

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0046502
G11B 7/135 (2006.01) (43) 공개일자 2006년05월17일

(21) 출원번호 10-2005-0053967

(22) 출원일자 2005년06월22일

(30) 우선권주장 JP-P-2004-00184134 2004년06월22일 일본(JP)

(71) 출원인 소니 가부시끼 가이사
일본국 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6쵸메 7반 35고

(72) 발명자 사이토 마사히로
일본국 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시끼
가이사내
후카사와 노리오
일본국 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시끼
가이사내
도요타 기요시
일본국 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시끼
가이사내
스즈키 준이치
일본국 도쿄도 시나가와쿠 기타시나가와 6쵸메 7반 35고 소니가부시끼
가이사내

(74) 대리인 유미특허법인

심사청구 : 없음

(54) 광픽업 장치 및 광디스크 장치

요약

본 발명은 광디스크에 대해서 정보 신호의 기록 및/또는 재생을 행하는 광픽업 장치에 관한 것이며, 특히 다양한 종류의 광디스크에 대응하여 2 파장을 가지는 레이저광을 출사하면서, 3개의 빔으로 분할함으로써, 트래킹 에러를 검출하는 광픽업 장치 및 광디스크 장치에 관한 것이다. 구체적으로는, 3개의 빔으로 분할하는 파장의 0차 광/1차 광의 회절광 강도비를 크게 설계함으로써 레이저의 이용 효율을 높여서, 양호한 정밀도로 트래킹 에러를 검출한다. 본 발명에 의하면, 파장이 상이한 복수개의 레이저광을 출사하는 발광부(3)와 제1 위상 격자(11a)와, 제1 위상 격자(11a)의 양측에 설치된 제2 위상 격자(11b)를 구비함으로써 2단의 위상 높이를 가져서, 발광부(3)로부터 출사된 하나의 파장을 가지는 레이저광을 3개의 빔으로 분할하고, 발광부(3)로부터 출사된 다른 파장을 가지는 레이저광을 대부분 투과시키는 표면 기복(surface relief)형의 회절 격자(4)와 발광부(3)로부터 출사된 레이저광을 광디스크(8) 상에 집광시키는 대물 렌즈(7)와, 광디스크(8)에 반사된 복귀광의 광로를 회절시키는 광학 소자(9)와, 광학 소자(9)에 의해 회절된 복귀광을 수광하는 수광부(10)를 구비한다.

대표도

도 3

색인어

광픽업, 광디스크, 레이저, 위상 격자, 회절 격자, 렌즈, 빔 분할기

명세서

도면의 간단한 설명

[도 1] 본 발명이 적용된 광픽업 장치를 나타낸 개략 구성도이다.

[도 2] 복합 광학 소자의 제1 회절 격자를 나타낸 측면도이다.

[도 3] 복합 광학 소자의 제2 회절 격자를 나타낸 측면도이다.

[도 4] 광디스크의 신호 기록면에 조사된 레이저 스폿을 나타낸 평면도이다.

[도 5] 장단 2개의 파장의 각 레이저 스폿이 조사된 포토디텍터(photo detector)를 나타낸 평면도이다.

[도 6] 복합 광학 소자의 다른 실시예에 있어서의 제1 회절 격자를 나타낸 측면도이다.

[도 7] 복합 광학 소자의 다른 실시예에 있어서의 제2 회절 격자를 나타낸 측면도이다.

[도 8] 복합 광학 소자의 다른 실시예에 있어서의 제1 회절 격자를 나타낸 측면도이다.

[도 9] 복합 광학 소자의 다른 실시예에 있어서의 제2 회절 격자를 나타낸 측면도이다.

[도 10] 복합 광학 소자의 다른 실시예에 있어서의 제1 회절 격자를 나타낸 측면도이다.

[도 11] 복합 광학 소자의 다른 실시예에 있어서의 제2 회절 격자를 나타낸 측면도이다.

[도 12] 종래의 2 파장 광픽업 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

<부호의 설명>

1: 광픽업 장치 32: 파장 반도체 레이저 소자

4: 복합 광학 소자 4a: 제1 회절 격자

4b: 제2 회절 격자 5: 빔 분할기

6: 콜리메이터 렌즈 7: 대물 렌즈

8: 광디스크 9: 관형 광학 소자

10: 포토디텍터 11, 12: 격자

11a, 12a: 제1 위상 격자 11b, 12b: 제2 위상 격자

15: 제1 수광면 16: 제2 수광면

17: 제3 수광면

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광디스크에 대해서 정보 신호의 기록 및/또는 재생을 행하는 광픽업 장치에 관한 것이며, 특히 다양한 종류의 광디스크에 대응하여 2 파장을 가지는 레이저광을 출사하면서, 3개의 빔으로 분할함으로써, 트래킹 에러를 검출하는 광픽업 장치 및 광디스크 장치에 관한 것이다.

종래부터, 광디스크 장치에 탑재된 광픽업 장치로서는 DVD(Digital Versatile Disc)를 재생하는 660nm대역의 레이저 다이오드와 CD-R(Compact Disc-Recordable)을 기록 또는 재생하는 785nm대역의 레이저 다이오드를 구비한 2 파장 광픽업 장치가 있다.

상기 2 파장 광픽업 장치에서는, 소형화 및 경량화를 위해, 도 12에 나타난 바와 같이, 각 레이저광의 광학계를 공통 하여 광학 소자를 공용으로 하고 있다.

도 12에 나타난 2 파장 광픽업 장치(100)에 있어서는, 2 파장 반도체 레이저 소자(103)를 구비하고, 상기 2 파장 반도체 레이저 소자(103)는 660nm대역의 레이저광을 출사하는 제1 반도체 레이저(103a)와 785nm대역의 레이저광을 출사하는 제2의 반도체 레이저(103b)를 가진다. 또, 제1 및 제2 반도체 레이저(103a, 103b)로부터 출사되는 레이저광의 광로 상에는, 레이저광을 3개의 빔으로 분할하는 회절 격자(102)가 설치되어 있다. 광픽업 장치(1)는 정보 신호를 검출하는 메인 빔의 전후에 트래킹 에러 검출용의 서브 빔을 배치시켜, 상기 서브 빔을 서브 포토디텍터로 검출함으로써 트래킹 제어를 행한다.

제1 및 제2의 반도체 레이저(103a, 103b)로부터의 출사광은 회절 격자(102)에 의해 3개의 빔으로 분할된 후, 빔 분할기(104)의 하프 미러면(104a)에서 반사되어 콜리메이터 렌즈(105)에 의해 평행광이 되어 대물 렌즈(106)에 입사된다.

출사광은 대물 렌즈(106)에 의해 광디스크(107)의 신호 기록면에 집광 및 반사되고 동일 광로로 되돌아온다. 따라서, 이 복귀하는 광은 재차, 대물 렌즈(106)를 거쳐 평행광이 되어, 콜리메이터 렌즈(105), 빔 분할기(104)를 통하여 3개의 빔이 광검출기(108)의 메인 포토디텍터 및 서브 포토디텍터에 집광된다.

광검출기(108)에 집광된 복귀광을 검출함으로써, 2 파장 광픽업 장치(100)는 공지된 비점수차법(非点収差法; astigmatism)이나 차동 푸시풀(differential push-pull)법 등에 의해 포커싱 제어나 트래킹 제어를 행한다.

그런데, 2 파장 광픽업 장치(100)에 있어서는, 제1 및 제2 반도체 레이저(103a, 103b)로부터 출사되는 파장이 상이한 레이저광을 각각 3개의 빔으로 회절하기 위해, 회절 격자(102)를 2개 설치하는 구성을 고려할 수 있다. 그러나, 2개의 반도체 레이저(103a, 103b)가 1개의 패키지에 내장되어 있는 2 파장 광픽업 장치(100)에서는, 각 반도체 레이저(103a, 103b)의 발광점이 서로 극히 가까워서, 양쪽의 레이저광은 공통의 광학 경로를 통하여 광디스크(107)에 유도된다. 이 결과, 양쪽의 레이저광은 필연적으로 2개의 회절 격자를 통과하기 때문에, 다음과 같은 문제점이 발생한다.

먼저, 각 레이저광은 각각 2회 회절 작용을 받기 때문에, 불필요한 회절광이 발생한다. 따라서, 트래킹 에러 검출에 필요한 3개의 빔의 광 강도가 저하되고, 정밀도가 양호한 트래킹 에러를 검출하기가 곤란하다. 상기과 같은 문제를 해소하기 위해, 회절 격자의 위상 격자의 높이를 3개의 빔으로 분할하지 않는 파장의 정수배로 하는 방법이 있다. 예를 들면, 위상 격자의 높이를 660nm의 파장을 가지는 레이저광이 투과한 때에 2π , 즉 1 파장만큼의 광로 차를 발생시키는 치수로 설정한다. 이로써, 상기 회절 격자는 660nm의 파장을 가지는 레이저광이 입사 되면 그대로 직진시키고, 785nm의 파장을 가지는 레이저광 만을 회절시킨다.

