(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [6]
G02B 26/00

(45) 공고일자 2002년05월01일
(11) 등록번호 10-0321084
(24) 등록일자 2002년01월04일

(21) 출원번호 10-1998-0033413
(22) 출원일자 1998년08월18일

(65) 공개번호 특1999-0076486
(43) 공개일자 1999년10월15일

(30) 우선권주장 57003 1998년03월09일 일본(JP)

(73) 특허권자
후지쯔 가부시끼가이샤
아끼구사 나오유끼
일본국 가나가와켄 가와사키시 나카하라꾸 가미고다나카 4초메 1-1

(72) 발명자
다와 후미히로
일본국 가나가와켄 가와사키시 나가하라구 가미고다나카 4-1-1 후지쓰가부시끼가이샤 내
하세가와 신야
일본국 가나가와켄 가와사키시 나가하라구 가미고다나카 4-1-1 후지쓰가부시끼가이샤 내

(74) 대리인
문기상
조기호

심사관 : 신운철

(54) 광강도변환소자,광학장치및광디스크장치

요약

본 발명은 광강도 변환 소자 및 그와 같은 광강도 변환 소자를 사용한 광학 장치 및 광디스크 장치에 관한 것이며, 간단한 구성이며, 박형으로서 광강도 분포를 변환하여 출사할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

중심축선(12)과, 상기 중심축선에 대해 가로 방향으로 연장되는 제 1 곡면 표면(16)과, 상기 중심축선에 대해 가로 방향으로 연장되는 제 2 곡면 표면(18)과, 상기 제 1 곡면 표면과 상기 제 2 곡면 표면 사이에 연장되는 외주면(20)을 갖는 보디(14)를 구비하며, 상기 제 1 곡면 표면으로부터 입사한 입사광이 상기 제 1 곡면 표면으로부터 상기 보디에 입사할 때의 굴절에 의해 상기 보디 내의 일부 영역에서는 발산하고 상기 보디의 다른 영역에서는 수속하여, 입사광의 광강도 분포와는 다른 광강도 분포로서 상기 제2 곡면 표면으로부터 출사하도록 한 구성으로 한다.

대표도
도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제 1 실시예의 광강도 변환 소자를 나타낸 도면.

도 2는 도 1의 광강도 변환 소자를 나타낸 광 입사측에서 본 정면도.

도 3은 광강도 변환 소자를 포함한 광학 장치를 나타낸 도면.

도 4는 도 1 및 도 2의 광강도 변환 소자를 제조하는 방법을 설명하는 도면.

도 5는 본 발명의 제 2 실시예의 광강도 변환 소자를 나타낸 도면.

도 6은 본 발명의 제 3 실시예의 광강도 변환 소자를 나타낸 도면.

도 7은 광강도 변환 소자의 반경과 표면의 경사량과의 관계를 나타낸 도면.

도 8은 본 발명의 제 4 실시예의 광강도 변환 소자를 나타낸 도면.

도 9는 본 발명의 제 5 실시예의 광강도 변환 소자를 나타낸 도면.

도 10은 본 발명의 제 6 실시예의 광강도 변환 소자를 나타낸 도면.

도 11은 소정의 광강도 분포와 다른 광강도 분포의 입사광을 광강도 변환 소자에 입사시켰을 경우의 출사광의 광강도 분포를 나타낸 도면.

도 12는 도 11에서 사용되는 넓은 광강도 분포를 정의하기 위한 도면.

도 13은 광강도 변환 소자를 포함한 광디스크 장치를 나타낸 도면.

(부호의 간단한 설명)

10…광강도 변환 소자

12…중심축선

14…보디

16…제 1 곡면 표면

18…제 2 곡면 표면

20…외주면

30…광강도 변환 소자

32…복굴절 재료의 판

34, 36…판

40…광강도 변환 소자

50…광학 장치

52…레이저 광원

54…콜리메이트 렌즈

56…대물 렌즈

58…대상물

60…광 디스크 장치

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 입사광의 광강도 분포를 변환하여 출사할 수 있는 광강도 변환 소자 및 그와 같은 광강도 변환 소자를 사용한 광학 장치 및 광디스크 장치에 관한 것이다.

본 발명은 광축에 수직한 방향으로 광강도 분포를 갖는 레이저광을 소정의 개구내에서 파면 강도가 균일한 레이저광으로 변환하고, 또 투과 파면 수차(RMS)를 0.07λ이하로 함으로써 각종 분야에서의 레이저광 처리계, 현미경형 광학계, 정보 기록 매체 광학계에서, 빔 직경과 빔 형상을 개선할 수 있는 광학 소자를 제공하는 것이다.

종래 빔 강도 분포를 변경하는 방법으로서, 회절 효율을 장소마다 변경하는 회절 격자나, 강도 분포와 반비례의 관계에 있는 투과 분포를 갖는 농도 필터나, 빔 강도 분포가 적은 영역을 꺼내기 위해 슬릿 등이 사용되어 왔다. 또 하프 미러 등으로 레이저광을 중첩하거나, 회절 격자 등으로 2차 광원을 발생시키는 방법, 프리즘 등의 굴절로 내측과 외측의 강도 분포를 교체하는 방법, 줌 렌즈로 초점 흐림(blooming)을 이용하는 방법 등, 많은 방법이 제안되고 있다.

예를 들어 일본국 특개평 3-75612호 공보 및 특개평 3-92815호 공보는 각각이 2개의 렌즈로 구성된 제 1 군 및 제 2 군의 렌즈를 사용하여 가우스형 강도 분포를 갖는 입사광을 거의 균일한 강도 분포로 하여 출사시키는 것을 개시하고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상술한 회절 격자나, 농도 필터나, 슬릿 등의 방법으로는 원리상 광 이용 효율을 100%로 할 수 없어서, 반드시 광량 손실이 있다. 또 레이저의 중첩 방법이나 2차 광원을 발생시키는 방법에서는 파면 수차가 발생하여 회절 한계까지 교축시킬 수가 없다.

또 굴절을 사용하는 방법에서도 내측과 외측에서 광선 광로를 교차시키고 있기 때문에, 광선 광로 길이가 달라져서 파면 수차가 발생하고 만다. 또 줌 렌즈를 이용하는 방법에서는 파면 수차를 크게 함으로써 강도를 균일하게 하고 있다. 또 일본국 특개평 3-75612호 공보 및 일본국 특개평 8-92815호 공보에 기재된 종래 기술에서는 최저 4개의 렌즈를 사용하고, 더욱이 줌인을 행하고 있다.

따라서 지금까지는 빔 스폿의 직경을 교축시키기 보다는 빔 스폿의 강도 분포를 일정하게 하는 것에 중점을 두었다. 그 때문에 레이저 가공기 등과 같은 수 μm 정도의 스폿 직경으로도 되며, 광량 손실이 문제가 되지 않은 것에서는 상기 방법을 이용할 수 있었다. 그러나, 출력이 약한 광원을 사용한 정보 기록 매체의 판독 광학계 등에서는 파면 수차와 광이용 효율 때문에 이용할 수 없었다.

