



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년09월17일

(11) 등록번호 10-0759650

(24) 등록일자 2007년09월11일

(51) Int. Cl.

G11B 7/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2000-0050988

(22) 출원일자 2000년08월31일

심사청구일자 2005년08월31일

(65) 공개번호 10-2001-0050279

공개일자 2001년06월15일

(30) 우선권주장

99-247294 1999년09월01일 일본(JP)

2000-60843 2000년03월06일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP10104507 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 31 항

(73) 특허권자

코니카 미놀타 홀딩스 가부시키가이샤

일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 1조메 6-1

(72) 발명자

오따고헤이

일본도쿄도하찌오지시이시까와코2970코니카가부시
끼가이샤내

기무라도오루

일본도쿄도하찌오지시이시까와코2970코니카가부시
끼가이샤내

(74) 대리인

한국찬, 주성민

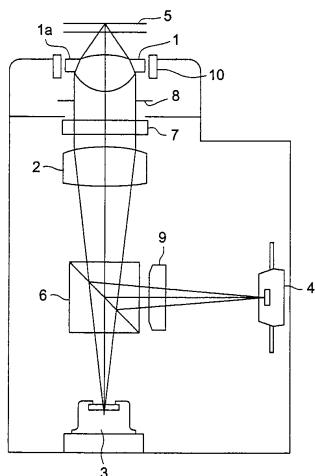
심사관 : 이병수

(54) 광학식 정보 기록 매체에서 정보를 기록 또는 재생하기 위해 광학식 광학 장치에 사용되는 대물렌즈는 비구면을 포함하고, $1.1 \leq d_1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족한다. (여기서, d_1 은 대물렌즈의 축방향 렌즈 두께, f 는 대물렌즈의 집점 길이)

(57) 요 약

광학식 정보 기록 매체에서 정보를 기록 또는 재생하기 위해 광학식 광학 장치에 사용되는 대물렌즈는 비구면을 포함하고, $1.1 \leq d_1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족한다. (여기서, d_1 은 대물렌즈의 축방향 렌즈 두께, f 는 대물렌즈의 집점 길이)

대표도 - 도8



(56) **선행기술조사문현**

일본응용물리학회지 1999. Vol.39, Part1, No.2B

US04415238 A1

특허청구의 범위

청구항 1

광학식 정보 기록 매체에 정보를 기록 또는 재생하기 위한 광학식 픽업 장치에 사용하기 위한 대물렌즈에 있어서,

비구면을 포함하고,

상기 대물렌즈는 $1.1 \leq d_1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족하고, (여기서, d_1 은 대물렌즈의 축방향 렌즈 두께, f 는 집점 길이)

상기 대물렌즈는 단렌즈이고, 상기 대물렌즈는 광학식 기록 매체 상에 500 nm이하의 파장을 구비하는 광 플렉스를 수렴시킬 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈의 개구수가 0.65 이상인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 대물렌즈의 개구수가 0.75 이상인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $f/vd \leq 0.060$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

(여기서, v 는 아베수)

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $1.40 \leq n$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

(여기서, n 은 사용된 파장에서의 굴절률)

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $1.40 \leq n \leq 1.85$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $0.40 \leq r_1/(n \cdot f) \leq 0.70$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

(여기서, r_1 은 대물렌즈의 일 표면의 근축 곡률 반경)

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 r_1 은 광원측의 상기 대물렌즈의 표면의 근축 곡률 반경인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈가, 0.2 mm 이하인 두께를 갖는 보호층을 갖는 광학식 정보 기록 매체에 정보를 기록 또는 재생하기 위한 광학식 픽업 장치에 사용하기 위한 대물렌즈인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 대물렌즈의 개구수가 0.7 이상인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 12

제7항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $1.50 \leq n$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.
(여기서, n은 사용된 광장에서의 굴절률)

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈는 플라스틱 렌즈인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈는 유리 렌즈인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $1.85 \leq n$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.
(여기서, n은 사용된 광장에서의 굴절률)

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈가 회절 셙션을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈가 그 외주연 상에 플랜지 셙션을 포함하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 플랜지 셙션은 광학축에 직각인 방향에서 연장된 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 대물렌즈의 양쪽 표면 각각은 비구면인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

청구항 20

광학식 정보 기록 매체에 정보를 기록 또는 재생하는 광학식 픽업 장치에 있어서,

광 플러스를 방출하는 광원과,

광원으로부터 방출된 광 플러스를 집중시키는 수렴 광 시스템과,

광학식 정보 기록 매체로부터의 반사광을 검출하는 광 검출기를 포함하고,

상기 수렴 광 시스템이 광학식 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 광 플러스를 집중시키는 대물렌즈를 포함하고, 상기 대물렌즈가 비구면을 포함하고, 상기 대물렌즈는 $1.1 \leq d1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족하고, (여기서, d1은 대물렌즈의 축방향 렌즈 두께, f는 대물렌즈의 집점 길이)

상기 대물렌즈는 단렌즈이고, 상기 대물렌즈는 광학식 기록 매체 상에 500 nm이하의 광장을 구비하는 광 플러스를 수렴시킬 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 픽업 장치.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 광학식 정보 기록 매체에서의 상기 대물렌즈의 개구수가 0.65 이상인 것을 특징으로 하는 광학식 픽업 장치.

청구항 22

제20항에 있어서, 상기 광학식 정보 기록 매체에서의 상기 대물렌즈의 개구수가 0.75 이상인 것을 특징으로 하는 광학식 픽업 장치.

청구항 23

제20항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $f/vd \leq 0.060$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 광학식 꾹업 장치.

(여기서, v 는 대물렌즈 재료의 아베수)

청구항 24

제20항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $1.40 \leq n$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 광학식 꾹업 장치.

(여기서, n 은 사용된 과장에서의 대물렌즈 재료의 굴절률)

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $1.40 \leq n \leq 1.85$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 광학식 꾹업 장치.

청구항 26

제20항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $0.40 \leq r1/(n \cdot f) \leq 0.70$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 광학식 꾹업 장치.

(여기서, $r1$ 은 광원측에서의 대물렌즈의 표면의 근축 곡률 반경)

청구항 27

삭제

청구항 28

제20항에 있어서, 상기 광학식 꾹업 장치는 0.2 mm 이하인 두께를 갖는 보호층을 갖는 광학식 정보 기록 매체에 정보를 기록 또는 재생하는 데 사용되는 것을 특징으로 하는 광학식 꾹업 장치.

청구항 29

제28항에 있어서, 상기 광학식 정보 기록 매체측에서의 상기 대물렌즈의 개구수가 0.7 이상인 것을 특징으로 하는 광학식 꾹업 장치.

청구항 30

제20항에 있어서, 상기 대물렌즈는 $1.85 \leq n$ 인 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 광학식 꾹업 장치.

(여기서, n 은 광원으로부터 방사된 광 플럭스의 과장에서의 대물렌즈 재료의 굴절률)

청구항 31

제20항에 있어서, 상기 수렴 광 시스템은 회절 섹션을 포함하는 것을 특징으로 하는 광학식 꾹업 장치.

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

광학식 정보 기록 매체에서 정보를 기록 또는 재생하는 장치에 있어서,

광학식 광업 장치를 포함하고,

상기 광업 장치가,

광 플러스를 방출하는 광원과,

광원으로부터 방출된 광 플러스를 집중시키는 수렴 광 시스템과,

광학 정보 기록 매체로부터의 반사광 또는 투과광을 검출하는 광 검출기를 포함하고,

상기 수렴 광 시스템이 광학식 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 광 플러스를 집중시키는 대물렌즈를 포함하고, 상기 대물렌즈가 비구면을 포함하고,

상기 대물렌즈는 $1.1 \leq d1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족하고, (여기서, d1은 대물렌즈의 축방향 렌즈 두께, f는 대물렌즈의 접점 길이)

상기 대물렌즈는 단렌즈이고, 상기 대물렌즈는 광학식 기록 매체 상에 500 nm이하의 광장을 구비하는 광 플러스를 수렴시킬 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 정보를 기록 또는 재생하는 장치.

청구항 41

광학식 정보 기록 매체에서 정보를 기록 또는 재생하는 방법에 있어서,

광 플러스를 방출하는 단계와,

광원으로부터 방출된 광 플러스를 광학식 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 수렴시키는 단계와,

정보 기록면 상에 집중된 광의 반사광 또는 투과광을 검출하는 단계를 포함하고,

상기 광 플러스가 대물렌즈에 의해 광학식 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 수렴되고,

상기 대물렌즈가 비구면을 포함하고, $1.1 \leq d1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족하고, (여기서, d1은 대물렌즈의 축방향 렌즈 두께, f는 대물렌즈의 접점 길이)

상기 대물렌즈는 단렌즈이고, 상기 대물렌즈는 광학식 기록 매체 상에 500 nm이하의 광장을 구비하는 광 플러스를 수렴시킬 수 있도록 구성된 것을 특징으로 하는 정보를 기록 또는 재생하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <69> 본 발명은 광 디스크 등의 정보 기록 매체에 기록하거나 이로부터 재생하는 광학식 기록 장치에서의 광업용 대물렌즈와, 이러한 대물렌즈를 채용한 광업용 장치에 관한 것이다.
- <70> 광 디스크 매체를 채용하는 광학식 기록/재생 장치의 광학 시스템에서, 비구면(aspherical) 단일 대물렌즈가 통상 사용된다. 고밀도의 기록 정보 신호를 달성하기 위하여, 대물렌즈에 의해 기록 매체 상에 형성되는 스포트(spot)의 크기가 작을 것이 요구되어 왔으며, 대물렌즈의 높은 NA 및 단파장용 광원의 이용이 연구되어 왔다.
- <71> 약 400nm의 진동 파장을 갖는 GaN 청색 반도체 레이저가 개발되었지만, 파장이 모드 도약(mode hop) 또는 레이저 출력에 의해 변화되며, 고주파 중첩이 사용되므로 진동 파장의 단색성이 불량하다. 따라서, GaN 청색 반도체 레이저가 사용되는 고밀도 광 디스크용 광 수렴 광학계(light-converging optical system)에서, 축방향 색수차(chromatic aberation)의 보정이 필요한 것으로 여겨진다.
- <72> 광 디스크용 비구면 단일 대물렌즈에 있어서, 구면 수차 및 코마(coma)가 비구형 표면에 의해 보정된다. 그러나, 개구수가 클 때, 상높이(image height) 특성이 열화된다. 광 디스크가 더욱 고밀도로 제작될 때, 상높이 특성의 열화(deterioration)는 열화 값이 작을지라도 매우 심각한 문제가 된다. 특히, 개구수가 0.65 이상인 때, 그 문제가 현저하게 된다. 더욱이, 개구수가 클 때, 편심 감도(eccentricity sensitivity)의 열화가 역시 심각한 문제이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <73> 본 발명은 전술된 문제점을 해결하기 위해 이루어졌다. 즉, 광업용 장치용 대물렌즈에 관하여, 본 발명의 목적은 개구수가 크고 상높이 특성이 우수한 비구면 단일 대물렌즈를 제공하기 위한 것이다. 특히, 본 발명의 목적은 고밀도 기록/재생 장치용으로 사용되기에 적당하고, 개구수가 0.65 이상, 양호하게는 0.7 이상, 더욱 양호하게는 0.75 이상이며, 광원의 파장이 약 500nm 정도로 짧은 레이저가 사용되는 대물렌즈를 제공하기 위한 것이다.
- <74> 더욱이, 편심 감도가 우수하게 되는 대물렌즈를 제공하는 것도 본 발명의 목적이다. 더구나, 구면 수차 및 코마가 우수하게 되는 대물렌즈를 제공하는 것도 본 발명의 목적이다.
- <75> 정보 기록 매체의 보호층(투명 기부판)의 두께가 0.2mm 이하가 되도록 작은 때, 또는 보호층이 없는 때, 작동 거리가 작아질 수 있다. 이러한 작은 작동 거리를 갖는 기록/재생 장치에 사용되기에 적당한 대물렌즈의 제공은 본 발명의 목적이다.
- <76> 본 발명의 또 다른 목적은 전술된 이러한 대물렌즈를 채용하는 광업용 장치, 광학식 정보 기록 매체 기록/재생 장치 및 광학식 정보 기록 매체 기록/재생 방법을 제공하기 위한 것이다.
- <77> 더욱이, 또 다른 목적은 고밀도 광학식 기록/재생 장치에서 축방향 색수차가 간단한 구조에 의해 보정되는 광학계를 갖는 광업용 장치를 제공하기 위한 것이다. 특히, 또 다른 목적은 정보 기록 매체의 일부 상의 개구수가 0.65 이상, 양호하게는 0.7 이상, 더욱 양호하게는 0.75 이상이고 사용되는 광원의 최단 파장이 500nm 이하 정도로 작은 광업용 장치를 제공하기 위한 것이다.
- <78> 상기 목적은 이하의 구조에 의해 얻어질 수 있다.
- <79> (1) 광학식 정보 기록 매체에 정보를 기록 또는 재생하도록 광업용 장치에 사용되는 대물렌즈는 비구형 표면을 포함하며, 이하의 조건식이 만족된다.
- <80> $1.1 \leq d1/f \leq 3$
- <81> 여기서, d1은 축방향 렌즈 두께를 나타내고, f는 침점 길이를 나타낸다.
- <82> (2) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 대물렌즈의 개구수는 0.65 이상이다.
- <83> (3) 상기 (2)의 대물렌즈에서, 대물렌즈의 개구수는 0.75 이상이다.
- <84> (4) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 이하의 조건식이 만족된다.
- <85> $f/vd \leq 0.060$
- <86> 여기서, vd는 아베수(Abbe's number)를 나타낸다.

- <87> (5) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 이하의 조건식이 만족된다.
- <88> $1.40 \leq n$
- <89> 여기서, n 은 사용된 광장에서의 굴절률이다.
- <90> (6) 상기 (5)의 대물렌즈에서, 이하의 조건식이 만족된다.
- <91> $1.40 \leq n \leq 1.85$
- <92> (7) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 이하의 조건식이 만족된다.
- <93> $1.40 \leq r_1/(n \cdot f) \leq 0.70$
- <94> 여기서, r_1 은 대물렌즈의 일 표면의 근축 곡률 반경(paraaxial radius of curvature)을 나타낸다.
- <95> (8) 상기 (7)의 대물렌즈에서, r_1 은 광원측에서의 대물렌즈의 표면의 근축 곡률 반경을 나타낸다.
- <96> (9) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 사용된 광장은 500nm 이하이다.
- <97> (10) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 대물렌즈는 두께가 0.2mm 이하인 보호층을 갖는 광학식 정보 기록 매체에서 정보를 기록 또는 재생하도록 광학적 장치에 사용되는 대물렌즈이다.
- <98> (11) 상기 (10)의 대물렌즈에서, 개구수는 0.7 이상이다.
- <99> (12) 상기 (7)의 대물렌즈에서, $1.50 \leq n$ 인 조건식을 만족한다.
- <100> 여기서, n 은 사용된 광장에서의 굴절률이다.
- <101> (13) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 대물렌즈는 플라스틱 렌즈이다.
- <102> (14) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 대물렌즈는 유리 렌즈이다.
- <103> (15) 상기 (1)의 대물렌즈에서, $1.85 \leq n$ 인 조건식을 만족한다.
- <104> 여기서, n 은 사용된 광장에서의 굴절률이다.
- <105> (16) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 대물렌즈가 회절 색션을 더 포함한다.
- <106> (17) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 대물렌즈가 그 외주연 상에 플랜지 색션을 포함한다.
- <107> (18) 상기 (17)의 대물렌즈에서, 플랜지 색션이 광학축에 직각인 방향에서 연장된 표면을 포함한다.
- <108> (19) 상기 (1)의 대물렌즈에서, 양 렌즈 표면 각각이 비구면이다.
- <109> (20) 광학식 정보 기록 매체에 정보를 기록 또는 재생하는 광학식 광학적 장치는 광 플러스를 방출하는 광원과, 광원으로부터 방출된 광 플러스를 집중시키는 수렴 광 시스템과,
- <110> 광학식 정보 기록 매체로부터의 반사광을 검출하는 광 검출기를 포함하고,
- <111> 상기 수렴 광 시스템이 광학식 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 광 플러스를 집중시키는 대물렌즈를 포함하고, 상기 대물렌즈가 비구면을 포함하고, $1.1 \leq d_1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족한다.
- <112> 여기서, d_1 은 렌즈의 축방향 두께이고, f 는 집점 길이이다.
- <113> (21) 상기 (20)의 광학식 광학적 장치에서, 광학식 정보 기록 매체에서의 대물렌즈의 개구수는 0.65 이상이다.
- <114> (22) 상기 (20)의 광학식 광학적 장치에서, 광학식 정보 기록 매체에서의 대물렌즈의 개구수는 0.75 이상이다.
- <115> (23) 상기 (20)의 광학식 광학적 장치에서, $f/vd \leq 0.060$ 인 조건식을 만족한다.
- <116> 여기서, v 는 대물렌즈 재료의 아베수이다.
- <117> (24) 상기 (20)의 광학식 광학적 장치에서, $1.40 \leq n$ 인 조건식을 만족한다.
- <118> 여기서, n 은 사용된 광장에서의 대물렌즈 재료의 굴절률이다.
- <119> (25) 상기 (24)의 광학식 광학적 장치에서, $1.40 \leq n \leq 1.85$ 인 조건식을 만족한다.

- <121> (26) 상기 (20)의 광학식 꾹업 장치에서, $0.40 \leq r_1/(n \cdot f) \leq 0.70$ 인 조건식을 만족한다.
- <122> 여기서, r_1 은 광원측에서의 대물렌즈의 표면의 근축 곡률 반경이다.
- <123> (27) 상기 (20)의 광학식 꾹업 장치에서, 광원이 500 nm 이하인 광장을 갖는 광 플러스를 방출한다.
- <124> (28) 상기 (20)의 광학식 꾹업 장치에서, 광학식 꾹업 장치가 0.2 mm 이하인 두께를 갖는 보호층을 갖는 광학식 정보 기록 매체에 정보를 기록 또는 재생하는 데 사용된다.
- <125> (29) 상기 (28)의 광학식 꾹업 장치에서, 광학식 정보 기록 매체측에서의 대물렌즈의 개구수는 0.7 이상이다.
- <126> (30) 상기 (20)의 광학식 꾹업 장치에서, $1.85 \leq n$ 인 조건식을 만족하다.
- <127> 여기서, n 은 광원으로부터 방사된 광 플러스의 광장에서의 대물렌즈 재료의 굴절률이다.
- <128> (31) 상기 (20)의 광학식 꾹업 장치에서, 수렴 광 시스템은 회절 섹션을 포함한다.
- <129> (32) 상기 (20)의 광학식 꾹업 장치에서, 수렴 광 시스템이 광원으로부터 방출된 광 플러스의 발산각을 변화시키는 커플링 렌즈를 포함하고, 이 커플링 렌즈는 대물렌즈의 색수차를 보정한다.
- <130> (33) 상기 (32)의 광학식 꾹업 장치에서, 커플링 렌즈가 광원으로부터 방사된 광 플러스를 평행 광 플러스로 되게 하는 시준 렌즈이다.
- <131> (34) 상기 (32)의 광학식 꾹업 장치에서, 대물렌즈 및 커플링 렌즈로 된 복합 시스템의 색수차가 $\delta fb \cdot NA^2 \leq 0.25 \mu\text{m}$ ($\delta fb > 0$) 인 조건식을 만족한다.
- <132> 여기서, δfb 는 광장이 표준 광장에서 $+1 \text{ nm}$ 변화되었을 때 복합 시스템의 집점 위치의 변화(μm)이고, NA 는 광학식 정보 기록 매체측에서의 대물렌즈의 개구수이다.
- <133> (35) 상기 (34)의 광학식 꾹업 장치에서, 대물렌즈 및 커플링 렌즈로 된 복합 시스템의 색수차가 $0.02 \mu\text{m} \leq \delta fb \cdot NA^2 \leq 0.15 \mu\text{m}$ ($\delta fb > 0$) 인 조건식을 만족한다.
- <134> (36) 상기 (32)의 광학식 꾹업 장치에서, $0.1 \leq |m| \leq 0.5$ ($m < 0$) 인 조건식을 만족한다.
- <135> 여기서, m 은 대물렌즈와 커플링 렌즈로 된 복합 시스템의 배율이다.
- <136> (37) 상기 (32)의 광학식 꾹업 장치에서, 커플링 렌즈가 두개의 렌즈를 갖는 단일 렌즈군으로 된다.
- <137> (38) 상기 (32)의 광학식 꾹업 장치에서, 커플링 렌즈는 비구면을 포함한다.
- <138> (39) 상기 (32)의 광학식 꾹업 장치에서, 커플링 렌즈는 회절 섹션을 포함한다.
- <139> (40) 광학식 정보 기록 매체에서 정보를 기록 또는 재생하는 장치는 광학식 꾹업 장치를 포함하고,
- <140> 상기 꾹업 장치가,
- <141> 광 플러스를 방출하는 광원과,
- <142> 광원으로부터 방출된 광 플러스를 집중시키는 수렴 광 시스템과,
- <143> 광학 정보 기록 매체로부터의 반사광 또는 투과광을 검출하는 광 검출기를 포함하고,
- <144> 상기 수렴 광 시스템이 광학식 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 광 플러스를 집중시키는 대물렌즈를 포함하고, 상기 대물렌즈가 비구면을 포함하고,
- <145> $1.1 \leq d_1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족한다.
- <146> 여기서, d_1 은 대물렌즈의 축방향 렌즈 두께이고, f 는 대물렌즈의 집점 길이이다.
- <147> (41) 광학식 정보 기록 매체에서 정보를 기록 또는 재생하는 방법은 광 플러스를 방출하는 단계와,
- <148> 광원으로부터 방출된 광 플러스를 광학식 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 수렴시키는 단계와,
- <149> 정보 기록면 상에 집중된 광의 반사광 또는 투과광을 검출하는 단계를 포함하고,
- <150> 상기 광 플러스가 대물렌즈에 의해 광학식 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 수렴되고,

<151> 상기 대물렌즈가 비구면을 포함하고, $1.1 \leq d_1/f \leq 3$ 인 조건식을 만족한다.

