201729252

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 201729252 A

(43)公開日： 中華民國 106 (2017) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：106113666 (22)申請日： 中華民國 94 (2005) 年 01 月 12 日

(51)Int. Cl.： *H01L21/027 (2006.01)* *G02B27/28 (2006.01)*
G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2004/02/06 日本 2004-030555
2004/12/10 日本 2004-358218

(71)申請人：尼康股份有限公司 (日本) NIKON CORPORATION (JP)
日本

(72)發明人：谷津修 TANITSU,OSAMU (JP) ；重松幸二 SHIGEMATSU,KOJI (JP) ；廣田弘之 HIROTA,HIROYUKI (JP) ；松山知行 MATSUYAMA,TOMOYUKI (JP)

(74)代理人：葉璟宗；卓俊傑

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：37 項 圖式數：22 共 75 頁

(54)名稱

光學照明裝置、曝光裝置、曝光方法以及元件製造方法

OPTICAL ILLUMINATION APPARATUS, LIGHT-EXPOSURE APPARATUS ,LIGHT-EXPOSURE METHOD AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

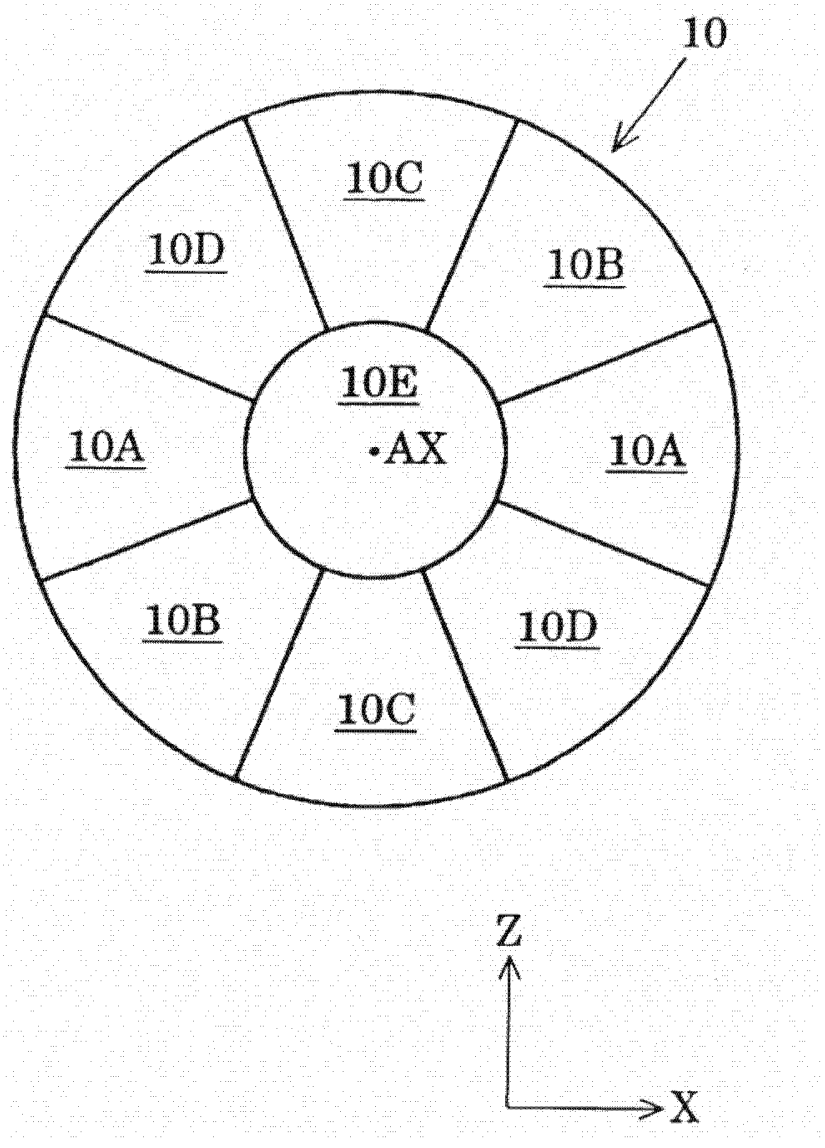
(57)摘要

一種偏光變換元件，可以將有約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的入射光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光，且可以防止光量損失。偏光變換元件 10 變換入射光的偏光狀態成為所定的偏光狀態。例如利用有如水晶旋光性的光學材料所形成，在周方向有厚度變化的分佈。厚度分佈，被設定使約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光。周方向被分割成有多個區域 10A~10D，且這些區域中的任意 2 相鄰區域的厚度不同。又，這些區域中的任意 2 相對區域有大約相等的旋光角度。

A polarization changing device can change an incident light with a linear polarization state having a polarization direction in about a single direction, into a light with a peripheral polarization state having about a polarization direction in about a peripheral direction, and can reduce the optical loss. The polarization changing device 10 can change the polarization state of the incident light into a desired polarization state. For example, it is formed by using the optical material, such as the quartz with the rotatory polarization, and has the varying thickness distribution at the peripheral direction. The thickness distribution is set to change a light with a linear polarization state having a polarization direction in about a single direction, into a light with a peripheral polarization state having about a polarization direction in about a peripheral direction. The peripheral direction is divided into several regions 10A-10B, and any adjacent two of these regions have different thickness. Any opposites two of these regions have about the same rotatory polarization angles.

指定代表圖：

TW 201729252 A



【圖5】

符號簡單說明：

10・・・偏光變換元件

10A~10D・・・各基本元件

10E・・・中央區域

【發明說明書】

【中文發明名稱】偏光變換元件、光學照明裝置、曝光裝置以及曝光方法

【英文發明名稱】POLARIZATION CHANGING DEVICE, OPTICAL ILLUMINATION APPARATUS, LIGHT-EXPOSURE APPARATUS AND LIGHT-EXPOSURE METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於偏光變換元件、光學照明裝置、曝光裝置、以及曝光方法，且特別是有關於一種曝光裝置，用於製成半導體元件、影像攝取元件、液晶顯示元件、薄膜磁性頭等微元件的微影製程中。

【先前技術】

【0002】 關於一些典型的曝光裝置，從光源射出的光束穿過做為光學積分器(optical integrator)的複眼(fly eye)透鏡，以形成由多個光源所構成的實質面光源的二次光源。由二次光源(一般是光學照明裝置的照明瞳或是被形成於其附近的照明瞳分佈)射出的光束，穿過被配置於複眼透鏡的後側焦點面附近的光圈而被限制後，入射於集光透鏡。

【0003】 利用集光透鏡而被集光的光束，與被形成有所定圖案的罩幕重疊地照明。穿過罩幕的圖案的光，穿過投影光學系統成像於晶圓上。接著，在晶圓上，罩幕圖案被投影曝光(轉印)。又，被形成於罩幕

的圖案，在被高積集化時，對於此微細圖案要正確地被轉印到晶圓上，在晶圓上要得到均一照度分佈是不可缺少的。

【0004】 例如在發明人的日本專利第 3246615 號公開資料，揭示為了實現將任意方向的微細圖案以忠實地轉印的照明條件，在複眼透鏡的後側焦點面形成輪帶狀的二次光源，且設定使穿過此輪帶狀二次光源的光束，在周方向的偏光方向為直線偏光狀態(以下簡稱為「周方向偏光狀態」)。

〔專利文獻 1〕日本專利第 3246615 號公開資料

【0005】 但是，上述公開資料的技術，利用穿過複眼透鏡所形成的圓形光束，限制穿過具有輪帶狀開口的光圈，以形成輪帶狀二次光源。此結果，對於傳統技術，會使光圈產生大量光損失，進而使曝光裝置的產能低下，因此不適合。

【發明內容】

【0006】 有鑒於前述的問題，本發明提出一種偏光變換元件，可以將有約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的入射光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光，且可以防止光量損失。

【0007】 又，本發明的目的是提供光學照明裝置，使用偏光變換元件，可以將有約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的入射光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光，可以良好防止

光量損失，形成周方向偏光狀態的輪帶狀照明瞳分佈。

【0008】　又，本發明提供曝光裝置與曝光方法，使用光學照明裝置可以良好防止光量損失，形成周方向偏光狀態的輪帶狀照明瞳分佈，用適當的照明條件，可以將微細圖案忠實地且高產能轉印。

【0009】　為了解決前述問題，本發明的第一實施例提供一種偏光變換元件，變換入射光的偏光狀態成為所定的偏光狀態，利用有旋光性的光學材料，以形成在周方向有厚度變化分佈。

【0010】　於第一較佳實施例，該厚度分佈，被設定使將有約單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光。又，周方向被分割成有多個區域，且這些區域中的任意 2 相鄰區域的厚度較佳為不同。於此情形，這些區域中的任意 2 相對區域，較佳有大約相等的旋光角度。

【0011】　又，於此情形，前述任意 2 相對區域，較佳相互約有相等厚度。又，該些多個區域之每一個，較佳都有約扇形狀。又，周方向較佳有連續的厚度變化。又，於第一實施例，較佳更有不具實質旋光性的中央區域。

