

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0110825  
G11B 7/135 (2006.01) (43) 공개일자 2006년10월25일

(21) 출원번호 10-2006-0035722

(22) 출원일자 2006년04월20일

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00123385 2005년04월21일 일본(JP)

(71) 출원인 히다치 막셀 가부시키키가이사  
일본국 오사카후 이바라키시 우시토라 1쵸메 1-88

(72) 발명자 와카바야시 고이치로  
일본국 오사카후 이바라키시 우시토라 1-1-88,히다치 막셀가부시키키가  
이사 내  
미야우치 미즈히로  
일본국 오사카후 이바라키시 우시토라 1-1-88,히다치 막셀가부시키키가  
이사 내  
마키노 유타카  
일본국 오사카후 이바라키시 우시토라 1-1-88,히다치 막셀가부시키키가  
이사 내  
스기 야스유키  
일본국 오사카후 이바라키시 우시토라 1-1-88,히다치 막셀가부시키키가  
이사 내

(74) 대리인 특허법인화우

심사청구 : 없음

(54) 광픽업 렌즈 및 광픽업 장치

요약

본 발명은 적어도 3 종류의 광디스크에 대하여 실용적이고 충분한 파면수차 저감효과를 발휘 가능한 광픽업 렌즈 및 광픽업 장치를 제공하는 것이다.

본 발명에 관한 광픽업 렌즈(104)는, 적어도 3 종류의 광디스크에 대하여 서로 다른 파장( $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔을 집광시키는 것이다. 그리고 광픽업 렌즈(104)의 적어도 하나의 면에는, 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께(t1)의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께(t2)의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차를 보상하기 위한 동심원 형상의 윤대(輪帶)구조가 형성되어 있다. 그리고 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께(t3)의 광디스크에 기록/재생할 때에는 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차는 대략  $0.15\lambda$ 이하이다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 실시형태 2에 관한 광픽업 장치의 개략도,
- 도 2는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈 및 위상보상소자의 개략도,
- 도 3은 종래예에 관한 광픽업 렌즈의 HD - DVD와 DVD의 파면수차를 나타내는 도,
- 도 4는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 HD - DVD와 DVD의 파면수차를 나타내는 도,
- 도 5는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 윤대구조를 설명하는 도,
- 도 6은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 HD - DVD와 DVD와 CD의 파면수차를 나타내는 도,
- 도 7은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 설계방법을 나타내는 플로우차트,
- 도 8은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 HD - DVD와 DVD와 CD의 파면수차를 나타는 도,
- 도 9는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 HD - DVD와 DVD와 CD의 파면수차를 나타내는 도,
- 도 10은 본 발명의 실시형태 2에 관한 광픽업 장치의 개략도,
- 도 11은 본 발명에 관한 위상보상소자를 사용하지 않고 CD를 기록 또는 재생한 경우의 파면수차를 나타내는 도,
- 도 12는 본 발명에 관한 위상보상소자의 개략도,
- 도 13은 본 발명에 관한 위상보상소자를 구성하는 각 위상보상요소가 주는 위상차를 나타내는 도,
- 도 14는 본 발명에 관한 위상보상소자와 광픽업 렌즈를 사용한 경우의 HD - DVD와 DVD와 CD의 파면수차를 나타내는 도,
- 도 15는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 렌즈 데이터,
- 도 16은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 렌즈 데이터,
- 도 17은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 렌즈 데이터,
- 도 18은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,
- 도 19는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,
- 도 20은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,
- 도 21은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈에 있어서의 공통 사용영역과 전용 사용영역의 광로 길이 차를 나타내는 표,
- 도 22는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈에 있어서의 좌표계를 나타내는 도,
- 도 23은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 렌즈 데이터,

- 도 24는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,  
 도 25는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,  
 도 26은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,  
 도 27은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,  
 도 28은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,  
 도 29는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,  
 도 30은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 비구면 형상을 수식으로 표현한 데이터를 나타내는 표,  
 도 31은 본 발명에 관한 광픽업 렌즈에 있어서의 공통 사용영역과 전용 사용영역의 광로 길이 차를 나타내는 표,  
 도 32는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈의 HD - DVD와 DVD와 CD의 파면수차를 나타내는 도면이다.

※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

100 : HD - DVD용 광원 101 : DVD용 광원

102 : CD용 광원 103 : 콜리메이터 렌즈

104 : 광픽업 렌즈 105 : 제한 개구

106 : 광디스크 107 : 빔 스플리터

108 : 빔 스플리터 110 : 위상보상소자

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광디스크의 기록/재생장치에 있어서 사용되는 광픽업 렌즈 및 광픽업 장치에 관한 것으로 더욱 상세하게는 복수 종류의 단색광을 사용하는 다파장용 광학계로서, 예를 들면 CD(Compact Disc : CD - R 등의 CD도 포함한다), DVD (Digital Versatile Disc), 블루레이, HD - DVD(High-Definition DVD) 등 종류가 다른 광디스크에 대응할 수 있는 호환형 광디스크장치에 사용되는 광픽업 렌즈 및 광픽업 장치에 관한 것이다.

종래부터 CD나 DVD 등, 수종의 광디스크를 하나의 장치로 기록 또는 재생하는 것이 가능한 호환형 광디스크장치가 제안되어 있다.

이와 같은 호환형 광디스크장치에서는, CD나 DVD 등(이하, 이들을 통합하여 광디스크라 함)의 각각에 기억된 정보신호를 기록 또는 재생하기 위하여 광원으로부터의 레이저 빔을 각각의 광디스크의 정보 기록면에 투명기판을 거쳐 집광시킬 필요가 있다. 그러나, (i) CD의 기록 또는 재생시에 사용되는 레이저 빔의 파장과 DVD의 기록 또는 재생시에 사용되는 레이저 빔의 파장과는 달리, (ii) CD의 투명기판의 두께는 1.2 mm 인 데 대하여 DVD의 투명기판의 두께는 0.6 mm 이고, 투명기판의 두께도 다르다. 따라서 종래부터 레이저 빔을 광디스크의 정보 기록면에 투명기판을 거쳐 집광시키기 위하여 사용되고 있던 광픽업 렌즈를, 그대로 호환형 광디스크장치에 있어서 CD와 DVD에서 공용한 것에서는 상기 (i) 및 (ii)를 기인하여 발생하는 수차에 의하여 CD와 DVD에서 각각 이용되는 레이저 빔을 각각의 광디스크의 정보 기록면에 회절 한계 가까이까지 집광시킬 수 없다.

또, 최근 초고밀도 기록 대응의 광디스크(블루레이, HD - DVD) 대응의 광디스크장치가 제안되어 있다. 그리고 CD나 DVD의 기록 또는 재생뿐만 아니라, 초고밀도기록 대응의 광디스크의 기록 또는 재생도 할 수 있는 호환형 광디스크장치의 개발이 기대된다. 종래의 호환형 광디스크장치에서는 2종류의 광원 파장과 2 종류의 두께가 다른 투명기판에 대응하면 좋았으나, 개발이 기대되고 있는 호환형 광디스크장치에서는 최대 3 종류의 광원 파장과 최대 3 종류의 두께가 다른 투명기판에 대응할 필요가 있다.

최대 3 종류의 광원 파장과 최대 3 종류의 두께가 다른 투명기판에 대응하기 위하여 광픽업 장치에, 광디스크의 종류마다 수차가 발생하지 않는 복수의 광픽업 렌즈를 설치하여 사용하는 광디스크의 종류에 따라 광픽업 렌즈를 교환하는 것을 생각할 수 있다. 또 광디스크의 종류마다 광픽업 장치를 설치하여 사용하는 광디스크의 종류에 따라 광픽업 장치를 교환하는 것도 생각할 수 있다. 그러나 비용의 저감이나 장치의 소형화를 위해서는 광픽업 렌즈로서, 어느 광디스크에 대해서도 공통의 렌즈를 사용하는 것이 바람직하다.

복수 종류의 광디스크에 대응 가능한 광픽업 렌즈의 예가 특허문헌 1에 개시되어 있다. 특허문헌 1에 개시된 광픽업 렌즈는, 복수단의 윤대형상 오목부나 볼록부를 형성함으로써 DVD 재생시의 재생 특성을 거의 희생하지 않고 CD 재생시의 수차를 억제할 수 있어, 하나의 집광 렌즈로 DVD와 CD의 2종류의 광디스크에 대응할 수 있다. 특허문헌 1에 개시된 광픽업 렌즈에서는 상기 윤대형상 오목부 또는 볼록부의 깊이 또는 높이(이하, 단지 단차량)(h)는, 윤대형상 오목부 또는 볼록부가 없는 부분과 윤대형상 오목부 또는 볼록부의 부분과의 광로 길이 차가 DVD용 파장의 약 정수배가 되도록 설정되어 있다. 즉, 상기 윤대형상 오목부 또는 볼록부의 단위 단차량 (h)은,  $h \approx m \times \lambda_1 / (n_1 - 1)$ 로 나타낸다. 여기에 m은 자연수,  $\lambda_1$ 은 DVD용 광원 파장,  $n_1$ 은 광픽업 렌즈의 굴절율이다.

[특허문헌 1]

일본국 특개평11-287948호 공보

상기한 특허문헌 1에 개시된 광픽업 렌즈는, 복수종류의 광디스크의 기록 또는 재생할 수 있기 때문에, 광디스크마다 광픽업 렌즈나 광픽업 장치를 교환하기 위한 장치가 불필요하게 되어 비용면이나 구성의 간략화라는 점에서 유리해진다.

그러나, 상기 특허문헌 1에 실시예로서 구체적으로 개시된 광픽업 렌즈는, 2개의 문제점을 가진다. 제 1로, 특허문헌 1에 관한 광픽업 렌즈에서는 DVD와 CD에 대하여 파면수차가 작아지도록 광픽업 렌즈 표면에 복수단의 윤대형상 오목부나 볼록부가 설치되고, DVD에 대해서는 충분히 파면수차가 작은 것으로 되어 있으나, CD에 대해서는 반드시 실용적으로 충분한 파면수차 저감 효과가 얻어지는 것은 아니다.

제 2로, 특허문헌 1에서는 DVD와 CD에 대해서만 고려되어 있고, 최근 제안되고 있는 초고밀도 기록 대응의 광디스크(블루레이, HD - DVD)는 고려되어 있지 않다. 개발이 기대되고 있는 호환형 광디스크장치에서는 DVD나 CD의 기록 또는 재생뿐만 아니라, 초고밀도 기록 대응의 광디스크(블루레이, HD - DVD)의 기록 또는 재생도 할 수 있는 것은 앞에도 설명한 바와 같이 앞으로의 중요한 과제이다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은, 상기 문제를 해소하는 것에 있고, 적어도 3 종류의 광디스크에 대하여, 실용적이고 충분한 파면수차 저감 효과를 발휘 가능한 광픽업 렌즈 및 광픽업 장치를 제공하는 것에 있다. 더욱 상세하게는 본 발명의 목적은 예를 들면 DVD와 CD 모두 실용적이고 충분한 파면수차 저감 효과를 가지고, 또 블루레이, HD - DVD라는 초고밀도 기록 대응의 광디스크에도 대응할 수 있는 광픽업 렌즈 및 그것을 사용한 광픽업 장치를 제공하는 것에 있다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명에 관한 광픽업 렌즈는, 적어도 3 종류의 광디스크에 대하여 서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔을 집광시키기 위한 광픽업 렌즈로서, 상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는, 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기판 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기판 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차를 보상하기 위한 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기판 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는, 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하이다. 이와 같은 구성에 의하면 3 종류의 광디스크에 대하여 실용적이고 충분한 파면수차 저감 효과를 발휘할 수 있다.

여기서 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차는, 절대값이 대략 같고, +, - 의 부호가 반대인 것이 바람직하다.

또, 상기 레이저 빔의 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )은 그 순서대로 파장이 길다. 또한 상기 광픽업 렌즈에 대해서는 입사되는 레이저 빔 중, 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔 및 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔은 무한계이고, 파장( $\lambda_3$ )은 유한계인 것이 바람직하다.

