



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098643  
(43) 공개일자 2008년11월11일

(51) Int. Cl.

G11B 7/135 (2006.01) G02B 5/18 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01) G02B 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7021584

(22) 출원일자 2008년09월03일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년09월03일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/053170

국제출원일자 2007년02월21일

(87) 국제공개번호 WO 2007/102318

국제공개일자 2007년09월13일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00060968 2006년03월07일 일본(JP)

(뒷면에 계속)

(71) 출원인

코니카 미놀타 옵토 인코포레이티드

일본 도쿄 하치오지시 이시카와마치 2970 (우편번호: 192-8505)

(72) 발명자

나카무라 겐파로오

일본 1928505 도쿄도 하치오지시 이시카와마치 2970반지 코니카 미놀타 옵토 인코포레이티드 내

노무라 에이지

일본 1928505 도쿄도 하치오지시 이시카와마치 2970반지 코니카 미놀타 옵토 인코포레이티드 내  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장수길, 성재동

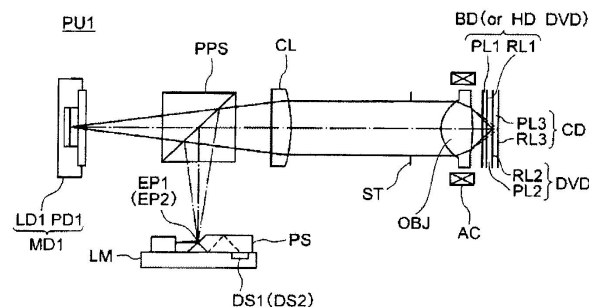
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치

(57) 요약

본 발명은 다른 종류의 광디스크에 대해 호환 가능하게 정보의 기록 및/또는 재생을 행할 수 있는 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치에 관한 것이다. 본 발명에 관한 광픽업 장치는 제1 광속을 사출하는 제1 광원과, 제2 광속을 사출하는 제2 광원과, 제3 광속을 사출하는 제3 광원과, 대물 광학 소자를 갖는다. 상기 대물 광학 소자의 광학면은 중앙 영역과 상기 중앙 영역의 주위의 주변 영역의 적어도 2개의 영역을 갖고, 상기 중앙 영역은 제1 광로차 부여 구조를 갖고, 상기 주변 영역은 제2 광로차 부여 구조를 갖는다. 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 중앙 영역 및 상기 주변 영역을 통과하는 광속을 각각 소정의 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 상기 대물 광학 소자의 상기 제3 광속에 대한 초점 거리가 소정의 조건을 만족한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

**모리 노부요시**

일본 1928505 도쿄도 하치오지시 이시카와마치  
2970번지 코니카 미놀타 옵토 인코포레이티드 내

**오오따 고평혜이**

일본 1928505 도쿄도 하치오지시 이시카와마치  
2970번지 코니카 미놀타 옵토 인코포레이티드 내

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00070701 2006년03월15일 일본(JP)

JP-P-2006-00123471 2006년04월27일 일본(JP)

JP-P-2006-00166148 2006년06월15일 일본(JP)

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1 파장( $\lambda_1$ )의 제1 광속을 사출하는 제1 광원과,

제2 파장( $\lambda_2$ )( $\lambda_2 > \lambda_1$ )의 제2 광속을 사출하는 제2 광원과,

제3 파장( $\lambda_3$ )( $\lambda_3 > \lambda_2$ )의 제3 광속을 사출하는 제3 광원과,

상기 제1 광속을 두께가  $t_1$ 인 보호 기판을 갖는 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제2 광속을 두께가  $t_2$ ( $t_1 \leq t_2$ )인 보호 기판을 갖는 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제3 광속을 두께가  $t_3$ ( $t_2 < t_3$ )인 보호 기판을 갖는 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키기 위한 대물 광학 소자를 갖는 광픽업 장치이며,

상기 광픽업 장치는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시킴으로써 정보의 기록 및/또는 재생을 행하고,

상기 대물 광학 소자의 광학면은 중앙 영역과 상기 중앙 영역의 주위의 주변 영역의 적어도 2개의 영역을 갖고, 상기 중앙 영역은 제1 광로차 부여 구조를 갖고, 상기 주변 영역은 제2 광로차 부여 구조를 갖고,

상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,

상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,

상기 대물 광학 소자의 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 가장 작아지는 제1 베스트 포커스와, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 상기 제1 베스트 포커스의 다음으로 작아지는 제2 베스트 포커스가 형성되고,

상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스는 하기의 식 (1)을 만족하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$0.05 \leq L/f \leq 0.35 \quad (1)$$

단,  $f$  [mm]는 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하고, 상기 제1 베스트 포커스를 형성하는 상기 제3 광속의 초점 거리를 가리키고,  $L$  [mm]은 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스 사이의 거리를 가리킴.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 대물 광학 소자를 통과한 상기 제3 광속이 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 형성하는 스폿에 있어서, 광축 방향으로부터 보았을 때에, 스폿의 중심으로부터 외측을 향하는 순서로, 광량 밀도가 높은 스폿 중심부, 광량 밀도가 상기 스폿 중심부보다 낮은 스폿 중간부, 광량 밀도가 상기 스폿 중간부보다도 높고 상기 스폿 중심부보다도 낮은 스폿 주변부가 형성되고,

상기 스폿 중심부가 상기 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되고, 상기 스폿 중간부 및 상기 스폿 주변부는 상기 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않고,

상기 대물 광학 소자의 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 상기 스폿 주변부가 형성되는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 베스트 포커스에 있어서 상기 제3 광속이 형성하는 상기 스폿이 상기 제3

광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되고, 상기 제2 베스트 포커스에 있어서 상기 제3 광속이 형성하는 상기 스폿은 상기 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자의 광학면은 상기 주변 영역의 주위에 굴절면인 최주변 영역을 가져, 3개의 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자의 광학면은 상기 주변 영역의 주위에 제3 광로차 부여 구조를 갖는 최주변 영역을 가져, 3개의 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 최주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 광로차 부여 구조는, 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께(t1)와 상기 제2 광디스크의 보호 기관의 두께(t2)의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 광로차 부여 구조는, 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제3 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께(t1)와 상기 제3 광디스크의 보호 기관의 두께(t3)의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 광로차 부여 구조는, 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께(t1)와 상기 제2 광디스크의 보호 기관의 두께(t2)의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 광로차 부여 구조는, 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광원 또는 상기 제2 광원의 파장의 약간의 변동에 의해 발생하는 스페로크로마티즘(색 구면 수차)을 보정하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속이 상기 대물 광학 소자로 입사할 때의 상기 대물 광학 소자의 배율  $m_1$ ,  $m_2$ 가 하기의 식 (2), (3)을 만족하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$-0.02 < m_1 < 0.02 \quad (2)$$

$$-0.02 < m_2 < 0.02 \quad (3)$$

#### 청구항 12

제11항에 있어서, 상기 제3 광속이 상기 대물 광학 소자로 입사할 때의 상기 대물 광학 소자의 배율  $m_3$ 이 하기의 식 (4)를 만족하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$-0.02 < m_3 < 0.02 \quad (4)$$

#### 청구항 13



제11항에 있어서, 상기 제3 광속이 상기 대물 광학 소자로 입사할 때의 상기 대물 광학 소자의 배율  $m_3$ 이 하기의 식 (5)를 만족하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

$$-0.10 < m_3 < 0.00 \quad (5)$$

#### 청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자는 단체 렌즈인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 대물 광학 소자는 플라스틱 렌즈인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조 및 상기 제2 광로차 부여 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 17

제4항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조, 상기 제2 광로차 부여 구조 및 굴절면인 상기 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 18

제5항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조, 상기 제2 광로차 부여 구조 및 상기 제3 광로차 부여 구조를 갖는 상기 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

#### 청구항 19

제1 파장( $\lambda_1$ )의 제1 광속을 사출하는 제1 광원과,

제2 파장( $\lambda_2$ )( $\lambda_2 > \lambda_1$ )의 제2 광속을 사출하는 제2 광원과,

제3 파장( $\lambda_3$ )( $\lambda_3 > \lambda_2$ )의 제3 광속을 사출하는 제3 광원을 갖고, 상기 제1 광속을 이용하여 두께가  $t_1$ 인 보호 기판을 갖는 제1 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생을 행하고, 상기 제2 광속을 이용하여 두께가  $t_2$ ( $t_1 \leq t_2$ )인 보호 기판을 갖는 제2 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생을 행하고, 상기 제3 광속을 이용하여 두께가  $t_3$ ( $t_2 < t_3$ )인 보호 기판을 갖는 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생을 행하는 광픽업 장치에 있어서 이용되는 대물 광학 소자이며,

상기 대물 광학 소자의 광학면은 중앙 영역과 상기 중앙 영역의 주위의 주변 영역의 적어도 2개의 영역을 갖고, 상기 중앙 영역은 제1 광로차 부여 구조를 갖고, 상기 주변 영역은 제2 광로차 부여 구조를 갖고,

상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,

상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,

상기 대물 광학 소자의 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 가장 작아지는 제1 베스트 포커스와, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 상기 제1 베스트 포커스의 다음으로 작아지는 제2 베스트 포커스가 형성되고,

상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스는 하기의 식 (1)을 만족하는 것을 특징으로 하는 대물 광학

소자.

$$0.05 \leq L/f \leq 0.35 \quad (1)$$

단,  $f$  [mm]는 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하고, 상기 제1 베스트 포커스를 형성하는 상기 제3 광속의 초점 거리를 가리키고,  $L$  [mm]은 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스 사이의 거리를 가리킴.

#### 청구항 20

제19항에 있어서, 상기 제1 베스트 포커스를 형성하는 위치에 있어서 상기 대물 광학 소자를 통과한 상기 제3 광속에 의해 형성되는 스폿에 있어서, 광축 방향으로부터 보았을 때에, 스폿의 중심으로부터 외측을 향하는 순서로, 광량 밀도가 높은 스폿 중심부, 광량 밀도가 상기 스폿 중심부보다 낮은 스폿 중간부, 광량 밀도가 상기 스폿 중간부보다도 높고 상기 스폿 중심부보다도 낮은 스폿 주변부가 형성되고,

상기 대물 광학 소자의 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해 상기 스폿 주변부가 형성되는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 21

제19항 또는 제20항에 있어서, 상기 대물 광학 소자는 상기 주변 영역의 주위에 굴절면인 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 22

제19항 또는 제20항에 있어서, 상기 대물 광학 소자는 상기 주변 영역의 주위에 제3 광로차 부여 구조를 갖는 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 23

제22항에 있어서, 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 최주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 24

제19항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 광로차 부여 구조는, 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제2 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_2$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 25

제19항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 광로차 부여 구조는, 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제3 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제3 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_3$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 26

제19항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 광로차 부여 구조는, 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제2 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_2$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 27

제19항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 광로차 부여 구조는, 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광원 또는 상기 제2 광원의 파장의 약간의 변동에 의해 발생하는 스페로크로마티즘(색 구면 수차)을 보정하는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 28

제19항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자는 단체 렌즈인 것을 특징으로 하는 대물 광

학 소자.

#### 청구항 29

제28항에 있어서, 상기 대물 광학 소자는 플라스틱 렌즈인 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 30

제19항 내지 제29항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조 및 상기 제2 광로차 부여 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 31

제21항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조, 상기 제2 광로차 부여 구조 및 굴절면인 상기 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 32

제22항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조, 상기 제2 광로차 부여 구조 및 상기 제3 광로차 부여 구조를 갖는 상기 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.

#### 청구항 33

제1 파장( $\lambda_1$ )의 제1 광속을 사출하는 제1 광원과, 제2 파장( $\lambda_2$ )( $\lambda_2 > \lambda_1$ )의 제2 광속을 사출하는 제2 광원과, 제3 파장( $\lambda_3$ )( $\lambda_3 > \lambda_2$ )의 제3 광속을 사출하는 제3 광원과, 상기 제1 광속을 두께가  $t_1$ 인 보호 기판을 갖는 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제2 광속을 두께가  $t_2$ ( $t_1 \leq t_2$ )인 보호 기판을 갖는 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제3 광속을 두께가  $t_3$ ( $t_2 < t_3$ )인 보호 기판을 갖는 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키기 위한 대물 광학 소자를 갖고, 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시킴으로써 정보의 기록 및/또는 재생을 행하는 광픽업 장치를 갖는 광정보 기록 재생 장치이며,

상기 대물 광학 소자의 광학면은 중앙 영역과 상기 중앙 영역의 주위의 주변 영역의 적어도 2개의 영역을 갖고, 상기 중앙 영역에 제1 광로차 부여 구조를 갖고, 상기 주변 영역에 제2 광로차 부여 구조를 갖고,

상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,

상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,

상기 대물 광학 소자의 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 가장 작아지는 제1 베스트 포커스와, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 상기 제1 베스트 포커스의 다음으로 작아지는 제2 베스트 포커스가 형성되고,

상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스는 하기의 식 (1)을 만족하는 것을 특징으로 하는 광정보 기록 재생 장치.

$$0.05 \leq L/f \leq 0.35 \quad (1)$$

단,  $f$  [mm]는 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하고, 상기 제1 베스트 포커스를 형성하는 상기 제3 광속의 초점 거리를 가리키고,  $L$  [mm]은 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스 사이의 거리를 가리킴.

#### 청구항 34

제33항에 있어서, 상기 대물 광학 소자를 통과한 상기 제3 광속이 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 형성하는 스폿에 있어서, 광축 방향으로부터 보았을 때에, 스폿의 중심으로부터 외측을 향하는 순서로, 광량 밀도가 높은 스폿 중심부, 광량 밀도가 상기 스폿 중심부보다 낮은 스폿 중간부, 광량 밀도가 상기 스폿 중간부보다 높고 상기 스폿 중심부보다도 낮은 스폿 주변부가 형성되고,

상기 스폿 중심부가 상기 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되고, 상기 스폿 중간부 및 상기 스폿 주변부는 상기 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않고,

상기 대물 광학 소자의 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 상기 스폿 주변부가 형성되는 것을 특징으로 하는 광정보 기록 재생 장치.

## 명세서

### 기술 분야

- <1> 본 발명은 다른 종류의 광디스크에 대해 호환 가능하게 정보의 기록 및/또는 재생을 행할 수 있는 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

- <2> 최근, 광픽업 장치에 있어서, 광디스크에 기록된 정보의 재생이나, 광디스크로의 정보의 기록을 위한 광원으로 사용되는 레이저 광원의 단파장화가 진행되고, 예를 들어 청자색 반도체 레이저나, 제2 고조파를 이용하여 적외 반도체 레이저의 파장 변환을 행하는 청색 SHG 레이저 등, 파장 400 내지 420 nm의 레이저 광원이 실용화되어 있다. 이들 청자색 레이저 광원을 사용하면, DVD(디지털 버서타일 디스크)와 동일한 개구수(NA)의 대물 광학 소자를 사용하는 경우에, 직경 12 cm의 광디스크에 대해 15 내지 20 GB의 정보의 기록이 가능해지고, 대물 광학 소자의 NA를 0.85로까지 높인 경우에는, 직경 12 cm의 광디스크에 대해 23 내지 25 GB의 정보의 기록이 가능해진다. 이하, 본 명세서에서는 청자색 레이저 광원을 사용하는 광디스크 및 광자기 디스크를 총칭하여 「고밀도 광디스크」라 한다.
- <3> 또한, NA 0.85의 대물 광학 소자를 사용하는 고밀도 광디스크에서는 광디스크의 경사(skew)에 기인하여 발생하는 코마 수차가 증대하기 때문에, DVD에 있어서의 경우보다도 보호층을 얇게 설계하여(DVD의 0.6 mm에 대해 0.1 mm), 경사에 의한 코마 수차량을 저감하고 있는 것이 있다. 그런데, 이러한 타입의 고밀도 광디스크에 대해 적절하게 정보의 기록/재생을 할 수 있다는 것만으로는 광디스크 플레이어/레코더(광정보 기록 재생 장치)의 제품으로서의 가치는 충분한 것이라 할 수 없다. 현재에 있어서, 다종 다양한 정보를 기록한 DVD나 CD(콤팩트 디스크)가 판매되어 있는 현실을 근거로 하면, 고밀도 광디스크에 대해 정보의 기록/재생을 할 수 있는 것만으로는 부족하고, 예를 들어 사용자가 소유하고 있는 DVD나 CD에 대해서도 마찬가지로 적절하게 정보의 기록/재생을 할 수 있도록 하는 것이, 고밀도 광디스크용의 광디스크 플레이어/레코더로서의 상품 가치를 높이는 것으로 통하는 것이다. 이와 같은 배경으로부터 고밀도 광디스크용의 광디스크 플레이어/레코더에 탑재되는 광픽업 장치는 고밀도 광디스크와 DVD, 또한 CD와의 어느 것에 대해서도 호환성을 유지하면서 적절하게 정보를 기록/재생할 수 있는 성능을 갖는 것이 기대된다.
- <4> 고밀도 광디스크와 DVD, 또한 CD와의 어느 것에 대해서도 호환성을 유지하면서 적절하게 정보를 기록/재생할 수 있도록 하는 방법으로서, 고밀도 광디스크용의 광학계와 DVD나 CD용의 광학계를 정보를 기록/재생하는 광디스크의 기록 밀도에 따라서 선택적으로 전환하는 방법을 생각할 수 있으나, 복수의 광학계가 필요로 되므로 소형화에 불리하고, 또한 비용이 증대된다.
- <5> 따라서, 광픽업 장치의 구성을 간소화하고, 저비용화를 도모하기 위해서는 호환성을 갖는 광픽업 장치에 있어서도 고밀도 광디스크용의 광학계와 DVD나 CD용의 광학계를 공통화하여, 광픽업 장치를 구성하는 광학 부품 개수를 최대한 줄이는 것이 바람직하다. 그리고, 광디스크에 대하여 배치되는 대물 광학 소자를 공통화하는 것이 광픽업 장치의 구성의 간소화, 저비용화에 가장 유리해진다. 또한, 기록/재생 파장이 서로 다른 복수 종류의 광디스크에 대해 공통인 대물 광학 소자를 얻기 위해서는, 구면 수차의 파장 의존성을 갖는 광로차 부여 구조를 대물 광학계에 형성할 필요가 있다.
- <6> 특허 문헌 1에는 광로차 부여 구조로서의 회절 구조를 갖고, 고밀도 광디스크와 종래의 DVD 및 CD에 대해 공통으로 사용 가능한 대물 광학계, 및 이 대물 광학계를 탑재한 광픽업 장치가 기재되어 있다.
- <7> 그런데, 상기한 특허 문헌 1에 기재된 3개의 다른 광디스크에 대해 호환 가능하게 정보의 기록 및/또는 재생을

행하는 광픽업 장치에 사용하고 있는 대물 광학 소자는, 광픽업 장치의 설계 사양에 따라서는 기록 및/또는 재생에 이용되는 광량이 부족할 우려가 있거나, 또는 CD의 트래킹을 행할 때에 트래킹용의 센서에 불필요광이 악영향을 미쳐, CD의 트래킹을 정확하게 행하는 것이 곤란해지는 경우가 있다는 문제가 있다. 특히, 3개의 다른 광디스크 모두에 있어서, 무한계의 광학계를 이용하는 경우, 즉 대물 광학 소자에 평행 광속을 입사시키는 경우, 상술한 문제가 현저했다.

<8> 특허 문헌 1 : 유럽 공개 특허 제1304689호

### 발명의 상세한 설명

<9> 본 발명은 상술한 문제를 고려한 것이며, 적어도 이하의 목적의 하나를 달성하는 것이다. 우선, 대물 광학 소자로서 단체 렌즈를 이용했다고 해도, 고밀도 광디스크와 DVD와 CD 등의, 기록 밀도가 다른 3 종류의 디스크에 대해 정보의 기록 및/또는 재생을 적절하게 행할 수 있는 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치이며, 그 구성의 간소화, 저비용화를 실현 가능한 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 부가하여, 3개의 다른 광디스크 모두에 대해 무한계의 광학계를 이용하는 경우라도, 트래킹의 정확성을 유지할 수 있는 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 대물 광학 소자로서 플라스틱 렌즈를 이용했다고 해도 온도 특성을 양호하게 하고, 3 종류의 디스크에 대해 정보의 기록 및/또는 재생을 적절하게 행할 수 있는 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다. 부가하여, 소망하는 광학 성능을 얻는 것을 가능하게 하면서도, 매우 미세한 구조를 이용하지 않고 제조하기 쉬운 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

<10> 본 발명에 관한 광픽업 장치는 제1 광속을 사출하는 제1 광원과, 제2 광속을 사출하는 제2 광원과, 제3 광속을 사출하는 제3 광원과, 대물 광학 소자를 갖는다. 상기 대물 광학 소자의 광학면은 중앙 영역과 상기 중앙 영역의 주위의 주변 영역의 적어도 2개의 영역을 갖고, 상기 중앙 영역은 제1 광로차 부여 구조를 갖고, 상기 주변 영역은 제2 광로차 부여 구조를 갖는다. 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 상기 대물 광학 소자의 상기 제3 광속에 대한 초점 거리가 소정의 조건을 만족한다.

### 실시예

<27> 이하, 본 발명의 바람직한 형태를 설명한다.

<28> (항 1) 제1 파장( $\lambda_1$ )의 제1 광속을 사출하는 제1 광원과,

<29> 제2 파장( $\lambda_2$ )( $\lambda_2 > \lambda_1$ )의 제2 광속을 사출하는 제2 광원과,

<30> 제3 파장( $\lambda_3$ )( $\lambda_3 > \lambda_2$ )의 제3 광속을 사출하는 제3 광원과,

<31> 상기 제1 광속을 두께가  $t_1$ 인 보호 기판을 갖는 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제2 광속을 두께가  $t_2$ ( $t_1 \leq t_2$ )인 보호 기판을 갖는 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제3 광속을 두께가  $t_3$ ( $t_2 < t_3$ )인 보호 기판을 갖는 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키기 위한 대물 광학 소자를 갖는 광픽업 장치이며,

<32> 상기 광픽업 장치는, 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시킴으로써 정보의 기록 및/또는 재생을 행하고,

<33> 상기 대물 광학 소자의 광학면은 중앙 영역과 상기 중앙 영역의 주위의 주변 영역의 적어도 2개의 영역을 갖고, 상기 중앙 영역은 제1 광로차 부여 구조를 갖고, 상기 주변 영역은 제2 광로차 부여 구조를 갖고,

<34> 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크

의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,

- <35> 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,
- <36> 상기 대물 광학 소자의 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 가장 작아지는 제1 베스트 포커스와, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 상기 제1 베스트 포커스의 다음으로 작아지는 제2 베스트 포커스가 형성되고,
- <37> 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스는 하기의 식 (1)을 만족하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.
- <38>  $0.05 \leq L/f \leq 0.35$  (1)
- <39> 단,  $f$  [mm]는 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하고, 상기 제1 베스트 포커스를 형성하는 상기 제3 광속의 초점 거리를 가리키고,  $L$  [mm]은 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스 사이의 거리를 가리킨다.
- <40> (항 2) 상기 대물 광학 소자를 통과한 상기 제3 광속이 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 형성하는 스폿에 있어서, 광축 방향으로부터 보았을 때에, 스폿의 중심으로부터 외측을 향하는 순서로, 광량 밀도가 높은 스폿 중심부, 광량 밀도가 상기 스폿 중심부보다 낮은 스폿 중간부, 광량 밀도가 상기 스폿 중간부보다도 높고 상기 스폿 중심부보다도 낮은 스폿 주변부가 형성되고,
- <41> 상기 스폿 중심부가 상기 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되고, 상기 스폿 중간부 및 상기 스폿 주변부는 상기 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않고,
- <42> 상기 대물 광학 소자의 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 상기 스폿 주변부가 형성되는 것을 특징으로 하는 항 1에 기재된 광픽업 장치.
- <43> (항 3) 상기 제1 베스트 포커스에 있어서 상기 제3 광속이 형성하는 상기 스폿이 상기 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되고, 상기 제2 베스트 포커스에 있어서 상기 제3 광속이 형성하는 상기 스폿은 상기 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않는 것을 특징으로 하는 항 1 또는 항 2에 기재된 광픽업 장치.
- <44> (항 4) 상기 대물 광학 소자의 광학면은 상기 주변 영역의 주위에 굴절면인 최주변 영역을 가져, 3개의 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 3 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <45> (항 5) 상기 대물 광학 소자의 광학면은 상기 주변 영역의 주위에 제3 광로차 부여 구조를 갖는 최주변 영역을 가져, 3개의 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 3 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <46> (항 6) 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 최주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하는 것을 특징으로 하는 항 5에 기재된 광픽업 장치.
- <47> (항 7) 상기 제1 광로차 부여 구조는, 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제2 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_2$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 6 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <48> (항 8) 상기 제1 광로차 부여 구조는, 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제3 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제3 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_3$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 7 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <49> (항 9) 상기 제2 광로차 부여 구조는, 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제2 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_2$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 8 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <50> (항 10) 상기 제2 광로차 부여 구조는, 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광원 또는 상기 제2 광원의 파장의 약간의 변동에 의해 발생하는 스페로크로마티즘(색 구면



수차)을 보정하는 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 9 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.