【0012】　根據本發明第二實施例，提供一光學照明裝置，包括提供照明光的光源，以及該光源與被照射面之間的光路被配置第一實施例的偏光變換元件。

【0013】　根據第二較佳實施例，前述偏光變換元件，被配置於前述光學照明裝置的瞳或其附近。又，較佳更包括一相位部件，被配置於該光源與該偏光變換元件之間的光路中，使對應入射約直線偏光狀態

的光的偏光方向而變化。於此情形，前述相位部件，較佳有 1/2 波長板，可以在做為前述光學照明裝置的光軸中心的結晶光學軸上，自由旋轉。

【0014】 又，根據第二較佳實施例，較佳更包括第 2 相位部件，被配置於該光源與該相位部件之間的光路中，使入射的橢圓偏光狀態的光，變換成約直線偏光狀態的光。於此情形，前述第 2 相位部件，較佳有 1/4 波長板，可以在做為前述光學照明裝置的光軸中心的結晶光學軸上，自由旋轉。又，於第二較佳實施例，前述中央區域的徑向方向的大小，較佳為前述偏光變換元件的有效區域的徑方向大小的大於或等於 1/3。

【0015】 於本發明第三實施例，提供光學照明裝置，對於根據由光源供給的照明光，照明於被照射面的光學照明裝置，

前述光學照明裝置的照明瞳面或與該照明瞳面共軛的面內被形成的光強度分佈，關於在其所定的有效光源區域的第 1 方向偏光的平均特定偏光率以 RSPh(Ave)表示，關於第 2 方向偏光的平均特定偏光率以 RSPv(Ave)表示，滿足

RSPh(Ave) > 70%，RSPv(Ave) > 70%。

又，

RSPh(Ave) = Ix (Ave)/(Ix+Iy) Ave；

RSPv(Ave) = Iy (Ave)/(Ix+Iy) Ave。

於此，Ix (Ave)為通過所定的有效光源區域到達像面的一點的光束，在第 1 方向偏光成分的強度平均。Iy (Ave)為通過所定的有效光源區域到達像面的一點的光束，在第 2 方向偏光成分的強度平均。(Ix+Iy) Ave 為通過所定的有效光源區域的全部光束強度的強度平均。又，前述光學照明裝置的照明瞳面，定義成對應前述被照射面之光學傅立葉轉換關係的面，在前述光學照明裝置與投影光學系統組合的情形，可以定義出與投影光學系統的光圈光學共軛的光學照明裝置內的面。又，與前述光學照明裝置的照明瞳面共軛的面，不限定於前述光學照明裝置內的面，例如前述光學照明裝置與投影光學系統組合時，也可以投影光學系統內的面。更也可以是用以檢出光學照明裝置(或投影曝光裝置)的偏光狀態的偏光測定器內的面。

【0016】 本發明第四實施例，提供曝光裝置，包括第二實施例或第第三實施例的光學照明裝置，穿過該光學照明裝置將罩幕上的圖案曝光於感光性基板上。本發明第五實施例，提供曝光方法，使用第二實施例或第三實施例的光學照明裝置，將罩幕上的圖案曝光於感光性基板上。

【0017】 本發明的偏光變換元件，例如利用有如水晶旋光性的光學材料被形成，在周方向有變化厚度分佈。於此，厚度分佈，例如，被設定使約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光。其結果，於本發明，可以實現防止光量損失，將有約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的

入射光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光的偏光變換裝置。特別是，因為利用有旋光性的光學材料以形成偏光變換裝置，進而有波長板在相對上很容易製造的優點。

【0018】　另外，於本發明的光學照明裝置，因為使用偏光變換裝置，可以將約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的入射光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光，可以良好防止光量損失，而形成周方向偏光狀態的輪帶狀照明瞳分佈。又，本發明的曝光裝置與曝光方法，使用光學照明裝置，可以良好防止光量損失，而形成周方向偏光狀態的輪帶狀照明瞳分佈，於適當的照明條件，可以忠實且高產能地轉印微細圖案，進而元件製造也有良好的產能。

【圖式簡單說明】

【0019】　圖 1 繪示根據本發明實施例的曝光裝置結構示意圖。

圖 2 繪示相對輪帶狀二次光源，圓錐柱狀鏡系統的作用說明。

圖 3 繪示相對輪帶狀二次光源，伸縮透鏡的作用說明。

圖 4 繪示圖 1 的偏光監視器的內部結構示意斜視圖。

圖 5 繪示圖 1 的偏光變換元件的內部結構示意圖。

圖 6 繪示水晶旋光性說明圖。

圖 7 繪示利用偏光變換元件的作用，被設定成周方向偏光狀態的

輪帶狀二次光源示意圖。

圖 8 繪示利用偏光變換元件的作用，被設定成徑方向偏光狀態的輪帶狀二次光源示意圖。

圖 9 繪示多個偏光變換元件可以交換的變化示意圖。

圖 10 繪示做為圖 9 的交換機構的轉台 10T 被載置多種偏光變換元件 10a~10e 示意圖。

圖 11A~11E 繪示多種偏光變換元件 10a~10e 分別的結構示意圖。

圖 12A~12C 繪示利用偏光變換元件的作用被設定成周方向偏光狀態的二次光源的一例示意圖。

圖 13 繪示設置成迴繞光軸 AX 可以旋轉的偏光變換元件 10f 的結構示意圖。

圖 14A~14C 繪示利用偏光變換元件 10f 的作用，被設定成周方向偏光狀態的二次光源的一例示意圖。

圖 15A~15C 繪示由 8 個扇形基本構件所構成的偏光變換元件，得到迴繞光軸 AX 可以旋轉的二次光源的一例示意圖。

圖 16 繪示偏光變換元件，被配置在照明光學系統的瞳附近位置內、圓錐柱狀鏡系統 8 的正前面位置(入射側附近位置)一例示意圖。

圖 17 繪示如圖 16 所示的變化例，為滿足條件式(1)與(2) 的說明

示意圖。

圖 18 繪示偏光變換元件，配置在照明光學系統的瞳附近位置內、成像光學系統 15 的瞳附近位置一例示意圖。

圖 19 繪示為了檢出照明晶圓 W 的光的偏光狀態以及光強度的晶圓面偏光監視器 90 的結構示意圖。

圖 20 繪示使用 4 分割的偏光變換元件 10f，進行 4 分割周方向偏光輪帶照明，以得到輪帶狀二次光源 31 示意圖。

圖 21 繪示得到做為微元件的半導體元件的實際製程。

圖 22 繪示得到做為微元件的液晶顯示元件的實際製程。

【實施方式】

【0020】 基於所附的圖式，來說明本發明的實施形態。

【0021】 圖 1 繪示根據本發明實施例的曝光裝置示意圖。於圖 1，分別設定沿著感光性基板即晶圓 W 的法線方向為 Z 軸，晶圓 W 的面內與圖 1 的紙面平行的方向為 Y 軸，晶圓 W 的面內與圖 1 的紙面垂直的方向為 X 軸。請參照圖 1，本實施例的曝光裝置，包含用以供給曝光的光(照明光)的光源 1。

【0022】 做為光源 1，例如可以使用供給 248 nm 波長光的 KrF 準分子雷射光源或是供給 193 nm 波長光的 ArF 準分子雷射光源。從光源 1 沿著 Z 方向射出的約平行光束，沿著 X 方向有細長延伸的矩形狀斷

面，且入射於由一對透鏡 2a 與 2b 所構成的光束擴展器 2(expander)。各別的透鏡 2a 與 2b，在圖 1 的紙面內(YZ 平面內)分別具有負屈折力與正屈折力。因此，入射於光束擴展器 2 的光束，在圖 1 的紙面內被放大，並被整形為有所定的矩形斷面的光束。

【0023】 穿過做為整形光學系統的光束擴展器 2 之大約平行的光束，其由反射鏡 3 折曲偏向到 Y 方向後，穿過 1/4 波長板 4a、1/2 波長板 4b、消偏振鏡(depolarizer)4c、以及輪帶照明用的繞射光學元件 5，而入射於無焦點(afocal)透鏡 6。於此，1/4 波長板 4a、1/2 波長板 4b 以及消偏振鏡 4c，如後述，構成偏光狀態變換部 4。無焦點光學系統設定為：使無焦點透鏡 6，其前側焦點位置與繞射光學元件 5 的位置大約一致，且後側焦點位置與如圖中虛線所示的所定面 7 的位置大約一致。

【0024】 一般，繞射光學元件，基板形成有高度差其間隔為曝光的光(照明光)波長程度，使入射光束在所要的角度有繞射作用。具體地，輪帶照明用的繞射光學元件 5，在具有斷面為矩形狀的平行光束入射時，具有在遠場(far-field)(或是 Fraunhofer 繞射區域)形成輪帶狀光強度分佈的功能。

【0025】 因此，入射於做為光束變換元件的繞射光學元件 5 的約平行光束，在無焦點透鏡 6 的瞳面形成輪帶狀的光強度分佈後，約平行光束從無焦點透鏡 6 被射出。又，無焦點透鏡 6 的前透鏡群 6a 與後透鏡群 6b 之間的光路中的瞳面或其附近，被配置圓錐柱狀鏡(axicon)系統 8，其詳細結構與作用描述於後。以下，為簡單說明，忽略圓錐柱