적합한 실시형태에 있어서, 파장( $\lambda_1$ )이 약 405 nm, 파장( $\lambda_2$ )이 약 650 nm, 파장( $\lambda_3$ )이 약 790 nm, 기관 두께( $t_1$ )가 약 0.1 mm, 기관 두께( $t_2$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_3$ )가 약 1.2 mm 이다. 또는 파장( $\lambda_1$ )이 약 405 nm, 파장( $\lambda_2$ )이 약 650 nm, 파장( $\lambda_3$ )이 약 790 nm, 기관 두께( $t_1$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_2$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_3$ )가 약 1.2 mm 이다.

또 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$  이라 하였을 때,  $1 \leq W_{max} / W_{min} < 1.8$ 로 기관 두께 ( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광하는 것이 바람직하다.

또한 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차가 모두  $0.040\lambda$ 이하인 것이 바람직하다.

본 발명에 관한 다른 광픽업 렌즈는, 적어도 3 종류의 광디스크에 대하여 서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔을 집광시키기 위한 광픽업 렌즈로서, 상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는, 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고, 상기 동심원 형상의 윤대구조를 설치함으로써 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$  이라 하였을 때,  $1 \leq W_{max} / W_{min} < 1.8$ 로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광하고, 또한  $W_{min}$  및  $W_{max}$ 가 모두  $0.040\lambda$  이하이고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는, 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하이다. 이와 같은 구성에 의하면, 3 종류의 광디스크에 대하여 실용적이고 충분한 파면수차 저감 효과를 발휘할 수 있다.

여기서 상기 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에, 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.10\lambda$  이하인 것이 바람직하다.

또한 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차는, 절대값이 대략 같고, +, - 의 부호가 반대인 것이 바람직하다.

또, 상기 레이저 빔의 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )은,  $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ 의 관계를 가지는 것이 바람직하다. 또 상기 광픽업 렌즈에 대해서는 입사되는 레이저 빔 중, 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔 및 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔은 무한계이고, 파장( $\lambda_3$ )은 유한계인 것이 바람직하다.

적합한 실시형태에 있어서, 파장( $\lambda_1$ )이 약 405 nm, 파장( $\lambda_2$ )이 약 650 nm, 파장( $\lambda_3$ )이 약 790 nm, 기관 두께( $t_1$ )가 약 0.1 mm, 기관 두께( $t_2$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_3$ )가 약 1.2 mm 이다. 또는 파장( $\lambda_1$ )이 약 405 nm, 파장( $\lambda_2$ )이 약 650 nm, 파장( $\lambda_3$ )이 약 790 nm, 기관 두께( $t_1$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_2$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_3$ )가 약 1.2 mm 이다.

또한 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔은, 각각 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여, RMS 파면수차가  $\{(W_1^2 + W_2^2) / 2\}^{1/2} \leq 0.028$  [단,  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_1$ ),  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_2$ )라 한다]가 되도록 집광시키는 것이 바람직하다.

본 발명에 관한 광픽업 장치는, 서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔에 의해 각각 두께  $t_1, t_2, t_3$ 의 기관을 가지는 광디스크에 대하여 정보의 기록/재생을 행하는 광픽업 장치에 있어서, 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 출사하는 광원과, 상기 광원으로부터 출사된 파장( $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ )의 레이저 빔을 평행 광속으로서 입사하고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔을 발산

광속으로서 입사하고, 그리고 각각의 레이저 빔을 상기 광디스크에 집광시키는 광픽업 렌즈를 구비하고, 상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차를 보상하기 위한 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는, 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하이다. 이와 같은 구성에 의하면, 3 종류의 광디스크에 대하여 실용적이고 충분한 파면수차 저감 효과를 발휘할 수 있다.

본 발명에 관한 다른 광픽업 장치는, 서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔에 의해 각각 두께  $t_1, t_2, t_3$ 의 기관을 가지는 광디스크에 대하여 정보의 기록/재생을 행하는 광픽업 장치에 있어서, 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 출사하는 광원과, 상기 광원으로부터 출사된 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 평행 광속으로서 입사하고, 입사된 레이저 빔을 상기 광디스크에 집광시키는 광픽업 렌즈를 구비하고, 상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고, 상기 동심원 형상의 윤대구조를 설치함으로써 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$ 이라 하였을 때,  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.8$ 로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광되고, 또  $W_{min}$  및  $W_{max}$ 가 모두  $0.040\lambda$  이하이고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때는, 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하이다. 이와 같은 구성에 의하면, 3 종류의 광디스크에 대하여 실용적이고 충분한 파면수차 저감 효과를 발휘할 수 있다.

본 발명에 관한 다른 광픽업 장치는, 서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔에 의하여 각각 두께  $t_1, t_2, t_3$ 의 기관을 가지는 광디스크에 대하여 정보의 기록/재생을 행하는 광픽업 장치에 있어서, 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 출사하는 광원과, 상기 광원으로부터 출사된 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 평행 광속으로서 입사하고, 입사된 레이저 빔을 상기 광디스크에 집광시키는 광픽업 렌즈를 구비하고, 상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차를 보상하기 위한 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 소정의 공간 분포를 가지는 위상차를 부가하기 위한 위상보상소자를 파장( $\lambda_3$ )의 광로상에 설치하고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는 상기 위상보상소자의 공간 분포에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하이다. 이와 같은 구성에 의하면 3 종류의 광디스크에 대하여 실용적이고 충분한 파면수차 저감 효과를 발휘할 수 있다.

여기서 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차는, 절대값이 대략 같고, +, -의 부호가 반대인 것이 바람직하다.

또 상기 위상보상소자는, 평면판에 동심원 형상의 윤대구조를 설치하는 것에 의하여 형성한 것이 바람직하다.

또, 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$ 이라 하였을 때,  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.8$ 로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광하는 것이 바람직하다. 또한 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차가 모두  $0.040\lambda$  이하인 것이 바람직하다. 또 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔은, 각각 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여, RMS 파면수차가  $\{(W_1^2 + W_2^2)/2\}^{1/2} \leq 0.028$  [단,  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_1$ ),  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_2$ )로 한다]이 되도록 집광시키는 것이 바람직하다.

(실시형태 1)

도 1은 본 발명의 실시형태 1에 관한 광픽업 장치의 일례를 나타낸 것이다. 상기 광픽업 장치는, HD - DVD용 광원(100), DVD용 광원(101), CD용 광원(102)을 구비하고 있다. 광원(100)은 파장( $\lambda_1$ )= 405 nm의 레이저 빔을, 광원(101)은 파장( $\lambda_2$ )= 655 nm의 레이저 빔을, 광원(102)은 파장( $\lambda_3$ )= 790 nm의 레이저 빔을 각각 출사한다.

광원(100)과 광원(101)의 각각으로부터 출사된 레이저 빔의 광로상에 빔 스플리터(107)가 설치되어 있다. 빔 스플리터(107)는 광원(100)으로부터 출사된 레이저 빔을 통과시키고, 또한 광원(101)으로부터 출사된 레이저 빔을 반사시켜 각각 광디스크측으로 유도한다.

빔 스플리터(107)로부터 출사된 레이저 빔과, 광원(102)으로부터 출사된 레이저 빔의 광로상에 빔 스플리터(108)가 설치되어 있다. 빔 스플리터(108)는, 빔 스플리터(107)로부터 출사된 레이저 빔을 통과시키고, 또 광원(102)으로부터 출사된 레이저 빔을 반사시켜 각각 광디스크측으로 유도한다.

빔 스플리터(108)로부터 출사된 레이저 빔의 광로상에 콜리메이터 렌즈(103)가 설치되어 있다. 각각의 광원(101, 102, 103)으로부터 출사된 레이저 빔은, 콜리메이터 렌즈(103)에 입사하는 단계에서는 각각 발산광이다. 콜리메이터 렌즈(103)는, 광원(100)으로부터 출사된 레이저 빔과, 광원(101)으로부터 출사된 레이저 빔을 발산광으로부터 대략 평행광으로 변환한다. 또 콜리메이터 렌즈(103)는, 광원(102)으로부터 출사된 레이저 빔의 발산각이 좁아지도록 변환하여 출력한다. 단, 광원(102)으로부터 출사된 레이저 빔은, 콜리메이터 렌즈(103)에 의하여 발산각의 변환을 받은 후에도 발산광의 상태를 유지하고 있다.

콜리메이터 렌즈(103)를 통과한 레이저 빔의 광로상에 제한 개구(105)가 설치되어 있다. 제한 개구(105)는 광픽업 렌즈(104)의 실효 개구수를 결정하는 소자이다. 구체적으로는 광디스크(106)가 HD - DVD인 경우는, 광픽업 렌즈(104)의 실효 개구수가 약 0.65가 되도록 제한 개구(105)가 동작한다. 또 광디스크(106)가 DVD인 경우는, 광픽업 렌즈(104)의 실효 개구수가 약 0.60가 되도록 제한 개구(105)가 동작한다. 또한 광디스크(106)가 CD인 경우는, 광픽업 렌즈(104)의 실효 개구수가 약 0.47이 되도록 제한 개구(105)가 동작한다. 제한 개구(105)로서는 예를 들면 일본국 특개평9-54977호 공보에 기재된 파장선택 필터를 사용할 수 있다.

제한 개구(105)를 통과한 레이저 빔의 광로상에 광픽업 렌즈(104)가 설치되어 있다. 광픽업 렌즈(104)는 입사된 광을 광디스크(106)의 정보 기록면에 회절 한계 가까이까지 집광시키는 기능을 가진다. 광픽업 렌즈(104)는 또한 광디스크(106)의 정보 기록면에서 반사된 레이저 빔을 검출계(도시 생략)로 유도하는 기능도 가진다. 상기 광픽업 렌즈(104)에 대해서는 뒤에서 상세하게 설명한다.

포커스 서보시 및 트래킹 서보시에는, 광픽업 렌즈(104)와 제한 개구(105)가 일체가 되어 도시 생략한 액츄에이터에 의하여 동작한다.

또한, 본 실시형태에서는 HD - DVD용, DVD용, CD용의 광디스크(106)의 투명기판은 폴리카보네이트로 하고, HD - DVD용, DVD용, CD용의 광디스크(106)의 투명기판두께는 각각 0.6 mm, 0.6 mm, 1.2 mm로 하였다. 도 1에 있어서 광디스크(106a)가 HD - DVD용, DVD용 광디스크이고, 광디스크(106b)가 CD용 광디스크이다.

다음에 각 광원(100, 101, 102)으로부터 출사된 레이저 빔이 광디스크(106)의 정보 기록면에서 반사되어 검출계에 검출되기까지의 거동에 대하여 설명한다.

광원(100)으로부터 출사된 레이저 빔은 빔 스플리터(107) 및 빔 스플리터(108)를 투과하여 콜리메이터 렌즈(103)에 입사된다. 광원(101)으로부터 출사된 레이저 빔은 빔 스플리터(107)에서 반사되고, 빔 스플리터(108)를 통과하여 콜리메이터 렌즈(103)에 입사된다. 광원(102)으로부터 출사된 레이저 빔은 빔 스플리터(108)에서 반사되어 콜리메이터 렌즈(103)에 입사된다.

콜리메이터 렌즈(103)는 광원(100)으로부터 출사된 레이저 빔과, 광원(101)으로부터 출사된 레이저 빔을 발산광으로부터 대략 평행광으로 변환한다. 또 콜리메이터 렌즈(103)는, 광원(102)으로부터 출사된 레이저 빔의 발산각이 좁아지도록 변환하여 출력한다.

콜리메이터 렌즈(103)를 통과한 레이저 빔은 제한 개구(105)에 의하여 그 실효 개구수가 제한된다. 제한 개구(105)를 통과한 레이저 빔은 광픽업 렌즈(104)에 입사된다. 광픽업 렌즈(104)는 입사된 레이저 빔을 광디스크(106)의 정보 기록면에 회절 한계 가까이까지 집광시킨다. 광디스크(106)의 정보 기록면에서 반사된 레이저 빔은, 광픽업 렌즈(104)를 거쳐 검출계(도시 생략)에 입사하여 검출된다. 검출계(도시 생략)는 상기 레이저 빔을 검출하여 광전 변환함으로써 포커스 서보신호, 트래킹 서보신호, 재생 신호 등을 생성한다.