이 때, 3개의 빔으로 분할하지 않는 660nm의 파장을 가지는 레이저광은 회절하지 않고 투과하지만, 3개의 빔으로 분할된 785nm의 파장을 가지는 레이저광은 회절광 강도비, 즉, 0차 광과 1차 광과의 광량 비가 하나로 결정된다. 상기 회절광 강도비를 조정하기 위해서는 회절 격자의 격자 피치를 변경할 필요가 있지만, 그렇게 하면 0차, ± 1 차 외에 고차의 회절광이 발생하는 문제가 생긴다. 그러므로, 고차의 회절광의 발생을 억제하면서, 정보 신호의 기록 시에 높은 파워가 필요한 0차 광의 효율을 높게 할 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명은 상이한 파장의 레이저를 발광하는 2개의 레이저 다이오드를 구비하는 2 파장 픽업 장치 및 광디스크 장치에 있어서, 3개의 빔으로 분할하는 파장의 0차 광/1차 광의 회절광 강도비를 크게 하고, 또한 0차, ± 1 차 외의 고차의 회절광의 발생을 억제함으로써, 레이저의 이용 효율을 높여서 양호한 정밀도로 트레이킹 에러를 검출하는 광픽업 장치 및 광디스크 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

상기의 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 관한 광픽업 장치 및 광디스크 장치는,

파장 λ_1 을 가지는 제1 레이저광과, 상기 파장 λ_1 의 파장과는 상이한 파장 λ_2 를 가지는 제2 레이저광을 출사하는 발광부와,

제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치된 제2 위상 격자를 구비함으로써 2단의 위상 높이를 가지고, 상기 λ_1 의 파장을 가지는 레이저광을 3개의 빔으로 분할하고, 상기 λ_2 의 파장을 가지는 레이저광을 대부분 투과시키는 표면 기복형의 제1 회절 격자와,

제1 위상 격자와 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치된 제2 위상 격자를 구비함으로써 2단의 위상 높이를 가지고, 상기 λ_2 의 파장을 가지는 레이저광을 3개의 빔으로 분할하고, λ_1 의 파장을 가지는 레이저광을 대부분 투과시키는 표면 기복형의 제2 회절 격자와,

상기 발광부로부터 출사된 레이저광을 광디스크 상에 집광시키는 대물 렌즈와,

상기 광디스크에 반사된 복귀광의 광로를 분기하는 광학 소자와,

상기 광학 소자에 의해 분기된 복귀광을 수광하는 수광부를 구비한다.

이하, 본 발명이 적용된 광디스크 장치에 탑재된 광픽업 장치(1)에 대하여, 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.

상기 광 픽업 장치(1)는 DVD를 재생하는 660nm대역의 레이저광을 출사하는 레이저 다이오드와 CD나 CD-R에 대해서 기록 또는 재생을 행하는 785nm대역의 레이저광을 출사하는 레이저 다이오드가 1개의 패키지에 내장된 2 파장 광픽업 장치이다. 상기 광픽업 장치(1)는 도 1에 그 구성을 모식적으로 나타낸 바와 같이, 660nm대역의 레이저 다이오드 및 785nm대역의 레이저 다이오드로부터 구성되는 2 파장 반도체 레이저 소자(3)과, 2 파장 반도체 레이저 소자(3)로부터 출사된 레이저광을 투과 또는 3개의 빔으로 분할하는 회절 격자가 형성된 복합 광학 소자(4)와, 복합 광학 소자(4)에 의해 분할된 레이저광 및 광디스크(8)으로부터의 반사광을 반사 또는 투과하는 빔 분할기(5)와, 콜리메이터 렌즈(6)과, 2 파장용의 대물 렌즈(7)와, 광디스크(8)로부터 반사된 660nm대역의 레이저광과 785nm대역의 레이저광의 광축을 일치시키는 회절 격자가 형성된 판형 광학 소자(9)와, 660nm대역 및 785nm대역의 레이저광의 공통 수광 소자이면서 신호 검출용의 포토디텍터(10)를 구비한다.

상기 2 파장 반도체 레이저 소자(3)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 발광하는 CD 광 출사부와 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 발광 하는 DVD 광 출사부를 가진다. CD 광 출사부와 DVD 광 출사부는 100 ~ 300 μ m정도 이격하고, 동일 방향을 향하여 출사할 수 있게 설치되어 있다.

복합 광학 소자(4)는 2 파장 반도체 레이저 소자(3)와 빔 분할기(5) 사이에 설치되고, 2 파장 반도체 레이저 소자(3)로부터 출사된 레이저광을 3개의 빔으로 분할하는 제1 및 제2 회절 격자(4 a, 4 b)가 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측 및 빔 분할기(5) 측에 각각 형성되어 있는 표면 기복(surface relief)형의 회절 격자이다. 복합 광학 소자(4)의 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측의 측면에 형성된 제1 회절 격자(4a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절하고, DVD용의 660nm대역의 레이저광을 투과한다. 또, 복합 광학 소자(4)의 빔 분할기(5) 측의 측면에 형성된 제2 회절 격자(4b)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절하고, CD용의 785nm대역의 레이저광을 투과한다.

구체적으로, 2 파장 반도체 레이저 소자(3)의 CD 광 출사부로부터 출사된 785nm대역의 레이저광은 복합 광학 소자(4)에 입사하면, 제1 회절 격자(4a)에서 0차 광(이하, 메인 빔) 및 ± 1 차 광(이하, 서브 빔)으로 이루어지는 3개의 빔으로 회절되

어 제2 회절 격자(4b)를 대부분 투과하여 빔 분할기(5) 측에 출사된다. 마찬가지로, 2 파장 반도체 레이저 소자(3)의 DVD 광 출사부로부터 출사된 660nm대역의 레이저광은 복합 광학 소자(4)의 제1 회절 격자(4a)를 대부분 투과하고, 제2 회절 격자(4b)에서 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 이루어지는 3개의 빔으로 회절되고 빔 분할기(5)측에 출사된다.

상기 제1 회절 격자(4a)는 도 2에 나타낸 바와 같은 미세한 격자 패턴이 반복적으로 형성된다. 각 격자(11)는 단면이 대략 계단형으로 형성되고, W1의 폭을 가지는 제1 위상 격자(11a)와, 상기 제1 위상 격자(11a)의 양측에 계단형으로 형성되어 W2의 폭을 가지는 제2 위상 격자(11b)를 가진다. 제1 및 제 2 위상 격자(11a, 11b)는 격자(11)의 격자 피치 P1에 대해서 $0.61 \times P1 < (W1 + 2 \times W2) < 0.85 \times P1$ 의 관계를 만족시킨다. 또, 제1 위상 격자(11a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광의 파장을 λ_d 로 하고, 상기 λ_d 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_d 로 할 때, 위상 높이 H1이 $\lambda_d/(N_d-1)$ 의 0.89배 이상 1.13배 이하로 설정된다. 또한, 제2 위상 격자(11b)의 위상 높이 H2는 $\lambda_d/(N_d-1)$ 의 0.72배 이상 1.31배 이하로 설정된다.

예를 들면, 제1 위상 격자(11a)는 제1 회절 격자(4a)의 격자 패턴의 피치 P1을 1.0으로 하면, 폭 W1을 0.395로 하고, 위상 높이 H1은 $1.02 \times \lambda_d/(N_d-1)$ 로 설정 된다. 또, 제2 위상 격자(11b)는 제1 회절 격자(4a)의 격자 패턴의 피치 P1을 1.0으로 하면, 폭 W2를 0.18로 하고, 위상 높이 H2는 $1.05 \times \lambda_d/(N_d-1)$ 로 설정 된다.

이와 같은 제1 및 제 2 위상 격자(11a, 11b)로 이루어지는 제1 회절 격자(4a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 대부분 투과하고, CD용의 785nm대역의 레이저광을 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 회절한다. 즉, 제1 회절 격자(4a)는 파장 660nm의 입사광에 대한 0차 광의 회절 효율이 가장 높은 98.08%이며, 파장 785nm의 입사광에 대한 0차 광(메인 빔)의 회절 효율은 86.71%, ± 1 차 광(서브 빔)의 회절 효율은 4.69%가 된다. 그리고, 상기 메인 빔(0차 광)과 서브 빔(± 1 차 광)의 회절광 강도비(0차 광/1차 광)는 18.48이 된다.

상기와 같이, 제1 회절 격자(4a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절 했을 때, 0차 광 효율이 높아지고, 또한, 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 96%를 확보할 수 있어서, 0차 광 및 ± 1 차 광 이외에 고차의 회절광이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제1 회절 격자(4a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광에 대해서, 0차 광 효율을 98%로서 대부분 투과시키고, ± 1 차 광을 비롯한 고차의 회절광의 발생을 억제할 수 있다.

제2 회절 격자(4b)는 도 3에 나타낸 바와 같은 미세한 격자 패턴이 반복적으로 형성된다. 각 격자(12)는 단면이 대략 계단형으로 형성되고, W3의 폭을 가지는 제1 위상 격자(12a)와, 상기 제1 위상 격자(12a)의 양측에 계단형으로 형성되어 W4의 폭을 가지는 제2 위상 격자(12b)로 이루어진다. 제1 위상 격자(12a)는 폭 W3를 격자 패턴의 피치 P2에 대해서, 11%이상 33%이하가 되도록 한다. 또, 제1 위상 격자(12a)의 위상 높이 H3는 CD용의 785nm대역의 레이저광의 파장을 λ_c 로 하고, 상기 λ_c 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_c 로 할 때, $\lambda_c/(N_c-1)$ 의 0.94배 이상 1.1배 이하로 설정한다. 상기 제1 위상 격자(12a)의 양측에 계단형으로 형성되어 있는 제2 위상 격자(12b)는 폭 W4를 격자 패턴의 피치 P2에 대해서, 37%이하가 되도록 한다. 또, 제2 위상 격자(12b)의 위상 높이 H4는 $\lambda_c/(N_c-1)$ 의 0.22배 이하로 설정한다.

예를 들면, 제1 위상 격자(12a)는 제2 회절 격자(4b)의 격자 패턴의 피치 P2를 1.0으로 하면, 폭 W3를 0.20으로 하고, 위상 높이 H3은 $0.98 \times \lambda_c/(N_c-1)$ 로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(12b)는 제2 회절 격자(4b)의 격자 패턴의 피치 P2를 1.0으로 하면, 폭 W4를 0.20으로 하고, 위상 높이 H4는 $0.03 \times \lambda_c/(N_c-1)$ 로 설정된다.

상기와 같은 제1 및 제2 위상 격자(12a, 12b)로 이루어지는 제2 회절 격자(4b)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 대부분 투과하고, DVD용의 660nm대역의 레이저광을 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 회절한다. 즉, 제2 회절 격자(4b)는 파장 785nm의 입사광에 대한 0차 광의 회절 효율이 가장 높은 98.01%이며, 파장 660nm의 입사광에 대한 0차 광(메인 빔)의 회절 효율은 85.96%, ± 1 차 광(서브 빔)의 회절 효율은 4.70%가 된다. 그리고, 상기 메인 빔(0차 광)과 서브 빔(± 1 차 광)의 회절광 강도비(0차 광/1차 광)는 18.29가 된다.

