

# 發明專利說明書

PD1073354

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96146655

※申請日期：96.12.7

※IPC 分類：G01L 1/29 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

光彈性測定方法及其裝置

METHOD AND DEVICE OF MEASURING OPTICAL ELASTICITY

## 二、申請人：(共 2 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 學校法人慶應義塾(学校法人慶應義塾)

KEIO UNIVERSITY

2. 東麗工程股份有限公司(東レエンジニアリング株式会社)

TORAY ENGINEERING CO., LTD.

代表人：(中文/英文)

1. 安西祐一郎/ANZAI, YUICHIRO

2. 中村時夫/NAKAMURA, TOKIO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 日本國東京都港區三田二丁目 15 番 45 號

2-15-45 Mita, Minato-ku, Tokyo, Japan

2. 日本國東京都中央區日本橋本石町三丁目 3 番 16 號

3-3-16, Nionbashi-Hongokucho, Chuo-ku, Tokyo 103-0021 Japan

國籍：(中文/英文)

1. ~ 2. 日本/Japan

## 三、發明人：(共 5 人)

姓名：(中文/英文)

1. 三井隆久(三井隆久)/MITSUI, TAKAHISA
2. 工藤重樹/KUDO, SHIGEKI
3. 鈴木一嘉/SUZUKI, KAZUYOSHI
4. 松村淳一/MATSUMURA, JUNICHI
5. 木谷吉孝/KITANI, YOSHITAKA

國 籍：(中文/英文)

1. ~ 5. 日本/Japan

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項  第一款或  第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家(地區)申請專利：

【格式請依：受理國家(地區)、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

日本            2006/12/8            特願 2006-332298

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 五、中文發明摘要：

使朝向測定對象物 W 照射並反射回來的反射光透射 BDP12，藉由作用在玻璃基板 W1、W2 的應力，分離成偏光狀態因雙折射而發生變化的第 2 偏光 B、及返回初期光路徑的第 1 偏光 A。使該第 2 偏光 B 另外通過針孔 15，而在第 2 光二極體 9b 僅接受由預定焦點面反射回來的第 2 偏光 B。此外，使光學系統單元 5 繞光軸旋轉，按每一預定旋轉角進行相同處理，運算處理部 24 根據所取得之第 2 偏光的一群光強度值，求取作用於預定之玻璃基板的主應力的差及其方向。

## 六、英文發明摘要：

Light irradiated to an object W to be measured is reflected and transmitted into BDP 12, and then, by stress applied onto glass substrates W1 and W2, separated into second polarization B with a polarization status varied due to multi-inflection and first polarization A returned to the initial optical path. Furthermore, the second polarization B is transmitted through a pin hole 15, and only the second polarization reflected and returned from the predetermined focal face is received by a second photodiode 9b. Additionally, an optical unit 5 is rotated around an optical axis and applied the same process at each rotation angle. A calculation processor 24 obtains a difference and direction of the stress applied onto the predetermined glass substrates from a group of light intensity values of the acquired second polarization B.

## 七、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：

1	光源
2	接物鏡
3	第 1 偏光檢測部
4	反射鏡
5	光學系統單元
6	接物鏡
7	可動台
8	載置台
9	第 2 偏光檢測部
9a	透鏡
9b	第 2 光二極體
10	第 1 非偏光分光鏡
11	偏光板
12	BDP (光束位移稜鏡)
13	$\lambda / 4$ 波長板
15	針孔
16	板狀物
17	第 2 非偏光分光鏡
18	透鏡
19	針孔
20	板狀物

21	第 1 光二極體
22	平行度檢測部
23	控制單元
24	運算處理部
25	驅動控制部
26	操作部
27	旋轉驅動機構
28	致動器
50	按壓構件
51	機械手
A	第 1 偏光
B	第 2 偏光
H	開口
W	測定對象物
W 1	玻璃基板
W 2	玻璃基板

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用以測定作用於如液晶面板或電漿顯示面板等之具有透射性的測定對象物的應力或變形等的光彈性測定方法及其裝置，尤其係關於一種精度佳地測定作用於 2 片隔著微小間隙所配備之貼合基板之各基板的應力之技術。

### 【先前技術】

以求取作用於如玻璃基板般具有透射性之測定對象物的應力之方法而言，已知有以下所示的方法。以第 1 方法而言，對平面被保持在平坦平台的測定對象物照射光，對由測定對象物的表面及背面反射回來的反射光進行測定。此時，由該反射光的變化求取作用於測定對象物之主應力的差及其方向。此外，以第 2 方法而言，在朝向測定對象物照射的光中，由已透射測定對象物之透射光的變化求取作用於測定對象物之主應力的差及其方向（參照非專利文獻 1）。

此外，已提出一種共焦點方式且為反射方式的光學系統（非專利文獻 2）。

（非專利文獻 1）最新 應力・變形測定・評估技術  
（第 49 頁至第 66 頁） 監修：河田幸三 發行：股份有  
限公司 總合技術中心

（非專利文獻 2）2003 年度博士論文 反射型雷射光  
彈性實驗裝置之開發及被覆膜之應力評估之應用 東京電

機大學研究所研究科・機械系統工學專攻博士課程 島  
靖郁

【發明內容】

(發明所欲解決之課題)

然而，在習知的各方法中會有以下所示的問題。

第 1 及第 2 方法之任一方法對於 1 片具有透射性之作  
為測定對象物的基板均有效地發揮功能。但是，關於隔著  
微小間隙配備具有光學特性，尤其具有折射率不同之光學  
特性之疊層有複數個原材料的基板的 2 片貼合基板，在測  
定主應力的差及其方向時，會有無法精度佳地求取作用於  
2 片基板之任一基板或雙方基板之主應力的差及其方向的  
問題。

亦即，關於上述貼合基板，為了測定作用於 2 片基板  
之任一基板或雙方基板之主應力的差及其方向而使用第 1  
方法時，由貼合基板反射回來的反射光係將所有由各基板  
的表面及背面返回者予以合成。因此，難以僅取得來自為  
了得知主應力的差及其方向所需之各基板的背面的反射  
光，而無法輕易予以各個分離。此外，當使用第 2 方法時，  
已透射貼合基板的透射光係全部予以合成，而無法將按每  
一基板所透射的透射光予以各個分離。

此外，在非專利文獻 2 的方法中，不得不使用非偏光  
分光鏡作為在測定時具有主要作用的元件。其會使光彈性  
訊號（雙折射）的消光比（extinction ratio）明顯劣化，而  
有無法檢測微少雙折射的問題點。

本發明係鑒於如上所示之情形所研創者，主要目的在提供一種光彈性測定方法及其裝置，其針對疊層有光學特性是複數個折射率不同之原材料的基板，特別是隔著微小間隙而疊層的貼合基板，可正確地區分應力所作用的基板，並且精度佳地求出因作用於該基板之應力所產生之雙折射的變化量及主應力的差與其方向。

(用以解決課題之手段)

於是，爲了達成上述目的，本發明係採取以下構成。

亦即，第 1 發明係一種光彈性測定方法，其特徵爲具備將如下 3 個過程設爲 1 個循環處理，及運算過程，係在前述 1 個循環處理後，使照射於前述測定對象物的偏光及該測定對象物繞光軸相對旋轉，每按至少預定的 3 個部位進行前述 1 個循環處理，根據進行各循環處理時所檢測出之前述偏光的光強度變化量及檢測角度的位置資訊，求出由以旋轉角的 2 倍爲變數之正弦波的平方所構成的  $\sin$  的平方曲線，再由該  $\sin$  的平方曲線求取作用於測定對象物之各層的主應力的差及其方向，該 3 個過程爲：藉由光學手段將來自照射手段的照射光形成爲直線偏光的過程；一面藉由透鏡將前述直線偏光照射於由複數層構成之具透射性的測定對象物，一面使透鏡與測定對象物沿著光軸方向相對前後移動而使焦點對在層彼此相接觸之複數個接觸界面中預定的接觸界面的過程；將由前述測定對象物反射回來的反射光透射前述光學手段並返回初期光路徑的第 1 偏光、及與該第 1 偏光呈正交的第 2 偏光在其他光路徑分離

而予以輸出的分離過程；以及僅使分離後之前述第 2 偏光中由焦點面反射回來的偏光通過針孔而進行檢測的偏光檢測過程。

根據該測定方法，當將直線偏光照射在測定對象物時，使由已對焦的接觸界面（焦點面）反射回來的反射光、及由除此以外的界面等反射回來的反射光相合而返回光學手段。該反射光係分離成：藉由光學手段返回初期光路徑的第 1 偏光、以及輸出至與第 1 偏光不同的光路徑之與第 1 偏光呈正交的第 2 偏光。接著由光學手段輸出的第 2 偏光係僅抽出當通過針孔時由預定之接觸界面的焦點面反射回來的偏光。換言之，僅抽出僅透射預定層而返回的偏光，且按每層檢測該偏光之光強度的 1 個循環處理即結束。

當 1 個循環處理結束，使直線偏光與測定對象物相對旋轉，每按至少預定的 3 個部位的旋轉角度，進行 1 個循環處理而取得各循環處理時之第 2 偏光的光強度變化量。根據所取得的複數個光強度變化量及其旋轉角度的位置資訊，可求出由以旋轉角的 2 倍為變數之正弦波的平方所構成的  $\sin$  的平方曲線，再由該  $\sin$  的平方曲線求取作用於測定對象物之各層的主應力的差及其方向。

亦即，由按每一旋轉角度所抽出之偏光的光強度，取得在測定對象物的預定層因雙折射而受到改變之偏光的變化資訊。此時，主應力的差係可求出由每一旋轉角度之位置資訊及光強度變化所導出之  $\sin$  的平方曲線的振幅為最大的部位為雙折射量最大的角度。此外，此時所求角度與

最大主應力之差的方向相對應。在求取該  $\sin$  之平方曲線為最大的角度之運算式中，係利用藉由雙折射所得之光學長度，亦即利用雙折射量 = 主應力的差  $\times$  測定對象物的厚度  $\times$  光彈性係數的關係。若該運算式內的 3 個變數為已知，即可求出剩下的未知參數。一般而言，測定對象物的厚度、光彈性係數係可藉由其他手段輕易求出，因此，藉由求出雙折射量作為未知參數，可求出複數層中之預定層的主應力的差及其方向。

其中，在 1 個循環處理時，使測定對象物及透鏡沿著光軸方向相對前後移動，藉此可使焦點對在複數層間的各接觸界面。接著，藉由將由測定對象物反射回來的反射光通過針孔，可僅抽出由各界面反射回來的偏光。

其中，在上述發明之光彈性測定方法中，最好具備反射光檢測過程，其係僅使在前述分離過程中被分離並返回初期光路徑之第 1 偏光中之由前述焦點面反射回來的偏光通過針孔而進行檢測，

前述運算過程係求取對於另外預先求出之來自前述照射手段之反射光的光強度在前述偏光檢測過程中所檢測出的偏光、與在前述反射光檢測過程中所檢測出的偏光兩者強度的變化量，且依照該變化量，對由利用實測求取的第 2 偏光所檢測出之偏光的光強度進行修正。

根據該光彈性測定發明，僅抽出以光學手段予以分離的第 1 偏光中在焦點面反射回來的偏光。因此，根據由第 1 偏光及第 2 偏光抽出的兩偏光的光強度，可知在透射測

定對象物的過程中，偏光因應力所受到的變化量。此外，可求取修正該變化量的修正量來進行修正處理。此外，將測定對象物的照射面定義為第 1 層的第 1 面，若依序編號，來自第 1 層之第 1 面的反射光之光強度變化量並未含有雙折射的變化量。因此，可利用由該第 1 面反射之反射光的光強度，以光量修正由實測所求出的第 2 偏光，而提升測定精度。

此外，於上述發明之光彈性測定方法中，最好在前述反射光入射前述光學手段之前，使反射光透射已預先決定雙折射變化量的光學元件。

根據該光彈性測定發明，在分離反射光之前透射光學元件，藉此將光學元件所具有之預先決定的雙折射變化量合算在當通過預定層時所作用之雙折射變化量。因此，即使作用於預定層之雙折射變化量的值很小，亦可提高作為基準的臨限值位準，因此可輕易求出該值。此外可精度佳地求出作用於預定層之微小的主應力的差及其方向。

此外，於上述發明之光彈性測定方法中，最好照射於前述測定對象物之偏光與該測定對象物之繞光軸的相對旋轉，係將使前述偏光繞光軸旋轉的光學元件配置在前述光學手段與透鏡之間所進行。

根據該光彈性測定發明，由於僅使形成直線偏光之光學系統及分離過程的光學系統旋轉即可，因此不需要設置使測定對象物等旋轉，或使光學系統旋轉的大規模驅動機構等。

此外，於上述發明之光彈性測定方法中，最好求取對前述測定對象物之最外側的層施加按壓的按壓狀態及非按壓狀態時之各主應力的差，根據兩值的偏差，界定作用於測定對象物之主應力的差的狀態。

根據該光彈性測定發明，可輕易界定作用於作為測定對象之預定層的應力為壓縮應力或拉伸應力。例如，當應力作用於玻璃基板等板狀物時，通常會發生翹曲。在該狀態下凹入彎曲的內側係作用壓縮應力，在向外彎曲的外側係作用拉伸應力。此外，當疊層有複數層時，係發生相同的現象。亦即，壓縮應力作用於位在凹入彎曲側的層，拉伸應力作用於外側的層。

在此，關於在非按壓狀態下求出之預定層之主應力的差的方向，係有 $90^\circ$ 的不定性。因此可知當在按壓狀態下測定最外側的層時，若該層的應力差變大，則該層即處於拉伸狀態。相反地，若應力差變小，則係壓縮狀態。

此外，於上述發明之光彈性測定方法中，最好另外由測定對象物之靠近中央的預先決定位置朝端緣方向間歇或連續地進行前述1個循環處理，使偏光及測定對象物繞光軸旋轉並至少在3個部位進行該1個循環處理，前述運算處理過程係每按複數次1個循環處理來求取同一焦點面上之複數個部位之主應力的差及其方向，此外，根據該複數個部位之主應力的差及其方向使2個分布曲線近似，且由該曲線來界定作用於預定層之主應力的差為壓縮或拉伸為較佳。