- <51> (항 11) 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속이 상기 대물 광학 소자로 입사할 때의 상기 대물 광학 소자의 배율  $m_1$ ,  $m_2$ 가 하기의 식 (2), (3)을 만족하는 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 10 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <52>  $-0.02 < m_1 < 0.02$  (2)
- <53>  $-0.02 < m_2 < 0.02$  (3)
- <54> (항 12) 상기 제3 광속이 상기 대물 광학 소자로 입사할 때의 상기 대물 광학 소자의 배율  $m_3$ 이 하기의 식 (4)를 만족하는 것을 특징으로 하는 항 11에 기재된 광픽업 장치.
- <55>  $-0.02 < m_3 < 0.02$  (4)
- <56> (항 13) 상기 제3 광속이 상기 대물 광학 소자로 입사할 때의 상기 대물 광학 소자의 배율  $m_3$ 이 하기의 식 (5)를 만족하는 것을 특징으로 하는 항 11에 기재된 광픽업 장치.
- <57>  $-0.10 < m_3 < 0.00$  (5)
- <58> (항 14) 상기 대물 광학 소자는 단체 렌즈인 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 13 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <59> (항 15) 상기 대물 광학 소자는 플라스틱 렌즈인 것을 특징으로 하는 항 14에 기재된 광픽업 장치.
- <60> (항 16) 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조 및 상기 제2 광로차 부여 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 항 1 내지 항 15 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <61> (항 17) 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조, 상기 제2 광로차 부여 구조 및 굴절면인 상기 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 항 4 내지 항 16 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <62> (항 18) 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조, 상기 제2 광로차 부여 구조 및 상기 제3 광로차 부여 구조를 갖는 상기 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 항 5 내지 항 16 중 어느 한 항에 기재된 광픽업 장치.
- <63> (항 19) 제1 파장( $\lambda_1$ )의 제1 광속을 사출하는 제1 광원과,
- <64> 제2 파장( $\lambda_2$ )( $\lambda_2 > \lambda_1$ )의 제2 광속을 사출하는 제2 광원과,
- <65> 제3 파장( $\lambda_3$ )( $\lambda_3 > \lambda_2$ )의 제3 광속을 사출하는 제3 광원을 갖고, 상기 제1 광속을 이용하여 두께가  $t_1$ 인 보호 기판을 갖는 제1 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생을 행하고, 상기 제2 광속을 이용하여 두께가  $t_2$ ( $t_1 \leq t_2$ )인 보호 기판을 갖는 제2 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생을 행하고, 상기 제3 광속을 이용하여 두께가  $t_3$ ( $t_2 < t_3$ )인 보호 기판을 갖는 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생을 행하는 광픽업 장치에 있어서 이용되는 대물 광학 소자이며,
- <66> 상기 대물 광학 소자의 광학면은 중앙 영역과 상기 중앙 영역의 주위의 주변 영역의 적어도 2개의 영역을 갖고, 상기 중앙 영역은 제1 광로차 부여 구조를 갖고, 상기 주변 영역은 제2 광로차 부여 구조를 갖고,
- <67> 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,
- <68> 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,
- <69> 상기 대물 광학 소자의 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 가장 작아지는 제1 베스트 포커스와, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 상기 제1 베스트 포커스의 다음으로 작아지는 제2 베스트 포커스가 형성되고,

- <70> 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스는 하기의 식 (1)을 만족하는 것을 특징으로 하는 대물 광학 소자.
- <71>  $0.05 \leq L/f \leq 0.35$  (1)
- <72> 단,  $f$  [mm]는 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하고, 상기 제1 베스트 포커스를 형성하는 상기 제3 광속의 초점 거리를 가리키고,  $L$  [mm]은 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스 사이의 거리를 가리킨다.
- <73> (항 20) 상기 제1 베스트 포커스를 형성하는 위치에 있어서 상기 대물 광학 소자를 통과한 상기 제3 광속에 의해 형성되는 스폿에 있어서, 광축 방향으로부터 보았을 때에, 스폿의 중심으로부터 외측을 향하는 순서로, 광량 밀도가 높은 스폿 중심부, 광량 밀도가 상기 스폿 중심부보다 낮은 스폿 중간부, 광량 밀도가 상기 스폿 중간부보다도 높고 상기 스폿 중심부보다도 낮은 스폿 주변부가 형성되고,
- <74> 상기 대물 광학 소자의 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해 상기 스폿 주변부가 형성되는 것을 특징으로 하는 항 19에 기재된 대물 광학 소자.
- <75> (항 21) 상기 대물 광학 소자는 상기 주변 영역의 주위에 굴절면인 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 항 19 또는 항 20에 기재된 대물 광학 소자.
- <76> (항 22) 상기 대물 광학 소자는 상기 주변 영역의 주위에 제3 광로차 부여 구조를 갖는 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 항 19 또는 항 20에 기재된 대물 광학 소자.
- <77> (항 23) 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 최주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하는 것을 특징으로 하는 항 21에 기재된 대물 광학 소자.
- <78> (항 24) 상기 제1 광로차 부여 구조는, 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제2 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_2$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 항 19 내지 항 23 중 어느 한 항에 기재된 대물 광학 소자.
- <79> (항 25) 상기 제1 광로차 부여 구조는, 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제3 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제3 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_3$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 항 19 내지 항 24 중 어느 한 항에 기재된 대물 광학 소자.
- <80> (항 26) 상기 제2 광로차 부여 구조는, 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_1$ )와 상기 제2 광디스크의 보호 기관의 두께( $t_2$ )의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것을 특징으로 하는 항 19 내지 항 25 중 어느 한 항에 기재된 대물 광학 소자.
- <81> (항 27) 상기 제2 광로차 부여 구조는, 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 상기 제1 광속 및 상기 제2 광속에 대해, 상기 제1 광원 또는 상기 제2 광원의 파장의 약간의 변동에 의해 발생하는 스페로코르마티즘(색 구면 수차)을 보정하는 것을 특징으로 하는 항 19항 내지 항 26 중 어느 한 항에 기재된 대물 광학 소자.
- <82> (항 28) 상기 대물 광학 소자는 단체 렌즈인 것을 특징으로 하는 항 19 내지 항 27 중 어느 한 항에 기재된 대물 광학 소자.
- <83> (항 29) 상기 대물 광학 소자는 플라스틱 렌즈인 것을 특징으로 하는 항 28에 기재된 대물 광학 소자.
- <84> (항 30) 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조 및 상기 제2 광로차 부여 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 항 19 내지 항 29 중 어느 한 항에 기재된 대물 광학 소자.
- <85> (항 31) 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조, 상기 제2 광로차 부여 구조 및 굴절면인 상기 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 항 21 내지 항 30 중 어느 한 항에 기재된 대물 광학 소자.
- <86> (항 32) 상기 대물 광학 소자의 동일한 광학면이 상기 제1 광로차 부여 구조, 상기 제2 광로차 부여 구조 및 상기 제3 광로차 부여 구조를 갖는 상기 최주변 영역을 갖는 것을 특징으로 하는 항 22 내지 항 30 중 어느 한 항에 기재된 대물 광학 소자.



- <87> (항 33) 제1 파장( $\lambda_1$ )의 제1 광속을 사출하는 제1 광원과, 제2 파장( $\lambda_2$ )( $\lambda_2 > \lambda_1$ )의 제2 광속을 사출하는 제2 광원과, 제3 파장( $\lambda_3$ )( $\lambda_3 > \lambda_2$ )의 제3 광속을 사출하는 제3 광원과, 상기 제1 광속을 두께가  $t_1$ 인 보호 기판을 갖는 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제2 광속을 두께가  $t_2$ ( $t_1 \leq t_2$ )인 보호 기판을 갖는 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제3 광속을 두께가  $t_3$ ( $t_2 < t_3$ )인 보호 기판을 갖는 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키기 위한 대물 광학 소자를 갖고, 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시킴으로써 정보의 기록 및/또는 재생을 행하는 광픽업 장치를 갖는 광정보 기록 재생 장치이며,
- <88> 상기 대물 광학 소자의 광학면은 중앙 영역과 상기 중앙 영역의 주위의 주변 영역의 적어도 2개의 영역을 갖고, 상기 중앙 영역에 제1 광로차 부여 구조를 갖고, 상기 주변 영역에 제2 광로차 부여 구조를 갖고,
- <89> 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 중앙 영역을 통과하는 상기 제3 광속을 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,
- <90> 상기 대물 광학 소자는, 상기 대물 광학 소자의 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제1 광속을 상기 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고, 상기 주변 영역을 통과하는 상기 제2 광속을 상기 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광하고,
- <91> 상기 대물 광학 소자의 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 가장 작아지는 제1 베스트 포커스와, 상기 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 상기 제1 베스트 포커스의 다음으로 작아지는 제2 베스트 포커스가 형성되고,
- <92> 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스는 하기의 식 (1)을 만족하는 것을 특징으로 하는 광정보 기록 재생 장치.
- <93>  $0.05 \leq L/f \leq 0.35$  (1)
- <94> 단,  $f$  [mm]는 상기 제1 광로차 부여 구조를 통과하고, 상기 제1 베스트 포커스를 형성하는 상기 제3 광속의 초점 거리를 가리키고,  $L$  [mm]은 상기 제1 베스트 포커스와 상기 제2 베스트 포커스 사이의 거리를 가리킨다.
- <95> (항 34) 상기 대물 광학 소자를 통과한 상기 제3 광속이 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 형성하는 스폿에 있어서, 광축 방향으로부터 보았을 때에, 스폿의 중심으로부터 외측을 향하는 순서로, 광량 밀도가 높은 스폿 중심부, 광량 밀도가 상기 스폿 중심부보다 낮은 스폿 중간부, 광량 밀도가 상기 스폿 중간부보다도 높고 상기 스폿 중심부보다도 낮은 스폿 주변부가 형성되고,
- <96> 상기 스폿 중심부가 상기 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되고, 상기 스폿 중간부 및 상기 스폿 주변부는 상기 제3 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않고,
- <97> 상기 대물 광학 소자의 상기 제2 광로차 부여 구조를 통과한 상기 제3 광속에 의해, 상기 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 상기 스폿 주변부가 형성되는 것을 특징으로 하는 항 33에 기재된 광정보 기록 재생 장치.
- <98> 본 발명에 관한 광픽업 장치는 제1 광원, 제2 광원, 제3 광원의 적어도 3개의 광원을 갖는다. 또한, 본 발명의 광픽업 장치는 제1 광속을 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 제2 광속을 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키고, 제3 광속을 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광시키기 위한 집광 광학계를 갖는다. 또한, 본 발명의 광픽업 장치는 제1 광디스크, 제2 광디스크 또는 제3 광디스크의 정보 기록면으로부터의 반사 광속을 수광하는 수광 소자를 갖는다.
- <99> 제1 광디스크는 두께가  $t_1$ 인 보호 기판과 정보 기록면을 갖는다. 제2 광디스크는 두께가  $t_2$ ( $t_1 \leq t_2$ )인 보호 기판과 정보 기록면을 갖는다. 제3 광디스크는 두께가  $t_3$ ( $t_2 < t_3$ )인 보호 기판과 정보 기록면을 갖는다. 제1 광디스크가 고밀도 광디스크이며, 제2 광디스크가 DVD이며, 제3 광디스크가 CD인 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한,  $t_1 < t_2$ 인 경우에는,  $t_1 = t_2$ 인 경우에 비해, 단체의 대물 광학 소자에 의해 3개의 다른 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행하면서, 제3 광디스크의 기록 재생시의 트레이킹 특성을 양호하게 하는 것은 더 곤란하나, 본 발명의 형태는 그것을 가능하게 한다. 또한, 제1 광디스크, 제2 광디스크 또는 제3 광디스크

크는 복수의 정보 기록면을 갖는 복수층의 광디스크라도 좋다.

- <100> 본 명세서에 있어서는, 고밀도 광디스크의 예로서는 NA 0.85의 대물 광학 소자에 의해 정보의 기록/재생이 행해지고, 보호 기관의 두께가 0.1 mm 정도인 규격의 광디스크[예를 들어, BD : 블루레이 디스크(Blu-ray Disc)]를 들 수 있다. 또한 다른 고밀도 광디스크의 예로서는 NA 0.65 내지 0.67의 대물 광학 소자에 의해 정보의 기록/재생이 행해지고, 보호 기관의 두께가 0.6 mm 정도인 규격의 광디스크(예를 들어, HD DVD : 단순히 HD라고도 함)를 들 수 있다. 또한, 고밀도 광디스크에는 정보 기록면 상에 수 내지 수십 nm 정도의 두께의 보호막(본 명세서에서는 보호 기관은 보호막도 포함하는 것으로 함)을 갖는 광디스크나, 보호 기관의 두께가 0인 광디스크도 포함된다. 또한, 고밀도 광디스크에는, 정보의 기록/재생용의 광원으로서 청자색 반도체 레이저나 청자색 SHG 레이저가 이용되는 광자기 디스크도 포함되는 것으로 한다. 또한, 본 명세서에 있어서는, DVD라 함은 NA 0.60 내지 0.67 정도의 대물 광학 소자에 의해 정보의 기록/재생이 행해지고, 보호 기관의 두께가 0.6 mm 정도인 DVD 계열 광디스크의 총칭이며, DVD-ROM, DVD-Video, DVD-Audio, DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD+R, DVD+RW 등을 포함한다. 또한, 본 명세서에 있어서는, CD라 함은 NA 0.45 내지 0.51 정도의 대물 광학 소자에 의해 정보의 기록/재생이 행해지고, 보호 기관의 두께가 1.2 mm 정도인 CD 계열 광디스크의 총칭이며, CD-ROM, CD-Audio, CD-Video, CD-R, CD-RW 등을 포함한다. 또한, 기록 밀도에 대해서는 고밀도 광디스크의 기록 밀도가 가장 높고, 계속해서 DVD, CD의 순으로 낮아진다.
- <101> 또한, 보호 기관의 두께  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ 에 관해서는, 이하의 조건식 (6), (7), (8)을 만족하는 것이 바람직하나, 이에 한정되지 않는다.
- <102>  $0.0750 \text{ mm} \leq t_1 \leq 0.125 \text{ mm}$  또는  $0.5 \text{ mm} \leq t_1 \leq 0.7 \text{ mm}$  (6)
- <103>  $0.5 \text{ mm} \leq t_2 \leq 0.7 \text{ mm}$  (7)
- <104>  $1.0 \text{ mm} \leq t_3 \leq 1.3 \text{ mm}$  (8)
- <105> 본 명세서에 있어서, 제1 광원, 제2 광원, 제3 광원은, 바람직하게는 레이저 광원이다. 레이저 광원으로서, 바람직하게는 반도체 레이저, 실리콘 레이저 등을 이용할 수 있다. 제1 광원으로부터 출사되는 제1 파장( $\lambda_1$ ), 제2 광원으로부터 출사되는 제2 파장( $\lambda_2$ )( $\lambda_2 > \lambda_1$ ), 제3 광원으로부터 출사되는 제3 파장( $\lambda_3$ )( $\lambda_3 > \lambda_2$ )은 이하의 조건식 (9), (10)을 만족하는 것이 바람직하다.
- <106>  $1.5 \times \lambda_1 < \lambda_2 < 1.7 \times \lambda_1$  (9)
- <107>  $1.9 \times \lambda_1 < \lambda_3 < 2.1 \times \lambda_1$  (10)
- <108> 또한, 제1 광디스크, 제2 광디스크, 제3 광디스크로서 각각 BD 또는 HD, DVD 및 CD가 이용되는 경우, 제1 광원의 제1 파장( $\lambda_1$ )은 바람직하게는 350 nm 이상, 440 nm 이하, 더 바람직하게는 380 nm 이상, 415 nm 이하이며, 제2 광원의 제2 파장( $\lambda_2$ )은 바람직하게는 570 nm 이상, 680 nm 이하, 더 바람직하게는 630 nm 이상, 670 nm 이하이며, 제3 광원의 제3 파장( $\lambda_3$ )은 바람직하게는 750 nm 이상, 880 nm 이하, 더 바람직하게는 760 nm 이상, 820 nm 이하이다.
- <109> 또한, 제1 광원, 제2 광원, 제3 광원 중 적어도 2개의 광원을 유닛화해도 좋다. 유닛화라 함은 예를 들어 제1 광원과 제2 광원이 1 패키지에 고정 수납되어 있는 것을 말하나, 이에 한정되지 않고, 2개의 광원이 수차 보정 불가능하도록 고정되어 있는 상태를 넓게 포함하는 것이다. 또한, 광원에 부가하여, 후술하는 수광 소자를 1 패키지화해도 좋다.
- <110> 수광 소자로서는 포토다이오드 등의 광검출기가 바람직하게 이용된다. 광디스크의 정보 기록면 상에서 반사한 광이 수광 소자로 입사하고, 그 출력 신호를 이용하여, 각 광디스크에 기록된 정보의 판독 신호가 얻어진다. 또한, 수광 소자상의 스폿의 형상 변화, 위치 변화에 의한 광량 변화를 검출하여, 포커싱 검출이나 트랙 검출을 행하고, 이 검출을 기초로 하여 포커싱, 트래킹으로 인해 대물 광학 소자를 이동시킬 수 있다. 수광 소자는 복수의 광검출기로 이루어져 있어도 좋다. 수광 소자는 메인의 광검출기와 서브의 광검출기를 갖고 있어도 좋다. 예를 들어, 정보의 기록 재생에 이용되는 메인광을 수광하는 광검출기의 양편에 2개의 서브의 광검출기를 설치하고, 당해 2개의 서브의 광검출기에 의해 트래킹 조정용의 서브광을 수광하는 수광 소자로 해도 좋다. 또한, 수광 소자는 각 광원에 대응한 복수의 수광 소자를 갖고 있어도 좋다.
- <111> 집광 광학계는 대물 광학 소자를 갖는다. 집광 광학계는 대물 광학 소자만을 갖고 있어도 좋으나, 집광 광학계는 대물 광학 소자 외에 콜리메이터 렌즈 등의 커플링 렌즈를 갖고 있어도 좋다. 커플링 렌즈라 함은 대물 광학 소자와 광원 사이에 배치되고, 광속의 발산각을 바꾸는 단(單) 렌즈 또는 렌즈군의 것을 말한다. 콜리메이

터 렌즈는 커플링 렌즈의 일종으로, 콜리메이터 렌즈에 입사한 광을 평행광으로 하여 출사하는 렌즈이다. 또한 집광 광학계는 광원으로부터 사출된 광속을, 정보의 기록 재생에 이용되는 메인 광속과, 트래킹 등에 이용되는 2개의 서브 광속으로 분할하는 회절 광학 소자 등의 광학 소자를 갖고 있어도 좋다. 본 명세서에 있어서, 대물 광학 소자라 함은 광픽업 장치에 있어서 광디스크에 대향하는 위치에 배치되고, 광원으로부터 사출된 광속을 광디스크의 정보 기록면 상에 집광하는 기능을 갖는 광학계를 가리킨다. 바람직하게는 대물 광학 소자라 함은 광픽업 장치에 있어서 광디스크에 대향하는 위치에 배치되고, 광원으로부터 사출된 광속을 광디스크의 정보 기록면 상에 집광하는 기능을 갖는 광학계이며, 또한 액추에이터에 의해 적어도 광축 방향으로 일체로 변이 가능하게 된 광학계를 가리킨다. 대물 광학 소자는 2개 이상의 복수의 렌즈 및 광학 소자로 구성되어 있어도 좋고, 단체의 대물 렌즈만이라도 좋으나, 바람직하게는 단체의 대물 렌즈이다. 또한, 대물 광학 소자는 유리 렌즈라도 플라스틱 렌즈라도, 또는 유리 렌즈 상에 광경화성 수지 등으로 광로차 부여 구조 등을 설치한 하이브리드 렌즈라도 좋다. 대물 광학 소자가 복수의 렌즈를 갖는 경우에는 유리 렌즈와 플라스틱 렌즈를 혼합하여 사용해도 좋다. 대물 광학 소자가 복수의 렌즈를 갖는 경우, 광로차 부여 구조를 갖는 평판 광학 소자와 비구면 렌즈(광로차 부여 구조를 갖고 있어도 없어도 좋음)의 조합이라도 좋다. 또한, 대물 광학 소자는 굴절면이 비구면인 것이 바람직하다. 또한, 대물 광학 소자는 광로차 부여 구조가 설치되는 베이스면이 비구면인 것이 바람직하다.

- <112> 또한, 대물 광학 소자를 유리 렌즈로 하는 경우에는 유리 전이점(Tg)이 400 ℃ 이하인 유리 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 유리 전이점(Tg)이 400 ℃ 이하인 유리 재료를 사용함으로써 비교적 저온에서의 성형이 가능해지므로, 금형의 수명을 연장할 수 있다. 이와 같은 유리 전이점(Tg)이 낮은 유리 재료로서는, 예를 들어 (가부시끼가이샤) 스미다 고우가꾸 가라스제의 K-PG325나, K-PG375 (모두 제품명)가 있다.
- <113> 그런데, 유리 렌즈는 일반적으로 수지 렌즈보다도 비중이 크기 때문에, 대물 광학 소자를 유리 렌즈로 하면, 중량이 커져 대물 광학 소자를 구동하는 액추에이터에 부담이 가해진다. 그로 인해, 대물 광학 소자를 유리 렌즈로 하는 경우에는 비중이 작은 유리 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 비중이 3.0 이하인 것이 바람직하고, 2.8 이하인 것이 더 바람직하다.
- <114> 또한, 대물 광학 소자를 플라스틱 렌즈로 하는 경우에는 고리 형상 올레핀계의 수지 재료를 사용하는 것이 바람직하고, 고리 형상 올레핀계 중에서도 파장 405 nm에 대한 온도 25 ℃에서의 굴절률이 1.54 내지 1.60의 범위 내이며, -5 ℃로부터 70 ℃의 온도 범위 내에서의 온도 변화에 수반하는 파장 405 nm에 대한 굴절률 변화율  $dN/dT(℃^{-1})$ 가  $-20 \times 10^{-5}$  내지  $-5 \times 10^{-5}$  (더 바람직하게는  $-10 \times 10^{-5}$  내지  $-8 \times 10^{-5}$ )의 범위 내인 수지 재료를 사용하는 것이 더 바람직하다. 또한, 대물 광학 소자를 플라스틱 렌즈로 하는 경우, 커플링 렌즈도 플라스틱 렌즈로 하는 것이 바람직하다.
- <115> 혹은 본 발명의 대물 광학 소자에 적합한 수지 재료로서 상기 고리 형상 올레핀계 이외에도 「어써멀(athermal) 수지」가 있다. 어써멀 수지라 함은 모재가 되는 수지에 직경이 30 nm 이하인 입자를 분산시킨 수지 재료이다. 여기서 상기 입자는 모재가 되는 수지의 온도 변화에 수반하는 굴절률 변화율과 반대 부호의 굴절률 변화율을 갖는다. 일반적으로 투명한 수지 재료에 미세 분말을 혼합시키면 광의 산란이 발생하고, 투과율이 저하되기 때문에, 광학 재료로서 사용하는 것은 곤란했으나, 미세 분말을 투과 광속의 파장보다 작은 크기로 함으로써 산란이 사실상 발생하지 않도록 할 수 있는 것을 알았다.
- <116> 수지 재료는 온도가 상승함으로써 굴절률이 저하되어 버리나, 무기 입자는 온도가 상승하면 굴절률이 상승한다. 따라서 이들 성질을 아울러 소거하도록 작용시킴으로써 굴절률 변화가 발생하지 않도록 하는 것도 알려져 있다. 본 발명에 관한 대물 광학 소자의 재료로서, 모재가 되는 수지에 30 나노미터 이하, 바람직하게는 20 나노미터 이하, 더 바람직하게는 10 내지 15 나노미터의 무기 입자를 분산시킨 재료를 이용함으로써 굴절률의 온도 의존성이 없거나, 혹은 매우 낮은 대물 광학 소자를 제공할 수 있다.
- <117> 예를 들어, 아크릴 수지에, 산화니오브( $Nb_2O_5$ )의 미립자를 분산시키고 있다. 모재가 되는 수지는 체적비로 80, 산화니오브는 20 정도의 비율이며, 이들을 균일하게 혼합한다. 미립자는 응집되기 쉽다는 문제가 있으나, 입자 표면에 전하를 부여하여 분산시키는 등의 기술에 의해 필요한 분산 상태를 발생시킬 수 있다.
- <118> 후술하는 바와 같이, 모재가 되는 수지와 입자의 혼합·분산은 대물 광학 소자의 사출 형성시에 인라인으로 행하는 것이 바람직하다. 바꾸어 말하면, 혼합·분산된 후에는 대물 광학 소자에 성형될 때까지 냉각·고화되지 않는 것이 바람직하다.
- <119> 또한, 이 체적 비율은 굴절률의 온도에 대한 변화의 비율을 제어하기 위해, 적절하게 증감시킬 수 있고, 복수

종류의 나노 사이즈 무기 입자를 혼합하여 분산시키는 것도 가능하다.

- <120> 비율로는, 상기한 예에서는 80 : 20, 즉 4 : 1이나, 90 : 10 (9 : 1)으로부터 60 : 40 (3 : 2)까지의 사이에서 적절하게 조정 가능하다. 9 : 1 보다도 적으면 온도 변화 억제 효과 작아지고, 반대로 3 : 2를 넘으면 수지의 성형성에 문제가 발생하기 때문에 바람직하지 않다.
- <121> 미립자는 무기물인 것이 바람직하고, 또한 산화물인 것이 바람직하다. 그리고 산화 상태가 포화하고 있어, 그것 이상 산화하지 않는 산화물인 것이 바람직하다.
- <122> 무기물인 것은 고분자 유기 화합물인 모재가 되는 수지와 반응성을 낮게 억제할 수 있기 때문에 바람직하고, 또한 산화물인 것에 의해 사용에 수반하는 열화를 방지할 수 있다. 특히 고온화나, 레이저광을 조사한다는 가혹한 조건에 있어서 산화가 촉진되기 쉬워지나, 이와 같은 무기 산화물의 미립자이면, 산화에 의한 열화를 방지할 수 있다.
- <123> 또한, 그 밖의 요인에 의한 수지의 산화를 방지하기 위해 산화 방지제를 첨가하는 것도 물론 가능하다.
- <124> 덧붙여, 모재가 되는 수지로서는, 일본 공개 특허 공보의 일본 특허 출원 공개 제2004-144951호, 일본 특허 출원 공개 제2004-144954호 및 일본 특허 출원 공개 제2004-144953호 등에 기재되어 있는 바와 같은 수지가 적절하게 바람직하게 이용된다.
- <125> 열가소성 수지 중에 분산되는 무기 미립자로서는 특별히 한정은 없고, 얻어지는 열가소성 수지 조성물의 온도에 의한 굴절률의 변화율(이후,  $|dn/dT|$ 로 함)이 작다는 본 발명의 목적의 달성을 가능하게 하는 무기 미립자 중에서 임의로 선택할 수 있다. 구체적으로는 산화물 미립자, 금속염 미립자, 반도체 미립자 등이 바람직하게 이용되고, 이 중에서 광학 소자로서 사용하는 과장 영역에 있어서 흡수, 발광, 형광 등이 발생하지 않는 것을 적절하게 선택하여 사용하는 것이 바람직하다.
- <126> 본 발명에 있어서 이용되는 산화물 미립자로서는, 금속 산화물을 구성하는 금속이 Li, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Y, Nb, Zr, Mo, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Cs, Ba, La, Ta, Hf, W, Ir, Tl, Pb, Bi 및 희토류 금속으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 1종 또는 2종 이상의 금속인 금속 산화물을 이용할 수 있고, 구체적으로는, 예를 들어 산화규소, 산화티탄, 산화아연, 산화알루미늄, 산화지르코늄, 산화하프늄, 산화니오브, 산화탄탈, 산화마그네슘, 산화갈륨, 산화스트론튬, 산화바륨, 산화인듐, 산화주석, 산화납, 이들 산화물로 구성되는 복 산화물인 니오브산 리튬, 니오브산 칼륨, 탄탈산 리튬, 알루미늄·마그네슘 산화물( $MgAl_2O_4$ ) 등을 들 수 있다. 또한, 본 발명에 있어서 이용되는 산화물 미립자로서 희토류 산화물을 이용할 수도 있고, 구체적으로는 산화스칸듐, 산화이트륨, 산화탄탄, 산화세륨, 산화프라세오디뮴, 산화네오디뮴, 산화사마륨, 산화유로퓸, 산화가돌리늄, 산화테르븀, 산화디스프로슘, 산화홀름, 산화에르븀, 산화툴륨, 산화이테르븀, 산화루테튬 등도 들 수 있다. 금속염 미립자로서는 탄산염, 인산염, 황산염 등을 들 수 있고, 구체적으로는 탄산칼슘, 인산알루미늄 등을 들 수 있다.
- <127> 또한, 본 발명에 있어서의 반도체 미립자라 함은 반도체 결정 조성의 미립자를 의미하고, 상기 반도체 결정 조성의 구체적인 조성예로서는 탄소, 규소, 게르마늄, 주석 등의 주기표 제14족 원소의 단체, 인(흑인) 등의 주기표 제15족 원소의 단체, 셀렌, 텔루르 등의 주기표 제16족 원소의 단체, 탄화규소( $SiC$ ) 등의 복수의 주기표 제14족 원소로 이루어지는 화합물, 산화주석(IV)( $SnO_2$ ), 황화주석(II, IV)( $Sn(II)Sn(IV)S_3$ ), 황화주석(IV)( $SnS_2$ ), 황화주석(II)( $SnS$ ), 셀렌화주석(II)( $SnSe$ ), 텔루르화주석(II)( $SnTe$ ), 황화납(II)( $PbS$ ), 셀렌화납(II)( $PbSe$ ), 텔루르화납(II)( $PbTe$ ) 등의 주기표 제14족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 질화붕소(BN), 인화붕소(BP), 비화붕소(BAs), 질화알루미늄( $AlN$ ), 인화알루미늄( $AlP$ ), 비화알루미늄( $AlAs$ ), 안티몬화알루미늄( $AlSb$ ), 질화갈륨( $GaN$ ), 인화갈륨( $GaP$ ), 비화갈륨( $CaAs$ ), 안티몬화갈륨( $GaSb$ ), 질화인듐( $InN$ ), 인화인듐( $InP$ ), 비화인듐( $InAs$ ), 안티몬화인듐( $InSb$ ) 등의 주기표 제13족 원소와 주기표 제15족 원소의 화합물(혹은 III-V족 화합물 반도체), 황화알루미늄( $Al_2S_3$ ), 셀렌화알루미늄( $Al_2Se_3$ ), 황화갈륨( $Ga_2S_3$ ), 셀렌화갈륨( $Ga_2Se_3$ ), 텔루르화갈륨( $Ga_2Te_3$ ), 산화인듐( $In_2O_3$ ), 황화인듐( $In_2S_3$ ), 셀렌화인듐( $In_2Se_3$ ), 텔루르화인듐( $In_2Te_3$ ) 등의 주기표 제13족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 염화탈륨(I)( $TlCl$ ), 브롬화탈륨(I)( $TlBr$ ), 요오드화탈륨(I)( $TlI$ ) 등의 주기표 제13족 원소와 주기표 제17족 원소의 화합물, 산화아연( $ZnO$ ), 황화아연( $ZnS$ ), 셀렌화아연( $ZnSe$ ), 텔루르화아연( $ZnTe$ ), 산화카드뮴( $CdO$ ), 황화카드뮴( $CdS$ ), 셀렌화카드뮴( $CdSe$ ), 텔루르화카드뮴( $CdTe$ ), 황화수은( $HgS$ ), 셀렌화수은( $HgSe$ ), 텔루르화수은( $HgTe$ ) 등의 주기표 제12족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물(혹은 II-VI족 화합물 반도체), 황화비소(III)( $As_2S_3$ ), 셀렌화비소(III)( $As_2Se_3$ ), 텔루르화비소(III)( $As_2Te_3$ ), 황화안티몬



