



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I391716B1

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 01 日

(21) 申請案號：098135760

(22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 10 月 22 日

(51) Int. Cl. : G02B5/30 (2006.01)

G11B7/12 (2012.01)

G02F1/13363 (2006.01)

(30) 優先權：2008/10/27 日本

2008-276180

2009/07/24 日本

2009-173236

(71) 申請人：精工愛普生股份有限公司 (日本) SEIKO EPSON CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：大戶正之 OTO, MASAYUKI (JP)

(74) 代理人：賴經臣；宿希成

(56) 參考文獻：

TW 200841384A

JP 2005-158121A

審查人員：蕭乃仁

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：35 共 0 頁

(54) 名稱

1/4 波長板，光拾取裝置及反射型液晶顯示裝置

QUARTER WAVE PLATE, OPTICAL PICKUP DEVICE, AND REFLECTIVE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57) 摘要

本發明提供一種由具有雙折射性以及旋光性之水晶結晶板而形成、且可使橢圓率更為接近 1 之優異之光學特性之 1/4 波長板。

1/4 波長板 1 由切斷角度為  $0^\circ < \Phi < 90^\circ$ 、尤其  $\Phi = 5^\circ \sim 30^\circ$  之水晶板而形成。水晶板之光學軸方位角  $\theta$ ，對應於切斷角度而於  $15^\circ \leq \theta < 45^\circ$  之範圍由特定之關係式決定。水晶板之設計相位差  $\Gamma$ ，對應於切斷角度而由特定之關係式決定。藉由將如此決定之光學軸方位角  $\theta$  以及設計相位差  $\Gamma$  加以組合，可修正因水晶之旋光性引起之偏光狀態之變化部分，從而將橢圓率設定為接近 1 之最佳值。

A quarter wave plate that is a crystal plate made of an inorganic material having birefringence and optical rotatory power and has an optical axis, includes an incident surface positioned on one surface of the crystal plate; and an emitting surface positioned on another surface, which is opposed to the incident surface, of the crystal plate. In the quarter wave plate, linearly-polarized light incident from the incident surface is converted into circularly-polarized light so as to be emitted from the emitting surface, and circularly-polarized light incident from the incident surface is converted into linearly-polarized light so as to be emitted from the emitting surface. Further, in the wave plate, an angle  $\Phi$  formed by a normal line on the incident surface and the optical axis is set in a range of  $0^\circ < \Phi < 90^\circ$ , and an optical axis azimuth angle  $\theta$  formed by an optical axis projection line, which is formed by projecting the optical axis on the incident surface, and a polarization plane of the linearly-polarized light is set in one of a range of  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  under  $\theta \neq 45^\circ$  and a range of  $90^\circ < \theta < 180^\circ$  under  $\theta \neq 135^\circ$ .

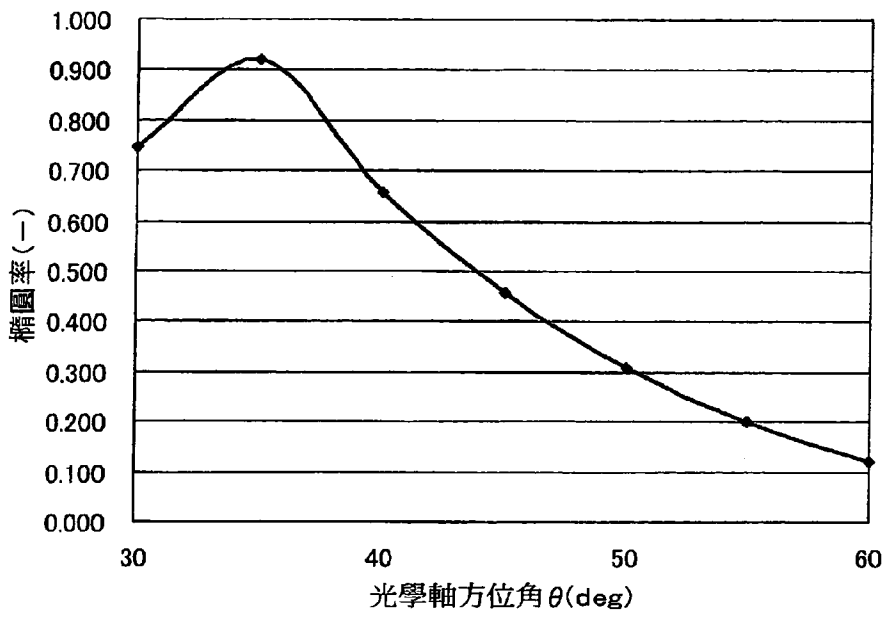


圖 1

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：098135760 G02B 5/30 (2006.01)

※申請日：98/10/22 ※IPC 分類：G11B 7/12 (2012.01)

一、發明名稱：(中文/英文) G02F 1/13363 (2006.01)

1/4 波長板，光拾取裝置及反射型液晶顯示裝置  
 QUARTER WAVE PLATE, OPTICAL PICKUP DEVICE, AND  
 REFLECTIVE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## 二、中文發明摘要：

本發明提供一種由具有雙折射性以及旋光性之水晶結晶板而形成、且可使橢圓率更為接近 1 之優異之光學特性之 1/4 波長板。

1/4 波長板 1 由切斷角度為  $0^\circ < \phi < 90^\circ$ 、尤其  $\phi = 5^\circ \sim 30^\circ$  之水晶板而形成。水晶板之光學軸方位角  $\theta$ ，對應於切斷角度而於  $15^\circ \leq \theta < 45^\circ$  之範圍由特定之關係式決定。水晶板之設計相位差  $\Gamma$ ，對應於切斷角度而由特定之關係式決定。藉由將如此決定之光學軸方位角  $\theta$  以及設計相位差  $\Gamma$  加以組合，可修正因水晶之旋光性引起之偏光狀態之變化部分，從而將橢圓率設定為接近 1 之最佳值。

### 三、英文發明摘要：

A quarter wave plate that is a crystal plate made of an inorganic material having birefringence and optical rotatory power and has an optical axis, includes an incident surface positioned on one surface of the crystal plate; and an emitting surface positioned on another surface, which is opposed to the incident surface, of the crystal plate. In the quarter wave plate, linearly-polarized light incident from the incident surface is converted into circularly-polarized light so as to be emitted from the emitting surface, and circularly-polarized light incident from the incident surface is converted into linearly-polarized light so as to be emitted from the emitting surface. Further, in the wave plate, an angle  $\phi$  formed by a normal line on the incident surface and the optical axis is set in a range of  $0^\circ < \phi < 90^\circ$ , and an optical axis azimuth angle  $\theta$  formed by an optical axis projection line, which is formed by projecting the optical axis on the incident surface, and a polarization plane of the linearly-polarized light is set in one of a range of  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  under  $\theta \neq 45^\circ$  and a range of  $90^\circ < \theta < 180^\circ$  under  $\theta \neq 135^\circ$ .



四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 1 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種例如於光拾取裝置、液晶投影器等光學裝置，或光學低通濾波器等光學零件中所用之  $1/4$  波長板，尤其係關於由水晶之類之具有雙折射性以及旋光性之無機結晶材料構成之  $1/4$  波長板。進而，本發明係關於使用該  $1/4$  波長板之光拾取裝置以及反射型液晶顯示裝置。

### 【先前技術】

習知之於直線偏光與圓偏光之間轉換偏光狀態之  $1/4$  波長之相位板，即  $1/4$  波長板係使用於各種光學性用途。一般而言， $1/4$  波長板係利用由藉由延伸處理而具有雙折射性之聚碳酸酯等之有機系材料構成之樹脂膜、以透明基板夾持有高分子液晶層之相位差板、水晶等具有雙折射性之無機結晶材料之結晶板而製作(例如，參照專利文獻 1 至 4)。

尤其，最近於光碟裝置之記錄再生所使用之光拾取裝置中，為了實現記錄之高密度化大容量化，而採用有波長非常短且高輸出之藍紫色雷射。然而，上述樹脂膜或液晶材料具有易吸收藍色至紫外區域之光之物性，因此有吸收藍紫色雷射光而發熱、材質自身劣化而損及波長板之功能之虞。相對於此，水晶等無機結晶材料之耐光性極高，因此水晶波長板對於如使用藍紫色雷射之光學系統特別有利。

水晶波長板開發有各種構造者。例如，專利文獻 3 記載之結



晶板，於其光學軸相對於其入射面之法線傾斜時求出主橢圓偏光之橢圓率  $k$ ，並利用下述關係式算出結晶板之厚度  $d$ ，藉此可實現精度高之直線—圓偏光轉換。

$$\cos\{(2\pi/\lambda)\times\Delta n\cdot d\}=-\{2k/(1-k^2)\}^2$$

此處， $\lambda$  為入射至上述結晶板之光之使用波長， $\Delta n$  為相對於上述主橢圓偏光之折射率之差。

一般而言，光拾取裝置係藉由 1/4 波長板將來自半導體雷射之雷射光束由直線偏光轉換為圓偏光，藉由光碟之表面而使其反射，並利用上述 1/4 波長板恢復為直線偏光之後，利用受光裝置轉換為電性訊號。然而，由於雷射光為發散光，因此在透過 1/4 波長板時因其入射角度依存性，未成為完全之圓偏光而成為橢圓偏光之成分會被光碟表面反射而返回至半導體雷射，故而會產生使雷射振盪不穩定之問題。關於該問題，專利文獻 4 記載之結晶板係使由光之入射角所決定之異常光之折射方向與光學軸以外之結晶軸一致，且使之與光學軸正交，藉此使因入射角之變動所引起之尋常光與異常光間之相位差變化量極小，而改善入射角度依存性之問題，從而可將所入射之直線偏光始終大致完全轉換為圓偏光而出射。

又，眾所周知有如下相位板：將 2 片結晶板以其等之光學軸關於貼合面相互對稱、且自板面之法線方向觀察相互平行之方式而貼合，藉此可消除因光束入射角之變動所引起之延遲 (Retardation) 之變化(例如，參照專利文獻 5)。進而，眾所周知

有如下構造：於將第一波長板與第二波長板貼合而成之積層 1/4 波長板中，即使在使其自光路稍許傾斜配置之情況下，亦可藉由預料到其中產生之兩波長板之光學軸偏移，而預先將其等之光學軸錯開積層，從而發揮作為 1/4 波長板之所期望之功能(例如，參照專利文獻 6)。

又，眾所周知水晶所具有之旋光性可對水晶波長板之性能造成影響。對於該問題，提出有如下之 1/4 波長板：將由具有旋光能力之光學材料構成之 2 個波長板，以光軸相互交叉之方式重合而積層，使藉由使用波因卡球(Poincare Sphere)之近似式而求出之兩個波長板之相位差、光學軸方位角度、旋光能力、以及旋轉軸與中性軸所成之角滿足特定之關係式，藉由如此之構成，而降低由旋光能力所引起之影響，於寬頻帶中使特性良好(例如，參照專利文獻 7)。

關於該 1/4 波長板，使用與該專利文獻 7 之圖 1 相同之圖 26 之波因卡球進行說明。該圖 26 例示波長  $\lambda$  之光於水晶結晶之中前進時之作用。於將光之入射方向設為通過赤道上之二點 Cf、Cs 之中性軸 S1，對於該中性軸 S1 之方向由直線雙折射賦予相位差  $\Gamma$ ，並對於通過北極與南極之極軸方向 LR 由圓雙折射賦予相位差  $2\rho$  之情況下，考慮該等之合成向量  $\Gamma'$ 。將在合成向量  $\Gamma'$  之延長方向上與波因卡球交叉之二點設為 Pa、P，直線 PaP 與始終包含中性軸 S1 及與其正交之中性軸 S2 之面所成之角  $\beta$  係使用相位差向量  $\Gamma$  與相位差向量  $2\rho$  而由下式表示。



$$\tan \beta = 2\rho / \Gamma$$

因此，合成向量  $\Gamma'$  由下式表示。

[數 3]

$$\Gamma' = \sqrt{\Gamma^2 + (2\rho)^2}$$

此處，設  $n_e'$  為異常光折射率， $n_o$  為尋常光折射率， $n_R$  為右圓偏光折射率， $n_L$  為左圓偏光折射率， $d$  為結晶之厚度，則  $\Gamma$  以及  $\rho$  滿足以下之關係。

[數 4]

$\Gamma$ ：因直線雙折射性引起之相位差

$$\Gamma = \frac{2\pi}{\lambda} (n_e' - n_o) d$$

$2\rho$ ：因圓雙折射性引起之相位差

$$2\rho = \frac{2\pi}{\lambda} (n_R - n_L) d$$

如此，合成向量  $\Gamma'$  係將因直線雙折射性引起之相位差與因圓雙折射性引起之相位差合成者，因此可作為於波因卡球上以直線 PaP 為旋轉軸而僅旋轉向量  $\Gamma'$  之舉動而進行處理。

上述專利文獻 7 中，為了於具有旋光能力之水晶波長板中有效地模擬其相位差特性，將水晶波長板於厚度方向上分割為  $n$  個旋光子  $T_i (i=1 \sim n)$  與相位子  $R_i (i=1 \sim n)$ ，將該等作為交替作用之元件而使用矩陣來如下式般近似於水晶波長板之作用  $W$ 。

[數 5]

$$W = T_n R_n \cdot \cdot \cdot T_3 R_3 T_2 R_2 T_1 R_1$$

$$W = \prod_{k=1}^n T_k R_k$$

[專利文獻 1]日本專利特開 2005-208588 號公報

[專利文獻 2]日本專利特開 2006-40343 號公報

[專利文獻 3]日本專利特公昭 52-4948 號公報

[專利文獻 4]日本專利特公平 3-58081 號公報

[專利文獻 5]日本專利特公平 3-61921 號公報

[專利文獻 6]日本專利特開 2006-40359 號公報

[專利文獻 7]日本專利特開 2005-158121 號公報

## 【發明內容】

(發明所欲解決之問題)

尤其，高記錄密度光碟裝置之光拾取裝置所用之 1/4 波長板要求橢圓率為 0.9 以上之高直線—圓偏光轉換性能。然而，上述習知之水晶波長板均未考慮因水晶旋光性所引起之波長板偏光狀態之變化對橢圓率以及相位差雙方造成之直接性影響而進行設計。因此，無法將旋光性之影響完全排除，難以使 1/4 波長板之橢圓率為 0.9 以上之較高值或實質上接近 1。

因此，本案發明者們對在 1/4 水晶波長板中，其旋光性會對偏光狀態造成何種變化，且如何能消除其偏光狀態之變化進行



了驗證。首先，於波長  $\lambda = 405 \text{ nm}$  時，對於根據通常之方法所設計之光學軸方位角  $\theta = 45^\circ$ 、設計相位差  $\Gamma = 90^\circ$  之水晶波長板，分別模擬關於水晶板之切斷角度之橢圓率、相位差、波長板之厚度  $t$ 。此處，所謂相位差，係指入射至波長板之光與自該波長板出射之光間所產生的實際之相位差。所謂光學軸方位角，係指入射至波長板之光之直線偏光之偏光面與投影至該波長板之入射面(或出射面)上之結晶光學軸所成之角度。水晶板之切斷角度係豎立於水晶板之入射面上之法線與水晶結晶之 Z 軸(光學軸)所成之角度。再者，該模擬中使用右旋水晶。相位差  $\Gamma$  係由眾所周知之下式而計算。

$$\Gamma = (360 / \lambda) \cdot (n_e - n_o) t$$

$n_o$ ：尋常光折射率

$n_e$ ：異常光折射率

圖 27 以及圖 28 分別表示習知以來眾所周知之單片式水晶 1/4 波長板 121、131。圖 27(A)、(B)之波長板 121 具有將入射光 L 之直線偏光轉換為右旋轉之圓偏光而出射之右旋光性，其光學軸方位角  $\theta$  為  $45^\circ$ 。入射至該波長板之直線偏光之光因水晶之雙折射性，除了相位差為  $90^\circ$  以外，還有旋光性所引起之偏光面之旋轉起作用，因此如圖 27(C)所示，並非成為圓偏光而是成為右旋轉之橢圓偏光而自出射面出射。另一方面，圖 28(A)(B)之波長板 131 具有將入射光 L 之直線偏光轉換為左旋轉之圓偏光而出射之左旋光性，其光學軸方位角  $\theta$  為  $135^\circ$ 。入

射至該波長板之直線偏光之光同樣因水晶之雙折射性，而除了相位差為  $90^\circ$  以外，還有旋光性所引起之偏光面之旋轉作用，因此如圖 28(C) 所示，並非成為圓偏光而是成為左旋轉之橢圓偏光而自出射面出射。再者，本模擬中所用之波長板係如圖 27(A)、(B) 所示之構造者。

圖 29(A)~(C) 表示該結果。根據圖 29(A)(B) 可知，水晶板之切斷角度  $\phi$  越大，則橢圓率越接近 1，相位差越可維持為  $90^\circ$ ，而旋光性之影響越小。相對於此，若切斷角度  $\phi$  為約  $5\sim 20^\circ$  之較小範圍，則橢圓率為 0.9 以下，相位差亦無法穩定地維持為  $90^\circ$ 。然而，根據圖 29(C) 可知，若切斷角度  $\phi$  為約  $30\sim 90^\circ$  之範圍，則水晶板之厚度會薄至  $10\sim 26 \mu\text{m}$  左右。因此，水晶板之強度顯著降低，脆弱且易斷裂，因此製造上以及實際使用上之處理非常困難。

為了不會造成製造上之困難，水晶板之厚度至少需要  $80 \mu\text{m}$  左右。因此，將水晶板之切斷角度設定為  $10^\circ$  而模擬相位差以及橢圓率之波長依存性。圖 30 係藉由通常之設計方法而以光學軸方位角  $\theta = 45^\circ$ 、設計相位差  $\Gamma_0 = 90^\circ$  進行設計之情況，以實線表示橢圓率，以虛線表示相位差。如該圖所示，波長  $\lambda = 405 \text{ nm}$ ，橢圓率為約 0.46，相位差為  $102.2^\circ$ 。

使用圖 31 之波因卡球對其進行說明如下。於圖 30 之情況下，設入射光之基準點為  $P_0 = (1, 0, 0)$ ，將旋轉軸  $R_0$  設定為自 S1 軸以 S2 軸為中心旋轉  $2\theta = 90^\circ$  之位置，將其進而相對



於  $S_1 \cdot S_2$  平面而向北極( $S_3$ )方向僅傾斜角度  $2\rho$  ( $\rho$  : 水晶板之旋光角)。當以該旋轉軸  $R_0$  為中心使基準點  $P_0$  向右旋轉僅相位差  $\delta = 90^\circ$  時，該球上之點  $P_1$  成為實際之出射光之位置。如此，自較大地遠離圓偏光所出射之北極之位置而出射之橢圓偏光，無法適合如要求高橢圓率之光拾取裝置般之光學系統。

因此，本發明係鑒於上述習知之問題而完成者，其目的在於提供一種光學特性優異之  $1/4$  波長板，其由具有雙折射性以及旋光性、對短波長且高輸出之藍紫色雷射發揮充分之耐光性、可靠性之水晶等之無機材料之結晶板而形成，且可使橢圓率最佳即為  $0.9$  以上之較高值或實質上接近  $1$ 。

進而，本發明之目的在於藉由使用該光學特性優異之  $1/4$  波長板，而實現適合於更高記錄密度之光碟裝置之光拾取裝置、以及較習知改善對比度之反射型液晶顯示裝置。

(解決問題之手段)

本案發明者們對於與圖 27 關聯之上述水晶板，進一步模擬光學軸方位角與橢圓率之關係。圖 1 表示其結果。根據該圖可知，於光學軸方位角  $\theta = 35^\circ$  附近，橢圓率最大且為  $0.9$  以上之良好的值。

於該  $\theta = 35^\circ$ ，設計同樣切斷角度  $\phi = 10^\circ$ 、設計相位差  $\Gamma = 90^\circ$  之水晶板，模擬相位差以及橢圓率之波長依存性並進行驗證。圖 2 表示其結果，而以實線表示橢圓率、以虛線表示相位差。若考慮製造上之誤差及良率，則較理想的是使橢圓率更

接近 1。

因此，驗證設計相位差  $\Gamma$  與光學軸方位角  $\theta$  之關係。對於  $\theta = 33^\circ$ 、 $33.5^\circ$ 、 $34^\circ$ 、 $34.5^\circ$ 、 $35^\circ$ ，模擬設計相位差相關之橢圓率之變化，圖 3 表示其結果。橢圓率於設計相位差為  $91.5^\circ$ 、光學軸方位角為  $34^\circ$  附近，可改善至約 0.99。根據該圖可判明，藉由不僅使光學軸方位角變化，而且使其與設計相位差相互變化，可改善橢圓率。

圖 4 表示此時之相位差以及橢圓率之波長依存性，以實線表示橢圓率、以虛線表示相位差。根據該圖可知，即使考慮製造上之誤差及良率，亦可於波長 405 nm 附近，充分確保較高之橢圓率。

使用圖 5 之波因卡球說明該等情況。進而，圖 6(A)(B) 表示分別自 S1 方向(正面)以及 S3 方向(平面)觀察圖 5 之波因卡球之圖。於圖 2 之情況下，同樣地使入射光 L 之基準點為  $P_0 = (1, 0, 0)$ ，將旋轉軸  $R_1$  設定為自 S1 軸以 S2 軸為中心旋轉  $2\theta = 70^\circ$  之位置，將其進而相對於 S1 · S2 平面而向北極(S3)方向傾斜僅角度  $2\rho$  ( $\rho$ ：水晶板之旋光角)。當以該旋轉軸  $R_1$  為中心使基準點  $P_0$  向右旋轉僅相位差  $\delta_1 = 90^\circ$  時，該球上之點  $P_{11}$  成為實際之出射光之位置。與波長  $\lambda = 405$  nm 且橢圓率為約 0.46 之圖 30 之情況相比較，出射光之位置更為接近北極，橢圓率更為接近 1。

於圖 4 之情況下，於使旋轉軸  $R_1$  以稍微返回 S1 軸側之方式



而旋轉之位置設定旋轉軸  $R_2$ 。當以該旋轉軸  $R_2$  為中心使基準點  $P_0$  向右旋轉僅相位差  $\delta_2=91.5^\circ$  時，該球上之點  $P_{12}$  成為實際出射光之位置。與圖 2 之情況相比較，出射光之位置更為接近北極，橢圓率更為接近 1。

根據該等之模擬結果可確認：將由水晶之旋光性所引起之偏光狀態變化部分作為校正量，追加至由水晶之雙折射性所引起之相位變化量、即設計相位差與光學軸方位角，藉此可使橢圓率較習知大幅改善至極為接近 1 之值。

進而，本案發明者們對於  $\phi=10^\circ$  以外之切斷角度亦進行了同樣之模擬。假定設計相位差  $\Gamma_0$  為  $90^\circ$ ，使水晶板之切斷角度自  $5^\circ$  以  $5^\circ$  為單位階段性地變化至  $30^\circ$ ，而模擬光學軸方位角  $\theta$  與橢圓率之關係。圖 7 表示其結果。對於各切斷角度，使橢圓率為最大之最佳光學軸方位角如下。

