

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96123989

※申請日期：96年07月02日

※IPC分類：G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 曝光設備

(英) Exposure apparatus

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 內田恒二

(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo 146-8501 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 森堅一郎

(英) MORI, KENICHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 山田顯宏

(英) YAMADA, AKIHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 大阪昇

(英) OSAKA, NOBORU

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96123989

※申請日期：96年07月02日

※IPC分類：G03F 7/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 曝光設備

(英) Exposure apparatus

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 內田恒二

(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo 146-8501 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 3 人)

1. 姓 名：(中) 森堅一郎

(英) MORI, KENICHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 山田顯宏

(英) YAMADA, AKIHIRO

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 大阪昇

(英) OSAKA, NOBORU

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

200815941

766698

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2006/07/03 ; 2006-183851 ☒有主張優先權

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於使基板曝光之曝光設備。

【先前技術】

諸如半導體裝置之裝置可經由微影術步驟來製造。此微影術步驟使用投影曝光設備，且包括將電路圖案投射至以光敏劑塗佈的基板（例如，矽基板或玻璃基板）以使該電路轉移至光敏劑的步驟。

近年來，半導體裝置的微圖案化已進步到將具有 0.15 μm 或更小的線寬的圖案轉移至基板。此進步已改善能夠以低電力消耗來製造高性能半導體裝置之整合程度。在此情況下，半導體裝置的進一步微圖案化之強烈需求已產生。此已觸發改善投影曝光設備的解析能力之另一強烈需求。

為改善投影曝光設備的解析能力，可利用增大投影光學系統的 NA 的方法及縮短曝光的波長的方法。至今，該兩方法變得更為複雜。

於 1990 年代，具有約 0.6 的 NA 之投影光學系統是主流。近年來，具有大於 0.9 的 NA 之投影光學系統是在發展中。更者，具有大於 1.0 的 NA 且使用將基板浸漬於諸如水的高折射液體的浸漬曝光技術之投影光學系統的設計亦在進步中。

曝光波長的縮短亦在進步中。習知光源使用具有 248

nm 的波長之光的 KrF 準分子雷射用於曝光。然而，最近光源使用具有 193 nm 的波長之光的 ArF 準分子雷射，以及甚至具有 157 nm 的波長之光的 F₂ 雷射用於曝光。

高 NA 微影術需要考慮到 P-偏振光減小光敏劑中之干涉帶的對比之現象。P-偏振光亦稱為 TM-偏振光，其中照在基板的表面之光的電場向量位在包括該光之平面且係垂直於基板。光敏劑依據光的電場強度而曝光。P-偏振光的電場向量形成均勻強度分佈在基板上，無關未產生任何干涉帶的位置。因此，P-偏振光減小干涉帶的對比。

S-偏振光產生高對比干涉帶。S-偏振光亦稱為 TE-偏振光，其中照在基板之光的電場向量位在平行於該基板之平面上。僅以 S-偏振光照亮掩膜使其可能獲得良好成像性能。

於如圖 2 所示之座標系統中，兩個繞射光束 E⁺及 E⁻相互干涉以形成干涉帶。本說明書假設 z 方向係光軸方向及 z 軸係垂直於 x-y 平面。當鏡使光軸彎曲時，z 方向亦被彎曲。亦即，於本說明書中，使用光軸方向作為參考方向將 x、y、z 方向界定於相對座標系統中。

參照圖 2，繞射光束 E⁺及 E⁻的每一者的電場向量含有平行於基板 W 的 S-偏振光（振幅：E_s）及垂直於 S-偏振光之 P-偏振光（振幅：E_p）。

繞射光束 E⁺及 E⁻由以下式表示：

$$E_+ = \begin{pmatrix} -E_p \cos \theta \\ E_s \\ -E_p \sin \theta \end{pmatrix} e^{2\pi i \left(vt - \frac{z \cos \theta}{\lambda} + \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right)} \quad \dots (1)$$

$$E_- = \begin{pmatrix} -E_p \cos \theta \\ E_s \\ E_p \sin \theta \end{pmatrix} e^{2\pi i \left(vt - \frac{z \cos \theta}{\lambda} - \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right)} \quad \dots (2)$$

其中 ν 係頻率，及 λ 係波長。為簡化起見，以下說明採用線性偏振於 45 度方向，其中 S-偏振光與 P-偏振光同相。

繞射光束 E_+ 及 E_- 的和係干涉帶的振幅且由以下式表示：

$$E_+ + E_- = \begin{pmatrix} -2E_p \cos \theta \cos \left(2\pi \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right) \\ 2E_s \cos \left(2\pi \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right) \\ -2iE_p \sin \theta \sin \left(2\pi \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right) \end{pmatrix} e^{2\pi i \left(vt - \frac{z \cos \theta}{\lambda} \right)} \quad \dots (3)$$

此振幅的絕對值的平方係干涉帶的強度且由以下式表示：

$$\begin{aligned} |E_+ + E_-|^2 &= 4E_p^2 \cos^2 \theta \cos^2 \left(2\pi \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right) + \\ &4E_s^2 \cos^2 \left(2\pi \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right) + 4E_p^2 \sin^2 \theta \sin^2 \left(2\pi \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right) \\ &= 4(E_s^2 + E_p^2 \cos 2\theta) \cos^2 \left(2\pi \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right) + 4E_p^2 \sin^2 \theta \\ &\dots (4) \end{aligned}$$

於方程式（4），包括表示式（5）之項目表示干涉帶的振盪振幅，且於 x 方向產生具有週期 $\lambda / \sin \theta$ 之線與空間強度分佈。

$$\cos^2 \left(2\pi \frac{x \sin \theta}{\lambda} \right) \quad \dots (5)$$

當使用高 NA 投影光學系統投影微圖案時，由繞射光所形成之角度 θ 增大。圖 3 顯示當例如投影光學系統使用 193 nm 的 ArF 準分子雷射 λ 來投射具有 L nm 的週期之線及空間圖案時，光敏劑內由繞射光所形成的角度 θ （抗蝕劑中之折射率：1.7）。使用（僅藉由 Cr 遮光的掩膜）之二進位掩膜容許由繞射光所形成之角度 θ 以些微小於約 160 nm 的週期達到 45 度。使用 Levenson 相移掩膜（亦稱為 Alt-PSM 之掩膜，其不僅遮蔽其本身上的光而且調變其相位）容許由繞射光所形成之角度 θ 以些微小於約 80 nm 的週期達到 45 度。

當角度 θ 變成 45 度時，包括表示式（5）之項目的係數中之 $\cos 2\theta$ 的值變零且因此包括表示式（5）之項目變為零。為此理由，P-偏振光的振幅 E_p 完全未反映在干涉帶的振盪振幅的項目中，而僅反射於未振盪於 x 方向之具有 $\sin 2\theta$ 的項目中。因此，P-偏振光僅減小干涉帶的對比。

繞射光及基板間之關係決定繞射光是否含有 P-偏振光或 S-偏振光。亦即，當圖案延伸於 y 方向且具有週期性於

x 方向時之上述說明適用於 S-及 P-偏振光。意指 S-偏振光係其電場向量位於 y 方向，而 P-偏振光係其電場向量於 x 軸方向之 X-偏振光。相反地，延伸於 x 方向且具有週期性於 y 方向之圖案產生繞射光於 y 方向。意指 S-偏振光係其電場向量位於 x 軸方向之 X-偏振光，而 P-偏振光係垂直於 S-偏振光分量之 Y-偏振光。亦即，用於具有 x 方向的週期的圖案 S-偏振光相當於用於具有於 y 方向的週期的圖案之 P-偏振光。注意到，偏振狀態依照作為參考的表面及光束照射的方向而改變。

如上述，包含高 NA 投影光學系統之曝光設備容許 P-偏振光減小影像對比。為獲得高對比影像，以具有低密度 P-偏振光及高密度 S-偏振光的曝光用光來實施曝光是有效的。為此目的，用於預定偏振狀態中照亮掩膜之偏振照明系統在對於高 NA 微影術將成為必要的。

圖 4 顯示偏振照明系統所實施之照明系統的光瞳平面上之偏振狀態。使用 Alt-PSM 之 Y-偏振低- σ 照明在轉移 x 方向的重複圖案時是有效的（ σ ：相干性因子）。使用 Alt-PSM 之 X-偏振低- σ 照明在轉移 y 方向的重複圖案時是有效的。使用二進位掩膜或半色掩膜（亦稱為 Att-PSM）之 Y-偏振 X-雙極照明在轉移 x 方向的重複圖案時是有效的。使用二進位掩膜或 Att-PSM 之 X-偏振 Y-雙極照明於 y 方向中轉移重複圖案係有效的。使用二進位掩膜或 Att-PSM 之正切-偏振橫極照明在轉移 x 及 y 方向的重複圖案的混合時係有效。使用二進位掩膜或 Att-PSM 之正

切-偏振球帶照明在轉移不同方向的重複圖案的混合時係有效。照明系統的光瞳內的每一點之正切偏振係電場向量位在幾乎垂直於光軸的中心方向的方向之偏振。使用無 Cr PSM 之徑向偏振 45 度四極照明在轉移接孔圖案時係有效的。照明系統的光瞳內的每一點之徑向偏振係電場向量位在光軸的中心方向之偏振。

圖 5 係顯示包含偏振照明光學系統之投影曝光設備的配置之示意圖。PCW(WO)2004/051717 揭示此類型的投影曝光設備的實例。

光源 1 使用例如準分子雷射。準分子雷射可包括，例如，KrF 準分子雷射（波長：248 nm）、ArF 準分子雷射（波長：193 nm）、或 F₂ 雷射（波長：157 nm）。

平板 2 空間地分開光源 1 及曝光設備。平板 2 及曝光設備於其內部空間需要不同程度的清潔性。平板 2 空間地分開且單獨地清洗它們。

為調整照明目標表面上之照明，衰減濾波器 3 結合可切換多階衰減濾波器。

光源 1 及投影曝光設備有時分開地放置在不同地面。為此理由，地面振動可能不同步地作用光源 1 及投影曝光設備上而導致兩者間的光軸的持續移位及傾斜。微透鏡陣列（或柱面微透鏡陣列；以下稱為 MLA）作用如所謂的場型的蠅眼透鏡。甚至當照在 MLA 4 的光的光軸入射時，其導引具有預定角度分佈之光，其中 MLA 4 的光軸作為中心。因此，甚至當地面振動或類似振動使光軸傾斜時，具

有預定角度分佈之光被施加至投影曝光設備。

自 MLA4 出射之光在內部反射構件 5 內反射，以使在內部反射構件 5 的出口能夠獲得幾乎均勻分佈。內部反射構件 5 係亦稱為光學桿之內部反射型積分器。因為內部反射構件 5 使該分佈均勻，甚至當光學路徑的移位發生在光源及投影曝光設備之間時，自內部反射構件 5 出射之光變得均勻。甚至當光軸的移位或傾斜發生在光源及投影曝光設備之間時，上述 MLA 及內部反射構件的結合允許內部反射構件的出口表面捕獲具有預定角度分佈且相對於投影曝光設備的光軸是均勻之光。

光學元件 61 及 62 係諸如電腦產生全息圖（以下稱為 CGH）之繞射光學元件或諸如 MLA 之折射光學元件。可將光學元件 61 及 62 選擇性地插置於光學路徑。第一聚光透鏡 7 在位置 A 形成光學元件（CGH 或 MLA）61 及 62 的傅立葉（Fourier）影像。可使用作為光學元件 61 及 62 之 MLA 的實例係並列結合六角形微透鏡之六角形 MLA 及並列結合圓形微透鏡之圓形 MLA。六角形 MLA 在位置 A 形成幾乎均勻的六角形照明分佈。圓形 MLA 在位置 A 形成幾乎均勻的圓形照明分佈。CGH 可形成具有任意形狀之傅立葉轉換影像。使用 CGH 作為光學元件 61 及 62 使其可能形成球帶、四極形及雙極形影像。

可變放大繼電光學系統 8 在位置 A 以各種放大率將光強度分佈（CGH 傅立葉影像）投射至蠅眼透鏡 10 的入射表面。

相位板 9 改變自光源 1 施出之光的偏振狀態。現將例示來自光源 1 之光係具有電場向量於垂直於圖面的方向之偏振光的例子。爲了以具有電場向量於垂直於圖面的方向之偏振光來照亮掩膜 15 的表面，自光學路徑移除相位板 9 以保持在光源之偏振程度。另一方面，爲了以具有電場向量於平行至圖面的方向之偏振光來照亮掩膜 15，具有快軸於相對於垂直於圖面的方向的 45 度方向之 $\lambda/2$ 相位板 9 被插於光學路徑。這使來自光源 1 之光的電場向量的方向旋轉 90 度，以具有電場向量於平行至圖面的方向之偏振光來照亮掩膜表面。

蠅眼透鏡 10 在照明光學系統的光瞳位置形成數個次要源。例如，微透鏡陣列或柱面微透鏡陣列可取代蠅眼透鏡 10。

第二聚光透鏡 11 藉由重疊來自次要源在位置 B 之光束而形成幾乎均勻光分佈。用於控制照明目標表面的照明區之可變孔徑光闌（未顯示）係配置在位置 B。中繼光學系統 14 將在位置 B 的光分佈投射至繪製有圖案的掩膜 15。