이와 같이, 제2 회절 격자(4b)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절 했을 때, 0차 광 효율이 높아지고, 또한, 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 95%가 확보되어서, 0차 광 및 ± 1 차 광 이외에 고차의 회절광이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제2 회절 격자(4b)는 CD용의 785nm대역의 레이저광에 대해서, 0차 광 효율을 98%로 대부분 투과시키고, ± 1 차 광을 비롯하여 고차의 회절광의 발생을 억제할 수 있다.

이상과 같이 복합 광학 소자(4)에 의하면, 3개의 빔에 의한 트래킹 에러 신호를 검출할 때에, 제1 회절 격자(4a) 또는 제2 회절 격자(4b)를 투과하는 파장을 가지는 레이저광은 ± 1 차 광을 거의 발생시키지 않고, 3개의 빔으로 회절되는 파장을 가지는 레이저광은 0차 광/1차 광의 회절광 강도비를 높일 수 있다. 또, 고차의 회절광도 거의 발생하지 않기 때문에, 광픽업 장치(1)의 레이저 이용 효율을 높일 수 있어서, 양호한 정밀도로 3개의 빔에 의한 트래킹 에러 신호를 검출할 수 있다.

상기 복합 광학 소자(4)를 사용한 트래킹 에러 신호 검출에서는 3개의 빔을 사용한 차동 푸시풀(differential push-pull)법이 채용된다. 복합 광학 소자(4)는 도 4에 나타낸 바와 같이, 광디스크(8)의 신호 기록면 상에 있어서, 메인 빔의 메인 스폿을 트랙 상에 집광시켜, 서브 빔의 양 서브 스폿이 메인 스폿을 협지하여 광디스크(8)의 반경 방향으로 트랙 피치의 반만큼 어긋나도록 집광시킨다. 그리고, 후술하는 포토디텍터(10)에 의해 메인 스폿 및 양 서브 스폿에 대한 푸시풀 신호를 검출하고, 그 차동을 취함으로써 광디스크(8)의 반경 방향의 경사나 대물 렌즈(7)의 시프트에 의한 오프셋을 제거하고 있다.

여기서, 포토디텍터(10)는 파장 660nm의 레이저광 및 파장 785nm의 레이저광의 공통 수광 소자이며, 후술하는 바와 같이 메인 빔이 조사되는 제1 수광면(15)과 양 서브 빔이 조사되는 제2 및 제3 수광면(16, 17)을 가지고, 제2 및 제3 수광면(16, 17)이 제1 수광면(15)을 협지하여 배치되어 있다(도 5 참조).

이와 같은 패턴으로 형성된 포토디텍터(10)로 차동 푸시풀 신호를 검출하기 위해, 제1 회절 격자(4a)의 제1 및 제2 위상 격자(11a, 11b)의 방향과 제2 회절 격자(4b)의 제1 및 제2 위상 격자(12a, 12b)의 방향은 소정의 각도가 형성되어 있다. 즉, 660nm대역의 레이저 다이오드와 785nm대역의 레이저 다이오드가 1개의 패키지에 내장된 2 파장 광픽업 장치(1)에 있어서는, 파장 660nm대역의 레이저광과 파장 785nm대역의 레이저광의 공통 수광 소자인 포토디텍터(10)의 각 수광면에 각각의 파장의 각 메인 빔 및 서브 빔의 스폿이 입사될 필요가 있으므로, 2개의 파장의 메인 빔의 메인 스폿과 서브 빔의 서브 스폿과의 간격(t)이 동일하게 될 필요가 있다.

또, DVD의 트랙 피치 p는 0.74 μ m인데 비하여, CD의 트랙 피치 p는 1.6 μ m 이며, 광디스크(8)의 종류에 따라 트랙 피치가 상이하다. 따라서, 공통의 수광 소자인 포토디텍터(10)의 각 수광면의 중심으로 파장 660nm 레이저광의 메인 스폿 및 서브 스폿이 입사되고, 또 파장 785nm 레이저광의 메인 스폿 및 서브 스폿이 입사 되기 위해서는, 광디스크(8)의 기록 트랙 상에서의 광스폿 열이 DPP 배치가 되도록, 즉 0차 광이 피트부, ± 1 차 광이 랜드부에 조사되도록, 트랙에 대한 제 1 및 제2 회절 격자 4 a, 4 b의 각도 θ_1 및 θ_2 의 상대 각도를 어긋나게 할 필요가 있다.

예를 들어, 파장 660nm의 레이저광 및 파장 785nm의 레이저광의 각 메인 스폿과 서브 스폿의 스폿 간격(t)을 똑같이 25 μ m라 하면, DVD와 CD의 트랙 피치의 상이에 따라 트랙에 대한 빔열의 경사는 DVD와 CD에서 약 1도 서로 다르게 설정할 필요가 있다. 따라서, 제1 회절 격자(4a)의 격자(11)의 방향과 제2 회절 격자(4b)의 격자(12)의 방향이 약 1도의 각도를 이루도록 설계할 필요가 있다.

따라서, 제1 회절 격자(4a)의 위상 격자(11a, 11b)의 트랙에 대한 각도 θ_1 과 제2 회절 격자(4b)의 위상 격자(12a, 12b)의 트랙에 대한 각도 θ_2 의 상대 각도를 1도로 설정하면서, 제1 회절 격자(4a)의 격자 피치 P1을 CD용의 785nm대역의 레이저광을 스폿 간격(t)이 25 μ m가 되도록 회절시키는 간격으로 설정하고, 또 제2 회절 격자(4b)의 격자 피치 P2를 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 스폿 간격(t)이 25 μ m가 되도록 회절시키는 간격으로 설정함으로써, 포토디텍터(10)의 수광면에 660nm대역의 레이저광과 785nm대역의 레이저광의 각 메인 스폿 및 서브 스폿이 모두 입사할 수 있게 된다.

이와 같은 복합 광학 소자(4)로부터 3분할되어 출사된 레이저광은 빔 분할기(5), 콜리메이터 렌즈(6) 및 2 파장용 대물 렌즈(7)를 거쳐 광디스크(8)의 신호 기록면에 조사되어 그 반사광이 판형 광학 소자(9)를 통하여 포토 디텍터(10)에 검출된다.

빔 분할기(5)는 복합 광학 소자(4)로부터 3분할되어 출사된 레이저광을 하프 미러면(5a)에 의해 광디스크(8)측으로 반사한다. 또, 빔 분할기(5)는 광디스크(8)에 반사된 복귀 레이저광을 투과시키고 판형 광학 소자(9)에 입사시킨다.

콜리메이터 렌즈(6)는 빔 분할기(5)에 반사된 레이저광을 평행광으로 한다. 2 파장용의 대물 렌즈(7)는 3 분할된 660nm 및 785nm의 2개의 파장을 가지는 레이저광을 DVD 또는 CD 등의 광디스크(8)의 신호 기록면에 각각 집광시킨다.

판형 광학 소자(9)는 광디스크(8)에서 반사되고 빔 분할기(5)를 투과하고 복귀한 2개의 파장을 가지는 레이저광을 포토디텍터(10)의 수광면에 입사시키는 회절 격자로 이루어진다. 상기 판형 광학 소자(9)는 광디스크(8)로 반사한 660nm 및 785nm의 레이저광의 광축이 포토디텍터(10)의 수광면 상에서 일치하도록 회절시킨다.

판형 광학 소자(9)에 의해 2개의 파장을 가지는 레이저광이 광축을 일치시켜서 입사되는 포토디텍터(10)는 도 5에 나타낸 바와 같이, 660nm 및 785nm파장의 복귀광의 공통 수광 소자이며, 양 파장의 메인 빔이 입사하는 제1 수광면(15)과 제1 수광면(15)을 협지하여 설치되어, 양 파장의 서브 빔이 입사하는 제2 및 제3 수광면(16, 17)을 가진다. 제1 수광면(15)은 4

분할된 수광부 A, B, C, D가 형성되고, 디지털 신호를 생성하기 위한 RF신호나 포커싱 서보 신호를 생성하기 위한 포커싱 에러 신호를 검출한다. 또 제2 및 제3 수광면(16,17)은 2 분할된 수광부 E, F 및 G, H가 형성되고, 트래킹 서보 신호를 생성하기 위한 트래킹 에러 신호를 검출한다.

상기 포토디텍터(10)는 전술한 바와 같이 복합 광학 소자(4)의 제 1 및 제2 회절 격자가 각 격자(11,12)가 소정의 각도를 이루도록 형성되고, 또한 메인 빔과 서브 빔의 스폿 간격(t)이 동일하게 되는 피치로 설계됨으로써, 각 수광면(15 ~ 17)에는, 파장 660nm의 레이저광 및 파장 785nm의 레이저광이 함께 입사되는 공통의 수광 소자로서 이용된다.

상기 포토디텍터(10)에 의해 트래킹 에러 신호를 검출하기 위해서는, 제1 ~ 제3 수광면(15 ~ 17)의 각 수광부 A ~ H로부터의 출력력을 각각 SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH라 하면, 트래킹 에러 신호 TE는 $TE = ((SA + SB) - (SC + SD)) - k((SE - SF) + (SG - SH))$ 에 의해 구할 수 있다. 여기서, k는 트래킹 에러 신호의 오프셋이 없어지도록 결정된다.

