



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년02월19일  
(11) 등록번호 10-0804137  
(24) 등록일자 2008년02월11일

(51) Int. Cl.

G11B 7/135 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-0001596  
(22) 출원일자 2003년01월10일  
심사청구일자 2006년06월29일  
(65) 공개번호 10-2003-0061347  
(43) 공개일자 2003년07월18일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2002-00004993 2002년01월11일 일본(JP)  
JP-P-2002-00267451 2002년09월12일 일본(JP)

(73) 특허권자  
히다치 막셀 가부시카가이사  
일본국 오사카후 이바라키시 우시토라 1초메 1-88

(72) 발명자  
스기야스유키  
일본국 이바라키켄 나카군 나카마치 2980-3  
마루야마다케스케  
일본국 가나가와켄 요코하마시 도츠카구 도츠카쵸 1989

(74) 대리인  
강웅선, 김양오, 송재련, 특허법인화우

(56) 선행기술조사문헌  
KR1020000006498A

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 이병수

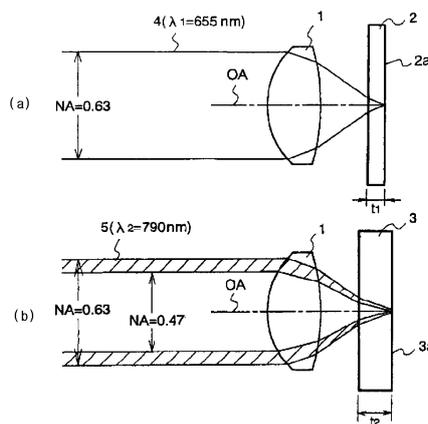
(54) 렌즈 및 그것을 사용한 광학계, 광헤드 및 광디스크장치 및 광픽업장치

(57) 요약

본 발명은 투명기판의 두께가 다른 복수종의 광기록 매체 각각에 대하여 높은 광이용 효율로 광빔을 정보기록면에 집광시킬 수 있도록 하는 것이다.

DVD 기관(2)의 두께( $t_1$ )가 0.6mm 인 DVD가 광디스크장치에 장착되었을 때에는 파장  $\lambda_1 = 655\text{nm}$ 의 광빔(4)이 개구수  $\text{NA} = 0.63$ 의 광속으로서 사용되고, DVD 기관(2)의 정보기록면(2a)에 집광된다. 또 이 광디스크장치에 CD 기관(3)의 두께( $t_2$ )가 1.2mm 인 CD가 장착되었을 때에는 파장  $\lambda_2 = 790\text{nm}$ 의 광빔(5)이 개구수 대략 0.45의 광속으로서 유효하게 사용되고, CD 기관(3)의 정보기록면(3a)에 집광한다. DVD와 CD와의 기관(2, 3) 두께의 차이에 의한 파면수차가 발생하나, 광빔(4, 5)의 파장의 차이에 의한 색수차의 발생에 의하여 이것이 상쇄되어 투명기판의 두께에 차이가 있더라도 각각의 정보기록면(2a, 3a)에 양호하게 집광하게 된다.

대표도 - 도1



**특허청구의 범위**

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

**청구항 17**

투명기관의 두께가 다른 복수종류의 광기록매체마다, 다른 파장의 단색광의 광빔을, 상기 투명기관을 거쳐 입사시키고, 상기 광기록매체의 상기 투명기관에 설치된 정보기록면에 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈에 있어서,

다른 종류의 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 다른 파장의 광빔이 통과하는 렌즈면 영역은, 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분되고,

상기 구간에는, 각각 상기 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차와 상기 광기록매체의 투명기관의 두께의 차이에 의하여 발생하는 구면수차를 상쇄하는 비구면의 렌즈면 형상을 설정하며,

상기 비구면은, 어떤 종류의 광기록매체에 대해서도 대응하는 광빔을 RMS 파면수차가  $0.035\lambda$  이하를 만족하는 조건으로 집광시키도록 상기 색수차와 상기 구면수차를 상쇄하는 렌즈면 형상인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

투명기관의 두께가 다른 복수종류의 광기록매체마다, 다른 파장의 단색광의 광빔을 상기 투명기관을 거쳐 입사시키고, 상기 광기록매체의 상기 투명기관에 설치된 정보기록면에 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈에 있어서,

상기 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 광빔이 출사하는 렌즈면 영역은 단일의 비구면으로 구성되고, 다른 종류의 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 다른 파장의 광빔이 입사하는 렌즈면 영역은, 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분되고,

상기 구간에는, 각각 상기 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차와 상기 광기록매체의 투명기관의 두께의 차이에 의하여 발생하는 구면수차를 상쇄하는 비구면의 렌즈면 형상을 설정하며,

상기 비구면은, 어떤 종류의 광기록매체에 대해서도 대응하는 광빔을 RMS 파면수차가  $0.035\lambda$  이하를 만족하는 조건으로 집광시키도록 상기 색수차와 상기 구면수차를 상쇄하는 렌즈면 형상인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

투명기관의 두께가 다른 복수종류의 광기록매체마다, 다른 파장의 단색광의 광빔을 상기 투명기관을 거쳐 입사시키고, 상기 광기록매체의 상기 투명기관에 설치된 정보기록면에 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈에 있어서,

다른 종류의 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 다른 파장의 광빔이 통과하는 렌즈면 영역은, 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분되고,

어떤 종류의 광기록매체에 대해서도 대응하는 광빔을, RMS 파면수차가  $0.035\lambda$  이하를 만족하는 조건으로 집광시키도록 상기 구간에, 각각 상기 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차와 상기 광기록매체의 투명기관의 두께의 차이에 의하여 발생하는 구면수차를 상쇄하는 비구면의 렌즈면 형상을 설정한 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 22**

투명기관의 두께가 다른 복수종류의 광기록매체마다, 다른 파장의 단색광의 광빔을 상기 투명기관을 거쳐 입사시키고, 상기 광기록매체의 상기 투명기관에 설치된 정보기록면에 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈에

있어서,

다른 종류의 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 다른 파장의 광빔이 통과하는 렌즈면 영역은, 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분되고,

상기 구간에서의 상기 광기록매체에 대응하여 집광하는 각 단색광의 파면수차의 최대값과 최소값의 차를  $\Delta Vd(\lambda_i)$ ( $d$ 는 1, 2 ...의 정수로 각 비구면부를 의미하고,  $i$ 는 1, 2 ...의 정수)라고 할 때,

어느 구간에서도, 각 단색광의 상기 차의 비가 0.4 이상 2.5 이하를 만족하는 조건으로 집광시키도록 상기 구간에, 각각 상기 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차와 상기 광기록매체의 투명기판의 두께의 차이에 의하여 발생하는 구면수차를 상쇄하는 비구면의 렌즈면 형상을 설정한 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 23**

제 22항에 있어서,

상기 각 비구면부에 있어서의 상기 각 단색광의 파면수차의 최대값과 최소값의 차( $\Delta Vd(\lambda_i)$ )를  $0.14\lambda_i$  ( $i$ 는 1, 2 ...의 정수) 이하로 집광시키도록 상기 비구면부의 렌즈면 형상을 설정한 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 24**

제 22항에 있어서,

상기 각 비구면부 내에서의 상기 각 단색광의 파면수차의 분포는, 각 비구면부에서 수차를 보았을 때에 대칭형인 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 25**

제 22항에 있어서,

상기 각 광빔을, 상기 정보기록면에 RMS 파면수차가  $0.035\lambda$  이하로 집광시키고, 각 파장, 각 기록매체마다 각각의 초점위치를 가지는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 26**

삭제

**청구항 27**

제 22항 내지 제 25항 중 어느 한 항에 기재된 렌즈를 사용한 것을 특징으로 하는 광학계.

**청구항 28**

제 22항 내지 제 25항 중 어느 한 항에 기재된 렌즈를 사용한 것을 특징으로 하는 광학헤드.

**청구항 29**

제 22항 내지 제 25항 중 어느 한 항에 기재된 렌즈를 사용한 것을 특징으로 하는 광디스크장치.

**청구항 30**

투명기판의 두께가 다른 복수종류의 광기록매체마다, 다른 파장의 단색광의 광빔을 상기 투명기판을 거쳐 입사시키고, 상기 광기록매체의 상기 투명기판에 설치된 정보기록면에 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈에 있어서,

다른 종류의 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 다른 파장의 광빔이 통과하는 렌즈면 영역은, 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분되고,

상기 광빔의 파면수차 중의 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$ 이라 할 때, 어떤 종류의 상기 광기록매체에 대해서도 대응하여 집광하는 각 단색광의 광빔을, RMS 파면수차비가  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.8$ 을 만족하는 조건으로 집광시키도록 상기 구간에, 각각 상기 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차와 상기 광기록매체의 투명기판의 두께의 차이에 의하여 발생하는 구면수차를 상쇄하는 비구면의 렌즈면 형상을 설정한 것을

특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 31**

제 30항에 있어서,

상기 RMS 파면수차비가  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.6$ 을 만족하는 조건으로 집광시키는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 32**

제 30항에 있어서,

상기 RMS 파면수차비가  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.4$ 를 만족하는 조건으로 집광시키는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 33**

제 30항에 있어서,

어떤 종류의 광기록매체에 대해서도 대응하는 광빔을 RMS 파면수차가  $0.035\lambda$  이하를 만족하는 조건으로 집광시키는 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 34**

제 30항에 있어서,

상기 구간은, 각각 각 단색광의 고유의 파장에 대응한 단일의 초점을 가짐과 동시에, 상기 각 단색광의 고유의 파장에 대응한 초점은 각각 다른 위치에 배치되도록 구성된 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 35**

복수의 다른 파장의 단색광의 광빔을 발생하는 레이저와,

투명기관의 두께가 다른 복수종류의 광기록매체마다 상기 다른 파장의 광빔이 상기 투명기관을 거쳐 입사되고, 상기 광기록매체의 상기 투명기관에 설치된 정보기록면에 상기 광빔을 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈와,

상기 대물렌즈를 거쳐 광디스크로부터 반사된 상기 광빔을 검출하는 광검출기로 이루어지는 광픽업장치에 있어서,

상기 대물렌즈는,

다른 종류의 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 다른 파장의 광빔이 통과하는 렌즈면 영역이, 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분되고,

상기 구간은, 각각 상기 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차와 상기 광기록매체의 투명기관의 두께의 차이에 의하여 발생하는 파면수차를 상쇄하는 비구면의 렌즈면 형상으로 설정되고,

어떤 종류의 상기 광기록매체에 대해서도 대응하는 광빔을, 상기 광빔의 파면수차 중의 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$ 이라 할 때, RMS 파면수차비가  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.8$ 을 만족하는 조건으로 집광시키는 것을 특징으로 하는 광픽업장치.

**청구항 36**

투명기관의 두께가 다른 복수종류의 광기록매체마다, 다른 파장의 단색광의 광빔을 상기 투명기관을 거쳐 입사시키고, 상기 광기록매체의 상기 투명기관에 설치된 정보기록면에 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈에 있어서,

다른 종류의 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 다른 파장의 광빔이 통과하는 렌즈면 영역은, 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분되고,

상기 광빔 중  $i$  번째의 상기 광빔의 파장을  $\lambda_i (i = 1, 2, \dots)$ , 파장( $\lambda_i$ )의 광빔의 RMS 파면수차를  $W_i \cdot \lambda_i$ 라 하고, 모든 파장에 걸치는 하나하나의 RMS 파면수차의 제곱의 총합을  $\sum W_i^2$ 라 할 때,

어떤 종류의 상기 광기록매체에 대해서도 대응하여 집광시키는 광빔의 RMS 파면수차가  $\sqrt{\{(\sum W_i^2)/i\}} \leq 0.028$ 을 만족하는 조건으로 집광시키도록 상기 구간에, 각각 상기 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차와 상기 광기록매체의 투명기관의 두께의 차이에 의하여 발생하는 구면수차를 상쇄하는 비구면의 렌즈면 형상을 설정한 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 37**

제 36항에 있어서,

상기 RMS 파면수차가  $\sqrt{\{(\sum W_i^2)/i\}} \leq 0.023$ 을 만족하는 조건으로 집광시키도록 비구면 형상이 설정된 것을 특징으로 하는 대물렌즈.

**청구항 38**

복수의 다른 파장의 단색광의 광빔을 발생하는 레이저와,

투명기관의 두께가 다른 복수종류의 광기록매체마다 상기 다른 파장의 광빔이 상기 투명기관을 거쳐 입사되고, 상기 광기록매체의 상기 투명기관에 설치된 정보기록면에 상기 광빔을 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈와, 상기 대물렌즈를 거쳐 광디스크로부터 반사된 상기 광빔을 검출하는 광검출기로 이루어지는 광픽업장치에 있어서,

상기 대물렌즈는, 다른 종류의 광기록매체의 정보기록면 위에 집광시키는 다른 파장의 광빔이 통과하는 렌즈면 영역이, 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분되고,

어떤 종류의 상기 광기록매체에 대해서도 대응하는 광빔을, RMS 파면수차가  $\sqrt{\{(\sum W_i^2)/i\}} \leq 0.028$ (단,  $i$  번째의 상기 광빔의 파장을  $\lambda_i$  ( $i = 1, 2, \dots$ ), 파장( $\lambda_i$ )의 광빔의 RMS 파면수차를  $W_i \cdot \lambda_i$ 라 하였을 때의, 모든 파장에 걸치는 하나하나의 RMS 파면수차의 제곱의 총합을  $\sum W_i^2$ 라 한다)를 만족하는 조건으로 집광시키도록 상기 구간에 각각 상기 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차와 상기 광기록매체의 투명기관의 두께의 차이에 의하여 발생하는 파면수차를 상쇄하는 비구면의 렌즈면 형상이 설정된 것을 특징으로 하는 광픽업장치.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

<24> 본 발명은 복수종류의 단색광을 사용하는 다파장용 광학계로서, 예를 들면 CD(CompactDisc:CD-R 등의 CD도 포함함)나 DVD(Digital Versatile Disc) 등 종류가 다른 광기록 매체에 대응할 수 있는 호환형의 기록재생장치에 사용할 수 있는 대물렌즈의 설계방법, 대물렌즈, 범용의 다파장용 렌즈, 다파장용 광학계, 광헤드 및 광디스크장치에 관한 것이다.

