

發明專利說明書

(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：94108816

※ 申請日期：94.1.12

※IPC 分類：

G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光學系統、曝光裝置以及曝光方法

OPTICAL SYSTEM、EXPOSURE DEVICE AND METHOD OF EXPOSURE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

尼康股份有限公司

NIKON CORPORATION

指定 為應受送達人

代表人：(中文/英文) 村 輝郎/SHIMAMURA, TERUO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都千代田區丸之內 3 丁目 2 番 3 號

2-3, MARUNOUCHI 3-CHOME, CHIYODA-KU, TOKYO, JAPAN

國 籍：(中文/英文) 日本/JP

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文) ID :

1. 大村 泰弘/OMURA, YASUHIRO

國 籍：(中文/英文) 1. 日本/JP

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：

1. 日本；2004/01/27；2004-018226

2. 日本；2004/11/24；2004-338749

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：

一種光學系統係基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡口內能實現大略周方向偏光狀態。本發明之光學系統係包括雙折射元件(21)與旋光元件(22)。其中，雙折射元件(21)係使透鏡開口內之相軸分布變成為大略圓周方向之分布或大略半徑方向之分布。旋光元件(22)係配置於此雙折射元件之後側使透鏡開口內之偏光狀態加以旋轉。雙折射元件係由一軸性結晶材料所形成，並且具有結晶光學軸配置於與光軸平行的光透射構件。在光透射構件係入射大略圓偏光狀態的大略球面波之光束。

六、英文發明摘要：

An optical system based on a simple structure, capable of preventing light flux loss and capable of realizing almost a state of circumferential polarization in a lens aperture is provided. The optical system of this invention includes a birefringence element (21) and a rotatory polarization element (22). Wherein, the birefringence element (21) converts a phase axis distribution in lens aperture into almost a circumferential distribution or a distribution in a radius direction. The rotatory polarization element (22) is arranged behind the birefringence element to rotate the polarization state in the lens aperture. The birefringence element is formed by a uniaxial crystal material, and has a light transmitting component in which a crystal optical axis is arranged substantially parallel with the optical axis. The rays of substantially spheric wave are incident to the light transmitting component in a substantially rotatory polarization condition.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 5。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

13：光學光闌

14：結像光學系統

21：雙折射元件

22：旋光元件

M：光罩

PL：投影光學系統

AX：光軸

W：晶圓

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於光學系統、曝光裝置以及曝光方法，特別有關於將半導體元件、攝影元件、液晶顯示元件、薄膜磁頭等之微元件以微影蝕刻製程(lithography)加以製造的曝光裝置。

【先前技術】

在此種典型的曝光裝置，從光源射出之光束，以經介作為光學積分器(optical integrator)之蠅眼透鏡(fly-eye lens)，加以形成由多數光源所構成在實質上為面光源的二次光源。從二次光源之光束，以經介配置於蠅眼透鏡之後側焦點面近傍的開口光圈加以限制後，入射於聚焦透鏡(condenser lens)。

由聚焦透鏡所聚光之光束係將形成所定圖案之光罩(mask)以重疊加以照射。透射光罩圖案之光係經介投影光學系統結像於晶圓上。以如此，在晶圓上使光罩圖案加以投影曝光(轉印)。尚且，在光罩所形成之圖案係以高集積化，要使此微細圖案在晶圓上以正確加以轉印時在晶圓上要取得對照比(contrast)高之圖案像為不可或缺。

於是，例如提案在投影光學系統之透鏡開口(瞳面)內藉由設定於使曝光光之偏光狀態以振動於圓周方向之直線偏光狀態(以下，稱為「周方向偏光狀態」)，在晶圓上可得微細圖案之高對照比像的技術(參照專利文獻1)。

【專利文獻1】日本專利特開平5-90128號公報

【發明內容】

但是，上述專利文獻所提示之習知技術，係使用配置於投影光學系統之瞳面的偏光構件，藉由僅使振動於圓周方向之直線偏光成分加以透射，將在透鏡開口內之曝光光的偏光狀態加以設定於周方向偏光狀態。其結果，在偏光構件之光量損失非常大，有曝光裝置之總處理能力(throughput)低降的不合適情形。

本發明係鑒於上述課題所進行者，以提供一種光學系統係基於以簡單之構成結構，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態為目的。又本發明係提供一種曝光裝置及曝光方法，係使用一面可抑制光量損失一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態之光學系統，將光罩之微細圖案的高對照比像形成於感光性基板以高總處理能力並且可實行確實之曝光為目的。

為解決上述課題，在本發明之第一形態，提供一種光學系統，其特徵在於包括雙折射元件與旋光元件。其中雙折射元件係使透鏡開口內之進相軸分布成為大略圓周方向之分布或大略半徑方向之分布。旋光元件係配置於該雙折射元件之後側使上述透鏡開口內之偏光狀態加以旋轉。

依照第一形態之較佳態樣時，上述雙折射元件係由一軸性結晶材料所形成並且具有結晶光學軸配置於與光軸大略平行的光透射構件，在上述光透射構件係由大略圓偏光狀態大略球面波之光束（從一點所發之光束或收斂於一點之光束）加以入射。或者，上述雙折射元件係具有由立方

晶系之結晶材料所形成的至少一對光透射構件，上述一對雙折射構件係透鏡開口內之進相軸分布以成為大略圓周方向之分布或大略半徑方向之分布的方式加以決定位置，在上述一對之光透射構件係由大略圓偏光狀態大略玻面波之光束加以入射為宜。

此種場合，上述一對光透射構件係以結晶方位 $\langle 111 \rangle$ 與光軸大略平行並且其他結晶方位以上述光軸為中心約僅 60 度相對旋轉之狀態加以配置為宜。或者，上述一對光透射構件係以結晶方向 $\langle 100 \rangle$ 與光軸大略平行並且其他結晶方位以上述光軸為中心約僅 45 度相對旋轉之狀態加以配置為宜。

又，依照第一形態之較佳態樣時，上述雙折射元件具有光透射構件，係配置於上述光學系統之瞳的近傍關於光軸具有大略旋轉對稱的內部應力，在上述光透射構件係入射大略圓偏光狀態之光束。又，上述旋光元件係以配置於入射角之分散在 10 度以內之光束加以入射的位置為宜。又，上述旋光元件係將上述透鏡開口內之偏光狀態加以約 45 度旋轉為宜。

又，依照第一形態之較佳態樣時，上述光學系統具有投影光學系統係將第一面之像成於第二面上。此種場合，上述投影光學系統係在上述第一面側大略以遠心 (telecentric) 的加以構成，上述雙折射元件係在上述第一面側配置於遠心的光程中為宜。

又，依照第一形態之較佳態樣時，上述光學系統具有

照明光學系統係使被照射面以大略遠心的加以照明。此種場合，上述雙折射元件係在上述照明光學系統之光程中，以配置於與上述被照射面為光學上之共軛的位置或其近傍為宜。

又，依照第一形態之較佳態樣時，上述光學系統包括照明光學系統與投影光學系統。其中，照明光學系統係以大略遠心的加以照明第一面。投影光學系統係使上述第一面之像形成於第二面上。此種場合，上述雙折射元件係以配置於上述照明光學系統的光程中，上述旋光元件係以配置於上述投影光學系統的光程中為宜。又，此種場合，上述雙折射元件係在上述照明光學系統的光程中，以配置於上述第一面近傍，或與上述第一面在光學上的共軛位置或其近傍為宜。

在本發明之第二形態，提供一種光學系統其特徵在於包括於雙折射旋光元件，係由具有直線雙折射性與旋光性之光學材料所形成並且光學軸配置於與光軸大略平行，在上述雙折射旋光元件係入射大略圓偏光狀態之光束。

依照第二形態之較佳態樣時，上述雙折射旋光元件係配置於大略球面波之光束所入射之位置，具有可使入射光束之外周領域的光束，在透鏡開口，變換為振動於大略圓周方向的大略直線偏光狀態之光束所需要的厚度。又，上述雙折射旋光元件係以包括由具有右旋之旋光性光學材料所形成的第一光透射構件與，由具有左旋之旋光性光學材料所形成的第二光透射構件為宜。

又，依照第二形態之較佳態樣時，上述光學系統包括投影光學系統係使第一面之像形成於第二面上。此種場合，上述投影光學系統係在上述第一面側以大略遠心的加以構成，上述雙折射旋光元件，係在上述第一面側配置於大略遠心的光程中為宜。或者，上述投影光學系統係以在上述第二面側以大略遠心的加以構成，上述雙折射旋光元件係在上述第二面側以配置於大略遠心的光程中為宜。

又，依照第二形態之較佳態樣時，上述光學系統包括照明光學系統，係使被照面以遠心的加以照明。此種場合，上述雙折射旋光元件，係在上述照明光學系統之光程中，以配置於上述被照射面之近傍，或者與上述被照射面在光學上的共軛位置或其近傍為宜。

又，依照第二形態之較佳態樣時，上述光學系統係在照明瞳面形成具有所定光強度分布之二次光源，上述二次光源之上述所定光強度分布係，在上述照明瞳上的領域包含光軸之瞳中心領域的光強度加以設定比該瞳中心領域的周圍領域的光強度為小。此種場合，上述二次光源之上述所定光強度分布係以具有環帶狀或多極狀的光強度分布為宜。

在本發明之第三形態，提供一種曝光裝置，其特徵在於包括第一形態或第二形態之光學系統，以經介該光學系統使光罩圖案曝光於感光性基板上。

在本發明之第四形態，提供一種曝光方法，其特徵在於使形成於光罩之圖案，以經介第一形態或第二形態之光

學系統，曝光於感光性基板上。

在本發明，例如由使透鏡開口內之進相軸分布變成大略圓周方向之分布或大略半徑方向之分布的雙折射元件與，配置於此雙折射元件之後側使透鏡開口內之偏光狀態加以旋轉的旋光元件等之協合作用，可加以實現基於以簡單構成一面可抑制光量損失一面在透鏡開口內能實現大略周方向的偏光狀態之光學系統。

又，在本發明之曝光裝置及曝光方法，使用一面抑制光量損失一面在透鏡開口內可實現大略周方向的偏光狀態之光學系統的關係，可使光罩之微細圖案的高對照比像形成於感光性基板上，能實行以高總處理能力並且確實的曝光，進而可以高總處理能力加以製造良好元件。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

將本發明之實施例，依據所附圖式加以說明。

圖 1 係表示關於本發明之實施例的曝光裝置之結構的概略圖。在圖 1，以沿感光性基板之晶圓 W 的法線方向為 Z 軸，在晶圓 W 面內以平行於圖 1 之紙面方向為 Y 軸，在晶圓 W 面內以垂直於圖 1 之紙面方向為 X 軸，以此加以各設定 X、Y、Z 軸。參照圖 1 時，本實施例之曝光裝置係包括供給曝光光(照明光)之光源 1。

對於光源 1，係例如可使用供給 248nm 波長光之 KrF

準分子雷射(excimer laser)光源或供給 193nm 波長光之 ArF 準分子雷射光源等。從光源 1 沿 Z 方向所射出大略平行之光束係入射於由一對透鏡 2a 及 2b 所構成之射束擴展器 (beam expander)2, 其所具有之矩形狀斷面係在沿 X 方向為細長邊。各透鏡 2a 及 2b 係在圖 1 之紙面內(YZ 平面內) 各具有負的折射力及正的折射力, 因此, 入射於射束擴展器 2 之光束係在圖 1 之紙面內被擴大, 整形為具有所定矩形狀斷面之光束。

經過整形光學系統之射束擴展器 2 的大略平行之光束, 係以折彎鏡 3 偏向於 Y 方向後, 經過 1/4 波長板 4a, 1/2 波長板 4b, 消偏光化器(depolarizer)(非偏光化元件)4c, 及輪帶照明用之衍射光學元件 5, 入射於無焦點透鏡(afocal lens)6。在此, 1/4 波長板 4a, 1/2 波長板 4b, 及無焦點透鏡 6 係如後述, 構成為偏光狀態切換手段 4。無焦點透鏡 6 係, 其前側焦點位置與衍射光學元件 5 之位置大概一致並且其後側焦點位置與圖中以虛線所示之所定面 7 的位置大略為一致之方式加以設定之無焦點光學系統(afocal optical system)。

一般, 衍射光學元件係在基板藉由加以形成具有曝光光(照明光)之波長程度的間距(pitch)之段差加以構成, 具有使入射光束衍射於所期望之角度的作用。具體上, 環帶照明用之衍射光學元件 5, 在具有矩形狀斷面之平行光束入射的場合, 在其遠場(far field)(或者弗朗荷費 (Fraunhofer) 衍射領域)具有形成環帶狀之光強度分布的機能。

因此，入射於作為光束變換元件之衍射光學元件 5 的大略平行光束係在無焦點透鏡 6 之瞳面形成環帶狀之光強度分布後，從無焦點透鏡 6 射出。尚且，在無焦點透鏡 6 之前側透鏡群 6a 與後側透鏡群 6b 間之光程中在其瞳面或其近傍雖然加以配置圓錐軸稜鏡(axicon)系統 8，對其詳細構成及作用將於後述。以下，為說明簡單起見，忽視圓錐軸稜鏡系統 8 之作用，加以說明基本構成及作用。

經過無焦點透鏡 6 之光束，經介 σ 值可變用之變焦距 (zoom)透鏡 9，入射於作為光學積分器(optical intergrator)之微蠅眼透鏡(micro fly-eye lens)(或 fly-eye lens)10。微蠅眼透鏡 10 係由以縱橫並且以稠密所排列具有多數正折射力之微小透鏡群所構成的光學元件。一般上，微蠅眼透鏡係例如在平行平板藉由施予蝕刻處理以形成微小透鏡群加以構成。

在此，構成微蠅眼透鏡之各微小透鏡係比構成蠅眼透鏡之各透鏡單元(element)較微小。又，微蠅眼透鏡係與由互相隔離之透鏡單元所構成之蠅眼透鏡相異，由多數之微小透鏡(微小折射面)不以互相隔離以成為一體加以形成。可是，從具有正折射力之透鏡要素以縱橫加以配置之點。微蠅眼透鏡係與蠅眼透鏡為相同之波面分割型的光學積分器。

所定面 7 之位置係配置於變焦距透鏡 9 之前焦點位置之近傍，微蠅眼透鏡 10 之入射面係配置於變焦距透鏡 9 之後側焦點位置之近傍。換言之，變焦距透鏡 9 係實質上

使所定面 7 與微蠅眼透鏡 10 之入射面配置於傅里葉 (Fourier) 變換的關係，進而使無焦點透鏡 6 之瞳面與微蠅眼透鏡 10 之入射面配置於光學上的大略共軛。

因此，在微蠅眼透鏡 10 之入射面上，係與無焦點透鏡 6 之瞳面同樣，例如形成以光軸 AX 為中心之環帶狀照野。此環帶狀之照野的全體形狀係依靠於變焦距透鏡 9 之焦點距離以相似方式加以變化。構成微蠅眼透鏡 10 之各微小透鏡係具有與光罩 (mask) M 上應加以形成之照野的形狀 (進而在晶圓 W 上應加以形成之曝光領域的形狀) 為相似之矩形狀斷面。

入射於微蠅眼透鏡 10 之光束係由多數微小透鏡以二維方式加以分割，在其後側焦點面 (進而照明瞳) 係加以形成具有與由入射光束所形成之照野大概相同之光強度分布的二次光源，即加以形成以光軸 AX 為中心的由環帶狀之實質上的面光源所構成之二次光源。在微蠅眼透鏡 10 之後側焦點面所形成之二次光源的光束係經介射束分裂器 (beam splitter) 11a 及聚焦 (condenser) 光學系統 12 後，以重疊方式加以照明光罩光闌 (mask blind) 13。

如此，作為照明視野光圈之光罩光闌 13 係按照構成微蠅眼透鏡 10 之各微小透鏡的形狀與焦點距離加以形成矩形狀之照野。尚且，對於暗藏射束分裂器 11a 之偏光監視器 (monitor) 11 的內部構成及作用將於後述。經介光罩光闌 13 之矩形狀的開口部 (光透射部) 之光束，係受結像光學系統 14 的聚光作用後，使形成所定圖案之光罩 M 以重疊

尚且大略為遠心(telecentric)的加以照明。

即，結像光學系統 14，係將光罩光闌 13 之矩形狀開口部的像形成於光罩 M 上。透射光罩 M 之圖案的光束係，以經介對於物體側及像側之雙方大略為遠心的投影光學系統 PL，在感光性基板之晶圓 W 上加以形成光罩圖案之像。如此，在與投影光學系統 PL 之光軸 AX 直交的平面(XY 平面)內藉由一面使晶圓 W 以二維方式加以驅動控制一面實行總括曝光或掃描曝光，在晶圓之各曝光領域使光罩 M 之圖案加以逐次曝光。

尚且，在偏光狀態切換手段 4，1/4 波長板 4a 係，以光軸 AX 為中心結晶光學軸以旋轉自如的加以構成，將入射之橢圓偏光的光變換於直線偏光的光。又，1/2 波長板 4b 係，以光軸 AX 為中心結晶光學軸以旋轉自如的加以構成，使入射之直線偏光的偏光面加以變化。又，消偏光化器 4c，係由具有互補形狀的楔形狀水晶稜鏡(未圖示)與楔形狀石英稜鏡(未圖示)所構成。水晶稜鏡與石英稜鏡係為一體的稜鏡組立體，對於照明光程以插脫自如的加以構成。

對於光源 1 在使用 KrF 準分子雷射光源或 ArF 準分子雷射光源的場合，從此光源所射出之光在典型上係具有 95% 以上的偏光度，在 1/4 波長板 4a 入射大略為直線偏光的光。但是，在光源 1 與偏光狀態切換手段 4 之間的光程中有作為背面反射鏡之直角稜鏡存在的場合，如所入射之直線偏光之偏光面不一致於 P 偏光面或 S 偏光面時，由直角稜鏡之全反射使直線偏光變成為橢圓偏光。

以偏光狀態切換手段 4，例如起因於直角稜鏡之全反射，雖然入射橢圓偏光的光，由 1/4 波長板 4a 之作用加以變換之直線偏光的光入射於 1/2 波長板 4b。1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之直線偏光的偏光面以成為 0 度或 90 度之角度的方式加以設定之場合，入射於 1/2 波長板 4b 之直線偏光的偏光面不加以變化以照原樣通過。