(III)(Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>), 셀렌화안티몬(III)(Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>), 텔루르화안티몬(III)(Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>), 황화비스무스(III)(Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>), 셀렌화비스무스(III)(Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>), 텔루르화비스무스(III)(Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>) 등의 주기표 제15족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 산화구리(I)(Cu<sub>2</sub>O), 셀렌화구리(I)(Cu<sub>2</sub>Se) 등의 주기표 제11족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 염화구리(I)(CuCl), 브롬화구리(I)(CuBr), 요오드화구리(I)(CuI), 염화은(AgCl), 브롬화은(AgBr) 등의 주기표 제11족 원소와 주기표 제17족 원소의 화합물, 산화니켈(II)(NiO) 등의 주기표 제10족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 산화코발트(II)(CoO), 황화코발트(II)(CoS) 등의 주기표 제9족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 사산화삼철(Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), 황화철(II)(FeS) 등의 주기표 제8족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 산화망간(II)(MnO) 등의 주기표 제7족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 황화몰리브덴(IV)(MoS<sub>2</sub>), 산화텅스텐(IV)(WO<sub>2</sub>) 등의 주기표 제6족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 산화바나듐(II)(VO), 산화바나듐(IV)(VO<sub>2</sub>), 산화탄탈(V)(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 등의 주기표 제5족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 산화티탄(TiO<sub>2</sub>, Ti<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ti<sub>5</sub>O<sub>9</sub> 등) 등의 주기표 제4족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 황화마그네슘(MgS), 셀렌화마그네슘(MgSe) 등의 주기표 제2족 원소와 주기표 제16족 원소의 화합물, 산화카드뮴(II)크롬(III)(CdCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), 셀렌화카드뮴(II)크롬(III)(CdCr<sub>2</sub>Se<sub>4</sub>), 황화구리(II)크롬(In)(CuCr<sub>2</sub>S<sub>4</sub>), 셀렌화수은(II)크롬(III)(HgCr<sub>2</sub>Se<sub>4</sub>) 등의 칼코겐 스피넬류, 바륨티타네이트(BaTiO<sub>3</sub>) 등을 들 수 있다. 또한, G.Schmid 등; Adv. Mater., 4권, 494페이지(1991)에 보고되어 있는 (BN)<sub>75</sub>(BF<sub>2</sub>)<sub>15</sub>F<sub>15</sub>나, D.Fenske 등; Angew. Chem. Int. Ed. Engl., 29권, 1452페이지(1990)에 보고되어 있는 Cu<sub>146</sub>Se<sub>73</sub>(트리에틸호스핀)<sub>22</sub>와 같이 구조가 확정되어 있는 반도체 클러스터도 마찬가지로 예시된다.

<128> 일반적으로 열가소성 수지의 dn/dT는 마이너스의 값을 갖는다. 즉 온도의 상승에 수반하여 굴절률이 작아진다. 따라서, 열가소성 수지 조성물의 |dn/dT|를 효율적으로 작게 하기 위해서는 dn/dT가 큰 미립자를 분산시키는 것이 바람직하다. 열가소성 수지의 dn/dT와 동일한 부호의 값을 갖는 미립자를 이용하는 경우에는, 미립자의 dn/dT의 절대값이 모재가 되는 열가소성 수지의 dn/dT보다도 작은 것이 바람직하다. 또한, 모재가 되는 열가소성 수지의 dn/dT와 반대 부호의 dn/dT를 갖는 미립자, 즉 플러스의 값을 dn/dT를 갖는 미립자가 바람직하게 이용된다. 이와 같은 미립자를 열가소성 수지로 분산시킴으로써, 적은 양으로 효과적으로 열가소성 수지 조성물의 |dn/dT|를 작게 할 수 있다. 분산되는 미립자의 dn/dT는 모재가 되는 열가소성 수지의 dn/dT의 값에 의해 적절하게 선택할 수 있으나, 일반적으로 광학 소자에 바람직하게 이용되는 열가소성 수지로 미립자를 분산시키는 경우에는 미립자의 dn/dT가 -20×10<sup>-6</sup>보다도 큰 것이 바람직하고, -10×10<sup>-6</sup>보다도 큰 것이 더 바람직하다. dn/dT가 큰 미립자로서, 바람직하게는, 예를 들어 질화갈륨, 황화아연, 산화아연, 니오브산 리튬, 탄탈산 리튬 등이 이용된다.

<129> 한편, 열가소성 수지로 미립자를 분산시킬 때에는, 모재가 되는 열가소성 수지와 미립자의 굴절률의 차가 작은 것이 바람직하다. 발명자들의 검토 결과, 열가소성 수지와 분산되는 미립자의 굴절률의 차가 작으면, 광을 투과시킨 경우에 산란을 일으키기 어렵다는 것을 알았다. 열가소성 수지로 미립자를 분산시킬 때, 입자가 클수록, 광을 투과시켰을 때의 산란을 일으키기 쉬워지나, 열가소성 수지와 분산되는 미립자의 굴절률의 차가 작으면, 비교적 큰 미립자를 이용해도 광의 산란이 발생하는 정도가 작은 것을 발견했다. 열가소성 수지와 분산되는 미립자의 굴절률의 차는 0 내지 0.3의 범위인 것이 바람직하고, 또한 0 내지 0.15의 범위인 것이 바람직하다.

<130> 광학 재료로서 바람직하게 이용되는 열가소성 수지의 굴절률은 1.4 내지 1.6 정도인 경우가 많고, 이들 열가소성 수지로 분산시키는 재료로서는, 예를 들어 실리카(산화규소), 탄산칼슘, 인산알루미늄, 산화알루미늄, 산화마그네슘, 알루미늄·마그네슘 산화물 등이 바람직하게 이용된다.

<131> 또한, 비교적 굴절률이 낮은 미립자를 분산시킴으로써, 열가소성 수지 조성물의 dn/dT를 효과적으로 작게 할 수 있는 것을 알았다. 굴절률이 낮은 미립자를 분산한 열가소성 수지 조성물의 |dn/dT|가 작아지는 이유에 대해, 상세한 것은 알 수 없으나, 수지 조성물에 있어서의 무기 미립자의 체적분율의 온도 변화가, 미립자의 굴절률이 낮을수록, 수지 조성물의 |dn/dT|를 작게 하는 방향으로 작용하는 것은 아닐까 생각된다. 비교적 굴절률이 낮은 미립자로서는, 예를 들어 실리카(산화규소), 탄산칼슘, 인산알루미늄이 바람직하게 이용된다.

<132> 열가소성 수지 조성물의 dn/dT의 저감 효과, 광 투과성, 소망하는 굴절률 등을 모두 동시에 향상시키는 것은 곤란하고, 열가소성 수지로 분산시키는 미립자는, 열가소성 수지 조성물에 구하는 특성에 따라서 미립자 자체의 dn/dT의 크기, 미립자의 dn/dT와 모재가 되는 열가소성 수지의 dn/dT와의 차, 및 미립자의 굴절률 등을 고려하

여 적절하게 선택할 수 있다. 또한, 모재가 되는 열가소성 수지와와의 상성(相性), 즉 열가소성 수지에 대한 분산성, 산란을 일으키기 어려운 미립자를 적절하게 선택하여 이용하는 것은 광 투과성을 유지하는 데 있어서 바람직하다.

- <133> 예를 들어, 광학 소자에 바람직하게 이용되는 고리 형상 올레핀 폴리머를 모재로서 이용하는 경우, 광 투과성을 유지하면서  $|dn/dT|$  를 작게 하는 미립자로서는 실리카가 바람직하게 이용된다.
- <134> 상기한 미립자는 1 종류의 무기 미립자를 이용해도 좋고, 또한 복수 종류의 무기 미립자를 병용해도 좋다. 다른 성질을 갖는 복수 종류의 미립자를 이용함으로써, 필요로 되는 특성을 더 효율적으로 향상시킬 수도 있다.
- <135> 또한, 본 발명에 관한 무기 미립자는 평균 입자 직경이 1 nm 이상, 30 nm 이하가 바람직하고, 1 nm 이상, 20 nm 이하가 더 바람직하고, 더 바람직하게는 1 nm 이상, 10 nm 이하이다. 평균 입자 직경이 1 nm 미만인 경우, 무기 미립자의 분산이 곤란해져 소망하는 성능을 얻을 수 없을 우려가 있기 때문에, 평균 입자 직경은 1 nm 이상인 것이 바람직하고, 또한 평균 입자 직경이 30 nm를 초과하면, 얻어지는 열가소성 재료 조성물이 탁해지는 등하여 투명성이 저하되고, 광선 투과율이 70 % 미만으로 될 우려가 있기 때문에, 평균 입자 직경은 30 nm 이하인 것이 바람직하다. 여기서 말하는 평균 입자 직경은 각 입자를 동일 체적의 구(球)로 환산했을 때의 직경(구 환산 입경)의 체적 평균치를 말한다.
- <136> 또한, 무기 미립자의 형상은 특별히 한정되는 것은 아니나, 구 형상의 미립자가 적절하게 이용된다. 구체적으로는, 입자의 최소 직경(미립자의 외주에 접하는 2개의 접선을 그은 경우에 있어서의 당해 접선 사이의 거리의 최소값)/최대 직경(미립자의 외주에 접하는 2개의 접선을 그은 경우에 있어서의 당해 접선간의 거리의 최대값)이 0.5 내지 1.0인 것이 바람직하고, 0.7 내지 1.0인 것이 더 바람직하다.
- <137> 또한, 입자 직경의 분포에 관해서도 특별히 제한되는 것은 아니나, 효과를 더 효율적으로 발현시키기 위해서는 광범위한 분포를 갖는 것보다도, 비교적 좁은 분포를 갖는 것이 적절하게 이용된다.
- <138> 대물 광학 소자에 대해 이하에 기재한다. 대물 광학 소자의 적어도 1개의 광학면이 중앙 영역과, 중앙 영역의 주위의 주변 영역을 갖는다. 더 바람직하게는, 대물 광학 소자의 적어도 1개의 광학면이 주변 영역의 주위에 최주변 영역을 갖는다. 최주변 영역을 설치함으로써, 고NA의 광디스크에 대한 기록 및/또는 재생을 더 적절하게 행하는 것이 가능해진다. 중앙 영역은 대물 광학 소자의 광축을 포함하는 영역인 것이 바람직하나, 포함하지 않는 영역이라도 좋다. 중앙 영역, 주변 영역 및 최주변 영역은 동일한 광학면 상에 설치되어 있는 것이 바람직하다. 도1에 도시된 바와 같이, 중앙 영역(CN), 주변 영역(MD), 최주변 영역(OT)은 동일한 광학면 상에, 광축을 중심으로 하는 동심원 형상으로 설치되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 대물 광학 소자의 중앙 영역에는 제1 광로차 부여 구조가 설치되고, 주변 영역에는 제2 광로차 부여 구조가 설치되어 있다. 최주변 영역을 갖는 경우, 최주변 영역은 굴절면이라도 좋고, 최주변 영역에 제3 광로차 부여 구조가 설치되어 있어도 좋다. 중앙 영역, 주변 영역, 최주변 영역은 각각 인접하고 있는 것이 바람직하나, 사이에 약간 간극이 있어도 좋다.
- <139> 제1 광로차 부여 구조는 대물 광학 소자의 중앙 영역의 면적의 70 % 이상의 영역에 설치되어 있는 것이 바람직하고, 90 % 이상이 더 바람직하다. 더 바람직하게는 제1 광로차 부여 구조가 중앙 영역의 전체면에 설치되어 있는 것이다. 제2 광로차 부여 구조는 대물 광학 소자의 주변 영역의 면적의 70 % 이상의 영역에 설치되어 있는 것이 바람직하고, 90 % 이상이 더 바람직하다. 더 바람직하게는 제2 광로차 부여 구조가 주변 영역의 전체면에 설치되어 있는 것이다. 제3 광로차 부여 구조는 대물 광학 소자의 최주변 영역의 면적의 70 % 이상의 영역에 설치되어 있는 것이 바람직하고, 90 % 이상이 더 바람직하다. 더 바람직하게는 제3 광로차 부여 구조가 최주변 영역의 전체면에 설치되어 있는 것이다.
- <140> 또한, 본 명세서에서 하는 광로차 부여 구조라 함은 입사 광속에 대해 광로차를 부가하는 구조의 총칭이다. 광로차 부여 구조에는 위상차를 부여하는 위상차 부여 구조도 포함된다. 또한, 위상차 부여 구조에는 회절 구조가 포함된다. 광로차 부여 구조는 단차를 갖고, 바람직하게는 단차를 복수 갖는다. 이 단차에 의해 입사 광속에 광로차 및/또는 위상차가 부가된다. 광로차 부여 구조에 의해 부가되는 광로차는 입사 광속의 파장의 정수 배라도 좋고, 입사 광속의 파장의 비정수배라도 좋다. 단차는 광축 수직 방향으로 주기적인 간격을 갖고 배치되어 있어도 좋고, 광축 수직 방향으로 비주기적인 간격을 갖고 배치되어 있어도 좋다.
- <141> 광로차 부여 구조는 광축을 중심으로 하는 동심원 형상의 복수의 윤대(輪帶)를 갖는 것이 바람직하다. 또한, 광로차 부여 구조는 다양한 단면 형상(광축을 포함하는 면에서의 단면 형상)을 취할 수 있다. 가장 일반적인 광로차 부여 구조의 단면 형상으로서, 도2의 (a)에 기재된 바와 같은 광로차 부여 구조의 광축을 포함하는 단면 형상이 틸트 형상인 경우이다. 평면의 광학 소자에 광로차 부여 구조를 설치한 경우에 단면이 계단 형상의

로 보이는 것도, 비구면 렌즈면 등에 같은 광로차 부여 구조를 설치한 경우에는, 도2의 (a)와 같은 톱니 형상의 단면 형상으로 파악할 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 말하는 톱니 형상의 단면 형상에는 계단 형상의 단면 형상도 포함되는 것으로 한다. 또한, 단차의 방향이 다른 톱니 형상의 광로차 부여 구조를 중첩함으로써, 도2의 (b)에 도시한 바와 같은 바이너리 구조의 광로차 부여 구조를 얻는 것도 가능하다. 본 명세서의 제1 광로차 부여 구조 및 제2 광로차 부여 구조는 그 단면 형상을 다른 톱니 형상의 광로차 부여 구조를 중첩한 구조로 해도 좋고, 톱니 형상의 광로차 부여 구조를 중첩하여 생기는 바이너리 구조의 광로차 부여 구조로, 또한 톱니 형상의 광로차 부여 구조를 중첩한 구조로 해도 좋다. 예를 들어, 도2의 (c)는 톱니 형상의 구조와 바이너리 구조를 중첩한 구조이며, 도2의 (d)는 미세한 톱니 형상의 구조와 거친 톱니 형상의 구조를 중첩한 구조이다.

<142> 또한, 대물 광학 소자의 중앙 영역에 설치되는 제1 광로차 부여 구조와, 대물 광학 소자의 주변 영역에 설치되는 제2 광로차 부여 구조는 대물 광학 소자의 다른 광학면에 설치되어 있어도 좋으나, 동일한 광학면에 설치되는 것이 바람직하다. 동일한 광학면에 설치됨으로써, 제조시의 편심 오차를 적게 하는 것이 가능해지기 때문에 바람직하다. 또한, 제1 광로차 부여 구조 및 제2 광로차 부여 구조는 대물 광학 소자의 광디스크측의 면보다도 대물 광학 소자의 광원측의 면에 설치되는 것이 바람직하다.

<143> 대물 광학 소자는 대물 광학 소자의 제1 광로차 부여 구조가 설치된 중앙 영역을 통과하는 제1 광속, 제2 광속 및 제3 광속을 각각 집광 스폿을 형성하도록 집광한다. 바람직하게는, 대물 광학 소자는 대물 광학 소자의 제1 광로차 부여 구조가 설치된 중앙 영역을 통과하는 제1 광속을 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 대물 광학 소자는 대물 광학 소자의 제1 광로차 부여 구조가 설치된 중앙 영역을 통과하는 제2 광속을 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 대물 광학 소자는 대물 광학 소자의 제1 광로차 부여 구조가 설치된 중앙 영역을 통과하는 제3 광속을 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 제1 광디스크의 보호 기관의 두께(t1)와 제2 광디스크의 보호 기관의 두께(t2)가 다른 경우, 제1 광로차 부여 구조는 제1 광로차 부여 구조를 통과하는 제1 광속 및 제2 광속에 대해, 제1 광디스크의 보호 기관의 두께(t1)와 제2 광디스크의 보호 기관의 두께(t2)의 차이에 의해 발생하는 구면 수차 및/또는 제1 광속과 제2 광속의 파장의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것이 바람직하다. 또한, 제1 광로차 부여 구조는 제1 광로차 부여 구조를 통과한 제1 광속 및 제3 광속에 대해, 제1 광디스크의 보호 기관의 두께(t1)와 제3 광디스크의 보호 기관의 두께(t3)와의 차이에 의해 발생하는 구면 수차 및/또는 제1 광속과 제3 광속의 파장의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것이 바람직하다.

<144> 또한, 대물 광학 소자의 제1 광로차 부여 구조를 통과한 제3 광속에 의해, 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 가장 작아지는 제1 베스트 포커스와, 제3 광속이 형성하는 스폿의 스폿 직경이 제1 베스트 포커스 다음으로 작아지는 제2 베스트 포커스가 형성된다. 또한, 여기서 말하는 베스트 포커스라 함은 빔 웨이스트가 임의의 디포커스의 범위에서 극소로 되는 점을 가리키는 것으로 한다. 즉, 제3 광속에 의해 제1 베스트 포커스 및 제2 베스트 포커스가 형성된다는 것은 제3 광속에 있어서 임의의 디포커스의 범위에서 빔 웨이스트가 극소로 되는 점이 적어도 2점 존재한다는 것이다. 또한, 제1 광로차 부여 구조를 통과한 제3 광속에 있어서 광량이 최대가 되는 회절광이 제1 베스트 포커스를 형성하고, 광량이 다음으로 큰 회절광이 제2 베스트 포커스를 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 제1 베스트 포커스를 형성하는 회절광의 회절 효율과, 제2 베스트 포커스를 형성하는 회절광의 회절 효율의 차가 20 % 이하인 경우에, 본 발명의 효과가 더 현저해진다.

<145> 또한, 제1 베스트 포커스에 있어서 제3 광속이 형성하는 스폿이 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되고, 제2 베스트 포커스에 있어서 제3 광속이 형성하는 스폿은 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않는 것이 바람직하나, 제1 베스트 포커스에 있어서 제3 광속이 형성하는 스폿이 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않고, 제2 베스트 포커스에 있어서 제3 광속이 형성하는 스폿이 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되는 실시 형태를 부정하는 것은 아니다. 또한, 제1 광로차 부여 구조가 대물 광학 소자의 광원측의 면에 설치되어 있는 경우, 제2 베스트 포커스의 쪽이 제1 베스트 포커스에 비해 대물 광학 소자에 가까운 쪽이 바람직하다.

<146> 또한, 제1 베스트 포커스와 제2 베스트 포커스는 하기의 식 (1)을 만족시킨다.

<147>  $0.05 \leq L/f \leq 0.35$  (1)

<148> 단, f [mm]는 제1 광로차 부여 구조를 통과하고, 제1 베스트 포커스를 형성하는 제3 광속의 초점 거리를 가리키고, L [mm]은 제1 베스트 포커스와 제2 베스트 포커스 사이의 거리를 가리킨다.

- <149> 또한, 하기의 식 (1')를 만족하는 것이 더 바람직하다.
- <150>  $0.10 \leq L/f \leq 0.25$  (1')
- <151> 더 바람직하게는, 하기의 식 (1'')를 만족하는 것이다.
- <152>  $0.11 \leq L/f \leq 0.24$  (1'')
- <153> 또한, L은 0.18 mm 이상, 0.63 mm 이하인 것이 바람직하다. 또한, f는 1.8 mm 이상, 3.0 mm 이하인 것이 바람직하다.
- <154> 상기 구성에 의해, 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생시에 제3 광속 중 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생시에 이용되지 않는 불필요광이 트레이킹용의 수광 소자에 악영향을 미치는 것을 방지하는 것이 가능해져, 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생시에 양호한 트레이킹 성능을 유지하는 것이 가능해진다.
- <155> 또한, 대물 광학 소자는 대물 광학 소자의 제2 광로차 부여 구조가 설치된 주변 영역을 통과하는 제1 광속 및 제2 광속을 각각 집광 스폿을 형성하도록 집광한다. 바람직하게는 대물 광학 소자는 대물 광학 소자의 제2 광로차 부여 구조가 설치된 주변 영역을 통과하는 제1 광속을 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 대물 광학 소자는 대물 광학 소자의 제2 광로차 부여 구조가 설치된 주변 영역을 통과하는 제2 광속을 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 제1 광디스크의 보호 기관의 두께(t1)와 제2 광디스크의 보호 기관의 두께(t2)가 다른 경우, 제2 광로차 부여 구조는 제2 광로차 부여 구조를 통과하는 제1 광속 및 제2 광속에 대해, 제1 광디스크의 보호 기관의 두께(t1)와 제2 광디스크의 보호 기관의 두께(t2)의 차이에 의해 발생하는 구면 수차 및/또는 제1 광속과 제2 광속의 파장의 차이에 의해 발생하는 구면 수차를 보정하는 것이 바람직하다.
- <156> 또한, 바람직한 실시 형태로서, 주변 영역을 통과한 제3 광속은 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않는 실시 형태를 들 수 있다. 주변 영역을 통과한 제3 광속이 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 집광 스폿의 형성에 기여하지 않도록 하는 것이 바람직하다. 즉, 대물 광학 소자의 제2 광로차 부여 구조가 설치된 주변 영역을 통과하는 제3 광속은 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 플레어를 형성하는 것이 바람직하다. 도10에 도시한 바와 같이, 대물 광학 소자를 통과한 제3 광속이 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 형성하는 스폿에 있어서, 광축측(또는 스폿 중심부)으로부터 외측을 향하는 순서로, 광량 밀도가 높은 스폿 중심부(SCN), 광량 밀도가 스폿 중심부보다 낮은 스폿 중간부(SMD), 광량 밀도가 스폿 중간부보다도 높고 스폿 중심부보다도 낮은 스폿 주변부(SOT)를 갖는다. 스폿 중심부가 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에 이용되고, 스폿 중간부 및 스폿 주변부는 광디스크의 정보의 기록 및/또는 재생에는 이용되지 않는다. 상기에 있어서, 이 스폿 주변부를 플레어라 하고 있다. 즉, 대물 광학 소자의 주변 영역에 설치된 제2 광로차 부여 구조를 통과한 제3 광속은 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 스폿 주변부를 형성한다. 또한, 여기서 말하는 제3 광속의 집광 스폿 또는 스폿은 제1 베스트 포커스에 있어서의 스폿인 것이 바람직하다. 또한, 대물 광학 소자를 통과한 제2 광속에 있어서도, 제2 광디스크의 정보 기록면 상에서 형성하는 스폿이 스폿 중심부, 스폿 중간부, 스폿 주변부를 갖는 것이 바람직하다.
- <157> 또한, 제2 광로차 부여 구조는 제2 광로차 부여 구조를 통과한 제1 광속 및 제2 광속에 대해, 제1 광원 또는 제2 광원의 파장의 약간의 변동에 의해 발생하는 스페로크로마티즘(spherochromatism)(색구면 수차)를 보정하는 것이 바람직하다. 파장의 약간의 변동이라 함은  $\pm 10$  nm 이내의 변동을 가리킨다. 예를 들어, 제1 광속이 파장  $\lambda 1$ 보다  $\pm 5$  nm 변화했을 때에 제2 광로차 부여 구조에 의해 주변 영역을 통과한 제1 광속의 구면 수차의 변동을 보상하고, 제1 광디스크의 정보 기록면 상에서의 파면 수차의 변화량이  $0.010 \lambda 1$ rms 이상,  $0.095 \lambda 1$ rms 이하로 되도록 하는 것이 바람직하다. 또한, 제2 광속이 파장  $\lambda 2$ 보다  $\pm 5$  nm 변화했을 때에 제2 광로차 부여 구조에 의해, 주변 영역을 통과한 제2 광속의 구면 수차의 변동을 보상하고, 제2 광디스크의 정보 기록면 상에서의 파면 수차의 변화량이  $0.002 \lambda 2$ rms 이상,  $0.03 \lambda 2$ rms 이하가 되도록 하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 광원인 레이저의 파장의 제조 오차나 개체차에 의한 파장의 불균일에 기인하는 수차를 보정할 수 있다.
- <158> 대물 광학 소자가 최주변 영역을 갖는 경우, 대물 광학 소자는 대물 광학 소자의 최주변 영역을 통과하는 제1 광속을 제1 광디스크의 정보 기록면 상에 정보의 기록 및/또는 재생을 할 수 있도록 집광한다. 또한, 최주변 영역을 통과한 제1 광속에 있어서, 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생시에 그 구면 수차가 보정되어 있는 것이 바람직하다.
- <159> 또한, 바람직한 실시 형태로서, 최주변 영역을 통과한 제2 광속은 제2 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되



지 않고, 최주변 영역을 통과한 제3 광속은 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생에 이용되지 않는 실시 형태를 들 수 있다. 최주변 영역을 통과한 제2 광속 및 제3 광속이 각각 제2 광디스크 및 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서의 집광 스폿의 형성에 기여하지 않도록 하는 것이 바람직하다. 즉, 대물 광학 소자가 최주변 영역을 갖는 경우, 대물 광학 소자의 최주변 영역을 통과하는 제3 광속은 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 플레이어를 형성하는 것이 바람직하다. 바꾸어 말하면, 대물 광학 소자의 최주변 영역을 통과한 제3 광속은 제3 광디스크의 정보 기록면 상에서 스폿 주변부를 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 대물 광학 소자가 최주변 영역을 갖는 경우, 대물 광학 소자의 최주변 영역을 통과하는 제2 광속은 제2 광디스크의 정보 기록면 상에서 플레이어를 형성하는 것이 바람직하다. 바꾸어 말하면, 대물 광학 소자의 최주변 영역을 통과한 제2 광속은 제2 광디스크의 정보 기록면 상에서 스폿 주변부를 형성하는 것이 바람직하다.

