

公告本

發明專利說明書

102年04月01日修正頁(本)第1至91頁

(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：95/10035

※申請日期：95.01.02

※IPC 分類：

H01L 21/027 (2006.01)

G02B 27/18 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

一、發明名稱：

照明光學裝置、曝光裝置、曝光方法以及元件製造方法

ILLUMINATION OPTICAL DEVICE, EXPOSURE
DEVICE, EXPOSURE METHOD AND FABRICATING
METHOD OF DEVICE

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

代表人：(中文/英文)(簽章) 嶋村 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 4 人)**姓 名：**(中文/英文) **ID：**

1. 谷津 修/TANITSU, OSAMU
2. 廣田 弘之/HIROTA, HIROYUKI
3. 重松 幸二/SHIGEMATSU, KOJI
4. 栗田 信一/KURITA, SHINICHI

國 籍：(中文/英文) 1.-4. 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】

1. 日本；2005/01/21；2005-013576

2. 日本；2005/04/19；2005-120709

☐ 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：

本發明提供一種實質上不受作為波長板發揮機能的光學構件的製造誤差的影響，而以所需的偏光狀態的光對被照射面進行照明之照明光學裝置。該照明光學裝置為基於來自光源(1)的光，對被照射面(M，W)進行照明的照明光學裝置。該照明光學裝置具有被配置在照明瞳面或其附近，用於將入射光的偏光狀態轉換為預定的偏光狀態之偏光轉換元件(12)。偏光轉換元件具有用於對入射的直線偏光可變地賦予旋光角度之多個可變旋光構件。各可變旋光構件由具有旋光性的光學材料形成，且具有沿與光軸(AX)交差的方向可相對移動的 2 個偏角稜鏡。

六、英文發明摘要：

The invention provides an illumination optical device which can illuminate the illuminated surface with the desired polarized light and not be substantially influenced by manufacturing error of an optical device of the function as a wavelength plate. The illumination optical device illuminates the illuminated surface (M, W) by the light from a light source. The illumination optical device has a polarization conversion element (12) which is disposed on or near the pupil surface and can converse the polarized state of the incident light into the appointed polarized state. The polarization conversion element has a plurality of variable optical rotation members which can variably give the incident linear polarization with an optical rotation angle. Each variable optical rotation member consists of the optical material with optical rotation property and has 2 polarizing angle prisms which can move relatively along the direction which are intersected with the optical axis (AX).

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1：光源
- 2：整形光學系統
- 3：第 1 可變相位差構件
- 4：第 2 可變相位差構件
- 5：消偏振鏡
- 6：繞射光學元件
- 7：無焦透鏡
- 7a：前側透鏡群
- 7b：後側透鏡群
- 8：預定面
- 9：可變相位差單元
- 10：圓錐旋轉三稜鏡系統
- 10a：第 1 稜鏡構件
- 10b：第 2 稜鏡構件
- 11：可變焦距透鏡
- 12：可變旋光透鏡
- 13：微型複眼透鏡
- 14：偏光監視器
- 14a：分光器
- 15：電容器光學系統
- 16：罩幕遮簾

17：成像光學系統

18：偏光狀態測定部

AX：光軸

Cont：控制部

Drv1、2：驅動部

M：罩幕

MS：罩幕載台

PL：投影光學系統

W：晶圓

WS：晶圓載台

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】

本發明是關於一種照明光學裝置的調整方法、照明光學裝置、曝光裝置以及曝光方法，特別是關於一種適用於為了將半導體元件、拍攝元件、液晶顯示元件、薄膜磁頭等微型元件利用刻蝕工程進行製造而使用之曝光裝置等的照明光學裝置。

【先前技術】

在這種典型的曝光裝置中，從光源所射出的光束通過作為光積分儀的複眼透鏡(或微型透鏡陣列)，形成由多個光源構成之作為實質的面光源的二次光源。來自二次光源的光束由聚光鏡被聚光後，對形成有預定圖案的罩幕重疊地進行照明。

透過了罩幕的圖案的光，藉由投影光學系統在晶圓上進行成像。這樣，在晶圓上使罩幕圖案被投影曝光(轉印)。另外，在罩幕上所形成的圖案被高度集成化，為了將該細微圖案在晶圓上正確地進行轉印，在晶圓上得到均勻的照度分佈是必不可缺的。目前，作為曝光光源，使用供給波長 248nm 的光之 KrF 準分子雷射光源，和供給波長 193nm 的光之 ArF 準分子雷射光源等。

在習知的曝光裝置中，依據罩幕圖案，將從這種光源所供給的光利用波長板轉換為具有所需的偏光方向之直線偏光的光，並對罩幕進行照明(例如參照專利文獻 1)。具體地說，在專利文獻 1 所記述之習知的曝光裝置中，在光源

和繞射光學元件(光束轉換元件)之間的光路中，配置有水晶所形成的 $1/4$ 波長板及 $1/2$ 波長板。

[專利文獻 1] 國際公開第 WO2004/051717 號小冊子

但是，難以將 $1/4$ 波長板和 $1/2$ 波長板這樣的波長板由 1 片水晶板精度良好地進行製造。在因製造誤差而使波長板不能正確地發揮機能之情況下，不能以所需的直線偏光的光對罩幕(進而為晶圓)進行照明，結果不能以對應於罩幕圖案的所需的照明條件而進行良好的曝光。

【發明內容】

本發明的目的是提供一種鑒於前述課題而形成的，實質上不受作為波長板發揮機能的光學構件的製造誤差的影響，可以所需的偏光狀態的光對被照射面進行照明之照明光學裝置。而且，本發明的目的是提供一種利用將被照射面上所預定的罩幕以所需的偏光狀態的光進行照明之照明光學裝置，可在適當的照明條件的基礎上進行良好的曝光的曝光裝置及曝光方法。

為了解決前述課題，本發明的第 1 形態提供一種調整方法，為一種根據來自光源的光對被照射面進行照明之照明光學裝置的調整方法，

其特徵在於，包括：

準備對入射光和射出光之間可變地賦予相位差的可變相位差構件之第 1 工程；

將前述可變相位差構件所賦予的前述相位差預定為預定的值之第 2 工程；

將前述可變相位差構件配置在前述光源和前述被照射面之間的光路中之第 3 工程。

本發明的第 2 形態提供一種調整方法，為一種根據來自光源的光對被照射面進行照明之照明光學裝置的調整方法，其特徵在於，包括：將在前述被照射面上的照明光的偏光狀態局部地進行變更之工程；將前述照明光學裝置的瞳面或其附近的位置上的光的偏光狀態局部地進行變更之工程。

本發明的第 3 形態提供一種照明光學裝置，其特徵在於：依據第 1 形態或第 2 形態的調整方法進行調整。本發明的第 4 形態提供一種調整方法，為一種利用照明光學裝置對罩幕進行照明，並將該罩幕上的預定的圖案在感光性基板上進行曝光之曝光裝置的調整方法，其特徵在於：將前述照明光學裝置依據第 1 形態或第 2 形態的調整方法進行調整。本發明的第 5 形態提供一種曝光裝置，其特徵在於：依據第 4 形態的調整方法進行調整。

本發明的第 6 形態提供一種調整方法，為一種包括第 1 曝光裝置和第 2 曝光裝置之曝光系統的調整方法，其中第 1 曝光裝置具有對第 1 罩幕上的第 1 圖案進行照明的第 1 照明光學裝置，且將前述第 1 罩幕的前述第 1 圖案在感光性基板上進行曝光，第 2 曝光裝置具有對第 2 罩幕上的第 2 圖案進行照明的第 2 照明光學裝置，且將前述第 2 罩幕的前述第 2 圖案在前述感光性基板上進行曝光，其特徵在於：將前述第 1 及第 2 照明光學裝置，依據第 1 形態或

第 2 形態的調整方法進行調整。本發明的第 7 形態提供一種曝光系統，其特徵在於：依據第 6 形態的調整方法進行調整。

本發明的第 8 形態提供一種微型元件製造工廠，其特徵在於，具有：包含第 7 形態的第 1 曝光裝置及第 2 曝光裝置之各種處理用的製造裝置群、將該製造裝置群進行連接的區域網路、可從該區域網路連接工廠外的外部網路之閘道；可將關於前述製造裝置群的至少 1 台之資訊進行資料通信。本發明的第 9 形態提供一種微型元件製造方法，其特徵在於，包括：將含有第 7 形態的第 1 曝光裝置及第 2 曝光裝置之各種處理用的製造裝置群在微型元件製造工廠進行設置的工程；利用該製造裝置群，由多個處理程序而製造微型元件的工程。

本發明的第 10 形態提供一種照明光學裝置，為一種根據來自光源的光對被照射面進行照明的照明光學裝置，其特徵在於：具有配置在照明瞳面或其附近，用於將入射光的偏光狀態轉換為預定的偏光狀態之偏光轉換元件；前述偏光轉換元件將在前述照明光學裝置的瞳面或其附近的位置上的光的偏光狀態，局部地進行變更。

本發明的第 11 形態提供一種照明光學裝置，為一種根據來自光源的光而對被照射面進行照明之照明光學裝置，其特徵在於：具有被配置在前述被照射面的附近、與前述被照射面光學共軛的位置上，或在該共軛的位置的附近，用於將入射光的偏光狀態轉換為預定的偏光狀態之偏

光轉換元件；其特徵在於：前述偏光轉換元件將在前述被照射面上的照明光的偏光狀態局部地進行變更。

本發明的第 12 形態提供一種照明光學裝置，為一種根據來自光源的光，在所需的偏光狀態下對被照射面進行照明之照明光學裝置，其特徵在於包括：將對前述被照射面進行照明的光的偏光狀態局部地進行變更之第 1 偏光變更裝置；將前述照明光學裝置的瞳面或其附近的位置上的偏光狀態局部地進行變更之第 2 偏光變更裝置。

本發明的第 13 形態提供一種曝光裝置，其特徵在於：包含第 3 形態、第 10 形態、第 11 形態或第 12 形態的照明光學裝置，並將利用該照明光學裝置所照明之罩幕的圖案在感光性基板上進行曝光。本發明的第 14 形態提供一種曝光方法，其特徵在於：利用第 3 形態、第 10 形態、第 11 形態或第 12 形態的照明光學裝置，將罩幕的圖案在感光性基板上進行曝光之曝光方法。本發明的第 15 形態提供一種元件製造方法，其特徵在於，包含：利用第 3 形態、第 10 形態、第 11 形態或第 12 形態的照明光學裝置，將罩幕的圖案在感光性基板上進行曝光之曝光工程；將利用前述曝光工程所曝光的前述感光性基板進行顯像的顯像工程。

在本發明的一個形態中，可使在瞳面上的局部的偏光狀態可變，所以在例如對被照射面上所配置的圖案進行照明並在感光性基板上進行曝光的情況下，可形成最適當的照明條件。而且，在本發明的另一形態中，可使在被照射面上的局部的偏光狀態可變，所以在例如對被照射面上所

配置的圖案進行照明並在感光性基板上進行曝光之情況下，可減輕圖案轉印狀態的面內差異。

而且，在本發明的另一形態中，與將 $1/4$ 波長板和 $1/2$ 波長板這種波長板利用 1 片水晶板進行製造之習知技術不同，是利用例如索累補償器(soleil compensator)和巴俾涅補償器(Babinet compensator)那樣在入射光和射出光間可變地賦予相位差之可變相位差構件，作為起到波長板作用的光學構件，所以即使在構成可變相位差構件的光學要素上有某種程度的製造誤差，也可作為使例如 $1/4$ 波長板和 $1/2$ 波長板正確地發揮機能而進行調整後使用。

因此，在本發明的照明光學裝置中，可實質上不受構成作為波長板發揮機能的光學構件之各光學要素的製造誤差的影響，而以所需的偏光狀態的光對作為被照射面的罩幕進行照射。結果，在本發明的曝光裝置及曝光方法中，可利用對被照射面上所預定的圖案以所需的偏光狀態的光進行照明之照明光學裝置，在適當的照明條件下進行良好的曝光，進而製造良好的微型元件。

【實施方式】

將本發明的實施形態根據/附圖進行說明。圖 1 所示為關於本發明的實施形態之曝光裝置的構成的概略圖。在圖 1 中，分別沿感光性基板即晶圓 W 的法線方向預定 Z 軸，在晶圓 W 的面內沿與圖 1 的紙面平行的方向預定 Y 軸，在晶圓 W 的面內沿與圖 1 的紙面垂直的方向預定 X 軸。

參照圖 1，本實施形態的曝光裝置具有用於供給曝光

光(照明光)的光源 1。作為光源 1，可利用例如供給 193nm 的波長的光之 ArF 準分子雷射光源和供給 248nm 的波長的光之 KrF 準分子雷射光源等。從光源 1 所射出的光，由整形光學系統 2 被擴大為所需斷面形狀的光束，並通過作為 1/4 波長板而發揮機能的第 1 可變相位差構件 3、作為 1/2 波長板而發揮機能的第 2 可變相位差構件 4、消偏振鏡(非偏光化元件)5、環帶照明用的繞射光學元件 6，入射無焦透鏡(afocal lens)7。

第 1 可變相位差構件 3、第 2 可變相位差構件 4 及消偏振鏡 5 如後面所說明的那樣，構成偏光狀態轉換裝置，對其構成及作用將在後面進行說明。無焦透鏡 7 為以前側透鏡群 7a 的前側焦點位置和繞射光學元件 6 的位置大致一致，且後側透鏡群 7b 的後側焦點位置和圖中虛線所示的預定面 8 的位置大致一致之形態進行預定的無焦點光學系統(afocal system)。通常，繞射光學元件藉由在基板上形成具有曝光光(照明光)的波長程度的間距之層次差而構成，並具有將入射光束以所需的角度的進行繞射之作用。

具體地說，環帶照明用的繞射光學元件 6 在具有矩形狀斷面的平行光束入射之情況下，具有在其遠場(或夫朗和裴繞射(Fraunhofer diffraction)區域)上形成環帶狀的光強度分佈之機能。因此，入射作為光束轉換元件的繞射光學元件 6 之大致平行的光束，在無焦透鏡 7 的瞳面上形成環帶狀的光強度分佈後，以環帶狀的角度分佈從無焦透鏡 7 射出。在無焦透鏡 7 的前側透鏡群 7a 和後側透鏡群 7b 之

間的光路中，於其瞳面或其附近配置有可變相位差單元 9 及圓錐旋轉三稜鏡系統 10。關於可變相位差單元 9 及圓錐旋轉三稜鏡系統 10 的構成及作用，在後面進行說明。

通過了無焦透鏡 7 的光束，通過 σ 值(σ 值=照明光學裝置的罩幕側孔徑/投影光學系統的罩幕側孔徑)可變用的可變焦距透鏡(zoom lens)11 及可變旋光單元 12，入射微型複眼透鏡(或複眼透鏡)13。對可變旋光單元 12 的構成及作用將在後面進行說明。微型複眼透鏡 13 為縱橫且稠密排列的多個具有正折射力之微小透鏡構成的光學元件。通常，微型複眼透鏡藉由例如對平行平板施以蝕刻處理以形成微小透鏡群而構成。

在此，構成微型複眼透鏡的各微小透鏡，較構成複眼透鏡的各透鏡元件微小。而且，微型複眼透鏡與由彼此隔絕的透鏡元件所構成的複眼透鏡不同，而使多個微小透鏡(微小折射面)彼此不隔絕地一體形成。但是，在具有正折射力的透鏡要素縱橫配置這一點上，微型複眼透鏡為與複眼透鏡相同的波面分割型的光積分儀。

預定面 8 的位置被配置在可變焦距透鏡 11 的前側焦點位置的附近，微型複眼透鏡 13 的入射面被配置在可變焦距透鏡 11 的後側焦點位置的附近。換言之，可變焦距透鏡 11 使預定面 8 和微型複眼透鏡 13 的入射面實質上以傅裏葉轉換的關係進行配置，進而使無焦透鏡 7 的瞳面和微型複眼透鏡 13 的入射面在光學上大致共軛地進行配置。可變旋光單元 12 被配置在微型複眼透鏡 13 的稍前側，進而與

無焦透鏡 7 的瞳面(pupil face)在光學上大致共軛地進行配置。

因此，在微型複眼透鏡 13 的入射面上，與無焦透鏡 7 的瞳面同樣地，形成例如以光軸 AX 為中心之環帶狀的照明區。該環帶狀的照明區的整體形狀，依據可變焦距透鏡 11 的焦點距離相似地進行變化。構成微小複眼透鏡 13 的各微小透鏡，與在罩幕 M 上應形成之照明區的形狀(進而為在晶圓 W 上應形成之曝光區域的形狀)具有相似的矩形狀的斷面。

入射微型複眼透鏡 13 的光束由多個微小透鏡被二維分割，並在其後側焦點面或其附近(進而為照明瞳)，形成與入射光束所形成的照明區具有大致相同光強度分佈的二次光源，即由以光軸 AX 為中心之環帶狀的實質上的面光源所形成的二次光源。在微型複眼透鏡 13 的後側焦點面或其附近所形成的二次光源發出的光束，通過分光器 14a 及聚光光學系統 15 後，對罩幕遮簾 16 重疊照明。關於內置分光器 14a 的偏光監視器 14 的構成及作用，將在後面進行說明。

這樣，在作為照明視野光闌的罩幕遮簾 16 上，形成與構成微型複眼透鏡 13 的各微小透鏡的形狀和焦點距離對應之矩形狀的照明區。通過了罩幕遮簾 16 的矩形狀的孔徑部(光透過部)之光束，在受到了成像光學系統 17 的集光作用後，對形成有預定圖案的罩幕 M 進行重疊地照明。即，成像光學系統 17 將罩幕遮簾 16 的矩形狀孔徑部的像

形成在罩幕 M 上。

透過了在罩幕載台 MS 上所保持的罩幕 M 的圖案的光束，通過投影光學系統 PL，在晶圓載台 WS 上所保持的晶圓(感光性基板)W 上形成罩幕圖案的像。這樣，藉由在與投影光學系統 PL 的光軸 AX 直交的平面(XY 平面)內，對晶圓 WS 進行二維驅動控制，進而對晶圓 W 進行二維驅動控制，並進行一體曝光或掃描曝光，而在晶圓 W 的各曝光區域上使罩幕 M 的圖案被依次曝光。

另外，藉由取代環帶照明用的繞射光學元件 6，而在照明光路中預定 4 極照明用的繞射光學元件(未圖示)，而可進行 4 極照明。4 極照明用的繞射光學元件在具有矩形狀的斷面之平行光束入射的情況下，具有在其遠場上形成 4 極狀的光強度分佈之機能。因此，通過了 4 極照明用的繞射光學元件之光束，在微型複眼透鏡 13 的入射面上，形成例如以光軸 AX 為中心之由 4 個圓形的照明區所構成的 4 極形照明區。結果，在微型複眼透鏡 13 的後側焦點面或其附近，也形成與在其入射面上所形成的照明區相同之 4 極形的二次光源。

而且，藉由取代環帶照明用的繞射光學元件 6，而在照明光路中預定圓形照明用的繞射光學元件(未圖示)，可進行通常的圓形照明。圓形照明用的繞射光學元件在具有矩形狀的斷面之平行光束入射的情況下，具有在其遠場上形成圓形狀的光強度分佈之機能。因此，通過了圓形照明用的繞射光學元件之光束，在微型複眼透鏡 13 的入射面

上，形成例如以光軸 AX 為中心之圓形的照明區。結果，在微型複眼透鏡 13 的後側焦點面或其附近，也形成與在其入射面上所形成的照明區相同之圓形的二次光源。

另外，藉由取代環帶照明用的繞射光學元件 6，而在照明光路中預定其他的多極照明用的繞射光學元件(未圖示)，可進行各種各樣的多極照明(2 極照明、8 極照明等)。同樣，藉由取代環帶照明用的繞射光學元件 6，而在照明光路中預定具有適當特性的繞射光學元件(未圖示)，可進行各種形態的變形照明。

圓錐旋轉三稜鏡系統 10 從光源側開始，依次由使平面朝向光源側且使凹圓錐形的折射面朝向罩幕側之第 1 稜鏡構件 10a、使平面朝向罩幕側且使凸圓錐形的折射面朝向光源側之第 2 稜鏡構件 10b 構成。而且，第 1 稜鏡構件 10a 的凹圓錐形的折射面和第 2 稜鏡構件 10b 的凸圓錐形的折射面，彼此可抵接地互補形成。而且，第 1 稜鏡構件 10a 及第 2 稜鏡構件 10b 中的至少一個構件，沿光軸 AX 可移動地構成，且使第 1 稜鏡構件 10a 的凹圓錐狀的折射面和第 2 稜鏡構件 10b 的凸圓錐狀的折射面之間隔為可變地構成。下面，著眼於環帶狀或 4 極狀的二次光源，對圓錐旋轉三稜鏡系統 10 的作用及可變焦距透鏡 11 的作用進行說明。

在此，在第 1 稜鏡構件 10a 的凹圓錐形折射面和第 2 稜鏡構件 10b 的凸圓錐形折射面彼此抵接的狀態下，圓錐旋轉三稜鏡系統 10 作為平行平板發揮作用，不會對所形

成的環帶形或 4 極形的二次光源產生影響。但是，如使第 1 稜鏡構件 10a 的凹圓錐形折射面和第 2 稜鏡構件 10b 的凸圓錐形折射面分開，則將環帶狀或 4 極狀的二次光源的寬度(環帶狀的二次光源的外徑和內徑之差的 $1/2$ ；與 4 極狀的二次光源外接之圓的直徑(外徑)和內接之圓的直徑(內徑)的差的 $1/2$)保持一定，且使環帶狀或 4 極狀的二次光源的外徑(內徑)變化。即，環帶狀或 4 極形的二次光源的環帶比(內徑/外徑)及尺寸(外徑)進行變化。

可變焦距透鏡 11 具有使環帶狀或 4 極形的二次光源的全體形狀相似地進行擴大或縮小的機能。例如，藉由使可變焦距透鏡 11 的焦點距離從最小值向預定的值擴大，而使環帶狀或 4 極形的二次光源的全體形狀相似地擴大。換言之，利用可變焦距透鏡 11 的作用，使環帶狀或 4 極形的二次光源的環帶比不變化，而其寬度及尺寸(外徑)都進行變化。這樣，可利用圓錐旋轉三稜鏡系統 10 及可變焦距透鏡 11 的作用，而對環帶狀或 4 極形的二次光源的環帶比和尺寸(外徑)進行控制。

偏光監視器 14 包含在微型複眼透鏡 13 和聚光光學系統 15 之間的光路中所配置的分光器 14a，並具有對向該分光器 14a 的入射光的偏光狀態進行檢測之機能。換言之，根據偏光監視器 14 的檢測結果，可隨時檢測對罩幕 M(進而為晶圓 W)的照明光是否達到所需的偏光狀態(包含非偏光狀態的概念)。

圖 2 所示為圖 1 的偏光狀態測定部的內部構成之概略

圖。在本實施形態中，如圖 2 所示，在用於保持晶圓 W 的晶圓載台 WS 上，設置有用於測定對晶圓 W 的照明光(曝光光)的偏光狀態之偏光狀態測定部 18。偏光狀態測定部 18 包含在晶圓 W 的曝光面的高度位置，可進行二維定位的針孔構件 40。另外，在偏光狀態測定部 18 的使用時，晶圓 W 從光路上退開。

通過了針孔構件 40 的針孔 40a 的光，通過準直儀透鏡 41 形成大致平行的光束，並由反射鏡 42 被反射後，入射中繼透鏡系統 43。通過了中繼透鏡系統 43 的大致平行的光束，在通過了作為移相器的 $\lambda/4$ 板 44 及作為偏光器的偏光分光器 45 後，到達二維 CCD46 的檢測面 46a。二維 CCD46 的輸出被供給到控制部(未圖示)。在此， $\lambda/4$ 板 44 以光軸為中心可旋轉地構成，且在該 $\lambda/4$ 板 44 上連接有用於預定以該光軸為中心的旋轉角之預定部 47。

這樣，在對晶圓 W 之照明光的偏光度不為 0 的情況下，藉由通過預定部 47 使 $\lambda/4$ 板 44 圍繞光軸進行旋轉，而使二維 CCD46 的檢測面 46a 上的光強度分佈變化。因此，在偏光狀態測定部 48，可利用預定部 47 使 $\lambda/4$ 板 44 圍繞光軸進行旋轉，並對檢測面 46a 上的光強度分佈的變化進行檢測，且由該檢測結果而利用旋轉移相器法測定照明光的偏光狀態(偏光度；關於光的史托克士參數 S1，S2，S3)。

另外，關於旋轉移相器法，在例如鶴田著，〔光的鉛筆-用於光技術者的應用光學〕，新技術通信株式會社等中

詳細地進行了說明。實際上是使針孔構件 40(進而為針孔 40a)沿晶圓面進行二維的移動，且對晶圓面內的多個位置上的照明光偏光狀態進行測定。此時，在偏光狀態測定部 18 中，由於對二維的檢測面 46a 上之光強度分佈的變化進行檢測，所以可根據該檢測分佈資訊而測定照明光在瞳內的偏光狀態的分佈。

然而，在偏光狀態測定部 18 中，也可取代作為移相器的 $\lambda/4$ 板 44，而利用 $\lambda/2$ 板。無論利用哪種移相器，為了對光的偏光狀態即光的 4 個史托克士參數進行測定，需要使移相器和偏光器(偏光分光器 45)的圍繞光軸的相對角度變化，或者使移相器或偏光器從光路上退開，而以至少 4 種不同的狀態對檢測面 46a 上的光強度分佈的變化進行檢測。