投影光學系統 16 將繪製在掩膜 15 上之圖案投射至塗有光敏劑之基板（晶圓）17。投影光學系統 16 通常將掩膜 15 的圖案減小至 $1/4$ 且將其投射至基板 17。基板台（晶圓台）19 逐步地移動基板 17 以將該等圖案轉移至基板 17 數次。於掃描曝光型的投影曝光設備，基板台 19 與掩膜 15 同步地掃描基板 17。

有兩個曝光方案，亦即，單元投影及掃描曝光方案。單元投影曝光方案在共軛位置固定基板及掩膜的圖案，且使光敏劑曝光直到其曝光量達到最佳化。掃描曝光方案部份地照亮掩膜的圖案，藉由每一瞬間的曝光將掩膜的部份圖案投射至基板，且同步地掃描掩膜及基板以藉由曝光將圖案的整個區轉移至基板。於此例中，必須實施同步掃描使得光敏劑上的曝光量達到最佳化。同時藉由曝光來轉移每一圖案部。

單元投影曝光方案的曝光量控制技術可採用，例如，監視基板上的曝光量的方法，以使當基板上的曝光量已達到想要的量時，光源 1 結束發光或快門結束曝光。

掃描曝光方案的曝光量控制技術可採用於控制恆定照亮之恆定照度控制。以此方法，在保持基板及掩膜的掃描速度恆定時，以曝光量在通過時序達到想要的量時之照度使照明區曝光。此技術亦可採用與照明改變同步之改變掃描速度的方法。恆定照明控制的實例係控制光源 1 的振盪頻率的方法及控制施加至光源 1 的電壓的方法。例如，日本專利先行公開案第 2003-133216 號揭示掃描曝光方案的曝光量控制方法。

任一方法在基板曝光期間需要藉由監視曝光量之曝光量控制。因此，投影曝光設備結合藉由分配曝光用光在曝光期間監視曝光量之曝光量感測器。

半鏡 12 分配曝光用光且在曝光量感測器 13 的位置設定所分配光，該位置幾乎共軛於位置 B。曝光量感測器 13

監視該曝光量以及基板的曝光。亮度計 18 量測基板 17 的表面上之亮度。

來自曝光量感測器 13 及基板 17 上的亮度間之關係可能依照例如，投影光學系統 16 的透射變化而改變。為克服此問題，亮度計 18 週期性地插置於光學路徑以獲得指示來自亮度計 18 的輸出及來自曝光量感測器 13 的輸出間的關係之資訊。曝光量控制單元 20 儲存此資訊。在曝光期間，來自曝光量感測器 13 之輸出被傳送至曝光量控制單元 20 以基於該資訊來計算基板上之曝光量。依據上述曝光量控制技術基於所計算曝光量來實施曝光量控制。

上述習知技術使用相位板來設定雷射光的想要偏振狀態。有使用線性偏振器獲得線性偏振之提議。線性偏振器僅傳輸預定線性偏振光。在 "How to Use Optical Components and Points to Be Noted for Optronics Application: Enlarged and Revised Edition" (author: Tetsuo Sueda) edited by Optronics Co., Ltd 的第 76 頁，介紹作為片偏振器之線性偏振器實例。

投影光學系統的透鏡顯示使影像性能降級的雙折射。投影光學系統的透鏡係以諸如石英的玻璃材料製成，石英本來就不具有雙折射。然而，由於固化熔融玻璃材料時的溫度不均勻性或透鏡加工時的加工應變，此種玻璃材料在應力應變時獲得微量雙折射。圖 6 簡要地顯示透鏡中的雙折射分佈。色密度代表雙折射量，及箭頭分別代表快軸的方向。雙折射係不同折射率作用在兩垂直偏振光分量上之

現象。兩垂直偏振光分量的波前在穿過透鏡後所移動的距離間之差異將被稱為雙折射量（單位： nm ）。偏振光的波前之方向將稱為快軸。如圖 6 所示，雙折射分佈顯示雙折射量增加及快軸朝向透鏡的周圍傾斜至輻射方向之趨勢。

除了上述因子外，雙折射由於抗反射塗佈或反射塗佈而發生於投影光學系統。

如上述，投影光學系統遭受太嚴重以致無法在製造時忽略的光瞳雙折射分佈。此種光瞳雙折射分佈對於影像高度是獨特的。圖 7 簡要地顯示投影光學系統。掩膜及基板是處於實線表示形成應像在軸上影像高度的光束（軸上光束）以及虛線表示形成影像在軸外影像高度的光束（軸外光束）之成像關係。為簡單的說，第一及第二透鏡 16a 及 16b 代表投影光學系統 16 的透鏡組。軸上光束通過第一透鏡 16a 的區 1a 及第二透鏡 16b 的區 2a。軸外光束通過第一透鏡 16a 的區 1b 及第二透鏡 16b 的區 2b。因為透鏡雙折射分佈係不均勻如上述的圖 6 所示，不同量的雙折射作用在軸上及軸外光束上。再者，不同量的雙折射依照其在透鏡上的通過位置作用在甚至相同軸上光束上。這甚至使光瞳雙折射分佈不均勻。

投影光學系統 16 的兩雙折射效應造成影像性能的降級。第一效應為，因為光學路徑長度由於偏振光分量而改變，相差發生在基板上。此造成偏振光分量間之波前像差而導致影像性能的降級。第二效應為，甚至當增加掩膜上

的偏振程度時，投影光學系統的雙折射降低基板上的偏振程度，此導致影像性能的降級。於僅使用如圖 4 的上階所指示之特定偏振光之偏振光照明中，前者可由驅動像差校正機構以校正特定偏振光的波前像差來抑制。然而，於無偏振的照明中或當如圖 4 的下階所指示的不同方向之偏振光分量存在時，甚至藉由驅動像差校正機構，偏振光分量間的像差保持完全未校正。注意到，本發明的發明人發現到，在無偏振或各種方向的偏振光分量的照明下之影像性能的降級小於由於減小基板上的偏振程度之第一效應的降級。

現將參照圖 8 解說由於偏振程度的變化之轉移線寬的變化（CD（臨界尺寸）的改變）。偏振程度被界定為偏振光的主要分量的光量對總光量的比，亦即，如 RoP （偏振光密度的比）。偏振光的主要分量係如圖 4 箭頭所示之需要偏振光分量。垂直於偏振光的主要分量之不需要偏振光分量係偏振光的次要分量。如果 RoP 係 1，偏振光單獨含有主要分量。如果 RoP 係 0.5，偏振光的主要分量對偏振光的次要分量的比係 1：1。圖 8 顯示作為基板上的 RoP 變化的函數之轉移圖案的線寬。曝光條件為，投影光學系統的 NA 係 1.35，相干性因子 σ 係 0.20，及掩膜係 Levenson 相移掩膜。於此例中，轉移線寬係 45 nm，及藉由改變線間的空間來獲得數條線。曝光量被設定以使，當 RoP 係 1 時線寬達到想要線寬。參照圖 8，由“45/45”所指示之轉移圖案的線寬，亦即，其“線：空間”係 1：1，甚至

改變 RoP，不會自 45 nm 改變。然而，當”線：空間“自 1：1 移位時，轉移圖案的線寬依照 RoP 的改變而變化。特別是，由”45/180“（空間：180 nm）所指示之轉移圖案，亦即，其”線：空間“係 1：4，顯示對於偏振程度的變化之高線寬改變零敏感度。於此例中，如果 RoP 減小 0.2，線寬改變約 2 nm。

轉移圖案的線寬變化改變使用投影曝光設備製造之半導體裝置中之轉移器的電特性。特別地，晶片中的電晶體的電特性的變化抑制，例如，信號同步化。這可能產生缺陷晶片。為防止此問題，特別地，具有 45 nm 的線寬之轉移圖案的可容許線寬變化（CD 均勻性）約 1 nm。CD 均勻性亦遭受到諸如影像高度間之像差及影像高度間之曝光量差之其它因子。有鑑於此，由於影像高度間之偏振程度的差之線寬誤差的可容許量約 0.2 nm。因此，影像高度間之 RoP 差必須是 0.02（亦即，2%）。因為隨著投影光學系統的雙折射量之影像高度間的 RoP 變化改變在影像高度之間，習知技術遭受到 CD 均勻性的減小。

日本專利先行公開案第 2003-297729 號揭示藉由設置用於校正所發生的相差之相位校正構件來校正投影光學系統的雙折射的方法。日本專利先行公開案第 2003-297729 號所述之配置可校正在影像高度之間以及於光瞳中都是均勻之分量。如上述，然而，這是不可能校正其分佈不均勻的雙折射，亦即，透鏡中每一影像高度的改變。因為此配置不能校正影像高度間之偏振程度的差，其不適於針對

CD 均勻性減小的量測。此配置不實際，亦因為影像性能在將單軸雙折射晶體放置於投影光學系統時可能降級。

【發明內容】

本發明的目的在於例如，減小影像高度間之偏振程度的差異，由於投影光學系統的雙折射，該差異發生在基板上。

依據本發明，提供一種曝光設備，其使基板曝光，該曝光設備包含：照明光學系統，其以照明光來照亮掩膜；及照明光學系統，其將該掩膜的圖案投影至該基板。該照明光含有偏振光的主要分量及該偏振光的次要分量，該等分量相互垂直。該照明光學系統包括相差調整單元，該相差調整單元配置來連續地調整該偏振光的主要分量及該偏振光的次要分量間之相差，而不會改變該偏振光的該主要分量的方向。

依據本發明，這係可能例如，減小影像高度間之偏振程度的差異，由於投影光學系統的雙折射，該差異發生在基板上。

自示範性實施例的以下說明並參照附圖，本發明的更多特徵將更為清楚。

【實施方式】

依據本發明之曝光設備可於製造諸如半導體裝置、液晶顯示裝置、影像感測裝置（例如，CCD）或薄膜磁頭的

裝置的微影步驟中而使用。

曝光設備包含以自光源施初的光照亮、其上形成有圖案的掩膜（光罩）之照明光學系統、及將掩膜的圖案轉移至塗有光敏劑（抗蝕劑）的基板之投影光學系統。

雖然本發明特別適於包含具有 0.9 或更大的 NA 的投影光學系統之曝光設備且致使照明光學系統於特定偏振狀態中照亮掩膜，本發明未受限於此。

本發明的發明人集中注意力在以下事實，亦即，基板上的偏振程度由於投影光學系統的雙折射之減小量依據照在投影光學系統的偏振光的兩個垂直分量間的相差而改變。以下將述說本發明的較佳實施例，控制照在投影光學系統的偏振光的兩個垂直分量間的相差。此減小影像高度間的基板上之偏振程度差以改善基板上的 CD 均勻性。

參照圖 9，如果某些光束展現相同 RoP，它們在偏振光的主要分量（圖 9 的圖面上的垂直方向的偏振光量）對偏振光的次要分量（圖 9 的圖面上的水平方向的偏振光分量）的強度比是相等的。如上述，RoP 係偏振光的主要分量對總光量的比。假設 I_m 為偏振光的主要分量的光量，而 I_s 為偏振光的次要分量的光量，RoP 為 $I_m / (I_m + I_s)$ 。如圖 9 所示，即使某些光束展現相同 RoP，它們依照偏振光的主要分量及偏振光的次要分量間的相差而有不同的偏振狀態。例如，如果偏振光的主要分量及偏振光的次要分量間的相差為 0，討論中的光係如圖 9 的左端所表示之線性偏振光。當相差係 90 度時，討論中的光

係如圖 9 的中間所表示之圓形偏振光。

本發明的發明人發現到，即使某些光束進行相同投影光學系統的雙折射，它們依據照在投影光學系統之偏振光的兩個垂直分量間的相差而在基板上的偏振程度有所不同。亦即，即使某些光束展現相同 RoP 在投影光學系統的物鏡面上，它們依據相差而在基板上的 RoP 有所不同。

以下將詳細說明此現象。假設偏振光的主要分量係 X-偏振光分量，及偏振光的次要分量係 Y-偏振光分量。使用投影光學系統的物鏡面上的 RoP，光的史托克士 (stokes) 參數由以下式所表示：

$$S_{in} = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \times RoP - 1 \\ 2 \cos \phi \sqrt{RoP - RoP^2} \\ 2 \sin \phi \sqrt{RoP - RoP^2} \end{pmatrix} \quad \dots (6)$$

其中 ϕ 為 X-及 Y-偏振光分量間的相差。

於相對於 X 方向角度 γ 的方向具有快軸之投影光學系統的謬勒矩陣 (Mueller matrix) 由以下式表示：

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos^2 2\gamma + \sin^2 2\gamma \cos \theta & \cos 2\gamma \sin 2\gamma (1 - \cos \theta) & -\sin 2\gamma \sin \theta \\ 0 & \cos 2\gamma \sin 2\gamma (1 - \cos \theta) & \sin^2 2\gamma + \cos^2 2\gamma \cos \theta & \cos 2\gamma \sin \theta \\ 0 & \sin 2\gamma \sin \theta & -\cos 2\gamma \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \quad \dots (7)$$