<160> 최주변 영역이 제3 광로차 부여 구조를 갖는 경우, 제3 광로차 부여 구조가 제3 광로차 부여 구조를 통과한 제1 광속에 대해, 제1 광원의 파장의 약간의 변동에 의해 발생하는 스페로크로마티즘(색구면 수차)을 보정하도록 해도 좋다. 파장의 약간의 변동이라 함은  $\pm 10 \text{ nm}$  이내의 변동을 가리킨다. 예를 들어, 제1 광속이 파장  $\lambda 1$  보다  $\pm 5 \text{ nm}$  변화했을 때에 제3 광로차 부여 구조에 의해 최주변 영역을 통과한 제1 광속의 구면 수차의 변동을 보상하고, 제1 광디스크의 정보 기록면 상에서의 파면 수차의 변화량이  $0.010 \lambda 1 \text{ rms}$  이상,  $0.095 \lambda 1 \text{ rms}$  이하로 되도록 하는 것이 바람직하다.

<161> 또한, 제1 광로차 부여 구조는 톱니 형상의 회절 구조와 바이너리 구조를 중첩하여 이루어지는 구성이라도 좋다. 또한, 제2 광로차 부여 구조는 톱니 형상의 회절 구조와, 더 거친(피치가 큰) 톱니 형상의 회절 구조를 중첩하여 이루어지는 구성이라도 좋다. 제1 광로차 부여 구조 또는 제2 광로차 부여 구조가 당해 중첩 구조인 경우, 당해 톱니 형상의 회절 구조[제2 광로차 부여 구조의 경우, 거칠지 않은(피치가 작은) 쪽의 회절 구조]에 대해서는, 제1 광속의 제1 파장  $\lambda 1$ 의 홀수배 상당의 광로차를 제1 광속에 부여하도록 하고, 그것에 의해 제1 광속은 파면의 위상에 변화를 발생하지 않도록 해도 좋다. 또한, 제3 광속의 제3 파장  $\lambda 3$ 이 제1 광속의 제1 파장의 대략 짝수배의 파장일 때에는 정수배의 광로차를 제3 광속에 부여하게 되고, 마찬가지로 제3 광속의 파면의 위상에 변화를 발생하지 않게 된다. 이와 같은 구성에 의해, 제1 광속과 제3 광속은 당해 회절 구조에 의해 집광에 영향을 미치는 일이 없다는 이점이 있다. 또한, 짝수배 상당이라 함은  $n$ 을 자연수로 한 경우,  $(2n-0.1) \times \lambda 1$  이상,  $(2n+0.1) \times \lambda 1$  이하의 범위를 말한다.

<162> 또한, 제1 광로차 부여 구조는 적어도 제1 기초 구조와 제2 기초 구조를 중첩한 구조로 해도 좋다.

<163> 제1 기초 구조는 제1 기초 구조를 통과한 제1 광속의 2차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 1차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 1차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하는 광로차 부여 구조이다. 제1 기초 구조는 제1 기초 구조를 통과한 제1 광속 및 제3 광속을 파면이 대략 갖추어진 상태에서 사출하고, 제1 기초 구조를 통과한 제2 광속을 파면이 갖추어지지 않는 상태에서 사출하는 광로차 부여 구조인 것이 바람직하다. 또한, 제1 기초 구조는 제1 기초 구조를 통과한 제2 광속의 회절각을 제1 광속 및 제3 광속의 회절각과 다르게 하는 광로차 부여 구조인 것이 바람직하다. 또한, 제1 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 2 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 1.2 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 1 파장분의 광로차를 부여하는 단차량인 것이 바람직하다.

<164> 또한, 제2 기초 구조는 제2 기초 구조를 통과한 제1 광속의 0차(투과광)의 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 0차(투과광)의 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제3 광속의  $\pm 1$ 차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하는 광로차 부여 구조이다. 제2 기초 구조는 제2 기초 구조를 통과한 제1 광속 및 제2 광속을 파면이 대략 갖추어진 상태에서 사출하고, 제2 기초 구조를 통과한 제3 광속을 파면이 갖추어지지 않는 상태에서 사출하는 광로차 부여 구조인 것이 바람직하다. 또한, 제2 기초 구조는 제2 기초 구조를 통과한 제3 광속의 회절각을 제1 광속 및 제2 광속의 회절각과 다르게 하는 광로차 부여 구조인 것이 바람직하다. 또한, 제2 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 5 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 3 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 2.5 파장분의 광로차를 부여하는 단차량인 것이 바람직하다. 또한, 제2 기초 구조의 형상은, 예를 들어 도2의 (b)에 도시한 바와 같이 바이너리 형상의 형상인 것이 바람직하다.

<165> 또한, 제2 광로차 부여 구조는 적어도 제1 기초 구조, 제5 기초 구조 또는 제6 기초 구조 중 어느 하나를 갖는 구조인 것이 바람직하다. 또한, 제2 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조, 제5 기초 구조 및 제6 기초 구조의 2 개 이상을 중첩시키는 구성이 아닌 것이 바람직하다. 제2 광로차 부여 구조가 적어도 제1 기초 구조를 갖는 경

우, 제1 광로차 부여 구조로 동일한 기초 구조를 가지므로, 설계를 행하기 쉬워지기 때문에 바람직하다.

<166> 제5 기초 구조는 제5 기초 구조를 통과한 제1 광속의 1차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 1차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 1차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하는 광로차 부여 구조이다. 또한, 제5 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 1 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 0.6 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 0.5 파장분의 광로차를 부여하는 단차량인 것이 바람직하다.

<167> 제6 기초 구조는 제6 기초 구조를 통과한 제1 광속의 3차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 2차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 2차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하는 광로차 부여 구조이다. 또한, 제6 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 3 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 1.9 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 1.6 파장분의 광로차를 부여하는 단차량인 것이 바람직하다.

<168> 대물 광학 소자가 플라스틱 렌즈인 경우, 제1 광로차 부여 구조는 3 종류의 기초 구조를 중첩한 삼중의 중첩 구조로 하는 것이 바람직하다. 더 구체적으로는, 제1 기초 구조와 제2 기초 구조에 부가하여 제3 기초 구조, 제4 기초 구조, 또는 제7 기초 구조를 중첩한 삼중의 중첩 구조로 하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 제1 기초 구조와 제2 기초 구조에 부가하여 제3 기초 구조를 중첩한 구조이다.

<169> 또한, 제3 기초 구조는 제3 기초 구조를 통과한 제1 광속의 10차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 6차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 5차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하는 광로차 부여 구조이다. 제3 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 10 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 6 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 5 파장분의 광로차를 부여하는 단차량인 것이 바람직하다. 또한, 제4 기초 구조는 제4 기초 구조를 통과한 제1 광속의 5차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 3차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 3차 및 2차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하는 광로차 부여 구조이다. 또한, 제3 광속에 있어서 3차 회절광량의 쪽이 2차 회절광량보다도 약간 큰 것이 바람직하다. 제4 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 5 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 3 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 2.5 파장분의 광로차를 부여하는 단차량인 것이 바람직하다. 제7 기초 구조는 제7 기초 구조를 통과한 제1 광속의 2차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 1차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 1차 회절광량을 다른 어떠한 차수의 회절광량보다도 크게 하는 광로차 부여 구조이다. 제7 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 2 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 1.2 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 1 파장분의 광로차를 부여하는 단차량인 것이 바람직하다. 또한, 제3 기초 구조, 제4 기초 구조 및 제7 기초 구조는 온도가 상승하고, 제1 광원, 제2 광원 및 제3 광원의 파장이 신장할 때에 구면 수차를 언더로 하는 기능을 갖고 있고, 이에 의해 온도 상승시의 플라스틱의 굴절률 저하에 수반하는 구면 수차의 오버를 보상할 수 있어, 양호한 구면 수차를 얻는 것이 가능해진다. 또한, 제3 기초 구조에 비해, 제4 기초 구조나 제7 기초 구조의 쪽이 단차의 깊이를 알게 할 수 있다. 또한, 제3 기초 구조, 제4 기초 구조 및 제7 기초 구조는 제1 기초 구조, 제2 기초 구조, 제5 기초 구조 및 제6 기초 구조와 다른 모비구면(母非球面)베이스면에 설치되어 있는 것이 바람직하다. 제3 기초 구조, 제4 기초 구조 및 제7 기초 구조는 입사한 광속에 대해 상술한 광로차를 부여하면서, 제3 기초 구조, 제4 기초 구조 및 제7 기초 구조가, 가능한 한 입사한 광속의 방향에 영향을 부여하지 않도록 설정된 모비구면(베이스면)에 설치되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 제3 기초 구조, 제4 기초 구조 및 제7 기초 구조는 광축과 직교하는 방향으로 광축으로부터 이격됨에 따라서 광학 소자의 내측으로 들어가, 임의의 부분을 경계로, 광축으로부터 이격됨에 따라서 광학 소자의 외측을 향하는 구조인 것이 바람직하다(즉, 점점 깊어져 가, 임의의 부분을 경계로 알아지는 구조인 것이 바람직하다).

<170> 또한, 대물 광학 소자가 플라스틱 렌즈인 경우, 제2 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조, 제5 기초 구조 또는 제6 기초 구조 중 어느 하나에 부가하여 제3 기초 구조, 제4 기초 구조 또는 제7 기초 구조 중 어느 하나를 중첩시킨 구조로 하는 것이 바람직하다. 바람직하게는 제1 기초 구조와 제4 기초 구조를 중첩한 구조로 하는 것이

다.

- <171> 또한, 대물 광학 소자가 플라스틱 렌즈인 경우, 제3 광로차 부여 구조를 갖는 최주변 영역을 갖는 것이 바람직하다. 이 경우, 제3 광로차 부여 구조는 적어도 제3 기초 구조, 제4 기초 구조 또는 제7 기초 구조 중 어느 하나를 갖는 구조인 것이 바람직하다. 바람직하게는 제4 기초 구조를 갖는 구조이다.
- <172> 따라서, 대물 광학 소자가 플라스틱 렌즈인 경우, 제1 광로차 부여 구조는 3 종류의 기초 구조를 중첩한 삼중의 중첩 구조로 하고, 제2 광로차 부여 구조는 2 종류의 기초 구조를 중첩한 이중의 중첩 구조로 하고, 제3 광로차 부여 구조는 1종의 기초 구조만을 갖는 실시 형태가 바람직한 실시 형태의 하나이다.
- <173> 다음에, 대물 광학 소자가 유리 렌즈나 어썬수지로 이루어지는 렌즈인 경우, 제1 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조와 제2 기초 구조만을 중첩한 구조인 것이 바람직하다.
- <174> 또한, 대물 광학 소자가 유리 렌즈나 어썬수지로 이루어지는 렌즈인 경우, 제2 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조, 제5 기초 구조 또는 제6 기초 구조 중 어느 하나에 부가하여 제3 기초 구조 또는 제4 기초 구조 중 어느 하나를 중첩시킨 구조로 하는 것이 바람직하다. 바람직하게는, 제1 기초 구조와 제4 기초 구조를 중첩한 구조로 하는 것이다.
- <175> 또한, 대물 광학 소자가 유리 렌즈나 어썬수지로 이루어지는 렌즈인 경우, 굴절면인 최주변 영역을 갖는 것이 바람직하다.
- <176> 또한, 대물 광학 소자가 플라스틱 렌즈인 경우, 제1 광로차 부여 구조는 단차를 갖는 동심원 형상의 윤대 구조이며, 제1 광로차 부여 구조의 단차량은, 이하의  $dA$ ,  $dB$ ,  $dC$ ,  $dD$  중 적어도 2 종류의 단차량을 갖는 것이 바람직하다.
- <177>  $0.9 \cdot \{15\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\} < dA(\mu m) < 1.5 \cdot \{15\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\}$  (17)
- <178>  $0.9 \cdot \{5\lambda B/(n-1)+2\lambda B'/(n'-1)\} < dB(\mu m) < 1.5 \cdot \{5\lambda B/(n-1)+2\lambda B'/(n'-1)\}$  (18)
- <179>  $0.9 \cdot 5\lambda B/(n-1) < dC(\mu m) < 1.5 \cdot 5\lambda B/(n-1)$  (19)
- <180>  $0.9 \cdot \{5\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\} < dD(\mu m) < 1.5 \cdot \{5\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\}$  (20)
- <181> 또한, 상기 식 (17)은, 하기 식 (17')인 것이 바람직하다.
- <182>  $0.95 \cdot \{15\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\} < dA(\mu m) < 1.4 \cdot \{15\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\}$  (17')
- <183> 또한, 상기 식 (17)은, 하기 식 (17'')인 것이 더 바람직하다.
- <184>  $1.0 \cdot \{15\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\} \leq dA(\mu m) < 1.3 \cdot \{15\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\}$  (17'')
- <185> 또한, 상기 식 (18)은, 하기 식 (18')인 것이 바람직하다.
- <186>  $0.95 \cdot \{5\lambda B/(n-1)+2\lambda B'/(n'-1)\} < dB(\mu m) < 1.4 \cdot \{5\lambda B/(n-1)+2\lambda B'/(n'-1)\}$  (18')
- <187> 또한, 상기 식 (18)은, 하기 식 (18'')인 것이 더 바람직하다.
- <188>  $1.0 \cdot \{5\lambda B/(n-1)+2\lambda B'/(n'-1)\} \leq dB(\mu m) < 1.4 \cdot \{5\lambda B/(n-1)+2\lambda B'/(n'-1)\}$  (18'')
- <189> 또한, 상기 식 (19)는, 하기 식 (19')인 것이 바람직하다.
- <190>  $0.95 \cdot 5\lambda B/(n-1) < dC(\mu m) < 1.4 \cdot 5\lambda B/(n-1)$  (19')
- <191> 또한, 상기 식 (19)는, 하기 식 (19'')인 것이 더 바람직하다.
- <192>  $1.0 \cdot 5\lambda B/(n-1) \leq dC(\mu m) < 1.3 \cdot 5\lambda B/(n-1)$  (19'')
- <193> 또한, 상기 식 (20)은, 하기 식 (20')인 것이 바람직하다.
- <194>  $0.95 \cdot \{5\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\} < dD(\mu m) < 1.4 \cdot \{5\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\}$  (20')
- <195> 또한, 상기 식 (20)은, 하기 식 (20'')인 것이 더 바람직하다.
- <196>  $1.0 \cdot \{5\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\} \leq dD(\mu m) < 1.3 \cdot \{5\lambda B/(n-1)-2\lambda B'/(n'-1)\}$  (20'')
- <197> 단,  $\lambda B$ 는 제1 광속의 설계 파장( $\mu m$ )을 나타낸다.  $\lambda B'$ 는  $0.390(\mu m)$  이상,  $0.410(\mu m)$  이하의 임의의 값을 나

타낸다.  $n$ 은 파장  $\lambda B$ 에 있어서의 광학 소자의 굴절률을 나타낸다.  $n'$ 은 파장  $\lambda B'$ 에 있어서의 광학 소자의 굴절률을 나타낸다.

- <198> 또한, 편의상  $\lambda B$ 는, 설계 파장을 모르는 경우, 광픽업 장치에 탑재되어 있는 제1 광원의 파장( $\mu m$ ), 즉 사용 파장과 동일하다고 간주해도 좋다. 또한,  $\lambda B'$ 는 0.390 ( $\mu m$ ) 이상, 0.405 ( $\mu m$ ) 이하의 임의의 값인 것이 바람직하다. 더 바람직하게는  $\lambda B'$ 는 0.390 ( $\mu m$ ) 이상, 0.400 ( $\mu m$ ) 이하의 임의의 값이다.
- <199> 또한, 단차량이라 함은 광로차 부여 구조의 단차의 광축 방향의 길이를 말한다. 예를 들어 광로차 부여 구조가 도12에서 도시한 바와 같은 구조인 경우, 단차량이라 함은  $d1$ ,  $d2$ ,  $d3$ ,  $d4$ 의 각각의 길이를 말한다. 「제1 광로차 부여 구조의 단차량은 이하의  $dA$ ,  $dB$ ,  $dC$ ,  $dD$  중 적어도 2 종류의 단차량을 갖는다」라 함은 제1 광로차 부여 구조의 모든 단차 중 적어도 1개의 단차  $x$ 의 단차량이  $dA$ ,  $dB$ ,  $dC$ ,  $dD$  중 어느 1개를 만족하고, 적어도 다른 하나의 단차  $y$ 의 단차량이  $dA$ ,  $dB$ ,  $dC$ ,  $dD$  중 어느 1개이며, 단차  $x$ 와는 다른 것을 만족하고 있는 것을 말한다.
- <200> 제1 광로차 부여 구조의 모든 단차에 있어서,  $dA$ ,  $dB$ ,  $dC$ ,  $dD$  이외의 단차량은 갖지 않는 것이 바람직하다. 또한, 금형의 제조를 용이하게 하거나, 금형의 전사성을 양호하게 하는 관점에서, 단차의 단차량은 지나치게 크지 않은 쪽이 바람직하다. 따라서, 제1 광로차 부여 구조의 모든 단차에 있어서,  $dC$ 와  $dD$  이외의 단차량은 갖지 않는 것이 더 바람직하다.
- <201> 또한, 본 발명에 관한 광학 소자를 설계하는 경우, 이하와 같은 방법으로 설계하는 것을 생각할 수 있다. 우선 윤대 형상의 구조를 갖는 광로차 부여 구조인 기초 구조를 설계한다. 다음에, 당해 기초 구조라 함은 임의의 광속에 대해 회절광량이 최대가 되는 회절 차수가 다른 윤대 형상의 구조를 갖는 별도의 기초 구조를 설계한다. 그리고, 이들 2개(3개 이상이라도 좋음)의 기초 구조를 중첩하고, 제1 광로차 부여 구조 또는 제2 광로차 부여 구조를 설계하는 방법이다. 이와 같은 방법으로 설계하는 경우, 피치 폭이 작은 윤대가 발생할 가능성이 있다. 예를 들어, 도14의 (a)에 도시한 바와 같은 기초 구조와 도14의 (b)에 도시한 바와 같은 기초 구조를 중첩하면, 도14의 (c)와 같은 광로차 부여 구조가 얻어진다. 그러나, 도14의 (c)에서  $W_a$ 로서 도시되어 있는 바와 같이 피치 폭이 작은 윤대가 발생해 버리게 된다. 또한, 피치 폭이라 함은 윤대 구조의 광학 소자의 광축과 직교 방향의 폭을 말한다. 예를 들어, 광로차 부여 구조가 도12에서 도시한 바와 같은 구조인 경우, 피치 폭이라 함은  $w1$ ,  $w2$ ,  $w3$ ,  $w4$ 의 각각의 길이를 말한다. 또한, 광로차 부여 구조가 도13에서 도시한 바와 같은 구조인 경우, 피치 폭이라 함은  $w5$ ,  $w6$ ,  $w7$ ,  $w8$ ,  $w9$ 의 각각의 길이를 말한다.
- <202> 본 발명자는 예의 연구의 결과, 이  $W_a$ 가 5  $\mu m$  이하의 윤대이면, 이 윤대를 깎거나, 메워 버려도, 광학 성능에 큰 영향을 미치지 않는 것을 발견했다. 즉, 도14의 (c)에 있어서,  $W_a$ 가 5  $\mu m$  이하인 경우, 도14의 (d)에 도시한 바와 같이, 이 작은 피치 폭의 윤대를 깎아도, 광학 성능에 큰 영향을 미치는 일은 없다.
- <203> 또한, 금형의 제조를 용이하게 하거나, 금형의 전사성을 양호하게 하는 관점에서는, 단차의 피치 폭은 지나치게 작지 않은 쪽이 바람직하다. 따라서, 복수의 기초 구조를 중첩하게 하여 기초가 되는 광로차 부여 구조를 설계했을 때에, 피치 폭이 5  $\mu m$  이하의 윤대가 발생하는 경우, 그와 같은 피치 폭이 5  $\mu m$  이하의 윤대를 제거하여, 최종적인 광로차 부여 구조를 얻는 것이 바람직하다. 피치 폭이 5  $\mu m$  이하의 윤대가 볼록 형상인 경우에는 윤대를 깎음으로써 제거하면 좋고, 피치 폭이 5  $\mu m$  이하의 윤대가 오목 형상인 경우에는 윤대를 메움으로써 제거하면 좋다.
- <204> 따라서, 적어도 제1 광로차 부여 구조의 피치 폭은 모두 5  $\mu m$ 보다 큰 것이 바람직하다. 바람직하게는 제1 광로차 부여 구조, 제2 광로차 부여 구조 및 제3 광로차 부여 구조의 모든 피치 폭이 5  $\mu m$ 보다 큰 것이다.
- <205> 또한, 전술한 바와 같이, 단차량은 지나치게 크지 않은 쪽이 바람직하다. 본 발명자는 예의 연구의 결과, 이하를 발견했다. 기초 구조를 복수 중첩하여 얻은 기초가 되는 광로차 부여 구조의 임의의 윤대의 단차량이 기준의 값보다 높은 경우, 윤대의 단차량을  $10 \cdot \lambda B / (n-1)$  ( $\mu m$ )만큼 낮게 함으로써, 광학 성능에 영향을 미치지 않고, 지나치게 큰 단차량을 줄이는 것이 가능해진다. 또한, 기준의 값으로서, 임의의 값을 설정할 수 있으나,  $10 \cdot \lambda B / (n-1)$  ( $\mu m$ )을 기준값으로 하는 것이 바람직하다.
- <206> 또한, 가늘고 긴 윤대가 적은 쪽이 제조상 바람직하다는 관점에서, 제1 광로차 부여 구조의 모든 윤대에 있어서, (단차량/피치 폭)의 값이 1 이하인 것이 바람직하고, 더 바람직하게는 0.8 이하인 것이다. 더 바람직하게는, 모든 광로차 부여 구조의 모든 윤대에 있어서, (단차량/피치 폭)의 값이 1 이하인 것이 바람직하고, 더 바람직하게는 0.8 이하인 것이다.
- <207> 제1 광디스크에 대해 정보를 재생 및/또는 기록하기 위해 필요한 대물 광학 소자의 상측 개구수를  $NA1$ 로 하고, 제2 광디스크에 대해 정보를 재생 및/또는 기록하기 위해 필요한 대물 광학 소자의 상측 개구수를  $NA2$ ( $NA1 \geq$



NA2)로 하고, 제3 광디스크에 대해 정보를 재생 및/또는 기록하기 위해 필요한 대물 광학 소자의 상측 개구수를 NA3(NA2 > NA3)으로 한다. NA1은 0.8 이상, 0.9 이하인 것이나, 또는 0.55 이상, 0.7 이하인 것이 바람직하다. 특히 NA1은 0.85인 것이 바람직하다. NA2는 0.55 이상, 0.7 이하인 것이 바람직하다. 특히 NA2는 0.60인 것이 바람직하다. 또한, NA3은 0.4 이상, 0.55 이하인 것이 바람직하다. 특히 NA3은 0.45 또는 0.53인 것이 바람직하다.

<208> 대물 광학 소자의 중앙 영역과 주변 영역의 경계는, 제3 광속의 사용시에 있어서,  $0.9 \cdot NA3$  이상,  $1.2 \cdot NA3$  이하(더 바람직하게는  $0.95 \cdot NA3$  이상,  $1.15 \cdot NA3$  이하)의 범위에 상당하는 부분에 형성되어 있는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 대물 광학 소자의 중앙 영역과 주변 영역의 경계가 NA3에 상당하는 부분에 형성되어 있는 것이다. 또한, 대물 광학 소자의 주변 영역과 최주변 영역의 경계는, 제2 광속의 사용시에 있어서,  $0.9 \cdot NA2$  이상,  $1.2 \cdot NA2$  이하(더 바람직하게는  $0.95 \cdot NA2$  이상,  $1.15 \cdot NA2$  이하)의 범위에 상당하는 부분에 형성되어 있는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 대물 광학 소자의 주변 영역과 최주변 영역의 경계가 NA2에 상당하는 부분에 형성되어 있는 것이다. 대물 광학 소자의 최외주의 외측의 경계는, 제1 광속의 사용시에 있어서,  $0.9 \cdot NA1$  이상,  $1.2 \cdot NA1$  이하(더 바람직하게는  $0.95 \cdot NA1$  이상,  $1.15 \cdot NA1$  이하)의 범위에 상당하는 부분에 형성되어 있는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 대물 광학 소자의 최외주의 외측의 경계가 NA1에 상당하는 부분에 형성되어 있는 것이다.

<209> 대물 광학 소자를 통과한 제3 광속을 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광하는 경우에, 구면 수차가 적어도 1 군데의 불연속부를 갖는 것이 바람직하다. 그 경우, 불연속부는 제3 광속의 사용시에 있어서,  $0.9 \cdot NA3$  이상,  $1.2 \cdot NA3$  이하(더 바람직하게는  $0.95 \cdot NA3$  이상,  $1.15 \cdot NA3$  이하)의 범위에 존재하는 것이 바람직하다. 또한, 대물 광학 소자를 통과한 제2 광속을 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광하는 경우에도, 구면 수차가 적어도 1군데의 불연속부를 갖는 것이 바람직하다. 그 경우, 불연속부는, 제2 광속의 사용시에 있어서,  $0.9 \cdot NA2$  이상,  $1.2 \cdot NA2$  이하(더 바람직하게는  $0.95 \cdot NA2$  이상,  $1.1 \cdot NA2$  이하)의 범위에 존재하는 것이 바람직하다.

<210> 또한, 구면 수차가 연속하고 있어, 불연속부를 갖지 않는 경우이며, 대물 광학 소자를 통과한 제3 광속을 제3 광디스크의 정보 기록면 상에 집광하는 경우에, NA2에서는 세로 구면 수차의 절대값이  $0.03 \mu m$  이상이며, NA3에서는 세로 구면 수차의 절대값이  $0.02 \mu m$  이하인 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, NA2에서는 세로 구면 수차의 절대값이  $0.08 \mu m$  이상이며, NA3에서는 세로 구면 수차의 절대값이  $0.01 \mu m$  이하이다. 또한, 대물 광학 소자를 통과한 제2 광속을 제2 광디스크의 정보 기록면 상에 집광하는 경우에, NA1에서는 세로 구면 수차의 절대값이  $0.03 \mu m$  이상이며, NA2에서는 세로 구면 수차의 절대값이  $0.005 \mu m$  이하인 것이 바람직하다.