另外，在本實施形態中是使作為移相器的 $\lambda/4$ 板 44 圍繞光軸進行旋轉，但也可使作為偏光器的偏光分光器 45 圍繞光軸進行旋轉，或者使移相器及偏光器兩者圍繞光軸進行旋轉。而且，也可取代該動作，或除了該動作以外，而使作為移相器的 $\lambda/4$ 板 44 及作為偏光器的偏光分光器 45 中的一個或兩者從光路進行插拔。

而且，在偏光狀態測定部 18 中，有時會因反射鏡 42 的偏光特性而使光的偏光狀態發生變化。在這種情況下，由於反射鏡 42 的偏光特性預先已知，所以可利用所需的計算，根據反射鏡 42 的偏光特性對偏光狀態的影響，對偏光狀態測定部 18 的測定結果進行修正，而正確地測定照明光

的偏光狀態。而且，不限於反射鏡，在因透鏡等其他的光學構件而使偏光狀態產生變化的情況下，也可同樣地修正測定結果，並正確地測定照明光的偏光狀態。

這樣，利用偏光狀態測定部 18 測定對晶圓 W 的照明光在瞳內的偏光狀態(偏光度)，並判定照明光在瞳內是否達到適當的偏光狀態。另外，在上述的實施形態中，所示為偏光狀態測定部 18 可被安裝在晶圓載台 WS 上的構成，但也可將該偏光狀態測定部 18 組入晶圓載台 WS 中，或組入與晶圓載台 WS 不同的載台中。

圖 3(a)～圖 3(b)所示為關於本實施形態的各可變相位差構件之構成的概略圖。在本實施形態下，第 1 可變相位差構件 3 及第 2 可變相位差構件 4 作為圖 3(a)所示的索累補償器，或作為圖 3(b)所示的巴俾涅補償器而分別構成。圖 3(a)所示的索累補償器，從光的入射側開始依次由平行平板 21a、一對偏角稜鏡 21b、21c 所構成。

在此，平行平板 21a、第 1 偏角稜鏡 21b 及第 2 偏角稜鏡 21c，由作為具有雙折射性的結晶材料之水晶形成。而且，第 1 偏角稜鏡 21b 和第 2 偏角稜鏡 21c，具有彼此補充的(互補的)楔形斷面形狀。另外，平行平板 21a 的結晶光學軸和一對偏角稜鏡 21b 及 21c 的結晶光學軸彼此直交地被預定。

而且，採用一種利用例如測微頭(micrometer head)這種驅動裝置(未圖示)，使第 1 偏角稜鏡 21b 和第 2 偏角稜鏡 21c 沿 Z 方向相對地進行移動，或使第 1 偏角稜鏡 21b

和第 2 偏角稜鏡 21c 沿對向的斜面和 YZ 平面的相交線方向相對地進行移動之構成。在圖 3(a)所示的索累補償器(21a~21c)中，不依存於光的入射位置，而依據第 1 偏角稜鏡 21b 和第 2 偏角稜鏡 21c 的相對位置，使入射光和射出光之間被可變地賦予一定的相位差。

另一方面，圖 3(b)所示的巴俾涅補償器從光的入射側依次由第 1 偏角稜鏡 22a、第 2 偏角稜鏡 22b 構成。在此，第 1 偏角稜鏡 22a 及第 2 偏角稜鏡 22b，由作為具有雙折射性的結晶材料之水晶形成，並具有彼此補充之楔形的斷面形狀。另外，第 1 偏角稜鏡 22a 的結晶光學軸和第 2 偏角稜鏡 22b 的結晶光學軸，彼此直交地進行預定。

而且，採用一種利用例如測微頭這種驅動裝置(未圖示)，使第 1 偏角稜鏡 22a 和第 2 偏角稜鏡 22b 沿 Z 方向相對地進行移動，或使第 1 偏角稜鏡 22a 和第 2 偏角稜鏡 22b 沿對向的斜面和 YZ 平面的相交線方向相對地進行移動之構成。在圖 3(b)所示的索累補償器(22a、22b)中，雖然在某種程度上依存於沿 Z 方向之光的入射位置，但依據第 1 偏角稜鏡 22a 和第 2 偏角稜鏡 22b 的相對位置，使入射光和射出光之間被可變地賦予大致一定的相位差。

在本實施形態中，於向曝光裝置的搭載之前，對由第 1 可變相位差構件 3 單體賦予入射光和射出光之間的相位差而進行測定，並使相位差為光的波長 λ 的 $1/4$ ，即使第 1 可變相位差構件 3 作為 $1/4$ 波長板正確地發揮機能而預先進行調整。同樣，於向曝光裝置的搭載之前，對由第 2 可

變相位差構件 4 單體賦予入射光和射出光之間的相位差進行測定，並使相位差為光的波長 λ 的 $1/2$ ，即使第 2 可變相位差構件 4 作為 $1/2$ 波長板正確地發揮機能而預先進行調整。

接著，以將作為 $1/4$ 波長板正確地發揮機能而進行調整的第 1 可變相位差構件 3 及作為 $1/2$ 波長板正確地發揮機能而進行調整的第 2 可變相位差構件 4，在整形光學系統 2 和消偏振鏡 5 之間的光路中的預定位置分別進行定位，並將光軸 AX 作為中心可進行一體旋轉的形態分別進行預定。這樣，作為 $1/4$ 波長板的第 1 可變相位差構件 3，以光軸 AX 為中心旋轉自如地構成，並將入射的橢圓偏光的光轉換為直線偏光的光。而且，作為 $1/2$ 波長板的第 2 可變相位差構件 4，以光軸 AX 為中心旋轉自如地構成，並使入射的直線偏光的偏光方向進行變化。

另一方面，消偏振鏡 5 省略圖示，由具有互補的形狀之楔形的水晶偏角稜鏡和楔形的螢石偏角稜鏡(或石英偏角稜鏡)而構成為一體的稜鏡組裝體，且對照明光路可自如插拔地進行預定。另外，對消偏振鏡 5 的詳細構成及作用，可參照例如國際專利之國際公開第 WO2004/051717 號公報。

在利用 KrF 準分子雷射光源和 ArF 準分子雷射光源作為光源的情況下，從這些光源所射出的光典型地具有 95% 以上的偏光度，對第 1 可變相位差構件 3 入射大致直線偏光的光。但是，當在光源 1 和第 1 可變相位差構件 3 之間

的光路中存在作為背面反射鏡的直角稜鏡時，如入射的直線偏光的偏光面與 P 偏光面或 S 偏光面不一致，則利用直角稜鏡的全反射而使直線偏光轉換為橢圓偏光。

在偏光狀態轉換裝置(3~5)中，即使因例如直角稜鏡的全反射而入射橢圓偏光的光，也可對入射的橢圓偏光，將作為 1/4 波長板的第 1 可變相位差構件 3 在圍繞光軸 AX 的預定的角度位置上進行預定，使橢圓偏光的入射光被轉換為直線偏光的光，並導向第 2 可變相位差構件 4。而且，藉由對入射的直線偏光，將作為 1/2 波長板的第 2 可變相位差構件 4 在圍繞光軸 AX 的所需的角度位置上進行預定，而使直線偏光的入射光轉換為在所需的方向上具有偏光方向之直線偏光的光，並被直接導向消偏振鏡 5 或繞射光學元件 6。

而且，藉由將消偏振鏡 5 插入照明光路中，並對入射的直線偏光，將消偏振鏡 5 在圍繞光軸 AX 的預定的角度位置上進行預定，而使直線偏光的入射光被轉換為非偏光狀態的光(非偏光化)，並入射繞射光學元件 6。另一方面，當將消偏振鏡 5 從照明光路中退開時，來自第 2 可變相位差構件 4 的直線偏光的光不變化偏光方向，而直接入射繞射光學元件 6。

這樣，在偏光狀態轉換裝置(3~5)中，可使消偏振鏡 5 從照明光路上退開，且將作為 1/4 波長板的第 1 可變相位差構件 3 及作為 1/2 波長板的第 2 可變相位差構件 4 在圍繞光軸 AX 的預定的角度位置上分別進行預定，使在所

需的方向上具有偏光方向之直線偏光的光入射繞射光學元件 6。而且，可將作為 $1/4$ 波長板的第 1 可變相位差構件 3 及作為 $1/2$ 波長板的第 2 可變相位差構件 4 在圍繞光軸 AX 的預定的角度位置上分別進行預定，且將消偏振鏡 5 插入照明光路中，並在圍繞光軸 AX 的預定的角度位置上分別進行預定，使非偏光狀態的光入射繞射光學元件 6。

換言之，在偏光狀態轉換裝置(3~5)中，可使向繞射光學元件 6 的入射光的偏光狀態(進而為對罩幕 M 及晶圓 W 進行照明之光的偏光狀態)在直線偏光狀態和非偏光狀態之間進行轉換。而且，在直線偏光狀態的情況下，可在例如彼此直交的偏光狀態之間(Z 方向偏光和 X 方向偏光之間)進行轉換。

如上所述，在本實施形態中，與將 $1/4$ 波長板和 $1/2$ 波長板這樣的波長板利用 1 片水晶板進行製造的習知技術不同，利用索累補償器和巴俾涅補償器這樣對入射光和射出光之間可變地賦予相位差之可變相位差構件(3、4)，作為發揮像 $1/4$ 波長板和 $1/2$ 波長板這樣的波長板之機能的光學構件。因此，即使在構成可變相位差構件(3、4)的光學要素(平行平板和偏角稜鏡)上存在某種程度的製造誤差，也可分別進行調整以作為 $1/4$ 波長板及 $1/2$ 波長板正確地發揮機能後再加以應用。

因此，在本實施形態的照明光學裝置(1~17)中，實質上不受到用於構成作為波長板發揮機能的光學構件(3、4)之各光學要素(21a~21c；22a，22b)的製造誤差的影響，

可以所需的偏光狀態的光對作為被照射面的罩幕 M 進行照明。結果，在本實施形態的曝光裝置(1~WS)中，可利用對被照射面上所預定的罩幕 M 以所需的偏光狀態的光進行照明之照明光學裝置(1~17)，在適當的照明條件的基礎上進行良好的曝光。

另外，在以上的說明中，是將對可變相位差構件(3、4)單體所造成的相位差進行測定，並預先進行調整以使相位差達到預定的值(光的波長 λ 的 1/4 或 1/2)，且將可變相位差構件(3、4)組入照明光路中。但是，並不限定於此，也可如圖 4 的第 1 變形例所示，在將可變相位差構件(3、4)組入到照明光路中後，根據偏光狀態測定部 18 的測定結果，使可變相位差構件(3、4)作為 1/4 波長板及 1/2 波長板正確地發揮機能而分別進行調整。而且，也可藉由從作為 1/4 波長板及 1/2 波長板正確地發揮機能而進行調整的狀態，將可變相位差構件(3、4)更加積極地進行微調整，從而由多種偏光狀態的光，對作為被照射面的罩幕 M，進而為晶圓 W 進行照明。

在圖 4 中，控制部 Cont 接收來自偏光狀態測定部 18 的測定結果，控制用於變更可變相位差構件(3、4)中的光學要素(21a~21c; 22a, 22b)間的相對位置之驅動部 Drv3，對可變相位差構件(3、4)所形成的相位差量進行調整，以使作為被照射面的罩幕 M 或晶圓 W 上的偏光狀態達到所需的狀態。

而且，在上述的說明中，將構成可變相位差構件(3、

4)的各光學要素利用水晶形成，但並不限定於此，也可利用例如氟化鎂和方解石這樣的雙折射性的結晶材料，形成可變相位差構件(3,4)的各光學要素。

圖 5 所示為關於本實施形態的可變旋光單元之構成的概略圖。而且，圖 6(a)～圖 6(b)所示為用於構成圖 5 的可變旋光單元之各可變旋光構件的構成的概略圖。關於本實施形態的可變旋光單元 12，被配置在微型複眼透鏡 13 的稍前側，即照明光學系統(2～17)的瞳或其附近。因此，在環帶照明的情況下，可對可變旋光單元 12 入射具有以光軸 AX 為中心的大致環帶形的斷面之光束。

參照圖 5，可變旋光單元 12 由沿以光軸 AX 為中心之圓的圓周方向配置的 8 個可變旋光構件 12a、12b、12c、12d、12e、12f、12g 及 12h 構成。各可變旋光構件 12a～12h 具有將以光軸 AX 為中心的環帶狀的區域沿圓周方向進行 8 等分所得之扇形形狀的外形，且具有彼此相同的基本構成。參照圖 6(a)～圖 6(b)，各可變旋光構件 12a～12h 由作為具有旋光性的光學材料之水晶所形成的一對偏角棱鏡 23a、23b 所構成。

第 1 偏角棱鏡 23a 和第 2 偏角棱鏡 23b 具有彼此補充的楔形的斷面形狀，並使第 1 偏角棱鏡 23a 的結晶光學軸及第 2 偏角棱鏡 23b 的結晶光學軸都與光軸 AX 平行地(即與 Y 方向平行地)進行配置。而且，採用一種利用例如測微頭這種驅動裝置(未圖示)，使第 1 偏角棱鏡 23a 和第 2 偏角棱鏡 23b 沿以光軸 AX 為中心的圓的直徑方向相對地

進行移動，或使第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 沿對向的斜面和含有光軸 AX 的平面的相交線方向相對地進行移動之構成。

這樣，在圖 6(a)～圖 6(b)所示的各可變旋光構件 12a～12h 中，依據第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 的相對位置，對入射的直線偏光可變地賦予旋光角度。以下，參照圖 7，對水晶的旋光性簡單地進行說明。參照圖 7，由厚度 d 的水晶所構成的平行平板狀的光學構件 100，以其結晶光學軸和光軸 AX 一致的形態進行配置。在這種情況下，利用光學構件 100 的旋光性，使入射的直線偏光在偏光方向圍繞光軸 AX 只旋轉 θ 的狀態下被射出。

此時，因光學構件 100 的旋光性所形成之偏光方向的旋轉角(旋光角度) θ ，可由光學構件 100 的厚度 d 和水晶的旋光能 ρ ，以下式(a)表示。

$$\theta = d \cdot \rho \quad (a)$$

通常，水晶的旋光能 ρ 具有波長依存性(依據使用光的波長而使旋光能的值不同之性質：旋光分散)，具體地說在使用光的波長變短時具有增大的傾向。根據〔應用光學II〕的第 167 頁的記述，對具有 250.3nm 的波長的光之水晶的旋光能 ρ ，為 153.9 度/mm。

圖 8 所示為利用圖 5 的可變旋光單元的作用而被預定為周方向偏光狀態之環帶狀的二次光源的概略圖。在本實施形態中，將光軸 AX 夾在中間並對向的可變旋光構件 12a 及 12e，在沿 Z 方向具有偏光方向之直線偏光的光入射的

情況下，對第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 的相對位置進行預定，以射出在使 Z 方向圍繞 Y 軸旋轉+90 度的方向上即 X 方向上具有偏光方向之直線偏光的光。因此，在這種情況下，在圖 8 所示的環帶狀的二次光源 31 中，通過受到了可變旋光構件 12a 及 12e 的旋光作用之光束所形成的一對扇形區域(或圓弧狀區域)31a 及 31e 的光束的偏光方向，形成 X 方向。

將光軸 AX 夾在中間並對向的可變旋光構件 12b 及 12f，在沿 Z 方向具有偏光方向之直線偏光的光入射的情況下，對第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 的相對位置進行預定，以射出在使 Z 方向圍繞 Y 軸旋轉+135 度的方向上，即使 Z 方向圍繞 Y 軸旋轉-45 度的方向上，具有偏光方向之直線偏光的光。因此，在這種情況下，在圖 8 所示的環帶狀的二次光源 31 中，通過受到了可變旋光構件 12b 及 12f 的旋光作用之光束所形成的一對扇形區域 31b 及 31f 的光束的偏光方向，形成使 Z 方向圍繞 Y 軸旋轉-45 度的方向。

將光軸 AX 夾在中間並對向的可變旋光構件 12c 及 12g，在沿 Z 方向具有偏光方向之直線偏光的光入射的情況下，對第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 的相對位置進行預定，以射出在使 Z 方向圍繞 Y 軸旋轉+180 度的方向上，即 X 方向上，具有偏光方向之直線偏光的光。因此，在這種情況下，在圖 8 所示的環帶狀的二次光源 31 中，通過受到了可變旋光構件 12c 及 12g 的旋光作用之光

束所形成的一對扇形區域 31c 及 31g 的光束的偏光方向，形成 Z 方向。

將光軸 AX 夾在中間並對向的可變旋光構件 12d 及 12h，在沿 Z 方向具有偏光方向之直線偏光的光入射的情況下，對第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 的相對位置進行預定，以射出在使 Z 方向圍繞 Y 軸旋轉+45 度的方向上具有偏光方向之直線偏光的光。因此，在這種情況下，在圖 8 所示的環帶狀的二次光源 31 中，通過受到了可變旋光構件 12d 及 12h 的旋光作用之光束所形成的一對扇形區域 31d 及 31h 的光束的偏光方向，形成使 Z 方向圍繞 Y 軸旋轉+45 度的方向。

這樣，可變旋光單元 12 被配置在照明瞳面或其附近，構成用於將入射光的偏光狀態轉換為預定的偏光狀態之偏光轉換元件。另外，在本實施形態中，為了可不使可變旋光單元 12 從光路退開而進行通常的圓形照明，設置具有可變旋光單元 12 的有效區域的徑方向尺寸的 3/10 以上，較佳為 1/3 以上，且不具有旋光性之圓形的中央區域 12j。在此，中央區域 12j 可由例如石英和螢石這樣不具有旋光性的光學材料形成，也可單純地為圓形的孔徑。但是，中央區域 12j 對可變旋光單元 12 並不是必需的要素。

在本實施形態實中的周方向偏光環帶照明(使通過環帶狀的二次光源的光束被預定為周方向偏光狀態之變形照明)時，利用偏光狀態轉換裝置(3~5)的作用，使在 Z 方向具有偏光方向之直線偏光的光入射可變旋光單元 12。結

果，在微型複眼透鏡 13 的後側焦點面或其附近，如圖 8 所示，形成環帶狀的二次光源(環帶狀的照明瞳分佈)31，且通過該環帶狀的二次光源 31 的光束由可變旋光單元 12 的作用，被預定為周方向偏光狀態。在周方向偏光狀態下，分別通過用於構成環帶狀的二次光源 31 之扇形區域 31a~31h 的光束，形成具有與圓的切線方向大致一致的偏光方向之直線偏光狀態，其中該圓以沿各扇形區域 31a~31h 的圓周方向之中心位置上的光軸 AX 作為中心。

這樣，在本實施形態中，利用可變旋光單元 12 的旋光作用，可實質上不產生光量損失地，形成周方向偏光狀態的環帶狀的二次光源(照明瞳分佈)31。另外，在根據周方向偏光狀態的環帶狀的照明瞳分佈之周方向偏光環帶照明中，在作為最終的被照射面的晶圓 W 上所照射的光形成以 S 偏光為主成分的偏光狀態。在此，所說的 S 偏光是指在對入射面垂直的方向上具有偏光方向之直線偏光(使電向量在對入射面垂直的方向上進行振動的偏光)。但是，所說的入射面被定義為在光到達媒質的臨界面(被照射面：晶圓 W 的表面)時，含有在該點上的臨界面的法線和光的入射方向的面。

結果，在周方向偏光環帶照明中，可謀求投影光學系統 PL 的光學性能(聚焦深度等)的提高，能夠在晶圓(感光性基板)W 上得到高對比度的單幕圖案像。即，在本實施形態的曝光裝置中，由於利用可良好地抑制光量損失且形成周方向偏光狀態的環帶狀的照明瞳分佈之照明光學裝置，

所以可在適當的照明條件的基礎上，將細微圖案忠實且高生產率地進行轉印。

而且，在本實施形態中，可利用偏光狀態轉換裝置(3~5)的作用使在 X 方向具有偏光方向之直線偏光的光入射可變旋光單元 12，並如圖 9 所示將通過環帶狀的二次光源 32 的光束預定為徑方向偏光狀態，進行徑方向偏光環帶照明(使通過環帶狀的二次光源 32 的光束被預定為徑方向偏光狀態之變形照明)。在徑方向偏光狀態下，分別通過用於構成環帶狀的二次光源 32 之扇形區域 32a~32h 的光束，形成具有與圓的半徑方向大致一致的偏光方向之直線偏光狀態，其中該圓以沿扇形區域 32a~32h 的圓周方向之中心位置上的光軸 AX 作為中心。

在基於徑方向偏光狀態的環帶狀的照明瞳分佈之徑方向偏光環帶照明中，在作為最終的被照射面的晶圓 W 上所照射的光，形成以 P 偏光為主成分的偏光狀態。在此，所說的 P 偏光，是指沿對上述那樣被定義的入射面平行的方向具有偏光方向之直線偏光(使電向量沿與入射面平行的方向進行振動的偏光)。結果，在徑方向偏光環帶照明中，可將在晶圓 W 上所塗敷的光阻的光反射率抑制得較小，能夠在晶圓(感光性基板)W 上得到良好的單幕圖案像。

然而，本申請人在例如國際專利之國際公開第 WO2005/076045 號小冊子中，作為配置在照明瞳面或其附近用於將入射光的偏光狀態轉換為預定的偏光狀態之偏光轉換元件，提出一種將沿光的透過方向的厚度(光軸方向的

長度)彼此不同之多種類的水晶板作為旋光構件在圓周方向上進行配置之構成。在上述申請所提出的偏光轉換元件中，難以將用於對入射的直線偏光賦予所需的旋光角度之各旋光構件，由 1 片水晶板精度良好地進行製造。在因製造誤差而使各旋光構件不正確地發揮機能的情況下，無法實現所需的周方向偏光狀態和徑方向偏光狀態等。

對此，在本實施形態中，將作為偏光轉換元件的可變旋光單元 12 由多個可變旋光構件 12a~12h 構成，這些可變旋光構件對依據第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 的相對位置入射的直線偏光，可變地賦予旋光角度。因此，即使在構成各可變旋光構件 12a~12h 的光學要素(一對偏角稜鏡)中存在某種程度的製造誤差，也可分別對各可變旋光構件 12a~12h 進行調整以作為賦予所需的旋光角度之光學構件而正確地發揮機能，然後再利用可變旋光單元 12。

具體地說，可在向曝光裝置的搭載之前，對各可變旋光構件 12a~12h 所形成的旋光角度分別進行測定，並調整各可變旋光構件 12a~12h(進而為第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 的相對位置)以使旋光角度達到預定的值，然後將可變旋光單元 12 組入到照明光路中。或者，也可在將可變旋光單元 12 組入到照明光路中後，根據偏光狀態測定部 18 的測定結果，對第 1 偏角稜鏡 23a 和第 2 偏角稜鏡 23b 的相對位置分別進行調整，以使各可變旋光構件 12a~12h 正確地發揮機能。而且，也可藉由從為了作為可變

旋光單元 12 正確地發揮機能而進行調整的狀態，再更加積極地對各可變旋光構件 12a~12h 分別進行微調整，從而利用多種偏光狀態(例如與完全的周方向偏光狀態稍稍不同的變形周方向偏光狀態等)的光，對作為被照射面的罩幕 M 進而為晶圓 W 進行照明。

在這種情況下，如圖 1 所示，控制部 Cont 接收來自偏光狀態測定部 18 的測定結果，並控制將可變旋光單元 12 中的光學要素(12a~12h)的相對位置進行變更的驅動部 Drv1，對可變旋光單元 12 所形成的旋光量的分佈進行調整，以使朝向被照射面的罩幕 M 或晶圓 W 上之光束的偏光狀態達到所需的狀態。

這樣，在本實施形態的照明光學裝置(1~17)中，可實質上不受構成可變旋光單元 12 之各光學要素(12a~12h；23a，23b)的製造誤差的影響，而以所需的偏光狀態的光對作為被照射面的罩幕 M 進行照明。結果，在本實施形態的曝光裝置(1~WS)中，可利用對被照射面上所預定的罩幕 M 以所需的偏光狀態的光進行照明之照明光學裝置(1~17)，在適當的照明條件的基礎上進行良好的曝光。

另外，在上述的說明中，可將入射可變旋光單元 12 的光束，在具有沿 Z 方向的偏光方向之直線偏光狀態和具有沿 X 方向的偏光方向之直線偏光狀態之間進行轉換，而實現周方向偏光環帶照明和徑方向偏光環帶照明。但是，並不限定於此，也可藉由對在 Z 方向或 X 方向上具有偏光方向之直線偏光狀態的入射光束，使可變旋光單元 12 在圖

5 所示的第 1 狀態和圍繞光軸 AX 旋轉 90 度的第 2 狀態間進行轉換，而實現周方向偏光環帶照明和徑方向偏光環帶照明。

而且，在上述的說明中，將可變旋光單元 12 配置在微型複眼透鏡 13 的稍前側。但是，並不限定於此，通常也可在照明光學裝置(1~PL)的瞳或其附近，例如投影光學系統 PL 的瞳或其附近、成像光學系統 17 的瞳或其附近、圓錐旋轉三稜鏡系統 10 的稍前側(無焦透鏡 7 的瞳或其附近)等，配置可變旋光單元 12。

而且，在上述的說明中，利用與環帶狀的有效區域的 8 分割對應之 8 個扇形形狀的可變旋光構件 12a~12h，構成可變旋光單元 12。但是，並不限定於此，也可利用例如與圓形狀的有效區域的 8 分割對應之 8 個扇形形狀的可變旋光構件，或者利用與圓形狀或環帶狀的有效區域的 4 分割對應之 4 個扇形形狀的可變旋光構件，或者利用圓形狀或環帶狀的有效區域的 16 分割對應之 16 個扇形形狀的可變旋光構件，構成可變旋光單元 12。即，關於可變旋光單元 12 的有效區域的形狀、有效區域的分割數(可變旋光構件的數目)等，可有各種各樣的變形例。