其中 θ 爲延遲量。

爲了簡化起見，假設快軸位於相對於 X 方向的 45 度方向，謬勒矩陣變成：

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \quad \dots (8)$$

在穿過投影光學系統後之偏振狀態可由以下式所給定的 $M \times S$ 來計算：

$$S_{out} = \begin{pmatrix} 1 \\ (2RoP - 1) \cos \theta - 2 \sin \theta \sin \phi \sqrt{RoP - RoP^2} \\ 2 \cos \phi \sqrt{RoP - RoP^2} \\ (2RoP - 1) \sin \theta + 2 \cos \theta \sin \phi \sqrt{RoP - RoP^2} \end{pmatrix} \quad \dots (9)$$

可藉由使用史托克士參數的 $(S_0 + S_1) / (2 \times S_0)$ 來計算 RoP 。自方程式 (9)，在穿過具有快軸於相對於 X 方向 45 度的方向的投影光學系統後之基板上的 RoP (以下稱爲 RoP_w) 由以下式指定：

$$RoP_w = \frac{1 + (2RoP - 1) \cos \theta - 2 \sin \theta \sin \phi \sqrt{RoP - RoP^2}}{2} \quad \dots (10)$$

其中 θ 為延遲量， R_oP 係掩膜上的 R_oP ，及 ϕ 係相差。

圖 10 顯示基板上的 R_oP 對於投影光學系統的物鏡面上的相差的相依性，當投影光學系統的物鏡面上之 R_oP 係 0.92 時，其係由方程式 (10) 所計算，投影光學系統的雙折射係 10 nm，及曝光波長係 193 nm。照在物鏡面上之光較佳地展現 1 的 R_oP ，該 R_oP 不具有偏振光的次要分量。然而，由於使用於照明光學系統之玻璃材料的偏振控制誤差及雙折射，物鏡面上的 R_oP 可能降至約 0.92，以成本的觀點來看，照明光學系統通常以具有高於投影光學系統雙折射之玻璃材料製成。自然地，物鏡面遭受影像高度間的偏振程度差。

假設具有電場向量於投影光學系統的雙折射的快軸的方向之波前及具有電場向量於慢軸的方向之波前進入投影光學系統。當投影光學系統的雙折射係 10 nm 時，在穿過投影光學系統後之兩個波前具有 10 nm 的差。因為波長係 193 nm，此差總計為 $10/193 \times 360 = 18.7$ 度的相差。相差稱為延遲。亦即，圖 10 顯示當 θ 係 18.7 時計算方程式 (10) 所獲得之結果。

圖 10 的橫座標代表照在投影光學系統之光的 X-及 Y-偏振光分量間的相差。圖 10 的縱座標代表基板上的 R_oP (R_oP_w)。實線表示投影光學系統的雙折射的快軸的方向置於相對於 X 軸的 45 度方向之例子。虛線表示快軸的方向置於 -45 度方向之例子。

清楚地如圖 10 所示，甚至當無關 X-及 Y-偏振光間的

相差而投影光學系統的物鏡面上的 RoP 係 0.92 時，基板 (RoP_w) 上的 RoP 可能由於此相差自 0.98 變成 0.81。亦明顯地，作為相差的函數之基板上 (RoP_w) 的 RoP 取決於雙折射的快軸的方向。玻璃材料的快軸係很可能傾斜於輻射方向如上述。此意指投影光學系統的雙折射的快軸傾斜至每一影像高度/光瞳特有的方向。例如，如果相差係 90 度，已通過指定路線之光束展現 0.81 的 RoP_w ，而已通過另一路線之光束展現 0.98 的 RoP_w 。亦即，即使投影光學系統的物鏡面上的 RoP 未改變在影像高度之間，投影光學系統的雙折射的快軸的方向依照影像高度而改變。此可能在影像高度間導致基板上的 RoP 之大差異。

投影光學系統的雙折射可產生雙折射的快軸於不同方向。為防止基板上的 RoP 改變在影像高度之間，較佳地將照在掩膜之光的相差調整成甚至當快軸的方向改變於圖 10 時之基板上的 RoP 不會改變之相差（亦即，0 度或其附近）。

現將解說為什麼照在掩膜之光的相差不會影響基板上的偏振程度之理由。這係可能使用史托克士參數來說明偏振狀態。潘卡瑞 (Poincare) 球體促進史托克士參數的瞭解。Max Born and Emil Wolf, Principles of Optics 7th(expanded) edition(CAMBRIDGE), pp.31-33 解說史托克士參數及潘卡瑞球體的實例。

圖 11 為表示使用潘卡瑞球體的相同 $RoPs$ 之示意圖。因為 X-偏振光分量係想要偏振光分量，使用史托克士參

數將 R_oP 表示為 $R_oP = (S_0 + S_1) / (2S_0)$ ，及以 $\tan \phi = S_3/S_2$ 表示偏振光相差 ϕ 。圖 11 所示之潘卡瑞球體上的粗線表示相同 R_oP 的偏振狀態。當相差係 0 度及 180 度時，粗線交叉平面 S_1-S_2 。當相差係 90 度及 270 度時，粗線揪差平面 S_1-S_3 。圖 12 為顯示自 S_2 -軸看的潘卡瑞球體之示意圖。參照圖 12，實線表示當相差係 0 度時的偏振狀態，且虛線表示相差係 90 度。

當光通過具有快軸於 45 度方向之雙折射構件時，潘卡瑞上的偏振狀態以 S_2 -軸為中心而旋轉。假設，例如，雙折射係 10 nm 如上述，偏振狀態以 S_2 -軸作為中心而旋轉通過 $10/193 \times 360 = 18.7$ 度。當自如圖 12 的 S_2 -軸看此狀態的潘卡瑞球體時，如果相差係 0 度，細實線表示在通過雙折射構件前之偏振狀態，且粗實線表示在通過後的偏振狀態。同樣地，如果相差係 90 度，細實線表示在通過雙折射構件前之偏振狀態，且粗實線表示在通過雙折射構件後的偏振狀態。

如上述， R_oP 可由 $R_oP = (S_0 + S_1) / (2S_0)$ 來計算，且因此與投射至 S_1 -軸的長度成比例。如圖 13 所示，當相差係 90 度時之偏振程度的減小量更大。相反地，當雙折射係 -10 nm（快軸虹於 -45 度方向之狀態）時，如果相差係 90 度，偏振程度改善。然而，如上述，投影光學系統的雙折射的快軸及量是在影像高度之間不均勻，且因此採取各種方向及值。因此，使投影光學系統的雙折射的影響小型化是有效地，以降低基板上的偏振程度的不均勻性。

爲此目的，依據本發明的較佳實施例，照明光學系統結合相差調整單元。相差調整單元具有連續調整作爲照亮掩膜的照明光之偏振光的主要及次要分量間之相差的功能，而不會改變偏振光的主要分量的方向。相差調整單元可將作爲照亮掩膜的照明光之偏振光的主要及次要分量間之相差降至 0 度或其附近，而不會改變偏振光的主要分量的方向。在減小偏振光的主要及次要分量間的相差時而照亮掩膜無需改變主要分量的方向，減小影像高度間之基板上的偏振程度差。這係可能改善 CD 均勻性。

如上述，較佳地在影像高度間之基板上的 RoP 差調整成 0.02 或更小。當投影光學系統的快軸至 X 及 Y 方向時，基板上的 RoP 變成等於投影光學系統的物鏡面上的 RoP。相比之下，當快軸傾斜至 ± 45 度時，RoP 變化變成最大。爲了將由於影像高度間之快軸的方向的變化之 RoP 差調整成 0.02 或更小，其足以滿足以下式：

$$\left| \frac{1 + (2RoP-1)\cos\theta - 2\sin\theta\sin\phi\sqrt{RoP-RoP^2}}{2} - RoP \right| \leq 0.02$$

... (11)

因爲投影光學系統係以具有低雙折射之玻璃材料製成，其延遲採用小值。當 $\cos\theta \sim 1$ 時，不等式 (11) 簡化成：

$$\left| \sin \theta \sin \phi \sqrt{RoP - RoP^2} \right| \leq 0.02 \quad \dots (12)$$

自不等式（12），爲了將影像高度間之 RoP 差調整成 0.02 或更小，其足以使投影光學系統的物鏡面上的兩個垂直偏振光分量間的相差 ϕ 滿足以下式：

$$|\sin \phi| \leq \frac{0.02}{\left| \sin \theta \sqrt{RoP - RoP^2} \right|} \quad \dots (13)$$

圖 14A 及 14B 爲分別顯示在依據不等式（13）的對應條件下之投影光學系統的物鏡面上之可容許相差範圍的計算結果之曲線圖。圖 14A 顯示當投影光學系統的雙折射係 10 nm 時，物鏡面上的 RoP 及物鏡面上的相差的可容許量。例如，如果物鏡面上的 RoP 係 0.95，其足以調整物鏡面上的相差以落在 ± 18 度內。然而，當物鏡面上的 RoP 降至 0.90 時，相差必須被調整成落在 ± 11 度。圖 14B 顯示當物鏡面上的 RoP 係 0.92 時，投影光學系統的雙折射量及物鏡面上的相差的可容許量。如果投影光學系統的雙折射係 10 nm 時，物鏡面上的相差必須被抑制以落在 ± 12 度內。然而，當投影光學系統的雙折射可被降至 5 nm，其足以抑制物鏡面上的相差以落在 ± 28 度的範圍內。

圖 1 係顯示依據本發明的較佳實施例之曝光設備的簡要配置之示意圖。如圖 5 的相同參照號碼代表圖 1 中之相同組件，且其說明將不再重複。

以自光源 1 施出之光來照亮掩膜 15 之照明光學系統 30 包含：相差調整單元 21。相差調整單元 21 具有以下功能，連續調整作為照亮掩膜的照明光之偏振光的主要及次要分量間的相差，而不會改變偏振光的主要分量的方向。

光源（雷射）1 所射出之光具有高度的偏振，因為其偏振方向傾斜至特定方向。然而，由於光源 1 內側的光學系統的誤差，光源 1 所射出之光含有偏振光的微量次要分量，其偏振方向傾斜至垂直於不自然射出之偏振光的主要的偏振方向之方向。偏振光的主要及次要分量間之相差可取任何值。這是因為具有高度偏振之光係幾乎傾斜至上述潘卡瑞球體上的 S_1 -軸之光。如果微量雙折射存在，幾乎傾斜至 S_1 -軸之光可依據微量雙折射的快軸的方向朝向 S_2 -及 S_3 -軸方向兩者而落下。為此理由，即使雙折射係不可量測的微量，表示為反正切（ S_3/S ）的相差可能依據快軸方向發生成為任何值。

折疊並容納於小空間之照明光學系統 30 需要反射鏡。反射鏡在 P-及 S-偏振光分量間產生反射相差，因此相差發生在照明光學系統 30 中的兩個垂直偏振光分量間（偏振光的主要及次要分量）。

以此方式，相差發生在照明光學系統 30 中的兩個垂直偏振光分量間（偏振光的主要及次要分量）於光源 1 及照明光學系統 30。為克服此問題，相差調整單元 21 在掩膜 15 的位置（投影光學系統的物鏡面）調整兩個垂直偏振光分量間之相差以落在可容許值內。

於以下說明，相差調整單元調整具有電場向量於並行於圖面的方向之偏振光分量及具有電場向量於垂直於圖面的方向之偏振光分量間之相差。

圖 15 係顯示依據本發明的第一實施例之相差調整單元 21 的簡要配置之示意圖。相差調整單元 21 可包括相差調整板 21a 及致動器（旋轉驅動機構）21b，致動器 21b 使相差調整板 21a 以垂直於光軸 AX 的旋轉軸 RA（例如，垂直於或平行至圖 1 的圖面之軸）旋轉。相差調整板 21a 係平坦板。換言之，相差調整板 21a 具有幾乎相互平行之第一表面 21a1 及第二表面 21a2。第一表面 21a1 及第二表面 21a2 的一者係光照射的表面，而另一者係光出射之表面。第二表面 21a2 的傾斜相對於第一表面 21a1 較佳地落在 2arcmin 內。相差調整板 21a 可具有例如，碟狀或矩形。相差調整板 21a 包括例如，諸如石英或氟化鎂的單軸晶體。單軸晶體的光軸傾斜至第一表面 21a1 或第二表面 21a2 的法線。

圖 16 係顯示當使用以氟化鎂製成之 2-mm 厚平坦的相差調整板 21a 時之相差的產生量之曲線圖。圖 16 的橫座標指示相差調整板（相差調整元件）21a 的傾斜角（第一表面 21a1 相對於垂直於光軸 AX 的平面的角度）。圖 16 的縱座標指示發生具有電場向量於平行於圖面的方向之偏振光分量及具有電場向量於垂直於圖面的方向之偏振光分量間之相差。因為相差具有 360 度的週期，其以 ± 180 度的範圍內的角度表示。當相差調整板 21a 傾斜時，兩個垂直

偏振光分量間的相差逐漸增加。當板 21a 傾斜約 5 度時，相差達到 180 度。當板 21a 傾斜約 8 度時，相差可取 ± 180 度的範圍的任意角度。

如果以單軸晶體製成之相差調整板 21a 係厚，這係可能產生具有非常窄傾斜角度之 ± 180 度的相差。然而，當板 21a 太厚時，致動器 21b 的解析度必須提高。如果相差調整板 21a 係薄，藉由致動器 21b 可以是粗略之驅動準確度而寬傾斜角度係需要。因此，如上述之 2 mm 適合作為相差調整板 21a 的厚度以促成其安裝。