<211> 또한, 회절 효율은 회절 구조의 윤대 깊이에 의존하므로, 광픽업 장치의 용도에 따라서, 중앙 영역의 각 파장에 대한 회절 효율을 적절하게 설정 가능하다. 예를 들어, 제1 광디스크에 대해 기록 및 재생을 행하고, 제2, 제3 광디스크에 대해 재생만 행하는 광픽업 장치의 경우에는 중앙 영역 및/또는 주변 영역의 회절 효율을 제1 광속을 중시하여 설정하는 것이 바람직하다. 한편, 제1 광디스크에 대해 재생만을 행하고, 제2, 제3 광디스크에 대해 기록 및 재생을 행하는 광픽업 장치의 경우에는 중앙 영역의 회절 효율을 제2, 제3 광속을 중시하여 설정하고, 주변 영역의 회절 효율을 제2 광속을 중시하여 설정하는 것이 바람직하다.

<212> 어느 경우에도, 하기 조건식 (11)을 만족하도록 함으로써, 각 영역의 면적 가중 평균에 의해 계산되는 제1 광속의 회절 효율을 높게 확보하는 것이 가능해진다.

<213> 
$$\eta_{11} \leq \eta_{21} \quad (11)$$

<214> 단,  $\eta_{11}$ 은 중앙 영역에 있어서의 제1 광속의 회절 효율을 나타내고,  $\eta_{21}$ 은 주변 영역에 있어서의 제1 광속의 회절 효율을 나타낸다. 또한, 중앙 영역의 회절 효율을 제2, 제3 파장의 광속 중시로 한 경우에는 중앙 영역의 제1 광속의 회절 효율은 낮아지나, 제1 광디스크의 개구수가 제3 광디스크의 개구수에 비해 큰 경우에는 제1 광속의 유효 직경 전체에서 생각하면 중앙 영역의 회절 효율 저하는 그다지 큰 영향을 주지 않는다.

<215> 또한, 본 명세서에 있어서의 회절 효율은, 이하와 같이 정의할 수 있다.

<216> (1) 동일한 초점 거리, 렌즈 두께, 개구수를 갖고, 동일한 재료로 형성되고, 제1 및 제2 광로차 부여 구조가 형성되지 않는 대물 광학 소자의 투과율을 중앙 영역, 주변 영역으로 나누어 측정한다. 이때, 중앙 영역의 투과율은 주변 영역에 입사하는 광속을 차단하여 측정하고, 주변 영역의 투과율은 중앙 영역에 입사하는 광속을 차단하여 측정한다.

<217> (2) 제1 및 제2 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자의 투과율을 중앙 영역과 주변 영역으로 나누어 측정한다.

다.

<218> (3) 상기 (2)의 결과를 (1)의 결과로 나눈 값을 각 영역의 회절 효율로 한다.

<219> 또한, 제1 광속 내지 제3 광속 중 어느 2개의 광속의 광 이용 효율이 80 % 이상이며, 나머지 하나의 광속의 광 이용 효율을 30 % 이상, 80 % 이하로 하도록 해도 좋다. 나머지 1개의 광속의 광 이용 효율을 40 % 이상, 70 % 이하로 하도록 해도 좋다. 이 경우 광 이용 효율을 30 % 이상, 80 % 이하(또는 40 % 이상, 70 % 이하)로 하는 광속은 제3 광속인 것이 바람직하다.

<220> 또한, 여기서 말하는 광 이용 효율이라 함은 제1 광로차 부여 구조 및 제2 광로차 부여 구조가 형성된 대물 광학 소자(제3 광로차 부여 구조가 형성되어 있어도 좋음)에 의해 광디스크의 정보 기록면 상에 형성된 집광 스폿의 영역 디스크 내의 광량을 A로 하고, 동일한 재료로 형성되고, 또한 동일한 초점 거리, 축상 두께, 개구수, 파면 수차를 갖고, 제1 광로차 부여 구조, 제2 광로차 부여 구조 및 제3 광로차 부여 구조가 형성되지 않은 대물 광학 소자에 의해, 광정보 기록 매체의 정보 기록면 상에 형성된 집광 스폿의 영역 디스크 내의 광량을 B로 했을 때, A/B에 의해 산출하는 것으로 한다. 또한, 여기서 말하는 영역 디스크라 함은 집광 스폿의 광축을 중심으로 하는 반경( $r'$ )의 원을 말한다.  $r' = 0.61 \cdot \lambda / NA$ 로 나타내어진다.

<221> 또한, 제1 광로차 부여 구조를 통과한 제3 광속에 있어서, 최대의 광량이 되는 회절 차수의 회절광의 광량과, 다음으로 큰 광량이 되는 회절 차수의 회절광의 광량의 차, 즉 제1 베스트 포커스를 형성하는 회절광의 광량과, 제2 베스트 포커스를 형성하는 회절광의 광량의 차가 0 % 이상, 20 % 이하인 경우, 특히 제3 광디스크에 있어서의 트래킹 특성을 양호하게 유지하는 것이 곤란하나, 본 발명에 관한 실시 형태는, 그와 같은 상황에 있어서도 트래킹 특성을 양호하게 하는 것을 가능하게 한다.

<222> 제1 광속, 제2 광속 및 제3 광속은 평행광으로서 대물 광학 소자에 입사해도 좋고, 발산광 혹은 수렴광으로서 대물 광학 소자에 입사해도 좋다. 바람직하게는, 제1 광속이 대물 광학 소자에 입사할 때의 대물 광학 소자의 배율  $m_1$ 이, 하기의 식 (2)를 만족하는 것이다.

<223> 
$$-0.02 < m_1 < 0.02 \quad (2)$$

<224> 한편, 제1 광속을 발산광으로서 대물 광학 소자에 입사하는 경우, 제1 광속이 대물 광학 소자에 입사할 때의 대물 광학 소자의 배율  $m_1$ 이, 하기의 식 (2')를 만족하는 것이 바람직하다.

<225> 
$$-0.10 < m_1 < 0.00 \quad (2')$$

<226> 또한, 제2 광속을 평행광 또는 대략 평행광으로서 대물 광학 소자에 입사시키는 경우, 제2 광속이 대물 광학 소자에 입사할 때의 대물 광학 소자의 배율  $m_2$ 가, 하기의 식 (3)을 만족하는 것이 바람직하다.

<227> 
$$-0.02 < m_2 < 0.02 \quad (3)$$

<228> 한편, 제2 광속을 발산광으로서 대물 광학 소자에 입사시키는 경우, 제2 광속이 대물 광학 소자로 입사할 때의 대물 광학 소자의 배율  $m_2$ 가, 하기의 식 (3')를 만족하는 것이 바람직하다.

<229> 
$$-0.10 < m_2 < 0.00 \quad (3')$$

<230> 또한, 제3 광속을 평행광 또는 대략 평행광으로서 대물 광학 소자에 입사시키는 경우, 제3 광속의 대물 광학 소자로의 입사 광속의 배율  $m_3$ 이 하기의 식 (4)를 만족하는 것이 바람직하다. 제3 광속이 평행광인 경우, 트래킹에 있어서 문제가 발생하기 쉬워지나, 본 발명은 제3 광속이 평행광이라도, 양호한 트래킹 특성을 얻는 것을 가능하게 하고, 3개의 다른 광디스크에 대해 기록 및/또는 재생을 적절하게 행하는 것을 가능하게 한다.

<231> 
$$-0.02 < m_3 < 0.02 \quad (4)$$

<232> 한편, 제3 광속을 발산광으로서 대물 광학 소자에 입사시키는 경우, 제3 광속이 대물 광학 소자로 입사할 때의 대물 광학 소자의 배율  $m_3$ 이 하기의 식 (5)를 만족하는 것이 바람직하다.

<233> 
$$-0.10 < m_3 < 0.00 \quad (5)$$

<234> 또한, 대물 광학 소자를 단체의 플라스틱 렌즈로 하는 경우, 파장 특성을 다소 희생해도 온도 특성을 양호하게 하는 것이 바람직하다. 특히, 파장 특성과 온도 특성에서 양호한 균형을 유지하는 것이 바람직하다. 더 바람직하게는, 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 온도 특성을 양호하게 하는 것이다. 이와 같은 특성을 만족시키기 위해, 하기의 조건식 (12) 및 (13)을 만족하는 것이 바람직하다.

- <235>  $+0.00045 \leq \delta SAT1/f(WFE \lambda_{rms}/(^{\circ}C \cdot mm)) \leq +0.0027$  (12)
- <236>  $-0.045 \leq \delta SA \lambda /f(WFE \lambda_{rms}/(nm \cdot mm)) \leq -0.0045$  (13)
- <237> 단,  $\delta SAT1$ 은 사용 파장(이 경우, 온도 변화에 수반하는 파장 변동이 없는 것으로 함)에 있어서의 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 대물 광학 소자의  $\delta SA3/\delta T$ 를 나타낸다. 사용 파장이라 함은 대물 광학 소자를 갖는 광픽업 장치에서 이용되고 있는 광원의 파장을 말한다. 바람직하게는, 사용 파장은 400 nm 이상, 415 nm 이하의 범위의 파장이며, 대물 광학 소자를 통해 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 수 있는 파장이다. 사용 파장을 상술한 바와 같이 설정할 수 없는 경우에는 405 nm를 사용 파장으로서 대물 광학 소자의  $\delta SAT1$  및 후술하는  $\delta SAT2$ ,  $\delta SAT3$ 을 구해도 좋다. 즉,  $\delta SAT1$ 은 사용 파장(파장 변동 없음)에 있어서의 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 대물 광학 소자의 3차 구면 수차의 온도 변화율(온도 특성)을 가리킨다. 또한, WFE는 3차 구면 수차가 파면 수차로 표현되어 있는 것을 나타내고 있다. 또한,  $\delta SA \lambda$ 는 환경 온도 일정한 상황에서, 사용 파장에 있어서의 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의  $\delta SA3/\delta \lambda$ 를 나타낸다. 즉,  $\delta SA \lambda$ 는 환경 온도가 일정한 상황에서 사용 파장에 있어서의 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 대물 광학 소자의 3차 구면 수차의 파장 변화율(파장 특성)을 가리킨다. 또한, 환경 온도는 실온인 것이 바람직하다. 실온이라 함은 10  $^{\circ}C$  이상, 40  $^{\circ}C$  이하이며, 바람직하게는 25  $^{\circ}C$ 이다.  $f$ 는 제1 광속의 사용 파장(바람직하게는 405 nm)에 있어서의 대물 광학 소자의 초점 거리를 가리킨다.
- <238> 더 바람직하게는, 하기의 조건식 (12')를 만족하는 것이다.
- <239>  $+0.00091 \leq \delta SAT1/f(WFE \lambda_{rms}/(^{\circ}C \cdot mm)) \leq +0.0018$  (12')
- <240> 더 바람직하게는, 하기의 조건식 (12'')를 만족하는 것이다.
- <241>  $+0.0013 \leq \delta SAT1/f(WFE \lambda_{rms}/(^{\circ}C \cdot mm)) \leq +0.0016$  (12'')
- <242> 바람직하게는, 하기의 조건식 (12''')를 만족하는 것이다.
- <243>  $|\delta SAT| (WFE \lambda_{rms}/^{\circ}C) \leq 0.002$  (12''')
- <244> 또한, 바람직하게는, 하기의 조건식 (13')를 만족하는 것이며, 더 바람직하게는, 하기의 조건식 (13'')를 만족하는 것이다.
- <245>  $-0.032 \leq \delta SA \lambda /f(WFE \lambda_{rms}/(nm \cdot mm)) \leq -0.0091$  (13')
- <246>  $-0.015 \leq \delta SA \lambda /f(WFE \lambda_{rms}/(nm \cdot mm)) \leq -0.011$  (13'')
- <247> 또한, 바람직하게는, 하기의 조건식 (13''')를 만족하는 것이며, 더 바람직하게는, 하기의 조건식 (13''')를 만족하는 것이다.
- <248>  $0.01 \leq |\delta SA \lambda| (WFE \lambda_{rms}/nm) < 0.1$  (13''')
- <249>  $0.02 \leq |\delta SA \lambda| (WFE \lambda_{rms}/nm) < 0.1$  (13''')
- <250> 또한, 대물 광학 소자의 온도 변화에 수반하는 굴절률 변화에 의한 구면 수차의 변화를, 온도 변화에 수반하는 제1 파장의 파장 변화에 의해 보정하는 구면 수차의 파장 의존성을 대물 광학 소자가 갖는 것이 바람직하다. 바람직하게는, 이하의 조건식 (14)를 만족하는 것이다.
- <251>  $0 \leq \delta SAT2/f(WFE \lambda_{rms}/(^{\circ}C \cdot mm)) \leq +0.00136$  (14)
- <252> 단,  $\delta SAT2$ 는 사용 파장(온도 변화에 수반하는 파장 변동이 0.05 nm/ $^{\circ}C$ )(바람직하게는 405 nm)에 있어서의 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 상기 대물 광학 소자의  $\delta SA3/\delta T$ 를 나타낸다. 즉,  $\delta SAT2$ 는 사용 파장(온도 변화에 수반하는 파장 변동이 0.05 nm/ $^{\circ}C$ )에 있어서의 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 대물 광학 소자의 3차 구면 수차의 온도 변화율(온도 특성)을 가리킨다.
- <253> 더 바람직하게는, 하기의 조건식 (14')를 만족하는 것이다.
- <254>  $0 \leq \delta SAT2/f(WFE \lambda_{rms}/(^{\circ}C \cdot mm)) \leq +0.00093$  (14')
- <255> 더 바람직하게는, 하기의 조건식 (14'')를 만족하는 것이다.
- <256>  $+0.0007 \leq \delta SAT2/f(WFE \lambda_{rms}/(^{\circ}C \cdot mm)) \leq +0.0009$  (14'')

- <257> 또한, 광픽업 장치의 집광 광학계가 콜리메이터 렌즈 등의 커플링 렌즈를 갖고, 그 커플링 렌즈가 플라스틱 렌즈인 경우, 이하의 조건식 (15)를 만족하는 것이 바람직하다.
- <258>  $0 \leq \delta \text{SAT3}/f(\text{WFE} \lambda_{\text{rms}}/(\text{°C} \cdot \text{mm})) \leq +0.00091 \quad (15)$
- <259> 단,  $\delta \text{SAT3}$ 은 사용 파장(온도 변화에 수반하는 파장 변동이  $0.05 \text{ nm/°C}$ )(바람직하게는  $405 \text{ nm}$ )에 있어서의 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 커플링 렌즈와 대물 광학 소자를 포함한 광학계 전체의  $\delta \text{SA3}/\delta T$ 를 나타낸다. 즉,  $\delta \text{SAT3}$ 은 사용 파장(온도 변화에 수반하는 파장 변동이  $0.05 \text{ nm/°C}$ )에 있어서의 제1 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 광학계 전체의 3차 구면 수차의 온도 변화율(온도 특성)을 가리킨다.
- <260> 더 바람직하게는, 하기의 조건식 (15')를 만족하는 것이다.
- <261>  $0 \leq \delta \text{SAT3}/f(\text{WFE} \lambda_{\text{rms}}/(\text{°C} \cdot \text{mm})) \leq +0.00045 \quad (15')$
- <262> 더 바람직하게는, 하기의 조건식 (15'')를 만족하는 것이다.
- <263>  $+0.00005 \leq \delta \text{SAT3}/f(\text{WFE} \lambda_{\text{rms}}/(\text{°C} \cdot \text{mm})) \leq +0.0003 \quad (15'')$
- <264> 상술에 기재한 바와 같이, 파장 특성을 그다지 양호하게 하지 않음으로써, 온도 특성이 우수한 대물 광학 소자를 얻을 수 있다. 파장 특성에 관해서는, 광원의 발진 파장의 변동을 비추어, 발진 파장이 대물 광학 소자에 적합한 광원을 선정하는, 즉 발진 파장이 기준 파장에 가까운 광원을 선정함으로써, 어느 정도 파장의 불균일의 악영향을 억제할 수 있다. 따라서, 상술한 바와 같은 대물 광학 소자를 발진 특성이 엄선된 광원으로 조합함으로써, 저비용이고 또한 간단한 광픽업 장치를 제공할 수 있다. 또한, 설계 파장이 서로 다른 상술한 대물 광학 소자를 미리 복수 종류 준비할 수도 있으므로, 광원의 발진 파장의 변동에 대응시켜, 그 광원과, 적절한 설계 파장의 대물 광학 소자를 조합하면, 저비용이고 또한 간단한 광픽업 장치를 제공할 수 있게 된다.
- <265> 더 구체적으로는, 광픽업 장치의 제조 방법이, 상술한 바와 같은 온도 특성이 우수한 대물 광학 소자를 광로차 부여 구조의 사양에 따라서 복수의 그룹으로 나누는 스텝과, 사용하고자 하는 광원의 발진 특성에 따라서, 어느 하나의 그룹의 대물 광학 소자를 선정하는 스텝과, 광원과, 선정된 대물 광학 소자를 조합하는 스텝을 갖는 것이 바람직하다.
- <266> 예를 들어, 발진 파장이 기준 파장에 대해 플러스측으로 어긋난 광원에 적절한 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자의 그룹, 발진 파장이 기준 파장에 가까운 광원에 적절한 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자의 그룹, 발진 파장이 기준 파장에 대해 마이너스측으로 어긋난 광원에 적절한 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자의 그룹 등, 광로차 부여 구조의 사양을 바꾼 대물 광학 소자를 복수 그룹으로 나누어 준비하고, 사용하는 광원의 발진 파장을 측정하여, 그것에 최적인 그룹으로부터 대물 광학 소자 렌즈를 선정하여 조합함으로써, 온도 변화가 발생해도 적절하게 정보의 기록 및/또는 재생을 행할 수 있는 광픽업 장치를 제공할 수 있다. 또한, 이들 그룹마다 대물 광학 소자에 다른 식별 마크가 실시되어 있는 것이 바람직하다. 또한, 「광로차 부여 구조의 사양이 다르다」라 함은 예를 들어 회절 구조의 설계 파장을 다르게 하는 것을 말하나, 그것에 한정되지 않는다. 또한, 「발진 특성」이라 함은 발진 파장의 실측값이나 변동을 포함한다.
- <267> 또한, 상술한 바와 같은 광픽업 장치의 제조 방법을 적용하는 경우, 제조된 광픽업 장치의 출하 로트를 검사했을 때에, 하기의 조건식 (16)을 만족하는 것이 바람직하다.
- <268>  $\sigma \text{SA3} \leq \sigma \lambda \cdot \delta \text{SA3} \lambda_{\text{all}} \quad (16)$
- <269> 단,  $\sigma \text{SA3} (\lambda_{\text{rms}})$ 은 광픽업 장치의 출하 로트에 있어서, 각각의 광픽업 장치에서 광원이 기준 온도, 기준 출력에서 발진했을 때의 파장에 있어서의 광픽업 장치의 대물 광학 소자를 포함하는 집광 광학계(광원으로부터 정보 기록면까지)의 3차 구면 수차  $\text{SA3}$ 의 표준 편차를 나타낸다. 또한,  $\sigma \lambda (\text{nm})$ 는 광픽업 장치의 출하 로트에 포함되는 광원의 기준 온도, 기준 출력에서의 발진 파장의 표준 변동을 나타낸다. 또한,  $\delta \text{SA3} \lambda_{\text{all}} (\lambda_{\text{rms}}/\text{nm})$ 은 광픽업 장치의 출하 로트에 포함되는 대물 광학 소자를 포함하는 집광 광학계(광원으로부터 정보 기록면까지)의 3차 구면 수차의 파장 의존성을 나타낸다.
- <270> 여기서, 대물 광학 소자의 설명으로 이야기를 복귀시킨다. 대물 광학 소자가, 온도 특성 보정 구조를 가짐으로써, 상기한 조건식 (12) 내지 (15)를 만족하도록 하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 제1 광로차 부여 구조가 적어도 제3 기조 구조, 제4 기조 구조 또는 제7 기조 구조를 갖는 구조인 경우, 상기한 조건식 (12) 내지 (15)를 만족하는 것이, 복잡한 광학 소자의 설계를 행하지 않고 실현할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 제2 광로차 부여 구조가 적어도 제3 기조 구조, 제4 기조 구조 또는 제7 기조 구조 중 어느 하나를 갖는 구조인 경우



도, 상기한 조건식 (12), (12'), (13), (13'), (13''), (14), (14'), (15), (15')를 만족하는 것이, 복잡한 광학 소자의 설계를 행하지 않고 실현할 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 대물 광학 소자가 주변 영역의 주변에 제3 광로차 부여 구조를 갖는 최주변 영역을 갖고, 제3 광로차 부여 구조가 적어도 제3 기초 구조, 제4 기초 구조 또는 제7 기초 구조 중 어느 하나를 갖는 구조인 경우도, 상기한 조건식 (12), (12'), (13), (13'), (13''), (14), (14'), (15), (15')를 만족하는 것이, 복잡한 광학 소자의 설계를 행하지 않고 실현할 수 있기 때문에 바람직하다.

<271> 또한, 제1 광속에 대한 대물 광학 소자의 상측 개구수(NA)가 0.8 이상, 0.9 이하인 경우에, 상기 조건식 (12), (12'), (13), (13'), (13''), (14), (14'), (15), (15')를 만족했을 때의 효과가 더 현저해진다.

<272> 또한, 제3 광디스크를 이용할 때의 대물 광학 소자의 워킹 디스턴스(WD)는 0.20 mm 이상, 1.5 mm 이하인 것이 바람직하다. 바람직하게는, 0.3 mm 이상, 1.00 mm 이하이다. 다음에 제2 광디스크를 이용할 때의 대물 광학 소자의 WD는 0.4 mm 이상, 0.7 mm 이하인 것이 바람직하다. 또한, 제1 광디스크를 이용할 때의 대물 광학 소자의 WD는 0.4 mm 이상, 0.9 mm 이하( $t_1 < t_2$ 인 경우에는 0.6 mm 이상, 0.9 mm 이하가 바람직함)인 것이 바람직하다.

<273> 대물 광학 소자의 입사동(入射瞳) 직경은 제1 광디스크를 이용할 때에  $\phi 2.8$  mm 이상,  $\phi 4.5$  mm 이하인 것이 바람직하다.

<274> 본 발명에 관한 광정보 기록 재생 장치는, 상술한 광픽업 장치를 갖는 광디스크 드라이브 장치를 갖는다.

<275> 여기서, 광정보 기록 재생 장치에 장비되는 광디스크 드라이브 장치에 관해 설명하면, 광디스크 드라이브 장치에는 광픽업 장치 등을 수납하고 있는 광정보 기록 재생 장치 본체로부터 광디스크를 탑재한 상태에서 보유 지지 가능한 트레이만이 외부에 취출되는 방식과, 광픽업 장치 등이 수납되어 있는 광디스크 드라이브 장치 본체마다 외부에 취출되는 방식이 있다.

<276> 상술한 각 방식을 이용하는 광정보 기록 재생 장치에는, 대략 다음의 구성 부재가 장비되어 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 하우징 등에 수납된 광픽업 장치, 광픽업 장치를 하우징마다 광디스크의 내주 혹은 외주를 향해 이동시키는 시크 모터 등의 광픽업 장치의 구동원, 광픽업 장치의 하우징을 광디스크의 내주 혹은 외주를 향해 가이드하는 가이드 레일 등을 갖은 광픽업 장치의 이송 수단, 및 광디스크의 회전 구동을 행하는 스피들 모터 등이다.

<277> 전자의 방식에는, 이들 각 구성 부재 외에, 광디스크를 탑재한 상태에서 보유 지지 가능한 트레이 및 트레이를 미끄럼 이동시키기 위한 로딩 기구 등이 설치되고, 후자의 방식에는 트레이 및 로딩 기구가 없고, 각 구성 부재가 외부에 인출 가능한 새시에 상당하는 드로워에 설치되어 있는 것이 바람직하다.

<278> 본 발명에 따르면, 간단하고 또한 저비용의 구성으로, 다른 3종의 광디스크(예를 들어, 청자색 레이저 광원을 사용하는 고밀도 광디스크와 DVD와 CD의 3개의 광디스크)에 대해, 하나의 대물 광학 소자로 정보의 기록 및/또는 재생을 적절하게 행할 수 있다. 부가하여, 3개의 다른 광디스크 모두에 있어서, 무한계의 광학계를 이용하는 경우라도, 트래킹, 특히 제3 광디스크의 기록 및/또는 재생을 행할 때의 트래킹의 정확성을 유지할 수 있는 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치를 제공하는 것이 가능해진다. 또한, 단체의 대물 광학 소자로, 다른 3종의 광디스크에 대해, 정보의 기록 및/또는 재생을 적절하게 행할 수 있는 광픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치를 제공하는 것이 가능해진다. 또한, 대물 광학 소자로서 플라스틱 렌즈를 이용했다고 해도, 온도 특성을 양호하게 하고, 3 종류의 디스크에 대해 정보의 기록 및/또는 재생을 적절하게 행할 수 있는 광 픽업 장치, 대물 광학 소자 및 광정보 기록 재생 장치를 제공하는 것이 가능해진다.

<279> (실시예)

<280> 이하, 본 발명의 실시 형태를 도면을 참조하여 설명한다. 도3은 다른 광디스크인 BD와 DVD와 CD에 대해 적절하게 정보의 기록 및/또는 재생을 행할 수 있는 본 실시 형태의 광픽업 장치(PU1)의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다. 이러한 광픽업 장치(PU1)는 광정보 기록 재생 장치에 탑재할 수 있다. 여기서는 제1 광디스크를 BD로 하고 제2 광디스크를 DVD로 하고, 제3 광디스크를 CD로 한다. 또한, 본 발명은 본 실시 형태에 한정되는 것은 아니다.

<281> 광픽업 장치(PU1)는 대물 광학 소자(OBJ), 조리개(ST), 콜리메이트 렌즈(CL), 편광 다이크로익 프리즘(PPS, BD)에 대해 정보의 기록/재생을 행하는 경우에 발광되고 파장 405 nm의 레이저 광속(제1 광속)을 사출하는 제1 반도체 레이저(LD1)(제1 광원)와, BD의 정보 기록면(RL1)으로부터의 반사 광속을 수광하는 제1 수광 소자(PD1)

와, 레이저 모듈(LM) 등을 갖는다.