又，1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之直線偏光的偏光面成為 45 度之角度的方式加以設定之場合，入射於 1/2 波長板 4b 之直線偏光的光變換於僅以 90 度變化之直線偏光的光。更且，消偏光化器 4c 之水晶稜鏡的結晶光學軸對於入射之直線偏光的偏光面成為 45 度之角度的方式加以設定之場合，入射於水晶稜鏡之直線偏光的光加以變換於非偏光狀態的光(非偏光化)。

在偏光狀態切換手段 4，將消偏光化器 4c 在照明光程中決定位置時使水晶稜鏡之結晶光學軸對於入射之直線偏光的偏光面以成為 45 度之角度的方式加以構成。順便，水晶稜鏡之結晶光學軸對於入射之直線偏光的偏光面以成為 0 度或 90 度之角度的方式加以設定之場合，入射於水晶稜鏡之直線偏光的光係以無偏光面之變化照原樣加以通過。又，1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之直線偏光的偏光面以成為 22.5 度之角度的方式加以設定之場合，入射於 1/2 波長板 4b 之直線偏光的光係變換為包含以無偏光面之變化照原樣通過之直線偏光成分與偏光面僅變化 90 度之直線偏光成分的非偏光狀態之光。

在偏光狀態切換手段 4，如上所述，直線偏光的光雖然入射於 1/2 波長板 4b，為使以下說明成為簡單起見，在圖 1 在 Z 方向具有偏光方向(電場之方向)之直線偏光(以下，稱為「Z 方向偏光」)的光入射於 1/2 波長板 4b。將消偏光化器 4c 在照明光程中決定位置的場合，使 1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之 Z 方向偏光的偏面(偏光方向)以成為 0 度或 90 度之角度的方式加以設定時，入射於 1/2 波長板 4b 之 Z 方向偏光的光係以無偏光面之變化以照 Z 方向偏光之原樣加以通過而入射於消偏光化器 4c 之水晶稜鏡。水晶稜鏡之結晶光學軸係對於入射之 Z 方向偏光的偏光面以成為 45 度之角度的方式加以設定之關係，入射於水晶稜鏡之 Z 方向偏光的光係加以變換成為非偏光狀態的光。

經介水晶稜鏡之非偏光化的光係，經介作為補償光之進行方向之補償器(compensator)的石英稜鏡，以非偏光狀態入射於衍射光學元件 5。一方面，使 1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之 Z 方向偏光的偏光面以成為 45 度之角度的方式加以設定時，入射於 1/2 波長板 4b 之 Z 方向偏光的光係僅變化 90 度，在圖 1 成為在 X 方向具有偏光方向(電場之方向)之直線偏光(以下，稱為「X 方向偏光」)的光入射於消偏光化器 4c 之水晶稜鏡。水晶稜鏡之結晶光學軸係對於入射之 X 方向偏光的偏光面也以成為 45 度之角度的方式加以設定之關係，入射於水晶稜鏡之 X 方向偏光的光係加以變換為非偏光狀態的光，以經介石英稜鏡，

以非偏光狀態入射於衍射光學元件 5。

對此，使消偏光化器 4c 從照明光程退讓之場合，將 1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之 Z 方向偏光的偏光面以成為 0 度或 90 度之角度的方式加以設定時，入射於 1/2 波長板 4b 之 Z 方向偏光的光係偏光面以無變化照 Z 方向偏光之原樣通過，以 Z 方向偏光狀態加以入射於衍射光學元件 5。一方面，使 1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之 Z 方向偏光的偏光面以成為 45° 的方式加以設定時，入射於 1/2 波長板 4b 之 Z 方向偏光的光係偏光面僅變化 90 度成為 X 方向偏光的光，以 X 方向偏光狀態加以入射於衍射光學元件 5。

如以上，在偏光狀態切換手段 4，使消偏光化器 4c 插入於照明光程中藉由決定位置時，可將非偏光狀態的光入射於衍射光學元件 5。又，使消偏光化器 4c 從照明光程退讓並且藉由將 1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之 Z 方向偏光的偏光面以成為 0 度或 90 度之角度的方式加以設定時，可將 Z 方向偏光狀態的光入射於衍射光學元件 5。更且，使消偏光化器 4c 從照明光程退讓並且藉由將 1/2 波長板 4b 之結晶光學軸對於入射之 Z 方向偏光面以成為 45 度之方式加以設定時，可將 X 方向偏光狀態的光入射於衍射光學元件 5。

換言之，在偏光狀態切換手段 4，由 1/4 波長板 4a、1/2 波長板 4b 與消偏光化器 4c 所構成之偏光狀態切換手段的作用，可將向衍射光學元件 5 之入射光的偏光狀態(進而

照明光罩 M 及晶圓 W 之光的偏光狀態) 切換在直線偏光狀態與非偏光狀態之間，在直線偏光狀態之場合係可切換成為互相直交之偏光狀態間(Z 方向偏光與 X 方向偏光之間)。

更且，在偏光狀態切換手段 4，將 1/2 波長板 4b 及消偏光化器 4c 一起從照明光程退讓，並且藉由使 1/4 波長板 4a 之結晶光學軸對於入射之橢圓偏光以成為所定之角度的方式加以設定時，可使圓偏光狀態的光入射於衍射光學元件 5 (進而於後述之雙折射元件 21)。

圓錐軸稜鏡(axicon)系統 8 係從光源側順序由第一稜鏡構件 8a 與第二稜鏡構件 8b 所構成。其中第一稜鏡構件係將平面向光源側並且使凹圓錐狀之折射面向光罩側。第二稜鏡構件 8b 係將平面向光罩側使凸圓錐狀之折射面向光源側。然而，第一稜鏡構件 8a 之凹圓錐狀的折射面與第二稜鏡構件 8b 之凸圓錐狀的折射面係以互相可能接觸之互補方式加以形成。又，第一稜鏡構件 8a 與第二稜鏡構件 8b 中的至少一方之構件以沿光軸 AX 可能移動的方式加以構成，構成第一稜鏡構件 8a 之凹圓錐狀的折射面與第二稜鏡構件 8b 之凸圓錐狀的折射面之間隔係以可變加以構成。

在此，在第一稜鏡構件 8a 之凹圓錐狀的折射面與第二稜鏡構件 8b 之凸圓錐狀的折射面為互相接觸的狀態，圓錐軸稜鏡系統 8 係以平行平板加以機能，不影響加以形成之環帶狀的二次光源。但可是，使第一稜鏡構件 8a 之凹圓錐狀的折射面與第二稜鏡構件 8b 之凸圓錐狀的折射面加以離間時，圓錐軸稜鏡系統 8 係以所謂射束擴展器(beam

expander)加以機能。因此，隨伴於圓錐稜鏡系統 8 之間隔的變化，在所定面 7 之入射光束的角度係加以變化。

圖 2 係說明對於環帶狀之二次光源的圓錐稜鏡系統的作用之說明圖。參照圖 2 時，在圓錐軸稜鏡系統 8 之間隔為零並且變焦距透鏡 9 之焦點距離設定於最小值的狀態(以下，稱為「標準狀態」)所形成之最小環帶狀二次光源 30a，藉由使圓錐軸稜鏡系統 8 之間隔從零擴大至所定值時，其寬度(外徑與內徑之差的 1/2：圖中以箭頭所示)不加以變化下，變化為外徑及內徑一起加以擴大之環帶狀的二次光源 30b。換言之，由圓錐軸稜鏡系統 8 之作用，在環帶狀之二次光源的寬度不變化下，其環帶比(內徑／外徑)及大小(外徑)一起加以變化。

圖 3 係說明對於環帶狀之二次光源的變焦距透鏡之作用的說明圖。參照圖 3 時，以標準狀態所形成之環帶狀的二次光源 30a，藉由將變焦距透鏡 9 之焦點距離從最小值向所定值加以擴大時，加以變於其全體形狀以相似方式擴大之環帶狀的二次光源 30c。換言之，由變焦距透鏡 9 之作用，以環帶狀之二次光源的環帶比不變化下，其寬度及大小(外徑)一起加以變化。

圖 4 係將圖 1 之偏光監視器的內部構成以概略所示之斜視圖。參照圖 4 時，偏光監視器 11 係包括配置於微蠅眼透鏡 10 與聚焦光學系統 12 間之光程中的第一射束分裂器 11a。第一射束分裂器 11a 係具有例如由石英玻璃所形成之無加工處理(noncoat)的平行平板(即平常玻璃)之形態，

具有從光程取出與入射光之偏光狀態為相異的偏光狀態之反射光的機能。

由第一射束分裂器 11a 從光路取出之光係入射於第二射束分裂器 11b。第二射束分裂器 11b 係與第一射束分裂器 11a 同樣，例如由石英玻璃所形成具有無加工處理之平行平板之形態，具有產生與入射光之偏光狀態為相異的偏光狀態之反射光的機能。然而，以對於第一射束分裂器 11a 之 P 偏光變成對於第二射束分裂器 11b 之 S 偏光，並且對於第一射束分裂器 11a 之 S 偏光成為對於第二射束分裂器 11b 之 P 偏光的方式加以設定。

又，透射第二射束分裂器 11b 之光係由第一光強度檢測器 11c 加以檢測，在第二射束分裂器 11b 所反射之光係由第二光強度檢測器 11d 加以檢測。第一光強度檢測器 11c 與第二光強度檢測器 11d 之輸出係各供給控制部(未圖示)。控制部係將構成偏光狀態切換手段 4 之 1/4 波長板 4a、1/2 波長板 4b 及消偏光化器 4c 按照需要時加以驅動。

如以上所述，在第一射束分裂器 11a 及第二射束分裂器 11b，對於 P 偏光之反射率與對於 S 偏光之反射率在實質上為相異。因此，在偏光監視器 11，從第一射束分裂器 11a 之反射光包含，例如向第一射束分裂器 11a 之入射光的 10% 程度之 S 偏光成分（對於第一射束分裂 11a 之 S 偏光成分為對於第二射束分裂器 11b 之 P 偏光成分）與，例如向第一射束分裂器 11a 之入射光的 1% 程度之 P 偏光成分（對於第一射束分裂器 11a 之 P 偏光成分為對於第二射

束分裂器 11b 之 S 偏光成分)。

又，從第二射束分裂器 11b 之反射光係，包含例如向第一射束分裂器 11a 之入射光的 $10\% \times 1\% = 0.1\%$ 程度之 P 偏光成分(對於第一射束分裂器 11a 之 P 偏光成分為對於第二射束分裂器 11b 之 S 偏光成分)與，例如向第一射束分裂器 11a 之入射光的 $1\% \times 10\% = 0.1\%$ 程度之 S 偏光成分(對於第一射束分裂器 11a 之 S 偏光成分為對於第二射束分裂器 11b 之 P 偏光成分)。

如此，在偏光監視器 11，第一射束分裂器 11a 按照其反射特性，具有從光程取出與入射光之偏光狀態為相異偏光狀態之反射光的機能。其結果，雖然僅為受第二射束分裂器 11b 之偏光特性的偏光變動影響，基於第一光強度檢測器 11c 之輸出(關於第二射束分裂器 11b 之透射光的資訊，即關於與從第一射束分裂器 11a 之反射光大略相同偏光狀態的光強度之資訊)，可加以檢測向第一射束分裂器 11a 之入射光的偏光狀態(偏光度)進而向光罩 M 之照明光的偏光狀態。

又，在偏光監視器 11，以對於第一射束分裂器 11a 之 P 偏光為對於第二射束分裂器 11b 之 S 偏光並且對於第一射束分裂器 11a 之 S 偏光為對第二射束分裂器 11b 之 P 偏光的方式加以設定。其結果，基於第二光強度檢測器 11d 之輸出(關於在第一射束分裂器 11a 及第二射束分裂器 11b 順次加以反射之光強度的資訊)可加以檢測向第一射束分裂器 11a 之入射光的光量(強度)，進而向光罩 M 之照明光

的光量。

如此，使用偏光監視器 11，檢測向第一射束分裂器 11a 之入射光的偏光狀態，進而可加以判定向光罩 M 之照明光是否成為所期望之非偏光狀態，直線偏光狀態或圓偏光狀態。然而，控制部基於偏光監視器 11 之檢測結果確認向光罩 M（進而晶圓 W）之照明光未成為所期望之非偏光狀態，直線偏光狀態或圓偏光狀態的場合，加以驅動調整構成偏光狀態切換手段 4 之 1/4 波長板 4a、1/2 波長板 4b 及消偏光化器 4c，可使向光罩之照明光的狀態調整為所期望之非偏光狀態，直線偏光狀態或圓偏光狀態。

尚且，以替代環帶照明用之衍射光學元件 5，藉由使四極照明用之衍射光學元件（未圖示）設定於照明光程中時，可加以實行四極照明。四極照明用之衍射光學元件係在具有矩形狀之斷面的平行光束加以入射之場合，具有在其遠場（farfield）加以形成四極狀之光強度分布的機能，因此，經介四極照明用之衍射光學元件的光束在微蠅眼透鏡 10 之入射面，例如加以形成以光軸為中心之由四個圓形狀的照野所構成之四極狀照野。其結果，在微蠅眼透鏡 10 之後側焦點面，也加以形成與其入射面所形成之照野相同之四極狀的二次光源。

又，以替代環帶照明用之衍射光學元件 5，藉由使圓形照明用之衍射光學元件（未圖示）設定於照明光程時，可實行通常之圓形照明。圓形照明用之衍射光學元件係在具有矩形狀之斷面的平行光束加以入射之場合，具有在遠場

加以形成圓形狀之光強度分布的機能。因此，經介圓形照明用之衍射光學元件的光束，係在微蠅眼透鏡 10 之入射面，例如加以形成以光軸 AX 為中心之由圓形狀照野所構成的四極狀照野。其結果，在微蠅眼透鏡 10 之後側焦點面，也加以形成與其入射面所形成之照野相同之圓形狀的二次光源。

更且，以替代環帶照明用之衍射光學元件 5，藉由使其他複數極照明用之衍射光學元件(未圖示)設定於照明光程中時，可實行種種複數照明(二極照明、八極照明等)。又，以替代環帶照明用之衍射光學元件 5，藉由使具有與此衍射光學元件 5 相異環帶比之環帶狀光強度分布加以形成於其遠場的衍射光學元件(未圖示)設定於照明光程中時，可加以擴大環帶比之可變範圍。同樣，以替代環帶照明用之衍射光學元件 5，藉由使具有適當特性之衍射光學元件(未圖示)設定於照明光程中時，可實行種種形態之變形照明。

圖 5 係表示關於本實施形態之曝光裝置的主要部分構成之概略圖，表示光罩光闌至晶圓之構成。參照圖 5 時，在本實施形態之曝光裝置，雙折射元件 21 配置於光罩光闌 13 與結像元件 14 間的光程中，旋光元件 22 配置於結像光學系統 14 之光程中的所定所置。在本實施形態係，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，在光學系統(照明光學系統(2~14)與投影光學系統 PL 之合成光學系統)之透鏡開口內加以實現大略周方向偏光狀態。

以下，加以說明雙折射元件 21 及旋光元件 22 之一般作用，即本發明之基本原理。在本發明係，如圖 6(a)所示在光學系統之透鏡開口內將振動於圓周方向之直線偏光定義為周方向偏光，如圖 6(b)所示在透鏡開口內振動於半徑方向之直線偏光加以定義為徑方向偏光。此種場合，在具有大之像側開口數的光學系統之像面上的兩光線之干涉性係以周方向偏光比徑方向偏光為高。因此，在透鏡開口內藉由使光之偏光狀態設定於周方向偏光狀態，在像面上可得高對照比的物體像。

於是，在本發明，在透鏡開口內為實現大略周方向偏光狀態起見，如圖 7 所示，例如在物體側在遠心光學系統之光程中之所定位置加以附設雙折射元件 21 與旋光元件 22。雙折射元件 21 係例如由如水晶之一軸性結晶所形成之平行平板狀的光透射構件，其結晶光學軸配置於與光軸 AX 平行。此種場合，在由正單軸晶所形成之雙折射元件 21 加以入射球面波之光束時，如圖 8(a)所示，對於光學系統之透鏡開口內之進相軸分布可得以光軸 AX 為中心之圓周方向的分布。

一方面，在由負單軸晶所形成之雙折射元件 21 加以入射球面波之光束時，如圖 8(b)所示，對於光學系統之透鏡開口內之進相軸分布可得以光軸 AX 為中心之半徑方向的分布。在此，以具有如圖 9 所示之透鏡開口內的偏光分布之圓偏光狀態使球面波之光束入射於雙折射元件 21 時，關於通過雙折射元件 21 之光束，可得如圖 10(a)或圖 10(b)

所示之透鏡開口內的偏光分布。

尚且，在圖 10(a)所示之偏光分布係，在由對應於圖 8(a)之進相軸分布的雙折射構件 21 即由正單軸晶所形成之雙折射元件 21，入射如圖 9 之右旋圓偏光時所得。一方面，圖 10(b)所示之偏光分布係，在由對應於圖 8(b)之進相軸分布的雙折射元件 21 即由負單軸晶所形成的雙折射元件 21，入射如圖 9 所示之右旋圓偏光時所得。

旋光元件 22 係，例如由如水晶具有旋光性之光學材料所形成的平行平面狀之光透射構件，配置於比雙折射元件 21 較後側(像側)。旋光元件 22 係其結晶光學軸配置於與光軸 AX 平行，具有按照其厚度或光束之入射角等使透鏡開口內之偏光狀態僅旋轉所定角度的機能。在本發明，由旋光元件 22 之作用，藉由使通過雙折射元件 21 之光束的偏光狀態加以旋轉 45 度(即使透鏡開口內之偏光狀態加以旋轉 45 度)，以得如圖 11 所示之透鏡開口內的偏光分布。

但，使用由正單軸晶所形成的雙折射元件 21 之場合，由雙折射元件 21 得如圖 10(a)所示之偏光分布的關係，如要取得如圖 11 所示之透鏡開口內偏光分布時有必要使用由具有左旋之旋光性的光學材料所形成之旋光元件 22。一方面，在使用負單軸晶所形成的雙折射元件 21 的場合，由雙折射元件 21 以得如圖 10(b)所示之偏光分布的關係，如要取得如圖 11 所示之透鏡開口內的偏光分布有必要使用由具有右旋之旋光性的光學材料所形成之旋光元件 22。

參照圖 11 所示之透鏡開口內的偏光分布時，通過透鏡

開口中心(光軸 AX)之光線係為圓偏光狀態，向開口周邊由橢圓偏光狀態變化於直線偏光狀態，偏光狀態可知關於光軸 AX 分布為旋轉對稱。如此，對於圖 11 所示之透鏡開口內的偏光分布，係雖然並非實現透鏡開口內之所有全體為周方向偏光狀態(以光軸 AX 為中心振動於圓周方向之直線偏光狀態)，至少在透鏡開口之周邊領域有實現周方向偏光狀態。