<25> 종래부터 CD나 DVD 등의 종류가 다른 광디스크를 모두 재생할 수 있도록 한 호환형 광디스크장치가 제안되고 있다. CD나 DVD 등(이하, 이들을 정리하여 광디스크라 함)은 어느 것이나 투명한 기관이 사용되고, 이 투명기관의 한쪽 면에 정보기록면이 설치되어 있다. 그리고 광디스크는 투명기관을 2매, 이들 정보기록면을 마주 보도록 맞붙인 구성을 이루거나, 또는 이와 같은 투명기관을 투명한 보호기관과, 투명기관의 정보기록면이 보호기관과 마주 보도록 하여 맞붙인 구성을 하고 있다. 이와 같은 구성의 광디스크에 기억된 정보신호를 재생하는 경우에는, 광디스크장치에 의하여 광원으로부터의 레이저빔을 광디스크의 정보기록면에 투명기관을 거쳐 집광시킬 필요가 있다. 레이저빔의 파장은 뒤에 설명하는 바와 같이 CD에 있어서 사용되는 경우와 DVD에 있어서 사용되는 경우에는 다르다. 레이저빔을 집광시키기 위하여 광디스크장치에서는 대물렌즈가 사용되고 있다. 여기서 CD에 있어서 사용되는 투명기관의 두께는 1.2mm 인 데 대하여, DVD에 있어서 사용되는 투명기관의 두께는 0.6mm 이고, 광디스크의 종류(레이저빔의 파장의 차이)에 따라 정보기록면이 설치되어 있는 투명기관의 두께가 다르다. 종류가 다른 광디스크를 재생하는 광디스크장치에서는, 광디스크의 종류에 따라 투명기관의 두께가 다

르더라도 레이저빔을 정보기록면에 집광시킬 필요가 있다. 또 최근 제안되고 있는 새로운 광디스크장치는, 정보의 재생을 위하여 파장 400nm 정도의 청색 레이저를 사용하는 것이 제안되고 있다. 따라서 광디스크장치에서는, 하위 호환을 위하여 CD 및 현행의 DVD에 더하여 그와 같은 새로운 광디스크도 동시에 이용할 수 있는 것이 기대되고 있다.

- <26> 이와 같은 호환형 광디스크장치로서는, 픽업에 광디스크의 종류마다 대물렌즈를 설치하여 사용하는 광디스크의 종류에 따라 대물렌즈를 교환하거나, 광디스크의 종류마다 픽업을 설치하여 사용하는 광디스크의 종류에 따라 픽업을 교환하거나 하는 것을 생각할 수 있다. 그러나 비용면이나 장치의 소형화를 실현하기 위해서는 대물렌즈로서 광디스크의 어느 종류에도 동일한 렌즈를 사용할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- <27> 이와 같은 대물렌즈의 하나의 대표예로서, 일본국 특개평9-145995호 공보에 기재된 것이 있다. 이 문헌에 기재된 대물렌즈는, 반경방향으로 3 이상의 윤대형상렌즈면으로 구분되어 하나 걸러의 윤대형상 렌즈면과 다른 하나 걸러의 윤대형상 렌즈면과는 굴절력을 다르게 하고 있다. 그리고 동일한 파장의 레이저빔에 대하여 하나 걸러의 윤대형상 렌즈면이, 예를 들면 얇은 투명기판(0.6mm)의 광디스크(DVD)의 정보기록면에 레이저빔을 집광시키고, 다른 하나 걸러의 윤대형상 렌즈면이, 예를 들면 두꺼운 투명기판(1.2mm)의 광디스크(CD)의 정보기록면에 레이저빔을 집광시킨다.
- <28> 또 다른 대표예로서, 일본국 특개2000-81566호 공보(미국특허6118594호 공보)에 기재된 것이 있다. 이 문헌에는 얇은 투명기판의 DVD에 대해서는 단파장(635nm 또는 650nm)의 레이저빔을 사용하고, 두꺼운 투명기판의 CD에 대해서는 장파장(780nm)의 레이저빔을 사용하는 광디스크장치가 개시되어 있다. 이 광디스크장치는 이들 레이저빔에 공통으로 사용되는 대물렌즈를 가지고 있다. 그리고 이 대물렌즈는 양(+)의 파워를 가지는 굴절렌즈의 한쪽 면에 윤대형상의 미세한 단차가 치밀하게 설치되어 이루어지는 회절 렌즈구조가 형성된 것이다. 이와 같은 회절 렌즈구조는 얇은 투명기판의 DVD에 대하여 단파장의 레이저빔의 회절광을, 두꺼운 투명기판의 CD에 대하여 장파장의 레이저빔의 회절광을 정보기록면에 집광하도록 설계되어 있다. 그리고 어느 회절광도 동일 차수의 회절광을 정보기록면에 집광하도록 설계되어 있다. 또한 DVD에 대하여 단파장의 레이저빔을 사용하는 것은, CD에 비하여 DVD의 기록밀도는 높고, 이 때문에 빔스폿을 작게 조절할 필요가 있기 때문이다. 잘 알려진 바와 같이, 광 스폿의 크기는 파장에 비례하고, 개구수(NA)에 반비례한다.
- <29> 렌즈면에 윤대형상 위상 시프터를 설치한 윤대 위상 보정 렌즈방식의 대물렌즈도 제안되고 있다(일본국 특개2001-51192호 공보). 이 대물렌즈에서는 먼저 DVD에 사용하는 파장( $\lambda_1$ )이 640nm의 레이저빔에 의한 파면수차를 없애도록 한 렌즈면을 기준으로 한다. 또한 이 대물렌즈에서는 반경방향으로 복수의 윤대형상의 굴절면으로 구분하고, 이들 굴절면을 각각 이 기준 렌즈면으로부터 소정의 단차(렌즈중심으로부터  $i$ 번째의 단차를  $d_i$ 라 한다)를 가지고 형성한다. 이와 같은 단차( $d_i$ )에 의하여 각각의 굴절면에 의하여 DVD의 레이저빔이 기준 렌즈면에 대하여 이 파장( $\lambda_1$ )의 정수( $m_i$ )배만큼 위상 이동함으로써 CD계의 파면수차를 저감하는 것이다.
- <30> 상기 어느 종래예에서도 DVD, CD 모두 공통의 대물렌즈를 사용할 수 있기 때문에, 대물렌즈를 포함하여 DVD, CD 마다 사용부재를 교환하기 위한 수단 등이 불필요하게 되어 비용면이나 구성의 간략화의 점에서 유리하게 된다.
- <31> 그러나 일본국 특개평9-145995호 공보에서는 DVD, CD 마다 대물렌즈에서 이용하는 윤대형상 렌즈면이 다르기 때문에, 입사 레이저빔에 대하여 무효가 되는 부분이 많아 광이용 효율이 현저하게 낮다는 문제가 있다.
- <32> 또 일본국 특개2000-81566호 공보(미국특허6118594호 공보)에서는, 회절렌즈구조에 의한 회절광을 이용하고 있기 때문에, 다른 파장의 각각에 대한 회절효율을 동시에 100%로 할 수는 없다는 문제가 있다. 또한 이 회절렌즈에서는 DVD에 사용하는 단파장(635nm 또는 650nm)의 레이저빔과 CD에 사용하는 장파장(780nm)의 레이저빔에 대하여, 이들의 대략 중간의 파장으로 회절효율이 100%가 되도록 하여, 사용한 레이저빔에 대하여 회절효율이 균형을 이루도록 하고 있다. 또 렌즈면에 회절렌즈구조를 설치하기 위하여 미소한 단차가 필요하게 되나, 제조상의 오차의 영향을 받기 쉽고, 회절구조가 설계부터 어긋난 경우, 회절효율의 열화를 초래하게 된다. 이와 같이 회절효율의 열화나 애당초 회절효율이 100%에 도달하지 않는다는 것은 입사광의 전부를 광디스크의 투명기판에 설치된 정보기록면에 집광할 수는 없음을 의미하고 있어, 이것이 광량 손실이 된다.
- <33> 또한 일본국 특개2001-51192호 공보에 개시된 윤대 위상 보정 렌즈방식에서는, 광이용 효율은 높으나, DVD의 레이저빔에 대하여 파면수차를 없애도록 설계한 렌즈면을 기준면으로 하고, 이것보다 CD의 레이저빔에 대한 파면수차를 저감하도록 이 기준면으로부터 DVD의 레이저빔의 파장( $\lambda_1$ )의 정수( $m_i$ )배의 단차( $d_i$ )만큼 움푹 패이게 하

여 굴절면으로 하고 있다. 그러나 원래부터 DVD를 기준으로 하여 단지 단차를 설치하는 것만으로는 CD의 레이저빔에 대하여 파면수차를 충분히 저감할 수 없다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

<34> 본 발명의 목적은 이와 같은 문제를 해소하여 투명기판의 두께가 다른 복수종의 광기록 매체 각각에 대하여 가급적으로 파면수차가 저감된 상태에서, 또한 높은 광이용 효율로 광빔을 정보기록면에 집광시킬 수 있도록 한 대물렌즈의 설계방법 및 렌즈와 그 렌즈를 사용한 광학계, 광헤드, 광디스크장치를 제공하는 것에 있다.

**발명의 구성 및 작용**

<35> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는 투명기판의 두께가 다른 복수종의 광기록 매체마다 다른 파장의 광빔이 입사되고, 광기록 매체측에서 광빔을 굴절작용에 의하여 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈의 설계방법에 있어서, 광빔의 파장의 차이에 의하여 발생하는 색수차로 광기록 매체의 투명기판의 두께의 차이에 의하여 발생하는 구면수차를 대략 상쇄하도록 렌즈면을 설계한다는 설계방법을 고안해 내었다.

<36> 또 이에 의하여 본 발명은 투명기판의 두께가 다른 복수종의 광기록 매체마다 다른 파장의 광빔이 입사되고, 광기록 매체의 해당 투명기판에 설치된 정보기록면에 해당 광빔을 굴절작용에 의하여 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈로서, 광빔의 파장( $\lambda$ )의 차이에 의하여 발생하는 색수차로 광기록 매체의 투명기판의 두께의 차이에 의하여 발생하는 구면수차를 상쇄함으로써 어떠한 종류의 광기록 매체에 대해서도 광빔을 해당 정보기록면에 RMS 파면수차가  $0.035\lambda$  이하로, 바람직하게는  $0.033\lambda$  이하로, 더욱 바람직하게는  $0.030\lambda$  이하로 집광시킨다,

<37> 또는 해당하는 복수의 광빔을 해당 정보기록면에 RMS 파면수차가,  $i$  번째인 광빔의 파장을  $\lambda_i(i = 1, 2, \dots, \dots)$ 로 하여,

**수학식 1**

<38> 
$$\sqrt{\sum W_i^2} / i \leq 0.028$$

<39> [단,  $i$  번째의 해당 광빔의 파장을  $\lambda_i(i = 1, 2, \dots, \dots)$ , 모든 파장에 걸치는 개개의 RMS 파면수차의 제곱의 총합을  $\sum W_i^2$ , 파장( $\lambda_i$ )의 광빔의 RMS 파면수차를  $W \cdot \lambda_i$ 로 한다]

<40> 바람직하게는 상기 수학식의 좌변의 값이 0.026 이하, 보다 바람직하게는 0.025 이하, 더욱 바람직하게는 0.023 이하로 집광시키는, 또는 해당하는 각 광빔을 해당 정보기록면에 RMS 파면수차비가 해당 광빔의 RMS 파면수차 중의 최대의 RMS 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 RMS 파면수차를  $W_{min}$ 으로 하여,  $W_{max} / W_{min} \leq 1.8$ 로, 바람직하게는  $W_{max} / W_{min} \leq 1.6$ 으로, 더욱 바람직하게는  $W_{max} / W_{min} \leq 1.4$ 로 집광시키는 대물렌즈, 또는 복수종의 광기록 매체마다 다른 파장의 광빔이 입사되고, 해당 광기록 매체의 해당 투명기판에 설치된 정보기록면에 해당 광빔을 굴절작용에 의하여 집광시키는 양의 파워를 가지는 대물렌즈로서, 어떠한 종류의 광기록매체에 대해서도 해당하는 광빔을 해당 정보기록면에 RMS 파면수차가  $0.035\lambda$  이하로 집광시키는 것을 특징으로 하는 대물렌즈를 제공하는 것이다.