이하, 광픽업 장치(1)의 동작에 대하여 설명한다. 광픽업 장치(1)는 광디스크(8)로서 예를 들면 DVD가 장착된 때는, 2 파장 반도체 레이저(3)로부터 파장 660nm대역의 레이저광을 출사한다. 상기 파장 660nm의 레이저광은 먼저 복합 광학 소자(4)의 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측에 설치된 제1 회절 격자(4a)에 입사한다. 제1 회절 격자(4a)는 660nm파장을 가지는 레이저광에 대해 0차의 회절 효율이 가장 높게 설정되어 있기 때문에, 660nm파장의 입사광은 감쇠하지 않고 거의 100% 투과하여, 제2 회절 격자(4b)에 입사한다. 한편, 제2 회절 격자(4b)는 660nm파장을 가지는 레이저광에 대해 0차 광과 ± 1 차 광의 3개의 빔이 되도록 회절한다. 이 때, 상기 0차 광과 ± 1 차 광의 합은 95%가 확보되어서, 그외의 고차의 회절광의 발생이 억제된다.

한편, 광픽업 장치(1)는 광디스크(8)로서 예를 들면 CD나 CD-R이 장착된 때는, 2 파장 반도체 레이저(3)로부터 파장 785nm대역의 레이저광을 출사한다. 상기 파장 785nm의 레이저광은 복합 광학 소자(4)에 입사 되면, 먼저 복합 광학 소자(4)의 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측에 설치된 제1 회절 격자(4a)에 입사한다. 제1 회절 격자(4a)는 785nm파장을 가지는 레이저광에 대해 0차 광과 ± 1 차 광의 3개의 빔이 되도록 회절되어 제2 회절 격자(4b)에 입사한다. 이 때, 상기 0차 광과 ± 1 차 광의 합은 96%가 확보되어서, 그 외의 고차의 회절광의 발생은 억제된다. 한편, 제2 회절 격자(4b)는 785nm파장을 가지는 레이저광에 대해 0차의 회절 효율이 가장 높게 설정되어 있기 때문에, 785nm파장의 입사광은 감쇠하지 않고 거의 100% 투과한다.

복합 광학 소자(4)로부터 출사된 레이저광은 빔 분할기(5)의 하프 미러면(5a)에 조사 되면 광디스크(8) 측을 향하여, 콜리메이터 렌즈(6)에 의해 평행광이 된다. 이어서, 레이저광은 대물 렌즈(7)에 의해 광학 디스크(8)의 신호 기록면에 집광되어, 도 4에 나타난 바와 같이, 메인 빔 및 서브 빔에 의한 광스폿이 형성된다.

이 때, 0차 광에 의한 메인 스폿은 트랙 상에 형성되고, ± 1 차 광에 의한 서브 스폿은 트랙 피치의 반만큼 광디스크(8)의 반경 방향으로 어긋난 위치에 형성된다. 또, 메인 스폿과 서브 스폿의 스폿 간격(t)은 파장 660nm의 레이저광 및 파장 785nm의 레이저광의 어느 경우도 일정하게 형성되고, 포토디텍터(10)의 제1 수광면(15)과 제2 및 제3 수광면(16,17)과의 간격이 동일하게 된다. 또, 트랙 피치의 상이에 관계없이 스폿 간격(t)을 동일하게 하기 위해서, 트랙에 대한 제 1 및 제2 회절 격자(4a, 4b)의 격자 방향의 상대 각도가 어긋나 있으므로, 파장 660nm의 스폿 열과 파장 785nm의 스폿 열은 격자(11)와 격자(12)의 상대 각도만 경사지게 형성된다.

광디스크(8)에 반사된 복귀 레이저광은 빔 분할기(5)를 투과하여 판형 광학 소자(9)에 입사되어, 메인 빔이 제1 수광면(15)에 집광하고, 서브 빔이 제2 및 제3 수광면(16, 17)에 집광하도록 회절된다. 이 때, 판형 광학 소자(9)는 파장 660nm의 레이저광과 파장 785nm의 레이저광의 광축이 일치하도록 회절시킨다.

이로써 복귀 레이저광은 도 5에 나타난 바와 같이, 660nm 및 785nm의 어느 레이저광에 의해서도, 포토디텍터(10)의 제1 수광면(15)에 메인 빔이 조사되어 제2 및 제3 수광면(16, 17)에 서브 빔이 조사된다. 그리고, 포토디텍터(10)에 집광되는 레이저광의 스폿 열은 제 1 및 제2 회절 격자(4a, 4b)의 위상 격자(11a, 11b)와 위상 격자(12a, 12b)의 방향이 경사지게 형성되어 있으므로, 마찬가지로 소정 각만 경사지게 형성된다.

광픽업 장치(1)는 포토디텍터(10)의 제1 ~ 제3 수광면(15 ~ 17)에 조사된 스폿광을 검출함으로써, 정보 신호의 기록 또는 재생을 행하는 RF 신호나, 트래킹 제어를 행하는 트래킹 에러 신호를 검출한다. 이 때, 광픽업 장치(1)에 있어서는, 제1 회절 격자(4a)를 0차의 회절 효율의 피크 파장이 660nm이 되도록 설계하고, 또한 785nm파장의 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 96%를 확보할 수 있고, 또, 제2 회절 격자(4b)를 0차의 회절 효율의 피크 파장이 785nm가 되도록 설계하고, 또한 660nm

파장의 0차 광과 1차 광의 합이 95%를 확보할 수 있기 때문에, 정보 신호의 기록 시에 높은 파워가 필요한 0차 광의 광량을 높게 유지하고, 출사되는 레이저의 이용 효율을 높이면서 양호한 정밀도를 가지는 3개의 빔에 의한 트래킹 에러 신호를 검출할 수 있다.

또, 본 발명이 적용된 광픽업 장치에서는, 복합 광학 소자를 다음과 같이 형성해도 된다. 그리고, 이하의 설명에 있어서, 전술한 광픽업 장치(1)와 동일한 부재에 대하여는 동일한 부호를 부여하여 상세한 설명을 생략한다.

상기 복합 광학 소자(20)는 2 파장 반도체 레이저 소자(3)와 빔 분할기(5) 사이에 설치되고, 2 파장 반도체 레이저 소자(3)로부터 출사된 레이저광을 3개의 빔으로 분할하는 제1 및 제2 회절 격자(20a, 20b)가 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측 및 빔 분할기(5) 측에 각각 형성되어 있는 표면 기복형의 회절 격자이다. 복합 광학 소자(20)의 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측의 측면에 형성된 제1 회절 격자(20a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 0차 광과 ± 1 차 광의 3개의 빔으로 회절하고, DVD용의 660nm대역의 레이저광을 대부분 투과한다. 또, 복합 광학 소자(20)의 빔 분할기(5) 측의 측면에 형성된 제2 회절 격자(20b)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 0차 광과 ± 1 차 광의 3개의 빔으로 회절하고, CD용의 785nm대역의 레이저광을 대부분 투과한다.

제1 회절 격자(20a)는 도 6에 나타난 바와 같은 미세한 격자 패턴이 반복적으로 형성된다. 각 격자(21)는 단면이 대략 계단형으로 형성되고, W5의 폭을 가지는 제1 위상 격자(21a)와, 상기 제1 위상 격자(21a)의 양측에 계단형으로 형성되어 W6의 폭을 가지는 제2 위상 격자(21b)로 이루어진다. 제1 위상 격자(21a)는 폭 W5를 격자 패턴의 피치 P3에 대해서, 62%이상 75%이하가 되어 있다. 또, 제1 위상 격자(21a)의 위상 높이 H5는 DVD용의 660nm대역의 레이저광의 파장을 λ_d 로 하고, 상기 λ_d 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_d 로 할 때, $\lambda_d/(N_d-1)$ 의 1.01배 이상 1.24배 이하로 설정된다. 상기 제1 위상 격자(21a)의 양측에 계단형으로 형성되어 있는 제2 위상 격자(21b)는 폭 W6를 격자 패턴의 피치 P3에 대해서 19%이하가 되도록 하고 있다. 또, 제2 위상 격자(21b)의 위상 높이 H6이 $\lambda_d/(N_d-1)$ 의 0.34배 이하로 설정된다.

예를 들면, 제1 위상 격자(21a)는 제1 회절 격자(20a)의 격자 패턴의 피치 P3를 1.0으로 하면, 폭 W5를 0.69으로 하고, 위상 높이 H5는 $1.05 \times \lambda_d/(N_d-1)$ 로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(21b)는 제1 회절 격자(20a)의 격자 패턴의 피치 P3를 1.0으로 하면, 폭 W6를 0.12로 하고, 위상 높이 H6는 $0.03 \times \lambda_d/(N_d-1)$ 로 설정된다.

이와 같은 제 1 및 제2 위상 격자(21a, 21b)로 이루어지는 제1 회절 격자(20a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 대부분 투과하고, CD용의 785nm대역의 레이저광을 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 회절한다. 즉, 제1 회절 격자(20a)는 파장 660nm의 입사광에 대한 0차 광의 회절 효율이 가장 높은 99.19%이며, 파장 785nm의 입사광에 대한 0차 광(메인 빔)의 회절 효율은 83.99%, ± 1 차 광(서브 빔)의 회절 효율은 5.07%가 된다. 그리고, 상기 메인 빔(0차 광)과 서브 빔(± 1 차 광)의 회절광 강도비(0차 광/1차 광)는 16.56이 된다.

이와 같이, 제1 회절 격자(20a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절 했을 때, 높은 0차 광 효율을 가지고, 또한 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 94%로 확보되어서, 0차 광 및 ± 1 차 광 이외에 고차의 회절광이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제1 회절 격자(20a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광에 대해서, 0차 광 효율을 99%로 대부분 투과시켜, ± 1 차 광은 0.2%정도로 고차의 회절광의 발생을 억제할 수 있다.