狀鏡系統 8，說明基本的結構與作用。

【0026】 穿過無焦點透鏡 6 的光束，穿過可變 σ 值用的伸縮透鏡 9（zoom lens）與偏光變換元件 10，而入射於做為光學積分器(optical integrator)的微複眼透鏡(或是複眼透鏡)11。偏光變換元件 10 的結構與作用說明於後。微複眼透鏡 11 是由縱橫且密集配列的多個具有正屈折力的微小透鏡所構成的光學元件。一般而言，微複眼透鏡，例如是利用平行平面板施加蝕刻處理以形成微小透鏡群所製成。

【0027】 接著，構成微複眼透鏡的各微小透鏡，比構成複眼透鏡的各透鏡單元（lens element）微小。又，微複眼透鏡，與由相互被隔絕的透鏡單元所構成的複眼透鏡不同，多個微小透鏡(微小屈折面)，不相互被隔絕而一體成形。然而，在具有正屈折力的透鏡單元被縱橫配置的觀點上，微複眼透鏡是與複眼透鏡相同之波面分割型的光學積分器。

【0028】 所定面 7 的位置被配置於伸縮透鏡 9 的前側焦點位置的附近，而微複眼透鏡 11 的入射面被配置於伸縮透鏡 9 的後側焦點位置的附近。換言之，伸縮透鏡 9 配置成所定面 7 與微複眼透鏡 11 的入射面實質上為傅立葉轉換關係，進而配置成無焦點透鏡 6 的瞳面與微複眼透鏡 11 入射面為大致光學共軛。

【0029】 接著，微複眼透鏡 11 的入射面上，與無焦點透鏡 6 的瞳面相同，例如被形成以光軸 AX 做為中心的輪帶狀照射範圍。此輪帶狀照射範圍的全體形狀是與伸縮透鏡 9 的焦點距離依存而相似地變化。構成微複眼透鏡 11 的各微小透鏡具有矩形狀的斷面，其與在罩幕 M 上要形成照射範圍的形狀(進而在晶圓 W 上要形成曝光區域的形狀)相

似。

【0030】 入射微複眼透鏡 11 的光束是利用多個微小透鏡而被二維分割，其後側焦點面或是其附近(進而照明瞳)，藉由入射光束，有與被形成的照射範圍大約相同光強度分佈的二次光源，即是以光軸 AX 做為中心的輪帶狀的實質面光源所構成的二次光源被形成。從微複眼透鏡 11 的後側焦點面或是其附近被形成的二次光源的光束，穿過分光器 12a（beam splitter）及集光系統 13 後，與罩幕遮板(mask blind)重疊地照明。

【0031】 接著，作為照明視野光圈的罩幕遮板 14，形成了矩形狀的照射範圍，其對應構成微複眼透鏡 11 之各個微小透鏡的形狀與焦點距離。再者，內部設置有分光器 12a 的偏光監視器 12，其內部結構與作用如後所述。穿過罩幕遮板 14 的矩形狀開口部（透光部）的光束，在受到成像光學系統 15 的集光作用後，重疊地照射在形成有所定圖案的罩幕 M 上。

【0032】 即是，成像光學系統 15，使罩幕遮板 14 的矩形狀開口部的像被形成於罩幕 M 上。穿過罩幕 M 的圖案的光束，又穿過投影光學系統 PL，將罩幕圖案的像形成於感光性基板即晶圓 W 上。接著，在與投影光學系統 PL 的光軸 AX 垂直的平面(XY 面)內，利用二維地驅動控制晶圓 W 進行全部或掃描曝光，罩幕 M 的圖案依序被曝光於晶圓 W 的各曝光區域。

【0033】 又，在偏光狀態切換部 4 中，1/4 波長板 4a 被構成可以自由旋轉於以光軸 AX 做為中心的結晶光學軸，將入射的橢圓偏光光束

變換成直線偏光光束。又，1/2 波長板 4b 被構成可以自由旋轉於以光軸 AX 做為中心的結晶光學軸，使入射的直線偏光的偏光面變化。又，消偏振鏡 4c 利用有互補形狀的楔形狀水晶稜鏡與楔形狀石英稜鏡而被構成。水晶稜鏡與石英稜鏡做為一體的稜鏡組合體，被構成對照明光路可以自由插脫。

【0034】 使用 KrF 準分子雷射光源或是 ArF 準分子雷射光源做為光源 1 的情形下，從這些光源被射出的光，一般有 95%以上的偏光度，且約直線偏光的光入射於 1/4 波長板 4a。但是，光源 1 與偏光狀態切換部 4 之間的光路中，有做為背面反射鏡的直角稜鏡的情形時，入射的直線偏光的偏光面不與 P 偏光面或 S 偏光面一致，利用直角稜鏡的全反射使直線偏光變為橢圓偏光。

【0035】 偏光狀態切換部 4，雖然例如是由於直角稜鏡的全反射造成的橢圓偏光光束入射，利用 1/4 波長板 4a 的作用被被變換成直線偏光光束，入射於 1/2 波長板 4b。1/2 波長板 4b 的結晶光學軸，對應入射的成直線偏光的偏光面設定成 0 度或 90 度時，入射於 1/2 波長板 4b 的直線偏光的光束，其偏光面不會變化而通過。

【0036】 又，1/2 波長板 4b 的結晶光學軸，對應入射的直線偏光的偏光面，以 45 度設定的情形，入射於 1/2 波長板 4b 的直線偏光光束的偏光面，僅以 90 度變化被變換成直線偏光的光。再者，消偏振鏡 4c 的水晶稜鏡的結晶光學軸，對應入射的直線偏光的偏光面被設定成 45 度的情形，入射水晶稜鏡的直線偏光的光被變換成非偏光狀態的光(非偏光化)。

【0037】 於偏光狀態切換部 4，當消偏振鏡 4c 在照明光路中定位，使水晶稜鏡的結晶光學軸相對入射的直線偏光的偏光面為 45 度。另外，水晶稜鏡的結晶光學軸相對入射的直線偏光的偏光面，設定為 0 度或 90 度的角度時，入射水晶稜鏡的直線偏光的偏光面不會變化而通過。又，1/2 波長板 4b 的結晶光學軸相對入射的直線偏光的偏光面，設定為 22.5 度的角度時，入射 1/2 波長板 4b 的直線偏光的光，被變換成含有偏光面不會變化而通過直線偏光成分和偏光面僅 90 度變化的直線偏光成分的非偏光狀態的光。

【0038】 對於偏光狀態切換部 4，如上述，直線偏光的光入射於 1/2 波長板 4b，是為了以下的簡單說明，在圖 1 的 Z 方向具有偏光方向(電場方向)的直線偏光(以下稱 Z 方向偏光)的光，其入射於 1/2 波長板 4b。消偏振鏡 4c 在照明光路中定位時，入射於 1/2 波長板 4b 的結晶光學軸相對 Z 方向偏光的偏光面(偏光方向)設定為 0 度或 90 度，且入射於 1/2 波長板 4b 的 Z 方向偏光，其偏光面不會變化的 Z 方向偏光通過，而入射於消偏振鏡 4c 的水晶稜鏡。水晶稜鏡的結晶光學軸，相對入射的 Z 方向偏光的偏光面，因為設定為 45 度的角度，入射水晶稜鏡 Z 方向偏光的光被變換成非偏光狀態的光。

【0039】 穿過水晶稜鏡被非偏光化的光，穿過為了補償光行進方向而作為補償器（compensator）的石英稜鏡，以非偏光狀態入射於繞射光學元件 5。一方面，入射於 1/2 波長板 4b 的結晶光學軸相對 Z 方向偏光的偏光面設定為 45 度時，入射於 1/2 波長板 4b 的 Z 方向偏光的光，其偏光面僅 90 度變化，如在圖 1 的 X 方向具有偏光方向(電場方

向)的直線偏光(以下稱 X 方向偏光)的光，入射於消偏振鏡 4c 的水晶稜鏡。相對入射於水晶稜鏡的結晶光學軸的 X 方向偏光的偏光面，因為設定為 45 度，入射水晶稜鏡的 X 方向偏光的光，被變換成非偏光狀態，且穿過石英稜鏡，並以非偏光狀態入射於繞射光學元件 5。

【0040】 反之，在消偏振鏡 4c 從照明光路退開時，入射於 1/2 波長板 4b 的結晶光學軸相對於 Z 方向偏光的偏光面設定為 0 度或 90 度時，入射於 1/2 波長板 4b 的 Z 方向偏光的光不會變化而通過，以 Z 方向偏光狀態入射於繞射光學元件 5。另一方面，入射於 1/2 波長板 4b 的結晶光學軸相對於 Z 方向偏光的偏光面設定為 45 度時，入射於 1/2 波長板 4b 的 Z 方向偏光的光，偏光面會僅變化 90 度而變成 X 方向偏光的光，而以 X 方向偏光狀態入射於繞射光學元件 5。