<41> 또 본 발명은 각 단색광마다 초점위치가 다른 것을 이용하여 복수종류의 단색광을 각각 굴절작용에 의하여 집광시키는 다파장용 렌즈를 포함하는 다파장용 광학계로 양호한 RMS 파면수차를 얻기 위한 방법으로서, 상기 렌즈의 적어도 한쪽의 렌즈면이 모든 단색광의 공통 사용영역에 있어서 굴절력이 다른 복수의 비구면부로 분할되어 이루어지고, 분할된 어느 비구면부도 각 단색광의 고유의 파장에 대응한 단일의 초점을 가짐과 동시에, 상기 각 단색광의 고유의 파장에 대응한 초점은 각각 다른 위치에 배치하고, 다시 임의의 상기 비구면부의 광로길이와 다른 비구면부의 광로길이와 그 각 단색광의 파장( $\lambda_i$ )의 대략 정수배 다르고, 상기 각 비구면부에 있어서의 상기 각 단색광의 파면수차의 최대값과 최소값의 차를  $\Delta Vd(\lambda_i)$ ( $d$ 는 1, 2 ...의 정수로 각 비구면부를 의미하고,  $i$ 는 1, 2 ...의 정수이다)라 하였을 때에 어느 비구면부에 있어서도 각 단색광의 상기 차의 비가 0.4 이상 2.5 이하인 다파장용 광학계를 비로소 제공하는 것이다.

<42> 또 상기 다파장용 광학계의 각 단색광의 파면수차에 있어서는, 상기 각 비구면부의 파장( $\lambda_i$ )의 단색광에 있어서

의 파면수차의 차를  $0.14\lambda_1$  이하로 하는 것이 바람직하다. 또한 상기 복수의 파장이 2파장인 경우, 예를 들면 장파장이 CD에 있어서의 790nm 부근, 단파장이 655nm 부근의 2파장용 광학계나, 장파장이 655nm 부근이고, 단파장이 405nm 부근인 2파장용 광학계, 장파장이 405nm 부근이고, 장파장이 790nm 부근의 2파장용 광학계, 또는 이들 3개의 파장을 사용하는 3파장용 광학계에도 적용 가능하고, 특히 2파장계의 경우는 이들 파면수차의 형상이 대략 대칭형이 되도록 하는 것이 좋다.

<43> 지금, 두께( $t_1$ )의 투명기판을 사용한 제 1 광디스크에 대하여, 이것을 사용하는 광디스크장치에서의 대물렌즈가 양호하게 수차 보정되어, 이 기관에 설치된 정보기록면에 레이저빔이 양호하게 집광하는 것으로 한다. 이와 같은 광디스크장치에 이 투명기판과는 다른 두께( $t_2$ )의 투명기판을 사용한 제 2 광디스크를 사용한 경우, 이 투명기판의 두께( $t_2$ )가 두께( $t_1$ )와 다르기 때문에, 이 대물렌즈와 두께( $t_2$ )의 투명기판에 의하여 구면 수차가 생겨, 이 두께( $t_2$ )의 투명기판에 설치되어 있는 정보기록면에 레이저빔이 양호하게 집광하지 않는다.

<44> 한편, 이와 같은 대물렌즈와 투명기판으로 이루어지는 광학계에 다른 파장의 레이저빔을 사용하면 색수차가 생긴다. 여기서 색수차란, 파장이 다른 레이저빔을 대물렌즈에 조사한 경우에 각각의 레이저빔에 대응하여 생기는 구면 수차의 차를 말한다. 예를 들면 파장 655nm의 레이저빔과, 파장 790nm의 레이저빔을 대물렌즈에 조사하는 경우에 있어서의 색수차는, 파장 655nm의 레이저빔을 대물렌즈에 조사한 경우에 생기는 구면 수차와, 파장 790nm의 레이저빔을 대물렌즈에 조사한 경우에 생기는 구면 수차의 차이이다. 본 발명은 이와 같은 색수차를 이용하여 상기한 기관의 두께의 차이에 의하여 생기는 구면 수차를 저감하는 것이다. 즉, 기관의 두께가 다른 광디스크마다 다른 파장의 레이저빔을 사용하여 기관의 두께가 다르므로써 생기는 구면 수차를 레이저빔의 파장의 차이에 의하여 생기는 색수차를 가지고 상쇄하여 어떠한 두께의 기관에 대해서도 종합적인 수차가 허용범위 내가 되도록 하는 것이다.

<45> 즉, 두께가  $t_1$ 인 경우의 구면 수차를  $S_A(t_1)$ , 두께가  $t_2$ 인 경우의 구면 수차를  $S_A(t_2)$ 라 하고, 또 파장( $\lambda_1$ )의 레이저빔에 대하여 생기는 구면 수차를  $S_A(\lambda_1)$ , 파장 ( $\lambda_2$ )의 레이저빔에 대하여 생기는 구면 수차를  $S_A(\lambda_2)$ 라 하면, 파장이 다른 것에 의한 색수차는 상기 구면 수차의 차( $S_A(\lambda_2) - S_A(\lambda_1)$ )로 나타낸다. 이 때 본 발명에 서는 다음의 수학적 식 2가 가능한 한 성립하도록 렌즈면을 설계하고 있다.

**수학적 식 2**

$$S_A(t_2) - S_A(t_1) = - (S_A(\lambda_2) - S_A(\lambda_1))$$

<46>

<47> 이것은 기관의 두께가 다른 광디스크 중 어느 것에 대해서도 그 기관의 두께에 대응하는 파장의 레이저빔을 사용한 경우, 이 레이저빔의 대물렌즈와 기관을 통과한 모든 광선이 이 기관의 정보기록면상에서 양호하게 집광하는 광로길이를 거치도록 하는 것이다.

<48> 또한 이 때 본 발명의 일 실시형태의 렌즈는 뒤의 실시예에서 구체적으로 설명하는 바와 같이 그 렌즈면이 복수의 비구면으로 분할되어 이루어지고, 분할된 어느 비구면도 각 단색광의 고유의 파장에 대응한 단일의 초점을 가짐과 동시에, 상기 각 단색광의 고유의 파장에 대응한 초점은 각각 다른 위치에 배치되도록 설계되어 있다.

<49> 지금, 도 3에 있어서, 대물렌즈(1)를 사용하여 기관(2)의 정보기록면(2a)에 레이저빔을 집광시키는 경우에 대하여 설명한다. 여기서 대물렌즈(1)의 면 A는 광입사 측면, 면 B는 광출사 측면이며, 기관(2)의 정보기록면(2a)은 대물렌즈(1)측과는 반대측에 있다.

<50> 도 3은 대물렌즈(1)에 입사하는 레이저빔은 평행광으로 하고(따라서, 도 3에 나타내는 광학계는 이른바 무한 광학계이다), 대물렌즈(1)의 광축(OA)으로부터 이것에 수직인 방향의 거리(광선높이)(h)의 위치(P<sub>1</sub>)를 지나는 광선이 광축(OA)을 가로지르는 점(집광점)(P<sub>5</sub>)에 도달하기까지의 광로를 모식적으로 나타내는 것이다. 여기서 이와 같은 광로에서의 대물렌즈(1)에의 입사점을 P<sub>2</sub>, 대물렌즈(1)로부터의 출사점을 P<sub>3</sub>, 투명기판(2)에의 입사점을 P<sub>4</sub>라 하고,

<51> 점P<sub>1</sub> ~ 입사점P<sub>2</sub> : 공간거리 = S<sub>1h</sub>      굴절율 = n<sub>1</sub>

- <52> 입사점 $P_2$  ~ 출사점 $P_3$  : 공간거리 =  $S_{2h}$  굴절율 =  $n_2$
- <53> 출사점 $P_3$  ~ 입사점 $P_4$  : 공간거리 =  $S_{3h}$  굴절율 =  $n_3$
- <54> 입사점 $P_4$  ~ 집광점 $P_5$  : 공간거리 =  $S_{4h}$  굴절율 =  $n_4$
- <55> 라 하면, 점( $P_1$ )으로부터 집광점( $P_5$ )까지의 광로길이( $L_h$ )는,

**수학식 3**

$$L_h = n_1 \times S_{1h} + n_2 \times S_{2h} + n_3 \times S_{3h} + n_4 \times S_{4h}$$

- <56>
- <57> 로 나타내진다. 또한 광축(OA)상에서의 광로길이( $L_h$ )는 이 수학식 3에 있어서  $h = 0$ 인 경우이다.
- <58> 이 수학식 3은 임의의 광선높이( $h$ )에 대하여 해당하는 것이고, 수차 보정되어 있는 경우에는 각각의 광선높이( $h$ )에 대한 집광점( $P_5$ )이 각각의 허용범위 내에서 정보기록면(2a) 위에 있다. 즉, 본 발명은 예를 들면 두께가 다른 복수의 기관 각각마다 다른 파장의 레이저빔을 사용함으로써, 색수차와 구면수차가 상쇄하여 각각의 광선높이( $h$ )에 대한 집광점( $P_5$ )이 각각의 허용범위 내에서 정보기록면(2a) 위에 있도록 하는 것이다.
- <59> 예를 들면 CD에 있어서의 790nm의 단색광( $\lambda_1$ )과 DVD에 있어서의 655nm의 단색광( $\lambda_2$ )이 사용되는 경우에서, 이 들 양 파장이 공통으로 사용되는 영역을 복수의 비구면부로 분할한 렌즈면으로 하는 방법에서는, 임의의 상기 비구면부의 광로길이가 다른 비구면부의 광로길이와 해당 각 단색광의 파장( $\lambda_i$ )의 대략 정수배 다르고, 또한 상기 각 비구면부에 있어서의 상기 각 단색광의 파면수차의 최대값과 최소값의 차를  $\Delta V_d(\lambda_1)$ 과  $\Delta V_d(\lambda_2)$ ( $d$ 는 1, 2 ...의 정수로 각 비구면부를 의미함)라 하였을 때에 어느 비구면부에 있어서도 각 단색광의 상기 차의 비를 0.4 이상 2.5 이하, 바람직하게는 0.5 이상 2.0 이하로 함으로써 양 파장에 있어서 렌즈 전체로서 허용범위의 RMS 파면수차를 확보할 수 있다. 또한 여기서 말하는 파면수차는 광선높이( $h$ )를  $h = 0$ 인 경우의 광로길이를  $L_0$ 이라 하고, 각 광선높이에 있어서의 광로길이를  $L_h$ 라 하면, 파면수차( $V_h$ )는 수학식 4로 나타낸다.

**수학식 4**

$$V_h = (L_h - L_0) / \lambda_i$$

- <60>
- <61> 도 10은 CD와 DVD의 파장에 있어서의 렌즈의 파면수차를 대비하여 모식도적으로 나타낸 것으로, 가로축은 광선높이, 세로축은 파면수차로서, 위쪽이 CD의 각 비구면부의 파면수차를, 아래쪽이 DVD의 각 비구면부의 상기 식으로 구해지는 파면수차를 나타내고 있다. 예를 들면 비구면부의 제 1 영역에 있어서의 그 비구면부 내의 파면수차의 최대값과 최소값의 차는,  $\Delta V_1(\lambda_1)$ ,  $\Delta V_1(\lambda_2)$ 로 정의된다. 본 발명에서는 뒤의 실시예에서 명확하게 되어 있는 바와 같이 어느 비구면부에 있어서도 각 파장의 파면수차의 최대값과 최소값의 차의 비는 0.4 이상 2.5 이하이다. 즉, 본 발명은 어느 파장에 있어서도 각 비구면부에서 파면수차에 일정한 분포를 가지는 점에서도, 종래의 한쪽의 파장을 기준으로 렌즈면을 구성하고, 다른쪽의 파장에 있어서만 위상 어긋남을 이용하여 파면수차를 보정하는 방식과 다르다. 또한 상기 정수배로서는 분할하는 비구면의 수에도 의하나 0배 ~  $\pm 10$ 배로 하는 것이 바람직하고, 0배 ~  $\pm 5$ 배로 하는 것이 바람직하다.
- <62> 또 본 발명의 다파장용 렌즈는 어느 비구면부의 각 영역에 있어서도 각 파장의 상기 파면수차의 최대값과 최소값의 차가  $0.14 \lambda_i$  이하(예를 들면 파장이 790nm 인 경우에는  $\pm 110.6$ nm 이하, 파장이 655nm 인 경우에는  $\pm 91.7$ nm 이하), 바람직하게는  $0.12 \lambda_i$  이하, 더욱 바람직하게는  $0.10 \lambda_i$  이하로 함으로써 각 파장에 있어서 더욱 양호한 광학특성을 확보할 수 있다.
- <63> 또한 본 발명에서는 2파장용 광학계의 경우, 각 파장의 파면수차를 그것들이 대략 대칭형이 되는 다파장용 렌즈를 사용함으로써, 2파장의 균형이 취해져, RMS 파면수차를 더욱 저감할 수 있다.
- <64> 또한 RMS 파면수차를 저감하는 것을 생각하면, CD의 경우에는 도 10의 광선높이 1.58mm까지의 DVD와 CD의 공통 사용영역만의 파면수차로부터 RMS 파면수차가 결정되나, DVD의 경우에는 상기 공통 사용영역의 바깥쪽에 DVD 전

용영역(도 10에서는 광선높이 1.58 내지 2.02 mm의 범위)이 있어, 상기 공통 사용영역과 상기 전용영역의 양쪽의 파면수차로부터 RMS(Root Mean Square)파면수차값이 구해진다. 따라서 DVD의 경우에는 상기 공통 사용영역의 파면수차가 다소 나쁘더라도 DVD 전용영역의 파면수차에 대해서는 CD를 완전히 무시하고 DVD만을 좋게 하도록 하면 DVD의 RMS 파면수차를 허용값 내로 충분히 저감할 수 있다. 예를 들면 도 10의 모식도에서는 DVD와 CD의 공통 사용영역에 있어서 DVD의 파면수차는  $0 \sim -0.106\lambda$  이고, CD의 파면수차는  $0 \sim +0.088\lambda$ 로서, CD의 파면수차의 쪽이 DVD의 파면수차보다도 작다. 또 DVD 전용영역의 파면수차는  $-0.052\lambda$ 이다. 이 결과, RMS 파면수차로서는 DVD는  $0.0212\lambda$  RMS, CD는  $0.0222\lambda$  RMS와, RMS 파면수차는 DVD도 CD도 대략 동일한 값으로 되어 있다. 이와 같이 RMS 파면수차로서, DVD도 CD도 동일한 값으로 하고 싶은 경우에는 DVD와 CD의 공통 사용영역에 있어서는 CD의 파면수차를 DVD의 파면수차보다도 좋게 하여 두고, DVD의 RMS 파면수차에 대해서는 공통 사용영역에서 열화되어 있는 만큼을 DVD 전용영역에서 보충하여 주도록 하는 것이 유효하다. DVD와 CD의 RMS 파면수차의 비율을 바꾸고 싶은 경우에도 마찬가지로 DVD에 대해서는 공통 사용영역의 파면수차가 다소 나쁘더라도 전용영역에서 보충하는 것을 고려하면 좋다.