根據該光彈性測定發明，可根據所求分布曲線來判斷每一焦點面所作用之應力的狀態。亦即，可由 2 個分布曲線來界定作用於焦點面之主應力的差為壓縮或拉伸。

此外，於上述發明之光彈性測定方法中，最好另外使用與前述測定對象物相同的試料，對該試料作用壓縮及拉伸應力，使來自前述試料的反射光輸入至光彈性調變器，將該光強度調變為預先決定的頻率，使在前述分離過程中所分離之調變後的第 2 偏光輸入至鎖定放大器而將直流成分予以去除，作為屬於交流成分之以旋轉角的 2 倍為變數的正弦波而預先取得基準資訊，在前述測定對象物的實測中，使來自該測定對象物的反射光輸入至光彈性調變器，且將其光強度調變為預先決定的頻率，使在前述分離過程中所分離之調變後的第 2 偏光輸入至鎖定放大器而將直流成分予以去除，作為屬於交流成分之以旋轉角的 2 倍為變數的正弦波而取得實測資訊，將前述實測資訊與基準資訊進行比較，以界定主應力之差的狀態。

根據該光彈性測定發明，利用光彈性調變器，對第 2 偏光施加預定頻率的調變，並且使該第 2 偏光輸入至鎖定放大器，藉此由  $\sin$  的平方曲線去除直流成分，且可抽出作為以旋轉角的 2 倍為變數的正弦波。因此，藉由比較以同一試料所求出之壓縮及拉伸的基準資訊、以及藉由實測所求出的實測資訊，可輕易界定作用於測定對象物之主應力的差為壓縮或拉伸。

此外，於上述發明之光彈性測定方法中，最好具備：

將進行對焦的透鏡固定，使照射於前述測定對象物的偏光與該測定對象物繞著光軸相對地旋轉 0 至 180°，預先檢測所求取的雙折射量為最小的角度，而使光軸與該角度配合的過程；以及與用以進行前述 1 個循環處理之朝預定旋轉角度移動同步而使前述透鏡旋轉的過程。

根據該光彈性測定發明，可忽略透鏡本身所具有的殘留應力。亦即，藉由使在固定透鏡的狀態下照射在測定對象物的偏光及該測定對象物繞光軸相對旋轉，可求出因透鏡本身所具有之殘留應力的影響所發生之雙折射量的變化。換言之，在使光軸對在該雙折射量為最小的角度之後，一面與第 1 光學手段取得同步一面使其旋轉時，透鏡所具有之雙折射量經常為最小值。因此，可忽視該雙折射量，而僅利用在測定對象物所產生之雙折射量的變化。因此可提升測定精度。

此外，本發明為了達成上述目的，係採取以下所示之構成。

亦即，係一種光彈性測定裝置，其特徵為具備：保持手段，用以保持由複數層構成之具透射性的測定對象物；照射手段，朝向前述測定對象物照射光；第 1 光學手段，使前述光透射而形成由呈正交之 2 個方向的偏光成分所構成的偏光；透鏡，使前述偏光透射而使焦點對在前述測定對象物之預定層的界面；分離手段，將由前述測定對象物的焦點面反射回來的偏光中之返回初期光路徑的第 1 偏光、及與該第 1 偏光正交的第 2 偏光在其他光路徑分離而

予以輸出；形成有針孔的構件，該針孔係僅使所分離之前述第 2 偏光中之由前述焦點面反射回來的偏光通過；第 1 檢測手段，用以檢測已通過前述針孔之第 2 偏光的光強度；移動手段，沿著偏光的光軸方向使前述透鏡及保持手段相對前後移動；旋轉手段，使前述保持手段及前述第 1 光學手段繞光軸相對旋轉；以及運算手段，藉由前述旋轉手段使照射於測定對象物的偏光及該測定對象物繞光軸相對旋轉，根據每按至少預定的 3 個部位由前述第 1 檢測手段所檢測出之前述偏光的光強度變化量及檢測角度的位置資訊，求出由以旋轉角的 2 倍為變數之正弦波的平方所構成的  $\sin$  的平方曲線，由該  $\sin$  的平方曲線求取作用於測定對象物之各層的主應力的差及其方向。

根據該光彈性測定裝置，藉由光學手段，將朝向由保持手段所保持的測定對象物而由照射手段照射的光形成為直線偏光。一面照射該偏光，一面藉由移動機構使保持手段及測定對象物沿著光軸方向前後移動，藉此使焦點對在預定的界面。偏光在該焦點面及其他界面等反射而返回第 1 光學手段，當透射各層時，因雙折射以致變化量並未發生作用的偏光係作為第 1 偏光而返回初期光路徑。因雙折射而使變化量發生作用而生的反射光係作為第 2 偏光而藉由光學手段輸出至與第 1 偏光不同的光路徑。

當由第 1 光學手段輸出的第 2 偏光通過針孔時，僅抽出由已對焦的預定界面反射回來的偏光，且藉由第 1 檢測手段來檢測該偏光。將該處理設為 1 個循環處理，使直線

偏光及測定對象物相對旋轉，按每一任意至少 3 個部位的旋轉角度進行 1 個循環處理，而取得各循環處理時之第 2 偏光的光強度變化量。

運算手段係可根據每進行循環處理所取得之複數個光強度變化量及其旋轉角度的位置資訊，求出由以旋轉角的 2 倍為變數之正弦波的平方所構成的  $\sin$  的平方曲線，且由該  $\sin$  的平方曲線求取作用於測定對象物之各層的主應力的差及其方向。亦即，可適當實現第 1 的方法發明。

其中，根據該裝置發明，最好具備：形成有針孔的構件，該針孔係僅使由分離手段所分離之第 1 偏光中之由焦點面反射回來的偏光通過；以及第 2 檢測手段，用以檢測已通過針孔之偏光的光強度，運算手段係使用藉由第 1 檢測手段所檢測出之偏光的光強度，來對藉由第 2 檢測手段所檢測出之偏光的光強度進行除法運算。

根據該構成可知第 1 及第 2 偏光因應力所受到的變化量，並且可求出修正該變化量的修正量。此外，來自第 1 層之第 1 面的反射光之光強度變化量係可利用未含有雙折射變化量之測定對象物的第 1 面反射的光量予以修正，而提升測定精度。亦即，可適當實現第 2 的方法發明。

此外，根據該裝置發明，最好在反射光入射至前述分離手段的前段具備已預先決定雙折射變化量的第 2 光學手段。

根據該構成可適當實現第 3 的方法發明。

其中，以該裝置發明的旋轉手段而言，亦可使用例如

使由前述第 1 光學手段朝向測定對象物的偏光透射，且繞其光軸旋轉的光學元件。

根據該構成，由按每一旋轉角度所求偏光的光強度的值，求出由以旋轉角的 2 倍為變數之正弦波的平方所構成的  $\sin$  的平方曲線，再由該  $\sin$  的平方曲線計算出應力差的方向。可藉由最少 3 種角度，由偏光強度估算  $\sin$  的平方曲線。亦即，可適當實現第 4 的方法發明。

此外，根據該裝置發明，另外藉由包含以下構成，可界定作用於測定對象物之主應力的差為壓縮或拉伸。

亦即，上述構成係最好另外具備：移動機構，其係使按壓構件跨及使按壓構件的前端與測定對象物之最外側的層接觸並按壓的作用位置、及在非接觸狀態下所間隔的待機位置而移動，前述運算手段係求取對測定對象物之最外側的層施加按壓的按壓狀態及非按壓狀態時之各主應力的差，根據兩值的偏差，界定作用於測定對象物之主應力的差為壓縮或拉伸。根據該構成，可適當實現第 5 的方法發明。

此外，上述構成係最好具備：掃描手段，其係由測定對象物之靠近中央的預定位置朝端緣方向間歇或連續地掃描朝向測定對象物的偏光，前述運算手段係利用藉由前述掃描手段掃描偏光所檢測的第 2 偏光，求取同一焦點面上之複數個部位之主應力的差及其方向，再根據該複數個部位之主應力的差及其方向使 2 個分布曲線近似，且可由該曲線來判斷作用於預定層之主應力的差為壓縮或拉伸。根

據該構成，可適當實現第 6 的方法發明。

此外，上述構成係具備：光彈性調變器，使來自前述測定對象物的反射光輸入，且將該光強度調變為預先決定的頻率；以及鎖定放大器，使被調變並通過針孔的第 2 偏光輸入而將直流成分予以去除，作為屬於交流成分之以旋轉角的 2 倍為變數的正弦波而抽出實測資訊，前述運算手段為，使用與前述測定對象物相同的試料而將對該試料作用壓縮及拉伸應力時之各主應力的差作為以旋轉角的 2 倍為變數的正弦波而預先取得基準資訊，將該基準資訊與實測資訊進行比較，以界定作用於測定對象物之主應力之差的狀態。根據該構成，可適當實現第 7 的方法發明。

此外，根據該裝置發明，最好具備：驅動手段，使前述保持手段傾斜；以及驅動控制手段，按照由前述檢測手段所檢測出之偏光的位置，藉由前述運算手段求取由保持手段所保持之測定對象物的傾斜量，按照該傾斜量使前述驅動手段作動而維持前述保持手段之平行度。

根據該構成，由於維持由保持手段所保持之測定對象物的平行度，因此在測定對象物反射回來的第 1 偏光的光路徑係與初期的直線偏光相疊合。亦即，可在沒有光路徑偏移的情況下，使由焦點面反射回來的第 1 及第 2 偏光確實通過各針孔，而可精度佳地檢測測定對象的偏光。

此外，根據該裝置發明，最好具備：透鏡旋轉手段，前述透鏡繞著偏光的光軸旋轉，前述驅動手段為，固定前述透鏡且一面由照射手段將光照射於測定對象物，一面使

保持手段及第 1 光學手段繞著光軸相對旋轉 0 至 180°，預先檢測所求取的雙折射量成爲最小的角度，而與使透鏡與第 1 光學手段相對旋轉所檢測出的該角度對位，操作旋轉手段使保持手段及第 1 光學手段繞光軸相對旋轉，且同步地將透鏡旋轉手段進行旋轉操作，而使透鏡繞光軸旋轉。

根據該構成，可忽視透鏡本身所具有的殘留應力。亦即，藉由在固定透鏡的狀態下使保持手段及第 1 光學手段相對旋轉 0~180°，可求出因透鏡本身所具有之殘留應力的影響所發生之雙折射量的變化。換言之，在使光軸對在該雙折射量爲最小的角度之後，一面與第 1 光學手段取得同步一面使其旋轉時，透鏡所具有之雙折射量經常爲最小值。因此，可在忽視該雙折射量的狀態下，僅利用在測定對象物所產生之雙折射量的變化。結果可提升測定精度。

（發明之效果）

根據本發明之光彈性測定方法及其裝置，在由測定對象物中已對焦之預定層反射回來的反射光中僅抽出偏光狀態發生變化的偏光成分，且參照該偏光成分之光強度的變化量，藉此可抽出因作用於任意層之應力的影響所產生之雙折射的變化量，並且可由該雙折射變化量精度佳地求出作用於任意層之主應力的差及其方向。此外，亦可由所檢測之偏光之光強度的變化狀態，來區分應力所作用的層。

【實施方式】

（實施形態 1）

以下參照圖示說明本發明之實施例。

第 1 圖係顯示利用本發明之光彈性測定方法之實施例裝置的概略構成圖。

該實施例裝置係配備有：使如液晶面板或電漿顯示器之 2 片具透射性的玻璃基板 W1、W2 隔著微小間隔相疊合的測定對象物 W；以及朝向平面保持於在中央形成有開口 H 之載置台 8 的測定對象物 W 照射光的光源 1。此外，在由該光源 1 至測定對象物 W 為止的光路徑上配置接物鏡 2、第 1 偏光檢測部 3、反射鏡 4、光學系統單元 5 及接物鏡 6，而且配備前後移動的可動台 7 及第 2 偏光檢測部 9。以下詳述各構成。

光源 1 係利用近紅外光的 SLD ( Super Luminescent Diode, 超發光二極體 )、半導體雷射或白色 LED ( Light emitting diode, 發光二極體 ) 等之隨機偏光者。由該光源 1 輸出的光係藉由接物鏡 2 聚光而朝向構成第 1 偏光檢測部 3 的第 1 非偏光分光鏡 10。其中，光源 1 係相當於本發明的照射手段。

第 1 非偏光分光鏡 10 為無極性者。亦即，將來自光源 1 的光二分為直進方向及正交方向。其中一方係射出至測定系統之外 ( 第 1 圖中以一點鏈線之箭號表示的方向 )。此外，在本實施例中，係將由測定對象物 W 反射回來的反射光分為二，使其中一方朝向第 1 偏光檢測部 3 的第 1 光二極體 21。另一方則返回光源側。

亦即，第 1 非偏光分光鏡 10 係將由測定對象物 W 所反射的光以直角方向分歧而使之朝向第 1 偏光檢測部 3 的

第 1 光二極體 21。亦即，在測定對象物 W 之各玻璃基板 W1、W2 的各表面及各背面反射且返回與初期之直線偏光相同光路徑的直線偏光（以下適當地稱爲「第 1 偏光 A」）之中，使偏光面與初期的偏光狀態相同的偏光成分返回第 1 非偏光分光鏡 10。

反射鏡 4 係在中央形成有開口 H 的環形狀，將其鏡面以朝向測定對象物 W 的傾斜姿勢配置。亦即，使來自光源 1 之一方直線偏光及由測定對象物 W 反射且返回同一光路徑的第 1 偏光 A 通過開口 H。此外，以測定對象物 W 反射回來的直線偏光中，當使在透射測定對象物 W 的過程中依應力的影響而使偏光狀態改變的成分通過構成後述之光學系統單元 5 的光束位移稜鏡 (Beam Displacing Prism) 12 (以下簡稱爲「BDP12」) 時，使輸出至與初期狀態的第 1 偏光 A 不同方向之另一方的第 2 偏光 B 反射而朝向第 2 偏光檢測部 9。具體而言，當使光學系統單元 5 繞著直線偏光的光軸旋轉時，由 BDP12 輸出的第 2 偏光 B 係通過預定的圓軌道。反射鏡 4 係配合該第 2 偏光 B 之圓軌道的環形狀，以可使第 2 偏光 B 朝向第 2 偏光檢測部 9 反射的方式構成。

光學系統單元 5 係構成爲自光源 1 之側依序配備有：偏光板 11、BDP12、 $\lambda/4$  波長板 13、以及在入射至 BDP12 之反射光中予以分離輸出之第 2 偏光 B 的光路徑上形成有針孔 15 的板狀物 16。

偏光板 11 係使自第 1 非偏光分光鏡 10 所到達的隨機偏光透射，藉由使其通過偏光板 11，使其形成直線偏光而

朝向 BDP12。其中，偏光板 11 係相當於本發明的第 1 光學手段。

BDP12 係使已到達的直線偏光全部透射而朝向下游側。此外，當使由測定對象物 W 反射回來的偏光透射時，將具有與入射時相同偏光面的直線偏光（作為垂直成分的第 1 偏光 A）返回同一光路徑，僅抽出在透射測定對象物 W 的過程中受到作用於測定對象物 W 之應力的影響而使偏光狀態改變的成分（水平成分的第 2 偏光 B），而輸出至與第 1 偏光 A 不同的方向。亦即，第 2 偏光 B 係朝向配備在上游側的反射鏡 4 予以輸出。其中，BDP12 係相當於本發明之分離手段。