【0041】 如上述，對於偏光狀態切換部 4，利用決定消偏振鏡 4c 插入照明光路的定位，可以使非偏光狀態的光入射於繞射光學元件 5。又，使消偏振鏡 4c 從照明光路退開，且利用設定使 1/2 波長板 4b 的結晶光學軸相對於入射的 Z 方向偏光的偏光面為 0 度或 90 度，可以使 Z 方向偏光狀態的光入射於繞射光學元件 5。再者，消偏振鏡 4c 從照明光路退開，且利用設定使 1/2 波長板 4b 的結晶光學軸相對於入射的 Z 方向偏光的偏光面為 45 度，可以使 X 方向偏光狀態的光入射於繞射光學元件 5。

【0042】 換言之，對於偏光狀態切換部 4，利用由 1/4 波長板 4a、1/2 波長板 4b 與消偏振鏡 4c 所組成的偏光狀態切換部的作用，往繞射光學元件 5 的入射光的偏光狀態(進而照明罩幕 M 與晶圓 W 的光的偏光

狀態)，可以在直線偏光狀態與非偏光狀態之間切換，於直線偏光狀態的情形，可以在相互垂直的偏光狀態之間(Z 方向偏光狀態與 X 方向偏光狀態之間)切換。

【0043】 再者，對於偏光狀態切換部 4，使 1/2 波長板 4b 與消偏振鏡 4c 一起從照明光路退開，且利用 1/4 波長板 4a 的結晶光學軸相對於入射的橢圓偏光設定所要的角度，圓偏光的光可以入射於繞射光學元件 5。又一般上，利用 1/2 波長板 4b 的作用，往繞射光學元件 5 的入射光的偏光狀態，可以設定成在任意方向有偏光方向的直線偏光狀態。

【0044】 次之，圓錐柱狀鏡系統 8，順著光源側，由對向光源側為平面且對向罩幕側為凹圓錐狀的屈折面的第 1 稜鏡部 8a，與對向罩幕側為平面且對向光源側為凸圓錐狀的屈折面的第 2 稜鏡部 8b 所構成。第 1 稜鏡部 8a 的凹圓錐狀屈折面與第 2 稜鏡部 8b 的凸圓錐狀屈折面，是可接合而互補的形狀。又，第 1 稜鏡部 8a 與第 2 稜鏡部 8b 之至少其一被構成可沿著光軸 AX 移動。第 1 稜鏡部 8a 的凹圓錐狀屈折面與第 2 稜鏡部 8b 的凸圓錐狀屈折面之間的間隔是可變的。

【0045】 於此，對於第 1 稜鏡部 8a 的凹圓錐狀屈折面與第 2 稜鏡部 8b 的凸圓錐狀屈折面是相互接合的狀態，圓錐柱狀鏡系統 8 做為平行平面板的機能，且不會影響到被形成的輪帶狀二次光源。然而，使第 1 稜鏡部 8a 的凹圓錐狀屈折面與第 2 稜鏡部 8b 的凸圓錐狀屈折面間離時，圓錐柱狀鏡系統 8 做為所謂光束擴展器的機能。因此，隨著圓錐柱狀鏡系統 8 的間隔變化，變化向所定面 7 的入射光角度。

【0046】 圖 2，繪示相對輪帶狀二次光源，圓錐柱狀鏡系統的作用說

明。參照圖 2，在設定圓錐柱狀鏡系統 8 的間隔為零且伸縮透鏡 9 的焦點距離最小值的狀態(以下稱標準狀態)，被形成最小輪帶狀二次光源 30a，利用使圓錐柱狀鏡系統 8 的間隔從零到所定值而擴大，其寬度(外徑與內徑的差的 1/2：圖中以箭號表示)不會變化，外徑與內徑一起擴大，而變化成輪帶狀二次光源 30b。換言之，利用圓錐柱狀鏡系統 8 的作用，輪帶狀二次光源的寬度不會變化，其輪帶比(內徑/外徑)與大小(外徑)一起變化。

【0047】 圖 3 繪示相對輪帶狀二次光源，伸縮透鏡的作用說明。參照圖 3，在標準狀態被形成的輪帶狀二次光源 30a，利用伸縮透鏡 9 的焦點距離從最小值到所定值擴大，其全體形狀相似地擴大而變化成輪帶狀二次光源 30c。換言之，利用伸縮透鏡 9 的作用，輪帶狀二次光源的輪帶比不會變化，其寬度與大小(外徑)一起變化。

【0048】 圖 4 繪示圖 1 的偏光監視器的內部結構示意斜視圖。參照圖 4，偏光監視器 12 包含：被配置於微複眼透鏡 11 與集光系統 13 之間的光路的第 1 分光器 12a。第 1 分光器 12a 例如是利用石英玻璃形成之沒有塗佈的平行面板(即是素玻璃)的型態，且其具有將與入射光的偏光狀態相異的偏光狀態的反射光從光路取出的機能。

【0049】 利用第 1 分光器 12a 而從光路被取出的光，入射於第 2 分光器 12b。第 2 分光器 12b 與第 1 分光器 12a 相同，例如是利用石英玻璃形成的沒有塗佈的平行面板型態，且其具有使與入射光的偏光狀態相異的偏光狀態的反射光發生的機能。接著，進行設定使相對第 1 分光器 12a 的 P 偏光成為相對第 2 分光器 12b 的 S 偏光，且相對第 1 分

光器 12a 的 S 偏光成為相對第 2 分光器 12b 的 P 偏光。

【0050】 又，透過第 2 分光器 12b 的光是利用第 1 光度檢測器 12c 而被檢測，在第 2 分光器 12b 被反射的光是利用第 2 光度檢測器 12d 而被檢測。第 1 光度檢測器 12c 與第 2 光度檢測器 12d 的輸出，分別被輸給控制部(未示於圖)。控制部依需要驅動構成偏光狀態切換部 4 的 1/4 波長板 4a、1/2 波長板 4b 與消偏振鏡 4c。

【0051】 如上述，關於第 1 分光器 12a 與第 2 分光器 12b，對於 P 偏光的反射率與 S 偏光的反射率，實質上是不同。因此，對於偏光監視器 12，從第 1 分光器 12a 的反射光，含有例如往第 1 分光器 12a 的入射光的約 10%的 S 偏光成分(對第 1 分光器 12a 的 S 偏光成分是對第 2 分光器 12b 的 P 偏光成分)，與例如往第 1 分光器 12a 的入射光的約 1%的 P 偏光成分(對第 1 分光器 12a 的 P 偏光成分是對第 2 分光器 12b 的 S 偏光成分)。

【0052】 又，從第 2 分光器 12b 的反射光，含有例如往第 1 分光器 12a 的入射光的約 10% ×1%=0.1%的 P 偏光成分(對第 1 分光器 12a 的 P 偏光成分是對第 2 分光器 12b 的 S 偏光成分)，與例如往第 1 分光器 12a 的入射光的約 1%×10%=0.1%的的 S 偏光成分(對第 1 分光器 12a 的 S 偏光成分是對第 2 分光器 12b 的 P 偏光成分)。

【0053】 如此，對於偏光監視器 12，第 1 分光器 12a 回應其反射特性而具有將與入射光偏光狀態相異的偏光狀態的反射光從光路取出的機能。其結果，很少受到第 2 分光器 12b 造成的偏光變動的影響，根據第 1 光度檢測器 12c 的輸出(關於第 2 分光器 12b 的透過光強度資

料，即是從第 1 分光器 12a 的反射光約相同偏光狀態的光的強度資料)，可以檢知往第 1 分光器 12a 的入射光的偏光狀態(偏光度)，進而往罩幕 M 的照明光的偏光狀態。

【0054】 又，對於偏光監視器 12，被設定為相對第 1 分光器 12a 的 P 偏光為對第 2 分光器 12b 的 S 偏光，且對第 1 分光器 12a 的 S 偏光為對第 2 分光器 12b 的 P 偏光。其結果，根據第 2 光度檢測器 12d 的輸出(關於第 1 分光器 12a 與第 2 分光器 12b 被順次反射光的強度資料)，實質上不受往第 1 分光器 12a 的入射光的偏光狀態的變化的影響，可以檢知往第 1 分光器 12a 的入射光的光量(強度)，進而往罩幕 M 的照明光的光量。

【0055】 接著，使用偏光監視器 12，檢知往第 1 分光器 12a 的入射光的偏光狀態，進而可以判定是否往罩幕 M 的照明光是所要的非偏光狀態、直線偏光狀態、或圓偏光狀態。控制部根據由偏光監視器 12 的檢知結果，確認往罩幕 M(進而晶圓 W)的照明光是否為所要的非偏光狀態、直線偏光狀態、或圓偏光狀態的情形，驅動調整構成偏光狀態切換部 4 的 1/4 波長板 4a、1/2 波長板 4b 與消偏振鏡 4c，而可以調整往罩幕 M 的照明光的狀態為所要的非偏光狀態、直線偏光狀態、或圓偏光狀態。

【0056】 再者，取代輪帶照明用的繞射光學元件 5 的 4 極照明用的繞射光學元件(未示於圖)，藉由設定於照明光路中，可以進行 4 極照明。4 極照明用的繞射光學元件，在入射有矩形狀的斷面的平行光束的情形，有在其遠場形成 4 極狀的光強度分佈的機能。因此，穿過 4

