



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년05월28일
(11) 등록번호 10-0960421
(24) 등록일자 2010년05월20일

(51) Int. Cl.

G11B 7/135 (2006.01) G02B 5/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-7015014

(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년04월24일

심사청구일자 2007년11월19일

(85) 번역문제출일자 2004년09월22일

(65) 공개번호 10-2004-0097206

(43) 공개일자 2004년11월17일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2003/005257

(87) 국제공개번호 WO 2003/091768

국제공개일자 2003년11월06일

(30) 우선권주장

JP-P-2002-00126655 2002년04월26일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

JP12276766 A

JP13004841 A

JP평성10214431 A

JP평성10177737 A

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 이병수

(54) 적층파장판 및 그것을 사용한 광фи업

(57) 요 약

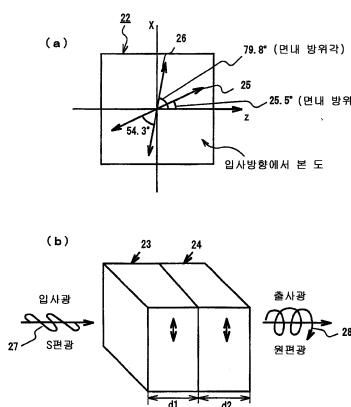
종래의 광대역 1/4 파장판에서는, 여전히 파장 의존성이 완전하게는 해결되지 않고, 파장에 따라서 위상이 90° 어긋나 효율이 달라지고 있기 때문에, 복수의 파장에 대응하는 광фи업장치에 있어서, 광의 효율 등의 관점에서 파장판에 요구되는 엄격한 광학특성상의 사양을 만족할 수 없다고 하는 문제가 있었다. 본 발명은, 이 문제를 해결하기 위해 복수의 파장에 대해서 완전히 1/4 파장판으로 기능하는 파장판, 및 그 파장판을 사용한 광фи업을 제공하게 위하여, 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 α 의 파장판과 위상차 β 의 파장판을 광축이 교차하도록 접합시켜서, 전체로서 1/4 파장판으로 기능하는 적층파장판에 있어서, 상기 α 및 상기 β 의 관계가 이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하는 적층파장판으로 한다.

$$(3/2) \times \pi \neq \alpha - 2 \times \pi \times (m-1)$$

$$\pi \neq \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$$

단, m, n 은 양의 정수.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 α 와 방위각 θ_1 의 제 1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 β 와 방위각 θ_2 의 제 2 파장판을 구성하여, 상기 제 1 파장판과 제 2 파장판을 각각의 광학축이 교차하도록 붙여 맞추어, 서로 파장이 다른 2 개의 파장 λ_1, λ_2 의 광에 대하여 위상차 Γ 로서 기능하는 적층파장판으로서,

상기 파장 λ 을 $\lambda = \lambda_1$, 또는 $\lambda = \lambda_2$ 로 하고,

상기 제 1 파장판의 정상 광선의 굴절률을 No_1 , 이상 광선의 굴절률을 Ne_1 , 두께를 d_1 로 하며,

상기 제 2 파장판의 정상 광선 굴절률을 No_2 , 이상 광선의 굴절률을 Ne_2 , 두께를 d_2 로 하여,

상기 위상차 α, β 는 각각 하기 식 (3), (4)을 만족하고,

$$\alpha = 2 \times \pi / \lambda \times (Ne_1 - No_1) \times d_1 \quad (3)$$

$$\beta = 2 \times \pi / \lambda \times (Ne_2 - No_2) \times d_2 \quad (4)$$

상기 식 (3), (4)에서, 상기 파장 λ 는 상기 2 개의 파장 λ_1, λ_2 중 어느 하나의 파장을 나타내며,

상기 제 1 파장판이 하기 식 (5)의 물리 행렬 A_1 을 만족하며,

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1-(1-\cos\delta_1)\sin^2\theta_1 & (1-\cos\delta_1)\sin2\theta_1\cos2\theta_1 & -\sin\delta_1\sin2\theta_1 \\ 0 & (1-\cos\delta_1)\sin2\theta_1\cos2\theta_1 & 1-(1-\cos\delta_1)\cos^2\theta_1 & \sin\delta_1\cos2\theta_1 \\ 0 & \sin\delta_1\sin2\theta_1 & -\sin\delta_1\cos2\theta_1 & \cos\delta_1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

상기 제 2 파장판이 하기 식 (6)의 물리 행렬 A_2 를 만족하고,

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1-(1-\cos\delta_2)\sin^2\theta_2 & (1-\cos\delta_2)\sin2\theta_2\cos2\theta_2 & -\sin\delta_2\sin2\theta_2 \\ 0 & (1-\cos\delta_2)\sin2\theta_2\cos2\theta_2 & 1-(1-\cos\delta_2)\cos^2\theta_2 & \sin\delta_2\cos2\theta_2 \\ 0 & \sin\delta_2\sin2\theta_2 & -\sin\delta_2\cos2\theta_2 & \cos\delta_2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

상기 적층파장판에 입사하는 광을 하기 식 (7)의 스토크스 벡터 T 로 하며,

$$T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} \quad (7)$$

상기 적층파장판으로부터 출사(出射)하는 광을 하기 식 (8)의 스토크스 벡터 S 로 하고,

$$S = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{bmatrix} \quad (8)$$

상기 스토크스 T와 S간의 관계는 하기 식 (9) 및 (11)을 만족하며,

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \end{bmatrix} = A_2 \cdot A_1 \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$S = A_2 \cdot A_1 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

상기 적층파장판의 위상차 Γ 를 하기 식 (12)로 나타낼 때,

$$\Gamma = \arctan \frac{S_4}{\sqrt{S_2^2 + S_3^2}} \quad (12)$$

상기 파장 λ_1 과 파장 λ_2 에 대하여, 상기 위상차 Γ 가 하기 식을 만족하는 것을 특징으로 하는 적층파장판.

$$\Gamma = (2 \times N - 1) \times (\pi / 2)$$

단, N 은 양의 정수

청구항 2

파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 α 와 방위각 Θ_1 의 제 1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 β 와 방위각 Θ_2 의 제 2 파장판을 구성하고, 상기 제 1 파장판과 제 2 파장판을 각각의 광학축이 교차하도록 붙여 맞춘 적층파장판으로서,

상기 위상차 α 를 다수차 모드의 255° , 상기 위상차 β 를 다수차 모드 130° 로 하며,

상기 방위각 Θ_1 과 상기 방위각 Θ_2 는

$$\Theta_1 = 25.5^\circ - 5^\circ \text{ 내지 } 25.5^\circ + 5^\circ$$

$$\Theta_2 = 79.8^\circ - 5^\circ \text{ 내지 } 79.8^\circ + 5^\circ$$

을 만족하는 것을 특징으로하는 적층파장판.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 위상차 α 를 4차 모드의 255° , 상기 위상차 β 를 2차 모드의 130° 로 한 것을 특징으로하는 적층파장판.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

파장 655nm 및 785nm의 광에 대하여 1/4 파장판으로서 기능하는 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 5

파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 α 와 방위각 Θ_1 의 제1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 β 와 방

위각 Θ_2 의 제2 파장판을 구성하고, 상기 제1 파장판과 제2 파장판을 각각의 광학축이 교차하도록 붙여 맞춘 적층파장판으로서,

상기 위상차 α 를 다수차 모드 180° , 상기 위상차 β 를 다수차 모드 270° 로 하고,

상기 방위각 Θ_1 와 방위각 Θ_2 는

$$\Theta_1 = 14^\circ - 5^\circ \text{ 내지 } 14^\circ + 5^\circ$$

$$\Theta_2 = 72^\circ - 5^\circ \text{ 내지 } 72^\circ + 5^\circ$$

을 만족하는 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 위상차 α 를 5차 모드의 180° , 상기 위상차 β 를 2차 모드의 270° 로 하는 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 7

제5항 또는 제6항에 있어서,

파장 655nm 및 785nm의 광에 대하여 1/4 파장 판으로서 기능하는 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 8

파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 α 와 방위각 Θ_1 의 제1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 β 와 방위각 Θ_2 의 제2 파장판을 구성하고, 상기 제1 파장판과 제2 파장판을 각각의 광학 축이 교차하도록 붙여 맞춘 적층파장판으로서,

상기 위상차 α 를 다수차 모드의 180° , 상기 위상차 β 를 다수차 모드의 270° 로 하고,

상기 방위각 Θ_1 와 방위각 Θ_2 는

$$\Theta_1 = 7^\circ - 5^\circ \text{ 내지 } 7^\circ + 5^\circ$$

$$\Theta_2 = 52^\circ - 5^\circ \text{ 내지 } 52^\circ + 5^\circ$$

을 만족하는 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 위상차 α 를 7차 모드의 180° , 상기 위상차 β 를 1차 모드의 270° 로 한 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서,

파장 655nm의 광에 대하여 1/4 파장판으로 기능하고,

파장 785nm의 광에 대하여 1/2 파장판으로 기능하는 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 11

파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 α 와 방위각 Θ_1 의 제1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대하여 위상차 β 와 방위각 Θ_2 의 제2 파장판을 구성하고, 상기 제1 파장판과 제2 파장판을 각각의 광학축이 교차하도록 붙여 맞춘 적층 파장판으로서,

상기 위상차 α 를 다수차 모드의 180° , 상기 위상차 β 를 다수차 모드의 180° 로 하며,

상기 방위각 Θ_1 와 방위각 Θ_2 는

$\Theta 1 = 12^\circ - 5^\circ$ 내지 $12^\circ + 5^\circ$

$\Theta 2 = 57^\circ - 5^\circ$ 내지 $57^\circ + 5^\circ$

을 만족하는 것을 특징으로하는 적층파장판.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 위상차 α 를 7차 모드의 180° , 상기 위상차 β 를 3차 모드의 180° 로 한 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 13

제11항 또는 제12항에 있어서,

파장 655nm의 광에 대하여 1/2 파장판으로 기능하고,

785nm 파장의 광에 대하여 2/2 파장판으로 기능하는 것을 특징으로 하는 적층파장판.

청구항 14

제1 파장의 제1 직선 편광과 제2 파장의 제2 직선 편광이, 파장판을 통과 하도록 구성된 광фи업에 있어서,

상기 파장판이, 청구항 1 내지 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12 중 어느 한 항에 기재된 적층파장판인 것을 특징으로 하는 광фи업.

청구항 15

제1 파장의 제1 직선 편광과 제2 파장의 제2 직선 편광이, 파장판을 통과 하도록 구성된 광фи업에 있어서,

상기 파장판이, 청구항 4에 기재된 적층파장판인 것을 특징으로 하는 광фи업.

청구항 16

제1 파장의 제1 직선 편광과 제2 파장의 제2 직선 편광이, 파장판을 통과 하도록 구성된 광фи업에 있어서,

상기 파장판이, 청구항 7에 기재된 적층파장판인 것을 특징으로 하는 광фи업.

청구항 17

제1 파장의 제1 직선 편광과 제2 파장의 제2 직선 편광이, 파장판을 통과 하도록 구성된 광фи업에 있어서,

상기 파장판이, 청구항 10에 기재된 적층파장판인 것을 특징으로 하는 광фи업.