본 발명의 목적은 간단한 구성이며, 박형으로서 광강도 분포를 변환하여 출사할 수 있는 광강도 변환 소자 및 그와 같은 광강도 변환 소자를 사용한 광학 장치 및 광 디스크 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 의한 광강도 변환 소자는 중심축선과, 상기 중심축선에 대하여 가로 방향으로 연장되는 제 1 곡면 표면과, 상기 중심축선에 대해 가로 방향으로 연장되는 제 2 곡면 표면과, 상기 제 1 곡면 표면과 상기 제 2 곡면 표면 사이에 연장되는 외주면을 갖는 보디를 구비하며, 상기 제 1 곡면 표면으로부터 입사한 입사광이 상기 제 1 곡면 표면으로부터 상기 보디에 입사할 때의 굴절에 의해 상기 보디 내의 일부의 영역에서는 발산하고, 상기 보디 내의 다른 영역에서는 수속하여, 입사광의 광강도 분포와는 다른 광강도 분포로서 상기 제 2 곡면 표면으로부터 출사하도록 한 것을 특징으로 하는 것이다.

이 광강도 변환 소자는 상당히 얇은 단체의 보디로 형성할 수가 있으며, 더욱이 입사광의 광강도 분포를 균일한 광강도 분포로 확실하게 변환할 수가 있는 것이다.

바람직하게는, 상기 제 1 곡면 표면으로부터 입사한 입사광이 상기 보디 내의 상기 중심축선 주위의 중심 영역에서는 발산하고, 상기 보디 내의 주변영역에서는 수속하도록 하였다.

바람직하게는, 상기 제 1 및 제 2 곡면 표면에 있어서 중심부에서 가장 주변부까지의 경사가 연속하여 있고, 가장 주변부의 경사량의 절대치가 경사증대로부터 감소 또는 감소에서 증대로 전환하는 점의 절대치와 같거나 또는 경사가 증대에서 감소 또는 감소에서 증대로 전환하는 점의 절대치 보다 작다.

바람직하게는, 상기 보디의 두께가 입사광에 대한 출사광의 파면 수차의 RMS치가 0.07λ이하가 되는 두께이다.

바람직하게는, 광축으로부터의 수직거리(r_1)에 있는 상기 제 1의 곡면 표면 상에 있는 입사점(A)을 통과하는 광선의 상기 제 2의 곡면 표면상에 출사하는 출사점(B)의 광축으로부터의 수직거리(r_2)는, 상기 보디에 입사하는 전광량에 대한 광축에서 수직거리(r1)에 둘러싸인 원내의 상기 제 1의 곡면 표면에 입사하는 광량 (P1)의 비와, 상기 보디에서 출사할때의 구경의 면적에 대한 광축에서 수직 거리 (r2)에 둘러싸인 원형의 면적의 비가 같게되는 반경의 값으로하고, 입사점(A)에서 광선이 굴절하는 출사점(B)에 달하는 AB의 직선거리(L)를 가정하여 부여하고, 이 L의 길이에서 A점을 통과하는 광선이 B점 방향으로 편향하는 각도를 계산하고, 굴절의 법칙을 이용하여 A점의 면의 경사를 결정하여 수점(數点)의 다른 값의 r1의 A점의 경사를 각각의 r1으로 적분하는 것으로 입사측의 제 1의 곡면 형상을 나타내는 비구면 다항식을 결정하고, 또 A점과 B점의 면의 경사가 같도록 하고, 수점의 다른 값의 r2의 B점의 경사를 각각의 r2로 적분하는 것으로 출사측의 제 2의 곡면형상을 나타내는 비구면 다항식을 결정하고, 제 1의 곡면과 제 2의 곡면의 각각의 비구면 다항식에서, 수점의 r1의 AB의 L을 계산하고, 이 새로운 L에서 새로운 A점과 B점의 경사를 계산하고, 제 1의 곡면과 제 2의 곡면의 비구면 다항식을 새로 계산하여 정정하고, 수점의 r1의 AB의 L을 계산하며,

상기 L을 일정한 값으로 수속할 때 까지 계산하여 얻은 제 1의 곡면의 비구면다항식과 제 2의 비구면 다항식으로 결정한 형상이다.

본 발명은 또한, 상기 광강도 변환 소자를 사용하여 구성된 광학 장치 및 광디스크 장치를 제공한다.

[실시예]

도 1 및 도 2는 본 발명의 제 1 실시예의 광강도 변환 소자(10)를 나타낸 도면이다. 도 1은 광강도 변환 소자(10)를 나타낸 단면도이며, 도 2는 광강도 변환 소자(10)를 나타낸 정면도이다. 또한, 도 1은 광선이 광강도 변환 소자(10)를 통과하는 다수의 광선의 광로를 나타내고 있다. 광선의 광로로부터 알 수 있는 바와 같이 광강도 변환 소자(10)는 가우스형 광강도 분포를 갖는 평행광을 균일한 광강도 분포를 갖는 평행광으로 변환한다.

도 3은 도 1 및 도 2의 광강도 변환 소자(10)를 구비한 광학 장치(50)를 나타내고 있다. 이 광학 장치(50)는 레이저 광원(52)과, 콜리메이트 렌즈(54)와, 광강도 변환 소자(10)와, 대물 렌즈(56)를 구비하고 있다. 레이저 광원(52)은 전형적으로 가우스형 광강도 분포를 갖는 발산광을 출사한다. 레이저 광원(52)으로부터 방사된 레이저광은 콜리메이트 렌즈(54)에 의해 가우스형 광강도 분포를 갖는 평행광이 된다. 가우스형 광강도 분포를 갖는 평행광은 광강도 변환 소자(10)에 의해 균일한 광강도 분포를 갖는 평행광으로 변환되고, 대물 렌즈(56)에 의해 교축되어 대상물(58)에 입사한다.

광학 장치(50)의 일례는 레이저광에 의해 대상물(58)을 절삭 가공할 수 있는 레이저 가공 장치이다. 본 발명에서는 광강도 변환 소자(10)는 가우스형 광강도 분포를 갖는 평행광을 균일한 강도 분포를 갖는 평행광으로 변환할 수 있고, 균일한 강도 분포를 갖는 평행광은 대물 렌즈(56)에 의해 보다 작은 광의 스폿으로 교축될 수가 있다. 따라서 광학 장치(50)를 레이저 가공 장치보다도 더욱 교축된 레이저광을 필요로 하는 광학 장치, 바람직하게는 광 디스크 장치(50)나 현미경 장치 등에 사용할 수가 있다.

도 1 및 도 2에서 광강도 변환 소자(10)는 중심축선(12)을 갖는 투명한 보디(14)로 된다. 보디(14)는 등방성 굴절률을 갖는 투명한 재료(예를 들어, 유리)로 만들어져 있다. 보디(14)는 중심축선(12)에 대해 가로 방향으로 연장되는 제 1 곡면 표면(16)과, 제 1 곡면 표면(16)의 반대측으로서 마찬가지로 중심축선(12)에 대해 가로 방향으로 연장되는 제 2 곡면 표면(18)과, 제 1 곡면 표면(16)과 제 2 곡면 표면(18)사이에 연장되는 원통 외주면(20)을 갖는다. 이 광강도 변환 소자(10)는 가우스형 광강도 분포를 갖는 평행광이 제 1 곡면 표면으로부터 보디(14)에 입사하도록 형성되어 있다. 보디(14)를 통과한 광은 제 2 곡면 표면(18)으로부터 출사한다.

광강도 변환 소자(10)는 제 1 곡면 표면(16)에 입사한 입사광이 굴절에 의해 보디(14)내의 일부의 영역에서는 발산되고, 보디(14)내의 다른 영역에서는 수속하여, 그에 따라 입사광의 광강도 분포와는 다른 광강도 분포로서 제 2 곡면 표면(18)으로부터 출사하도록 구성되어 있다. 광선의 광로는 서로 교차하지 않도록 되어 있다.