<65> 본 발명의 실시형태에 의하여 예를 들면 기관의 두께가 다른 어떠한 광디스크에 대해서도 정보기록면에 양호한 광 스폿을 형성하는 것이 가능하게 된다. 또한 이것은 디스크 기관의 두께가 다르지 않더라도, 즉 두께가 같고 파장이 다른 경우에도 상기 집광점( $P_5$ )을 각각의 허용범위 내로 함으로써 적용 가능하다. 또 광기록 매체에 한정하지 않고, 광통신 등에서 다른 파장의 레이저빔을 동일한 렌즈 또는 광학계를 통과시키는 경우에도 적용 가능하다.

<66> 이하, 본 발명의 실시형태를 투명기관의 두께가 다른 2종류의 광디스크, 즉 DVD와 CD를 예로, 도면을 사용하여 설명한다. 또한 본 발명의 제 1 실시형태의 렌즈는 제조상의 용이성으로부터 비정질 폴리올레핀으로 이루어지는 수지를 사출성형에 의하여 작성한 것이다. 제 2 실시형태의 렌즈는 유리의 굴절율의 것이나, 렌즈재질을 플라스틱수지로 하고 싶은 경우에는 플라스틱수지의 굴절율로 설계하면 좋다.

<67> 도 1은 본 발명에 의한 대물렌즈의 제 1 실시형태의 작용을 나타내는 도면으로서, 상기 도 1의 (a)는 DVD에 대한 것, (b)는 CD에 대한 것이다. 도면에 있어서 1은 이 실시형태의 대물렌즈, 2는 DVD의 투명기관(이하, DVD 기관이라 함), 3은 CD의 투명기관(이하, CD 기관이라 함), 4, 5는 레이저빔이다.

<68> 먼저, 도 1(a)에 있어서, 대물렌즈(1)가 도시 생략한 광디스크장치의 광헤드에 설치되어 있다. 그리고 DVD가 이 광디스크장치에 장착되어 대물렌즈(1)에 의하여 평행광으로서 입사되는 레이저빔(4)이 집광됨으로써 기록재생이 행하여진다. 여기서 DVD기관(2)의 두께( $t_1$ )는 0.6mm 이고, 이때의 레이저빔(4)으로서는 파장  $\lambda_1 = 655\text{nm}$ 의 레이저빔이 개구수  $NA = 0.63$ 의 광속으로서 사용된다. 이와 같은 조건하에 이와 같은 레이저빔은, DVD기관(2)의 대물렌즈측(1)과는 반대측 면의 정보기록면(2a)에 집광된다.

<69> 도 1(b)는 상기와 동일한 광디스크장치에 CD가 장착되어, 동일한 대물렌즈 (1)를 사용하여 기록재생이 행하여지는 경우를 나타낸다. 여기서 CD기관(3)의 두께 ( $t_2$ )는 1.2mm 이고, 이 때의 레이저빔(5)으로서는 파장  $\lambda_2 = 790\text{nm}$ 의 레이저빔이 대략 개구수  $NA = 0.63$ 의 광속으로서 사용되나, 실질적으로는 개구수  $NA = 0.47$ 의 광속이 CD 기관(3)의 정보기록면(3a)에 집광하고, 해칭하여 나타내는 대략  $NA = 0.47 \sim 0.63$ 의 대물렌즈(1)의 광축(OA)으로부터 떨어진 부분을 지나는 광속은 이 정보기록면(3a)에서 집광하지 않는다. 이와 같이 이 개구수(NA)가 대략 0.47까지의 상기 렌즈영역은 DVD, CD의 공통 사용영역이 된다.

<70> 이와 같이 이 제 1 실시형태는 DVD, CD 모두 수차가 양호하게 저감되어, 정보기록면(2a, 3a)에서 양호한 광 스폿이 얻어지도록 하는 것이나, 이 때문에 DVD, CD 양쪽 모두에 임의의 광선높이(h)에 대하여 상기 수학적식 4에서 나타내는 광로길이 ( $L_h$ )가 수차를 저감하여 허용값 내로 하는 값으로 하도록, 대물렌즈(1)의 렌즈면형상을 설정하는 것이다. 이하, 이와 같은 렌즈면형상의 일 구체예를 도 2에 의하여 설명한다.

<71> 도 2에 있어서 대물렌즈(1)의 광출사 측면(B)에 대하여 광선높이(h)의 점을 c, 이 점 c로부터 광축(OA)으로 평행한 방향에서의 광출사 측면(B)상의 점을 d라 하면, 이 광출사 측면(B)의 면 형상은, 임의의 광선높이(h)에 대한 점 c, d 사이의 거리( $Z_h$ )에 의하여,

**수학적식 5**

$$Z_B = \frac{C h^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1) C^2 h^2}} + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + A_{10} \cdot h^{10}$$

<72>

<73> 단, C = -0.12301      K = 3.312138      A<sub>4</sub> = 0.01628151

<74>      A<sub>6</sub> = -0.004311717      A<sub>8</sub> = 0.000682316      A<sub>10</sub> = -0.00004157469

<75> 로 나타내도록 한다.

<76> 또한 수학적식 5에 있어서, 상기 계수(C, K, A<sub>4</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>10</sub>)의 값을 대입하여 임의의 광선높이(h)(≠0)에 대한 거리(Z<sub>B</sub>)를 구하면, 그 값은 음(-)의 값이 되나, 이것은 광출사 측면(B)상의 점 d가 점 c, 따라서 이 광출사 측면(B)의 광축(OA)이 지나는 면 정점(e)보다도 출사면측(도 2에서의 좌측)에 위치하는 것을 나타내고 있다. 거리(Z<sub>B</sub>)가 양(+)의 값인 경우에는 반대의 오른쪽에 위치하는 것을 나타내고 있다.

<77> 다음에 대물렌즈(1)의 광입사 측면(A)에 대하여 광선높이(h)의 점을 a, 이 점 a로부터 광축(OA)으로 평행한 방향에서의 광입사 측면(A)상의 점을 b라 하면, 광입사측면(A)의 면 형상은, 광선높이(h)(mm)와 이 광선높이(h)에 대한 점 a, b 사이의 거리(Z<sub>a</sub>)(mm)가 다음의 표 1에 나타내는 관계가 되는 렌즈면 형상으로 설정된다.

표 1

h(mm)	ZA(mm)	h(mm)	ZA(mm)	h(mm)	ZA(mm)	h(mm)	ZA(mm)
0.00	0.000000	0.54	0.070725	1.08	0.287733	1.62	0.670934
0.02	0.000095	0.56	0.078008	1.10	0.298787	1.64	0.688969
0.04	0.000378	0.58	0.081490	1.12	0.310076	1.66	0.707293
0.06	0.000851	0.60	0.087172	1.14	0.321801	1.68	0.725908
0.08	0.001513	0.62	0.093056	1.16	0.333364	1.70	0.744816
0.10	0.002365	0.64	0.099141	1.18	0.345367	1.72	0.764020
0.12	0.003405	0.66	0.105429	1.20	0.357611	1.74	0.783521
0.14	0.004635	0.68	0.111921	1.22	0.370098	1.76	0.803322
0.16	0.006055	0.70	0.118619	1.24	0.382830	1.78	0.823424
0.18	0.007664	0.72	0.125522	1.26	0.395809	1.80	0.843830
0.20	0.009462	0.74	0.132634	1.28	0.409037	1.82	0.864540
0.22	0.011451	0.76	0.139954	1.30	0.422515	1.84	0.885559
0.24	0.013629	0.78	0.148855	1.32	0.436245	1.86	0.906886
0.26	0.015998	0.80	0.156597	1.34	0.450229	1.88	0.928525
0.28	0.018557	0.82	0.164550	1.36	0.463024	1.90	0.950477
0.30	0.021308	0.84	0.172714	1.38	0.477531	1.92	0.972744
0.32	0.024249	0.86	0.181092	1.40	0.492299	1.94	0.995329
0.34	0.027382	0.88	0.189684	1.42	0.507330	1.96	1.018233
0.36	0.030707	0.90	0.198492	1.44	0.522625	1.98	1.041459
0.38	0.034224	0.92	0.207517	1.46	0.538186	2.00	1.065009
0.40	0.037934	0.94	0.216760	1.48	0.552559	2.02	1.088887
0.42	0.041838	0.96	0.226225	1.50	0.568667	2.04	1.113094
0.44	0.045936	0.98	0.235911	1.52	0.585050	2.06	1.137635
0.46	0.050229	1.00	0.245821	1.54	0.600234	2.08	1.162512
0.48	0.054718	1.02	0.255956	1.56	0.617173	2.10	1.187732
0.50	0.059403	1.04	0.266319	1.58	0.634395	2.12	1.213298
0.52	0.065640	1.06	0.276910	1.60	0.653186		

<78>

<79> 대물렌즈(1)의 상기 수학적식 5로 나타내는 광출사 측면(B)도, 또 상기 표 1의 점열 데이터로 나타내는 광입사 측면(A)도, 연속한 비구면을 이루는 것이다. 또 대물렌즈(1)의 광축 상의 면 정점(f, e) 사이의 거리, 즉 중심 두께(t<sub>0</sub>)는 2.2mm로서, 파장 λ<sub>1</sub> = 655nm(DVD)에서의 굴절율(n)은 1.54014이고, 파장 λ<sub>2</sub> = 790nm(CD)에서의 굴절율(n)은 1.5365이다.

<80> (i) 여기서 수차를 평가하기 위한 상기 수차의 허용값으로서, 대물렌즈(1)에의 입사 레이저빔이 입사각 0° 인 경우[즉, 광축(OA)에 평행한 평행광]에 대하여 DVD(파장 λ<sub>1</sub> = 655nm), CD(파장 λ<sub>2</sub> = 790nm) 모두 RMS 파면수차

로  $0.035\lambda$ , 바람직하게는  $0.033\lambda$ , 더욱 바람직하게는  $0.030\lambda$ 로 한다. 이 제 1 실시형태에서는 DVD, CD의 파면수차가 이와 같은 허용값 이하가 되도록 광출사면(B)과 광입사면(A)을 상기의 면 형상으로 설정하고 있는 것이다.

<81> 이 제 1 실시형태에서는 2종류의 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2$ )을 사용한 경우를 나타내고 있으나, 일반적으로 n종류(단, n은 2 이상의 정수)의 다른 파장( $\lambda_i$ )(단,  $i = 1, 2, \dots, n$ )을 사용하는 경우도 마찬가지이다.

<82> (ii) 또 이와 같이 n종류의 파장( $\lambda_i$ )을 사용한 경우에 대하여 이들 파장( $\lambda_i$ )의 입사 레이저빔이 입사각  $0^\circ$  인 경우의 각각의 RMS 파면수차를  $W \cdot \lambda_i$ 라고 하면, 이들 수차는,

**수학식 6**

$$\sqrt{\sum W_i^2} / i \leq W_0$$

<83> (단, i번째의 해당 광빔의 파장을  $\lambda_i$ ( $i = 1, 2, \dots$ ), 모든 파장에 걸치는 개개의 RMS 파면수차의 제곱의 총합을  $\sum W_i^2$ , 파장( $\lambda_i$ )의 광빔의 RMS 파면수차를  $W_i \cdot \lambda_i$ 라 한다)를 만족하도록 한다. 이 때의 허용값( $W_0$ )으로서 0.028, 바람직하게는 0.026, 더욱 바람직하게는 0.025, 더욱 바람직하게는 0.023으로 한다. 상기 제 1 실시형태에서는 DVD의 RMS 파면수차를  $W_1$ , CD의 RMS 파면수차를  $W_2$ 라 하고, 또한  $i = 1, 2$ 이므로, 상기 수학식 6은,

**수학식 7**

$$\sqrt{(W_1^2 + W_2^2)} / 2 \leq W_0$$

<85> 이 된다.

<86> (iii) 또는 다른 n종류의 파장( $\lambda_i$ )의 레이저빔을 사용하는 경우, 각각의 파장( $\lambda_i$ ) 중에서 최대의 RMS 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 RMS 파면수차를  $W_{min}$ 이라 하면,  $1 \leq W_{max} / W_{min} < W_{th}$  로 한다. 이 경우의 허용값( $W_{th}$ )으로서 1.8, 바람직하게는 1.6, 더욱 바람직하게는 1.4로 한다. 상기 제 1 실시형태의 경우에는 DVD의 RMS 파면수차( $W_1$ )와 CD의 RMS 파면수차( $W_2$ )의 어느 한쪽이 최대의 RMS 파면수차  $W_{max}$ 가 되고, 다른쪽이 최소의 RMS 파면수차( $W_{min}$ )가 된다.