$\lambda / 4$  波長板 13 係繞著光軸傾斜微小角度（例如 0.001 弧度（radian））而對 BDP12 配置，將由 BDP12 入射的直線偏光形成為橢圓偏光。此外，藉由使由測定對象物 W 的各面反射回來的反射光通過其內部，而恢復成大致直線偏光。亦即，當應力作用於測定對象物 W 之玻璃基板 W1 或 W2 時，藉由光彈性使偏光成分的相位發生變化，使產生該變化的橢圓偏光通過，而轉換成包含雙折射變化量的直線偏光。

其中， $\lambda / 4$  波長板 13 係具有預先決定之雙折射變化量的光學構件，加大由第 2 偏光檢測部 9 所檢測之第 2 偏光 B 之光強度之檢測訊號  $I_s$  的值。亦即， $\lambda / 4$  波長板 13 係作為本發明之第 2 光學手段發揮功能。

換言之，受到作用於測定對象物 W 之應力的影響的第

2 偏光 B 之光強度的檢測訊號  $I_s$  有時相較於初期光之光強度的訊號係較為微小。在如上所示的情形下，加上因干擾的影響所發生的雜訊成分而無法精度佳地求出第 2 偏光 B 的檢測訊號  $I_s$ 。於是，使具有預先決定之雙折射變化量的  $\lambda/4$  波長板 13 介於其中，而意圖增加光強度的檢測訊號  $I_s$ ，藉此可使第 2 偏光 B 之檢測訊號  $I_s$  的檢測精度提升。其中， $\lambda/4$  波長板 13 係相當於本發明之第 2 光學手段。

板狀物 16 的針孔 15 係使配備在下游側的接物鏡 6 沿著光軸前後移動，由當使焦點對在構成測定對象物 W 的玻璃基板 W1、W2 之各層的表面或背面時的各焦點面反射回來的反射光中，僅有以 BDP12 予以分離的第 2 偏光通過。其中，該實施例之焦點面有：玻璃基板 W1 的表面及與其表面相接之空氣層的接觸界面；與位於玻璃基板 W1、W2 之間隙的空氣層接觸之玻璃基板 W1 的背面或玻璃基板 W2 表面的接觸界面；以及玻璃基板 W2 之背面與載置台 8 之表面的接觸界面。

接物鏡 6 係裝設在可動台 7。亦即，將與可動台 7 的前後移動連動而由光學系統單元 5 朝向測定對象物 W 的橢圓偏光的焦點位置構成爲可位移。

載置台 8 係以一面保持矩形的測定對象物 W 的端緣部分，一面在中央部分使光通過的方式形成開口。

第 2 偏光檢測部 9 係由透鏡 9a 及第 2 光二極體 9b 所構成。亦即，使由反射鏡 4 所反射的第 2 偏光 B 利用透鏡 9a 聚光，利用第 2 光二極體 9b 受光。將該所接收到的光強

度轉換成檢測訊號  $I_s$  而傳送至控制單元 23。其中，第 2 偏光檢測部 9 係相當於本發明之第 1 檢測手段。

第 1 偏光檢測部 3 係由第 1 非偏光分光鏡 10、第 2 非偏光分光鏡 17、透鏡 18、形成有針孔 19 的板狀物 20 及第 1 光二極體 21 所構成。其中，第 1 偏光檢測部 3 係相當於本發明之第 2 檢測手段。

第 2 非偏光分光鏡 17 係無極性者，將光二分為直進方向及正交方向。亦即，將由第 1 非偏光分光鏡 10 所到達的光分歧。使各光朝向第 1 光二極體 21 及平行度檢測部 22。

透鏡 18 係將由第 2 非偏光分光鏡 17 所到達的直線偏光聚光，而將焦點對在形成在板狀物 20 的針孔 19。

第 1 光二極體 21 係接受已通過針孔 19 的第 1 偏光 A，且轉換成光強度的檢測訊號  $I_r$  而傳送至控制單元 23。

平行度檢測部 22 係進行檢測保持在載置台 8 之測定對象物 W 的彎曲或翹曲的發生狀態。如第 2 圖所示，平行度檢測部 22 係以 2 次元陣列狀鄰接配備 4 個光二極體 22a 至 22d，位在由第 2 非偏光分光鏡 17 所到達之直線偏光的光軸彼此相鄰接的中心點 C，跨及 4 個光二極體 22a 至 22d 而均等受光。將由各光二極體 22a 至 22d 所接受到的直線偏光轉換成光強度的檢測訊號而傳送至控制單元 23。亦即，平行度檢測部 22 係檢測反射光之光路徑的偏移。其中，平行度檢測部 22 係相當於本發明之檢測手段。

控制單元 23 係包含：運算處理部 24、驅動控制部 25 及操作部 26 等。以下具體說明各構成。

運算處理部 24 主要係進行 2 種處理。第 1 處理係藉由保持在載置台 8 之測定對象物 W 的翹曲等的影響，以由第 1 及第 2 偏光檢測部 9、3 的兩光二極體 9b、21 接受由焦點面反射回來的偏光的方式，計算光路徑的偏移修正量。第 2 處理係求出：藉作用於測定對象物 W 之預定的玻璃基板 W1 或 W2 的應力所發生之雙折射的變化量、光彈性係數、及玻璃基板之厚度之中的未知參數、以及作用於預定之玻璃基板之主應力的差及其方向。關於該等具體的處理，以動作說明詳述之。其中，運算處理部 24 係相當於本發明之運算手段。

驅動控制部 25 係將根據由操作部 26 所設定的條件所得的驅動訊號傳送至旋轉驅動機構 27 或致動器 28。亦即，旋轉驅動機構 27 係以繞著來自光源 1 之初期光的光軸以預定的旋轉角度旋轉移動光學系統單元 5 的方式進行控制。此外，使載置台 8 在 XY 平面上傾斜。其中，旋轉驅動機構 27 係相當於本發明之旋轉手段，致動器 28 係相當於驅動手段。

包含該等各構成的控制單元 23 係除了上述處理以外，根據初期的設定條件，控制各驅動機構等的動作。

接著，就使用上述實施例裝置，測定作用於測定對象物 W 之各玻璃基板 W1、W2 之主應力的差及主應力的差所作用的方向的一周動作及處理，按照第 3 圖所示之流程圖加以說明。其中，就應力作用於構成測定對象物 W 之玻璃基板 W1、W2 之雙方的情形為例加以說明。

操作員係操作操作部 26，進行設定輸入測定對象物 W 的總厚度、光學系統單元 5 的旋轉角及測定次數等測定條件（步驟 S1）。其中，在該實施例中，旋轉角係設定成在基準  $0^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $90^\circ$  的 3 個部位進行測定作用於測定對象物 W 之各玻璃基板 W1、W2 之主應力的差及其方向。

當條件設定結束，即將測定對象物 W 載置保持於載置台 8，並且對各驅動機構進行作動控制而呈可開始測定的狀態。在該時間點使可動台 7 作動，將接物鏡 6 的焦點位置對在測定對象物 W 的最表面。當該等測定條件備齊，操作員即進行測試照射（步驟 S2）。此時，由光源 1 朝向測定對象物 W 照射直線偏光，被反射回來的第 1 偏光 A 在平行度檢測部 22 受光，且將光二極體 22a 至 22d 每一個光強度的檢測訊號傳送至控制單元 23 的運算處理部 24。

運算處理部 24 係根據每一光二極體 22a 至 22d 之光強度值及平均值來判斷光源 1 至測定對象物 W 的光路徑有無偏移（步驟 S3）。當確認出有光路徑偏移時，運算處理部 24 係求取用以修正因測定對象物 W 翹曲等的影響所發生的偏動的修正量而進行訊號轉換（步驟 S4）。根據該修正訊號，驅動控制部 25 係使致動器 28 作動而使載置台 8 傾斜，且使反射光均等照射在平行度檢測部 22 之各光二極體 22a 至 22d（步驟 S5）。

當光路徑偏移的偏動修正處理結束，再次進行測試照射。若在該時間點消除光路徑偏移，即開始在預定的設定角度之第 1 次的第 1 測定（步驟 S6）。若未消除光路徑偏

移，即反覆進行自步驟 S2 的偏動修正處理。

在第 1 測定中，在使光學系統單元 5 與 X、Y 軸的基準  $0^\circ$  對位的狀態下開始進行測定。具體而言，由光源 1 朝向測定對象物 W 照射光。光係在接物鏡 2 聚光，在第 1 非偏光分光鏡 10 分歧而直線前進。該光係利用偏光板 11 而形成由正交成分構成的直線偏光，全透射 BDP12 而到達測定對象物 W。

一面照射該光，一面使可動台 7 前進測定對象物 W 的厚度程度，在第 1 及第 2 光二極體 9b、21 接受在玻璃基板 W1、W2 的各表背面反射回來的第 1 偏光 A 及第 2 偏光 B。將該等各光強度的變化即時轉換成檢測訊號  $I_s$ 、 $I_r$  且傳送至運算處理部 24。

此時，當應力作用於玻璃基板 W1、W2 時，在各焦點面反射回來的反射光中係含有第 2 偏光 B。亦即，如第 4 圖所示，在玻璃基板 W1 的表面與空氣層的接觸界面（焦點面 P1）反射回來的反射光 R1；在玻璃基板 W1 及玻璃基板 W2 之微小間隙的空氣層與玻璃基板 W1 之背面的接觸界面（焦點面 P2）反射回來的反射光 R2；在空氣層與玻璃基板 W2 之表面的接觸界面（焦點面 P3）反射回來的反射光 R3；以及在玻璃基板 W2 與載置台 8 之接觸界面（焦點面 P4）反射回來的反射光 R4 的各光中含有第 2 偏光 B 之光強度的檢測訊號  $I_s$  成分。

在各焦點面 P1 至 P4 反射回來的反射光係返回與初期光相同的光路徑，且再次透射 BDP12。此時，分離成受到

應力影響而產生的第 2 偏光 B 及未影響的第 1 偏光 A。經分離的第 1 偏光 A 係由上游側的第 1 光二極體 21 受光。第 2 偏光 B 係輸出至有別於第 1 偏光 A 的光路徑，通過針孔 15 而到達反射鏡 4，藉由反射鏡 4 予以反射而朝向第 2 光二極體 9b。由在第 2 光二極體 9b 所受光的各焦點面 P1 至 P4 反射回來的第 2 偏光 B 的光強度係如第 5 圖所示呈現 3 個峰值。

在該實施例中，由於有焦點面 P1 至 P4 等 4 個部位，應該會發生 4 個峰值，但卻呈現 3 個峰值。該現象係基於因在空氣層前後的玻璃面反射的光發生干涉而使光強度提高，而將在焦點面 P2 及 P3 反射回來的反射光 R2 及 R3 予以合成的新發現而得。在該第 5 圖中所示的實線係檢測對象的光彈性訊號，虛線為在測定對象物 W 反射回來的反射光的訊號。

因此，運算處理部 24 係先抽出來自該等第 1 及第 2 光二極體 9b、21 的檢測訊號中在焦點面 P2、P3 反射回來之予以合成的反射光所包含的檢測訊號、及在焦點面 P2 反射回來的檢測訊號，且對兩檢測訊號  $I_s$  的值進行修正。亦即，利用以第 1 偏光 A 的檢測訊號  $I_r$  除以第 2 偏光 B 的檢測訊號  $I_s$  的  $I_s/I_r$  來進行修正。接著，將該修正後的光強度值及測定時之光學系統單元 5 之旋轉角的位置資訊產生關連而予以記憶。以上即結束第 1 測定。

當第 1 測定結束時，驅動控制部 25 係一面使可動台 7 返回測定開始位置，一面同時使光學系統單元 5 繞光軸旋

轉  $45^\circ$  而進行與第 1 測定相同處理的第 2 測定(步驟 S7)，若結束第 2 測定，即繼續進行第 3 測定(步驟 S8)。

當第 1 測定至第 3 測定結束時，運算處理部 24 係求出作用在玻璃基板 W1、W2 之各主應力的差及其方向(步驟 S9)。具體而言，運算處理部 24 係將所記憶之 3 個旋轉角的光強度值及位置資訊按每一相同焦點面整理成一群資料，且按每一資料群將光強度值標繪在 XY 平面上，由該標繪狀態，藉由模擬(simulation)將由以在使光學系統單元 5 旋轉 1 次時所得之旋轉角的 2 倍為變數的正弦波的平方所構成之  $\sin$  的平方曲線製成模型(model)，藉由最小平方方法，以使該模型及實測值的誤差為最小的方式，將模型最適化。以下係以該涵義使用「模擬近似」。接著，所得  $\sin$  之平方曲線的振幅係求取最大值作為主應力的差。此外，將此時的角度界定為最大主應力差的方向。如上所示，完成作用在測定對象物 W 之各玻璃基板 W1、W2 之主應力的差及其方向(最大主應力差的方向  $\pm 45$  度)的測定。

根據具有上述構成的光彈性測定裝置，使焦點對在測定對象物 W 之玻璃基板 W1 的表面，而使接物鏡 6 前進移動測定對象物 W 之層厚度程度，使對於各玻璃基板 W1、W2 的焦點位移，藉此可利用 BDP12 僅將在由各焦點面 P1 至 P4 反射回來的反射光中，因在透射玻璃基板 W1、W2 的過程中作用於兩玻璃基板 W1、W2 之應力的影響而使偏光狀態改變所產生的垂直成分的第 2 偏光 B 分離而取出。使以該 BDP12 所分離的第 2 偏光 B 另外通過針孔 15，藉此可

僅抽出受到由玻璃基板 W1 背面（焦點面 P2）及玻璃基板 W2 表面（焦點面 P3）反射回來之玻璃基板 W1 之應力的影響的第 2 偏光 B、及受到由玻璃基板 W2 背面（焦點面 P4）反射回來之玻璃基板 W2 之應力的影響的第 2 偏光 B。換言之，藉由利用共焦點，可測定受到作用於任意玻璃基板（層）之應力之影響的第 2 偏光。

接著，使光學系統單元 5 繞光軸旋轉，按每一焦點面整理由至少 3 個部位的預定旋轉角以相同條件所取得的一群第 2 偏光 B 的光強度值，且標繪在 XY 平面上。藉由模擬（simulation）將以由該標繪狀態使光學系統單元 5 旋轉 1 次時所得之旋轉角的 2 倍為變數之正弦波的平方所構成的 sin 的平方曲線予以近似。亦即，可由該 sin 的平方曲線，將振幅為最大的部位界定為雙折射量為最大，利用此時的雙折射量，求出主應力的差。此外，可將此時的角度界定為最大主應力差的方向。