在此，考慮到透鏡開口之周邊領域的光線比透鏡開口之中央領域的光線在像形成時之干涉性低降較大之點時，如圖 11 所示在透鏡開口之周邊領域實現周方向偏光狀態的偏光分布係，從物體像之對照比提昇的觀點加以觀察時，與圖 6(a)所示在透鏡開口之所有全體加以實現周方向偏光狀態的偏光分布大略為等價。以此，在本發明，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，在透鏡開口內可實現大略周方向偏光狀態，進而在像面上可得高對照比的物體像。尚且，在圖 11 所示之透鏡開口內的偏光分布係雖然在透鏡開口之最周邊領域加以實現周方向偏光狀態，對於可實現周方向偏光狀態之透鏡開口內的領域不限於最周邊，按照需要加以適宜設定即可。又，如圖 11 所示在透鏡開口的周邊領域有實現周方向偏光狀態之偏光分布與，環帶照明、二極或四極等之複數極照明加以組合時，照明光束內之偏光分布變成大略周方向偏光狀態之關係，更在像面上可得對照比高之物體像。

尚且，對於雙折射元件，以水晶以外之適當光學材料，

例如可使用例如由氟化鎂(MgF_2)或 $LiGaAlF_6$ 等之具有直線雙折射性的光學材料所形成之光透射構件。或者，對於雙折射元件，使用例如由如螢石之立方晶系的結晶材料所形成之一對光透射構件，也可以透鏡開口內之進相軸分布為大略圓周方向的分布或大略半徑方向的分布之方式使一對光透構件加以決定位置。

具體上係，可將結晶方位 $\langle 111 \rangle$ 與光軸大略平行並且其他結晶方位以光軸為中心僅約 60 度加以相對旋轉之狀態所配置之一對光透射構件用為雙折射元件。此種場合，由一對光透射構件所構成之雙折射元件使球面波之光束入射時，與由正單軸晶所形成之雙折射元件的場合，同樣，如圖 8(a)所示對於光學系統之透鏡開口內的進相軸分布可得以光軸 AX 為中心之圓周方向的分布。因此，以如圖 9 所示之右旋圓偏光狀態使球面波之光束入射時，可得如圖 10(a)所示之透鏡開口內的偏光分布。

又，可將結晶方位 $\langle 100 \rangle$ 與光軸大略平行並且其他結晶方位以光軸為中心僅約 45 度加以相對旋轉之狀態所配置之一對光透射構件，用為雙折射構件。此種場合，由一對光透射構件所構成之雙折射元件使球面波之光束入射時，與由負單軸晶所形成之雙折射元件的場合同樣，如圖 8(b)所示對於光學系統之透鏡開口內的進相軸分布可得以光軸 AX 為中心之半徑方向的分布。因此，如圖 9 所示以右旋圓偏光狀態使球面波之光束入射時，可得如圖 10(b)所示之透鏡開口內的偏光分布。

由一軸性結晶所形成之雙折射元件，及由立方晶系之結晶材料所形成的一對光透射構件所構成之雙折射元件係，按照入射角度加以變化雙折射量的元件。因此，藉由加以入射球面波之光束，以具有如圖 8(a)或圖 8(b)所示之進相軸分布的雙折射元件加以機能，可得如圖 10(a)或圖 10(b)所示之透鏡開口內的偏光分布。尚且，如要使透鏡開口內的偏光分布在畫面內大略成為均一時，如圖 7 所示，在大略遠心的光程中以配置一軸性結晶之雙折射元件(或由一對光透射構件所構成之雙折射元件)21 為宜。

一方面，旋光元件 22 係使透鏡開口內之偏光狀態以一樣加以旋轉為宜。因此，如圖 7 所示，在光束之入射角度的分散少之處加以配置旋光元件 22 為宜。具體上係，在入射角之分散為 10 度以內的光束加以入射之位置配置旋光元件 22 為宜，更好係在入射角分散為 7 度以內的光束加以入射之位置配置旋光元件 22。尚且，水晶以外，也可使用具有旋光性之適當光學材料加以形成旋光元件 22。

再參照圖 5 時，在本實施形態之曝光裝置，例如由如水晶之一軸性結晶所形成之光透射構件所構成的雙折射元件（或者，例如由如螢石之立方晶系結晶材料所形成之一對光透射構件所構成的雙折射元件）21，配置於光罩光闌 13 與結像光學系統 14 之間的光程中，即配置於與被照面之光罩 M 在光學上為共軛位置所配置之光罩光闌 13 之近傍的大略遠心光程中。又，例如由水晶所形成之旋光元件 22，在結像光學系統 14 之光程中，配置於例如入射角之分

散在 10 度以內的光束加以入射之位置。

以此狀態，使 1/2 波長板 4b 及消偏光化器 4c 一起從照明光程退讓，並且使 1/4 波長板 4a 之結晶光學軸對於入射之橢圓偏光以成為所定角度之方式加以設定時，以圓偏光狀態大略球面波之光束加以入射於雙折射元件 21。其結果，在本實施形態，由使透鏡開口內之進相軸分布成為大略圓周方向的分布或大略半徑方向的分布之雙折射元件 21 與，配置於其後側使透鏡開口內之偏光狀態加以旋轉之旋光元件 22 的協合作用，基於簡單構成結構，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。因此，以本實施形態，可將光罩 M 之微細圖案的高對比像形成於晶圓 W 上，能以高總處理能力實行確實的曝光。

圖 12 係表示關於本實施形態之第一變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。在第一變形例，從光罩光闌 13 至晶圓 W 之構成，係與圖 5 所示之實施形態類似。但是，雙折射元件 21 配置於結像光學系統 14 與光罩 M 之間的光程中，旋光元件 22 配置於投影光學系統 PL 之光程中的所定位置之點，與圖 5 所示實施形態相異。

即，在第一變形例，雙折射元件 21，在照明光學系統 (2~14) 光程中，配置於光罩 M 之近傍的大略遠心之光程中。又，旋光元件 22，在投影光學系統 PL 之光程中配置於比較在光罩 M 側之位置，例如配置於入射角之分散在 10 度以內之光束所入射之位置。其結果，在第一變形例也

與圖 5 之實施形態同樣，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，基於以簡單構成，可一面抑制光量損失，在透鏡開口內能一面實現大略周方向偏光狀態。

圖 13 係表示關於本實施形態之第二變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。在第二變形例也與第一變形例同樣，從光罩光闌 13 至晶圓 W 之構成，與圖 5 所示實施形態類似。但是，雙折射元件 21 配置於光罩 M 與投影光學系統 PL 之間的光程中，旋光元件 22 配置於投影光學系統 PL 之光程中的所定位置之點，與圖 5 所示之實施形態相異。

即，在第二變形例，雙折射元件 21，在投影光學系統 PL 之光程中，配置於光罩 M 之近傍的遠心光程中。又，旋光元件 22，在投影光學系統 PL 之光程中配置於比較在光罩 M 側之位置，例如配置於入射角之分散在 10 度以內的光束加以入射之位置。其結果，在第二變形例也與圖 5 之實施例同樣，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

圖 14 係表示關於本實施形態之第三變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。在第三變形例也以與第一變形例及第二變形例同樣，從光罩光闌 13 至晶圓 W 之構成，與圖 5 所示實施形態類似。但是，雙折射元件 21 配置於光罩 M 與投影光學系統之間的光程中，旋光元件 22 配置於投影光學系統 PL 之光程中的所定位置之點，與圖 5 所示

之實施形態相異。

即，在第三變形例以與第二變形例同樣，雙折射元件 21，在投影光學系統 PL 之光程中，配置於光罩 M 之近傍的大略遠心光程中(在光罩側之大略遠心的光程中)。但是，以與第二變形例相異，旋光元件 22，在投影光學系統 PL 之光程中配置於比較在晶圓 W 側之位置。例如配置於入射角之分散在 10 度以內之光束加以入射的位置。其結果，在第三變形例也以與圖 5 所示之實施形態同樣，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

圖 15 係表示關於本實施形態之第四變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第四變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，與圖 5 所示之實施形態類似。但是，對於圖 5 之實施形態的投影光學系統 PL 係為折射光學系統，第四變形例之投影光學系統 PL 係為包含凹面反射鏡 CM 之三次結像型的反射折射光學系統之點為相異。又，雙折射元件 21 配置於結像光學系統 14 與光罩 M 之間的光程中，旋光元件 22 配置於投影光學系統 PL 之光程中的所定位置之點，與圖 5 所示之實施形態相異。

即，在第四變形例，雙折射元件 21，係在照明光學系統(2~14)之光程中，配置於光罩 M 之近傍的大略遠心光程中。又，旋光元件 22，在投影光學系統 PL 之第一結像光學系統 G1 的光程中配置於比較在光罩 M 側之位置，例如

配置於入射角之分散在 10 度以內的光束加以入射之位置。其結果，在第四變形例也以與圖 5 實施形態同樣，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

圖 16 係表示關於本實施形態之第五變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第五變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 15 之第四變形例類似。但是，雙折射元件 21 配置於光罩 M 與投影光學系統 PL 之光程中，旋光元件 22 配置於投影光學系統 PL 之光程中的所定位置之點，與圖 15 之第四變形例相異。

即，在第五變形例，雙折射元件 21，在投影光學系統 PL 之光程中，配置於光罩 M 之近傍的大略遠心的光程中（在光罩側大略遠心的光程中）。又，旋光元件 22，在投影光學系統之第一結像光學系統 G1 的光程中配置於比較在晶圓 W 側之位置，例如配置於入射角之分散在 10 度以內的光束加以入射之位置。其結果，在第五變形例也與第四變形例同樣，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，基於簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現周方向偏光狀態。

圖 17 係表示於本實施形態之第六變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第六變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 15 之第四變形例類似。但是，雙折射元件 21 及旋光元件 22 以一起配置於投影光學系統

PL 之光程中的所定位置之點，以與圖 15 之第四變形例相異。

即，在第六變形例，雙折射元件 21，在第二結像光學系統 G2 與第三結像光學系統 G3 之間的光程中，配置於與光罩 M 在光學上為共軛位置(形成光罩 M 之二次像的位置)或其近傍之大略遠心的光程中。又，旋光元件 22，在投影光學系統 PL 之第三結像光學系統 G3 之光程中配置於比較在晶圓 W 側之位置，例如配置於入射角之分散在 10 度以內之光束加以入射的位置。其結果，在第六變形例也以與第四變形例同樣，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，基於以簡單構成，一面可抑制光學損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。又，在第六變形例，雙折射元件 21 配置於比投影光學系統 PL 中之光程折彎鏡較在晶圓 W 側之光程。以此構成之場合，對於光程折彎鏡之 P 偏光與 S 偏光間雖然由反射產生相位差，如將照射於光程折彎鏡之偏光狀態設定於橢圓偏光時，可能將反射之偏光狀態變成大略圓偏光的關係，在投影光學系統加以配置光程折彎鏡之場合，係以比上述之第五變形例為宜。

尚且，在圖 5 之實施形態及第一變形例～第六變形例，對於雙折射元件 21，使用例如由水晶之一軸性結晶所形成的光透射構件或例如由如螢石之立方晶系的結晶所形成之一對光透射構件。但，並非限定於此，對於雙折射元件，也可使用關於光軸具有大略旋轉對稱之內部應力的光透射構件，例如由如石英所構成之平行平板的光透射構

件。

此種場合，在由關於光軸具有大略旋轉對稱之內部應力的光透射構件所構成之雙折射元件，使大略圓偏光狀態之平面波的光束加以入射時，可得圖 10(a)或圖 10(b)所示之透鏡開口內的偏光分布。尚且，如要使透鏡開口內之偏光分布在畫面內大略均一時，使由具有內部應力之光透射構件所構成的雙折射元件配置於光學系統之瞳的近傍(在圖 5 之實施形態，例如在結像光學系統 14 之瞳的近傍比旋光元件 21 較在光源側之位置等)為宜。尚且，對於例如由如石英構成之平行平面板的光透射構件授與大略旋轉對稱內部應力(授與所期望之雙折射分布)方法之詳細情形，可參照例如 WO03/007045 號小冊子。

又，在圖 5 之實施態及第一變形例～第六變形例，由隔開間隔所配置之二個元件，即由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，在透鏡開口內加以實現圓周方向偏光狀態。但是，使用由具有直線雙折射性與旋光性之光學材料所形成並且光學軸配置於與光軸大略平行之雙折射旋光元件，例如由如水晶所形成之一個平行平面板狀的光透射構件所構成之雙折射旋光元件，藉由在此雙折射旋光元件加以入射大略圓偏光狀態之光束，在透鏡開口內可加以實現大略周方向偏光狀態。

此種場合，雙折射旋光元件，係配置於大略球面波之光束加以入射的位置，具有使入射光束之外周領域的光束在透鏡開口加以變換為振動於大略圓周方向的大略直線偏

光狀態的光束所需要之厚度。即，向雙折射旋光元件之外周領域以圓偏光加以入射之光線，由雙折射性變換於直線偏光，並且由旋光性偏光狀態以 45 度旋轉之方式，加以設定雙折射旋光元件之厚度與入射光線之角度的關係。

以下，參照圖 18 所示之龐加萊球(Poincare spheres)，加以說明在雙折射旋光元件內之偏光狀態的變化。在圖 18， S_1 、 S_2 、 S_3 係表示偏光狀態之斯托克斯參數 (Stokes parameter)。在雙折射旋光元件，以對應於 A 點(0、0、1)之完全圓偏光狀態入射的光，受由其雙折射性之 S_1 軸周圍的旋轉作用之同時，藉由其旋光性受 S_3 軸周圍之旋轉作用，到達於對應於 B 點(1、0、0)之周方向偏光狀態。

順便，在上述之雙折射元件 21，以對應於 A 點(0、0、1)之完全圓偏光狀態入射的光，僅由其雙折射性之 S_1 軸周圍之旋轉作用，到達於 B' 點 (0、1、0)。尚且，為調整在雙折射旋光元件之旋轉量與雙折射量，以由具有右旋之旋光性的光學材料 (例如右旋水晶) 所形成之第一光透射構件與，由具有左旋之旋光性的光學材料 (例如左旋水晶) 所形成之第二光透射構件所構成的雙折射旋光元件為宜。

圖 19 係表示關於本實施形態之第七變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第七變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 5 所示之實施形態類似。但是，以替代於雙折射元件 21 及旋光元件 22，雙射射旋光元件 23 配置於光罩光闌 13 與結像光學系統 14 之間的光程中之點，以與圖 5 所示之實施形態相異。

即，在第七變形例，雙折射旋光元件 23，在照明光學系統(2~14)之光程中，配置於與被照面之光罩 M 在光學上為共軛的位置所配置之光罩光闌 13 的近傍之大略遠心的光程中。其結果，在第七變形例係，由雙折射旋光元件 23 之作用，以與圖 5 之實施形態的場合同樣，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

圖 20 係表示關於本實施形態之第八變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第八變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 19 之第七變形例類似。但是，雙折射旋光元件 23 配置於結像光學系統 14 與光罩 M 之間的光程中之點，以與第七變形例相異。即，第八變形例係，雙折射旋光元件 23，在照明光學系統(2~14)之光程中，配置於光罩 M 之近傍之大略遠心的光程中。其結果，在第八變形例也以與第七變形例同樣，由雙折射旋光元件 23 之作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

圖 21 係表示關於本實施形態之第九變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第九變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 19 之第七變形例類似。但是，雙折射旋光元件 23 配置於光罩 M 與投影光學系統 PL 之間的光程中之點，以與第七變形例相異。即，第九變形例係，雙折射旋光元件 23，在投影光學系統 PL 光程中，配置於光罩 M 之近傍的大略遠心的光程中(在光罩 M 側大略遠心

的光程中)。其結果，在第九變形例也以與第七變形例同樣，由雙折射旋光元件 23 之作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

圖 22 係表示關於本實施例之第十變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第十變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 19 之第七變形例類似。但是，雙折射旋光元件 23 配置於投影光學系統 PL 與晶圓 W 之間的光程中之點，以與第七變形例相異。即，第十變形例係，雙折射旋光元件 23，在投影光學系統 PL 之光程中，配置於晶圓 W 近傍之大略遠心的光程中(在晶圓 W 側大略遠心的光程中)。其結果，在第十變形例也以與第七變形例同樣，由雙折射旋光元件 23 之作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現周方向偏光狀態。

圖 23 係表示關於本實施例之第十一變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第十一變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 15 之第四變形例類似。但是，以替代於雙折射元件 21 及旋光元件 22，雙折射旋光元件 23 配置於結像光學系統 14 與光罩 M 之間的光程中之點，以與第四變形例相異。即，在第十一變形例，雙折射旋光元件 23，在照明光學系統(2~14)之光程中，配置於光罩 M 之近傍之大略遠心的光程中。其結果，在第十一變形例也以與第四變形例同樣，由雙折射旋光元件 23 之作用，

基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

圖 24 係表示關於本實施例之第十二變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第十二變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 23 之第十一變形例類似，但是，在第十二變形例係，使雙折射旋光元件 23 不配置於結像光學系統 14 與光罩 M 之間的光程中之點，以與第十一變形例相異。即，在第十二變形例係，雙折射旋光元件 23，在第二結像光學系統 G2 與第三結像光學系統 G3 之間的光程中，配置於與光罩 M 在光學上為共軛之位置或其近傍之大略遠心的光程中。其結果，在第十二變形例也以與第十一變形例同樣，由雙折射旋光元件 23 之作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現周方向偏光狀態。

圖 25 係表示關於本實施例之第十三變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第十三變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 23 之第十一變形例類似。但是，雙折射旋光元件 23 配置於投影光學系統 PL 與晶圓 W 之間的光程中之點，以與第十一變形例相異。即，在第十三變形例係，雙折射旋光元件 23，在投影光學系統 PL 之光程中，配置於晶圓 W 近傍之大略遠心的光程中(在晶圓 W 側大略遠心的光程中)。其結果，第十三變形例也以與第十一變形例同樣，由雙折射旋光元件 23 之作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能

實現周方向偏光狀態。又，第十二變形例及第十三變形例係，雙折射旋光元件 23 配置於比投影光學系統 PL 中之光程折彎鏡較在晶圓 W 側之光路。此種構成之場合，以與上述第六變形例同樣，雖然對於光程折彎鏡的 P 偏光與 S 偏光之間產生由反射之相位差，如將照射於光程折彎鏡之偏光狀態設定於橢圓偏光時，可能使反射後之偏光狀態變成為大略圓偏光之關係，在投影光學系統配置光程折彎鏡之場合，係以比上述第十一變形例為宜。