<152> 여기서, d_1 은 대물렌즈의 축방향 렌즈 두께이고, f 는 대물렌즈의 집점 길이이다.

발명의 구성 및 작용

<153> 본 발명의 실시예들은 아래와 같이 설명된다.

<154> 본 발명에 의한 비구면 단일 대물렌즈는 정보 기록 매체에 기록하거나 이로부터 재생하기 위한 대물렌즈이고, 이하의 관계식을 만족시키는 것을 특징으로 한다.

<155> 부수적으로, 본 발명의 대물렌즈는 적어도 하나의 비구면을 갖는다. 대물렌즈의 일 측면만이 비구면으로 제조되더라도 대물렌즈의 양 측면이 비구면인 것이 바람직하다. 이 대물렌즈는 복수의 부품의 렌즈로 구성되지 않고서 일부품의 렌즈로 구성되는 것이 또한 바람직하다.

$$1.1 \leq d_1/f \leq 3 \quad (1)$$

<157> 여기서, d_1 은 렌즈의 축방향 두께이고, f 는 집점거리이다.

<158> 상기의 조건 관계식은 양호한 상높이 특성을 얻기 위한 조건을 나타내며, 0.65 이상 또는 0.75 이상인 개구수를 얻고자 할 때, 양호하게는 특히 d_1/f 가 하한치 이상인 경우, 렌즈의 중앙 두께가 너무 작지 않고, 상높이 특성이 손상되지 않고, 또한 시프트 감도(shift sensitivity)가 더 이상 증가하지 않는다. d_1/f 가 상한치 이하인 경우, 중앙 두께는 너무 크지 않고 상높이 특성도 손상되지 않는다. 부수적으로, d_1 이 2 내지 4 mm 의 범위인 것이 바람직하다.

<159> 더욱이, 편심 감도가 우수하게 된다. 또한, 구면 수차 및 코마(coma)는 만족스럽게 보정될 수 있다. 본 발명의 광정보 기록 매체에 정보를 재생 및 기록하는 광피업 장치는 그 내부에 광 플러스를 발산하는 광원과, 광원으로부터 발산된 광 플러스를 수렴시키는 광 수렴 광학 시스템과, 광정보 기록 매체로부터 온 반사광 또는 투사광을 검출하는 광 검출 유닛을 갖는다. 광 수렴 광학 시스템은 광 플러스를 기록 매체의 정보 기록 표면에 수렴시키는 대물렌즈를 갖는다. 이 대물렌즈는 전술한 본원 발명의 것이다. 또한, 광 수렴 광학 시스템은 대물렌즈에 추가하여 결합 렌즈를 갖는다. 본 발명의 와 기록 매체 기록 재생 장치는 전술한 본원 발명의 광피업 장치를 갖는다. 이에 더하여, 와 기록 매체 기록 재생 장치는 와 기록 매체를 회전시키는 스픬들 모터와 트랙킹 수단(tracking menas)을 또한 구비할 수도 있다. 부수적으로, 광피업 장치 내의 개구수가 광원의 파장, 개구의 직경 및 대물렌즈의 직경에 근거하여 얻어질 수 있다. 또한, 광피업 장치에 있어서, 소정의 파장을 갖는 광 플러스가 소정의 와 기록 매체에 판독/기록될 수 있게 하는 개구수는 광피업 장치의 개구수로서 인정되거나, 또는 광피업 장치에 의해 판독/기록되는 와 기록 매체의 표준에 의해 얻어진 개구수는 광피업 장치의 개구수로 인정된다. 더욱이, 단지 하나의 렌즈로부터 개구수를 판단할 때, 렌즈가 렌즈 개구의 특정 반경 범위에 대해 수차를 갖지 않는 것으로 보정되는(예컨대, 렌즈 전방 수차가 0.07λ 이하로 보정되는) 경우, 개구수는 반경과 집점거리의 비율로서 정의된다.

<160> 상기의 조건 관계식 (1)은 아래의 관계식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$1.2 \leq d_1/f \leq 2.3$$

<162> 또한, 상기의 조건 관계식 (1)은 아래의 관계식을 만족시키는 것이 가장 바람직하다.

$$1.5 \leq d_1/f \leq 1.8$$

<164> 또한, 전술한 대물렌즈는 하기의 조건 관계식 (2)을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$f/vd \leq 0.060 \quad (2)$$

<166> 여기서, vd 는 아베수이다.

<167> 상기의 조건 관계식 (2)는 축방향 색상 수차를 작게 하는 조건이다. 이럼으로써, 집점용 서보기구에 이어지는 광원 내의 순간 파장 변동에 대처하는 것과, 다중 모드 발진에 의한 광원 내의 파장 연장에 대처하는 것이 가능하게 된다. 상기의 조건 관계식 (2)는 아래의 관계식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$f/vd \leq 0.050$$

<169> 또한, 상기의 조건 관계식 (2)는 아래의 관계식을 만족시키는 것이 가장 바람직하다.

<170> $f/vd \leq 0.035$

<171> 렌즈 재료에 관해서는, 아베수가 $vd = 35$ 의 관계보다는 $vd = 50$ 의 관계를 양호하게 만족시키는 재료가 사용되는 것이 바람직하다.

<172> 대물렌즈는 유리 렌즈 또는 플라스틱 렌즈일 수도 있으나, 플라스틱 렌즈가 더 바람직하다. 대물렌즈가 플라스틱 렌즈일 때, 렌즈 플라스틱의 포화 물 흡수율은 0.01%인 것이 바람직하다. 또한, 광장이 350 내지 500 nm인 광에 대한 투과율은 85% 이상인 것이 바람직하다. 본 발명에 의한 대물렌즈의 직경은 2.0 내지 4.0 mm인 것이 바람직하다. 플라스틱 렌즈의 재료로서, 폴리올레핀 수지인 것이 바람직하다. 특히, 노보넨(Norbornene) 수지가 바람직하다.

<173> 더욱이, 전술한 대물렌즈는 하기의 조건 관계식 (3)을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$1.40 \leq n \quad (3)$$

<175> 여기서, n 은 사용된 광장에서의 굴절율(광원의 광장에서의 대물렌즈 재료의 굴절율)이다.

<176> 상기의 조건 관계식(3)은 굴절율의 조건을 나타내고, 이 조건이 충족되고 굴절율이 작지 않게 될 때, 제1 표면상의 새그(sag)가 더 이상 증가하지 않고, 상높이 특성이 손상되지 않는다.

<177> 또한, 전술한 대물렌즈는 하기의 조건 관계식 (4)을 만족하는 것이 바람직하다.

$$1.40 \leq n \leq 1.85 \quad (4)$$

<179> 상기의 조건 관계식 (4)는 굴절율의 조건을 나타내고, 아주 중요하게는 축방향 관 동력뿐만 아니라 비축방향 광동력이 부착될 필요가 있는 광학업의 경우에 축방향 두께는 발생된 비점수차(astigmatism)의 보정에 의해 더 크게 되려 한다. n 이 상한치 이하일 때, 굴절율은 너무 크게 되지 않아서 렌즈의 중앙 두께는 크게 될 필요가 없고, 이는 경량화 및 작업 거리 보장을 쉽게 할 수 있다. n 이 하한치 이상일 때, 굴절율은 너무 작게 되지 않고, 제1 표면상의 새그는 더 증가하지 않고, 상높이 특성은 손상되지 않는다.

<180> 상기의 조건 관계식 (4)이 아래의 관계식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$1.50 \leq n \leq 1.85$$

<182> 더욱 바람직하게는, 아래의 관계식을 만족시키는 것이다.

$$1.70 \leq n \leq 1.85$$

<184> 또한, 전술한 대물렌즈는 하기의 조건 관계식 (5)를 만족시키는 것이 바람직하다.

$$0.40 \leq r1/(n \cdot f) \leq 0.70 \quad (5)$$

<186> 여기서, $r1$ 은 전술한 대물렌즈의 일 표면의 근축 곡률 반경(양호하게는, 광원의 일부의 근축 곡률 반경)이다.

<187> 상기의 조건 관계식(5)은 주요하게는 코마의 보정에 관한 것이고, $r1/(n \cdot f)$ 의 값이 하한치 이상일 때는 $r1$ 은 너무 작지 않게 되고 내향 코마 및 외향 코마에 의한 플래어(flare)는 발생하기 어렵게 되는 반면에, $r1/(n \cdot f)$ 의 값이 상한치 이하인 때에는 $r1$ 은 너무 크지 않게 되고 외향 코마는 발생하기 어렵고 구면 수차의 언더 플래어(under flare of spherical aberration)가 발생하기 어렵다.

<188> 상기 상태 식(5)은 이하의 식을 만족시키는 것이 바람직하다.

$$0.40 \leq r1/(n \cdot f) \leq 0.65$$

<190> 대물렌즈에 의해 기록 매체 상에 수렴되는 광점의 직경은 일반적으로 $k\lambda/NA$ 에 의해 결정된다. λ 는 광원의 광장을 표시하며, NA 는 대물렌즈의 개구수를 표시하며, k 는 비례 상수를 표시한다. 따라서, 500 nm 이하의 짧은 광장을 갖는 레이저 광원이 사용되면, 대물렌즈의 개구수는 0.65 이상으로 되며 광점의 직경이 수렴되어 작게되는 것이 가능하다. 따라서, 본 발명에 따른 렌즈의 사용에 의해 광 학업 장치를 구성함으로써 기록된 정보 신호가 고밀도가 되는 것이 가능하다. 또한, 기록 매체의 보호 층을 0.2 mm 이하로 얇게 제조함으로써 작은 작업 거리를 갖는 대물렌즈를 제공하는 것이 가능하며, 이는 경량의 그리고 컴팩트한 광 학업 장치를 얻는 것을 가능하게 한다.

<191> 즉, 본 발명의 대물렌즈, 광 학업 장치 및 광 정보 기록 매체 기록/재생 장치는 사용된 광장(광원으로부터 방출된 광속의 광장)이 500 nm 이하인 경우, 또는 광 정보 기록 매체측 상의 대물렌즈의 개구수가 0.65 이상(양호하

계는 0.7 이상, 보다 양호하게는 0.75 이상)인 경우, 또는 그들이 0.2 mm 이하의 두께를 갖는 보호층을 갖는 광 정보 기록 매체에 사용될 때 특히 적절하다.

<192> 상술된 대물렌즈가 플라스틱 재질로 제조될 때, 경량의 광 핵심 장치를 얻는 것과 낮은 비용으로 대량 생산을 실현하는 것이 가능하다.

<193> 다른 양호한 비구형 단일 대물렌즈는 정보 기록 매체 상에 기록하고 그리고 그로부터 재생하기 위한 대물렌즈이며, 상기 대물렌즈는 사용되는 파장이 500 nm 이하이고, 정보 기록 매체가 0.2 mm 이하의 두께를 갖는 보호 층을 가지며, 대물렌즈의 개구수는 0.65 이상이며 양호하게는 0.75 이상인 것을 특징으로 한다.

<194> 상술된 대물렌즈는 우수한 상높이 특성을 얻기 위한 상태를 표시하는 이하의 상태 식(6)을 만족시킨다. 여기서, 그 작용이 상태 식(1)에서의 작용과 동일하다.

$$1.1 \leq d_1/f \leq 3 \quad (6)$$

<196> 여기서, d_1 은 축방향 렌즈 두께를 표시하며, f 는 집점 길이를 표시한다.

<197> 상술된 대물렌즈는 축방향 색수차를 이루기 위한 상태를 표시하는 이하의 상태 식(7)을 만족시키는 것이 좋다. 여기서, 그 작용은 상태 식(2)에서의 작용과 동일하다.

$$f/vd \leq 0.060 \quad (7)$$

<199> 여기서, vd 는 아베수(Abbe's number)를 표시한다.

<200> 상술된 대물렌즈는 굴절율에 대한 상태를 표시하는 이하의 상태 식(8)을 만족시키는 것이 좋다. 여기서, 그 작용은 상태 식(3)에서의 작용과 동일하다.

$$1.40 \leq n \quad (8)$$

<202> 여기서, n 은 사용된 파장에서의 굴절율을 표시한다.

<203> 상술된 대물렌즈는 이하의 상태 식(9)을 만족시키는 것이 좋다. 상태 식(9)은 굴절율에 대한 상태를 표시한다. 그 작용은 상태 식(4)에서의 작용과 동일하다.

$$1.40 \leq n \leq 1.85 \quad (9)$$

<205> 상술된 대물렌즈는 코마 보정에 주로 관계된 이하의 상태 식(10)을 만족시키는 것이 좋다. 여기서, 그 작용은 상태 식(5)에서의 작용과 동일하다.

$$0.40 \leq r_1/(n \cdot f) \leq 0.70 \quad (10)$$

<207> 여기서, r_1 은 과원의 부분 상의 근축 곡률 반경을 표시한다.

<208> 다른 양호한 비구면 단일 대물렌즈는 정보 기록 매체 상에 기록되고 그리고 그로부터 재생되는 대물렌즈이며, 상기 대물렌즈는 개구수가 0.75 이상이고 플라스틱 재질로 제조된 것에 특징이 있다.

<209> 상술된 대물렌즈는 우수한 상높이 특성을 얻기 위한 상태를 표시하는 이하의 상태 식(11)을 만족시키는 것이 좋다. 여기서, 그 작용은 상태 식(1)에서의 작용과 동일하다.

$$1.1 \leq d_1/f \leq 3 \quad (11)$$

<211> 여기서, d_1 은 축방향 렌즈 두께를 표시하며, f 는 집점 길이를 표시한다.

<212> 상술된 대물렌즈는 축방향 색수차가 작게되기 위한 상태를 표시하는 이하의 상태 식(12)을 만족시키는 것이 좋다. 여기서, 그 작용은 상태 식(2)에서의 작용과 동일하다.

$$f/vd \leq 0.060 \quad (12)$$

<214> 여기서, vd 는 아베수를 표시한다.

<215> 상술된 대물렌즈는 굴절율에 대한 상태를 표시하는 이하의 상태 식(13)을 만족시키는 것이 좋다. 여기서, 그 작용은 상태 식(3)에서의 작용과 동일하다.

$$1.40 \leq n \quad (13)$$

<217> 여기서, n 은 사용된 파장에서의 굴절율을 표시한다.

<218> 상술된 대물렌즈는 이하의 상태 식(14)을 만족시키는 것이 좋다. 상태 식(14)은 굴절율에 대한 상태를 표시한다. 그 작용은 상태 식(4)에서의 작용과 동일하다.

$$<219> \quad 1.40 \leq n \leq 1.85 \quad (14)$$

<220> 상술된 대물렌즈는 코마 보정에 주로 관계된 이하의 상태 식(15)을 만족시키는 것이 좋다. 여기서, 그 작용은 상태 식(5)에서의 작용과 동일하다.

$$<221> \quad 0.40 \leq r_1/(n \cdot f) \leq 0.70 \quad (15)$$

<222> 여기서, r_1 은 과원의 부분 상의 근축 곡률 반경을 표시한다.

<223> 다른 양호한 비구면 단일 대물렌즈는 정보 기록 매체 상에 기록되고 그리고 그로부터 재생하기 위한 대물렌즈이며, 상기 대물렌즈는 개구수가 0.65, 양호하게는 0.75 이상이고 이하의 식(16)을 만족시킨다.

$$<224> \quad n \geq 1.85 \quad (16)$$

<225> 여기서, n 은 사용된 과장에서 굴절율을 표시한다.

<226> 상기 상태 식(16)은 굴절율의 상태를 표시한다. 높은 굴절율의 재질을 사용함으로써, 제1 면 상의 곡률 반경을 크게하는 것이 가능하며, 그 결과, 조망 각(prospective angle)이 작아지는 것이 가능하다. 따라서, 몰딩에 의해 렌즈를 성형할 때 금속 몰드를 처리하는 것이 용이한 장점이 있다. 또한, 축방향 광 분해능(axial optical power)에만 중점을 두는 광 핵심의 경우에, 높은 굴절율을 갖는 재질의 사용은 높은 정도(high order)로 구면 수차를 보정하는 것을 용이하게 한다.

<227> 상술된 대물렌즈는 우수한 상높이 특성을 얻기 위한 상태를 표시하는 이하의 상태 식(17)을 만족시킨다. 여기서, 그 작용이 상태 식(1)에서의 작용과 동일하다.

$$<228> \quad 1.1 \leq d_1/f \leq 3 \quad (17)$$

<229> 여기서, d_1 은 축방향 렌즈 두께를 표시하며, f 는 집점 길이를 표시한다.

<230> 상술된 대물렌즈는 코마 보정에 주로 관계된 이하의 상태 식(18)을 만족시키는 것이 좋다. 여기서, 그 작용은 상태 식(5)에서의 작용과 동일하다.

$$<231> \quad 0.40 \leq r_1/(n \cdot f) \leq 0.70 \quad (18)$$

<232> 여기서, r_1 은 광원의 부분 상의 근축 곡률 반경을 표시한다.

<233> 다른 양호한 비구면 단일 대물렌즈는 정보 기록 매체 상에 기록되고 그리고 그로부터 재생되는 대물렌즈이며, 상기 대물렌즈는 개구수가 0.65이고, 양호하게는 0.75 이상이고 이하의 식(19)을 만족시킨다.

$$<234> \quad 1.40 \leq n < 1.85 \quad (19)$$

<235> 여기서, n 은 사용된 과장에서 굴절율을 표시한다.

<236> 상술된 상태식은 굴절율의 상태를 표시한다. 그 작용에 대해서, 이들은 식(4)에서의 작용과 동일하다.

<237> 본 발명의 광 핵심 장치에서 광 수렴 광학계 상에 회절 부분을 제공하는 것이 좋다. 광 수렴 광학계의 대물렌즈 상에 회절 부분을 제공하는 것이 양호하지만, 광 수렴 광학계 내에 회절 부분만을 갖는 광학 요소를 장착하거나 또는 복합 렌즈와 같은 광 수렴 광학계를 구성하는 다른 황학 요소 사에 회절 부분을 제공하는 것도 좋다. 또한, 하나의 커플링의 하나의 측면 상에만 회절 면을 제공할 수도 있다. 이러한 구조 때문에, 표면 편차에 의해 야기되는 과면 수차의 악화를 방지할 수 있다.

<238> 구면 수차가 굴절계에서의 단일 대물렌즈에 대해 구면만에 의해 또는 비구면 만에 의해 표준 과장에 대해 보정되면, 표준 과장보다 짧은 과장에 대한 과소 축방향 색수차 및 표준 과장보다 긴 과장에 대한 과대 축방향 색수차가 통상 발생된다. 그러나, 회절 면을 갖는 대물렌즈의 경우에, 구면 수차가 표준 과장에 대해 보정되면, 굴절계 내의 대물렌즈에 반대인 극성을 발생시키는 것, 즉 표준 과장보다 짧은 과장에 대한 과대 축방향 색수차 및 표준 과장보다 긴 과장에 대한 과소 축방향 색수차를 발생시키는 것이 가능하다. 따라서, 상술된 대물렌즈의 경우에, 예를 들어 비구면 렌즈로서 비구면 계수 및 회절 렌즈로서 상 함수 계수의 적절한 선택에 의해 회절능(diffraction power)을 결합함으로써 그리고 그에 의해 구면 수차에 대한 색수차를 보정함으로써 모드 호프와 같은 순간적인 과장 변동에 대해서도 우수한 성능을 나타내는 대물렌즈를 실현하는 것이 가능하다.

<239> 상술된 대물렌즈는 0.65 이상의 또는 양호하게는 0.75 이상의 개구수를 가지며, 사용된 파장이 500 nm이하인 경우, 그리고 보호 층의 두께가 0.2 mm 이하인 정보 기록 매체가 사용된 경우, 500 nm 이하의 짧은 파장을 갖는 레이저 광원을 사용하는 것과, 대물렌즈의 개구수를 0.65 이상으로 하는 것과, 수렴되는 광원의 점 직경을 작게 하는 것이 가능하다. 따라서, 본 발명의 렌즈로 광 핵업 장치를 구성함으로써 높은 밀도로 정보 신호를 기록하는 것이 가능하다. 또한, 기록 매체의 보호 층을 0.2 mm 이하로 제조함으로써 짧은 작업 거리를 갖는 대물렌즈를 제공하는 것이 가능하며, 이는 가벼운 중량의 그리고 컴팩트한 광 핵업 장치를 제공하는 것을 가능하게 한다.