當相差調整板 21a 傾斜時，光軸些微移動。即使此移動量係正常可忽略，如果其變成問題，足以插置另一平行平坦板於光學路徑且同步使其傾斜以校正光軸的移動。

以此方式，調整以單軸晶體製成之相差調整板 21a 的傾斜量使其可能調整投影光學系統的物鏡面上之兩個垂直偏振光分量間的相差。

圖 17 係顯示依據本發明的第二實施例之相差調整單元 21 的簡要配置之示意圖。依據第二實施例之相差調整單元 21 致使索累 (Soleil) 補償器調整相差。索累補償器在上述 "How to Use Optical Components and Points to Be Noted for Optical Application : Enlarged and Revised Edition" 的第 84 頁被介紹於圖 1。

圖 17 係自側面看索累補償器 (Babinet-Soleil compensator) 時之示意圖。索累補償器包括以單軸晶體製成的兩個光楔 (相差調整元件) 21c 及 21d、及用於驅動

光楔 21d 之致動器。該兩個單軸晶體的光軸的方向幾乎相互平行。當一個光楔被相對地驅動於另一邊緣的尖部的方向（垂直於光軸的方向）以改變兩個光楔間的相對位置關係時，兩個光楔的單軸晶體的總厚度於光軸方向中變化。使其可能連續改變整個索累補償器的雙折射量。

照在索累補償器之光的偏振方向被設定於單軸晶體的光軸方向，或於垂直於單軸晶體的光軸之方向。當光楔相對移動時，索累補償器的雙折射量改變。使其可能連續產生相差於兩個垂直方向。

注意到，兩個光楔 21c 及 21d 間之高度平行性必須被嚴格確定以製造索累補償器。亦即，兩個光楔間之低度平行性依據索累補償器的位置而改變單軸晶體於光軸方向的厚度。此導致索累補償器的有效直徑內之相差的改變。因此，考慮到包括工作性之操作性，使以如第一實施例的單軸晶體製成之相差調整板傾斜的方法是更有利的。

相差調整單元 21 較佳地包含用於驅動相差調整元件（相差調整板或光楔）之致動器，如上述。再者，依據每一照明模式及偏振狀態將曝光圖案的可容許 CD 均勻性，致動器較佳驅動相差調整單元。例如，致動器可驅動，亦即，以隨意時序、週期性地、週期性地或依據預定規劃來調整相差調整元件的相差。

如圖 18 所示，依據用於量測投影光學系統的物鏡面上的偏振狀態之量測單元 22 所獲得的量測結果，致動器可驅動相差調整單元 21 的相差調整元件使得相差落在目

標範圍內。

依據量測單元 22 獲得之量測結果，相差控制單元 23 驅動致動器 21b 或 21e 以使在掩膜 15（投影光學系統的物鏡面）的位置之相差落在目標範圍內。以此配置，可基於投影光學系統的物鏡面上之相差的量測結果來驅動相差調整單元 21，使得相差落在預定可容許值內。使其可能減小由於投影光學系統的雙折射之影像高度間之間的偏振程度，且甚至增強 CD 均勻性。

接著將說明使用上述曝光設備之裝置製造方法。圖 19 為解說整個半導體裝置製造方法的順序之流程圖。於步驟 1（電路設計），設計半導體裝置的電路。於步驟 2（光罩製作），基於所設計電路圖案來製造光罩（亦稱為掩膜）。於步驟 3（晶圓製造），使用諸如矽的材料來製造晶圓（亦稱為基板）。於步驟 4（晶圓過程），稱為預過程，使用光罩及晶圓藉由微影術將實際電路形成在晶圓上。於步驟 5（組裝），稱為後過程，使用步驟 4 所製造的晶圓而形成半導體晶片。該步驟包括諸如組裝（切塊與接合）及封裝（晶片封包）之過程。於步驟 6（檢查），實施包括步驟 5 所製造的半導體裝置的操作檢查測試及耐久性測試之檢查。於步驟 7 以這些過程完成並運送半導體裝置。

圖 20 解說晶圓過程的詳細順序之流程圖。於步驟 11（氧化），使晶圓的表面氧化。於步驟 12（CVD），將絕緣膜形成在晶圓表面上。於步驟 13（電極形成），藉由沉

積將電極形成在晶圓上。於步驟 14（離子植入），將離子植入晶圓。於步驟 15（抗蝕過程），將抗蝕劑塗佈於晶圓。於步驟 16（曝光），使用上述曝光設備經由其上形成有電路圖案的掩膜以使光敏劑塗佈的晶圓曝光，以形成潛在影相圖案在抗蝕劑上。於步驟 17（顯影），使轉移至晶圓之抗蝕劑顯影以形成抗蝕圖案。於步驟 18（蝕刻），經由蝕刻圖案敞開的部份而蝕刻在抗蝕圖案下的層或基板。於步驟 19（抗蝕移除），移除蝕刻後留下之任何不需抗蝕劑。由重複此些步驟，將電路圖案的多層結構形成在晶圓上。

雖然已參照示範性實施例說明本發明，將瞭解到，本發明未受限於所揭示的示範性實施例。以下申請專利的範圍將符合最廣詮釋，以含蓋所有此種修改及等效結構與功能。

【圖式簡單說明】

圖 1 為顯示醫依據本發明的較佳實施例之曝光設備的簡要配置之示意圖；

圖 2 為用於解說高 NA 的影像對比之示意圖；

圖 3 為顯示抗蝕劑內的繞射光所形成之線與空間週期及角度之曲線圖；

圖 4 為用於解說偏振照明中之照明光學系統的光瞳上之偏振狀態之示意圖；

圖 5 為顯示曝光設備的配置之示意圖；

圖 6 為顯示玻璃材料的雙折射的實例之示意圖；

圖 7 為用於解說投影光學系統的雙折射量改變在影像高度之間之示意圖；

圖 8 為用於解說 RoP 及 CD 的變化之曲線圖；

圖 9 為顯示相差及偏振狀態間的關係之示意圖；

圖 10 為用於解說基板上的偏振程度依照投影光學系統的物鏡面上的相差改變之曲線圖；

圖 11 為表示潘卡瑞（Poincare）球體上的等-RoP（iso-RoP）線之示意圖；

圖 12 為當自 S_2 方向看圖 11 所示的潘卡瑞球體時之投影圖；

圖 13 為使用潘卡瑞球體解說投影光學系統的物鏡面上的相差影響基板上的偏振程度之示意圖；

圖 14A 及 14B 為各別解說特定條件下的可容許相差值之曲線圖；

圖 15 為顯示依據本發明的第一實施例之相差調整單元的簡要配置之示意圖；

圖 16 為用於解說依據本發明的第一實施例之相差調整單元的功效之曲線圖；

圖 17 為顯示依據本發明的第二實施例之相差調整單元的簡要配置之示意圖；

圖 18 為顯示依據本發明的另一較佳實施例之曝光設備的簡要配置之示意圖；

圖 19 為解說整個半導體裝置製造方法的順序之流程

圖 ；

圖 20 為解說晶圓過程的詳細順序之流程圖。

【主要元件符號說明】

21e：致動器

A：位置

Att-PSM：半色掩膜

AX：光軸

B：位置

CCD：影像感測裝置

CD：臨界尺寸

CGH：電腦產生全息圖

E-：繞射光束

E+：繞射光束

E_p：振幅

E_s：振幅

I_m：主要分量的光量

I_s：次要分量的光量

RA：旋轉軸

R_{oP}：光量

ROP：偏振光密度的比

S₁- S₂：平面

W：基板

θ ：延遲量

θ : 角 度

λ : 波 長

ν : 頻 率

σ : 相 干 性 因 子

ϕ : 相 差

1 : 光 源

1 a : 區

1 b : 區

2 : 平 板

2 a : 區

2 b : 區

3 : 衰 減 濾 波 器

4 : 微 透 鏡 陣 列

5 : 內 部 反 射 構 件

7 : 第 一 聚 光 透 鏡

8 : 可 變 放 大 繼 電 光 學 系 統

9 : 相 位 板

10 : 蠅 眼 透 鏡

11 : 第 二 聚 光 透 鏡

12 : 半 鏡

13 : 曝 光 量 感 測 器

14 : 中 繼 光 學 系 統

15 : 掩 膜

16 : 投 影 光 學 系 統

- 16a：第一透鏡
- 16b：第二透鏡
- 17：基板（晶圓）
- 18：亮度計
- 19：基板台（晶圓台）
- 20：曝光量控制單元
- 21：相差調整單元
- 21a：相差調整板
- 21a1：第一表面
- 21a2：第二表面
- 21b：致動器（旋轉驅動機構）
- 21c：光楔
- 21d：光楔
- 22：量測單元
- 23：相差控制單元
- 30：照明光學系統
- 61：光學元件
- 62：光學元件

五、中文發明摘要

發明之名稱：曝光設備

本發明提供一種曝光設備，其使基板曝光，其包括：照明光學系統，其以照明光來照亮掩膜；及照明光學系統，其將該掩膜的圖案投影至該基板。該照明光含有偏振光的主要分量及該偏振光的次要分量，該等分量相互垂直。該照明光學系統包括相差調整單元，該相差調整單元配置來連續地調整該偏振光的主要分量及該偏振光的次要分量間之相差，而不會改變該偏振光的該主要分量的方向。

六、英文發明摘要

發明之名稱： EXPOSURE APPARATUS

An exposure apparatus which exposes a substrate to light includes an illumination optical system which illuminates a mask with illumination light, and a projection optical system which projects the pattern of the mask onto the substrate. The illumination light contains the primary component of polarized light and the secondary component of the polarized light, which are perpendicular to each other. The illumination optical system includes a phase difference adjusting unit including a function of continuously adjusting the phase difference between the primary component of the polarized light and the secondary component of the polarized light without changing the direction of the primary component of the polarized light.

十、申請專利範圍

1.一種曝光設備，其使基板曝光，該曝光設備包含：
照明光學系統，其以照明光來照射掩膜；及
投影光學系統，其將該掩膜的圖案投影至該基板上，
該照明光含有偏振光的主要分量及該偏振光的次要分量，該等分量相互垂直，及

該照明光學系統包括相差調整單元，該相差調整單元配置來連續地調整該偏振光的該主要分量及該偏振光的該次要分量間之相差，而不會改變該偏振光的該主要分量的方向。

2.如申請專利範圍第 1 項之曝光設備，其中該相差調整單元包括以單軸晶體製成之相差調整板，且可調整該相差調整板的入射表面及該照明光學系統的光軸間之角度。

3.如申請專利範圍第 2 項之曝光設備，其中該相差調整單元另包括致動器，該致動器使該相差調整板繞著一軸旋轉，該軸垂直於該照明光學系統的該光軸。

4.如申請專利範圍第 1 項之曝光設備，其中該相差調整單元包括索累（Soleil）補償器。

5.如申請專利範圍第 4 項之曝光設備，其中該索累補償器包括兩個光楔（wedge），且該相差調整單元另包括致動器，該致動器改變該兩個光楔於該照明光學系統的該光軸方向之總厚度。