圖 26 係表示關於本實施例之第十四變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第十四變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成，以與圖 25 所示實施形態類似。但是，對於在圖 25 之實施形態的曝光裝置係使光罩 M 以圓偏光加以照明，在第十四變形例之曝光裝置係使光罩 M 以直線偏光加以照明之點，並且對於圖 25 之實施形態的投影光學系統 PL 為包含凹面反射鏡 CM 及兩個光程折彎鏡之三次結像型的反射折射光學系統，第十四變形例之投影光學系統 PL 為包含凹面反射鏡 CM、偏光射束分裂器 PBS 及一個光程折彎鏡 FM 之二次結像型的反射折射光學系統之點為相異。

在圖 26，第十四變形例之投影光學系統 PL 係，光罩 M 側及晶圓 W 側為遠心的光學系統，包括形成光罩 M 之中間像的第一結像光學系統 G1 與，使此中間像形成於作為感光性基板之晶圓 W 上的第二結像光學系統 G2。

然而，第一結像光學系統 G1 係包括第一透鏡群(光罩

側場透鏡(field lens)群)、偏光射束分裂器 PBS、第一 1/4 波長板 QW1、凹面反射鏡 CM、負透鏡群、第二 1/4 波長板 QW2、光程折彎鏡 FM、及正透鏡群(中間像側場透鏡群)等。其中，第一透鏡群係配置於最接近光罩側。偏光射束分裂器 PBS，係使經介此第一透鏡群之直線偏光的光束加以反射；第一 1/4 波長板 QW1 係使由偏光射束分裂器 PBS 所反射之直線偏光的光束加以變換於圓偏光的光束；凹面反射鏡 CM，係使經介第一 1/4 波長板 QW1 之光束加以反射；負透鏡群，係配置於凹面反射鏡 CM 與第一 1/4 波長板 QW1 之間的光程中；第二 1/4 波長板 QW2，係使經介此負透鏡群及第一 1/4 波長板 QW1，透射偏光射束分裂器 PBS 之直線偏光的光束加以變換於圓偏光的光束；光程折彎鏡 FM，係使從偏光射束分裂器 PBS 之光束的光程加以大略 90 度偏向；正透鏡群(中間像側場透鏡群)，係配置於偏光射束分裂器 PBS 與中間結像點之間。尚且，由此中間像側場透鏡群，第一結像光學系統 G1 之中間像側的光程(第一結像系統 G1 與第二結像光學系統 G2 間的光程)變成為大略遠心。

又，第二結像光學系統 G2 係，具有與圖 14 所示第四變形例之折射型投影光學系統 PL 類似的結構，雙折射元件 21 配置於第二結像光學系統 G2 與中間結像點之間的光程中，旋光元件 22 配置於第二結像光學系統 G2 之光程中的所定位置，較好係以配置於開口光圈 AS 之近傍位置。

然而，從光罩 M 之直線偏光光係，通過第一透鏡群

後，以偏光射束分裂器 PBS 加以反射後，通過第一 1/4 波長板 QW1 加以變換為圓偏光，以經介負透鏡群到達於凹面反射鏡 CM。以凹面反射鏡 CM 所反射之圓偏光的光束係，再經介負透鏡群後，通過第一 1/4 波長板 QW1，加以變換於直線偏光而透射偏光射束分裂器 PBS，到達於第二 1/4 波長板 QW2。此光束係由第二 1/4 波長板 QW2 加以變換於直線偏光後，由光程折彎鏡 FM 加以反射，以經介中間間像側場透鏡群之正透鏡群，加以形成光罩 M 之中間像。然而，從此中間像之光係，以經介雙折射元件 21 入射於第二結像光學系統 G2，通過此第二結像光學系統 G2 中之旋光元件 22 後，在像面加以形成光罩 M 之二次像的縮小像。此縮小像係成為光罩 M 之背像(在紙面內方向之橫倍率為負，在紙面垂直方向之橫倍率為正之像)。

在第十四變形例係，雙折射元件 21 在投影光學系統 PL 之光程中，加以配置於中間結像點近傍之大略遠心的光程中。又，旋光元件 22 配置於投影光學系統 PL 之瞳位置近傍。其結果，在第十四變形例也與圖 25 之實施形態同樣，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協同作用，基於以簡單構成，一面可抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

尚且，在第十四變形例，入射於光折彎鏡 FM 之光束對於光折彎鏡 FM 之反射面成為 P 偏光或 S 偏光的直線偏光之關係，可抵減光程折彎鏡 FM 之在反射面的相位躍變(phase jump)之影響。又，在第十四變形例，也可用照明光

學系統以圓偏光加以照明光罩 M，此種場合，在投影光學系統 PL 中之光罩 M 與偏光射束分裂器 PBS 之間的光程中加以配置第三 1/4 波長板，將直線偏光導向偏光射束分裂器之方式加以構成即可。又，在第十四變形例，雖然使從光罩 M 之光束以偏光射束分裂器 PBS 加以反射的方式加以構成，也可使從光罩 M 之光束以通過偏光射束分裂器 PBS 的方式 (從光罩 M 至凹面反射鏡 CM 之光學系統以排列於一直線上) 加以構成。

圖 27 係表示關於本實施形態之第十五變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。第十五變形例係，從光罩光闌 13 至光罩 M 之構成及從中間結像點至晶圓 W 之構成與圖 26 所示之實施形態(第十四變形例)類似。但是，對於第十四變形例之投影光學系統 PL 使從光罩 M 之光束以三次反射導向於晶圓 W，第十五變形例之投影光學系統 PL 使從光罩 M 之光束以四次反射導向晶圓 W 之點為相異。

在圖 27，第十五變形例之投影光學系統 PL 係以與第十四變形例之投影光學系統同樣，為光罩側 M 及晶圓 W 側之遠心的光學系統，包括第一結像光學系統 G1，係形成光罩 M 之中間像，與第二結像光學系統 G2，係使中間像之像加以形成於作為感光性基板之晶圓 W 上。

然而，第一結像光學系統 G1 係包括第一透鏡群(光罩側場透鏡群)、偏光射束分裂器 PBS、第一 1/4 波長板 QW1、凹面反射鏡 CM、負透鏡群、第二偏光分離面 PBS 2、第二 1/4 波長板 QW2、折返鏡 RM、第三 1/4 波長板 QW3、

及正透鏡群(中間像側場透鏡群)等。其中，第一透鏡群係配置於最接近光罩側；偏光射束分裂器 PBS，係具有使經介此第一透鏡群之直線偏光的光束加以反射之第一偏光分離面 PBS1；第一 1/4 波長板 QW1，係使以此第一偏光分離面 PBS1 所反射之直線偏光的光束加以變換於圓偏光的光束；凹面反射鏡 CM，係使經介此第一 1/4 波長板 QW1 之光束加以反射；負透鏡群，係配置於凹面反射鏡 CM 與第一 1/4 波長板 QW1 之間的光程中；第二偏光分離面 PBS2，係使經介此負透鏡群及第一 1/4 波長板 QW1 而透射第一偏光分離面 PBS1 之直線偏光的光束加以通過；第二 1/4 波長板 QW2，係使透射第二偏光分離面 PBS2 之直線偏光的光束加以變換於圓偏光的光束；折返鏡 RM，係具有使從第二 1/4 波長板 QW2 之圓偏光的光束加以折返之平面反射面；第三 1/4 波長板 QW3，係使以往返通過第二 1/4 波長板 QW2 在第二偏光分離面 PBS2 加以反射之直線偏光的光束加以變換於圓偏光的光束；正透鏡群，係配置於第二偏光分離面 PBS2 與中間結像點之間。尚且，由此中間像側場透鏡群，第一結像光學系統 G1 之中間像側的光程(第一結像光學系統 G1 與第二結像光學系統 G2 之間的光程)係成為大略遠心。

又，第二結像光學系統 G2，係具有與圖 26 所示之第十四變形例的折射型投影光學系統 PL 類似之結構，雙折射元件 21 配置於第二結像光學系統 G2 與中間結像點之間的光程中，旋光元件 22 配置於第二結像光學系統 G2 之光

程中的所定位置，較好係以配置於開口光圈 AS 之近傍位置。

然而，從光罩 M 之直線偏光的光束係，通過第一透鏡群後，在偏光射束分裂器 PBS 之第一偏光分離面 PBS1 加以反射後，通過第一 1/4 波長板 QW1 加以變換於圓偏光，以經介負透鏡群到達凹面反射鏡 CM。以凹面反射鏡 CM 加以反射之圓偏光的光束係，再經介負透鏡群後，通過第一 1/4 波長板 QW1，加以變換於直線偏光透射偏光射束分裂器 PBS 之第一偏光分離面 PBS1 與第二偏光分離面 PBS2，到達於第二 1/4 波長板 QW2。此光束係由第二 1/4 波長板 QW2 加以變換於圓偏光後，達到折返鏡 RM。在折返鏡 RM 加以反射之圓偏光的光束係，以經介第二 1/4 波長板 QW2 加以變換於直線偏光後，在偏光射束分裂器 PBS 之第二偏光分離面 PBS2 加以反射，到達於第三 1/4 波長板 QW3。入射於第三 1/4 波長板 QW3 之直線偏光的光束係，由此第三 1/4 波長板加以變換於圓偏光的光束後，以經介中間像側場透鏡群之正透鏡群，加以形成光罩 M 之中間像。然而，從此中間像之光係，經介雙折射元件 21 入射於第二結像光學系統 G2，通過此第二結像光學系統 G2 中之旋光元件 22 後，在像面加以形成光罩 M 之二次像的縮小像。此縮小像係成為光罩 M 之表面像(在紙面內之橫倍率為正，在紙面垂直方向之橫倍率為正之像、正立正像)。

在第十五變形例，也使雙折射元件 21 在投影光學系統 PL 之光程中，配置於中間結像點近傍之大略遠心的光程

中。又，旋光元件 22 配置於投影光學系統 PL 之瞳位置近傍。其結果，在第十五變形例係以與圖 26 之實施形態同樣，由雙折射元件 21 與旋光元件 22 之協合作用，基於以簡單構成，一面能抑制光量損失，一面在透鏡開口內能實現大略周方向偏光狀態。

又，在第十五變形例，也可用照明光學系統以圓偏光加以照明光罩 M，此種場合，在投影光學系統 PL 中之光罩 M 與偏光射束分裂器 PBS 之間的光程中加以配置第三 1/4 波長板，以使直線偏光導向偏光射束分裂器 PBS 之方式加以構成即可。又，在第十五變形例雖然使從光罩 M 之光束以偏光射束分裂器 PBS 之第一偏光分離面 PBS1 加以反射之方式所構成，也可使從光罩 M 之光束以通過第一偏光分離面 PBS1（從光罩 M 至凹面反射鏡 CM 之光學系統以排列於一直線上之方式）之方式加以構成。又，在第十五例，雖然使從折返鏡 RM 之光束在偏光射束分裂器 PBS 的第二偏光分離面 PBS2 以反射之方式加以構成，也可使從折返鏡之光束透射第二偏光分離面 PBS2 之方式從折返鏡 RM 至晶圓 W 之光學系統以排列於一直線上之方式）加以構成。此時，從第一偏光分離面 PBS1 之光束係在第一偏光分離面 PBS2 加以反射。

尚且，如上述之由偏光狀態切換手段 4 之對於偏光狀態之控制、衍射光學元件之交換動作之控制，環帶比變更手段之軸稜鏡(axicon)系統 8 的動作控制係按照光罩 M 上之曝光對象的圖案形狀加以適宜控制即可。尚且，在上述

實施形態及變形例，由偏光狀態切換手段 4 之作用設定於直線偏光狀態或非偏光狀態時，可考慮到配置於光罩 M 與晶圓 W 之間的光程中之雙折射元件 21 或雙折射旋光元件 23 對偏光狀態之影響。此種場合，按照需要，也可使雙折射元件 21 或雙折射旋光元件 23 從光程退讓，也可使雙折射元件 21 或雙折射旋光元件 23 與無雙折射性之光透射構件(例如由石英所形成之平行平板等)加以交換。對於此種雙折射元件 21 或雙折射旋光元件 23 之退讓動作或交換動作，以與上述控制加以同步控制即可。

關於上述實施形態之曝光裝置，藉由照明光學裝置加以照明光罩(光柵(leticle))(照明製程)，使用投影光學系統將形成於光罩之轉印用的圖案加以曝光於感光性基板(曝光製程)，可加以製造微元件(micro device)(半導體元件、攝影元件、液晶顯示元件、薄膜磁頭等)。以下，使用上述之實施形態的曝光裝置藉由在感光性基板之晶圓等加以形成所定電路圖案，對於加以取得微元件之半導體元件的方法之一例，以參照圖 28 之流程圖加以說明。

首先，在圖 28 之階段 301，在一批(lot)晶圓上加以蒸鍍金屬膜。在其次之階段 302，在其一批晶圓上之金屬膜上加以塗布光阻(photo resist)。其後，在階段 303，使用上述實施形態之曝光裝置，光罩上之圖案像以經介其投影光學系統，在其一批晶圓上之各攝影領域加以順次曝光轉印。其後，在階段 304，進行其一批晶圓上之光阻的顯像後，在階段 305，以其一批晶圓上之光阻圖案為罩幕(mask)

藉由實行蝕刻，對應於光罩上之圖案的電路圖案，形成於各晶圓上之各攝影領域。其後，藉由實行更在上層之電路圖案的形成等，加以製造半導體元件等之元件。依據上述之半導體元件的製造方法時，可使具有極微細之電路圖案的半導體元件以良好之總處理能力(throughput)加以取得。

又，在上述之實施形態的曝光裝置，藉由在基板(玻璃基板)上形成所定之圖案(電路圖案、電極圖案)，可加以取得微元件之液晶顯示元件。以下，參照圖 29 之流程圖，對於此時之方法的一例加以說明。在圖 29，在圖案形成製程 401，係加以實行使用上述之實施形態的曝光裝置將光罩之圖案加以轉印曝光於感光性基板(塗布光阻之玻璃基板等)的所謂光微影蝕刻(lithography)製程。由此光微影蝕刻製程，在感光性基板上加以形成包含多數電極之所定圖案。其後，曝光之基板係經由顯像製程、蝕刻製程、光阻剝離製程等之各製程，在基板上形成所定圖案，移行於其次之彩色濾光器(filter)形成製程 402。

其次，在彩色濾光器形成製程 402，加以形成對應於紅 R(Red)、綠 G(Green)、藍 B(Blue)之三個點(dot)組以矩陣(matrix)狀加以多數排列，或者使 R、G、B 之三支條紋(stripe)的濾光器組排列於複數水平掃描線方向的彩色濾光器。然而，在彩色濾光器形成製程 402 後，加以實行胞(cell)組立製程 403。在胞組立製程 403，係使用在圖案形成製程 401 所得之具有所定圖案之基板，及在彩色濾光器形成製程 402 所得之彩色濾光器等加以組立液晶面板(panel)(液晶

胞)。

在胞組立製程 403，係例如，在圖案形成製程 401 所得的具有所定圖案之基板與在彩色濾光器形成製程 402 所得的彩色濾光器之間注入液晶，加以製造液晶面板(液晶胞)。其後，在模組(module)組立製程 404，對所組立之液晶面板(液晶胞)加以裝設實行顯示動作之電路，後照光(back light)等的各構件以完成液晶顯示元件。依照上述之液晶顯示製造方法時，可使具有極微細電路圖案之液晶顯示元件以良好總處理能力加以取得。

尚且，在上述之實施形態係雖然以使用 KrF 準分子雷射光(波長：248nm)或 ArF 準分子雷射光(波長：193nm)為曝光光，並非限定於此，其他適當之雷射光源，例如對於供給波長 157nm 之雷射光的 F₂ 雷射光源等也可使本發明加以適用。更且，在上述之實施形態係，雖然以包括照明光學系統之曝光裝置為例加以說明本發明，也可明瞭在為照射光罩和晶圓以外之被照射面的一般照明光學裝置加以適用本發明。

又，在上述之實施形態，也可適用使投影光學系統與感光性基板之間的光程中以具有比 1.1 大之折射率的媒體(典型上係液體)加以充滿之方法的所謂液浸法。投影光學系統與在感光性基板表面所塗布之光阻等的感光性材料之間以液體充滿的場合，比投影光學系統與在感光性基板表面所塗布之光阻間以空氣(氣體)充滿的場合，貢獻於對照比之提昇的 S 偏光成分(TE 偏光成分)之衍射光的在光阻

表面之透射率變高的關係，在投影光學系統之開口數 NA 超出 1.0 之場合也可得高結像性能。此種場合，對於在投影光學系統與感光性基板之間的光程中充滿液體之方法係採用如在國際公開編號 WO9949504 號公報所提示之在局部充滿液體的方法或，如在日本專利特開平 6-124873 號公報所提示之使保持曝光對象之基板的機台(stage)在液槽中加以移動的方法或如日本專利特開平 10-303114 號公報所提示之在機台上形成所定深度之液體槽，在其中保持基板之方法等。

尚且，對於液體，係以使用對於曝光光具有透射性盡可能折射率要高，對於投影光學系統和基板表面所塗布之光阻為安定者為宜，例如以 KrF 準分子雷射光或 ArF 準分子雷射光為曝光光的場合係可使用純水去離子水為液體。又，對於曝光光使用 F₂ 雷射光的場合，係以使用可能透射 F₂ 雷射光之例如氟系油或全氟聚醚(perfluoro-polyether:PFPE)等之氟系液體即可。又，本發明也可適用於雙機台(twin stage)型之曝光裝置。雙機台型之曝光裝置的結構及曝光動作係提示於例如日本專利特開平 10-163099 號及日本專利特開平 10-214783 號(對應美國專利 6,341,007 號、6,400,441 號、6,549,269 號及 6,590,634 號)、日本專利特表 2000-505958 號(對應美國專利 5,969,441 號)或者美國專利 6,208,407 號。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神

和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

圖 1 係表示關於本發明之實施形態的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 2 係對於環帶狀之二次光源的圓錐軸稜鏡系統之作用的說明圖。