제2 회절 격자(20b)는 도 7에 나타난 바와 같은 미세한 격자 패턴이 반복적으로 형성된다. 각 격자(22)는 단면이 대략 계단형으로 형성되고, W7의 폭을 가지는 제1 위상 격자(22a)와, 상기 제1 위상 격자(22a)의 양측에 계단형으로 형성되어 W8의 폭을 가지는 제2 위상 격자(22b)를 가진다. 제 1 및 제2 위상 격자(22a, 22b)는 격자(22)의 격자 피치 P4에 대해서 $0.67 \times P4 < (W7 + 2 \times W8) < 0.89 \times P4$ 의 관계를 만족시킨다. 또, 제1 위상 격자(22a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광의 파장을 λ_c 로 하고, 상기 λ_c 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률이 N_c 일 때, 위상 높이 H7이 $\lambda_c/(N_c-1)$ 의 0.93배 이상 1.06배 이하로 설정된다. 또한, 제1 위상 격자(22b)의 위상 높이 H8이 $\lambda_c/(N_c-1)$ 의 0.74배 이상 1.06배 이하로 설정된다.

예를 들면, 제1 위상 격자(22a)는 제2 회절 격자(20b)의 격자 패턴의 피치 P4를 1.0으로 하면, 폭 W7을 0.40으로 하고, 위상 높이 H7은 $0.98 \times \lambda_c/(N_c-1)$ 로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(22b)는 제2 회절 격자(20b)의 격자 패턴의 피치 P4를 1.0으로 하면, 폭 W8을 0.20으로 하고, 위상 높이 H8은 $0.94 \times \lambda_c/(N_c-1)$ 로 설정된다.

상기와 같은 제 1 및 제2 위상 격자(22a, 22b)로 이루어지는 제2 회절 격자(20b)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 대부분 투과하고, DVD용의 660nm대역의 레이저광을 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 회절한다. 즉, 제2 회절 격자(20b)는 파

장 785nm의 입사광에 대한 0차 광의 회절 효율이 가장 높은 98.01%이며, 파장 660nm의 입사광에 대한 0차 광(메인 빔)의 회절 효율은 85.96%, ± 1 차 광(서브 빔)의 회절 효율은 4.70%가 된다. 그리고, 상기 메인 빔(0차 광)과 서브 빔(± 1 차 광)과의 회절광 강도비(0차 광/1차 광)는 18.29가 된다.

이와 같이, 제2 회절 격자(20b)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절 했을 때, 높은 0차 광 효율을 가지고, 또한 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 95%가 확보되어서, 0차 광 및 ± 1 차 광 이외에 고차의 회절광이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제2 회절 격자(20b)는 CD용의 785nm대역의 레이저광에 대해서, 0차 광 효율이 98%로 대부분 통과시켜, ± 1 차 광을 비롯한 고차의 회절광의 발생을 억제할 수 있다.

또, 본 발명이 적용된 광픽업 장치에서는, 복합 광학 소자를 이하와 같이 형성할 수도 있다. 그리고, 이하의 설명에 있어서, 전술한 광픽업 장치(1)와 동일한 부재에 대하여는 동일한 부호를 부여하고, 상세한 설명은 생략한다.

이 복합 광학 소자(30)는 2 파장 반도체 레이저 소자(3)와 빔 분할기(5) 사이에 설치되고, 2 파장 반도체 레이저 소자(3)로부터 출사된 레이저광을 3개의 빔으로 분할하는 제1 및 제2 회절 격자(30a, 30b)가 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측 및 빔 분할기(5) 측에 각각 형성되어 있는 표면 기복형의 회절 격자이다. 상기 복합 광학 소자(30)의 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측의 측면에 형성된 제1 회절 격자(30a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 0차 광과 ± 1 차 광의 3개의 빔으로 회절하고, DVD용의 660nm대역의 레이저광을 대부분 통과한다. 또, 복합 광학 소자(30)의 빔 분할기(5) 측의 측면에 형성된 제2 회절 격자(30b)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 0차 광과 ± 1 차 광의 3개의 빔으로 회절하고, CD용의 785nm대역의 레이저광을 대부분 통과한다.

제1 회절 격자(30a)는 도 8에 나타낸 바와 같은 미세한 격자 패턴이 반복적으로 형성된다. 각 격자(31)는 단면이 대략 계단형으로 형성되고, W9의 폭을 가지는 제1 위상 격자(31a)와, 상기 제1 위상 격자(31a)의 양측에 계단형으로 형성되어 W10의 폭을 가지는 제2 위상 격자(31b)로 이루어진다. 제1 위상 격자(31a)의 폭 W9는 격자 패턴의 피치 P5에 대해서, 26%이상 39%이하로 설정된다. 또, 제1 위상 격자(31a)의 위상 높이 H9는 DVD용의 660nm대역의 레이저광의 파장이 λ_d 이고, 상기 λ_d 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_d 로 할 때, $\lambda_d/(N_d-1)$ 의 1.01배 이상 1.19배 이하로 설정된다. 상기 제1 위상 격자(31a)의 양측에 계단형으로 형성되어 있는 제2 위상 격자(31b)의 폭 W10은 격자 패턴의 피치 P5에 대해서, 37%이하로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(31b)의 위상 높이 H10은 $\lambda_d/(N_d-1)$ 의 0.31배 이하로 설정된다.

예를 들면, 제1 위상 격자(31a)는 제1 회절 격자(30a)의 격자 패턴의 피치 P5를 1.0으로 하면, 폭 W9를 0.27로 하고, 위상 높이 H9는 $1.02 \times \lambda_d/(N_d-1)$ 로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(31b)는 제1 회절 격자(30a)의 격자 패턴의 피치 P5를 1.0으로 하면, 폭 W10을 0.04로 하고, 위상 높이 H10은 $0.01 \times \lambda_d/(N_d-1)$ 로 설정된다.

이와 같은 제1 및 제2 위상 격자(31a, 31b)로 이루어지는 제1 회절 격자(30a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 대부분 통과하고, CD용의 785nm대역의 레이저광을 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 회절한다. 즉, 제1 회절 격자(30a)는 파장 660nm의 입사광에 대한 0차 광의 회절 효율이 가장 높은 99.77%이며, 파장 785nm의 입사광에 대한 0차 광(메인 빔)의 회절 효율은 83.54%, ± 1 차 광(서브 빔)의 회절 효율은 4.61%가 된다. 그리고, 상기 메인 빔(0차 광)과 서브 빔(± 1 차 광)의 회절광 강도비(0차 광/1차 광)는 18.11이 된다.

이와 같이, 제1 회절 격자(30a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절 했을 때, 높은 0차 광 효율을 가지고, 또한 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 92.7%가 확보되어서, 0차 광 및 ± 1 차 광 이외에 고차의 회절광이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제1 회절 격자(30a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광에 대해서, 0차 광 효율을 99%로 대부분 통과시켜서, ± 1 차 광은 0.1%정도로 고차의 회절광의 발생을 억제할 수 있다.

제2 회절 격자(30b)는 도 9에 나타낸 바와 같은 미세한 격자 패턴이 반복적으로 형성된다. 각 격자(32)는 단면이 대략 계단형으로 형성되고, W11의 폭을 가지는 제1 위상 격자(32a)와, 상기 제1 위상 격자(32a)의 양측에 계단형으로 형성되어 W12의 폭을 가지는 제2 위상 격자(32b)로 이루어진다. 제1 위상 격자(32a)의 폭 W11은 격자 패턴의 피치 P6에 대해서, 67%이상 75%이하로 설정된다. 또, 제1 위상 격자(32a)의 위상 높이 H11는 CD용의 785nm대역의 레이저광의 파장을 λ_c 로 하고, 상기 λ_c 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_c 로 할 때, $\lambda_c/(N_c-1)$ 의 0.95배 이상 1.07배 이하로 설정된다. 상기 제1 위상 격자(32a)의 양측에 계단형으로 형성되어 있는 제2 위상 격자(32b)의 폭 W12는 격자 패턴의 피치 P6에 대해서, 15%이하로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(32b)의 위상 높이 H12는 $\lambda_c/(N_c-1)$ 의 0.18배 이하로 설정된다.

예를 들면, 제1 위상 격자(32a)는 제2 회절 격자(30b)의 격자 패턴의 피치 P6을 1.0으로 하면, 폭 W11을 0.685로 하고, 위상 높이 H11는 $0.99 \times \lambda_c/(N_c-1)$ 로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(32b)는 제2 회절 격자(30b)의 격자 패턴의 피치 P6을 1.0으로 하면, 폭 W12를 0.105로 하고, 위상 높이 H12는 $0.06 \times \lambda_c/(N_c-1)$ 로 설정된다.

이와 같은 제1 및 제2 위상 격자(32a, 32b)로 이루어지는 제2 회절 격자(30b)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 대부분 투과하고, DVD용의 660nm대역의 레이저광을 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 회절한다. 즉, 제2 회절 격자(30b)는 파장 785nm의 입사광에 대한 0차 광의 회절 효율이 가장 높은 96.95%이며, 파장 660nm의 입사광에 대한 0차 광(메인 빔)의 회절 효율은 83.91%, ± 1 차 광(서브 빔)의 회절 효율은 5.07%가 된다. 그리고, 상기 메인 빔(0차 광)과 서브 빔(± 1 차 광)과의 회절광 강도비(0차 광/1차 광)는 16.54가 된다.

이와 같이, 제2 회절 격자(30b)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절 했을 때, 높은 0차 광 효율을 가지고, 또한 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 94%가 확보되어서, 0차 광 및 ± 1 차 광 이외에 고차의 회절광이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제2 회절 격자(30b)는 CD용의 785nm대역의 레이저광에 대해서, 0차 광 효율을 97%로 대부분 투과시켜서, ± 1 차 광을 비롯한 고차의 회절광의 발생을 억제할 수 있다.

또, 본 발명이 적용된 광픽업 장치에서는, 복합 광학 소자를 이하와 같이 형성할 수도 있다. 그리고, 이하의 설명에 있어서, 전술한 광픽업 장치(1)와 동일한 부재에 대해서는 동일한 부호를 부여하여 상세한 설명을 생략한다.