而且，在上述的說明中，利用水晶可形成各可變旋光構件(進而為可變旋光單元 12)。但是，並不限定於此，也可利用具有旋光性的其他的適當的光學材料，形成各可變旋光構件。在這種情況下，利用對所使用的波長的光，具有 100 度/mm 以上的旋光能之光學材料較佳。即，如利用

旋光能小的光學材料，則為了得到偏光方向的所需旋轉角，其必需的厚度變得過大，而形成光量損失的原因，所以不佳。

而且，在上述的說明中，是將可變旋光單元 12 對照明光路固定地進行設置，但也可將該可變旋光單元 12 對照明光路可插拔地進行設置。而且，在上述的說明中，所示為使對晶圓 W 的 S 偏光和環帶照明組合的例子，但也可使對晶圓 W 的 S 偏光和 2 極、4 極、8 極等多極照明及圓形照明進行組合。

圖 10 所示為關於本實施形態的可變相位差單元之構成的概略圖。關於本實施形態的可變相位差單元 9，被配置在無焦透鏡 7 的瞳面或其附近，即照明光學系統(2~17)的瞳或其附近。因此，在環帶照明的情況下，對可變相位差單元 9，可入射具有以光軸 AX 為中心的大致環帶狀的斷面之光束。而且，在 8 極照明的情況下，對可變相位差單元 9，可入射具有例如以光軸 AX 為中心的 8 個大致圓形的斷面之光束。下面，為了使說明單純化，而對 8 極照明的情況進行說明。

參照圖 10，可變相位差單元 9 由沿以光軸 AX 為中心的圓的圓周方向配置之 8 個圓形的可變相位差構件 9a、9b、9c、9d、9e、9f、9g 及 9h 構成。各可變相位差構件 9a~9h 具有彼此相同的基本構成，具體地說，作為圖 3(a)所示的索累補償器，或作為圖 3(b)所示的巴俾涅補償器而分別構成。

而且，各可變相位差構件 9a~9h 通過例如圓形的外形的中心，而以與光軸 AX 平行(與 Y 方向平行)的軸線為中心旋轉自如地構成。作為一個例子，在以上述的周方向偏光狀態進行 8 極照明的情況下，如圖 11 所示，利用偏光狀態轉換裝置(3~5)的作用，用於構成入射可變相位差單元 9 的 8 極的光束 33 之 8 個圓形的光束 33a~33h，應該都為沿 Z 方向具有偏光方向的直線偏光。

但是，因在第 2 可變相位差構件 4 和可變相位差單元 9 之間的光路中所配置之光學構件的偏光特性等的影響，有時到達可變相位差單元 9 的光束的偏光狀態會由沿 Z 方向具有偏光方向之直線偏光狀態產生變化。作為單純的具體例子，如圖 11 所示，例如入射可變相位差單元 9 的可變相位差構件 9a 之圓形的光束 33a 會形成橢圓偏光狀態，或入射可變相位差構件 9h 的圓形的光束會形成在對 Z 方向傾斜的方向上具有偏光方向之直線偏光狀態。

在這種情況下，在本實施形態的可變相位差單元 9 中，為了使可變相位差構件 9a 作為 1/4 波長板正確地發揮機能，而對第 1 偏角稜鏡 21b 和第 2 偏角稜鏡 21c 的相對位置(或第 1 偏角稜鏡 22a 和第 2 偏角稜鏡 22b 的相對位置)進行調整。而且，為了使可變相位差構件 9h 作為 1/2 波長板正確地發揮機能，而對第 1 偏角稜鏡 21b 和第 2 偏角稜鏡 21c 的相對位置(或第 1 偏角稜鏡 22a 和第 2 偏角稜鏡 22b 的相對位置)進行調整。

接著，藉由將可變相位差構件 9a 在圍繞中心軸線的

預定角度位置上進行預定，而將橢圓偏光的入射光轉換為在 Z 方向上具有偏光方向之直線偏光的光。而且，藉由將可變相位差構件 9h 在圍繞中心軸線的預定角度位置上進行預定，而將直線偏光的入射光轉換為在 Z 方向上具有偏光方向之直線偏光的光。這樣，利用在照明瞳面或其附近所配置之作為偏光轉換元件的可變相位差單元 9 的作用，可使入射光的偏光狀態轉換為所需的偏光狀態(在具體例子中為沿 Z 方向具有偏光方向的直線偏光狀態)，進而可以所需的偏光狀態(例如圓周方向偏光狀態、直徑方向偏光狀態、在 Z 方向具有偏光方向的直線偏光狀態等)對罩幕 M 及晶圓 W 進行照明。即，藉由利用關於本實施形態的可變相位差單元 9，而局部地變更在照明瞳面或其附近位置上的偏光狀態，不只可由在照明瞳面或其附近具有所需的偏光狀態的分佈之照明光，對罩幕 M 及晶圓 W 進行照明，進而得到使所需的析像度和聚焦深度提高的效果，還可抑制在例如圖案的左右方向和上下方向上的非對稱誤差的產生。

另外，在上述的說明中，是著眼於進行 8 極照明的情況，但並不限定於此，在例如進行 2 極、4 極這種多極照明和環帶照明的情況下，也可同樣地利用作為偏光轉換元件的可變相位差單元 9 的作用，使入射光的偏光狀態轉換為所需的偏光狀態。而且，在上述的說明中，是將可變相位差單元 9 配置在無焦透鏡 7 的瞳面或其附近，但並不限定於此，通常也可配置在照明光學系統(2~17)的瞳面或其

附近。順便說一下，也可將可變相位差單元 9 對照明光路插拔自如地進行設置，或在照明光路中固定地進行設置。

而且，在上述的說明中，是進行調整以使通過了可變相位差單元 9 之後的 8 極狀的光束 33a~33h 都形成沿 Z 方向具有偏光方向的直線偏光狀態，但並不限定於此，也可進行調整而使通過了可變相位差單元 9 之後的光束形成各種偏光狀態。

而且，藉由根據偏光狀態測定部 18 的測定結果，從某調整狀態再對各可變相位差構件 9a~9h 更加積極地分別進行微調整，也可由更加多樣的偏光狀態的光，對作為被照射面的罩幕 M，進而為晶圓 W 進行照明。在這種情況下，控制部 Cont 通過圖 1 所示的驅動部 Drv2，對可變相位差單元 9 的各可變相位差構件 9a~9h 進行調整。

另外，也可將圖 5 所示的可變旋光單元 12 和圖 10 所示的可變相位差單元 9 組合使用。在這種情況下，利用可變相位差單元 9 控制照明光的橢圓偏光率，並利用可變旋光單元 12 控制偏光方向(在橢圓偏光的情況下為其長軸方向)為佳。此時，可在將可變相位差單元 9 和可變旋光單元鄰接的狀態下進行配置，也可在這些單元之間夾持中繼光學系統(7b、11)，並使這些單元 9、12 彼此形成共軛而進行配置。

圖 12(a)~圖 12(b)所示為關於本實施形態的另一可變相位差單元之構成的概略圖。圖 12(a)~圖 12(b)所示的可變相位差單元 19，如圖 12(a)所示，被配置在罩幕遮簾 16

的附近，即與照明光學裝置(1~17)的被照射面形成光學共軛的位置或其附近。因此，對可變相位差單元 19 上，不依存於環帶照明、多極照明和圓形照明等，而入射與罩幕 M 上的照明區域和晶圓 W 上的曝光區域(在掃描曝光的情況下為靜止曝光區域)大致相似之矩形狀的光束。

參照圖 12(b)，可變相位差單元 19 由在以光軸 AX 為中心的矩形狀的區域內大致稠密配置之多個圓形的可變相位差構件 19a、19b、19c、19d、19e、…構成。各可變相位差構件(19a~19e，…)具有彼此相同的基本構成，具體地說，作為圖 3(a)所示的索累補償器，或作為圖 3(b)所示的巴俾涅補償器而分別構成。

而且，各可變相位差構件(19a~19e，…)通過例如圓形的外形的中心，而以與光軸 AX 平行(與 Y 方向平行)的軸線為中心旋轉自如地構成。作為一個例子，當在具有沿 Y 方向的偏光方向之直線偏光狀態下，對罩幕 M 及晶圓 W 進行照明時，如圖 13 所示，利用偏光狀態轉換裝置(3~5)的作用，用於入射可變相位差單元 19 的各可變相位差構件(19a~19e，…)的光束，應該都為沿 Z 方向具有偏光方向的直線偏光。

但是，因在第 2 可變相位差構件 4 和可變相位差單元 19 之間的光路中所配置之光學構件的偏光特性等的影響，有時到達可變相位差單元 19 的光束的偏光狀態會由沿 Z 方向具有偏光方向之直線偏光狀態產生變化。作為單純的具體例子，如圖 13 所示，例如入射可變相位差單元 19

的可變相位差構件 19a 之光束會形成橢圓偏光狀態，或入射可變相位差構件 19e 的光束會形成在對 Z 方向傾斜的方向上具有偏光方向之直線偏光狀態。

在這種情況下，在圖 12(a)~圖 12(b)的可變相位差單元 9 中，為了使可變相位差構件 19a 作為 $1/4$ 波長板正確地發揮機能，而對第 1 偏角稜鏡 21b 和第 2 偏角稜鏡 21c 的相對位置(或第 1 偏角稜鏡 22a 和第 2 偏角稜鏡 22b 的相對位置)進行調整。而且，為了使可變相位差構件 19e 作為 $1/2$ 波長板正確地發揮機能，而對第 1 偏角稜鏡 21b 和第 2 偏角稜鏡 21c 的相對位置(或第 1 偏角稜鏡 22a 和第 2 偏角稜鏡 22b 的相對位置)進行調整。

接著，藉由將可變相位差構件 19a 在圍繞中心軸線的預定角度位置上進行預定，而將橢圓偏光的入射光轉換為在 Z 方向上具有偏光方向之直線偏光的光。而且，藉由將可變相位差構件 19e 在圍繞中心軸線的預定角度位置上進行預定，而將直線偏光的入射光轉換為在 Z 方向上具有偏光方向之直線偏光的光。這樣，利用在與被照射面光學共軛的位置或其附近所配置之作為偏光轉換元件的可變相位差單元 19 的作用，可使入射光的偏光狀態轉換為所需的偏光狀態(在具體例子中為沿 Z 方向具有偏光方向的直線偏光狀態)，進而可以所需的偏光狀態(例如在 Y 方向上具有偏光方向的直線偏光狀態)對罩幕 M 及晶圓 W 進行照明。即，藉由利用關於本實施形態的另一可變相位差單元 19，而局部地變更對被照射面(罩幕 M，晶圓 W)進行照明之光

的偏光狀態，可由在被照射面上具有所需的偏光狀態的分佈之照明光，對罩幕 M 及晶圓 W 進行照明，進而可抑制在晶圓 W 上所形成之圖案的線寬在曝光區域內的每位置上的參差不齊，並抑制所謂的磁場內線寬差的產生。

另外，可並用圖 5 的可變旋光單元和圖 10 的可變旋光單元，或圖 10 的可變相位差單元和圖 12(a)～圖 12(b)的可變相位差單元。在這種情況下，藉由使照明瞳面或其附近的偏光狀態局部地連續變更，且使對被照射面(罩幕 M，晶圓 W)進行照明的光的偏光狀態局部地連續變更，可由在照明瞳面或其附近具有所需的偏光狀態的分佈且在被照射面上具有所需的偏光狀態的分佈之照明光，對罩幕 M 及晶圓 W 進行照明，進而能夠抑制圖案的非對稱誤差的產生及磁場內線寬差的產生等。

另外，在上述的說明中，是將可變相位差單元 19 配置在罩幕遮簾 16 的附近。但是並不限定於此，除了在罩幕遮簾 16 的附近以外，也可在照明光學裝置(1～17)的被照射面的附近(例如罩幕 M 的附近)、與被照射面光學共軛的位置或該共軛的位置附近進行配置。順便說一下，也可將可變相位差單元 19 對照明光路插拔自如地進行設置，或在照明光路中固定地進行設置。而且，在進行掃描曝光的情況下，將多個圓形的可變相位差構件沿非掃描方向配置為佳，且使沿非掃描方向的配置形成交錯狀(或 Z 字形)為佳。

而且，在上述的說明中，是進行調整以使通過了可變相位差單元 19 之後的光束都形成沿 Z 方向具有偏光方向

的直線偏光狀態，但並不限定於此，也可進行調整而使通過了可變相位差單元 19 之後的光束形成各種偏光狀態。而且，藉由根據偏光狀態測定部 18 的測定結果，從某調整狀態再對各可變相位差構件(19a~19e, ...)更加積極地分別進行微調整，也可由更加多樣的偏光狀態的光，對作為被照射面的罩幕 M，進而為晶圓 W 進行照明。

在這種情況下，如圖 12(a)~圖 12(b)所示，控制部 Cont 接收來自偏光狀態測定部 18 的測定結果，控制用於驅動可變相位差單元 19 中的可變相位差構件 19a~19e 之驅動部 Drv4，並對可變相位差單元 19 所形成的相位差量的分佈進行調整，以使在作為被照射面的罩幕 M 或晶圓 W 上的光束的偏光狀態分佈形成所需的分佈。

而且，在上述的實施形態中，是在與照明光學裝置(1~17)的被照射面形成光學共軛的位置或其附近配置可變相位差單元 19，但也可取代該可變相位差單元而配置多個可變旋光單元。在這種情況下，各個可變旋光構件的形狀不為圖 5 所示的扇形，而為圓形較佳。利用這種構成，可由在被照射面上具有所需的偏光方向的分佈之照明光進行直線偏光照明。進而可由在被照射面上具有所需的偏光狀態的分佈之照明光進行偏光照明。另外，也可將這種可變旋光單元和可變相位差單元組合使用。在這種情況下，利用可變相位差單元控制照明光的橢圓偏光率，並利用可變旋光單元控制偏光方向(在橢圓偏光的情況下為其長軸方向)為佳。

而且，如在圖 14(a)～圖 14(b)中作為第 2 變形例所示地，作為可變旋光單元 80，可沿與非掃描方向(X 方向)對應的方向，配置形成楔形狀之由具有旋光性的光學材料(例如水晶)所形成的可變旋光構件 81a～81f。這些可變旋光構件 81a～81f 在與掃描方向對應的方向(Z 方向)上可動，且它們的移動量可利用由控制部 Cont 被控制並藉由與各可變旋光構件 81a～81f 連接的驅動單元 82a～82f 進行調整。

參照圖 14(b)，對各可變旋光構件 81a～81f 的作用進行說明。另外，在此將可變旋光構件 81f 作為代表進行說明。在圖 14(b)中，考慮沿可變旋光構件 81f 的移動方向(Z 方向)之多個位置 83f1～83f5。此時，將通過了遮簾 16 的孔徑部 16a 內的多個位置 83f1～83f5 之各光束的偏光狀態以 84f1～84f5 表示。對不通過可變旋光構件 81f 之光束的偏光狀態 84f1～84f3，通過了可變旋光構件 81f 之光束的偏光狀態 84f4、84f5，對應於可變旋光構件 81f 的光軸方向(Y 方向)的厚度，使入射的直線偏光的偏光方向圍繞光軸進行旋轉。

在此，考慮到掃描曝光，到達晶圓 W 上的一點之光束的偏光狀態可看作沿掃描方向的光束群的平均偏光狀態。在第 2 實施例中，對應於可變旋光構件 81f 的 Z 方向位置，可將沿 Z 方向之光束的偏光狀態 84f1～84f5 的平均偏光狀態進行變更，所以可將到達晶圓 W 上的一點之光束的偏光狀態進行變更。而且，藉由將沿非掃描方向的各可變旋光構件 81a～81f 的 Z 方向位置分別進行變更，可變更

在非掃描方向上的光束之偏光狀態的分佈。

另外，如圖 15 所示，可在可變旋光單元的各可變旋光構件 81a~81f 上，設置由光軸修正用的非晶質材料(例如石英)構成之楔形的光學構件 85a~85f(在圖 15 中只例示 85f)，並作為整體而形成平行平板狀。

圖 16(a)~圖 16(c)所示為關於第 3 變形例的可變旋光/移相單元之構成的概略圖。第 3 變形例是利用可變旋光器控制直線偏光的偏光方向(橢圓偏光的長軸方向的長度)，且利用可變移相器控制偏光的橢圓率。參照圖 16(a)所示的側面圖、圖 16(b)所示的上面圖及圖 16(c)所示的下面圖，旋光器 51~55 分別由結晶光學軸朝向光軸方向的水晶形成，而移相器 61~66 分別由結晶光學軸朝向光軸直交方向的水晶形成。

在此，旋光器 51 及移相器 61 形成四角錐形，旋光器 52~55 以及移相器 62~65 分別為(在包含光軸的面內的)斷面呈楔形，且從光軸方向看形成四分圓形。而且，為了消除移相器 61~65 的旋光作用，而使移相器 61~65 的結晶光學軸方向和移相器 66 的結晶光學軸方向彼此直交。而且，使旋光器 52~55 對旋光器 51 在以光軸為基準的半徑方向上可動地進行設置，使移相器 62~65 對移相器 61 在以光軸為基準的半徑方向上可動地進行設置。此時，旋光器 52~55 沿四角錐形的旋光器 51 的斜面可動為佳，移相器 62~65 沿四角錐形的移相器 61 的斜面可動為佳。

對應於旋光器 52~55 的半徑方向的位置，作為旋光

器全體的光軸方向的厚度局部地進行變更。而且，對應於移相器 62～65 的半徑方向位置，作為移相器全體的光軸方向的厚度局部地進行變更。因此，對通過旋光器 51、52 及移相器 61、62、66 的第 1 光束，通過旋光器 51、53 及移相器 61、63、66 的第 2 光束，通過旋光器 51、54 及移相器 61、64、66 的第 3 光束，以及通過旋光器 51、55 及移相器 61、65、66 的第 4 光束所分別賦予的旋光量及移相量可獨立地進行調整，所以能夠對第 1～第 4 光束的各個偏光狀態(偏光方向及橢圓率)獨立地進行調整。

另外，為了對移相量有效地進行調整(修正)，最好如本變形例那樣在可變移相單元(61～66)的入射側配置可變旋光單元(51～55)。在此，如在可變移相單元(61～66)的射出側配置可變旋光單元(51～55)，則可變移相單元(61～66)的移相器的結晶軸方位和入射可變移相器 61～66 的光的偏光方向有可能形成平行或垂直，此時對入射光無法賦予移相作用。在這種情況下，設置用於使可變相位單元(61～66)的移相器 61～66 的結晶軸在光軸直交面內沿任意的方向進行旋轉之移相器旋轉機構，或與具有不同方位的結晶軸之移相器可交換地進行設置為佳。像這樣從光的入射側開始，按照可變旋光單元及可變移相單元的順序進行配置，不只是本實施例，在後述的變形例及實施形態中也是有效的。

該可變旋光/移相單元(51～55；61～66)可取代圖 5 所示的可變旋光單元 12、圖 10 所示的可變相位單元 9，配置

在照明光學裝置的瞳面或其附近。此時，作為在照明光學裝置的瞳面上所形成的二次光源，可應用例如圖 17(a)所示的那種多極狀的二次光源 35a~35d。圖 17(b)所示為形成該多極狀的二次光源 35a~35d 的光束從可變移相單元(61~65)的移相器 62~65 射出時的位置關係。在該圖 17(a)~圖 17(b)的例子中，二次光源 35a~35d 的圓周方向的斷開處，以光軸為中心的方位角表示在 10 度以上。藉此，可不需要耗費用於在被分割的移相器(旋光器)的邊界處形成二次光源 35a~35d 的光。而且，可取代圖 12(a)~圖 12(b)所示的可變相位差單元 19，而在照明光學裝置的被照射面、該被照射面的附近或它們的共軛面上進行配置。

而且，在上述的例子中，是對通過 4 個區域的光束之旋光量及移相量獨立地進行控制，但區域的數目並不限定於 4 個，6 個或 8 個都可以。在此，在照明光(曝光光)的波長為 193nm 的情況下，水晶的旋光能為 90 度/228 μm ，移相量為 180 度/7 μm 。當使旋光器所形成的直線偏光方向的可變數為例如 ± 20 度，移相器所形成的相位調整量為 ± 10 度時，如使旋光器的楔形角為 7.2 度，則旋光器 52~55 所要求之半徑方向的衝程為 $\pm 1\text{mm}$ ，如移相器的楔形角為 0.35 度，則移相器 62~65 所要求之半徑方向的衝程為 100 μm 。

圖 18 所示為關於第 4 變形例的一對非球面旋光器之構成及作用的模式圖。在本變形例中，如圖 18 所示，在罩幕遮簾 16 的前側(光源側)配置第 1 非球面旋光器對 58，在罩幕遮簾 16 的後側(罩幕側)配置第 2 非球面旋光器對 59。

第 1 非球面旋光器對 58 包括 YZ 斷面為凹狀的旋光器 58a 和具有與該旋光器 58a 的凹面互補的凸面之光軸修正板 58b 的組合，第 2 非球面旋光器對 59 包括 YZ 斷面為凸狀的旋光器 59a 和具有與該旋光器 59a 的凸面互補的凹面之光軸修正板 59b 的組合。這些第 1 非球面旋光器對 58 及第 2 非球面旋光器對 59，採用一種依據光束的入射位置而使旋光器的厚度不同之構成。

具體地說，第 1 非球面旋光器對 58 如圖 19(a)所示，具有例如沿 Y 方向，在有效區域的中心使旋光量最小，且按照從中心的距離的二次函數而使旋光量向周邊無變化地 (monotony) 增大的這種二次凹形圖案的旋光量分佈。另一方面，第 2 非球面旋光器對 59 如圖 19(b)所示，具有例如沿 Y 方向，在有效區域的中心使旋光量最大，且按照從中心的距離的二次函數而使旋光量向周邊無變化地減少的這種二次凸形圖案的旋光量分佈。

而且，在本變形例中，是以第 1 非球面旋光器對 58 的有效區域的周邊之旋光量的最大值和中心的旋光量的最小值的差，與第 2 非球面旋光器對 59 的有效區域的中心之旋光量的最大值和周邊的旋光量的最小值的差相等之形態進行預定。即，第 1 非球面旋光器對 58 具有二次的凹狀圖案的旋光量分佈，第 2 非球面旋光器對 59 具有二次的凸狀圖案的旋光量分佈。結果，可使第 1 非球面旋光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59 具有互補的旋光量分佈。

而且，在本變形例中，是以第 1 非球面旋光器對 58(嚴

密地說為其凹面)和罩幕遮簾 16 的距離，與第 2 非球面旋光器對 59(嚴密地說為其凸面)和罩幕遮簾 16 的距離彼此相等之形態進行預定。下面，著眼於在作為被照射面的罩幕 M(或作為最終的被照射面的晶圓 W)上到達與光軸 AX 相交的中心點 P1 之光線，到達從中心點 P1 到沿+Y 方向只離開預定距離的點 P2 之光線，及到達從中心點 P1 到沿-Y 方向只離開預定距離的點 P3 之光線。

在此，考慮只介入有具有二次的凹狀圖案的旋光量分佈之第 1 非球面旋光器對 58 的情況。在圖 18 中，第 1 非球面旋光器對 58 和罩幕遮簾 16 之間的 3 個標繪圖(A)，表示在第 1 非球面旋光器對 58 和罩幕遮簾 16 之間的光路中行進的，關於點 P1、P2、P3 的光束之各個孔徑內旋光量的分佈，罩幕遮簾 16 和第 2 非球面旋光器對 59 之間的 3 個標繪圖(B)，表示在罩幕遮簾和第 2 非球面旋光器對 59 之間的光路中行進的，關於點 P1、P2、P3 的光束之各個孔徑內旋光量的分佈。

而且，第 2 非球面旋光器對 59 和成像光學系統 17(或成像光學系統 17 和投影光學系統 PL)之間的 3 個標繪圖(C)，表示在第 2 非球面旋光器對 59 和成像光學系統 17(或成像光學系統 17 和投影光學系統 PL)之間的光路中行進的，關於點 P1、P2、P3 的光束之各個孔徑內旋光量的分佈，成像光學系統 17(或成像光學系統 17 和投影光學系統 PL)和被照射面(M，W)之間的 3 個標繪圖(D)，表示在成像光學系統 17(或成像光學系統 17 和投影光學系統 PL)和被

照射面(M, W)之間的光路中行進的，關於點 P1、P2、P3 的光束之各個孔徑內旋光量的分佈。在這些標繪圖(A)~(D)中，於縱軸上取旋光量，橫軸上取數值孔徑 NA。

在此，根據標繪圖(A)，在第 1 非球面旋光器對 58 和罩幕遮簾 16 之間，關於中心點 P1 的孔徑內旋光量形成凹狀圖案，關於點 P2 的孔徑內旋光量分佈形成傾斜圖案，關於點 P3 的孔徑內旋光量分佈形成與點 P2 的傾斜圖案在傾斜方向上相反的傾斜圖案。如標繪圖(B)所示，在通過了罩幕遮簾 16(中間成像點)後，關於中心點 P1 的孔徑內旋光量分佈保持凹狀圖案，但關於點 P2 的孔徑內旋光量分佈和關於點 P3 的孔徑內旋光量分佈形成傾斜方向相反的傾斜圖案。

另外，除了第 1 非球面旋光器對 58 以外，如還介入有具有二次的凸狀圖案的旋光量分佈之第 2 非球面旋光器對 59，則利用第 2 非球面旋光器對 59 的作用，如圖 18 的標繪圖(C)及(D)所示，使關於中心點 P1 的旋光量分佈從凹狀圖案返回均勻的圖案，而變化關於點 P2 及點 P3 的旋光量分佈的傾斜圖案的度被更加加重之傾斜圖案。