청구항 18

제1 파장의 제1 직선 편광과 제2 파장의 제2 직선 편광이, 파장판을 통과 하도록 구성된 광фи업에 있어서,

상기 파장판이, 청구항 13에 기재된 적층파장판인 것을 특징으로 하는 광фи업.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 다른 파장의 광을 사용해서 광학기록매체에서의 정보의 기록 및 재생을 행하는 것을 가능하게 하는 적층파장판 및 그것을 사용한 광фи업에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 음악이나 영상 관련 정보의 광학기록매체인 CD나 DVD 등을 직선편광이나 원편광 등의 레이저광을 이용해서 정보의 기록 및 재생을 행하는 광디스크장치가 폭넓게 이용되고 있다. 그 중에서도, CD와 DVD의 호환성(Conversible)이 가능한 광디스크장치의 보급과 동시에 장치의 소형화의 요구도 높아져, 광학부품 개수의 증감

등의 간소화에 의한 광학업장치의 소형화가 시도되고 있다.

[0003] DVD는, 2시간 이상의 영상 및 음성의 정보를 1장의 디스크에 수용가능한 사양으로 되어 있어 CD에 비해 기록밀도가 높고, 그에 따라 DVD의 재생파장도 CD의 785nm에 비해 655nm로 파장도 짧아지고, DVD와 CD의 호환성을 가능케 하는 광학업장치에서는 필연적으로 2종류의 파장이 필요하게 되어, 2파장에 대응하기 위해 레이저광원을 2개 필요로 하고, 그리고 파장판 등의 광학소자도 각각에 대응하는 것이 필요해지기 때문에, 결과적으로 2계통의 광학에 의해 광학업장치가 구성되는 것으로 되지만, 최근의 광학업장치의 소형화의 요구에 따라 광학을 1계통으로 구성하려고 하는 시도가 다양하게 행해지고 있다.

[0004] 여기서, 광학에 이용되는 편광에 대해서 설명하면, 광은 전자파로 불려지는 파(波)의 하나이고, 광의 진행방향과 자장벡터를 포함한 면을 편광면, 광의 진행방향과 전장(電場)벡터를 포함한 면을 진동면이라 하고, 편광면의 방향이 일치되어 있는 경우를 편광이라 한다. 더욱이, 편광면이 하나의 평면에 한정되는 편광을 직선편광이라 부르고, 직선편광에는 입사광선과 입사면의 법선(法線)을 포함한 평면에 대해서, 수평으로 진동하는 성분의 P편광과, 수직으로 진동하는 성분의 S편광이 있다.

[0005] 또한, 어느 위치에서 본 전장 벡터가 시간이 경과함에 따라 회전하는 편광을 일반적으로 타원편광이라 하고, 특히 광의 진행방향에 수직인 평면상에 전장 벡터의 선단을 투영했을 때, 그의 궤적이 원으로 되는 것을 원편광이라 한다.

[0006] 도 14는, 다수차 모드의 위상차 $\delta 1(2790^\circ)$ 로 되는 제 1의 파장판(1;두께d1)과 다수차 모드의 위상차 $\delta 2(2700^\circ)$ 로 되는 제 2의 파장판(2;두께d2)을 결정광학축이 90° 교차하도록 접합해서 이루어진 1/4 파장판으로서 기능하는 영(零)차 모드의 파장판(3)이고, 도 14의 (a)는 파장판(3)의 입사면에서 본 제1, 제 2의 파장판(1,2)의 결정광학축(4,5)의 교차각을 나타내는 도이고, 도 14의 (b)는 파장판(3)의 구성을 나타내는 사시도이다.

[0007] 이것은 결정광학축의 교차각을 90° 로 함으로써, 여분의 위상차를 상쇄할 수 있어, 즉 $\delta 1 - \delta 2 = 2790^\circ - 2700^\circ = 90^\circ$ 로 되어, 영차 모드의 1/4 파장판으로서 기능하는 것이다. 따라서, 직선편광(6)이 파장판(3)에 입사하면 출사면에서 위상이 90° 어긋나므로 원편광(7)으로서 출사하는 것으로 된다.

[0008] 파장판(3)의 위상차 $\delta 3$ 은, 다음 식으로도 나타낼 수 있다.

$$\delta 3 = \delta 1 - \delta 2 = 2\pi \times \Delta n \times (d1 - d2) / \lambda \quad (1)$$

[0010] 여기서, Δn 은 제1, 제 2의 파장판(1,2)과의 굴절률차이고, λ 는 입사광의 파장이다.

[0011] 도 15는, 영차 모드의 위상차 $\delta 4(=90^\circ)$ 로 되는 1/4 파장판으로서 기능하는 영차 모드의 파장판(8;두께d3)을 나타낸 사시도이다.

[0012] 직선편광(9)이 파장판(8)으로 입사하면 출사면에서 위상이 90° 어긋나서 원편광(10)으로서 출력한다.

[0013] 파장판(8)의 위상차 $\delta 4$ 는, 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$\delta 4 = 2\pi \times \Delta n \times d3 / \lambda \quad (2)$$

[0015] 여기서, Δn 은 파장판(8)의 굴절률차($N_e - N_o$)이고, λ 는 입사광의 파장이고, N_o 는 정상 광선의 굴절률이고, N_e 는 이상 광선의 굴절률이다.

[0016] 이들의 파장판(3,8)을 적절히 선정해서 광학의 소정 위치에 배치함으로써, 광학(1)계통에 의한 2파장 대응 광학장치를 구성수단으로 시도한 경우, 이하와 같은 문제가 생긴다.

[0017] 즉, 전술한 바와 같이, 광학장치의 소형화에 의해 부품개수를 줄임하기 위해, 도 16과 같이 CD(785nm) 재생용으로 한 1개의 1/4 파장판(3)에서 2파장 대응으로 하도록 광학을 구성한 경우, 도 16의 (a)에 나타낸 바와 같이 P편광(11)이 빔 스플리터(12;이하 PBS로 칭한다)로 입사하면, P편광을 투과하여 S편광을 반사하는 특성을 갖는 광학박막으로 형성된 미러(mirror;13)를 투과해서 P편광 그대로 1/4 파장판(3)으로 입사한다. 여기서 위상이 90° 어긋나므로, 원편광(14)으로서 출력하여 CD의 피트(pit;15)로 입사한다. 피트(15)에서 원편광(14)이 반사할 때, 회전방향이 역(逆)의 원편광(16)으로서 반사하기 때문에, 원편광(16)이 1/4 파장판(3)으로 입사하면, S편광으로서 출력하고, PBS(12)의 미러(13)에서 반사하여 도면에 나타내지 않은 포토디텍터(photodetector;이하 PD로 칭한다)에 이르러 90% 이상의 효율로 레이저광을 사용할 수 있다. 또한, 도 16에서 설명을 용이하게 하기 위하여 왕로(往路)와 귀로(歸路)로 광축을 어긋나게 하고 있다.

[0018] 한편, 도 16의 (b)에 나타낸 바와 같이, DVD를 재생할 경우, 파장655nm의 P편광(11)이 PBS(12)로 입사하면, 미러(13)를 투과해서 P편광 그대로 1/4 파장판(3)으로 입사한다. 이때, 상기 1/4 파장판(3)은 단일파장 785nm에 대해서만 90° 위상을 어긋나게 하는 기능을 갖고 있기 때문에, 직선편광으로부터 원편광으로의 변환이 충분하지 않아 타원편광(17)으로서 출사해 버린다. 이것이 DVD의 피트(15)로 입사하면 회전방향이 상기 타원편광(17)과는 역의 타원편광(18)으로서 반사하고, 1/4 파장판(3)으로 입사하여 동일하게 충분히 직선편광으로 변환할 수 없어, 즉 타원편광 성분과 S편광 성분이 혼재한 상태에서 1/4 파장판(3)으로부터 출사하여 PBS(12)의 미러(13)에서 S편광 성분만 반사하고, 타원편광 성분은 미러(13)를 투과해 버린다. 따라서, PD에서는, 예컨대 본 발명자의 실험결과에 의하면, 광효율의 관점에서 레이저광의 65% 전후가 PD에서 검출되고, 나머지 약 30%가 미러를 투과해 버리는 타원편광성분으로서 손실해 버려 효율상 문제가 있다. 이것은, 파장판(3,8)의 위상차를 나타내는 각각의 식 (1), (2)에서 위상차가 파장에 의존하고 있는 것에서도 알 수 있다.

[0019] 그래서, 일본국 특허 제3174367호에서는, 단색광에 대해서 1/2 파장(180°)의 위상차를 갖는 연신(延伸) 필름과, 1/4 파장(90°)의 위상차를 갖는 연신 필름을 결정광학축이 교차하도록 적층해서 이루어지는 적층파장판이 광대역(廣帶域)에서 위상이 90° 어긋나는 기능을 갖는 광대역 1/4 파장판이 제안되어 있다. DVD(655nm)와 CD(785nm)를 기록·재생하는 광피업장치에 있어서, 상기 광대역 1/4 파장판을 채용하면, 파장판 1개로 2파장 대응하는 것이 가능하므로, 광피업을 거의 1계통으로 간소화 하려는 요구를 만족시킬 수 있다.

[0020] 도 17에 나타낸 바와 같이, 일본국 특허 제3174367호의 도 5에 상기 광대역 1/4 파장판을 직교니콜(crossed nicols)로 배치한 편광판 사이에 배치하여 분광스펙트럼을 평가한 투과율의 파장 의존성의 그래프가 개시되어 있다.

[0021] 그렇지만, 이 그래프의 실시에 3의 곡선, 즉 광대역 1/4 파장판의 투과율을 주시하면, 400nm에서 800nm로 향해서 서서히 투과율이 40%에서 50%로 향해 상승, 즉 그래프가 경사진 특성을 갖고 있으며, 파장에 따라서 1/4 파장판으로 기능하는 효율이 변화하고 있는 것을 알 수 있다. 또한, 1/4 파장판으로서 완전히 기능하는 투과율은 50% 정도이다. 즉, 이 광대역 1/4 파장판에서는, 여전히 파장 의존성이 완전하게는 해결되지 않고, 파장에 따라서 위상이 90° 어긋나는 효율이 다르기 때문에, 최근 DVD/CD의 호환성의 광피업장치에 있어서 광의 효율 등의 관점에서 파장판에 요구되는 엄격한 광학특성상의 사양을 만족할 수 없다고 하는 문제가 있었다.

[0022] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여 이루어진 것이고, DVD/CD의 호환성의 광피업장치 등의 복수의 파장에 대해서 완전히 1/4 파장판으로 기능하는 파장판, 및 그 파장판을 사용한 광피업을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 상세한 설명

[0023] 상기 과제를 해결하기 위하여 본 발명에 의한 적층파장판의 청구항 1에 기재된 발명은, 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 α 의 제 1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 β 의 제 2 파장판을 상기 제 1 파장판 위에 제 2 파장판이 적층되고 상기 제 1, 2 파장판의 광축이 서로 교차되는 방식으로 구성된 적층1/4파장판에 있어서, 상기 α 및 상기 β 각각은 이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하고 있다.

$$[0024] (3/2) \times \pi \neq \alpha - 2 \times \pi \times (m-1)$$

$$[0025] \pi \neq \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$$

[0026] 단, m , n 은 양의 정수.