이 복합 광학 소자(40)는 2 파장 반도체 레이저 소자(3)와 빔 분할기(5) 사이에 설치되고, 2 파장 반도체 레이저 소자(3)로부터 출사된 레이저광을 3개의 빔으로 분할하는 제1 및 제2 회절 격자(40a, 40b)가 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측 및 빔 분할기(5) 측에 각각 형성되어 있는 표면 기복형의 회절 격자이다. 복합 광학 소자(40)의 2 파장 반도체 레이저 소자(3) 측의 측면에 형성된 제1 회절 격자(40a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 0차 광과 ± 1 차 광의 3개의 빔으로 회절하고, DVD용의 660nm대역의 레이저광을 대부분 투과한다. 또, 복합 광학 소자(40)의 빔 분할기(5) 측의 측면에 형성된 제2 회절 격자(40b)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 0차 광과 ± 1 차 광의 3개의 빔으로 회절하고, CD용의 785nm대역의 레이저광을 대부분 투과한다.

상기 제1 회절 격자(40a)는 도 10에 나타난 바와 같은 미세한 격자 패턴이 반복적으로 형성된다. 각 격자(41)는 단면이 대략 계단형으로 형성되고, W13의 폭을 가지는 제1 위상 격자(41a)와, 상기 제1 위상 격자(41a)의 양측에 계단형으로 형성되어 W14의 폭을 가지는 제2 위상 격자(41b)를 가진다. 제 1 및 제2 위상 격자(41a, 41b)는 격자(41)의 격자 피치 P7에 대해서 $0.25 \times P7 < (W13 + 2 \times W14) < 0.39 \times P7$ 의 관계를 만족시킨다. 또, 제1 위상 격자(41a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광의 파장을 λd 로 하고, 상기 λd 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 Nd 로 할 때, 위상 높이 H13은 $\lambda d / (Nd - 1)$ 의 0.89배 이상 1.13배 이하로 설정된다. 또한, 제2 위상 격자(41b)의 위상 높이 H14는 $\lambda d / (Nd - 1)$ 의 0.72배 이상 1.31배 이하로 설정된다.

예를 들면, 제1 위상 격자(41a)는 제1 회절 격자(40a)의 격자 패턴의 피치 P7을 1.0으로 하면, 폭 W13을 0.28로 하고, 위상 높이 H13은 $1.05 \times \lambda d / (Nd - 1)$ 로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(41b)는 제1 회절 격자(40a)의 격자 패턴의 피치 P7을 1.0으로 하면, 폭 W14를 0.02로 하고, 위상 높이 H14는 $0.9 \times \lambda d / (Nd - 1)$ 로 설정된다.

이와 같은 제1 및 제2 위상 격자(41a, 41b)로 이루어지는 제1 회절 격자(40a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 대부분 투과하고, CD용의 785nm대역의 레이저광을 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 회절한다. 즉, 제1 회절 격자(40a)는 파장 660nm의 입사광에 대한 0차 광의 회절 효율이 가장 높은 96.40%이며, 파장 785nm의 입사광에 대한 0차 광(메인 빔)의 회절 효율은 82.77%, ± 1 차 광(서브 빔)의 회절 효율은 4.80%가 된다. 그리고, 이 메인 빔(0차 광)과 서브 빔(± 1 차 광)의 회절광 강도비(0차 광/1차 광)는 17.26이 된다.

이와 같이, 제1 회절 격자(40a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절 했을 때, 높은 0차 광 효율을 가지고, 또한 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 92%가 확보되어서, 0차 광 및 ± 1 차 광 이외에 고차의 회절광이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제1 회절 격자(40a)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광에 대해서, 0차 광 효율을 96%로 대부분 투과시켜서, ± 1 차 광을 비롯한 고차의 회절광의 발생을 억제할 수 있다.

제2 회절 격자(40b)는 도 11에 나타난 바와 같은 미세한 격자 패턴이 반복적으로 형성된다. 각 격자(42)는 단면이 대략 계단형으로 형성되고, W15의 폭을 가지는 제1 위상 격자(42a)와, 상기 제1 위상 격자(42a)의 양측에 계단형으로 형성되어 W16의 폭을 가지는 제2 위상 격자(42b)를 가진다. 제1 및 제2 위상 격자(42a, 42b)는 격자(42)의 격자 피치 P8에 대해서 $0.25 \times P8 < (W15 + 2 \times W16) < 0.33 \times P8$ 의 관계를 만족시킨다. 또, 제1 위상 격자(42a)는 CD용의 785nm대역의 레이저광의 파장을 λc 로 하고, 상기 λc 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 Nc 로 할 때, 위상 높이 H15는 $\lambda c / (Nc - 1)$ 의 0.93배 이상 1.03배 이하로 설정된다. 또한, 제1 위상 격자(42b)의 위상 높이 H16은 $\lambda c / (Nc - 1)$ 의 0.78배 이상 1.06배 이하로 설정된다.

예를 들면, 제1 위상 격자(42a)는 제2 회절 격자(40b)의 격자 패턴의 피치 P8을 1.0으로 하면, 폭 W15를 0.215으로 하고, 위상 높이 H16는 $0.97 \times \lambda_c / (N_c - 1)$ 로 설정된다. 또, 제2 위상 격자(42b)는 제2 회절 격자(40b)의 격자 패턴의 피치 P8을 1.0으로 하면, 폭 W16을 0.035로 하고, 위상 높이 H16는 $0.89 \times \lambda_c / (N_c - 1)$ 로 설정된다.

이와 같은 제1 및 제2 위상 격자(42a, 42b)로 이루어지는 제2 회절 격자(40b)는 CD용의 785nm대역의 레이저광을 대부분 투과하고, DVD용의 660nm대역의 레이저광을 메인 빔 및 2개의 서브 빔으로 회절한다. 즉, 제2 회절 격자(40b)는 파장 785nm의 입사광에 대한 0차 광의 회절 효율이 가장 높은 96.80%이며, 파장 660nm의 입사광에 대한 0차 광(메인 빔)의 회절 효율은 84.23%, ± 1 차 광(서브 빔)의 회절 효율은 4.49%가 된다. 그리고, 상기 메인 빔(0차 광)과 서브 빔(± 1 차 광)의 회절광 강도비(0차 광/1차 광)는 18.75가 된다.

이와 같이, 제2 회절 격자(40b)는 DVD용의 660nm대역의 레이저광을 3개의 빔으로 회절 했을 때, 높은 0차 광 효율을 가지고, 또한 0차 광과 ± 1 차 광의 합이 93%가 확보되어서, 0차 광 및 ± 1 차 광 이외에 고차의 회절광이 발생하는 것을 억제할 수 있다. 또, 제2 회절 격자(20b)는 CD용의 785nm대역의 레이저광에 대해서, 0차 광 효율을 97%로 대부분 투과시켜서, ± 1 차 광을 비롯한 고차의 회절광의 발생을 억제할 수 있다.

이상과 같이 복합 광학 소자(20, 30, 40)에 의해서도, 3개의 빔에 의한 트래킹 에러 신호를 검출할 때, 제1 회절 격자(20a, 30a, 40a) 또는 제2 회절 격자(20b, 30b, 40b)를 투과하는 파장을 가지는 레이저광은 ± 1 차 광을 거의 발생시키지 않고, 3개의 빔으로 회절되는 파장을 가지는 레이저광은 0차 광/1차 광의 회절광 강도비를 크게 할 수 있다. 또, 고차의 회절광도 거의 발생하지 않기 때문에, 광픽업 장치(1)의 레이저 이용 효율을 높일 수 있어서, 양호한 정밀도로 3개의 빔에 의한 트래킹 에러 신호를 검출 할 수 있다.

본 발명이 적용된 광픽업 장치 및 광디스크 장치에서는, 2 파장 반도체 레이저 소자에 의해 출사되는 레이저광의 파장은 각종 광디스크(8)에 따라 변경할 수 있으며, 상기 파장 660nm의 레이저 및 파장 785nm의 레이저로 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, DVD용의 파장 660nm의 레이저광보다 더 짧은 파장인 400nm정도의 레이저광을 출사할 수도 있다. 이 경우, 복합 광학 소자(4)에 형성되는 제 1 및 제2 회절 격자는 상기 파장 400 nm정도의 레이저광이 투과하고, 또 0차 광 및 ± 1 차 광의 회절광 강도비가 소정의 범위에 들어가도록 3개의 빔으로 분할되는 듀티비(duty ratio) 및 위상 높이로 설계된다.

발명의 효과

상기와 같은 광픽업 장치 및 광디스크 장치에 의하면, 3개의 빔에 의한 트래킹 에러 신호를 검출할 때에, 회절 격자를 투과하는 파장을 가지는 레이저광은 ± 1 차 광을 거의 발생시키지 않고, 3개의 빔으로 회절되는 파장을 가지는 레이저광은 0차 광/1차 광의 회절광 강도비를 크게 할 수 있다. 또, 고차의 회절광도 거의 발생하지 않기 때문에, 광픽업 장치의 레이저 이용 효율을 높일 수 있어서, 양호한 정밀도로 3개의 빔에 의한 트래킹 에러 신호를 검출 할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

광디스크에 대하여 정보 신호를 기록 및/ 또는 재생하는 광픽업 장치에 있어서,

파장 λ_1 을 가지는 제1 레이저광과, 상기 파장 λ_1 의 파장과는 상이한 파장 λ_2 를 가지는 제2 레이저광을 출사하는 발광부와,

제1 위상 격자와 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치된 제2 위상 격자를 구비함으로써 2단의 위상 높이를 가지고, 상기 λ_1 의 파장을 가지는 레이저광을 3개의 빔으로 분할하고, 상기 λ_2 의 파장을 가지는 레이저광을 대부분 투과시키는 표면 기복(surface relief)형의 제1 회절 격자와,

상기 제1 위상 격자와 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치된 제2 위상 격자를 구비함으로써 2단의 위상 높이를 가지고, 상기 λ_2 의 파장을 가지는 레이저광을 3개의 빔으로 분할하고, λ_1 의 파장을 가지는 레이저광을 대부분 투과시키는 표면 기복형의 제2 회절 격자와,