<87> 도 4는 이 제 1 실시형태에서의 RMS 파면수차의 계산결과를 나타내는 것으로, 가로축에 상 높이(mm)를 취하고, 세로축에 RMS 파면수차를 취하고 있다.

<88> 도 4(a)는 DVD(파장  $\lambda_1 = 655\text{nm}$ )에 대한 RMS 파면수차를 나타내고 있고, 상높이 = 0mm일 때에는, RMS 파면수차 =  $0.02130\lambda_1$  이다. 또 도 4(b)는 CD(파장  $\lambda_2 = 790\text{nm}$ )에 대한 RMS 파면수차를 나타내고 있고, 상 높이가 = 0mm 일 때에는, RMS 파면수차 =  $0.02410\lambda_2$  이다.

<89> 이와 같은 수치를 평가하기 위하여 상기의 각 조건식에 삽입하면,

<90> (i) 먼저 DVD, CD에 대하여 RMS 파면수차가  $0.02130\lambda$ ,  $0.02410\lambda$ 와 상기의 허용값  $0.035\lambda$ , 바람직하게는  $0.033\lambda$ , 더욱 바람직하게는  $0.030\lambda$ 보다도 작다.

<91> (ii) DVD, CD에 대하여 상기 수학식 7에 의하여,

**수학식 8**

$$\sqrt{(W_1^2 + W_2^2)} / 2 = \sqrt{(0.02130^2 + 0.02410^2)} / 2 = 0.0227$$

<92>

- <94> 이므로, 상기의 허용값 0.028, 바람직하게는 0.026, 더욱 바람직하게는 0.025, 더욱 바람직하게는 0.023 이하로 되어 있다.
- <95> (iii) DVD, CD에 대하여  $W_{max}/W_{min}$ 을 보면,
- <96>  $W_{max} / W_{min} = 0.02410 / 0.02130 = 1.1315$
- <97> 가 되므로, 상기의 허용값 1.8, 바람직하게는 1.6, 더욱 바람직하게는 1.4 이하로 되어 있다.
- <98> 도 5는 상기 수학식 5로 나타내는 면 형상의 광출사 측면(B)과 상기 표 1로 나타내는 면 형상의 입사측면(A)를 가지는 대물렌즈(1)를 사용한 것에 의한 DVD, CD의 정보기록면상에서의 광 스폿의 계산결과를 나타내는 도면으로서, 가로축은 정보기록면에서의 광축을 기준점으로 한 광축에 수직방향의 위치를 거리(mm)로 나타낸 것이고, 세로축은 이 기준점(= 0mm)에서의 광각도를 1이라 하였을 때의 각 위치의 상대적 광각도를 나타내고 있다.
- <99> 도 5(a)는 DVD에 대한 광 스폿을 나타내는 것으로, 상대적 광각도가  $1/e^2 (= 13.5\%)$ 가 되는 광 스폿 직경( $\phi_D$ )은  $0.85\mu m$  이다. 또 도 5(b)는 CD에 대한 광 스폿을 나타내는 것으로, 상대적 광각도가  $1/e^2$ 가 되는 광 스폿 직경( $\phi_C$ )은  $1.37\mu m$  이다. 이와 같이 DVD, CD 모두 정보기록면에 양호한 광 스폿이 얻어진다.
- <100> 다음에 본 발명에 의한 대물렌즈의 제 2 실시형태에 대하여 설명한다.
- <101> 이 제 2 실시형태는, 그 기본적 구성은 상기 제 1 실시형태와 동일하나, 광입사면(A)을 광축으로부터 반경방향으로 복수의 구간으로 구분하여 각각의 구간의 면형상을 DVD, CD 모두 수차가 허용값 내로 양호하게 저감되도록 설정하는 것이다.
- <102> 이 제 2 실시형태의 광입사면(A)의 면 형상을 도 2를 사용하여 설명한다. 지금 이 광입사면(A)의 광선높이(h) 방향(반경방향)의 광축(OA)축으로부터 j번째 구간에서의 점 a, b 사이의 거리를 다음의 함수(9)로 즉,

**수학식 9**

$$Z_{A,j} = B + \frac{C h^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1) C^2 h^2}} + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + A_{10} \cdot h^{10} + A_{12} \cdot h^{12} + A_{14} \cdot h^{14} + A_{16} \cdot h^{16}$$

- <103>
- <104> 로 나타낸다. 또한 수학식 9에서의 광원높이(h)는, j번째 구간에서의 것이다.
- <105> 그리고 DVD, CD 모두 수차를 허용값 내로 양호하게 저감하기 위한 수학식 9에서의 구간마다, 그 범위(h의 범위)와 그 각 정수(B, C, K,  $A_4$ ,  $A_6$ ,  $A_8$ ,  $A_{10}$ ,  $A_{12}$ ,  $A_{14}$ ,  $A_{16}$ )를 나타내면, 다음의 표 2에 나타내는 바와 같이 된다.

표 2

구간j	h의 범위	B	C	K	A4
1	0~0.464667	0	4.45390E-01	-6.67483	0.030017
2	0.464667~0.687967	0.00108409	4.46999E-01	-8.52884E-01	-1.11390E-03
3	0.687967~0.904685	0.00216818	4.45826E-01	-5.85171E-01	2.36910E-03
4	0.904685~1.414529	0.00325226	4.46759E-01	-6.51167E-01	9.59140E-04
5	1.414529~1.519145	0.00216818	4.28660E-01	-3.27869E-01	6.74850E-03
6	1.519145~1.589366	0.00108409	4.42061E-01	-5.75461E-01	2.50970E-03
7	1.589366~1.847991	0.00103073	4.45481E-01	-6.24870E-01	1.77360E-03
8	1.847991~2.2	-0.00113744	4.45319E-01	-6.13552E-01	1.64620E-03

A6	A8	A10	A12	A14	A16
1.026695	-14.364412	106.233381	-431.806672	895.812958	-725.25403
8.21580E-03	9.75070E-03	-3.03780E-02	-4.03770E-02	1.80080E-01	-1.49931E-01
-5.00360E-03	4.59410E-03	3.04280E-03	-8.16540E-03	6.55040E-03	-2.40830E-03
4.83750E-04	2.53240E-04	-1.24670E-04	-1.01670E-04	7.59740E-05	-1.37590E-05
3.92010E-04	-1.18360E-03	-4.24370E-04	7.93880E-05	1.45720E-04	-3.75090E-05
1.75070E-04	-2.24990E-04	-1.73810E-05	6.71230E-07	1.64740E-05	-3.98660E-06
1.24130E-04	-7.34610E-05	2.76610E-05	-9.44330E-08	1.32750E-06	-6.17570E-08
1.15930E-04	-7.50480E-05	2.80220E-05	-9.53270E-06	1.33720E-06	-6.23130E-08

<106>

<107>

또 이 제 2 실시형태에서의 광출사면(B)의 면 형상(ℷ)은 다음의 수학적 10으로 나타낸다.

수학적 10

$$Z_B = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2 \cdot h^2}} + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + A_{10} \cdot h^{10}$$

<108>

<109>

단, C = -0.0747792                      K = 15.7398                      A<sub>4</sub> = 0.012308

<110>

A<sub>6</sub> = -0.0037652                      A<sub>8</sub> = 0.00068571                      A<sub>10</sub> = -0.000048284

<111>

또, 대물렌즈(1)의 광축상의 면 정점(f, e) 사이의 거리, 즉 중심두께(t<sub>0</sub>)는 2.2mm 이고, 파장 λ<sub>1</sub> = 655nm(DV D)에서의 굴절율(n)은 1.604194 이고, 파장 λ<sub>2</sub> = 790nm(CD)에서의 굴절율(n)은 1.599906 이다.

<112>

여기서, 수차를 평가하기 위한 상기 수차의 허용값으로서는, 상기 제 1 실시형태와 동일하다.

<113>

도 6은 이 제 2 실시형태에서의 RMS 파면수차의 계산결과를 나타내는 것으로, 가로축, 세로축은 도 4와 동일하다.

<114>

도 6(a)는 DVD(파장 λ<sub>1</sub> = 655nm)에 대한 RMS 파면수차를 나타내고 있고, 상높이 = 0mm일 때에는 RMS 파면수차 = 0.01945 λ<sub>1</sub> 이다. 또 도 6(b)는 CD(파장 λ<sub>2</sub> = 790nm)에 대한 RMS 파면수차를 나타내고 있고, 상 높 이 = 0mm 일 때에는 RMS 파면수차 = 0.02525 λ<sub>2</sub> 이다.

<115>

도 11에 상기 렌즈의 공통 사용영역의 파면수차를 계산한 결과를, 각 비구면부에서의 파면수차의 차 및 그 비를 표 3에 나타낸다.

표 3

	영역 1	영역 2	영역 3	영역 4	영역 5	영역 6
$\Delta V d (\lambda 655) (\lambda)$	0.0955	0.0960	0.0963	0.0692	0.0939	0.0937
$\Delta V d (\lambda 790) (\lambda)$	0.0977	0.0973	0.0967	0.0701	0.0974	0.0976
$\Delta V d (\lambda 790) / \Delta V d (\lambda 655)$	1.02	1.01	1.00	1.01	1.04	1.04
$\Delta V d (\lambda 655) / \Delta V d (\lambda 790)$	0.98	0.99	1.00	0.99	0.96	0.96

<116>

<117>

표 3에 나타내는 바와 같이, 790nm과 655nm의 공통 사용영역에 있어서 각 파면수차의 차의 비  $\Delta Vd(\lambda 790)/\Delta Vd(\lambda 655)$ 는 1.00 ~ 1.04의 사이에 들어가 있다. 또 비  $\Delta Vd(\lambda 655)/\Delta Vd(\lambda 790)$ 는 0.96 ~ 1.00의 사이에 들어가 있다. 그리고 그 각 영역의 파면수차 자체도 양 파장에 있어서 0.14λ 이하로 되어 있다. 또 이 렌즈에서는 파면수차가 790nm의 파장에 있어서 + 측에, 655nm의 파장에 있어서 - 측에 나타나도록 하고 있어, 양 파면수차가 대략 대칭형이 된다.

<118>

또한 광축을 중심으로 분할된 인접하는 각 비구면부에서 광로길이의 차가 생기고 있으나, 그 차는 각 파장에 대응하여 대략 정수배가 되도록 설계되어 있고, 또 이 실시예에서는 짝수의 분할된 비구면부로 이루어져 있다.

<119>

이와 같은 수치를 평가하기 위하여, 제 1 실시형태와 마찬가지로 상기의 각 조건식에 삽입하면,

<120>

(i) 먼저 DVD, CD에 대하여 RMS 파면수차가  $0.01945\lambda_1$ ,  $0.02525\lambda_2$ 와 상기의 허용값  $0.035\lambda$ , 바람직하게는  $0.033\lambda$ , 더욱 바람직하게는  $0.030\lambda$ 보다도 작다.

<121>

(ii) DVD, CD에 대하여 상기 수학적 식 7에 의하여,

수학적 식 11

$$\sqrt{(W_1^2 + W_2^2)} / 2 = \sqrt{(0.01945^2 + 0.02525^2)} / 2 = 0.02254$$

<122>

이므로, 상기의 허용값 0.028, 바람직하게는 0.026, 더욱 바람직하게는 0.025, 더욱 바람직하게는 0.023 이하로 되어 있다.

<124>

(iii) DVD, CD에 대하여  $W_{max}/W_{min}$ 을 보면,

<125>

$$W_{max} / W_{min} = 0.02525 / 0.01945 = 1.298$$

<126>

이 되므로, 상기의 허용값 1.8, 바람직하게는 1.6, 더욱 바람직하게는 1.4 이하로 되어 있다.

<127>

도 7은 상기 수학적 식 10으로 나타내는 면 형상의 광출사 측면(B)과 상기 수학적 식 9 및 표 2로 나타내는 면 형상의 입사측면(A)을 가지는 대물렌즈(1)를 사용한 것에 의한 DVD, CD의 정보기록면상에서의 광 스폿의 계산결과에 나타내는 도면으로서, 가로축, 세로축은 도 5와 동일하다.

<128>

도 7(a)는 DVD에 대한 광 스폿을 나타내는 것으로, 상대적 광강도가  $1/e^2$ (= 13.5%)가 되는 광 스폿 직경( $\phi_D$ )은  $0.89\mu m$ 이다. 또 도 7(b)는 CD에 대한 광 스폿을 나타내는 것으로, 상대적 광강도가  $1/e^2$ 가 되는 광 스폿 직경( $\phi_C$ )은  $1.30\mu m$ 이다. 이와 같이 DVD, CD 모두 정보기록면에 양호한 광 스폿이 얻어진다.

<129>

또한 본 실시형태 2에서는 상기한 표 3에 있어서 상기 비가 0.96 ~ 1.04로서, RMS 파면수차로서는 DVD가  $0.01945\lambda_1$ 이고, CD가  $0.02525\lambda_2$ 이나, 상기 도 10의 설명에서 설명한 바와 같이 공통 사용영역에 있어서의 DVD의 파면수차를 좀더 열화시켜 CD의 파면수차를 좋게 하면 DVD, CD 모두 RMS 파면수차로서  $0.022 \sim 0.023\lambda$  정도의 동등한 RMS 파면수차로 하는 것도 가능하다.