보다 상세하게는 영역(Z)에서는 광강도 변환 소자(10)를 통과하는 광선의 광로는 서로 평행하게 뻗어 있다. 영역(Z)의 내측의 중심 영역(X)에서는 광선이 발산하고, 영역(Z)의 외측의 주변 영역(Y)에서는 광선이 수속하도록 되어 있다. 따라서, 도 1의 좌단부에 나타낸 가우스형 광강도 분포 중에서 중심부에 있는 강도가 높은 광선은 광강도 변환 소자(10)를 통과함으로써 발산하여 광강도 변환 소자(10)를 출사할 때에 강도가 낮아지고, 가우스형 광강도 분포 중에서 주연부에 있는 강도가 낮은 광선은 광강도 변환 소자(10)를 통과함으로써 수속하여 강도가 높아진다. 이렇게 하여 가우스형 광강도 분포를 갖는 입사광은 광강도 변환 소자(10)에 의해 전체적으로 균일한 광강도 분포를 갖는 출사광으로 변환된다.

보디(14)는 중심축선(12)을 중심으로 하는 회전 대칭 형상으로 형성된다. 예를 들어, 보디(14)의 제 1 곡면 표면(16)은 고리 형상으로 융기한 부분(P)을 갖는다. 이 고리 형상으로 융기한 부분(P)은 중심축선을 중심으로 한 원 위에 있다. 제 1 곡면 표면(16)의 고리 형상으로 융기한 부분(P)의 내측 및 외측에는 동심원 형상으로 오목하게 된 부분이 있다. 제 2 곡면 표면(18)은 대략 제 1 곡면 표면(16)과 유사한 형상을 가지며, 제 1 곡면 표면(16)이 융기하고 있는 부위에서는 제 2 곡면 표면(18)은 오목하게 되어 있다. 제 2 곡면 표면(18)은 제 1 곡면 표면(16)과는 정확하게는 대응하지 않는다.

본 실시예에서는 광강도 변환 소자(10)는 입사 구경(w_1)으로 입사하는 가우스형 광강도 분포의 입사광을 출사 구경(w_2)으로 균일한 광강도 분포로 출사하는 출사광으로 변환하도록 되어 있다. 입사 구경(w_1) > 출사 구경(w_2)의 관계가 있다. 도 1의 실시예에서는 w_1은 4.0mm, w_2는 3.4mm, 후술하는 L_0는 1.5mm이었다.

다음에 광강도 변환 소자(10)의 제조 방법에 대해 도 1 및 도 4를 참조하여 설명한다. 여기서 가우스형 광강도 분포를 갖는 입사광의 전 광량을 P, 균일한 광강도 분포를 갖는 출사광의 강도를 I_2라 한다. 입사하는 광량과 출사하는 광량이 불변이므로, 출사광의 강도(I_2)는 하기 식 (1)으로 구해진다.

$I_2 = P/w_2$ (1)

중심축선(12)으로부터 임의의 입사점(A)까지의 거리(반경)를 r_1, 입사점(A)을 통과하는 광선이 출사하는 출사점을 B라 하고, 중심축선(12)으로부터 출사점(B)까지의 거리(반경)를 r_2라 한다. 광강도 변환 소자(10)를 통과하는 광로의 길이, 즉 입사점(A)으로부터 출사점(B)까지의 거리(이하, 광로 길이라 한다)를 L이라 한다. 중심축선(12)상을 통하는 광로 길이는 L_0이다.

입사광 중에서, 중심으로부터 입사점(A)을 포함하는 부분(반경(r_1)의 원의 범위)의 전 광량을 P_1이라 하면, r_2는 하기 식(2)로 구해진다. I_2는 상기 식 (1)으로 구해진다.

$r_2 = P_1/I_2$ (2)

여기서 사용하는 반도체 레이저의 확산각 θ(반치 전각)를 초점 거리(f)를 갖는 콜리메이트 렌즈로 평행광으로 하였을 때, 반경(r_1)의 범위의 입사광의 강도 (I_1)는 하기 식 (3)으로 구해진다.

수학식 1

$I_1 = \exp(-C\times[r_1]^2)$ (3)

단

$$C=\frac{\ln(2)}{(f\times\sin(\theta/2))^2}$$

식 (3)을 사용하여, 전 광량(P) 및 반경(r_1)의 범위 내의 광량(P_1)은 하기 식 (4), (5)의 관계로 구해진다.

수학식 2

$$P_1=\frac{\pi}{C}\times(1-\exp(-C\times[r_1]^2)) \qquad (4)$$

수학식 3

$$P=\frac{\pi}{C}\times(1-\exp(-C\times[\frac{w_1}{2}]^2)) \qquad (5)$$

식 (1)의 광강도(I_2)는 하기 식 (6)과 같이 표현된다.

수학식 4

$$I_2=\frac{P}{\pi\times(\frac{W_2}{2})^2} \qquad (6)$$

이렇게 하여 식(2)는 하기 식(7)과 같이 표현할 수 있다.

수학식 5

$$r_2=\sqrt{\frac{P_1}{\pi\times I_2}} \qquad (7)$$

도 4에 나타낸 바와 같이 입사광 및 출사광이 다 같이 평행광이므로, 제 1 곡면 표면(16)에 입사하는 광의 각도(α)는 제 2 곡면 표면(18)으로부터 출사하는 출사광의 각도(α)와 동일하다. 입사광의 편향각을 β, 광강도 변환 소자(10)의 보디(14)의 굴절률을 n이라 한다. 스넬의 법칙(Snell's law)으로부터 하기 식 (8), (9)이 유도된다.

수학식 6

$$\tan(\alpha) = (n \times \sin(\beta))/(n \times \cos(\beta) - 1) \qquad (8)$$

수학식 7

$$\sin(\beta) = (r_2 - r_1)/L \qquad (9)$$

식 (8)의 tan(α)는 제 1 및 제 2 곡면 표면(16, 18)의 경사량이다. 식 (8)의 tan(α)를 계산하기 위해서 식 (9)으로 계산한 β를 식 (8)에 대입한다. 식 (9)의 계산은 식 (7)의 반경(r_2)과 반경(r_1)간의 관계 및 광로 길이(L)에 가정치를 대입하여 행한다. 제 1 및 제 2 곡면 표면(16, 18)의 경사량이 계산되면, 경사를 연속시켜서 곡면 형상을 얻는다. 그렇게 하기 위해서는 반경(r_2)이 0의 위치로부터 반경(r_2)을 증가시키고, 따라서 연속한 곡면 형상을 얻을 수가 있다. 단 하기의 근사법을 사용하면 더욱 유리하다.

일반적으로 광강도 변환 소자(10)의 제 1 및 제 2 곡면 표면(16, 18)의 표면 형상은 하기 식 (10)으로 나타내는 비구면 다항식(aspheric polynominal)으로 표현된다.

수학식 8

$$Z=\frac{\frac{x^2}{R}}{1+\sqrt{1-(1+K)\times(X/R)^2}}+AX^4+BX^6+CX^8+DX^{10}+\cdots \qquad (10)$$

여기서 X는 반경 방향의 거리, Z는 입사면의 위치, R는 중심에서의 곡률 반경, K는 포물선 정수이다. 이 식 (10)을 반경으로 미분하면 반경에 대한 경사의 식으로 된다.