[0027] 청구항 2에 기재된 발명은, 두 개의 다른 파장을 가지는 레이저 광이 출사하기 위한 레이저 광원, 광이 상기 레이저 광원부터 광 매체까지 통과하거나 광이 매체부터 광검출기까지 통과하는 적층1/4파장판, 상기 적층1/4파장판은 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 α 의 제 1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 β 의 제 2 파장판을 상기 제 1, 2 파장판의 광축이 서로 교차되어 적층되도록 구성된 광피업 장치에 있어서, 상기 α 및 상기 β 각각은 이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하고 있다.

$$[0028] (3/2) \times \pi \neq \alpha - 2 \times \pi \times (m-1)$$

$$[0029] \pi \neq \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$$

[0030] 단, m , n 은 양의 정수.

[0031] 청구항 3에 기재된 발명은, 제2항에 있어서, 상기 두 개의 다른 파장은 파장 655nm 및 파장 785nm를 사용하는

것을 특징으로 하고 있다.

- [0032] 청구항 4에 기재된 발명은, 파장 785nm에 대해서 위상차 1695°로 되는 파장판 A와 파장 785nm에 대해서 위상차 850°로 되는 파장판 B를 상기 파장판 A 위에 파장판 B가 적층되어, 상기 파장판 A, B의 광축이 서로 교차되는 방식으로 이루어진 것을 특징으로 하고 있다.
- [0033] 청구항 5에 기재된 발명은, 제4항에 있어서, 상기 적층파장판이 파장 655nm 및 파장 785nm에 대해서 1/4 파장판으로 기능하는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0034] 청구항 6에 기재된 발명은, 파장 655nm에 대해서 위상차 2700°로 되는 파장판 C와 파장 655nm에 대해서 위상차 630°로 되는 파장판 D를 상기 파장판 C, D의 광축이 서로 교차되는 방식으로 이루어진 것을 특징으로 하고 있다.
- [0035] 청구항 7에 기재된 발명은, 제6항에 있어서, 상기 적층파장판이 파장 655nm에 대해서 1/4 파장판, 파장 785nm에 대해서 1/2 파장판으로 기능하는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0036] 청구항 8에 기재된 발명은, 파장 655nm에 대해서 위상차 2700°로 되는 파장판 E와 파장 655nm에 대해서 위상차 1260°로 되는 파장판 F를 상기 파장판 E, F의 광축이 서로 교차하도록 이루어진 것을 특징으로 하고 있다.
- [0037] 청구항 9에 기재된 발명은, 제8항에 있어서, 상기 적층파장판이 파장 655nm에 대해서 1/2 파장판, 파장 785nm에 대해서 2/2 파장판으로 기능하는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0038] 청구항 10에 기재된 발명은, 두 개의 다른 파장을 가지는 레이저 광이 출사하기 위한 레이저 광원은 파장 655nm의 제 1 직선편광과 파장 785nm의 제 2 직선편광이 출사하고, 제 1 파장판과 제 2 파장판은 광이 레이저 광원부터 광 매체까지 통과하거나 광이 매체부터 광검출기까지 통과하도록 구성된 광피업 장치에 있어서, 상기 제 1 파장판은 파장 655nm에 대해서 위상차 2700°로 되는 파장판 C와 위상차 1260°로 되는 파장판 D가 상기 파장판 C, D의 광축 방향이 서로 교차되는 방식으로 적층되며, 상기 제 2 파장판은 파장 785nm에 대해서 위상차 1695°로 되는 파장판 A와 위상차 850°로 되는 파장판 B가 상기 파장판 A, B의 광축이 서로 교차되는 방식으로 적층되도록 이루어진 것을 특징으로 하고 있다.
- [0039] 청구항 11에 기재된 발명은, 두 개의 다른 파장을 가지는 레이저 광이 출사하기 위한 레이저 광원은 파장 655nm의 제 1 직선편광과 파장 785nm의 제 2 직선편광이 출사하고, 제 1 파장판과 제 2 파장판은 광이 레이저 광원부터 광 매체까지 통과하거나 광이 매체부터 광검출기까지 통과하도록 구성된 광피업 장치에 있어서, 상기 제 1 파장판은 파장 655nm에 대해서 위상차 2700°로 되는 파장판 C와 위상차 630°로 되는 파장판 D를 상기 파장판 C, D의 광축이 서로 교차하는 방식으로 적층되도록 이루어진 것을 특징으로 하고 있다.
- [0040] 청구항 12에 기재된 발명은, 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 α 의 제 1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 β 의 제 2 파장판을 상기 제 1 파장판 위에 제 2 파장판이 적층되어, 상기 제 1, 2 파장판의 광축이 서로 교차되는 방식으로 구성된 적층1/4파장판에 있어서, 상기 α 및 상기 β 각각은 이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0041] $\pi = \alpha - 2 \times \pi \times (m-1)$
- [0042] $(3/2) \times \pi = \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$
- [0043] 단, m , n 은 양의 정수.
- [0044] 청구항 13에 기재된 발명은, 두 개의 다른 파장을 가지는 레이저 광이 출사하기 위한 레이저 광원, 광이 상기 레이저 광원부터 광 매체까지 통과하거나 광이 매체부터 광검출기까지 통과하는 적층1/4파장판, 상기 적층1/4파장판은 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 α 의 제 1 파장판과 파장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 β 의 제 2 파장판을 상기 제 1, 2 파장판의 광축이 서로 교차되어 적층되도록 구성된 광피업 장치에 있어서, 상기 α 및 상기 β 각각은 이하의 조건을 만족하는 것을 특징으로 하고 있다.
- [0045] $\pi = \alpha - 2 \times \pi \times (m-1)$
- [0046] $(3/2) \times \pi = \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$
- [0047] 단, m , n 은 양의 정수.
- [0048] 청구항 14에 기재된 발명은, 제13항에 있어서, 상기 두 개의 다른 파장은 파장 655nm 및 파장 785nm를 사용하는

것을 특징으로 하고 있다.

[0049] 청구항 15에 기재된 발명은, 파장 785nm 또는 655nm에 대해서, 위상차 1980°로 되는 파장판 A와 파장 785nm 또는 655nm에 대해서 위상차 990°로 되는 파장판 B가 상기 파장판 A, B의 광축이 서로 교차되는 방식으로 이루어진 것을 특징으로 하고 있다.

[0050] 청구항 16에 기재된 발명은, 제15항에 있어서, 상기 적층파장판이 파장 655nm 및 파장 785nm에 대해서 1/4 파장판으로 기능하는 것을 특징으로 하고 있다.

[0051] 청구항 17에 기재된 발명은, 두 개의 다른 파장을 가지는 레이저 광이 출사하기 위한 레이저 광원은 파장 655nm의 제 1 직선편광과 파장 785nm의 제 2 직선편광이 출사하고, 제 1 파장판과 제 2 파장판은 광이 레이저 광원부터 광 매체까지 통과하거나 광이 매체부터 광검출기까지 통과하도록 구성된 광학업 장치에 있어서, 상기 제 1 파장판은 파장 655nm에 대해서 위상차 2700°로 되는 파장판 C와 위상차 1260°로 되는 파장판 D가 상기 파장판 C, D의 광축이 서로 교차되는 방식으로 적층되며, 상기 제 2 파장판은 파장 785nm에 대해서 위상차 1980°로 되는 파장판 A와 위상차 990°로 되는 파장판 B가 상기 파장판 A, B의 광축이 서로 교차되는 방식으로 적층되도록 이루어진 것을 특징으로 하고 있다.

실시예

[0069] 이하, 본 발명을 도면에 나타낸 실시의 형태예에 기초해서 상세히 설명한다.

[0070] 도 1은 본 발명에 의한 파장판의 제 1의 실시형태의 구성을 나타내는 도이고, 도 1의 (a)는 파장판을 입사방향에서 본 평면도이고, 도 1의 (b)는 파장판의 사시개략도이다. 이 파장판(22)은 파장 785nm에 대해서 위상차 1695°(4차 모드 255°) 및 면내 회전방위(이하, 면내방위각으로 칭한다)가 25.5°의 수정파장판(23)과 위상차 850°(2차 모드 130°) 및 면내방위각이 79.8°의 수정파장판(24)을 각각의 결정광학축(25, 26)이 54.3°의 각도로 교차하도록 적층해서, 전체로서 파장 655nm 및 785nm에 있어서 1/4 파장판으로 기능하는 적층파장판이다. 즉, 이 적층파장판(22)에 직선편광(27)이 입사하면 출사면에서 위상이 90° 어긋남으로써 원편광(28)으로 되어서 출사하는 것으로 된다.

[0071] 이 적층파장판(22)을 1/4 파장판으로서 기능시키기 위하여 적층한 수정파장판(23, 24)의 광학특성을 어떻게 해서 산출했는가에 대해서 상세히 설명한다.

[0072] 수치계산에는, 이하 물러행렬(Mueller matrix)을 사용하여 각 편광상태를 나타내는 것으로 한다.

[0073] 여기서, 파장판(23)의 위상차를 δ1, 면내방위각을 θ1, 파장판(24)의 위상차를 δ2, 면내방위각을 θ2로 나타낸다. δ1과 δ2는 하기 식 (3), (4)로 나타낼 수 있다.

$$\delta 1 = 2 \times \pi/\lambda \times (Ne - No) \times d1 \quad (3)$$

$$\delta 2 = 2 \times \pi/\lambda \times (Ne - No) \times d2 \quad (4)$$

[0076] 여기서, λ는 파장, No는 정상 광선의 굴절율, Ne는 이상 광선의 굴절율, d1은 수정파장판(23)의 두께, d2는 수정파장판(24)의 두께이다.

[0077] 파장판(23)의 물러행렬 A1은 하기 식 (5)로 나타낼 수 있다.

$$A1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1-(1-\cos \delta_1)\sin^2 \theta_1 & (1-\cos \delta_1)\sin 2\theta_1 \cos 2\theta_1 & -\sin \delta_1 \sin 2\theta_1 \\ 0 & (1-\cos \delta_1)\sin 2\theta_1 \cos 2\theta_1 & 1-(1-\cos \delta_1)\cos^2 2\theta_1 & \sin \delta_1 \cos 2\theta_1 \\ 0 & \sin \delta_1 \sin 2\theta_1 & -\sin \delta_1 \cos 2\theta_1 & \cos \delta_1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0078]

[0079] 파장판(24)의 물리행렬 A2는 하기 식 (6)으로 나타낼 수 있다.

$$A_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1-(\cos \delta_2)\sin^2 2\theta_2 & (\cos \delta_2)\sin 2\theta_2 \cos 2\theta_2 & -\sin \delta_2 \sin 2\theta_2 \\ 0 & (\cos \delta_2)\sin 2\theta_2 \cos 2\theta_2 & 1-(\cos \delta_2)\cos^2 2\theta_2 & \sin \delta_2 \cos 2\theta_2 \\ 0 & \sin \delta_2 \sin 2\theta_2 & -\sin \delta_2 \cos 2\theta_2 & \cos \delta_2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0080]

[0081] 적층파장판(22)에 입사하는 입사편광상태를 스토크스 벡터(Stokes vector) T로 하기 식 (7)로 나타냈다.

$$T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0082]

[0083] 적층파장판(22)에서 출사하는 출사편광상태를 스토크스 벡터 S로 하기 식 (8)로 나타냈다.

$$S = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{bmatrix} \quad (8)$$

[0084]

[0085] 이상, 식 (5)~(8)에 의해 하기 식 (9)의 물리행렬식이 얻어진다.

$$\begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \end{bmatrix} = A_2 \cdot A_1 \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} \quad (9)$$

[0086]

[0087] 식 (9)에 있어서, T를 하기의 입사편광상태로 하면,

$$T = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$S = A_2 \cdot A_1 \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

[0088]

[0089] 로 된다. 적층파장판의 위상차 Γ 는,

$$\Gamma = \arctan \frac{s_3}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2}} \quad (12)$$

[0090]

[0091]로 나타낼수 있으므로, 식 (11), (12)로부터 위상차 Γ 가 $(2 \times n-1) \times (\pi / 2)$, n은 양의 정수로 되도록 시뮬레이션을 행했다.