다음에 본 발명의 실시형태 1에 관한 광픽업 장치에 있어서 사용되는 광픽업 렌즈(104)에 대하여 상세하게 설명한다.

광픽업 렌즈(104)는, 상기한 바와 같이 레이저 빔을 광디스크(106)의 정보 기록면에 집광시키는 역할을 하는 소자이다. 도 2에 상기 광픽업 렌즈(104)의 정면도 및 측면도를 나타낸다. 본 발명의 실시형태 1에 관한 광픽업 렌즈(104)는 도 2에 나타내는 바와 같이 그 한쪽 면은 불연속한 비구면 형상을 가진다. 즉, 레이저 빔의 입사면에는 위상차를 일으키는 복수의 윤대형상 오목부 또는 볼록부가, 서로 인접하는 윤대형상 오목부 또는 볼록부에 대하여 미리 정해진 단차량(h)를 가지면서 동심원 형상으로 형성되어 있다. 여기서 상기 윤대형상 오목부 또는 볼록부를 구성하는 각 비구면은 그 형상이 HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 파면수차를 작게 하도록 최적화되어 있다.

이 경우, 윤대형상 오목부 또는 볼록부의 단위 단차(h)는,  $h \approx m \times \lambda_1 / (n_1 - 1)$ 로 나타낸다. 또한 m은 자연수,  $\lambda_1$ 은 HD - DVD용 광원 파장,  $n_1$ 은 집광 렌즈의 굴절율이다.

본 발명의 실시형태 1에 관한 광픽업 렌즈에서는, 특히 윤대형상 오목부 또는 볼록부에 상기 단위 단차(h)에 의거하는 단차를 준 후, 각 윤대를 구성하는 비구면의 형상을 최적화하여, HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 파면수차를 함께 작게 하도록 하고 있다.

여기서, 특허문헌 1에 기재된 광픽업 렌즈에 있어서 발생하는 파면수차에 대하여 비교예로서 설명한다. 도 3은 상기 특허문헌 1에 기재된 데이터에 의거하여 광픽업 렌즈를 설계한 경우에 있어서의 정보 기록면상에 생기는 파면수차를 계산한 결과를 나타낸다. 도 3에 있어서 가로축은 광픽업 렌즈의 규격화 반경이고, "0"이 광픽업 렌즈의 중심축을 나타내고, "1"이 광픽업 렌즈의 끝을 나타낸다. 마찬가지로 세로축은 파면수차를 나타낸다. 광픽업 렌즈의 윤대구조는 그 중심축(광축)에 대하여 동심원 형상이 되도록 그 형상이 정해지기 때문에, 실제의 파면수차 분포는, 도 3의 분포를 그 그래프의 세로축을 중심으로 하여 회전시킨 것에 상당한다. 도 3에 있어서의 파선이 HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )을 가지는 레이저 빔에 대한 파면수차를 나타내고, 실선이 DVD용 파장( $\lambda_2$ )을 가지는 레이저 빔에 대한 파면수차를 나타낸다.

도 3의 그래프에 의하면, HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )에 있어서의 파면수차는 대략 0 이나, DVD용 파장( $\lambda_2$ )에 있어서의 파면수차는 약 60 mArms인 것이 판독된다. 이것은 레이저 빔을 회절 한계 가까이까지 조를 수 있는 한계의 파면수차인 마레설의 평가 기준값 70 mArms를 밑돌고 있는 것이다. 그러나 렌즈의 제조시에 있어서의 렌즈면의 편심의 발생이나, 광헤드에 대한 조립시에 있어서의 설치 오차에 의한 렌즈 틸트의 발생에 의거하여 제조단계에서의 파면수차의 발생이 방해되지 않는 것도 생각하면, 약 60 mArms라는 파면수차의 값은 반드시 실용적으로 충분한 값이 아니다.

특허문헌 1에 개시된 광픽업 렌즈에서는 파면수차의 계산결과로부터 보면 DVD와 CD에서 사용되는 광원 파장에 대하여 파면수차를 저감하도록 설계되어 있다고 추측된다. 이것에 대하여 본 발명의 실시형태 1에 관한 광픽업 렌즈에서는 블루레이, HD - DVD 라는 초고밀도 기록 대응의 광디스크에도 대응하는 것을 염두에 두고, 먼저 HD - DVD와 DVD에서 사용되는 광원 파장에 대하여 파면수차를 저감하도록 광픽업 렌즈를 설계한 것이다. 또한 이해가 용이해지도록 광선 추적에 의해 광픽업 렌즈의 동면(瞳面)에서의 파면수차로 환산하고 있다.

도 4에 본 발명의 실시형태 1에 관한 광픽업 렌즈에 있어서의 HD - DVD와 DVD의 파면수차를 나타낸다. 이 광픽업 렌즈에 있어서의 동심원 형상의 윤대구조는 광픽업 렌즈의 레이저 빔 입사면측에 형성되고, 앞서 설명한  $h \approx m \times \lambda_1 / (n_1 - 1)$ 로 나타내지는 윤대형상 오목부 또는 볼록부의 단위 단차(h)는,  $m = 2$ 로 얻어지는 값으로 하였다. 또 도 5에 윤대 끝 위치와 그 윤대 깊이에 관한 데이터도 나타낸다. 도 5에 있어서 윤대 끝 위치란, 각 윤대의 끝이 광픽업 렌즈의 규격화 반경에 대하여 어디에 위치하는지를 나타낸다(도 2 참조). 또 도 5에 있어서 단차란, 각 윤대의 렌즈의 레이저 빔 입사면 중심위치를 기준으로 하여 각 윤대가 광축방향으로 얼마만큼의 단차량을 가지고 있는지를 나타내고, 상기 h의 배수로 나타낸다. 단차가 + 일 때에는 렌즈 두께가 두꺼워지는 방향으로 윤대가 형성되고, 단차가 - 일 때는 렌즈 두께가 얇아지는 방향으로 윤대가 형성된다.

본 발명의 실시형태 1에 관한 광픽업 렌즈에서는 도 6에 나타내는 플로우차트에 따라 설계한다. 제일 먼저 단차량(h)를 결정하여 윤대형상 오목부 또는 볼록부에 단차량(h)를 준다(S101). 이 단계 S101에서는 한쪽의 파장만이 아니고, 양쪽의 파장( $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ), 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔에 대한 렌즈의 굴절율( $n_1$ ), 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔에 대한 렌즈의 굴절율( $n_2$ ), 변수를 인자로 하는 산출식을 미리 준비하여 둔다. 그리고 변수를 소정의 범위 내에서 정하여 상기 산출식에 의거하여 단차량을 결정한다.

다음에 각 윤대를 구성하는 비구면의 형상을 최적화하여 HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 파면수차를 함께 작게 하도록 한다(S102).

구체적으로는 예를 들면 동일 출원인의 일본국 특개2003-270528호(미국특허6, 678,096호)에 개시되어 있는 바와 같이 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$  이라 하였을 때,  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.8$ 로 기관 두께(t1)의 광디스크와 기관 두께(t2)의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광하는 것이 바람직하다. 바람직한 범위는  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.6$  이고, 보다 바람직한 범위는  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.4$  이다. 또 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차가 모두  $0.040\lambda$  이하인 것이 바람직하다. 바람직한 범위는  $0.035\lambda$  이하이다. 또는 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔은 각각 기관 두께(t1)의 광디스크와 기관 두께(t2)의 광디스크에 대하여, RMS 파면수차가  $\{(W_1^2 + W_2^2)/2\}^{1/2} \leq 0.028$  [단,  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_1$ ),  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_2$ )로 한다]이 되도록 집광시키는 것이 바람직하다. 이 RMS 파면수차는 0.026 인 것이 바람직하고, 또한 0.025 나 0.023 인 것이 더욱 바람직하다.

도 4에 나타내는 계산결과에 의하면 HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )에 있어서의 파면수차의 rms 값은 약 34 m $\lambda$ rms, DVD용 파장( $\lambda_2$ )에 있어서의 파면수차의 rms 값은 약 35 m $\lambda$ rms 이었다. 도 4에 나타내는 바와 같이 파장( $\lambda_1$ )에 대한 파면수차의 그래프와 파장( $\lambda_2$ )에 대한 파면수차의 그래프는 파면수차값(0)의 축을 중심으로 대략 선대칭으로 되어 있는 것을 알 수 있다. 즉, 파장( $\lambda_1$ )에 대한 파면수차와 파장( $\lambda_2$ )에 대한 파면수차는 그 절대값이 대략 같고, 또 +, -의 부호가 반대가 되도록 설계되어 있다. 어느 광디스크에 관해서도 제조시에 발생하는 파면수차를 고려하여도 광디스크의 정보 기록면에 회절 한계 가까이까지 레이저 빔을 집광할 수 있다.

이와 같이 단차량(h)를 결정하고, 윤대형상 오목부 또는 볼록부에 결정한 단차량(h)를 준 후, 각 윤대를 구성하는 비구면의 형상을 최적화하는 본 발명에 관한 광픽업 렌즈에서는 2개의 광디스크에서 사용되는 2개의 파장으로 각각 파면수차를 실용적으로 충분히 작은 레벨까지 저감할 수 있다. 이것은 상기 특허문헌 1에서 개시된 광픽업 렌즈에서는 얻어지지 않는 효과이다.

이상에 의하여 하나의 광픽업 렌즈로 HD - DVD와 DVD의 기록/재생이 가능하게 되었다. 다음에 HD - DVD와 DVD뿐만 아니라 CD의 기록/재생도 하나의 광픽업 렌즈로 가능하게 하기 위한 방법에 대하여 설명한다.

도 7은 상기 방법에 의하여 HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 파면수차를 함께 작게 하도록 설계된 광픽업 렌즈(104)에 대하여, CD의 레이저 빔을 평행 광속으로 콜리메이트하여 입사시킨 경우의 파면수차를 나타낸다. 도 6에 있어서 파선이 HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )에 있어서의 파면수차를 나타내고, 실선이 DVD용 파장( $\lambda_2$ )에 있어서의 파면수차를 나타낸다. 또 굵은 실선이 CD용의 파장( $\lambda_3$ )에 있어서의 파면수차를 나타낸다. CD에 대한 파면수차는 전혀 보상되어 있지 않기 때문에, CD용 파장( $\lambda_3$ )에 있어서의 파면수차는 약 261 m $\lambda$ rms로 크다. 또한 CD의 개구수는 0.47로 하고, 이 경우의 규격화 반경은 약 0.72가 된다.

이것에 대하여 도 8은 CD에 대해서는 유한계로 한 경우의 파면수차를 나타낸다. 유한계란, CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔을 평행 광속으로 콜리메이트하여 광픽업 렌즈에 입사(이하, 무한계라 한다)하는 것이 아니고, 발산광으로서 입사시켜, 그 입사광의 발산 정도, 즉 기하 광학적으로 말하는 광픽업 렌즈에 있어서의 물상 간 거리를 바꿈으로써 구면 수차가 변화되는 성질을 이용하여 도 7에 나타내는 바와 같은 CD에서의 파면수차를 보정하는 것이다.

도 8에 있어서의 CD용 파장( $\lambda_3$ )에 있어서의 파면수차는 약 27 m $\lambda$ rms 이고, 광픽업 렌즈 제조시에 발생하는 파면수차를 고려하여도 광디스크의 정보 기록면에 회절 한계 가까이까지 레이저 빔을 집광할 수 있다. 또한 이와 같은 경우의 물체간 거리는 약 49.8 mm 이었다.