此外，藉由利用平行度檢測部 22，可對測定光之光路偏移進行修正，且可利用第 1 及第 2 光二極體 21、9b 精度佳地接受第 1 偏光 A 及第 2 偏光 B。

此外，藉由先使雙折射量為已知的  $\lambda / 4$  波長板 13 介在光學系統單元 5，即使第 2 偏光 B 的檢測訊號微小，亦可使其放大。亦即，即使作用於玻璃基板 W1、W2 的應力微小，亦可精度佳地進行測定。

（實施形態 2）

本實施例係改變上述實施例 1 及光學元件等的配置

( layout )，而構成爲使所有由光源照射的光有助於測定。因此，對於相同的構成部分係標註相同元件符號，且具體說明相異部分。

第 6 圖係顯示利用本實施例裝置之概略構成圖。

該實施例裝置係在由光源 1A 至測定對象物 W 爲止的光路徑上配置第 1 偏光檢測部 3A、偏光板 40、直線偏光板 41、 $\lambda / 2$  波長板 42、第 3 偏光分光鏡 43、 $\lambda / 4$  波長板 44、光學系統單元 5A 及接物鏡 6，且配備前後移動的可動台 7。此外，在將以第 3 偏光分光鏡 43 予以分歧的光朝向與初期光路徑不同的光路徑的該光路徑上配備有透鏡 9a、針孔 15、第 2 光二極體 9b。以下就各構成具體說明。

光源 1A 係使預定之中心周長的光發生。例如，在本實施例中，利用中心周長爲 635nm 的半導體雷射。該光源 1A 係以使所輸出的雷射光由水平成分構成的方式設置，該光係朝向構成第 1 偏光檢測部 3A 之第 1 偏光分光鏡 10A。其中，光源 1A 係相當於本發明之照射手段。

第 1 偏光分光鏡 10A 係具有僅使水平成分透射的極性。於本實施例中，所來來自光源 1A 的光以直進方向透射而使其朝向偏光板 40。

偏光板 40 係法拉第旋轉器 ( Faraday Rotator )，使來自第 1 偏光分光鏡 10A 的水平偏光旋轉  $45^\circ$ 。使該偏光朝向直線偏光板 41。而且，將由測定對象物 W 反射回來的反射光再旋轉  $45^\circ$ ，在該光學系統中，僅轉換成垂直偏光成分。結果，反射光的全光量不會直進透射第 1 偏光分光鏡 10A，

而朝向與初期光呈正交的第 1 光二極體 21。

直線偏光板 41 係將進行往返透射的初期光與反射光形成爲直線偏光。

$\lambda / 2$  波長板 42 係在使由直線偏光板 41 入射的  $45^\circ$  直線偏光透射的過程中，另外恢復  $45^\circ$ ，恢復成屬於原來水平成分的直線偏光，而朝向第 3 偏光分光鏡 43。其中，關於反射光亦恢復  $45^\circ$ ，藉由該  $\lambda / 2$  波長板 42 及下游側的  $\lambda / 4$  波長板 44 的協力作動，使偏光方向旋轉  $90^\circ$ ，而將反射至第 1 偏光分光鏡 10A 的反射光僅形成爲垂直成分。亦即，形成全光量的反射光。

第 3 偏光分光鏡 43 係跨及初期光路徑及由下游側的 BDP12 所分離輸出的 2 個直線偏光的光路徑而配備。此外，第 3 偏光分光鏡 43 係具有極性，使水平成分的直線偏光直進，垂直成分係朝向正交方向。亦即，來自  $\lambda / 2$  波長板 42 的直線偏光係使其全部透射而朝向下游側的  $\lambda / 4$  波長板 44，反射光中在透射測定對象物 W 的過程中受到應力影響而發生的水平成分係使其朝向與初期光路徑呈正交的方向。亦即，使其朝向第 2 光二極體 9b。

$\lambda / 4$  波長板 44 係跨及初期光路徑及由下游側的 BDP12 所分離輸出的 2 個直線偏光的光路徑而配備。亦即，使自第 3 偏光分光鏡 43 所到達的直線偏光透射，另外使其傾斜  $45^\circ$ ，而形成圓偏光。此外，由測定對象物 W 反射，以 BDP 予以分離而透射上游側的  $\lambda / 4$  波長板 13a 而返回的 2 個第 1 及第 2 圓偏光 A、B 的雙方均再旋轉  $45^\circ$ ，而

由圓偏光恢復成直線偏光。亦即，當應力作用於測定對象物 W 之玻璃基板 W1 或 W2 時，藉由光彈性，使偏光相位發生變化，且使發生該變化的橢圓偏光通過，而轉換成包含雙折射變化量的直線偏光。

光學系統單元 5A 係自光源 1A 之側依序由  $\lambda / 4$  波長板 13A、BDP12 及光彈性調變器 45 所構成。

$\lambda / 4$  波長板 13A 係跨及初期光路徑及由下游側的 BDP12 所分離輸出的 2 個直線偏光的光路徑而配備。亦即，使來自上游側的圓偏光透射，再使其旋轉  $45^\circ$  而恢復成直線偏光。此外，使屬於來自測定對象物 W 之反射光的橢圓偏光通過其內部，藉此更加傾斜  $45^\circ$  而形成圓偏光。

BDP12 係使所到達的直線偏光全透射而使其朝向下游側的光彈性調變器 45。此外，當使由測定對象物 W 反射回來的偏光透射時，將具有與入射時相同之偏光面的直線偏光（屬於垂直成分的第 1 偏光 A）恢復成同一光路徑，在透射測定對象物 W 的過程中，僅抽出受到作用於測定對象物 W 之應力影響而偏光狀態產生變化的成分（水平成分的第 2 偏光 B），且輸出至與第 1 偏光 A 不同的方向。亦即，第 1 偏光 A 及第 2 偏光 B 係由 BDP12 之相同面的不同位置予以輸出。其中，BDP12 係相當於本發明之分離手段。

光彈性調變器 45 係將朝向測定對象物 W 的直線偏光形成為橢圓偏光。此外，使由測定對象物 W 反射且因作用於測定對象物 W 之應力的影響，而使橢圓偏光的方向會繞光軸稍微旋轉的橢圓偏光係直接全透射。

其中，光彈性調變器 45 由於具有預先決定之雙折射的變化量，因此加大由第 2 偏光檢測部 9 所檢測之第 2 偏光 B 之光強度的檢測訊號  $I_s$  的值。亦即，光彈性調變器 45 係作為本發明之第 2 光學手段發揮功能。

載置台 8 係一面保持矩形測定對象物 W 的端緣部分，一面在中央部分以使光通過的方式形成有開口 H。

第 2 偏光檢測部 9 係由透鏡 9a、形成有針孔 15 的板狀物 16 及第 2 光二極體 9b 所構成。亦即，利用透鏡 9a 把藉第 3 偏光分光鏡 43 變更光路徑之垂直成分的第 2 偏光 B 聚光，且藉由針孔 15 僅抽出由焦點反射回來的偏光。該偏光係由第 2 光二極體 9b 受光，轉換成光強度的檢測訊號  $I_s$  而傳送至控制單元 23。其中，第 2 偏光檢測部 9 係相當於本發明之第 1 檢測手段。

第 1 偏光檢測部 3 係由第 1 偏光分光鏡 10A、第 2 非偏光分光鏡 17A、形成有針孔 19 的板狀物 20 及第 1 光二極體 21 所構成。其中，第 1 偏光檢測部 3 係相當於本發明之第 2 檢測手段。

第 2 非偏光分光鏡 17A 係將光二分為直進方向及正交方向。亦即，將由第 1 非偏光分光鏡 10 所到達的光予以分歧。使各光朝向第 1 光二極體 21 及平行度檢測部 22。

第 1 光二極體 21 係接收已通過針孔 19 的第 1 偏光 A，且轉換成光強度的檢測訊號  $I_r$  而傳送至控制單元 23。

平行度檢測部 22 係進行檢測保持在載置台 8 之測定對象物 W 的彎曲或翹曲的發生狀態。如第 2 圖所示，平行度

檢測部 22 係以 2 次元陣列狀鄰接配備有 4 個光二極體 22a 至 22d，位在由第 2 非偏光分光鏡 17A 所到達的直線偏光的光軸彼此相鄰接的中心點 C，跨及 4 個光二極體 22a 至 22d 而均等受光。將在各光二極體 22a 至 22d 所接受到的直線偏光轉換成光強度的檢測訊號而傳送至控制單元 23。亦即，平行度檢測部 22 係檢測反射光之光路徑的偏移。其中，平行度檢測部 22 係相當於本發明之檢測手段。

控制單元 23 與上述實施例 1 相同，係包含：運算處理部 24、驅動控制部 25 及操作部 26 等，進行相同的處理及作用。

接著，就測定作用於上述實施例之測定對象物 W 之應力的一周處理加以說明。

由光源 1A 輸出之水平成分的雷射光係全透射第 1 偏光分光鏡 10A 且到達偏光板 40。當透射該偏光板 40 時，光係使偏光面旋轉  $45^\circ$ ，而朝向直線偏光板 41。

透射直線偏光板 41 的光係形成  $45^\circ$  的直線偏光而朝向  $\lambda/2$  波長板 42。當透射  $\lambda/2$  波長板 42 時，直線偏光的偏光面會恢復  $45^\circ$  而恢復成原本水平成分的直線偏光。

該直線偏光係全透射第 3 偏光分光鏡 43，在透射下一個  $\lambda/4$  波長板 44 的過程中傾斜  $45^\circ$  而形成為圓偏光。

該圓偏光係在透射光學系統單元 5A 之  $\lambda/4$  波長板 13A 的過程中形成垂直成分，且直接全透射 BDP12 而透射光彈性調變器 45。此時，由垂直成分構成的直線偏光會變為橢圓偏光而在接物鏡 6 聚光，且在預定層的焦點面反射

而返回同一光路徑。

反射光係當透射應力所作用的層而在預定的焦點面反射回來時，藉由光彈性而使偏光相位發生變化而返回。

該反射光係直接透射接物鏡 6、光彈性調變器 45，且透射 BDP12。此時，分離成返回初期光路徑之垂直成分的第 1 偏光 A、及在偏光面產生變化之由水平成分構成的第 2 偏光 B。第 1 偏光 A 係返回初期光路徑，第 2 偏光 B 係輸出至其他光路徑。

第 2 偏光 B 係由水平成分所構成，透射  $\lambda / 4$  波長板 13A 而傾斜  $45^\circ$ ，形成為圓偏光，另外再透射  $\lambda / 4$  波長板 44，再傾斜  $45^\circ$ ，而形成為垂直成分的偏光。該第 2 偏光 B 係利用第 3 偏光分光鏡 43 使全量朝向位在與初期光路徑正交的方向的第 2 光二極體 9b。在該過程中，藉由針孔 15 僅抽出由焦點面反射回來的偏光，且藉由第 2 光二極體 9b 受光。該光強度的檢測訊號  $I_s$  係被傳送至控制單元 23 的運算處理部 24。

此外，由 BDP12 予以分離的第 1 偏光 A 係由垂直成分所構成，利用初期光路徑的  $\lambda / 4$  波長板 13A 形成為圓偏光，且利用之後的  $\lambda / 4$  波長板 44 形成水平成分，且全量透射第 3 偏光分光鏡 43。此外，該第 1 偏光 A 係全透射  $\lambda / 2$  波長板 42、直線偏光板 41，形成  $45^\circ$  的直線偏光，在透射偏光板 40 時旋轉  $45^\circ$  而僅形成垂直成分並全反射而朝向第 1 偏光檢測部 3A。

已到達第 1 偏光檢測部 3A 的第 1 偏光 A 係全反射至與

初期水平成分的光呈正交的第 1 光二極體 21 的方向，而朝向第 2 非偏光分光鏡 17A。利用該第 2 非偏光分光鏡 17A 而分歧成朝向第 1 光二極體 21 及平行度檢測部 22 的偏光。利用該等第 1 光二極體 21 及平行度檢測部 22 所受光的各檢測訊號係被傳送至控制單元 23 的運算處理部 24。

以上結束 1 次測定，對接物鏡 6 進行掃描測定對象物 W 的厚度程度而將該處理進行 1 個循環處理，此外，按每一至少 3 個部位的預定角度反覆進行 1 個循環處理，與實施例 1 相同地求取作用於各層之主應力的差及其方向。

根據上述實施例 2 的裝置，與實施例 1 的裝置相同地可求取作用於測定對象物 W 之各層之主應力的差及其方向，並且可界定應力所作用的層。

此外，本實施例裝置係在光源 1A 利用半導體雷射，而且，在光學系統單元 5A 利用光彈性調變器 45，藉此可減少光學系統單元 5A 的構成構件而小型化。因此，可利用使光學系統單元 5A 繞光軸旋轉的旋轉驅動機構 27 小型化且低輸出者。

此外，藉由在第 1 偏光檢測部 3A 利用第 1 偏光分光鏡 10A，可使由光源 1A 輸出的雷射光全部朝向測定對象物。此外，可將由測定對象物 W 反射回來的反射光在未返回光源 1A 側的情形下利用第 1 光二極體 21 予以檢測。亦即，可抑制因所輸出的初期光與反射光的衝突所造成之光源的不穩定性，而可精度佳地進行主應力的差及其方向的測定。

此外，由於來自光源 1A 的光係由水平成分所構成，因

此藉由使其透射第 1 偏光分光鏡 10A，可使來自光源 1A 的光 100%入射至測定對象物 W，並且可 100%利用來自測定對象物 W 的反射光。結果可提升檢測精度。

其中，本發明並非侷限於上述實施例，可如下所示予以變形實施。

(1) 在上述實施例 1 中，爲了將來自測定對象物 W 的反射光中應力所作用之第 2 偏光 B 予以分離且輸出至其他光路徑，而在光學系統單元 5 內利用 BDP12，但亦可置換成不同光學系統的稜鏡，例如格蘭雷射稜鏡 (Glan Laser Prism) (以下簡稱爲「GLP」)。

當置換成 GLP 時，在上述實施例的 BDP12 中，第 1 偏光 A 及第 2 偏光 B 係由相同面予以輸出，相對地，GLP 係如第 7 圖所示由 GLP29 的側面輸出第 2 偏光 B。因此亦可構成爲：將第 2 光二極體 9b 與光學系統單元 5 一體化，且在光學系統單元 5 的內部配置將第 2 偏光 B 朝向第 2 光二極體 9b 的反射鏡 4a 及針孔 15，使得就算是光學系統單元 5 旋轉，亦可經常利用第 2 光二極體 9b 接受第 2 偏光 B。在該構成中，亦達成與上述實施例相同的效果。