極照明用的繞射光學元件的光束，在微複眼透鏡 11 的入射面，形成例如以光軸 AX 做為中心的 4 個圓形狀照射區域所組成的 4 極狀照射區域。其結果，微複眼透鏡 11 的後側焦點面或其附近，與被形成於入射面的照射區域相同，被形成 4 極狀的二次光源。

【0057】 又，取代輪帶照明用的繞射光學元件 5 的圓形照明用的繞射光學元件(未示於圖)，藉由設定於照明光路中，可以進行一般的圓形照明。圓形照明用的繞射光學元件，在入射有矩形狀的斷面的平行光束的情形，有在其遠場形成圓形狀的光強度分佈的機能。因此，穿過圓形照明用的繞射光學元件的光束，在微複眼透鏡 11 的入射面，形成例如以光軸 AX 做為中心的圓形狀照射區域所組成的 4 極狀照射區域。其結果，微複眼透鏡 11 的後側焦點面或其附近，與被形成於入射面的照射區域相同，被形成圓形狀的二次光源。

【0058】 再者，取代輪帶照明用的繞射光學元件 5 的其他多極照明用的繞射光學元件(未示於圖)，藉由設定於照明光路中，可以進行各種多極照明(2 極照明、8 極照明等)。同樣地，取代輪帶照明用的繞射光學元件 5 的有適當特性的繞射光學元件，藉由設定於照明光路中，可以進行各種形態的變換照明。

【0059】 圖 5 繪示圖 1 的偏光變換元件的內部結構示意圖。圖 6 繪示水晶旋光性說明圖。圖 7 繪示利用偏光變換元件的作用，被設定成周方向偏光狀態的輪帶狀二次光源示意圖。根據本發明實施例的偏光變換元件 10，被配置在微複眼透鏡 11 的正前面，即是光學照明裝置(1~PL)的瞳或其附近。因此，在輪帶照明的情形，對偏光變換元件 10

入射有斷面約輪帶狀且以光軸 AX 做為中心的光束。

【0060】 參照圖 5，偏光變換元件 10，有全體光軸 AX 做為中心輪帶狀的有效區域，其輪帶狀的有效區域以光軸 AX 做為中心，利用在圓周方向等分成 8 個扇形形狀的的基本元件被構成。在這些 8 個基本元件，夾著光軸 AX 相對的一對基本元件相互有相同特性。即是，8 個基本元件，延著光穿過方向(Y 方向)的厚度(光軸方向的長度)相互不同的 4 種基本元件 10A~10D 各含 2 個。

【0061】 具體而言，設定成第 1 基本元件 10A 的厚度最大，第 4 基本元件 10D 的厚度最小，第 2 基本元件 10B 的厚度比第 3 基本元件 10C 的厚度大。其結果，偏光變換元件 10 的一方的面(例如入射面)為平面狀，而另一面(例如出射面)，利用各基本元件 10A~10D 的厚度不同，成為凹凸狀。又，可以偏光變換元件 10 的雙面(入射面與出射面)一起形成凹凸狀。

【0062】 又，本實施例，各基本元件 10A~10D 是利用有旋光性的光學材料亦即是做為結晶材料的水晶所構成，各基本元件 10A~10D 的結晶光學軸與光軸 AX 約一致，即是設定成與入射光的行進方向約一致。以下，參照圖 6，對水晶的旋光性進行簡單說明。參照圖 6，由厚度為 d 的水晶所構成的平行面板光學部材 100，其結晶光學軸與光軸 AX 被配置成一致。如此情形，利用光學部材 100 的旋光性，入射的直線偏光的偏光方向對光軸 AX 僅旋轉一角度 θ 的狀態被射出。

【0063】 此時，光學部材 100 的旋光性造成偏光方向的旋轉角(旋光角度) θ，利用光學部材 100 的厚度 d 與旋光能 ρ，以下式(a)表示。

【0064】 $\theta = d \cdot \rho$ (a)

一般，水晶的旋光能 ρ 為波長依存性(依存使用光的波長其不同旋光能值：旋光分散)，具體地，使用光的波長短，會有愈大的傾向。根據在「應用光學 II」的第 167 頁的記載，相對於具有 250.3nm 的波長的光，水晶的旋光能 ρ 為 153.9 度/mm。

【0065】 在本實施例，第 1 基本元件 10A，被設定成厚度 dA，在 Z 方向偏光的直線偏光的光入射的情形，Z 方向繞著 Y 軸使+180 度旋轉的方向，即是在 Z 方向有偏光方向的直線偏光的光使射出。因此，在此情形，如圖 7 所示的輪帶狀二次光源 31 之中，受到一對第 1 基本元件 10A 的旋光作用的光束，通過形成的一對圓弧狀區域 31A 的光束的偏光方向是在 Z 方向。

【0066】 第 2 基本元件 10B，被設定成厚度 dB，在 Z 方向偏光的直線偏光的光入射時，Z 方向繞著 Y 軸使+135 度旋轉的方向，即是在 Z 方向繞著 Y 軸使-45 度旋轉的方向，有偏光方向的直線偏光的光射出。因此，在此情形，如圖 7 所示的輪帶狀二次光源 31 之中，受到一對第 2 基本元件 10B 的旋光作用的光束，通過形成的一對圓弧狀區域 31B 的光束的偏光方向，是 Z 方向繞著 Y 軸使旋轉-45 度的方向。

【0067】 第 3 基本元件 10C，被設定成厚度 dC，在 Z 方向偏光的直線偏光的光入射時，Z 方向繞著 Y 軸使+90 度旋轉的方向，即是有 X 方向偏光方向的直線偏光的光射出。因此，在此情形，如圖 7 所示的輪帶狀二次光源 31 之中，受到一對第 3 基本元件 10C 的旋光作用的光

束，通過形成的一對圓弧狀區域 31C 的光束的偏光方向是在 X 方向。

【0068】 第 4 基本元件 10D，被設定成厚度 dD，在 Z 方向偏光的直線偏光的光入射時，Z 方向繞著 Y 軸使+45 度旋轉的方向有偏光方向的直線偏光的光射出。因此，在此情形，如圖 7 所示的輪帶狀二次光源 31 之中，受到一對第 4 基本元件 10D 的旋光作用的光束，通過形成的一對圓弧狀區域 31D 的光束的偏光方向，是 Z 方向繞著 Y 軸使旋轉+45 度的方向。

【0069】 再者，對分別被形成的 8 個基本元件進行組合可以得到偏光變換元件 10，也可以利用將平行平面板的水晶基板形成所要的凹凸形狀(段差)而得到偏光變換元件 10。又，不將偏光變換元件 10 從光路退開時，可以進行通常的圓形照明，且設定圓形狀的中央區域 10E，其大小為偏光變換元件 10 的有效區域的徑方向大小的大於等於 3/10，較佳為大於等於 1/3，且沒有旋光性。於此，中央區域 10E，可以利用沒有旋光性的光學材料例如石英而形成，也可以是簡單的圓形狀開口。但是，中央區域 10E 不是偏光變換元件 10 的必要元件。再者，中央區域 10E 的大小是由周方向偏光狀態區域與非此區域的邊界所決定。

【0070】 於本實施例，周方向偏光輪帶照明時(通過輪帶狀的二次光源的光束被設定成周方向偏光狀態的變形照明)，有 Z 方向偏光的直線偏光的光被入射於偏光變換元件 10。其結果，微複眼透鏡 11 的後側焦點面或其附近，如圖 7 所示，輪帶狀的二次光源(輪帶狀的瞳分佈)31 被形成，通過此輪帶狀的二次光源 31 的光束被設定成周方向偏光狀

態。對於周方向偏光狀態，分別通過構成輪帶狀的二次光源 31 的圓弧狀區域 31A~31D 的光束，沿著各圓弧狀區域 31A~31D 的圓周方向，而在中心位置的直線偏光狀態的偏光方向是大約與以光軸 AX 做為中心的圓的切線方向一致。

【0071】 接著，於本實施例，與因光圈大而發生光量損失的傳統技術不同，利用偏光變換元件 10 的旋光作用，不會有實質的光量損失發生，可以形成周方向偏光狀態的輪帶狀的二次光源 31。換言之，對於本實施例的光學照明裝置，良好地抑制光量損失，可以形成周方向偏光狀態的輪帶狀的照明分佈。再者，對於本實施例，因為使用光學元件的偏光作用，偏光變換元件的製造容易，對於典型的各基本元件的厚度公差可以很緩設定，達到優良效果。

【0072】 又，根據周方向偏光狀態的輪帶狀照明瞳分佈的周方向偏光輪帶狀照明，做為最終的被照明面的晶圓 W 被照射的光是以 S 偏光為主要成份的偏光狀態。於此，S 偏光，是有相對入射面垂直方向的偏光方向的直線偏光(垂直入射面的方向電性向量震動的偏光)。但是，入射面，定義為當光到達媒介質的界面(被照射面：晶圓 W 表面)，包含在其點上的界面法線與入射光的面。

【0073】 其結果，對於周方向偏光輪帶狀照明，可以提升投影光學系統的光學性能(焦點深度等)，可以得到在晶圓(感光性基板)上高對比的罩幕圖案像。即是，對於本發明實施例，因為使用可以良好地抑制光量損失，且形成周方向偏光狀態的輪帶狀照明瞳分佈的光學照明裝置，用適當的照明條件可以忠實且高產能地將微細圖案轉寫。