圖 3 係對於環帶狀之二次光源的變焦距透鏡之作用的說明圖。

圖 4 係表示圖 1 之偏光監視器的內部構成之概略圖。

圖 5 係表示關於本實施形態之曝光裝置的主要部分構成之概略圖，表示從光罩光闌至晶圓之構成。

圖 6(a)係表示在透鏡開口內振動於圓周方向之直線偏光狀態，圖 6(b)係表示在透鏡開口內振動於半徑方向之直線偏光狀態。

圖 7 係表示在物體側在遠心的光學系統之光程中的所定位置加以附設雙折射元件與旋光元件之情況圖。

圖 8(a)係表示透鏡開口內之圓周方向的進相軸分布、圖 8(b)係表示透鏡開口內之半徑方向的進相軸分布。

圖 9 係表示入射於雙折射元件之圓偏光的在透鏡開口內之偏光分布圖。

圖 10 係表示通過雙折射元件之光束的在透鏡開口內之偏光分布圖。

圖 11 係以經介雙折射元件及旋光元件所得之在開口

內的偏光分布圖。

圖 12 係表示關於本實施形態之第一變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 13 係表示關於本實施形態之第二變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 14 係表示關於本實施形態之第三變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 15 係表示關於本實施形態之第四變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 16 係表示關於本實施形態之第五變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 17 係表示關於本實施形態之第六變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 18 係使用龐加萊球(Poincare Spheres)說明對於雙折射旋光元件內之偏光狀態的變化之說明圖。

圖 19 係表示關於本實施形態之第七變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 20 係表示關於本實施形態之第八變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 21 係表示關於本實施形態之第九變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 22 係表示關於本實施形態之第十變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 23 係表示關於本實施形態之第十一變形例的曝光

裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 24 係表示關於本實施形態之第十二變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 25 係表示關於本實施形態之第十三變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 26 係表示關於本實施形態之第十四變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 27 係表示關於本實施形態之第十五變形例的曝光裝置之主要部分構成的概略圖。

圖 28 係微元件之半導體元件的製程流程圖。

圖 29 係微元件之液晶顯示元件的製程流程圖。

【主要元件符號說明】

- 1：光源
- 4：偏光狀態切換手段
- 4a：1/4 波長板
- 4b：1/2 波長板
- 4c：消偏化器(depolarizer)
- 5、50：衍射光學元件(光束變換元件)
- 6：無焦點透鏡(afocal lens)
- 8：圓錐軸稜鏡系統
- 9：變焦距透鏡
- 10：微蠅眼透鏡
- 11：偏光監視器
- 11a：射束分裂器(beam splitter)

- 12：聚焦(condenser)光學系統
- 13：光罩光闌(beam blind)
- 14：結像光學系統
- 21：雙折射元件
- 22：旋光元件
- 23：雙折射旋光元件
- M：光罩(mask)
- PL：投影光學系統
- W：晶圓(wafer)

十、申請專利範圍：

1. 一種光學系統，其特徵在於包括：

一雙折射元件，係由一軸性結晶材料所形成並且具有結晶光學軸配置於與一光軸大略平行的一光透射元件，使一透鏡開口內之進相軸分布變成為大略圓周方向的分布或大略半徑方向的分布；以及

一旋光元件，係配置於該雙折射元件之後側，使該透鏡開口內之偏光狀態加以旋轉

向該光透射元件入射的光束包含相對於該光透射元件的該結晶光學軸傾斜地行進的光。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之光學系統，其特徵在於：

在該光透射元件中入射球面波的光束。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之光學系統，其特徵在於：

該旋光元件係，配置於入射角之分散在 10 度以內之光束所入射的一位置。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之光學系統，其特徵在於：

該旋光元件係使該透鏡開口內之偏光狀態加以旋轉約 45 度。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述之光學系統，其特徵在於包括：

一投影光學系統，係使一第一面之像加以形成於一第

二面上。

6.如申請專利範圍第 5 項所述之光學系統，其特徵在於：

該投影光學系統係，在該第一面側大略以遠心的加以構成；以及

該雙折射構件係，配置於在該第一面側大略遠心的一光程中。

7.如申請專利範圍第 2 項所述之光學系統，其特徵在於該光學系統包括：

一照明光學系統係，使一被照射面大略以遠心的加以照明。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之光學系統，其特徵在於：

該雙折射元件係在該照明光學系統之一光程中，配置於與該被照射面在光學上的一共軛位置或其近傍。

9.如申請專利範圍第 8 項所述之光學系統，其特徵在於該光學系統包括：

一照明光學系統，係使一第一面大略以遠心的加以照明；以及

一投影光學系統，係使該第一面之像加以形成於一第二面上。

10.如申請專利範圍第 9 項所述之光學系統，其特徵在於：

該雙折射元件係，配置於該照明光學系統之一光程

中；以及

該旋光元件係，配置於該投影光學系統之一光程中。

11.如申請專利範圍第 10 項所述之光學系統，其特徵在於：

該雙折射元件係，在該照明光學系統之該光程中，配置於該第一面之近傍，或者與該第一面在光學上的一共軛位置或其近傍。

12.如申請專利範圍第 1 項所述之光學系統，其特徵在於：

該旋光元件係，配置於入射角之分散在 10 度以內之光束所入射的一位置。

13.如申請專利範圍第 1 項所述之光學系統，其特徵在於：

該旋光元件係，使該透鏡開口內之偏光狀態加以旋轉約 45 度。

14.如申請專利範圍第 1 項所述之光學系統，其特徵在於該光學系統包括：

一投影光學系統，係使一第一面之像加以形成於一第二面上。

15.如申請專利範圍第 14 項所述之光學系統，其特徵在於：

該投影光學系統係，在該第一面側大略以遠心的加以構成；以及

該雙折射元件係，配置於在該第一面側大略遠心的一

光程中。

16.如申請專利範圍第 1 項所述之光學系統，其特徵在於該光學系統包括：

一照明光學系統係，使一被照射面大略以遠心的加以照明。

17.如申請專利範圍第 16 項所述之光學系統，其特徵在於：

該雙折射元件係，在該照明光學系統之一光程中，配置於與該被照明面在光學上的一共軛位置或其近傍。

18.如申請專利範圍第 16 項所述之光學系統，其特徵在於：

該照明光學系統係，使具有一所定光強度之一二次光源加以形成於一照明瞳面；以及

該二次光源之該所定光強度分布係，在該照明瞳上之一領域包括一光軸之一瞳中心領域的光強度加以設定比該瞳中心領域之一周圍領域的光強度較小。

19.如申請專利範圍第 1 項所述之光學系統，其特徵在於該光學系統係包括：

一照明光學系統，係使一第一面大略以遠心的加以照明；以及

一投影光學系統係，使該第一面之像加以形成於一第二面上。

20.如申請專利範圍第 19 項所述之光學系統，其特徵在於：

該雙折射元件係，配置於該照明光學系統之一光程中；以及

該旋光元件係，配置於該投影光學系統之一光程中。

21.如申請專利範圍第 20 項所述之光學系統，其特徵在於：

該雙折射元件係，在該照明光學系統之該光程中，加以配置於該第一面之近傍，或者與該第一面在光學上的一共軛位置或其近傍。

22.如申請專利範圍第 1 項至第 21 項中任何一項所述之光學系統，其特徵在於：

該光學系統係為微影蝕刻用的光學系統。

23.一種曝光裝置，其特徵在於包括申請專利範圍從第 1 項至第 21 項中之任何一項所述之光學系統，以經介該光學系統使光罩之一圖案加以曝光於一感光性基板上。

24.一種曝光方法，其特徵在於：使轉印用之一圖案，以經介申請專利範圍從第 1 項至第 21 項中之任何一項所述之光學系統，加以曝光於一感光性基板上。

25.一種元件製造方法，其特徵在於：使轉印用之一圖案，以經介申請專利範圍從第 1 項至第 21 項中之任何一項所述之光學系統，加以曝光於一感光性基板上。

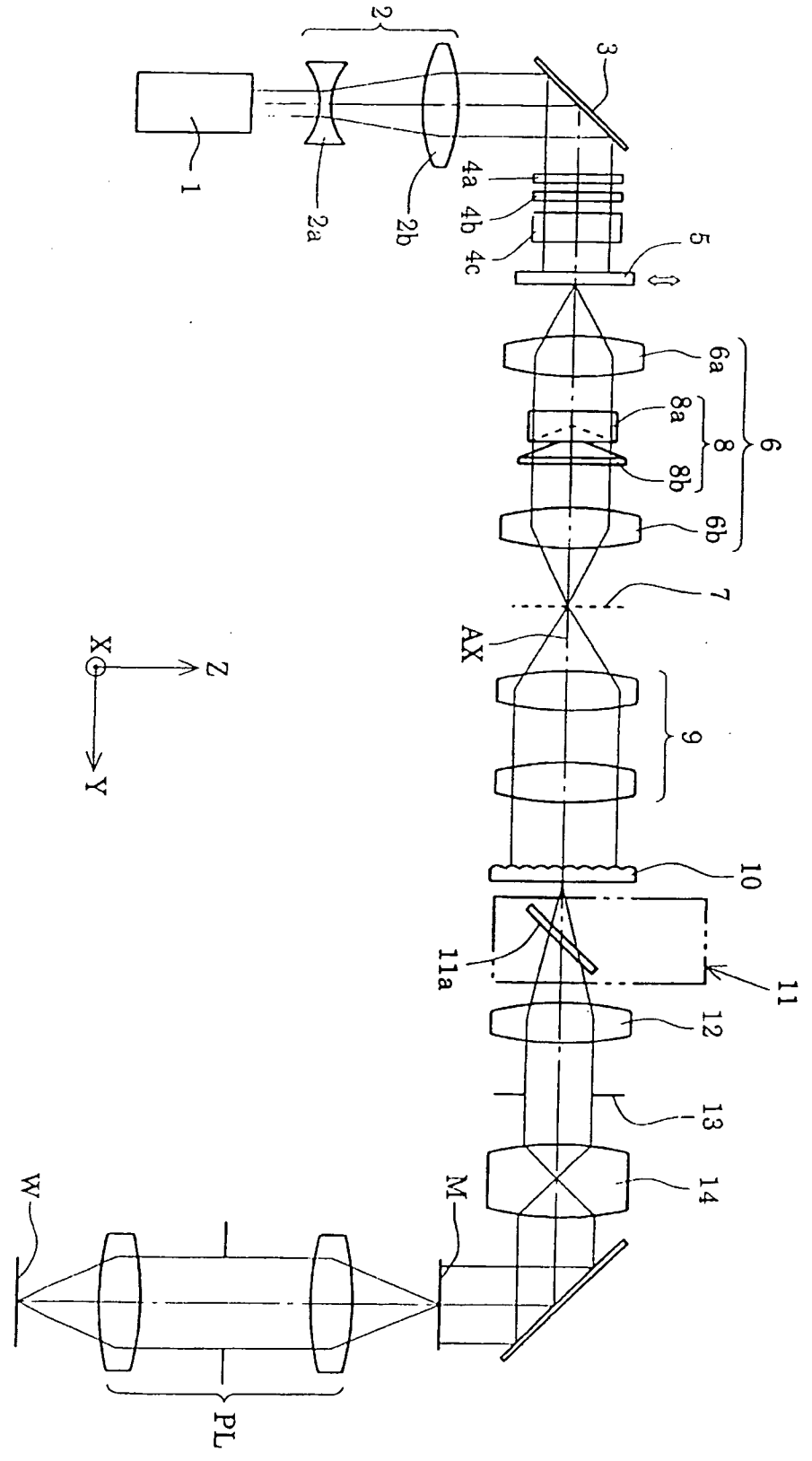


圖 1

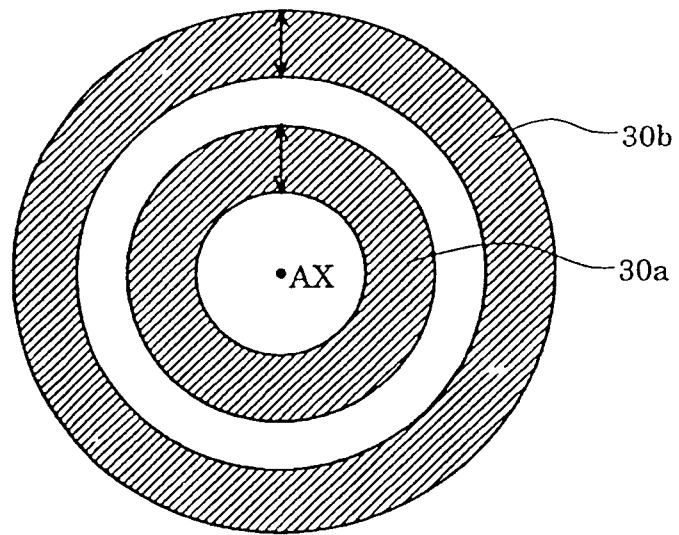


圖 2

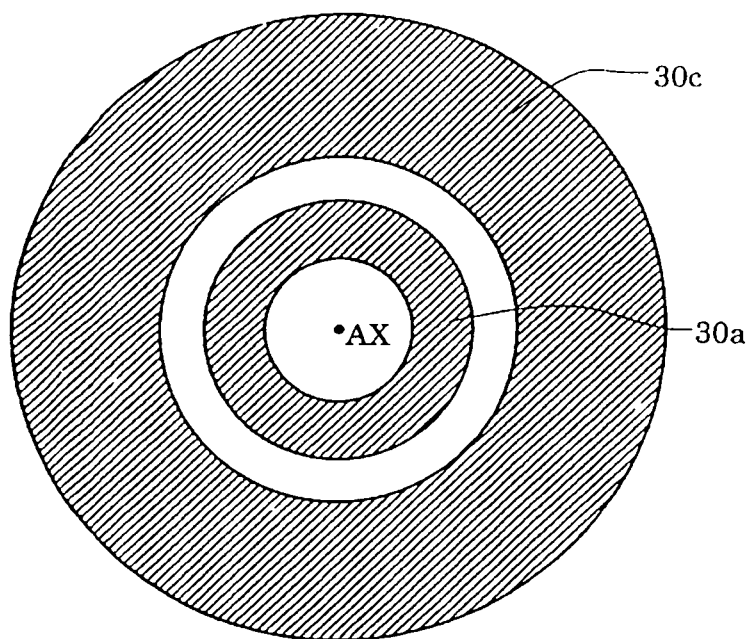


圖 3

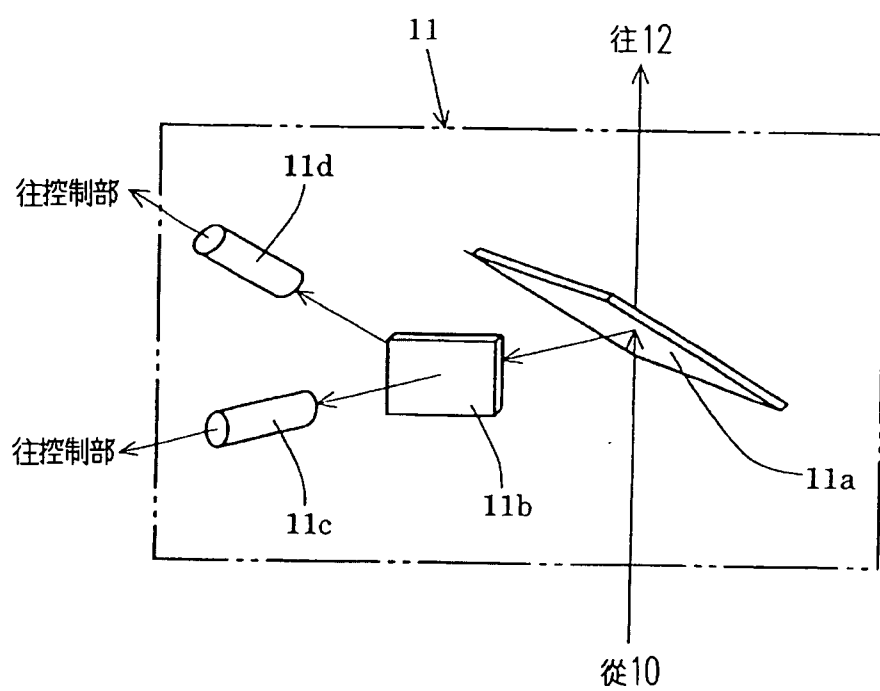


圖 4

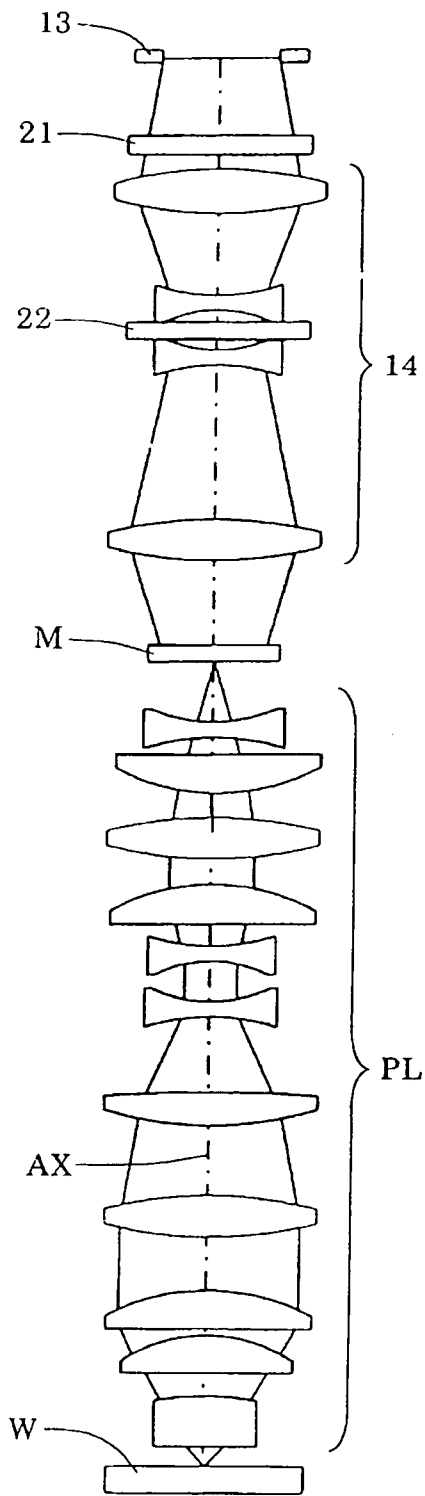


圖 5

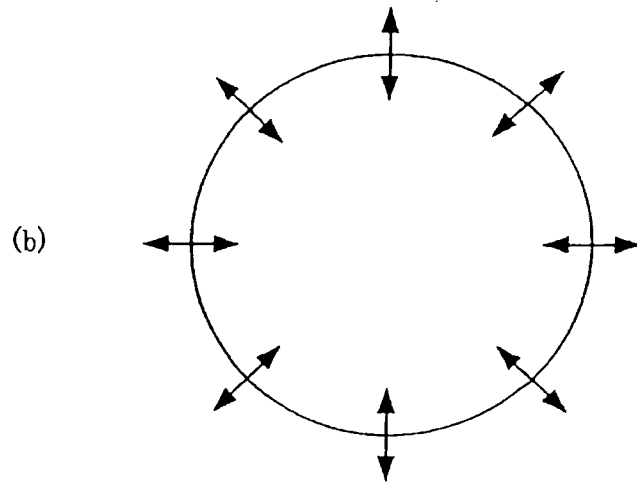
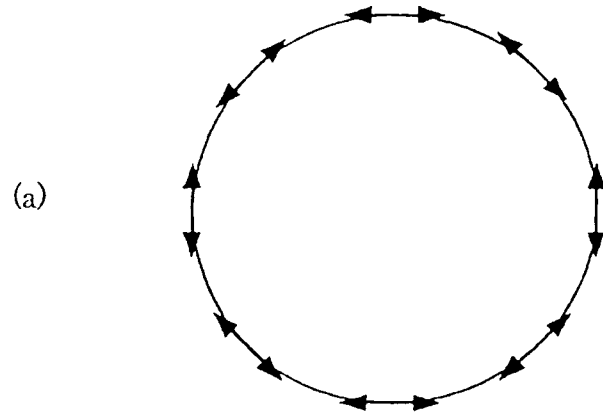