[0092]

이상의 시뮬레이션 결과로부터 각 수정파장판의 위상차 및 면내방위각이, ($\delta_1, \theta_1, \delta_2, \theta_2$)=($1695^\circ, 25.5^\circ, 850^\circ, 79.8^\circ$)일 때, 위상차 Γ 는 도 2의 (a)와 같은 위상차 파장 의존성 커브를 그리고, 파장 655nm에서 위상차 270° (점K1), 파장 785nm에서 위상차 90° (점K2), 또는 커브특성은 도시하지 않았지만, 파장 655nm에서

위상차 90° , 파장 785nm에서 위상차 270° 로 되어, 양 파장에 있어서 적층파장판이 1/4 파장판으로서 완전히 기능하는 것을 실현했다.

[0093] 이 적층파장판(22)을 직교니콜로 배치한 편광판 사이에 배치한 분광 스펙트럼을 평가한 결과, 도 2의 (b)와 같은 투과율 특성을 그리는 것이 확인되고, 파장 655nm 및 파장 785nm에서 투과율 50%로 되어 오차없이 1/4 파장판으로 기능하는 것이 실증되고, 입사한 직선편광을 순실없이 원편광으로 변환하는 2파장 대응의 적층파장판을 제공하는 것이 가능하게 되었다.

[0094] 또한, 이 시뮬레이션에 있어서, 식 (3), (4)에서 적층하는 수정파장판의 판 두께를 제조비용상의 문제가 없는 범위로 미리 임의로 결정하여, 수치계산을 행해서 해법을 산출하고 있으므로, 소정의 복수의 파장에 대해서, 각 수정파장판의 판 두께를 적당히 결정해서 1/4 파장판으로 기능하는 적층파장판을 구하는 일련의 상기 과정 중에서, 각 수정파장판의 위상차 α , β 가 하기의 2개 식의 조건을 만족하는 범위에서 결정되는 것을 판명했다.

$$(3/2) \times \pi = \alpha - 2 \times \pi \times (m-1) \quad (13)$$

$$\pi = \beta - 2 \times \pi \times (n-1) \quad (14)$$

m, n: 양의 정수, $\alpha = \delta 1$, $\beta = \delta 2$

[0098] 즉, 본 발명에 의한 시뮬레이션 해석 및 실험결과로부터, 복수의 파장에 대해서 1/4 파장판으로 기능하는 적층파장판은 각각의 위상차(다수차 모드분을 없앤 실질적인 위상차)가 180° 및 270° 로부터 어긋난 위상차를 갖는 수정파장판끼리를 적층해서 구성된다고 하는 결과에 생각이 미쳤다.

[0099] 도 3은 본 발명에 의한 파장판의 제 2의 실시형태의 구성을 나타낸 도이고, 도 3의 (a)는 파장판을 입사방향에서 본 평면도이고, 도 3의 (b)는 파장판의 사시개략도이다. 이 파장판(71)은 파장 785nm 또는 655nm에 대해서 위상차 1980° (5차 모드 180°) 및 면내방위각이 14° 인 수정파장판(72)과, 위상차 990° (2차 모드 270°) 및 면내방위각이 72° 인 수정파장판(73)을 각각의 결정광학축(74, 75)이 58° 의 각도로 교차하도록 적층해서, 전체로서 파장 655nm 및 785nm에 있어서 1/4 파장판으로 기능하는 적층파장판이다. 즉, 이 적층파장판(71)에 있어서도 직선편광이 입사하면 출사면에서 위상이 90° 어긋남으로써 원편광으로 되어 출사하는 것이다.

[0100] 전술한 것과 동일한 시뮬레이션을 행한 결과로부터 각 수정파장판의 위상차 및 면내방위각이, ($\delta 1$, $\Theta 1$, $\delta 2$, $\Theta 2$)=(1980° , 14° , 990° , 72°)일 때, 적층파장판의 위상차 Γ 는 도 4와 같은 위상차 파장 의존성 커브를 그리고, 파장 655nm에서 위상차 270° (점K'1), 파장 785nm에서 위상차 90° (점K'2), 또는 커브 특성은 도면에 나타내지 않았지만, 파장 655nm에서 위상차 90° , 파장 785nm에서 위상차 270° 로 되어, 양 파장에 있어서 적층파장판이 1/4 파장판으로서 완전히 기능하는 것을 실현하고 있다.

[0101] 이 경우, 각 수정파장판(72, 73)의 위상차 α , β 는 하기의 조건식을 만족하는 범위에서 결정된다.

$$\pi = \alpha - 2 \times \pi \times (m-1) \quad (15)$$

$$(3/2) \times \pi = \beta - 2 \times \pi \times (n-1) \quad (16)$$

m, n: 양의 정수, $\alpha = \delta 1$, $\beta = \delta 2$

[0105] 또한, 면내방위각은 원하는 값에 대해서 $\pm 5^\circ$ 의 정밀도로 각각의 파장판을 적층하고 있으면 2 파장에 대해서 1/4 파장판으로서 충분히 기능하므로, 대량 생산성이 있어서도 저비용화를 기대할 수 있다.

[0106] 도 5는 본 발명의 변형 실시형태에 의한 파장판의 구성을 나타낸 도이고, 도 5의 (a)는 파장판을 입사방향에서 본 평면도이고, 도 5의 (b)는 파장판의 사시개략도이다. 이 파장판(29)은 파장 655nm에 대해서 위상차 2700° (7차 모드 180°) 및 면내방위각 7° 의 수정파장판(30)과 위상차 630° (1차 모드 270°) 및 면내방위각 52° 의 수정파장판(31)을 각각의 결정광학축(32, 33)이 45° 의 각도로 교차하도록 적층해서, 전체로서 파장 655nm에 있어서 1/4 파장판으로 기능하고, 파장 785nm에 있어서 1/2 파장판으로 기능하는 적층파장판이다. 즉, 이 적층파장판(29)에 파장 655nm의 직선편광(34)이 입사하면 출사면에서 위상이 90° 어긋남으로써 원편광(35)으로 되어 출사하고, 또한 파장 785nm의 P편광(36)이 입사하면 출사면에서 위상이 180° 벗어남으로써 S편광(37)으로 되어 출사하는 것으로 된다.

[0107] 이 적층파장판(29)을, 파장 655nm에 있어서 1/4 파장판으로 기능하고, 파장 785nm에 있어서 1/2 파장판으로 기능시키기 위하여 적층한 수정파장판(30, 31)의 광학특성을 어떻게 해서 산출했는가에 대해서는 전술한 실시예에서 사용한 물리행렬에 의해서 구했으므로, 여기에서는 설명을 생략한다. 여기에서는, 광학적 작용에 대해서 상

세히 설명한다.

- [0108] 과장판(30,31)의 각 과장에서의 위상차를 도 5의(c)에 나타냈다. 과장 655nm의 직선편광(34)이 과장판(30)에 입사하면, 과장판(30)에서 위상차가 180° 에 대해서 14° 편광면은 회전하는 것으로 된다. 또한, 과장판(31)에서 위상차가 270° 에 대해서 원편광(35)으로 되어 출사한다. 과장 785nm의 직선편광에서는 크게 위상이 변화한다. 즉, 과장판(30)에서는 위상차 100° 로 되어서 타원편광으로 되고, 과장판(31)에서 위상차를 167° 갖게 함으로써 직선편광으로 되돌릴 수 있다.
- [0109] 이상의 광학작용에 대해서 도 13에 나타낸 푸앵카레구를 사용해서 설명한다. 여기서, 입사광의 편광상태를 P0로 한다. 과장 655nm에 있어서, 과장판(30)에서는 면내방위각 $\psi_1 (=7^\circ)$ 에 의해, 각도 2 ψ_1 의 위치에 회전축a가 배치된다. 회전축a를 축으로 해서 2700° 회전시키면 7회 회전한 후 P1의 위치로 이동한다. 또한, 과장판(31)에서 면내방위각 $\psi_2 (=52^\circ)$ 에 의해 각도 2 ψ_2 의 위치에 회전축b가 배치된다. 회전축b를 축에 630° 회전시키면 1회 회전한 후 P2의 위치로 이동하고, 이것에 의해 전체로서 위상차는 270° 로 되어 좌회전의 원편광으로서 출사하는 것으로 된다.
- [0110] 다음에, 과장 785nm에서는 과장판(30)에서 회전축a를 축으로 하여 6회 회전한 후 P1'의 위치로 이동하고, 과장판(31)에서 회전축b를 축으로 하여 1회 회전한 후 P2'의 위치로 이동함으로써 전체로서 위상차는 180° 로 되어 편광면이 90° 회전하는 것으로 된다. 이 과장판(29)의 과장 의존성을 도 6에 나타냈다. 곡선(38)은 과장 785nm 용 영차 1/2 과장판의 과장 의존 특성을, 곡선(39)은 과장 785nm용 15차 1/2 과장판의 과장 의존 특성을, 그리고 곡선(40)은 과장판(29)의 과장 의존 특성을 나타내고 있으며, 과장판(29)이 과장 655nm에서 1/4 과장판으로서 기능하고, 과장 785nm에서 1/2과장판으로서 기능하는 것을 확인할 수 있다.
- [0111] 도 7은 본 발명의 제 2의 변형 실시형태에 의한 과장판의 구성을 나타낸 도이고, 도 7의 (a)는 과장판을 입사방향에서 본 평면도이고, 도 7의 (b)는 과장판의 사시개략도이다. 이 과장판(41)은, 과장 655nm에 대해서 위상차 2700° (7차 모드 180°) 및 면내방위각이 12° 인 수정과장판(42)과 위상차 1260° (3차 모드 180°) 및 면내방위각이 57° 인 수정과장판(43)을 각각의 결정광학축(44,45)이 45° 의 각도로 교차하도록 적층해서, 전체로서 과장 655nm에서 1/2 과장판으로 기능하고, 과장 785nm에서 2/2 과장판으로 기능하는 적층과장판이다. 즉, 이 적층과장판(41)에 과장 655nm의 P편광(46)이 입사하면 출사면에서 위상이 180° 어긋남으로써 S편광(47)으로 되어 출사하고, 또한 과장 785nm의 P편광(48)이 입사하면 출사면에서 위상이 360° 어긋나므로 P편광을 유지한 채로 출사하는 것으로 된다.
- [0112] 이 적층과장판(41)을, 과장 655nm에서 1/2 과장판으로 기능하고, 과장 785nm에서 2/2 과장판으로 기능시키기 위하여 적층한 수정과장판(42,43)의 광학특성을 어떻게 해서 산출했는가에 대해서는, 상기 실시예와 동일하게 물리행렬에 의해 구했으므로 설명을 생략한다. 이 과장판(41)의 과장 의존성을 도 8에 나타냈다. 곡선(50)은 과장 655nm용 영차 1/4 과장판의 과장 의존특성을, 그리고 곡선(51)은 과장판(41)의 과장 의존특성을 나타낸 것이고, 과장판(41)이 과장 655nm에서 1/2 과장판으로 기능하고, 과장 785nm에서 2/2 과장판으로 기능하고 있는 것을 확인할 수 있다.
- [0113] 또한, 면내방위각은 전술한 바와 같이, 원하는 값에 대해서, $\pm 5^\circ$ 의 정밀도로 각각의 과장판을 적층하고 있으면 각각의 과장에 대해서 원하는 과장판으로 충분히 기능하므로, 대량생산에 있어서도 저비용화를 기대할 수 있다.
- [0114] 본 발명의 특징은, 복수의 과장에 대해서 1/4 과장판 또는 1/2 과장판으로 기능시키려 하는 과장판을 실현하기 위하여, 영차 모드의 단일 과장판을 단지 다수차 모드로 하는 것만으로는 과장 의존성이 크므로, 레이저광의 과장의 변화에 의해 위상차가 크게 변동해 버린다고 하는 문제점에 감안해서, 또 1장의 보정용 과장판을 더 접합해서 사용 과장대역에서의 위상변화를 보상한 것에 있다.
- [0115] 즉, 적층하는 각각의 과장판의 모드 차수를 바꿈으로써 과장 의존성을 조정하여 서로 보정하도록 과장판을 설계하여 구성한 것에 있다.
- [0116] 더욱이, 종래 제안되고 있는 광대역과장판에서는 광범위한 과장에 넓게 퍼져 1/4 과장판으로 기능하도록 구성하고 있지만, 전술한 직교니콜의 투과율에서도 알 수 있는 바와 같이, 완전히 1/4 과장판으로 기능하기까지에는 이르지 않아, 즉 손실이 반드시 발생한다고 하는 문제가 존재하여, 본 발명자는 이 문제점에 감안하여 광대역에 넓게 퍼져 위상차를 1/4 과장으로 하는 시점에서 역 밸анс에 의해, 즉 핀포인트(pinpoint)로 복수의 과장에 대해서 완전히 1/4 과장판으로 기능하는 과장판을 실현시킨 것을 특징으로 하고 있다.