(2) 亦可利用光彈性調變器來替代上述實施例 1 的裝置及變形例裝置的  $\lambda/4$  波長板 13。其中，在實施例 2 中，第 6 圖的光彈性調變器 45 即相當於此。因此，以下亦適用於第 6 圖的光學系統。當利用該光彈性調變器時，如第 8 圖所示，使來自測定對象物 W 的反射光入射至光彈性調變器 30，且以預先決定的頻率將反射光之偏光成分的光強度

予以調變。以調變後的頻率為參照訊號而輸入至鎖定放大器 (lock-in amplifier) 31，並且將來自第 2 光二極體 9b 之第 2 偏光 B 的檢測訊號  $I_s$  輸入至鎖定放大器 31。此時，由第 2 偏光 B 的檢測訊號  $I_s$  去除直流成分而僅抽出交流成分。因此，可提升雙折射變化量的計算精度。

例如，上述實施例之前面玻璃基板 W1 之雙折射變化量可以下式 (1) 表示。

$$\text{前面玻璃基板 W1 之雙折射變化量} = K (4\Phi^2 \cdot 2\rho \Phi \sin(2(\theta + \theta f))) \quad \dots(1)$$

其中，假設 2 片玻璃基板之雙折射量為極小的情形，其平方項予以省略。

在此， $\rho$  係玻璃基板 W1 的雙折射量， $\theta$  係主應力差的方向， $\theta f$  係用以檢測雙折射的方向及大小之相對於玻璃基板 W1 的旋轉角， $\Phi$  係基於光彈性調變器所得之調變量之振幅的一半， $K$  係關於光源強度的值。其中，上述式 (1) 係相當於本發明之  $\sin$  之平方曲線。

接著，當使第 8 圖的檢測訊號  $I_s$  通過鎖定放大器 31 時，前面玻璃基板之雙折射變化量可以下式 (2) 的 1 次式表示。

$$\text{前面玻璃基板之雙折射量} = 2K \cdot \rho \Phi \sin(2(\theta + \theta f)) \quad \dots(2)$$

亦即，僅抽出包含作為交流成分之雙折射資訊的  $\rho$  及  $\theta$  的訊號成分。以下與上述實施例相同地，按每一旋轉角整理抽出後的訊號成分，將光強度值標繪在 XY 平面上，

將以由該標繪狀態使光學系統單元 5 旋轉 1 次時所得旋轉角的 2 倍為變數之正弦波的平方所構成的  $\sin$  的平方曲線透過模擬予以近似。接著，由該  $\sin$  的平方曲線，將振幅為最大的部位界定為雙折射量為最大的角度，利用此時的雙折射量，作為主應力的差予以求出。關於第 2 片玻璃基板 W2 亦可利用與前面之玻璃基板 W1 相同的運算式，求出其主應力的差及其方向。

此外，於該變形例中，藉由使用以下方法，可更加輕易且精度佳地求出主應力的差及其方向。

亦即，如第 9 圖所示，上述式(2)係可求出以旋轉角的 2 倍為變數的正弦波（以下適當稱為「1 次 - 正弦波」）。其中，在以式(2)求出的  $\sin$  曲線中，有時會發生原點位置偏移的情形。因此，當在上述式(2)中考慮補償（offset）原點位置的偏移量時，可以下式(3)表示。

$$\text{前面玻璃基板之雙折射量} = 2K \cdot \rho \Phi \sin(2(\theta + \theta f)) + C \quad \dots(3)$$

其中，該式中的 C 係補償量。在此，如第 9 圖所示，藉由透鏡等光學系統的殘留雙折射，由以原點位置所偏移之旋轉角的 2 倍為變數的 1 次 - 正弦波求出雙折射量的最大值及最小值。將兩值的平均值決定為基準值（零），藉此可求出由兩值所得之最大振幅 V 作為主應力的差。此外，主應力差的方向係可界定為在雙折射量的最大值與最小值的中央與基準值交叉的角度  $\alpha$ 。該角度係雙折射為最大的角度  $\pm 45^\circ$ 。

此外，使用同一試料所作用之彈性應力的狀態，亦即預先求出拉伸狀態及壓縮狀態作為校準（calibration）。例如獲得以第 9 圖及第 10 圖所示的相位反轉後之旋轉角的 2 倍為變數的 2 個 1 次 - 正弦波。先將該等 2 個 1 次 - 正弦波記憶為基準模型，藉由擬合（fitting）由作為測定對象的玻璃基板所得之 1 次 - 正弦波及基準模型，可輕易界定作用於玻璃基板的彈性應力為拉伸或者壓縮。

此外，在藉由實測所求出的 1 次 - 正弦波中含有不少雜訊成分。因此，藉由將最小平方法適用於利用上述式 (3) 所得資料，可去除雜訊成分。因此，可更加提升主應力的差及其方向及補償量的測定精度。

其中，若為實施例 2 的裝置之情況，只要構成為在第 6 圖所示的運算處理部 24 配備鎖定放大器 31，且使檢測訊號  $I_s$  輸入至該鎖定放大器 31，即可獲得與第 8 圖所示之上述實施例 1 之變形例裝置相同的測定結果及效果。

(3) 於上述實施例裝置及變形例裝置中，為了將  $\sin$  的平方曲線予以近似，而更加正確求出所求振幅為最大的部位為雙折射量最大的角度及其方向，如下所示那樣求出則較為有效。

以第 1 手法而言，亦可在測定各旋轉角後，利用前端為後述形狀的按壓構件，在使其前端按壓在玻璃基板 W1 表面的狀態下，進行相同測定。此時，各玻璃基板 W1、W2 之主應力的差係作為具有  $\sin$  之平方曲線的振幅（大小）及振幅為最大之方向（角度）的方向的向量，求出作用於

第 2 偏光 B 所通過之玻璃基板的應力為向量和。因此，可依序界定由已知應力方向之最表面的玻璃基板 W1 作用於玻璃基板 W2 之主應力的差及其方向。

其中，以按壓玻璃基板 W1 表面的構成而言，例如，如第 1 圖之二點鏈線所示，只要將具備在前端具有前端形狀為數 mm 左右之等方圓形、或異方長方形的大致扁平面的按壓構件 50 的機械手 51 鄰接配備在載置台 8 而構成即可。亦即，可以在按壓構件 50 前端按壓玻璃基板 W1 表面的作用位置、及由玻璃基板 W1 表面脫離的待機位置進退及升降的方式對機械手 51 進行作動控制的方式構成。其中，當玻璃基板的尺寸較小時，亦可由玻璃基板相對向的兩端邊作用按壓或拉伸力。

以第 2 手法而言，如第 11 圖所示，求出測定對象物 W 之焦點面之靠近中央的預定位置 P0 的主應力差，而且間歇或連續地求出由相同面的端緣 P1 至預定位置 P0 為止之間的複數個點（P2、P3、…、Pi）的應力。亦即，應力係由預定位置 P0 朝向端緣方向平滑變化，將在各點的測定結果以曲線狀予以近似，藉此可由該曲線界定該主應力的差為拉伸或壓縮。

(4) 上述實施例裝置及變形例裝置係使光學系統單元 5 繞光軸旋轉，但亦可為使載置台 8 旋轉的構成。

(5) 在上述各實施例中，係利用隔著間隙配備 2 片玻璃基板 W1、W2 的測定對象物 W，但測定對象物 W 並非限定於此形態，亦可無間隙地使複數片具有透射性的測定對

象物密接疊層。例如，如玻璃基板彼此、玻璃基板及薄膜等般折射率不同之測定對象物的組合等。

(6) 在上述各實施例中，當保持測定對象物 W 的平行度時，亦可為省略第 2 非偏光分光鏡 17 及平行度檢測部 22 的構成。

(7) 在上述各實施例中，雖利用在中央形成有開口 H 的載置台 8，但亦可以未形成有開口 H 的平坦物予以構成。

(8) 在上述實施例 1、2 中，最好形成以下構成：在利用第 2 光二極體 9b 檢測第 2 偏光 B 為止的光路徑上，將用以去除以其他光學件進行反射或透射時所產生的散射等檢測對象以外之漫射光的遮光板配備在透鏡 9a 的上游側。

如第 12 圖所示，遮光板 52 係在由圓盤上之板材中心以徑方遠離的位置形成有圓弧狀開口部 53，且測定對象的第 2 偏光 B 會通過該開口部 53。亦即，實施例裝置中，BDP12 係繞著通過與 BDP12 之入射光相同光路徑而返回之第 1 偏光 A 的光軸旋轉。隨著該旋轉，由與 BDP12 的第 1 偏光 A 同一面的間離位置所輸出的第 2 偏光 B 係通過第 1 偏光 A 周圍的圓弧軌道。因此，遮光板 52 的開口部 53 係沿著第 2 偏光 B 的移動軌道而形成。在上述實施例中，由於在 0 至 90° 的範圍使光學系統單元 5 繞光軸旋轉，因此遮光板 52 的開口部 53 係形成為大致半圓弧狀。其中，若旋轉角度變更，該開口部 53 的圓周亦適當地變更設定。

(9) 在上述各實施例中，最好在裝置設定 (setting) 及維護 (maintain) 時如下所示進行裝置調整。

亦即，以使作為光學系統之一的接物鏡 6 所具有之殘留應力的影響抵消 (cancel) 的方式進行設定。例如，先將主應力的差為已知的試料預先載置於載置台 8 而進行對焦。之後，一面在基準值  $0^{\circ}$  至  $180^{\circ}$  的範圍以順時針旋轉光學系統單元 5，一面按每一預定角度或以線性進行測定。

求出由測定結果所得之雙折射的變化量為最小的旋轉角度，使光學系統單元 5 恢復在初期位置。此外，若為實施例 1，如第 13 圖所示，設置可繞光軸旋轉接物鏡 6 的透鏡旋轉驅動機構 55，其繞著光軸以逆時針旋轉所求之該旋轉角度程度，來進行光學系統單元 5 及接物鏡 6 的光軸配合。其中，透鏡旋轉驅動機構 55 係相當於本發明之透鏡旋轉手段。

在進行實測時，係一面藉由驅動控制部 25 使旋轉驅動機構 27 及透鏡旋轉驅動機構 55 以相同旋轉速度於同一方向取得同步，一面進行旋轉。藉由該旋轉控制，使接物鏡 6 所具有的雙折射量恒為最小值。因此，可忽視該雙折射量而僅利用在作為測定對象之玻璃基板所產生之雙折射量的變化，而可提升測定精度。

若為實施例 2 的裝置，例如先固定配備可動台 7 及接物鏡 6。在該狀態下，將主應力的差為已知的試料預先載置於載置台 8 而進行對焦。之後，一面在基準值  $0^{\circ}$  至  $180^{\circ}$  的範圍以順時針旋轉光學系統單元 5A，一面按每一預定角度或以線性進行測定。

求出由測定結果所得之雙折射的變化量為最小的旋轉

角度，使光學系統單元 5A 以該旋轉角度旋轉，而進行與接物鏡 6 的光軸對位。當光軸對位結束，如第 14 圖所示，將接物鏡 6 及可動台 7 組入光學系統單元 5A，與光學系統單元 5A 形成為一體而形成為可繞偏光之光軸旋轉的構成。於該構成中，可動台 7 係在具備接物鏡 6 的狀態下，可直接在光學系統單元 5A 內進行升降。其中，若為該變形例裝置，旋轉驅動機構 27 係作為本發明之透鏡旋轉手段發揮功能。

（產業上可利用性）

如以上所示，本發明係適用於測定作用於如液晶面板或電漿顯示器面板等之具有透射性的測定對象物的應力或變形等。

#### 【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示實現實施例 1 之光彈性測定方法之裝置的概略構成圖。

第 2 圖係顯示藉由平行度檢測部所得之偏光之受光狀態的俯視圖。

第 3 圖係顯示測定主應力的差及其方向之一周處理及動作的流程圖。

第 4 圖係顯示在測定對象物之各焦點面所反射之反射光的狀態圖。

第 5 圖係顯示第 2 偏光之光強度之檢測狀態圖。

第 6 圖係顯示實現實施例 2 之光彈性測定方法之裝置的概略構成圖。

第 7 圖係顯示變形例裝置之構成圖。

第 8 圖係顯示變形例裝置之構成圖。

第 9 圖係藉由鎖定放大器所得之彈性訊號的輸出圖。

第 10 圖係顯示作用於玻璃基板之彈性應力之狀態的比較圖。

第 11 圖係顯示測定作用於測定對象物之主應力差的方向的模式圖。

第 12 圖係遮光板的俯視圖。

第 13 圖係顯示變形例裝置之構成圖。

第 14 圖係顯示變形例裝置之構成圖。

#### 【主要元件符號說明】

1	光源
1 A	光源
2	接物鏡
3	第 1 偏光檢測部
3 A	第 1 偏光檢測部
4	反射鏡
4 a	反射鏡
5	光學系統單元
5 A	光學系統單元
6	接物鏡
7	可動台
8	載置台
9	第 2 偏光檢測部

9a	透鏡
9b	第 2 光二極體
10	第 1 非偏光分光鏡
10A	第 1 非偏光分光鏡
11	偏光板
12	BDP ( 光束位移稜鏡 )
13	$\lambda / 4$ 波長板
13A	$\lambda / 4$ 波長板
15	針孔
16	板狀物
17	第 2 非偏光分光鏡
17A	第 2 非偏光分光鏡
18	透鏡
19	針孔
20	板狀物
21	第 1 光二極體
22	平行度檢測部
22a	光二極體
22b	光二極體
22ac	光二極體
22d	光二極體
23	控制單元
24	運算處理部
25	驅動控制部

26	操作部
27	驅動機構
28	致動器
29	GLP
30	光彈性調變器
31	鎖定放大器
40	偏光板
41	直線偏光板
42	$\lambda / 2$ 波長板
43	第 3 偏光分光鏡
44	$\lambda / 4$ 波長板
45	光彈性調變器
50	按壓構件
51	機械手
52	遮光板
53	開口部
55	透鏡旋轉驅動機構
A	第 1 偏光
B	第 2 偏光
C	中心點
H	開口
Ir	檢測訊號
P1	焦點面
P2	焦點面

P3	焦點面
P4	焦點面
R1	反射光
R2	反射光
R3	反射光
R4	反射光
Is	檢測訊號
W	測定對象物
W1	玻璃基板
W2	玻璃基板

## 十、申請專利範圍：

### 1. 一種光彈性測定方法，其特徵為具備：

藉由光學手段將來自照射手段的照射光形成為直線偏光的過程；

一面藉由透鏡將前述直線偏光照射於由複數層構成之具透射性的測定對象物，一面使透鏡與測定對象物沿著光軸方向相對前後移動而使焦點對焦在該複數層彼此相接觸之複數個接觸界面中預定的接觸界面的過程；