따라서 입사측의 제 1 곡면 표면(16)의 형상은 광강도 변환 소자(10)의 개구 반경($w_1/2$)까지의 각 광선의 반경치(r_1)에 대한 tan β의 수치 데이터를 식 (8), (9)로부터 계산하고 식 (10)의 미분식으로 근사화 한다. 이 다항식을 반경(r_1)에 대해 적분함으로써 표면 형상을 표시하는 식을 얻을 수가 있다.

출사측의 곡면 표면(18)의 형상을 구하는 방법은 두 가지가 있다. 제 1 방법은 입사측의 제 1 곡면 표면(16)의 형상의 계산과 마찬가지로 곡면의 형상을 r_2로 적분하는 방법이다. 이 경우에 상기한 바와 마찬가지로 계산할 수 있으므로, 상세한 설명은 생략한다.

제 2 방법은 입사측의 곡면 위치와, 평향 방향(β)과, 광로 길이(L)로부터 출사측의 제 2 곡면 표면(18)의 형상을 계산하는 방법이다. 이 방법은 입사측에서 반경이 r_1일 때의 중심축선(12) 방향의 위치를 Z_1이라 하고, 출사측에서 반경이 r_2일 때의 중심축선(12) 방향의 위치를 Z_2라 할 때, 하기 식 (11)에 의해 출사 곡면 위치를 계산할 수 있다.

수학식 9

$$Z_2 = \frac{r_1 - r_2}{\tan(\beta)} + Z_1 \qquad (11)$$

이렇게 계산한 값 Z_2를 사용하여 식 (10)으로 근사화 한다. 그런데 경사를 적분하여 구한 출사측의 제 2 곡면 표면(18)의 형상과 식 (11)의 계산에 의해 구한 출사측의 제 2 곡면 표면(18)의 형상은 일반적으로 일치하지 않는다. 이는 경사를 적분하여 구한 식으로부터 계산되는 광로 길이(L')와 가정한 광로 길이(L)가 다르기 때문이다. 이들 광로 길이(L')와 광로 길이(L)는 본래는 일치하여야 한다. 따라서 경사를 적분하여 구한 입사측과 출사측의 식으로부터 광강도 변환 소자(10)의 광로 길이(L')를 계산한다.

수학식 10

$$L' = \sqrt{(r_2 - r_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2} \qquad (12)$$

이 반경(r_1) 마다 계산한 L'을 각 반경(r_1) 마다의 광로 길이(L)로 재 정의하고, 각 반경(r_1) 마다의 차분(△ = L - L') 0으로 수속할 때까지 식 (8) 이후의 계산을 반복한다.

이렇게 하여 광강도 변환 소자(10)의 소망하는 형상을 얻을 수가 있다. 그러나 이렇게 하여 계산한 광강도 변환 소자(10)를 모든 미소 광학계에 일률적으로 적용될 수는 없다. 이는 평평한 볼록 렌즈와 마찬가지로 통과하는 광선에 따라서는 광축 중심과 단부와의 수차가 발생하기 때문이다. 그러므로 광강도 변환 소자(10)의 RMS(파면 수차량)를 계산하여, RMS치가 0.07λ 이하이면 레일리의 극한치(Rayleigh's limit value)를 만족시키는 이상적인 광학 소자라고 말할 수가 있다. RMS치는 입사 광선 전체에 대한 광선 광로 차의 면적적인 평균치이다.

RMS치를 적게 위해서는 광강도 변환 소자(10)의 각 반경을 통과하는 광선의 광로 길이가 같으면 된다. 본 실시예에서는 평행광을 평행광으로 변환하고 있으므로, 굴절에 의한 광선의 편향이 적을수록 광로 길이의 차는 적어진다. 편향 방향을 작게 하는 것은, 즉 입사 광선의 입사각을 작게 하는 것이다. 따라서 광강도 변환 소자(10)의 강도 변환 유효 영역 내의 경사의 절대치가 최소가 되는 입사 개구경과 출사 개구경의 조건을 적절히 선택하거나, 또는 광강도 변환 소자(10)의 두께를 두껍게 함으로써 RMS치를 적게 할 수가 있다. 또 같은 두께이면, 경사의 절대치가 작은 쪽이 RMS치는 적어진다.

다만, 근사식에 따라서는 주연부의 근사화가 좋지 않을 경우가 있다. 이 경우에 RMS치는 면적적인 평균치이기 때문에, 주연부는 면적적으로 비중이 커지므로 약간의 광선 광로 길이의 차라도 RMS치가 악화된다. 따라서 주연부를 차광하면 RMS치를 적게 할 수 있다. 도 1의 광강도 변환 소자(10)의 경우에는, 곡면 표면의 형상을 10차의 다항식으로 근사화하였던 바 최대의 파면 수차는 0.044λ이고, RMS치는 0.012λ이었다.

도 1의 실시예는 광강도 변환 소자(10)의 중심의 두께(L_0)를 1.5mm로 하고, 입사 구경(w_1)을 4mm, 출사 구경(w_2)을 3.4mm로 하고 있으나, 마찬가지 수법으로 도 5나 도 6과 같이 입사 구경(w_1)과 출사 구경(w_2)과의 관계를 변경할 수도 있다.

도 5는 입사 구경(w_1)과 출사 구경(w_2)이 서로 같은 4mm의 예를 나타낸다. L_0는 1.5mm이다. 도 6은 입사 구경(w_1)이 4mm이고, 출사 구경(w_2)이 5mm의 예를 나타낸다. L_0는 4mm이다. 도 5 및 도 6에서도 광강도 변환 소자(10)는 가우스형 광강도 분포를 갖는 평행광을 균일한 광강도 분포를 갖는 평행광으로 변환하고 있다.

도 1과 도 5의 광강도 변환 소자(10)의 두께는 1.5mm이지만, 도 6의 광강도 변환 소자(10)의 두께는 4mm로 하고 있다. 이는 도 6에서 1.5mm의 두께로 하면 소자 내의 광선의 일부가 임계각을 넘어버리기 때문에 소자의 두께를 두껍게 해서 임계각을 넘지 않게 하기 위해서이다.

도 7은 반경(r_2)에 대한 곡면의 경사의 관계를 나타낸 그래프를 나타낸다. 실선 곡선(H)은 입사 구경 > 출사 구경의 경우이고, 파선 곡선(I)은 입사 구경 < 출사 구경의 경우이다. 입사 구경은 다 같이 4mm이고, 실선 곡선(H)의 출사 구경은 3.4mm, 파선 곡선(I)의 출사 구경은 5mm이었다. 이 그래프로부터 경사의 절대치를 작게 할 수 있는 것은 입사 개구보다 출사 개구를 작게 한 실선 곡선(H)의 경우이다. 다른 개구경의 경우도 마찬가지이며, 경사의 절대치를 적게 할 수 있는 것은 입사 구경보다 출사 구경을 작게 할 때이며, 가장 작아지는 것은 도 7의 실선 곡선(H)의 저부 위치(경사가 감소로부터 증가로 전환하는 위치①)의 경사와 최주연부의 위치(위치②)의 경사의 절대치가 같아질 때이다.