상기 발광부로부터 출사된 레이저광을 광디스크 상에 집광시키는 대물 렌즈와,
 상기 광디스크에서 반사된 복귀광의 광로를 분기하는 광학 소자와,
 상기 광학 소자에 의해 분기된 복귀광을 수광하는 수광부
 를 구비하는 광픽업 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서,

상기 발광부는 660nm부근의 파장 λ_1 을 가지는 제1 레이저광을 출사하는 것이며,

상기 제2 회절 격자는 회절 격자 피치의 26%이상 39%이하의 폭과, 상기 λ_1 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_1 로 하고, $\lambda_1/(N_1-1)$ 의 1.01배 이상 1.19배 이하의 위상 높이를 가지는 제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치되어, 각각 회절 격자 피치의 37%이하의 폭과, $\lambda_1/(N_1-1)$ 의 0.31배 이하의 위상 높이를 가지는 제2 위상 격자로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서,

상기 발광부는 660nm부근의 파장 λ_1 을 가지는 제1 레이저광을 출사하는 것이며,

상기 제2 회절 격자는 회절 격자 피치의 62%이상 75%이하의 폭과, 상기 λ_1 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_1 로 하고, $\lambda_1/(\lambda_1-1)$ 의 1.01배 이상 1.24배 이하의 위상 높이를 가지는 제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치되어, 각각 회절 격자 피치의 19%이하의 폭과 $\lambda_1/(N_1-1)$ 의 0.34배 이하의 위상 높이를 가지는 제2 위상 격자로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서,

상기 발광부는 660nm부근의 파장 λ_1 을 가지는 제1 레이저광을 출사하는 것이며,

상기 제2 회절 격자는 W_1 의 폭을 가지는 제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치되고, 각각 W_2 의 폭을 가지는 제2 위상 격자가 회절 격자 피치 P 에 대해서 $0.25 \times P < (W_1 + 2 \times W_2) < 0.39 \times P$ 의 관계를 만족시키고, 또한, 상기 제1 위상 격자는 상기 λ_1 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_1 로 하여, $\lambda_1/(N_1-1)$ 의 0.9배 이상 1.13배 이하의 위상 높이를 가지고, 상기 제2 위상 격자는 $\lambda_1/(N_1-1)$ 의 0.7배 이상 1.31배 이하의 위상 높이를 가지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서,

상기 발광부는 660nm부근의 파장 λ_1 을 가지는 제1 레이저광을 출사하는 것이며,

상기 제2 회절 격자는 W1의 폭을 가지는 제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치되고, 각각 W2의 폭을 가지는 제2 위상 격자가 회절 격자 피치 P에 대해서 $0.61 \times P < (W1 + 2 \times W2) < 0.85 \times P$ 의 관계를 만족시키고, 또한, 상기 제1 위상 격자는 상기 $\lambda 1$ 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N1로 하여, $\lambda 1/(N1-1)$ 의 0.89배 이상 1.13배 이하의 위상 높이를 가지고, 상기 제2 위상 격자는 $\lambda 1/(N1-1)$ 의 0.72배 이상 1.31배 이하의 위상 높이를 가지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서,

상기 발광부는 785nm부근의 파장 $\lambda 2$ 를 가지는 제2 레이저광을 출사하는 것이며,

상기 제1 회절 격자는 회절 격자 피치의 11%이상 33%이하의 폭과, 상기 $\lambda 2$ 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N2로 하여, $\lambda 2/(N2-1)$ 의 0.94배 이상 1.1배 이하의 위상 높이를 가지는 제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치되고, 각각 회절 격자 피치의 37% 이하의 폭과, $\lambda 2/(N2-1)$ 의 0.22배 이하의 위상 높이를 가지는 제2 위상 격자로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서,

상기 발광부는 785nm부근의 파장 $\lambda 2$ 를 가지는 제2 레이저광을 출사하는 것이며,

상기 제1 회절 격자는 회절 격자 피치의 67%이상 75%이하의 폭과, 상기 $\lambda 2$ 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N2로 하고, $\lambda 2/(N2-1)$ 의 0.95배 이상 1.07배 이하의 위상 높이를 가지는 제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치되고, 각각 회절 격자 피치의 15%이하의 폭과 $\lambda 2/(N2-1)$ 의 0.18배 이하의 위상 높이를 가지는 제2 위상 격자로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 8.

제1항에 있어서,

상기 발광부는 785nm부근의 파장 $\lambda 2$ 를 가지는 제2 레이저광을 출사하는 것이며,

상기 제1 회절 격자는 W1의 폭을 가지는 제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치되고, 각각 W2의 폭을 가지는 제2 위상 격자가 회절 격자 피치 P에 대해서 $0.25 \times P < (W1 + 2 \times W2) < 0.33 \times P$ 의 관계를 만족시키고, 또한, 상기 제1 위상 격자는 상기 $\lambda 2$ 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N2로 하여, $\lambda 2/(N2-1)$ 의 0.93배 이상 1.03배 이하의 위상 높이를 가지고, 상기 제2 위상 격자는 $\lambda 2/(N2-1)$ 의 0.78배 이상 1.06배 이하의 위상 높이를 가지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 9.

제1항에 있어서,

상기 발광부는 785nm부근의 파장 $\lambda 2$ 를 가지는 제2 레이저광을 출사하는 것이며,

상기 제1 회절 격자는 W1의 폭을 가지는 제1 위상 격자와, 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치되고, 각각 W2의 폭을 가지는 제2 위상 격자가 회절 격자 피치 P에 대해서 $0.67 \times P < (W1 + 2 \times W2) < 0.89 \times P$ 의 관계를 만족시키고, 또한, 상기

제1 위상 격자는 상기 λ_2 의 레이저광이 입사되었을 때의 굴절률을 N_2 로 하여, $\lambda_2/(N_2-1)$ 의 0.93배 이상 1.06배 이하의 위상 높이를 가지고, 상기 제2 위상 격자는 $\lambda_2/(N_2-1)$ 의 0.74배 이상 1.06배 이하의 위상 높이를 가지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 10.

제1항에 있어서,

상기 제1 회절 격자는 광 투과성 기관의 일면 측에 형성되고, 상기 제2 회절 격자는 상기 기관의 타면 측에 형성된 단일 소자로 이루어지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 11.

제1항에 있어서,

상기 제1 회절 격자에 의해 3개의 빔으로 분할된 파장 λ_1 의 레이저광의 상기 광디스크 상에서의 광스폿 간격과, 상기 제2 회절 격자에 의해 3개의 빔으로 분할된 파장 λ_2 의 레이저광의 상기 광디스크 상에서의 광스폿 간격이 동일하게 되도록, 상기 제1 및 제2 회절 격자의 격자 피치가 설계되어 있는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 12.

제1항에 있어서,

상기 제1 회절 격자에 의해 3개의 빔으로 분할된 파장 λ_1 의 레이저광의 상기 광디스크 상에서의 광스폿 열이 0차 광이 피트부, ± 1 차 광이 랜드부에 조사되는 차동 푸시폴 배치가 되고, 상기 제2 회절 격자에 의해 3개의 빔으로 분할된 파장 λ_2 의 레이저광의 상기 광디스크 상에서의 광스폿 열이 0차 광이 피트부, ± 1 차 광이 랜드부에 조사되는 차동 푸시폴 배치가 되도록, 상기 제1 회절 격자의 격자 방향과, 상기 제2 회절 격자의 격자 방향이 소정의 각도를 가지는 것을 특징으로 하는 광픽업 장치.

청구항 13.

광 픽업 장치에 의해 정보 신호가 기록 및/또는 재생되는 광디스크 장치에 있어서,

파장 λ_1 을 가지는 제1 레이저광과, 상기 파장 λ_1 의 파장과는 상이한 파장 λ_2 를 가지는 제2 레이저광을 출사하는 발광부와,

제1 위상 격자와 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치된 제2 위상 격자를 구비함으로써 2단의 위상 높이를 가지고, 상기 λ_1 의 파장을 가지는 레이저광을 3개의 빔으로 분할하고, 상기 λ_2 의 파장을 가지는 레이저광을 대부분 투과시키는 표면 기복형의 제1 회절 격자와,

제1 위상 격자와 상기 제1 위상 격자의 양측에 설치된 제2 위상 격자를 구비함으로써 2단의 위상 높이를 가지고, 상기 λ_2 의 파장을 가지는 레이저광을 3개의 빔으로 분할하고, λ_1 의 파장을 가지는 레이저광을 대부분 투과시키는 표면 기복형의 제2 회절 격자와,

상기 발광부로부터 출사된 레이저광을 광디스크 상에 집광시키는 대물 렌즈와,

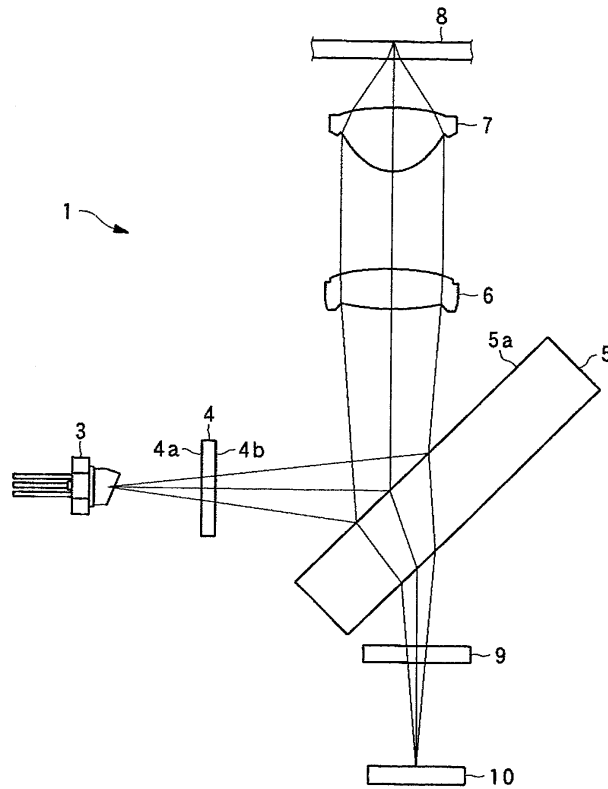
상기 광디스크에서 반사된 복귀광의 광로를 분기하는 광학 소자와,

상기 광학 소자에 의해 분기된 복귀광을 수광하는 수광부

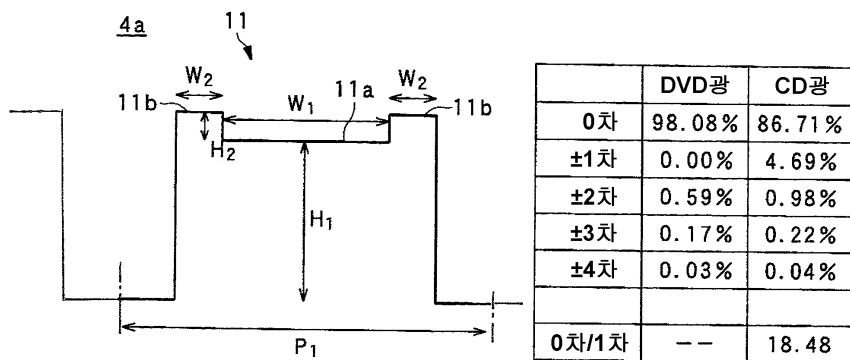
를 구비하는 광디스크 장치.