6.如申請專利範圍第 1 項之曝光設備，其中假設 I_m 是作為該照明光之該偏振光的該主要分量的光量， I_s 是作

為該照明光之該偏振光的該次要分量的光量， ϕ 是該投影光學系統的物鏡面上之該偏振光的該主要分量及該偏振光的該次要分量間之相差， θ 是該投影光學系統的延遲量，

以及 R_oP 是 $(I_m/(I_m+I_s))$ ，則

$$|\sin \phi| \leq \frac{0.02}{|\sin \theta| \sqrt{R_oP - R_oP^2}}。$$

7.如申請專利範圍第 1 項之曝光設備，另包含：

量測單元，其量測該投影光學系統的物鏡面上之該光的偏振狀態；及

相差控制單元，其基於該量測單元所獲得之量測結果來控制該相差調整單元。

8.一種曝光設備，包含：

照明光學系統，其以照明光來照射掩膜；及

投影光學系統，其將該掩膜的圖案投影至基板上，

該照明光含有偏振光的主要分量及該偏振光的次要分量，該等分量相互垂直，及

該照明光學系統包括相差調整單元，該相差調整單元配置來調整該偏振光的該主要分量及該偏振光的該次要分量間之相差，而不會改變該偏振光的該主要分量的方向。

9.一種裝置製造方法，包含以下步驟：

使用申請專利範圍第 1 項中所界定的曝光設備以使基板曝光；及

使已曝光基板顯影。

10.一種裝置製造方法，包含以下步驟：

使用申請專利範圍第 8 項中所界定的曝光設備以使基板曝光；及

使已曝光基板顯影。

圖1

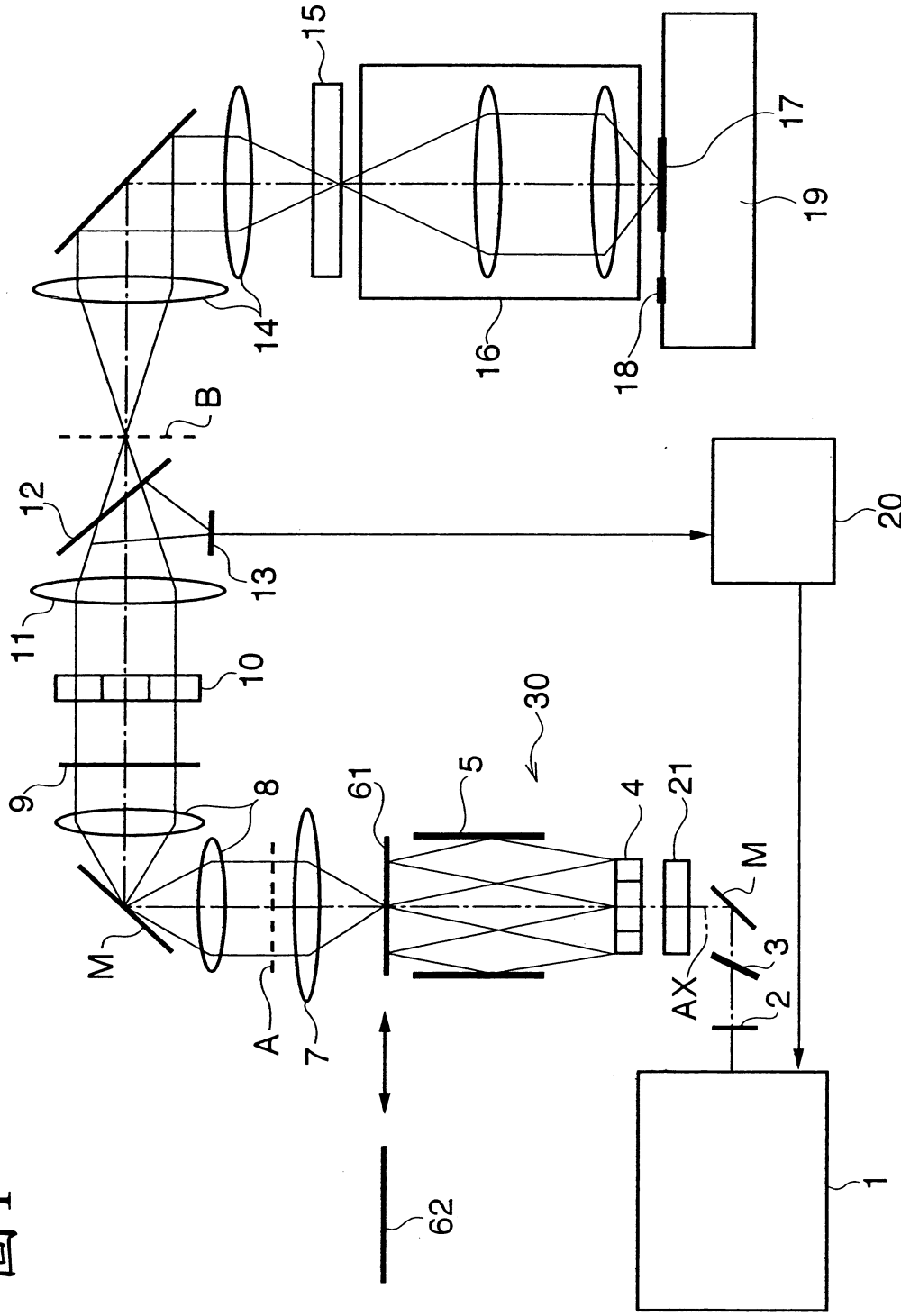


圖2

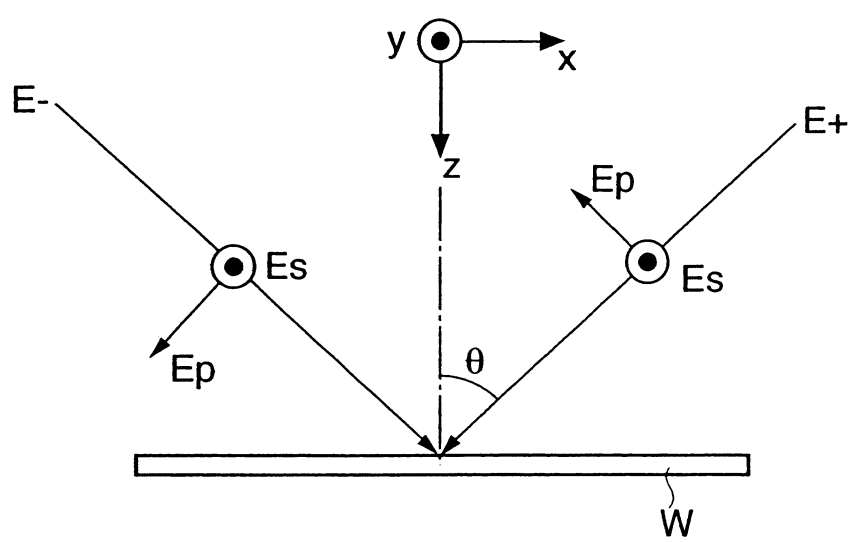


圖3

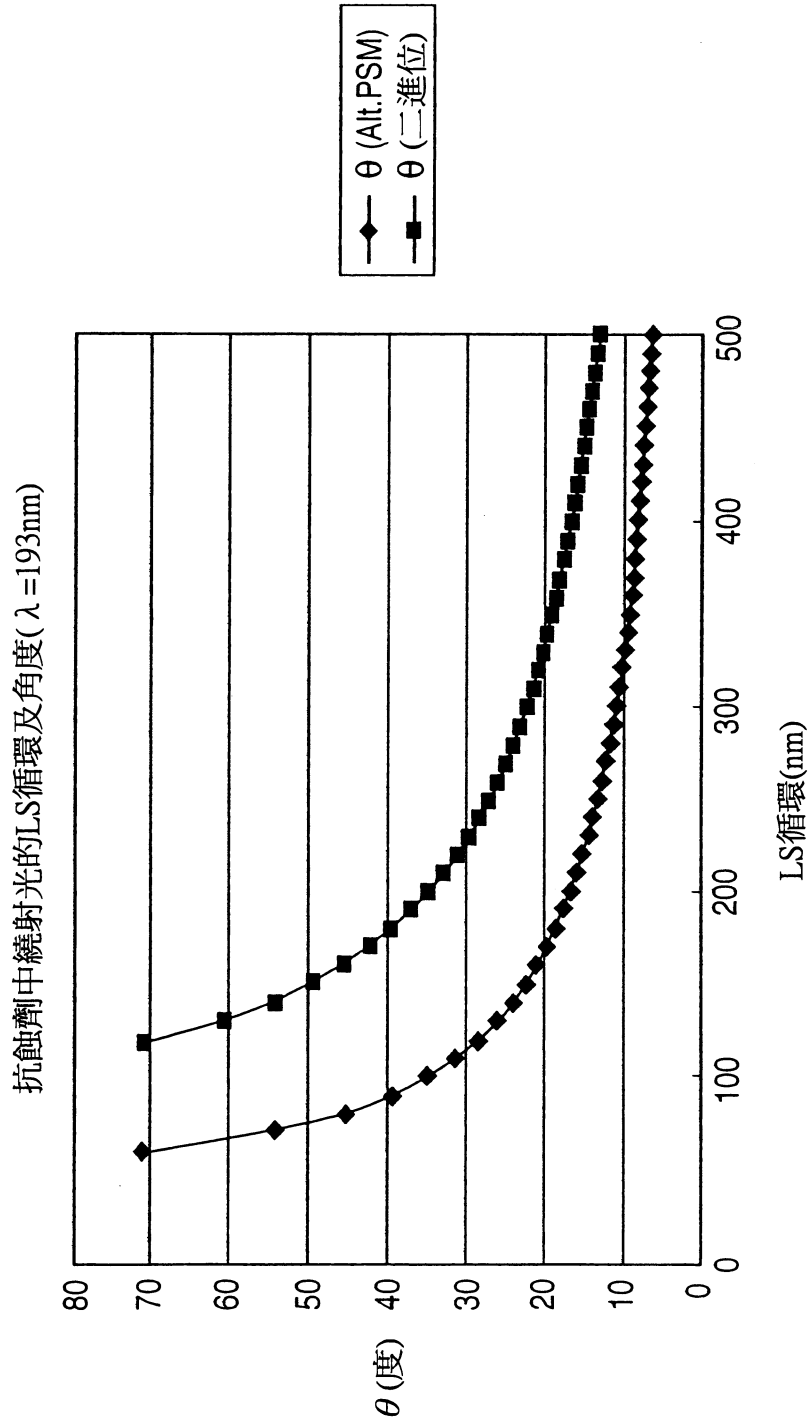


圖4

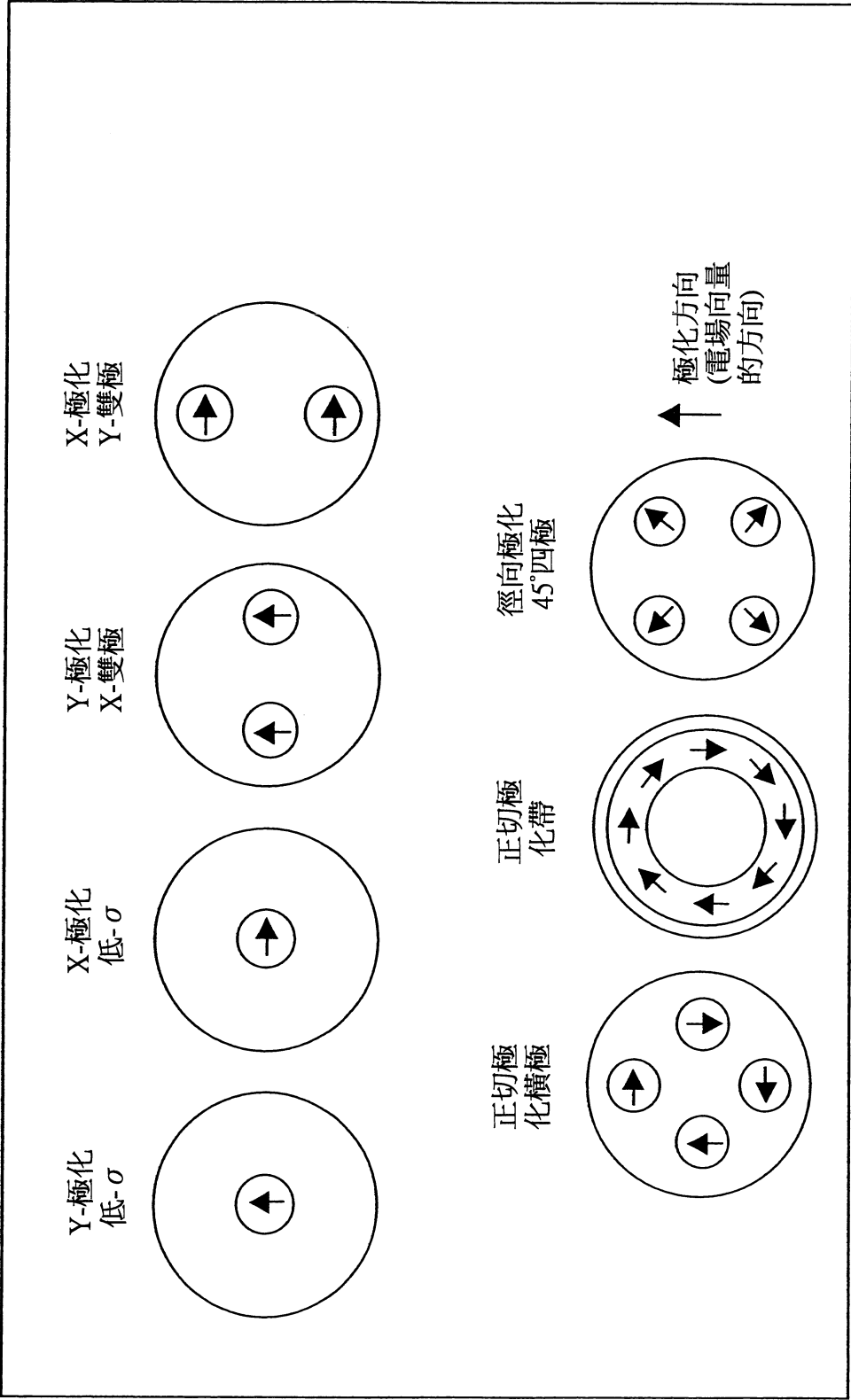


圖5

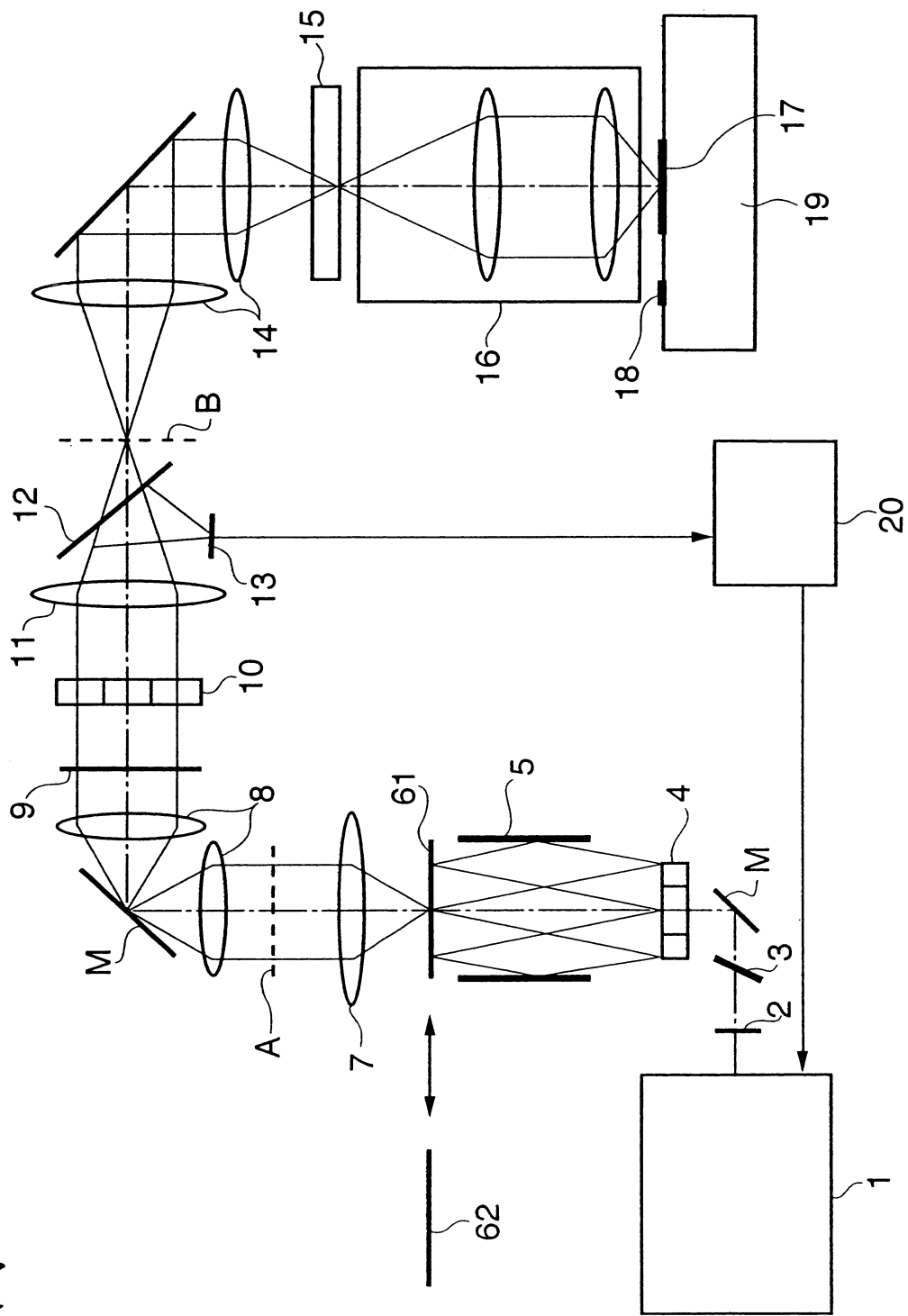


圖 7

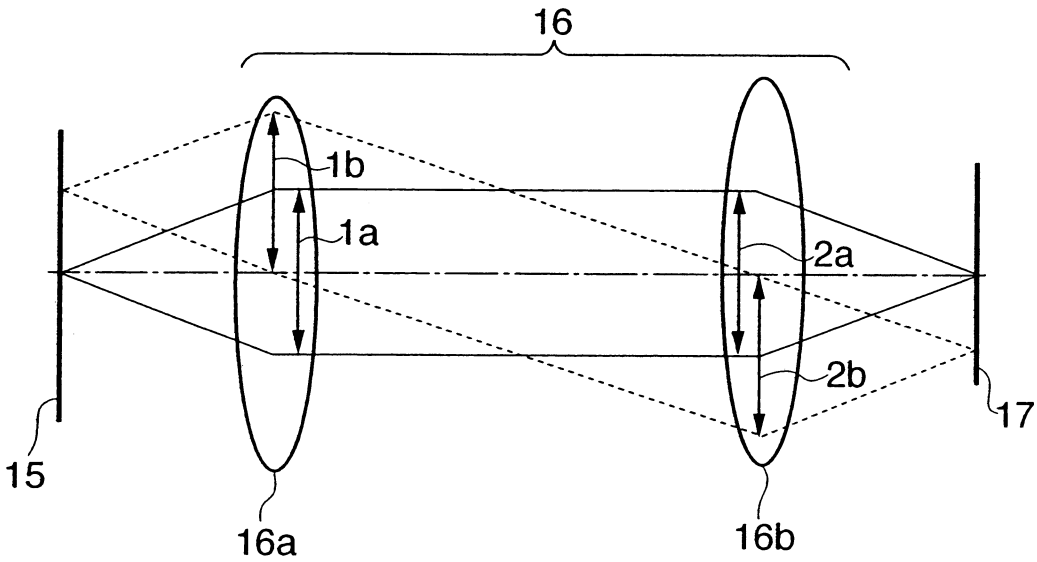


圖 8

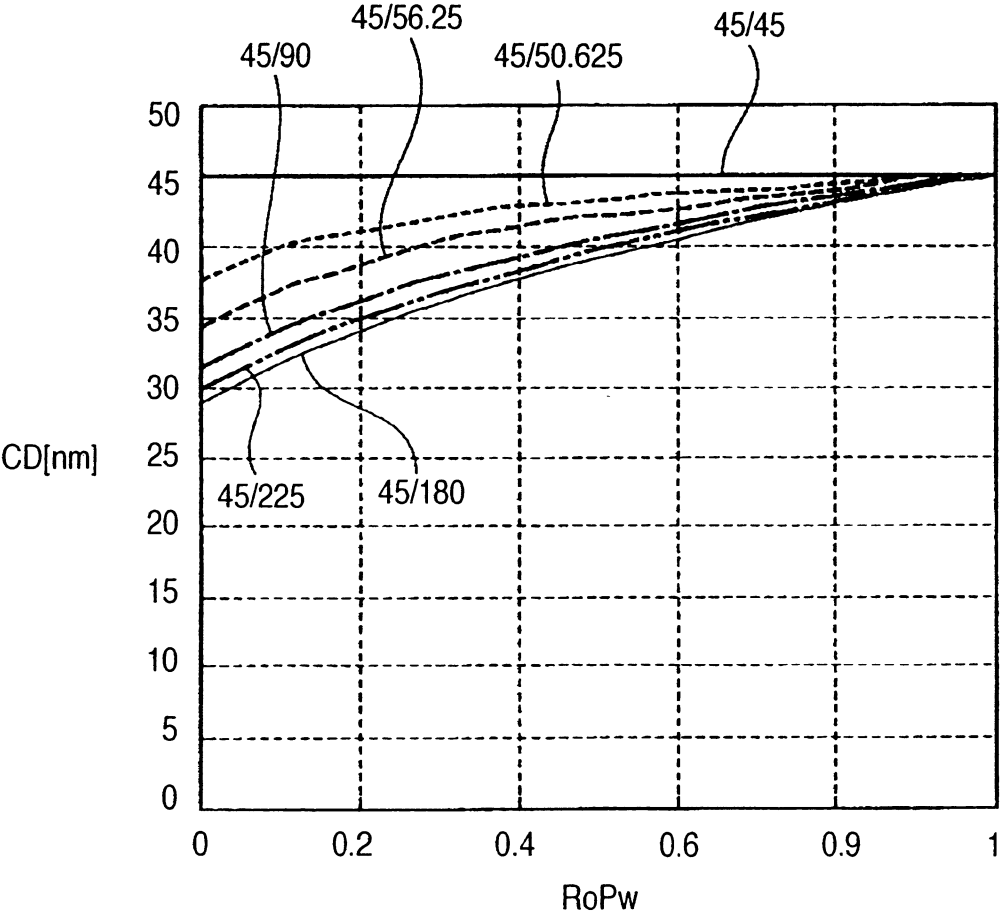