<240> 또한, 상술된 각 대물렌즈에서, 양호하게는 외주 상에 플랜지부가 제공되며, 보다 양호하게는 외주 상에 광 축에 수직한 방향으로 연장된 면을 갖는 플랜지부가 제공된다. 외주 상에 제공된 플랜지부에 의해, 대물렌즈가 광 핵업 장치에 용이하게 부착될 수 있으며, 광 축에 거의 수직한 방향으로 연장된 면을 플랜지부에 제공함으로써 대물렌즈를 보다 정확하게 부착하는 것이 가능하다.

<241> 또한, 본 발명의 각 광 핵업 장치는 내부에 광원과, 정보 기록 매체의 정보 기록 면 상에 공원으로부터 광속을 수렴하는 대물렌즈를 가지며, 비구면 단일 대물렌즈가 상술된 대물렌즈로서 제공된, 정보 기록 매체로부터 광원의 탐지에 의해 정보 기록 매체 상에 정보 기록 및/또는 그로부터 정보 재생을 수행하는 장치이다.

<242> 또한, 본 발명의 각 광 핵업 장치는 내부에 광원과, 광원으로부터 방출된 발산 광의 발산 각을 변경시키는 복합 렌즈와, 정보 기록 매체의 정보 기록 면 상에 복합 렌즈를 통해 광속을 수렴하는 대물렌즈를 포함하며, 정보 기록 매체로부터 광원의 탐지를 통해 정보 기록 매체 상에 정보 기록 및/또는 그로부터 정보의 재생을 수행하며, 복합 렌즈는 대물렌즈의 색수차를 보정하는 기능을 가지며 비구면 단일 대물렌즈가 상술된 대물렌즈로서 제공된 장치이다.

<243> 비구면 단일 대물렌즈가 대물렌즈로서 사용되면, 높은 밀도의 기록/재생 장치에 적절한 대물렌즈를 얻는 것이 가능하나, 굴절계에서의 단일 대물렌즈 때문에 짧은 파장의 부분에서 과소인 축방향 색수차가 야기된다. 그러나, 축방향 색수차는 상술된 광 핵업 장치에서 복합 렌즈에 의해 보정될 수 있다. 즉, 복합 렌즈의 축방향 색수차가 짧은 파장의 부분에서 과대하게 되면, 대물렌즈의 축방향 색수차는 감소된다. 이 때문에, 상술된 대물렌즈로는, 축방향 색수차가 간단한 구조에 의해 보정되는 광학계를 갖는 광 핵업 장치를 얻는 것이 가능하다.

<244> 이 경우, 복합 렌즈는 광원으로부터 방출된 광속을 대부분 조준된 광속으로 조준할 수 있다. 이러한 구조는 핵업 광학계의 조립 및 조절을 간단하게 한다. 즉, 복합 렌즈는 또한 콜리메이터 렌즈일 수 있다.

<245> 대물렌즈와 커플링 렌즈의 합성 장치의 색상 수차가 다음의 식 (20)을 만족하도록 배치되는 것이 또한 가능하다.

$$\delta fb \cdot NA^2 \leq 0.25\mu m \quad (\delta fb > 0) \quad (20)$$

<247> 여기에서, δfb 는 파장이 표준 파장으로부터 $+1nm$ 만큼 변화할 때 합성 장치의 집점 위치(μm)의 변화를 나타내고, NA는 디스크 부분 상의 대물렌즈의 개구수를 나타낸다.

<248> 다음의 식 (20)'를 만족하는 것이 더 바람직하다.

$$0.02\mu m \leq \delta fb \cdot NA^2 \leq 0.15\mu m \quad (\delta fb > 0) \quad (20)'$$

<250> 전술된 각각의 구성은 커플링 렌즈에 의해 수행된 색상 수차의 보정에 관한 것이다. 약 400nm의 발진 파장으로 단파장 레이저 반도체를 취급할 때, 파장의 미세 이동에 의해 대물렌즈 상에 야기된 축방향 색상 수차는 허용되지 않는 심각한 문제점이다. 문제점의 원인은 다음과 같다. 단파장을 취급할 때, 보통 렌즈 재료의 굴절률의 변화는 파장의 미세 변동에 대해 커지게 된다. 그 결과, 집점의 흐려짐 양은 커지게 된다. 그러나, 대물렌즈의 집점 깊이에 관하여, $k\lambda/NA^2$ (k 는 비례 상수임)로부터 알 수 있는 바와 같이 이용되는 파장(λ)이 더 짧아지게 되면 될수록 집점 깊이는 더 작아지며, 매우 소량의 집점 흐려짐도 허용되지 않는다. ISOM/ODS'99 포스트드라이브 포스터 페이퍼(Postdeadline Poster Paper)의 세션 WD26에서, 0.7nm의 스펙트럼 폭(FWHM)을 갖는 고주파 중첩은 GaN 청색 반도체 레이저를 위해 도시되어 있다. 고주파 중첩에 대해 핵업 광학 장치의 전방 파동 수차를 약 $0.02\lambda_{rms}$ 로 제어하는 것이 바람직하다. 색상의 구면 수차가 보정되었다고 가정하게 되면 앞서 논의된 것에 필요한 축방향 색상 수차의 보정 수준을 얻게 된다. 표준 파장이 400nm이고 NA가 디스크의 부분 상의 개구수를 나타낼 때, 0.7nm의 스펙트럼 폭(FWHM)을 갖는 고주파 중첩의 경우에 전방 파동 수차를 $0.02\lambda_{rms}$ 로 제어하기 위해 1nm의 파장 변동을 위해 합성 장치의 축방향 색상 수차를 약 $0.15\mu m/NA^2$ 내로 제어하는 것이 필요

하다. 한편, 합성 장치의 축방향 색상 수차는 항상 완전히 보정될 필요는 없고, 전방 파동 수차는 허용 범위 내에 있게 될 수 있다. 대물렌즈가 본 발명에서와 같이 굴절 장치에서의 단일 렌즈일 때, 축방향 색상 수차는 대물렌즈의 장파장의 경우에 양의 값으로 되기 때문에 합성 장치에서도 장파장의 경우에 축방향 색상 수차를 양의 값으로 되게 함으로써 커플링 렌즈를 간단한 방식으로 구성하는 것이 가능하다. 일예로, 커플링 렌즈가 일그룹 및 2 개의 요소의 접합 렌즈로 구성될 때, 커플링 렌즈의 각각의 렌즈 요소의 힘은 합성 장치의 완전한 색상 보정과 비교하여 약해질 수 있고, 수차 면에서 탁월하고 제작이 용이한 커플링 렌즈를 생성하게 된다. 회절 렌즈로서 커플링 렌즈에 대한 색상 보정의 경우에, 회절 표면의 힘은 약해질 수 있어, 띠 모양의 회절 링의 간격은 커지고, 높은 회절 효율을 갖는 회절 렌즈가 쉽게 제작될 수 있다. 이러한 이유로 인해, 전술된 조건식의 하한치가 정해진다.

<251> 또한, 합성 장치의 배율 m 에 관한 이하의 식을 만족시키는 것이 바람직하며,

$$0.1 \leq |m| \leq 0.5 \quad (m < 0)$$

<253> 여기에서, m 은 대물렌즈와 커플링 렌즈의 합성 장치의 배율을 나타낸다.

<254> 배율이 위의 조건식의 하한치 이상일 때, 합성 장치는 소형이고, 반면에 배율이 상한치 이하일 때, 커플링 렌즈는 수차면에서 양호하다.

<255> 커플링 렌즈는 하나의 조각 또는 다수의 조각으로 구성될 수 있고, 커플링 렌즈는 일 그룹 및 2 개의 요소의 구조물로 되는 것이 바람직하다. 전술된 커플링 렌즈의 일 그룹 및 2 개의 요소의 구조물로 인해, 커플링 렌즈의 구조물은 간단하고 커플링 렌즈의 제조를 용이하게 한다. 일 그룹 및 2 개의 요소의 커플링 렌즈를 이용할 때, 축방향 힘을 유지하면서 일부 단파장 이상 및 일부 장파장 이하인 축방향 색상 수차를 선명하게 발생시키는 것이 가능하다. 그 결과, 모드 도약과 같은 순간 파장 변동에 유익한 합성 장치 상의 축방향 힘을 유지하면서 일부 단파장 이하 및 일부 장파장 이상인 대물렌즈 상의 축방향 색상 수차를 유리하게 보정하는 것이 가능하다. 이러한 축방향 색상 수차가 일부 단파장 이상 및 일부 장파장 이하로 이루어질 때, 발산 작용을 갖는 커플링 렌즈의 접합면 상의 꼭률은 커지는 경향이 있다. 따라서, 표준 파장에서의 구면 수차가 조절되게 되면, 일부 단파장 이상 및 일부 장파장 이하인 구면 수차가 크게 발생된다. 그 결과, 대물렌즈 상에 발생된 일부 단파장 상에 및 일부 장파장 상의 구면 수차는 삭제되고, 파장 변동 캡(cab)의 경우에 합성 장치의 구면 수차는 작아지도록 조절된다.

<256> 부수적으로, 커플링 렌즈가 비구면을 갖는 것이 바람직하다. 비구면은 일측면 또는 양 측면 상에 마련될 수 있다.

<257> 전술된 커플링 렌즈가 비구면을 갖는 일 그룹 및 2 개의 요소의 구조물이기 때문에, 비구면의 수차 보정 기능에 의해 커지도록 그리고 그 총 길이가 짧은 소형 합성 장치를 얻도록 커플링 렌즈의 개구수를 제작하는 것이 가능하다.

<258> 전술된 커플링 렌즈가 회절면을 갖기 때문에, 특히 회절면을 플라스틱 비구면 렌즈에 추가함으로써 단일 렌즈의 간단한 구성을 갖는 매우 효율적인 커플링 렌즈를 얻는 것이 가능하다. 부수적으로, 커플링 렌즈를 광축 방향으로 이동시킴으로써 광학 장치의 각각의 광학면 상에 야기된 구면 수차의 변동을 보정하는 것이 또한 가능하다. 일예로, 커플링 렌즈는 재생 신호의 RF 진폭을 조정하면서 이동될 수 있어, 광학 장치 내에 야기된 구면 수차가 최적 방식으로 보정될 수 있다. 광학 장치의 각각의 광학면 상에 야기된 구면 수차의 변동으로서, 일예로서 광원의 발진 파장의 미세 변경을 기초로 한 변동, 온도 변화를 기초로 한 변동, 습도 변화를 기초로 한 변동, 정보 기록 매체의 보호층의 두께의 미세 변화를 기초로 한 변동 및 위의 조합에 기초로 한 변동이 있다. 커플링 렌즈는 광학 장치의 구면 수차가 더 크게 변동할 때 대물렌즈로부터의 거리가 증가될 수 있도록 광축 방향으로 이동되고 커플링 렌즈가 광학 장치의 구면 수차가 더 작게 변동할 때 대물렌즈로부터의 거리가 감소될 수 있도록 광축 방향으로 이동되는 것이 바람직하다. 부수적으로, 광축 방향으로의 커플링 렌즈의 이동에 관하여, 광 꾹업 장치가 커플링 렌즈를 이동시키는 이동 유닛을 구비하는 것이 바람직하다. 이동 유닛으로서, 음성-오일형 액츄에이터 및 압전기 액츄에이터가 이용될 수 있다.

<259> 부수적으로, 전술된 각각의 광 꾹업 장치는 레이저 광원으로부터 대물렌즈를 거쳐 방사된 광속을 정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 수렴시키고, 정보 기록 매체 상의 정보 및 정보 기록 매체로부터의 정보 재생을 수행할 수 있다.

<260> 전술된 광 정보 기록 매체는 일예로 CD, CD-R, CD-RW, CD-Video 및 CD-ROM과 같은 다양한 CD와, DVD, DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-R 및 DVD-RW와 같은 다양한 DVD와, MD와 같은 디스크형 정보 기록 매체를 포함하고, 또한 기록 밀

도면에서 향상된 새로운 고밀도 정보 기록 매체를 포함한다.

- <261> 본 발명의 실시예에 대해 다음과 같이 도면을 참고로 하여 설명하기로 한다. 도8은 본 발명의 일실시예를 도시한 광 핀업 장치 구조의 개략 다이어그램이다.
- <262> 도8의 광 핀업 장치는 대물렌즈로서 본 발명의 이중 비구면 단일 대물렌즈를 채용한 것이고, 광원을 나타내는 반도체 레이저(3)와, 광원(3)으로부터 방사된 발산광의 발산각을 변경하는 커플링 렌즈(2)와, 커플링 렌즈(2)로부터 나오는 광속을 정보 기록 매체의 정보 기록면(5) 상에 수렴시키는 대물렌즈(1)와, 정보 기록 매체의 정보 기록면(5)으로부터 반사광을 수용하는 광 검출기(4)가 마련된다.
- <263> 도8에서의 광 핀업 장치는 정보 기록면(5)으로부터 광 검출기(4)를 향해 반사광을 분리시키는 비임 분할기(6)와, 커플링 렌즈(2)와 대물렌즈(1) 사이에 배치된 1/4 파장판(7)과, 대물렌즈(8)의 전방에 배치된 격판(8)과, 원통형 렌즈(9) 및 집점 트래킹을 위한 액추에이터(10)를 더 갖추고 있다. 다시 말해, 본 실시예에서, 광 수렴 광학 장치는 비임 분할기와, 커플링 렌즈와, 1/4 파장판과, 대물렌즈 및 격판을 내부에 구비한다. 부수적으로, 본 실시예에서, 비임 분할기는 광 수렴 광학 장치 내에 포함되지 않는 하나의 분할기로서 생각될 수 있다.
- <264> 대물렌즈(1)는 그 외주부 상에 광축에 직각 방향으로 연장하는 표면을 구비한 플랜지부(1a)를 더 구비한다. 이러한 플랜지부(1a)로 인해, 대물렌즈(1)는 광 핀업 장치 상에 정밀 부착될 수 있다.
- <265> 커플링 렌즈(2)는 또한 입사 발산 광속이 광축에 거의 평행한 광속이 되도록 하는 시준기 렌즈로 될 수 있다. 이 경우에, 광원(3) 또는 시준기 렌즈(2)는 시준기 렌즈(2)로부터 나오는 광속이 거의 평행하게 되도록 조정을 위해 시준기 렌즈의 광축 방향으로 이동될 수 있도록 배치되는 것이 바람직하다.
- <266> 전술된 대로, 본 발명의 광 핀업 장치는 광원으로부터 대개 평행한 광으로 발산 광속을 전환하기 위한 시준기 렌즈 및 평행 광을 정보 기록면 상에 수렴시키기 위한 대물렌즈로 구성될 수 있거나, 또는 광원으로부터의 발산 광속의 각을 변경하고 발산 광속 또는 수렴 광속으로 전환하는 전환 렌즈를 나타내는 커플링 렌즈 및 커플링 렌즈로부터 나오는 광속을 정보 기록면 상에 수렴시키는 대물렌즈로 구성될 수 있다. 광 핀업 장치는 또한 광원로부터의 발산 광속을 정보 기록면 상에 수렴시키는 대물렌즈(한정된 결합 대물렌즈)만으로 구성될 수 있다.
- <267> 그후, 앞서의 광 핀업 장치에 대한 본 발명의 비구면 단일 대물렌즈를 이용함으로써 광 디스크의 고밀도 기록 및 재생을 수행할 수 있는 광 핀업 장치를 얻는 것이 가능하다.
- <268> 다음으로, 각각이 본 발명의 대물렌즈 및 광 핀업 장치 모두에 대한 예 1 내지 15와, 각각이 커플링 렌즈 및 광 핀업 장치에 대한 예 16 내지 27에 대해 설명하기로 한다. 부수적으로, 광 핀업 장치의 개략 구성의 예는 일실시예에서 설명된 도8에 도시된 것과 유사하다. 본 발명의 광 핀업 장치는 반도체 레이저의 표준 파장의 선택(광원의 설정)과, 커플링 렌즈의 사용 또는 제거 또는 커플링 렌즈로서의 시준기 렌즈의 사용의 수립, 격판(8) 개구의 수립 및 다양한 부품을 배치하기 위한 위치의 수립을 수행하고 각각의 예의 대물렌즈와 커플링 렌즈를 장착함으로써 얻어지게 되어, 아래의 각각의 예에 기재된 구성 및 상태가 만족될 수 있다.
- <269> 첫 번째로, 대물렌즈의 예에 대해 설명하기로 한다. 예 1 내지 15의 데이터의 목록은 아래의 표1에 도시되어 있다. 부수적으로, 예 1 내지 15에서, 예 6, 9 및 15는 플라스틱 렌즈에 대한 것이고, 다른 것들은 유리 렌즈에 대한 것이다. 예 5의 광 정보 기록 매체는 투명 기판을 구비하고 있지 않다. 다른 예들에서의 각각의 광 정보 기록 매체는 0.1mm 두께의 투명 기판을 구비한다.

<270>

[표 1]

실시예들의 리스트	1	2	3	4	5
f	1.76	1.76	1.76	1.76	0.13
NA	0.85	0.75	0.85	0.75	0.83
파장 (nm)	400	400	400	400	660
d_1/f	1.79	1.73	1.68	1.59	1.74
f/vd	0.048	0.048	0.033	0.033	0.003
vd	37.0	37.0	53.2	53.2	40.9
$r_1/(n \cdot f)$	0.53	0.53	0.50	0.50	0.49
n	1.85614	1.85614	1.71667	1.71667	1.79998
파 전방 수차 (λ_{rms})	축상	0.010	0.005	0.012	0.006
	편축상	0.054	0.029	0.060	0.033
	(상 높이) (관측 각도)	(0.03mm) (1°)	(0.03mm) (1°)	(0.03mm) (1°)	(0.005mm) (2°)

실시예들의 리스트	6	7	8	9	10
f	2.65	1.76	1.76	1.76	1.76
NA	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
파장 (nm)	400	400	405	405	405
d_1/f	1.79	1.42	1.56	1.47	1.51
f/vd	0.047	0.048	0.033	0.030	0.019
vd	56.0	37.0	53.2	59.5	95.0
$r_1/(n \cdot f)$	0.48	0.47	0.47	0.44	0.42
n	1.56119	1.85614	1.71558	1.52523	1.44260
파 전방 수차 (λ_{rms})	축상	0.022	0.005	0.008	0.008
	편축상	0.121	0.070	0.063	0.098
	(상 높이) (관측 각도)	(0.03mm) (0.6°)	(0.03mm) (1°)	(0.03mm) (1°)	(0.03mm) (1°)

실시예들의 리스트	11	12	13	14	15
f	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
NA	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
파장 (nm)	405	405	405	405	405
d_1/f	1.50	1.36	2.07	2.22	1.43
f/vd	0.022	0.083	0.083	0.106	0.030
vd	81.6	21.2	21.2	16.6	59.5
$r_1/(n \cdot f)$	0.44	0.44	0.60	0.64	0.46
n	1.50716	2.15857	2.15857	2.34860	1.52523
파 전방 수차 (λ_{rms})	축상	0.009	0.002	0.006	0.006
	편축상	0.106	0.112	0.032	0.030
	(상 높이) (관측 각도)	(0.03mm) (1°)	(0.03mm) (1°)	(0.03mm) (1°)	(0.03mm) (1°)

<271>

<272>

실시예 1-4 및 실시예 6 및 7의 대물렌즈들은 400 nm 표준 파장의 무한 대물렌즈이고, 실시예 8-15 및 실시예 6 및 7의 대물렌즈는 405 nm의 표준 파장의 무한 대물렌즈이다. 실시예 6 및 9의 각각에서, 0.1 mm 두께를 갖는 정보 기록 매체의 보호층이 위치한 것으로 가정하고, 정보 기록 매체의 상 면과 대물렌즈 사이에 0.1 mm 이하의

조작 거리가 제공되고, 대물렌즈용으로 플라스틱 재료가 사용된다. 실시예 5에서 대물렌즈는 660 nm의 표준 파장의 무한 대물렌즈이다.

<273> 실시예 15는 회절면이 제공된 실시예이다. 또, 표 1에서 "파 전방 수차"의 "편축 상"으로 기재된 용어는 상 높이 특성을 나타낸다. 표1 은 실시예 1 내지 실시예 15의 상 높이 특성이 우수하다는 것을 나타낸다. 실시예 8에서, 1 μm 로 분산된 제1면에 의해 야기된 파 전방 수차는 0.021 λ 로서 이는 0.035 λ 보다 작아서 우수한 편심 민감도를 나타낸다. 다른 실시예들에서도 우수한 편심 민감도를 얻을 수 있었다.

<274> 본 실시예의 비구면에 대해, x-축이 광학축의 방향, 광학축에 수직인 방향으로의 높이가 h, 표면의 곡률 반경이 r을 나타내고, K가 원추의 상수이고 A_i 가 비구면 계수라고 가정할 때 다음 식으로 표현된다.

$$x = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) h^2 / r^2}} + \sum_{i=2} A_{2i} h^{2i}$$

<275> (예 1)

<277> 렌즈 데이터는 표 2에 도시되고, 비구면 계수는 표 3에 도시되어 있다. 실시예 1의 렌즈는 도1(a)의 단면도 및 도1(b)의 수차 다이어그램으로 이루어진 도1에 도시되어 있다.