切斷角度	最佳光學軸方位角	最大橢圓率
$5^\circ$	$20^\circ$	0.76
$10^\circ$	$34^\circ$	0.95
$15^\circ$	$40^\circ$	0.99
$20^\circ$	$42^\circ$	0.99
$25^\circ$	$43^\circ$	0.99
$30^\circ$	$44^\circ$	0.98

根據該結果可知，相對於習知之水晶  $1/4$  波長板係與切斷角度無關地將光學軸方位角設定為  $\theta=45^\circ$ ，藉由根據切斷角度

使光學軸方位角  $\theta$  自  $45^\circ$  變化，可改善橢圓率。然而，橢圓率於切斷角度  $\phi$  較小之情況下，尤其於  $\phi = 5^\circ$  時較小，最大為 0.76 左右，直接作為 1/4 波長板而用於光拾取裝置中則欠佳。

因此，進而使設計相位差  $\Gamma$ 。自  $90^\circ$  變化，以可進一步改善橢圓率之方式嘗試光學軸方位角之進一步最佳化。圖 8(A)~圖 13(A) 分別表示對於包含各切斷角度之最佳光學軸方位角之某範圍之光學軸方位角進行模擬的設計相位差與橢圓率之關係。圖 8(B)~圖 13(B) 同樣對於包含各切斷角度之最佳光學軸方位角之某範圍之光學軸方位角，分別表示相對於光學軸方位角之變化的橢圓率。根據圖 8~圖 13 之結果可確認：對於各切斷角度，存在確實地滿足橢圓率 0.9 以上之光學軸方位角之範圍與設計相位差之範圍的組合。

將該等結果總結如下。

[表 1]

切斷角度	最佳光學軸方位角	光學軸校正量(a)	最佳設計相位差	相位差校正量(b)	最大橢圓率
$5^\circ$	$15^\circ$	$30^\circ$	$102.0^\circ$	$12.0^\circ$	0.98
$10^\circ$	$34^\circ$	$11^\circ$	$91.5^\circ$	$1.5^\circ$	0.99
$15^\circ$	$40^\circ$	$5^\circ$	$90.5^\circ$	$0.5^\circ$	0.99
$20^\circ$	$42^\circ$	$3^\circ$	$90.0^\circ$	$0.0^\circ$	0.99
$25^\circ$	$43^\circ$	$2^\circ$	$90.0^\circ$	$0.0^\circ$	0.99
$30^\circ$	$44^\circ$	$1^\circ$	$90.0^\circ$	$0.0^\circ$	0.99

此處，所謂光學軸校正量，係表示於將習知之直線偏光轉換為右旋轉圓偏光之水晶 1/4 波長板中，來自普遍設定之光學軸方位角  $\theta = 45^\circ$  之校正量者，係自  $45^\circ$  減去最佳光學軸方位角所



得之值。所謂相位差校正量，同樣表示於將習知之直線偏光轉換為右旋轉圓偏光之水晶 1/4 波長板中，來自普遍設定之設計相位差  $\Gamma_0 = 90^\circ$  之校正量者，係自最佳設計相位差減去  $90^\circ$  所得之值。

根據圖 8(B)~圖 13(B)之結果，針對每個切斷角度提取橢圓率成為最大之光學軸方位角，將其關係於切斷角度  $\phi = 5 \sim 30^\circ$  之範圍內繪製於圖 14(A)中。進而，將切斷角度  $\phi$  與光學軸方位角  $\theta$  之校正量  $a$  之關係繪製於圖 14(B)中。根據該等圖，可如以下之多項式般，將可使橢圓率設定為最佳、即接近 1 之值且為最大之光學軸方位角  $\theta$  與切斷角度  $\phi$  之關係一般化。

[數 6]

$$\theta = 45^\circ - a$$

$$a = \sum_{k=1}^6 A_k \phi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

同樣，根據圖 8(A)~圖 13(A)之結果，針對每個切斷角度提取橢圓率成為最大之設計相位差，將其關係於切斷角度  $\phi = 5 \sim 30^\circ$  之範圍內繪製於圖 15(A)中。進而，將切斷角度  $\phi$  與相位差  $\Gamma$  之校正量  $b$  之關係繪製於圖 15(B)中。根據該等圖，可如以下之多項式般，將可使橢圓率設定為最佳、即接近 1 之值且為最大之設計相位差  $\Gamma$  與切斷角度  $\phi$  之關係一般化。

[數 7]

$$\Gamma = 90^\circ + b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \phi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

上述說明係對於將直線偏光轉換為右旋轉圓偏光之水晶 1/4 波長板而進行者。與其相同之分析方法亦可使用於將直線偏光轉換為左旋轉圓偏光之水晶 1/4 波長板。於該情況下，可如以



下之多項式般，將可使橢圓率設定為最佳、即接近 1 之值且為最大之光學軸方位角  $\theta$  與切斷角度  $\phi$  之關係一般化。

[數 8]

$$\theta = 135^\circ - \alpha$$

$$\alpha = \sum_{k=1}^6 A_k \phi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

同樣，可如以下之多項式般，將可使橢圓率設定為最佳、即接近 1 之值且為最大之設計相位差  $\Gamma$  與切斷角度  $\phi$  之關係一般化。

[數 9]

$$\Gamma = 90^\circ + b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \phi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

如此，對於將直線偏光轉換為左旋轉圓偏光之水晶 1/4 波長板，亦可將橢圓率設定為接近 1 之值且為最大。再者，上述模擬係將右旋水晶用於 1/4 波長板之情況。於該情況下，右旋水晶眾所周知具有使入射光之偏光自出射面側觀察向右方向旋轉之右旋光性。相對於此，左旋水晶具有使入射光之偏光自出射面側觀察向左方向旋轉之左旋光性，旋光之方向朝向與右旋水晶相反之方向而作用。因此，於使用左旋水晶作為 1/4 波長板之雙折射材料之情況下，設定校正光學軸方位角之方向、即正負之方向為與右旋水晶之情況下相反的方向即可。

於由左旋水晶將直線偏光轉換為右旋轉圓偏光之 1/4 波長板之情況下，可如以下之多項式般，將可使橢圓率設定為最佳、即接近 1 之值且為最大之光學軸方位角  $\theta$  與切斷角度  $\phi$  之關係一般化。

[數 10]



$$\theta = 45^\circ + a$$

$$a = \sum_{k=1}^6 A_k \phi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

進而，可如以下之多項式般，將可使橢圓率設定為最佳、即接近 1 之值且為最大之設計相位差  $\Gamma$  與切斷角度  $\phi$  之關係一般化。

[數 11]

$$\Gamma = 90^\circ - b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \phi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

又，於由左旋水晶將直線偏光轉換為左旋轉圓偏光之 1/4 波長板之情況下，可如以下之多項式般，將可使橢圓率設定為最佳、即接近 1 之值且為最大之光學軸方位角  $\theta$  與切斷角度  $\phi$  之關係一般化。

[數 12]

$$\theta = 135^\circ + \alpha$$

$$\alpha = \sum_{k=1}^6 A_k \phi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

進而，可如以下之多項式般，將可使橢圓率設定為最佳、即接近 1 之值且為最大之設計相位差  $\Gamma$  與切斷角度  $\phi$  之關係一般

化。

[數 13]

$$\Gamma = 90^\circ - b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \phi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

本發明係根據該見解而提出者。根據本發明，為了達成上述目的，提供一種 1/4 波長板，其係由具有雙折射性以及旋光性之無機材料之結晶板而形成，對自該結晶板之入射面所入射之直線偏光進行轉換後，作為圓偏光而自結晶板之出射面出射，或者對自該結晶板之入射面所入射之圓偏光進行轉換後，作為直線偏光而自結晶板之出射面出射，其中，將豎立於結晶板之入射面上之法線、與該結晶板之光學軸所成之切斷角度  $\phi$  設定為  $0^\circ < \phi < 90^\circ$  之範圍，並將結晶板之光學軸投影於其入射面上之光學軸投影線、與上述直線偏光之偏光面所成之光學軸方

位角  $\theta$  設定為  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  且  $\theta \neq 45^\circ$ 、或  $90^\circ < \theta < 180^\circ$  且  $\theta \neq 135^\circ$  之範圍。

如此，藉由根據結晶板之切斷角度而設定最佳之光學軸方位角  $\theta$  與設計相位差  $\Gamma$  之組合，可校正由其旋光性所引起之偏光狀態之變化部分，從而可使波長板之橢圓率對應於切斷角度而成為最大、即成為儘可能接近 1 之最佳值。因此，本實施例之 1/4 波長板不僅對尤其用於光拾取裝置之短波長且高輸出之藍紫色雷射發揮充分之耐光性以及高可靠性，而且可獲得優異之光學特性。

某實施例中，上述結晶板係由水晶構成，於該水晶為右旋水晶之情況下，將光學軸方位角  $\theta$  設定為  $0^\circ < \theta < 45^\circ$ ，將水晶之雙折射性之相位差  $\Gamma$  設定為  $\Gamma > 90^\circ$ ，而於水晶為左旋水晶之情況下，將光學軸方位角  $\theta$  設定為  $45^\circ < \theta < 90^\circ$ ，將水晶之雙折射性之相位差  $\Gamma$  設定為  $\Gamma < 90^\circ$ ，藉此可使 1/4 波長板之橢圓率對應於切斷角度而成為儘可能接近 1 之最大值。

其他實施例中，上述結晶板係由水晶構成，於該水晶為右旋水晶之情況下，將光學軸方位角  $\theta$  設定為  $90^\circ < \theta < 135^\circ$ ，將水晶之雙折射性之相位差  $\Gamma$  設定為  $\Gamma > 90^\circ$ ，而於水晶為左旋水晶之情況下，將光學軸方位角  $\theta$  設定為  $135^\circ < \theta < 180^\circ$ ，將水晶之雙折射性之相位差  $\Gamma$  設定為  $\Gamma < 90^\circ$ ，藉此同樣可使 1/4 波長板之橢圓率對應於切斷角度而成為儘可能接近 1 之最大值。





又，其他實施例中，藉由將上述結晶板之切斷角度 $\phi$ 設定為 $5^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 之範圍，尤其可有效地校正由結晶板之旋光性所引起之偏光狀態之變化部分。

尤其較佳為：將切斷角度 $\phi$ 設定為 $5^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 之範圍，於水晶為右旋水晶之情況下，設光學軸方位角 $\theta$ 為 $\theta = 45^\circ - a$ ，相位差 $\Gamma$ 為 $\Gamma = 90^\circ + b$ 時，而於水晶為左旋水晶之情況下，設光學軸方位角 $\theta$ 為 $\theta = 45^\circ + a$ ，相位差 $\Gamma$ 為 $\Gamma = 90^\circ - b$ 時，滿足 $1^\circ \leq a \leq 30^\circ$ 以及 $0^\circ \leq b \leq 12^\circ$ 。又，較佳為：將切斷角度 $\phi$ 設定為 $5^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$ 之範圍，於水晶為右旋水晶之情況下，設光學軸方位角 $\theta$ 為 $\theta = 135^\circ - a$ ，相位差 $\Gamma$ 為 $\Gamma = 90^\circ + b$ 時，而於水晶為左旋水晶之情況下，設光學軸方位角 $\theta$ 為 $\theta = 135^\circ + a$ ，相位差 $\Gamma$ 為 $\Gamma = 90^\circ - b$ 時，滿足 $1^\circ \leq a \leq 30^\circ$ 以及 $0^\circ \leq b \leq 12^\circ$ 。

進而，於該等情況下，較佳為以上述 $a$ 、 $b$ 分別滿足下式之方式而決定。藉此，可將1/4波長板之橢圓率設定或接近更為接近1之值。

[數 14]

$$\theta = 45^\circ - a$$

$$a = \sum_{k=1}^6 A_k \phi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

[數 15]

$$\Gamma = 90^\circ + b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \varphi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

又，根據本發明之另一側面，提供一種光拾取裝置，其包括：光源；物鏡，其將自該光源所出射之光聚光於記錄媒體上；光檢測器，其檢測由記錄媒體所反射之光，並且，將上述之本發明之 1/4 波長板配置於光源與物鏡間之光路中。藉由使用如上



所述般將橢圓率設定為更為接近 1 之最佳值之  $1/4$  波長板，可實現適合於更高記錄密度之光碟裝置之光拾取裝置。

進而，根據本發明之另一側面，提供一種反射型液晶顯示裝置，其包括：光源；色分解光學系統，其將自該光源所出射之光分解為複數個不同顏色之光；複數個偏光轉換元件，其等使來自該色分解光學系統之各色之光分別透過；複數個偏光光束分光器，其等使透過該各偏光轉換元件之光分別透過；複數個反射型液晶顯示元件，其等使透過該各偏光光束分光器之光分別入射；色合成光學系統，其對由該各反射型液晶顯示元件所反射之光進行合成；以及投影透鏡，其使藉由該色合成光學系統而合成之光投射而成像，並且，將上述之本發明之複數個  $1/4$  波長板分別配置於各反射型液晶顯示元件與各偏光光束分光器間之光路中。同樣地，藉由使用如上所述般將橢圓率設定為更為接近 1 之最佳值之  $1/4$  波長板，可實現較習知改善對比度之反射型液晶顯示裝置。

### 【實施方式】

以下，一面參照附圖，一面對本發明之較佳實施例進行詳細說明。

圖 16(A)、(B)概略性地表示本發明之  $1/4$  波長板之第 1 實施例。本實施例之  $1/4$  波長板 1 係由厚度固定之單一水晶波長板而形成。如圖 17 所示，該水晶波長板係自藉由使豎立於其入射面 1a(或出射面 1b)上之法線、與光學軸(Z 軸)而劃定之切斷

角度  $\phi$  處於  $0^\circ < \phi < 90^\circ$  範圍之水晶板 1' 而切出。尤其，若於  $\phi = 5^\circ \sim 30^\circ$  之範圍設定切斷角度，則可加工不會造成製造上困難的具有充分強度之厚度之水晶波長板而作為 1/4 波長板。

第 1 實施例之 1/4 波長板 1，構成其之水晶為右旋水晶，具有將入射光之直線偏光轉換為右旋轉圓偏光之右旋光性。波長板 1 使光學軸方位角  $\theta$ 、即投影至入射面 1a 上之光學軸 2 與入射光之直線偏光偏光面之方向 3 所成之角度，小於習知之  $45^\circ$ ，而以  $15^\circ \leq \theta < 45^\circ$  之範圍進行設定。與切斷角度  $\phi$  對應之最佳之光學軸方位角  $\theta$ ，如圖 14 相關聯之上述般，使用下式來決定。

[數 16]

$$\theta = 45^\circ - \alpha$$

$$\alpha = \sum_{k=1}^6 A_k \phi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$



進而，波長板 1 之設計相位差  $\Gamma$  係使用與圖 15 相關聯之上  
述下式，與切斷角度  $\phi$  對應而決定最佳值。

[數 17]

$$\Gamma = 90^\circ + b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \phi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

例如，設切斷角度  $\phi$  為  $\phi = 13^\circ$ ，設計由右旋水晶構成之 1/4  
波長板 1 之情況下，根據上述數 16 之式算出  $a = 6.1^\circ$ 。因此，  
最佳之光學軸方位角  $\theta$  為  $\theta = 45^\circ - 6.1^\circ = 38.9^\circ$ 。又，根據上  
述數 17 之式算出  $b = 0.3$ ，最佳之設計相位差  $\Gamma$  為  $\Gamma = 90^\circ +$   
 $0.3^\circ = 90.3^\circ$ 。

如圖 16(C)所示，由水晶之雙折射性所引起之相位差、與由  
旋光性所引起之偏光面之旋轉，作用於自 1/4 波長板 1 之入射  
面 1a 所入射之直線偏光。然而，1/4 波長板 1 係如上所述般根

據切斷角度  $\phi$  而決定最佳之光學軸方位角  $\theta$  以及設計相位差  $\Gamma$ ，藉此將相位差  $\delta$  以及光學軸方位角  $\theta$  設定為最佳值。因此，入射光之直線偏光被轉換為橢圓率大致為 1 之橢圓偏光，實質上作為圓偏光而自出射面 1b 出射。

使用圖 16(D)所示之波因卡球來說明該光學作用。設與  $S1 \cdot S2$  平面平行之直線偏光之入射光之基準點為  $P_0 = (1, 0, 0)$ ，將旋轉軸  $R_1$  設定於自  $S1$  軸以  $S3$  軸為中心而旋轉  $2\theta$  之位置，將其進而相對於  $S1 \cdot S2$  平面向北極( $S3$ )方向傾斜僅角度  $2\rho$  ( $\rho$ ：水晶板之旋光角)。進而，於使旋轉軸  $R_1$  以稍微向  $S1$  軸側返回之方式而旋轉之位置，設定旋轉軸  $R_2$ 。當以該旋轉軸  $R_2$  為中心而使基準點  $P_0$  向右旋轉僅追加來自普遍性設計相位差  $90^\circ$  之校正量之最佳相位差  $\delta$  時，到達與該球上之北極大致一致之點  $P_2$ 。該點  $P_2$  成為實際之出射光之位置，因此入射光之直線偏光成為圓偏光而出射。

圖 18(A)、(B)概略性地表示第 1 實施例之變形例之  $1/4$  波長板 1。本實施例之  $1/4$  波長板 11，構成其之水晶為右旋水晶，並具有將入射光之直線偏光轉換為左旋轉圓偏光之左旋光性。波長板 11 使光學軸方位角  $\theta$ 、即投影至入射面 11a 上之光學軸 12、與入射光之直線偏光偏光面之方向 13 所成之角度，小於習知之  $135^\circ$ ，而以  $105^\circ \leq \theta < 135^\circ$  之範圍進行設定。

與切斷角度  $\phi$  對應之最佳之光學軸方位角  $\theta$ ，係使用上述之下式來決定。



[數 18]

$$\theta = 135^\circ - \alpha$$

$$\alpha = \sum_{k=1}^6 A_k \varphi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

進而，波長板 11 之設計相位差  $\Gamma$ ，係使用上述之下式，與切斷角度  $\phi$  對應而決定最佳值。

[數 19]

$$\Gamma = 90^\circ + b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \varphi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

如圖 18(C)所示，由水晶之雙折射性所引起之相位差、與由旋光性所引起之偏光面之旋轉，作用於自 1/4 波長板 11 之入射面 11a 所入射之直線偏光。然而，1/4 波長板 11 如上所述般係根據切斷角度  $\phi$  而決定最佳之光學軸方位角  $\theta$  以及設計相位差  $\Gamma$ ，藉此將相位差  $\delta$  以及光學軸方位角  $\theta$  設定為最佳值。因此，入射光之直線偏光被轉換為橢圓率大致為 1 之橢圓偏光，且實質上作為圓偏光而自出射面 11b 出射。

使用圖 18(D)所示之波因卡球來說明其光學作用。設與  $S1 \cdot S2$  平面平行之直線偏光之入射光之基準點為  $P_0 = (1, 0, 0)$ ，將旋轉軸  $R_1$  設定於自  $S1$  軸以  $S3$  軸為中心而旋轉  $2\theta$  之位置，將其進而相對於  $S1 \cdot S2$  平面向北極( $S3$ )方向傾斜僅角度  $2\rho$  ( $\rho$ ：水晶板之旋光角)。進而，於使旋轉軸  $R_1$  以稍微向  $S1$  軸側返回之方式而旋轉之位置，設定旋轉軸  $R_2$ 。當以該旋轉軸  $R_2$  為中心使基準點  $P_0$  向右旋轉僅追加來自普遍性設計相位差  $90^\circ$  之校正量之最佳相位差  $\delta$  時，到達與該球上之南極大致一致之點  $P_2$ 。該點  $P_2$  成為實際之出射光之位置，因此入射光之直線偏光成為圓偏光而出射。

圖 19(A)、(B)概略性地表示第 1 實施例之其他變形例之 1/4





波長板 1。本實施例之 1/4 波長板 21，構成其之水晶為左旋水晶，具有將入射光之直線偏光轉換為右旋轉圓偏光之右旋光性。波長板 21 使光學軸方位角  $\theta$ 、即投影至入射面 21a 上之光學軸 22、與入射光之直線偏光偏光面之方向 23 所成之角度，大於習知之  $45^\circ$ ，而以  $45^\circ < \theta \leq 75^\circ$  之範圍進行設定。

與切斷角度  $\phi$  對應之最佳之光學軸方位角  $\theta$ ，係使用上述之下式來決定。

[數 20]

$$\theta = 45^\circ + \alpha$$

$$\alpha = \sum_{k=1}^6 A_k \phi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

進而，波長板 21 之設計相位差  $\Gamma$ ，係使用上述之下式，與切斷角度  $\phi$  對應而決定最佳值。

[數 21]

$$\Gamma = 90^\circ - b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \phi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

如圖 19(C)所示，由水晶之雙折射性所引起之相位差、與由旋光性所引起之偏光面之旋轉，作用於自 1/4 波長板 21 之入射面 21a 所入射之直線偏光。然而，1/4 波長板 21 如上所述般係根據切斷角度  $\phi$  而決定最佳之光學軸方位角  $\theta$  以及設計相位差  $\Gamma$ ，藉此將相位差  $\delta$  以及光學軸方位角  $\theta$  設定為最佳值。因此，入射光之直線偏光被轉換為橢圓率大致為 1 之橢圓偏光，且實質上作為圓偏光而自出射面 21b 出射。

使用圖 19(D)所示之波因卡球來說明其光學作用。設與 S1 · S2 平面平行之直線偏光之入射光之基準點為  $P_0 = (1, 0, 0)$ ，將旋轉軸  $R_1$  設定於自 S1 軸以 S3 軸為中心而旋轉  $2\theta$  之位置，將其進而相對於 S1 · S2 平面向北極(S3)方向傾斜僅角度  $2\rho$

( $\rho$  : 水晶板之旋光角)。進而，於使旋轉軸  $R_1$  以自  $S1$  軸側進而前進少許之方式而旋轉之位置，設定旋轉軸  $R_2$ 。當以該旋轉軸  $R_2$  為中心使基準點  $P_0$  向右旋轉僅追加來自普遍性設計相位差  $90^\circ$  之校正量之最佳相位差  $\delta$  時，到達與該球上之北極大致一致之點  $P_2$ 。該點  $P_2$  成為實際之出射光之位置，因此入射光之直線偏光成為圓偏光而出射。

圖 20(A)、(B) 概略性地表示第 1 實施例之又一其他變形例之  $1/4$  波長板 1。本實施例之  $1/4$  波長板 31，構成其之水晶為左旋水晶，具有將入射光之直線偏光轉換為左旋轉圓偏光之左旋光性。波長板 31 使光學軸方位角  $\theta$ 、即投影至入射面 31a 上之光學軸 32、與入射光之直線偏光偏光面之方向 33 所成之角度，大於習知之  $135^\circ$ ，而以  $135^\circ < \theta \leq 165^\circ$  之範圍進行設定。

與切斷角度  $\phi$  對應之最佳之光學軸方位角  $\theta$ ，係使用上述之下式來決定。

[數 22]

$$\theta = 135^\circ + \alpha$$

$$\alpha = \sum_{k=1}^6 A_k \phi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

進而，波長板 31 之設計相位差  $\Gamma$ ，係使用上述之下式，與切斷角度  $\phi$  對應而決定最佳值。

[數 23]

$$\Gamma = 90^\circ - b$$

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \phi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