圖 9

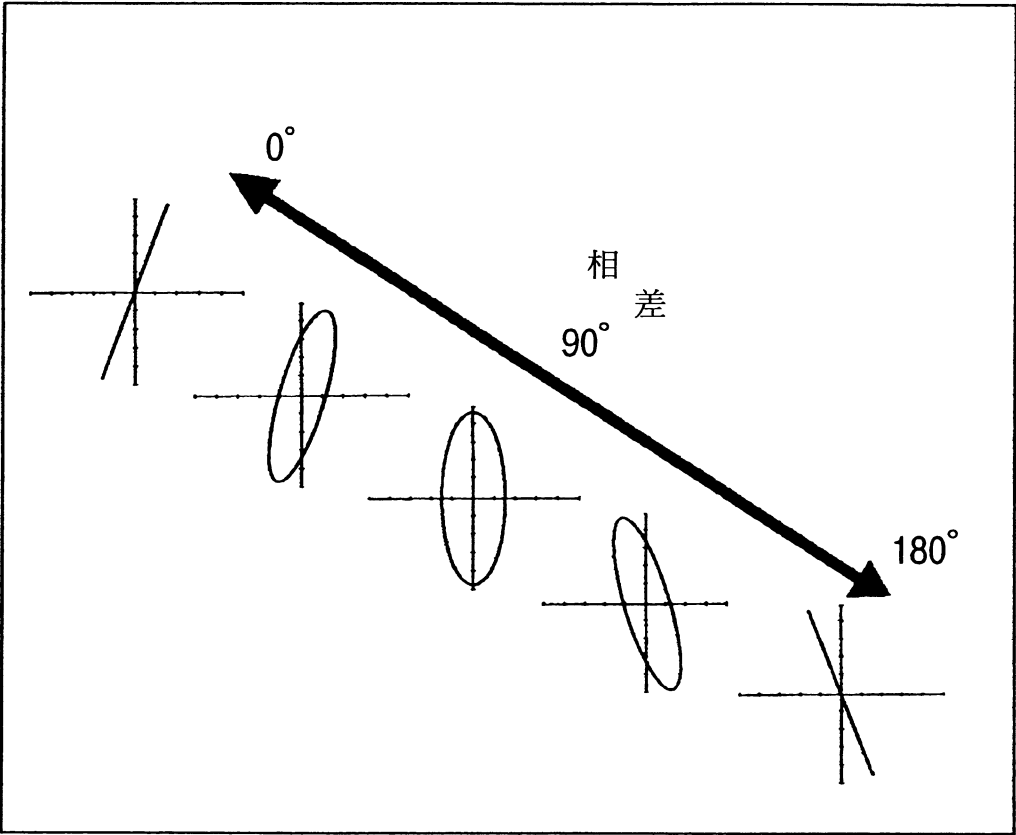


圖10

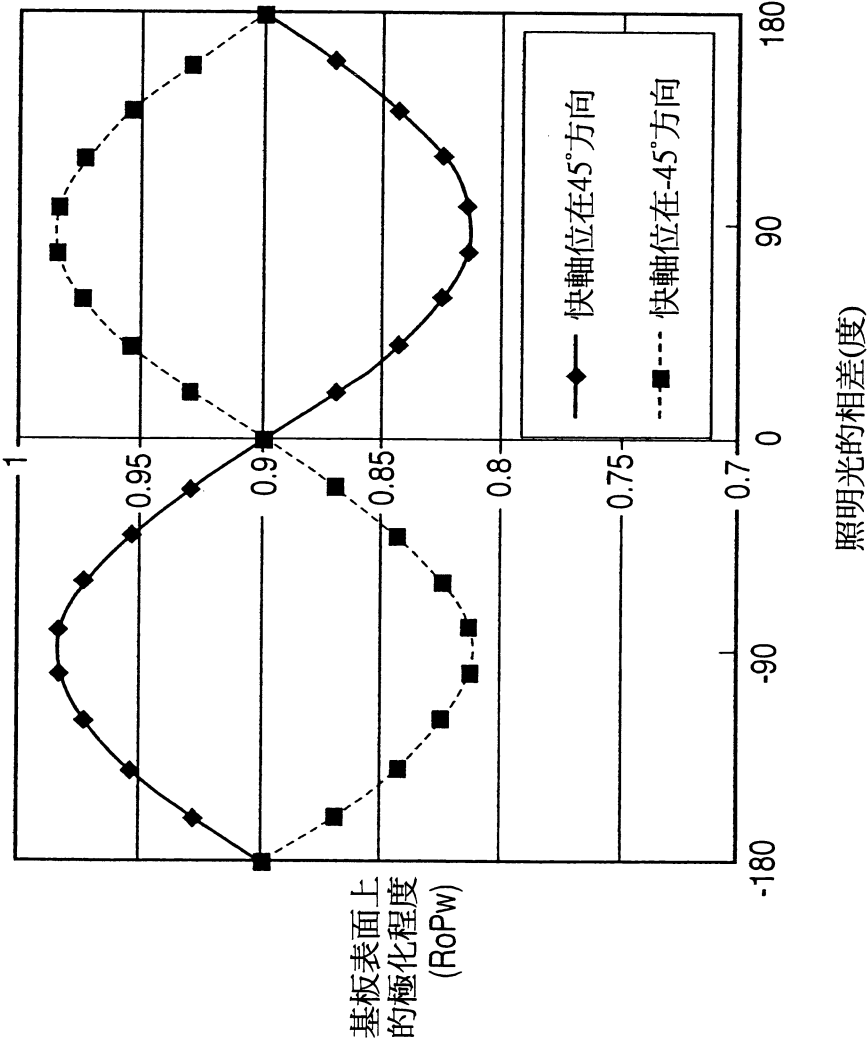


圖 11

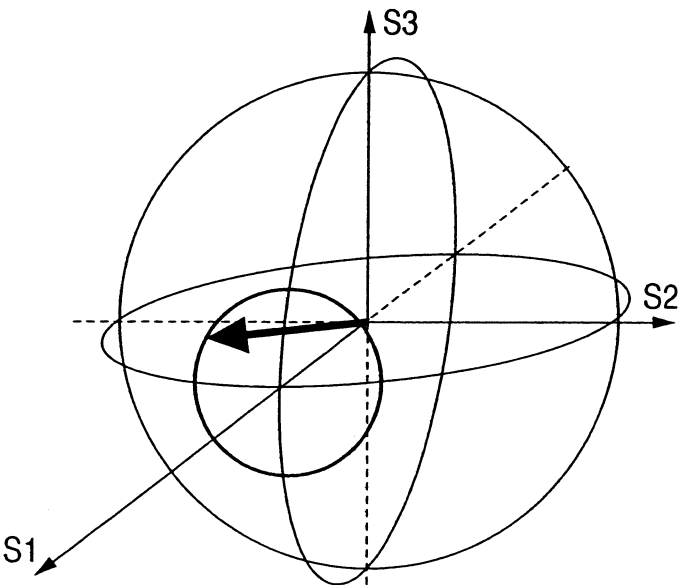


圖 12

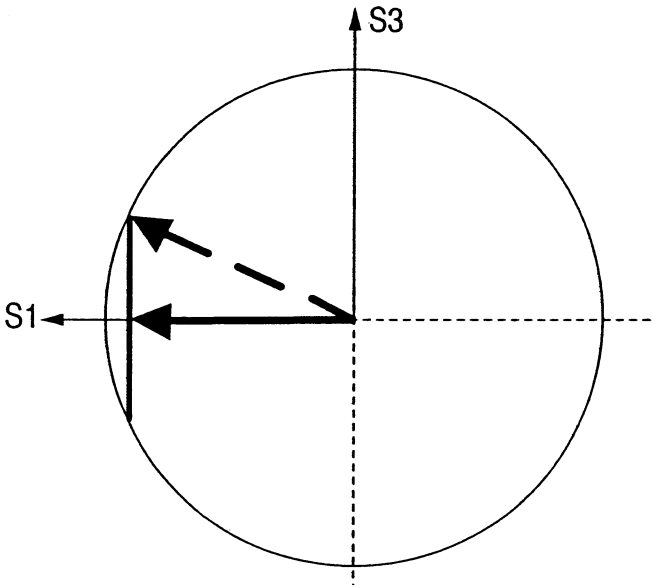


圖13

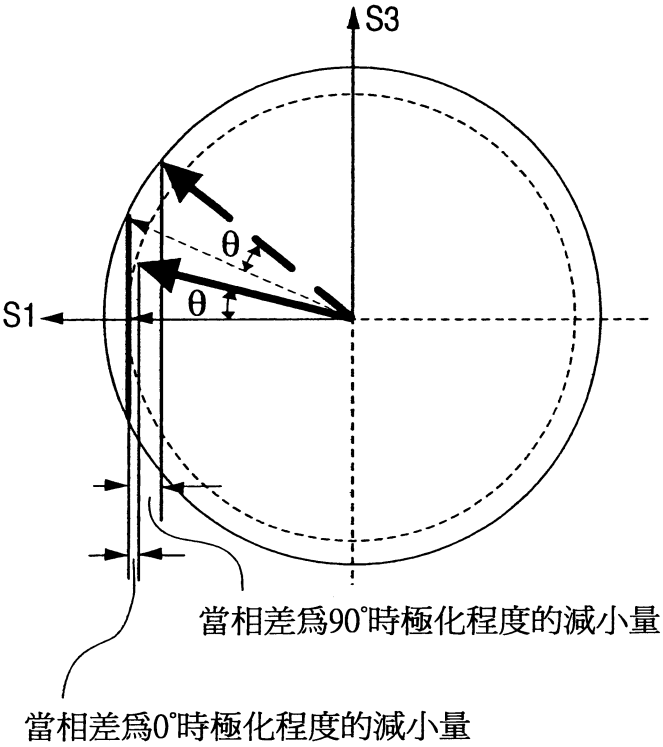


圖 14A

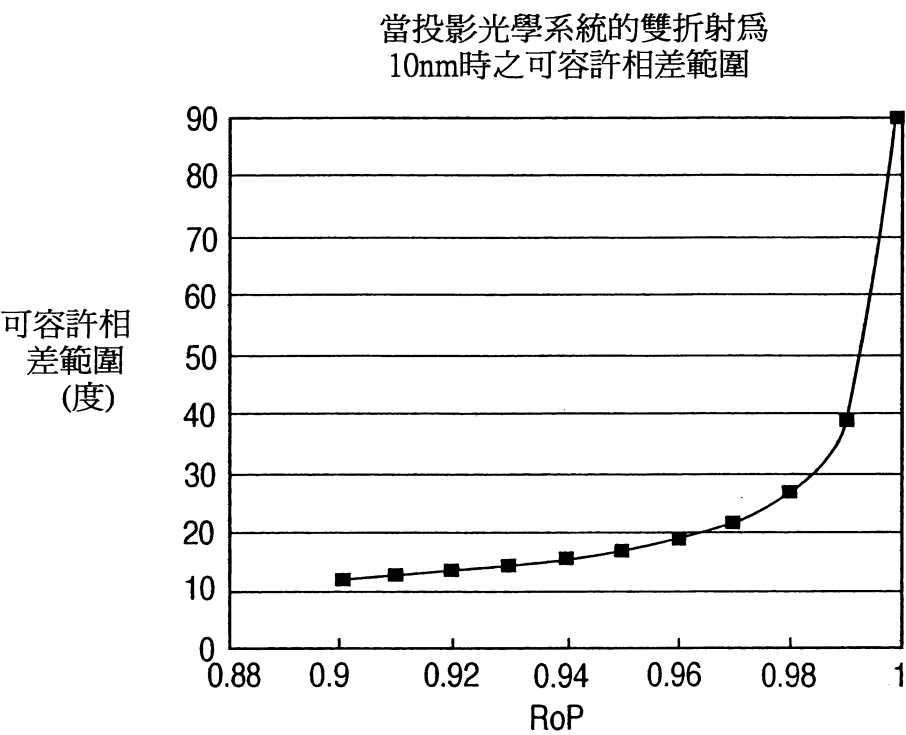


圖 14B

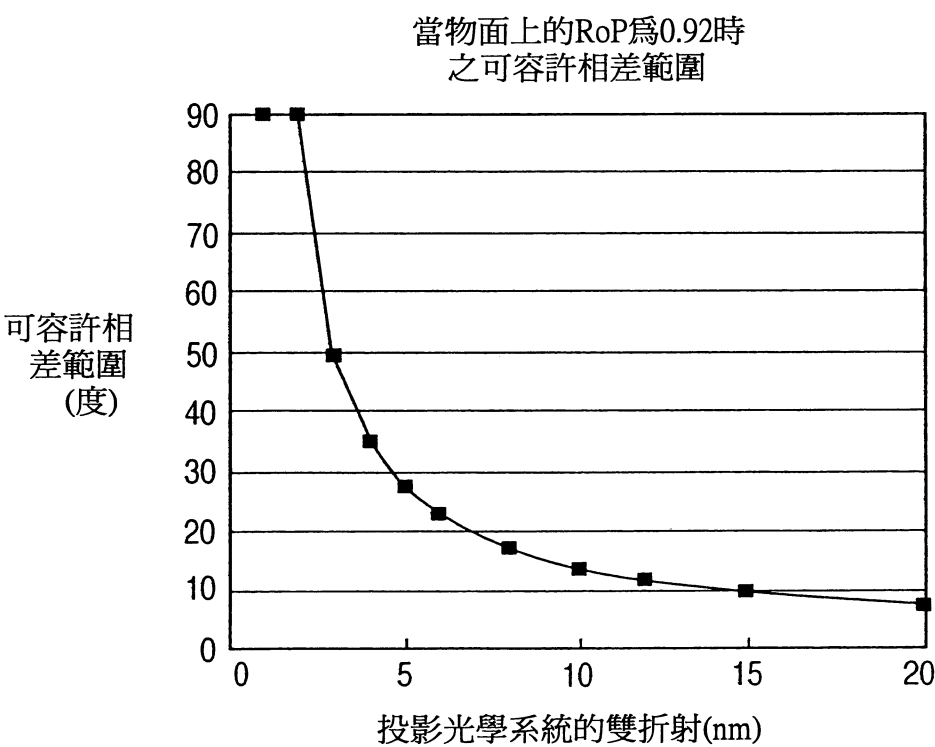


圖 15

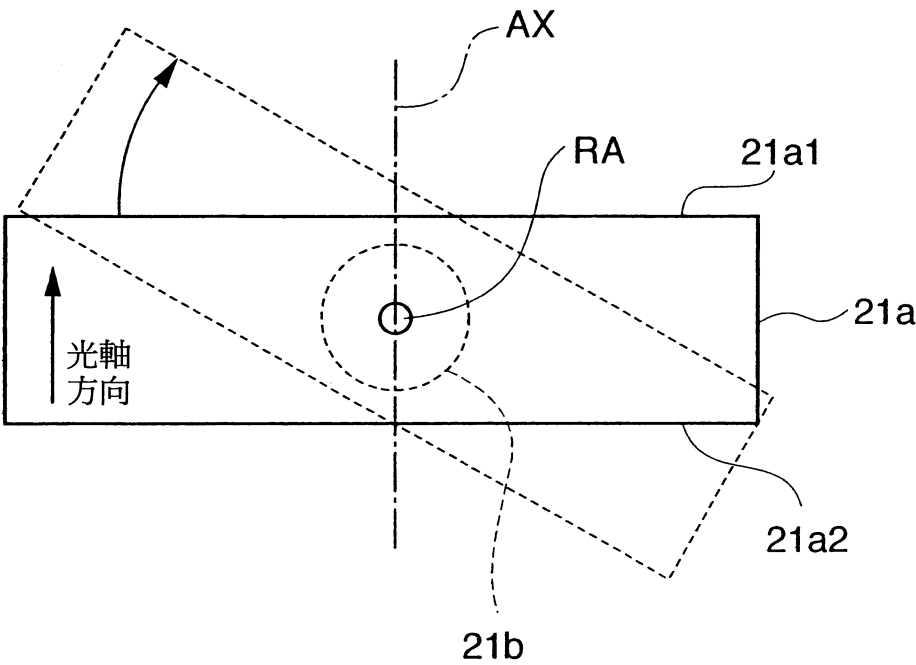


圖 16

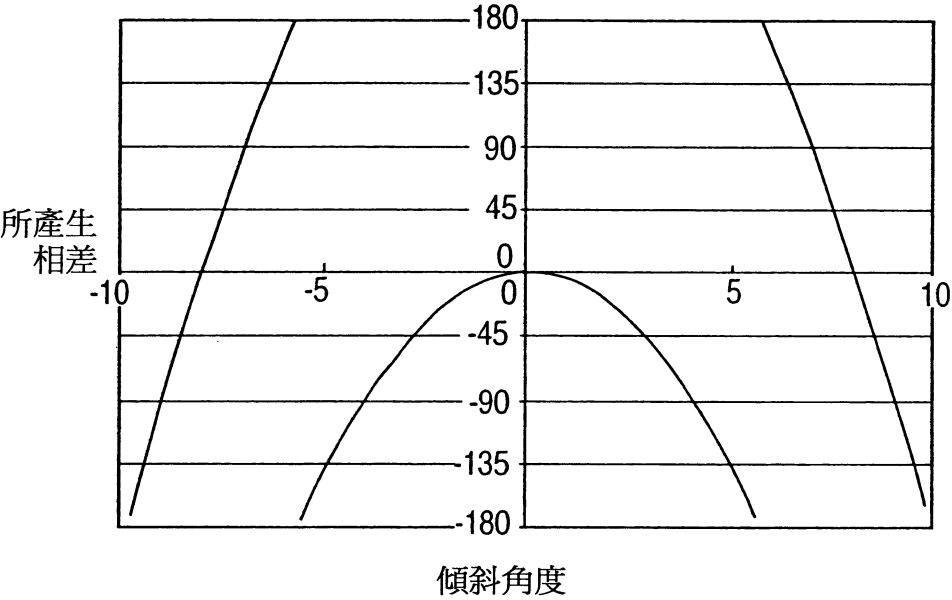


圖 17