- [0117] 다음에, 전술한 본 발명에 의한 적층파장판을 사용한 2 파장 대응 광фи업에 대해서 이하 상세히 설명한다.
- [0118] 도 9는, 본 발명의 광фи업에 의한 제 1의 실시형태의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0119] 우선, DVD(655nm)의 재생에 대해서 설명한다. 파장 655nm 및 785nm를 출사 가능한 광원을 갖는 $2\lambda LD(52)$ 로부터 파장 655nm의 직선편광 SA(S편광)을 출사하여 제 1의 PBS(53)로 입사한다. 제 1의 PBS(53)의 경사면(54)에는 도 10의 (a)와 같은 투과특성을 갖는 광학박막이 형성되어 있으므로, SA는 PBS(53)는 경사면(54)을 투과해서 제 2의 변형실시예에서 나타낸 적층파장판(41)으로 입사한다. 전술한 바와 같이, 파장 655nm에 대해서는 1/2 파장판으로 기능하므로, 직선편광 SA는 위상차가 180° 에 대해서 직선편광 PA(P편광)로 되어 출사한다. PA는 도 10의 (b)와 같은 투과특성을 갖는 광학박막이 경사면(55)에 형성된 제 2의 PBS(56)로 입사하여, 경사면(55)을 투과해서 콜리메이트 렌즈(collimate lens;57), 반사 미러(58)를 거쳐서 본 발명에 의한 1실시예에서 나타낸 1/4 파장판(22)으로 입사하여 원편광으로서 출사하여, 대물렌즈(59;이하, OBJ로 칭한다)를 통과해서 DVD의 피트(60)로 입사한다.
- [0120] 피트(60)에서 반사한 경우에 원편광은 회전방향이 역전하여, OBJ(59)를 통과해서 1/4 파장판(22)으로 입사한다. 원편광은 왕로에 대해 귀로에서는 회전방향이 역으로 되어 있으므로 직선편광 SA(S편광)으로서 출사하여, 반사 미러(58), 콜리메이트 렌즈(57)를 거쳐서 제 2의 PBS(56)로 입사한다. 제2의 PBS(56)의 경사면(55)에 형성된 광학박막의 특성으로부터 SA는 이것을 투과하고, 적층파장판(41)으로 입사하여 위상차가 180° 에 대해 PA(P편광)로서 출사하여 제 1의 PBS(53)로 입사한다. 제1의 PBS(53)의 경사면(54)은 파장 655nm의 P편광은 투과하지 않는 광학박막이 형성되어 있으므로, PA는 경사면(54)에서 반사하여 PD(61)에서 검출된다.
- [0121] 다음에, CD(785nm)의 재생에 대해서 설명한다. $2\lambda LD(52)$ 로부터 파장 785nm의 직선편광 SB(S편광)가 출사하여 제 1의 PBS(53)로 입사한다. 제 1의 PBS(53)의 경사면(54)에는 도 10의 (a)와 같은 투과특성을 갖는 광학박막이 형성되어 있으므로, SB는 경사면(54)를 투과해서 적층파장판(41)으로 입사한다. 전술한 바와 같이, 파장 785nm에 대해서는 2/2 파장판으로 기능하므로, 직선편광 SB는 이것을 유지한 채로 출사한다. SB는, 도 10의 (b)와 같은 투과 특성을 갖는 광학박막이 경사면(55)에 형성된 제 2의 PBS(56)로 입사하여, 경사면(55)을 투과해서 콜리메이트 렌즈(57), 반사 미러(58)를 거쳐 1/4 파장판(22)으로 입사하여 원편광으로서 출사하여 OBJ(59)를 통과해서 CD의 피트(60)로 입사한다.
- [0122] 피트(60)에서 반사한 경우에 원편광은 회전방향이 역전하여, OBJ(59)를 투과해서 1/4 파장판(22)으로 입사한다. 원편광은 왕로에 대해 귀로에서는 회전방향이 역으로 되어 있으므로 직선편광 PB(P편광)로서 출사하고, 반사 미러(58), 콜리메이트 렌즈(57)를 거쳐서 제 2의 PBS(56)로 입사한다. 제2의 PBS(56)의 경사면(55)에 형성된 광학박막의 특성으로부터 PB는 경사면(55)에서 반사하여 PD(62)에서 검출된다.
- [0123] 이와 같이 구성함으로써, 1계통의 광фи업에서 2파장 대응의 광фи업장치를 실현할 수 있다.
- [0124] 또한, 여기에서는 1/4 파장판으로서 제 1의 실시형태인 도 1에 나타낸 1/4 파장판(22)을 사용했지만, 제 2의 실시형태인 도 3에 나타낸 1/4 파장판(71)을 사용해도 좋은 것은 물론이다.
- [0125] 도 11은, 본 발명의 광фи업에 의한 제 2의 실시형태의 구성을 설명하기 위한 사시도이다. 우선, DVD(655nm)의 재생에 대해서 설명한다. 파장 655nm을 출사하는 광원을 갖는 LD(63)로부터 파장 655nm의 직선편광 PA(P편광)을 출사하여 다이크로이드 프리즘(dichroic prism;이하 DP로 칭함)(64)으로 입사한다. DP(64)는 도 12의 (a)와 같은 광학특성을 갖고 있으므로, PA는 DP(64)를 투과해서 PBS(65)로 입사한다. PBS(65)의 경사면(66)에는 도 12의 (b)와 같은 특성을 갖는 광학박막이 형성되어 있으므로, PA는 경사면(66)을 투과해서 콜리메이트 렌즈(57)를 통과해서 제 1의 변형 실시예에서 나타낸 적층파장판(29)으로 입사한다. 전술한 바와 같이, 파장 655nm에 대해서는 1/4 파장판으로서 기능하므로, 직선편광 PA는 위상이 90° 에 대해서 원편광으로 되어 출사하여 반사 미러(58), OBJ(59)를 통과하여 DVD의 피트(60)로 입사한다.
- [0126] 피트(60)에서 반사한 경우에, 원편광은 회전방향이 역전한 원편광으로 되어, OBJ(59), 반사 미러(58)를 통과해서 적층파장판(29)으로 입사한다. 원편광은 왕로에 대해 귀로에서는 회전방향이 역으로 되어 있으므로 직선편광 SA(S편광)로서 출사하고, 콜리메이트 렌즈(57)를 거쳐서 PBS(65)로 입사하여, PBS(65)의 경사면(66)에서 반사해서 비점수차판(Astigmatism;이하 AS판으로 칭한다)(67)을 매개로 PD(68)에서 검출된다. 또한, 비점수차(非点收差)라 함은, 광축 외의 물점(物点)으로부터의 빛이 자오면(子午面)과 구결면에서 집광점이 어긋나는 수차(收差)인 것이다.
- [0127] 다음에, CD(785nm)의 재생에 대해서 설명한다. 홀로레이저(Hololaser;LD와 PD의 일체 모듈)(69)로부터 파장

785nm의 직선편광 PB(P편광)가 출사하여 DP(64)로 입사하여, 도 12의 (a)와 같은 투과특성을 가지므로, DP(64)의 경사면(70)에서 반사하여, PBS(65)로 입사한다. PBS(65)의 경사면(66)은 P편광을 투과하므로, PB는 경사면(66)을 투과해서 콜리메이트 렌즈(57)를 통과해서 적층과장판(29)으로 입사한다. 전술한 바와 같이, 과장 785nm에 대해서는 1/2 과장판으로서 기능하므로, 위상차가 180° 에 대해서 SB(S편광)로서 출사하여, 반사 미러(58), OBJ(59)를 거쳐서 CD의 피트(60)로 입사한다.

[0128] 피트(60)에서 반사한 SB는 OBJ(59), 반사 미러(58)를 거쳐서 적층과장판(29)으로 입사한다. 여기서, 위상차가 180° 에 대해서 PB(P편광)로 되어 출사하여 콜리메이트 렌즈(57)를 통과해서, P편광을 투과하는 PBS(65)를 통과해서 DP(64)로 입사한다. DP(64)는 과장 785nm의 P편광을 투과하지 않는 광학특성을 갖고 있으므로, PB는 DP(64)의 경사면(70)에서 반사하여 홀로레이저(69)에서 검출되는 것으로 된다.

[0129] 이와 같은 광학구성으로 하는 것으로도, 1계통의 광학으로 2과장 대응의 광학장치를 실현할 수 있다.

[0130] 따라서, DVD/CD의 호환성(Compatible) 등의 2과장 대응의 보다 소형의 광학장치를 제공하는 것을 가능하게 했다.

[0131] 여기서는, 과장판에 수정을 사용한 경우를 예로서 설명했지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며, 본 발명에 따른 적층과장판은 복굴절성을 갖는 결정이나 필름 등의 수지에 폭넓게 적용할 수 있는 것은 말할 것도 없다.

[0132] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 의하면 이하와 같은 우수한 효과가 얻어진다.