<278> λ (파장) = 400 nm

<279> $f = 1.765 \text{ mm}$

<280> NA = 0.85

<281> 배율 = 0

<282> [표 2]

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.72078	3.150	1.85614	37.0
2*	-1.92753	0.213		
3	∞	0.100	1.62158	30.0
4	∞	0.000		

<283>

<284> * : 비구면

<285> [표 3]

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.319957$	$K = -126.71803$
$A_4 = -0.897201 \times 10^{-3}$	$A_4 = 0.446627 \times 1$
$A_6 = -0.132966 \times 10^{-2}$	$A_6 = -0.374370 \times 10$
$A_8 = 0.567005 \times 10^{-3}$	$A_8 = 0.128630 \times 10$
$A_{10} = -0.488314 \times 10^{-3}$	$A_{10} = -0.176551 \times 10$
$A_{12} = 0.337127 \times 10^{-4}$	$A_{12} = 0.252229 \times 10^{-3}$
$A_{14} = 0.426690 \times 10^{-4}$	
$A_{16} = -0.200712 \times 10^{-4}$	

<286>

<287> (예 2)

<288> 렌즈 데이터는 표 4에 도시되고, 비구면 계수는 표 5에 도시되어 있다. 실시예 2의 렌즈는 도2(a)의 단면도 및 도2(b)의 수차 다이어그램으로 이루어진 도2에 도시되어 있다.

<289> λ (파장) = 400 nm

<290> $f = 1.765 \text{ mm}$

<291> NA = 0.75

<292> 배율 = 0

<293>

[표 4]

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.72793	3.037	1.85614	37.0
2*	-2.27646	0.272		
3	∞	0.100	1.62158	30.0
4	∞	0.000		

<294>

* : 비구면

<295>

[표 5]

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.332121$	$K = -87.525272$
$A_4 = -0.142338 \times 10^{-2}$	$A_4 = 0.378863 \times 1$
$A_6 = -0.145971 \times 10^{-2}$	$A_6 = -0.330567 \times 10$
$A_8 = 0.480431 \times 10^{-3}$	$A_8 = 0.125735 \times 10^2$
$A_{10} = -0.506544 \times 10^{-3}$	$A_{10} = -0.193685 \times 10^2$
$A_{12} = 0.213333 \times 10^{-4}$	$A_{12} = -0.252229 \times 10^{-3}$
$A_{14} = 0.180460 \times 10^{-4}$	
$A_{16} = -0.104472 \times 10^{-4}$	

<296>

(예 3)

<299>

렌즈 데이터는 표 6에 도시되고, 비구면 계수는 표 7에 도시되어 있다. 실시예 3의 렌즈는 도3(a)의 단면도 및 도3(b)의 수차 다이어그램으로 이루어진 도3에 도시되어 있다.

<300>

 λ (파장) = 400 nm

<301>

 f = 1.765 mm

<302>

NA = 0.85

<303>

배율 = 0

<304>

[표 6]

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.51143	2.946	1.71667	53.2
2*	-1.44415	0.267		
3	∞	0.100	1.62158	30.0
4	∞	0.000		

<305>

* : 비구면

<307>

[표 7]

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.435901$	$K = -59.503252$
$A_4 = 0.227660 \times 10^{-2}$	$A_4 = 0.330895 \times 1$
$A_6 = -0.331034 \times 10^{-2}$	$A_6 = -0.173954 \times 10$
$A_8 = 0.363944 \times 10^{-2}$	$A_8 = 0.376531 \times 10$
$A_{10} = -0.258170 \times 10^{-2}$	$A_{10} = -0.327613 \times 10$
$A_{12} = 0.676932 \times 10^{-3}$	$A_{12} = -0.252229 \times 10^{-3}$
$A_{14} = 0.153229 \times 10^{-4}$	
$A_{16} = -0.463776 \times 10^{-4}$	

<308>

(예 4)

<310>

렌즈 데이터는 표 8에 도시되고, 비구면 계수는 표 9에 도시되어 있다. 실시예 4의 렌즈는 도4(a)의 단면도 및 도4(b)의 수차 다이어그램으로 이루어진 도4에 도시되어 있다.

<311> λ (파장) = 400 nm<312> f = 1.765 mm

<313> NA = 0.75

<314> 배율 = 0

<315> [표 8]

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.51629	2.801	1.71667	53.2
2*	-1.74496	0.342		
3	∞	0.100	1.62158	30.0
4	∞	0.000		

<316>

<317> * : 비구면

<318> [표 9]

비구면 계수	
제1면	제2면
$K=-0.448813$	$K=-46.678777$
$A_4 = 0.580310 \times 10^{-3}$	$A_4 = 0.219283 \times 1$
$A_6 = -0.158678 \times 10^{-2}$	$A_6 = -0.124381 \times 10$
$A_8 = 0.136862 \times 10^{-2}$	$A_8 = 0.291780 \times 10$
$A_{10} = -0.198562 \times 10^{-2}$	$A_{10} = -0.280227 \times 10$
$A_{12} = 0.114053 \times 10^{-2}$	$A_{12} = -0.252229 \times 10^{-3}$
$A_{14} = -0.438727 \times 10^{-3}$	
$A_{16} = 0.508367 \times 10^{-4}$	

<319>

<320> (예 5)

<321> 렌즈 데이터는 표 10에 도시되고, 비구면 계수는 표 11에 도시되어 있다. 실시예 5의 렌즈는 도5(a)의 단면도 및 도5(b)의 수차 다이어그램으로 이루어진 도5에 도시되어 있다.

<322> λ (파장) = 660 nm<323> f = 0.131 mm

<324> NA = 0.83

<325> 배율 = -0.1456

<326> [표 10]

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	0.115	0.226	1.79998	40.9
2*	-0.147	0.000		

<327>

<328> * : 비구면

<329>

[표 11]

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.3946$	$K = -77.181$
$A_4 = -0.78479 \times 10^{-1}$	$A_4 = 0.24008 \times 10^2$
$A_6 = -0.23519 \times 10^4$	$A_6 = -0.10585 \times 10^5$
$A_8 = 0.56266 \times 10^5$	$A_8 = 0.93242 \times 10^6$
$A_{10} = -0.27400 \times 10^7$	$A_{12} = -0.10004 \times 10^{10}$
$A_{12} = -0.20657 \times 10^9$	
$A_{14} = 0.75407 \times 10^7$	
$A_{16} = -0.35744 \times 10^{11}$	

<330>

(예 6)

<332>

렌즈 데이터는 표 12에 도시되고, 비구면 계수는 표 13에 도시되어 있다. 실시예 6의 렌즈는 도6(a)의 단면도 및 도6(b)의 수차 다이어그램으로 이루어진 도6에 도시되어 있다.

<333>

 λ (파장) = 400 nm

<334>

 f = 2.647 mm

<335>

NA = 0.85

<336>

배율 = 0

<337>

[표 12]

	r (mm)	d (mm)	n	v_d
1*	1.97771	4.748	1.56119	56.0
2*	-0.81768	0.300		
3	∞	0.100	1.62158	30.0
4	∞	0.000		

<338>

* : 비구면

<340>

[표 13]

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.576418$	$K = -19.183803$
$A_4 = 0.265281 \times 10^{-2}$	$A_4 = 0.335865 \times 1$
$A_6 = -0.413751 \times 10^{-3}$	$A_6 = -0.922525 \times 1$
$A_8 = 0.317393 \times 10^{-3}$	$A_8 = 0.116730 \times 10$
$A_{10} = -0.591851 \times 10^{-4}$	$A_{10} = -0.591738 \times 1$
$A_{12} = -0.442060 \times 10^{-5}$	$A_{12} = -0.291540 \times 10^{-5}$
$A_{14} = 0.362723 \times 10^{-5}$	
$A_{16} = -0.412233 \times 10^{-6}$	

<341>

(예 7)

<343>

렌즈 데이터는 표 14에 도시되고, 비구면 계수는 표 15에 도시되어 있다. 실시예 7의 렌즈는 도7(a)의 단면도 및 도7(b)의 수차 다이어그램으로 이루어진 도7에 도시되어 있다.

<344>

 λ (파장) = 400 nm

<345>

 f = 1.765 mm

<346>

NA = 0.85

<347>

배율 = 0

<348>

[표 14]

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.53773	2.500	1.85614	37.0
2*	-21.60833	0.380		
3	∞	0.100	1.62158	30.0
4	∞	0.000		

<349>

* : 비구면

<350>

[표 15]

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.329489$	$K = 199.72542$
$A_4 = -0.168113 \times 10^{-2}$	$A_4 = 0.344557 \times 1$
$A_6 = -0.913997 \times 10^{-3}$	$A_6 = -0.119299 \times 10$
$A_8 = -0.127668 \times 10^{-3}$	$A_8 = 0.181507 \times 10$
$A_{10} = -0.319026 \times 10^{-3}$	$A_{10} = -0.110457 \times 10$
$A_{12} = 0.691773 \times 10^{-4}$	$A_{12} = -0.252229 \times 10^{-3}$
$A_{14} = -0.241646 \times 10^{-4}$	
$A_{16} = -0.187683 \times 10^{-4}$	

<351>

(예 8)

<352>

렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 16에 도시되어 있다. 실시예 8의 대물렌즈의 단면도는 도9에 도시되고 그 수차 다이어그램은 도10에 도시되어 있다.

<353>

[표 16]

<354>

실시예 8

<355>

 $\lambda = 405$ [nm]

<356>

 $f = 1.765$ [mm]

<357>

NA = 0.85

<358>

배율 = 0

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.43376	2.750	1.71558	53.2
2*	-2.11753	0.290		
3	∞	0.100	1.61950	30.0
4	∞	0.000		

<359>

* : 비구면

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.452646$	$K = -185.75159$
$A_4 = 0.571669 \times 10^{-2}$	$A_4 = 0.281279 \times 10^0$
$A_6 = -0.591147 \times 10^{-2}$	$A_6 = -0.742134 \times 10^0$
$A_8 = 0.721339 \times 10^{-2}$	$A_8 = 0.667680 \times 10^0$
$A_{10} = -0.398819 \times 10^{-2}$	$A_{10} = -0.195290 \times 10^0$
$A_{12} = 0.390519 \times 10^{-3}$	$A_{12} = -0.252228 \times 10^{-3}$
$A_{14} = 0.446956 \times 10^{-3}$	
$A_{16} = -0.135385 \times 10^{-3}$	

<360>

(예 9)

<361>

렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 17에 도시되어 있다. 실시예 9의 대물렌즈의 단면도는 도11에 도시되고 그 수차 다이어그램은 도12에 도시되어 있다.

<366> [표 17]

<367> 실시예 9

<368> $\lambda = 405$ [nm]<369> $f = 1.765$ [mm]

<370> NA = 0.85

<371> 배율 = 0

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.17503	2.602	1.52523	59.5
2*	-1.04152	0.357		
3	∞	0.100	1.61950	30.0
4	∞	0.000		

<372>

<373> * : 비구면

비구면 계수	
제1면	제2면
$K=-0.682004$	$K=-29.373780$
$A_4 = 0.180213E-01$	$A_4 = 0.297543E+00$
$A_6 = 0.368416E-02$	$A_6 = -0.423018E+00$
$A_8 = 0.140365E-02$	$A_8 = 0.295535E+00$
$A_{10} = 0.342876E-03$	$A_{10} = -0.829290E-01$
$A_{12} = -0.311534E-04$	$A_{12} = -0.252257E-03$
$A_{14} = 0.103341E-03$	
$A_{16} = 0.141728E-04$	

<374>

<375> (예 10)

<376> 렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 18에 도시되어 있다. 실시예 10의 대물렌즈의 단면도는 도13에 도시되고 그 수차 다이어그램은 도14에 도시되어 있다.

<377> [표 18]

<378> 예 10

<379> $\lambda = 405$ [nm]<380> $f = 1.765$ [mm]

<381> NA = 0.85

<382> 배율 = 0

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.07547	2.657	1.44260	95.0
2*	-0.69088	0.366		
3	∞	0.100	1.61950	30.0
4	∞	0.000		

<383>

<384>

* : 비구면

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.700141$	$K = -12.891107$
$A_4 = 0.190496E-01$	$A_4 = 0.262567E+00$
$A_6 = 0.502475E-02$	$A_6 = -0.355053E+00$
$A_8 = 0.115240E-02$	$A_8 = 0.236709E+00$
$A_{10} = 0.134395E-03$	$A_{10} = -0.631951E-01$
$A_{12} = 0.369702E-04$	$A_{12} = -0.253345E-03$
$A_{14} = 0.315362E-03$	
$A_{16} = -0.398715E-04$	

<385>

(예 11)

<387>

렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 19에 도시되어 있다. 예 11의 대물렌즈의 단면도는 도15에 도시되어 있고, 그 수차 다이어그램은 도16에 도시되어 있다.

<388>

[표 19]

<389>

예 11

<390>

 $\lambda = 405[\text{nm}]$

<391>

 $f = 1.765[\text{mm}]$

<392>

NA = 0.85

<393>

배율 = 0

	$r(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	n	vd
1*	1.15821	2.647	1.50716	81.6
2*	-0.90947	0.346		
3	∞	0.100	1.61950	30.0
4	∞	0.000		

<394>

* : 비구면

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.661186$	$K = -24.300945$
$A_4 = 0.159215E-01$	$A_4 = 0.296712E+00$
$A_6 = 0.483822E-02$	$A_6 = -0.416550E+00$
$A_8 = -0.630221E-03$	$A_8 = 0.289015E+00$
$A_{10} = 0.130734E-02$	$A_{10} = -0.807695E-01$
$A_{12} = -0.585454E-04$	$A_{12} = -0.252243E-03$
$A_{14} = -0.503797E-04$	
$A_{16} = 0.569157E-04$	

<396>

(예 12)

<398>

렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 20에 도시되어 있다. 예 12의 대물렌즈의 단면도는 도17에 도시되어 있고, 그 수차 다이어그램은 도18에 도시되어 있다.

<399>

[표 20]

<400>

예 12

<401>

 $\lambda = 405[\text{nm}]$

<402>

 $f = 1.765[\text{mm}]$

<403>

NA = 0.85

<404> 배율 = 0

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	1.69377	2.400	2.15857	21.2
2*	2.36431	0.361		
3	∞	0.100	1.61950	30.0
4	∞	0.000		

<405>

<406> * : 비구면

비구면 계수	
제1면	제2면
$K=-0.413733$	$K=-9.944350$
$A_4 = 0.330545E-02$	$A_4 = 0.834366E-01$
$A_6 = -0.226795E-03$	$A_6 = -0.534921E+00$
$A_8 = 0.133470E-02$	$A_8 = 0.647444E+00$
$A_{10}=-0.133780E-02$	$A_{10}=-0.195829E+00$
$A_{12}= 0.654514E-03$	$A_{12}=-0.252217E-03$
$A_{14}=-0.152871E-03$	
$A_{16}= 0.488831E-05$	

<407>

<408> (예 13)

<409> 렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 21에 도시되어 있다. 예 13의 대물렌즈의 단면도는 도19에 도시되어 있고, 그 수차 다이어그램은 도20에 도시되어 있다.

<410> [표 21]

<411> 예 13

<412> $\lambda = 405[\text{nm}]$ <413> $f = 1.765[\text{mm}]$

<414> NA = 0.85

<415> 배율 = 0

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1*	2.30000	3.650	2.15857	21.2
2*	-2.73024	0.200		
3	∞	0.100	1.61950	30.0
4	∞	0.000		

<416>

<417> * : 비구면

비구면 계수	
제1면	제2면
$K=-0.456357$	$K=-219.93144$
$A_4 = 0.712833E-03$	$A_4 = -0.962060E-01$
$A_6 = -0.604365E-03$	$A_6 = -0.200434E+00$
$A_8 = 0.898662E-03$	$A_8 = 0.741851E+00$
$A_{10}=-0.133726E-02$	$A_{10}=-0.292121E+00$
$A_{12}= 0.785181E-03$	$A_{12}=-0.252226E-03$
$A_{14}=-0.223083E-03$	
$A_{16}= 0.199958E-04$	

<418>

<419> (예 14)

<420> 렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 22에 도시되어 있다. 예 14의 대물렌즈의 단면도는 도21에 도시되어 있고, 그 수차 다이어그램은 도22에 도시되어 있다.

<421> [표 22]

<422> 예 14

<423> $\lambda = 405[\text{nm}]$ <424> $f = 1.765[\text{mm}]$

<425> NA = 0.85

<426> 배율 = 0

	$r(\text{mm})$	$d(\text{mm})$	n	vd
1*	2.64228	3.919	2.34860	16.6
2*	-3.55612	0.200		
3	∞	0.100	1.61950	30.0
4	∞	0.000		

<427>

<428> * : 비구면

비구면 계수	
제1면	제2면
$K = -0.467576$	$K = -321.19491$
$A_4 = 0.555792E-03$	$A_4 = -0.195720E+00$
$A_6 = -0.149475E-02$	$A_6 = 0.310925E+00$
$A_8 = 0.178501E-02$	$A_8 = -0.244958E+00$
$A_{10} = -0.157718E-02$	$A_{10} = 0.486778E-01$
$A_{12} = 0.651169E-03$	$A_{12} = -0.252220E-03$
$A_{14} = -0.127250E-03$	
$A_{16} = 0.484981E-05$	

<429>

<430> (예 15)

<431> 렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 23에 도시되어 있다. 예 15의 대물렌즈의 단면도는 도22에 도시되어 있고, 그 수차 다이어그램은 도24에 도시되어 있다.

<432> [표 23]

<433> 예 15

<434> $\lambda = 405[\text{nm}]$ <435> $f = 1.765[\text{mm}]$

<436> NA = 0.85

<437>

배율 = 0

	r (mm)	d (mm)	n	vd
1 (비구면 1, 회절면 1)	1.23647	2.532	1.52523	59.5
2 (비구면 2)	-1.18419	0.336		
3	∞	0.100		
4	∞	0.000		

비구면 1	회절면 1
$K = -0.68816$	$b_2 = -0.20985E-01$
$A_4 = 0.17621E-01$	$b_4 = -0.26478E-02$
$A_6 = 0.32160E-02$	$b_6 = -0.31346E-03$
$A_8 = 0.17762E-02$	$b_8 = -0.63327E-04$
$A_{10} = 0.28747E-03$	$b_{10} = -0.45002E-04$
$A_{12} = -0.17669E-03$	$b_{12} = -0.20458E-04$
$A_{14} = 0.94949E-04$	$b_{14} = -0.10510E-04$
$A_{16} = 0.17955E-04$	$b_{16} = 0.36615E-05$

비구면 2
$K = -41.704463$
$A_4 = 0.362699E+00$
$A_6 = -0.534069E+00$
$A_8 = 0.354745E+00$
$A_{10} = -0.793612E-01$
$A_{12} = -0.252257E-03$

<438>

<439>

부수적으로, 회절면은 나중에 설명된 예 26에도 적용되지만 광학 경로차 함수 Φ_b 로서의 다음의 식에 의해 표현될 수 있다. 상기 경우에, h 는 광축에 수직한 방향으로의 높이를 나타내고, b 는 광학 경로차 함수의 계수를 나타낸다.

<440>

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h^{2i}$$

<441>

상기된 바와 같이, 예 1 내지 예 15에서, 광학 핍업 장치를 위한 대물렌즈로서 개구수가 크며 우수한 화상 높이 특성을 갖는 비구면 단일 대물렌즈를 얻는 것이 가능하였다. 예컨대, 개구수가 400 nm의 파장에 대해 0.85이며 웨이브 전방 수차의 rms가 1°의 관찰 각도에서의 화상 높이에 대해 0.07 λ (λ는 파장) 이하인 단일 대물렌즈를 얻는 것이 가능하였다. 즉, 0.65 이상으로 개구수가 크고 우수한 화상 높이 특성을 갖고 고밀도 기록 및 재생 장치에 적절한 광학 핍업 장치를 위한 비구면 단일 대물렌즈를 얻는 것이 가능하였다.

<442>

또한, 예 1 내지 예 15에서, 편심 감도가 우수하게 제조될 수 있고, 코마가 만족스럽게 수정될 수 있다.

<443>

다음에, 커플링 렌즈의 예가 설명될 것이다. 이하의 표 24는 예 16 내지 예 27을 위한 데이터 목록을 나타낸다. 부수적으로, 예 16, 예 17, 예 20, 예 21 및 예 22의 대물렌즈는 예 8의 대물렌즈와 동일하고, 예 18, 예 19, 예 23, 예 24, 예 25 및 예 26의 대물렌즈는 예 9의 대물렌즈와 동일하고, 예 27의 대물렌즈는 예 13의 대물렌즈와 동일하다.