將由前述測定對象物反射回來的反射光透射前述光學手段並返回初期光路徑的第 1 偏光、及與該第 1 偏光呈正交的第 2 偏光在其他光路徑分離而予以輸出的分離過程；

僅使分離後之前述第 2 偏光中由焦點面反射回來的偏光通過針孔而進行檢測的偏光檢測過程，以上 4 個過程設為 1 個循環處理；以及

運算過程，係在經前述 1 個循環處理後，使照射於前述測定對象物的偏光及該測定對象物繞光軸相對旋轉，每至少測定對象物之預定的 3 個部位進行前述 1 個循環處理，根據進行各循環處理時所檢測出之前述偏光的光強度變化量及前述相對旋轉之檢測角度的位置資訊，求出由以旋轉角的 2 倍為變數之正弦波的平方所構成的  $\sin$  的平方曲線，再由該  $\sin$  的平方曲線求取作用於測定對象物之各層的主應力的差及其方向。

### 2. 如申請專利範圍第 1 項之光彈性測定方法，其中，具備

反射光檢測過程，其係僅使在前述分離過程中被分離並返回初期光路徑之第 1 偏光中之由前述焦點面反射回來的偏光通過針孔而進行檢測，

前述運算過程係求取對於另外預先求出之來自前述照射手段之反射光的光強度在前述偏光檢測過程中所檢測出的偏光、與在前述反射光檢測過程中所檢測出的偏光兩者強度的變化量，且依照該變化量，對由利用實測求取的第 2 偏光所檢測出之偏光的光強度進行修正。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之光彈性測定方法，其中，在前述反射光入射前述光學手段之前，使反射光透射已預先決定雙折射變化量的光學元件。
4. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之光彈性測定方法，其中，照射於前述測定對象物之偏光與該測定對象物之繞光軸的相對旋轉，係將使前述偏光繞光軸旋轉的光學元件配置在前述光學手段與透鏡之間所進行。
5. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之光彈性測定方法，其中，求取對前述測定對象物之最外側的層施加按壓的按壓狀態及非按壓狀態時之各主應力的差，根據兩值的偏差，界定作用於測定對象物之主應力的差為壓縮或拉伸。
6. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之光彈性測定方法，其中，另外由測定對象物之靠近中央的預先決定位置朝端緣方向間歇或連續地進行前述 1 個循環處理，使前述偏光及測定對象物繞光軸旋轉並至少在 3 個部位進行該 1 個循環處理，

前述運算處理過程係每複數次 1 個循環處理來求取同一焦點面上之複數個部位之主應力的差及其方向，此外，根據該複數個部位之主應力的差及其方向使應力變化成爲近似曲線，從該近似曲線與預先決定的基準模型之比較，來界定作用在已對焦的預定層之主應力的差爲壓縮或拉伸。

7. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之光彈性測定方法，其中，另外使用與前述測定對象物相同的試料，對該試料作用壓縮及拉伸應力，

使來自前述試料的反射光輸入至光彈性調變器，以預先決定的頻率調變該光強度，

使在前述分離過程中所分離之調變後的第 2 偏光輸入至鎖定放大器而將直流成分予以去除，預先取得作爲屬交流成分之以旋轉角的 2 倍爲變數的正弦波之基準資訊，

在前述測定對象物的實測中，使來自該測定對象物的反射光輸入至光彈性調變器，且以預先決定的頻率調變其光強度，

使在前述分離過程中所分離之調變後的第 2 偏光輸入至鎖定放大器而將直流成分予以去除，取得作爲屬交流成分之以旋轉角的 2 倍爲變數的正弦波之實測資訊，

將前述實測資訊與基準資訊進行比較，以界定主應力之差的狀態。

8. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之光彈性測定方法，其中，具備：將進行對焦的透鏡固定，使照射於前述測定

對象物的偏光與該測定對象物繞著光軸相對地旋轉 0 至 180°，預先檢測所求取的雙折射量為最小的角度，而使光軸與該角度配合的過程；以及

與用以進行前述 1 個循環處理之朝預定旋轉角度移動同步而使前述透鏡旋轉的過程。

9. 一種光彈性測定裝置，其特徵為具備：

保持手段，用以保持由複數層構成之具透射性的測定對象物；

照射手段，朝向前述測定對象物照射光；

第 1 光學手段，使前述光透射而形成由呈正交之 2 個方向的偏光成分所構成的偏光；

透鏡，使前述偏光透射而使焦點對焦在前述測定對象物之焦點面；

分離手段，將由前述測定對象物的焦點面反射回來的偏光中之返回初期光路徑的第 1 偏光、及與該第 1 偏光正交的第 2 偏光在其他光路徑分離而予以輸出；

形成有針孔的構件，該針孔係僅使所分離之前述第 2 偏光中之由前述焦點面反射回來的偏光通過；

第 1 檢測手段，用以檢測已通過前述針孔之第 2 偏光的光強度；

移動手段，沿著偏光的光軸方向使前述透鏡及保持手段相對前後移動；

旋轉手段，使前述保持手段及前述第 1 光學手段繞光軸相對旋轉；以及

運算手段，藉由前述旋轉手段使照射於測定對象物的偏光及該測定對象物繞光軸相對旋轉，根據每至少測定對象物之預定的 3 個部位由前述第 1 檢測手段所檢測出之前述偏光的光強度變化量及前述相對旋轉之檢測角度的位置資訊，求出由以旋轉角的 2 倍為變數之正弦波的平方所構成的  $\sin$  的平方曲線，由該  $\sin$  的平方曲線求取作用於測定對象物之各層的主應力的差及其方向。

10. 如申請專利範圍第 9 項之光彈性測定裝置，其中，具備：

形成有針孔的構件，該針孔係僅使由前述分離手段所分離之第 1 偏光中之由前述焦點面反射回來的偏光通過；以及

第 2 檢測手段，用以檢測已通過前述針孔之偏光的光強度，

前述運算手段係使用藉由前述第 1 檢測手段所檢測出之偏光的光強度，來對藉由前述第 2 檢測手段所檢測出之偏光的光強度進行除法運算。

11. 如申請專利範圍第 9 項或第 10 項之光彈性測定裝置，其中，具備第 2 光學手段，其在反射光入射至前述分離手段之前已預先決定雙折射變化量。

12. 如申請專利範圍第 9 項或第 10 項之光彈性測定裝置，其中，前述旋轉手段係一光學元件，其供從前述第 1 光學手段朝向測定對象物的偏光透射且繞其光軸旋轉。

13. 如申請專利範圍第 9 項或第 10 項之光彈性測定裝置，其中，另外具備：

移動機構，其係使按壓構件跨及使按壓構件的前端與測定對象物之最外側的層接觸並按壓的作用位置、及在非接觸狀態下疏離的待機位置而移動，

前述運算手段係求取對測定對象物之最外側的層施加按壓的按壓狀態及非按壓狀態時之各主應力的差，根據兩值的偏差，界定作用於測定對象物之主應力的差為壓縮或拉伸。

14. 如申請專利範圍第 9 項或第 10 項之光彈性測定裝置，其中，具備：

掃描手段，其係由測定對象物之靠近中央的預定位置朝端緣方向間歇或連續地掃描朝向測定對象物的偏光，

前述運算手段係利用藉由前述掃描手段掃描偏光所檢測的第 2 偏光，求取同一焦點面上之複數個部位之主應力的差及其方向，再根據該複數個部位之主應力的差及其方向使應力變化成為近似曲線，從該近似曲線與預先決定的基準模型之比較，來界定作用在已對焦的預定層之主應力的差為壓縮或拉伸。

15. 如申請專利範圍第 9 項或第 10 項之光彈性測定裝置，其中，具備：

光彈性調變器，使來自前述測定對象物的反射光輸入，且以預先決定的頻率調變該光強度；以及

鎖定放大器，使被調變並通過針孔的第 2 偏光輸入而將直流成分予以去除，抽出屬交流成分之以旋轉角的 2 倍為變數的正弦波之實測資訊，

前述運算手段為，使用與前述測定對象物相同的試料而預先取得作為正弦波的基準資訊，該基準資訊係將對該試料作用壓縮及拉伸應力時之各主應力的差作為以旋轉角的 2 倍為變數的正弦波，將該基準資訊與實測資訊進行比較，以界定作用於測定對象物之主應力之差的狀態。

16. 如申請專利範圍第 10 項之光彈性測定裝置，其中，具備：

第 1 偏光分離手段，將由前述分離手段所分離的第 1 偏光分離成朝向針孔的偏光及朝向其他方向的偏光；

檢測手段，將用以檢測由前述第 1 偏光分離手段分離成其他方向之偏光的複數個受光元件配備成 2 次元陣列狀所構成；

驅動手段，使前述保持手段傾斜；以及

驅動控制手段，按照由前述檢測手段所檢測出之偏光的位置，藉由前述運算手段求取由保持手段所保持之測定對象物的傾斜量，按照該傾斜量使前述驅動手段作動而維持前述保持手段之平行度。

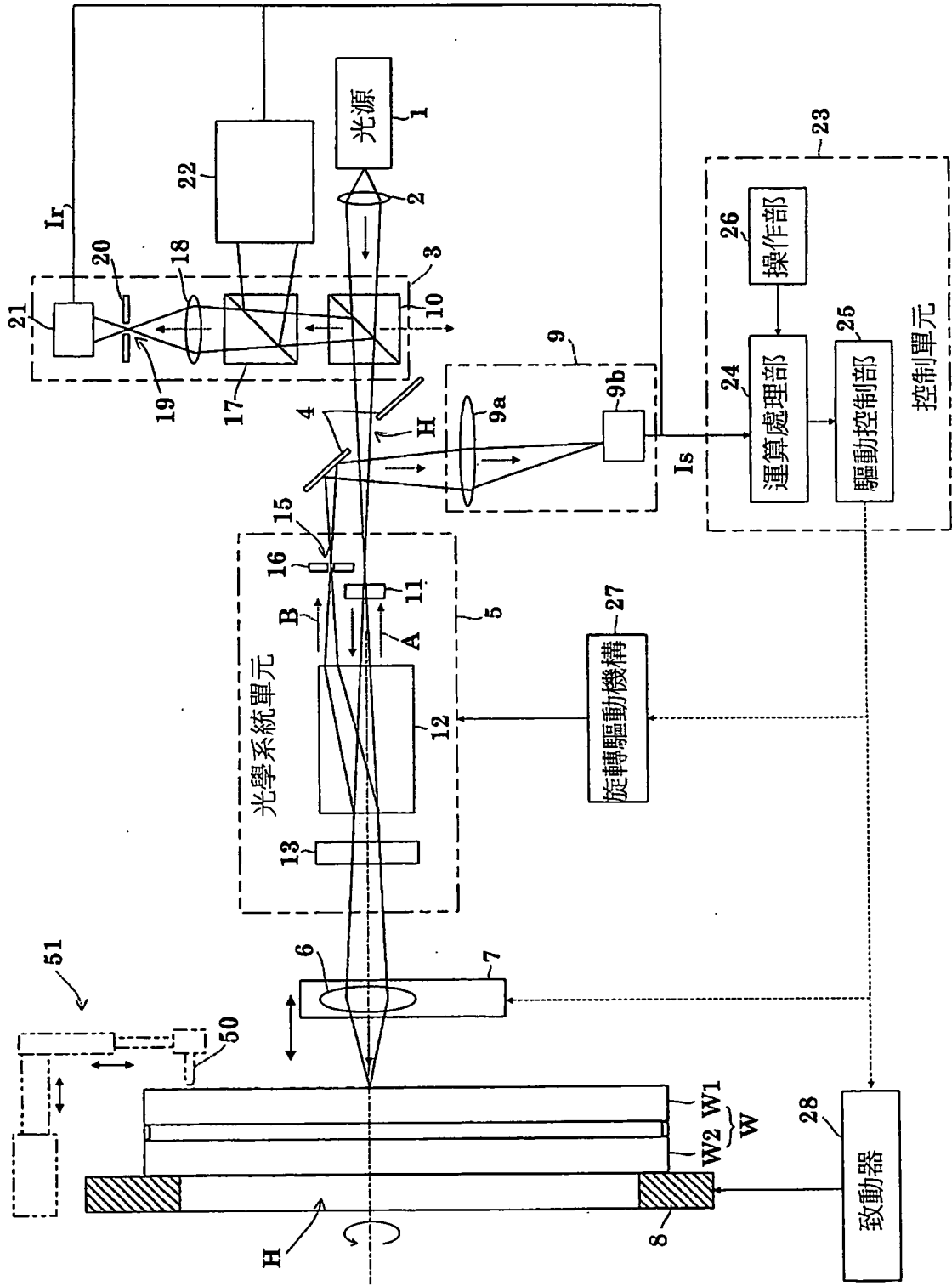
17. 如申請專利範圍第 16 項之光彈性測定裝置，其中，具備：

透鏡旋轉手段，使前述透鏡繞著偏光的光軸旋轉，

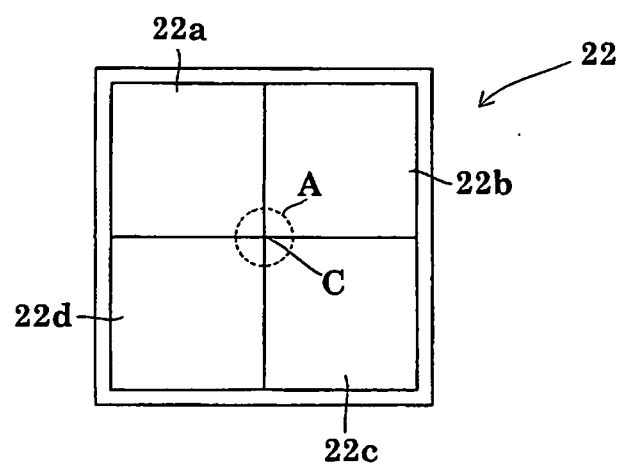
前述驅動手段為，固定前述透鏡且一面由照射手段將光照射於測定對象物，一面使保持手段及第 1 光學手段繞著光軸相對旋轉 0 至 180°，預先檢測所求取的雙折射量成為最小的角度，而與使透鏡與第 1 光學手段相對旋轉所檢測出的該角度對位，