如圖 20(C)所示，由水晶之雙折射性所引起之相位差、與由旋光性所引起之偏光面之旋轉，作用於自 1/4 波長板 31 之入射面 31a 所入射之直線偏光。然而，1/4 波長板 31 如上所述般係根據切斷角度  $\phi$  決定最佳之光學軸方位角  $\theta$  以及設計相位



差  $\Gamma$ ，藉此將相位差  $\delta$  以及光學軸方位角  $\theta$  設定為最佳值。因此，入射光之直線偏光被轉換為橢圓率大致為 1 之橢圓偏光，且實質上作為圓偏光而自出射面 31b 出射。

使用圖 20(D)所示之波因卡球來說明其光學作用。設與  $S1 \cdot S2$  平面平行之直線偏光之入射光之基準點為  $P_0 = (1, 0, 0)$ ，將旋轉軸  $R_1$  設定於自  $S1$  軸以  $S3$  軸為中心而旋轉  $2\theta$  之位置，將其進而相對於  $S1 \cdot S2$  平面向北極( $S3$ )方向傾斜僅角度  $2\rho$  ( $\rho$ ：水晶板之旋光角)。進而，於使旋轉軸  $R_1$  以自  $S1$  軸側進而前進少許之方式而旋轉之位置，設定旋轉軸  $R_2$ 。當以該旋轉軸  $R_2$  為中心使基準點  $P_0$  向右旋轉僅追加來自普遍性設計相位差  $90^\circ$  之校正量之最佳相位差  $\delta$  時，到達與該球上之南極大致一致之點  $P_2$ 。該點  $P_2$  成為實際之出射光之位置，因此入射光之直線偏光成為圓偏光而出射。

如此，藉由根據上述水晶板之切斷角度而設定最佳之光學軸方位角  $\theta$  與設計相位差  $\Gamma$  之組合，可校正由水晶之旋光性所引起之偏光狀態之變化部分，使波長板 1 之橢圓率成為接近 1 之最佳值。因此，本實施例之  $1/4$  波長板不僅可對尤其用於光拾取裝置之短波長且高輸出之藍紫色雷射發揮充分之耐光性以及高可靠性，而且可獲得優異之光學特性。

圖 21(A)、(B)概略性地表示本發明之  $1/4$  波長板之第 2 實施例。本實施例之  $1/4$  波長板 41 係將相同切斷角度  $\phi$  之二片水晶波長板 41a、41b 積層而構成。水晶波長板 41a、41b 各自之光

學軸 42a、42b 係配置成如圖 21(A)所示；自入射面 43a(或出射面 43b)觀察呈平行，且如圖 21(B)所示，自側面觀察亦呈平行。

1/4 波長板 41 之相位差  $\Gamma$  藉由各水晶波長板 41a、41b 之相位差  $\Gamma a$ 、 $\Gamma b$  而表示如下。於上述水晶波長板為右旋水晶且具有右旋光性或左旋光性之情況下，則成為  $\Gamma = \Gamma a + \Gamma b = 90^\circ + b$ 。於上述水晶波長板為左旋水晶且具有右旋光性或左旋光性之情況下，則成為  $\Gamma = \Gamma a + \Gamma b = 90^\circ + b$ 。

此處，相位差之校正量  $b$  可由下式表示。

[數 24]

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \varphi^k$$

其中，

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

各水晶波長板 41a、41b 之光學軸方位角  $\theta 1$ 、 $\theta 2$  與上述第 1 實施例及其各變形例之情況同樣，以如下方式而決定。即，於上述水晶波長板為右旋水晶且具有右旋光性之情況下，則成



為  $\theta_1 = \theta_2 = 45^\circ - a$ 。

於上述水晶波長板為右旋水晶且具有左旋光性之情況下，則成為  $\theta_1 = \theta_2 = 135^\circ - a$ 。

於上述水晶波長板為左旋水晶且具有右旋光性之情況下，則成為  $\theta_1 = \theta_2 = 45^\circ + a$ 。

於上述水晶波長板為左旋水晶且具有左旋光性之情況下，則成為  $\theta_1 = \theta_2 = 135^\circ + a$ 。

此處，光學軸方位角之校正量  $a$  可由下式表示。

[數 25]

$$a = \sum_{k=1}^6 A_k \varphi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

藉由將該等之水晶波長板 41a、41b 以上述方式而積層，1/4 波長板 41 可校正由各水晶波長板之旋光性所引起之偏光狀態之變化部分，使其橢圓率成為接近 1 之最佳值。因此，本實施

例之 1/4 波長板亦不僅可對尤其用於光拾取裝置之短波長且高輸出之藍紫色雷射發揮充分之耐光性以及高可靠性，而且可獲得優異之光學特性。

圖 22(A)、(B)概略性地表示上述第 2 實施例之 1/4 波長板之變形例。本實施例之 1/4 波長板 51 同樣係將相同切斷角度  $\phi$  之二片水晶波長板 51a、51b 積層而構成。水晶波長板 51a、51b 各自之光學軸 52a、52b 係如圖 22(A)所示，自入射面 53a(或出射面 53b)觀察呈平行，且如圖 22(B)所示，自側面觀察關於上述兩波長板之貼合面呈對稱且使光軸彼此對準而配置。

1/4 波長板 51 之相位差  $\Gamma$  同樣藉由各水晶波長板 51a、51b 之相位差  $\Gamma a$ 、 $\Gamma b$  而表示如下。於上述水晶波長板為右旋水晶且具有右旋光性或左旋光性之情況下，

$$\Gamma = \Gamma a + \Gamma b = 90^\circ + b。$$

於上述水晶波長板為左旋水晶且具有右旋光性或左旋光性之情況下，

$$\Gamma = \Gamma a + \Gamma b = 90^\circ + b。$$

此處，相位差之校正量  $b$  同樣可由下式表示。

[數 26]

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \phi^k$$

其中，



$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889$$

各水晶波長板 51a、51b 之光學軸方位角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ ，係與上述第 1 實施例以及其各變形例之情況同樣，以如下方式而決定。即，於上述水晶波長板為右旋水晶且具有右旋光性之情況下，則成為  $\theta_1 = \theta_2 = 45^\circ - a$ 。

於上述水晶波長板為右旋水晶且具有左旋光性之情況下，則成為  $\theta_1 = \theta_2 = 135^\circ - a$ 。

於上述水晶波長板為左旋水晶且具有右旋光性之情況下，則成為  $\theta_1 = \theta_2 = 45^\circ + a$ 。

於上述水晶波長板為左旋水晶且具有左旋光性之情況下，則成為  $\theta_1 = \theta_2 = 135^\circ + a$ 。

此處，光學軸方位角之校正量  $a$  可由下式表示。

[數 27]

$$a = \sum_{k=1}^6 A_k \varphi^k$$

其中，

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

藉由將該等之水晶波長板 51a、51b 以上述方式而積層，1/4 波長板 51 可同樣地校正由各水晶波長板之旋光性所引起之偏光狀態之變化部分，使其橢圓率成為接近 1 之最佳值。因此，本實施例之 1/4 波長板亦不僅可對尤其用於光拾取裝置之短波長且高輸出之藍紫色雷射發揮充分之耐光性以及高可靠性，而且可獲得優異之光學特性。

圖 23 表示適用第 1 實施例之 1/4 波長板之光拾取裝置之實施例。本實施例之光拾取裝置 60 係用於例如 Blu-ray Disc(藍光光碟)(商標)等之光碟裝置之記錄再生者，例如具有由放射波長 405 nm 之藍紫色光即雷射光之雷射二極體構成之光源 61。光拾取裝置 60 包括：繞射光柵 62，其將來自光源 61 之雷射光繞射而三束化；偏光光束分光器 63，其將透過該繞射光柵之雷射光分離為 P 偏光成分與 S 偏光成分，並透過或反射；準直透鏡(collimate lens)64，其使由該偏光光束分光器所反射之雷射光成為平行光；鏡 66，其將透過該準直透鏡之雷射光朝向光碟 65 反射；1/4 波長板 67，其將由該鏡所反射之直線偏

光之雷射光轉換為圓偏光；物鏡 68，其將透過該 1/4 波長板之雷射光聚光；以及光檢測器 69，其檢測自光碟 65 所反射之雷射光。進而，光拾取裝置 60 具有檢測自光源 61 出射、且透過偏光光束分光器 63 之雷射光之監控用光檢測器 70。

以下說明光拾取裝置 60 之動作。自光源 61 出射之直線偏光之雷射光，因藉由三束法之追蹤控制而由繞射光柵 62 分離為三束之後，S 偏光成分由偏光光束分光器 63 反射，藉由準直透鏡 64 而成為平行光。平行光之雷射光由鏡 66 全反射，由 1/4 波長板 67 自直線偏光轉換為圓偏光，並由物鏡 68 聚光而照射至光碟 65 上所形成之訊號記錄層之訊坑(pit)。由該訊坑所反射之雷射光透過上述物鏡，藉由 1/4 波長板 67 而自圓偏光轉換為直線偏光，並由鏡 66 全反射而透過準直透鏡 64 以及偏光光束分光器 63，入射至光檢測器 69 並被檢測。藉此，進行記錄於上述光碟上之訊號之讀取動作。又，自光源 61 所出射之雷射光之 P 偏光成分透過偏光光束分光器 63 而入射至監控用光檢測器 70 並被檢測。藉由該檢測輸出，控制自上述雷射二極體所出射之雷射光之輸出。

本實施例之光拾取裝置中，對於 1/4 波長板 67 使用本發明之第 1 實施例之水晶 1/4 波長板。藉此，可將直線偏光之雷射光轉換為橢圓率為 0.9 以上之較高值、或實質上接近 1 之實質性的圓偏光，可實現適合於更高記錄密度之光碟裝置之光拾取裝置。

圖 24 表示 LCOS 型液晶投影器之實施例，作為適用第 1 實施例之 1/4 波長板之反射型液晶顯示裝置之一例。本實施例之液晶投影器 80 包括：光源 81；第 1 以及第 2 積分透鏡 82a、82b；偏光轉換元件 83；冷光鏡 84；構成色分解光學系統之第 1 以及第 2 分色鏡 85a、85b；以及折返鏡 86。進而，上述投影器包括：反射型液晶顯示元件 89a、89b、89c，其等由紅色用、綠色用以及藍色用之偏光光束分光器 87a、87b、87c，紅色用、綠色用以及藍色用之 1/4 波長板 88a、88b、88c，和紅色用、綠色用以及藍色用之 LCOS(Liquid Crystal on Silicon，液晶覆矽)構成；構成色合成光學系統之正交稜鏡 90；投影透鏡 91；以及螢幕 92。

以下說明液晶投影器 80 之動作。自光源 81 所出射之隨機光 (random light) 藉由第 1 積分透鏡 82a 而成為平行光，藉由 PS 轉換元件 83 而將 P 偏光成分轉換為 S 偏光，並使 S 偏光直接透過，進而藉由第 2 積分透鏡 82b 而成為平行光，而入射至冷光鏡 84。由該冷光鏡所反射之光中，綠色光以及藍色光藉由第 1 分色鏡 85a 而反射，而使紅色光透過，並由折返鏡 86 而反射。上述紅色光為 S 偏光，藉此由偏光光束分光器 87a 之偏光膜而反射，透過 1/4 波長板 88a 而入射至 LCOS89a 並被反射。此時，上述紅色光被調變，再次透過 1/4 波長板 88a 而轉換為 P 偏光，並透過偏光光束分光器 87a 之偏光膜，入射至正交稜鏡 90。

由上述第 1 分色鏡所反射之綠色光，由第 2 分色鏡 85b 反射，而其為 S 偏光，藉此由偏光光束分光器 87b 之偏光膜而反射，並透過 1/4 波長板 88b 而入射至 LCOS89b 並被反射。此時，上述綠色光被調變，再次透過 1/4 波長板 88b 而轉換為 P 偏光，並透過偏光光束分光器 87b 之偏光膜而入射至正交稜鏡 90。同樣地，由上述第 1 分色鏡所反射之藍色光，透過第 2 分色鏡 85b，而其為 S 偏光，藉此由偏光光束分光器 87 而反射，並透過 1/4 波長板 88c 而入射至 LCOS89c 並被反射。此時，上述藍色光被調變，再次透過 1/4 波長板 88c 而轉換為 P 偏光，並透過偏光光束分光器 87c 而入射至正交稜鏡 90。

正交稜鏡 90 構成為使所入射之紅色光與藍色光反射，而使綠色光透過。因此，入射至上述正交稜鏡之紅色光、綠色光以及藍色光進行色合成，並經由投影透鏡 91 而投影至螢幕 92 上，獲得彩色影像。

本實施例之投影器中，紅綠藍各色用之 1/4 波長板 88a、88b、88c 分別使用本發明之第 1 實施例之水晶 1/4 波長板。藉此，可將直線偏光之雷射光轉換為橢圓率為 0.9 以上之較高值、或實質上接近 1 之實質性的圓偏光，可實現較習知改善對比度之反射型液晶顯示裝置。

圖 25 表示適用第 1 實施例之 1/4 波長板之反射型液晶顯示裝置之其他實施例。本實施例之反射型液晶顯示裝置 100 包括：光源 101；偏光轉換元件 102；分色鏡 103；偏光板 104；

偏光光束分光器 105；1/4 波長板 106；綠色用之反射型液晶顯示元件 107；偏光旋轉元件 108；偏光光束分光器 109；紅色用之反射型液晶顯示元件 110；藍色用之反射型液晶顯示元件 111；偏光旋轉元件 112；構成色合成光學系統之偏光光束分光器 113；以及投影透鏡 114。

以下說明反射型液晶顯示裝置 100 之動作。自光源 101 所射出之白色光藉由偏光轉換元件 102 而轉換為 S 偏光之後，藉由構成色分解光學系統之分色鏡 103 而反射綠色光，並使紅色以及藍色混合光透過由上述分色鏡所反射之綠色光為 S 偏光，藉此由偏光光束分光器 105 之偏光膜而反射，並透過 1/4 波長板 106 入射至反射型液晶顯示元件 107。入射至上述反射型液晶顯示元件之綠色光根據影像資料而被調變，明亮顯示之光作為 P 偏光而反射並再次透過 1/4 波長板 106，透過偏光光束分光器 105 之偏光膜而入射至偏光光束分光器 113。

透過分色鏡 103 之紅色以及藍色混合光，入射至偏光旋轉元件 108 而分離為 S 偏光之紅色光與 P 偏光之藍色光，上述紅色光藉由構成色分解光學系統之偏光光束分光器 109 之偏光膜而反射，而上述藍色光則透過，並分別入射至反射型液晶顯示元件 110、111。入射至反射型液晶顯示元件 110 之紅色光根據影像資料而調變，明亮顯示之光作為 P 偏光而反射，無助於顯示之光則保持 S 偏光而被反射。P 偏光之紅色光透過偏光光束分光器 109 之偏光面而入射至偏光旋轉元件 112，並被轉換為



S 偏光而入射至偏光光束分光器 113。

入射至反射型液晶顯示元件 111 之藍色光中，明亮顯示之光作為 S 偏光而反射，無助於顯示之光則保持 P 偏光而被反射。S 偏光之藍色光由偏光光束分光器 109 之偏光面反射，而入射至偏光旋轉元件 112，轉換為 S 偏光後並入射至偏光光束分光器 113。入射至偏光光束分光器 113 之 P 偏光之綠色光與 S 偏光之紅色光以及藍色光經色合成後出射，自投影透鏡 114 投影至螢幕上。

本實施例之反射型液晶顯示裝置中，亦同樣地對於 1/4 波長板 106 使用本發明之第 1 實施例之水晶 1/4 波長板。藉此，可將直線偏光之雷射光轉換為橢圓率為 0.9 以上之較高值、或實質上接近 1 之實質性的圓偏光，可實現較習知改善對比度之反射型液晶顯示裝置。

本發明並不限定於上述實施例，可於其技術性範圍內追加各種變形或變更而實施。例如，上述實施例之 1/4 波長板係以波長  $\lambda = 405 \text{ nm}$  為前提進行說明，但當然亦可同樣適用於其他波長。又，本發明之 1/4 波長板亦可同樣適用於上述實施例以外之光拾取裝置或反射型液晶顯示裝置。

### 【圖式簡單說明】

圖 1 係表示 1/4 波長板之光學軸方位角與橢圓率之關係之線圖。

圖 2 係表示  $\theta = 35^\circ$ 、相位差  $90^\circ$  之情況下相位差、橢圓率之

波長依存性之線圖。

圖 3 係對於不同切斷角度表示設計相位差相關之橢圓率之變化的線圖。

圖 4 係表示  $\theta = 34^\circ$ 、相位差  $91.5^\circ$  之情況下相位差、橢圓率之波長依存性之線圖。

圖 5 係利用波因卡球說明圖 2、圖 4 之波長板之偏光狀態之圖。

圖 6(A)及(B)係分別表示圖 5 之波因卡球之正面以及平面之圖。

圖 7 係表示  $5 \sim 30^\circ$  之光學軸方位角與橢圓率之關係之線圖。

圖 8(A)係對於切斷角度為  $5^\circ$  之情況下包含最佳光學軸方位角之某範圍之光學軸方位角而表示設計相位差與橢圓率之關係的線圖，(B)係表示光學軸方位角與橢圓率之關係之線圖。

圖 9(A)係對於切斷角度為  $10^\circ$  之情況下包含最佳光學軸方位角之某範圍之光學軸方位角而表示設計相位差與橢圓率之關係的線圖，(B)係表示光學軸方位角與橢圓率之關係之線圖。

圖 10(A)係對於切斷角度為  $15^\circ$  之情況下包含最佳光學軸方位角之某範圍之光學軸方位角而表示設計相位差與橢圓率之關係的線圖，(B)係表示光學軸方位角與橢圓率之關係之線圖。

圖 11(A)係對於切斷角度為  $20^\circ$  之情況下包含最佳光學軸方位角之某範圍之光學軸方位角而表示設計相位差與橢圓率之關係的線圖，(B)係表示光學軸方位角與橢圓率之關係之線圖。



圖 12(A)係對於切斷角度為  $25^\circ$  之情況下包含最佳光學軸方位角之某範圍之光學軸方位角而表示設計相位差與橢圓率之關係的線圖，(B)係表示光學軸方位角與橢圓率之關係之線圖。

圖 13(A)係對於切斷角度為  $30^\circ$  之情況下包含最佳光學軸方位角之某範圍之光學軸方位角而表示設計相位差與橢圓率之關係的線圖，(B)係表示光學軸方位角與橢圓率之關係之線圖。

圖 14(A)係表示使橢圓率最佳化之光學軸方位角  $\theta$  與切斷角度  $\phi$  之關係之線圖，(B)係表示光學軸方位角之校正量  $a$  與切斷角度  $\phi$  之關係之線圖。

圖 15(A)係表示使橢圓率最佳化之設計相位差  $\Gamma$  與切斷角度  $\phi$  之關係之線圖，(B)係表示設計相位差之校正量  $b$  與切斷角度  $\phi$  之關係之線圖。

圖 16(A)係自光之出射方向觀察本發明之  $1/4$  波長板之第 1 實施例之正面圖，(B)係其側面圖，(C)係表示其偏光狀態之立體圖，(D)係利用波因卡球說明偏光狀態之圖。

圖 17 係表示圖 16 之波長板即水晶板之切斷角度之說明圖。

圖 18(A)係自光之出射方向觀察第 1 實施例之變形例之  $1/4$  波長板之正面圖，(B)係其側面圖，(C)係表示其偏光狀態之立體圖，(D)係利用波因卡球說明偏光狀態之圖。

圖 19(A)係自光之出射方向觀察第 1 實施例之其他變形例之  $1/4$  波長板之正面圖，(B)係其側面圖，(C)係表示其偏光狀態之立體圖，(D)係利用波因卡球說明偏光狀態之圖。

圖 20(A)係自光之出射方向觀察第 1 實施例之又一變形例之 1/4 波長板之正面圖，(B)係其側面圖，(C)係表示其偏光狀態之立體圖，(D)係利用波因卡球說明偏光狀態之圖。

圖 21(A)係自光之出射方向觀察本發明之 1/4 波長板之第 2 實施例之正面圖，(B)係其側面圖。

圖 22(A)係自光之出射方向觀察第 2 實施例之變形例之 1/4 波長板之正面圖，(B)係其側面圖。

圖 23 係表示適用本發明之 1/4 波長板之光拾取裝置之實施例之構成的概略圖。

圖 24 係表示適用本發明之 1/4 波長板之 LCOS 型液晶投影器之實施例之構成的概略圖。

圖 25 係表示適用本發明之 1/4 波長板之反射型液晶顯示裝置之實施例之構成的概略圖。

圖 26 係利用波因卡球說明習知之 1/4 波長板之偏光狀態之圖。

圖 27(A)係自光之出射方向觀察習知之 1/4 波長板之正面圖，(B)係其側面圖，(C)係表示其偏光狀態之立體圖。

圖 28(A)係自光之出射方向觀察習知之其他 1/4 波長板之正面圖，(B)係其側面圖，(C)係表示其偏光狀態之立體圖。

圖 29(A)至(C)係分別表示水晶板之切斷角度相關之橢圓率、相位差、水晶板之厚度的線圖。

圖 30 係表示  $\theta = 45^\circ$ 、相位差  $90^\circ$  之情況下相位差、橢圓率



之波長依存性之線圖。

圖 31 係利用波因卡球說明圖 30 之波長板之偏光狀態之圖。

【主要元件符號說明】

1、11、21、31、41、51、67、88a、88b、88c、106、121、131	1/4 波長板
1'	水晶板
1a、11a、21a、31a、43a、53a	入射面
1b、11b、21b、31b、43b、53b	出射面
2、12、22、32、42a、42b、52a、52b	光學軸
3、13、23、33、43、53	偏光面之方向
41a、41b、51a、51b	水晶波長板
60	光拾取裝置
61、81、101	光源
62	繞射光柵
63、87a、87b、87c、105、109、113	偏光光束分光器
64	準直透鏡
65	光碟
66	鏡
68	物鏡
69	光檢測器
70	監控用光檢測器
80	液晶投影器

82a、82b	積分透鏡
83、102	偏光轉換元件
84	冷光鏡
85a、85b、103	分色鏡
86	折返鏡
89a、89b、89c、107、110、111	反射型液晶顯示元件
90	正交稜鏡
91、114	投影透鏡
92	螢幕
104	偏光板
100	反射型液晶顯示裝置
108、112	偏光旋轉元件



## 七、申請專利範圍：

1.一種 1/4 波長板，其係由具有雙折射性以及旋光性之無機材料之結晶板所形成，對自上述結晶板之入射面所入射之直線偏光進行轉換後作為圓偏光，而自上述結晶板之出射面出射，或者對自上述結晶板之入射面所入射之圓偏光進行轉換後作為直線偏光，而自上述結晶板之出射面出射，其特徵在於：

將立於上述結晶板之上上述入射面上之法線、與上述結晶板之光學軸所成之角度  $\phi$  設定為  $0^\circ < \phi < 90^\circ$  之範圍，

將上述光學軸投影於上述結晶板之上上述入射面上之光學軸投影線、與上述直線偏光之偏光面所成之光學軸方位角  $\theta$  設定為  $0^\circ < \theta < 90^\circ$  且  $\theta \neq 45^\circ$ 、或  $90^\circ < \theta < 180^\circ$  且  $\theta \neq 135^\circ$  之範圍。