도면

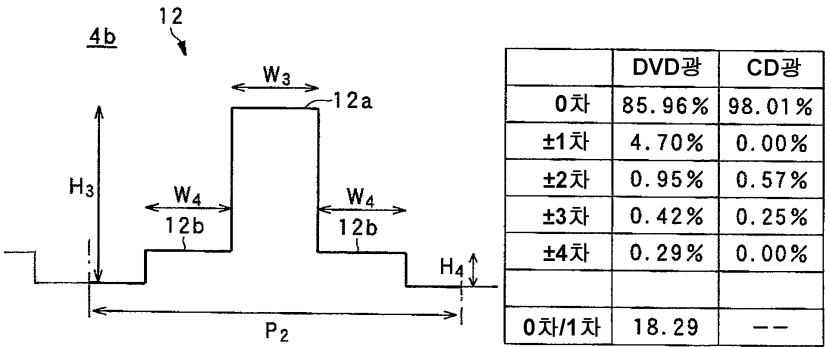
도면1



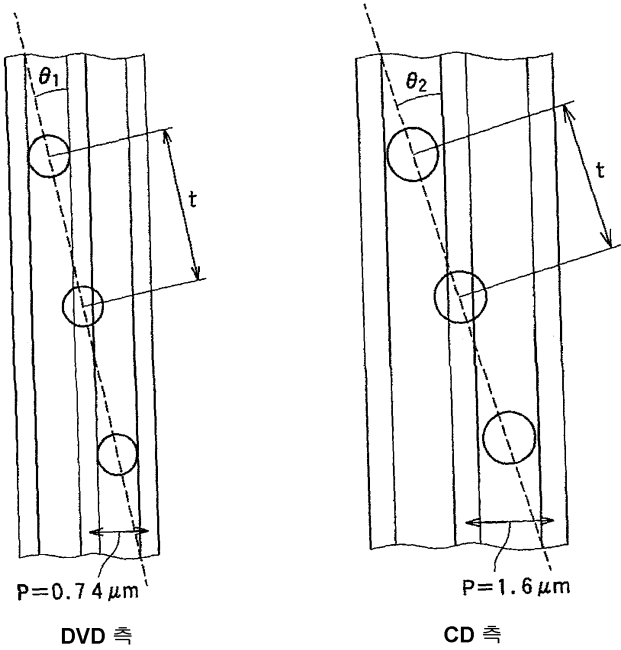
도면2



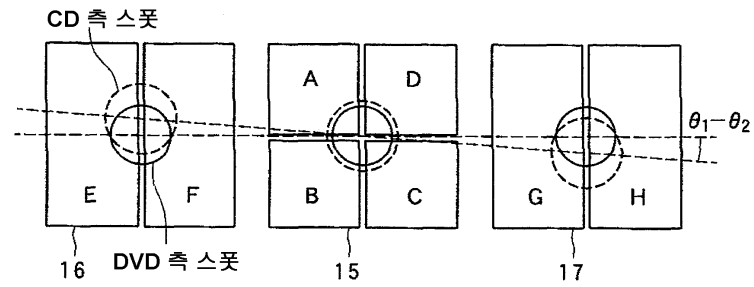
도면3



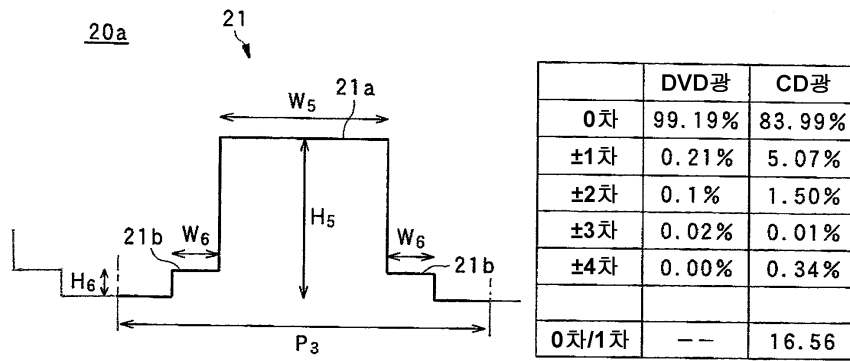
도면4



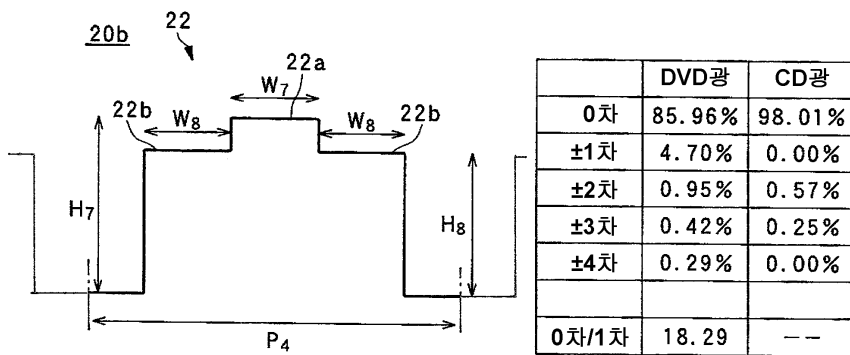
도면5



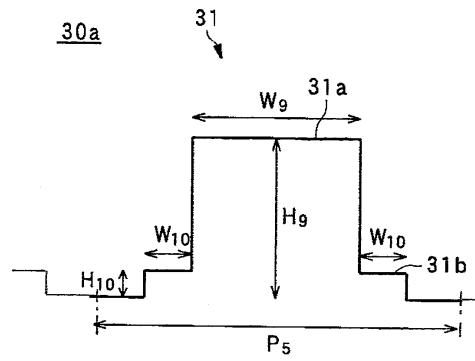
도면6



도면7

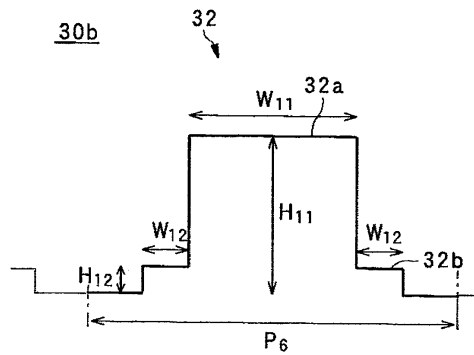


도면8



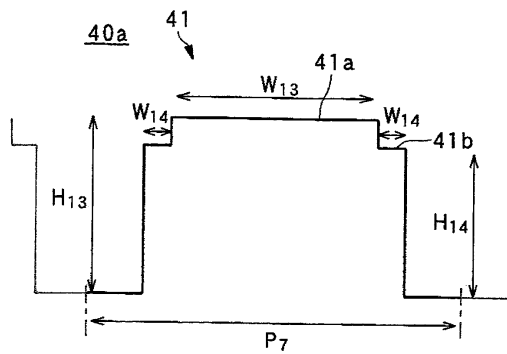
	DVD광	CD광
0차	99.77%	83.54%
±1차	0.08%	4.61%
±2차	0.02%	2.10%
±3차	0.00%	0.33%
±4차	0.00%	0.02%
0차/1차	--	18.11

도면9



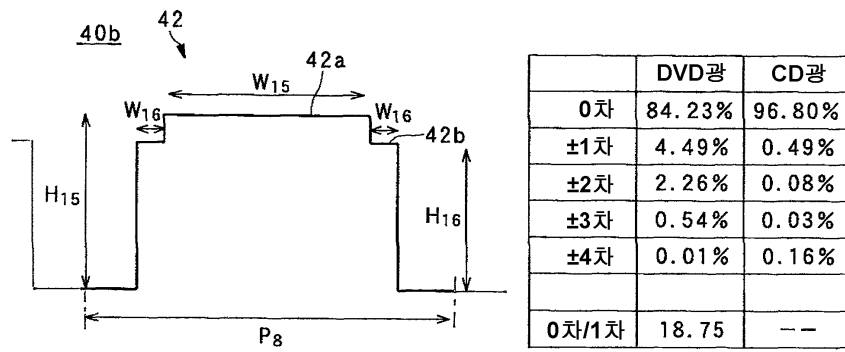
	DVD광	CD광
0차	83.91%	96.95%
±1차	5.07%	0.59%
±2차	1.97%	0.07%
±3차	0.26%	0.06%
±4차	0.05%	0.29%
0차/1차	16.54	--

도면10



	DVD광	CD광
0차	96.40%	82.77%
±1차	0.35%	4.80%
±2차	0.28%	1.08%
±3차	0.14%	0.05%
±4차	0.02%	0.44%
0차/1차	--	17.26

도면11



도면12