도 8은 다른 실시예의 광강도 변환 소자(30)를 나타낸다. 광강도 변환 소자 (30)는 중심축선(31)에 대해 수직 방향의 2축 방향으로 상이한 굴절률(n_0, n_1)을 갖는 복굴절 재료의 판(32)과, 복굴절 재료의 판(32)의 한 쪽의 굴절률과 같은 굴절률(n_0)을 가지며, 복굴절 재료의 판(32)을 끼우는 판(34, 36)으로 되고, 입출사면을 수직으로 한 구조를 갖는다. 복굴절 재료의 판(32)은 이전 실시예의 광강도 변환 소자(10)와 같은 형상으로 형성되며, 한 쪽의 축과 일치한 편광이 입사할 때(A)에 광강도 변환 소자(10)와 마찬가지의 광강도 변환 작용을 행하고, 다른 쪽의 축과 일치한 편광이 입사할 때(B) 실질적으로 광강도 변환 작용을 행하지 않도록 한 것이다. 판(34, 36)의 표면은 평탄하게 하며, 광강도 변환 소자(30)의 취급을 용이하게 한다.

도 8과 같은 광강도 변환 소자(30)는 정보 기록 장치와 같은 광학계(예를 들어 광디스크 장치)에 특히 유효하다. 즉 편광이 한 방향으로 입사된 경우에는 광 변환 작용이 커서 매체로 향하는 광선을 잘 교축시킬 수 있으며, 매체에서 반사한 광은 변환 작용을 받지 않고 매체 상의 정보를 그대로 얻을 수가 있다.

이상에서는 특히 차원에 대해서는 언급하지 않았으나, 1차원의 광강도 분포 이외에도 당연히 도 9에 나타낸 바와 같이 2차원의 광강도 분포를 갖는 입사광에 대해서도 유효함은 말할 필요가 없다. 또 평행광 입사,평행광 출사에 대해서 설명하였으나, 발산광 입사, 발산광 출사에 대해서도 마찬가지로 성립한다.

도 10은 다른 실시예의 광강도 변환 소자(40)를 나타낸다. 반도체 레이저의 강도 분포는 타원 형상을 하고 있다. 이 타원 형상의 광강도 분포를 갖는 광선을 임의의 형상의 광강도 분포로 하기 위해서, 종래는 진원(眞圓)보정용 프리즘을 사용해서 광선을 프리즘에 비스듬하게 입사시켰다. 따라서 프리즘 대신에 도 10과 같은 광강도 변환 소자(40)를 사용하면, 타원 형상의 광강도 분포를 진원 형상의 광강도 분포로 변환할 수가 있어서, 프리즘에 비스듬하게 입사하기 위한 불필요한 체적이 감소하여 광학계의 가볍고 얇아져서 소형화가 가능하다.

도 11은 설계한 광강도 분포와 다른 입사광이 광강도 변환 소자(10)에 입사한 때의 출사광의 강도 분포를 나타낸다. 여기서 넓은 광강도 분포 또는 좁은 광강도 분포는 도 12의 곡선(R) 및 곡선(Q)으로 정의된다. 실선의 곡선(Q)은 점선의 곡선(R)보다 피크가 높고, 기슭이 낮다. 이 경우에 점선의 곡선(R)은 실선의 곡선(Q)보다 넓은 광강도 분포를 갖는 것으로 한다.

도 11의 직선(J)은 설계한 대로의 광강도 분포의 입사광이 광강도 변환 소자(10)에 입사한 때의 출사광의 강도 분포이다. 곡선(K)은 설계한 광강도 분포보다 넓은 광강도 분포를 갖는 입사광이 광강도 변환 소자(10)에 입사한 때의 출사광의 강도 분포이다. 이 경우에 중심보다도 주연부의 강도가 높아지는 컵형 강도 분포가 된다. 곡선(L)은 설계한 광강도 분포보다 좁은 광강도 분포를 갖는 입사광이 광강도 변환 소자(10)에 입사한 때의 출사광의 강도 분포이다. 이 경우에 중심이 높고 주연부가 낮아지는 돔형 강도 분포가 된다.

도 11과 같은 광강도 분포의 입사광을 교축한 경우에는 컵형, 균일형, 가우스형 강도 분포의 순으로 빔이 교축되는 것

은 알려져 있다. 따라서 반도체 레이저와 같은 광각으로 산포가 있는 광원에 강도를 균일하게 하는 광강도 변환 소자(10)를 사용할 경우에는, 가장 광각의 좁은 반도체 레이저를 사용한 때의 광강도 분포로 광강도 변환 소자(10)의 설정을 행하고, 광강도 변환 소자(10)로부터의 출사광의 광강도 분포가 최저라도 균일하고, 통상은 컵형 강도 분포가 되도록 하면 빔 집광성이 개선된다. 또 이 광학계는 진원 보정 프리즘이 불필요하고, 광학 장치의 개선이 이루어진다.

또, 중심축선에 수직한 방향으로 이동하여 있는 광학부와 부동의 광학부가 있는 광학계에서는, 광강도 변환 소자는 부동의 광학부측에 있으며, 이동부측의 개구경과 이동량의 합성보다 넓은 출사 구경을 갖도록 구성할 수가 있다. 이렇게 하면, 이동부가 이동하여도, 광강도 변환소자는 광강도 변환된 평행광을 이동부를 투과해서 공급할 수가 있다.

도 13은 광강도 변환 소자(10)를 포함한 광디스크 장치(60)의 예를 나타내고 있다. 광디스크 장치(60)는 도 3의 광학 장치(50)와 마찬가지로 레이저 광원(62)과, 콜리메이트 렌즈(64)와, 광강도 변환 소자(10)와, 대물 렌즈(66)를 구비하고 있다. 광디스크 장치(60)는 빔 스플리터(68)와, 1/4 파장판(70)과, 트래킹 미러(72)와, 집광 미러(74)와, 수광 소자(76)를 더 포함한다.

광강도 변환 소자(10)는 콜리메이트 렌즈(64)와 빔 스플리터(68)사이에 배치되어 있다. 콜리메이트 렌즈(64)와 광강도 변환 소자(10)는 공통의 프레임에 탑재되어, 일체화되어 있다. 이에 따라 다른 렌즈(예를 들어, 대물 렌즈(66))가 이동할 경우에도 이동 렌즈의 광축 어긋남에 따른 수속성을 보상하도록 되어 잇다.

본 발명은 또한 하기와 같은 특징이 있다.

제 1 및 제 2 곡면 표면은 회전 대칭 형상을 갖는다. 제 1 및 제 2 곡면 표면이 타원 형상의 광강도 분포를 원 형상의 광강도 분포로 변환할 수 있는 곡면으로 된다. 보디가 중심축선에 대해 2축의 광학축을 갖는 복굴절 재료로 된다. 보디가 복굴절 재료의 광학축의 한 쪽과 같은 굴절률을 갖는 재료로 끼워지며, 광축에 대해 수직으로 가공한 면을 갖는다.

광강도 변환 소자의 주연부를 차광하여 파면 수차를 저하시킨다. 소정의 광강도 분포를 갖는 입사광보다 넓은 광강도 분포를 갖는 입사광을 입사시키면, 광강도 분포의 최주연부의 강도가 중심보다 강한 출사광을 출사시킨다. 중심축선에 수직 방향으로 이동이 있는 광학부와 부동의 광학부가 있는 광학계에서, 광강도 변환 소자는 부동의 광학부측에 있으며, 이동부측의 개구경과 이동량의 합성보다 넓은 출사 구경을 갖는다. 광강도 변환 소자가 상기 중심축선에 대해 2축의 광학축을 갖는 복굴절 재료와, 상기 복굴절 재료의 광학축의 한 쪽과 같은 굴절률을 가지며, 상기 복굴절 재료를 끼우는 재료로 되고, 상기 광강도 소자를 콜리메이트 렌즈 앞에 배치하며, 편광 방향을 전환함으로써 강도 분포를 변경하여, 빔 경과 강도 분포를 변경한다.