換言之，利用第 1 修正非球面旋光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59 的協動作，使關於中心點 P1(及與 P1 具有相同的 Y 座標的點)的旋光量分佈不進行變化，關於點 P2(及與 P2 具有相同的 Y 座標的點)的旋光量分佈變化為線形的傾斜圖案，關於點 P3(及與 P3 具有相同座標的點)的旋光量分佈變化為與點 P2 的傾斜圖案在傾斜方向上相

反，且傾斜的程度相等之線形的傾斜圖案。另外，關於點 P2 及點 P3 的旋光量分佈之線形的傾斜調整的程度，依存於點 P2 及點 P3 與中心點 P1 相隔的沿 Y 方向的距離。

即，從中心點 P1 沿 Y 方向離開越遠，關於該點的旋光量分佈之線形傾斜調整的程度越大。而且，參照圖 18 可明確知道，第 1 非球面旋光器對 58 及第 2 非球面旋光器對 59 從罩幕遮簾 16 離開變得越大，到達被照射面上的各點之光線分別通過第 1 非球面旋光器對 58 及第 2 非球面旋光器對 59 的區域(以下稱作〔部分(partial)區域〕)的尺寸，且關於各點的旋光量分佈之線形的傾斜調整的程度也增大。當然，如將第 1 非球面旋光器對 59 及第 2 非球面旋光器對 59 的旋光量分佈的變化程度預定得更大，則關於各點的旋光量分佈之線形的傾斜調整的程度也增大。

而且，如上所述，在本變形例中，第 1 非球面旋光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59 具有互補的旋光量分佈，且第 1 非球面旋光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59 將罩幕遮簾 16 夾於中間並預定在相等的距離上，所以關於被照射面上的各點之部分區域的位置及尺寸，在第 1 非球面旋光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59 上大致一致。結果，因第 1 非球面旋光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59 的協動作用，關於被照射面上的各點之旋光量分佈雖然在每一點上分別進行調整，但被照射面上的旋光量分佈實質上沒有變化。

如以上所說明的那樣，在本實施例中，第 1 非球面旋

光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59，構成一種用於將關於被照射面(M,W)上的各點之旋光量分佈分別獨立地進行調整的調整裝置，換言之，在本變形例中，第 1 非球面旋光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59，構成用於對到達被照射面(M,W)上的各點之光束的孔徑內的偏光狀態獨立地進行調整的調整裝置。結果，在本變形例的曝光裝置中，可大致均勻地維持被照射面(M,W)上的旋光量分佈，且將被照射面上的各點的偏光狀態分佈分別調整成所需的分佈，所以能夠將罩幕 M 的細微圖案在曝光區域的全體範圍內，以所需的線寬在晶圓 W 上忠實地進行轉印。

另外，在以上的說明中，第 1 非球面旋光器對 58 和第 2 非球面旋光器對 59 將罩幕遮簾 16 夾在中間並預定在相等的距離上，但將與作為最終的被照射面即晶圓 W 光學共軛的共軛面夾在中間並在等距離，具體地說將例如罩幕 M 夾在中間並在等距離上進行預定，也可得到與上述的實施形態同樣的效果。而且，在上述的說明中，第 1 非球面旋光器對 58 具有二次的凹狀圖案的旋光量分佈，且第 2 非球面旋光器對 59 具有二次的凸狀圖案的旋光量分佈，但在第 1 非球面旋光器對 58 具有二次的凸狀圖案的旋光量分佈，且第 2 非球面旋光器對 59 具有二次的凹狀圖案的旋光量分佈之情況下，也可得到與上述的變形例同樣的效果。

而且，在上述的說明中，第 1 非球面旋光器對 58 及第 2 非球面旋光器對 59 為了賦予預定的圖案的旋光量分佈，而利用由結晶軸與光軸平行定位的水晶所構成的旋光

器，但也可作為替代，將例如由結晶軸與光軸被垂直定位的水晶所構成之移相器和光軸修正板進行組合，而利用第 1 非球面移相器對及第 2 非球面移相器對。在這種情況下，例如第 1 非球面移相器對包括 YZ 斷面為凹狀的移相器和具有與該移相器的凹面互補的凸面之光軸修正板的組合，第 2 非球面移相器對包括 YZ 斷面為凸狀的移相器和具有與該移相器的凸面互補的凹面之光軸修正板的組合。在這些第 1 非球面移相器對及第 2 非球面移相器對中，採用依據光束的入射位置而使移相器的厚度不同之構成。

具體地說，第 1 非球面移相器對如圖 19(c)所示，具有例如沿 Y 方向在有效區域的中心使移相量最小，且按照從中心的距離的二次函數而使移相量向周邊無變化地增大這種二次凹形圖案的移相量分佈。另一方面，第 2 非球面移相器對如圖 19(d)所示，具有例如沿 Y 方向，在有效區域的中心使移相量最大，且按照從中心的距離的二次函數而使移相量向周邊無變化地減少這種二次凸形圖案的移相量分佈。利用這些第 1 非球面移相器對和第 2 非球面移相器對，可分別獨立地調整關於被照射面上的各點之移相量分佈。換言之，可利用第 1 非球面移相器對和第 2 非球面移相器對，將到達被照射面(M, W)上的各點之光束的孔徑內的偏光狀態獨立地進行調整。另外，也可將該非球面移相器對和上述的非球面旋光器對這兩者進行組合。

而且，在上述的說明中，第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 及第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 具有二次的圖案

的旋光量(移相量)分佈，且並不限定於此，關於對第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 及第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 所賦予的旋光量(移相量)分佈的圖案，可有各種各樣的變形例。具體地說，例如第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 如圖 20(a)、圖 20(c)所示，也可為第 5 變形例，即具有按照例如從有效區域的中心開始之沿 Y 方向的距離的四次函數，而從中心向周邊，使透過率一旦增大後進行減少這種四次的 M 字形圖案的旋光量(移相量)分佈。

在該第 5 變形例中，第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 如圖 20(b)、(d)所示，具有按照從有效區域的中心開始之沿 Y 方向的距離的四次函數，而從中心向周邊，使旋光量(移相量)一旦減少後進行增大這種四次的 W 字形圖案的旋光量(移相量)分佈。在這種情況下，如將第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 的旋光量(移相量)分佈和第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 的旋光量(移相量)分佈互補地進行預定，則可得到與上述變形例同樣的效果。但是，因為第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 的旋光量(移相量)分佈和第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 具有四次的圖案的旋光量(移相量)，所以可得到不是線形的傾斜調整，而是三次函數的傾斜調整效果。另外，第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 及第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 的圖案的旋光量(移相量)分佈，也可在四次以上。

而且，在上述的說明中，對第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 及第 2 非球面旋光器(移相器)對 59，賦予沿 Y 方向

的一維旋光量(移相量)，即旋光器(移相器)為圓柱透鏡狀，但關於一維旋光量(移相量)分佈的變化方向，可有各種各樣的變形例。而且，也可對第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 及第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 賦予二維的旋光量(移相量)分佈。而且，也可將應賦予第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 及第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 的旋光量(移相量)分佈，按照另外的適當函數進行規定。作為一個例子，藉由利用例如後面將進行說明的任尼克多項式(Zernike polynomials)，將第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 及第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 的旋光量(移相量)分佈進行規定，可隨著使關於被照射面上的各點之孔徑內偏光狀態分佈形成多種形態，而在每一點分別進行調整。

然而，在上述的變形例中，是利用由結晶軸與光軸被垂直定位的水晶所構成的移相器，構成第 1 非球面移相器對和第 2 非球面移相器對，但作為移相器並不限定於水晶，也可應用例如由氟化鎂(MgF_2)等呈現雙折射性的水晶材料所形成的移相器，由具有應力變形分佈的光透過性材料所形成的移相器，由包含具有構造雙折射性的圖案之光透過性材料所形成的移相器等各種各樣的移相器。

另外，在上述的變形例中，是將第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 的透過率分佈和第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 的旋光量(移相量)分佈互補地進行預定，但並不限定於此，也可為將與對第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 的旋光量(移相量)分佈互補的旋光量(移相量)分佈實質上不同之

旋光量(移相量)分佈，賦予第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 之變形例。在該變形例中，可依據對第 1 非球面旋光器(移相器)對 59 的旋光量分佈互補的旋光量(移相量)分佈，和第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 的旋光量(移相量)分佈之差，調整被照射面上的偏光狀態的分佈，能夠將被照射面上的偏光狀態的分佈大致一定地進行維持，且將被照射面上的各點的孔徑內之偏光狀態的分佈分別大致均勻地進行調整。

同樣，作為對被照射面上的偏光狀態的分佈積極地進行調整之變形例，也可將罩幕遮簾 16 夾在中間，而將第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 和第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 在彼此不同的距離上進行預定。在這種情況下，可依據罩幕遮簾 16 和第 1 非球面旋光器(移相器)對 58 的距離，與罩幕遮簾 7 和第 2 非球面旋光器(移相器)對 59 的距離之差，對被照射面上的偏光狀態的分佈進行調整，進而能夠將被照射面上的偏光狀態的分佈大致一定地進行維持，且將被照射面上的各點的孔徑內之偏光狀態的分佈分別大致均勻地進行調整。

而且，在上述的說明中，藉由利用一對非球面旋光器(移相器)對(58,59)，而將被照射面上的偏光狀態的分佈大致均勻地進行維持或調整，且將被照射面上的各點的孔徑內之偏光狀態的分佈分別大致均勻地進行調整。但是，並不限定於此，通常也可利用由具有預定的旋光量分佈或移相量分佈之多個非球面旋光器或非球面移相器所構成的調

整裝置，得到本發明的效果。即，對構成調整裝置的非球面旋光器(移相器)的數目及配置，可有各種各樣的變形例。

具體地說，也可為例如圖 21 所示，利用具有依據入射位置而旋光量(移相量)不同的旋光量(移相量)分佈之 3 個非球面旋光器(移相器)71a~71c 的第 6 變形例。在圖 21 的第 6 變形例中，於微型複眼透鏡 13 和罩幕遮簾 16 之間的聚光光學系統 15 的光路中，使第 1 非球面旋光器(移相器)及第 2 非球面旋光器(移相器)71b 從光源側開始依次配置，並在聚光光學系統 15 和罩幕遮簾 16 之間的光路中，配置第 3 非球面旋光器(移相器)71c。

在這種情況下，如圖 22(a)~圖 22(c)所示，軸上光束(到達罩幕遮簾 16 和光軸 AX 的交點之光束)分別通過非球面旋光器(移相器)71a~71c 的區域，即軸上部分區域 71aa、71ba、71ca，在每非球面旋光器(移相器)71a~71c 各不相同。同樣，軸外光束(到達從光軸 AX 離開的罩幕遮簾 16 上的點之光束)分別通過非球面旋光器(移相器)71a~71c 的區域即軸外部分區域 71ab、71bb、71cb，也在每非球面旋光器(移相器)71a~71c 各不相同。

在該第 6 變形例中，藉由對各非球面旋光器(移相器)71a~71c 的旋光量(移相量)分佈、各非球面旋光器(移相器)71a~71c 上的軸上部分區域及軸外部分區域的位置及尺寸等酌情進行預定，可將被照射面上的偏光狀態的分佈大致均勻地進行調整，且將被照射面上的各點之孔徑內的偏光狀態的分佈分別大致均勻地進行調整。另外，通常

利用具有依據入射位置而使旋光量(移相量)變化的預定的旋光量(移相量)分佈之多個非球面旋光器(移相器)所構成的調整裝置，對各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈、各非球面旋光器(移相器)上的軸上部分區域及軸外部分區域的位置及尺寸等酌情進行預定，可得到本發明的效果。

下面，考慮一種對將從光源 1 到投影光學系統 PL 作為被照射面的晶圓 W 進行照明之照明光學裝置，並對該照明光學裝置(1~PL)的調整方法進行說明。另外，在本實施形態中，為了使調整方法的說明簡潔化，可利用具有預定的旋光量(移相量)分佈的多個(2 個或 2 個以上)非球面旋光器(移相器)，可將被照射面(預定有晶圓 W 的面)上的偏光狀態的分佈大致均勻地進行調整，且將被照射面上的各點之孔徑內的偏光狀態的分佈分別大致均勻地進行調整。

圖 23 所示為關於本實施形態的照明光學裝置之調整方法的各工程的概略流程圖。如圖 23 所示，在關於本實施形態的照明光學裝置(1~PL)的調整方法中，得到關於被照射面上的多個點之孔徑內的偏光狀態的分佈(瞳偏光狀態分佈)及被照射面上的偏光狀態的分佈(S11)。具體地說，在分佈獲得工程 S11 中，根據照明光學裝置(1~PL)的設計資料，計算出關於被照射面上的多個點之孔徑內的偏光狀態的分佈及被照射面上的偏光狀態的分佈。

在此，作為照明光學裝置(1~PL)的設計資料，利用例如從微型複眼透鏡 13 的稍後處到晶圓 W 的稍前處之光學

系統(15~PL)的資料，即各光學面的曲率半徑、各光學面的軸上間隔、形成各光學構件的光學材料的折射率及種類、使用光的波長、各光學構件的旋光量(移相量)、防反射膜和反射膜的入射角度特性(旋光量和移相(延遲)量)等資料。另外，關於根據設計資料而計算出關於被照射面上的多個點之孔徑內的偏光狀態的分佈，可參照例如美國專利第 6,870,668 號公報。

或者，也可在分佈獲得工程 S11 中，在實際上所製造的每個裝置，測定關於被照射面上的多個點之孔徑內的偏光狀態的分佈及被照射面上的偏光狀態的分佈。具體地說，關於被照射面上的多個點之孔徑內的偏光狀態的分佈以及被照射面上的偏光狀態的分佈，可利用例如圖 2 所示的偏光狀態測定部 18 進行測定。

在本實施形態中，作為關於被照射面上的多個點之孔徑內(關於被照射面上的多個點的各個之瞳內)的偏光狀態分佈，可利用由史托克士參數(S_0 , S_1 , S_2 , S_3)所規定之特定偏光度(DSP_1 , DSP_2 , DSP_3)的分佈。在此，特定偏光度 DSP_1 由關於通過瞳上的一點而到達像面上的一點的光線之史托克士參數 S_1 對史托克士參數 S_0 的比 S_1/S_0 所表示。同樣，特定偏光度 DSP_2 由關於通過瞳上的一點而到達像面上的一點的光線之史托克士參數 S_2 對史托克士參數 S_0 的比 S_2/S_0 所表示，特定偏光度 DSP_3 由關於通過瞳上的一點而到達像面上的一點的光線之史托克士參數 S_3 對史托克士參數 S_0 的比 S_3/S_0 所表示。在此， S_0 為全強度， S_1 為

水準直線偏光強度減去垂直直線偏光強度， S_2 為 45 度直線偏光強度減去 135 度直線偏光強度， S_3 為右旋轉圓偏光強度減去右旋轉圓偏光強度。

接著，在本實施形態的調整方法中，對藉由根據設計資料的計算或利用偏光狀態測定部 18 的測定而得到的關於被照射面上的多個點之孔徑內的偏光狀態的分佈及被照射面的偏光狀態的分佈，是否分別在所需的程度大致均勻進行判定(S12)。在判定工程 S12 中，如判定為孔徑內的偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈中的至少一個在所需的程度並不大致均勻(圖中 NO 的情況)，則進到非球面旋光器(移相器)的設計工程 S13。另一方面，在判定工程 S12 中，如判定為孔徑內的偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈這兩者在所需的程度大致均勻(圖中 YES 的情況)，則進到非球面旋光器(移相器)的形狀決定工程 S15。

在設計工程 S13 中，為了對關於被照射面上的多個點之孔徑內的偏光狀態的分佈分別獨立地進行調整，且依據需要對被照射面的偏光狀態的分佈進行調整，以使孔徑內的偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈這兩者在所需的程度變得大致均勻，而決定(計算出)應分別賦予多個非球面旋光器(移相器)的所需的旋光量(移相量)分佈。具體地說，參照所計算或測定的孔徑內的偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈之資訊，預先預定使用的非球面旋光器(移相器)的數目及位置，並為了將被照射面上的偏光狀態的分佈大致均勻地維持或調整，且將被照射面上的各點之孔徑內的偏光

狀態的分佈大致均勻地進行調整，而求應對各非球面旋光器(移相器)所賦予的旋光量(移相量)分佈。

接著，在將賦予了設計工程 S13 所決定的旋光量(移相量)分佈之多個非球面旋光器(移相器)，分別在預定位置上進行配置的狀態下，即非球面旋光器(移相器)的搭載狀態下，計算關於被照射面上的多點之孔徑內的偏光狀態的分佈(瞳偏光狀態分佈)及被照射面上的偏光狀態的分佈(S14)。具體地說，在分佈計算工程 S14 中，除了上述的設計資料資訊以外，還參照關於各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈及位置的資訊，計算孔徑內的偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈。

接著，對由分佈計算工程 S14 所計算出的關於被照射面上的多個點之孔徑內的偏光狀態的分佈及被照射面上的偏光狀態的分佈，是否在所需的程度大致均勻進行判定(S12)。在判定工程 S12 中，如判定為孔徑內的偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈中的至少一個在所需的程度並不大致均勻(圖中 NO 的情況)，則再次返回到非球面旋光器(移相器)的設計工程 S13。另一方面，在判定工程 S12 中，如判定為孔徑內的偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈這兩者在所需的程度大致均勻(圖中 YES 的情況)，則進到非球面旋光器(移相器)的形狀決定工程 S15。

在例如試行錯誤式地將設計工程 S13 和分佈計算工程 S14 進行反復而進入到的形狀決定工程 S15 中，決定為了實現由設計工程 S13 計算出的所需的旋光量(移相量)分佈

(應賦予各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈)所必需之非球面旋光器(移相器)的面形狀。最後，製造具有形狀決定工程 S15 所決定的面形狀之多個非球面旋光器(移相器)及與該面形狀具有互補的面形狀之光軸修正板，並將所製造的各非球面旋光器(移相器)分別組入到光學系統中的預定的位置(S16)。如上所述，形狀決定工程 S15 及製造搭載工程 S16，構成分別形成具有所需的旋光量(移相量)分佈之多個非球面旋光器(移相器)並進行配置的調整工程。這樣，結束本實施形態的調整方法。

下面，作為本實施形態的變形例，對能夠無試行錯誤地、簡易且正確地求取應賦予各非球面旋光器(移相器)的所需的旋光量(移相量)分佈之調整方法進行說明。圖 24 所示為關於本實施形態的變形例的調整方法之各工程的概略流程圖。在圖 24 所示的變形例的調整方法中，與圖 23 所示的調整方法同樣地，得到關於被照射面上的多點之瞳內的偏光狀態的分佈(瞳內偏光狀態分佈或瞳偏光狀態分佈)及被照射面上的偏光狀態的分佈(S21)。具體地說，在分佈獲得工程 S21 中，根據照明光學裝置(1~PL)的設計資料，計算關於被照射面上的多點之瞳內偏光狀態分佈及被照射面上的偏光狀態的分佈。或者，利用上述的偏光測定部 18，在實際所製造的每裝置內關於被照射面上的多個點之瞳內偏光狀態分佈及被照射面的偏光狀態的分佈進行測定。

接著，與圖 23 所示的調整方法同樣地，對藉由根據

設計資料的計算或利用偏光狀態測定部 18 的測定而得到的關於被照射面上的多個點之瞳內偏光狀態的分佈及被照射面的偏光狀態的分佈，是否分別在所需的程度大致均勻進行判定(S22)。在判定工程 S22 中，如判定為瞳內偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈中的至少一個在所需的程度並不大致均勻的情況(圖中 NO 的情況)，則進到瞳內偏光狀態分佈的近似工程 S23。另一方面，在判定工程 S22 中，如判定為瞳內偏光狀態的分佈及偏光狀態的分佈中這兩者在所需的程度大致均勻(圖中 YES 的情況)，則進到非球面旋光器(移相器)的形狀決定工程 S27。

在瞳內偏光狀態分佈的近似工程 S23 中，將由分佈獲得工程 S21 所得到的關於被照射面上的各點之瞳內偏光狀態分佈，由作為照明瞳面的瞳座標的函數之預定的多項式進行近似。例如在本實施形態中，當進行例如 2 極照明和環帶照明時，利用任尼克環狀多項式(Zernike Annular polynomials)多項式，將照明光在瞳內的偏光狀態的分佈，利用特定偏光度 $DSP(DSP_1, DSP_2, DSP_3)$ 的分佈進行表現。這是因為，在環帶照明中，瞳內的有效光源區域的形狀為圓環形(環帶形)，在 2 極照明中瞳內的 2 極狀的有效光源區域佔據圓環形的區域的一部分。在用於表示特定偏光度 DSP 的瞳內的分佈之任尼克環狀多項式的表現中，作為座標系統利用瞳極座標 (ρ, θ) ，作為直交函數系統利用任尼克環狀的圓柱函數。

即，特定偏光度 $DSP(\rho, \theta)$ 利用任尼克環狀的圓柱函

數 $AZ_i(\rho, \theta)$ ，如下式(b)那樣進行展開。

$$\begin{aligned} DSP(\rho, \theta) &= \sum C_i \cdot AZ_i(\rho, \theta) \\ &= C_1 \cdot AZ_1(\rho, \theta) + C_2 \cdot AZ_2(\rho, \theta) \\ &\quad \cdots + C_n \cdot AZ_n(\rho, \theta) \quad (b) \end{aligned}$$

在此， C_i 為任尼克環狀多項式的各項的係數。下面，在任尼克環狀多項式的各項的函數系統 $AZ_i(\rho, \theta)$ 中，只將關於第 1 項～第 16 項的函數 $AZ_1 \sim AZ_{16}$ 以下表(1)進行表示。另外，在函數 $AZ_2 \sim AZ_{16}$ 中含有的 $[\varepsilon]$ ，為在瞳內有效光源區域佔據部分或全體之圓環狀的區域的環帶比(圓環狀的區域的內徑/外徑 = $\sigma_{\text{inner}} / \sigma_{\text{outer}}$)。

[表 1]

表(1)

AZ1	1
AZ2	$\frac{\rho \cos \theta}{\sqrt{1+\varepsilon^2}}$
AZ3	$\frac{\rho \sin \theta}{\sqrt{1+\varepsilon^2}}$
AZ4	$\frac{2\rho^2-1-\varepsilon^2}{1-\varepsilon^2}$
AZ5	$\frac{\rho^2 \cos 2\theta}{\sqrt{1+\varepsilon^2+\varepsilon^4}}$
AZ6	$\frac{\rho^2 \sin 2\theta}{\sqrt{1+\varepsilon^2+\varepsilon^4}}$
AZ7	$\frac{(3\rho^3(1+\varepsilon^2)-2\rho(1+\varepsilon^2+\varepsilon^4))\cos\theta}{(1-\varepsilon^2)\sqrt{(1+\varepsilon^2)(1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)}}$
AZ8	$\frac{(3\rho^3(1+\varepsilon^2)-2\rho(1+\varepsilon^2+\varepsilon^4))\sin\theta}{(1-\varepsilon^2)\sqrt{1+5\varepsilon^2+5\varepsilon^4+\varepsilon^6}}$
AZ9	$\frac{6\rho^4-6\rho^2(1+\varepsilon^2)+(1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)}{(1-\varepsilon^2)^2}$
AZ10	$\frac{\rho^3 \cos 3\theta}{\sqrt{1+\varepsilon^2+\varepsilon^4+\varepsilon^6}}$
AZ11	$\frac{\rho^3 \sin 3\theta}{\sqrt{1+\varepsilon^2+\varepsilon^4+\varepsilon^6}}$
AZ12	$\frac{\sqrt{(1-\varepsilon^2)}(4\rho^4(1+\varepsilon^2+\varepsilon^4)-3\rho^2(1+\varepsilon^2+\varepsilon^4+\varepsilon^6))\cos 2\theta}{\sqrt{1+4\varepsilon^2+10\varepsilon^4+4\varepsilon^6+\varepsilon^8}}$
AZ13	$\frac{\sqrt{(1-\varepsilon^2)}(4\rho^4(1+\varepsilon^2+\varepsilon^4)-3\rho^2(1+\varepsilon^2+\varepsilon^4+\varepsilon^6))\sin 2\theta}{\sqrt{1+4\varepsilon^2+10\varepsilon^4+4\varepsilon^6+\varepsilon^8}}$
AZ14	$\frac{(10\rho^5(1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)-12\rho^3(1+4\varepsilon^2+4\varepsilon^4+\varepsilon^6)+3\rho(1+4\varepsilon^2+10\varepsilon^4+4\varepsilon^6+\varepsilon^8))\cos\theta}{(1-\varepsilon^2)^2\sqrt{1+13\varepsilon^2+46\varepsilon^4+46\varepsilon^6+13\varepsilon^8+\varepsilon^{10}}}$
AZ15	$\frac{(10\rho^5(1+4\varepsilon^2+\varepsilon^4)-12\rho^3(1+4\varepsilon^2+4\varepsilon^4+\varepsilon^6)+3\rho(1+4\varepsilon^2+10\varepsilon^4+4\varepsilon^6+\varepsilon^8))\sin\theta}{(1-\varepsilon^2)^2\sqrt{1+13\varepsilon^2+46\varepsilon^4+46\varepsilon^6+13\varepsilon^8+\varepsilon^{10}}}$
AZ16	$\frac{20\rho^6-30\rho^4(1+\varepsilon^2)+12\rho^2(1+3\varepsilon^2+\varepsilon^4)-(1+9\varepsilon^2+9\varepsilon^4+\varepsilon^6)}{(1-\varepsilon^2)^3}$

$$\varepsilon = \frac{\sigma_{\text{inner}}}{\sigma_{\text{outer}}}$$

另一方面，在例如圓形照明的情況下，利用邊緣任尼克多項式(Fringe Zernike polynomials)，將照明光在瞳內的偏光狀態的分佈，利用特定偏光度 DSP(DSP₁、DSP₂、DSP₃)的分佈進行表現。這是因為，在圓形照明中，瞳內的有效光源區域的形狀為圓形。在用於表示特定偏光度 DSP 的瞳內的分佈之邊緣任尼克多項式的表現中，作為座標系統利用瞳極座標(ρ, θ)，作為直交函數系統利用邊緣任尼克 e 的圓柱函數。

即，特定偏光度 DSP(ρ, θ)利用邊緣任尼克 e 的圓柱函數 FZi(ρ, θ)，如下式(c)那樣進行展開。

$$\begin{aligned} \text{DSP}(\rho, \theta) &= \sum B_i \cdot \text{FZi}(\rho, \theta) \\ &= B_1 \cdot \text{FZ1}(\rho, \theta) + B_2 \cdot \text{FZ2}(\rho, \theta) \\ &\quad \cdots + B_n \cdot \text{FZn}(\rho, \theta) \quad (\text{c}) \end{aligned}$$

在在此， B_i 為邊緣任尼克多項式的各項的係數。下面，在邊緣任尼克多項式的各項的函數系統 FZi(ρ, θ)中，只將關於第 1 項～第 16 項的函數 FZ1～FZ16 以下表(2)進行表示。

表(2)

F Z 1 :	1
F Z 2 :	$\rho \cos \theta$
F Z 3 :	$\rho \sin \theta$
F Z 4 :	$2 \rho^2 - 1$
F Z 5 :	$\rho^2 \cos 2 \theta$
F Z 6 :	$\rho^2 \sin 2 \theta$
F Z 7 :	$(3 \rho^2 - 2) \rho \cos \theta$
F Z 8 :	$(3 \rho^2 - 2) \rho \sin \theta$
F Z 9 :	$6 \rho^4 - 6 \rho^2 + 1$
F Z 10 :	$\rho^3 \cos 3 \theta$
F Z 11 :	$\rho^3 \sin 3 \theta$
F Z 12 :	$(4 \rho^2 - 3) \rho^2 \cos 2 \theta$
F Z 13 :	$(4 \rho^2 - 3) \rho^2 \sin 2 \theta$
F Z 14 :	$(10 \rho^4 - 12 \rho^2 + 3) \rho \cos \theta$
F Z 15 :	$(10 \rho^4 - 12 \rho^2 + 3) \rho \sin \theta$
F Z 16 :	$20 \rho^6 - 30 \rho^4 + 12 \rho^2 - 1$
.	
.	
.	