操作旋轉手段使保持手段及第 1 光學手段繞光軸相對旋轉，且同步地將透鏡旋轉手段進行旋轉操作，而使透鏡繞光軸旋轉。

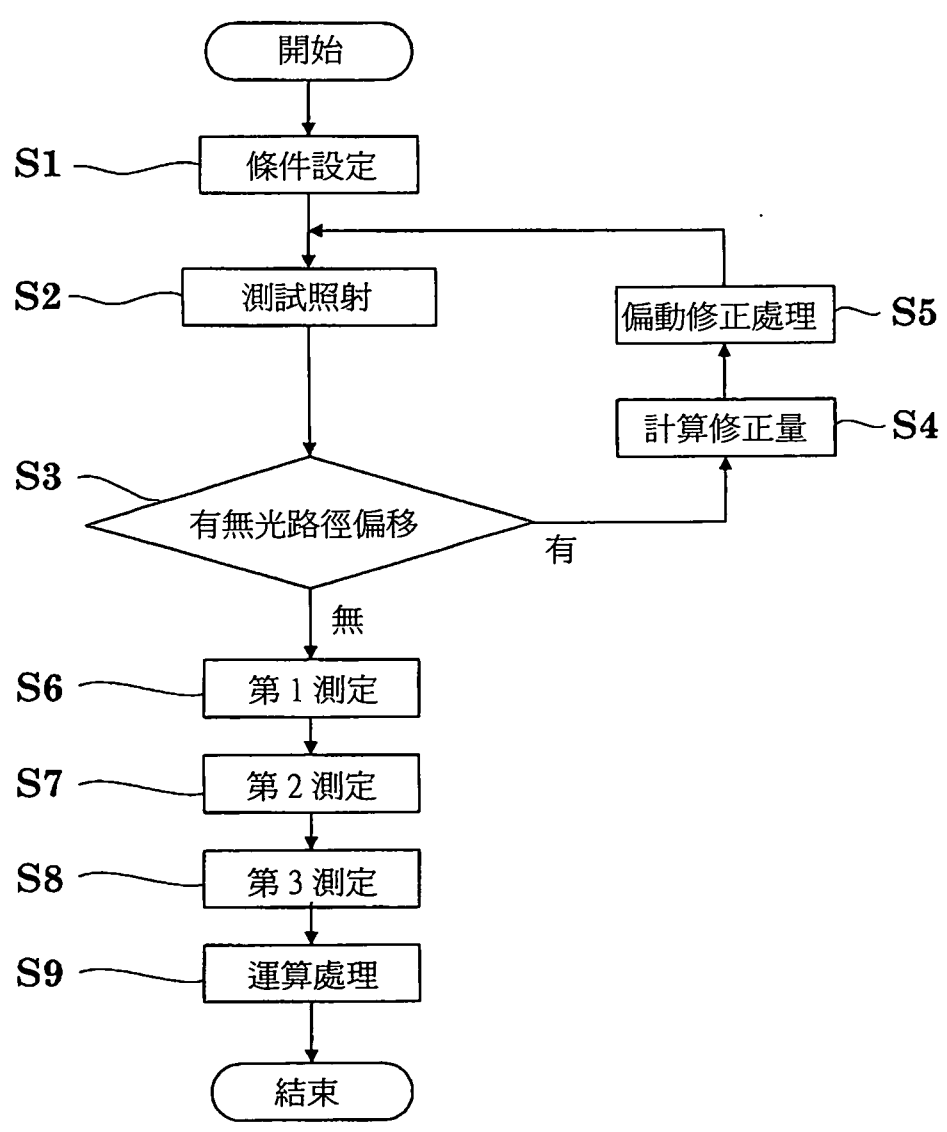
十一、圖式：



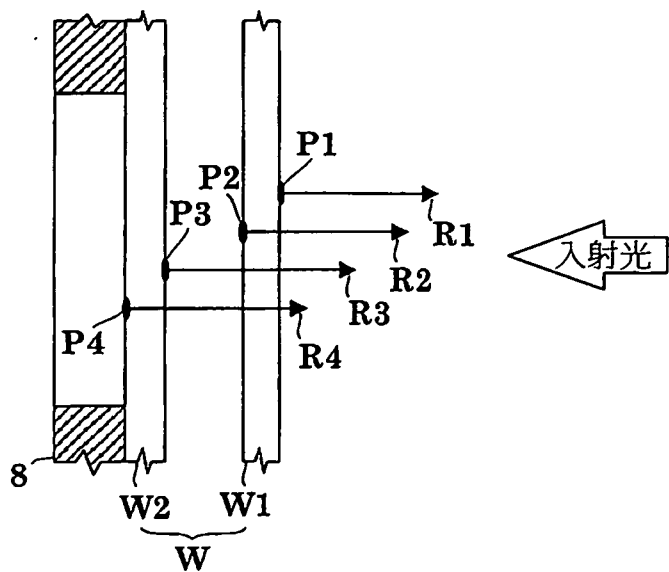
第 1 圖



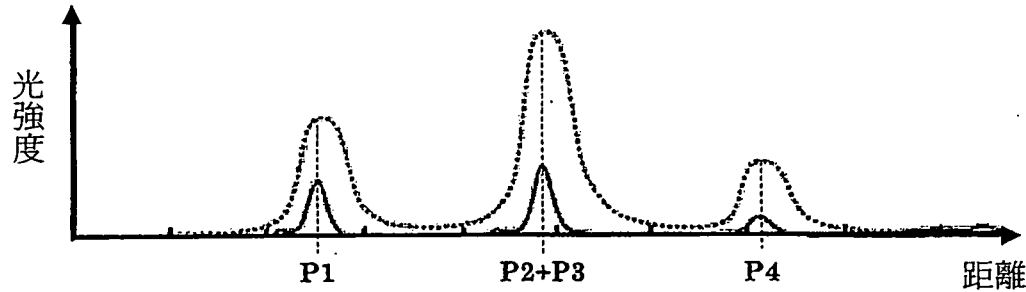
第 2 圖



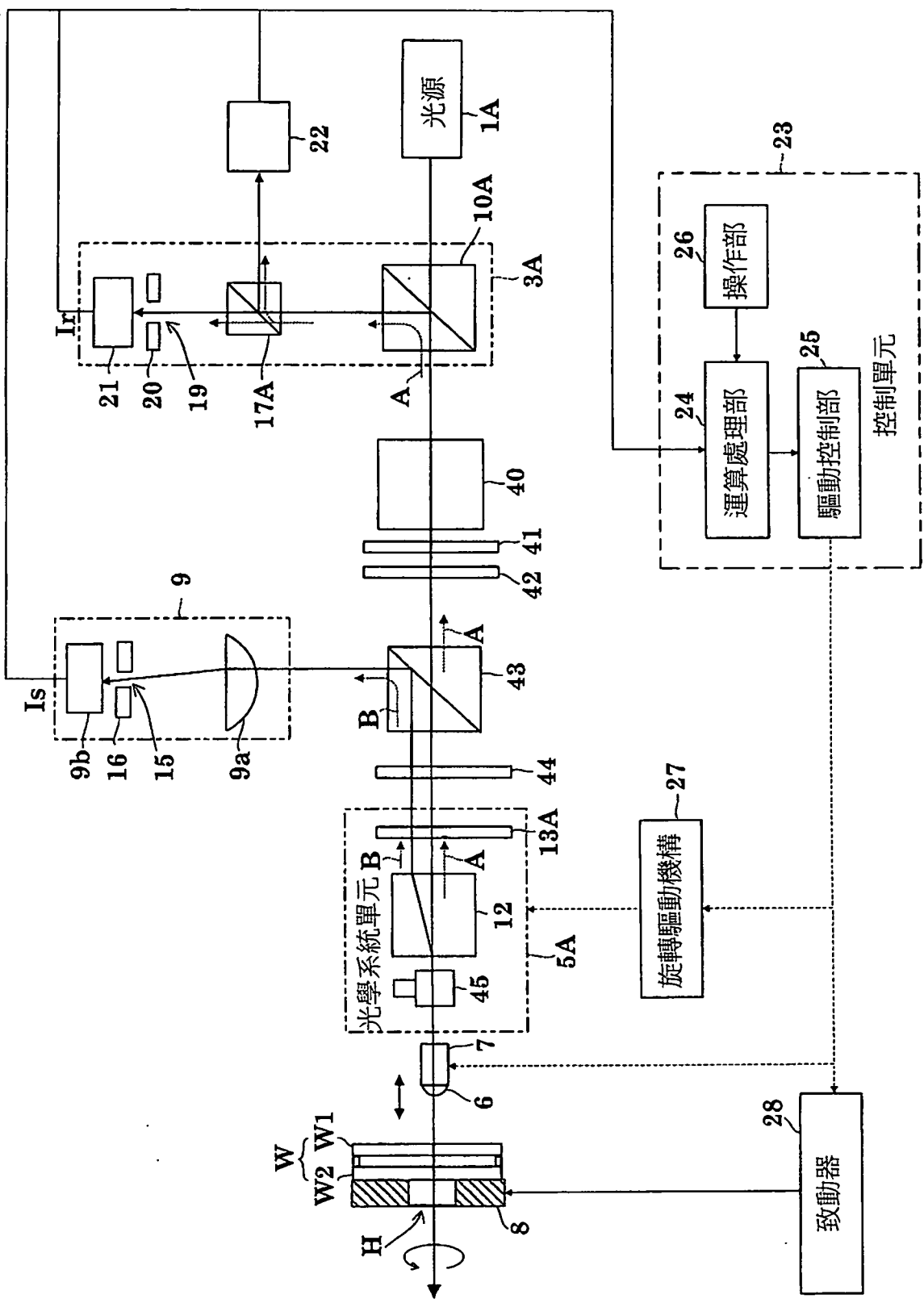
第 3 圖



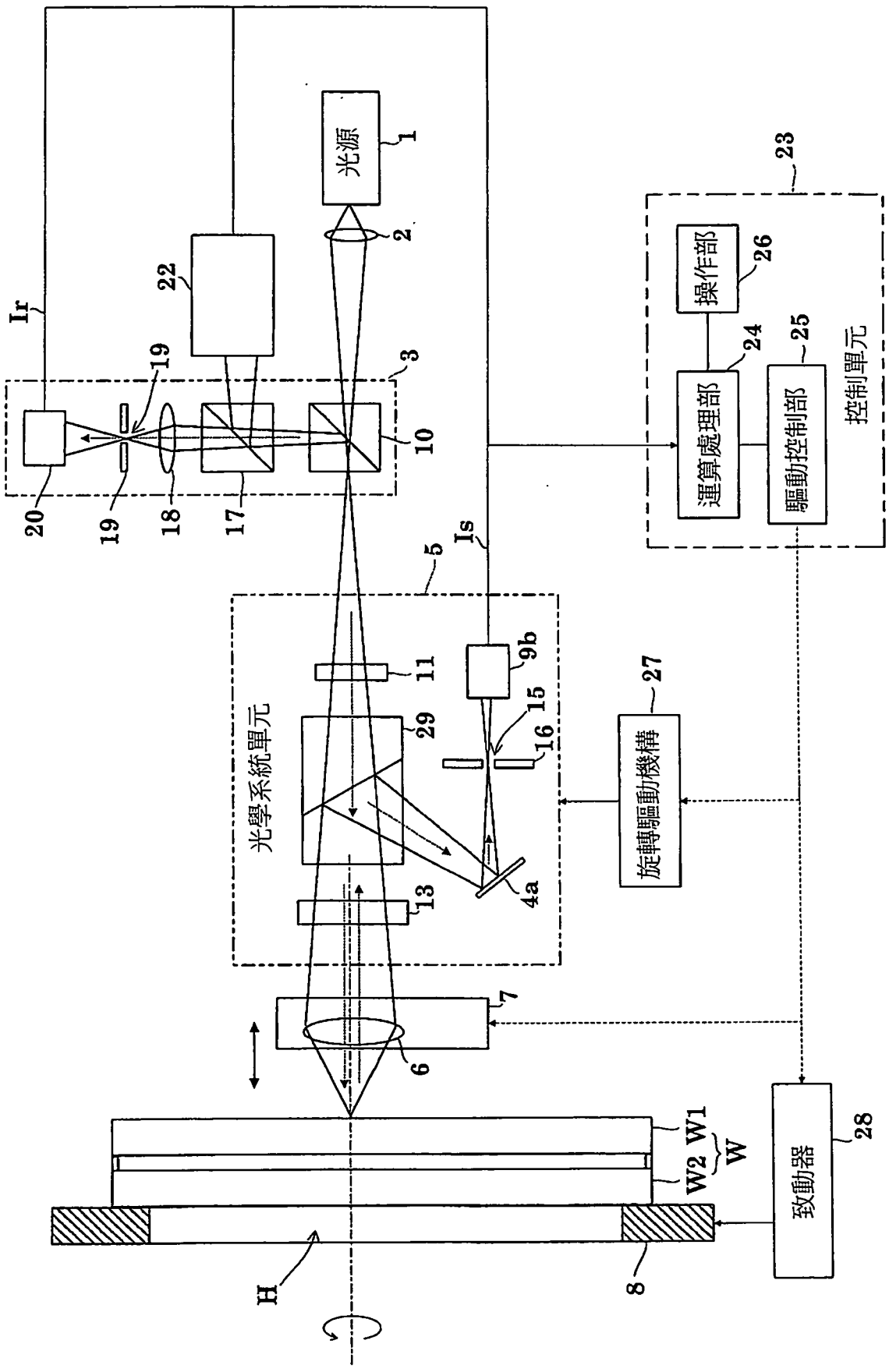
第 4 圖



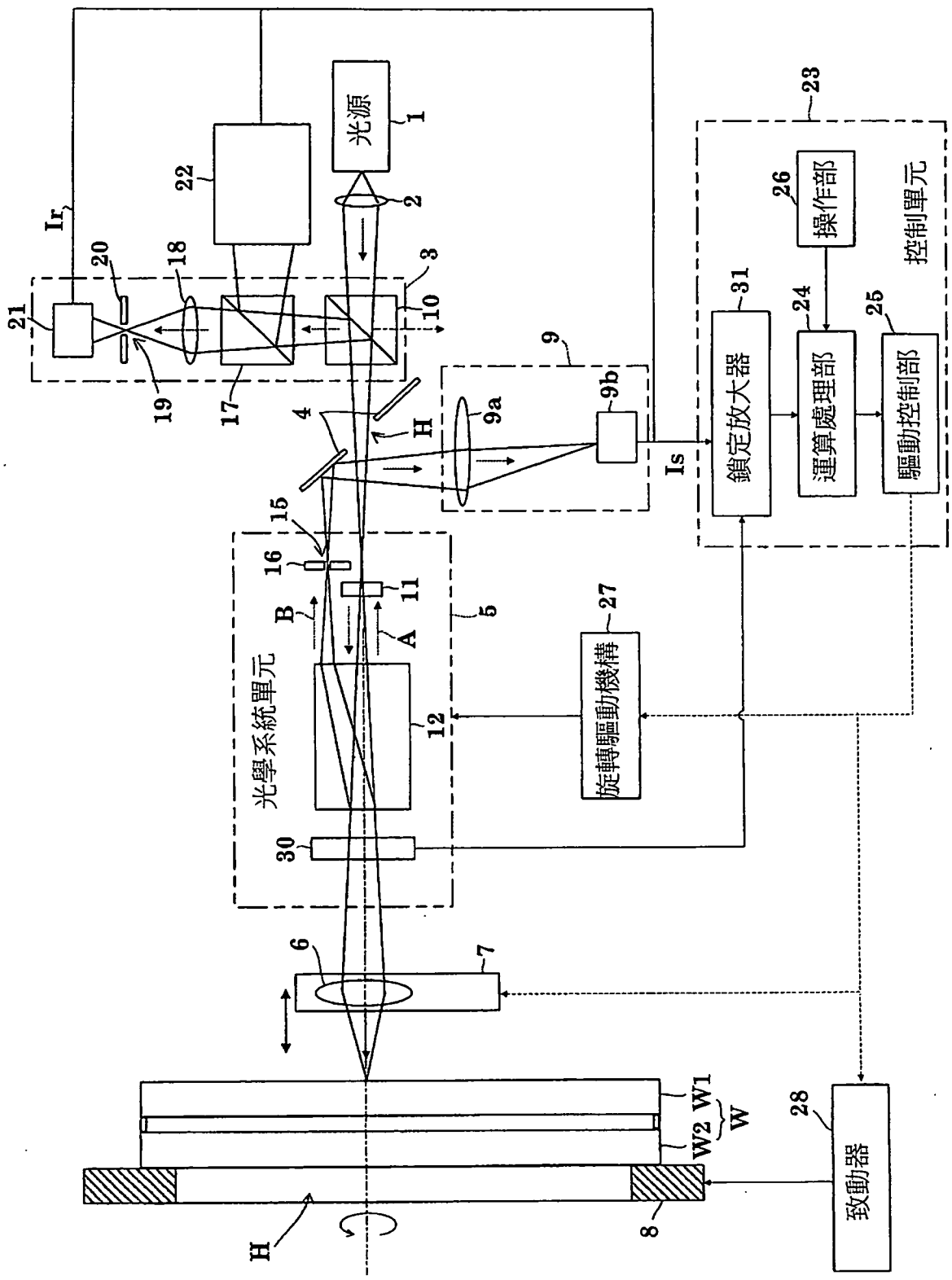