圖 6

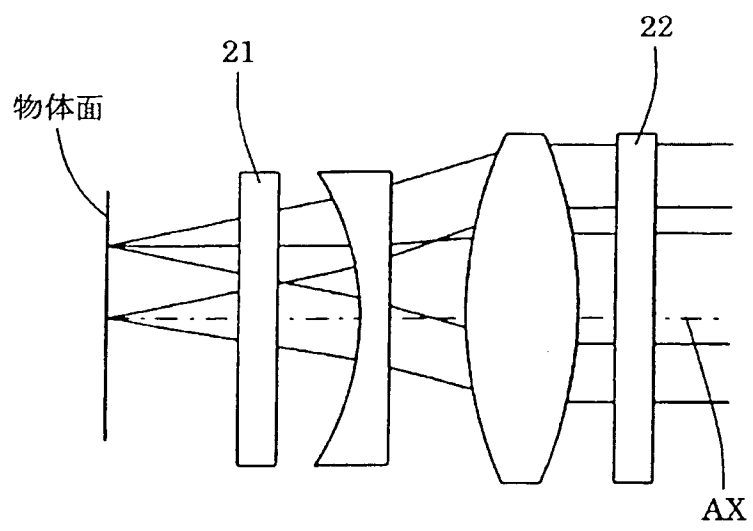


圖 7

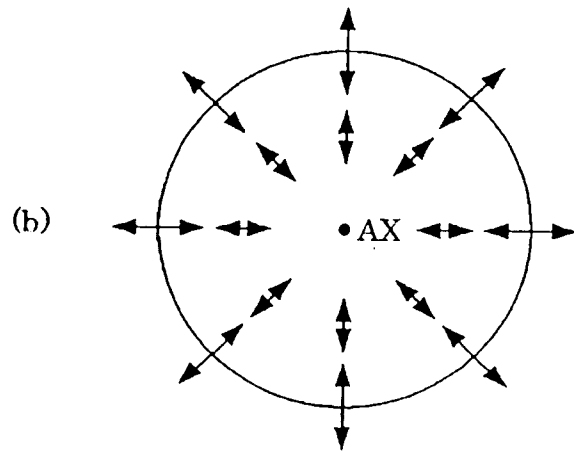
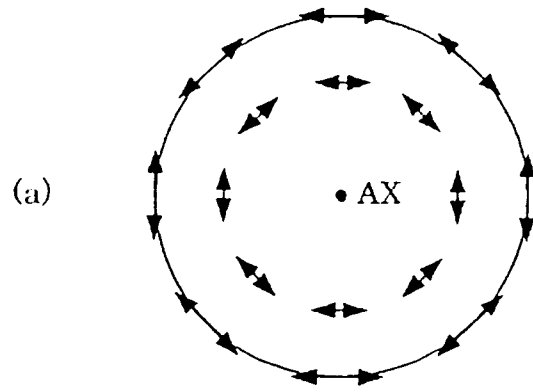