接著，在本變形例的調整方法中，根據近似工程 S23 所得到的任尼克多項式中的各項的係數 C_i ，對關於各點的偏光狀態的分佈利用作為像面極座標 (h, α) 及瞳極座標 (ρ, θ) 的函數的偏光狀態分佈多項式進行評價(S24)。具體地說，在評價工程 S24 中，預定將關於各點的偏光狀態的分佈作為像面極座標 (h, α) 及瞳極座標 (ρ, θ) 的函數

進行表示之偏光狀態分佈多項式。另外，關於偏光狀態分佈多項式的預定，可參照美國專利之第 US2003/0206289 號公報和日本專利早期公開之 2005-12190 號公報。

在上述的公報等中，是預定將投影光學系統的波面像差作為像面極座標(h, α)及瞳極座標(ρ, θ)的函數進行表示之像差多項式(aberration polynomial)，但很明顯可利用同樣的方法預定偏光狀態分佈多項式。這樣，在評價工程 S24 中，根據近似工程(S23)所得到的任尼克多項式中的各項任尼克係數 C_i ，決定偏光狀態分佈多項式中的各項的係數，進而將關於各點的偏光狀態的分佈利用偏光狀態分佈多項式進行表示並評價。

具體地說，如上述的公報等所揭示的，著眼於例如特定項的任尼克函數 Z_i ，根據對應的任尼克係數 C_i 的像面內分佈(各點上的係數 C_i 的分佈)，利用例如最小二乘方法決定偏光狀態分佈多項式中的特定項的係數。另外，著眼於其他的特定項的任尼克函數 Z_i ，根據對應的任尼克係數 C_i 的像面內分佈，利用例如最小二乘方法依次決定偏光狀態分佈多項式中的其他的項的係數。

這樣，在評價工程 S24 中，最終得到用於同時表現偏光狀態分佈的瞳內分佈及像面內分佈之偏光狀態分佈多項式。這樣，藉由利用同時表現偏光狀態分佈的瞳內分佈及像面內分佈之偏光狀態分佈多項式，可將偏光狀態分佈解析性地進行分解，與利用電腦試行錯誤式地進行數值最適化的方法相比，能夠迅速且正確地計算出光學調整解。即，

由於利用偏光狀態分佈多項式容易把握偏光狀態分佈狀況的特徵，所以光學調整的預測容易提出。

接著，在非球面旋光器(移相器)的設計工程 S25 中，為了對關於被照射面上的多個點之偏光狀態的分佈分別獨立地進行調整，且依據需要對被照射面的偏光狀態的分佈進行調整，以使瞳偏光狀態及被照射面內的偏光狀態的分佈這兩者在所需的程度變得大致均勻，而決定(計算出)應分別賦予多個非球面旋光器(移相器)的所需的旋光量(移相量)分佈。具體地說，首先依據需要，將分佈獲得工程 S21 所得到的被照射面(像面)的偏光狀態的分佈，利用作為像面極座標(h, α)的函數的任尼克多項式預先進行近似。

而且，將應賦予各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈，由例如利用非球面旋光器(移相器)的光學面上的極座標之任尼克多項式進行表現。然後，準備表示用於表現各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈之任尼克多項式的各項的係數和關於被照射面上的各點的瞳偏光狀態分佈的變化之關係的第 1 表格 T21，以及表示用於表現各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈之任尼克多項式的各項的係數和被照射面上的偏光狀態的分佈之關係的第 2 表格 T22。

這樣，在設計工程 S25 中，根據利用參照了在評價工程 S24 中所得到的關於偏光狀態分佈的評價結果(具體地說為同時表現偏光狀態分佈的瞳內分佈及像面內分佈的偏光狀態分佈多項式)、依據需要利用任尼克多項式被近似的偏

光狀態分佈資訊、第 1 表格 T21 中的各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈和瞳偏光狀態分佈的變化的相關關係、以及第 2 表格 T22 中的各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈和偏光狀態的分佈變化的相關關係之線性結合的最佳化方法，求為了將被照射面的偏光狀態分佈大致均勻地進行維持或調整，且將被照射面上的各點的瞳偏光狀態的分佈分別大致均勻地進行調整而應賦予各非球面旋光器(移相器)的旋光量(移相量)分佈。

接著，在將賦予了設計工程 S25 所決定的旋光量(移相量)分佈之多個非球面旋光器(移相器)分別配置在預定位置上的狀態下，即非球面旋光器(移相器)的搭載狀態下，計算出關於被照射面上的多個點之瞳偏光狀態分佈及被照射面上的偏光狀態分佈(S26)。然後，判定由分佈計算工程 S26 所計算出的關於被照射面上的多個點之瞳偏光狀態分佈及被照射面上的偏光狀態分佈是否分別在所需的程度大致均勻(S22)。由於利用根據線形結合的最佳化方法，可無試行錯誤地、簡易且正確地求取所需的旋光量(移相量)分佈，所以在判定工程 S22 中判定瞳偏光狀態分佈及偏光狀態分佈這兩者在所需的程度大致均勻，進到非球面旋光器(移相器)的形狀決定工程 S27。

在形狀決定工程 S27 中，決定用於實現設計工程 S25 計算出的所需的旋光量(移相量)分佈所必需之非球面旋光器(移相器)的面形狀。最後，製造具有形狀決定工程 S27 所決定的面形狀之多個非球面旋光器(移相器)以及與該面

形狀具有互補的面形狀之光軸修正板，並將所製造的各非球面旋光器(移相器)對分別組入到光學系統中的預定的位置上(S28)。這樣，結束變形例的調整方法。

關於上述的各實施形態或變形例的調整方法，也可在例如對半導體製造工廠所設置的多個曝光裝置進行調整時使用。在這種情況下，最好進行調整而使多個曝光裝置的偏光狀態形成彼此相同的偏光狀態。藉此，可將曝光裝置的用戶所使用之罩幕的 OPC(光學鄰接效果修正)，在多個曝光裝置間共同化，能夠謀求罩幕成本的降低。

下面，對利用具有多個曝光裝置的曝光系統之微型元件(IC 和 LSI 等半導體晶片、液晶面板、CCD、薄膜磁頭、微型機等)的生產系統的一個例子進行說明。其將半導體製造工廠所設置的製造裝置的故障應對和定期維護或軟體提供等保養服務，利用製造工廠外的電腦網路進行。

圖 25 是將本實施形態的全體系統從某個角度分割出來表示。在圖中，301 為提供半導體元件的製造裝置之賣主(裝置供給廠家)的事業所。作為製造裝置的實例，假設為在半導體製造工廠所使用的各種處理用的半導體製造裝置，例如前工程用機器(曝光裝置、光阻處理裝置、刻蝕裝置等光刻蝕裝置、熱處理裝置、成膜裝置、平坦化裝置等)和後工程用機器(組裝裝置、檢查裝置等)。在事業所 301 內，包括用於提供製造裝置的保養資料庫的主管理系統 308、多個操作末端電腦 310、將它們進行連結並構築內部網路的區域網路(LAN)309。主管理系統 308 具有對為了將

LAN 309 與事業所的外部網路即網際網路 305 進行連接的閘道，和來自外部的連結進行限制之安全機能。

另一方面，302～304 為作為製造裝置的用戶之半導體製造廠家的製造工廠。製造工廠 302～304 可為屬於彼此不同的廠家的工廠，也可為屬於同一廠家的工廠(例如前工程用的工廠、後工程用的工廠等)。在各工廠 302～304 內，分別設置有包含上述的曝光系統(多個曝光裝置)之多個製造裝置 306、將它們進行連結並構築內部網的區域網路(LAN)311、作為監視各製造裝置 306 的工作狀況的監視裝置之主管理系統 307。在各工廠 302～304 內所設置的主管理系統 307，具有用於將各工廠內的 LAN 311 與作為工廠的外部網路，即網際網路 305，進行連接的閘道。藉此，可從各工廠的 LAN 311 通過網際網路 305 對賣主 301 側的主管理系統 308 進行連結，並只使因主管理系統 308 的安全機能而受限的用戶，獲得連結許可。

具體地說，通過網際網路 305，除了將表示各製造裝置 306 的工作狀況之狀態資訊(例如產生故障的製造裝置的症狀)從工廠側通知賣主側以外，還可從賣主側接收與該通知相對應的回應資訊(例如用於指示對故障的處理方法的資訊、處理用的軟體和資料)、最新的軟體、幫助資訊等保養資訊。在各工廠 302～304 和賣主 301 之間的資料通信以及各工廠內的 LAN 311 上的資料通信中，使用在網際網路中通常使用的通信協定(TCP/IP)。另外，作為工廠外的外部網路，也可取代利用網際網路，而利用不允許來自第

三者的連結之安全性高的專用線網路(ISDN 等)。而且，主管理系統也並不限定於由賣主進行提供，也可由用戶構築資料庫並設置在外部網路上，且允許從用戶的多個工廠對該資料庫的連結。

另外，圖 26 所示為將本實施形態的全體系統從與圖 25 不同的角度分割出來表示的概念圖。在圖 25 的例子中，是將分別具有製造裝置的多個用戶工廠和該製造裝置的賣主的管理系統利用外部網路進行連接，並通過該外部網路將各工廠的生產管理和至少 1 台的製造裝置的資訊進行資料通信。與此相對，本例是將具有多個賣主的製造裝置的工廠和該多個製造裝置的各個的賣主的管理系統，利用工廠外的外部網路進行連接，且將各製造裝置的保養資訊進行資料通信。在圖示中，201 為製造裝置用戶(半導體元件製造廠家)的製造工廠，在工廠的製造線上導入有進行各種處理的製造裝置，在此作為例子有上述實施形態的第 1 及第 2 曝光裝置 202、光阻處理裝置 203、成膜處理裝置 204。另外，在圖 26 中製造工廠 201 只標示了 1 個，但實際上多個工廠同樣地被網路化。工廠內的各裝置由 LAN 206 連接而構成內部網路，並由主管理系統 205 進行製造線的營運管理。

另一方面，在曝光裝置廠家 210、光阻處理廠家 220、成膜裝置廠家 230 等賣主(裝置供給廠家)的各事業所，具有分別對所供給的機器進行遠端保養的主管理系統 211、221、231，且它們如上所述包括保養資料庫和外部網路的

閘道(gateway)。用於管理用戶的製造工廠內的各裝置之主管理系統 205 和各裝置的賣主的管理系統 211、221、231，由作為外部網路 200 的網際網路或專用線網路進行連接。在該系統中，當製造線的一系列製造機器中的某一個產生故障時，會使製造線的工作停止，但藉由從發生故障的機器的賣主，接受通過網際網路 200 的遠端保養，可進行迅速的應對，能夠將製造線的停止抑制在最小限度。

在半導體製造工廠所設置的各製造裝置，分別包括顯示器、網路介面、用於執行在存儲裝置中所存儲的網路連結用軟體以及裝置動作用的軟體之電腦。作為存儲裝置，為內置記憶體和硬碟或網路檔案伺服器。上述網路連結用套裝軟體含專用或通用的網頁流覽器，向顯示器上提供例如圖 27 中作為一個例子顯示之畫面的用戶介面。

在各工廠管理製造裝置的操作人員一面參照畫面，一面將製造裝置的機種(401)、串列代碼(402)、故障的事件名(403)、發生日(404)、緊急程度(405)、症狀(406)、處理方法(407)、經過(408)等資訊在畫面上的輸入專案中進行輸入。所輸入的資訊通過網際網路被發送到保養資料庫，並從保養資料庫發回作為其結果的保養資訊，且在顯示器上進行提示。而且，網頁流覽器提供的用戶介面還如圖示那樣，實現超連結功能(410~412)，操作人員可連結各項目的更加詳細的資訊，或從賣主所提供的軟體庫中提出在製造裝置中使用的最新版本的軟體，或提出供給工廠的操作人員參考的操作手冊(幫助資訊)。

另外，上述實施形態中的偏光測定部 18 所測定的關於偏光狀態的資訊，也可包含在上述的狀態資訊中，且關於上述的可變相位差構件和可變旋光構件的調整量之資訊，也可包含在上述的回應資訊中。

而且，在上述的非球面旋光器中，如利用該非球面旋光器只對旋光量分佈的一次成分(傾斜成分)進行修正即可，則如圖 28(a)所示，可利用楔形的旋光器。此時，在楔形的旋光器的楔形角極淺的情況下(例如在 $0.5' \sim 10'$ 的範圍內之情況下)，也可不設置光軸修正板。

而且，在上述的非球面移相器，如利用該非球面移相器只對移相量分佈的一次成分(傾斜成分)進行修正即可，則如圖 28(b)所示，可利用具有一次成分的應力變形分佈(應力雙折射分佈)之光透過構件，而取代非球面移相器。如該圖 28(b)所示的光透過構件之移相量的分佈圖 28(c)所示，形成一次成分(傾斜成分)的移相量分佈。

而且，如利用關於上述各實施形態的調整方法，則即使在例如構成罩幕的光透過構件具有雙折射分佈的情況下，也可以能夠對該罩幕內部的雙折射分佈進行補償之偏光分佈的照明光，對罩幕進行照明，所以能夠對罩幕所引起之偏光狀態的惡化進行修正，並能夠減輕感光性基板上所形成之圖案的線寬異常。而且，即使在投影光學系統具有預定的延遲分佈那樣的情況下，也可以能夠對該延遲分佈進行補償之偏光分佈的照明光，對罩幕進行照明，所以能夠對投影光學系統所引起之偏光狀態的惡化進行修正，

並能夠減輕感光性基板上所形成之圖案的線寬異常。

在關於上述的實施形態之曝光裝置中，藉由利用照明光學裝置對罩幕(光柵)進行照明(照明工程)，並利用投影光學系統將罩幕上所形成的轉印用的圖案在感光性基板上進行曝光(曝光工程)，可製造微型元件(半導體元件、攝像元件、液晶顯示元件、薄膜磁頭等)。下面，藉由利用上述實施形態的曝光裝置，在作為感光性基板的晶圓等上形成預定的電路圖案，而對得到作為微型元件的半導體元件時之方法的一個例子，參照圖 29 的流程圖進行說明。

首先，在圖 29 的步驟 301 中，在 1 批晶圓上蒸鍍金屬膜。在下一步驟 302 中，在這 1 批晶圓上的金屬膜上塗敷光阻。然後，在步驟 304 中，利用上述的實施形態的曝光裝置，使罩幕上的圖案的像通過該投影光學系統，在這 1 批晶圓上的各拍攝區域上依次進行曝光轉印。然後，在步驟 304 中，進行這 1 批晶圓上的光阻的顯像後，在步驟 305 中，藉由在這 1 批晶圓上將光阻圖案作為罩幕進行刻蝕，而使與罩幕上的圖案相對應的電路圖案，形成在各晶圓上的各拍攝區域上。然後，藉由進行更上一層的電路圖案的形成等，而製造半導體元件等元件。如利用上述的半導體元件製造方法，可生產率良好地得到具有極細微的電路圖案之半導體元件。

而且，在上述的實施形態的曝光裝置中，藉由在板材(玻璃基板)上形成預定的圖案(電路圖案、電極圖案等)，也可得到作為微型元件的液晶顯示元件。下面，參照圖 30

的流程圖，對此時的方法的一個例子進行說明。在圖 30 中，於圖案形成工程 401 中，實行利用上述的實施形態的曝光裝置，將罩幕的圖案在感光性基板(塗敷有光阻的玻璃基板等)上進行轉印曝光之所謂的光刻蝕工程。利用該光刻蝕工程，而在感光性基板上形成含有多個電極等的預定圖案。然後，被曝光的基板藉由經過顯像工程、刻蝕工程、光阻剝離工程等各項工程，而在基板上形成預定的圖案，並轉向下一濾色器形成工程 402。

接著，在濾色器形成工程 402 中，形成將多個對應於 R(紅)、G(綠)、B(藍)的 3 個點的組呈矩陣狀排列，或者將多個 R、G、B 的 3 根帶式的濾色器的組沿水平掃描線方向進行排列之濾色器。然後，在濾色器形成工程 402 之後，實行元件組裝工程 403。在元件組裝工程 403 中，利用具有由圖案形成工程 401 所得到的預定圖案之基板，以及由濾色器形成工程 402 所得到的濾色器等，組裝液晶面板(液晶元件)。

在元件組裝工程 403 中，在例如具有由圖案形成工程 401 所得到的預定圖案的基板，和由濾色器形成工程 402 所得到的濾色器之間注入液晶，製造液晶面板(液晶元件)。然後，在模組組裝工程 404 中，安裝用於進行所組裝的液晶面板(液晶元件)的顯示動作之電路、背光燈等各個構件，而作為液晶顯示元件得以完成。如利用上述的液晶顯示元件的製造方法，可生產率良好地得到具有極細微的電路圖案之液晶顯示元件。

另外，在上述的實施形態中，作為曝光光利用 ArF 準

分子雷射光(波長：193nm)和 KrF 準分子雷射光(波長：248nm)，但並不限定於此，對其他的適當的光源，例如用於供給波長 157nm 的雷射光之 F2 雷射光源等，也可應用本發明。

而且，在上述的實施形態中，是對在曝光裝置中將罩幕進行照明的照明光學裝置應用本發明，並不限定於此，也可對將除了罩幕以外的被照射面進行照明之一般的照明光學裝置及其調整方法，應用本發明。

【圖式簡單說明】

圖 1 所示為關於本發明的實施形態之曝光裝置的構成的概略圖。

圖 2 所示為圖 1 的偏光狀態測定部之內部構成的概略圖。

圖 3(a)～圖 3(b)所示為關於本實施形態的各可變相位差構件之構成的概略圖。

圖 4 所示為關於第 1 變形例的曝光裝置之構成的概略圖。

圖 5 所示為關於第 1 變形例的可變旋光單元之構成的概略圖。

圖 6(a)～圖 6(b)所示為用於構成圖 5 的可變旋光單元之各可變旋光構件的構成的概略圖。

圖 7 所示為關於水晶的旋光性的說明圖。

圖 8 所示為利用圖 5 的可變旋光單元的作用被預定為周方向偏光狀態之環帶狀的二次光源的概略圖。

圖 9 所示為利用圖 5 的可變旋光單元的作用被預定為徑方向偏光狀態之環帶狀的二次光源的概略圖。

圖 10 所示為關於本實施形態之可變相位差單元的構成的概略圖。

圖 11 所示為圖 10 的可變相位差單元的作用之模式說明圖。

圖 12(a)～圖 12(b)所示為關於本實施形態的另一可變相位差單元之構成的概略圖。

圖 13 所示為圖 12(a)～圖 12(b)的可變相位差單元之作用的模式說明圖。

圖 14(a)～圖 14(b)所示為關於第 2 變形例的可變旋光單元之構成的概略圖。

圖 15 所示為關於圖 14(a)～圖 14(b)的例子的變形例之可變旋光單元的構成的概略圖。

圖 16(a)～圖 16(c)所示為關於第 3 變形例的可變旋光/移相單元的構成之概略圖。

圖 17(a)所示為多極狀的二次光源，圖 17(b)所示為用於形成圖 17(a)所示的多極狀的二次光源之光束從可變移相單元的移相器被射出時的位置關係。

圖 18 所示為關於第 4 變形例的一對非球面旋光器的構成之作用的模式圖。

圖 19(a)～圖 19(d)所示為被賦予一對非球面旋光器(移相器)之旋光量(移相量)分佈的一個例子的模式圖。

圖 20(a)～圖 20(d)所示為被賦予一對非球面旋光器

(移相器)之旋光量(移相量)分佈的另一個例子的模式圖。

圖 21 所示為利用具有旋光量(移相量)依據入射位置而不同的旋光量(移相量)分佈之 3 個非球面旋光器(移相器)的變形例的概略圖。

圖 22(a)～圖 22(c)分別表示在圖 21 的變形例中，通過非球面旋光器(移相器)的軸上光束及軸外光束的斷面。

圖 23 所示為關於本實施形態的照明光學裝置的調整方法之各工程的概略流程圖。

圖 24 所示為關於本實施形態的變形例之調整方法的各工程的概略流程圖。

圖 25 是將本實施形態的全體系統從某個角度分離出來表現的圖示。

圖 26 是將本實施形態的全體系統，從與圖 21 不同的角度分離出來表現的概念圖。

圖 27 所示為在圖 26 的系統中，被提供到顯示器上的用戶介面之畫面的一個例子。

圖 28(a)～圖 28(c)所示為為了只對旋光量(移相量)分佈的一次成分(傾斜成分)進行修正所使用之非球面旋光器(移相器)的構成的概略圖。

圖 29 為得到作為微型元件的半導體元件時之方法的流程圖。

圖 30 所示為得到作為微型元件的液晶顯示元件時之方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

- 1：光源
- 2：整形光學系統
- 3：第 1 可變相位差構件
- 4：第 2 可變相位差構件
- 5：消偏振鏡
- 6：繞射光學元件
- 7：無焦透鏡
- 7a：前側透鏡群
- 7b：後側透鏡群
- 8：預定面
- 9：可變相位差單元
- 9a～9h：可變相位差構件
- 10：圓錐旋轉三稜鏡系統
- 10a：第 1 稜鏡構件
- 10b：第 2 稜鏡構件
- 11：可變焦距透鏡
- 12：可變旋光透鏡
- 12a、12b、12c、12d、12e、12f、12g、12h：可變旋光構件
- 12j：中央區域
- 13：微型複眼透鏡
- 14：偏光監視器
- 14a：分光器
- 15：電容器光學系統

- 16：罩幕遮簾
- 17：成像光學系統
- 18：偏光狀態測定部
- 19：可變相位差單元
- 19a～19e：可變相位差構件
- 21a：平行平面板
- 21b、21c：偏角稜鏡
- 22a、22b：偏角稜鏡
- 23a、23b：偏角稜鏡
- 31：二次光源
- 31a、31b、31c、31d、31e、31f、31g、31h：扇形區域
- 32：二次光源
- 32a～32h：扇形區域
- 33：光束
- 33a～33h：光束
- 35a～35d：二次光源
- 40：針孔構件
- 40A：針孔
- 41：準直儀透鏡
- 42：反射鏡
- 43：中繼透鏡系統
- 44： $\lambda/4$ 板
- 45：偏光分光器

46：二維 CCD
46a：檢測面
47：預定部
51～55：旋光器
58：第 1 非球面旋光器對
58a：旋光器
58b：光軸修正板
59：第 2 非球面旋光器對
59a：旋光器
59b：光軸修正板
61～66：移相器
71a：第 1 非球面旋光器(移相器)
71aa、71ba、71ca：軸上部分區域
71ab、71bb、71cb：軸外部分區域
71b：第 2 非球面旋光器(移相器)
71c：第 3 非球面旋光器(移相器)
80：可變旋光單元
81a～81f：可變旋光構件
82a～82f：驅動單元
83f1～83f5：多個位置
84f1～84f5：偏光狀態
85a～85f：光學構件
100：光學構件
200：外部網路