2.如申請專利範圍第 1 項之 1/4 波長板，其中，上述結晶板係由水晶構成，於上述水晶為右旋水晶之情況下，將上述光學軸方位角  $\theta$  設定為  $0^\circ < \theta < 45^\circ$ ，將由上述水晶之雙折射性所致之相位差  $\Gamma$  設定為  $\Gamma > 90^\circ$ ；而於上述水晶為左旋水晶之情況下，將上述光學軸方位角  $\theta$  設定為  $45^\circ < \theta < 90^\circ$ ，將由上述水晶之雙折射性所致之相位差  $\Gamma$  設定為  $\Gamma < 90^\circ$ 。

3.如申請專利範圍第 1 項之 1/4 波長板，其中，上述結晶板係由水晶構成，於上述水晶為右旋水晶之情況下，將上述

光學軸方位角  $\theta$  設定為  $90^\circ < \theta < 135^\circ$ ，將由上述水晶之雙折射性所致之相位差  $\Gamma$  設定為  $\Gamma > 90^\circ$ ；而於上述水晶為左旋水晶之情況下，將上述光學軸方位角  $\theta$  設定為  $135^\circ < \theta < 180^\circ$ ，將由上述水晶之雙折射性所致之相位差  $\Gamma$  設定為  $\Gamma < 90^\circ$ 。

4.如申請專利範圍第 2 項之 1/4 波長板，其中，將上述角度  $\phi$  設定為  $5^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$  之範圍，於上述水晶為右旋水晶之情況下，設定上述光學軸方位角  $\theta$  為  $\theta = 45^\circ - a$ 、上述相位差  $\Gamma$  為  $\Gamma = 90^\circ + b$  時，或於上述水晶為左旋水晶之情況下，設定上述光學軸方位角  $\theta$  為  $\theta = 45^\circ + a$ 、上述相位差  $\Gamma$  為  $\Gamma = 90^\circ - b$  時，分別滿足  $1^\circ \leq a \leq 30^\circ$  以及  $0^\circ \leq b \leq 12^\circ$ 。

5.如申請專利範圍第 3 項之 1/4 波長板，其中，將上述角度  $\phi$  設定為  $5^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$  之範圍，於上述水晶為右旋水晶之情況下，設定上述光學軸方位角  $\theta$  為  $\theta = 135^\circ - a$ 、上述相位差  $\Gamma$  為  $\Gamma = 90^\circ + b$  時，或於上述水晶為左旋水晶之情況下，設定上述光學軸方位角  $\theta$  為  $\theta = 135^\circ + a$ 、上述相位差  $\Gamma$  為  $\Gamma = 90^\circ - b$  時，分別滿足  $1^\circ \leq a \leq 30^\circ$  以及  $0^\circ \leq b \leq 12^\circ$ 。

6.如申請專利範圍第 4 或 5 項之 1/4 波長板，其中，

上述  $a$ 、 $b$  滿足

下式

[數 1]



$$a = \sum_{k=1}^6 A_k \varphi^k$$

其中

$$A_1 = 24.3633333343$$

$$A_2 = -6.0380000004$$

$$A_3 = 0.6068333334$$

$$A_4 = -0.0303000000$$

$$A_5 = 0.0007453333$$

$$A_6 = -0.0000072000$$

與下式

[數 2]

$$b = \sum_{k=1}^6 B_k \varphi^k$$

其中

$$B_1 = 12.8166666674$$

$$B_2 = -3.5807222225$$

$$B_3 = 0.3900833334$$

$$B_4 = -0.0206388889$$

$$B_5 = 0.0005300000$$

$$B_6 = -0.0000052889。$$

7.一種光拾取裝置，其特徵在於，其包括：光源；物鏡，其將自上述光源所出射之光聚光於記錄媒體上；檢測器，其

檢測由上述記錄媒體所反射之光；以及申請專利範圍第 1 至 6 項中任一項之  $1/4$  波長板，其配置於上述光源與上述物鏡間之光路中。

8. 一種反射型液晶顯示裝置，其特徵在於，其包括：光源；色分解光學系統，其將自上述光源所出射之光分解為複數個不同顏色之光；複數個偏光轉換元件，其等使來自上述色分解光學系統之上述各色之光分別透過；複數個偏光光束分光器，其等使透過上述各偏光轉換元件之光分別透過；複數個反射型液晶顯示元件，其等使透過上述各偏光光束分光器之光分別入射；色合成光學系統，其對由上述各反射型液晶顯示元件所反射之光進行合成；投影透鏡，其使藉由上述色合成光學系統而合成之光投射而成像；以及複數個申請專利範圍第 1 至 6 項中之任一項之  $1/4$  波長板，其等分別配置於上述各反射型液晶顯示元件與上述各偏光光束分光器間之光路中。



八、圖式：

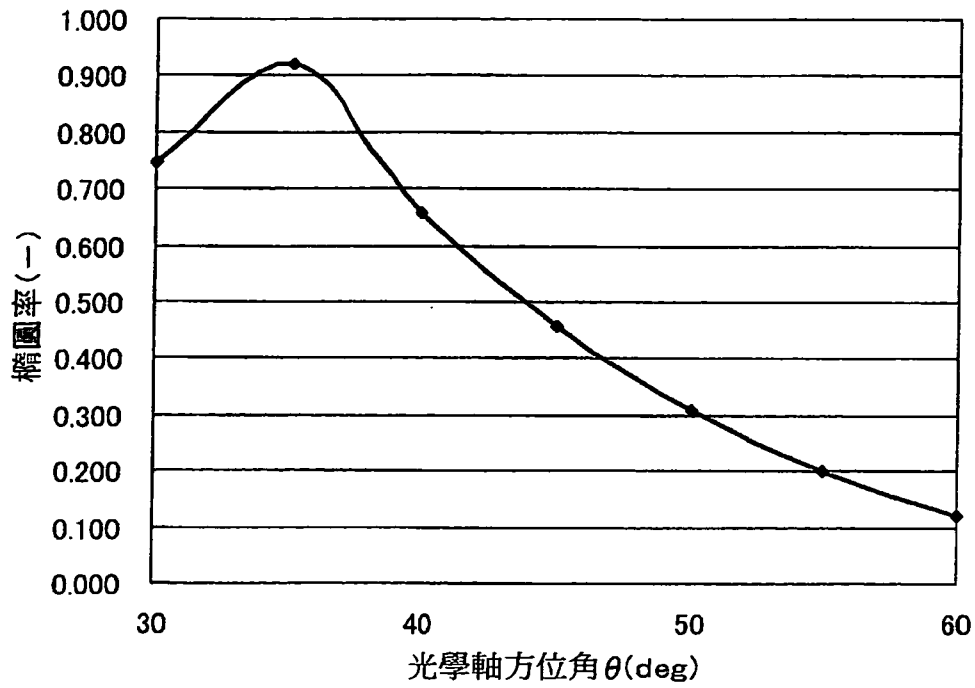


圖1

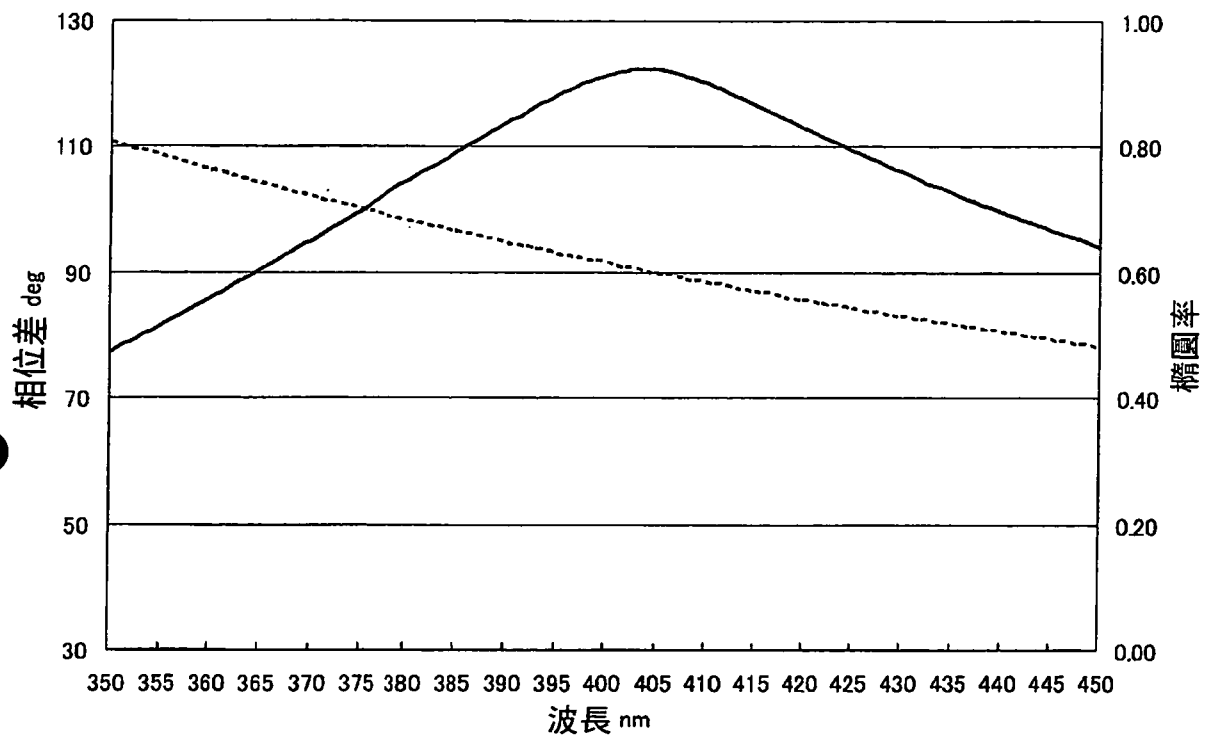


圖2

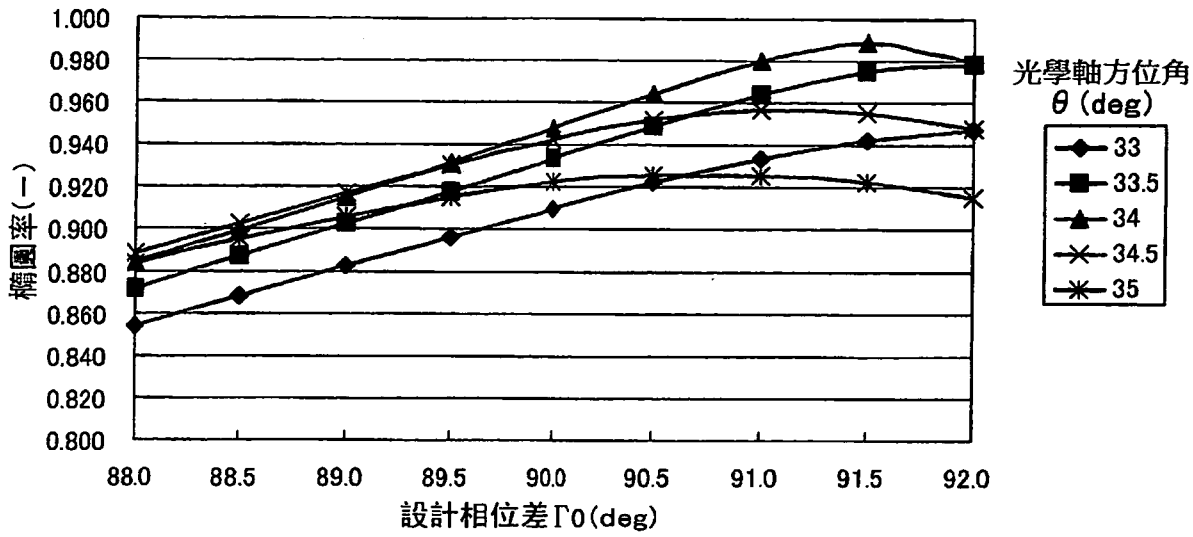


圖3

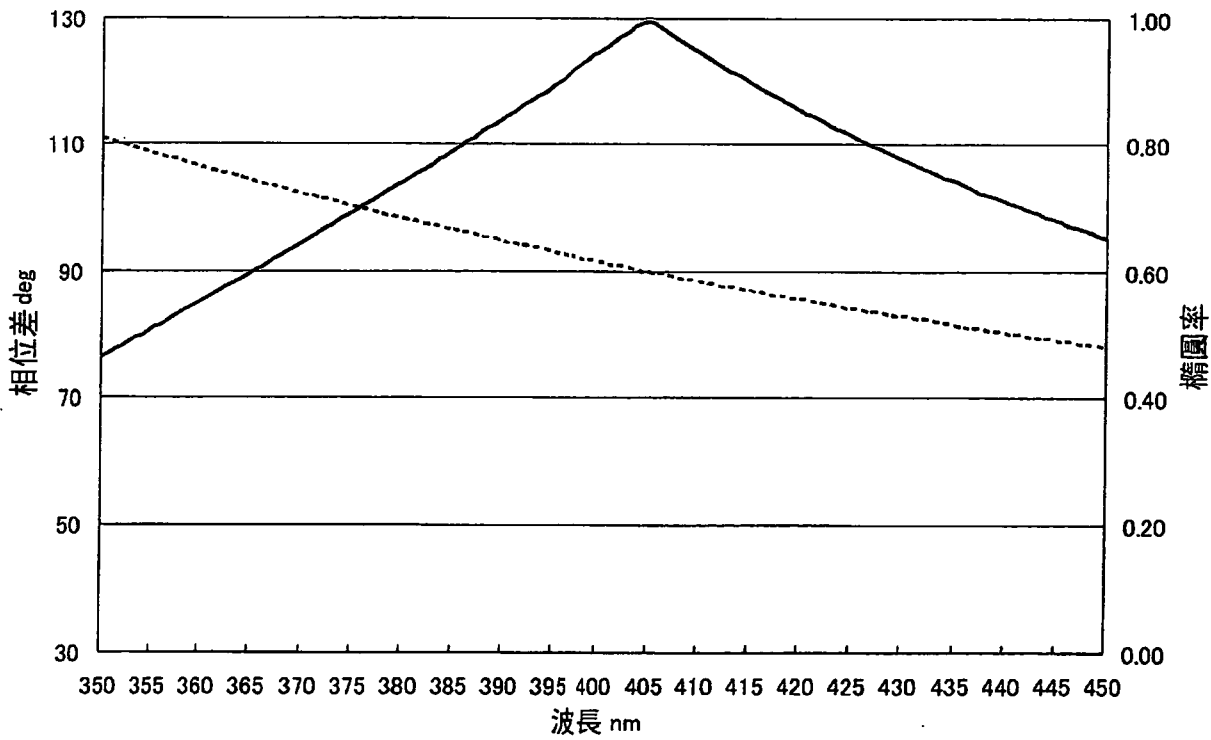


圖4



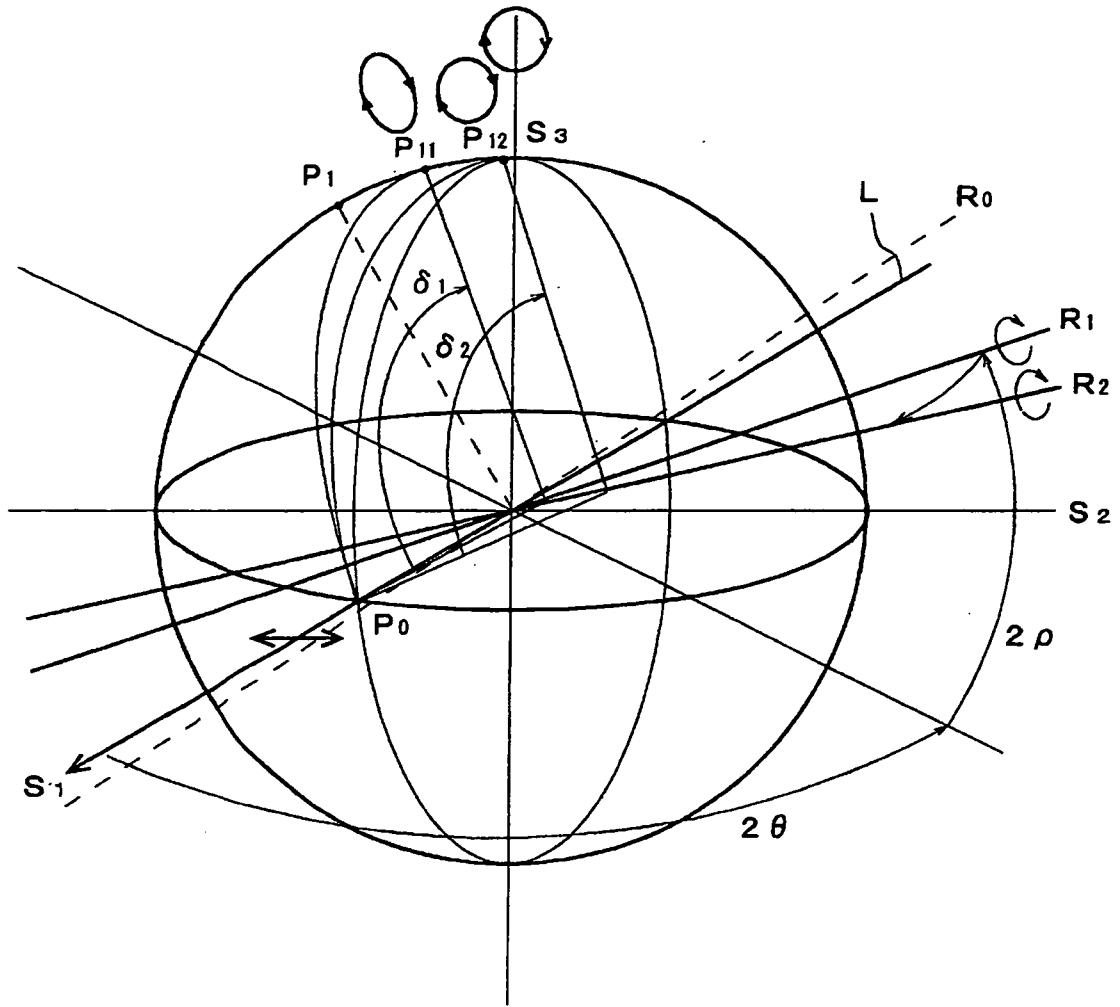
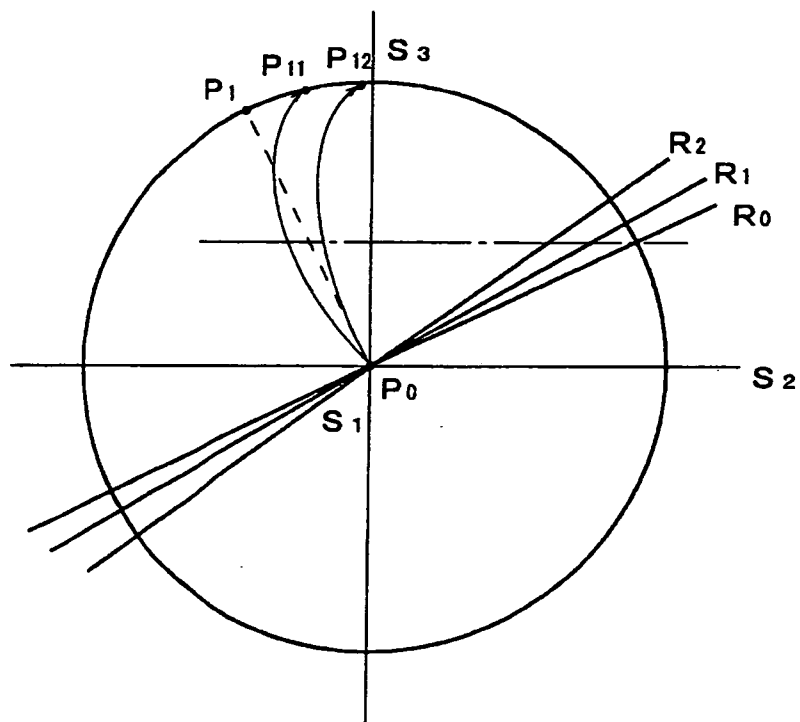


圖5

(A)



(B)

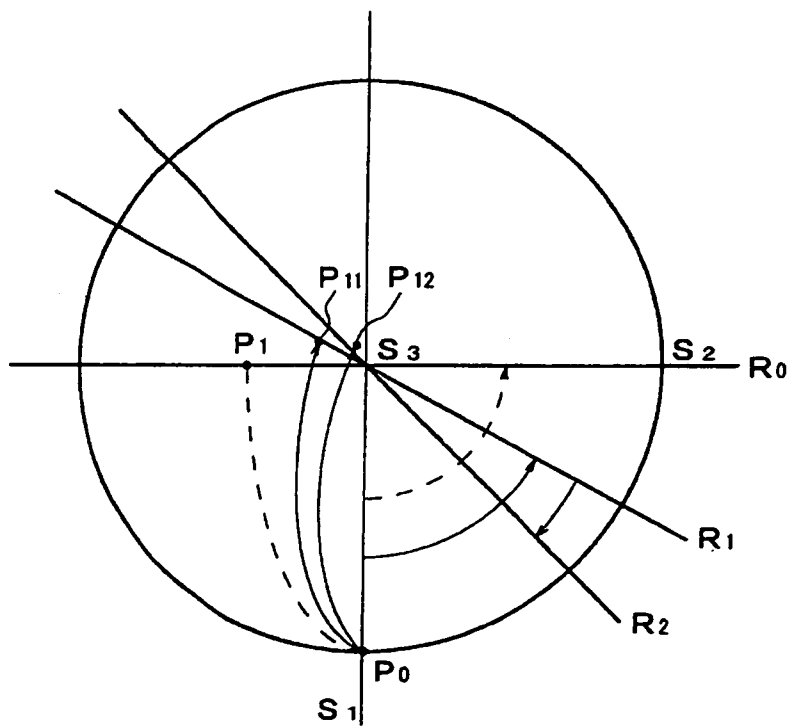


圖6



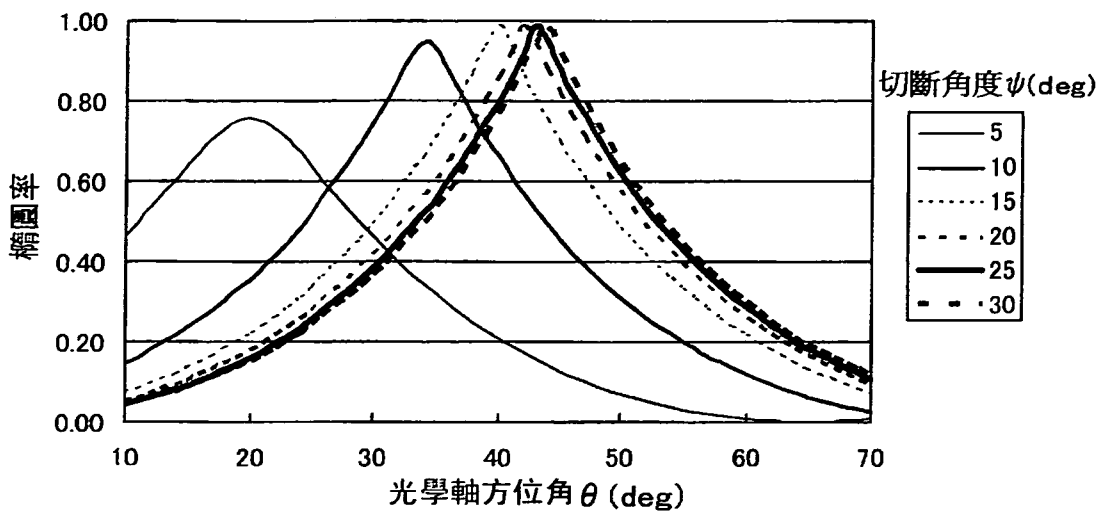
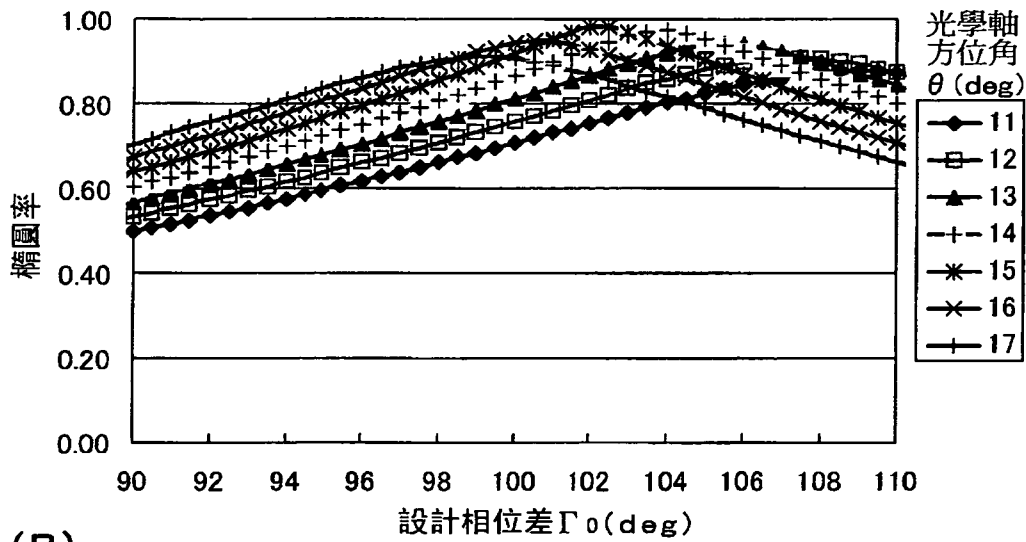