<130>

또한 일례로서 앞의 일본국 특개2001-51192호 공보에 기재된 DVD와 CD와의 RMS 파면수차를 보면,

<131> 예 1) DVD :  $0.001\lambda_1$  CD :  $0.047\lambda_2$

<132> 예 2) DVD :  $0.019\lambda_1$  CD :  $0.037\lambda_2$

<133> 단,  $\lambda_1 = 640\text{nm}$   $\lambda_2 = 780\text{nm}$

<134> 의 2개의 예를 들고 있으나, 어느 것에 있어서도 CD에 대해서는 상기의 허용값  $0.035\lambda$  을 초과하는 것이다.

<135> 또, 이 예 2)의 렌즈의 각 파장에 있어서의 파면수차를 공보 기재의 렌즈 데이터를 사용하여 계산에 의하여 구하면, 하기 표 4 및 도 12에 나타내는 바와 같이, 그 비가  $0.03 \sim 33.44$ 로 본 발명의 범위밖이고, 그 때문에 양자의 균형이 어긋나 있다. 또한 DVD측의 파면수차는  $0.14\lambda$  이하가 되나, CD 측의 파면수차가 커져, 렌즈 전체의 RMS 파면수차도 커져 버린다.

표 4

	영역 1	영역 2	영역 3	영역 4	영역 5
$\Delta V d (\lambda 655) (\lambda)$	0.0415	0.0518	0.0242	0.1012	0.1906
$\Delta V d (\lambda 790) (\lambda)$	0.1489	0.1635	0.1142	0.1039	0.0057
$\Delta V d (\lambda 655) / \Delta V d (\lambda 790)$	0.28	0.32	0.21	0.97	33.44
$\Delta V d (\lambda 790) / \Delta V d (\lambda 655)$	3.59	3.16	4.72	1.03	0.03

<136>

<137> 또, 이들

수학식 12

$$\sqrt{(W_1^2 + W_2^2)} / 2$$

<138>

<139> 는, 상기 각각에 대하여  $0.0332$ ,  $0.0294$ 가 되어, 어느 것이나 상기의 허용값  $0.028$ , 바람직하게는  $0.026$ , 더욱 바람직하게는  $0.025$ , 더욱 바람직하게는  $0.023$ 을 초과하고 있고, 또한 이들의  $W_{\max}/W_{\min}$ 도 각각  $47$ ,  $1.847$  이 되어, 모두 상기의 허용값  $1.8$ , 바람직하게는  $1.6$ , 더욱 바람직하게는  $1.4$ 를 초과하고 있다.

<140> 이와 같이 상기 제 1, 제 2 실시예 모두 수차를 상기의 허용값 내로 억제할 수 있는 것이나, 이것은 수차가 이와 같은 허용값 내로 수납되도록 기관 두께의 차에 의한 구면 수차와 색수차가 상쇄되어 렌즈면 형상으로 하고 있는 것에 의한 것이다. 이에 대하여 앞의 일본국 특개2001-51192호 공보에서는 단지 입사 레이저빔을 DVD 레이저빔 파장의 정수배만큼 위상 이동함으로써 CD의 수차 저감을 도모하도록 한 것이므로, 어느 하나의 파장에 대해서는 수차를 충분히 작게 억제할 수 있다 하더라도 모든 파장에 대하여 상기와 같은 작은 값의 허용값 내로 수차를 동시에 넣을 수 없는 것이다.

<141> 이상의 실시형태에서는 DVD와 CD에서 기관 두께가 각각  $0.6\text{mm}$ 와  $1.2\text{mm}$ 로 다른 것에 의한 구면 수차가  $655\text{nm}$ 와  $790\text{nm}$ 의 파장의 차에 의한 색수차에 의하여 상쇄되어 종합적인 수차가 저감되어 있는 것이 도 5 및 도 7에 나타내는 광 스폿 및 도 4, 도 6에 나타내는 파면수차의 그래프로부터 분명하다. 또 이상의 실시형태에서는 대물렌즈(1)의 광입사 측면(A)의 면 형상은 상기 표 1에 나타내는 점렬 데이터, 수학식 9 및 표 2로 주어지고, 광출사 측면(B)의 면 형상은 상기 수학식 5, 수학식 10에 나타내는 비구면의 식에 의하여 주어지므로, 앞의 종래예와 같은 회절 렌즈구조를 사용하고 있지 않고, 또 기록 또는 재생에 필요한 개구(NA)에 대하여 대략 모든 광속을 집광할 수 있으므로, 높은 광이용 효율이 얻어지게 된다.

<142> 또한 이상의 실시형태에서는 도 1에 나타내는 바와 같이 대략 개구수  $NA = 0.47$  내지 개구수  $NA = 0.63$ 까지의 대물렌즈(1)의 바깥쪽 영역은 DVD에만 사용되고, CD에서는 사용하지 않으므로 이와 같은 바깥쪽 영역에서의 광입사 측면 A, 광출사 측면 B 중 어느 한쪽 또는 양쪽에 DVD일 때의 파장  $655\text{nm}$ 의 빛을 투과하고, CD일 때의 파장  $790\text{nm}$ 의 빛을 투과하지 않는 박막처리를 실시하거나, 또는 이와 같은 바깥쪽 영역에서의 광입사 측면 A, 광출사 측면 B 중 어느 한쪽 또는 양쪽 2파장  $655\text{nm}$ 의 빛에는 작용하지 않으나, 파장  $790\text{nm}$ 의 빛에 작용하는 회절 격자를 형성하여 파장  $655\text{nm}$ 의 광이용 효율을 떨어뜨리지 않고 2파장  $790\text{nm}$ 의 광이용 효율을 떨어뜨리도록 하여

도 좋다.

- <143> 즉, 이상의 실시형태와 같이, 다른 개구수의 시스템에 공용할 때에 개구수에 따른 다이어프램을 설정할 수 없는 경우에는 개구수가 작은 광학계에 있어서는 여분의 광속까지도 수용하게 되기 때문에 개구수가 큰 광학계에 합치하여 설계된 렌즈의 바깥쪽 영역부분을 통과하는 빛이, 개구수가 작은 광학계에 악영향을 미치지 않는 배려를 하는 것이 바람직하다. 예를 들면 렌즈의 바깥쪽 영역을 통과한 빛이 디스크면에는 집광하지 않도록 가로 수차량이 0.015mm 이상이 되도록 하는 것이 바람직하다.
- <144> 또 이상의 실시형태에서는 DVD와 CD의 2종류의 광디스크를 예로 하였으나, 본 발명은 이것에 한정하지 않고, 이들 이외의 종류가 다른 광디스크이어도 좋고, 또 기관의 두께가 다른 3종류 이상의 광디스크에 대해서도 적용 가능하고, 각각마다 사용하는 레이저빔의 파장을 다르게 하고, 이들에 따라 색수차가 파면수차를 상쇄하도록 렌즈면 형상을 설정하면 좋다.
- <145> 또한 기관 두께가 같더라도 사용하는 파장이 다르기 때문에 종래의 통상의 렌즈에서는 큰 수차가 발생하는 경우에도 본 발명을 적용함으로써 수차 저감을 할 수 있다.
- <146> 도 8은 본 발명에 의한 대물렌즈를 사용한 광헤드의 일 실시형태를 나타내는 구성도로서, 11은 DVD 레이저, 12는 CD 레이저, 13, 14는 하프프리즘, 15는 콜리메이터 렌즈, 16은 검출 렌즈, 17은 광검출기, 18은 회절격자, 19는 액츄에이터이고, 도 1에 대응하는 부분에는 동일부호를 붙이고 있다.
- <147> 상기 도면에 있어서, DVD 디스크(2)를 기록 또는 재생하는 경우에는, DVD 레이저(11)를 구동한다. DVD 레이저(11)로부터 발생하는 파장 655nm의 레이저빔이, 하프프리즘(13)에서 반사하고, 하프프리즘(14)을 투과하여 콜리메이터 렌즈(15)에 입사한다. 콜리메이터 렌즈(15)를 통과하여 평행광이 되어 레이저빔은, 대물렌즈(1)에 입사하여 집광되고, DVD 디스크(2)의 정보 기록면에 광 스폿을 형성한다. 그리고 DVD 디스크(2)에서 반사한 반사광이 대물렌즈(1)에 의하여 평행광이 되어 콜리메이터 렌즈(15)에 입사한다. 콜리메이터 렌즈(15)는 이 평행광을 수속광으로 하고, 이 수속광은 하프프리즘(14, 13)을 투과하고, 검출 렌즈(16)를 통과하여 광검출기(17)에 도달한다. 광검출기(17)의 검출 출력신호는 신호처리회로(도시 생략)에 공급되어, 정보기록 재생신호나 포커스 오차신호, 트래킹 오차신호가 얻어진다. 도시생략한 시스템 제어회로는, 얻어진 포커스 오차신호와 트래킹 오차신호를 기초로 적정한 포커스위치와 트래킹위치에 대물렌즈(1)가 위치하도록 액츄에이터 구동회로(도시 생략)를 제어하여 액츄에이터(19)를 구동한다.
- <148> CD 디스크(3)를 기록 또는 재생하는 경우에는, CD 레이저(12)를 구동한다. CD 레이저(12)로부터 발생하는 파장 790nm의 레이저빔이 회절격자(18)를 통과하여 하프프리즘(14)에서 반사되어 콜리메이터 렌즈(15)에 입사한다. 콜리메이터 렌즈(15)를 통과하여 평행광이 된 레이저빔은, 대물렌즈(1)에 입사하여 집광되어, CD 디스크(3)의 정보기록면에 광 스폿을 형성한다. 그리고 CD 디스크(3)에서 반사한 반사광이 대물렌즈(1)에 의하여 평행광이 되어 콜리메이터 렌즈(15)에 입사한다. 콜리메이터 렌즈(15)는 이 평행광을 수속광으로 하고, 이 수속광은 하프프리즘(14, 13)을 투과하고, 검출 렌즈(16)를 통하여 광검출기(17)에 도달한다. 광검출기(17)의 검출 출력신호는 도시 생략한 신호처리회로에 공급되어 정보기록 재생신호나 포커스 오차신호, 트래킹 오차신호가 얻어진다.
- <149> 또한 CD 디스크(3)의 경우의 트래킹 오차신호는, CD 레이저(12)로부터의 레이저빔을 회절격자(18)에 의하여 0차광과  $\pm 1$ 차광의 3빔으로 분기되고, 이들  $\pm 1$ 차광에 의하여 트래킹 오차신호를 얻도록 하고 있다.
- <150> 이와 같이 하여 얻어진 트래킹 오차신호와 포커스 오차신호에 의하여 DVD 디스크(2)와 동일하게 하여 적정한 포커스위치와 트래킹위치에 대물렌즈(1)가 위치하도록 액츄에이터(19)를 구동한다.
- <151> 또한 본 발명에 있어서 대물렌즈(1) 대신에, 콜리메이터 렌즈(15) 또는 하프프리즘(14) 등, 양 디스크에 공통하는 광학계에 있어서, 본 발명에 있어서의 대물렌즈와 동일한 기능을 가지도록 광학 설계할 수도 있다. 또 도시 생략하였으나, 본 발명의 대물렌즈와 동등한 기능을 가지는 다른 광학요소를 하프프리즘(14)으로부터 디스크(2) 또는 디스크(3)에 이르는 광로에 배치함으로써도 좋다.
- <152> 또한 콜리메이터 렌즈(15)는 반드시 필요하지는 않고, 이른바 유한계의 광학계이어도 본 발명은 적용 가능하다.
- <153> 도 9는 본 발명에 의한 대물렌즈를 사용한 광디스크장치의 일 실시형태를 나타내는 구성도로서, 20은 액츄에이터 구동회로, 21은 신호처리회로, 22는 레이저 구동회로, 23은 시스템 제어회로, 24는 디스크 판별수단이고, 도 8에 대응하는 부분에는 동일부호를 붙이고 있다.

- <154> 상기 도면에 있어서 광픽업 장치부분에 있어서는, 도 8에 나타내는 구성과 동일하다.
- <155> 먼저 장착된 디스크의 종류를 디스크 판별수단(24)에 의하여 판별한다. 그 디스크 판별방법으로서는, 디스크의 기관의 두께를 광학적 또는 기계적인 방법으로 검출하는 방법, 디스크 또는 디스크의 카트리지에 미리 기록된 식별 마크를 검출하는 방법 등을 생각할 수 있다. 또는 디스크의 두께, 종류를 가정하여 디스크의 신호를 재생하여 정상적인 신호가 얻어지지 않으면, 다른 두께, 종류의 디스크라고 판단하는 방법이어도 좋다. 디스크 판별결과, 디스크 판별수단(24)으로부터 시스템 제어회로(23)에 전달된다.
- <156> DVD 디스크라고 판별된 경우에는, 시스템 제어회로(23)로부터 레이저 구동회로(22)에 대하여 DVD 레이저를 점등시키는 신호가 전달되고, 레이저 구동회로(22)에 의하여 DVD 레이저(11)가 점등된다. 이에 의하여 광헤드에서는 도 8에 나타난 실시형태와 마찬가지로 2파장 655nm의 레이저빔이 광검출기(17)에 도달한다. 이 광검출기(17)로부터의 검출신호가 신호처리회로(21)에 보내져 정보기록 재생신호와 포커스 오차신호와 트랙킹 오차신호가 생성되어 시스템 제어회로(23)에 보내진다. 시스템 제어회로(23)에서는 이들 포커스 오차신호와 트랙킹 오차신호에 의거하여 액츄에이터 구동회로(20)를 제어하고, 이 제어에 의거하여 액츄에이터 구동회로(20)가 액츄에이터(19)를 구동하여 대물렌즈(1)를 포커스방향 및 트랙킹방향으로 이동시키는 이른바 서보회로의 동작에 의하여 포커스제어 및 트랙킹제어가 정교로 행하여져, 대물렌즈(1)가 DVD 디스크(2)에 대하여 정확한 위치에 위치하도록 상기의 각 회로 및 액츄에이터(19)가 동작하는 것으로 하고, 그 결과 정보기록 재생신호가 양호하게 얻어진다.
- <157> 장착된 디스크가 CD 디스크(3)라고 판별된 경우에는, 시스템 제어회로(23)로부터 레이저 구동회로(22)에 대하여 CD 레이저(12)를 점등시키는 신호가 전달된다. 이에 의하여 CD 레이저(12)로부터 파장 790nm의 레이저빔이 발생한다. 이것 이후의 동작은 도 8에 광헤드의 경우와 동일하며, 이 레이저빔이 광검출기(17)에 도달하여 상기의 DVD 디스크(2)의 경우와 마찬가지로 각 회로나 액츄에이터(19)가 작동하여 서보동작이 행하여져 정보기록 재생신호가 양호하게 얻어진다.