- <282> 또한, 레이저 모듈(LM)은, DVD에 대해 정보의 기록/재생을 행하는 경우에 발광되고 파장 658 nm의 레이저 광속(제2 광속)을 사출하는 제2 반도체 레이저(EP1)(제2 광원)와, CD에 대해 정보의 기록/재생을 행하는 경우에 발광되고 785 nm의 레이저 광속(제3 광속)을 사출하는 제3 반도체 레이저(EP2)(제3 광원)와, DVD의 정보 기록면(RL2)으로부터의 반사 광속을 수광하는 제2 수광 소자(DS1)와, CD의 정보 기록면(RL3)으로부터의 반사 광속을 수광하는 제3 수광 소자(DS2)와, 프리즘(PS)을 갖고 있다.
- <283> 도1 및 도4에 도시된 바와 같이, 본 실시 형태의 대물 광학 소자(OBJ)에 있어서, 광원측의 비구면 광학면에 광축을 포함하는 중앙 영역(CN)과, 그 주위에 배치된 주변 영역(MD)과, 또한 그 주위에 배치된 최주변 영역(OT)이 광축을 중심으로 하는 동심원 형상으로 형성되어 있다. 또한, 도1 및 도4의 중앙 영역, 주변 영역, 최주변 영역의 면적 등의 비율은 정확하게는 나타나 있지 않다.
- <284> 청자색 반도체 레이저(LD1)로부터 사출된 제1 광속( $\lambda 1 = 405 \text{ nm}$ )의 발산 광속은 편광 다이크로익 프리즘(PPS)을 투과하고, 콜리메이트 렌즈(CL)에 의해 평행 광속으로 된 후, 도시하지 않은 1/4 파장판에 의해 직선 편광으로부터 원 편광으로 변환되고, 조리개(ST)에 의해 그 광속 직경이 규제되고, 대물 광학 소자(OBJ)에 의해 두께 0.0875 mm의 보호 기관(PL1)을 통해 BD의 정보 기록면(RL1) 상에 형성되는 스폿으로 된다.
- <285> 정보 기록면(RL1) 상에서 정보 피트에 의해 변조된 반사 광속은, 다시 대물 광학 소자(OBJ), 조리개(ST)를 투과한 후, 도시하지 않은 1/4 파장판에 의해 원 편광으로부터 직선 편광으로 변환되고, 콜리메이트 렌즈(CL)에 의해 수렴 광속으로 되고, 편광 다이크로익 프리즘(PPS)을 투과한 후, 제1 수광 소자(PD1)의 수광면 상으로 수렴한다. 그리고, 제1 수광 소자(PD1)의 출력 신호를 이용하여, 2축 액추에이터(AC)에 의해 대물 광학 소자(OBJ)를 포커싱이나 트래킹시킴으로써 BD에 기록된 정보를 판독할 수 있다.
- <286> 적색 반도체 레이저(EP1)로부터 사출된 제2 광속( $\lambda 2 = 658 \text{ nm}$ )의 발산 광속은, 프리즘(PS)에서 반사된 후, 편광 다이크로익 프리즘(PPS)에 의해 반사되고, 콜리메이트 렌즈(CL)에 의해 평행 광속으로 된 후, 도시하지 않은 1/4 파장판에 의해 직선 편광으로부터 원 편광으로 변환되고, 대물 광학 소자(OBJ)에 입사한다. 여기서, 대물 광학 소자(OBJ)의 중앙 영역과 주변 영역에 의해 집광된(최주변 영역을 통과한 광속은 플레어화되고, 스폿 주변부를 형성함) 광속은 두께 0.6 mm의 보호 기관(PL2)을 통해, DVD의 정보 기록면(RL2)에 형성되는 스폿으로 되고, 스폿 중심부를 형성한다.
- <287> 정보 기록면(RL2) 상에서 정보 피트에 의해 변조된 반사 광속은, 다시 대물 광학 소자(OBJ), 조리개(ST)를 투과한 후, 도시하지 않은 1/4 파장판에 의해 원 편광으로부터 직선 편광으로 변환되고, 콜리메이트 렌즈(CL)에 의해 수렴 광속으로 되고, 편광 다이크로익 프리즘(PPS)에 의해 반사된 후, 그 후 프리즘 내에서 2회 반사된 후, 제2 수광 소자(DS1)로 수렴한다. 그리고, 제2 수광 소자(DS1)의 출력 신호를 이용하여 DVD에 기록된 정보를 판독할 수 있다.
- <288> 적외 반도체 레이저(EP2)로부터 사출된 제3 광속( $\lambda 3 = 785 \text{ nm}$ )의 발산 광속은, 프리즘(PS)에서 반사된 후, 편광 다이크로익 프리즘(PPS)에 의해 반사되고, 콜리메이트 렌즈(CL)에 의해 평행 광속으로 된 후, 도시하지 않은 1/4 파장판에 의해 직선 편광으로부터 원 편광으로 변환되고, 대물 광학 소자(OBJ)에 입사한다. 여기서, 대물 광학 소자(OBJ)의 중앙 영역에 의해 집광된(주변 영역 및 최주변 영역을 통과한 광속은 플레어화되고, 스폿 주변부를 형성함) 광속은 두께 1.2 mm의 보호 기관(PL3)을 통해 CD의 정보 기록면(RL3) 상에 형성되는 스폿으로 된다.
- <289> 정보 기록면(RL3) 상에서 정보 피트에 의해 변조된 반사 광속은, 다시 대물 광학 소자(OBJ), 조리개(ST)를 투과한 후, 도시하지 않은 1/4 파장판에 의해 원 편광으로부터 직선 편광으로 변환되고, 콜리메이트 렌즈(CL)에 의해 수렴 광속으로 되고, 편광 다이크로익 프리즘(PPS)에 의해 반사된 후, 그 후 프리즘 내에서 2회 반사된 후, 제3 수광 소자(DS2)로 수렴한다. 그리고, 제3 수광 소자(DS2)의 출력 신호를 이용하여 CD에 기록된 정보를 판독할 수 있다.
- <290> 청자색 반도체 레이저(LD1)로부터 출사된 제1 광속이 평행 광속으로 대물 광학 소자(OBJ)에 입사했을 때에, 중앙 영역의 제1 광로차 부여 구조, 주변 영역의 제2 광로차 부여 구조 및 최주변 영역은 제1 광속의 구면 수차를 적절하게 보정하고, 보호 기관의 두께 t1의 BD에 대해 적절하게 정보의 기록 및/또는 재생을 행할 수 있다. 또한, 적색 반도체 레이저(EP1)로부터 출사된 제2 광속이 평행 광속으로 대물 광학 소자(OBJ)에 입사했을 때에, 중앙 영역의 제1 광로차 부여 구조, 주변 영역의 제2 광로차 부여 구조는 BD와 DVD의 보호 기관의 두께의 차이 및 제1 광속과 제2 광속의 파장의 차이에 기인하여 발생하는 제2 광속의 구면 수차를 적절하게 보정하고, 최주

변 영역은 제2 광속을 DVD의 정보 기록면 상에서 플레이어로 하기 때문에, 보호 기관의 두께 t2의 DVD에 대해 적절하게 정보의 기록 및/또는 재생을 행할 수 있다. 또한, 적외 반도체 레이저(EP2)로부터 출사된 제3 광속이 평행 광속으로 대물 광학 소자(OBJ)에 입사했을 때에, 중앙 영역의 제1 광로차 부여 구조는 BD와 CD의 보호 기관의 두께의 차이 및 제1 광속과 제3 광속의 파장의 차이에 기인하여 발생하는 제3 광속의 구면 수차를 적절하게 보정하고, 주변 영역의 제2 광로차 부여 구조 및 최주변 영역은 제3 광속을 CD의 정보 기록면 상에서 플레이어로 하기 때문에, 보호 기관의 두께 t3의 CD에 대해 적절하게 정보의 기록 및/또는 재생을 행할 수 있다. 또한, 중앙 영역의 제1 광로차 부여 구조는 기록 재생에 이용되는 제3 광속의 필요광의 집광 스폿과, 제3 광속의 불필요광의 집광 스폿과를 적정한 거리만큼 이격하고, 그것에 의해 CD를 이용했을 때의 트레이킹 특성도 양호하게 한다. 부가하여, 주변 영역의 제2 광로차 부여 구조는 제1 광속 및 제2 광속에 대해, 레이저의 제조 오차 등의 이유에 의해 파장이 기준 파장으로부터 어긋났을 때에, 스페로크로마티즘(색구면 수차)을 보정할 수 있다.

<291> <제1 내지 제3 실시예>

<292> 다음에, 상술한 실시 형태에 이용할 수 있는 실시예에 대해 설명한다. 이하의 제1 내지 제3 실시예에 있어서, 대물 광학 소자는 단체의 유리 렌즈이다. 대물 광학 소자의 광학면의 중앙 영역(CN)의 전체면에는 제1 광로차 부여 구조가 형성되어 있다. 광학면의 주변 영역(MD)의 전체면에는 제2 광로차 부여 구조가 형성되어 있다. 광학면의 최주변 영역(OT)은 비구면의 굴절면이다.

<293> 또한, 제1 내지 제3 실시예에 있어서, 제1 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조와 제2 기초 구조가 중첩된 구조로 되어 있고, 톱니 형상의 회절 구조와 바이너리 구조가 중첩된 형상으로 되어 있다. 단면 형상은, 도2의 (c)에서 도시되어 있는 바와 같은 형상이다. 톱니 형상의 회절 구조인 제1 기초 구조는 제1 광속의 2차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 1차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 1차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광보다도 크게 하도록 설계되어 있다. 또한, 바이너리 구조인 제2 기초 구조는 소위 파장 선택 회절 구조이며, 제1 광속의 0차의 회절광(투과광)의 광량을 다른 어떠한 차수의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 0차의 회절광(투과광)의 광량을 다른 어떠한 차수의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제3 광속의  $\pm 1$ 차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광보다도 크게 하도록 설계되어 있다.

<294> 또한, 제1 내지 제3 실시예에 있어서, 제1 광로차 부여 구조는, 도2의 (c)에 도시한 바와 같이 중앙 영역의 광축측의 영역에 있어서는, 단차가 광축측을 향하고 있는 톱니 형상의 구조와 바이너리 구조가 중첩되어 있고, 중앙 영역의 주변 영역측의 영역에 있어서는 단차가 광축측과는 반대를 향하고 있는 톱니 형상의 구조와 바이너리 구조가 중첩되어 있고, 그 사이에는 톱니 형상의 구조의 단차의 방향을 전환하기 위해 필요한 천이 영역이 설치되어 있다. 이 천이 영역은 회절 구조에 의해 투과 파면에 부가되는 광로차를 광로차 함수로 표현했을 때, 광로차 함수의 극값이 되는 점에 상당하는 영역이다. 또한, 광로차 함수가 극값이 되는 점을 가지면 광로차 함수의 경사가 작아지므로, 윤대 피치를 넓히는 것이 가능해져, 회절 구조의 형상 오차에 의한 투과율 저하를 억제할 수 있다.

<295> 제1 내지 제3 실시예에 있어서, 제2 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조와 제4 기초 구조를 중첩한 구조로 되어 있고, 톱니 형상의 회절 구조와 더 거친 톱니 형상의 회절 구조가 중첩된 형상으로 되어 있다. 또한, 미세한 쪽의 톱니 형상의 회절 구조에서는 단차가 광축측과는 반대를 향하고 있고, 거친 쪽의 톱니 형상의 회절 구조에서는 단차가 광축측을 향하고 있다. 단면 형상은, 도2의 (d)에서 도시되어 있는 바와 같은 형상이다. 톱니 형상의 회절 구조인 제1 기초 구조는 제1 광속의 2차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 1차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 1차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광보다도 크게 하도록 설계되어 있다. 또한, 거친 톱니 형상의 회절 구조인 제4 기초 구조는 제1 광속의 5차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 3차의 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 3차 및 2차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수의 회절광보다도 크게 하도록 설계되어 있다. 또한, 도2의 (c) 및 도2의 (d)에서는, 이해하기 쉽도록 단면의 형상이 과장하여 그려져 있다.

<296> 표1 내지 표18에 렌즈 데이터를 나타낸다. 또한, 이것 이후에 있어서, 10의 거듭제곱 승수(예를 들어,  $2.5 \times 10^{-3}$ )를, E(예를 들어,  $2.5E^{-3}$ )를 이용하여 나타내는 것으로 한다.

<297> 대물 광학 소자의 광학면은, 각각 수식1에, 표에 나타내는 계수를 대입한 수식으로 규정되는, 광축의 주위에 축

대칭인 비구면에 형성되어 있다.

[수식1]

$$X(h) = \frac{(h^2/r)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum_{i=0}^{10} A_{2i} h^{2i}$$

여기서, X(h)는 광축 방향의 축(광의 진행 방향을 플러스로 함),  $\kappa$ 는 원뿔 계수,  $A_{2i}$ 는 비구면 계수, h는 광축 으로부터의 높이이다.

또한, 회절 구조에 의해 각 파장의 광속에 대해 부여되는 광로 길이는, 수식 2의 광로차 함수에, 표에 나타내는 계수를 대입한 수식으로 규정된다.

[수식2]

$$\Phi(h) = \frac{\lambda}{\lambda_B} \times dor \times \sum_{i=0}^6 C_{2i} h^{2i}$$

또한,  $\lambda$ 는 입사 광속의 파장,  $\lambda_B$ 는 설계 파장(블레이즈화 파장), dor는 회절 차수,  $C_{2i}$ 는 광로차 함수의 계수 이다.

<제1 실시예>

이하의 표1 내지 표3에 제1 실시예의 렌즈 데이터를 나타낸다. 또한, 도5의 (a), 도5의 (b) 및 도5의 (c)에 있어서, 제1 실시예의 세로 구면 수차도를 나타낸다. 세로 구면 수차도의 종축의 1.0은, BD에 있어서는 NA 0.85 또는  $\phi 3.74$  mm를 나타내고, DVD에 있어서는 NA 0.60보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.68$  mm보다 약간 큰 값을 나타내고, CD에 있어서는 NA 0.45보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.18$  mm보다 약간 큰 값을 나타낸다. 또한, 제1 실시예에 있어서  $L = 0.28$  mm이다. 따라서,  $L/f = 0.28/2.42 = 0.116$ 이다.

[표 1]

계 i 면	r i	d i (405nm)	n i (405nm)	d i (558nm)	n i (558nm)	d i (785nm)	n i (785nm)
0		∞		∞		∞	
1 (조리개 직경)		0.0 (φ 3.74mm)		0.0 (φ 2.68mm)		0.0 (φ 2.18mm)	
2	1.5795	2.430	1.605	2.430	1.586	2.430	1.582
2 - 1	1.5799						
2 - 2	1.5804						
2 - 3	1.5810						
2 - 4	1.5793						
2 - 5	1.5816						
2 - 6	1.5374						
3	-4.7732	0.79		0.54		0.32	
4	∞	0.0875	1.620	0.600	1.577	1.200	1.571
5	∞						

단색 회절 렌즈 실시에 렌즈 데이터

레플 렌즈의 초점 거리     $f_1=2.20\text{mm}$      $f_2=2.28\text{mm}$      $f_3=2.42\text{mm}$

계구수    NA 1 : 0.85    NA 2 : 0.60    NA 3 : 0.45

배율    m 1 : 0    m 2 : 0    m 3 : 0

[ 표2 ]

면 no.		2	2-1	2-2	2-3
영역		$h \leq 1.117$	$1.117 \leq h \leq 1.178$	$1.178 \leq h \leq 1.224$	$1.224 \leq h \leq 1.262$
비구면 계수	$\kappa$	-5.1483E-01	-5.1735E-01	-5.1984E-01	-5.2196E-01
	A 0	0.0000E+00	-3.4971E-03	-6.9971E-03	-1.0502E-02
	A 4	1.2950E-02	1.2950E-02	1.2950E-02	1.2952E-02
	A 6	2.6726E-03	2.6726E-03	2.6726E-03	2.6726E-03
	A 8	3.8605E-03	3.8605E-03	3.8605E-03	3.8605E-03
	A 10	-3.5626E-03	-3.5626E-03	-3.5626E-03	-3.5626E-03
	A 12	1.3965E-03	1.3965E-03	1.3965E-03	1.3965E-03
	A 14	8.5125E-05	8.5125E-05	8.5125E-05	8.5125E-05
	A 16	-1.6888E-04	-1.6888E-04	-1.6888E-04	-1.6888E-04
	A 18	4.5316E-05	4.5316E-05	4.5316E-05	4.5316E-05
광로차 합수	A 20	-4.4456E-06	-4.4456E-06	-4.4456E-06	-4.4456E-06
	회절 차수	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$
	설계 파장	395nm	395nm	395nm	395nm
	C 2	-5.4912E-03	-5.4912E-03	-5.4912E-03	-5.4912E-03
	C 4	2.3942E-03	2.3942E-03	2.3942E-03	2.3942E-03
	C 6	1.7081E-03	1.7081E-03	1.7081E-03	1.7081E-03
	C 8	-8.9650E-04	-8.9650E-04	-8.9650E-04	-8.9650E-04
	C 10	2.6700E-04	2.6700E-04	2.6700E-04	2.6700E-04
	회절 차수	0/0/1			
	설계 파장	785nm			
광로차 합수	C 2	1.5968E-02			
	C 4	-7.3725E-04			
	C 6	-1.0009E-03			
	C 8	8.1423E-04			
	C 10	-2.4796E-04			



[표3]

면 no.	2-4	2-5	2-6	3
영역	$1.262 \leq h \leq 1.307$	$1.307 \leq h \leq 1.355$	$1.355 \leq h$	
$r$	$-5.2821\text{E}-01$	$-5.2092\text{E}-01$	$-6.5466\text{E}-01$	$-1.4057\text{E}+01$
A 0	$-1.4453\text{E}-02$	$-1.7566\text{E}-02$	$3.2124\text{E}-04$	$0.0000\text{E}+00$
A 4	$1.2948\text{E}-02$	$1.2639\text{E}-02$	$1.2103\text{E}-02$	$1.4339\text{E}-01$
A 6	$2.6726\text{E}-03$	$2.6726\text{E}-03$	$6.8203\text{E}-04$	$-1.3569\text{E}-01$
A 8	$3.8605\text{E}-03$	$3.8605\text{E}-03$	$1.8368\text{E}-03$	$8.5457\text{E}-02$
A 10	$-3.5626\text{E}-03$	$-3.5626\text{E}-03$	$-1.3166\text{E}-03$	$-3.5414\text{E}-02$
A 12	$1.3965\text{E}-03$	$1.3965\text{E}-03$	$3.0609\text{E}-04$	$8.3196\text{E}-03$
A 14	$8.5125\text{E}-05$	$8.5125\text{E}-05$	$2.2270\text{E}-04$	$-8.3492\text{E}-04$
A 16	$-1.6888\text{E}-04$	$-1.6888\text{E}-04$	$-1.6894\text{E}-04$	$0.0000\text{E}+00$
A 18	$4.5316\text{E}-05$	$4.5316\text{E}-05$	$4.4386\text{E}-05$	$0.0000\text{E}+00$
A 20	$-4.4456\text{E}-06$	$-4.4456\text{E}-06$	$-4.3121\text{E}-06$	$0.0000\text{E}+00$
회절 차수	$2/1/1$	$2/1/1$		
선계 광장	395nm	395nm		
C 2	$-5.4912\text{E}-03$	$-5.4912\text{E}-03$		
C 4	$2.3942\text{E}-03$	$2.3942\text{E}-03$		
C 6	$1.7081\text{E}-03$	$1.7081\text{E}-03$		
C 8	$-8.9650\text{E}-04$	$-8.9650\text{E}-04$		
C 10	$2.6700\text{E}-04$	$2.6700\text{E}-04$		
회절 차수				
선계 광장				
C 2				
C 4				
C 6				
C 8				
C 10				

<제2 실시예>

이하의 표4 내지 표6에 제2 실시예의 렌즈 데이터를 나타낸다. 또한, 도6의 (a), 도6의 (b) 및 도6의 (c)에 있어서, 제2 실시예의 세로 구면 수차도를 나타낸다. 세로 구면 수차도의 종축의 1.0은, BD에 있어서는 NA 0.85 또는  $\phi 3.74 \text{ mm}$ 를 나타내고, DVD에 있어서는 NA 0.60보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.68 \text{ mm}$ 보다 약간 큰 값을 나타내고, CD에 있어서는 NA 0.45보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.12 \text{ mm}$ 보다 약간 큰 값을 나타낸다. 또한, 제2 실시예에 있어서  $L = 0.16 \text{ mm}$ 이다. 따라서,  $L/f = 0.16/2.36 = 0.068$ 이다.

[표4]

계 i 면	t <sub>i</sub>	d <sub>i</sub> (405nm)	n <sub>i</sub> (405nm)	d <sub>i</sub> (658nm)	n <sub>i</sub> (658nm)	d <sub>i</sub> (785nm)	n <sub>i</sub> (785nm)
0		∞		∞		∞	
1(조리계 직경)		0.0( $\phi$ 3.74mm)		0.0( $\phi$ 2.68mm)		0.0( $\phi$ 2.12mm)	
2	1.5810	2.430	1.605	2.430	1.586	2.430	1.582
2-1	1.5825						
2-2	1.5820						
2-3	1.5809						
2-4	1.5808						
2-5	1.5811						
2-6	1.5816						
3	-4.7543	0.79		0.54		0.26	
4	∞	0.0875	1.620	0.600	1.577	1.200	1.571
5	∞						

단계 화질 렌즈 실시예 렌즈 데이터

대물 렌즈의 초점 거리	$f_1=2.20\text{mm}$	$f_2=2.28\text{mm}$	$f_3=2.35\text{mm}$
개구수	NA1 : 0.85	NA2 : 0.60	NA3 : 0.45
배율	m1 : 0	m2 : 0	m3 : 0

<315>

<316>



[표5]

면 no.		2	2-1	2-2	2-3
영역		$h \leq 1.116$	$1.116 \leq h \leq 1.197$	$1.197 \leq h \leq 1.239$	$1.239 \leq h \leq 1.272$
비구면 계수	$k$	-5.0687E-01	-5.0696E-01	-5.1166E-01	-5.1724E-01
	A 0	0.0000E+00	-3.3441E-03	-7.0033E-03	-1.0810E-02
	A 4	1.3630E-02	1.3630E-02	1.3630E-02	1.3630E-02
	A 6	2.1948E-03	2.1948E-03	2.1948E-03	2.1948E-03
	A 8	3.9803E-03	3.9803E-03	3.9803E-03	3.9803E-03
	A 10	-3.7498E-03	-3.7498E-03	-3.7498E-03	-3.7498E-03
	A 12	1.4932E-03	1.4932E-03	1.4932E-03	1.4932E-03
	A 14	7.7535E-05	7.7535E-05	7.7535E-05	7.7535E-05
	A 16	-1.6888E-04	-1.6888E-04	-1.6888E-04	-1.6888E-04
	A 18	4.5316E-05	4.5316E-05	4.5316E-05	4.5316E-05
광로차 함수	A 20	-4.4456E-06	-4.4456E-06	-4.4456E-06	-4.4456E-06
	회절 차수	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$
	설계 파장	395nm	395nm	395nm	395nm
	C 2	-5.5507E-03	-5.5507E-03	-5.5507E-03	-5.5507E-03
	C 4	2.6083E-03	2.6083E-03	2.6083E-03	2.6083E-03
	C 6	1.6957E-03	1.6957E-03	1.6957E-03	1.6957E-03
	C 8	-1.0148E-03	-1.0148E-03	-1.0148E-03	-1.0148E-03
	C 10	3.1382E-04	3.1382E-04	3.1382E-04	3.1382E-04
	회절 차수	0/0/1			
	설계 파장	785nm			
광로차 함수	C 2	1.0109E-02			
	C 4	-5.6774E-04			
	C 6	-1.8990E-03			
	C 8	1.5121E-03			
	C 10	-4.9017E-04			

[표6]

면 no.	영역			
	2-4	2-5	2-6	3
비구면 계수	$1.273 \leq h \leq 1.316$	$1.316 \leq h \leq 1.351$	$1.351 \leq h$	
	$k$			
	A0	-5.2032E-01	-5.2211E-01	-6.5466E-01
	A4	-1.4468E-02	-1.8188E-02	2.0102E-03
	A6	1.3630E-02	1.3629E-02	1.2109E-02
	A8	2.1948E-03	2.1948E-03	6.8203E-04
	A10	3.9803E-03	3.9803E-03	1.8368E-03
	A12	-3.7498E-03	-3.7498E-03	-1.3166E-03
	A14	1.4932E-03	1.4932E-03	3.0609E-04
	A16	7.7535E-05	7.7535E-05	2.2270E-04
광로차 합수	A18	-1.6888E-04	-1.6888E-04	-1.6894E-04
	A20	4.5316E-05	4.5316E-05	4.4386E-05
	A20	-4.4456E-06	-4.4456E-06	-4.3121E-06
	회절차수	$2/1/1$	$2/1/1$	
	설계 파장	395nm	395nm	
	C2	-5.5507E-03	-5.5507E-03	
	C4	2.6083E-03	2.6083E-03	
	C6	1.6957E-03	1.6957E-03	
	C8	-1.0148E-03	-1.0148E-03	
	C10	3.1382E-04	3.1382E-04	
광로차 합수	회절차수			
	설계 파장			
	C2			
	C4			
	C6			
	C8			
	C10			

<제3 실시예>

이하의 표7 내지 표9에 제3 실시예의 렌즈 데이터를 나타낸다. 또한, 도7의 (a), 도7의 (b) 및 도7의 (c)에 있어서, 제2 실시예의 세로 구면 수차도를 나타낸다. 세로 구면 수차도의 종축의 1.0은, BD에 있어서는 NA 0.85 또는  $\phi 3.74 \text{ mm}$ 를 나타내고, DVD에 있어서는 NA 0.60보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.68 \text{ mm}$ 보다 약간 큰 값을 나타내고, CD에 있어서는 NA 0.45보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.17 \text{ mm}$ 보다 약간 큰 값을 나타낸다. 또한, 제3 실시예에 있어서  $L = 0.28 \text{ mm}$ 이다. 따라서,  $L/f = 0.28/2.43 = 0.115$ 이다.