【0074】 接著，於本實施例，利用有 X 方向偏光方向的直線偏光的光使其入射偏光變換元件 10，如圖 8 所示通過輪帶狀二次光源 32 的光束設定為徑方向偏光狀態，且進行徑方向偏光輪帶照明(通過輪帶狀二次光源 32 的光束被設定成徑方向偏光狀態的變形照明)。於徑方向偏光狀態，分別通過構成輪帶狀二次光源 32 的圓弧狀區域 32A~32D 的光束，沿著各圓弧狀區域 32A~32D 的圓周方向，而在中心位置的直線偏光狀態是大約與以光軸 AX 做為中心的圓的半徑方式一致。

【0075】 根據徑方向偏光狀態的輪帶狀照明瞳分佈的徑方向偏光輪帶照明，被照射到做為最終的被照明面的晶圓 W 的光，是以 P 偏光為主要成份的偏光狀態。於此，P 偏光，是相對上述定義的入射面的平行方向的偏光方向的直線偏光(平行入射面方向電性向量震動的偏光)。其結果，徑方向偏光輪帶狀照明，被塗佈於晶圓上的光阻的光反射率減小，在晶圓(感光性基板)上，可以得到良好的罩幕圖案像。

【0076】 又，於上述實施例，入射偏光變換元件 10 的光束，利用在 Z 方向有偏光方向的直線偏光狀態與在 X 方向有偏光方向的直線偏光狀態之間的切換，而實現周方向偏光輪帶照明與徑方向偏光輪帶照明。但是，不限定於此，例如對於在 Z 方向或 X 方向有偏光方向的直線偏光狀態的入射光束，利用偏光變換元件 10 在如圖 5 所示的第 1 狀態與繞著光軸 AX 使僅 90 度回轉的第 2 狀態之間切換，可以實現周方向偏光輪帶照明與徑方向偏光輪帶照明。

【0077】 又，於上述實施例，微複眼透鏡 11 的正前方配置偏光變換元件 10。但是，不限定於此，一般照明裝置(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 15 的瞳或其附近，圓錐柱狀鏡系統 8 的正前方(無焦點透鏡 6 的瞳或其附近)等可以配置偏光變換元件 10。

【0078】 因此，如果投影光學系統 PL 中與成像光學系統 15 中配置偏光變換元件 10，因為偏光變換元件 10 所要的有效徑容易大，考慮到有困難得到高品質的大水晶基板的現狀而不佳。又，如果圓錐柱狀鏡系統 8 的正前方配置偏光變換元件 10，可以使偏光變換元件 10 所要的有效徑減小，但是到最終被照射面的晶圓 W 的距離長，防止透鏡反射的塗佈與鏡子的反射膜等會改變偏光狀態的因素容易介入在其光路中而不佳。即是，透鏡的防止反射塗佈與鏡子的反射膜，容易由於偏光狀態(P 偏光與 S 偏光)與入射角的反射率而變差，進而容易變化偏光狀態。

【0079】 又，於上述實施例，偏光變換元件 10 的至少其一面的(例如射出面)被形成凹凸狀，進而偏光變換元件 10 在周方向有離散(不連續)變化厚度分佈。但是，不限定於此，如偏光變換元件 10 在周方向具有約不連續變化的厚度分佈，偏光變換元件 10 的至少其一面(例如射出面)可以形成曲面狀。

【0080】 又，於上述實施例，利用對應輪帶狀的有效區域的 8 分割的 8 個扇形狀的基本元件，構成偏光變換元件 10。但是，不限定於此，可以例如利用對應圓形狀有效區域的 8 分割的 8 個扇形狀的基本元件，或是利用對應圓形狀或輪帶狀的有效區域的 4 個分割的 4 個扇形狀的基本元件，或是利用對應圓形狀或輪帶狀的有效區域的 16 個分割

的 16 個扇形狀的基本元件構成偏光變換元件 10。即是，偏光變換元件 10 的有效區域形狀，有效區域分割數(基本元件的數量)等，可以有多種不同的變形例。

【0081】 又，於上述實施例，用水晶形成各種基本元件 10A~10D(進而偏光變換元件 10)。但是，不限定於此，使用有旋光性的其他適當光學材料可形成各基本元件。與此情形，也可以使用對應使用波長的光有 100 度/mm 以上的旋光能的光學材料。即是，如果使用旋光能小的光學材料，要得到偏光方向所要的旋轉角之所需的厚度會過厚，且由於光量損失的原因而不佳。

【0082】 又，於上述實施例，偏光變換元件 10 對應照明光路固定設定，也可以使偏光變換元件 10 對應照明光路可以插脫設定。又，於上述實施例，雖然相對晶圓 W 的 S 偏光與輪帶照明組合為例，也可以相對晶圓 W 的 S 偏光與 2 極或 4 極等的多極照明與圓形照明組合。又，於上述實施例，往罩幕 M 的照明條件與往晶圓 W 的成像條件(數值孔徑與像差)，例如罩幕 M 的圖案的種類等因此可以自動設定。

【0083】 圖 9 繪示多個偏光變換元件可以交換的變化示意圖。又，圖 9 的變形有例如圖 1 所示的實施例類似的結構，其差異點在於多個偏光變換元件可以交換的轉台 10T（turret）。

【0084】 圖 10 繪示做為圖 9 的交換機構的轉台 10T 被載置多種偏光變換元件 10a~10e 示意圖。如圖 9 與圖 10 所示，對於變形例，與光軸 AX 平行方向做為軸可以旋轉的轉台 10T 上，設置多種種類的偏光變換元件 10a~10e，利用轉台 10T 的旋轉作用可以交換多種種類的偏光

變換元件 10a~10e。又，於圖 9，多種種類的偏光變換元件 10a~10e 之中，僅偏光變換元件 10a，10b 示於圖。又，對於做為偏光變換元件的交換機構，不限定於轉台 10T，例如滑動件也可以。

【0085】 圖 11A~11E 繪示多種偏光變換元件 10a~10e 分別的結構示意圖。於圖 11A，第 1 偏光變換元件 10a 具有與圖 5 所示的實施例的偏光變換元件 10 相同的結構。於圖 11B，第 2 偏光變換元件 10b，雖然具有與圖 11A 所示偏光變換元件 10a 類似的結構，但不同點是於中央區域 10E 設置有偏光消解部材 104c。此偏光消解部材 104c 具有與圖 1 所示的消偏振鏡 4c 相同結構，且有將入射的直線偏光的光變換成非偏光狀態的光的功能。

【0086】 於圖 11C，第 3 偏光變換元件 10c 具有與圖 11A 所示偏光變換元件 10a 類似結構，不同點在於中央區域 10E 的大小較大(第 1~第 4 基本元件 10A~10D 的寬度較窄)。又，於圖 11D，第 4 偏光變換元件 10d 具有與圖 11C 所示偏光變換元件 10c 類似結構，差異點在於中央區域 10E 設置偏光消解部材 104c。

【0087】 於圖 11E，第 5 偏光變換元件 10e 不是由 8 個基本元件所構成，而是由 6 個基本元件 10C、10F、10G 組合所構成。第 5 偏光變換元件 10e，以做為全體的光軸 AX 做為中心有輪帶狀的有效區域，且此輪帶狀的有效區域以光軸 AX 做為中心，利用在圓周方向等分割成 6 個扇形狀基本元件 10C、10F、10G 被構成。在這些 6 個扇形狀基本元件 10C、10F、10G，夾著光軸 AX 相對的一對基本元件相互有相同特性。即是，6 個基本元件 10C、10F、10G，沿著光的透過方向(Y 方向)

的厚度(光軸方向的長度)相互為異的 3 種類基本元件 10C、10F、10G 各含 2 個。

【0088】 接著，基本元件 10C，與圖 7 所示的第 3 基本元件 10C 有相同機能部材，而省略其機能說明。基本元件 10F，被設定有厚度 dF，在有 Z 方向偏光的直線偏光入射情形，Z 方向繞著 Y 軸使旋轉+150 度的方向，即是 Z 方向繞著 Y 軸使旋轉-30 度的方向的偏光方向的直線偏光的光射出。基本元件 10G，被設定有厚度 dG，在有 Z 方向偏光的直線偏光入射情形，Z 方向繞著 Y 軸使旋轉+30 度方向的偏光方向的直線偏光的光射出。又，取代中央區域 10E，也可以設置偏光消解部材 104c。

【0089】 又，回到圖 10，於轉台 10T 上設置未載置偏光變換元件的開口部 40，對於進行不是周方向偏光照明的偏光照明的情形，進行大的 σ 值(σ 值=光學照明裝置的罩幕側數值孔徑/投影光學系統的罩幕側數值孔徑)的非偏光照明的情形，此開口部 40 位於照明光路中。

【0090】 又，如上述，被載置於轉台 10T 的偏光變換元件 10a~10e 的中央部，雖然以由圓形狀的開口或沒有旋光性的材料構成中央區域 10E 或是設置偏光消解部材 104c 為例示之，也可以配置沒有設置中央區域 10E 或偏光消解部材 104c 的偏光變換元件(由扇形狀的基本元件所組成的偏光變換元件)。

