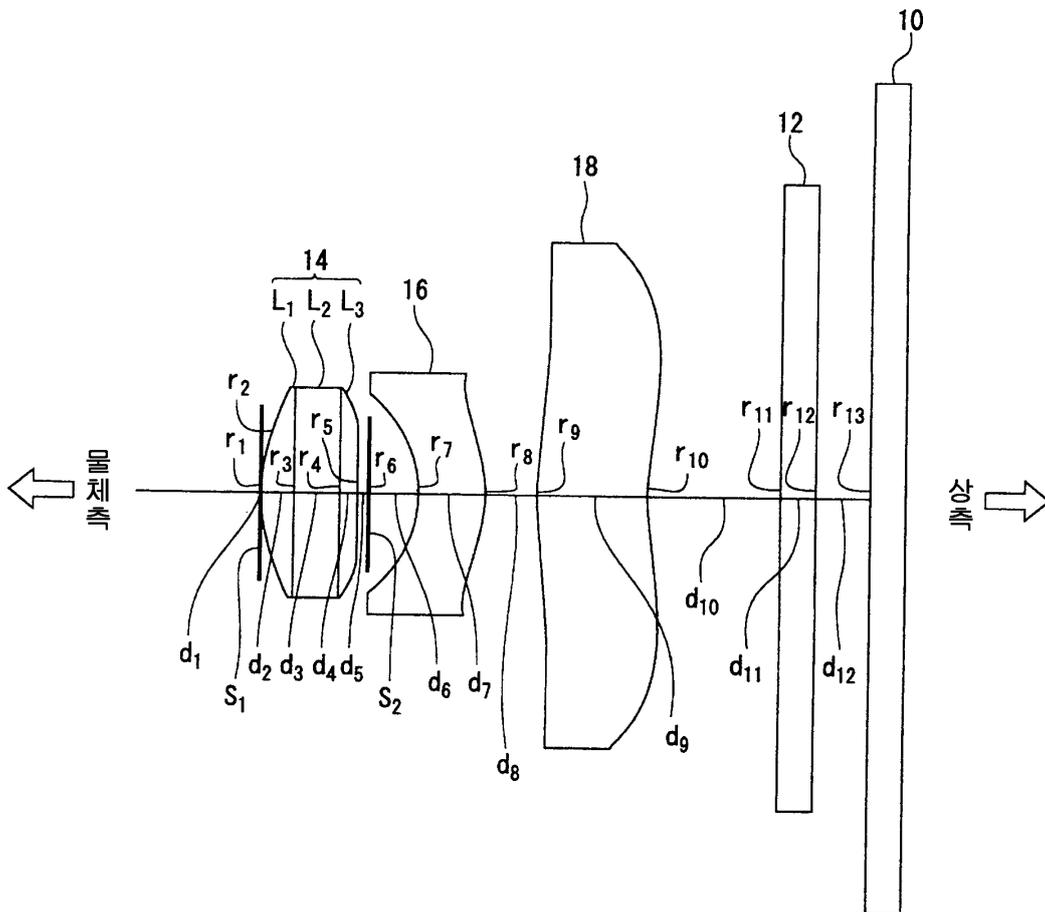
도면39



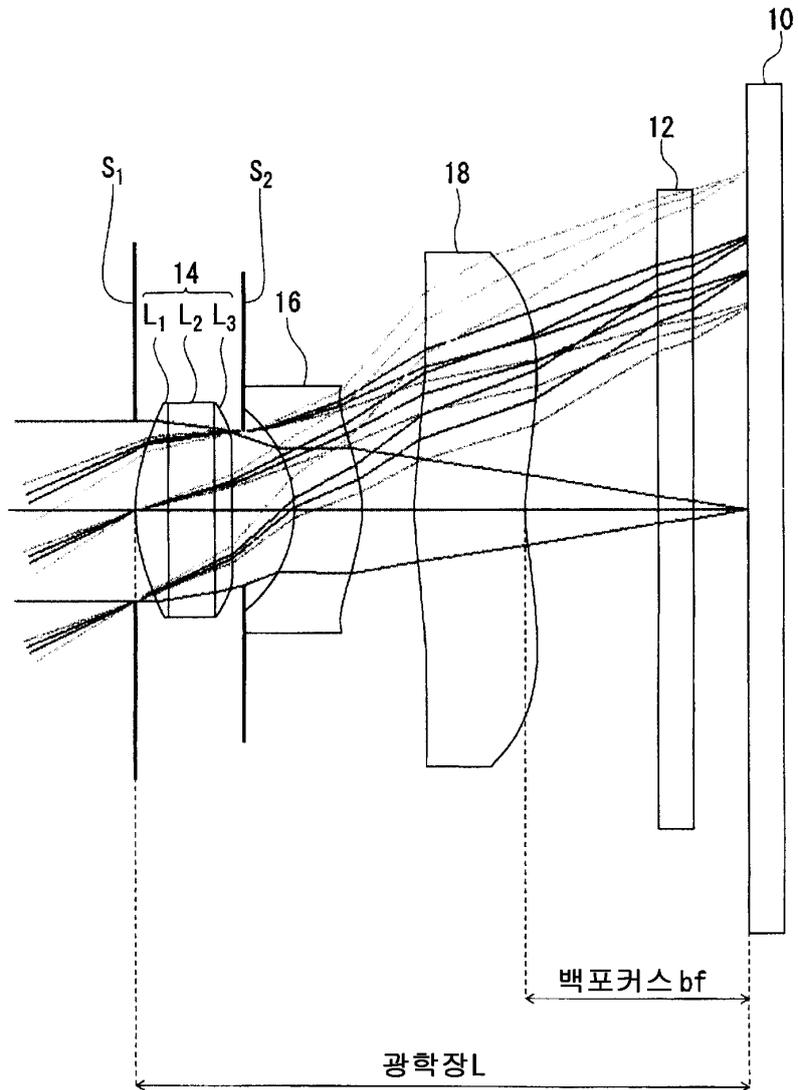
도면40



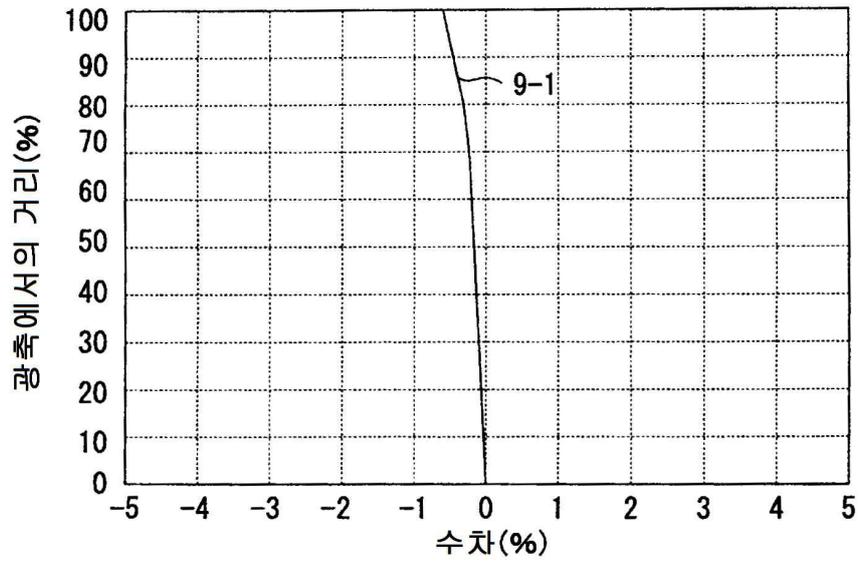