이와 같이 본 발명의 실시형태 1에 관한 광픽업 장치는, HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 파면수차를 함께 작게 하도록 설계된 광픽업 렌즈(104)에 대하여, HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔은 무한계로 입사시키고, CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔은 소정의 유한계로 입사시키고 있기 때문에, 하나의 광픽업 렌즈(104)로 HD - DVD, DVD 및 CD의 호환을 확보할 수 있다.

단, HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 파면수차를 함께 작게 하도록 광픽업 렌즈(104)에 구축하는 동심원 형상의 윤대구조를 설계함에 있어서는 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔이, 그 윤대구조에 의하여 위상차를 부가받기 어려운 동심원 형상의 윤대구조로 하는 것이 바람직하다. 구체적으로는 윤대구조에 의하여 CD 광원의 빛에 부가되는 위상차(수차)가 극력 CD 파장의 정수배에 가까울 수록 좋다.

도 9는, 앞서 설명한  $h \approx m \times \lambda_1 / (n_1 - 1)$ 로 나타내는 단위 단차(h)에서  $m = 3$ 으로 한 경우에 있어서의 HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )과 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔의 파면수차를 계산한 결과이다. HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 파면수차는,  $m = 2$ 로 하여 얻어진 도 8에 나타내는 파면수차와 대략 동등한 결과가 얻어지는 것에 대하여, CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에서는 유효계를 채용하여도 파면수차를 충분히 저감할 수는 없다. CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 있어서의 파면수차에 복수 개소의 큰 불연속점이 나타나 있으나, 그 반경위치에 윤대의 단차가 형성되어 있고, 윤대의 단차에 의하여 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 큰 위상차가 부가되어 있기 때문이다. 이 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 있어서 생기는 윤대의 단차에 기인한 파면수차는, 유효계를 채용하여도 충분히 저감하는 것은 곤란하다. 한편, 도 8에서 나타난 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔의 파면수차에 있어서도 도 9에 나타난 바와 같이 복수 개소의 불연속점이 나타나 있으나, 모두  $0.1\lambda$  이하이며 작다. 이것은 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 큰 위상차가 부가되기 어려운 단위 단차(h)로 되어 있기 때문이다.

CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 큰 위상차가 부가되기 어려운 단위 단차(h)는, 본 실시형태에서는 예를 들면  $m = 2$ 의 경우에 얻어지나, 이것은 단위 단차(h)가  $h \approx m \times \lambda_1 / (n_1 - 1)$ 로 규정되어,  $\lambda_1$ 의 값과  $n_1$ 의 값으로 결정되기 때문에, 모든 경우에 있어서  $m = 2$ 가 최적이라고는 한정하지 않는다. 본 실시형태에서는  $\lambda_1 = 405 \text{ nm}$ 로 하고, 렌즈 재료로서는 플라스틱계의 재료를 사용하였기 때문에,  $n_1 = 1.52$  이었다. 또한  $m = 2$ 의 경우와 완전히 동일하게 하고,  $m = 8$ ,  $m = 10$ 의 경우 등에서도 HD - DVD용 파장( $\lambda_1$ )과 DVD용 파장( $\lambda_2$ )의 파면수차를 함께 작게 하면서, CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 큰 위상차가 부가되기 어려운 효과가 얻어진다. 또 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 큰 위상차가 부가되기 어려운 단차량은, CD에서의 실용적인 파면수차를 얻는 관점에서 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔의 파면수차에 있어서의 각 불연속점의 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하가 되도록 선택하는 것이 바람직하고, 또한  $0.10\lambda$  이하가 되도록 선택하는 것이 바람직하다. 단, 국소적으로  $0.15\lambda$ 를 넘어도 파면수차 전체로서 주는 효과는 작기 때문에, 이 점에도 유의하여 단차량을 선택해야 한다.

도 15 내지 도 17은 상기 최적화의 결과 얻어진 도 1 중에 나타난 광픽업 렌즈(104)와 디스크(106)의 렌즈 데이터이고, 도 15는 HD - DVD, 도 16은 DVD, 도 17은 CD의 경우에 상당한다. 광픽업 렌즈(104)의 재질은 플라스틱 상당으로 하고, 디스크(109)의 투명기판은 폴리카보네이트(PC)로 하였다. 이들 재질의 파장마다의 굴절율은, 도 15 내지 도 17에 나타난 바와 같다. 또 「AIR」란, 면과 면과의 사이가 공기로 채워져 있는 것을 의미한다.

도 18 내지 도 20은, 광픽업 렌즈(104)의 비구면 형상을 수식으로 표현한 것이다. 일반적으로 도 22에 나타난 좌표계에 있어서, 렌즈의 비구면의 형상은 이른바 새그(z)의 표현으로 하기 수학적 식 (1)과 같이 나타낸다. 또한  $c = 1/R$  이다.

$$z = \frac{cr^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \sum_{i=2}^8 A_{2i}r^{2i} + B$$

이 수학적 식 (1)의 파라미터를 이용하여 광픽업 렌즈(104)의 물체측의 면을 표기하면 도 18, 도 19에서 나타난 바와 같이 된다. 즉, 도 2에 나타난 바와 같이 광픽업 렌즈(104)의 물체측의 면은 불연속한 비구면 형상을 가지기 때문에, 그 불연속한 비구면 형상을 구성하는 영역마다 그 비구면 형상이 표기된다. 연속한 비구면 형상으로 이루어지는 상측의 면은 도 20에서 나타낸다. 도 18 내지 도 20에 있어서의 「영역의 범위」란, 각 영역에서 수학적 식 (1)로 나타내는 비구면 형상이 유효한 렌즈 반경(단위는 mm)을 나타낸다. 또한 도 18 내지 도 20에 있어서의 「B」는 광축상의 새그량(단위는 mm)을 나타낸다. 또한 도 18 내지 도 20에서 나타내는 각 파라미터의 값은 HD - DVD와 DVD의 기록 또는 재생시의 파면수차를 극히 작게 억제하도록 결정된 결과이다.

도 18, 도 19에 나타내는 바와 같이 광픽업 렌즈(104)의 물체측의 면은 9개의 윤대형상의 영역으로 이루어지고, 광축을 포함하는 영역으로부터 렌즈 바깥쪽 방향으로 세어 7번째까지의 영역은, HD - DVD와 DVD의 기록/재생시에 있어서 함께 사용하는 영역이기 때문에 이하, HD - DVD/DVD 공통 사용영역이라 부르기로 한다. 마찬가지로 8번째 및 9번째의 영역은, HD - DVD의 기록/재생시에만 사용되고, DVD의 기록/재생시에는 사용되지 않는 영역이기 때문에, HD - DVD 전용 사용영역이라 부르기로 한다.

도 21에는 도 18 내지 도 20에 나타난 각 비구면부에서 제 1 구간의 개략의 광로 길이를 기준으로 하였을 때에 HD - DVD/DVD 공통 사용영역과 HD - DVD 전용 사용영역에 상당하는 제 2 내지 제 9 구간의 개략 광로 길이가 각각 개략으로 파장( $\lambda$ )의 몇배 어긋나 있는지가 나타나 있다.

도 21에서 알 수 있는 바와 같이 제 2 내지 제 9 구간이 파장 405 nm의 HD - DVD에 대해서는 2 m $\lambda$ 의 차, 파장 655 nm의 DVD 및 파장 790 nm의 CD에 대해서는 m $\lambda$ 의 차(m은 정수)로 되어 있다. 이것은 짧은 쪽의 파장( $\lambda_1$ )이 380~430 nm의 사이에, 긴 쪽의 파장( $\lambda_2$ )이 파장 630~680 nm의 사이에 있고,  $\lambda_3$ 이 파장 790 nm 부근에 있기 때문에, 상기한 개략 광로 길이의 차의 관계를 만족하기 쉽기 때문이다.

(실시형태 2)

도 10은, 본 발명의 실시형태 2에 관한 광픽업 장치의 구성예를 나타내는 것이다. 상기 광픽업 장치의 기본적인 구성은 도 1에 나타내는 실시형태 1에 관한 광픽업 장치와 동일하고, 특징적인 구성요소인 광픽업 렌즈(104)도 동일한 것을 사용할 수 있다. 실시형태 1에서는 CD용 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔을 소정의 유한계로 광픽업 렌즈(104)에 대하여 입사시킴으로써 CD용 레이저 빔에 대한 파면수차를 저감한 것에 대하여, 본 발명의 실시형태 2에서는 CD용 광원(102)과 편광빔 스플리터(108)의 광로 중에 위상보상소자(110)를 삽입함으로써 CD용 레이저 빔에 대한 파면수차를 저감하였다.

본 발명의 실시형태 2에서는 모든 광원(100, 101, 102)의 레이저 빔이, 콜리메이터 렌즈(103)에 의하여 대략 평행광으로 변환되어 광픽업 렌즈(104)에 대하여 입사된다. 그대로는 CD용 레이저 빔에 대한 파면수차는 도 7에 나타난 바와 같이 커지는 것은 실시형태 1에 있어서 설명한 바와 같다.

따라서, 본 발명의 실시형태 2에서는 CD에 유한계를 사용하지 않는 대신에, CD용 광원(102)과 편광빔 스플리터(108)의 광로 중에 위상보상소자(110)를 삽입하여 CD용 레이저 빔에 대한 파면수차를 저감하였다. 이하, 위상보상소자(110)에 대하여 설명한다.

CD도 무한계를 채용한 경우의 파면수차의 계산결과를 도 11에 나타낸다. 도 11에 나타내는 바와 같이, 이 경우의 파면수차는 최대로 0.5 $\lambda$  이상이다. 이와 같은 파면수차를 저감하기 위한 위상보상소자(110)의 예를 도 12에 나타내었다. 도 12의 위쪽에 상기 위상보상소자(110)의 정면도를, 도 12의 아래쪽에 상기 위상보상소자(110)의 측면도를 각각 나타낸다. 도 12에 나타내는 바와 같이 위상보상소자(110)는 복수의 동심원 형상의 위상보정요소로 이루어지고, 각 위상보정요소에서는 각각 레이저 빔에 주는 위상차 양이 다르다. 동심원 형상의 위상보정요소를 위상보상소자(110)의 중심쪽으로부터 p1, p2, ..., pn으로 하고, 그 각 외연을 b1, b2, ..., bn이라 하면, 본 실시형태 2에서는 각 위상보정요소로 주는 위상차를, p1 = 0 $\lambda$ , p2 = -0.12 $\lambda$ , p3 = -0.24 $\lambda$ , p4 = -0.36 $\lambda$ , p5 = -0.48 $\lambda$ , p6 = -0.36 $\lambda$ , p7 = -0.24 $\lambda$ , p8 = -0.12 $\lambda$ , p9 = 0 $\lambda$ 으로 한 경우, 각 위상보정요소의 외연은 광픽업 렌즈의 HD - DVD 또는 DVD에서의 최대의 유효 지름으로부터 역산되는 위상보상소자(110) 삽입위치에 있어서의 최대의 유효 지름으로 규격화한 값으로서, b1 = 0.204, b2 = 0.262, b3 = 0.363, b4 = 0.507, b5 = 0.549, b6 = 0.601, b7 = 0.651, b8 = 0.674, b9 = 1 이 된다(도 11, 도 13 참조).

도 14는 CD의 기록 또는 재생시에 광픽업 렌즈(104)에 의해 저감할 수 없는 도 11의 실선으로 나타난 파면수차 성분을 위상보상소자(110)를 사용하여 저감한 경우의 파면수차의 계산결과를 나타낸다. 보상후의 파면수차는 약 40 m $\lambda$ rms 으로, 대폭으로 개선되어 있는 것을 알 수 있다. 급회의 각 위상보정요소로 주는 위상차를, -0.12 $\lambda$ 의 배수로 하였으나, 예를 들면 -0.10 $\lambda$ 의 배수로 하면, 더욱 파면수차의 rms 값을 저감하는 것이 가능하다. 단, 위상보상소자(110)를 더욱 많은 각 위상보정요소로 구성하지 않으면 안된다. 게다가 급회의 각 위상보정요소로 주는 위상차를 소정 값의 배수로 하였으나, 반드시 각 위상보정요소로 주는 위상차를 소정값의 배수로 하지 않으면 안되는 것은 아니다. 예를 들면 각 위상보정요소의 외연(b1, b2, ..., bn)을 광픽업 렌즈(104)의 불연속점(a1, a2, ..., am)(도 2 참조)과 극히 일치하지 않도록 설정하는 방법도 있다. 이와 같은 경우, 위상보상소자(110)와, 광픽업 렌즈(104)와의 위치 어긋남에 대해서도 허용도가 증가하는 점에서 유리하다.