발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의하면, 간단한 광강도 변환 소자를 사용한 광학 장치는 광량 손실이 없고, 고 출력광에 강하며, 수차도 적으며, 광강도 분포를 임의로 제어할 수 있으므로, 간단히 성능을 개선할 수가 있다. 또 광강도 변환 소자는 굴절을 이용하고 있으므로 손실이 적다. 그리고, 출사광의 광강도 분포와 출사 개구부의 형상을 자유롭게 설정할 수 있으므로, 광학 장치의 부품수를 줄일 수가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

중심축선과, 상기 중심축선에 대하여 가로 방향으로 연장되는 제 1 곡면 표면과, 상기 중심축선에 대해 가로 방향으로 연장되는 제 2 곡면 표면과, 상기 제 1 곡면 표면과 상기 제 2 곡면 표면 사이로 연장되는 외주면을 갖는 보디를 구비하며,

상기 제 1 곡면 표면으로부터 입사한 입사광이, 상기 제 1 곡면 표면으로부터 상기 보디에 입사할 때의 굴절에 의해, 상기 보디 내의 일부의 영역에서는 발산하고, 상기 보디 내의 다른 영역에서는 수속하고, 입사광의 광강도 분포와는 다른 광강도 분포로서 상기 제 2 곡면 표면으로부터 출사하도록 한 것을 특징으로 하는 광강도 변환 소자.

청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 곡면 표면으로부터 입사한 입사광이, 상기 보디 내의 상기 중심축선의 주위의 중심 영역에서는 발산하고, 상기 보디 내의 주변 영역에서는 수속하도록 한 것을 특징으로 하는 광강도 변환 소자.

청구항 3.

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 곡면 표면에 있어서 중심부에서 가장주변부까지의 경사가 연속하여 있고, 가장 주변부의 경사량의 절대치가 경사증대로부터 감소 또는 감소에서 증대로 전환하는 점의 절대치와 같거나 또는 경사가 증대에서 감소 또는 감소에서 증대로 전환하는 점의 절대치 보다 작은 것을 특징으로 하는 광강도 변환 소자.

청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 보디의 두께가 입사광에 대한 출사광의 파면 수차의 RMS치를 0.07λ 이하로 하는 두께인 것을 특징으로 하는 광강도 변환 소자.

청구항 5.

제 1 항에 있어서, 상기 보디의 제 1 곡면에서 입사하고, 상기 보디를 통과하여 제 2의 점에서 출사하는 광선에 관하여, 제 1의 면에 입사한 광선의 면에 대한 입사각도와 제 2의 면에서 출사하는 광선의 면에 대한 출사각도가 같은 것을 특징으로 하는 광강도 변화 소자.

청구항 6.

제 1 항에 있어서, 광축으로부터의 수직거리(r_1)에 있는 상기 제 1의 곡면 표면상에 있는 입사점(A)을 통과하는 광선의 상기 제 2의 곡면 표면상에 출사하는 출사점(B)의 광축으로부터의 수직거리(r_2)는, 상기 보디에 입사하는 전광량에 대한 광축에서 수직거리(r1)에 둘러싸인 원내의 상기 제 1의 곡면 표면에 입사하는 광량(P1)의 비와, 상기 보디에서 출사할때의 구경의 면적에 대한 광축에서 수직거리(r2)에 둘러싸인 원형의 면적의 비가 같게되는 반경의 값으로하고, 입사점(A)에서 광선이 굴절하는 출사점(B)에 달하는 AB의 직선거리(L)를 가정하여 부여하고, 상기 L의 길이에서 A점을 통과하는 광선이 B점 방향으로 편향하는 각도를 계산하고, 굴절의 법칙을 이용하여 A점의 면의 경사를 결정하여 수점(數点)의 다른 값의 r1의 A점의 경사를 각각의 r1으로 적분하는 것으로 입사측의 제 1의 곡면 형상을 나타내는 비구면 다항식을 결정하고, 또 A점과 B점의 면의 경사가 같도록 하고, 수점의 다른 값의 r2의 B점의 경사를 각각의 r2로 적분하는 것으로 출사측의 제 2의 곡면형상을 나타내는 비구면 다항식을 결정하고, 제 1의 곡면과 제 2의 곡면의 각각의 비구면 다항식에서, 수점의 r1의 AB의 L을 계산하고, 이 새로운 L에서 새로운 A점과 B점의 경사를 계산하고, 제 1의 곡면과 제 2의 곡면의 비구면 다항식을 새로 계산하여 정정하고, 수점의 r1의 AB의 L을 계산하며,

상기 L을 일정한 값으로 수속할 때 까지 계산하여 얻은 제 1의 곡면의 비구면 다항식과 제 2의 비구면 다항식으로 결정한 형상인 것을 특징으로 하는 광강도 변환 소자.

청구항 7.

광원과, 콜리메이트 렌즈와, 광강도 변환 소자와, 대물 렌즈를 구비하며, 상기 광강도 변환소자는 중심축선과, 상기 중심축선에 대하여 가로 방향으로 연장되는 제 1 곡면 표면과, 상기 중심축선에 대해 가로 방향으로 연장되는 제 2 곡면 표면과, 상기 제 1 곡면 표면과 상기 제 2 곡면 표면 사이에 연장되는 외주면을 갖는 보디를 구비하고, 상기 제 1 곡면 표면으로부터 입사한 입사광이 상기 제 1 곡면 표면으로부터 상기 보디에 입사할 때의 굴절에 의해, 상기 보디 내의 일

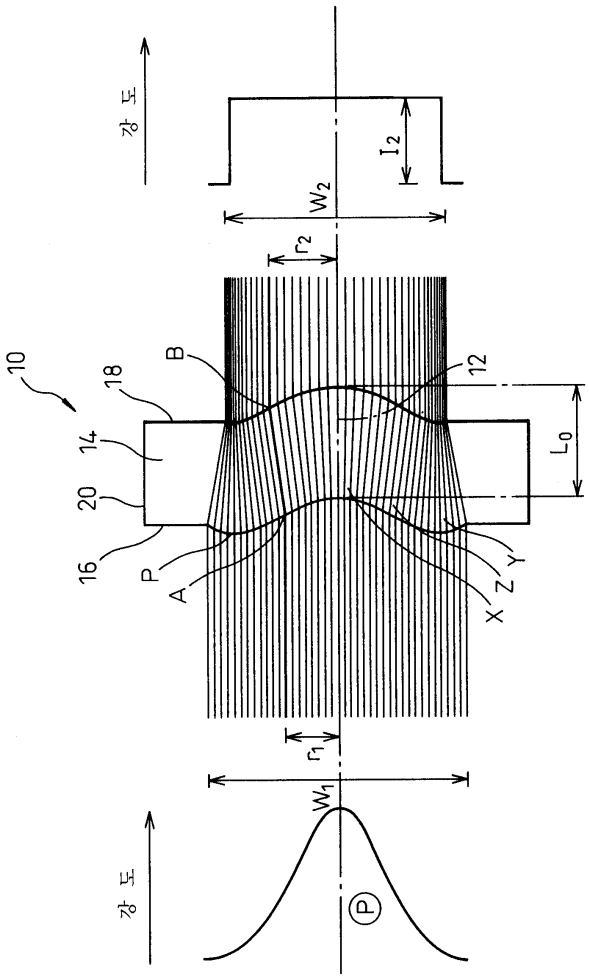
부의 영역에서는 발산하고, 상기 보디 내의 다른 영역에서는 수속하고, 입사광의 광강도 분포와는 다른 광강도 분포로서 상기 제 2 곡면 표면으로부터 출사하도록 한 것이고, 콜리메이트 렌즈와 광강도 변환 소자를 일체화함으로써 가동 대물 렌즈의 광축 어긋남에 따른 수속성을 보상하는 것을 특징으로 하는 광디스크 장치.