圖 7

(A)



(B)

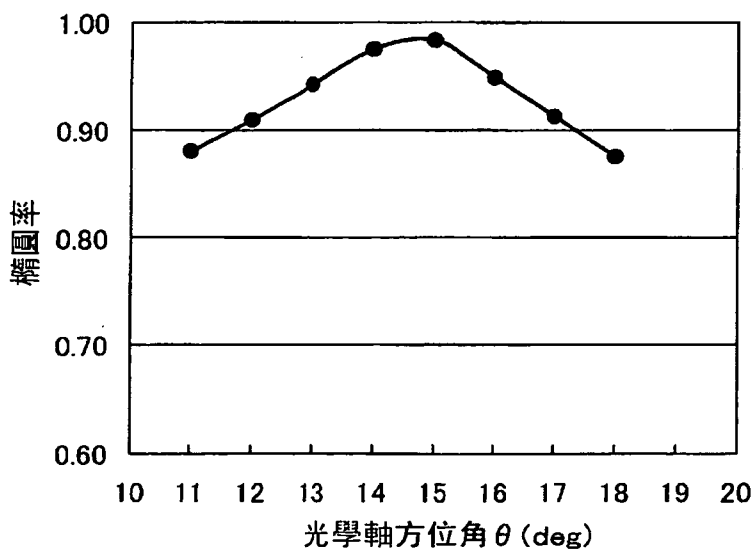


圖 8

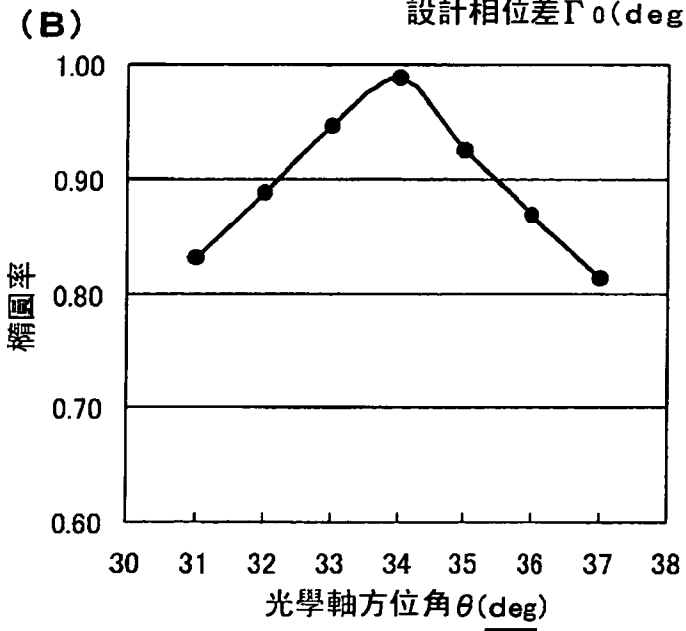
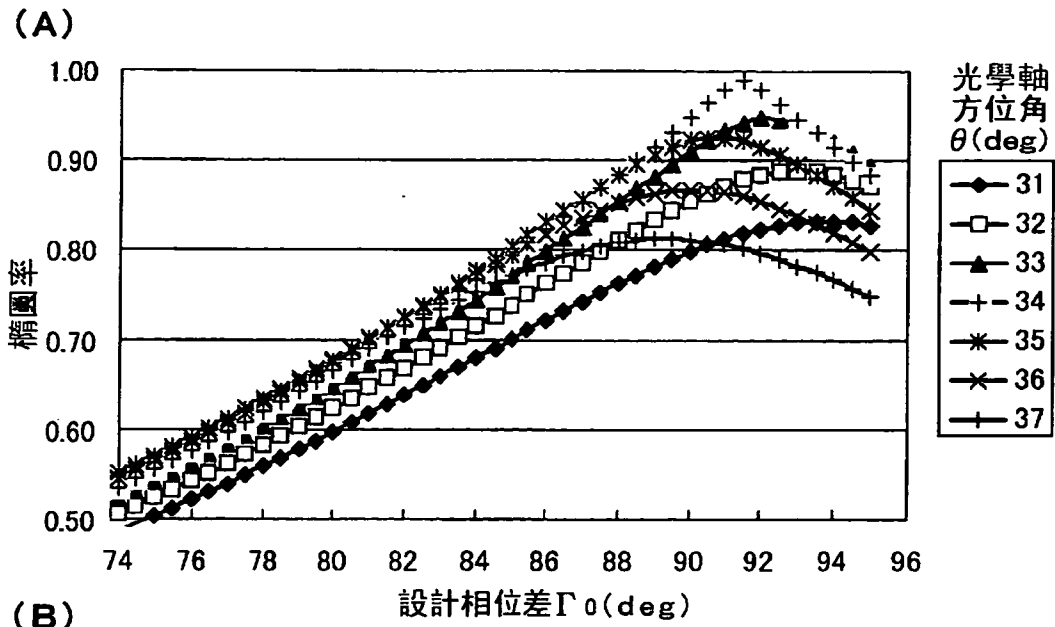


圖9



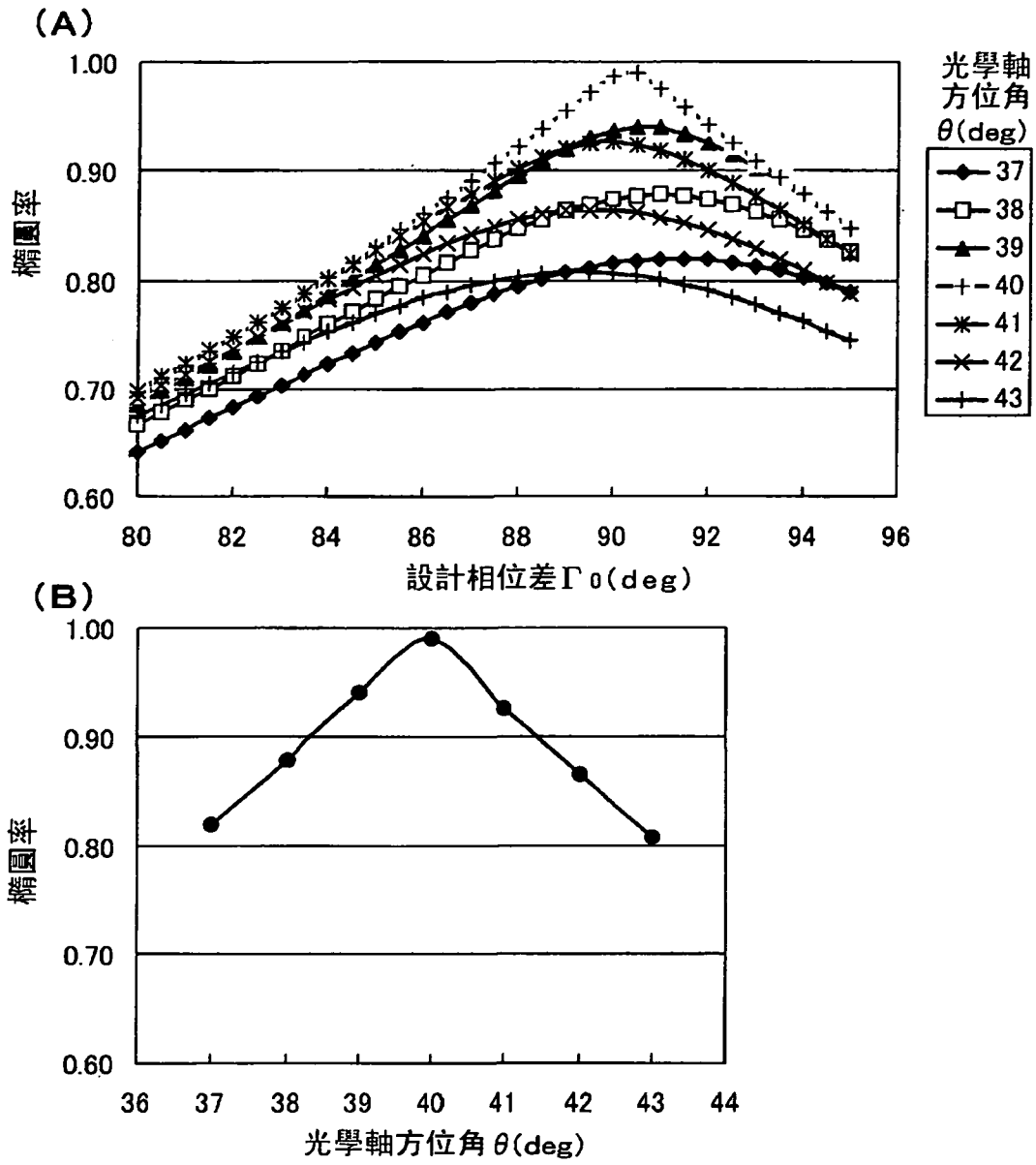


圖 10

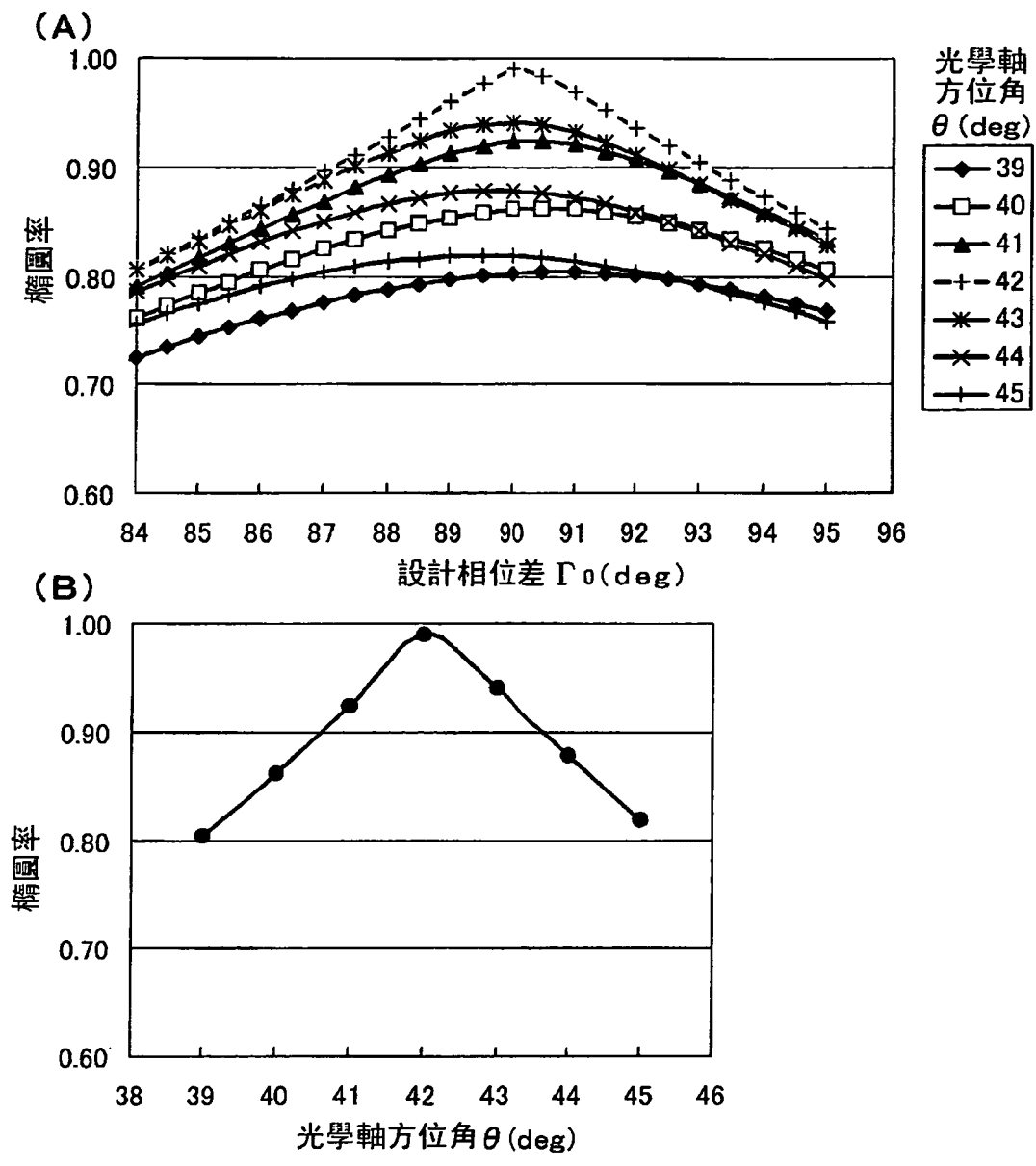


圖11





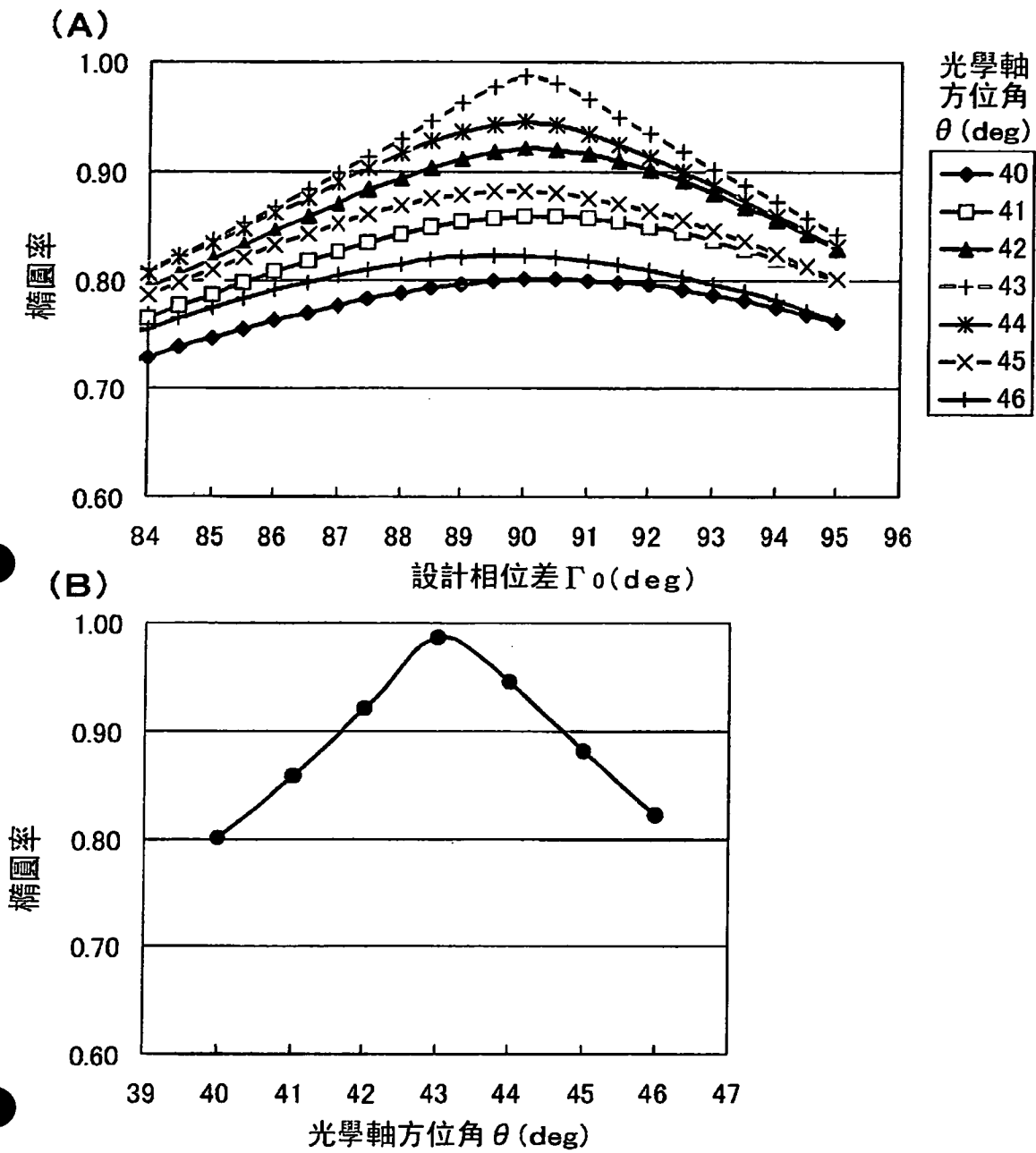


圖12

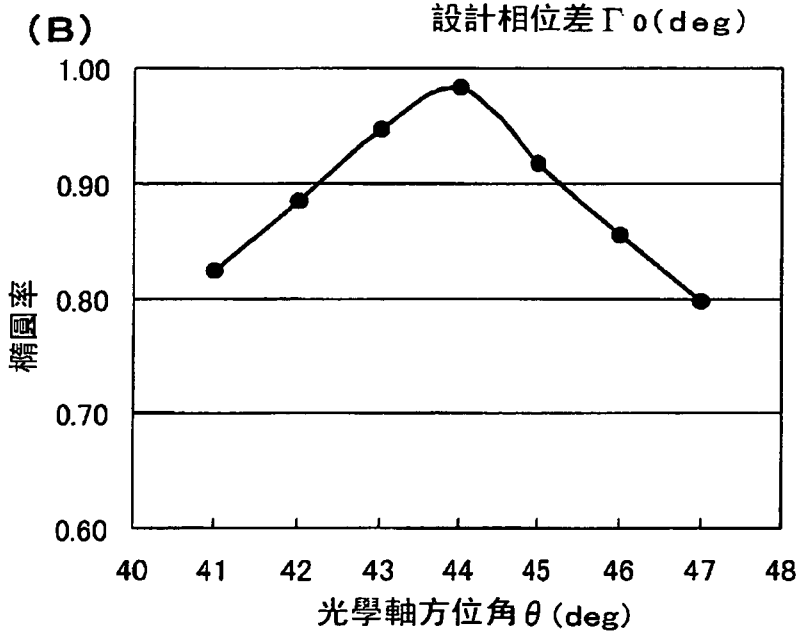
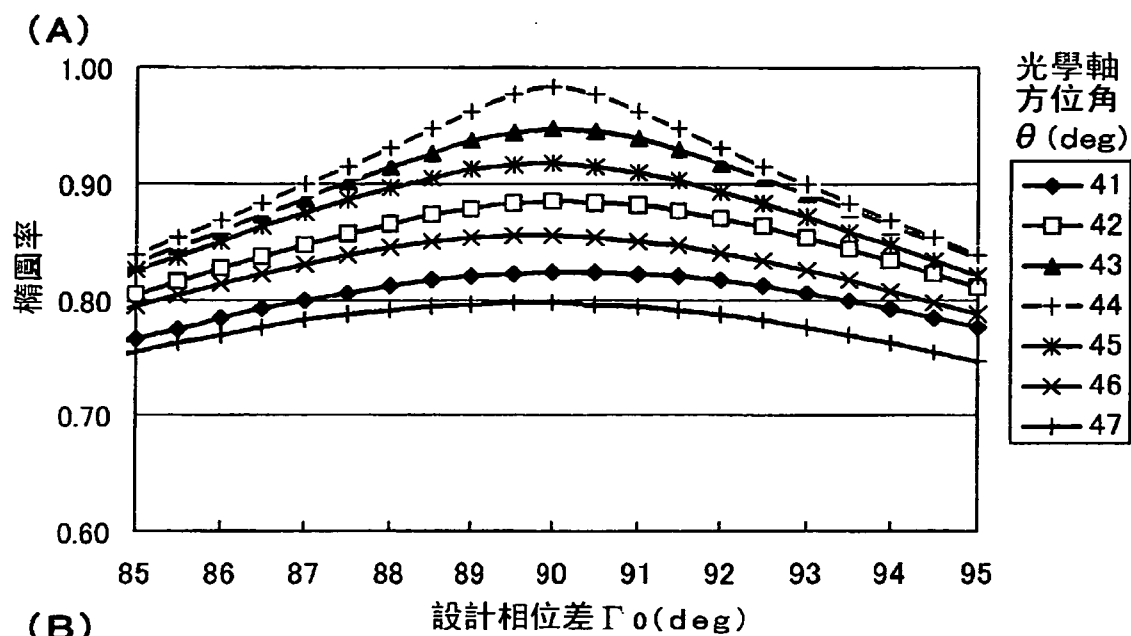