**발명의 효과**

- <158> 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면 투명기관의 두께가 다른 2종류 이상의 광디스크에 대하여, 회절 렌즈 구조를 사용하지 않고 굴절작용에 의하여 기록 또는 재생에 필요한 개구(NA)로 모든 광속을 원하는 위치에 가급적 적은 수차로 집광시킬 수 있어 광이용 효율을 더욱 높일 수 있다. 또 상기 설명으로부터 알 수 있는 바와 같이 본 발명은 복수의 단색광을 사용하는 다파장용 광학계에 있어서, 분할된 어떠한 비구면도 각 단색광의 고유의 파장에 대응한 단일의 초점을 가짐과 동시에, 상기 각 단색광의 고유의 파장에 대응한 초점은 각각 다른 위치에 배치할 수 있고, 광통신 등에 있어서의 광학계에 있어서도 그 이용이 가능하다.

**도면의 간단한 설명**

- <1> 도 1은 본 발명에 의한 대물렌즈의 제 1 실시형태를 나타내는 도,
- <2> 도 2는 도 1에 나타내는 제 1 실시형태의 렌즈면 형상의 일 구체예를 나타내는 도,
- <3> 도 3은 대물렌즈와 광디스크의 투명기관으로 이루어지는 광학계에서의 광로길을 설명하기 위한 도,
- <4> 도 4는 도 1에 나타내는 제 1 실시형태의 파면수차의 측정결과와 일 구체예를 나타내는 그래프도,
- <5> 도 5는 도 1에 나타내는 제 1 실시형태를 사용한 광디스크장치에서의 종류가 다른 광디스크에 대한 광 스폿의 계산결과를 나타내는 도,
- <6> 도 6은 본 발명에 의한 대물렌즈의 제 2 실시형태의 파면수차의 측정결과와 일 구체예를 나타내는 그래프도,
- <7> 도 7은 본 발명에 의한 대물렌즈의 제 2 실시형태를 사용한 광디스크장치에서의 종류가 다른 광디스크에 대한 광 스폿의 계산결과를 나타내는 도,
- <8> 도 8은 본 발명에 의한 광헤드의 일 실시형태를 나타내는 도,
- <9> 도 9는 본 발명에 의한 광디스크장치의 일 실시형태를 나타내는 도,
- <10> 도 10은 광선높이에 대한 각 파장의 파면수차를 나타내는 모식도,
- <11> 도 11은 실시예 2에 있어서의 광선높이에 대한 각 파장의 파면수차를 나타내는 도,

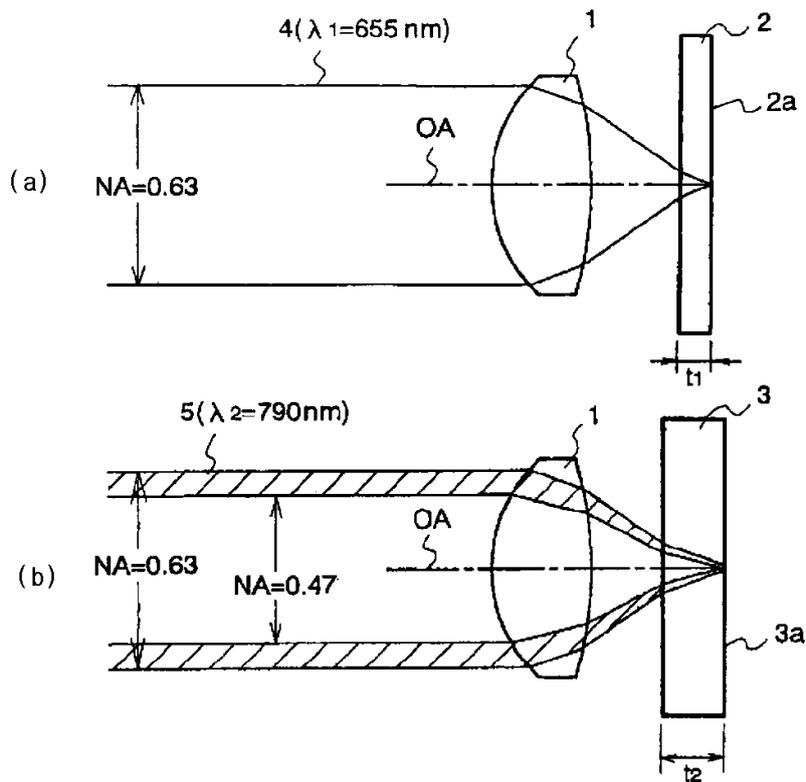
<12> 도 12는 일본 특개2001-51192호에 기재된 렌즈를 사용한 경우의 광선높이에 대한 각 파장의 파면수차를 나타내는 도면이다.

<13> ※도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

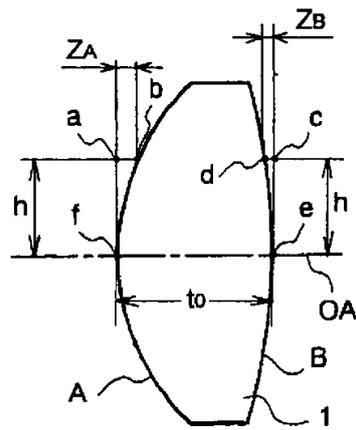
- |      |                 |               |
|------|-----------------|---------------|
| <14> | 1 : 실시형태의 대물렌즈  | 2 : DVD의 투명기판 |
| <15> | 2a : 정보기록면      | 3 : CD의 투명기판  |
| <16> | 3a : 정보기록면      | 4, 5 : 레이저빔   |
| <17> | 11 : DVD 레이저    | 12 : CD 레이저   |
| <18> | 13, 14 : 하프 프리즘 | 15 : 콜리메이터 렌즈 |
| <19> | 16 : 검출렌즈       | 17 : 광검출기     |
| <20> | 18 : 회절격자       | 19 : 액츄에이터    |
| <21> | 20 : 액츄에이터구동회로  | 21 : 신호처리회로   |
| <22> | 22 : 레이저구동회로    | 23 : 시스템제어회로  |
| <23> | 24 : 디스크 판별수단   |               |