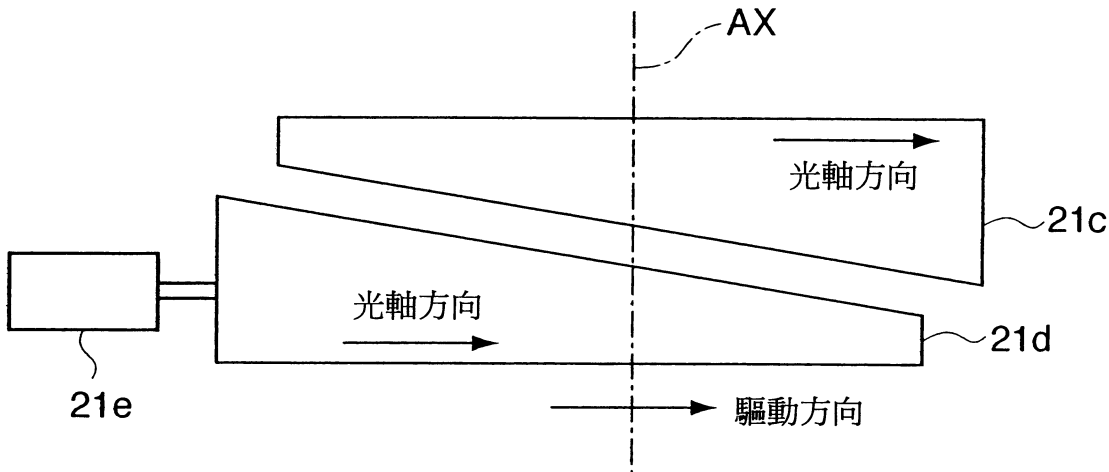


圖18

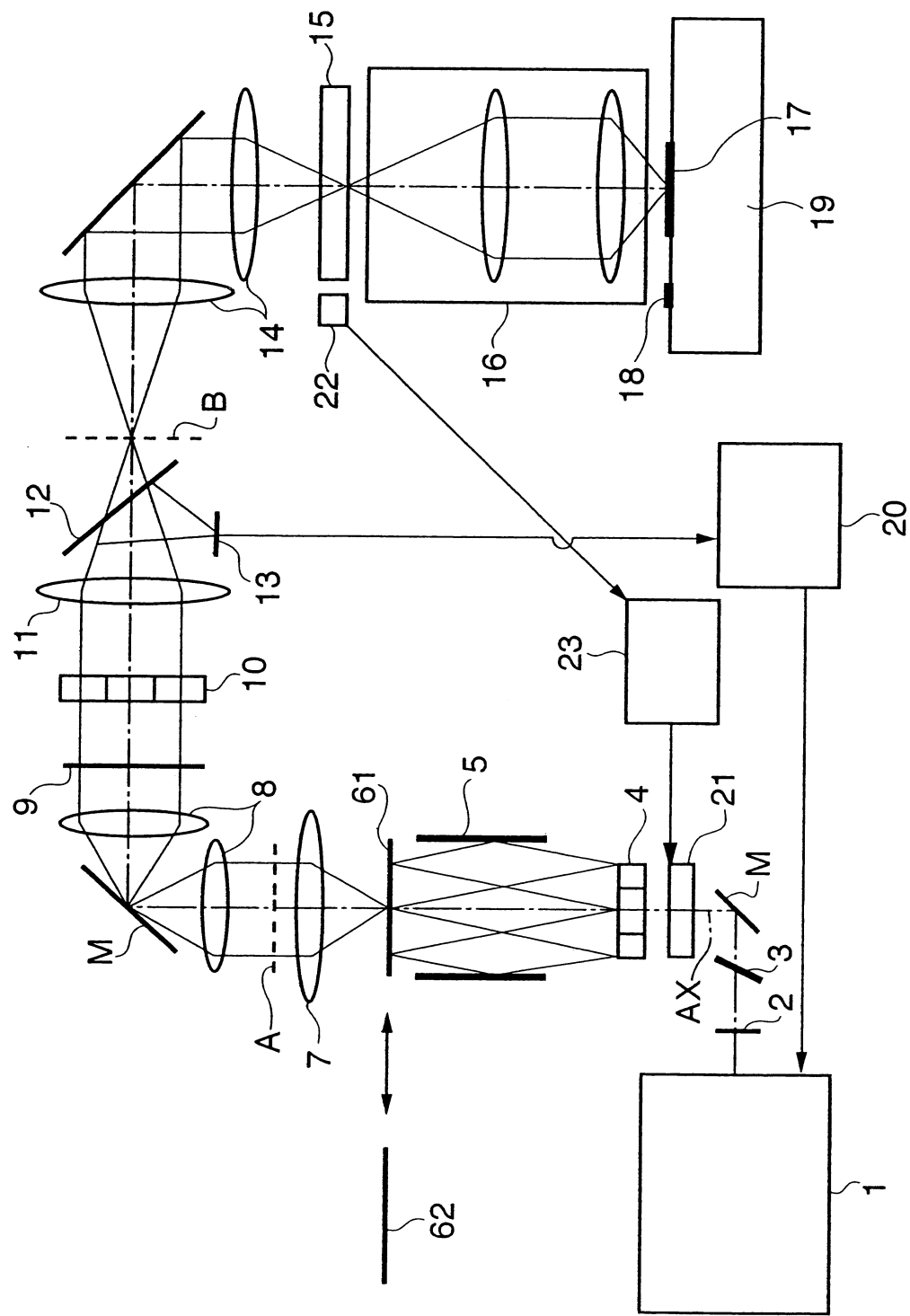


圖 19

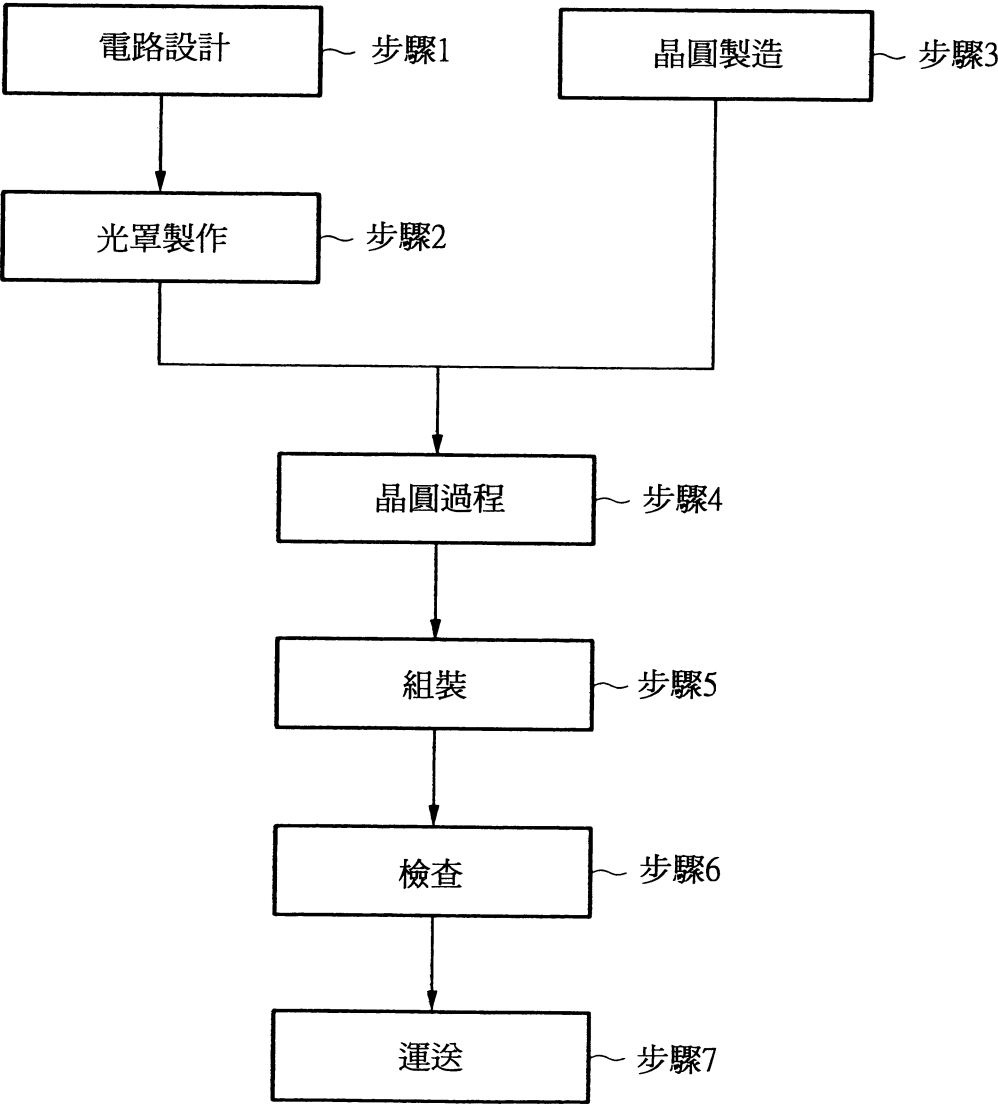
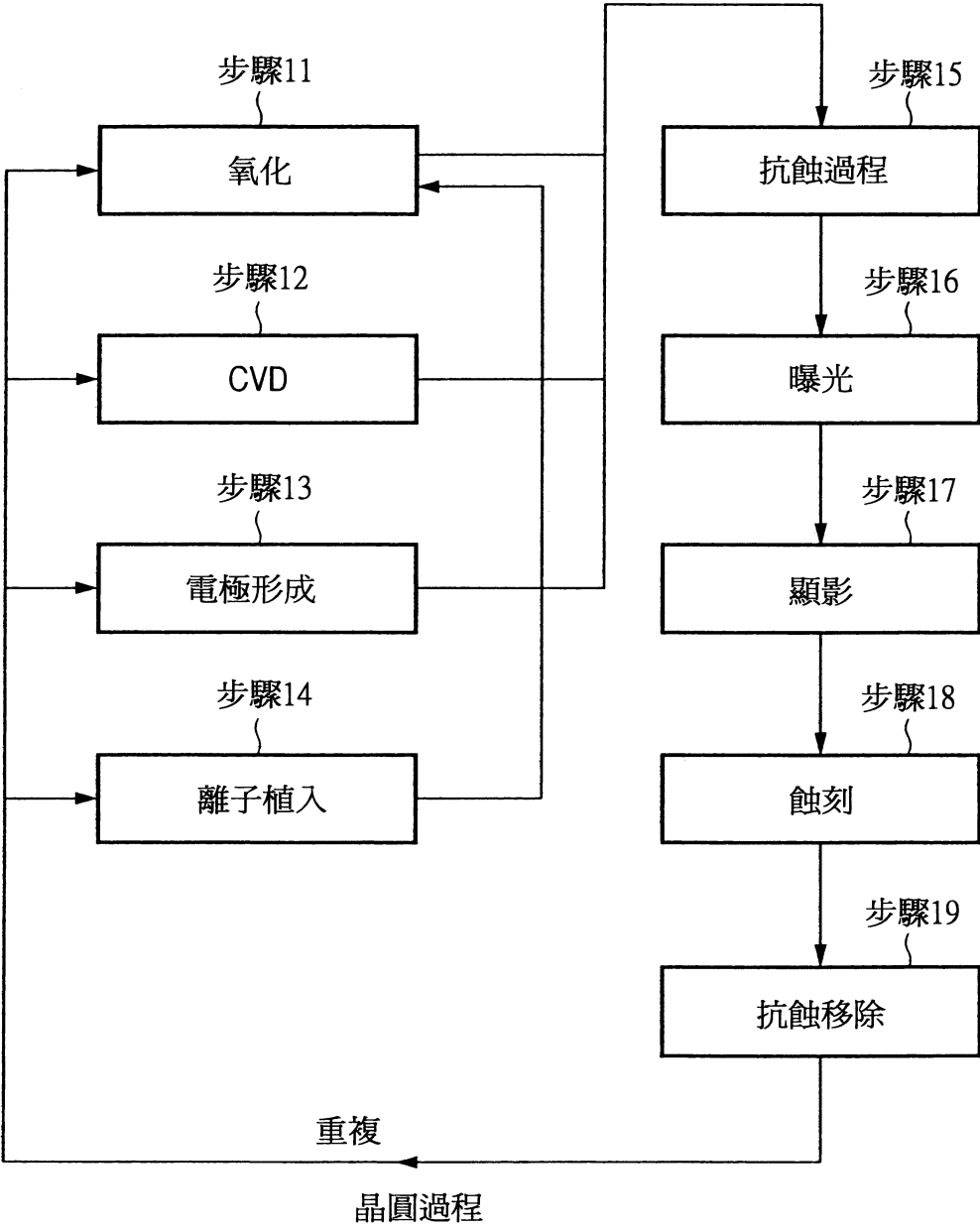


圖 20



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1：光源	2：平板
3：衰減濾波器	4：MLA
5：內部反射構件	7：第一聚光透鏡
8：可變放大繼電光學系統	9：相位板
10：蠅眼透鏡	11：第二聚光透鏡
12：半鏡	13：曝光量感測器
14：中繼光學系統	15：掩膜
16：投影光學系統	17：基板(晶圓)
18：亮度計	19：基板台
20：曝光量控制單元	21：相差調整單元
30：照明光學系統	61、62：光學元件
AX：光軸	A、B：位置

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：