[0133] 청구항 1의 발명은, 과장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 a 의 제 1 과장판과 위상차 β 의 제 2 과장판을 광축이 교차하도록 접합해서 상기 a 및 상기 β 의 관계가

$$(3/2) \times \pi \neq a - 2 \times \pi \times (m-1)$$

$$\pi \neq \beta - 2 \times \pi \times (n-1)$$

[0136] 단, m , n 은 양의 정수

[0137] 를 만족하도록 구성했으므로, 전체로서 과장 의존성을 보상한 1/4 과장판으로 기능하는 적층과장판을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0138] 청구항 2 및 3의 발명은, 전체로서 과장 의존성을 보상한 1/4 과장판으로 기능하는 적층과장판을 사용했으므로, 복수의 과장에 대응한 소형의 광학을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0139] 청구항 4 및 5의 발명은, 과장 785nm에 대해서, 위상차 1695° 로 되는 과장판 A와, 위상차 850° 로 되는 과장판 B를 광축이 교차하도록 접합했으므로, 전체로서 과장 의존성을 보상한 1/4 과장판으로 기능하는 적층과장판을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0140] 청구항 6 및 7의 발명은, 과장 655nm에 대해서, 위상차 2700° 로 되는 과장판 C와 위상차 630° 로 되는 과장판 D를 광축이 교차하도록 접합했으므로, 과장 655nm에 대해서 1/4 과장판, 과장 785nm에 대해서 1/2 과장판으로 기능하는 적층과장판을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0141] 청구항 8 및 9의 발명은, 과장 655nm에 대해서, 위상차 2700° 로 되는 과장판 E와 위상차 1260° 로 되는 과장판 F를 광축이 교차하도록 접합했으므로, 과장 655nm에 대해서 1/2 과장판, 과장 785nm에 대해서 2/2 과장판으로 기능하는 적층과장판을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0142] 청구항 10의 발명은, 광원으로부터 출사한 과장 655nm의 제 1 직선편광과 과장 785nm의 제 2 직선편광이, 제 1 과장판과 제 2 과장판에서 광이 레이저 광원부터 광 매체까지 통과하거나 광이 매체부터 광검출기까지 통과하도록 구성하고, 상기 제 1의 과장판이 과장 655nm에 대해서 위상차 2700° 로 되는 과장판 C와 위상차 1260° 로 되는 과장판 D를 광축이 교차하도록 접합한 적층과장판이고, 상기 제 2의 과장판이 과장 785nm에 대해서 위상차 1695° 로 되는 과장판 A와 위상차 850° 로 되는 과장판 B를 광축이 교차하도록 접합한 적층과장판으로 했으므로, 복수의 과장에 대응한 소형의 광학을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0143] 청구항 11의 발명은, 과장 655nm에 대해서 위상차 2700° 로 되는 과장판 C와 위상차 630° 로 되는 과장판 D를 광축이 교차하도록 접합한 적층과장판을 사용했으므로, 과장 655nm와 과장 785nm에 대응한 소형의 광학을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0144] 청구항 12의 발명은, 과장 λ 의 단색광에 대해서 위상차 a 의 제 1 과장판과 위상차 β 의 제 2 과장판을 광축이

교차하도록 접합해서 상기 α 및 상기 β 의 관계가

$$\pi = \alpha - 2 \times \pi \times (m-1)$$

$$(3/2) \times \pi = \alpha - 2 \times \pi \times (n-1)$$

단, m , n 은 양의 정수

를 만족하도록 구성했으므로, 전체로서 파장 의존성을 보상한 1/4 파장판으로 기능하는 적층파장판을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0149] 청구항 13 및 14의 발명은, 전체로서 파장 의존성을 보상한 1/4 파장판으로 기능하는 적층파장판을 사용했으므로, 복수의 파장에 대응한 소형의 광필터를 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0150] 청구항 15 및 16의 발명은, 파장 785nm, 또는 파장 655nm에 대해서 위상차 1980°로 되는 파장판 A와 위상차 990°로 되는 파장판 B를 광축이 교차하도록 접합했으므로, 전체로서 파장 의존성을 보상한 1/4 파장판으로 기능하는 적층파장판을 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

[0151] 청구항 17 기재의 발명은, 광원으로부터 출사한 파장 655nm의 제 1 직선편광과 파장 785nm의 제 2 직선편광이 제 1 파장판과 제 2 파장판에서 광이 레이저 광원부터 광 매체까지 통과하거나 광이 매체부터 광검출기까지 통과하도록 구성하고, 상기 제 1의 파장판이 파장 655nm에 대해서 위상차 2700°로 되는 파장판 C와 위상차 1260°로 되는 파장판 D를 광축이 교차하도록 접합한 적층파장판이고, 상기 제 2의 파장판이 파장 785nm에 대해서 위상차 1980°로 되는 파장판 A와 위상차 990°로 되는 파장판 B를 광축이 교차하도록 접합한 적층파장판으로 했으므로, 복수의 파장에 대응한 소형의 광필터를 제공할 수 있는 우수한 효과를 발휘한다.

도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은 본 발명에 의한 적층파장판의 제 1의 실시예의 구성을 설명하기 위한 도이고, 도 1의 (a)는 입사방향에서 본 평면도이고, 도 1의 (b)는 사시개략도이다.

[0053] 도 2는 본 발명에 의한 적층파장판의 제 1의 실시예의 특성을 나타낸 도이고, 도 2의 (a)는 파장과 위상차와의 관계를 나타낸 도이고, 도 2의 (b)는 직교니콜의 투과율 특성을 나타낸 도이다.

[0054] 도 3은 본 발명에 의한 적층파장판의 제 2의 실시예의 구성을 설명하기 위한 도이고, 도 3의 (a)는 입사방향에서 본 평면도이고, 도 3의 (b)는 사시개략도이다.

[0055] 도 4는 본 발명에 의한 적층파장판의 제 2의 실시예의 특성을 나타낸 도이고, 파장과 위상차와의 관계를 나타낸 도이다.

[0056] 도 5는 본 발명에 의한 적층파장판의 제 1의 변형 실시예를 나타낸 도이고, 도 5의 (a)는 입사방향에서 본 평면도이고, 도 5의 (b)는 사시개략도이고, 도 5의 (c)는 적층하는 파장판의 각 위상차를 나타낸 표이다.

[0057] 도 6은 본 발명에 의한 적층파장판의 제 1의 변형 실시예에 있어서 파장 의존성을 설명하기 위한 그래프이다.

[0058] 도 7은 본 발명에 의한 적층파장판의 제 2의 변형 실시예를 나타낸 도이고, 도 7의 (a)는 입사방향에서 본 평면도이고, 도 7의 (b)는 사시개략도이다.

[0059] 도 8은 본 발명에 의한 적층파장판의 제 2의 변형 실시예에 있어서 파장 의존성을 설명하기 위한 그래프이다.

[0060] 도 9는 본 발명에 의한 광필터의 제 1의 실시형태의 구성을 설명하기 위한 사시도이다.

[0061] 도 10의 (a) 및 도 10의 (b)는 본 발명에 의한 광필터의 제 1의 실시형태에서 사용되는 2종류의 PBS의 광학특성을 나타낸 그래프이다.

[0062] 도 11은 본 발명에 의한 광필터의 제 2의 실시형태의 구성을 설명하기 위한 사시도이다.

[0063] 도 12의 (a) 및 도 12의 (b)는 본 발명에 의한 광필터의 제 2의 실시형태에서 사용되는 DP 및 PBS의 광학특성을 나타낸 그래프이다.

[0064] 도 13은 본 발명에 의한 적층파장판의 제 1의 변형 실시예의 광학작용을 푸앵카레구(Poincare sphere)를 사용해서 설명하기 위한 도이다.

[0065] 도 14는 종래의 적층파장판을 나타낸 도이고, 도 14의 (a)는 입사방향에서 본 평면도, 도 14의 (b)는 사시개략

도이다.

[0066]

도 15는 종래의 광장판을 나타낸 사시도이다.

[0067]

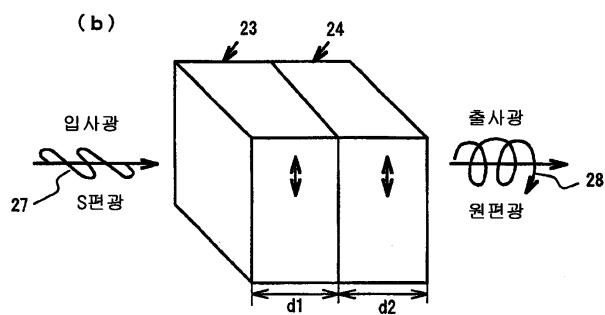
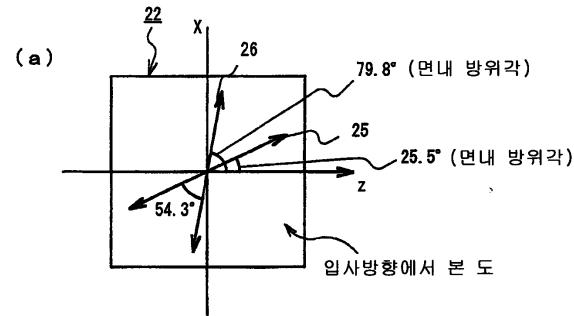
도 16의 (a) 및 도 16의 (b)는 종래의 광학업의 광학작용을 설명하기 위한 평면도이다.

[0068]

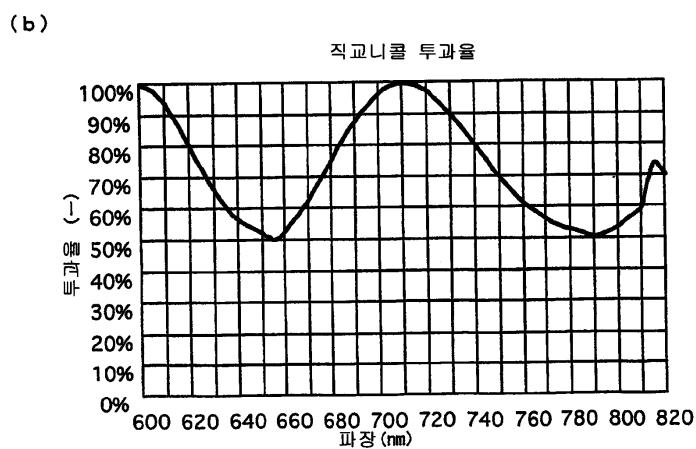
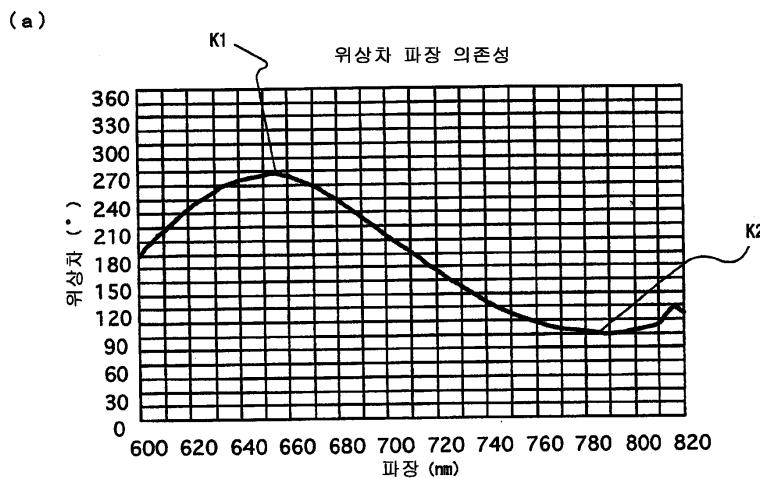
도 17은 종래의 광대역광장판의 직교니콜의 투과율을 나타낸 그래프이다.