도면

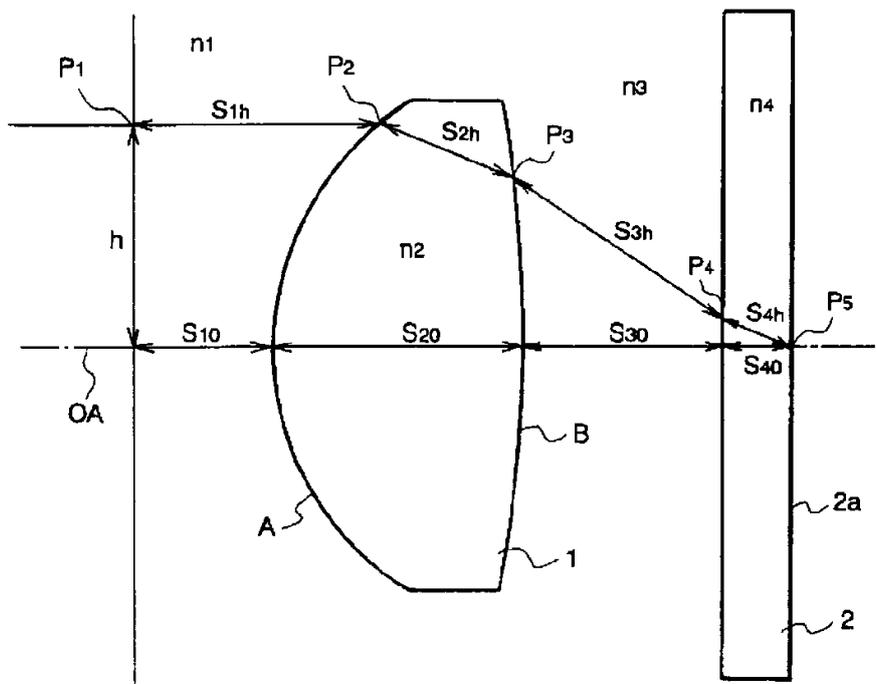
도면1



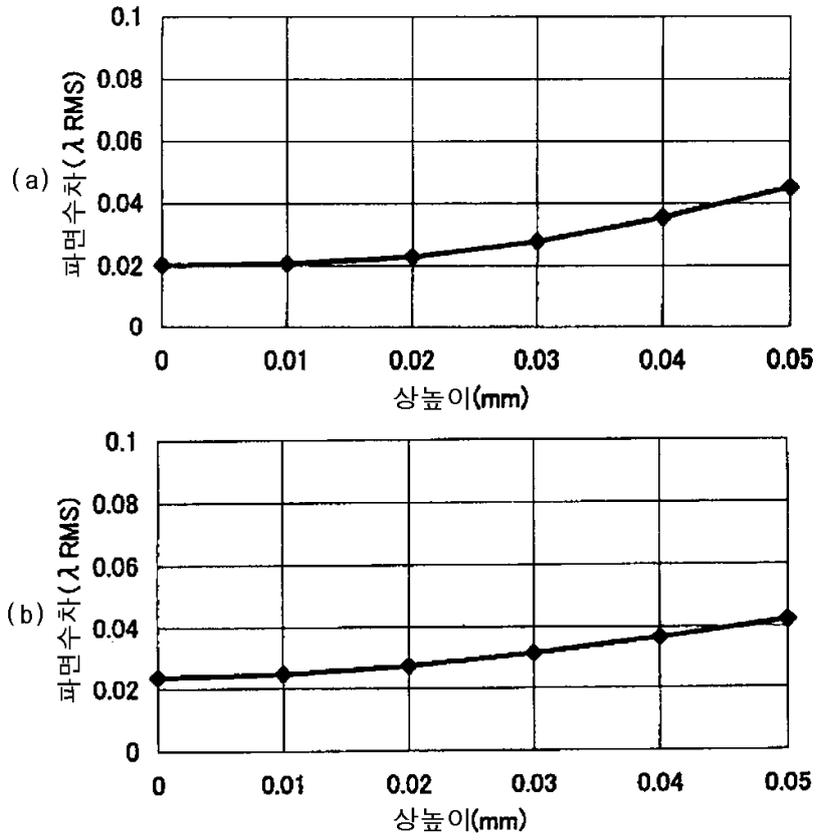
도면2



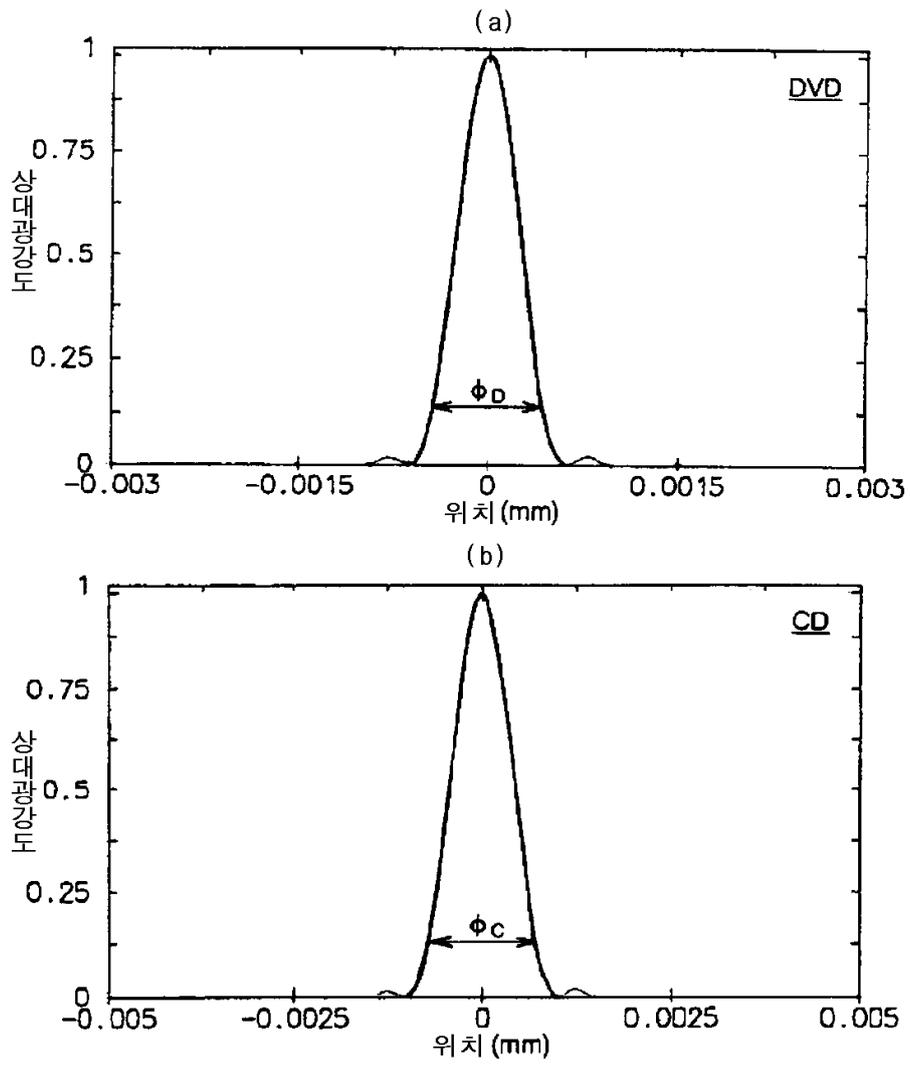
도면3



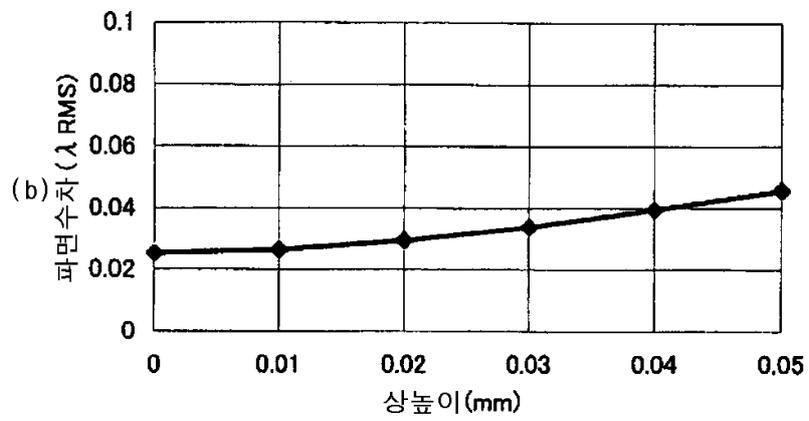
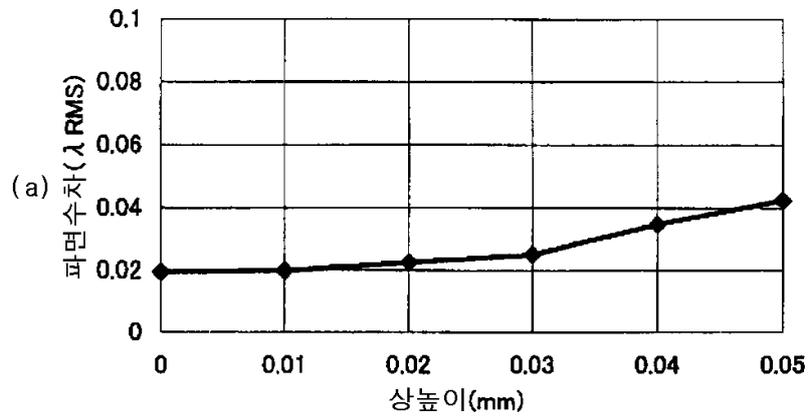
도면4



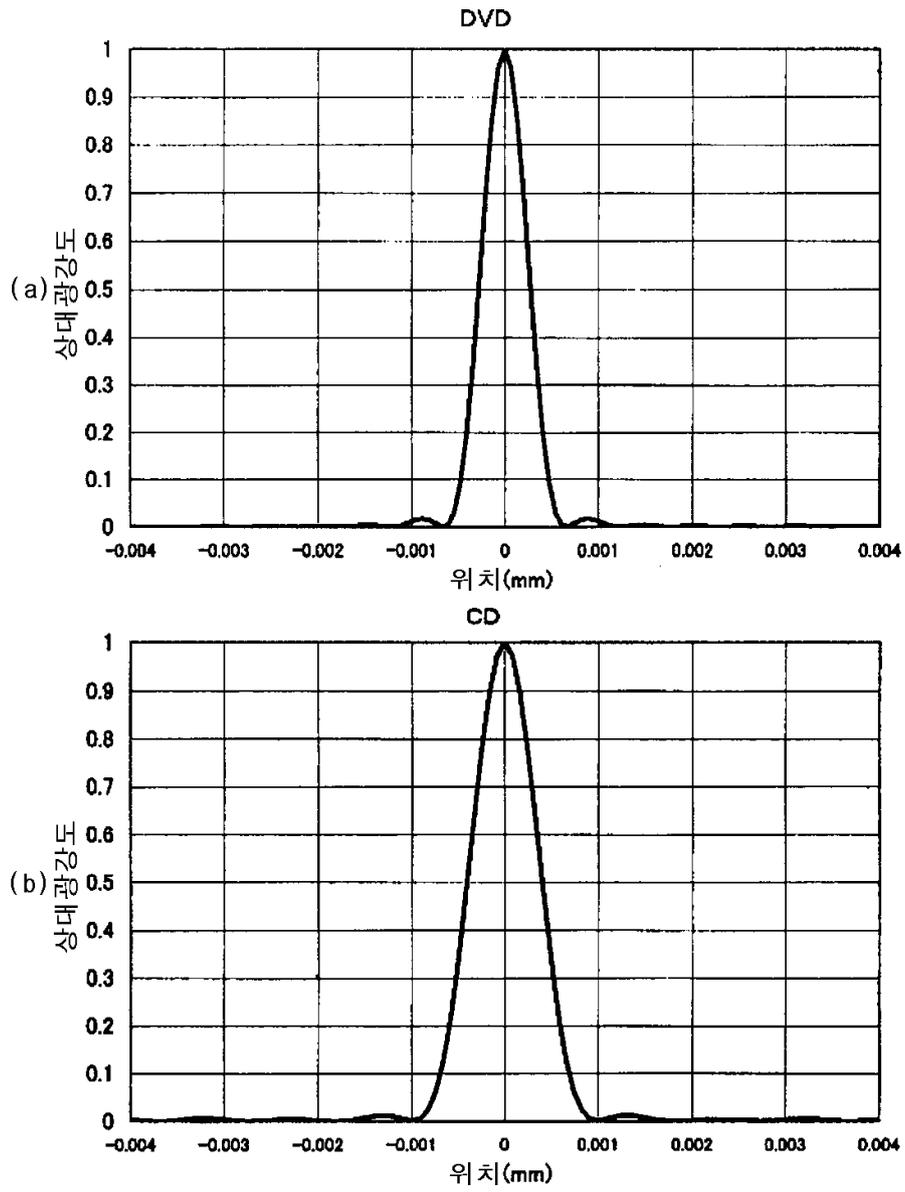
도면5



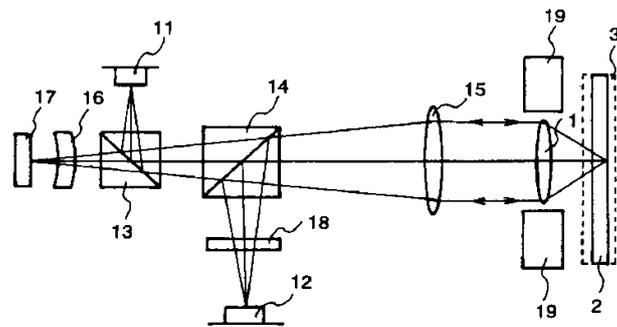
도면6



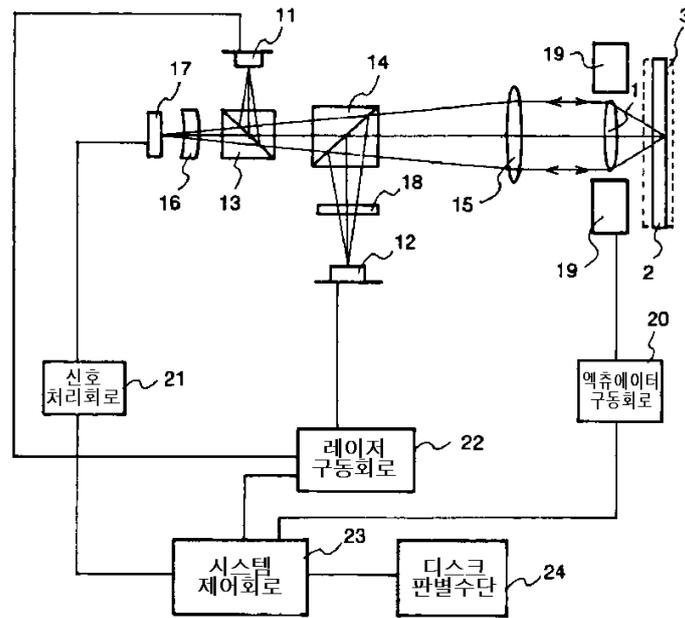
도면7



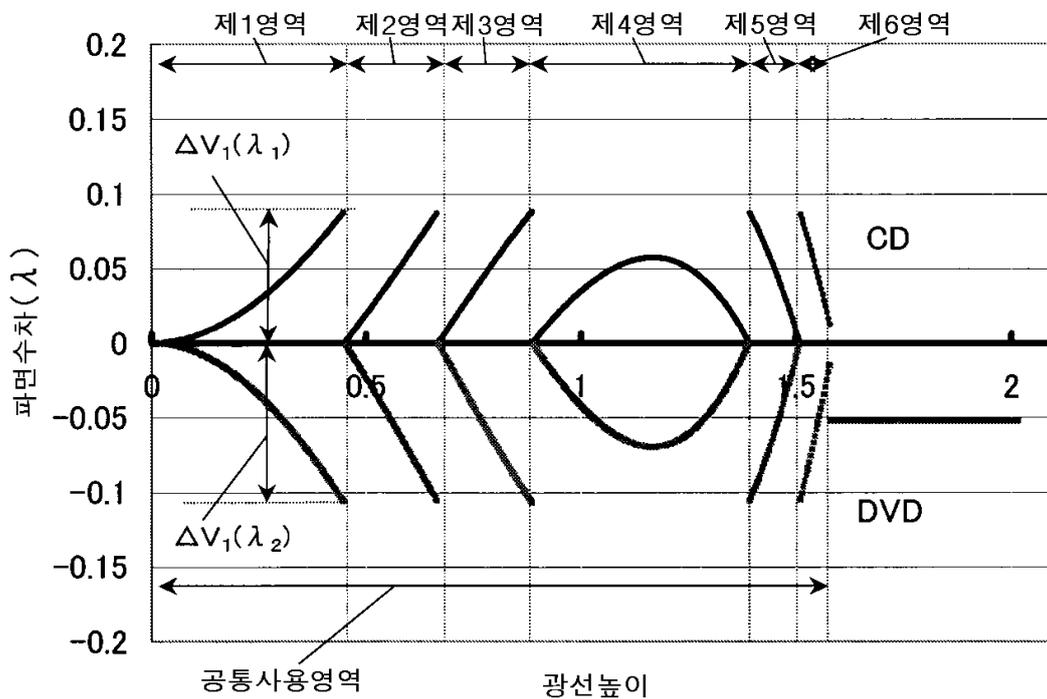
도면8



도면9

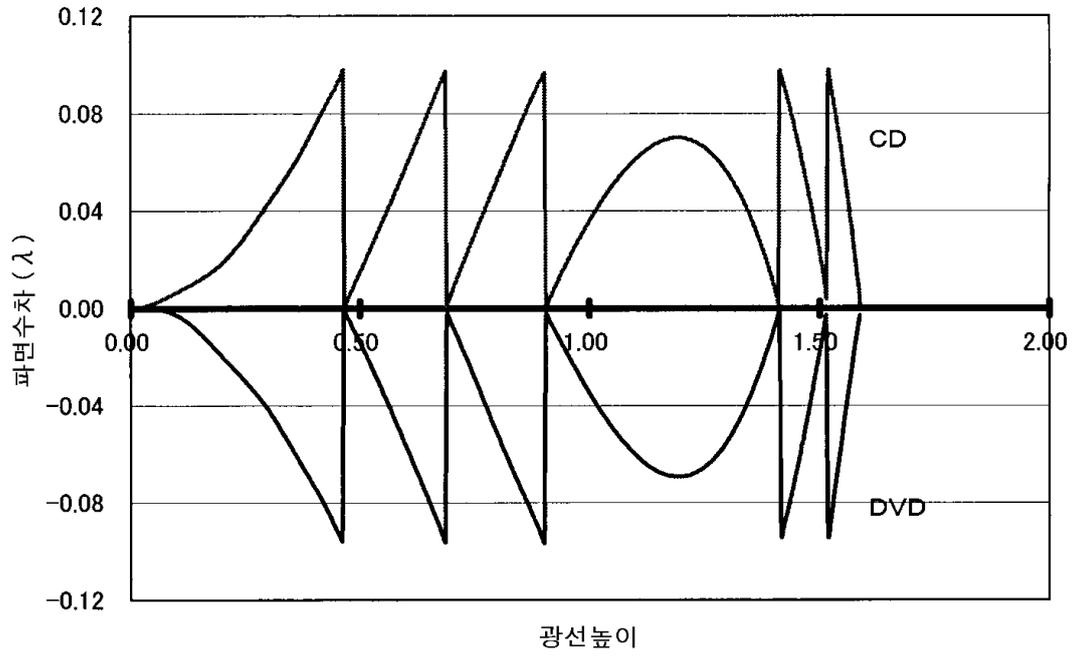


도면10



도면11

실시에 2의 각 비구면부에 있어서의 파면수차



도면12

종래기술의 각 비구면부에 있어서의 파면수차