[표7]

계 i 면	$r_i$	$d_i(405nm)$	$n_i(405nm)$	$d_i(658nm)$	$n_i(658nm)$	$d_i(785nm)$	$n_i(785nm)$
0		$\infty$		$\infty$		$\infty$	
1(조리개 직경)		$0.0(\phi 3.74mm)$		$0.0(\phi 2.68mm)$		$0.0(\phi 2.17mm)$	
2	1.5559	2.370	1.605	2.370	1.586	2.370	1.582
2-1	1.5627						
2-2	1.5653						
2-3	1.5643						
2-4	1.5658						
2-5	1.5648						
3	-5.1533	0.82		0.57		0.36	
4	$\infty$	0.0875	1.620	0.600	1.577	1.200	1.571
5	$\infty$						

단계 회절 렌즈 실시예      렌즈 레이어

대물 렌즈의 초점 거리     $f_1=2.20mm$      $f_2=2.28mm$      $f_3=2.43mm$

계구수    NA 1 : 0.85    NA 2 : 0.60    NA 3 : 0.45

배율    m 1 : 0    m 2 : 0    m 3 : 0

[표8]

면 no.		2	2-1	2-2	2-3
영역		$h \leq 1.110$	$1.110 \leq h \leq 1.179$	$1.179 \leq h \leq 1.218$	$1.218 \leq h \leq 1.278$
비구면 계수	$\kappa$	-5.3140E-01	-5.2257E-01	-5.2131E-01	-5.2861E-01
	A 0	0.0000E+00	-6.0616E-03	-9.0884E-03	-1.2687E-02
	A 4	1.2538E-02	1.2538E-02	1.2538E-02	1.2538E-02
	A 6	1.5730E-03	1.5730E-03	1.5730E-03	1.5730E-03
	A 8	7.8213E-03	7.8213E-03	7.8213E-03	7.8213E-03
	A 10	-6.6801E-03	-6.6801E-03	-6.6801E-03	-6.6801E-03
	A 12	2.5319E-03	2.5319E-03	2.5319E-03	2.5319E-03
	A 14	-7.3283E-05	-7.3283E-05	-7.3283E-05	-7.3283E-05
	A 16	-1.6888E-04	-1.6888E-04	-1.6888E-04	-1.6888E-04
	A 18	4.5316E-05	4.5316E-05	4.5316E-05	4.5316E-05
광로차 함수	A 20	-4.4456E-06	-4.4456E-06	-4.4456E-06	-4.4456E-06
	회절 차수	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$
	설계 파장	395nm	395nm	395nm	395nm
	C 2	-4.2889E-03	-4.2889E-03	-4.2889E-03	-4.2889E-03
	C 4	1.6784E-03	1.6784E-03	1.6784E-03	1.6784E-03
	C 6	2.4623E-03	2.4623E-03	2.4623E-03	2.4623E-03
	C 8	-1.1484E-03	-1.1484E-03	-1.1484E-03	-1.1484E-03
	C 10	3.0281E-04	3.0281E-04	3.0281E-04	3.0281E-04
	회절 차수	0/0/1			
	설계 파장	785nm			
광로차 함수	C 2	1.6209E-02			
	C 4	-4.2084E-04			
	C 6	-1.8779E-03			
	C 8	1.5357E-03			
광로차 함수	C 10	-4.6042E-04			

[표9]

영역	단 no.	2-4	2-5	3
		$1.278 \leq h \leq 1.346$	$1.346 \leq h$	
비구면 계수	$\kappa$	-5.3306E-01	-6.5475E-01	-9.8372E+00
	A0	-1.9455E-02	8.6537E-03	0.0000E+00
	A4	1.2538E-02	1.5782E-02	1.4197E-01
	A6	1.5730E-03	9.9623E-04	-1.3547E-01
	A8	7.8213E-03	1.7248E-03	8.6460E-02
	A10	-6.6801E-03	-1.3501E-03	-3.5392E-02
	A12	2.5319E-03	3.0344E-04	8.0551E-03
	A14	-7.3283E-05	2.2480E-04	-7.7385E-04
	A16	-1.6888E-04	-1.6807E-04	0.0000E+00
	A18	4.5316E-05	4.4386E-05	0.0000E+00
광로차 계수	A20	-4.4456E-06	-4.3584E-06	0.0000E+00
	회절 차수	$2/1/1$		
	설계 파장	395nm		
	C2	-4.2889E-03		
	C4	1.6784E-03		
광로차 계수	C6	2.4623E-03		
	C8	-1.1484E-03		
	C10	3.0281E-04		
	회절 차수			
광로차 계수	설계 파장			
	C2			
	C4			
	C6			
	C8			
	C10			

#### <제4 실시예>

이하의 제4 실시예에 있어서는, 대물 광학 소자는 단체의 폴리올레핀계의 플라스틱 렌즈이다. 대물 광학 소자의 광학면의 중앙 영역(CN)의 전체면에는 제1 광로차 부여 구조가 형성되어 있다. 광학면의 주변 영역(MD)의 전체면에는 제2 광로차 부여 구조가 형성되어 있다. 광로면의 최주변 영역(OT)의 전체면에는 제3 광로차 부여 구조가 설치되어 있다.

제4 실시예에 있어서는, 제1 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조, 제2 기초 구조에 부가하여 제3 기초 구조가 중첩된 구조로 되어 있고, 2 종류의 톱니 형상의 회절 구조와 바이너리 구조가 중첩된 형상으로 되어 있다. 단면 형상은, 도8에 있어서 CN이라 나타나 있는 부분으로서 도시되어 있다. 톱니 형상의 회절 구조인 제3 기초 구조는 제1 광속의 10차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제2 광속의 6차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광의 광량보다도 크게 하고, 제3 광속의 5차 회절광의 광량을 다른 어떠한 차수(0차 즉 투과광도 포함함)의 회절광량보다도 크게 하도록 설계되어 있다. 제1 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 2 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 1.2 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 1 파장분의 광로차를 부여하는 단차량이다. 제2 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 5 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 3 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 2.5 파장분의 광로차를 부여하는 단차량이다. 제3 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 10 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 6 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 5 파장분의 광로차를 부여하는 단차량이다. 또한, 제3 기초 구조는 제1 기초 구조 및 제2 기초 구조와는 기준이 되는 모비구면(母非球面)이 다르다.

제4 실시예에 있어서, 제2 광로차 부여 구조는 도8의 MD로서 도시되어 있는 바와 같이, 제1 기초 구조와 제4 기초 구조를 중첩한 구조로 되어 있고, 2 종류의 톱니 형상의 회절 구조가 중첩된 형상으로 되어 있다. 제4 기초 구조의 광축 방향의 단차량은 제1 광속에 대해 제1 파장의 대략 5 파장분의 광로차를 부여하고, 제2 광속에 대해 제2 파장의 대략 3 파장분의 광로차를 부여하고, 제3 광속에 대해 제3 파장의 대략 2.5 파장분의 광로차를 부여하는 단차량이다. 또한, 제4 기초 구조는 제1 기초 구조와는 기준이 되는 모비구면이 다르다. 또한, 제1 광로차 부여 구조에 있어서의 제3 기초 구조와 제2 광로차 부여 구조에 있어서의 제4 기초 구조는 연속하여 설



치되어 있다. 제1 광로차 부여 구조에 있어서의 제3 기초 구조는 광축으로부터 이격됨에 따라서 그 깊이가 깊어져 가고, 제1 광로차 부여 구조와 제2 광로차 부여 구조와의 경계로부터, 이번에는 제2 광로차 부여 구조에 있어서의 제4 기초 구조는 광축으로부터 이격됨에 따라서, 그 깊이가 얕아져 가는 구조로 되어 있다.

<333> 제4 실시예에 있어서, 제3 광로차 부여 구조는 도8의 OT로서 도시되어 있는 바와 같이, 제4 기초 구조만을 갖는 구조로 되어 있고, 1 종류의 톱니 형상의 회절 구조만을 갖는 형상으로 되어 있다. 제3 광로차 부여 구조에 있어서의 제4 기초 구조는 광축과 직교하는 방향으로 광축으로부터 이격됨에 따라서, 광학 소자의 내측으로 들어가, 임의의 부분을 경계로, 광축으로부터 이격됨에 따라서, 광학 소자의 외측을 향하는 구조는 아니다.

<334> 이하의 표10 내지 표13에 제4 실시예의 렌즈 데이터를 나타낸다. 또한, 도9의 (a), 도9의 (b), 도9의 (c)에 있어서, 제4 실시예의 세로 구면 수차도를 나타낸다. 세로 구면 수차도의 종축의 1.0은, BD에 있어서는 NA 0.85 또는  $\phi 3.74 \text{ mm}$ 를 나타내고, DVD에 있어서는 NA 0.6보다 약간 큰 값, 또는  $2.70 \text{ mm}$ 보다 약간 큰 값을 나타내고, CD에 있어서는 NA 0.45보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.37 \text{ mm}$ 보다 약간 큰 값을 나타낸다. 또한, 제4 실시예에 있어서  $L = 0.60 \text{ mm}$ 이다. 따라서,  $L/f = 0.60/2.53 = 0.237$ 이다.

<335> 제4 실시예의 제1 광로차 부여 구조에 있어서의 모든 윤대는, 단차량이  $3.62 \mu\text{m}$  내지  $4.23 \mu\text{m}$ 인 그룹과, 단차량이  $2.22 \mu\text{m}$  내지  $2.56 \mu\text{m}$ 인 그룹으로 나누어진다. 또한,  $\lambda B$ 는  $405 \text{ nm}$ 이다.  $\lambda B'$ 는  $390 \text{ nm}$  내지  $400 \text{ nm}$ 의 임의의 값으로 한다. 따라서, 제4 실시예의 제1 광로차 부여 구조에 있어서의 모든 윤대의 단차량이, dC와 dD 중 어느 하나를 만족하게 된다. 또한, 제1 광로차 부여 구조에 있어서의 모든 윤대의 피치 폭은  $5.3 \mu\text{m}$  내지  $110 \mu\text{m}$ 의 범위에 포함된다. 또한, 제1 광로차 부여 구조에 있어서의 모든 윤대의(단차량/피치 폭)의 값은 0.8 이하이다.

<336> [표10]

단색 회절 렌즈 실시예

렌즈 데이터

대물 렌즈의 초점 거리

$f_1=2.20\text{mm}$

$f_2=2.28\text{mm}$

$f_3=2.53\text{mm}$

계구수

NA 1 : 0.85

NA 2 : 0.60

NA 3 : 0.45

배율

m 1 : 0

m 2 : 0

m 3 : 0

계 i 면	$r_i$	$d_i(405\text{nm})$	$n_i(405\text{nm})$	$d_i(658\text{nm})$	$n_i(658\text{nm})$	$d_i(785\text{nm})$	$n_i(785\text{nm})$
0		$\infty$		$\infty$		$\infty$	
1(조리개 직경)		$0.0(\phi 3.74\text{mm})$		$0.0(\phi 2.70\text{mm})$		$0.0(\phi 2.37\text{mm})$	
2	1.5656	2.680	1.561	2.680	1.540	2.680	1.536
2-1	1.5626						
2-2	1.5595						
2-3	1.5570						
2-4	1.5661						
2-5	1.5633						
2-6	1.5643						
2-7	1.5657						
2-8	1.5656						
2-9	1.53232						
3	-2.8740	0.67		0.43		0.41	
4	$\infty$	0.0875	1.620	0.600	1.577	1.200	1.571
5	$\infty$						

<337>

[표 11]

원 no.		2	2 - 1	2 - 2	2 - 3
영역		$h \leq 0.3982$	$0.3982 \leq h \leq 0.6392$	$0.6392 \leq h \leq 0.9173$	$0.9173 \leq h \leq 1.2020$
비구면 계수	$\kappa$	$-0.545753E+00$	$-0.544149E+00$	$-0.543545E+00$	$-0.543072E+00$
	A 0	$0.000000E+00$	$0.723148E-02$	$0.144639E-01$	$-0.217471E-01$
	A 4	$0.173456E-01$	$0.173456E-01$	$0.173456E-01$	$0.173456E-01$
	A 6	$0.161268E-02$	$0.161268E-02$	$0.161268E-02$	$0.161268E-02$
	A 8	$0.227272E-02$	$0.227272E-02$	$0.227272E-02$	$0.227272E-02$
	A 10	$-0.176212E-02$	$-0.176212E-02$	$-0.176212E-02$	$-0.176212E-02$
	A 12	$0.832672E-03$	$0.832672E-03$	$0.832672E-03$	$0.832672E-03$
	A 14	$0.306247E-03$	$0.306247E-03$	$0.306247E-03$	$0.306247E-03$
	A 16	$-0.312510E-03$	$-0.312510E-03$	$-0.312510E-03$	$-0.312510E-03$
	A 18	$0.779196E-04$	$0.779196E-04$	$0.779196E-04$	$0.779196E-04$
광로차 원수	A 20	$-0.382183E-05$	$-0.382183E-05$	$-0.382183E-05$	$-0.382183E-05$
	회절 차수	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$
	실계 파장	$395nm$	$395nm$	$395nm$	$395nm$
	C 2	$-7.9481E-03$	$-7.9481E-03$	$-7.9481E-03$	$-7.9481E-03$
	C 4	$3.1618E-03$	$3.1618E-03$	$3.1618E-03$	$3.1618E-03$
	C 6	$2.6104E-04$	$2.6104E-04$	$2.6104E-04$	$2.6104E-04$
	C 8	$-1.5449E-04$	$-1.5449E-04$	$-1.5449E-04$	$-1.5449E-04$
	C 10	$1.3011E-04$	$1.3011E-04$	$1.3011E-04$	$1.3011E-04$
	회절 차수	$0/0/1$	$0/0/1$	$0/0/1$	$0/0/1$
	실계 파장	$785nm$	$785nm$	$785nm$	$785nm$
광로차 원수	C 2	$3.2600E-02$	$3.2600E-02$	$3.2600E-02$	$3.2600E-02$
	C 4	$-3.0280E-03$	$-3.0280E-03$	$-3.0280E-03$	$-3.0280E-03$
	C 6	$2.4526E-03$	$2.4526E-03$	$2.4526E-03$	$2.4526E-03$
	C 8	$-1.0989E-03$	$-1.0989E-03$	$-1.0989E-03$	$-1.0989E-03$
	C 10	$2.4093E-04$	$2.4093E-04$	$2.4093E-04$	$2.4093E-04$

[ 표 12 ]

단 no.		2 - 4	2 - 5	2 - 6	2 - 7
영역		1.2020 ≤ h ≤ 1.2390	1.2390 ≤ h ≤ 1.2677	1.2677 ≤ h ≤ 1.3121	1.3121 ≤ h ≤ 1.3466
비구면 계수	k	-0.523735E+00	-0.534676E+00	-0.540742E+00	-0.536630E+00
	A 0	0.193505E-01	0.150921E-01	0.113044E-01	0.782945E-02
	A 4	0.173456E-01	0.173485E-01	0.175724E-01	0.172773E-01
	A 6	0.161268E-02	0.161268E-02	0.161268E-02	0.161268E-02
	A 8	0.227272E-02	0.227272E-02	0.227272E-02	0.227272E-02
	A 10	-0.176212E-02	-0.176212E-02	-0.176212E-02	-0.176212E-02
	A 12	0.832672E-03	0.832672E-03	0.832672E-03	0.832672E-03
	A 14	0.306247E-03	0.306247E-03	0.306247E-03	0.306247E-03
광로차 함수	A 16	-0.312510E-03	-0.312510E-03	-0.312510E-03	-0.312510E-03
	A 18	0.779196E-04	0.779196E-04	0.779196E-04	0.779196E-04
	A 20	-0.382183E-05	-0.382183E-05	-0.382183E-05	-0.382183E-05
	회절 차수 설계 파장	2/1/1	2/1/1	2/1/1	2/1/1
	395nm				
	C 2	-7.9481E-03	-7.9481E-03	-7.9481E-03	-7.9481E-03
	C 4	3.1618E-03	3.1618E-03	3.1618E-03	3.1618E-03
	C 6	2.6104E-04	2.6104E-04	2.6104E-04	2.6104E-04
광로차 함수	C 8	-1.5449E-04	-1.5449E-04	-1.5449E-04	-1.5449E-04
	C 10	1.3011E-04	1.3011E-04	1.3011E-04	1.3011E-04
	회절 차수 설계 파장				
	C 2				
	C 4				
	C 6				
	C 8				
	C 10				

[표13]

면 no.	2-8		2-9		3	
	영역		영역			
비구면 계수	$k$	$1.3466 \leq h \leq 1.3751$	$1.3751 \leq h$			
	A0	$-0.545757 \pm 00$	$-0.616167 \pm 00$		$-5.4022 \pm 01$	
	A4	$0.173456 \pm 01$	$0.341800 \pm 01$		$0.0000 \pm 00$	
	A6	$0.161240 \pm 02$	$0.132229 \pm 01$		$1.0541 \pm 01$	
	A8	$0.227272 \pm 02$	$0.544502 \pm 04$		$-1.0213 \pm 01$	
	A10	$-0.176212 \pm 02$	$0.262231 \pm 02$		$7.4675 \pm 02$	
	A12	$0.83672 \pm 03$	$-0.156680 \pm 02$		$-4.3240 \pm 02$	
	A14	$0.306247 \pm 03$	$0.229248 \pm 03$		$1.4629 \pm 02$	
	A16	$-0.312510 \pm 03$	$-0.165881 \pm 03$		$-2.0762 \pm 03$	
	A18	$0.779196 \pm 04$	$0.451501 \pm 04$		$0.0000 \pm 00$	
광로차 합수	A20	$-0.382183 \pm 05$	$-0.472873 \pm 05$		$0.0000 \pm 00$	
	회절 차수	$2/1/1$	$5/3/2$			
	설계 파장	$395nm$	$405nm$			
	C2	$-7.9481 \pm 03$	$-1.0012 \pm 03$			
	C4	$3.1618 \pm 03$	$-1.0849 \pm 04$			
	C6	$2.6104 \pm 04$	$1.234 \pm 05$			
	C8	$-1.5449 \pm 04$	$-5.9681 \pm 06$			
	C10	$1.3011 \pm 04$	$-8.9463 \pm 06$			
	회절 차수					
	설계 파장					
광로차 합수	C2					
	C4					
	C6					
	C8					
	C10					

또한, 제4 실시예의 대물 광학 소자의 온도 특성에 대해서는,  $\delta SAT1$ 은  $+0.0033WFE \lambda rms/^{\circ}C$ 이고,  $\delta SAT2$ 는  $+0.0019WFE \lambda rms/^{\circ}C$ 이다. 또한, 제1 파장에 있어서의 대물 광학 소자의  $f$ 가  $2.2 mm$ 이므로,  $\delta SAT1/f$ 는  $+0.0015WFE \lambda rms/(^{\circ}C \cdot mm)$ 이다.  $\delta SAT2/f$ 는  $+0.0009WFE \lambda rms/(^{\circ}C \cdot mm)$ 이다. 또한, 제4 실시예의 대물 광학 소자의 파장 특성에 대해서는,  $\delta SA \lambda$ 가  $-0.03 \lambda rms/nm$ 이고,  $\delta SA \lambda /f$ 가  $-0.0136 \lambda rms/(nm \cdot mm)$ 이다. 또한, 사용 파장은  $405 nm$ 이고, 파장 특성에 있어서의 환경 온도  $25^{\circ}C$ 이다.

또한, 콜리메이터 렌즈(CL)로서 대물 광학 소자와 동일한 재료(폴리올레핀계의 플라스틱)로 만들어진 단체의 콜리메이터 렌즈(CL)를 이용하여, 제4 실시예의 대물 광학 소자를 조합하여 이용한 경우,  $\delta SAT3$ 은  $+0.0004WFE \lambda rms/^{\circ}C$ 이고,  $\delta SAT3/f$ 는  $+0.0002WFE \lambda rms/(^{\circ}C \cdot mm)$ 이다. 콜리메이터 렌즈의 렌즈 데이터를 이하의 표14에 나타낸다.

[표14]

플라스틱 노멀 콜리메이터 실시예 렌즈 데이터  
콜리메이터 초점 거리  $f = 17.5mm@BD, 18.1mm@DVD, 18.2mm@CD$

제1면	$n_i$	$d_i(405nm)$	$n_i(405nm)$	$d_i(658nm)$	$n_i(658nm)$	$d_i(785nm)$	$n_i(785nm)$
0	$\infty$	$\infty$		$\infty$		$\infty$	
1(조리개 직경)	$\infty$	$0.0(\phi 4.2mm)$		$0.0(\phi 4.2mm)$		$0.0(\phi 4.2mm)$	
2	$10.9657$	$1.900$	$1.545$	$1.900$	$1.527$	$1.900$	$1.524$
3	$-66.6939$	$5.000$		$5.000$		$5.000$	
4	$\infty$	$8.000$	$1.530$	$8.000$	$1.514$	$8.000$	$1.511$
5	$\infty$	$6.145$		$6.661$		$6.764$	
6	$\infty$						

면 no.	2	3
비구면 계수 $k$	$-6.3761E-01$	$-3.8132E+01$

# <제5 실시예>

이하의 제5 실시예에 있어서는, 대물 광학 소자는 단체의 폴리올레핀계의 플라스틱 렌즈이다. 대물 광학 소자의 광학면의 중앙 영역(CN)의 전체면에는 제1 광로차 부여 구조가 형성되어 있다. 광학면의 주변 영역(MD)의 전체면에는 제2 광로차 부여 구조가 형성되어 있다. 광학면의 최주변 영역(OT)의 전체면에는 제3 광로차 부여 구조가 설치되어 있다. 단면 형상은 도8에 가까운 형상으로 된다.

또한, 제5 실시예에 있어서, 제1 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조, 제2 기초 구조에 부가하여 제3 기초 구조

가 중첩된 구조로 되어 있고, 2 종류의 톱니 형상의 회절 구조와 바이너리 구조가 중첩된 형상으로 되어 있다.

<351> 제5 실시예에 있어서, 제2 광로차 부여 구조는 제1 기초 구조와 제4 기초 구조를 중첩한 구조로 되어 있고, 2 종류의 톱니 형상의 회절 구조가 중첩된 형상으로 되어 있다.

<352> 제5 실시예에 있어서, 제3 광로차 부여 구조는 제4 기초 구조만을 갖는 구조로 되어 있고, 1 종류의 톱니 형상의 회절 구조만을 갖는 형상으로 되어 있다.

<353> 이하의 표15 내지 표18에 제5 실시예의 렌즈 데이터를 나타낸다. 또한, 도11의 (a), 도11의 (b), 도11의 (c)에 있어서, 제5 실시예의 세로 구면 수차도를 나타낸다. 세로 구면 수차도의 종축의 1.0은, BD에 있어서는 NA 0.85 또는  $\phi 3.74 \text{ mm}$ 를 나타내고, DVD에 있어서는 NA 0.6보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.71 \text{ mm}$ 보다 약간 큰 값을 나타내고, CD에 있어서는 NA 0.45보다 약간 큰 값, 또는  $\phi 2.24 \text{ mm}$ 보다 약간 큰 값을 나타낸다. 또한, 제5 실시예에 있어서  $L = 0.38 \text{ mm}$  이다. 따라서,  $L/f = 0.38/2.45 = 0.155$ 이다.

<354> [표15]

단색 회절 렌즈 실시예		렌즈 데이터					
		대물 렌즈의 초점 거리					
		계구수					
		배율					
		$f_1 = 2.20 \text{ mm}$					
		$f_2 = 2.29 \text{ mm}$					
		$f_3 = 2.45 \text{ mm}$					
		$NA_1 : 0.85$					
		$NA_2 : 0.60$					
		$NA_3 : 0.45$					
		$m_1 : 0$					
		$m_2 : 0$					
		$m_3 : 0$					
제 i 면	$r_i$	$d_i(405 \text{ nm})$	$n_i(405 \text{ nm})$	$d_i(658 \text{ nm})$	$n_i(658 \text{ nm})$	$d_i(785 \text{ nm})$	$n_i(785 \text{ nm})$
0	$\infty$	$\infty$		$\infty$		$\infty$	
1(조리개 직경)		$0.0(\phi 3.74 \text{ mm})$		$0.0(\phi 2.71 \text{ mm})$		$0.0(\phi 2.24 \text{ mm})$	
2	$1.5827$	$2.530$	$1.560$	$2.530$	$1.541$	$2.530$	$1.537$
2-1	$1.5799$						
2-2	$1.5769$						
2-3	$1.5741$						
2-4	$1.5816$						
2-5	$1.5816$						
2-6	$1.5827$						
2-7	$1.5824$						
2-8	$1.5126$						
2-9	$1.5126$						
2-10	$1.5126$						
3	$-3.3232$	$0.74$				$0.51$	$0.34$
4	$\infty$	$0.0875$	$1.620$	$0.600$	$1.577$	$1.200$	$1.571$
5	$\infty$						

<355>



[표16]

면 no.		2	2 - 1	2 - 2	2 - 3
영역		$h \leq 0.357$	$0.357 \leq h \leq 0.563$	$0.563 \leq h \leq 0.779$	$0.779 \leq h \leq 1.229$
바구면 계수	$\kappa$	-5.1901E-01	-5.1920E-01	-5.1610E-01	-5.1369E-01
	A 0	0.0000E+00	7.2386E-03	1.4474E-02	2.1741E-02
	A 4	1.6812E-02	1.6812E-02	1.6812E-02	1.6812E-02
	A 6	7.2184E-04	7.2184E-04	7.2184E-04	7.2184E-04
	A 8	3.6921E-03	3.6921E-03	3.6921E-03	3.6921E-03
	A 10	-2.3832E-03	-2.3832E-03	-2.3832E-03	-2.3832E-03
	A 12	7.3118E-04	7.3118E-04	7.3118E-04	7.3118E-04
	A 14	4.3460E-04	4.3460E-04	4.3460E-04	4.3460E-04
	A 16	-3.3859E-04	-3.3859E-04	-3.3859E-04	-3.3859E-04
	A 18	7.7905E-05	7.7905E-05	7.7905E-05	7.7905E-05
	A 20	-3.8236E-06	-3.8236E-06	-3.8236E-06	-3.8236E-06
	회절 계수	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$	$2/1/1$
	설계 파장	395nm	395nm	395nm	395nm
	C 2	-9.6690E-03	-9.6690E-03	-9.6690E-03	-9.6690E-03
	C 4	2.8071E-03	2.8071E-03	2.8071E-03	2.8071E-03
	C 6	4.5147E-04	4.5147E-04	4.5147E-04	4.5147E-04
	C 8	-1.8776E-04	-1.8776E-04	-1.8776E-04	-1.8776E-04
	C 10	1.1487E-04	1.1487E-04	1.1487E-04	1.1487E-04
	회절 계수	0/0/1	0/0/1	0/0/1	0/0/1
	설계 파장	785nm	785nm	785nm	785nm
광로차 함수	C 2	2.1432E-02	2.1432E-02	2.1432E-02	2.1432E-02
	C 4	-1.7579E-03	-1.7579E-03	-1.7579E-03	-1.7579E-03
	C 6	6.1798E-04	6.1798E-04	6.1798E-04	6.1798E-04
	C 8	-1.7907E-04	-1.7907E-04	-1.7907E-04	-1.7907E-04
	C 10	5.5149E-06	5.5149E-06	5.5149E-06	5.5149E-06

[표17]

면 no.	2-4		2-5		2-6		2-7	
	영역	1.229 ≤ h ≤ 1.279	1.279 ≤ h ≤ 1.313	1.313 ≤ h ≤ 1.338	1.338 ≤ h ≤ 1.360	1.360 ≤ h ≤ 1.382	1.382 ≤ h ≤ 1.404	1.404 ≤ h ≤ 1.426
비구면 계수	k	-5.0855E-01	-5.1138E-01	-5.0845E-01	-5.1704E-01	-5.1704E-01	-5.1704E-01	-5.1704E-01
	A 0	1.9053E-02	1.5184E-02	1.1708E-02	7.7827E-03	7.7827E-03	7.7827E-03	7.7827E-03
	A 4	1.7171E-02	1.7096E-02	1.6812E-02	1.6882E-02	1.6882E-02	1.6882E-02	1.6882E-02
	A 6	7.2184E-04	7.2184E-04	7.2184E-04	7.8583E-04	7.8583E-04	7.8583E-04	7.8583E-04
	A 8	3.6921E-03	3.6921E-03	3.6921E-03	3.6921E-03	3.6921E-03	3.6921E-03	3.6921E-03
	A 10	-2.3832E-03	-2.3832E-03	-2.3832E-03	-2.3832E-03	-2.3832E-03	-2.3832E-03	-2.3832E-03
	A 12	7.3118E-04	7.3118E-04	7.3118E-04	7.3118E-04	7.3118E-04	7.3118E-04	7.3118E-04
	A 14	4.3460E-04	4.3460E-04	4.3460E-04	4.3460E-04	4.3460E-04	4.3460E-04	4.3460E-04
	A 16	-3.3859E-04	-3.3859E-04	-3.3859E-04	-3.3859E-04	-3.3859E-04	-3.3859E-04	-3.3859E-04
	A 18	7.7905E-05	7.7905E-05	7.7905E-05	7.7905E-05	7.7905E-05	7.7905E-05	7.7905E-05
회절 계수	A 20	-3.8236E-06	-3.8236E-06	-3.8236E-06	-3.8236E-06	-3.8236E-06	-3.8236E-06	-3.8236E-06
	실계 파장	2/1/1	2/1/1	2/1/1	2/1/1	2/1/1	2/1/1	2/1/1
	395nm							
	C 2	-9.6690E-03	-9.6690E-03	-9.6690E-03	-9.6690E-03	-9.6690E-03	-9.6690E-03	-9.6690E-03
	C 4	2.8071E-03	2.8071E-03	2.8071E-03	2.8071E-03	2.8071E-03	2.8071E-03	2.8071E-03
	C 6	4.5147E-04	4.5147E-04	4.5147E-04	4.5147E-04	4.5147E-04	4.5147E-04	4.5147E-04
	C 8	-1.8776E-04	-1.8776E-04	-1.8776E-04	-1.8776E-04	-1.8776E-04	-1.8776E-04	-1.8776E-04
	C 10	1.1487E-04	1.1487E-04	1.1487E-04	1.1487E-04	1.1487E-04	1.1487E-04	1.1487E-04
	회절 계수 설계 파장							
	C 2							
광로차 함수	C 4							
	C 6							
	C 8							
	C 10							