<444>

[표 24]

예	16	17	18	19	20	21
대물 렌즈의 재료	유리	유리	플라스틱	플라스틱	유리	유리
대물 렌즈의 겹침 거리	1.765	1.765	1.765	1.765	1.765	1.765
대물 렌즈의 NA	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
표준 화장	405nm	405nm	405nm	405nm	405nm	405nm
커플링 렌즈의 구조	구면 더블릿	구면 더블릿	구면 더블릿	구면 더블릿	비구면 더블릿	비구면 더블릿
커플링 렌즈로부터 사출된 광속의 발산각	평행 광속	평행 광속				
$0.1 \leq m \leq 0.5$ ($m < 0$)	0.20	0.13	0.20	0.13	0.33	0.20
$\delta f_b \cdot NA^2 \leq 0.25 \mu m$ $0.02 \mu m \leq \delta f_b \cdot NA^2 \leq 0.15 \mu m$	0.14	0.087	0.16	0.12	0.071	0.034
(δf_b)	0.19	0.12	0.22	0.17	0.098	0.047

<445>

예	22	23	24	25	26	27
대물 렌즈의 재료	유리	플라스틱	플라스틱	플라스틱	플라스틱	고굴질률을 갖는 유리
대물 렌즈의 집합 거리	1.765	1.765	1.765	1.765	1.765	1.765
대물 렌즈의 NA	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
표준 파장	405nm	405nm	405nm	405nm	405nm	405nm
커플링 렌즈의 구조	비구면 더블릿	비구면 더블릿	비구면 더블릿	비구면 더블릿	단일 회절 렌즈	비구면 더블릿
커플링 렌즈로부터 사출된 광속의 발산각	평행 광속	평행 광속				
$0.1 \leq m \leq 0.5$ ($m < 0$)	0.13	0.33	0.20	0.13	0.29	0.10
$\delta f_{lb} \cdot NA^2 \leq 0.25 \mu m$ $0.02 \mu m \leq \delta f_{lb} \cdot NA^2 \leq 0.15 \mu m$	0.0031	0.10	0.060	0.031	0.12	0.06
(δf_{lb})	0.0043	0.14	0.083	0.043	0.17	0.08

<446>

<447>

(예 16)

<448>

렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 25에 도시되어 있다. 예 16의 하나의 그룹 및 2개의 요소 구조로 된 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도25에 도시되어 있고, 그 구면 수차의 다이어그램은 도26에 도시되어 있다.

<449>

[표 25]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			6.410		
1	커플링 렌즈	-65.708	1.423	1.91409	23.8
2		5.042	2.242	1.75166	54.7
3		-5.033	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 1)	대물 렌즈	1.434	2.750	1.71558	53.2
5 (비구면 2)		-2.118	0.290		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2
$K=-0.452646$	$K=-185.751580$
$A_4 = 0.571669E-2$	$A_4 = 0.281279$
$A_6 = -0.591147E-2$	$A_6 = -0.742134$
$A_8 = 0.721339E-2$	$A_8 = 0.667680$
$A_{10}=-0.398819E-2$	$A_{10}=-0.195290$
$A_{12}= 0.390519E-3$	$A_{12}=-0.252228E-3$
$A_{14}= 0.446956E-3$	
$A_{16}=-0.135385E-3$	

<450>

<451>

(예 17)

<452>

렌즈 데이터 및 비구면 계수는 표 26에 도시되어 있다. 예 17의 하나의 그룹 및 2개의 요소 구조로 된 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도27에 도시되어 있고, 그 구면 수차의 다이어그램은 도28에 도시되어 있다.

<453>

[표 26]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			9.838		
1	커플링 렌즈	-9.865	1.149	1.91409	23.8
2		5.102	2.500	1.75166	54.7
3		-4.713	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 1)	대물 렌즈	1.434	2.750	1.71558	53.2
5 (비구면 2)		-2.118	0.290		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2
$K=-0.452646$	$K=-185.751580$
$A_4 = 0.571669E-2$	$A_4 = 0.281279$
$A_6 = -0.591147E-2$	$A_6 = -0.742134$
$A_8 = 0.721339E-2$	$A_8 = 0.667680$
$A_{10}=-0.398819E-2$	$A_{10}=-0.195290$
$A_{12}= 0.390519E-3$	$A_{12}=-0.252228E-3$
$A_{14}= 0.446956E-3$	
$A_{16}=-0.135385E-3$	

<454>

<455>

(예 18)

<456>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표27에 표시되어 있다. 예 18에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도29에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도30에 도시되어 있다.

<457>

[표 27]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			6.410		
1	커플링 렌즈	-65.708	1.423	1.91409	23.8
2		5.042	2.242	1.75166	54.7
3		-5.033	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 1)	대물 렌즈	1.175	2.602	1.52523	59.5
5 (비구면 2)		-1.042	0.357		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2
$K = -0.682004$	$K = -29.373780$
$A_4 = 0.180213E-1$	$A_4 = 0.297543$
$A_6 = 0.368416E-2$	$A_6 = -0.423018$
$A_8 = 0.140365E-2$	$A_8 = 0.295535$
$A_{10} = 0.342876E-3$	$A_{10} = -0.829290E-1$
$A_{12} = -0.311534E-4$	$A_{12} = -0.252257E-3$
$A_{14} = 0.103341E-3$	
$A_{16} = 0.141728E-4$	

<458>

<459>

(예 19)

<460>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표28에 표시되어 있다. 예 19에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도31에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도32에 도시되어 있다.

<461>

[표 28]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			9.838		
1	커플링 렌즈	-9.865	1.149	1.91409	23.8
2		5.102	2.500	1.75166	54.7
3		-4.713	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 1)	대물 렌즈	1.175	2.602	1.52523	59.5
5 (비구면 2)		-1.042	0.357		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2
$K = -0.682004$	$K = -29.373780$
$A_4 = 0.180213E-1$	$A_4 = 0.297543$
$A_6 = 0.368416E-2$	$A_6 = -0.423018$
$A_8 = 0.140365E-2$	$A_8 = 0.295535$
$A_{10} = 0.342876E-3$	$A_{10} = -0.829290E-1$
$A_{12} = -0.311534E-4$	$A_{12} = -0.252257E-3$
$A_{14} = 0.103341E-3$	
$A_{16} = 0.141728E-4$	

<462>

<463>

(예 20)

<464>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표29에 표시되어 있다. 예 20에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도33에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도34에 도시되어 있다.

<465>

[표 29]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			3.342		
1	커플링 렌즈	9.926	1.600	1.91409	23.8
2		2.024	2.200	1.71548	53.2
3 (비구면 1)		-3.518	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 2)	대물 렌즈	1.434	2.750	1.71558	53.2
5 (비구면 3)		-2.118	0.290		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2	비구면 3
$K = 0.270078$ $A_4 = 0.425585E-3$ $A_6 = -0.968014E-3$ $A_8 = 0.315494E-3$ $A_{10} = -0.970417E-4$	$K = 0.452646$ $A_4 = 0.571669E-2$ $A_6 = -0.591147E-2$ $A_8 = 0.721339E-2$ $A_{10} = -0.398819E-2$ $A_{12} = 0.390519E-3$ $A_{14} = 0.446956E-3$ $A_{16} = -0.135385E-3$	$K = -185.751580$ $A_4 = 0.281279$ $A_6 = -0.742134$ $A_8 = 0.667680$ $A_{10} = -0.195290$ $A_{12} = -0.252228E-3$

<466>

<467>

(예 21)

<468>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표30에 표시되어 있다. 예 21에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도35에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도36에 도시되어 있다.

<469>

[표 30]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			7.230		
1	커플링 렌즈	13.531	1.000	1.91409	23.8
2		2.551	2.100	1.71548	53.2
3 (비구면 1)		-5.765	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 2)	대물 렌즈	1.434	2.750	1.71558	53.2
5 (비구면 3)		-2.118	0.290		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2	비구면 3
$K = 0.699858$ $A_4 = -0.53797E-3$ $A_6 = -0.352488E-3$ $A_8 = 0.595790E-4$ $A_{10} = -0.152115E-4$	$K = -0.452646$ $A_4 = 0.571669E-2$ $A_6 = -0.591147E-2$ $A_8 = 0.721339E-2$ $A_{10} = -0.398819E-2$ $A_{12} = 0.390519E-3$ $A_{14} = 0.446956E-3$ $A_{16} = -0.135385E-3$	$K = -185.751580$ $A_4 = 0.281279$ $A_6 = -0.742134$ $A_8 = 0.667680$ $A_{10} = -0.195290$ $A_{12} = -0.252228E-3$

<470>

<471>

(예 22)

<472>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표31에 표시되어 있다. 예 22에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도37에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도38에 도시되어 있다.

<473>

[표 31]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			11.961		
1	커플링 렌즈	37.967	0.900	1.91409	23.8
2		2.857	2.000	1.71548	53.2
3 (비구면 1)		-6.448	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 2)	대물 렌즈	1.434	2.750	1.71558	53.2
5 (비구면 3)		-2.118	0.290		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2	비구면 3
$K = 0.980965$ $A_4 = -0.719068E-3$ $A_6 = -0.177543E-3$ $A_8 = 0.364218E-4$ $A_{10} = -0.120077E-4$	$K = -0.452646$ $A_4 = 0.571669E-2$ $A_6 = -0.591147E-2$ $A_8 = 0.721339E-2$ $A_{10} = -0.398819E-2$ $A_{12} = 0.390519E-3$ $A_{14} = 0.446956E-3$ $A_{16} = -0.135385E-3$	$K = -185.751580$ $A_4 = 0.281279$ $A_6 = -0.742134$ $A_8 = 0.667680$ $A_{10} = -0.195290$ $A_{12} = -0.25228E-3$

<474>

<475>

(예 23)

<476>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표32에 표시되어 있다. 예 23에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도39에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도40에 도시되어 있다.

<477>

[표 32]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			3.342		
1	커플링 렌즈	9.926	1.600	1.91409	23.8
2		2.024	2.200	1.71548	53.2
3 (비구면 1)		-3.518	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 2)	대물 렌즈	1.175	2.602	1.5253	59.5
5 (비구면 3)		-1.042	0.357		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2	비구면 3
$K = 0.270078$ $A_4 = 0.425585E-3$ $A_6 = -0.968014E-3$ $A_8 = 0.315494E-3$ $A_{10} = -0.970417E-4$	$K = -0.682004$ $A_4 = 0.180213E-1$ $A_6 = 0.368416E-2$ $A_8 = 0.140365E-2$ $A_{10} = 0.342876E-3$ $A_{12} = -0.311534E-4$ $A_{14} = 0.103341E-3$ $A_{16} = 0.141728E-4$	$K = -29.373780$ $A_4 = 0.297543$ $A_6 = -0.423018$ $A_8 = 0.295535$ $A_{10} = -0.829290E-1$ $A_{12} = -0.252257E-3$

<478>

(예 24)

<479>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표33에 표시되어 있다. 예 24에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도41에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도42에 도시되어 있다.

<481>

[표 33]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			7.230		
1	커플링 렌즈	13.531	1.000	1.91409	23.8
2		2.551	2.100	1.71548	53.2
3 (비구면 1)		-5.765	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 2)	대물 렌즈	1.175	2.602	1.52523	59.5
5 (비구면 3)		-1.042	0.357		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2	비구면 3
$K = 0.699858$ $A_4 = -0.53797E-3$ $A_6 = -0.352488E-3$ $A_8 = 0.595790E-4$ $A_{10} = -0.152115E-4$	$K = -0.682004$ $A_4 = 0.180213E-1$ $A_6 = 0.368416E-2$ $A_8 = 0.140365E-2$ $A_{10} = 0.342876E-3$ $A_{12} = -0.311534E-4$ $A_{14} = 0.103341E-3$ $A_{16} = 0.141728E-4$	$K = -29.373780$ $A_4 = 0.297543$ $A_6 = -0.423018$ $A_8 = 0.295535$ $A_{10} = -0.829290E-1$ $A_{12} = -0.252257E-3$

<482>

<483> (예 25)

<484>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표34에 표시되어 있다. 예 25에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도43에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도44에 도시되어 있다.

<485>

[표 34]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			11.961		
1	커플링 렌즈	37.967	0.900	1.91409	23.8
2		2.857	2.000	1.71548	53.2
3 (비구면 1)		-6.448	5.000		
다이아프램		∞	0		
4 (비구면 2)	대물 렌즈	1.175	2.602	1.52523	59.5
5 (비구면 3)		-1.042	0.357		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

비구면 1	비구면 2	비구면 3
$K = 0.980965$ $A_4 = -0.719068E-3$ $A_6 = -0.177543E-3$ $A_8 = 0.364218E-4$ $A_{10} = -0.120077E-4$	$K = -0.682004$ $A_4 = 0.180213E-1$ $A_6 = 0.368416E-2$ $A_8 = 0.140365E-2$ $A_{10} = 0.342876E-3$ $A_{12} = -0.311534E-4$ $A_{14} = 0.103341E-3$ $A_{16} = 0.141728E-4$	$K = -29.373780$ $A_4 = 0.297543$ $A_6 = -0.423018$ $A_8 = 0.295535$ $A_{10} = -0.829290E-1$ $A_{12} = -0.252257E-3$

<486>

<487> (예 26)

<488>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표35에 표시되어 있다. 예 26에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도45에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도46에 도시되어 있다.

<489>

[표 35]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			5.103		
1(비구면 1)	커플링 렌즈	15.399	2.000	1.52523	59.5
2(비구면 2)		-5.37697	5		
다이아프램			0		
3(비구면 3)	대물 렌즈	1.175	2.602	1.52523	59.5
4(비구면 4)		-1.042	0.357		
5	투명한 기판	∞	0.1	1.61950	30.0
6		∞			
화상면					

비구면 1	비구면 2	회절면
$K = 0$ $A_4 = -0.418319E-1$ $A_6 = 0.416634E-1$ $A_8 = -0.159039E-1$ $A_{10} = 0.134507E-2$	$K = 0$ $A_4 = -0.22293E-2$ $A_6 = -0.44722E-3$ $A_8 = 0.25384E-2$ $A_{10} = -0.46638E-3$	$b_2 = -0.18000E-1$ $b_4 = -0.80593E-2$ $b_6 = 0.62172E-2$ $b_8 = -0.26442E-2$ $b_{10} = 0.35943E-3$

비구면 3	비구면 4
$K = -0.682004$ $A_4 = 0.180213E-1$ $A_6 = 0.368416E-2$ $A_8 = 0.140365E-2$ $A_{10} = 0.342876E-3$ $A_{12} = -0.311534E-4$ $A_{14} = 0.103341E-3$ $A_{16} = 0.141728E-4$	$K = -29.373780$ $A_4 = 0.297543$ $A_6 = -0.423018$ $A_8 = 0.295535$ $A_{10} = -0.829290E-1$ $A_{12} = -0.252257E-3$

<490>

<491>

(예 27)

<492>

렌즈 데이터와 비구면 계수는 표36에 표시되어 있다. 예 27에서 1-군 및 2-요소 구조의 커플링 렌즈와 대물렌즈의 단면도는 도47에 도시되어 있고, 구면 수차 도표는 도48에 도시되어 있다.

<493>

[표 36]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			9.531		
1	커플링 렌즈	-11.04660	0.800	2.34749	16.6
2		1.55601	2.000	1.71548	53.3
3(비구면 1)		-1.99414	5.000		
다이아프램			0		
4(비구면 2)	대물 렌즈	2.3000	3.650	2.15857	21.1
5(비구면 3)		-2.73024	0.200		
6	투명한 기판	∞	0.1	1.61950	30.0
7		∞			
화상면					

비구면 1	비구면 2	비구면 3
$K = 0.53298$ $A_4 = 0.342156E-2$ $A_6 = 0.133722E-2$ $A_8 = -0.414740E-3$ $A_{10} = 0.257160E-3$	$K = -0.456357$ $A_4 = 0.712833E-3$ $A_6 = -0.604365E-3$ $A_8 = 0.898662E-3$ $A_{10} = -0.133726E-2$ $A_{12} = 0.785181E-3$ $A_{14} = -0.223083E-3$ $A_{16} = 0.199958E-4$	$K = 219.931$ $A_4 = -0.962060E-1$ $A_6 = -0.200434$ $A_8 = 0.741851$ $A_{10} = -0.292121$ $A_{12} = -0.252226E-3$

<494>

<495>

본 발명의 대물렌즈는 상술한 바와 같이 굴절 장치의 단일 대물렌즈이기 때문에, 단파장의 부분 아래에 있는 축 방향의 색 수차를 발생한다. 그러나, 예 16 내지 예 27에서, 대물렌즈와 커플링 렌즈의 복합 장치에서 커플링 렌즈에 의해 축방향의 색 수차를 보정할 수 있다. 커플링 렌즈의 축방향 색 수차가 단파장의 부분 위에 있게 함으로써 대물렌즈의 축방향의 색 수차를 감소할 수 있다.

<496>

더욱이, 예 16 내지 예 27에서, 화상 높이 특성이 우수하다. 더욱이, 편심 감지가 우수하게 행해질 수 있고 구면 수차 및 코마가 만족스럽게 보정될 수 있다.

<497>

(예 28)

<498>

대물렌즈의 다른 예는 다음에 도시하기로 한다. 렌즈 데이터와 비구면 계수는 표37에 표시되어 있다. 예 28에서의 대물렌즈의 단면도는 도49에 도시되어 있고, 수차 도표는 도50에 도시되어 있다.

<499>

[표 37]

<500>

$\gamma = 405$ (nm)

<501>

$f = 1.765$ mm

<502>

NA=0.85

<503>

배율 = 0

	r (mm)	d (mm)	N	vd
1*	1.19392	2.650	1.52491	56.5
2*	-0.97515	0.355		
3	∞	0.100	1.61950	30.0
4	∞	0.000		

<504>

* 비구면

<506> 비구면 계수

제1 면

$K = -0.683354$
 $A_4 = 0.162029E-01$
 $A_6 = 0.154908E-02$
 $A_8 = 0.289288E-02$
 $A_{10} = -0.367711E-03$
 $A_{12} = -0.358222E-03$
 $A_{14} = 0.148419E-03$
 $A_{16} = 0.119603E-03$
 $A_{18} = -0.302302E-04$
 $A_{20} = -0.110520E-04$

제2 면

$K = -21.704418$
 $A_4 = 0.308021E+00$
 $A_6 = -0.639499E+00$
 $A_8 = 0.585364E+00$
 $A_{10} = -0.215623E+00$
 $A_{12} = -0.252265E-03$

<507>

<508>

표38을 다양한 값을 보여준다.

<509>

[표 38]

예		28
f		1.76
NA		0.85
파장(nm)		405
d_1/f		1.50
f/vd		0.031
vd		56.5
$r_1(n \cdot f)$		0.44
n		1.52491
파 전방 수차	축상	0.006
	편축상	0.086
	(상 높이)	(0.03mm)
	(관측 각도)	(1°)

<510>

<511>

실시예 28에서, 1 μm 만큼 중심에서 벗어난 제1 면에 의해 야기된 파전방 수차는 0.026 λ (양호하게는 0.035 λ 이하)이기 때문에, 편심 감도는 뛰어나게 되도록 보정된다.

<512>

다음 실시예 29 내지 32에서는 구면 수차가 변이하는 예를 보여주고 있다. 실시예 29 내지 32에서 사용된 광학 장치는 도57에 도시된 단축상 액츄에이터(11)를 가지며 광축 방향으로 커플링 렌즈를 이동시킨다. 실시예 29 내지 32에서의 대물렌즈는 실시예 28에서의 대물렌즈와 같다.

<513>

(예 29)

<514>

표39에는 렌즈 데이터와 비구면 계수가 나타나 있다. 광학 시스템의 단면이 도51에 도시되어 있고 수차 다이어 그램이 도52에 도시되어 있다.

<515>

[표 39]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			d0 (가변성)		
1	커플링 렌즈	-62.022	1.200	1.52491	56.5
2		-4.608	d2 (가변성)		
다이아프램		∞	0		
3 (비구면 2)	대물 렌즈	1.194	2.650	1.52491	56.5
4 (비구면 3)		-0.975	0.355		
5	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
6		∞			

<516>

비구면 1

$K = -2.4335E-01$
 $A_4 = 2.7143E-03$
 $A_6 = -5.6745E-05$
 $A_8 = 7.0168E-05$
 $A_{10} = -1.5659E-05$

회절면 1

$b_2 = 2.0000E-02$
 $b_4 = -1.3821E-03$

비구면 2

$K = -0.683354$
 $A_4 = 0.162029E-01$
 $A_6 = 0.154908E-02$
 $A_8 = 0.289288E-02$
 $A_{10} = -0.367711E-03$
 $A_{12} = -0.358222E-03$
 $A_{14} = 0.148419E-03$
 $A_{16} = 0.119603E-03$
 $A_{18} = -0.302302E-04$
 $A_{20} = -0.110520E-04$

비구면 3

$K = -21.704418$
 $A_4 = 0.308021E+00$
 $A_6 = -0.639499E+00$
 $A_8 = 0.585364E+00$
 $A_{10} = -0.215623E+00$
 $A_{12} = -0.252265E-03$

<517>

<518>

[표 40]

구면 수차 변이 원인		보정후 WFE-rms	d0 (mm)	d2 (mm)
표준 조건 ($\lambda_c=405\text{nm}$, $T_c=25^\circ\text{C}$, $t_c=0.1\text{mm}$)		0.007 λ	6.000	5.000
LD의 파장 면이	$\Delta\lambda=+10\text{nm}$	0.008 λ	5.941	5.059
	$\Delta\lambda=-10\text{nm}$	0.022 λ	6.054	4.946
온도 변화	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.011 λ	5.927	5.073
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.031 λ	6.071	4.929
투명 기판 두께 오차	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.004 λ	5.853	5.147
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.015 λ	6.152	4.848

<519>

<520>

본 실시예에서, 대물렌즈 및 커플링 렌즈는 플라스틱 렌즈로 제조된다. 또한, 커플링 렌즈는 단일 회절 렌즈가 되도록 제조되며, 축방향 색수차는 단순한 구조에 의해 뛰어나게 보정된다.