도면

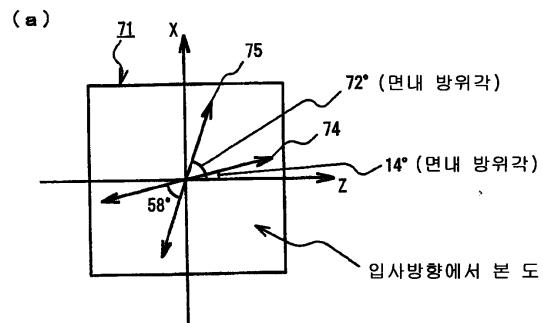
도면1



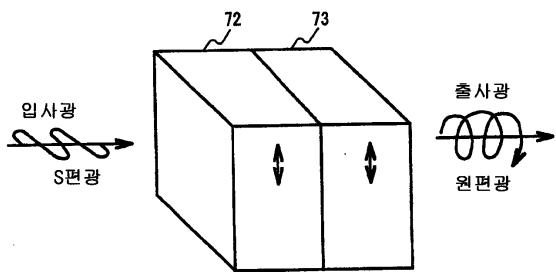
도면2



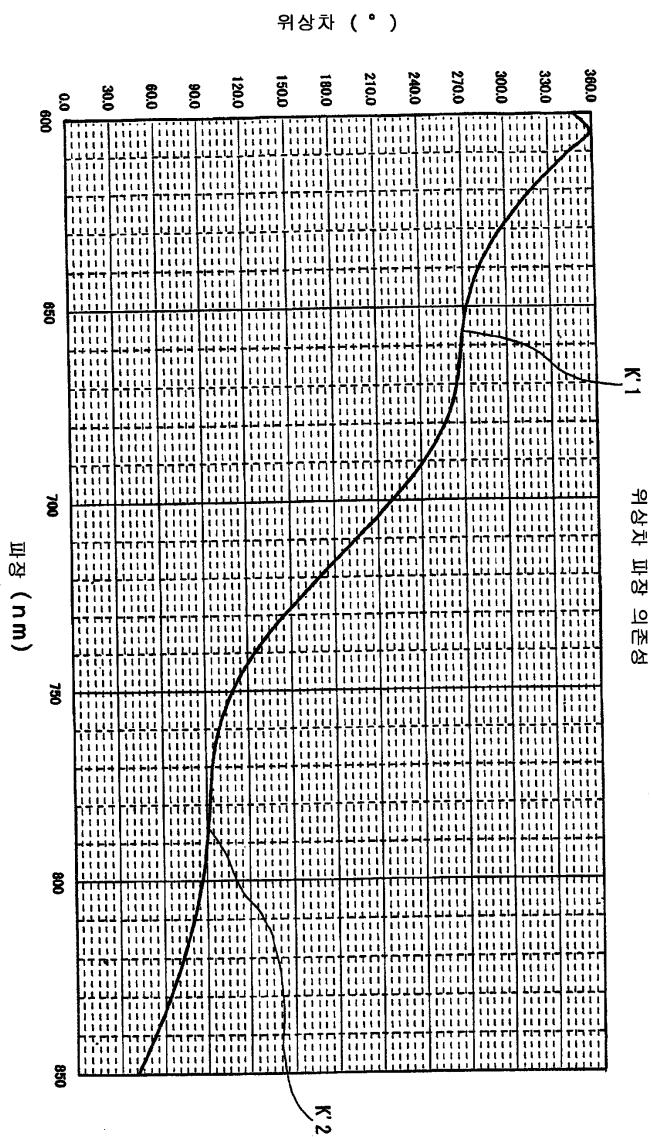
도면3



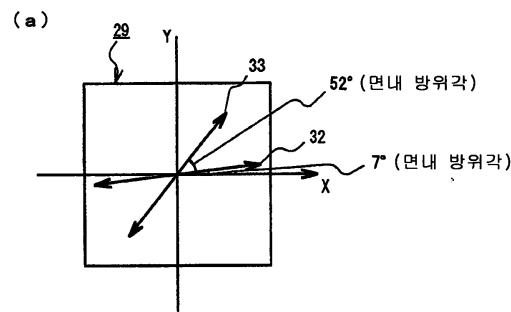
(b)



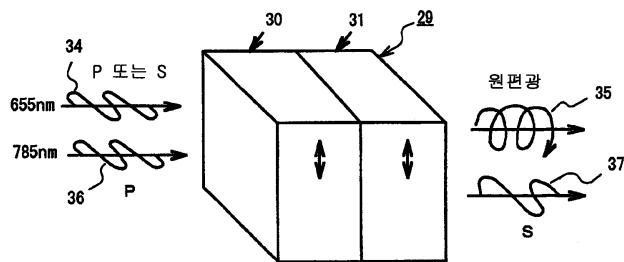
도면4



도면5



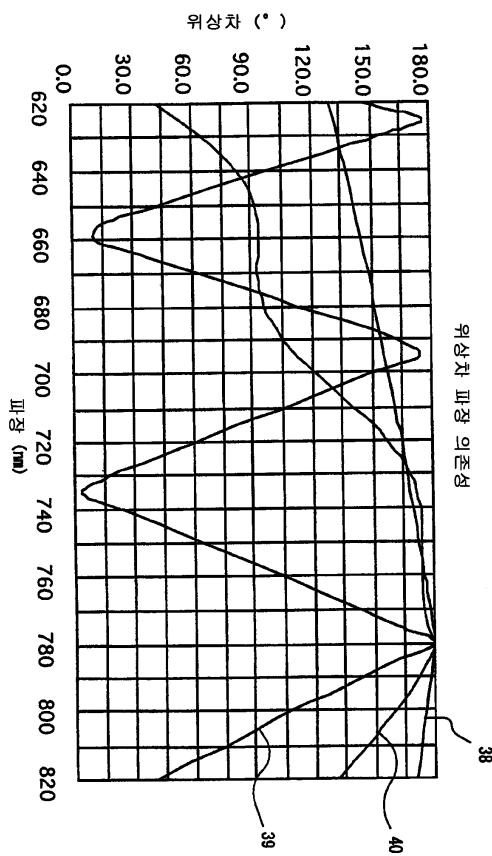
(b)



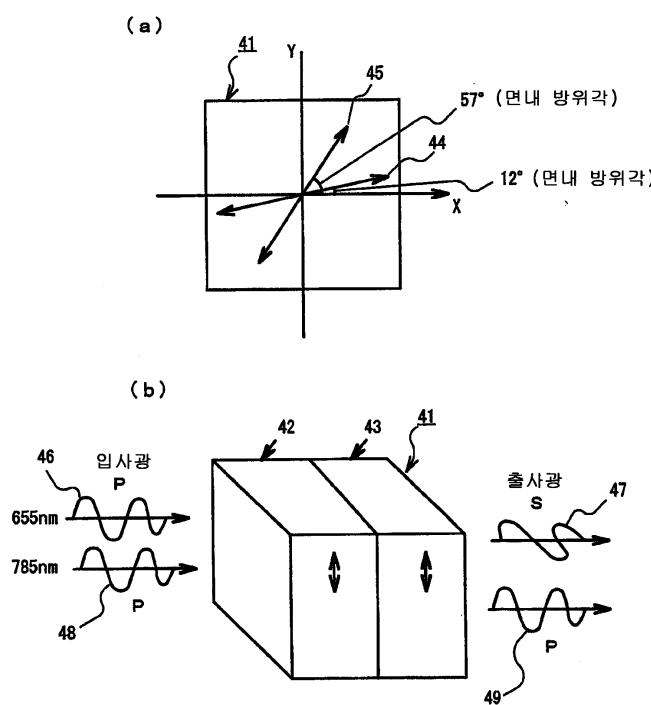
(c)

	665nm	785nm
파장판30	2700° 360×7+180	2257° 360×6+100
파장판31	630° 360×1+270	527° 360×1+167