圖 13

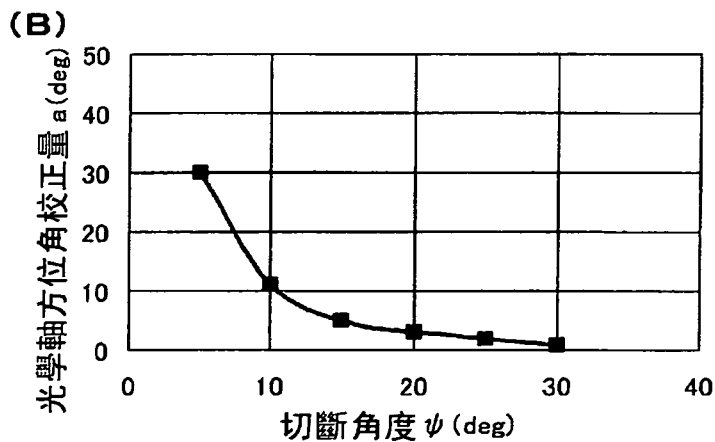
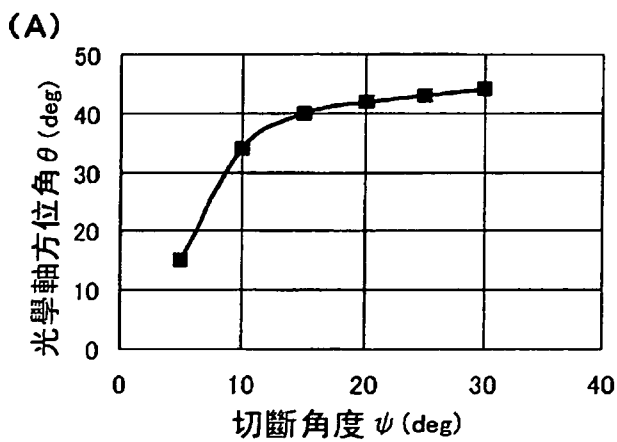


圖 14



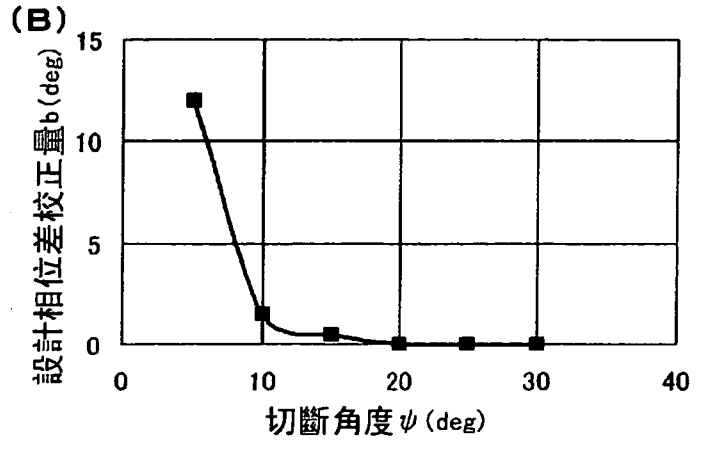
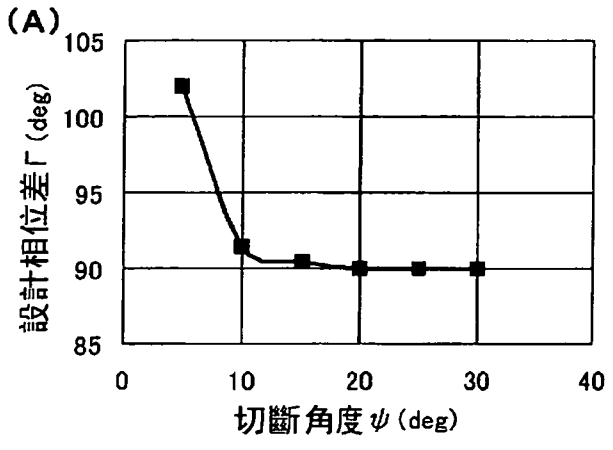


圖 15

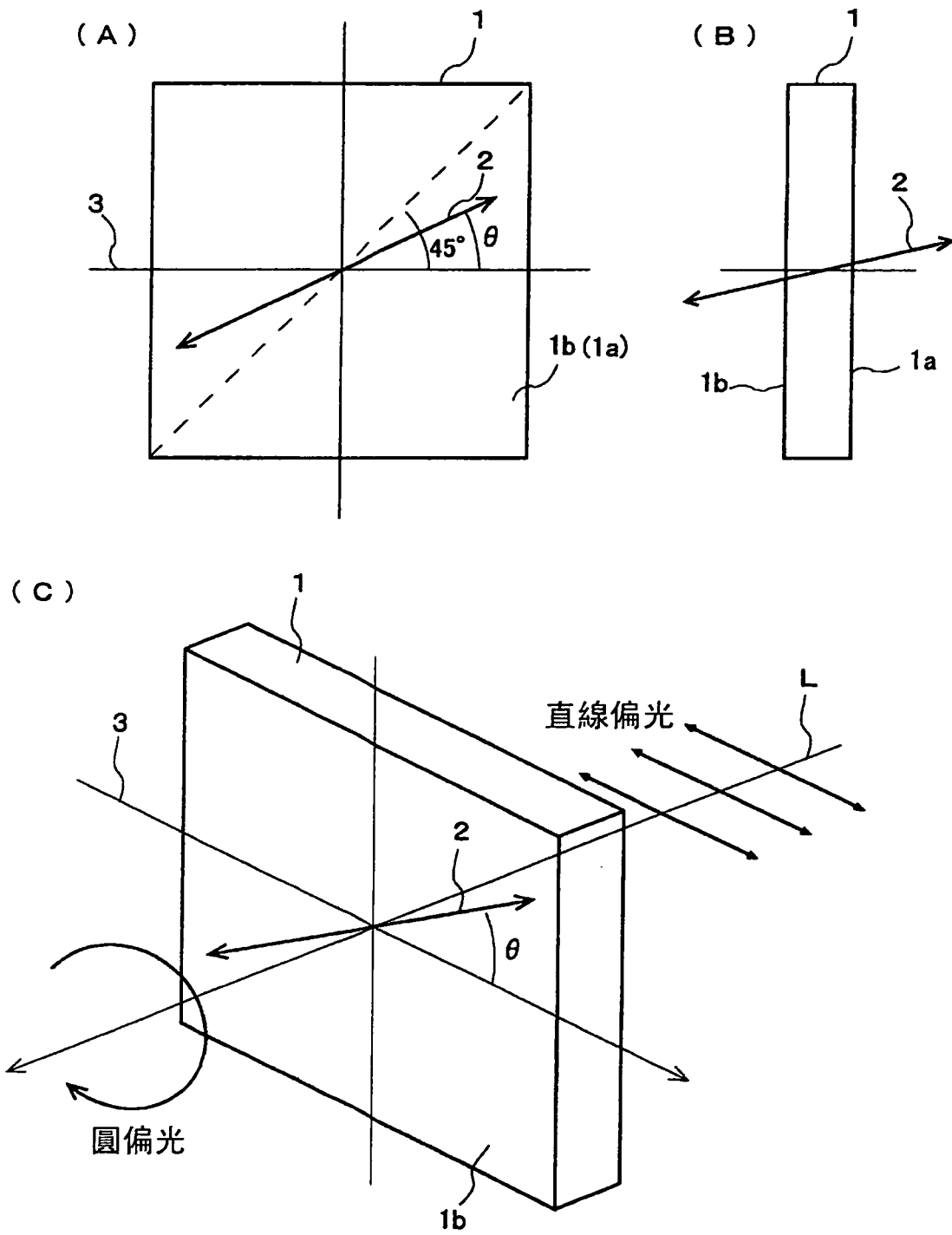


圖 16-1

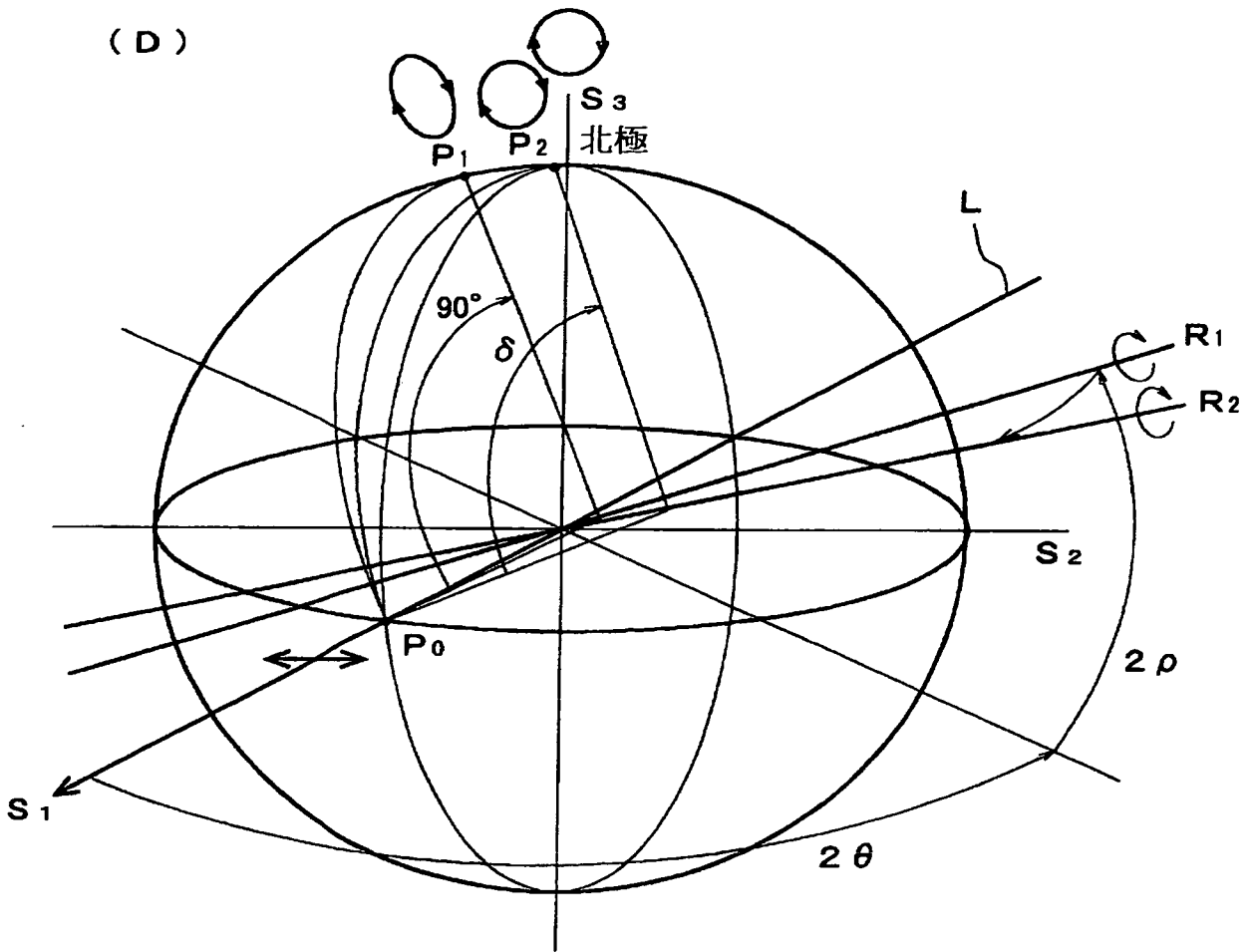


圖16-2

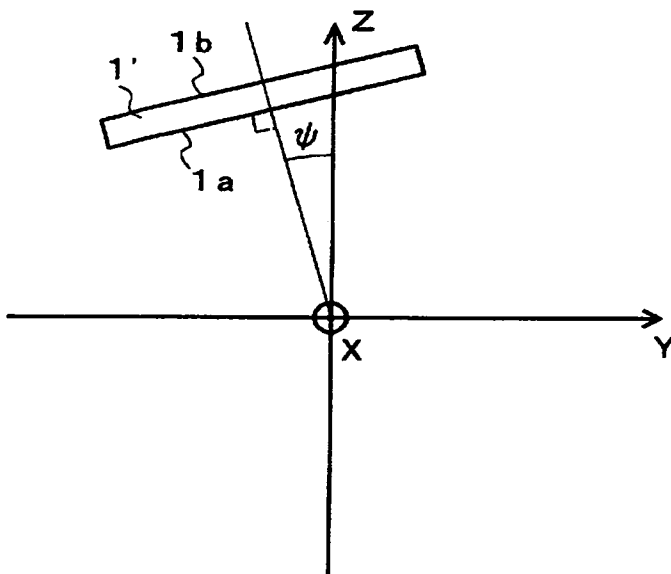


圖17

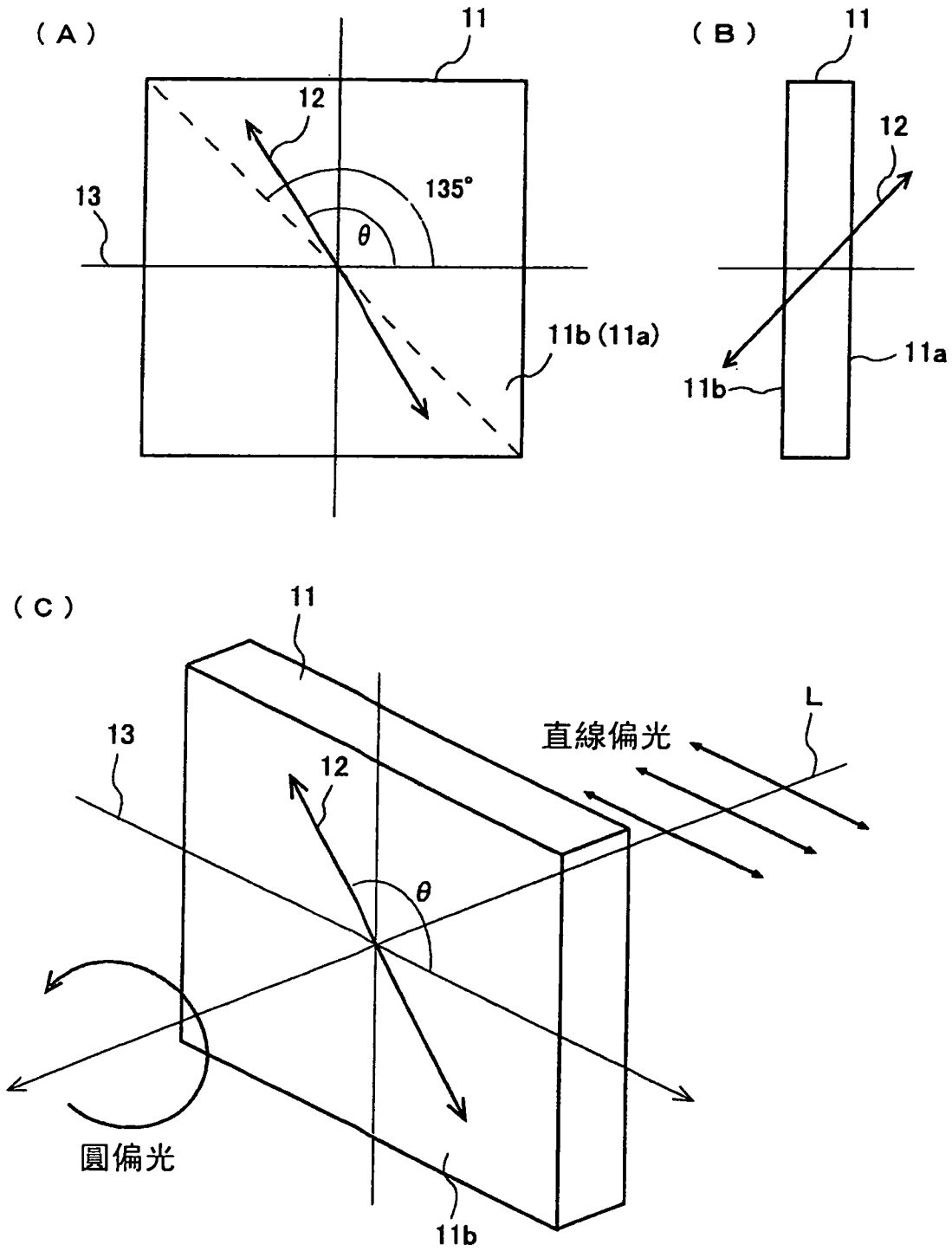


圖 18-1



(D)

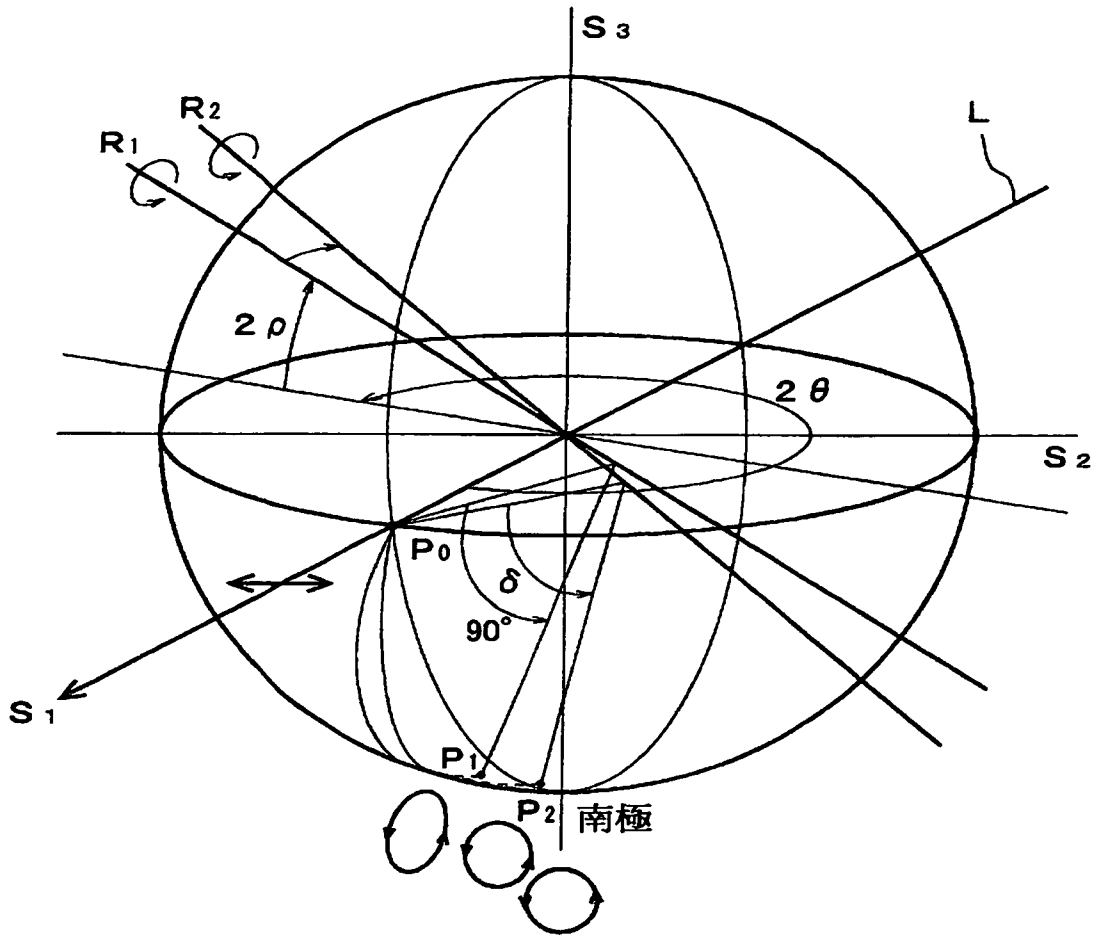


圖18-2

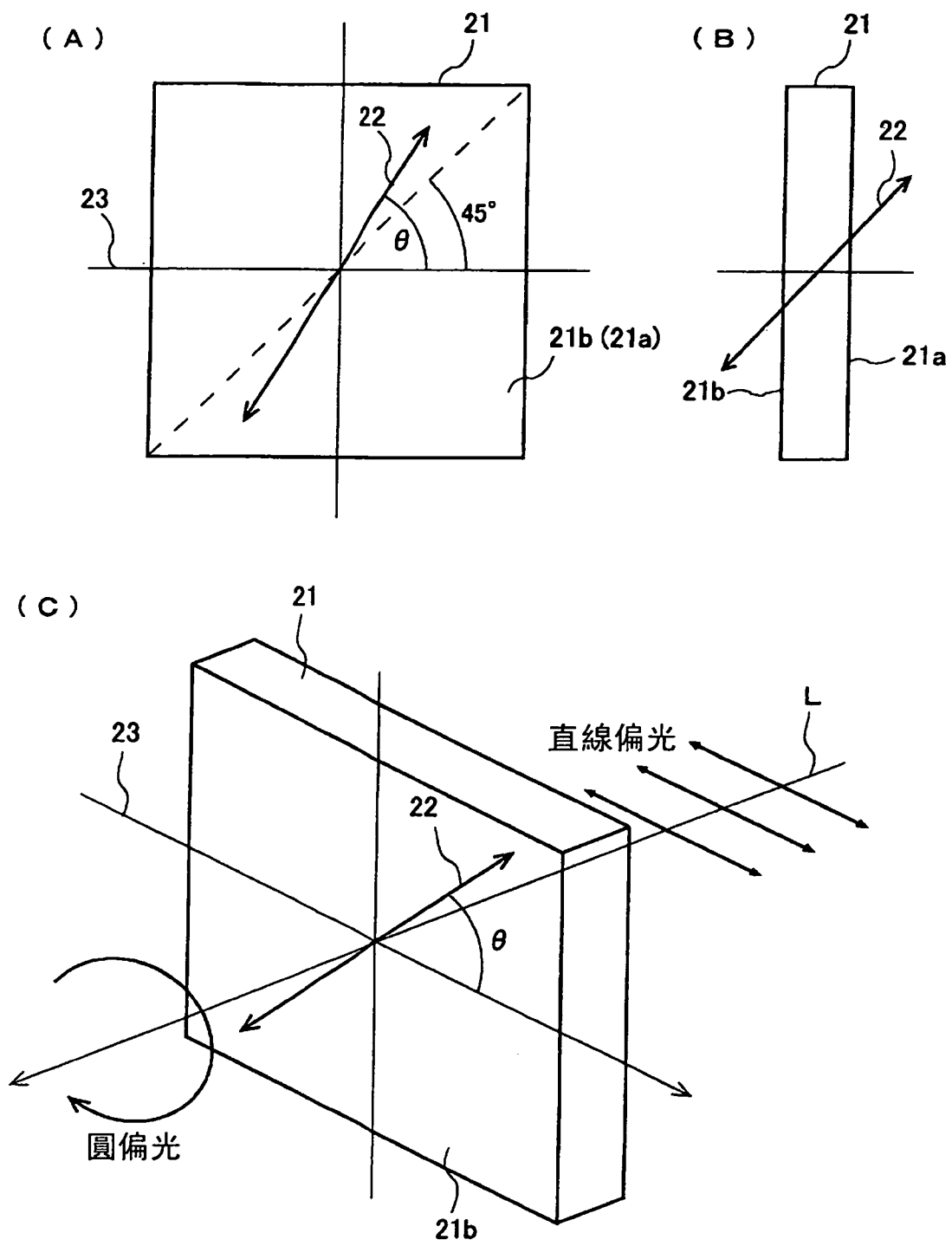


圖 19-1





(D)