【0091】 圖 12A~12C 繪示利用偏光變換元件的作用被設定成周方向偏光狀態的二次光源的一例示意圖。又，於圖 12A~12C，為容易理解的偏光變換元件，重繪於圖示。

【0092】 圖 12A，取代繞射光學元件 5，在遠場(或是 Fraunhofer 繞射區域)形成 8 極狀的光強度分佈的繞射光學元件(光束變換元件)被設置於光路中，且偏光變換元件 10a 或 10b 被設置於照明光路的情形，以 8 極狀的二次光源 33 示之。因此，通過 8 極狀的二次光源 33 的光束被設定成周方向偏光狀態。對於周方向偏光狀態，分別通過構成 8 極狀的二次光源 33 的 8 個圓形區域 33A~33D 的光束，由 8 個圓形區域 33A~33D 結合成圓的圓周方向，即是與這些 8 個圓形區域 33A~33D 結合的圓的切線方向約一致的偏光方向的直線偏光狀態。又，於圖 12A，雖然 8 極狀的二次光源 33 以 8 個圓形區域 33A~33D 所構成為例示之，但不限定於有 8 個區域形狀為圓形。

【0093】 圖 12B，取代繞射光學元件 5，在遠場(或是 Fraunhofer 繞射區域)形成 4 極狀的光強度分佈的繞射光學元件(光束變換元件)被設置於光路中，且偏光變換元件 10c 或 10d 被設置於照明光路的情形，以 4 極狀的二次光源 34 示之。因此，通過 4 極狀的二次光源 34 的光束被設定成周方向偏光狀態。對於周方向偏光狀態，分別通過構成 4 極狀的二次光源 34 的 4 個區域 34A、34C 的光束，由 4 個區域 34A、34C 結合成圓的圓周方向，即是與這些 4 個區域 34A、34C 結合的圓的切線方向約一致的偏光方向的直線偏光狀態。又，於圖 12B，雖然 4 極狀的二次光源 34 以 4 個橢圓形區域 34A、34C 所構成為例示之，但不限定於 4 個區域形狀為橢圓形。

【0094】 圖 12C，取代繞射光學元件 5，在遠場(或是 Fraunhofer 繞射區域)形成 6 極狀的光強度分佈的繞射光學元件(光束變換元件)被設

置於光路中，且偏光變換元件 10e 被設置於照明光路的情形，以 6 極狀的二次光源 35 示之。因此，通過 6 極狀的二次光源 35 的光束被設定成周方向偏光狀態。對於周方向偏光狀態，分別通過構成 6 極狀的二次光源 35 的 6 個區域 35C、35F、35G 的光束，由 6 個區域 35C、35F、35G 結合成圓的圓周方向，即是與這些 6 個區域 35C、35F、35G 結合的圓的切線方向約一致的偏光方向的直線偏光狀態。又，於圖 12C，雖然 6 極狀的二次光源 35 以 6 個約梯形狀區域 35C、35F、35G 所構成為例示之，但不限定於 6 個區域形狀為約梯形狀。

【0095】 又，於上述實施例與變形例，雖然偏光變換元件繞著光軸被固定，偏光變換元件也可以繞著光軸使旋轉。圖 13 為設置成繞著光軸可以旋轉的偏光變換元件 10f 的結構概略圖。

【0096】 於圖 13，偏光變換元件 10f，由 4 個基本元件 10A、10C 所組合構成。偏光變換元件 10f，有做為全體的光軸 AX 為中心的輪帶狀有效區域，且這輪帶狀有效區域以光軸 AX 為中心在圓周方向被等分割成 4 個扇形形狀的基本元件 10A、10C。在這 4 個基本元件 10A、10C 中，夾著光軸 AX 相對的一對基本元件相互有相同特性。即是，4 個基本元件 10A、10C，在沿著光穿過方向(Y 方向)的厚度(光軸方向的長度)相互為異的 2 種基本元件 10A、10C 分別含 2 個。

【0097】 於此，因為基本元件 10A 是與圖 7 所示的第 1 基本元件 10A 有相同機能的部材，基本元件 10C 是與圖 7 所示的第 3 基本元件 10C 有相同機能的部材，而省略其機能說明。又，取代中央區域 10E 的，也可以設置偏光消解部材 104c。

【0098】 此偏光變換元件 10f，以光軸 AX 做為中心設定成可以旋轉，例如以光軸 AX 為中心使+45 度或-45 度可以旋轉。圖 14A~14C 繪示利用偏光變換元件 10f 的作用，被設定成周方向偏光狀態的二次光源的一例示意圖。又，於圖 14，為容易理解，偏光變換元件 10f 重複繪示。

【0099】 圖 14A，取代繞射光學元件 5，在遠場(或是 Fraunhofer 繞射區域)形成 2 極狀的光強度分佈的繞射光學元件(光束變換元件)被設置於光路中，且偏光變換元件 10f 在旋轉角度為 0 度的狀態(基準狀態)，在被設置於照明光路中的情形下以 2 極狀的二次光源 36(36A)示之。於此，通過二次光源 36(36A)的光束被設定為縱方向偏光方向。

【0100】 圖 14B，取代繞射光學元件 5，在遠場(或是 Fraunhofer 繞射區域)形成 4 極狀的光強度分佈的繞射光學元件(光束變換元件)被設置於光路中，且偏光變換元件 10f 在旋轉角度為 0 度的狀態(基準狀態)，在被設置於照明光路中的情形下以 4 極狀的二次光源 37 示之。於此，通過二次光源 37 的光束被設定為周方向偏光方向。又，於圖 14B，4 極狀的光強度分佈侷限在紙面內上下(Z 方向)以及左右方向(X 方向)。

【0101】 於周方向偏光狀態，分別通過構成 4 極狀的二次光源 37 的 4 個圓形區域 37A、37C 的光束，由這 4 個圓形區域 37A、37C 結合成的圓的圓周方向，即是有與這 4 個圓形區域 37A、37C 結合成的圓的切線方向約一致的偏光方向的直線偏光狀態。又，於圖 14B，雖然是

以 4 極狀的二次光源 37 由 4 個圓形區域 37A、37C 所構成而示之，4 個區域的形狀不限定為圓形。

【0102】 圖 14C，取代圖 14B 的繞射光學元件，在遠場(或是 Fraunhofer 繞射區域)侷限紙面內+45 度(-135 度)方向及紙面內-45 度(+135 度)方向，形成 4 極狀的光強度分佈的繞射光學元件(光束變換元件)被設置於光路中，且偏光變換元件 10f 在旋轉角度為+45 度的狀態(相對基準狀態，順時鐘旋轉 45 度的狀態)使旋轉而設置於照明光路中的情形下，以 4 極狀的二次光源 38 示之。

【0103】 於圖 14C，偏光狀態切換部 4 中的 1/2 波長板 4b 繞著光軸使旋轉，相對偏光變換元件 10f，使有+45 度(-135 度方向)偏光方向的直線偏光入射。於此，因為基本元件 10A 有使入射的直線偏光的偏光方向僅旋轉 180 度± n×180 度(n 為整數)的機能，且基本元件 10C 有使入射直線偏光的偏光方向僅旋轉 90 度± n×180 度(n 為整數)的機能，通過 4 極狀的二次光源 38 的光束被設定為周方向偏光狀態。

【0104】 於圖 14C 所示的周方向偏光狀態，分別通過構成 4 極狀的二次光源 38 的 4 個圓形區域 38B、38D 的光束，由這 4 個圓形區域 38B、38D 結合成的圓的圓周方向，即是有與這 4 個圓形區域 38B、38D 結合成的圓的切線方向約一致的偏光方向的直線偏光狀態。又，於圖 14C，雖然是以 4 極狀的二次光源 38 由 4 個圓形區域 38B、38D 所構成的例子示之，4 個區域的形狀不限定為圓形。

【0105】 如此，利用偏光狀態切換部 4 的偏光方向的變更動作，與利用偏光切換元件 10f 的旋轉作用，雖然 4 極狀二次光源侷限在+45

度(-135 度)方向與-45 度(+135 度)方向，雖然 4 極狀二次光源侷限在 0 度(+180 度)方向以及 90 度(270 度)即是縱橫方向，雖然 2 極狀二次光源侷限在 0 度(+180 度)方向或 90 度(270 度)即是縱橫方向，也可以實現周方向偏光狀態。

【0106】 又，以光軸 AX 做為中心在圓周方向被等分割而由 8 個扇形狀的基本元件構成的偏光變換元件，也可以繞著光軸 AX 旋轉。如圖 15A 所示，例如由 8 分割的基本元件所構成的偏光變換元件(例如偏光變換元件 10a)，如果繞著光軸 AX 使僅旋轉+45 度，分別通過構成 8 極狀二次光源 39 的 8 個圓形區域 39A~39D 的光束，具有相對此 8 個圓形區域 39A~39D 結成的圓的圓周方向(8 個圓形區域 39A~39D 結成的圓的切線方向)使僅旋轉-45 度的偏光方向的直線偏光狀態。