또, 위상보상소자(110)는 예를 들면 광투과 특성이 우수한 평면판에 동심원 형상의 윤대구조를 설치함으로써 실현할 수 있다. 예를 들면 본 실시형태 2이면, 서로 인접하는 윤대 끼리에서 대략 -0.2 $\lambda$  이내의 위상차, 더욱 바람직하게는 -0.12 $\lambda$ 의 위상차가 발생하는 단위 단차가 되도록 윤대구조를 설계하면 좋다.

또한 도 10에 있어서 광픽업 렌즈(104)와 디스크(106)의 렌즈 데이터는, 도 15 내지 도 17 및 도 18 내지 도 20에 나타난 것과 동일하다.

(실시형태 3)

상기 실시형태 1과 실시형태 2는 초고밀도 기록 대응의 광디스크로서 HD - DVD를 고려한 것이나, 블루레이를 생각한 경우에도 마찬가지로 설계함으로써 실현할 수 있다. 본 실시형태 3은 블루레이를 고려한 것이다.

도 23은, 상기 최적화의 결과 얻어진 도 1 중에 나타난 광픽업 렌즈(104)와 디스크(106)의 렌즈 데이터로서, 도 23(a)는 블루레이, 도 23(b)는 DVD, 도 23(c)는 CD의 경우에 상당한다. 광픽업 렌즈(104)의 재질은 유리 상당으로 하고, 디스크(109)의 투명기판은 폴리카보네이트(PC)로 하였다. 이들 재질의 파장마다의 굴절율은 도 23(a) 내지 도 23(c)에 나타난 바와 같다. 또 「AIR」이란, 면과 면 사이가 공기로 채워져 있는 것을 의미한다.

도 24 내지 도 29는 광픽업 렌즈(104)의 비구면 형상을 수식으로 표현한 것이다. 일반적으로 도 22에 나타난 좌표계에 있어서 렌즈의 비구면의 형상은 이른바 새그(z)의 표현으로 상기 수학식 (1)과 같이 나타낸다. 또한  $c = 1/R$  이다.

수학식 (1)의 파라미터를 사용하여 광픽업 렌즈(104)의 물체측의 면을 표기하면 도 24 내지 도 29에서 나타난 바와 같이 된다. 즉, 도 2에 나타난 바와 같이 광픽업 렌즈(104)의 물체측의 면은 불연속한 비구면 형상을 가지기 때문에, 그 불연속한 비구면 형상을 구성하는 영역마다 그 비구면 형상이 표기된다. 연속한 비구면 형상으로 이루어지는 상측의 면은 도 30에서 나타낸다. 도 24 내지 도 30에 있어서의 「h의 범위」란, 각 영역에서 수학식 (1)로 나타내는 비구면 형상이 유효한 렌즈반경(단위는 mm)을 나타낸다. 또, 도 24 내지 도 30에 있어서의 「B」는 광축상의 새그량(단위는 mm)을 나타낸다. 또한 도 24 내지 도 30에서 나타내는 각 파라미터의 값은 블루레이와 DVD의 기록 또는 재생시의 파면수차를 극히 작게 억제하도록 결정된 결과이다.

도 24 내지 도 29에 나타내는 바와 같이 광픽업 렌즈(104)의 물체측의 면은 31개의 윤대형상의 영역으로 이루어지고, 광축을 포함하는 영역으로부터 렌즈 바깥쪽방향으로 세어 29번째까지의 영역은, 블루레이와 DVD의 기록/재생시에 있어서 함께 사용하는 영역이기 때문에, 이하 블루레이/DVD 공통 사용영역이라 부르기로 한다. 마찬가지로 30번째 및 31번째의 영역은, 블루레이의 기록/재생시에만 사용되고, DVD의 기록/재생시에는 사용되지 않는 영역이기 때문에, 블루레이 전용 사용영역이라 부르기로 한다.

도 31에는 도 24 내지 도 29에 나타난 각 비구면부에서 제 1 구간의 개략의 광로 길이를 기준으로 하였을 때에 블루레이/DVD 공통 사용영역과 블루레이 전용 사용영역에 상당하는 제 2 구간 내지 제 31구간의 개략 광로 길이가, 각각 개략으로 파장( $\lambda$ )의 몇배 어긋나 있는지가 나타나 있다.

도 31로부터 알 수 있는 바와 같이 제 2 구간 내지 제 29 구간이 파장 405 nm의 블루레이에 대해서는 2 m $\lambda$ 의 차, 파장 655 nm의 DVD 및 파장 790 nm의 CD에 대해서는 m $\lambda$ 의 차(m은 정수)로 되어 있다. 이것은 짧은 쪽의 파장( $\lambda_1$ )이 380 ~ 430 nm의 사이에, 긴 쪽의 파장( $\lambda_2$ )이 파장 630 ~ 680 nm의 사이에 있고,  $\lambda_3$ 이 파장 790 nm 부근에 있기 때문에 상기한 개략 광로 길이의 차의 관계를 만족하기 쉽기 때문이다. 또, 도 32에 블루레이, DVD 및 CD의 파면수차도를 나타낸다.

**발명의 효과**

본 발명에 의하면, 하나의 광픽업 렌즈에서도 사용파장이 다른 복수종의 광디스크 각각에 대하여 가능한 한 파면수차가 저감된 상태를 보증할 수 있다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1.**

적어도 3 종류의 광디스크에 대하여 서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔을 집광시키기 위한 광픽업 렌즈에 있어서,

상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는, 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기판 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기판 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차를 보상하기 위한 동심원 형상의 윤대(輪帶)구조가 형성되고,

파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차는, 절대값이 대략 같고, +, - 의 부호가 반대인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

## 청구항 3.

제 2항에 있어서,

상기 레이저 빔의 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )은, 그 순서대로 파장이 긴 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

## 청구항 4.

제 3항에 있어서,

상기 광픽업 렌즈에 대해서는 입사되는 레이저 빔 중, 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔 및 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔은 무한계이고, 파장( $\lambda_3$ )은 유한계인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

## 청구항 5.

제 4항에 있어서,

파장( $\lambda_1$ )이 약 405 nm, 파장( $\lambda_2$ )이 약 650 nm, 파장( $\lambda_3$ )이 약 790 nm, 기관 두께( $t_1$ )가 약 0.1 mm, 기관 두께( $t_2$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_3$ )가 약 1.2 mm 인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

## 청구항 6.

제 4항에 있어서,

파장( $\lambda_1$ )이 약 405 nm, 파장( $\lambda_2$ )이 약 650 nm, 파장( $\lambda_3$ )이 약 790 nm, 기관 두께( $t_1$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_2$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_3$ )가 약 1.2 mm인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

## 청구항 7.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$ 이라 하였을 때,  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.8$ 로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광하는 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 8.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차가 모두  $0.040\lambda$  이하인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 9.

적어도 3 종류의 광디스크에 대하여 서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔을 집광시키기 위한 광픽업 렌즈에 있어서,

상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는, 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고,

상기 동심원 형상의 윤대구조를 설치함으로써 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$ 이라 하였을 때,  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.8$ 로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광되고,

또한  $W_{min}$  및  $W_{max}$ 가 모두  $0.040\lambda$  이하이고,

파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 10.

제 9항에 있어서,

상기 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.10\lambda$  이하인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 11.

제 9항에 있어서,

파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차는, 절대값이 대략 같고, +, -의 부호가 반대인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 12.

제 9항 또는 제 11항에 있어서,

상기 레이저 빔의 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )은,  $\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ 의 관계를 가지는 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 13.

제 12항에 있어서,

상기 광픽업 렌즈에 대해서는 입사되는 레이저 빔 중, 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔 및 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔은 무한계이고, 파장( $\lambda_3$ )은 유한계인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 14.

제 12항에 있어서,

파장( $\lambda_1$ )이 약 405 nm, 파장( $\lambda_2$ )이 약 650 nm, 파장( $\lambda_3$ )이 약 790 nm, 기관 두께( $t_1$ )가 약 0.1mm, 기관 두께( $t_2$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_3$ )가 약 1.2 mm 인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 15.

제 12항에 있어서,

파장( $\lambda_1$ )이 약 405 nm, 파장( $\lambda_2$ )이 약 650 nm, 파장( $\lambda_3$ )이 약 790 nm, 기관 두께( $t_1$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_2$ )가 약 0.6 mm, 기관 두께( $t_3$ )가 약 1.2 mm 인 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 16.

제 9항에 있어서,

상기 동심원 형상의 운대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔은, 각각 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여, RMS 파면수차가  $\{(W_1^2 + W_2^2)/2\}^{1/2} \leq 0.028$  [단,  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_1$ ),  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_2$ )로 한다]가 되도록 집광시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 렌즈.

### 청구항 17.

서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔에 의하여 각각 두께  $t_1, t_2, t_3$ 의 기관을 가지는 광디스크에 대하여 정보의 기록/재생을 행하는 광픽업 장치에 있어서,

상기 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 출사하는 광원과,

상기 광원으로부터 출사된 파장( $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ )의 레이저 빔을 평행 광속으로서 입사하고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔을 발산 광속으로서 입사하며, 그리고 각각의 레이저 빔을 상기 광디스크에 집광시키는 광픽업 렌즈를 구비하고,

상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차를 보상하기 위

한 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고, 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

### 청구항 18.

서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔에 의해 각각 두께  $t_1, t_2, t_3$ 의 기관을 가지는 광디스크에 대하여 정보의 기록/재생을 행하는 광픽업 장치에 있어서,

상기 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 출사하는 광원과,

상기 광원으로부터 출사된 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 평행 광속으로서 입사하여 입사된 레이저 빔을 상기 광디스크에 집광시키는 광픽업 렌즈를 구비하고,

상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는, 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고,

상기 동심원 형상의 윤대구조를 설치함으로써 상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{min}$ 이라 하였을 때,  $1 \leq W_{max}/W_{min} < 1.8$ 로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광하고,

또한,  $W_{min}$  및  $W_{max}$ 가 모두  $0.040\lambda$  이하이고,

파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는 상기 동심원 형상의 각 윤대구조에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

### 청구항 19.

서로 다른 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )을 가지는 레이저 빔에 의하여 각각 두께  $t_1, t_2, t_3$ 의 기관을 가지는 광디스크에 대하여 정보의 기록/재생을 행하는 광픽업 장치에 있어서,

파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 출사하는 광원과,

상기 광원으로부터 출사된 파장( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ )의 레이저 빔을 평행 광속으로서 입사하여 입사된 레이저 빔을 상기 광디스크에 집광시키는 광픽업 렌즈를 구비하고,

상기 광픽업 렌즈의 적어도 하나의 면에는 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차를 보상하기 위한 동심원 형상의 윤대구조가 형성되고,

파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 소정의 공간 분포를 가지는 위상차를 부가하기 위한 위상보상소자를 파장( $\lambda_3$ )의 광로상에 설치하고,

파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_3$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에는 상기 위상보상소자의 공간 분포에 의하여 파장( $\lambda_3$ )의 레이저 빔에 주는 위상차가 대략  $0.15\lambda$  이하인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

### 청구항 20.

제 17항 내지 제 19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 파장( $\lambda_1$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차와, 파장( $\lambda_2$ )의 레이저 빔으로 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 기록/재생할 때에 생기는 파면수차는, 절대값이 대략 같고, +, -의 부호가 반대인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

### 청구항 21.

제 17항 내지 제 19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 위상보상소자는, 평면판에 동심원 형상의 윤대구조를 설치함으로써 형성한 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