圖 8

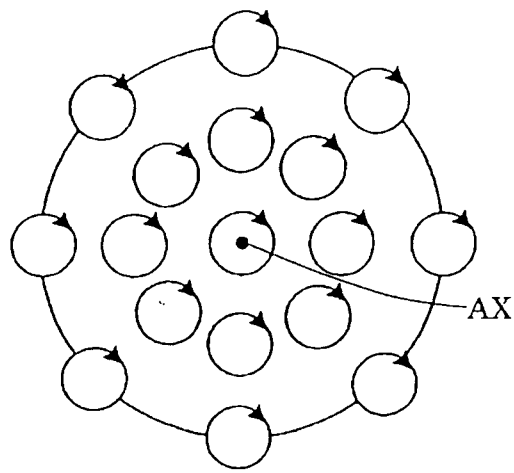


圖 9

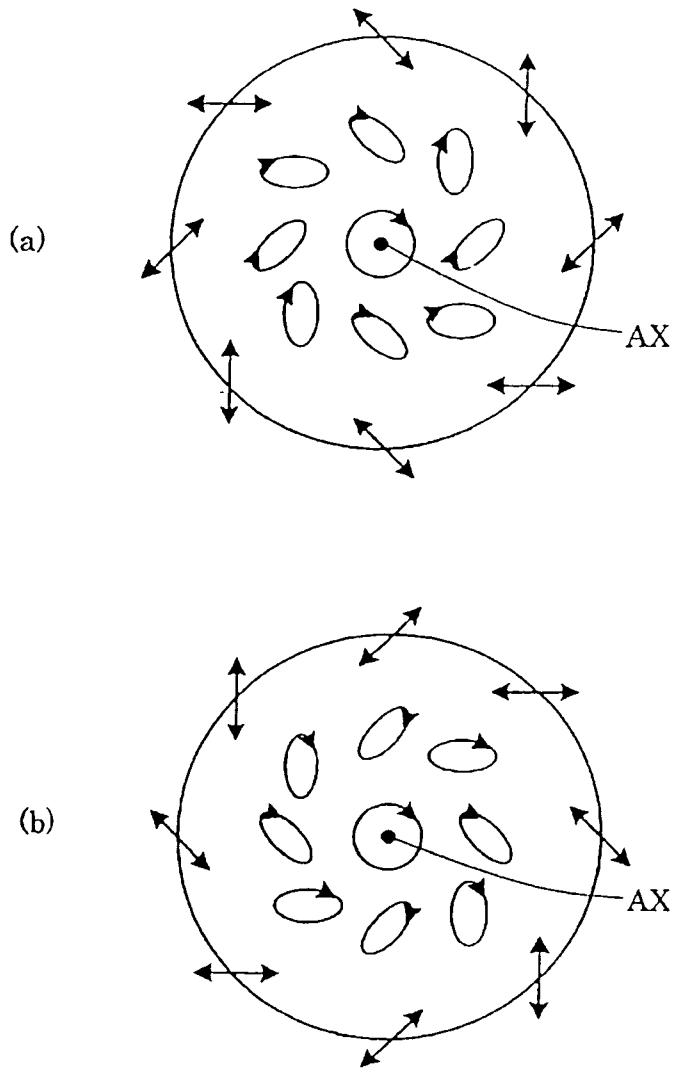


圖 10

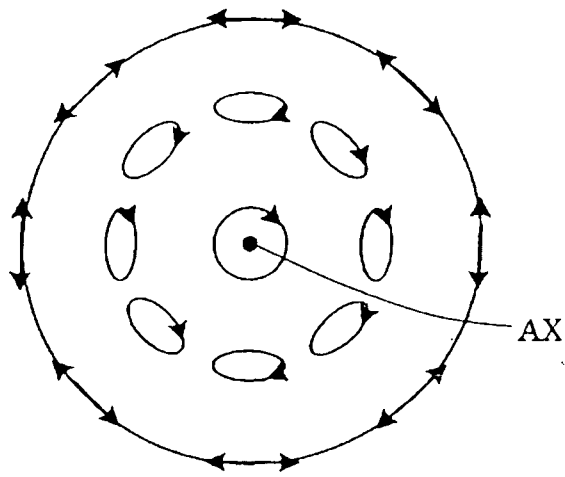


圖 11

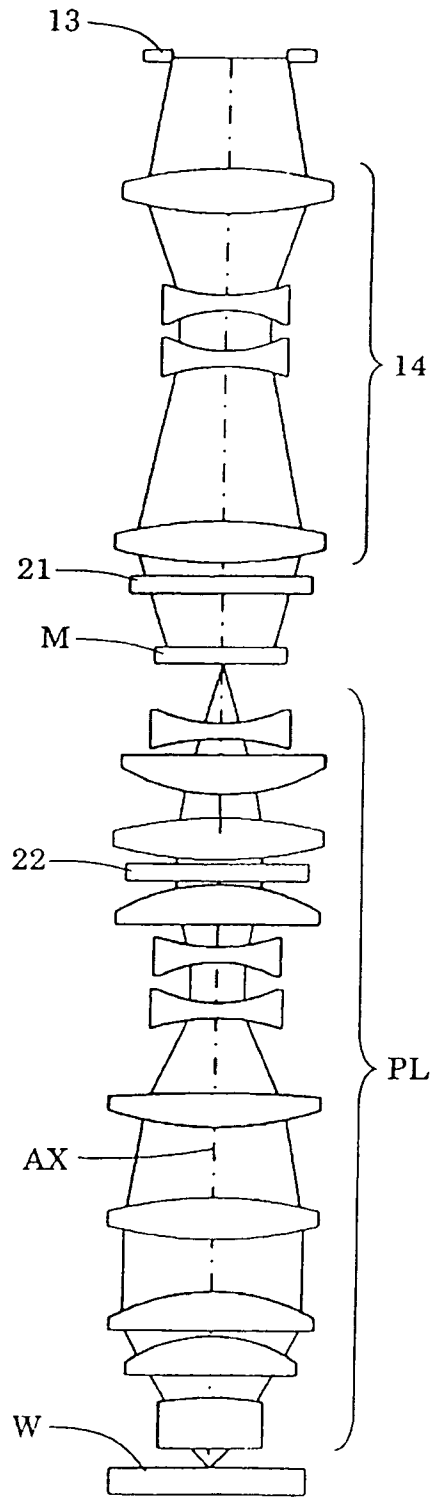


圖 12

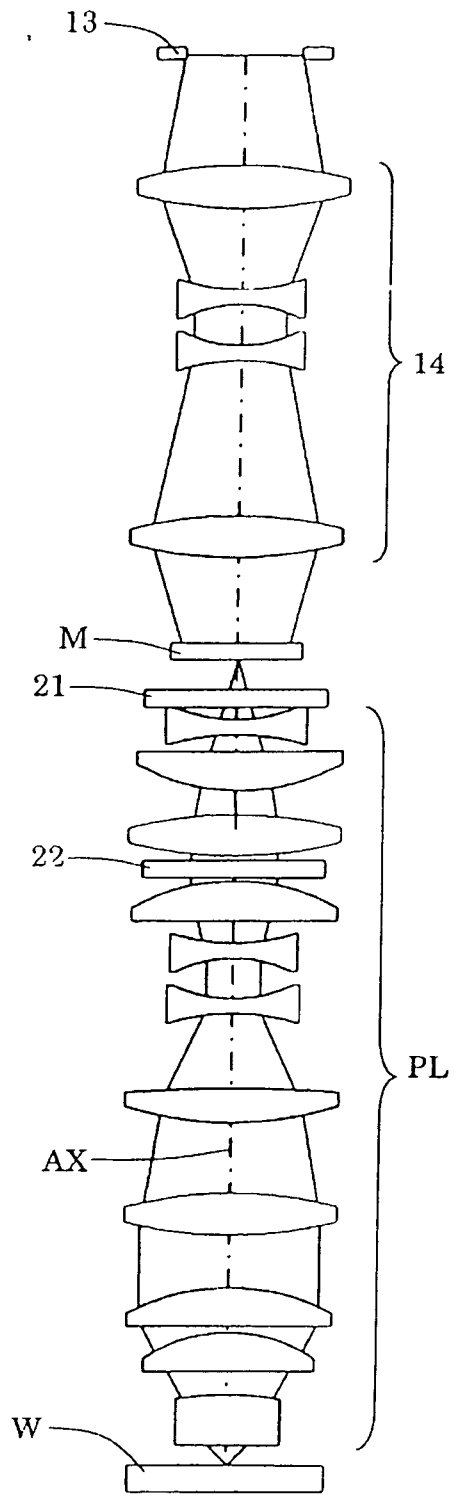


圖 13

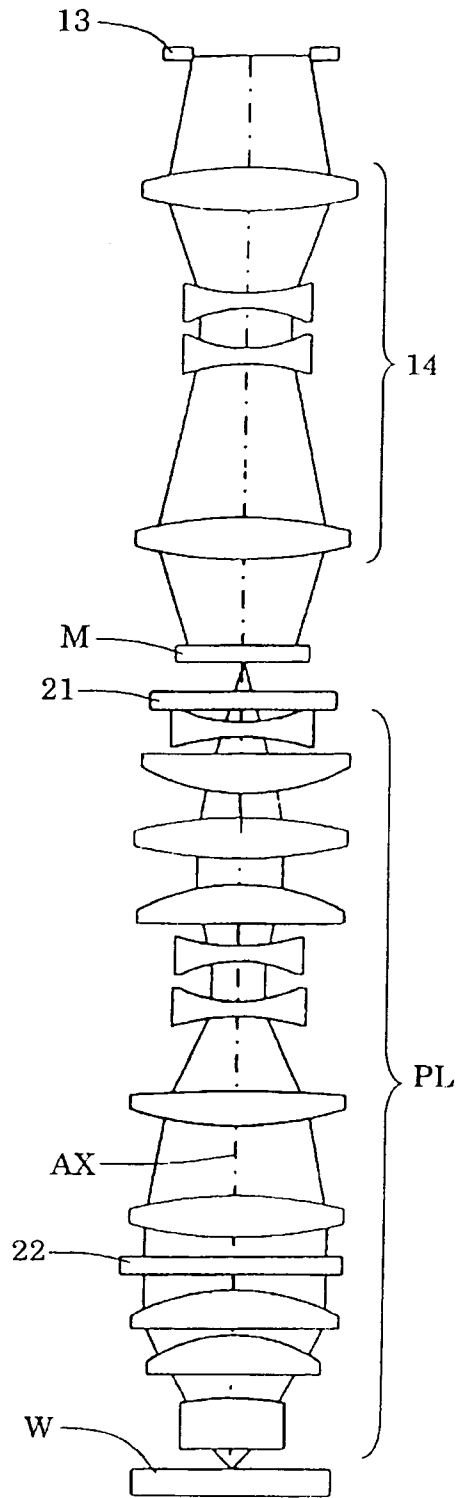


圖 14

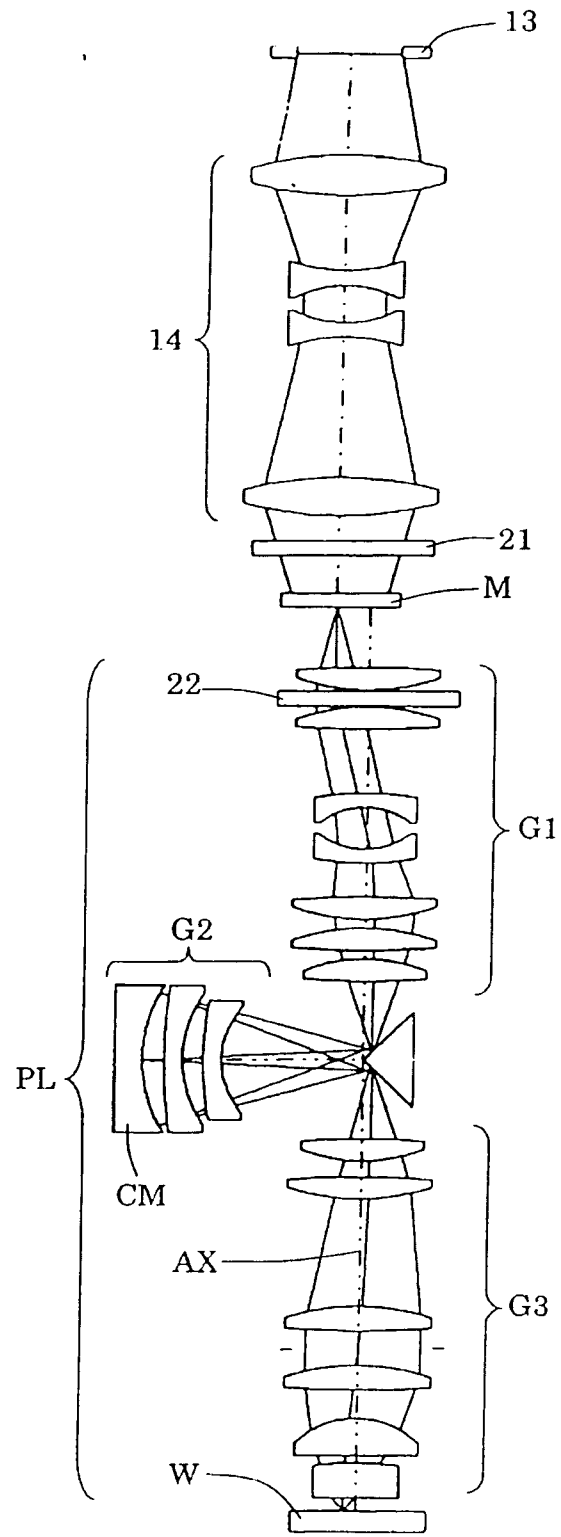


圖 15

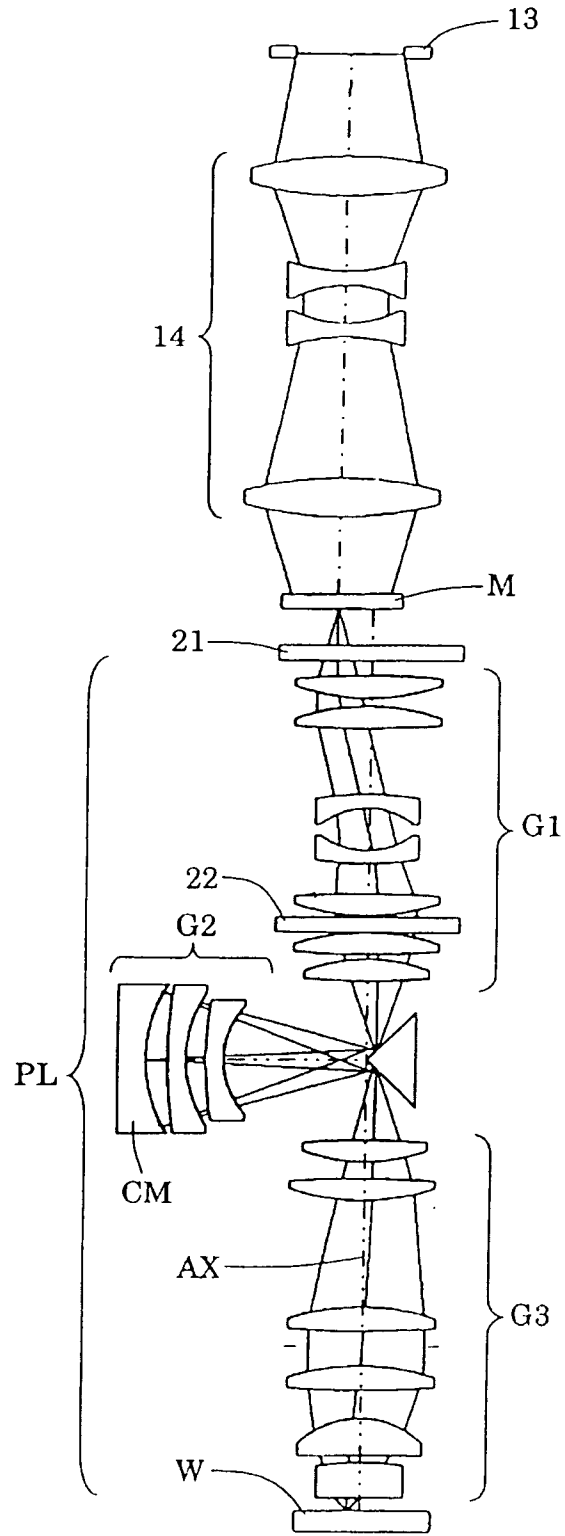


圖 16

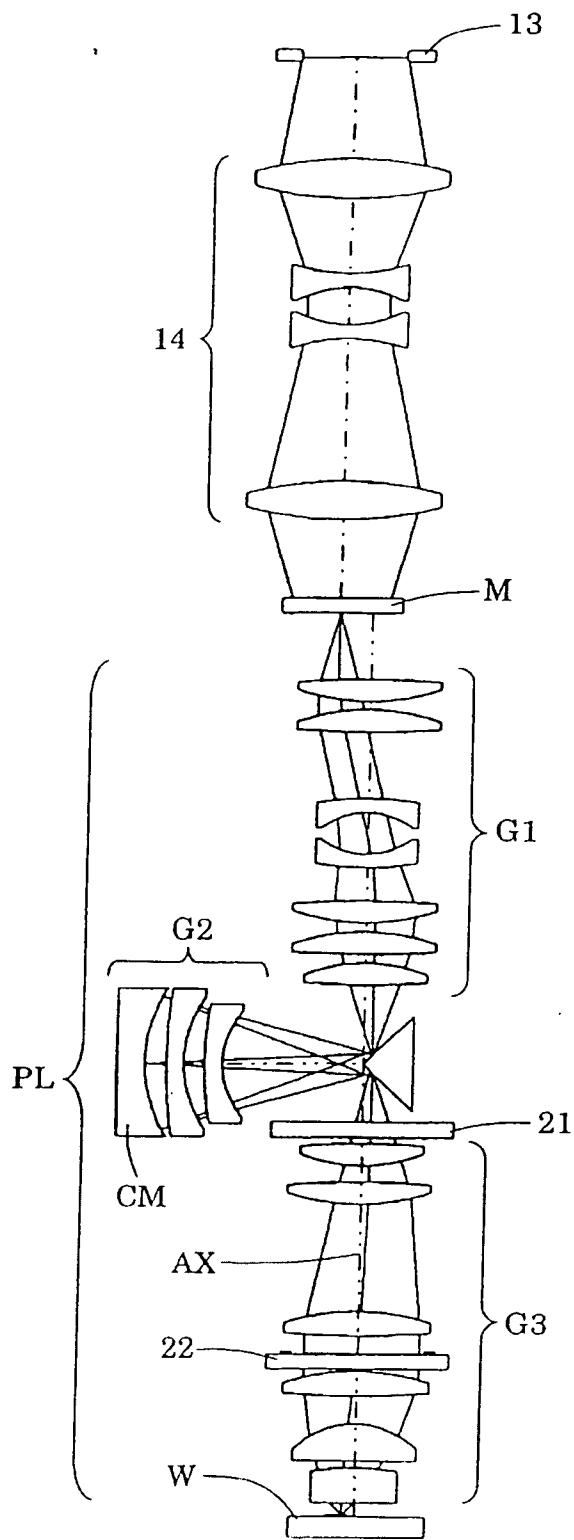


圖 17

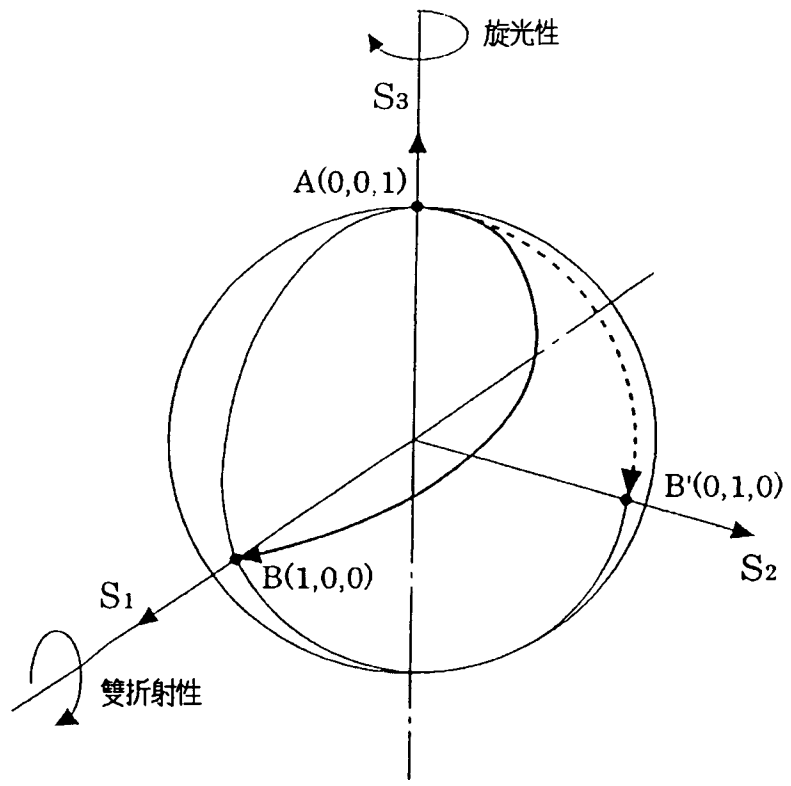


圖 18