청구항 8.

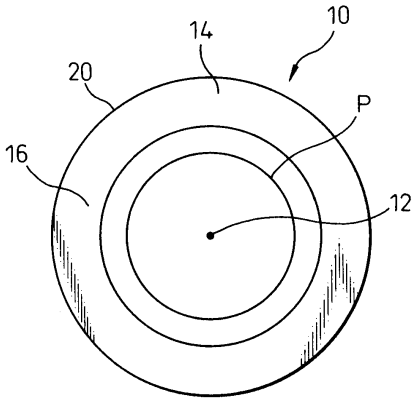
광원과, 콜리메이트 렌즈와, 광강도 변환 소자와, 빔 스플리터와, 대물 렌즈를 구비하며, 상기 광강도 변환 소자는 중심축선과, 상기 중심축선에 대하여 가로 방향으로 연장되는 제 1 곡면 표면과, 상기 중심축선에 대하여 가로 방향으로 연장되는 제 2 곡면 표면과, 상기 제 1 곡면 표면과 상기 제 2 곡면 표면 사이에 연장되는 외주면을 갖는 보디를 구비하고, 상기 제 1 곡면 표면으로부터 입사한 입사광이 상기 제 1 곡면 표면으로부터 상기 보디에 입사할 때의 굴절에 의해, 상기 보디 내의 일부의 영역에서는 발산하고, 상기 보디 내의 다른 영역에서는 수속하여, 입사광의 광강도 분포와는 다른 광강도 분포로서 상기 제 2 곡면 표면으로부터 출사하도록 한 것이며, 빔 스플리터와 콜리메이트 렌즈 사이에 광강도 변환 소자를 배치하는 것을 특징으로 하는 광디스크 장치.