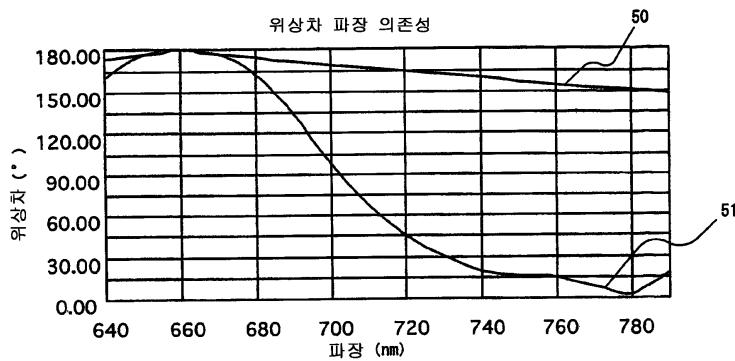
도면6



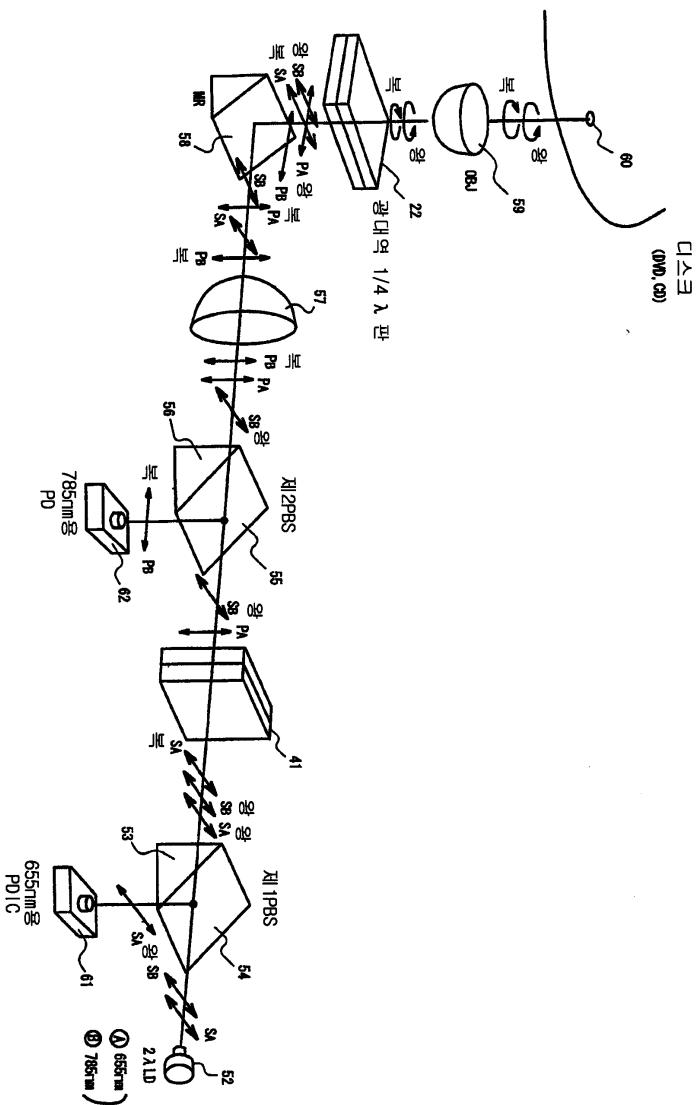
도면7



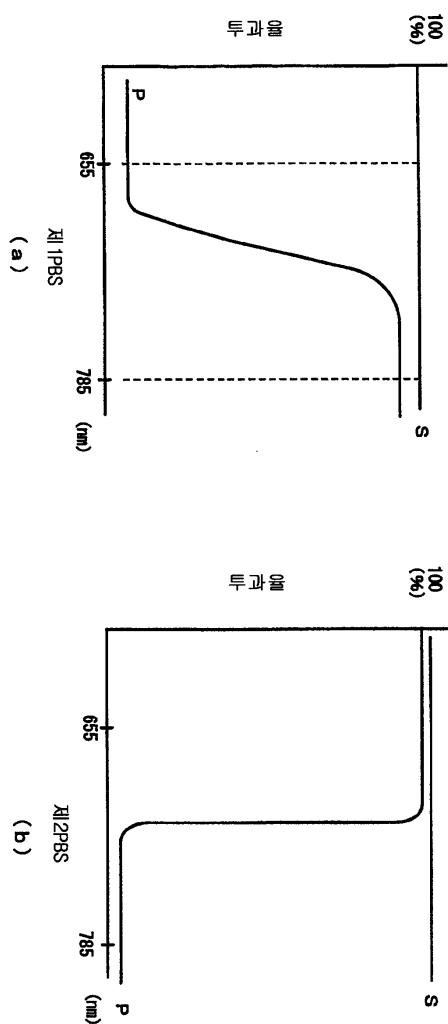
도면8



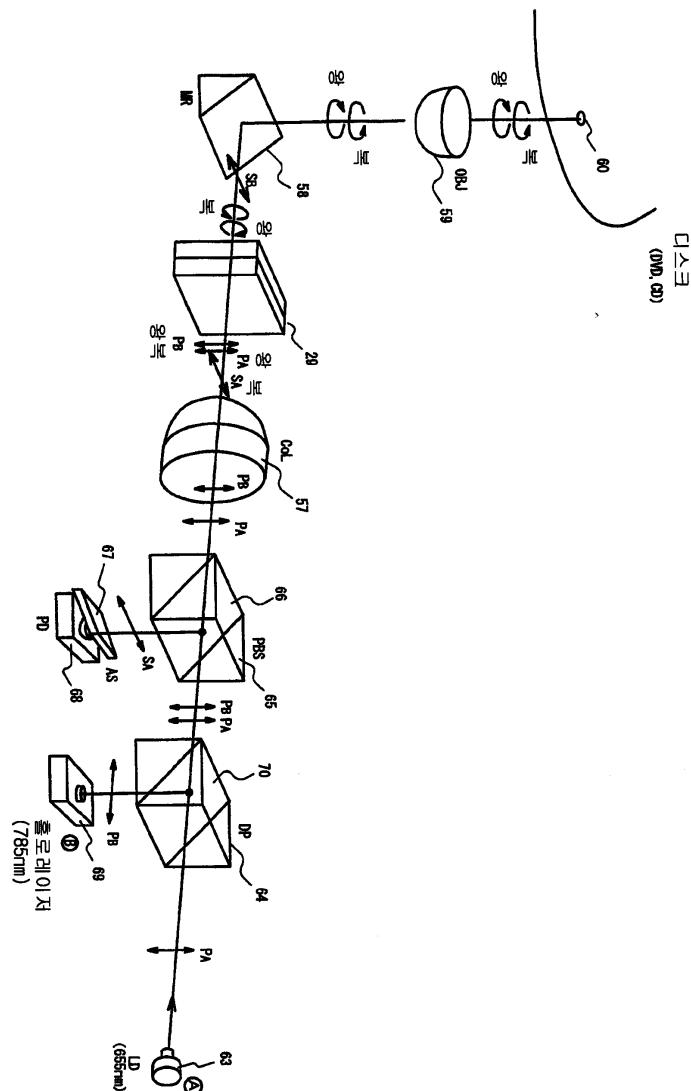
도면9



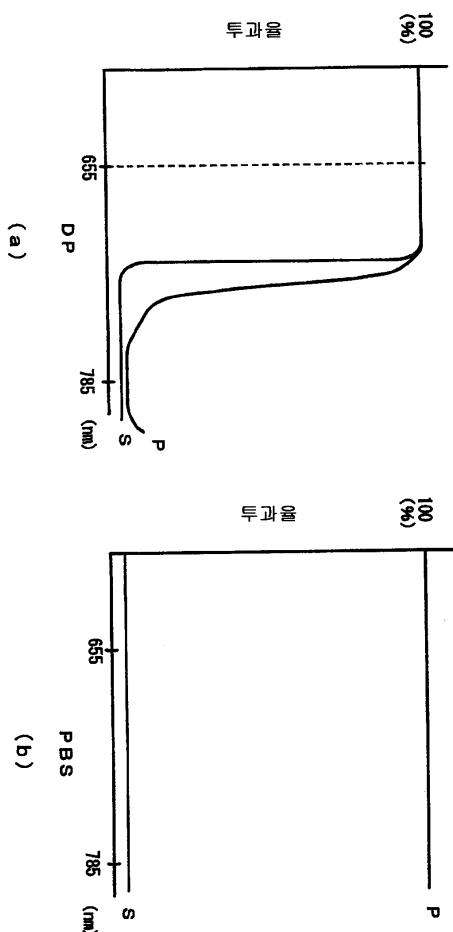
도면10



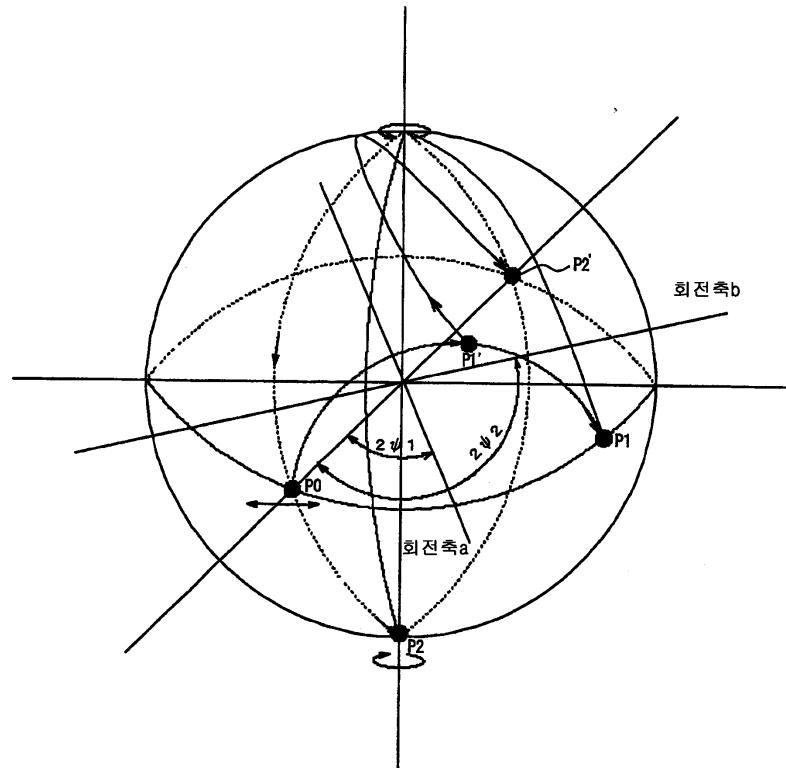
도면11



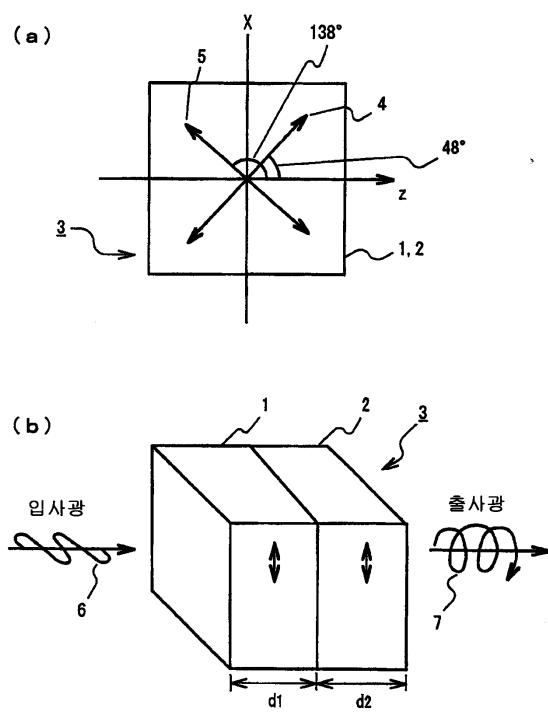
도면12



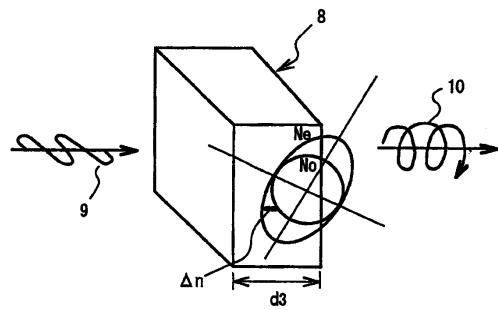
도면13



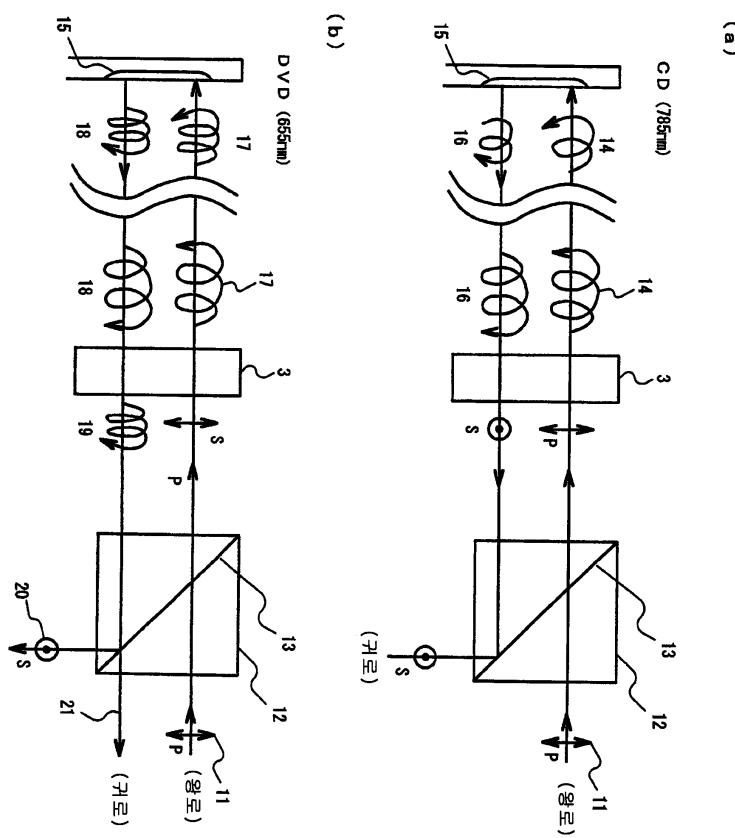
도면14



도면15



도면16



도면17