第 5 圖



第6圖

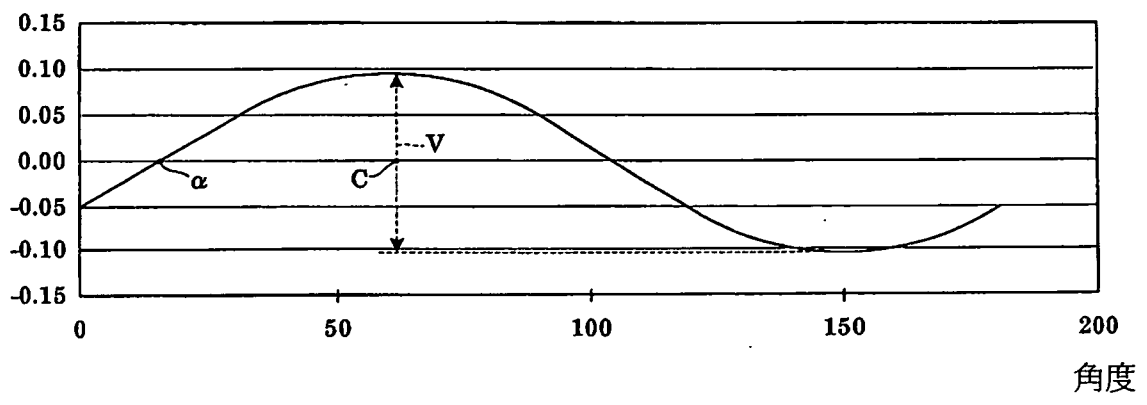


第7圖



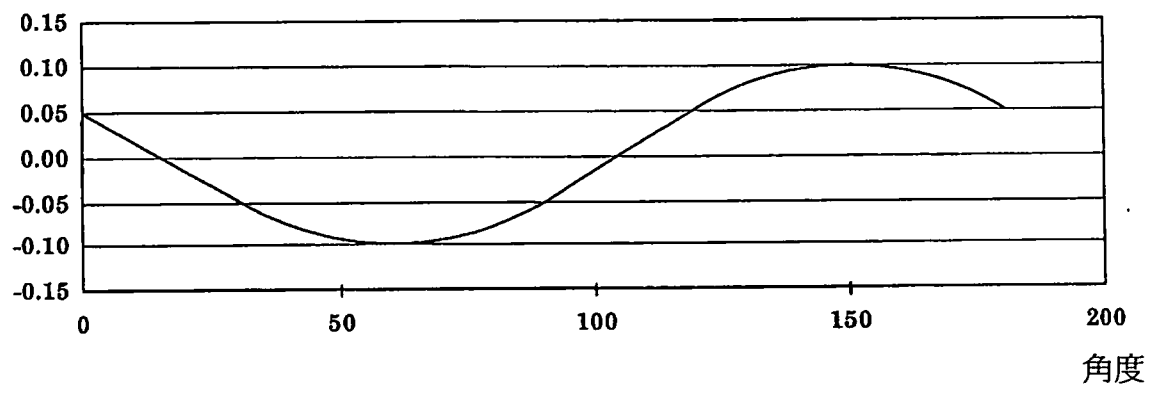
第 8 圖

雙折射量

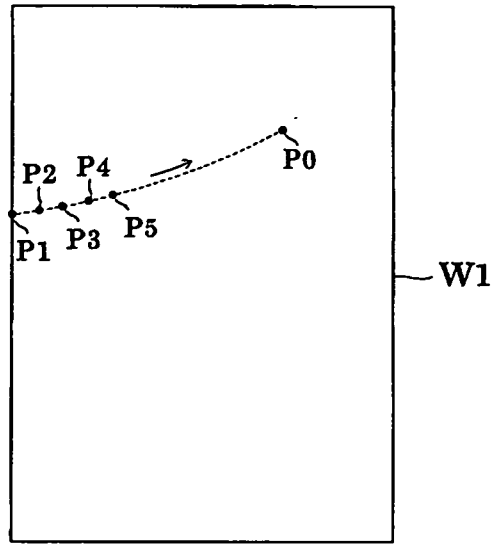


第 9 圖

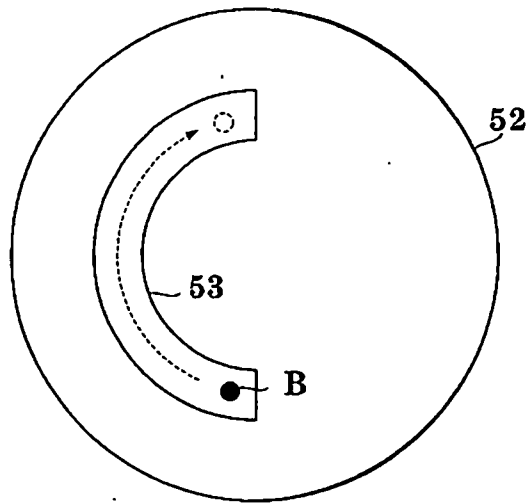
雙折射量



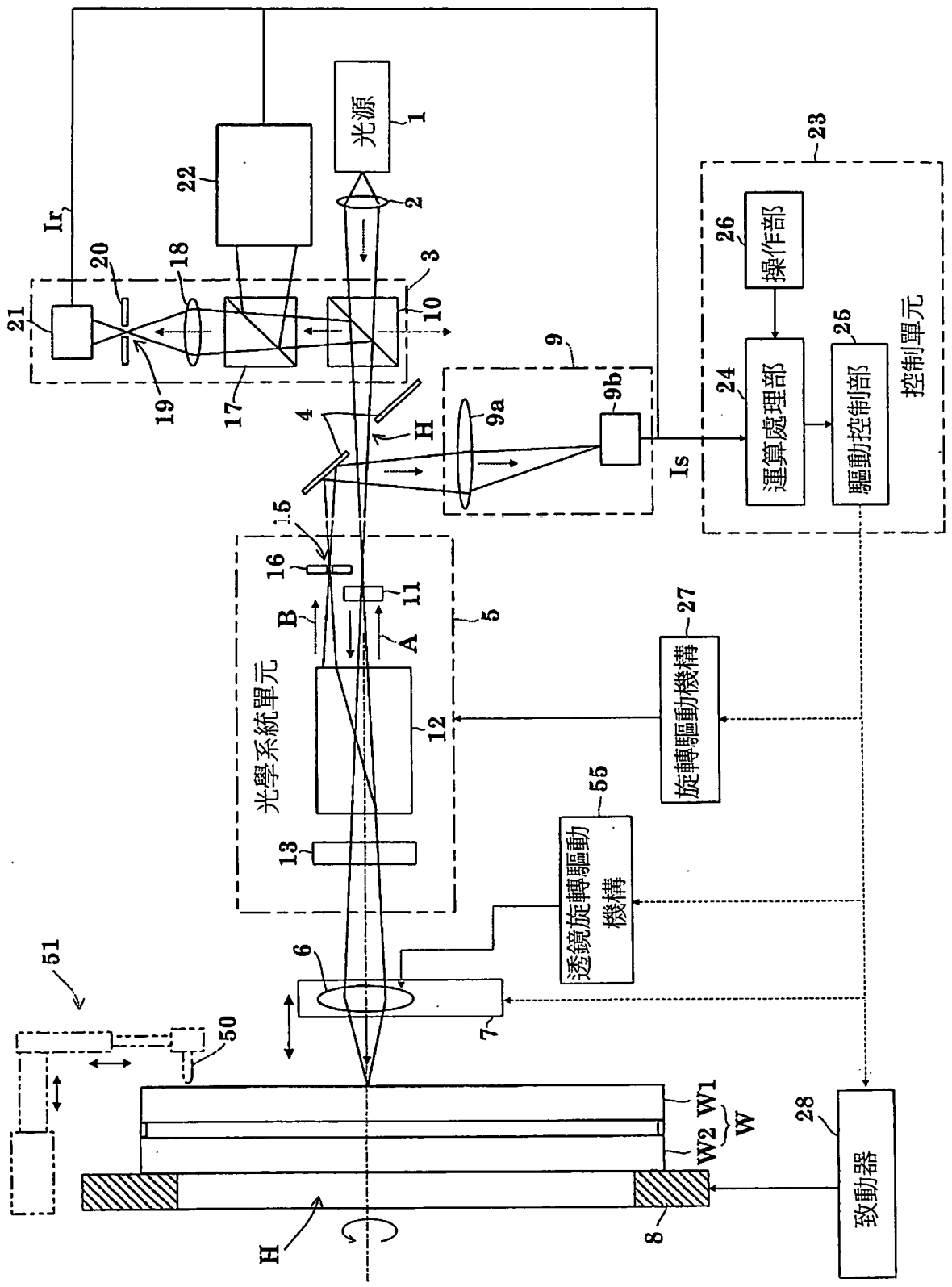
第 10 圖



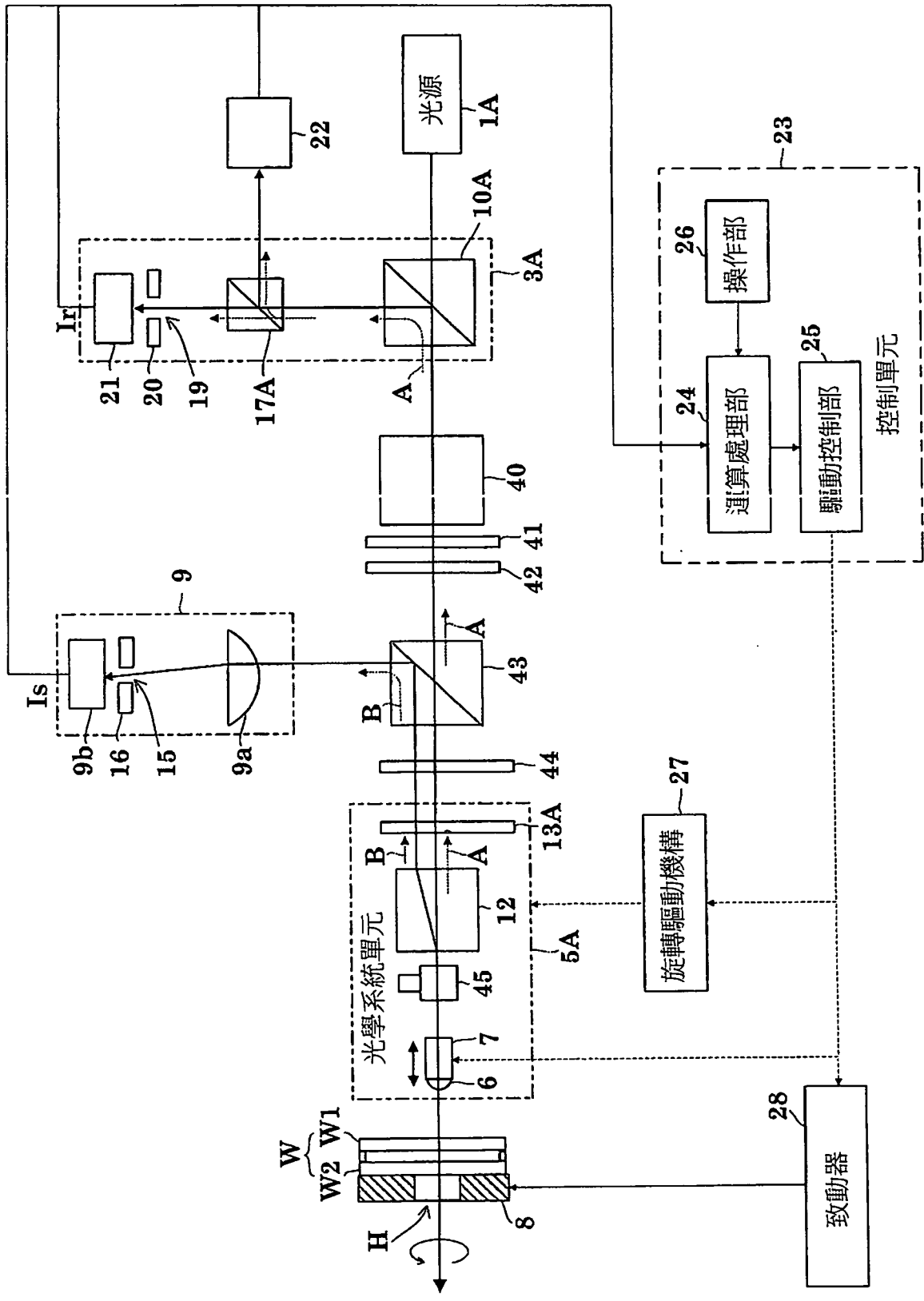
第 11 圖



第 12 圖



第13圖



第14圖