### 청구항 22.

제 17항 내지 제 19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 파면수차 중, 최대의 파면수차를  $W_{\max}$ , 최소의 파면수차를  $W_{\min}$ 이라 하였을 때,  $1 \leq W_{\max}/W_{\min} < 1.8$ 로 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 각각  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔이 집광하는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

### 청구항 23.

제 17항 내지 제 19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차와  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 의하여 생기는 RMS 파면수차가 모두  $0.040\lambda$  이하인 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

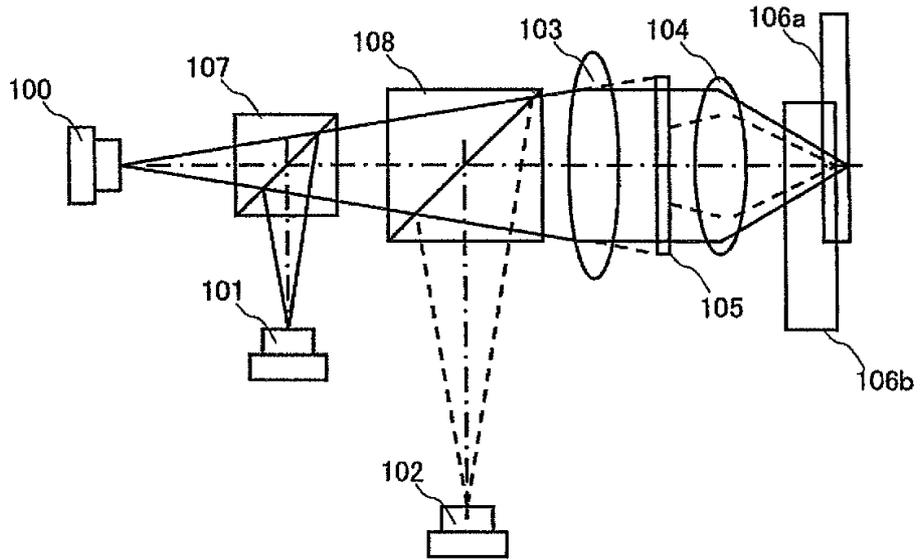
### 청구항 24.

제 17항 내지 제 19항 중 어느 한 항에 있어서,

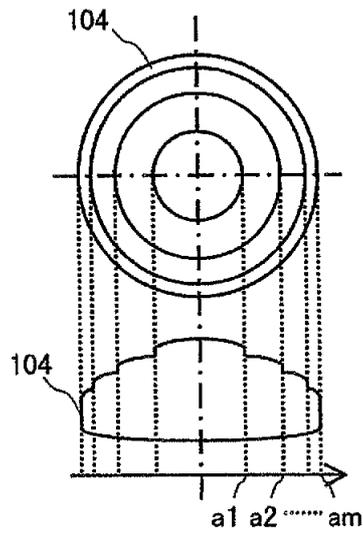
상기 동심원 형상의 윤대구조를 투과하는  $\lambda_1$ 의 레이저 빔과  $\lambda_2$ 의 레이저 빔은, 각각 기관 두께( $t_1$ )의 광디스크와 기관 두께( $t_2$ )의 광디스크에 대하여 RMS 파면수차가  $\{(W_1^2 + W_2^2)/2\}^{1/2} \leq 0.028$  [단,  $\lambda_1$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_1$ ),  $\lambda_2$ 의 레이저 빔에 대한 파면수차( $W_2$ )로 한다]가 되도록 집광시키는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

도면

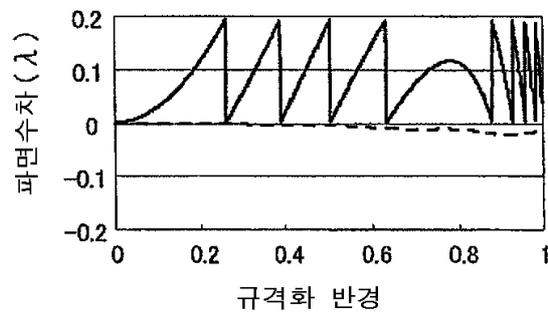
도면1



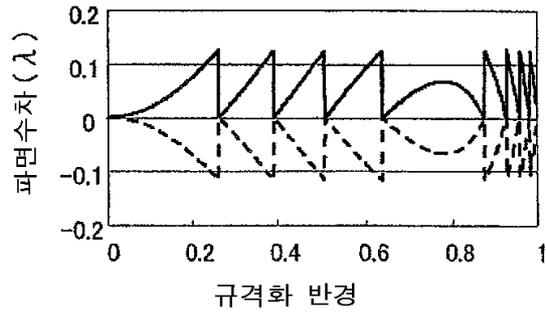
도면2



도면3



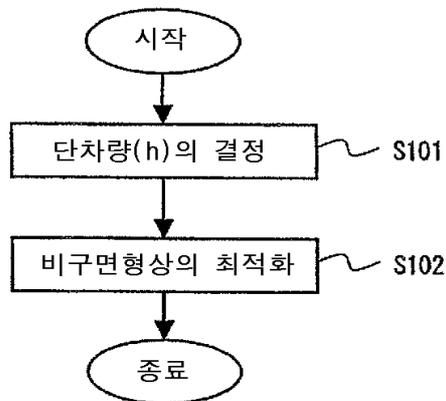
도면4



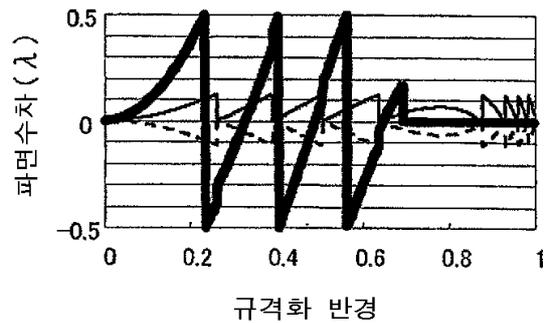
도면5

윤대단 위치		단차
a1	0.263	0
a2	0.390	-h
a3	0.507	-2h
a4	0.636	-3h
a5	0.881	-4h
a6	0.930	-3h
a7	0.961	-2h
a8	0.984	-h
a9	1.000	0

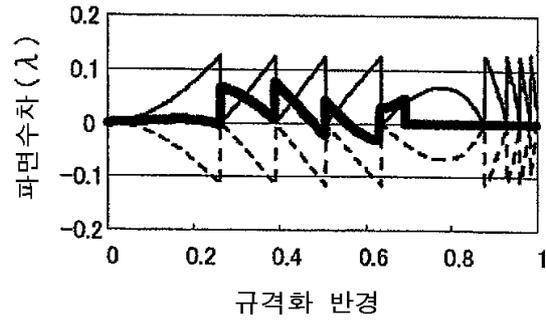
도면6



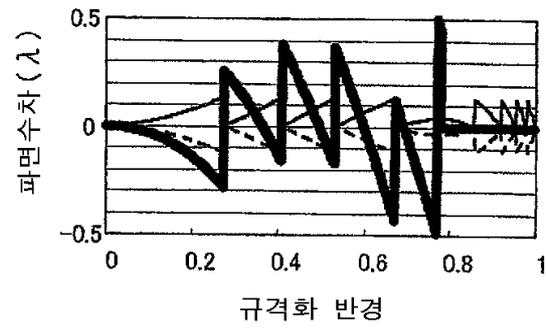
도면7



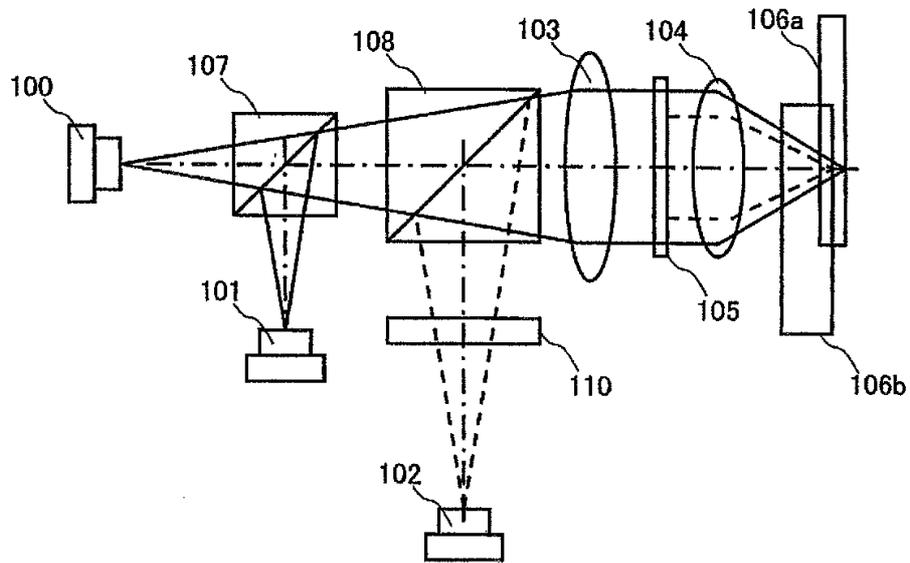
도면8



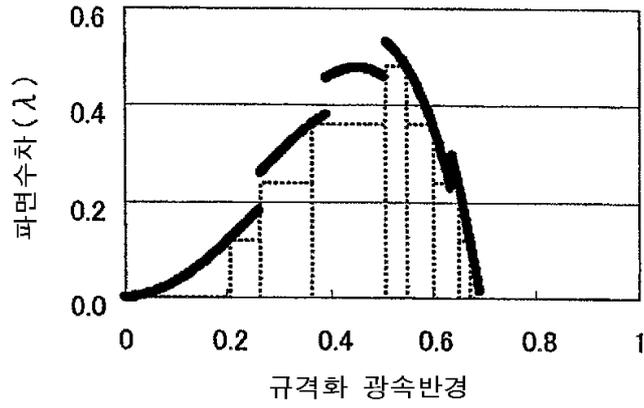
도면9



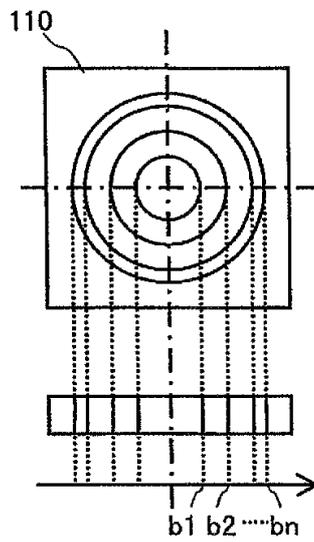
도면10



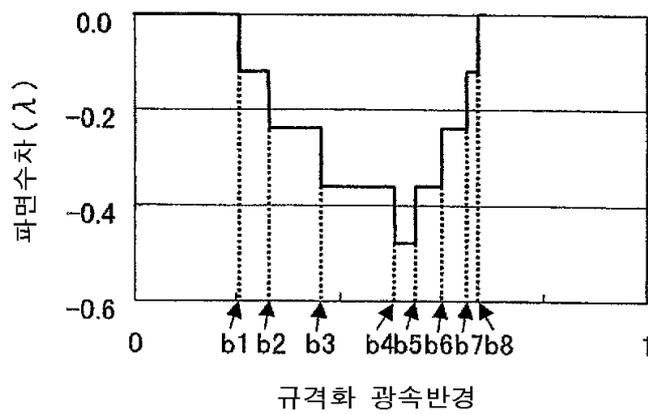
도면11



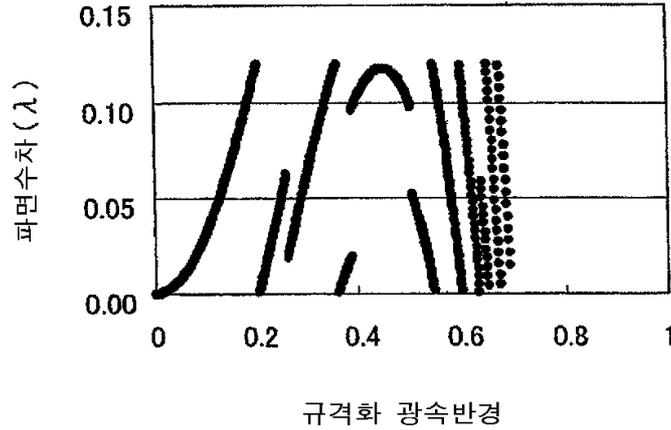
도면12



도면13



도면14



도면15

제 1 실시형태 HD DVD(블루, 405nm) 배치  
대물렌즈 초점거리 3.102mm NAO. 650

면 번호	주석	곡률반경 (mm)	다음면과의 광축상의 면간 거리 (mm)	다음면과의 사이의 재질	굴절율	유효직경 (mm)
1	물체면	$\infty$	$\infty$	AIR	1	-
2	스토퍼면	$\infty$	0	AIR	1	4.032
3	렌즈면 물체측	비구면	2.2	플라스틱 상당	1.520148	-
4	렌즈면 상면측	비구면	1.53813	AIR	1	-
5	디스크면 물체측	$\infty$	0.8	PC	1.6235	-
6	디스크정보 기록면	$\infty$	-	-	-	-