- 201：製造工廠
- 202：第 2 曝光裝置
- 203：光阻處理裝置
- 204：成膜處理裝置
- 205：主管理系統
- 206：LAN
- 210：曝光裝置廠家
- 211：主管理系統
- 220：光阻處理裝置廠家
- 221：主管理系統
- 230：成膜裝置廠家
- 231：主管理系統
- 301：事業所
- 302～304：製造工廠
- 305：網際網路
- 306：製造裝置
- 307：主管理系統
- 308：主管理系統
- 309：區域網路(LAN)
- 310：操作終端電腦
- 311：區域網路(LAN)
- 401：機種
- 402：串列代碼
- 403：故障的事件名

404：發生日

405：緊急程度

406：症狀

407：處理方法

408：經過

410～412：超連結機能

AX：光軸

Cont：控制部

Drv：驅動部

M：罩幕

MS：罩幕載台

PL：投影光學系統

P1：與光軸 AX 相交的中心點

P2：從中心點 P1 沿+Y 方向只離開預定距離的點

P3：從中心點 P1 沿-Y 方向只離開預定距離的點

W：晶圓

WS：晶圓載台

十、申請專利範圍：

1.一種照明光學裝置，將來自光源的光對被照射面進行照明，其特徵在於包括：

光學系統，將來自光源的光分布至照明瞳面；以及

偏光轉換部，相對於前述照明瞳面上的第 1 區域所分布的光的偏光狀態，變更與該第 1 區域相異的第 2 區域所分布的光的偏光狀態，其具備：

偏光轉換元件，可以沿著與前述照明光學裝置的光軸交叉的方向移動，將入射光的偏光狀態變更為預定的偏光狀態；以及

驅動部，將於該偏光轉換元件的前述照明光學裝置的光路中之前述交叉方向的位置設定於預定位置。

2.如申請專利範圍第 1 項所述的照明光學裝置，其中前述第 1 區域所分布的前述光不通過前述偏光轉換元件，前述第 2 區域所分布的前述光通過前述偏光轉換元件。

3.如申請專利範圍第 2 項所述的照明光學裝置，其中前述偏光轉換部更包括其他的偏光轉換元件，用以將入射光的偏光狀態變更為預定的偏光狀態。

4.如申請專利範圍第 1 項所述的照明光學裝置，其中所分布的前述光學系統更具備：

光積分儀，具有在橫切前述照明光學裝置的光路的面二維配置的複數光學要素；以及

聚光光學系統，將來自該光積分儀的光束導引至前述被照射面，

前述偏光轉換元件配置於前述光積分儀的入射側的光路中。

5.如申請專利範圍第 4 項所述的照明光學裝置，其中所分布的前述光學系統具備：

光束轉換元件，於前述光束轉換元件的遠場形成預定的光強度分布；以及

光學系統，將來自該光束轉換元件的光導引至前述照明瞳面。

6.如申請專利範圍第 5 項所述的照明光學裝置，其中前述光束轉換元件更具備繞射光學元件。

7.如申請專利範圍第 1 項所述的照明光學裝置，其中更具備偏光狀態測定器，用以測定朝向前述被照射面的光的偏光狀態，

前述驅動部因應前述偏光狀態測定器的測定結果，移動前述偏光轉換元件。

8.如申請專利範圍第 1 項所述的照明光學裝置，其中前述偏光轉換元件具有可變旋光構件，用以對入射的直線偏光可變地賦予旋光角度。

9.如申請專利範圍第 8 項所述的照明光學裝置，其中更具備偏光狀態測定器，用以測定到達前述被照射面的光的偏光狀態，

前述驅動部因應前述偏光狀態測定器的測定結果，移動前述可變旋光構件。

10.如申請專利範圍第 8 項所述的照明光學裝置，其中

前述可變旋光構件以其結晶光學軸與前述光軸平行的方式而配置。

11.如申請專利範圍第 1 項所述的照明光學裝置，其中前述偏光轉換元件具有可變相位差構件，用以對入射光和射出光之間可變地賦予相位差。

12.如申請專利範圍第 11 項所述的照明光學裝置，其中更具備偏光狀態測定器，用以測定到達前述被照射面的光的偏光狀態，

前述驅動部因應前述偏光狀態測定器的測定結果，移動前述可變相位差構件。

13.如申請專利範圍第 1 項所述的照明光學裝置，其中前述偏光轉換元件具備：調整入射光的橢圓率的構件以及調整入射光的偏光方向的構件。

14.一種曝光裝置，其特徵在於：

具備申請專利範圍第 1 項至第 13 項的其中一項所述的照明光學裝置，

並將利用該照明光學裝置而被照明的預定圖案，在感光性基板上進行曝光。

15.一種曝光方法，將被來自光源的光照明的預定圖案曝光在感光性基板上，其特徵在於包括：

將來自光源的光分布至照明瞳面；以及

相對於前述照明瞳面上的第 1 區域所分布的光的偏光狀態，變更與該第 1 區域相異的第 2 區域所分布的光的偏光狀態，

前述變更包括將偏光轉換元件沿著與照明光路交叉的方向移動，前述偏光轉換元件用以將入射光的偏光狀態變更為預定的偏光狀態。

16.如申請專利範圍第 15 項所述的曝光方法，其中更包括：

測定經過前述偏光轉換元件的光的偏光狀態；以及
因應前述測定的前述偏光狀態移動前述偏光轉換元件。

17.如申請專利範圍第 15 項所述的曝光方法，其中更包括：

使用光積分儀將入射的光束二維分割；以及
以該分割的光束重疊照明前述預定圖案，
前述移動包括於前述光積分儀的入射側的光路中移動前述偏光轉換元件。

18.如申請專利範圍第 17 項所述的曝光方法，其中前述分布包括：

使用光束轉換元件，於前述光束轉換元件的遠場形成預定的光強度分布；以及

將來自該光束轉換元件的光導引至前述照明瞳面。

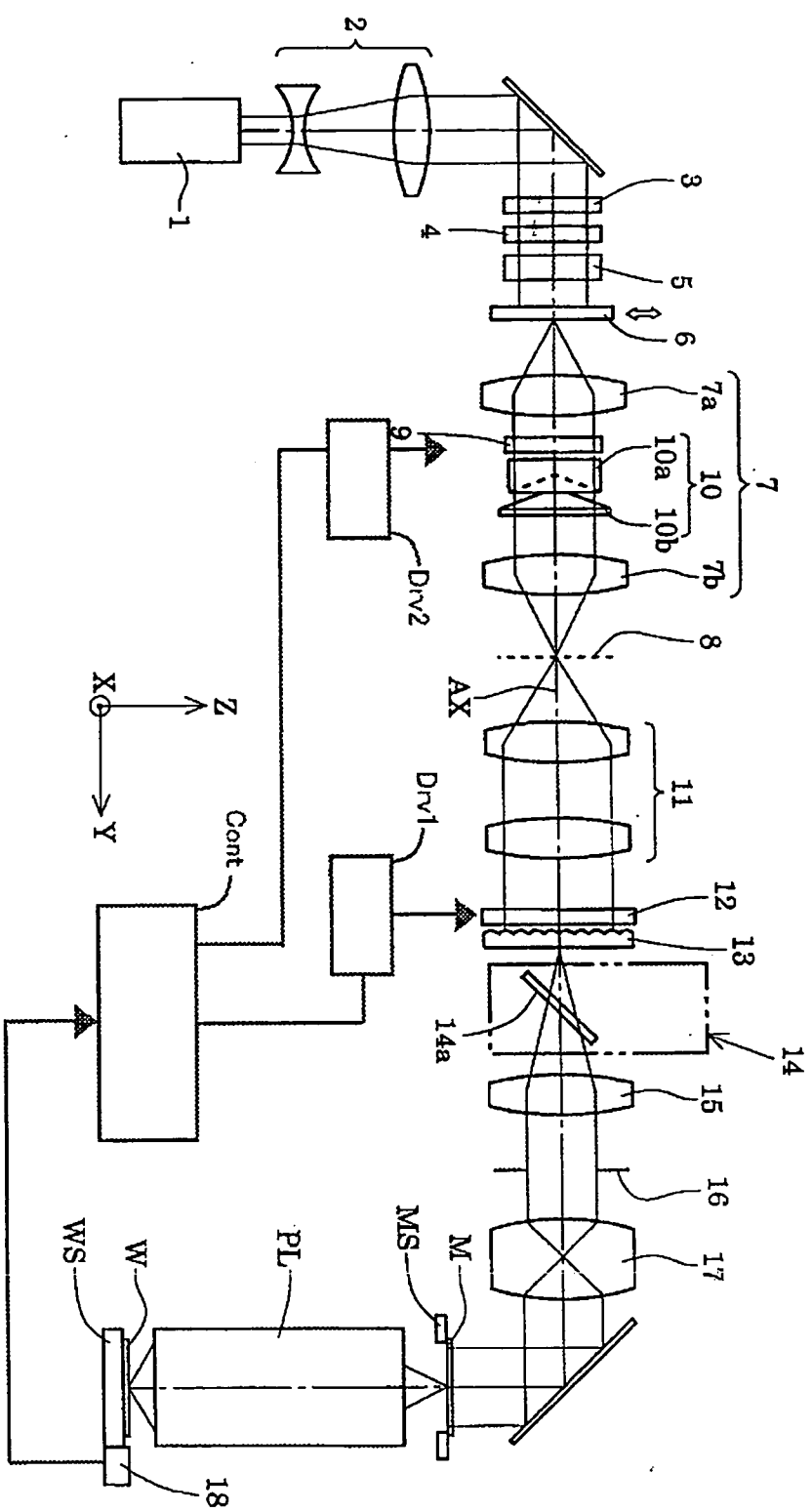
19.如申請專利範圍第 15 項所述的曝光方法，其中前述偏光轉換元件對入射的直線偏光賦予旋光角度。

20.如申請專利範圍第 15 項所述的曝光方法，其中前述偏光轉換元件對入射光和射出光之間賦予相位差。

21.一種元件製造方法，其特徵在於包括：

曝光工程，利用申請專利範圍第 15 項至第 20 項的其中一項所述的曝光方法，將預定圖案在感光性基板上進行曝光；以及

顯像工程，對利用前述曝光工程而被曝光的前述感光性基板進行顯像。



一

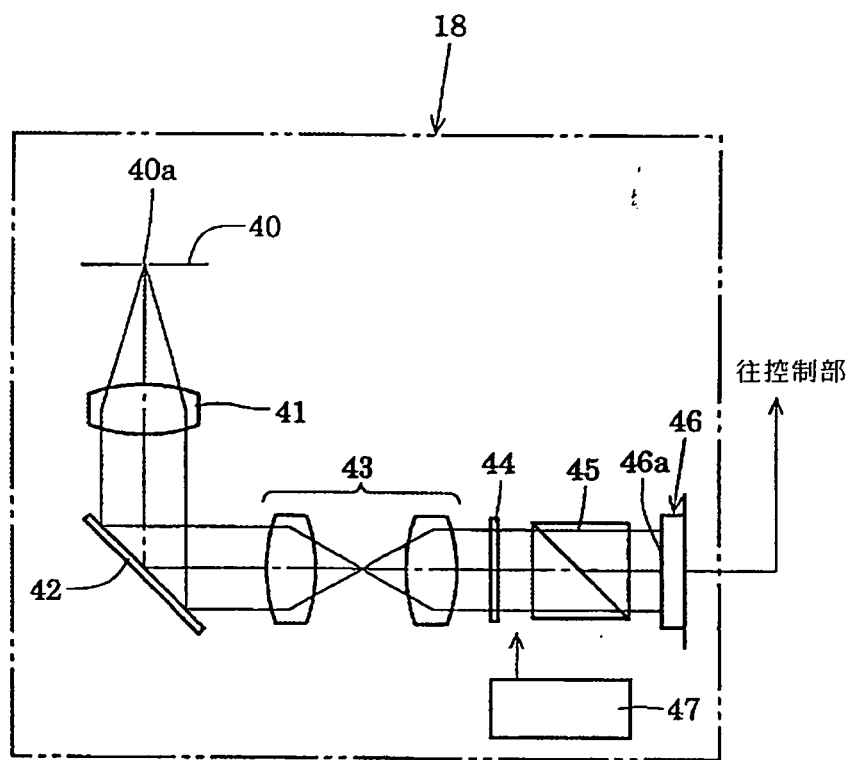


圖 2

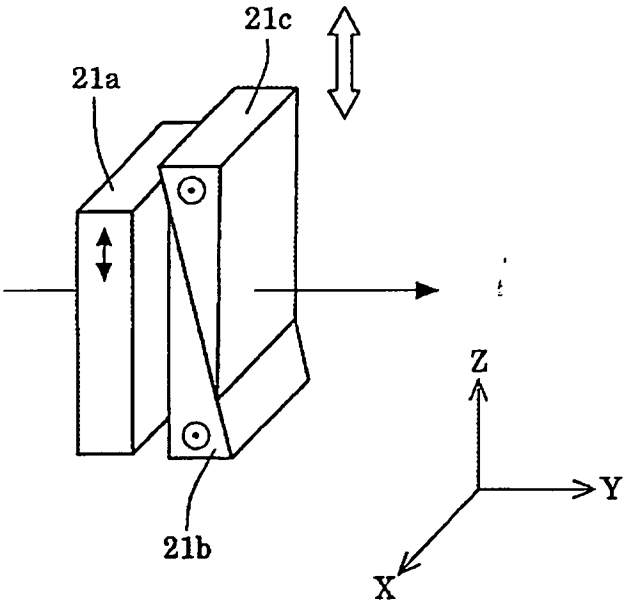


圖 3(a)

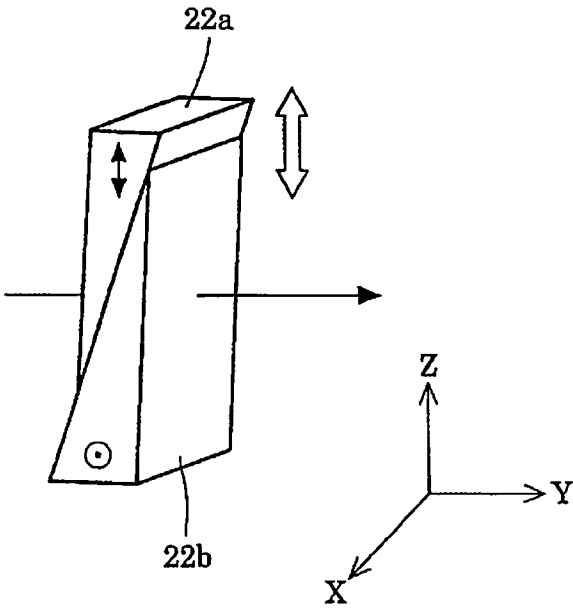
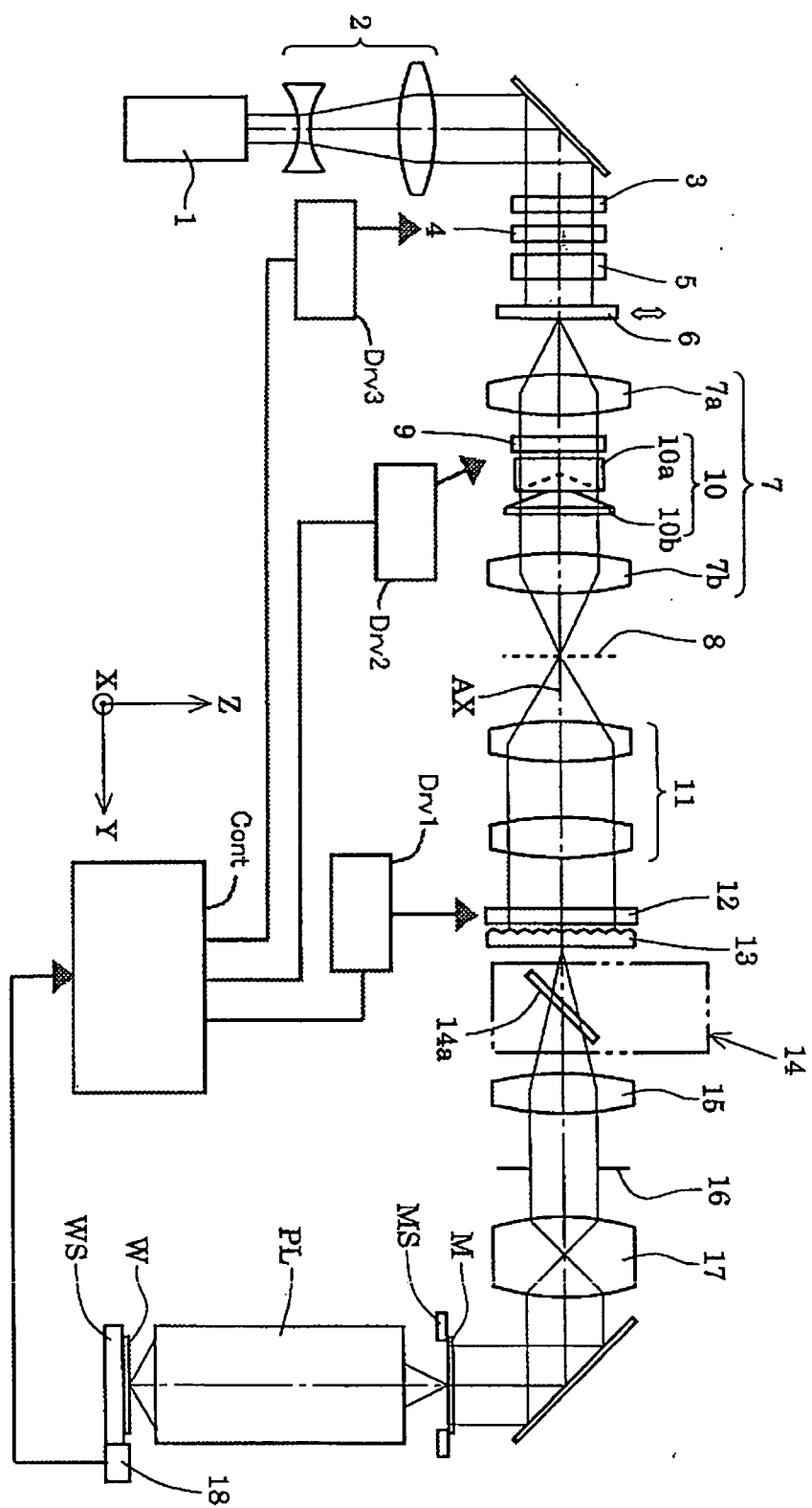


圖 3(b)



4

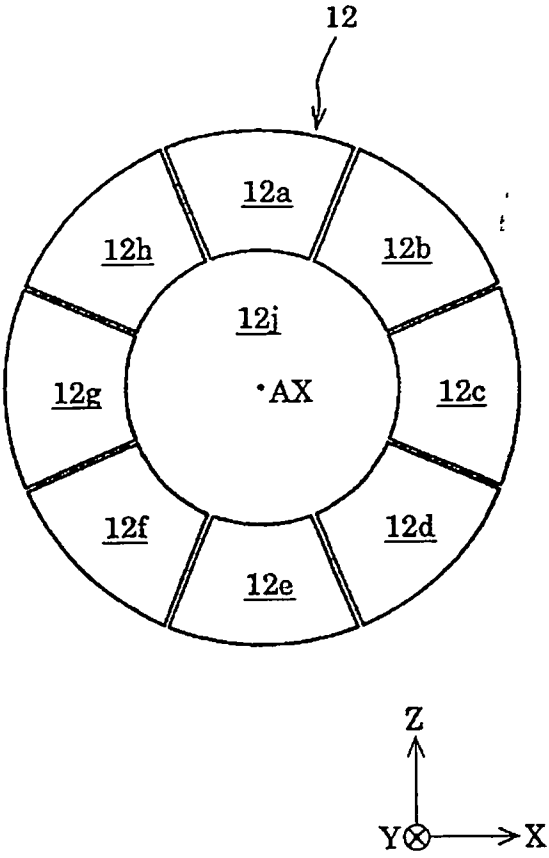


圖 5

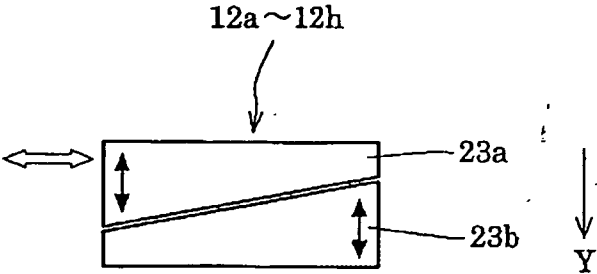


圖 6(a)

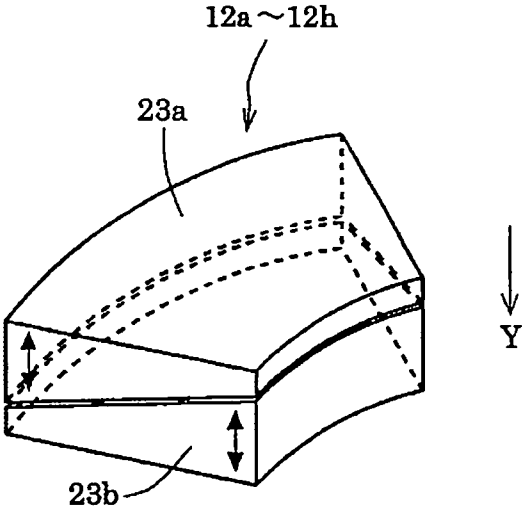


圖 6(b)

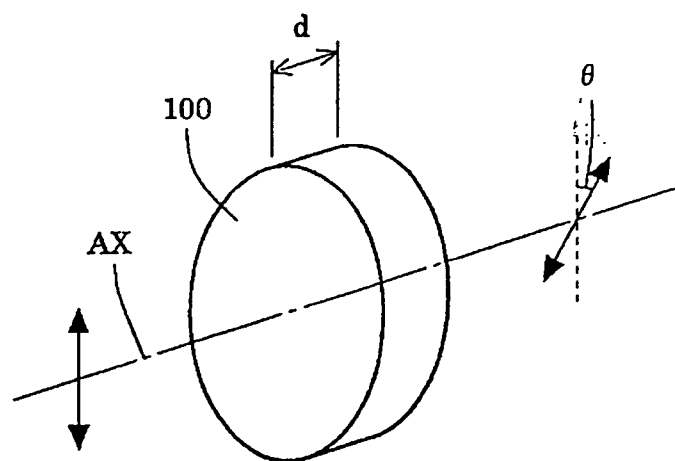


圖 7

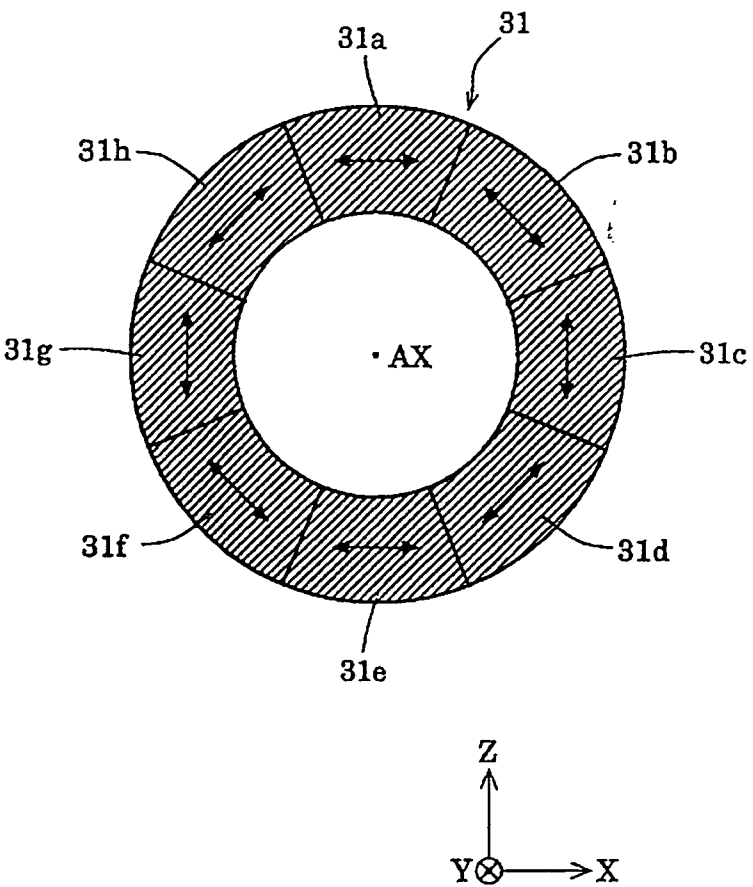


圖 8

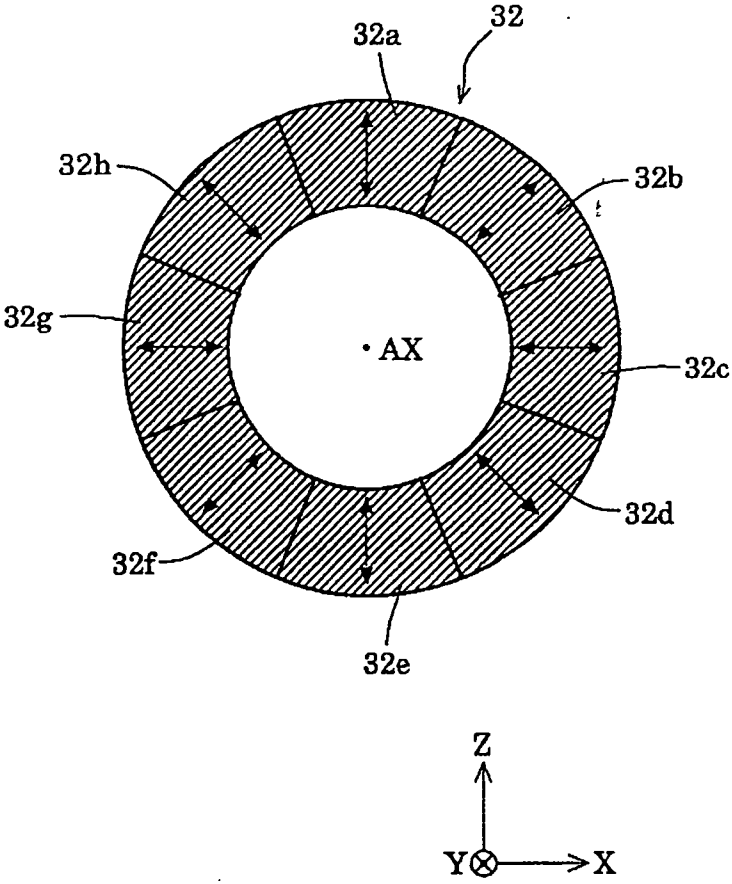


圖 9

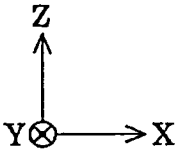
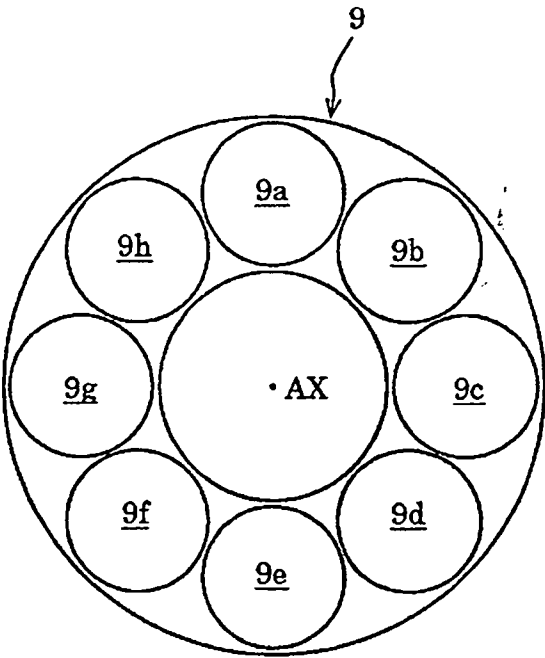