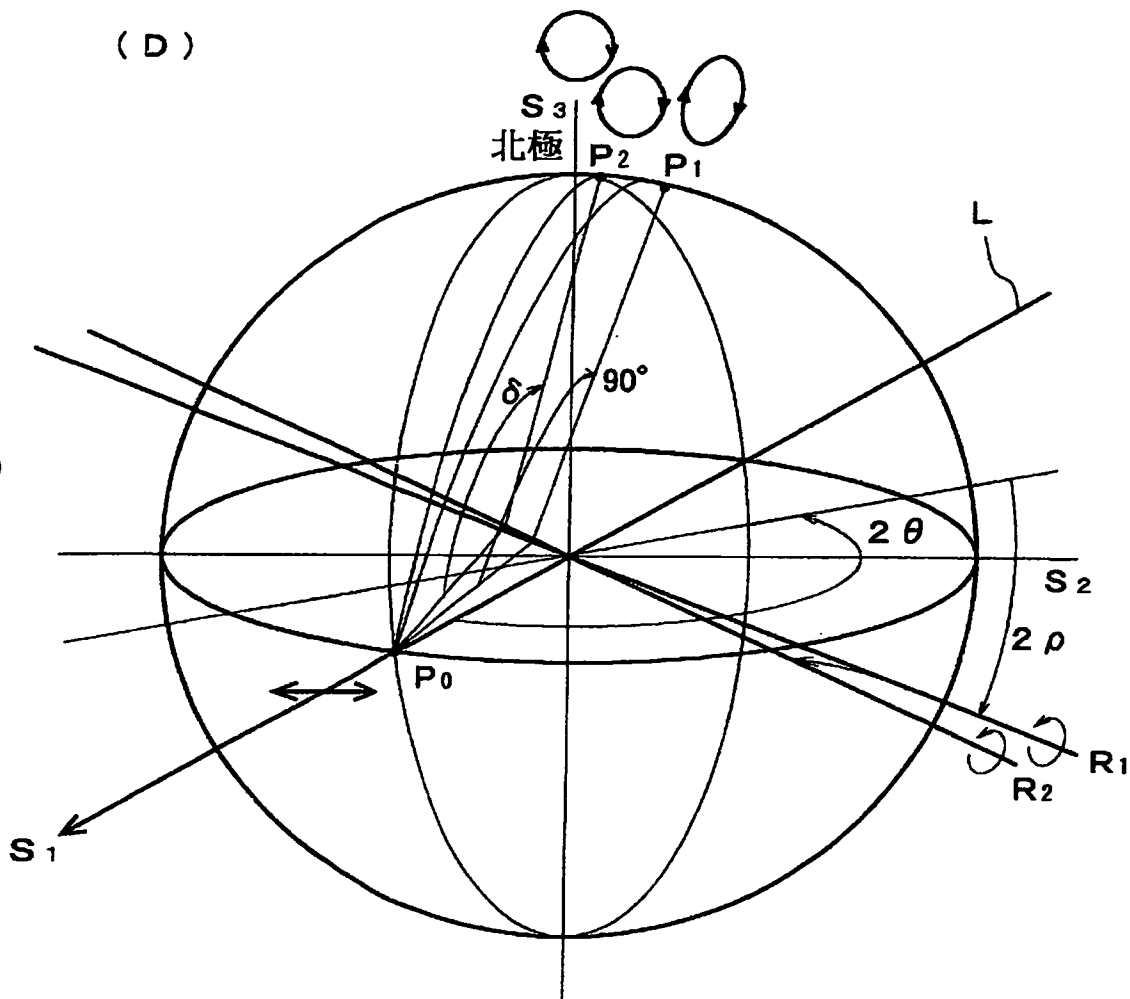


圖19-2

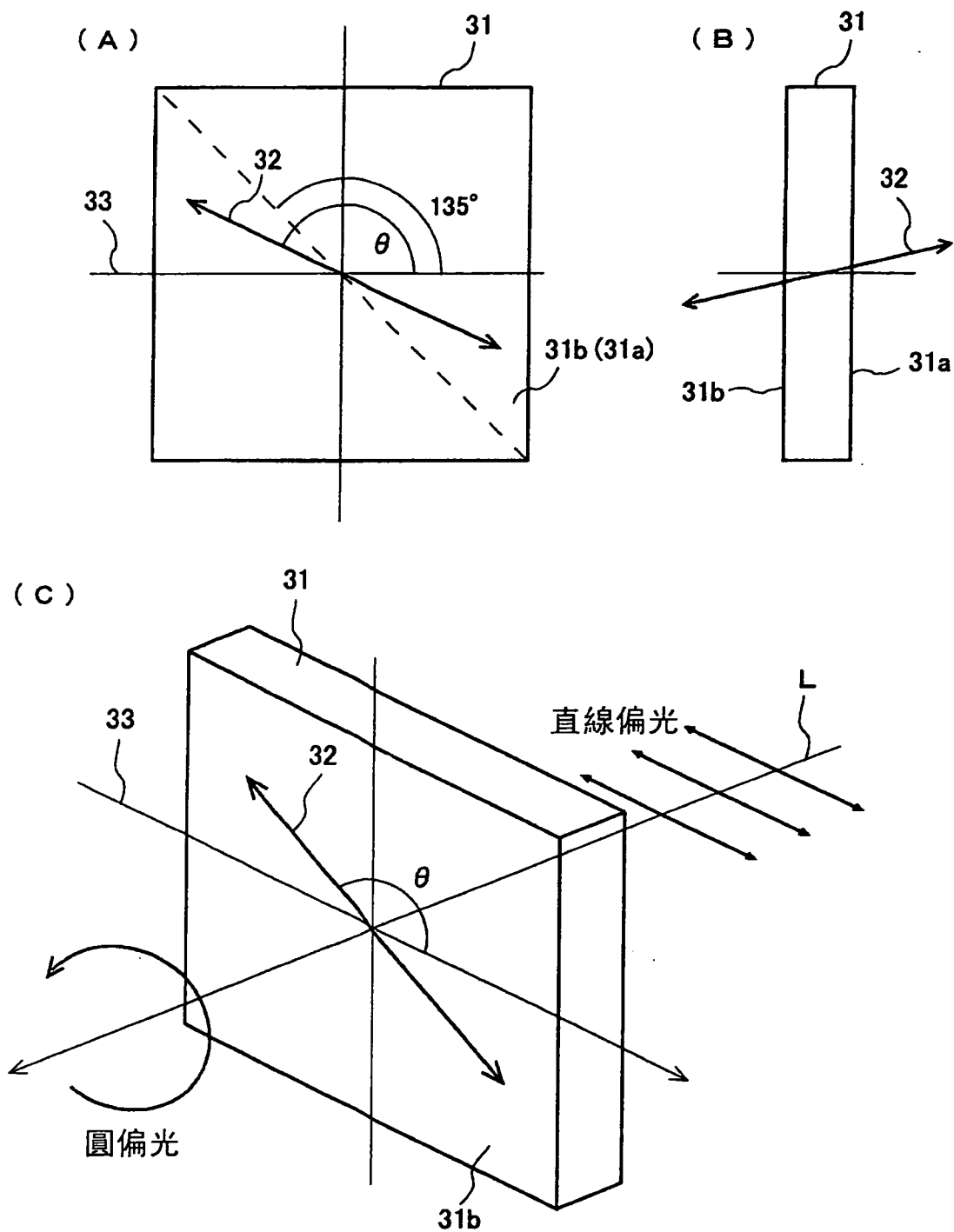


圖 20-1



(D)

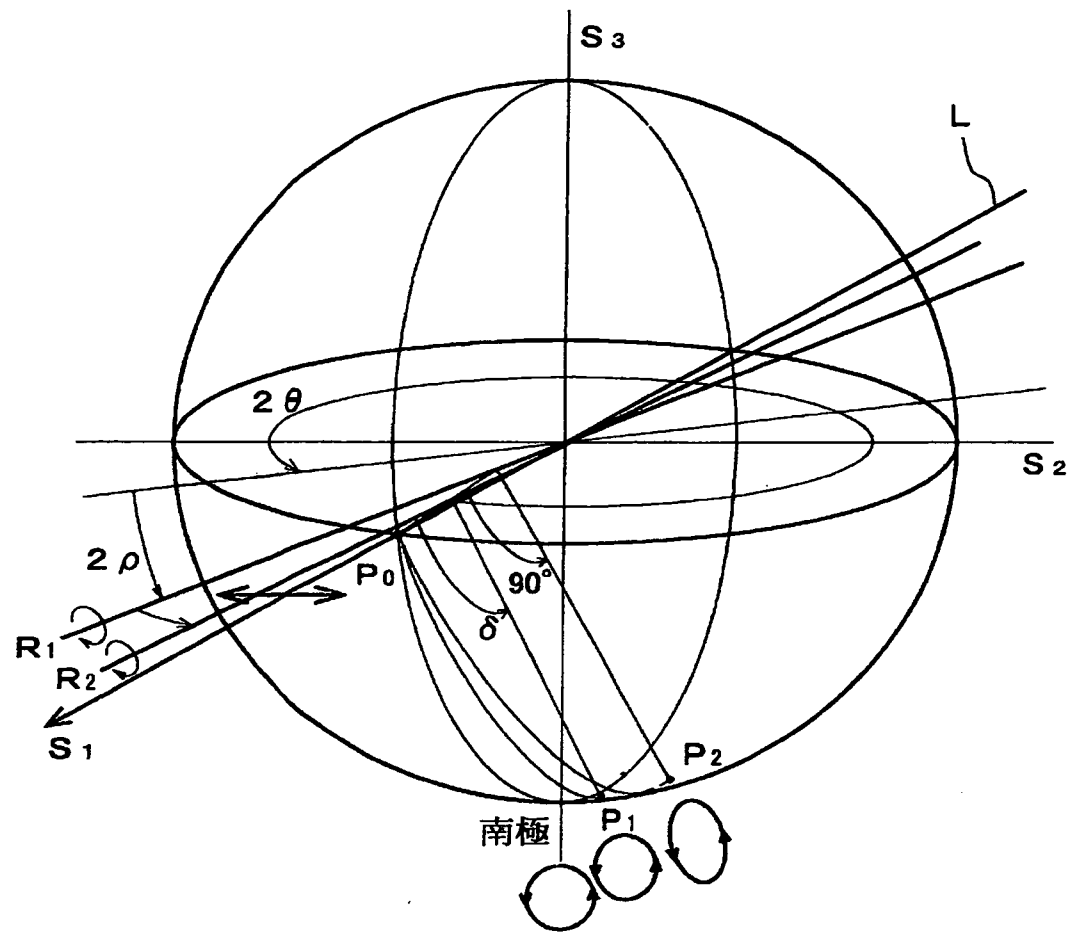
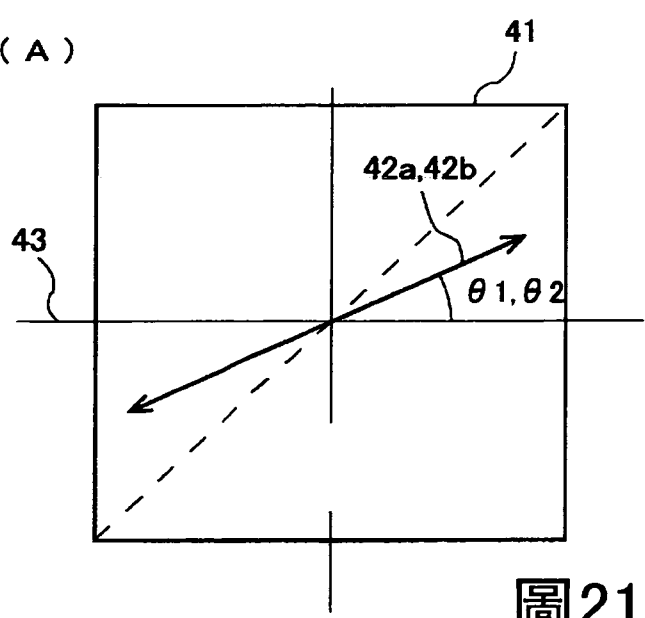


圖20-2

(A)



(B)