도면16

제 1 실시형태 DVD(655nm) 배치  
대물렌즈 초점거리 3.205mm NAO. 629

면 번호	주석	곡률반경 (mm)	다음면과의 광축상의 면간 거리 (mm)	다음면과의 사이의 재질	굴절율	유효직경 (mm)
1	물체면	$\infty$	$\infty$	AIR	1	-
2	스토퍼면	$\infty$	0	AIR	1	4.032
3	렌즈면 물체측	비구면	2.2	플라스틱 상당	1.502116	-
4	렌즈면 상면측	비구면	1.630125	AIR	1	-
5	디스크면 물체측	$\infty$	0.8	PC	1.58	-
6	디스크정보 기록면	$\infty$	-	-	-	-

도면17

제 1 실시형태 CD(790nm) 배치  
대물렌즈 초점거리 3.226mm NAO. 470

면 번호	주석	곡률반경 (mm)	다음면과의 광축상의 면간 거리 (mm)	다음면과의 사이의 재질	굴절율	유효직경 (mm)
1	물체면	$\infty$	49.8	AIR	1	-
2	스토퍼면	$\infty$	0	AIR	1	3.163
3	렌즈면 물체측	비구면	2.2	플라스틱 상당	1.498584	-
4	렌즈면 상면측	비구면	1.480416	AIR	1	-
5	디스크면 물체측	$\infty$	1.2	PC	1.57168	-
6	디스크정보 기록면	$\infty$	-	-	-	-

도면18

물체면적 : 구간 j = 1~6

구간 j											
1 HD DVD /DVD 공통 사용영역	R	1.961164E+00	C	5.099013E-01	K	-7.171994E-01					
	A4	5.941686E-03	A6	-2.952150E-04	A8	1.747287E-04	A10	-7.075881E-05			
	A12	2.280891E-05	A14	-6.748199E-06	A16	7.906353E-07					
	영역의 범위		B	0							
		소	0								
		대	0.527983005								
2 HD DVD /DVD 공통 사용영역	R	1.961666E+00	C	5.097707E-01	K	-6.879136E-01					
	A4	5.452389E-03	A6	-3.330526E-04	A8	1.726828E-04	A10	-7.137150E-05			
	A12	2.292024E-05	A14	-6.758406E-06	A16	7.895848E-07					
	영역의 범위		B	-0.001462789							
		소	0.527983005								
		대	0.786831561								
3 HD DVD /DVD 공통 사용영역	R	1.962167E+00	C	5.096406E-01	K	-6.900110E-01					
	A4	5.482011E-03	A6	-3.282861E-04	A8	1.713408E-04	A10	-7.059930E-05			
	A12	2.271048E-05	A14	-6.717899E-06	A16	7.857438E-07					
	영역의 범위		B	-0.002924152							
		소	0.786831561								
		대	1.024862323								
4 HD DVD /DVD 공통 사용영역	R	1.962670E+00	C	5.095100E-01	K	-6.839427E-01					
	A4	5.378139E-03	A6	-3.376053E-04	A8	1.721947E-04	A10	-7.146818E-05			
	A12	2.294799E-05	A14	-6.744784E-06	A16	7.856748E-07					
	영역의 범위		B	-0.004386257							
		소	1.024862323								
		대	1.289234974								
5 HD DVD /DVD 공통 사용영역	R	1.963172E+00	C	5.093797E-01	K	-6.955049E-01					
	A4	5.565035E-03	A6	-3.221594E-04	A8	1.737197E-04	A10	-7.165584E-05			
	A12	2.304752E-05	A14	-6.750307E-06	A16	7.849629E-07					
	영역의 범위		B	-0.005847419							
		소	1.289234974								
		대	1.772263788								
6 HD DVD /DVD 공통 사용영역	R	1.962669E+00	C	5.095103E-01	K	-6.942346E-01					
	A4	5.548337E-03	A6	-3.239672E-04	A8	1.733603E-04	A10	-7.147108E-05			
	A12	2.298161E-05	A14	-6.749231E-06	A16	7.862807E-07					
	영역의 범위		B	-0.004389635							
		소	1.772263788								
		대	1.874431068								

도면19

구간 j											
7 HD DVD /DVD 공통 사용영역	R	1.962167E+00	C	5.096407E-01	K	-6.897721E-01					
	A4	5.478682E-03	A6	-3.298444E-04	A8	1.725296E-04	A10	-7.123807E-05			
	A12	2.289436E-05	A14	-6.745462E-06	A16	7.874131E-07					
	영역의 범위		B	-0.002926336							
		소	1.874431068								
		대	1.938558244								
8 HD DVD 공통 사용영역	R	1.961664E+00	C	5.097712E-01	K	-7.036127E-01					
	A4	5.711363E-03	A6	-3.105361E-04	A8	1.723249E-04	A10	-7.029008E-05			
	A12	2.265427E-05	A14	-6.717740E-06	A16	7.873065E-07					
	영역의 범위		B	-0.001463602							
		소	1.936558244								
		대	1.983164721								
9 HD DVD 공통 사용영역	R	1.961162E+00	C	5.099017E-01	K	-6.905755E-01					
	A4	5.500499E-03	A6	-3.291831E-04	A8	1.722634E-04	A10	-7.092133E-05			
	A12	2.278891E-05	A14	-6.747295E-06	A16	7.903575E-07					
	영역의 범위		B	7.87111E-07							
		소	1.983164721								
		대	2.016								

도면20

상면측

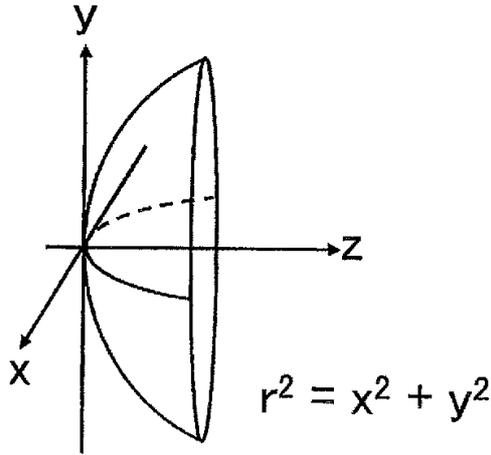
구간 j											
R2면	R	-5.606087E+00	C	-1.783139E-01	K	-5.506429E+01					
	A4	4.689891E-03	A6	-2.015207E-03	A8	-1.091107E-04	A10	1.343906E-04			
	A12	7.694800E-06	A14	-8.013337E-06	A16	8.706881E-07					
	영역의 범위		B	0							
		소	0								
		대	1.675852								

도면21

제 2~9 구간의 개략 광로길이하와 제 1 구간의 개략 광로길이하의 차 ( $\lambda$ )

구간 j	제 1 구간과의 개략 광로길이하의 차		
	파장 405nm, HD DVD	파장 655nm, DVD	파장 790nm, CD
1	기준	기준	기준
2	2	1	1
3	4	2	2
4	6	3	3
5	8	4	4
6	6	3	-
7	4	2	-
8	2	1	-
9	0	0	-

도면22



도면23

제 3 실시형태에 있어서의 광학계의 배치

제 3 실시형태 블루레이(블루, 408nm) 배치

대물렌즈 초점거리 2.3721mm NAO. 850

면 번호	주석	곡률반경 (mm)	다음면과의 광축상의 면간 거리 (mm)	다음면과의 사이의 재질 (mm)	굴절율	유효직경 (mm)
1	물체면	$\infty$	$\infty$	AIR	1	—
2	스토플면	$\infty$	0	AIR	1	4.032
3	렌즈면 물체측	비구면	2.642	유리상당	1.5126	—
4	렌즈면 상면측	비구면	0.8867	AIR	1	—
5	디스크면 물체측	$\infty$	0.0875	PC	1.6205	—
6	디스크정보 기록면	$\infty$	—	—	—	—

(a)

제 3 실시형태 DVD(655nm) 배치

대물렌즈 초점거리 2.4262mm NAO. 650

면 번호	주석	곡률반경 (mm)	다음면과의 광축상의 면간 거리 (mm)	다음면과의 사이의 재질 (mm)	굴절율	유효직경 (mm)
1	물체면	$\infty$	$\infty$	AIR	1	—
2	스토플면	$\infty$	0	AIR	1	3.153
3	렌즈면 물체측	비구면	2.642	유리상당	1.4987	—
4	렌즈면 상면측	비구면	0.60873	AIR	1	—
5	디스크면 물체측	$\infty$	0.6	PC	1.5794	—
6	디스크정보 기록면	$\infty$	—	—	—	—

(b)

제 3 실시형태 CD(790nm) 배치

대물렌즈 초점거리 2.4378mm NAO. 510

면 번호	주석	곡률반경 (mm)	다음면과의 광축상의 면간 거리 (mm)	다음면과의 사이의 재질 (mm)	굴절율	유효직경 (mm)
1	물체면	$\infty$	19.35	AIR	1	—
2	스토플면	$\infty$	0	AIR	1	2.794
3	렌즈면 물체측	비구면	2.642	유리상당	1.4958	—
4	렌즈면 상면측	비구면	0.5557	AIR	1	—
5	디스크면 물체측	$\infty$	1.2	PC	1.5725	—
6	디스크정보 기록면	$\infty$	—	—	—	—

(c)

도면24

물체면적 : 구간 j=1~6

구간 j											
1 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.483996664	C	0.673855962	K	-16.3972459					
	A4	0.094660411	A6	39.11539292	A8	-1505.37515	A10	26018.3113			
	A12	-170114.543	A14	2.252424464	A16	0.287207077					
	h의 범위		B	0							
		소	0								
		대	0.21762238								
2 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.53567174	C	0.651180831	K	-6.65802029					
	A4	0.817293994	A6	-9.14557483	A8	-17.2690536	A10	979.9972387			
	A12	2483.17142	A14	-118851.816	A16	524155.6559					
	h의 범위		B	-0.0015919							
		소	0.21762238								
		대	0.31022235								
3 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.599112109	C	0.625347025	K	1.433878527					
	A4	0.396330904	A6	-0.63776774	A8	-18.796398	A10	-54.5171068			
	A12	636.3429712	A14	5925.017186	A16	-32751.9962					
	h의 범위		B	-0.00318377							
		소	0.31022235								
		대	0.3829029								
4 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.434551701	C	0.697081882	K	-7.52479429					
	A4	0.085767596	A6	0.423482479	A8	2.603767797	A10	-3.81841			
	A12	-69.3580366	A14	-133.809602	A16	1225.44831					
	h의 범위		B	-0.00477565							
		소	0.3829029								
		대	0.44551105								
5 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.23702856	C	0.808388773	K	-13.8934328					
	A4	-0.04197071	A6	0.627402525	A8	3.888321541	A10	5.882855892			
	A12	-59.9644373	A14	-237.861474	A16	855.430159					
	h의 범위		B	-0.00636754							
		소	0.44551105								
		대	0.50184088								
6 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.166760899	C	0.857073631	K	-12.1244823					
	A4	-0.07888418	A6	0.308580202	A8	2.682470381	A10	4.183538737			
	A12	-19.9011704	A14	-99.0700446	A16	237.2207005					
	h의 범위		B	-0.00795942							
		소	0.50184088								
		대	0.55384699								