圖 10

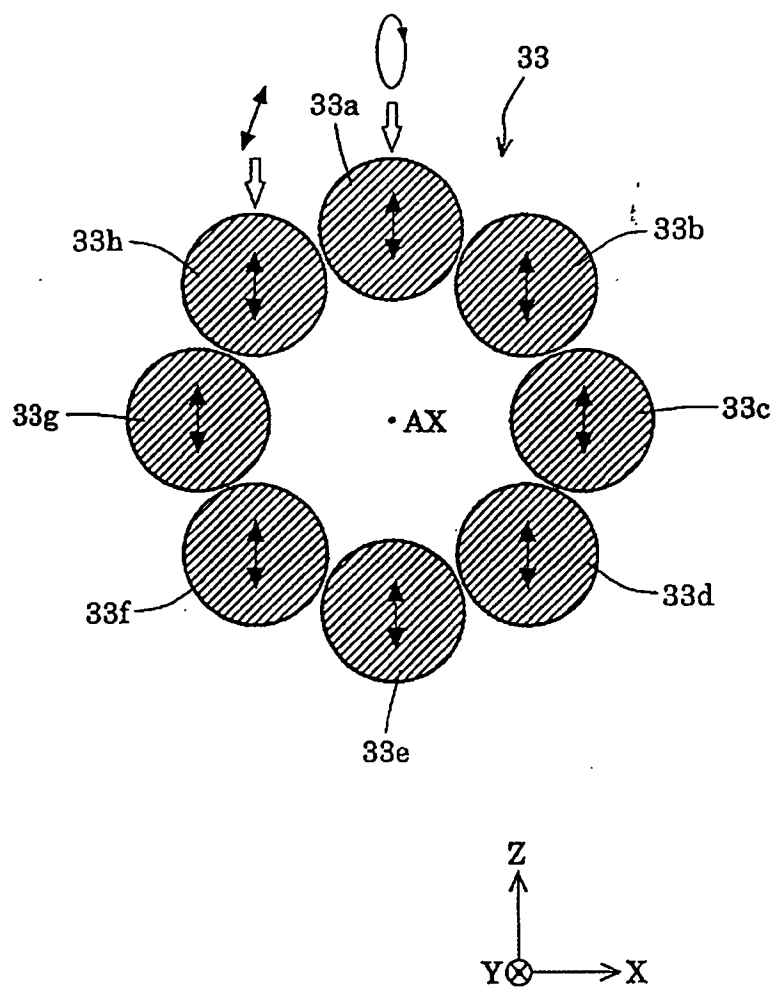


圖 11

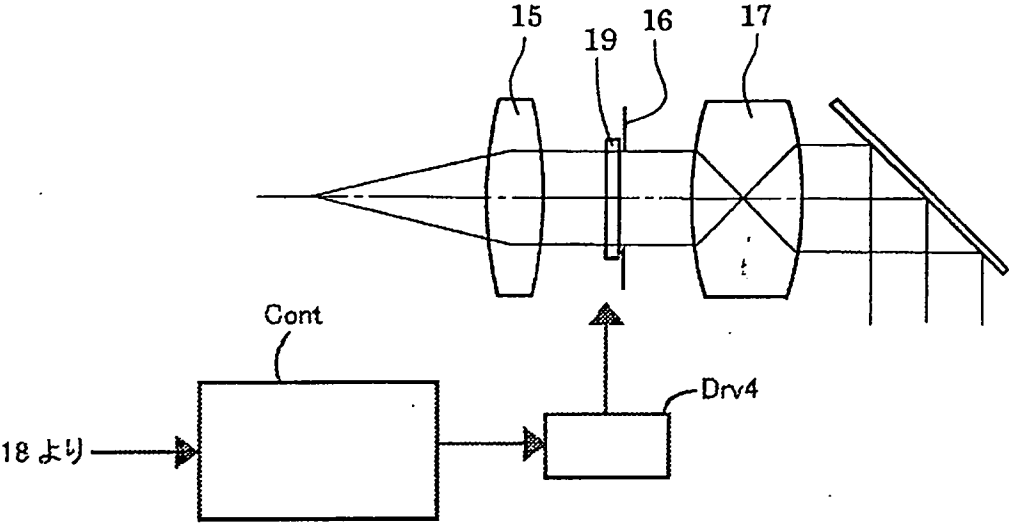


圖 12(a)

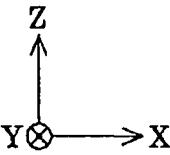
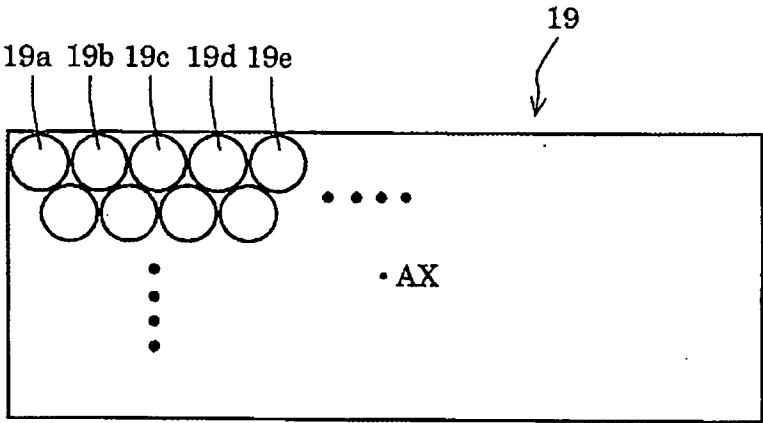


圖 12(b)

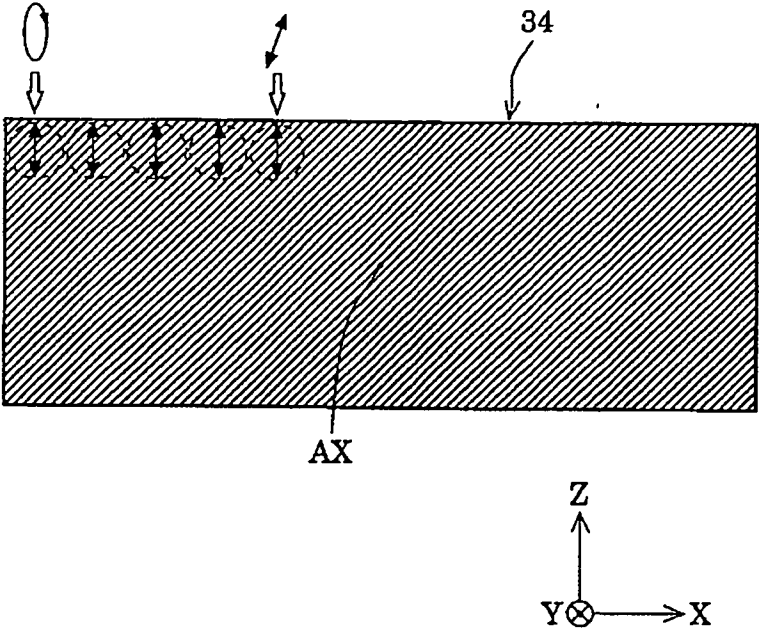


圖 13

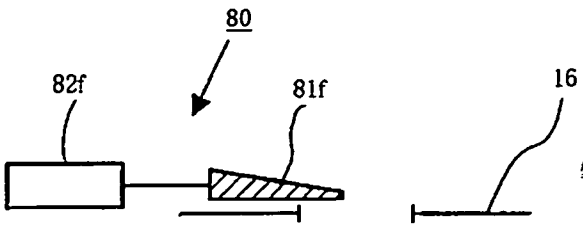


圖 14(a)

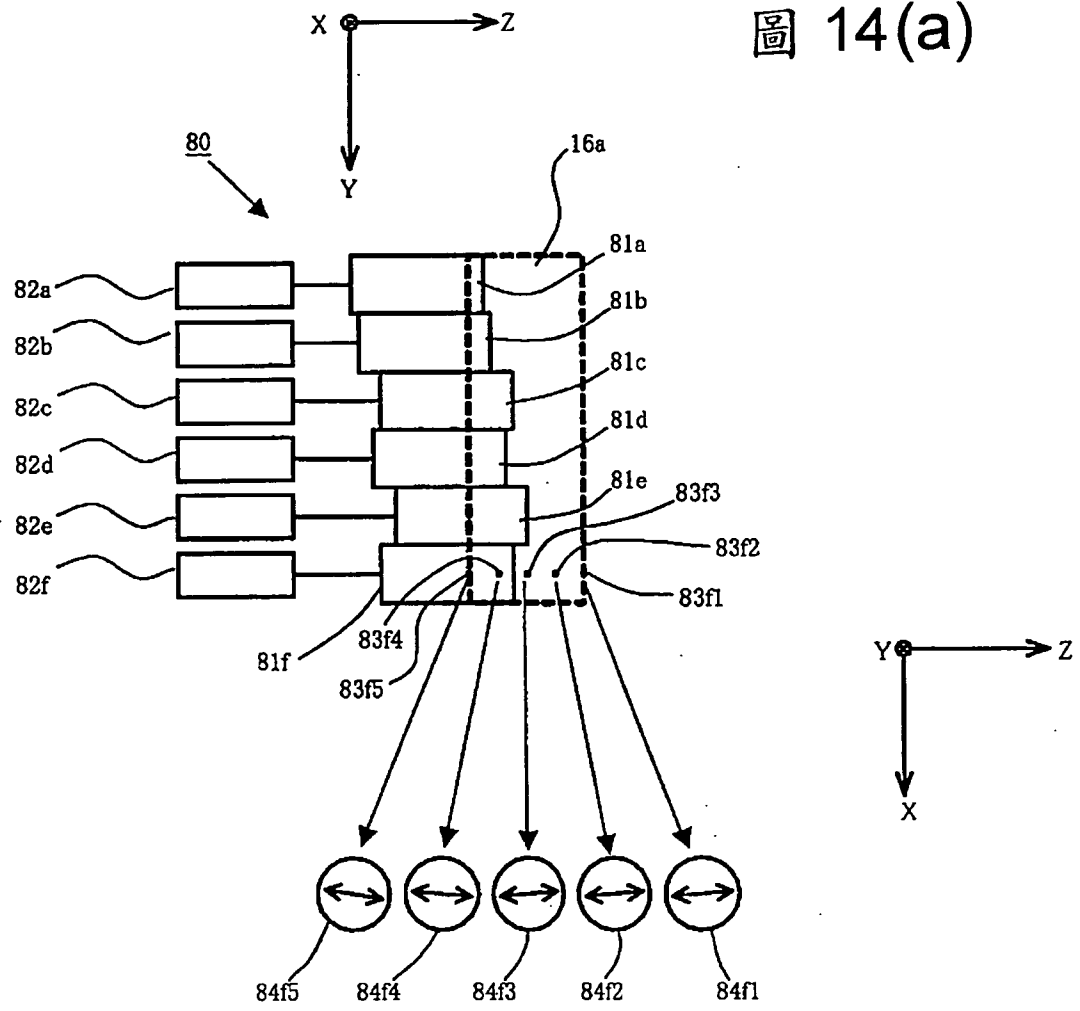


圖 14(b)

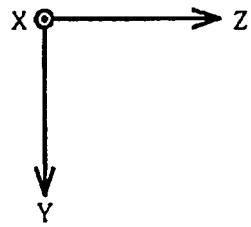
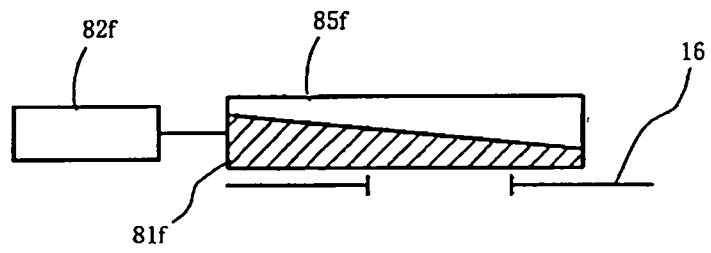


圖 15

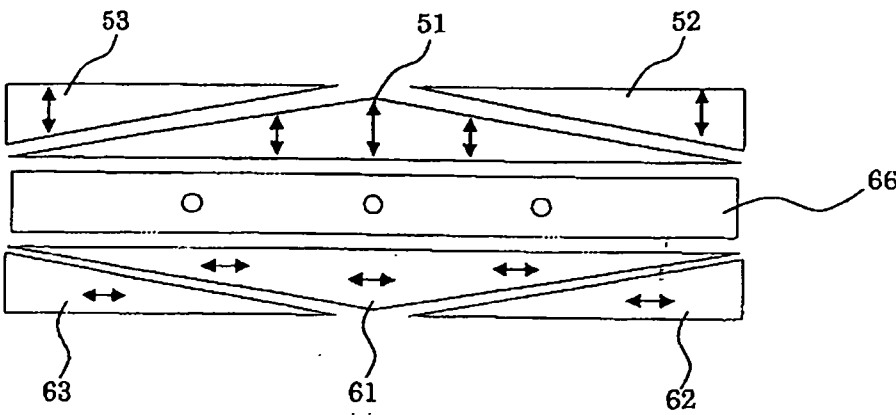


圖 16(a)

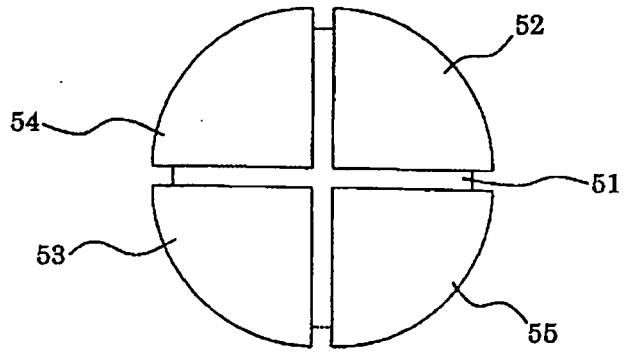


圖 16(b)

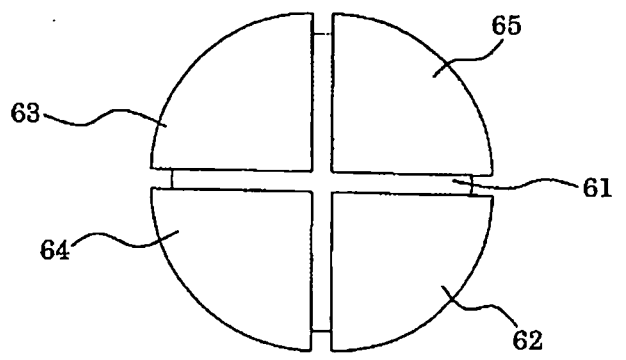


圖 16(c)

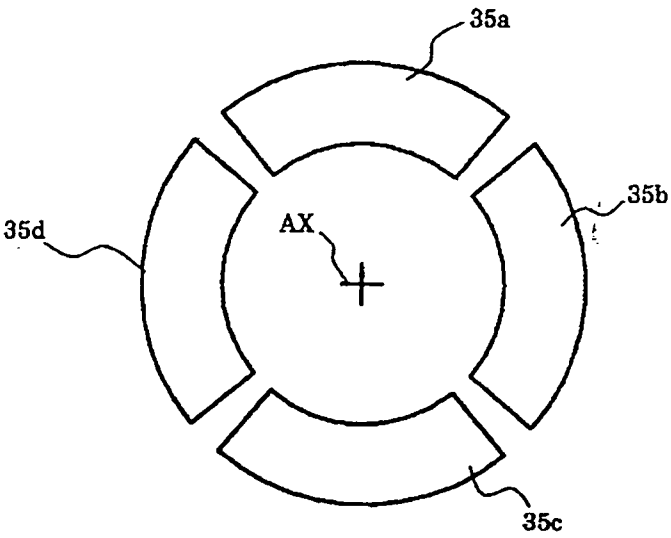


圖 17(a)

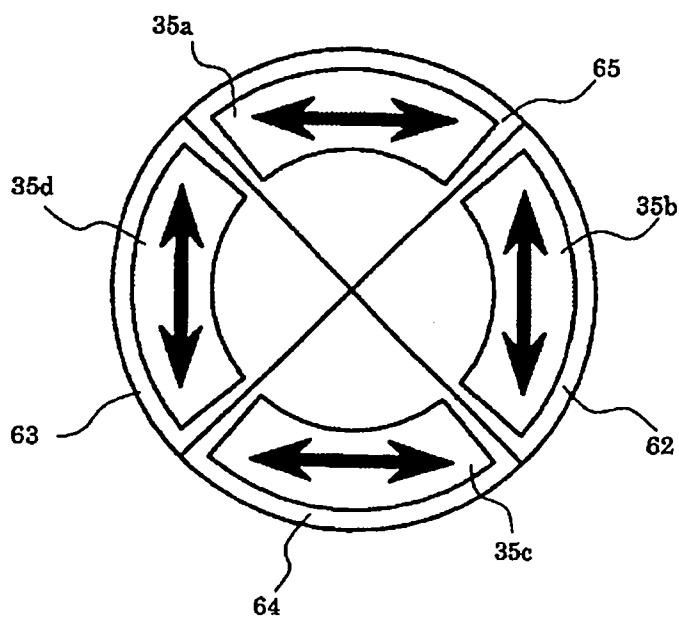


圖 17(b)

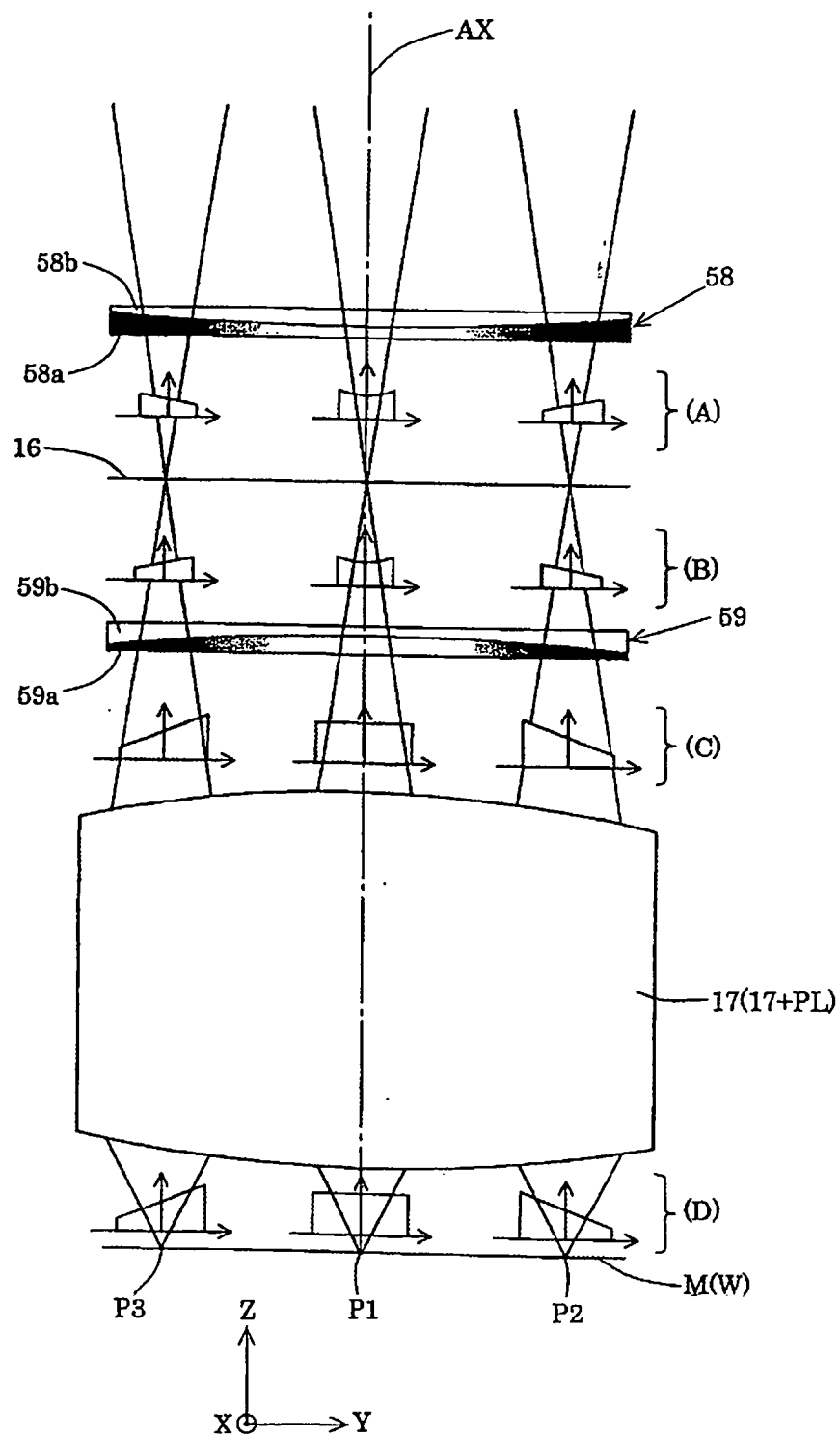


圖 18

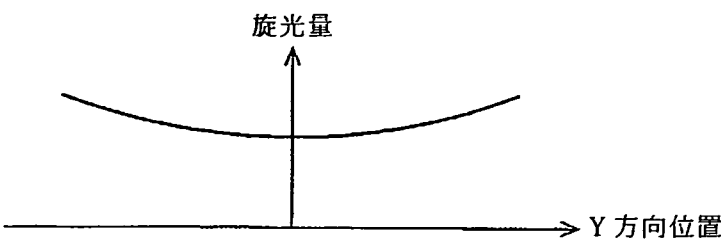


圖 19(a)

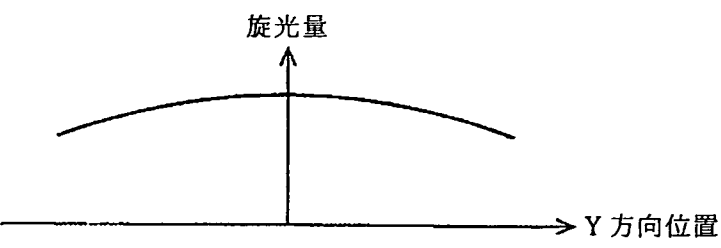


圖 19(b)

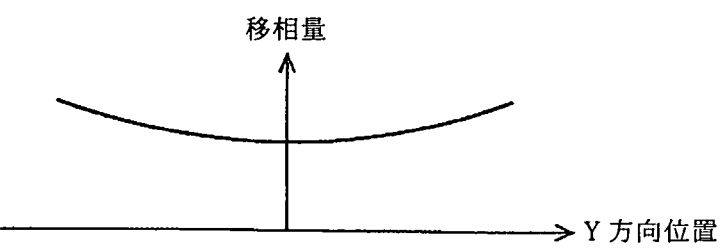


圖 19(c)

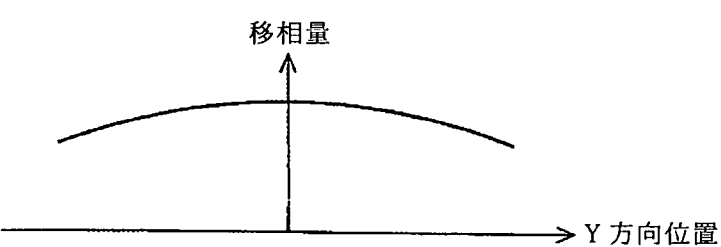


圖 19(d)