<521>

표40은 레이저의 파장 면이, 온도 면이, 투명기판의 두께 오차에 의해 발생된 구면 수차가 뛰어나게 보정됨을 나타낸다.

<522>

(예 30)

<523>

표41에는 렌즈 데이터와 비구면 계수가 나타나 있다. 광학 시스템의 단면이 도53에 도시되어 있고 수차 다이어그램이 도54에 도시되어 있다.

<524>

[표 41]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			d0 (가변성)		
1 (비구면 1, 회절면 1)	커플링 렌즈	-226.959	1.200	1.52491	56.5
2 (비구면 2, 회절면 2)		-6.733	d2 (가변성)		
다이아프램		∞	0		
3 (비구면 3)	대물 렌즈	1.194	2.650	1.52491	56.5
4 (비구면 4)		-0.975	0.355		
5	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
6		∞			

<525>

비구면 1
 K=0.0
 A4=1.0245E-02
 A6=9.6650E-04
 A8=-5.9104E-04
 A10=8.9735E-05

회절면 1
 b2=-2.2967E-02
 b4=2.1037E-03

비구면 2
 K=-4.3181
 A4=1.5848E-03
 A6=8.6137E-04
 A8=-2.0117E-04
 A10=1.3168E-05

회절면 2
 b2=-1.7113E-02
 b4=8.2815E-04

비구면 3
 K=-0.683354
 A4=0.162029E-01
 A6=0.154908E-02
 A8=0.289288E-02
 A10=-0.367711E-03
 A12=-0.358222E-03
 A14=0.148419E-03
 A16=0.119603E-03
 A18=-0.302302E-04
 A20=-0.110520E-04

비구면 4
 K=-21.704418
 A4=0.308021E+00
 A6=-0.639499E+00
 A8=0.585364E+00
 A10=-0.215623E+00
 A12=-0.252265E-03

<526>

<527>

[표 42]

구면 수차 변이 원인		보정후 WFE-rms	d0 (mm)	d2 (mm)
표준 조건 ($\lambda_c=405\text{nm}$, $T_c=25^\circ\text{C}$, $t_c=0.1\text{mm}$)		0.008 λ	6.000	5.000
LD의 파장 면이	$\Delta\lambda=+10\text{nm}$	0.009 λ	5.869	5.131
	$\Delta\lambda=-10\text{nm}$	0.010 λ	6.141	4.859
온도 변화	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.006 λ	5.905	5.095
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.025 λ	6.101	4.899
투명 기판 두께 오차	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.003 λ	5.867	5.133
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.014 λ	6.139	4.861

<528>

<529>

본 실시예에서, 대물렌즈 및 커플링 렌즈는 플라스틱 렌즈로 제조된다. 또한, 커플링 렌즈는 단일 양면 회절 렌즈가 되도록 제조되며, 모드 호프(mode hp)에 의해 야기된 파전방 수차의 열악화가 방지된다.

<530>

표42는 레이저의 파장 변이, 온도 변이, 투명 기판의 두께 오차에 의해 발생된 구면 수차가 뛰어나게 보정됨을 나타낸다.

<531>

(예 31)

<532>

표43에는 렌즈 데이터와 비구면 계수가 나타나 있다. 광학 시스템의 단면이 도55에 도시되어 있고 수차 다이어 그램이 도56에 도시되어 있다.

<533>

[표 43]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			d0 (가변성)		
1	커플링 렌즈	13.531	1.000	1.91409	23.8
2		2.551	2.100	1.71548	53.2
3 (비구면 1)		-5.765	d3 (가변성)		
다이아프램		∞	0		
3 (비구면 2)	대물 렌즈	1.194	2.650	1.52491	56.5
4 (비구면 3)		-0.975	0.355		
6	투명한 기판	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

<534>

비구면 1

$K=0.699858$
 $A4=-0.53797E-3$
 $A6=-0.352488E-3$
 $A8=0.595790E-4$
 $A10=-0.152115E-4$

비구면 2

$K=-0.683354$
 $A4=0.162029E-01$
 $A6=0.154908E-02$
 $A8=0.289288E-02$
 $A10=-0.367711E-03$
 $A12=-0.358222E-03$
 $A14=0.148419E-03$
 $A16=0.119603E-03$
 $A18=-0.302302E-04$
 $A20=-0.110520E-04$

비구면 3

$K=-21.704418$
 $A4=0.308021E+00$
 $A6=-0.639499E+00$
 $A8=0.585364E+00$
 $A10=-0.215623E+00$
 $A12=-0.252265E-03$

<535>

<536>

[표 44]

구면 수차 변이 원인	보정후 WFE-rms	d0 (mm)	d3 (mm)
표준 조건 ($\lambda_c=405\text{nm}$, $T_c=25^\circ\text{C}$, $t_c=0.1\text{mm}$)	0.008 λ	7.230	5.000
LD의 파장 변이	$\Delta\lambda=+10\text{nm}$	0.008 λ	7.134
	$\Delta\lambda=-10\text{nm}$	0.019 λ	7.330
온도 변화	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.015 λ	5.180
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.027 λ	4.815
투명 기판 두께 오차	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.006 λ	5.243
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.015 λ	4.744

<537>

<538>

플라스틱 렌즈가 대물렌즈로서 사용된다. 커플링 렌즈는 일 그룹 또는 두 요소 방식의 더블릿 렌즈가 되도록 제조된다. 또한, 광학 정보 판독 매체에 가깝운 렌즈의 표면은 비구면이 되도록 제조된다. 이것 때문에, 콤팩

트한 성질과 높은 NA가 달성된다.

<539> 표44는 레이저의 파장장 변이, 온도 변이, 투명기판의 두께 오차에 의해 발생된 구면 수차가 뛰어나게 보정됨을 나타낸다.

<540> 실시예 27 내지 31의 다양한 계수들이 표45에 표시되어 있다.

<541> [표 45]

예	29	30	31
대물 렌즈의 재료	플라스틱	플라스틱	플라스틱
대물 렌즈의 접점 거리	1.765	1.765	1.765
대물 렌즈의 NA	0.85	0.85	0.85
표준 파장	405nm	405nm	405nm
커플링 렌즈의 구조	단일 회절 렌즈	단일 회절 렌즈	비구면 더블릿
커플링 렌즈로부터 사출된 광속의 발산각	평행 광속	평행 광속	평행 광속
$0.1 \leq m \leq 0.5 \ (m<0)$	0.26	0.27	0.2
$\delta f_B \cdot NA^2 \leq 0.25\mu m$	0.061	-0.061	0.032
$0.02\mu m \leq \delta f_B \cdot NA^2 \leq 0.15\mu m$			
(δf_B)	0.084	-0.085	0.044

<542>

<543> (예 32)

<544> 회절면이 단일 커플링 렌즈의 일면 상에만 마련된 실시예가 다음에 설명되고 있다. 렌즈 데이터와 비구면 계수가 표46에 나타나 있다.

<545> [표 46]

면 No.		r (mm)	d (mm)	n	vd
광원			d0 (가변성)		
1 (회절면 1)	커플링 렌즈	∞	1.200	1.52491	56.5
2 (비구면 1)		-16.084	d2 (가변성)		
다이아프램		∞	0		
3 (비구면 2)	1 대물 렌즈	1.194	2.650	1.52491	56.5
4 (비구면 3)		-0.975	0.355		
5		투명한 기판	∞	0.100	1.61950
6			∞		

<546>

회절면 1
 b2=-2.6023E-02
 b4=-2.1722E-04

비구면 1
 K=17.997115
 A4=0.759036E-03
 A6=0.311883E-03
 A8=-0.123894E-03
 A10=0.196179E-04

비구면 2
 K=-0.683354
 A4=0.162029E-01
 A6=0.154908E-02
 A8=0.289288E-02
 A10=-0.367711E-03
 A12=-0.358222E-03
 A14=0.148419E-03
 A16=0.119603E-03
 A18=-0.302302E-04
 A20=-0.110520E-04

비구면 3
 K=-21.704418
 A4=0.308021E+00
 A6=-0.639499E+00
 A8=0.585364E+00
 A10=-0.215623E+00
 A12=-0.252265E-03

<547>

<548>

[표 47]

구면 수차 변이 원인		보정후 WFE-rms	d0 (mm)	d2 (mm)
표준 조건 ($\lambda_c=405\text{nm}$, $T_c=25^\circ\text{C}$, $t_c=0.1\text{mm}$)		0.005 λ	11.670	5.000
LD의 파장 면이	$\Delta\lambda=+10\text{nm}$	0.008 λ	11.404	5.266
	$\Delta\lambda=-10\text{nm}$	0.009 λ	11.960	4.710
온도 변화	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.014 λ	11.373	5.297
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.018 λ	11.995	4.676
투명 기판 두께 오차	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.009 λ	11.246	5.424
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.008 λ	12.136	4.534

<549>

<550>

본 실시예에서, 플라스틱 렌즈가 대물렌즈 및 커플링 렌즈로서 사용된다. 파장 변이에 의해 야기된 최적 기록 위치의 변이가 작게 되도록 제어될 수 있으며 모드 호프에 의해 발생하는 파전방 수차의 열악화가 방지된다. 또한, 커플링 렌즈의 표면 편심에 의해 야기된 파전방 수차의 열악화가 커플링 렌즈의 일면 상에 회절면을 제공함으로써 방지된다. 또한, 광원에 근접한 커플링 렌즈의 표면 상에 회절면을 제공하고 어떤 위치에서 발생하는 굴절력이 그 위치가 광축으로부터 멀어질 때 약화되는 비구면을 대물렌즈에 가까운 커플링 렌즈의 표면 상에 제공함으로써, 커플링 렌즈의 편심과 트래킹 오차에 의해 야기된 파전방 수차가 방지된다. 표47은 레이저의 파장 변이와 투명 기판의 두께 오차에 의해 야기된 구면 수차가 뛰어나게 보정될 수 있음을 보여준다. 축방향 색 수차는 단순한 구조에 의해 뛰어나게 보정된다. 실시예 32의 다양한 계수가 표48에 나타나 있다.

<551>

[표 48]

예	32
대물 렌즈의 재료	플라스틱
대물 렌즈의 접점 거리	1.765
대물 렌즈의 NA	0.85
표준 파장	405nm
커플링 렌즈의 구조	단일 회절 렌즈
커플링 렌즈로부터 사출된 광속의 발산각	평행 광속
$0.1 \leq m \leq 0.5 \ (m < 0)$	0.15
$\delta f_B \cdot NA^2 \leq 0.25\mu m$	0.05
$0.02\mu m \leq \delta f_B \cdot NA^2 \leq 0.15\mu m$	
(δf_B)	-0.069

<552>

<553> 본 발명은 광 핵업 장치의 대물렌즈로서 사용될 수 있도록 대형의 수치 개구와 뛰어난 상 높이 특성을 갖는 비 구면 단일 대물렌즈를 제공할 수 있도록 한다. 특히, 0.75 이상의 대형 수치 개구를 갖고 광원의 파장이 약 400 nm만큼 짧은 레이저를 사용하는 고밀도 기록 및 재생 장치에 적절하게 사용되는 것이 가능한 대물렌즈를 제공할 수 있다.

<554>

또한, 편심 감도는 뛰어나게 될 수 있고, 구면 수차 및 코마(coma)가 만족스럽게 보정될 수 있다.

<555>

화상 기록 매체의 보호층의 두께가 약 0.1 mm정도로 얇고 작동 거리가 짧은 조건에서 작업할 수 있는 기록 및 재생 장치에 사용하기에 적합한 대물렌즈를 제공할 수도 있다.

<556>

또한, 상술한 대물렌즈를 사용하는 광핵업 장치를 제공할 수 있다.

<557>

또한, 고밀도와 광 기록 및 재생 장치에서, 축방향 색수차가 단순 구조에 의해 보정될 수 있는 광학 시스템을 갖는 광 핵업 장치를 제공할 수 있다. 특히, 정보 기록 매체 부분 상의 수치 개구가 0.65 이상으로 크고 사용되는 광원의 최단 파장이 500 nm 이하인 광 핵업 장치를 제공할 수 있다.

<558>

개시된 실시예는 본 발명의 정신 및 범위 내에서 벗어남이 없이 당업자에 의해 변경될 수 있다.

발명의 효과

<559>

본 발명은 개구수가 크고 상높이 특성 및 편심 감도가 우수하고 기록/재생 장치에 사용되기에 적당한 작은 작동 거리를 갖는 단일 대물렌즈를 제공할 수 있다. 또한, 이러한 대물렌즈를 채용하는 광핵업 장치, 광학식 정보 기록 매체 기록/재생 장치 및 광학식 정보 기록 매체 기록/재생 방법을 제공할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

<1>

도1a는 대물렌즈의 단면도이고, 도1b는 예 1의 대물렌즈의 수차 선도.

<2>

도2a는 대물렌즈의 단면도이고, 도2b는 예 2의 대물렌즈의 수차 선도.

<3>

도3a는 대물렌즈의 단면도이고, 도3b는 예 3의 대물렌즈의 수차 선도.

<4>

도4a는 대물렌즈의 단면도이고, 도4b는 예 4의 대물렌즈의 수차 선도.

<5>

도5a는 대물렌즈의 단면도이고, 도5b는 예 5의 대물렌즈의 수차 선도.

<6>

도6a는 대물렌즈의 단면도이고, 도6b는 예 6의 대물렌즈의 수차 선도.

<7>

도7a는 대물렌즈의 단면도이고, 도7b는 예 7의 대물렌즈의 수차 선도.

<8>

도8은 본 발명의 대물렌즈를 사용하는 광핵업 장치의 일 실시예를 도시하는 선도.

<9>

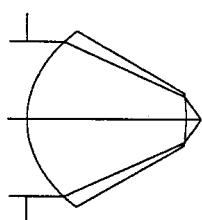
도9는 예 8의 대물렌즈의 단면도.

- <10> 도10은 예 8의 대물렌즈의 수차 선도.
- <11> 도11은 예 9의 대물렌즈의 단면도.
- <12> 도12는 예 9의 대물렌즈의 수차 선도.
- <13> 도13은 예 10의 대물렌즈의 단면도.
- <14> 도14는 예 10의 대물렌즈의 수차 선도.
- <15> 도15는 예 11의 대물렌즈의 단면도.
- <16> 도16은 예 11의 대물렌즈의 수차 선도.
- <17> 도17은 예 12의 대물렌즈의 단면도.
- <18> 도18은 예 12의 대물렌즈의 수차 선도.
- <19> 도19는 예 13의 대물렌즈의 단면도.
- <20> 도20은 예 13의 대물렌즈의 수차 선도.
- <21> 도21은 예 14의 대물렌즈의 단면도.
- <22> 도22는 예 14의 대물렌즈의 수차 선도.
- <23> 도23은 예 15의 대물렌즈의 단면도.
- <24> 도24는 예 15의 대물렌즈의 수차 선도.
- <25> 도25는 예 16의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <26> 도26은 예 16의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <27> 도27은 예 17의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <28> 도28은 예 17의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <29> 도29는 예 18의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <30> 도30은 예 18의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <31> 도31은 예 19의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <32> 도32는 예 19의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <33> 도33은 예 20의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <34> 도34는 예 20의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <35> 도35는 예 21의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <36> 도36은 예 21의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <37> 도37은 예 22의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <38> 도38은 예 22의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <39> 도39는 예 23의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <40> 도40은 예 23의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <41> 도41은 예 24의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <42> 도42는 예 24의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <43> 도43은 예 25의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <44> 도44는 예 25의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <45> 도45는 예 26의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.

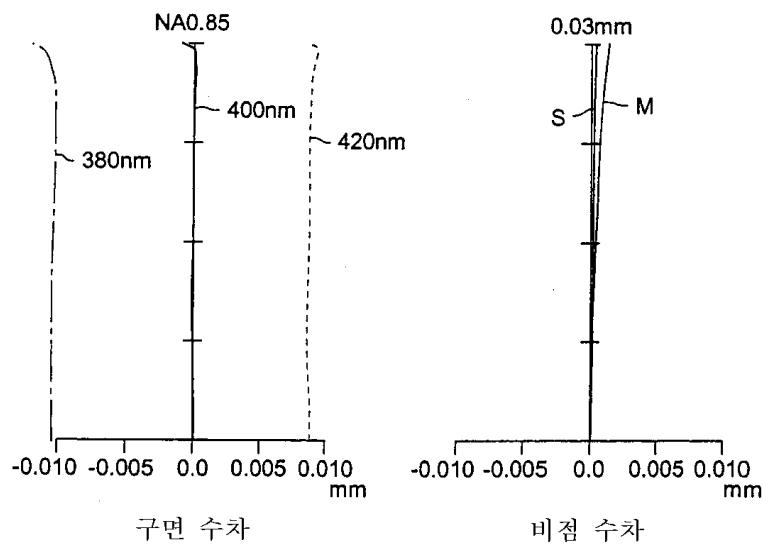
- <46> 도46은 예 26의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <47> 도47은 예 27의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 단면도.
- <48> 도48은 예 27의 대물렌즈 및 커플링렌즈의 구면 수차 선도.
- <49> 도49는 예 28의 대물렌즈의 단면도.
- <50> 도50은 예 28의 대물렌즈의 수차 선도.
- <51> 도51은 예 29의 광학 시스템의 단면도.
- <52> 도52는 예 29의 광학 시스템의 수차 선도.
- <53> 도53은 예 30의 광학 시스템의 단면도.
- <54> 도54는 예 30의 광학 시스템의 수차 선도.
- <55> 도55는 예 31의 광학 시스템의 단면도.
- <56> 도56은 예 31의 광학 시스템의 수차 선도.
- <57> 도57은 본 발명의 대물렌즈를 사용하는 광학 장치의 다른 실시예를 도시하는 선도.
- <58> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <59> 1 : 대물렌즈
- <60> 2 : 커플링 렌즈
- <61> 3 : 광원
- <62> 4 : 광검출기
- <63> 5 : 정보 기록면
- <64> 6 : 비임 분할기
- <65> 7 : 1/4 파장 판
- <66> 8 : 격판
- <67> 9 : 원통형 렌즈
- <68> 10 : 액츄에이터