도면41



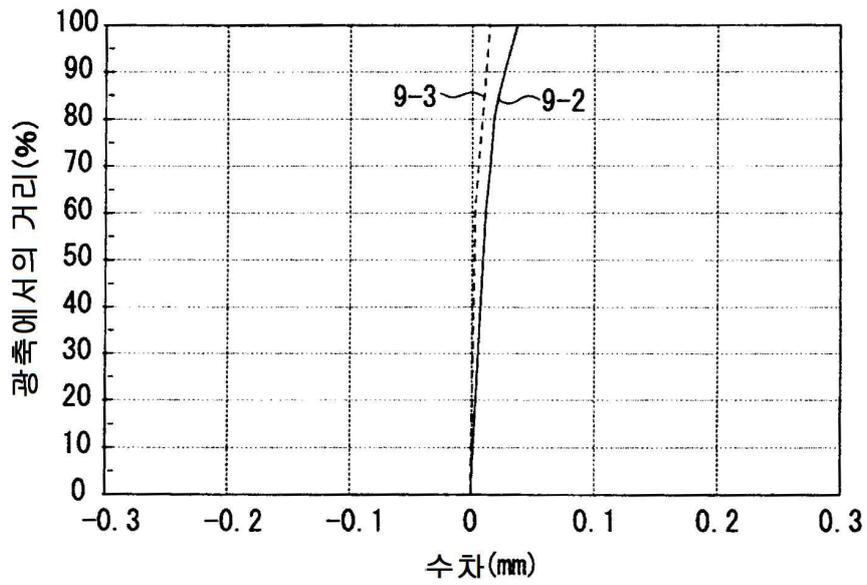
도면42



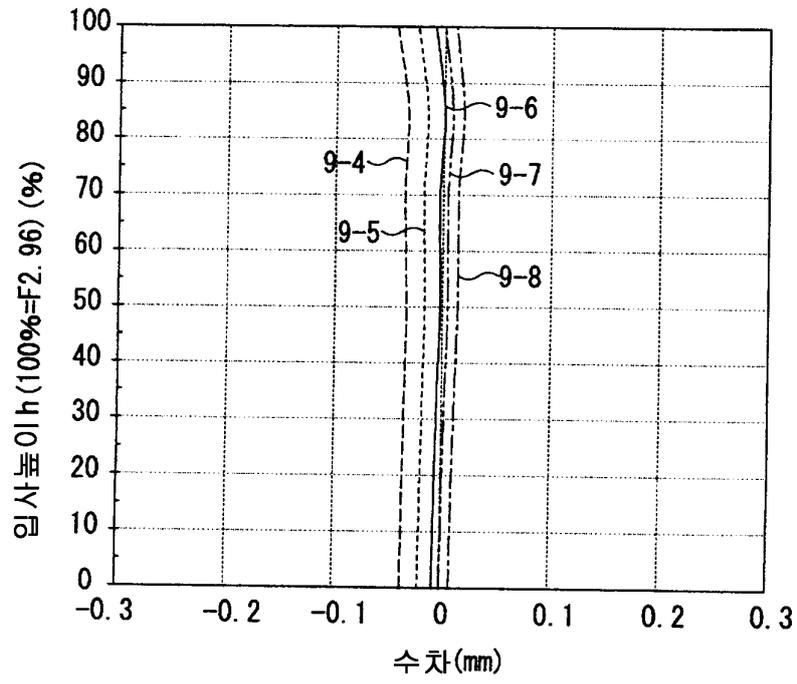
도면43



도면44



도면45



도면46