도면

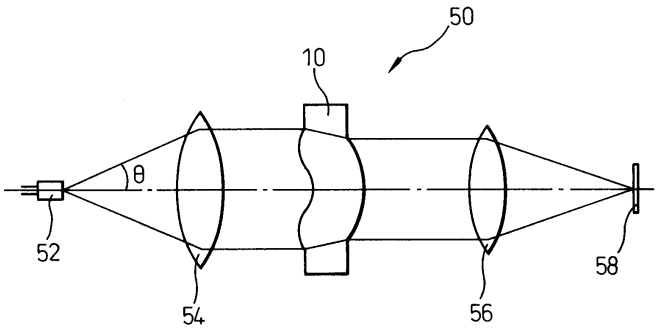
도면 1



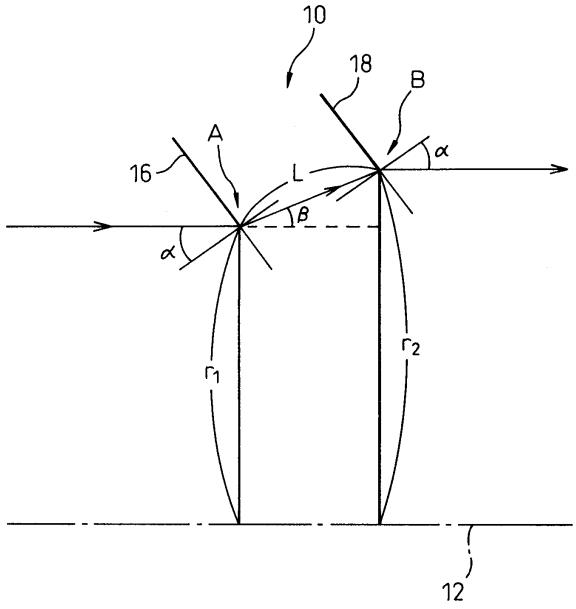
도면 2



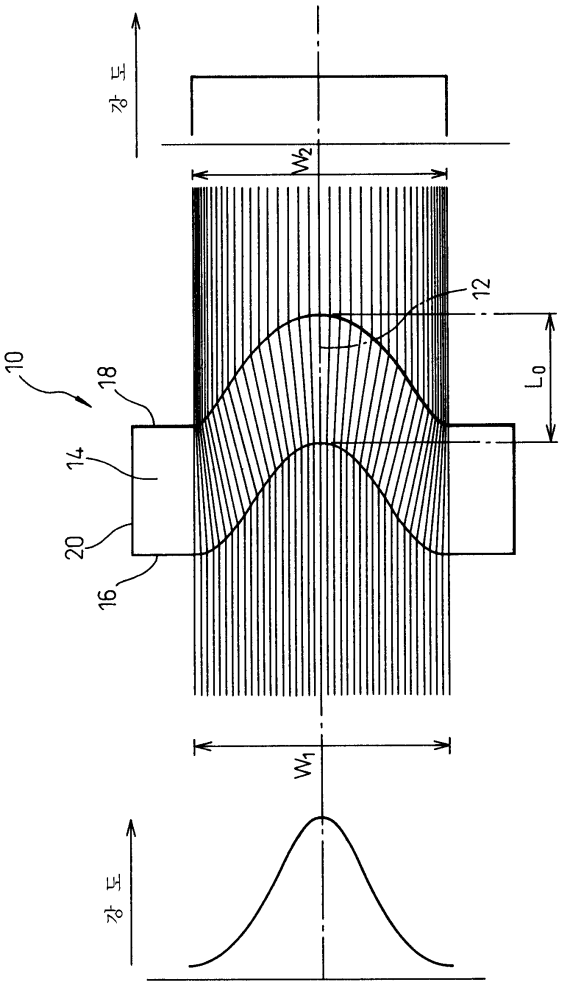
도면 3



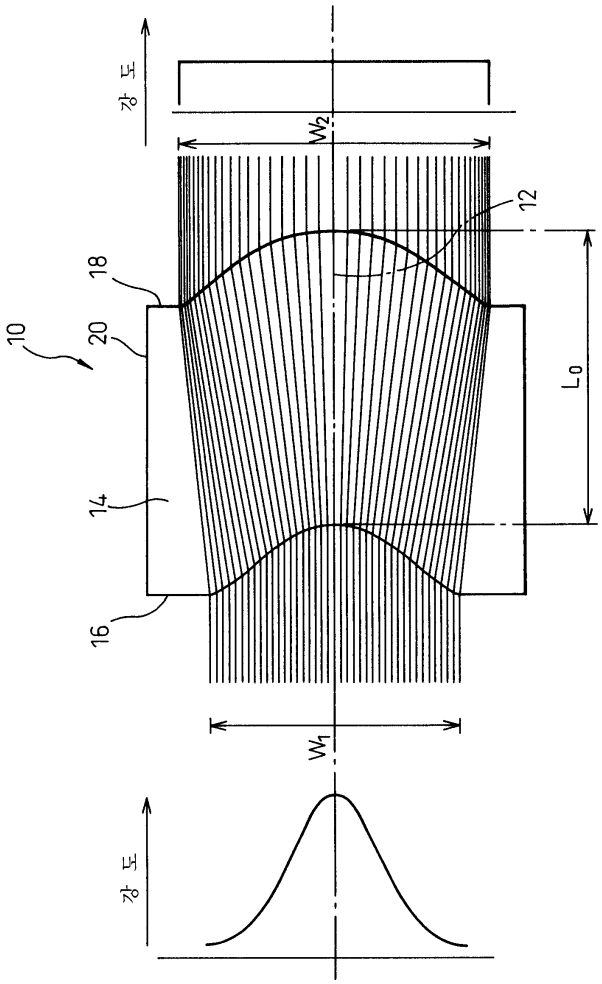
도면 4



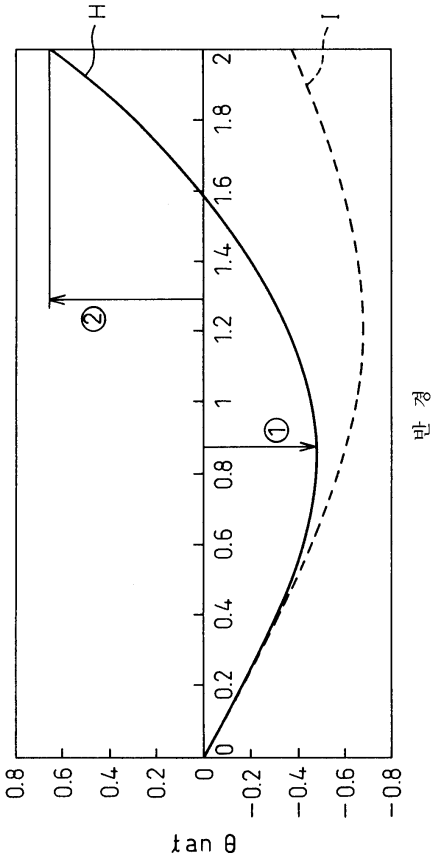
도면 5



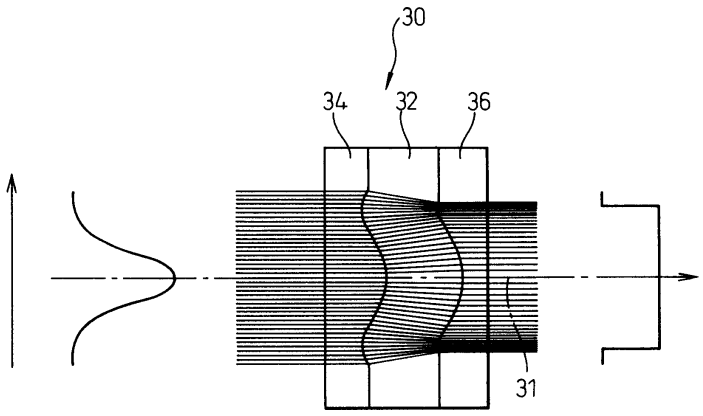
도면 6



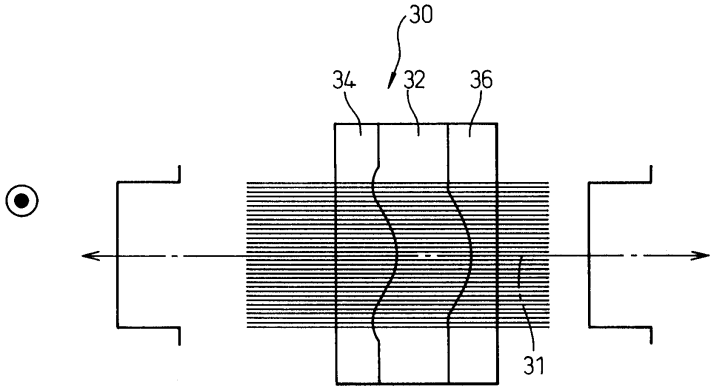
도면 7


H
I
②
①
반 경
0.8
0.6
0.4
0.2
0
−0.2
−0.4
−0.6
−0.8
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
tan θ

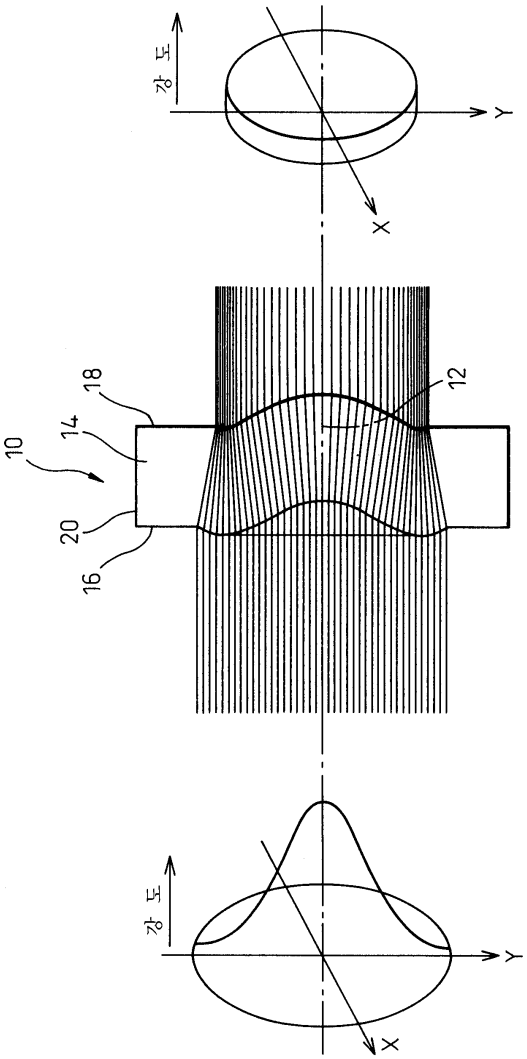
도면 8a


30
34
32
36
31

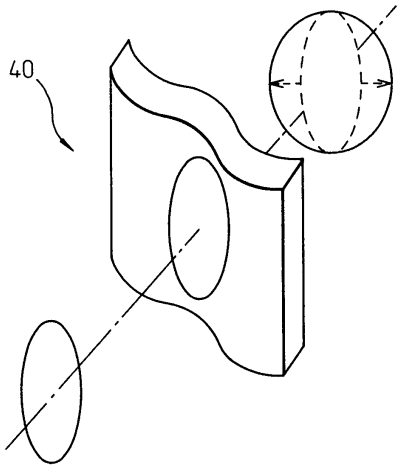
도면 8b



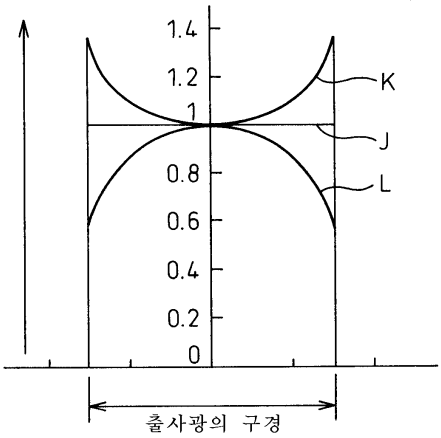
도면 9



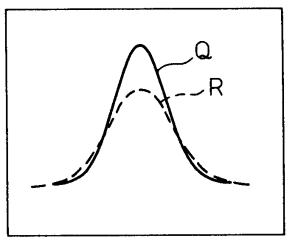
도면 10



도면 11



도면 12



도면 13