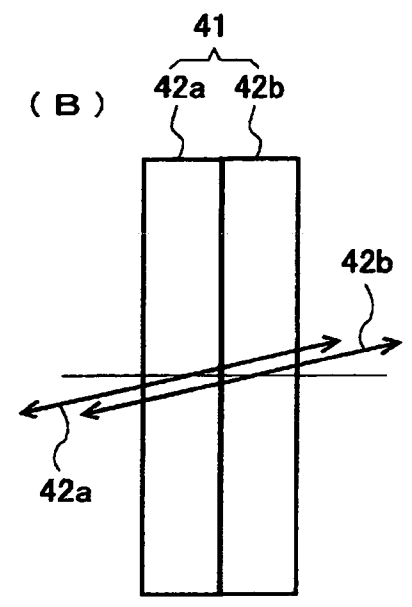


圖21

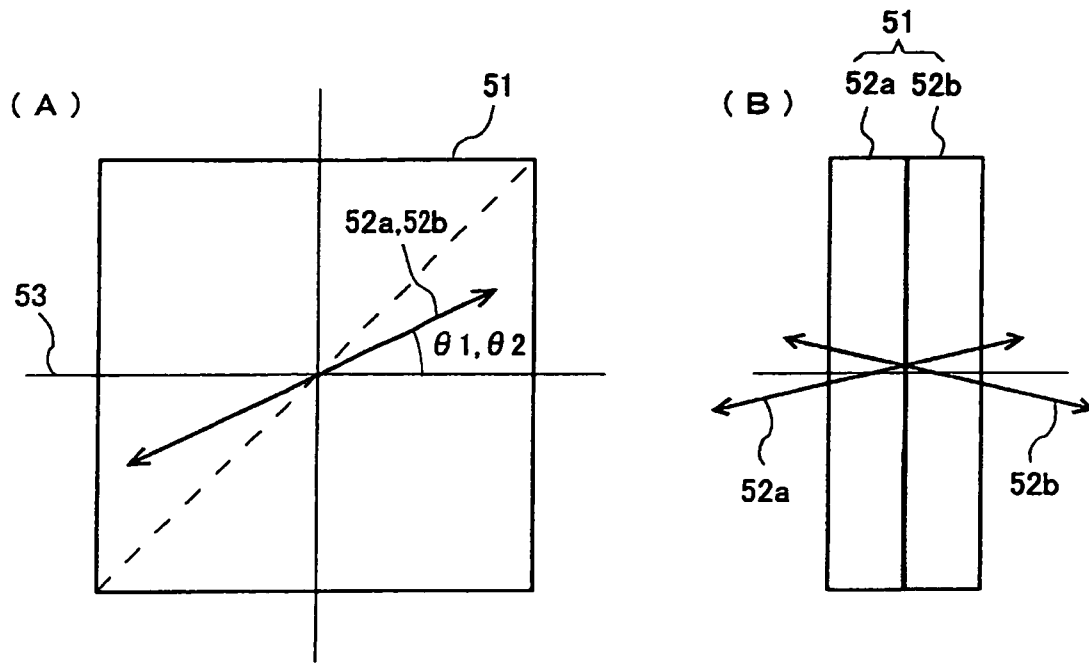


圖 22

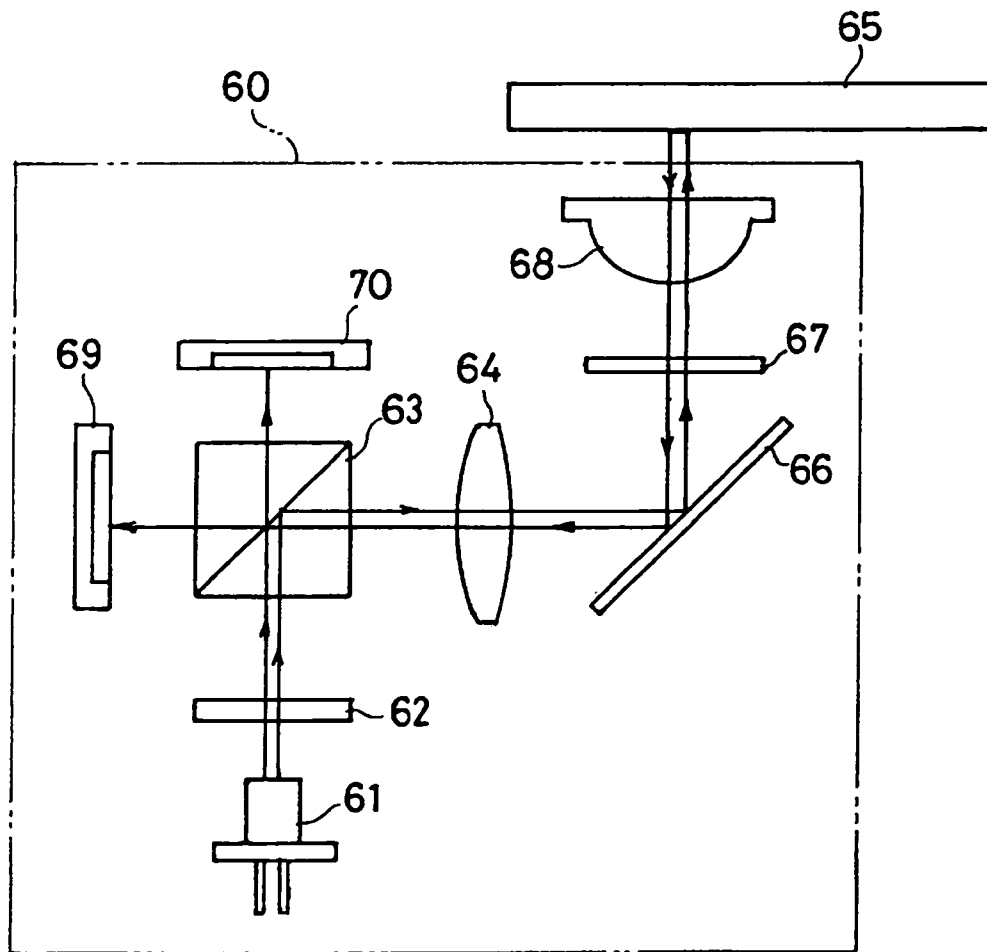


圖 23



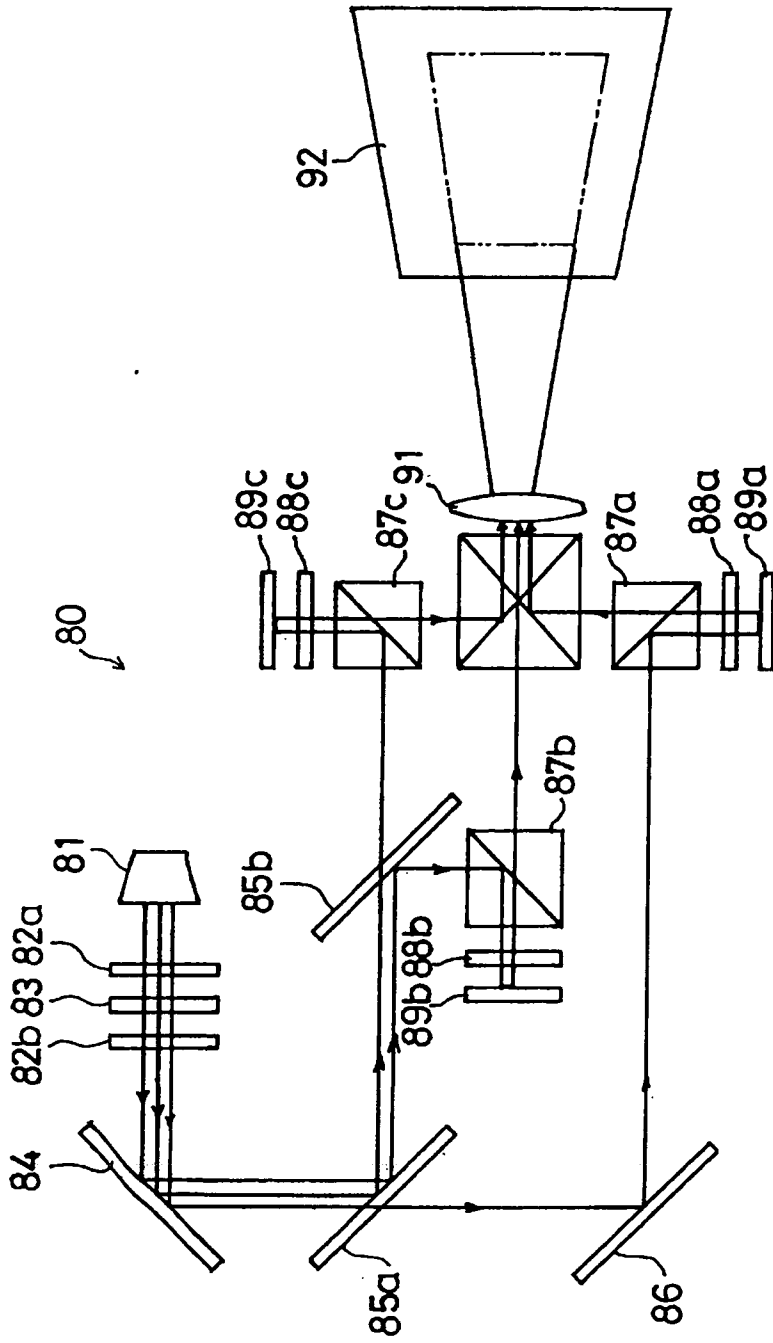


圖24

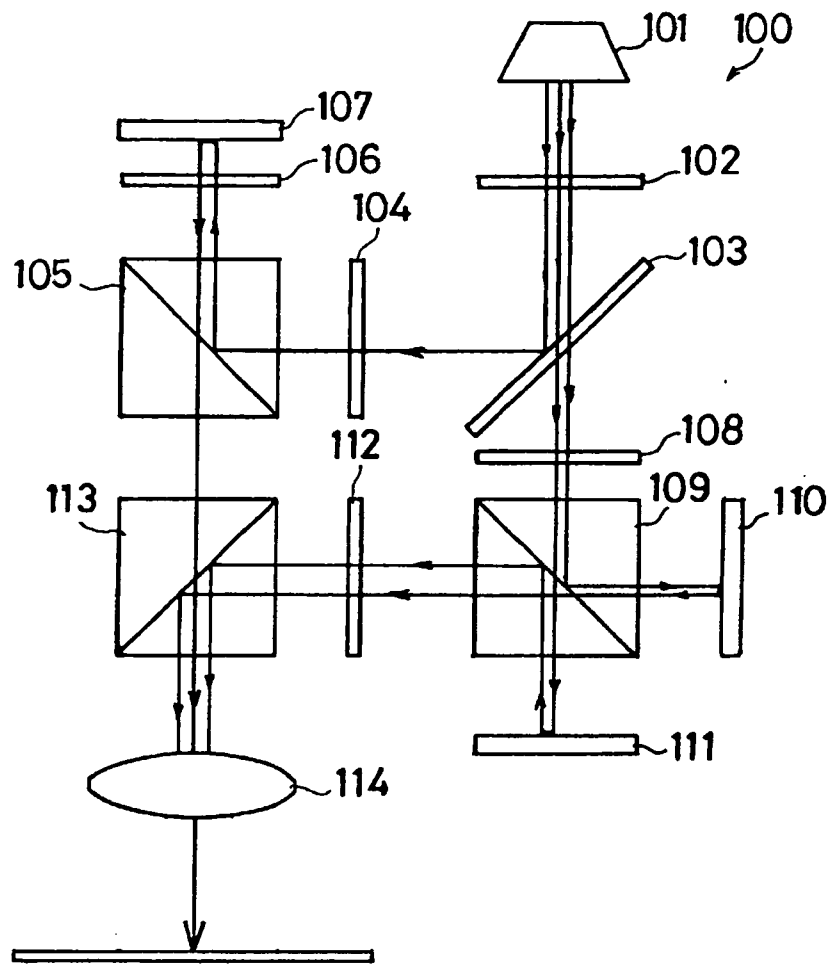


圖 25



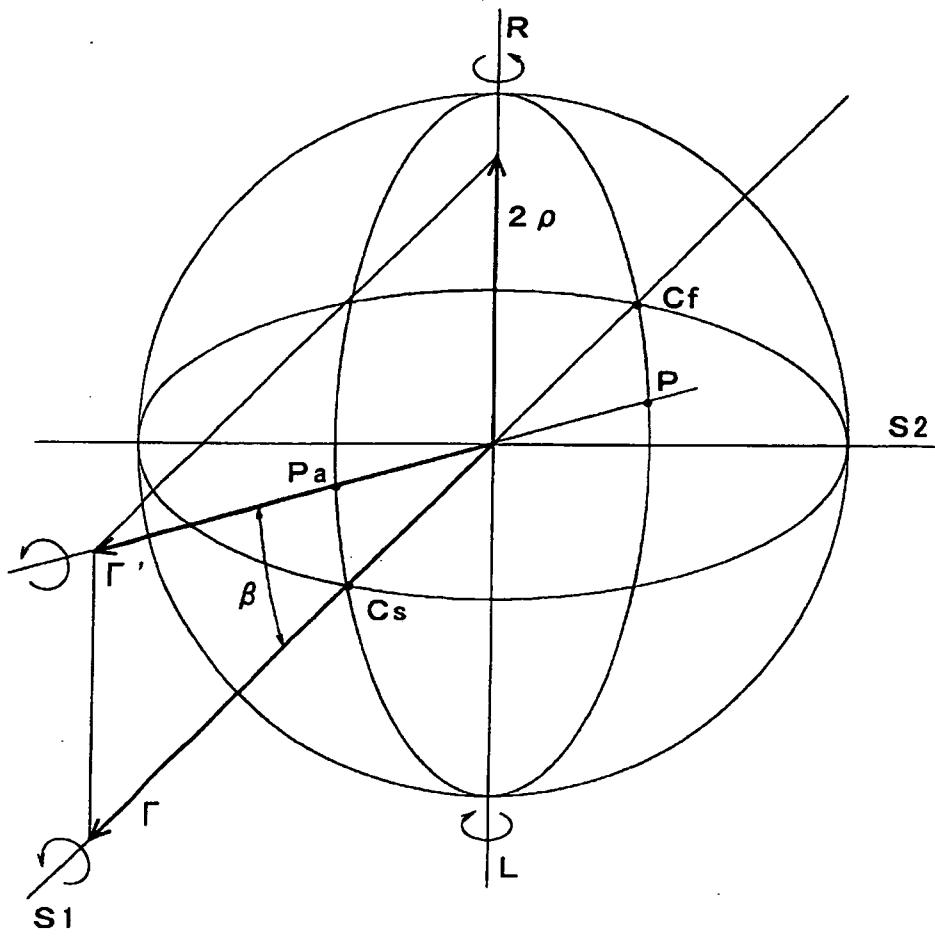


圖26

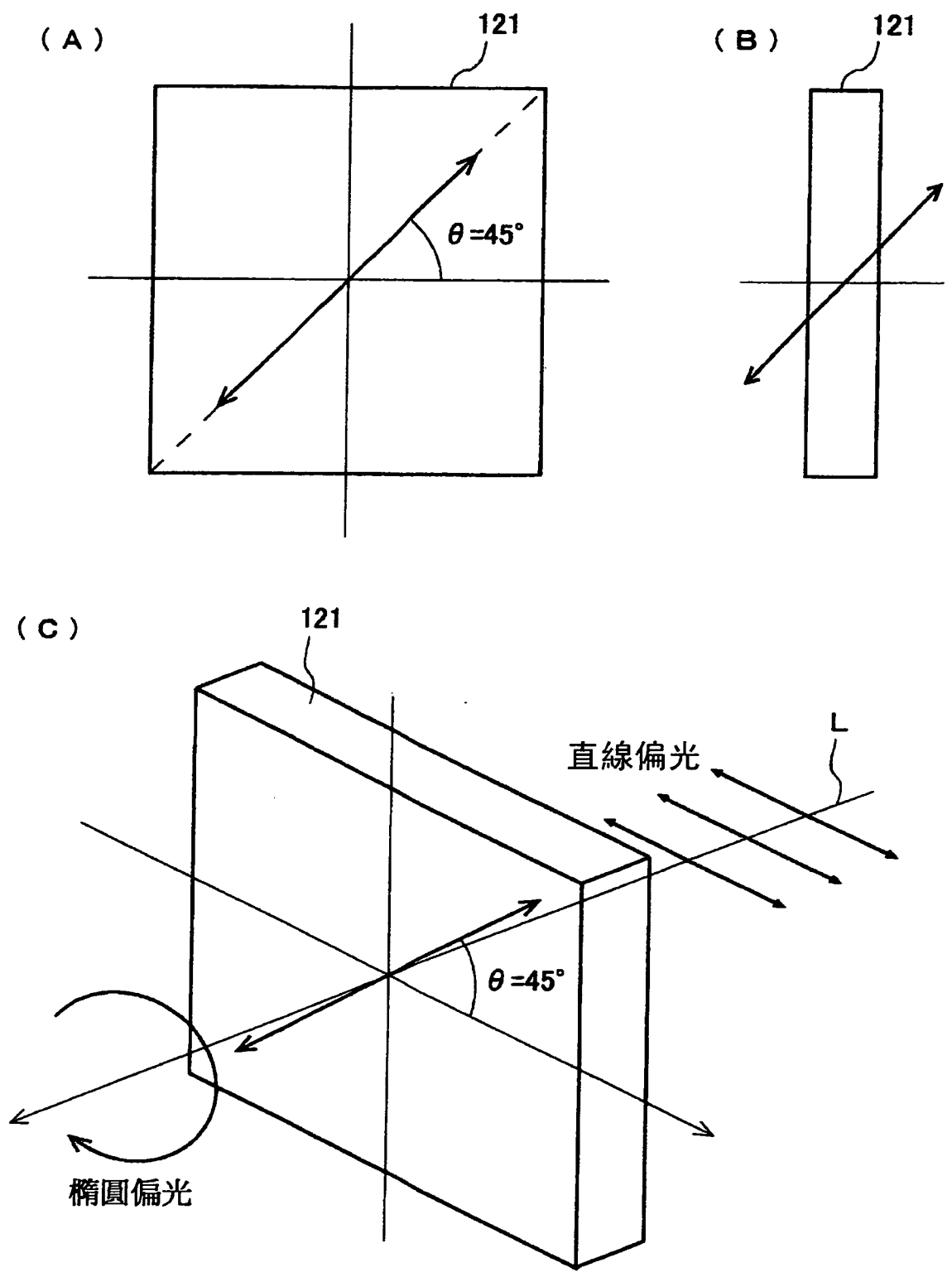


圖27





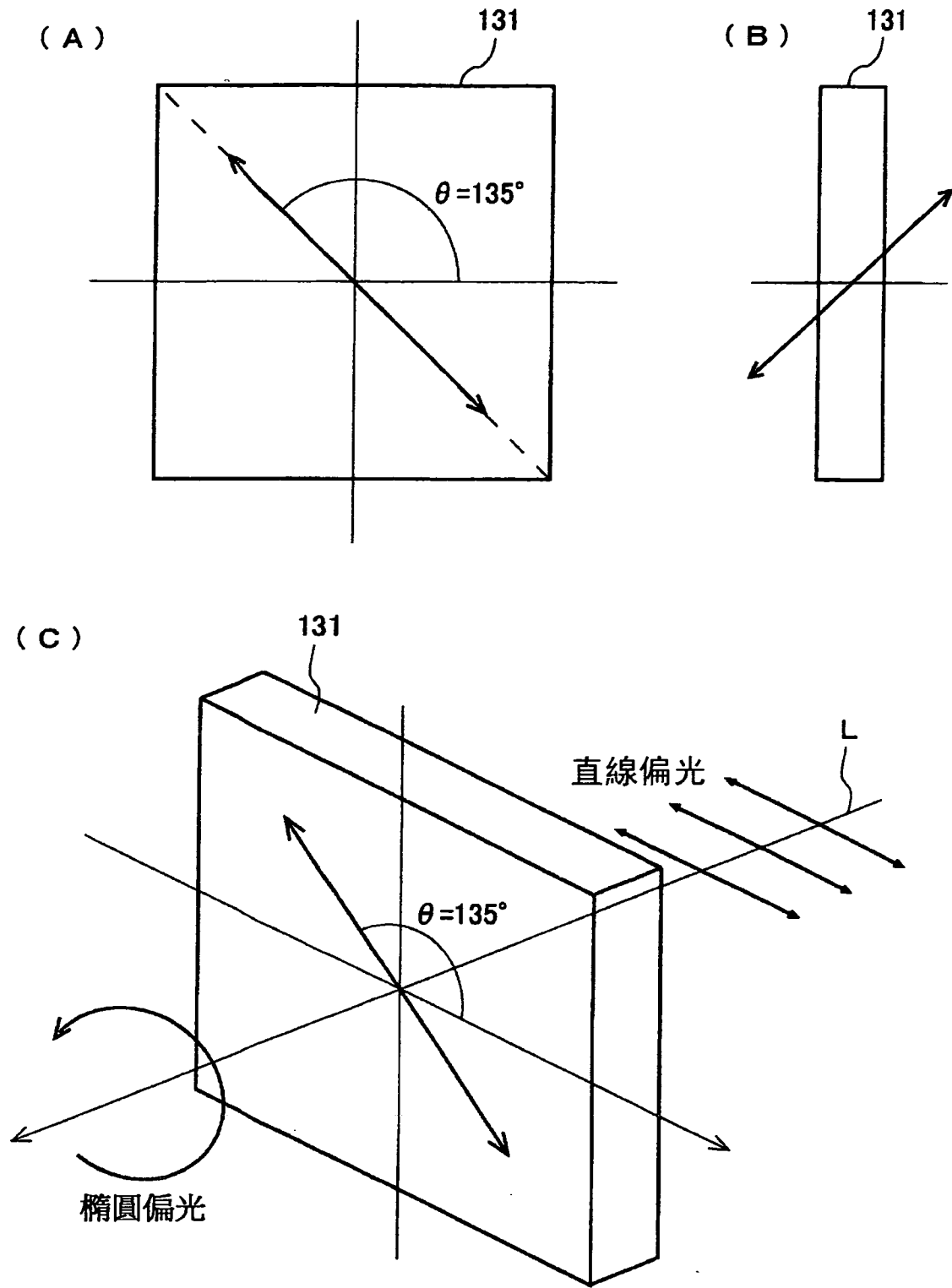


圖 28

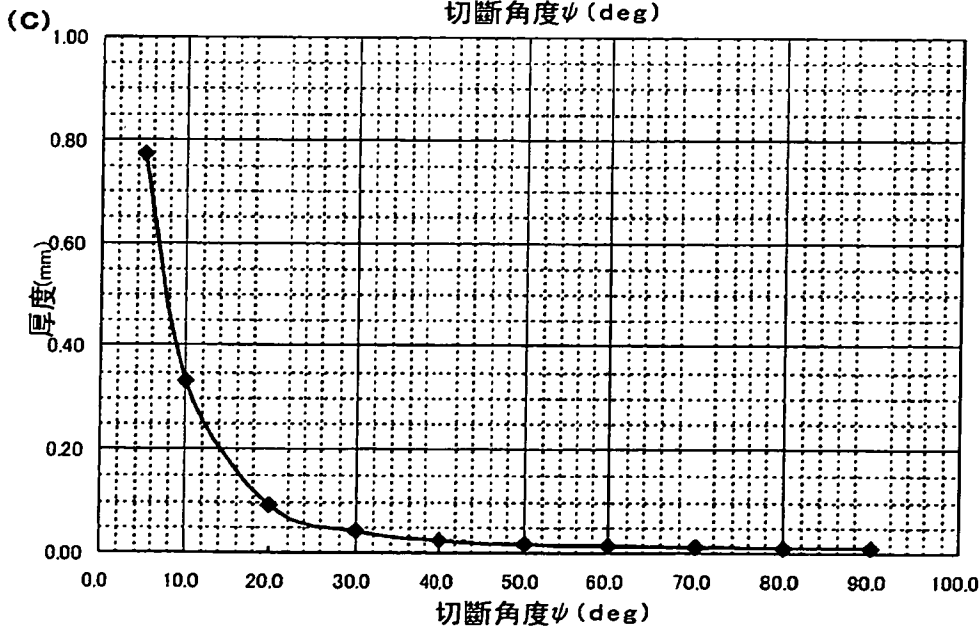
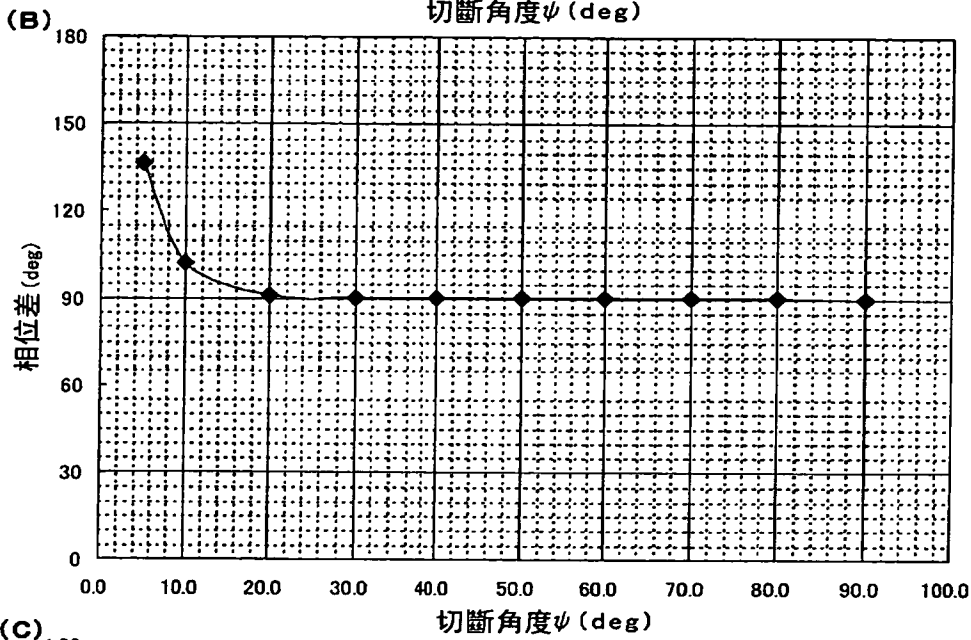
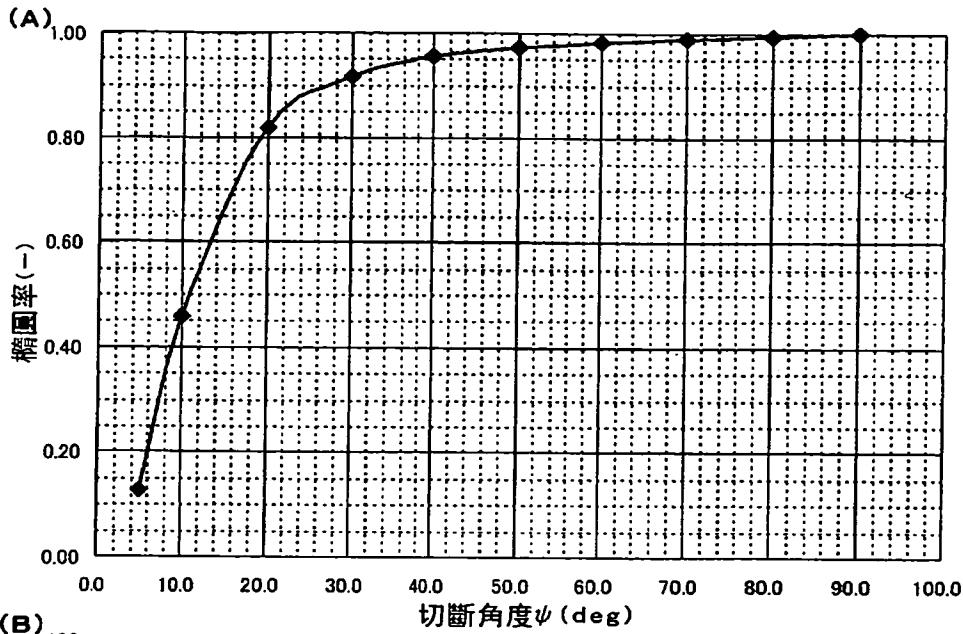


圖 29



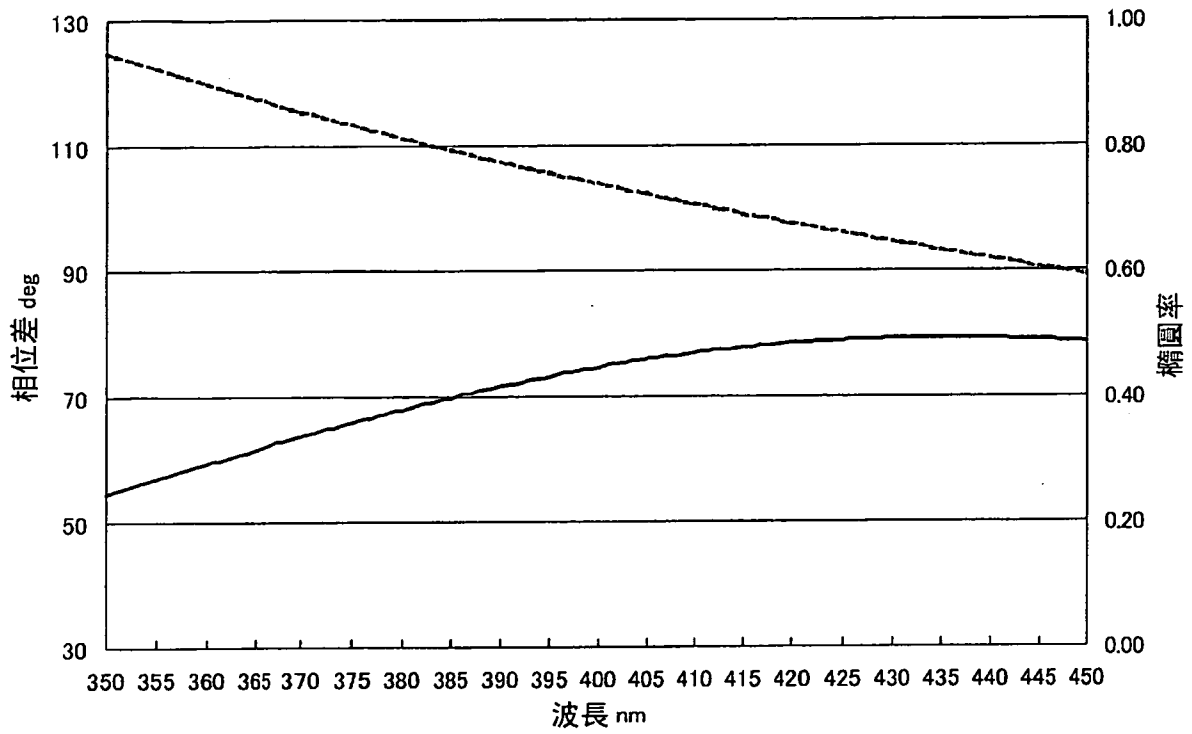


圖30

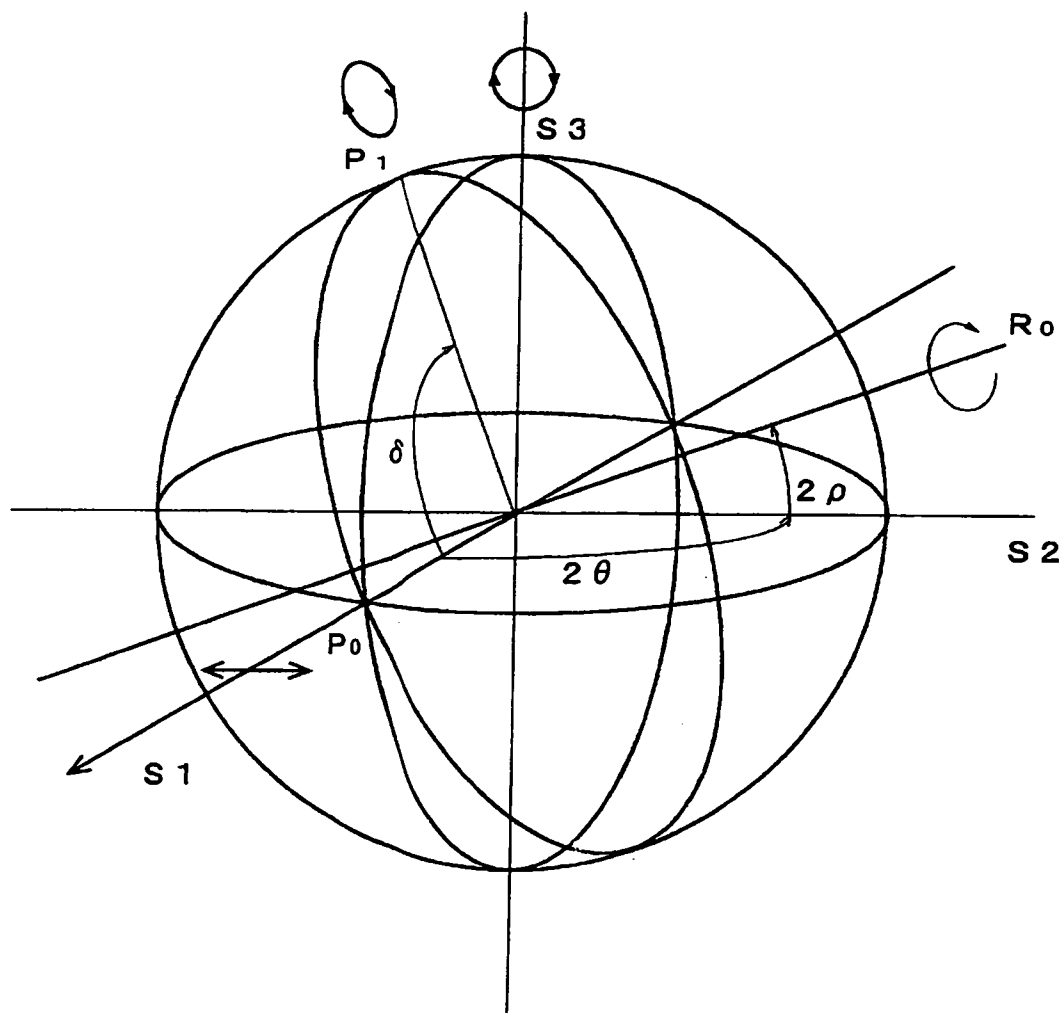


圖31