도면25

물체면적 : 구간 j = 7~12

구간 j											
7 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.244427233	C	0.803582542	K	-8.08545341					
	A4	-0.02845717	A6	0.108380327	A8	1.076913034	A10	1.964356292			
	A12	-3.75981137	A14	-31.8120777	A16	53.25002802					
	h의 범위		B	-0.00955131							
			소	0.55384699							
		대	0.60271631								
8 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.327355868	C	0.753377466	K	-5.19465131					
	A4	0.010760779	A6	0.039032865	A8	0.364424321	A10	0.240003296			
	A12	0.481545028	A14	-6.16830235	A16	5.8148765					
	h의 범위		B	-0.01114319							
			소	0.60271631							
		대	0.64925904								
9 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.409106927	C	0.709669352	K	-2.38637377					
	A4	0.027844963	A6	-0.04544383	A8	-0.01694078	A10	0.15663804			
	A12	0.5162377	A14	0.721501213	A16	-2.66990743					
	h의 범위		B	-0.01273508							
			소	0.64925904							
		대	0.69409466								
10 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.338005001	C	0.747381362	K	-3.56445559					
	A4	0.014468192	A6	-0.0220885	A8	0.097664239	A10	0.263425333			
	A12	0.030096219	A14	-0.66685014	A16	0.110657132					
	h의 범위		B	-0.01432696							
			소	0.69409466							
		대	0.73773231								
11 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.348930249	C	0.741328175	K	1.348930249					
	A4	0.019832778	A6	-0.03230534	A8	0.023369232	A10	0.12517188			
	A12	0.188638209	A14	-0.1012241	A16	-0.34477055					
	h의 범위		B	-0.01591885							
			소	0.73773231							
		대	0.7806433								
12 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.300111546	C	0.769164771	K	-2.6569841					
	A4	0.012719799	A6	-0.06037886	A8	-0.02185226	A10	0.097939601			
	A12	0.252933148	A14	0.208391643	A16	-0.58404278					
	h의 범위		B	-0.01751073							
			소	0.7806433							
		대	0.82330839								

도면26

물체면측 : 구간 j = 13~18

구간 j											
13 블루레이 /DVD 공동 사용영역	R	1.419047629	C	0.704697982	K	-2.08105117					
	A4	0.03516193	A6	-0.01799753	A8	-0.00592847	A10	0.022874187			
	A12	0.055942122	A14	0.043145862	A16	-0.10882687					
	h의 범위		B	-0.01910261							
		소	0.82330839								
		대	0.86626825								
14 블루레이 /DVD 공동 사용영역	R	1.546115933	C	0.646782029	K	-1.50835739					
	A4	0.052135072	A6	0.010960979	A8	0.003664849	A10	-0.01231273			
	A12	-0.02675421	A14	-0.01946868	A16	0.041244308					
	h의 범위		B	-0.0206945							
		소	0.86626825								
		대	0.91020224								
15 블루레이 /DVD 공동 사용영역	R	1.555431411	C	0.642908452	K	-1.51093094					
	A4	0.052553858	A6	0.010222417	A8	0.003114724	A10	-0.00934616			
	A12	-0.01836561	A14	-0.01186149	A16	0.023019799					
	h의 범위		B	-0.02228638							
		소	0.91020224								
		대	0.95608451								
16 블루레이 /DVD 공동 사용영역	R	1.548209197	C	0.645907544	K	-1.557899					
	A4	0.050747145	A6	0.007188213	A8	0.001961623	A10	-0.00530843			
	A12	-0.00949987	A14	-0.00632247	A16	0.010317907					
	h의 범위		B	-0.0238783							
		소	0.95608451								
		대	1.00552917								
17 블루레이 /DVD 공동 사용영역	R	1.544630001	C	0.647404232	K	-1.587942					
	A4	0.049769271	A6	0.005181299	A8	0.001120656	A10	-0.00330778			
	A12	-0.00510844	A14	-0.0029516	A16	0.004507299					
	h의 범위		B	-0.02547015							
		소	1.00552917								
		대	1.061859								
18 블루레이 /DVD 공동 사용영역	R	1.580184659	C	0.632837431	K	-1.19506424					
	A4	0.052025599	A6	-0.00032127	A8	-0.00515099	A10	-0.00463934			
	A12	0.000134763	A14	0.002926451	A16	-0.00064826					
	h의 범위		B	-0.02706204							
		소	1.061859								
		대	1.13567132								

도면27

물체면측 : 구간 j = 19~24

구간 j								
19 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.555954904	C	0.642692148	K	-1.34639801		
	A4	0.050919564	A6	-0.00350483	A8	-0.00416339	A10	-0.00096262
	A12	0.001201134	A14	0.000745264	A16	-0.00036526		
	h의 범위		B	-0.02865392				
		소	1.13567132					
		대	1.33034626					
20 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.44416631	C	0.692441025	K	-1.80761473		
	A4	0.042529601	A6	-0.00258023	A8	-0.00093988	A10	0.000261275
	A12	0.000673281	A14	0.000111189	A16	-0.00013072		
	h의 범위		B	-0.02706204				
		소	1.33034626					
		대	1.38585801					
21 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.49455004	C	0.669097704	K	-1.76648975		
	A4	0.045003624	A6	-0.00045278	A8	-0.000255	A10	2.25736E-05
	A12	0.00024333	A14	-8.7995E-05	A16	5.22662E-06		
	h의 범위		B	-0.02547015				
		소	1.38585801					
		대	1.42287845					
22 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.566237953	C	0.638472588	K	-1.66992176		
	A4	0.048479042	A6	0.001490439	A8	-2.1408E-05	A10	-0.00028489
	A12	-2.1435E-05	A14	-0.00016441	A16	7.00167E-05		
	h의 범위		B	-0.02387827				
		소	1.42287845					
		대	1.45193712					
23 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.647620951	C	0.606935715	K	-1.58171714		
	A4	0.052010933	A6	0.003244997	A8	0.000258507	A10	-0.00051211
	A12	-0.00019464	A14	-0.0002237	A16	0.000107794		
	h의 범위		B	-0.02228638				
		소	1.45193712					
		대	1.47627483					
24 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.575125725	C	0.634869956	K	-1.65403728		
	A4	0.049162687	A6	0.001405863	A8	-0.00010388	A10	-0.00027842
	A12	6.52617E-06	A14	-0.00015409	A16	6.11741E-05		
	h의 범위		B	-0.0206945				
		소	1.47627483					
		대	1.49740483					

도면28

물체면적 : 구간 j = 25~29

구간 j									
25 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.479508128	C	0.675900308	K	-1.76273653			
	A4	0.04538464	A6	-0.00073096	A8	-0.00041136	A10	-3.5704E-05	
	A12	0.000224223	A14	-8.5864E-05	A16	1.51987E-05			
	h의 범위		B	-0.01910261					
		소	1.49740483						
		대	1.51618144						
26 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.552307326	C	0.644202332	K	-1.69655271			
	A4	0.048007259	A6	0.000678304	A8	-0.00015887	A10	-0.00013321	
	A12	0.000117908	A14	-0.00012678	A16	3.42952E-05			
	h의 범위		B	-0.01751073					
		소	1.51618144						
		대	1.5331406						
27 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.596231378	C	0.626475594	K	-1.65825971			
	A4	0.049354083	A6	0.001377076	A8	-3.2511E-05	A10	-0.0001617	
	A12	7.20323E-05	A14	-0.0001388	A16	3.84509E-05			
	h의 범위		B	-0.01591885					
		소	1.5331406						
		대	1.54864802						
28 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.548556394	C	0.645762727	K	-1.71865614			
	A4	0.047508066	A6	0.000450203	A8	-0.0001415	A10	-5.7179E-05	
	A12	0.000165962	A14	-0.00011379	A16	2.16564E-05			
	h의 범위		B	-0.01432696					
		소	1.54864802						
		대	1.56296219						
29 블루레이 /DVD 공통 사용영역	R	1.581540108	C	0.632295062	K	-1.68511463			
	A4	0.048533047	A6	0.000963999	A8	-6.4664E-05	A10	-8.9982E-05	
	A12	0.000128895	A14	-0.00012105	A16	2.61297E-05			
	h의 범위		B	-0.01273508					
		소	1.56296219						
		대	1.57627745						

도면29

물체면적 : 구간 j = 30~31

구간 j									
30 블루레이 전용 사용영역	R	1.443125977	C	0.692940198	K	-2.02113842			
	A4	0.045697032	A6	0.000804706	A8	-0.00021843	A10	-9.9119E-05	
	A12	0.000217028	A14	-7.8081E-05	A16	8.11143E-06			
	h의 범위		B	-0.0111852					
		소	1.57627745						
		대	1.779083						
31 블루레이 전용 사용영역	R	1.440992543	C	0.693966117	K	-2.0128819			
	A4	0.045497326	A6	0.000855015	A8	-0.0001979	A10	-0.0001015	
	A12	0.000215442	A14	-7.7924E-05	A16	8.13734E-06			
	h의 범위		B	-0.00640955					
		소	1.779083						
		대	2.016						

도면30

상면측

R2 면	R	-2.66955809	C	-0.37459383	K	-20.6486848		
	A4	0.068007176	A6	-0.06053298	A8	0.029587666	A10	-0.00861265
	A12	0.001454018	A14	-0.00012305	A16	3.35E-06		
	h의 범위		B	2.642468				
		소	0					
		대	1.6473					

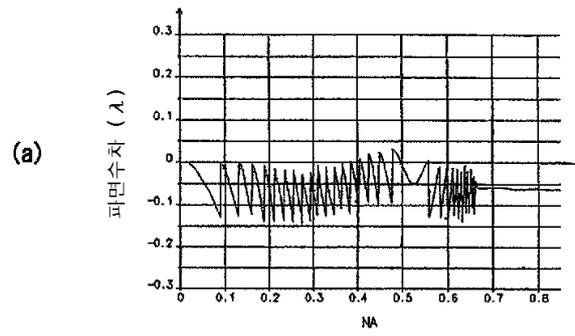
도면31

제 2~31 구간의 개략 광로길이하와 제 1 구간의 개략 광로길이하의 차 ( $\lambda$ )

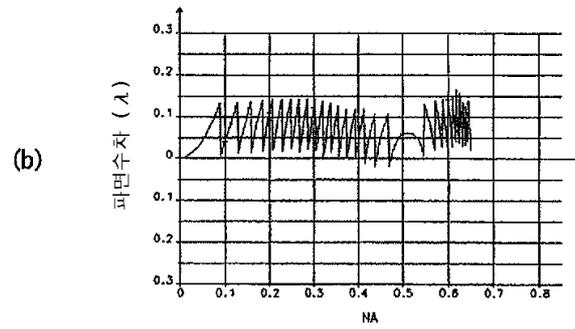
구간 j	제 1 구간과의 개략 광로길이하의 차		
	파장 405nm, 블루레이	파장 655nm, DVD	파장 790nm, CD
1	기준	기준	기준
2	2	1	1
3	4	2	2
4	6	3	3
5	8	4	4
6	10	5	5
7	12	6	6
8	14	7	7
9	16	8	8
10	18	9	9
11	20	10	10
12	22	11	11
13	24	12	12
14	26	13	13
15	28	14	14
16	30	15	15
17	32	16	16
18	34	17	17
19	36	18	18
20	34	17	17
21	32	16	16
22	30	15	15
23	28	14	—
24	26	13	—
25	24	12	—
26	22	11	—
27	20	10	—
28	18	9	—
29	16	8	—
30	14	—	—
31	8	—	—

도면32

블루레이 파면수차도



DVD 파면수차도



CD 파면수차도