도면

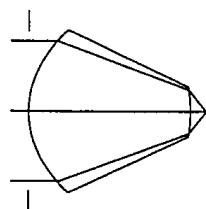
도면1a



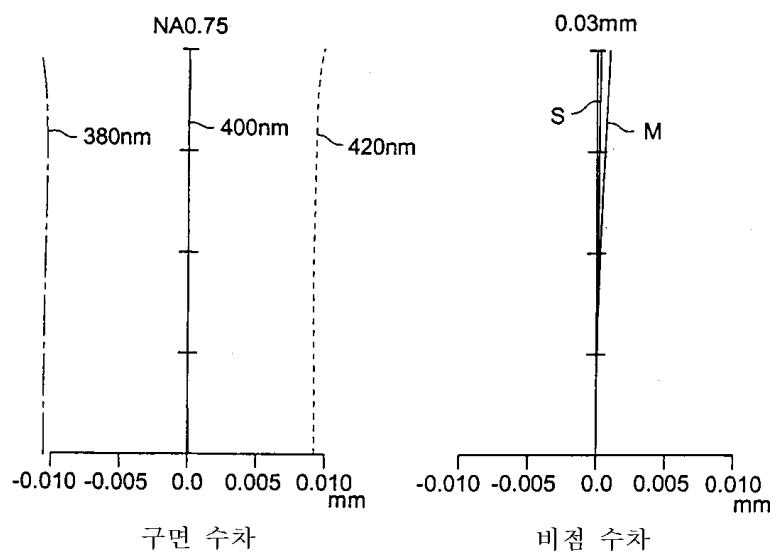
도면1b



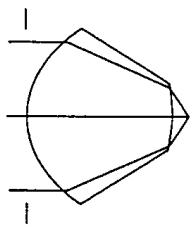
도면2a



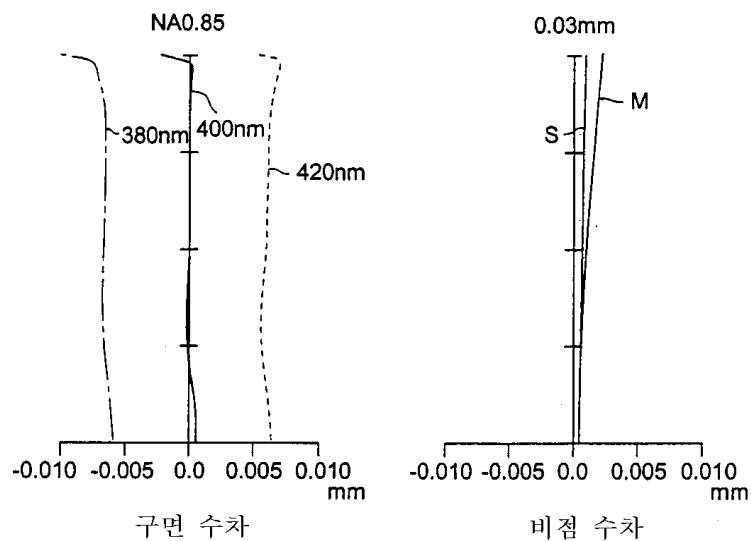
도면2b



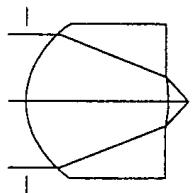
도면3a



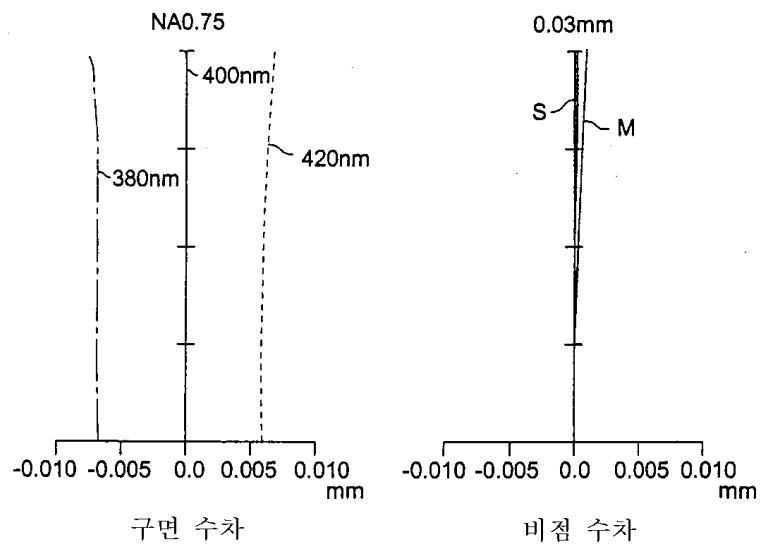
도면3b



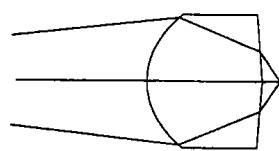
도면4a



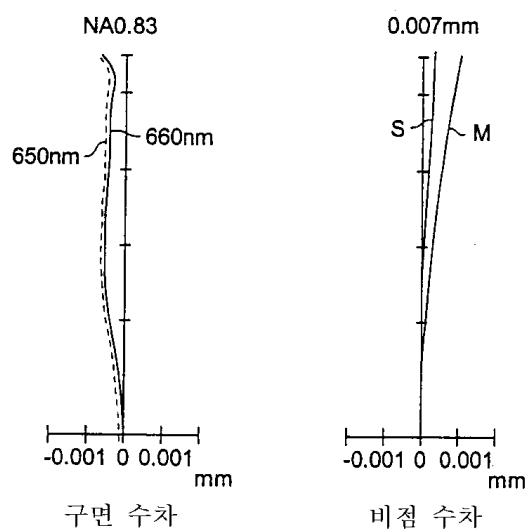
도면4b



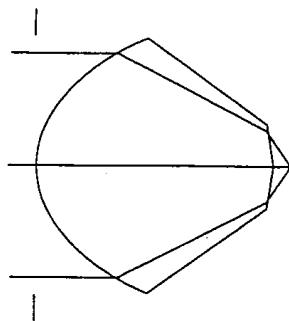
도면5a



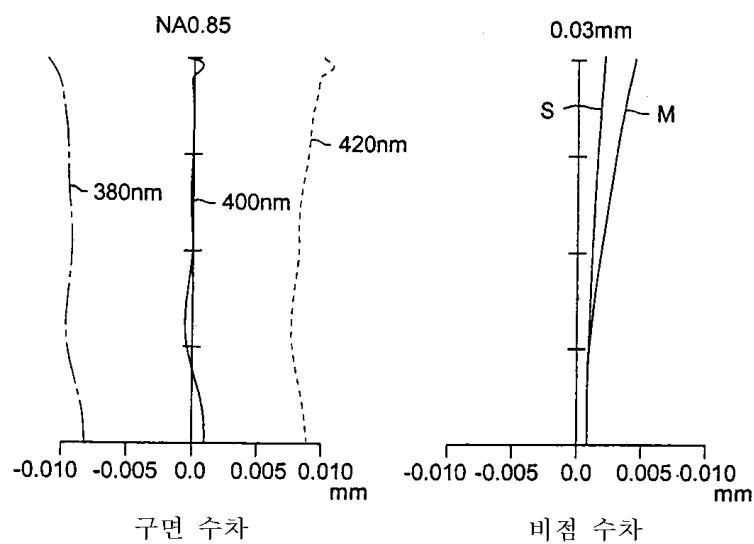
도면5b



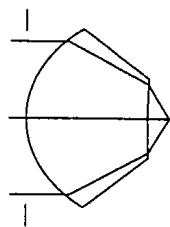
도면6a



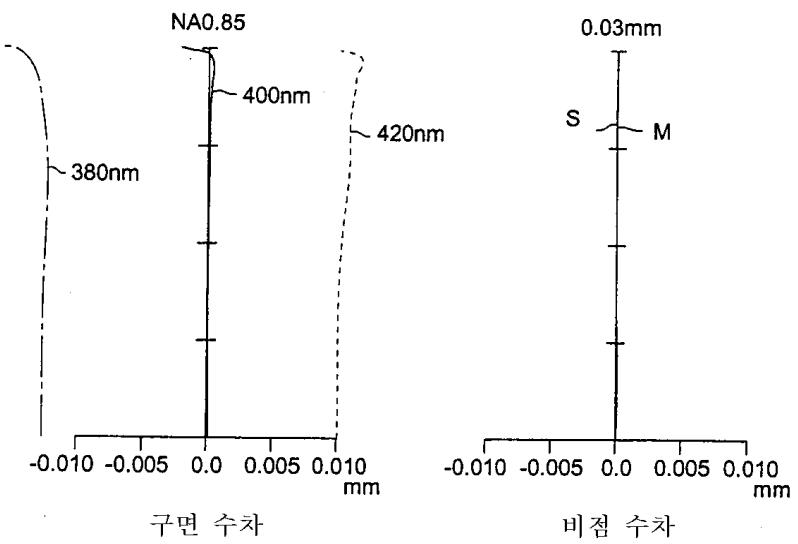
도면6b



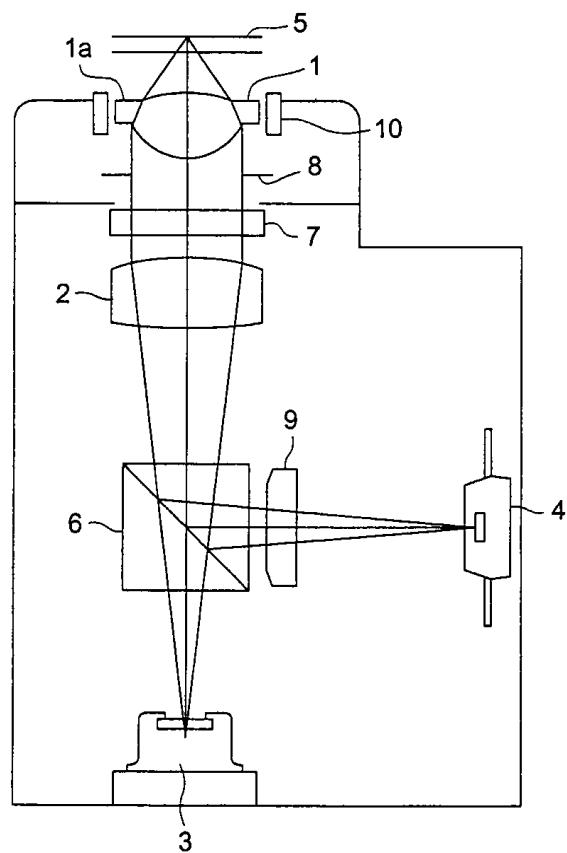
도면7a



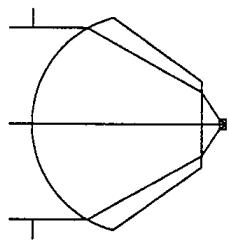
도면7b



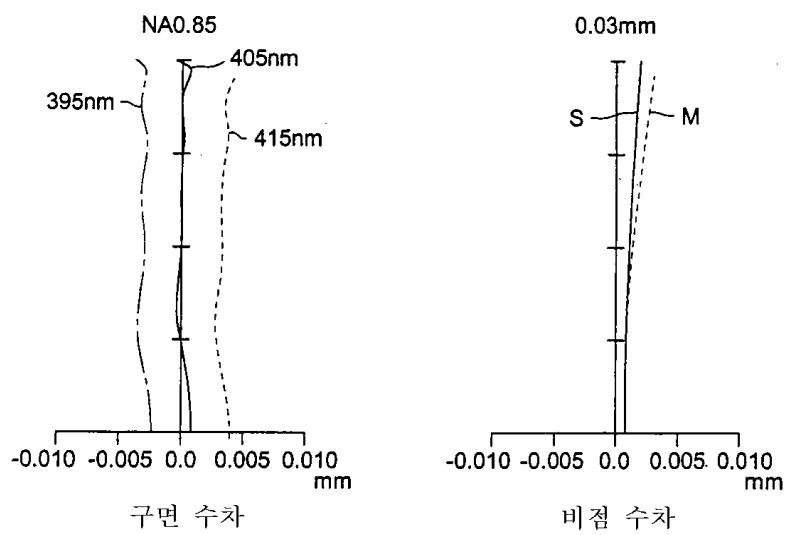
도면8



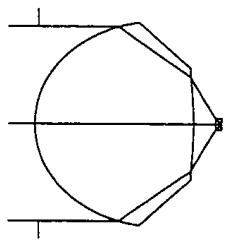
도면9



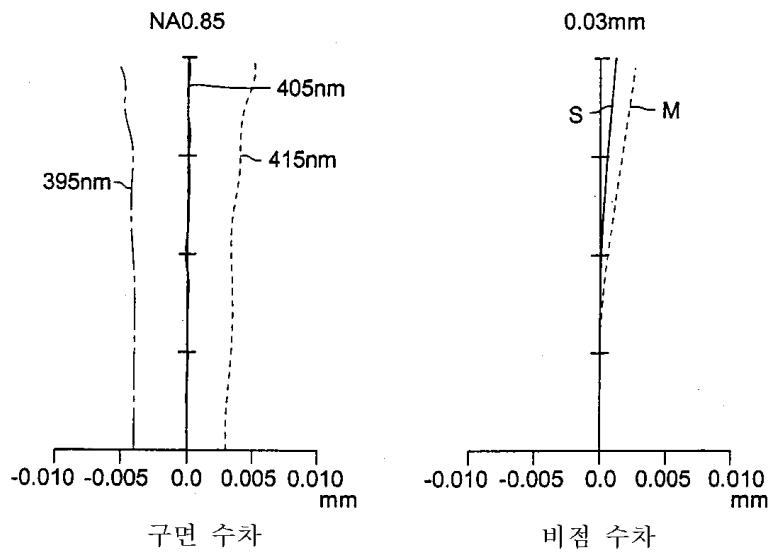
도면10



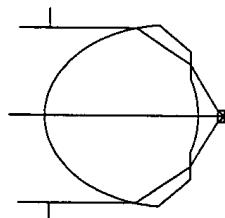
도면11



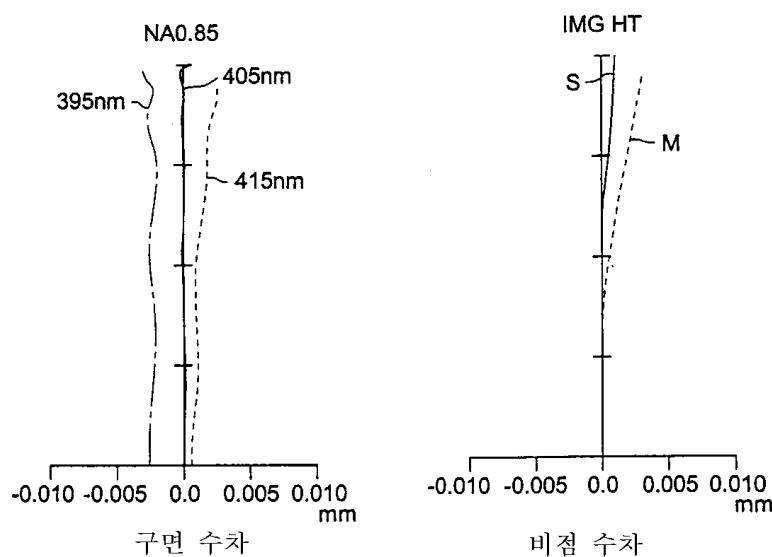
도면12



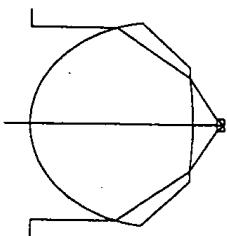
도면13



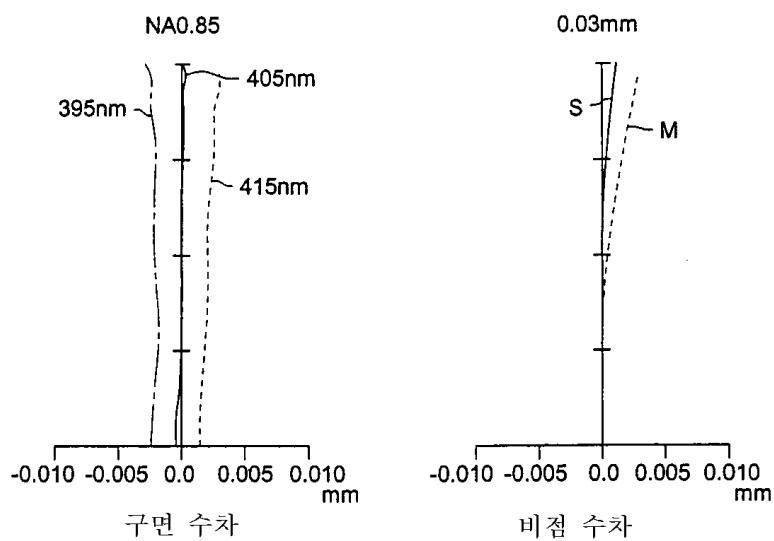
도면14



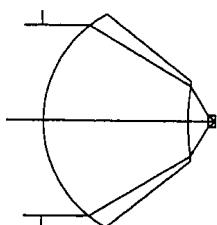
도면15



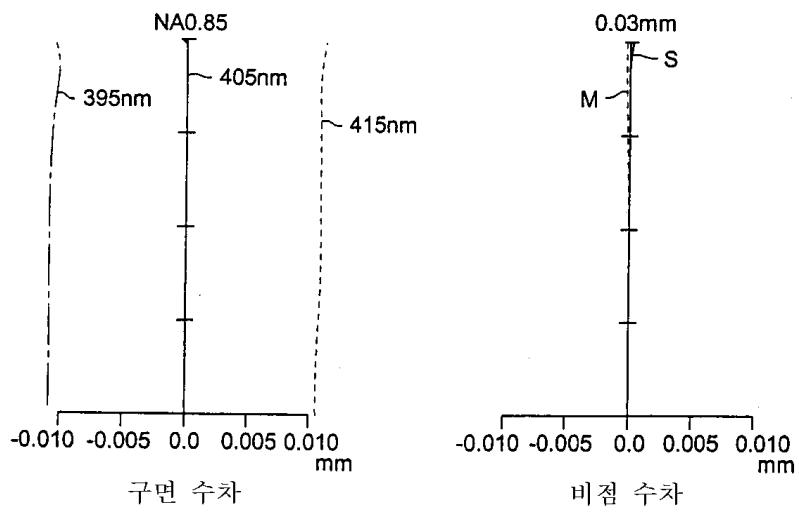
도면16



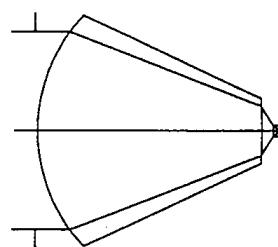
도면17



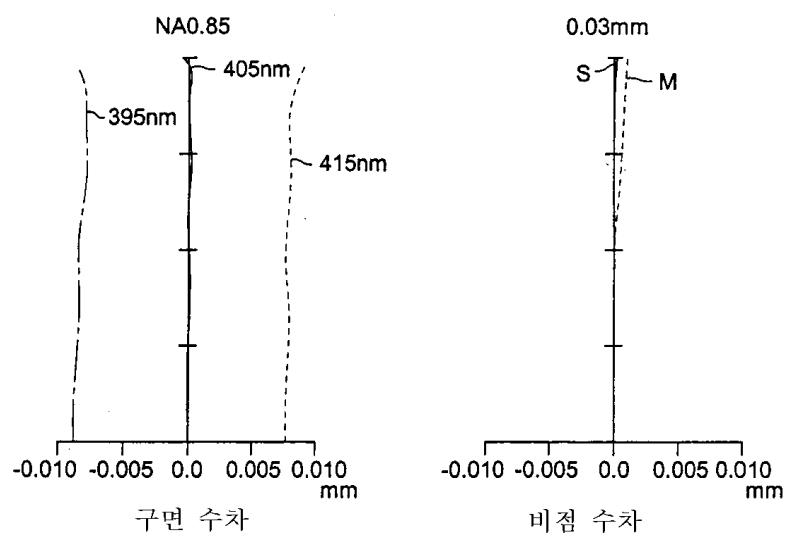
도면18



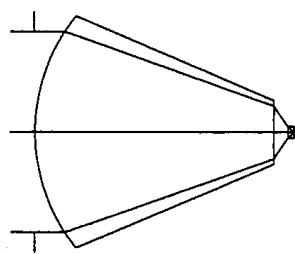
도면19



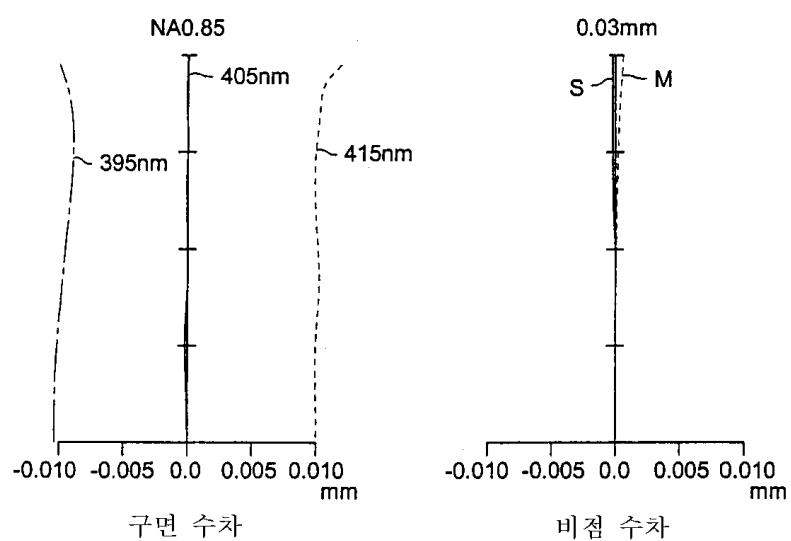
도면20



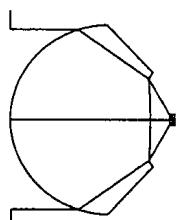
도면21



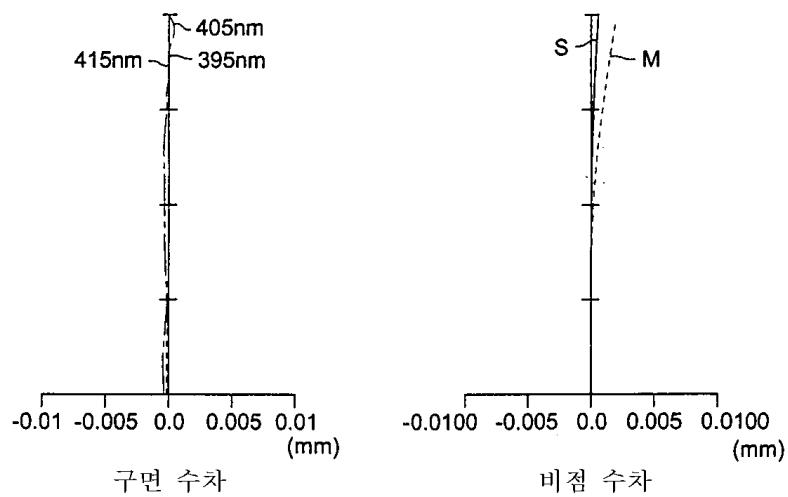
도면22



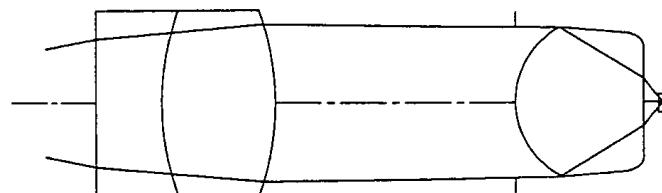
도면23



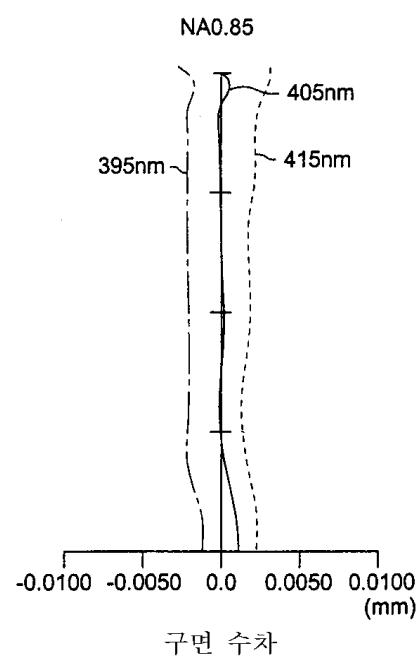