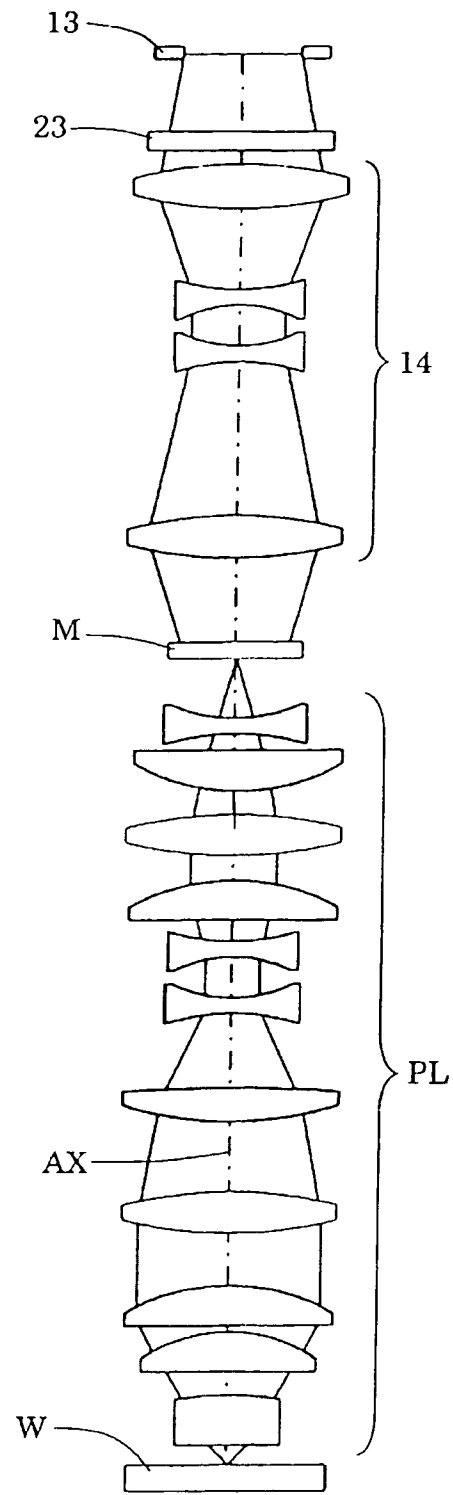


圖 19

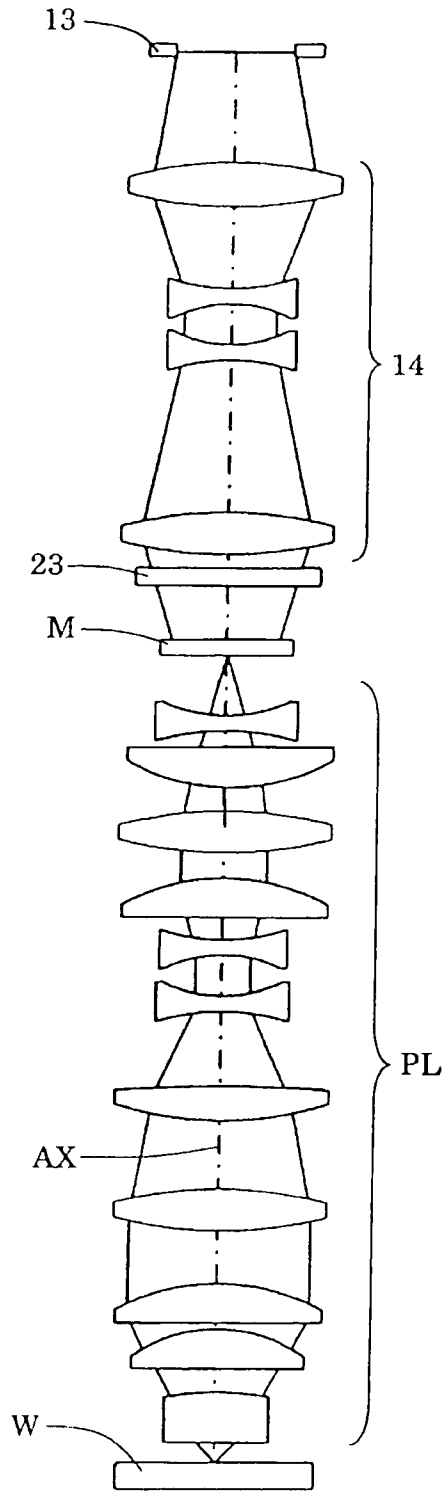


圖 20

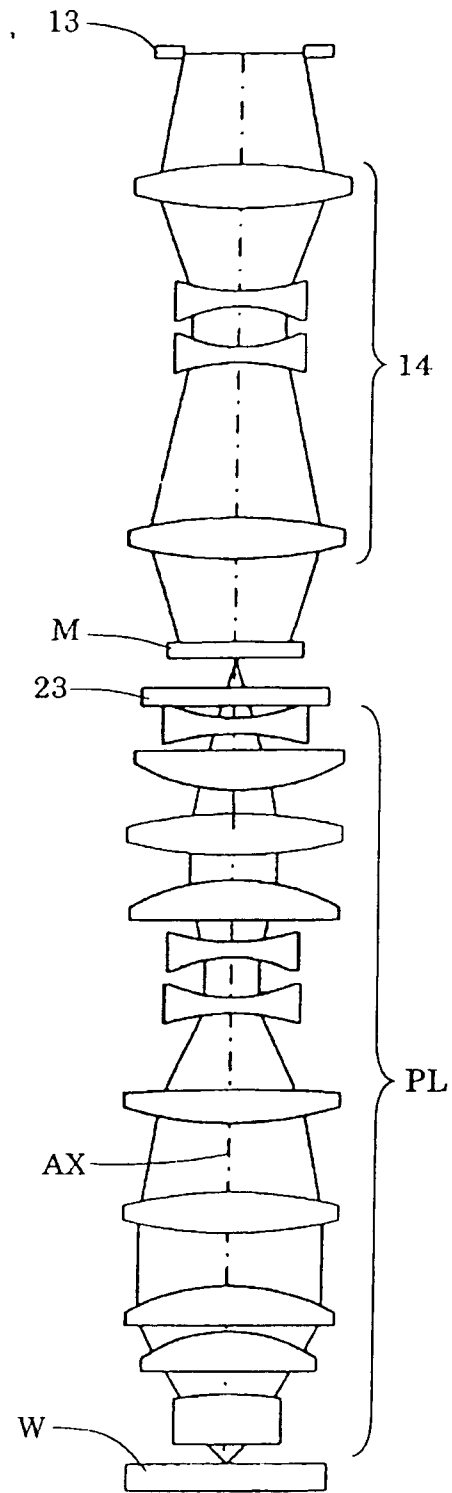


圖 21

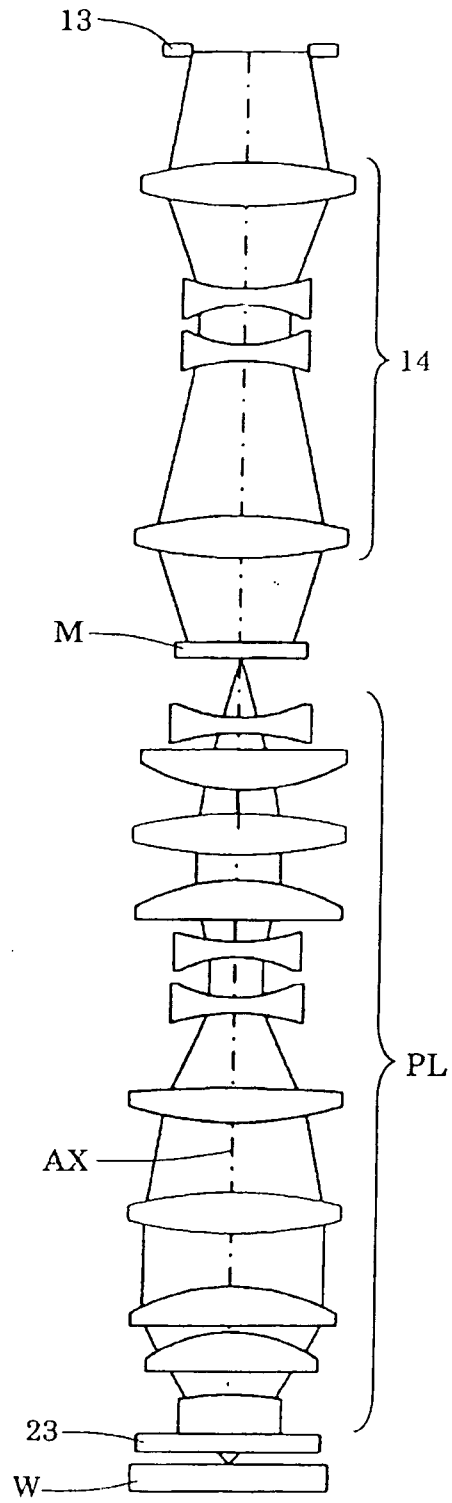


圖 22

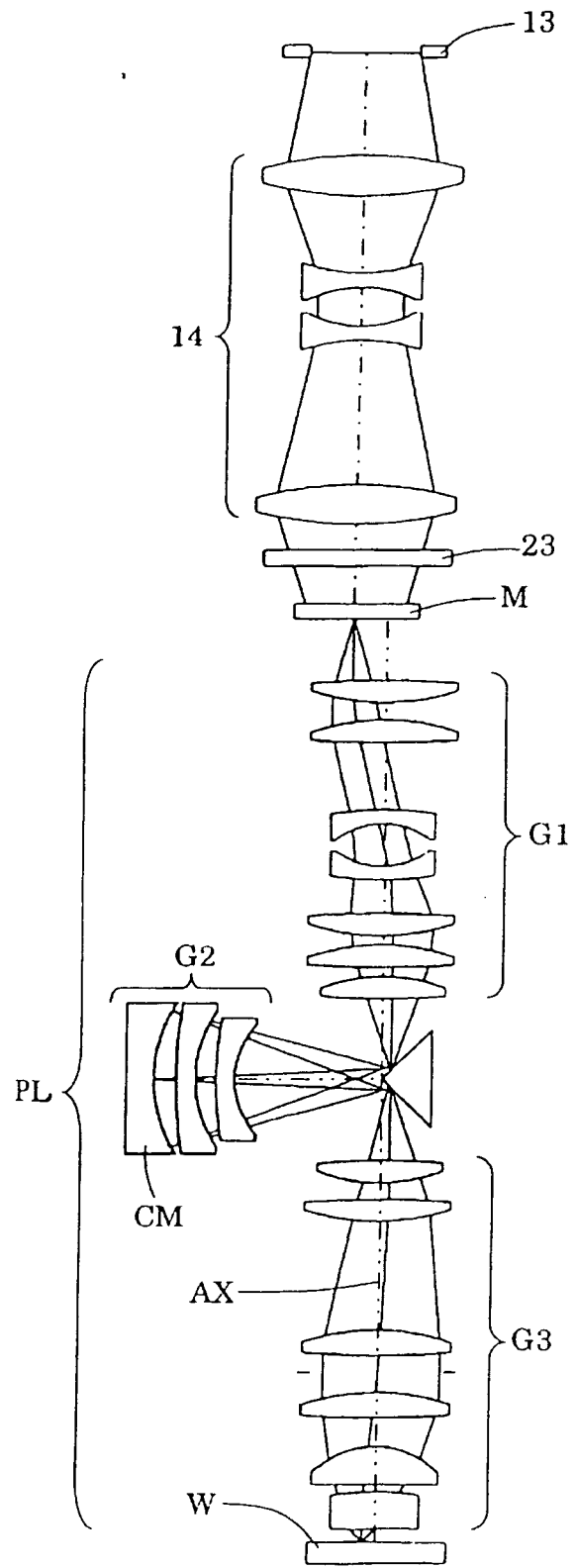


圖 23

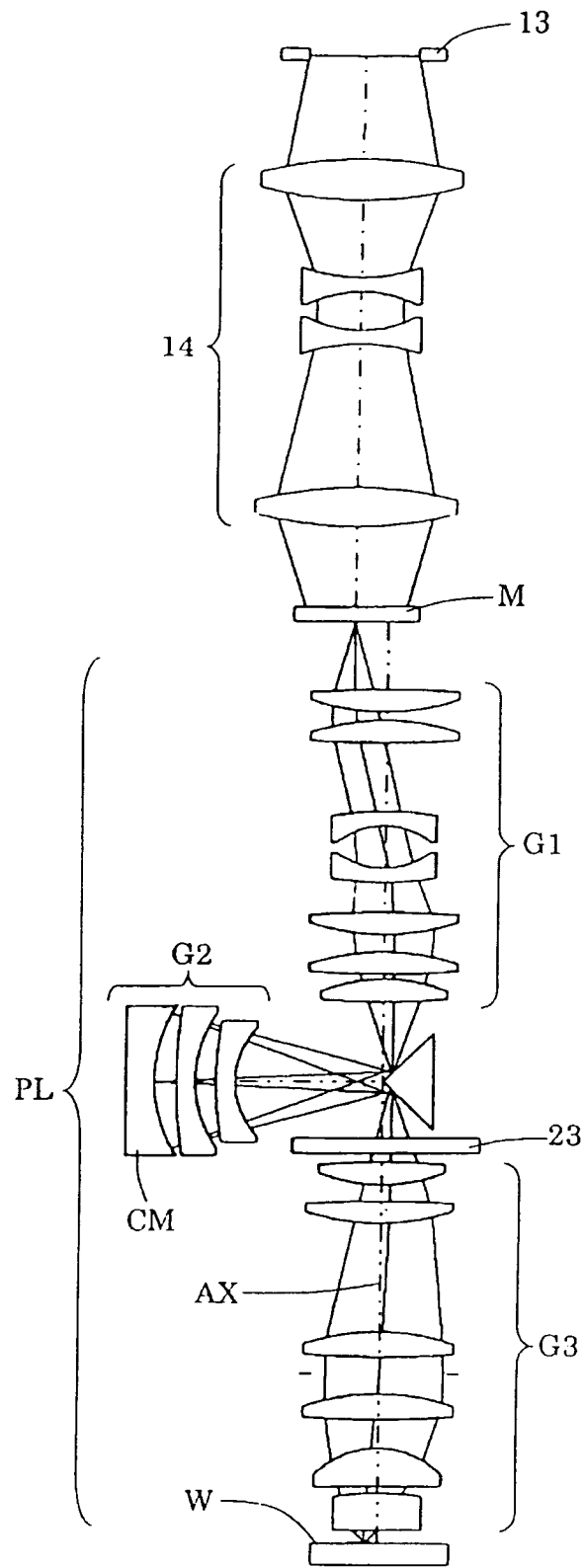


圖 24

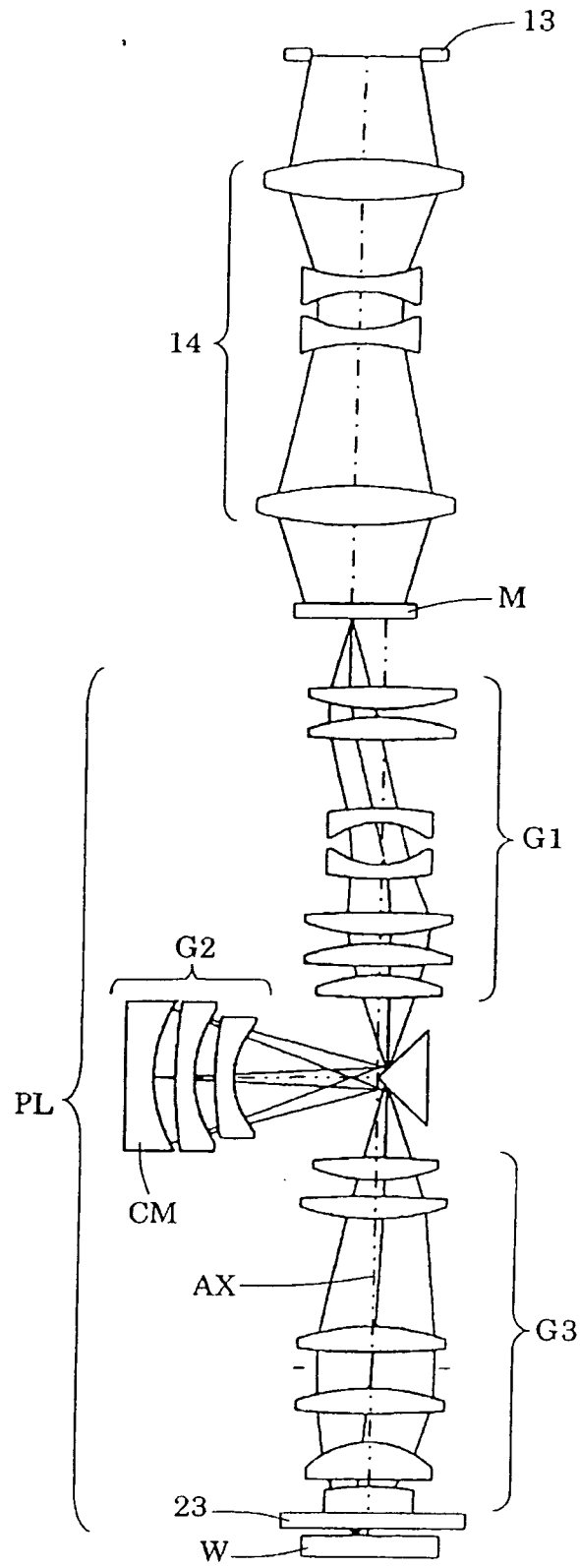


圖 25

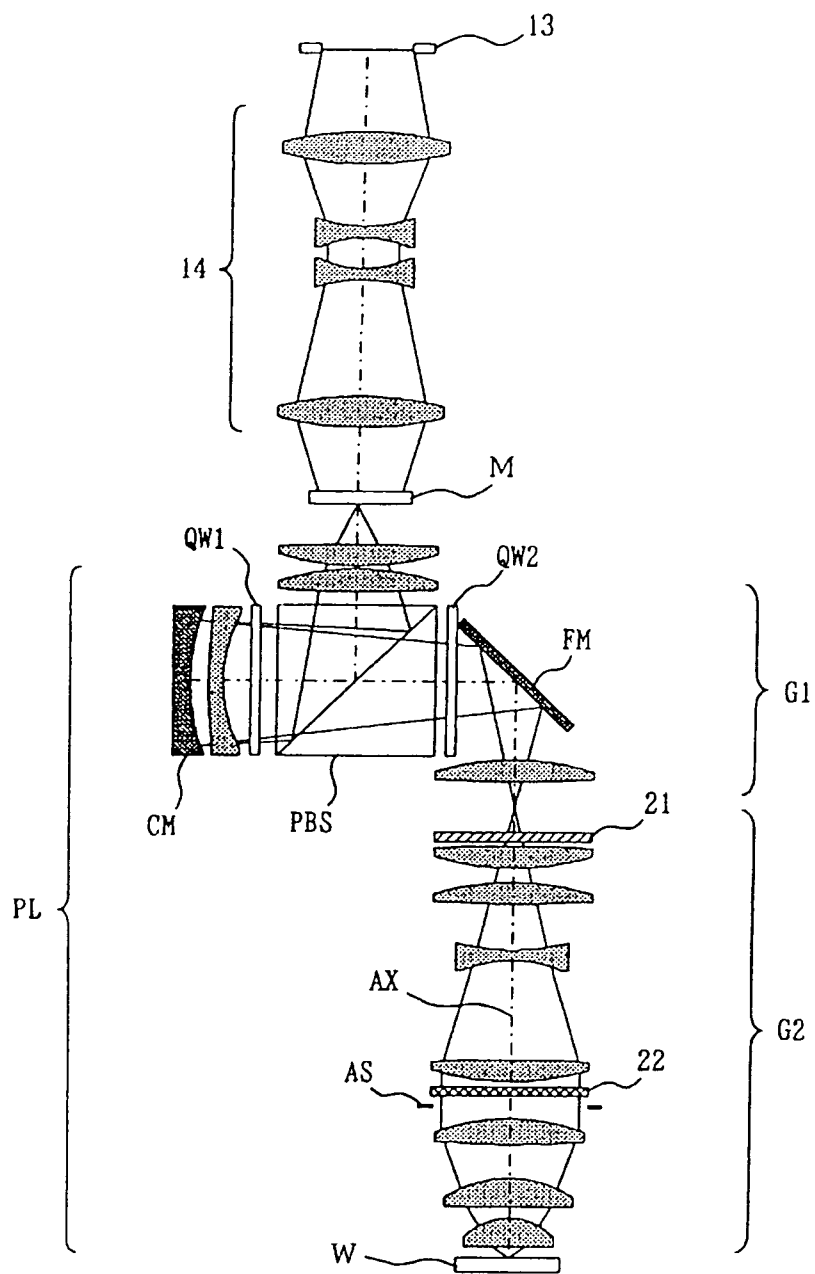


圖 26

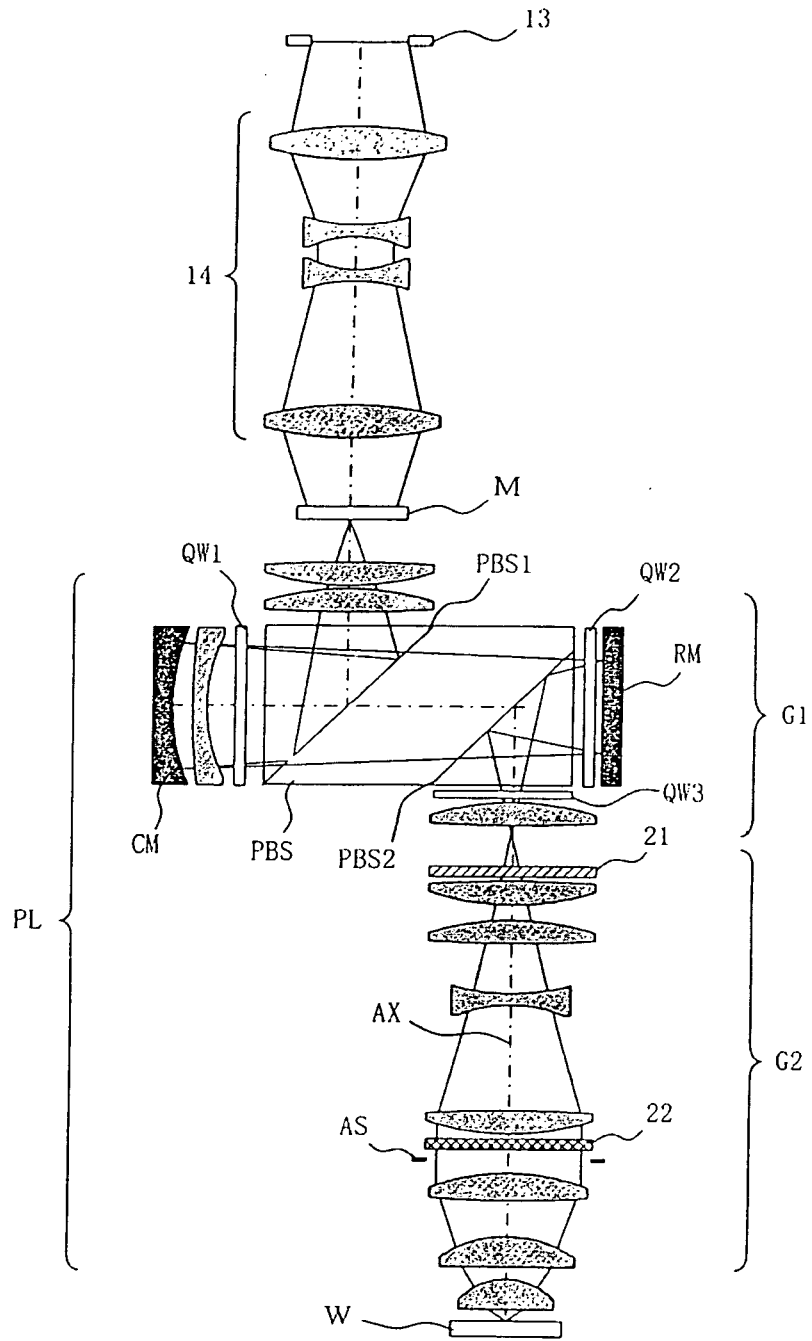


圖 27

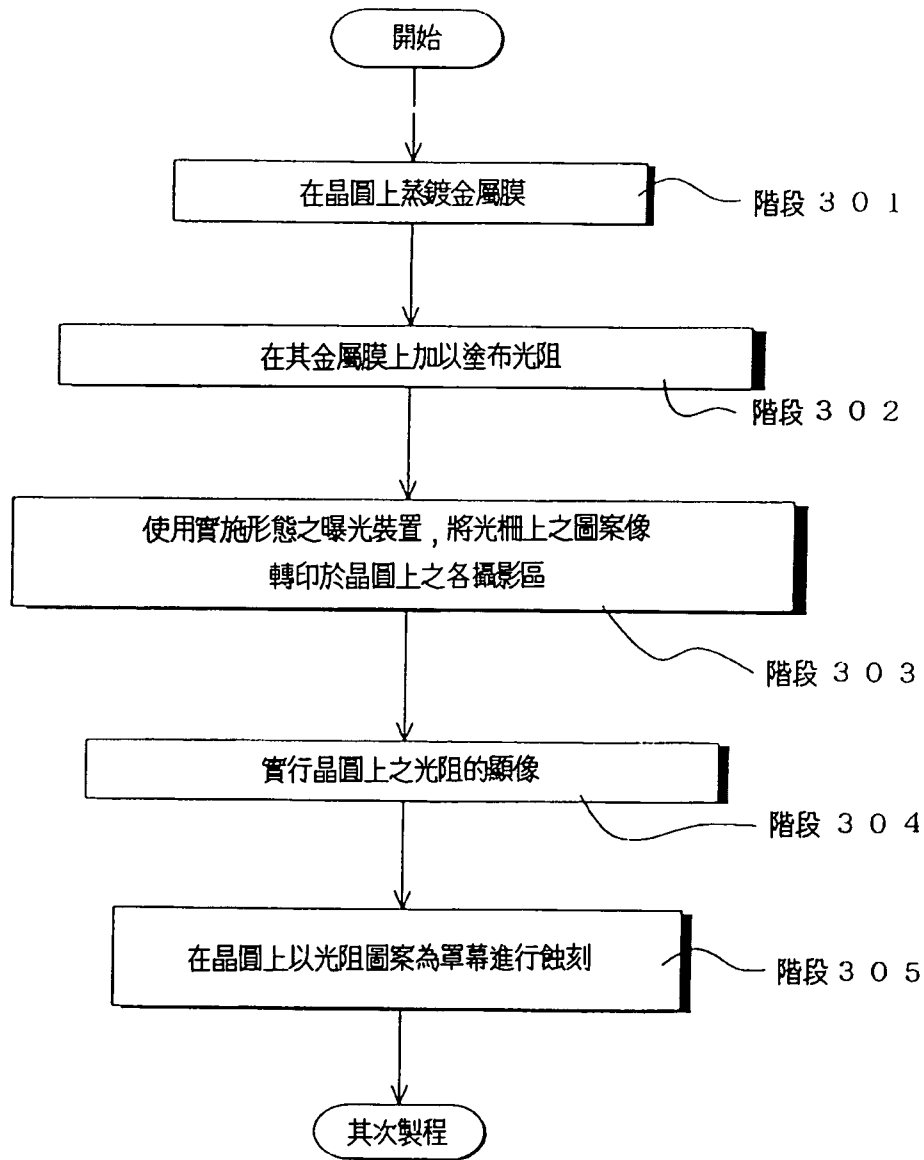


圖 28

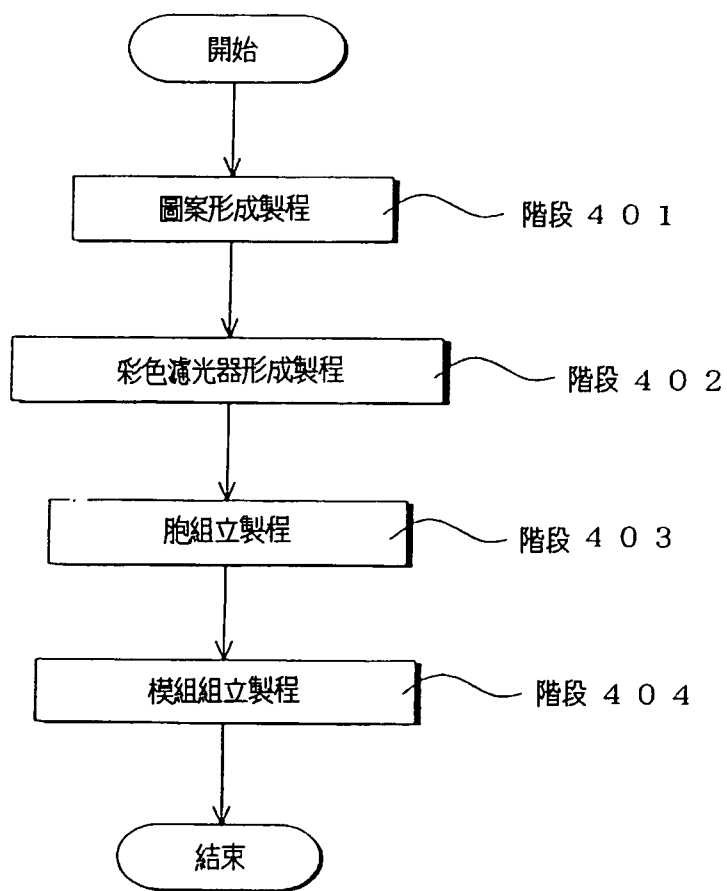


圖 29