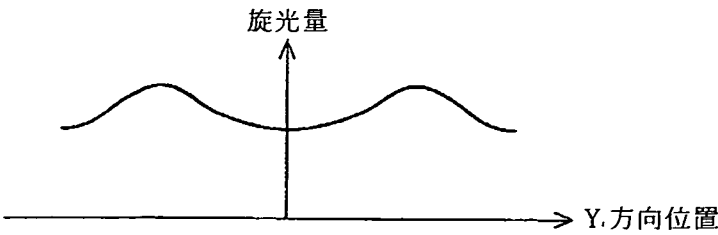


圖 20(a)

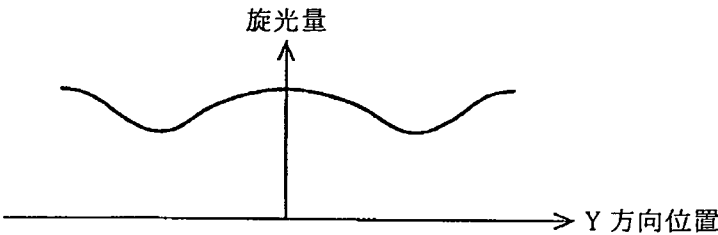


圖 20(b)

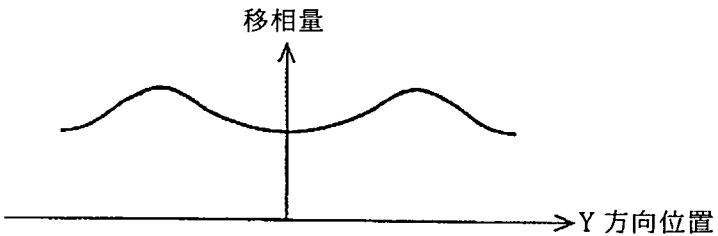


圖 20(c)

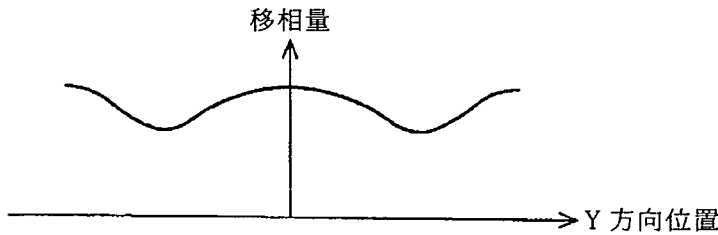


圖 20(d)

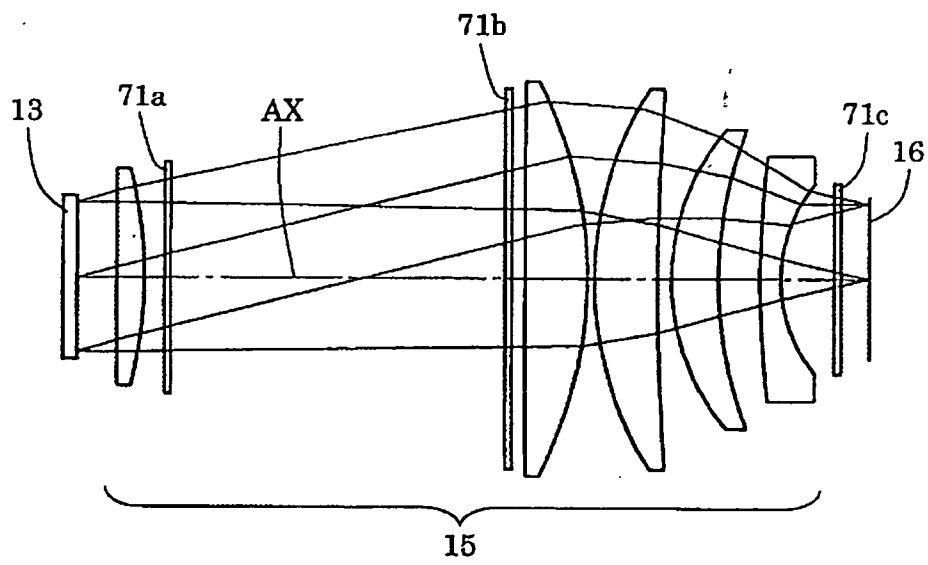


圖 21

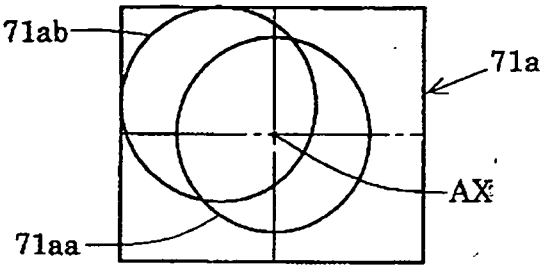


圖 22(a)

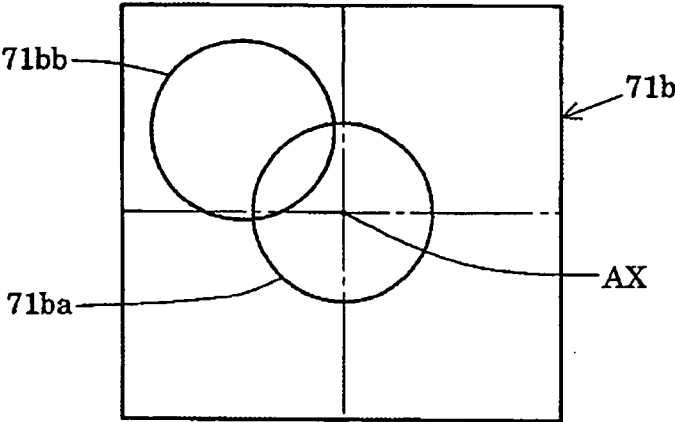


圖 22(b)

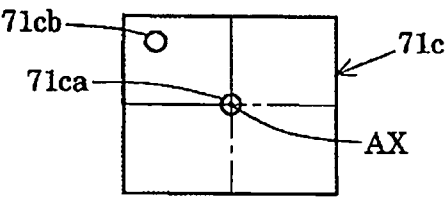


圖 22(c)

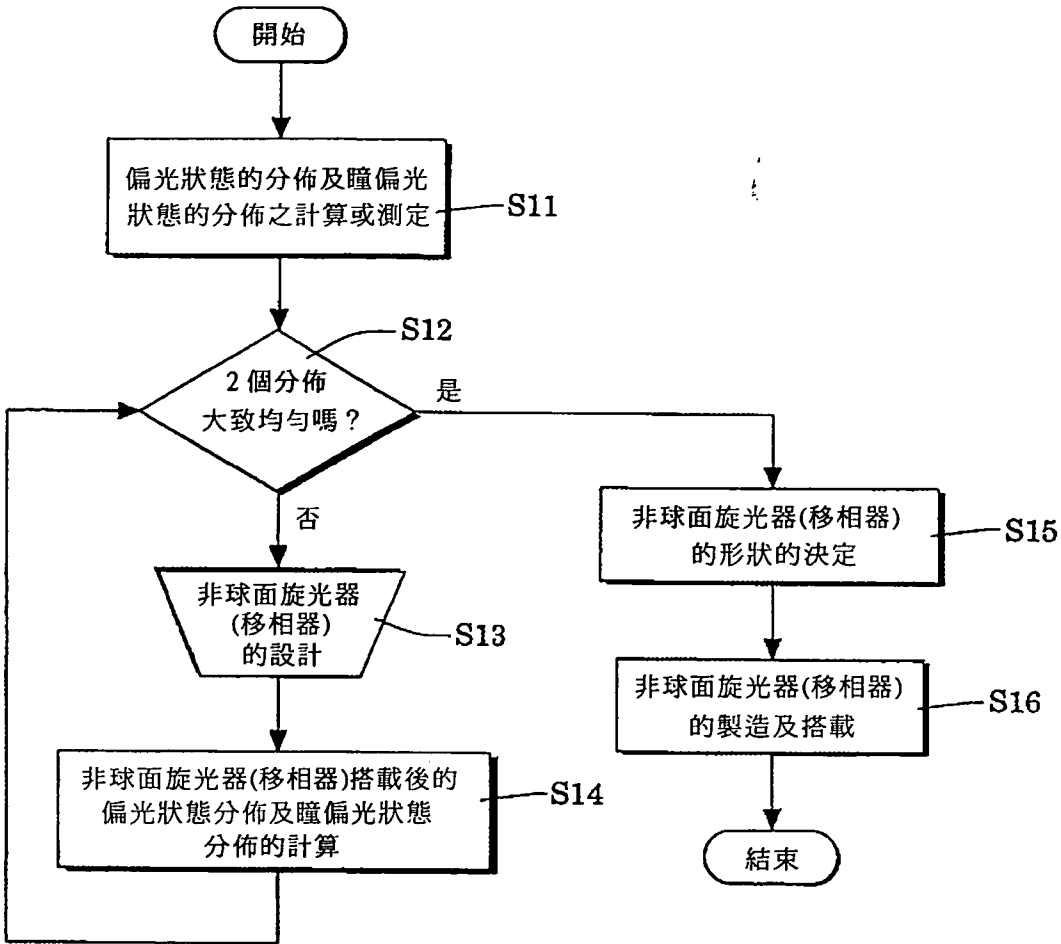


圖 23

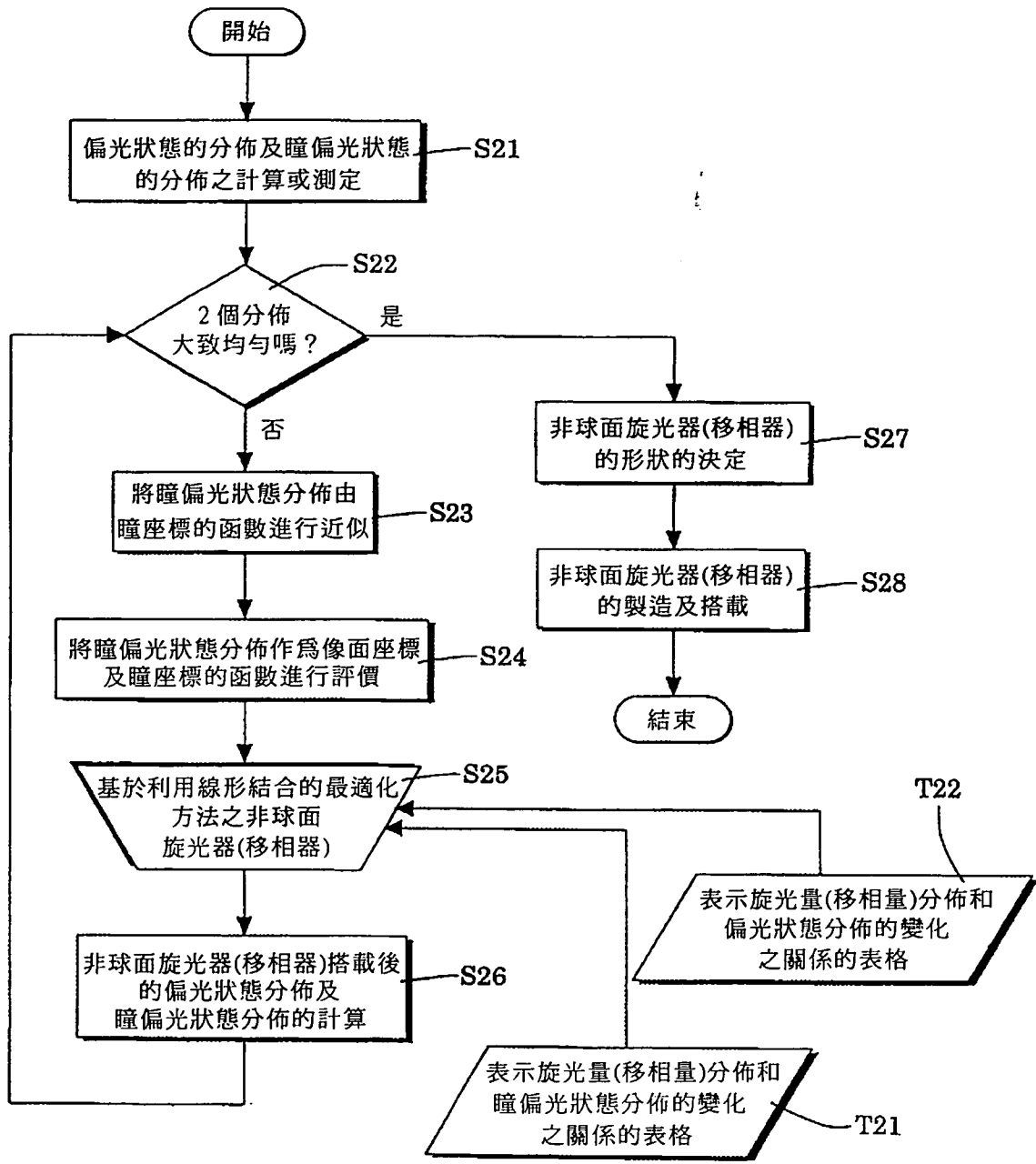


圖 24

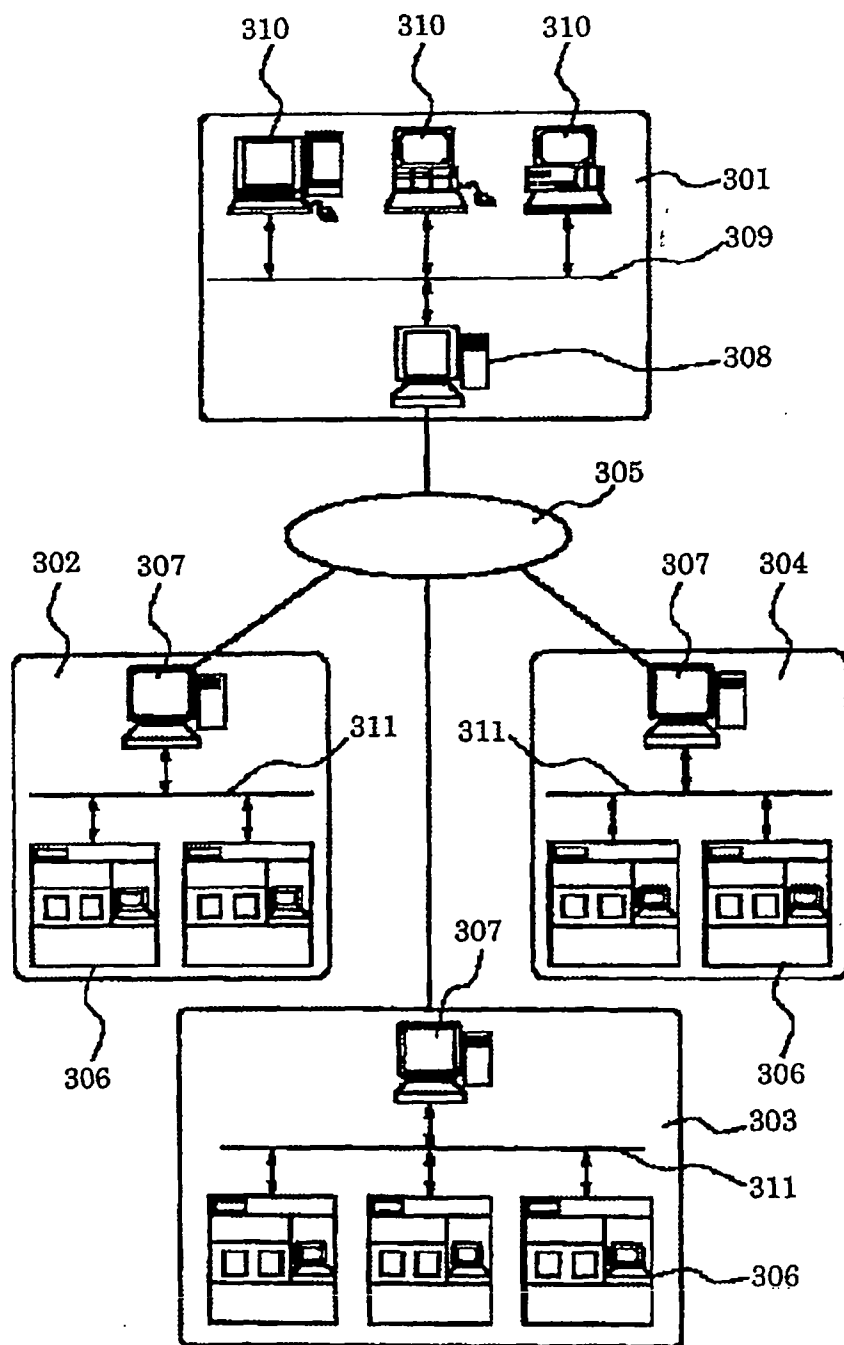


圖 25

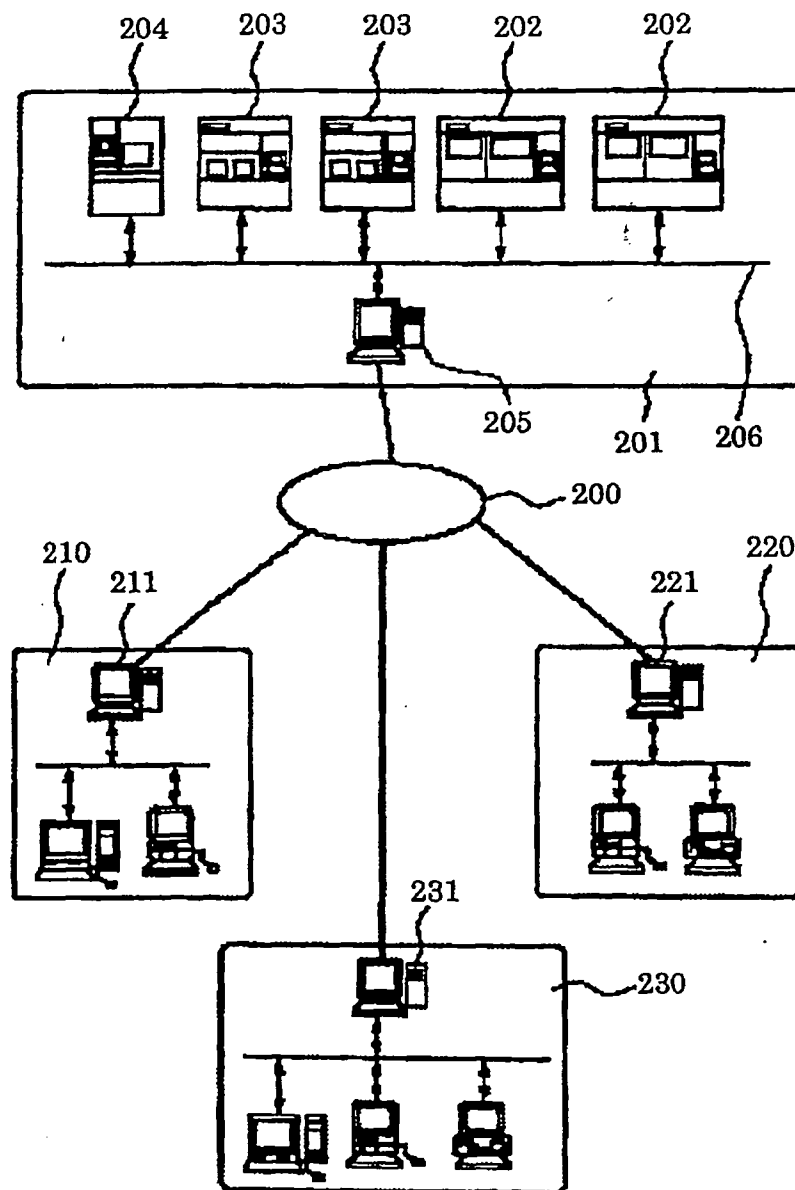


圖 26

URL <http://www.maintain.co.jp/db/invnt.html>

故障 DB 輸入畫面

發生日2000/9/15404

機種*****401

事件名稱:動作不佳(上升時錯誤)403

機器 S/N455NS4580001402

緊急程度D405

症狀:電源接通後 LED 持續閃爍406

處理方法:電源再次接通(起動時按下紅色按鈕)407

經過:臨時處理完成408

發送 還原410

向結果一覽資料庫的鏈結

軟體庫411

操作嚮導412

圖 27

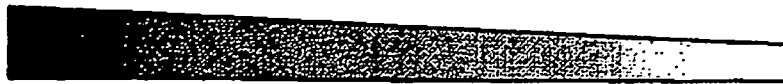


圖 28(a)



圖 28(b)

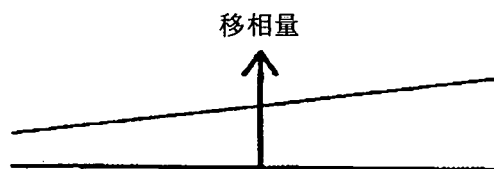


圖 28(c)

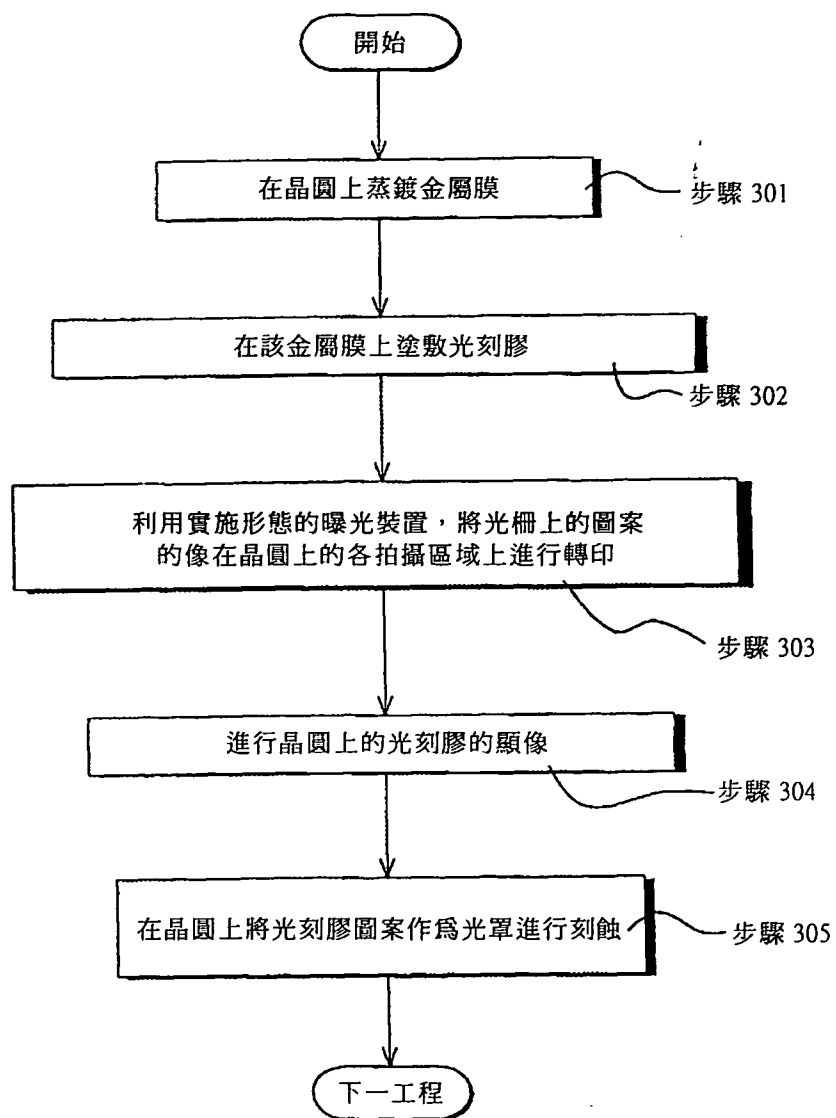


圖 29

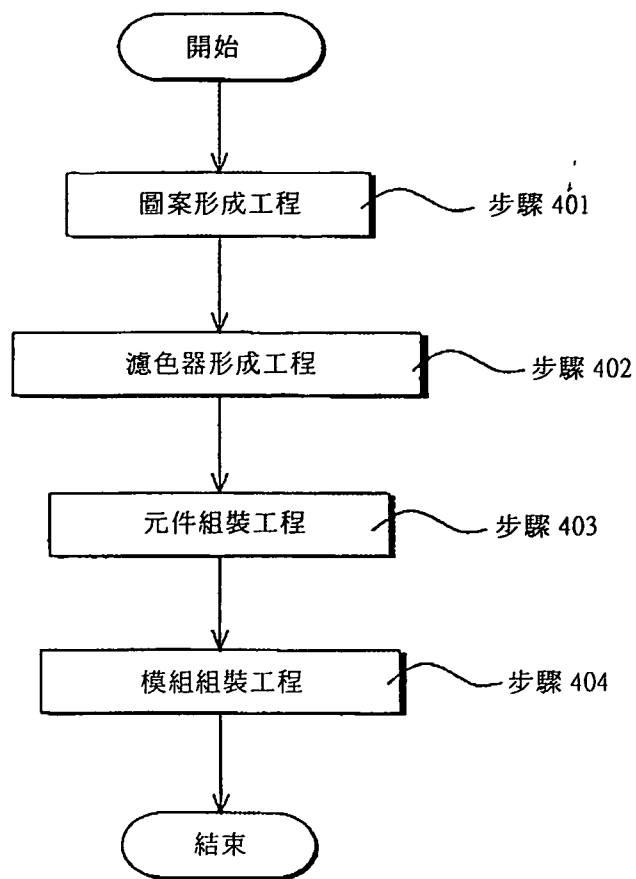


圖 30