도면24



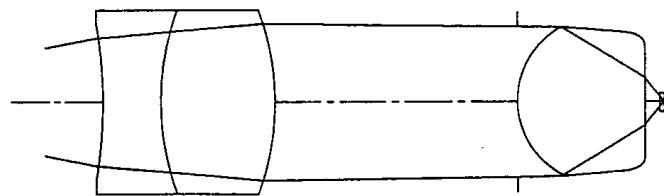
도면25



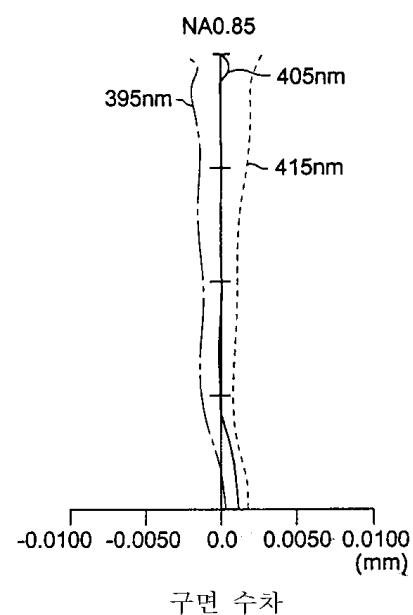
도면26



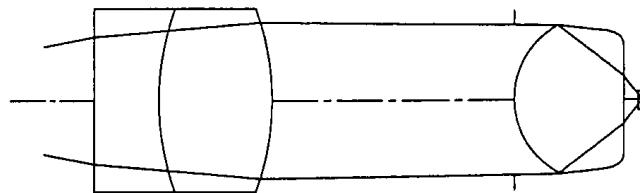
도면27



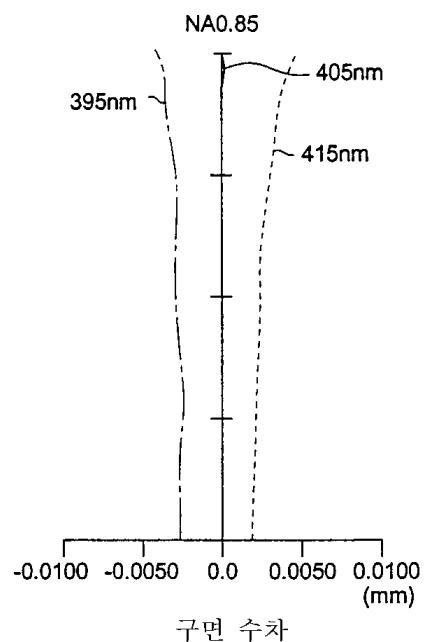
도면28



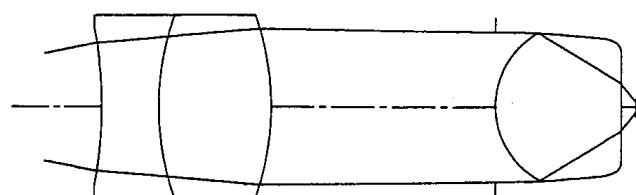
도면29



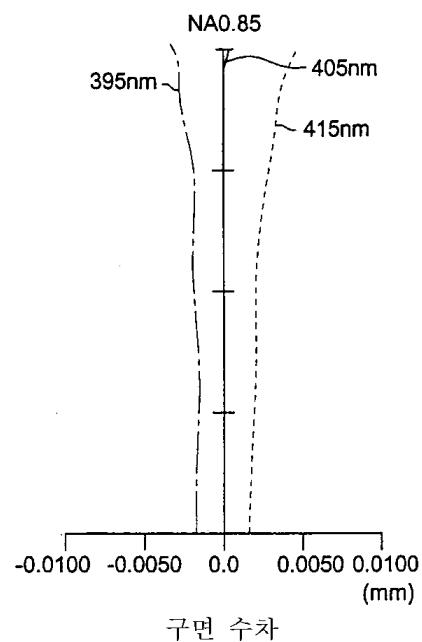
도면30



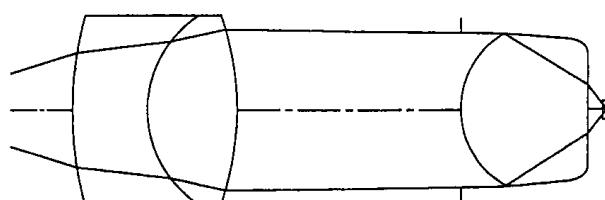
도면31



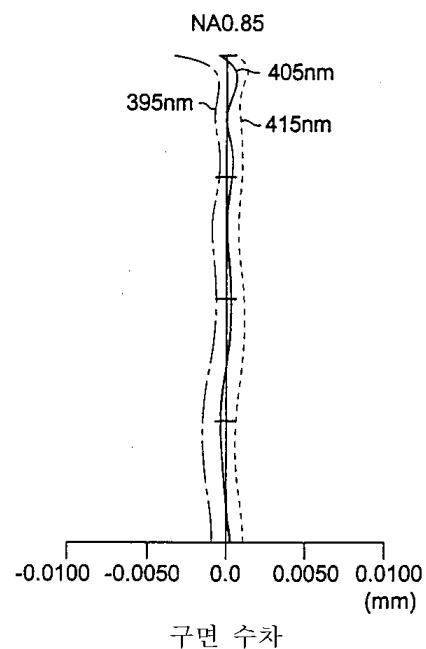
도면32



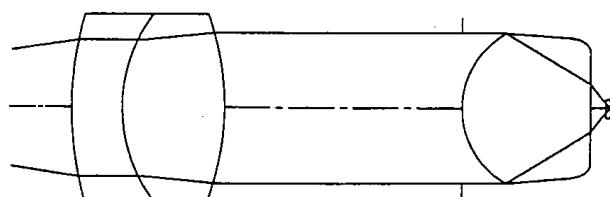
도면33



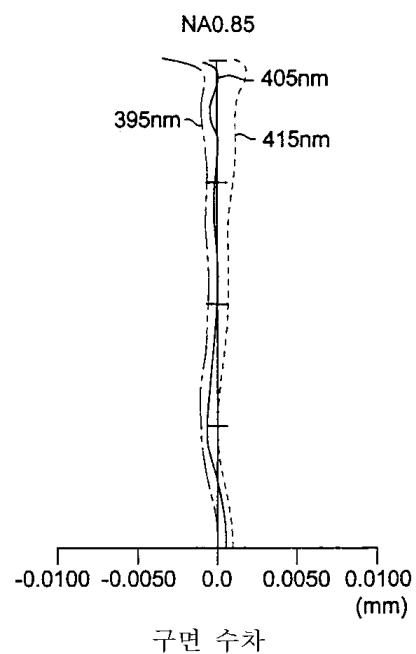
도면34



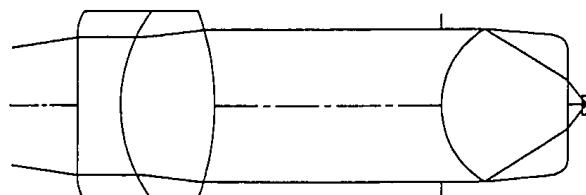
도면35



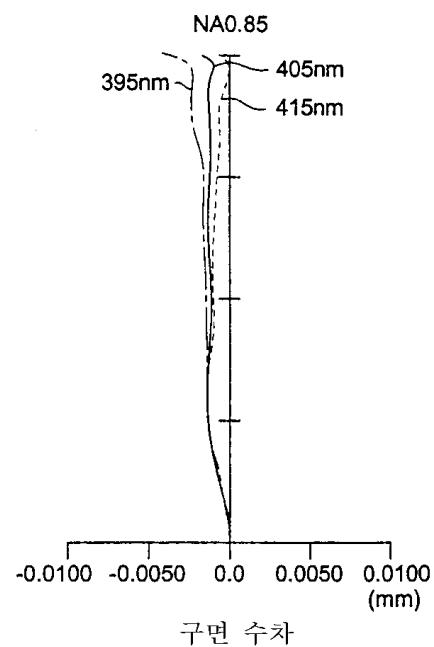
도면36



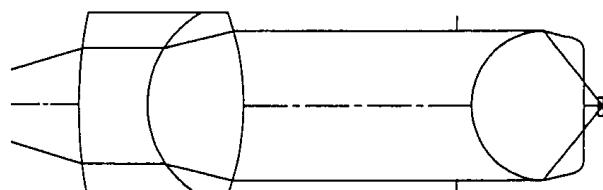
도면37



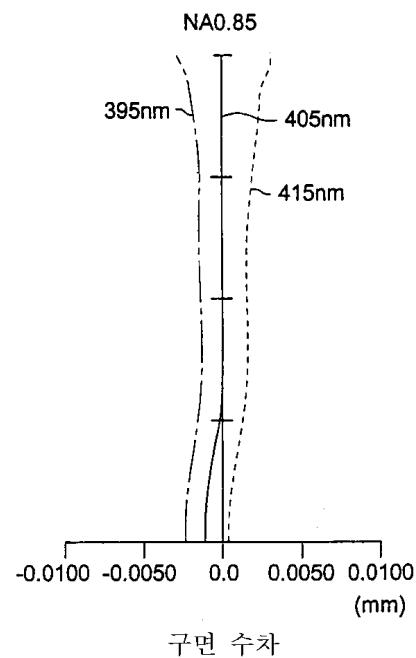
도면38



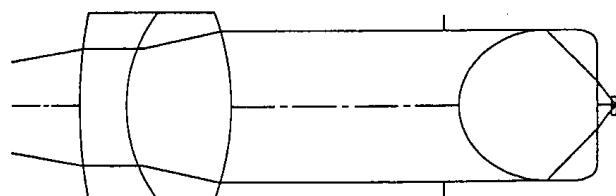
도면39



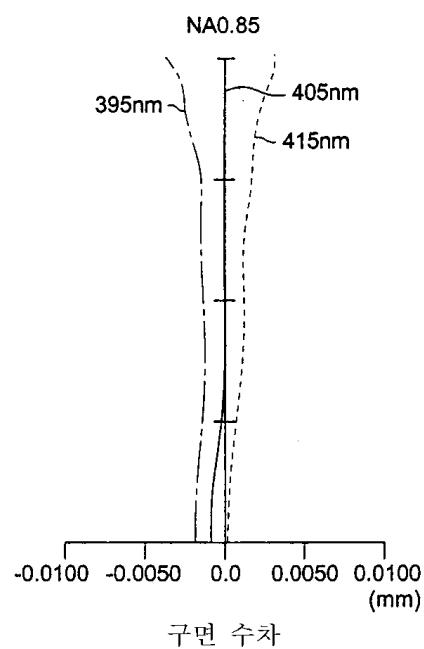
도면40



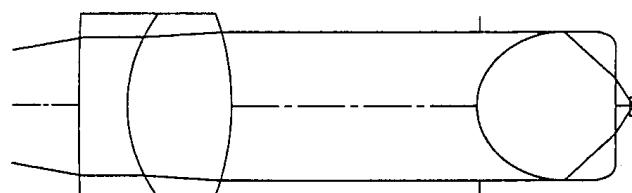
도면41



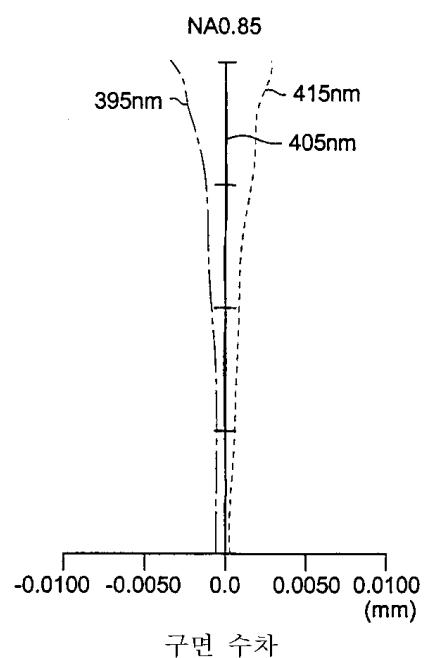
도면42



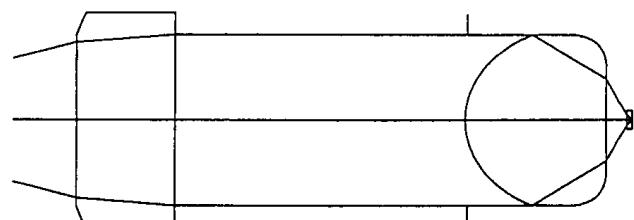
도면43



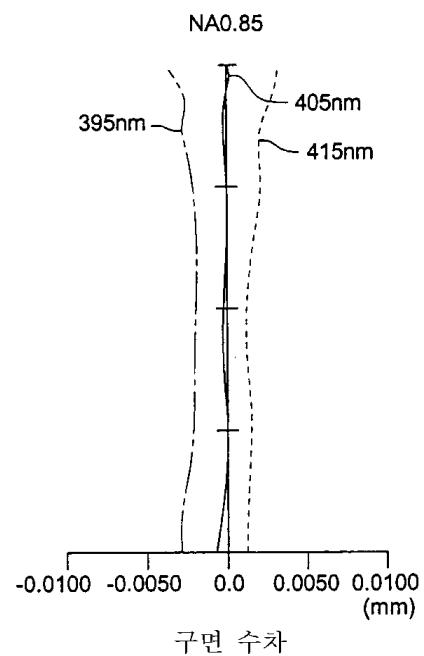
도면44



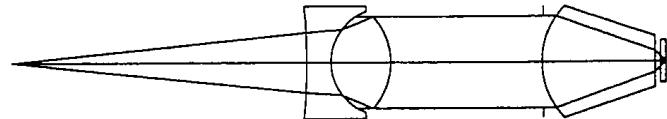
도면45



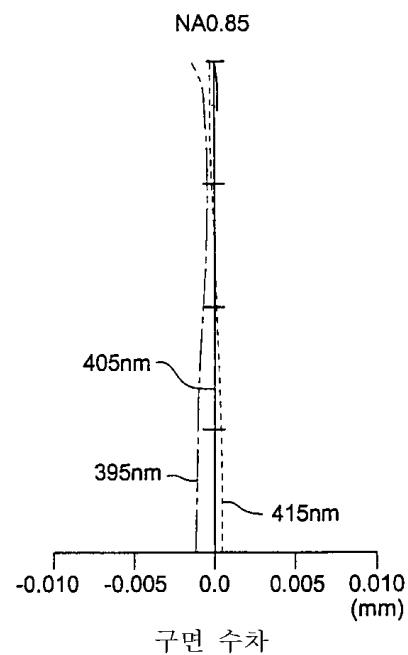
도면46



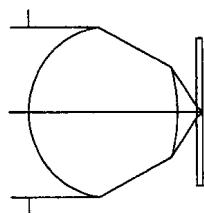
도면47



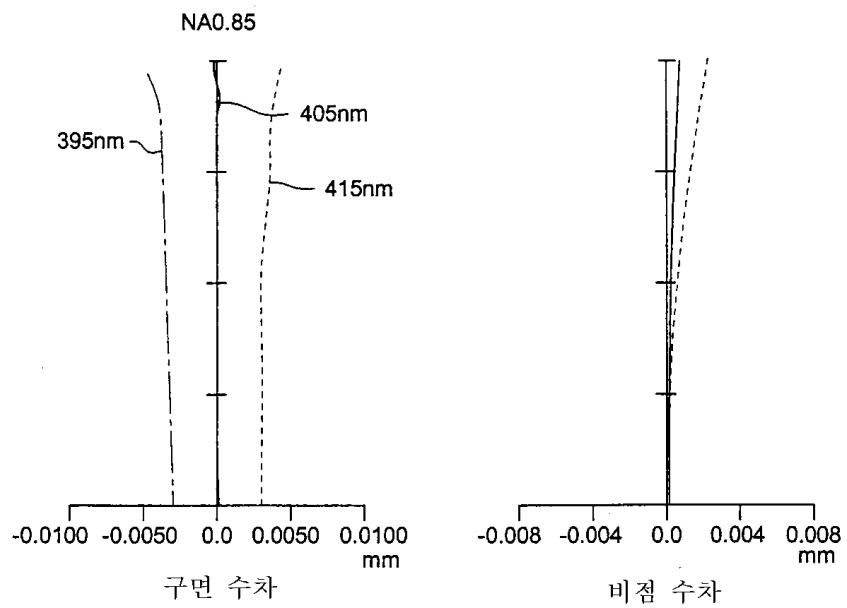
도면48



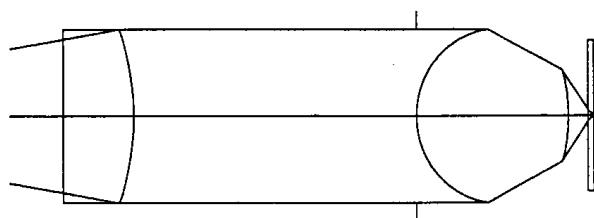
도면49



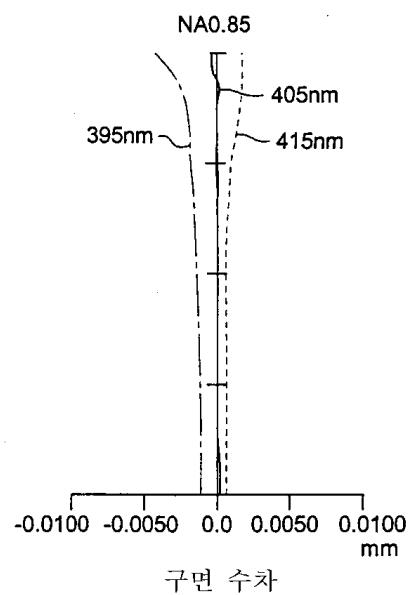
도면50



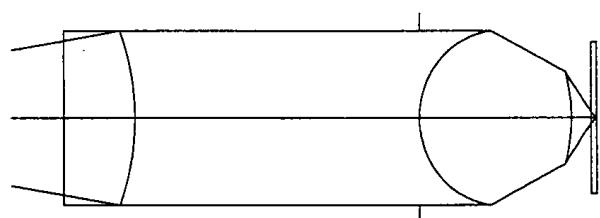
도면51



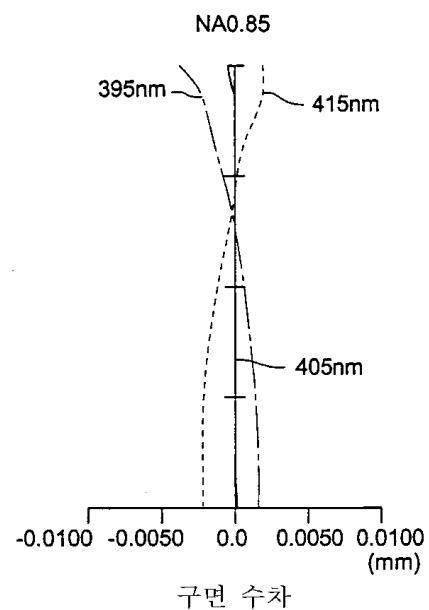
도면52



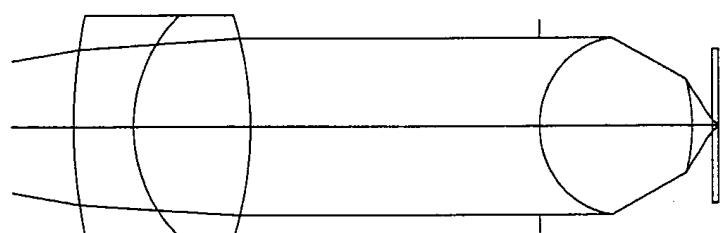
도면53



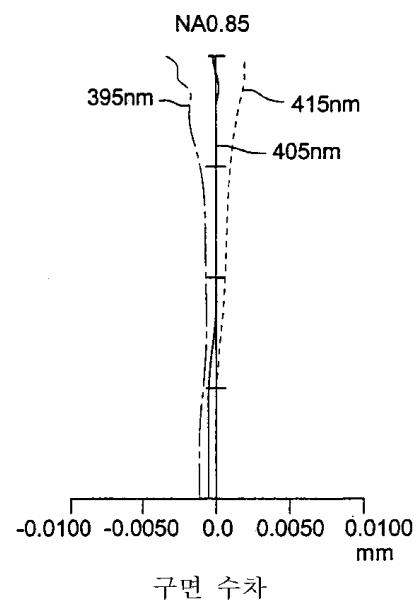
도면54



도면55



도면56



도면57