[표18]

면 no.	2 - 8	2 - 9	2 - 10	3
영역	1.360 ≤ h ≤ 1.693	1.693 ≤ h ≤ 1.795	h ≥ 1.795	
비구면 계수	κ	-6.3971E-01	-6.3971E-01	-6.4455E+01
	A 0	3.3772E-02	3.3772E-02	0.0000E+00
	A 4	6.7776E-03	6.7776E-03	1.0127E-01
	A 6	9.8447E-04	9.8447E-04	-1.0483E-01
	A 8	3.0474E-03	3.0474E-03	8.1714E-02
	A 10	-1.6077E-03	-1.6077E-03	-4.5164E-02
	A 12	1.9240E-04	1.9240E-04	1.3855E-02
	A 14	2.3762E-04	2.3762E-04	-1.7611E-03
	A 16	-1.6317E-04	-1.6317E-04	0.0000E+00
	A 18	4.5602E-05	4.5602E-05	0.0000E+00
A 20	-4.8919E-06	-4.8919E-06	0.0000E+00	
광로차 합수	회절 차수	5/3/2	2/1/1	5/3/2
	설계 파장	405nm	405nm	405nm
	C 2	-2.9493E-03	-7.3734E-03	-2.9493E-03
	C 4	2.1334E-04	5.3335E-04	2.1334E-04
	C 6	-3.0344E-05	-7.5859E-05	-3.0344E-05
	C 8	-2.1699E-05	-5.4247E-05	-2.1699E-05
	C 10	-4.3323E-06	-1.0831E-05	-4.3323E-06
	회절 차수			
	설계 파장			
	C 2			
광로차 합수	C 4			
	C 6			
	C 8			
	C 10			

또한, 제5 실시예의 대물 광학 소자의 온도 특성에 대해서는,  $\delta \text{ SAT1}$ 은  $+0.00308 \text{ WFE } \lambda_{\text{rms}} / ^\circ\text{C}$ 이고,  $\delta \text{ SAT2}$ 는  $+0.00176 \text{ WFE } \lambda_{\text{rms}} / ^\circ\text{C}$ 이다. 또한, 제1 파장에 있어서의 대물 광학 소자의  $f$ 가 2.20 mm이므로,  $\delta \text{ SAT1}/f$ 는  $+0.0014 \text{ WFE } \lambda_{\text{rms}} / (^\circ\text{C} \cdot \text{mm})$ 이다.  $\delta \text{ SAT2}/f$ 는  $+0.0008 \text{ WFE } \lambda_{\text{rms}} / (^\circ\text{C} \cdot \text{mm})$ 이다. 또한, 제5 실시예의 대물 광학 소자의 파장 특성에 대해서는,  $\delta \text{ SA } \lambda$ 가  $-0.02618 \lambda_{\text{rms}} / \text{nm}$ 이고,  $\delta \text{ SA } \lambda / f$ 가  $-0.0119 \lambda_{\text{rms}} / (\text{nm} \cdot \text{mm})$ 이다. 또한, 사용 파장은 405 nm이고, 파장 특성에 있어서의 환경 온도는 25  $^\circ\text{C}$ 이다.

또한, 콜리메이터 렌즈(CL)로서 제4 실시예에서 이용한 것과 동일한 단체의 콜리메이터 렌즈(CL)를 이용하여, 제5 실시예의 대물 광학 소자를 조합하여 이용한 경우,  $\delta \text{ SAT3}$ 은  $+0.000198 \text{ WFE } \lambda_{\text{rms}} / ^\circ\text{C}$ 이고,  $\delta \text{ SAT3}/f$ 는  $+0.00009 \text{ WFE } \lambda_{\text{rms}} / (^\circ\text{C} \cdot \text{mm})$ 이다.

다음에 제4 실시예나 제5 실시예 및 그것과 유사한 대물 광학 소자를 이용하여, 광픽업 장치를 제조하는 방법의 일례를 이하에 설명한다. 여기서는, 가장 발진 파장의 변동이 큰 청자색 반도체 레이저(LD1)에 대해 대물 광학 소자의 최적화를 생각한다. 우선, 청자색 반도체 레이저(LD1)의 기준 파장이 405 nm라 했을 때에, 설계 파장을 402 nm로 한 경우에 구면 수차가 최적이 되는 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자를 설계하고, 그것에 따른 제1 금형을 제작하여, 제1 금형에 의해 성형한 대물 광학 소자를 제1 그룹으로 한다. 설계 파장을 403 nm로 한 경우에 구면 수차가 최적이 되는 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자를 설계하고, 그것에 따른 제2 금형을 제작하여, 제2 금형에 의해 성형한 대물 광학 소자를 제2 그룹으로 한다. 설계 파장을 404 nm로 한 경우에 구면 수차가 최적이 되는 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자를 설계하고, 그것에 따른 제3 금형을 제작하여, 제3 금형에 의해 성형한 대물 광학 소자를 제3 그룹으로 한다. 설계 파장을 405 nm로 한 경우에 구면 수차가 최적이 되는 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자를 설계하고, 그것에 따른 제4 금형을 제작하여, 제4 금형에 의해 성형한 대물 광학 소자를 제4 그룹으로 한다. 설계 파장을 406 nm로 한 경우에 구면 수차가 최적이 되는 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자를 설계하고, 그것에 따른 제5 금형을 제작하여, 제5 금형에 의해 성형한 대물 광학 소자를 제5 그룹으로 한다. 설계 파장을 407 nm로 한 경우에 구면 수차가 최적이 되

는 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자를 설계하고, 그것에 따른 제6 금형을 제작하여, 제6 금형에 의해 성형한 대물 광학 소자를 제6 그룹으로 한다. 설계 파장을 408 nm로 한 경우에 구면 수차가 최적인 되는 광로차 부여 구조를 갖는 대물 광학 소자를 설계하고, 그것에 따른 제7의 금형을 제작하여, 제7의 금형에 의해 성형한 대물 광학 소자를 제7 그룹으로 한다. 또한, 본 실시 형태에서는 광로차 부여 구조의 사양에 따라서 대물 광학 소자를 7 그룹으로 나누었으나, 이에 한정되지 않고 예를 들어 3, 5 그룹 등으로 나누어도 좋다.

<365> 도15는 성형된 대물 렌즈(OBJ)의 사시도이다. 도15에 도시한 바와 같이, 대물 광학 소자(OBJ)에 있어서의 광학면(OP)의 주위에 배치된 고리 형상의 플랜지(F)에는 볼록부 또는 오목부 형상의 식별 마크(M)가 형성되어 있다. 이것은 금형(도시하지 않음)의 플랜지 전사면에, 대응하는 오목부 또는 볼록부를 형성해 둠으로써, 대물 광학 소자(OBJ)의 형성시에 동시에 전사 형성할 수 있다. 본 실시 형태에서는 식별 마크(M)의 수가 1개인 경우 제1 그룹에 속하는 대물 렌즈인 것을 도시하고, 식별 마크(M)의 수가 2개인 경우 제2 그룹에 속하는 대물 렌즈인 것을 도시하고, 식별 마크(M)의 수가 3개인 경우 제3 그룹에 속하는 대물 렌즈인 것을 도시하고, 이하 마찬가지로 한다. 또한, 그룹의 분배 방법으로는 이상에 한정되지 않고, 예를 들어 그룹 분배된 대물 렌즈의 트레이, 카트리지, 혹은 그것을 포장하는 상자 등에 다른 식별 마크를 부여해도 좋다.

<366> 도16은 본 실시 형태에 관한 광픽업 장치의 제조 방법을 나타내는 흐름도이다. 우선, 도16의 스텝 S101에서, 임의의 청자색 반도체 레이저의 발진 파장( $\lambda_1$ )을 측정한다. 다음에, 스텝 S102에서, 측정한 발진 파장  $\lambda_1$ 이 401.5 nm 이상 402.5 nm 미만이면  $n = 1$ 로 하고, 측정한 발진 파장  $\lambda_1$ 이 402.5 nm 이상 403.5 nm 미만이면  $n = 2$ 로 하고, 측정한 발진 파장  $\lambda_1$ 이 403.5 nm 이상 404.5 nm 미만이면  $n = 3$ 으로 하고, 측정한 발진 파장  $\lambda_1$ 이 404.5 nm 이상 405.5 nm 미만이면  $n = 4$ 로 하고, 측정한 발진 파장  $\lambda_1$ 이 405.5 nm 이상 406.5 nm 미만이면  $n = 5$ 로 하고, 측정한 발진 파장  $\lambda_1$ 이 406.5 nm 이상 407.5 nm 미만이면  $n = 6$ 으로 하고, 측정한 발진 파장  $\lambda_1$ 이 407.5 nm 이상 408.5 nm 미만이면  $n = 7$ 로 한다. 또한, 청자색 반도체 레이저의 발진 파장  $\lambda_1$ 이, 401.5 nm 미만 혹은 408.5 nm 이상인 경우, 허용 공차 범위 외의 제품으로서 별도의 것으로 치환하면 된다.

<367> 계속되는 스텝 S103에서, 제 $n$  그룹 내의 대물 광학 소자를 선택한다. 또한, 스텝 S104에서, 측정한 청자색 반도체 레이저와, 선택한 대물 광학 소자를 포함하는 부품을 조립함으로써 광픽업 장치가 완성된다.

<368> 본 발명은 명세서에 기재된 실시예에 한정되는 것이 아니고, 다른 실시예·변형예를 포함하는 것은, 본 명세서에 기재된 실시예나 사상으로 부터 본 분야의 당업자에 있어서 명백하다. 명세서의 기재 및 실시예는 어디까지나 예증을 목적으로 하고 있고, 본 발명의 범위는 후술하는 클레임에 의해 개시되어 있다.

## 도면의 간단한 설명

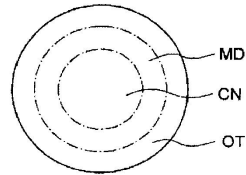
- <11> 도1은 본 발명에 관한 대물 광학 소자(OBJ)의 일례를 광축 방향으로부터 본 도면이다.
- <12> 도2는 본 발명에 관한 대물 광학 소자(OBJ)에 설치되는 광로차 부여 구조의 몇 개의 예인 도2의 (a) 내지 도2의 (d)를 모식적으로 도시하는 단면도이다.
- <13> 도3은 본 발명에 관한 광픽업 장치의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다.
- <14> 도4는 본 발명에 관한 대물 광학 소자(OBJ)의 일례를 모식적으로 도시하는 단면도이다.
- <15> 도5는 본 발명에 관한 제1 실시예의 BD, DVD, CD에 관한 세로 구면 수차도 도5의 (a) 내지 도5의 (c)이다.
- <16> 도6은 본 발명에 관한 제2 실시예의 BD, DVD, CD에 관한 세로 구면 수차도 도6의 (a) 내지 도6의 (c)이다.
- <17> 도7은 본 발명에 관한 제3 실시예의 BD, DVD, CD에 관한 세로 구면 수차도 도7의 (a) 내지 도7의 (c)이다.
- <18> 도8은 본 발명에 관한 제4 실시예의 대물 광학 소자의 광로차 부여 구조를 모식적으로 도시하는 단면도이다.
- <19> 도9는 본 발명에 관한 제4 실시예의 BD, DVD, CD에 관한 세로 구면 수차도 도9의 (a) 내지 도9의 (c)이다.
- <20> 도10은 본 발명에 관한 스폿의 형상을 도시한 도면이다.
- <21> 도11은 본 발명에 관한 제5 실시예의 BD, DVD, CD에 관한 세로 구면 수차도 도11의 (a) 내지 도11의 (c)이다.
- <22> 도12는 광로차 부여 구조의 일례의 단차량을 나타내는 도면이다.
- <23> 도13은 피치 폭의 일례를 나타내는 도면이다.
- <24> 도14는 본 발명에 관한 광로차 부여 구조의 설계 방법을 설명하기 위한 도 도14의 (a) 내지 도14의 (d)이다.

<25> 도15는 형성된 대물 광학 소자(OBJ)의 사시도이다.

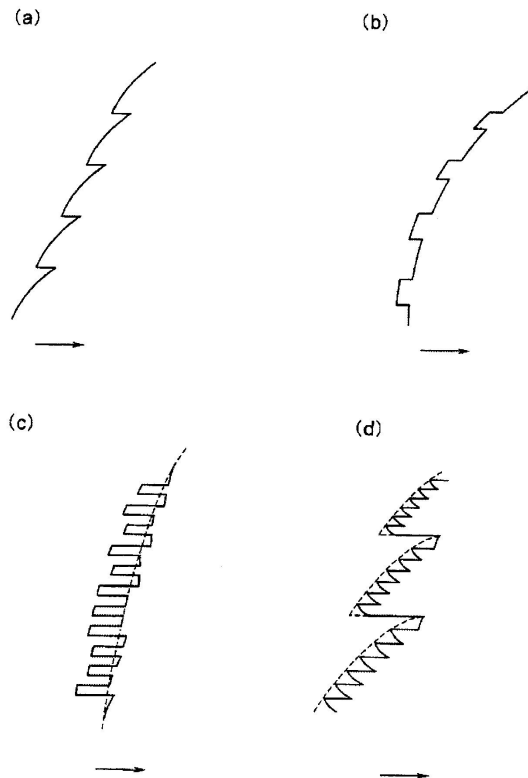
<26> 도16은 광픽업 장치의 제조 방법의 일례를 나타내는 흐름도이다.

## 도면

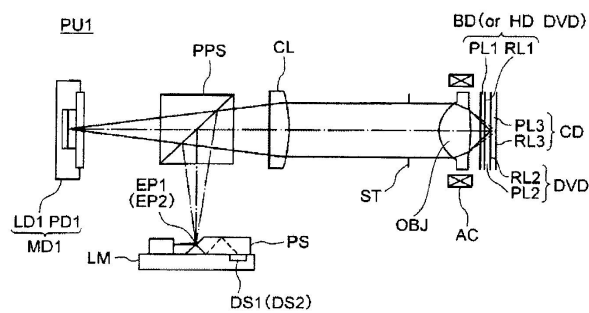
### 도면1



### 도면2

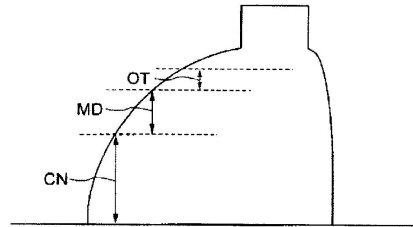


### 도면3

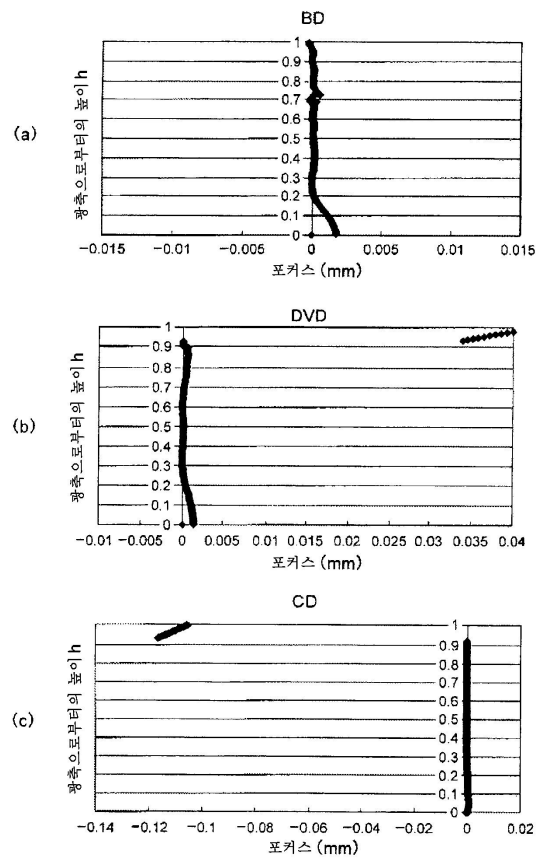




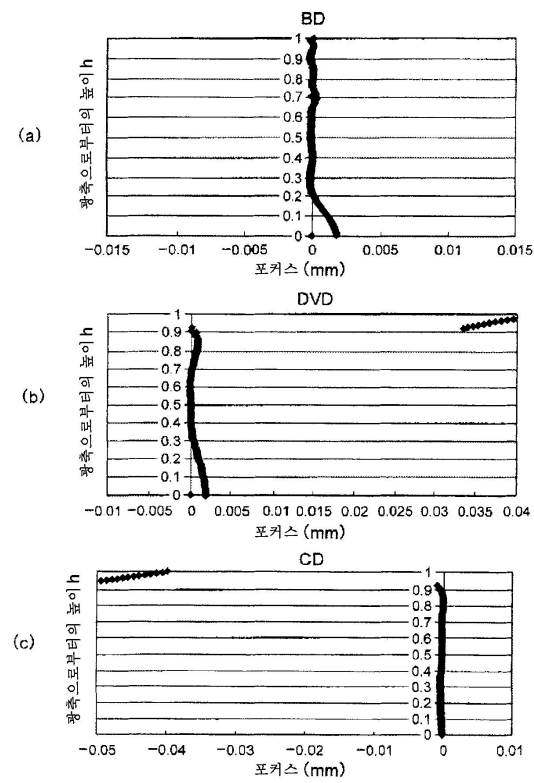
도면4



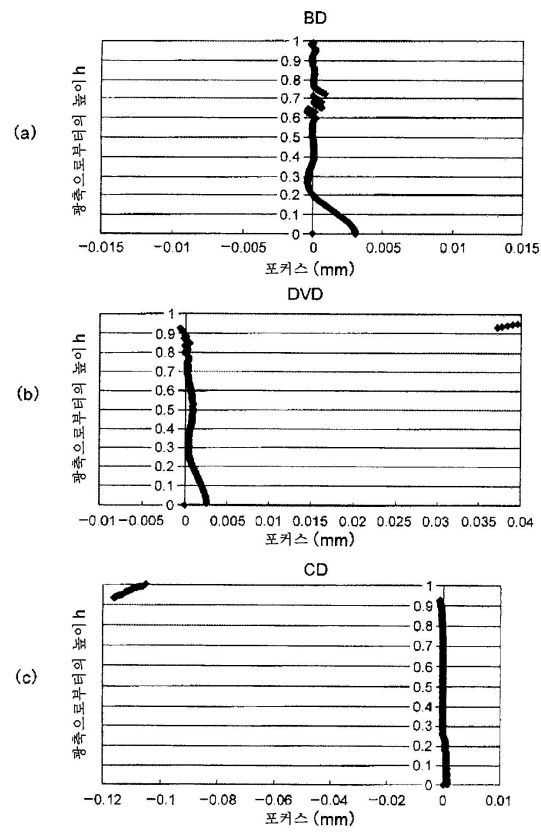
도면5



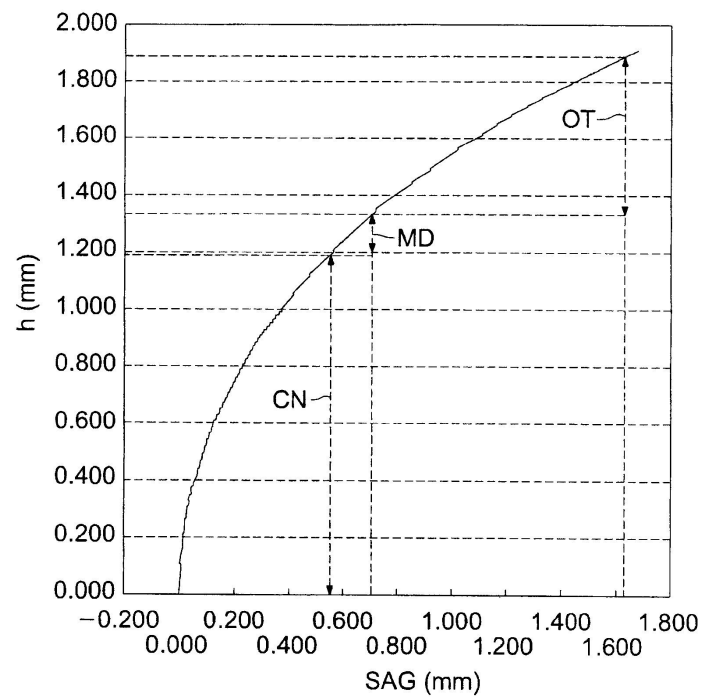
도면6



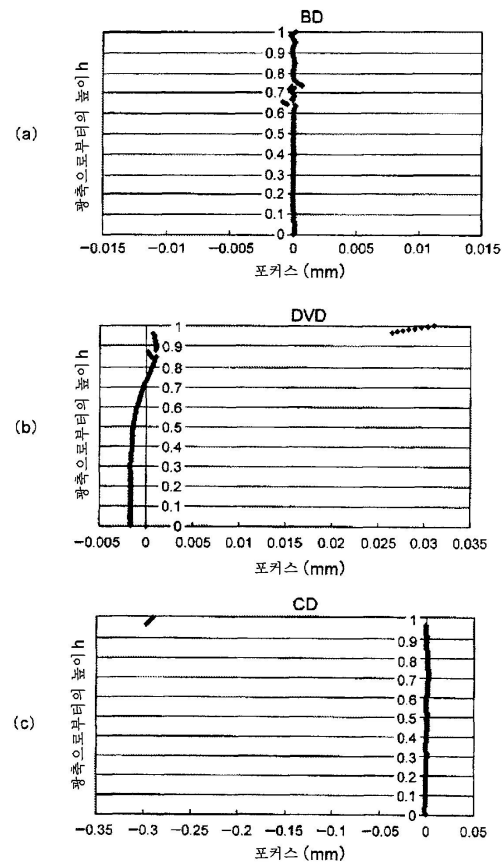
도면7



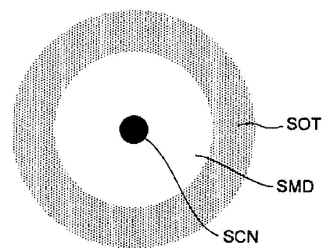
도면8



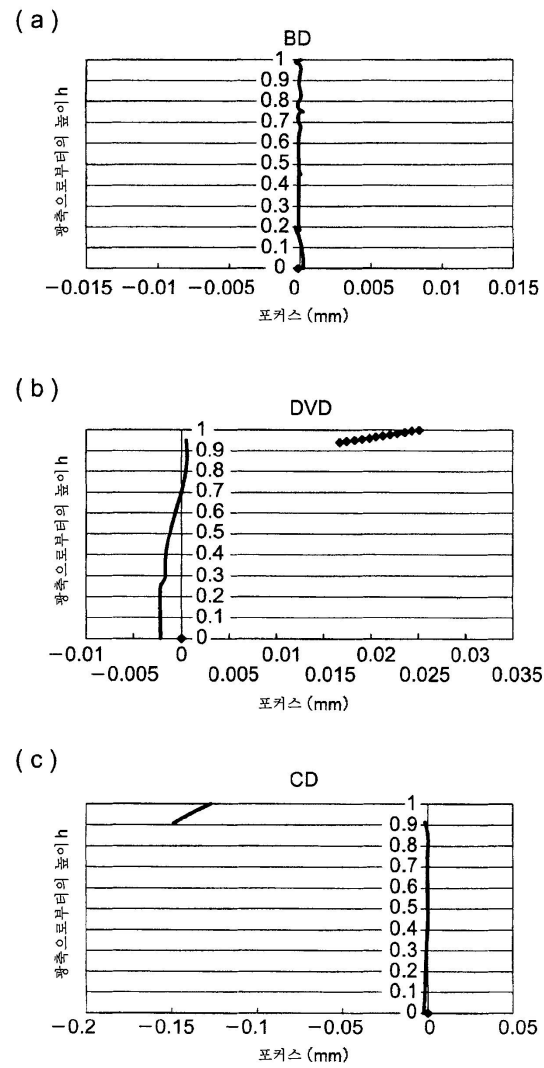
도면9



도면10

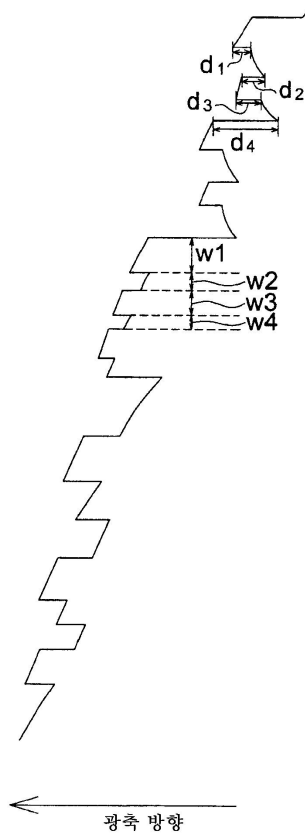


도면11

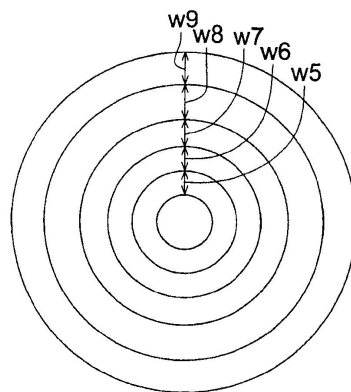




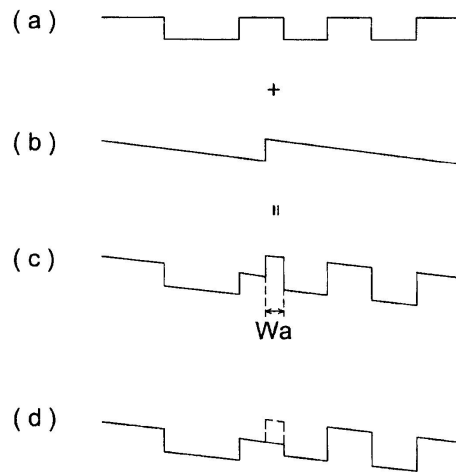
도면12



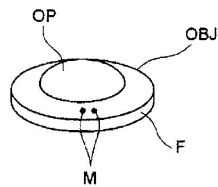
도면13



도면14



도면15



도면16