【0107】 又，如圖 15B 所示，分別通過構成 8 極狀二次光源的 8 個圓形區域的光束，在有相對此 8 個圓形區域結合成的圓的圓周方向(8 個圓形區域結合成的圓的切線方向)，長軸方向被僅旋轉+45 度的偏光方向的橢圓偏光的情形，如圖 15A 所示的偏光變換元件(例如偏光變換元件 10a)，利用繞著光軸 AX 使僅旋轉+45 度，如圖 15C 所示，可以得到約周方向偏光狀態。

【0108】 圖 16 繪示偏光變換元件被配置在照明光學系統的瞳附近位置內、圓錐柱狀鏡系統 8 的正前面位置(入射側附近位置)為例的示意圖。於圖 16 之例，利用伸縮透鏡系統 9 的倍數變化作用，被投影到微複眼透鏡 11 的入射面中央區域 10E 的像的大小，與被投影到微複眼透鏡 11 的入射面的各基本元件 10A~10D 的像的大小會被變更，藉由圓

錐柱狀鏡系統 8 的動作，被投影到微複眼透鏡 11 的入射面的各基本元件 10A~10D 的像，以光軸 AX 為中心的半徑方向的幅度被變更。

【0109】 因此，有如圖 16 所示變形例的中央區域 10E(或是偏光消解部材 104c)的偏光變換元件，比起有變換倍率作用的光學系統(伸縮透鏡 9) 而設置在光源側的情形，考慮中央區域 10E 佔據區域利用伸縮透鏡 9 的變換倍率而被變更，也可以決定中央區域 10E 的大小。

【0110】 又，如圖 16 所示的變形例，在有中央區域 10E(或是偏光消解部材 104c)的偏光變換元件，比起有變更輪帶比作用的光學系統(圓錐柱狀鏡系統 8) 而設置在光源側的情形，如圖 17 所示，較佳滿足以下條件(1)與條件(2)的至少其一。

(1) $(10in + \Delta A)/10out < 0.75$

(2) $0.4 < (10in + \Delta A)/10out.$

其中，

10in：偏光變換元件 10 的中央區域 10E 的有效半徑，

10out：偏光變換元件 10 的外側有效半徑，

ΔA：通過有變更輪帶比作用的光學系統的光束的內側半徑的增加部份。

【0111】 於此，不滿足條件(1)的情形，藉由偏光變換元件 10 使周方向偏光狀態被變換的輪帶狀的區域狹窄，因為不能達成小輪帶比的輪

帶狀或多極狀二次光源造成的周方向偏光照明而不好。又，不滿足條件(2)的情形，可以通過偏光變換元件 10 的中央區域的光束的直徑明顯變小，例如當該偏光變換元件 10 不會從照明光路外移，偏光狀態不變，因為不能有小 σ 照明而不好。

【0112】 又，如圖 18 所示，偏光變換元件被配置在照明光學系統的瞳附近位置中，比起微複眼透鏡 11 是在罩幕側的位置，具體地，也可以設置在將罩幕遮板 14 的像投影到罩幕上的成像光學系統 15 的瞳附近位置。在圖 16 與圖 18 所示的實施例，與圖 9 到圖 11 的實施例相同，也可以有多個能交換的偏光變換元件。

【0113】 又，在上述實施例，比起偏光變換元件 10，晶圓 W 側的光學系統(照明光學系統與投影光學系統)有偏光像差(延遲)的情形時，由於偏光像差，偏光方向會變化。於此情形，在考慮此光學系統的偏光像差的影響上，利用偏光變換元件 10，較佳可以設定被旋轉的偏光面的方向。又，利用偏光變換元件 10，在晶圓 W 側的光路中被配置反射部材的情形，被此反射部材反射在每個偏光方向產生相位差。此時，考慮由反射面的偏光特性引起的光束相位差，利用偏光變換元件 10 也可以設定被旋轉的偏光面的方向。

【0114】 接著，說明偏光狀態的評量方法的實施例。於本實施例，保持做為感光性基板的晶圓 W 的晶圓平台(基板平台)的側方，使用可以進出的晶圓面偏光監視器 90，檢測出到達做為感光性基板的晶圓 W 的光束的偏光狀態。又，晶圓面偏光監視器 90，也可以被設置在晶圓平台內，且也可以將該晶圓平台設置在別的計測平台上。

【0115】 圖19繪示為了檢出照明晶圓W的光的偏光狀態以及光強度的晶圓面偏光監視器 90 的結構示意圖。如圖 19 所示，晶圓面偏光監視器 90，包括可以定位於晶圓 W 的位置或其附近的針孔部材 91。通過針孔部材 91 的針孔 91a 的光，穿過被配置在投影光學系統 PL 的像面位置或其附近，如前側焦點位置的對準透鏡 92（collimated lens）而成為約平行的光束，並在被反射鏡 93 反射後，入射於中繼透鏡系統 94(relay lens)。穿過中繼透鏡系統 94 的約平行光束，穿過做為相位移動元件的 1/4 波長板 95 與做為偏光元件的偏光分光器 96 後，到達二維 CCD 97（Charge Coupled Device, 電荷耦合元件）的檢測面 97a。於此，二維 CCD 97 的檢測面 97a 與投影光學系統 PL 的射出瞳大致光學共軛，進而與光學照明裝置的照明瞳面大致光學共軛。

【0116】 1/4 波長板 95，被構成能以光軸做為中心旋轉，對於此 1/4 波長板 95，被連接到為了被設定成以光軸做為中心旋轉的設定部 98。如此，對晶圓 W 的照明光的偏光度不是 0 的情形，藉由設定部 98 使 1/4 波長板 95 繞著光軸旋轉，而變化在二維 CCD 97 的檢測面 97a 光強度分佈。因此，對於晶圓面偏光監視器 90，一面使用設定部 98 而使 1/4 波長板 95 繞著光軸使旋轉，而一面檢測出在檢測面 97a 光強度分佈的變化，且從此檢測結果到利用旋轉相位移動元件的方法，可以在測定部 99 測定照明光的偏光狀態。

【0117】 又，旋轉相位移動元件的方法，例如鶴田所描述的「光鉛筆-給光技術者的應用光學」，如株式會社新技術通訊（communications）的詳細記載。實際上，針孔部材 91(進而針孔 91a) 沿著晶圓面使二維

移動，在晶圓面的多個位置測定照明光的偏光狀態。此時，對於晶圓面偏光監視器 90，因為檢測出在二維檢測面 97a 的光強度分佈的變化，根據此檢測出的分佈資料，在照明光的瞳內可以測定偏光狀態的分佈。

【0118】 又，對於晶圓面偏光監視器 90，做為相位移動元件的 1/4 波長板 95 可以取代使用 1/2 波長板。使用相位移動元件，偏光狀態即是用於測定 4 個 Stokes 參數，變化沿著相位動元件與偏光元件(偏光分光器 96)的光軸的相對角度，同時使相位移件或偏光元件從光路退開，依需要在至少 4 個相異狀態檢測出在檢測面 97a 的光強度分佈變化。又，於本實施例，雖然做為相位移動元件的 1/4 波長板 95 繞著光軸旋轉，也可以使做為偏光元件的偏光分光器 96 繞著光軸旋轉，也可以使相位移動元件與偏光元件二者繞著光軸旋轉。又，取代這些操作或是增加這些操作的，也可以使做為相位移動元件的 1/4 波長板 95 與做為偏光元件的偏光分光器 96 之其一或二者從光路中插脫。

【0119】 又，對於晶圓面偏光監視器 90，利用反射鏡 93 的偏光特性，是變化光的偏光狀態。於此情形，因為預先知道的反射鏡 93 的偏光特性，根據利用所需要的計算所得到對反射鏡 93 的偏光特性的偏光狀態的影響，補正晶圓面偏光監視器 90 的測定結果，可且正確地測定照明光的偏光狀態。又，不限於反射鏡，藉由變化由透鏡等的其他光學部件引起偏光狀態的情形以相同地補正測定結果，可以正確地測定照明光的偏光狀態。

【0120】 以下，具體說明關於在照明光的瞳內的偏光狀態分佈的評

量。首先，通過在瞳上的一點(或是微小區域)，而到達像面上的一點(微小區域)的光線，一個一個算出對應的特定偏光度 DSP。又，在以下說明，使用圖 1、圖 16、圖 18 的 XYZ 座標系統。上述瞳上的一點(微小區域)對應二維 CCD97 的一畫素，且像面上的一點(微小區域)對應針孔 91a 的 XY 座標系統。

【0121】 此特定偏光度 DSP，當在通過在瞳上的一點(或是微小區域)，而到達像面上的一點(微小區域)的特定光線的 X 方向偏光成分(在瞳上 X 方向的振動方向的偏光)的強度為 Ix，該特定光線的 Y 方向偏光成分(在瞳上 Y 方向的振動方向的偏光)的強度為 Iy 時，

(3) $DSP = (Ix - Iy) / (Ix+Iy)$。

又，此特定偏光度 DSP，對應全部強度 S_0 的水平直線偏光強度減去垂直直線偏光強度 S_1，與(S_1/S_0)相同。

【0122】 又，由通過在瞳上的一點(或是微小區域) ，而到達像面上的一點(微小區域)的特定光線的 X 方向偏光成分(在瞳上 X 方向的振動方向的偏光)的強度為 Ix，以及該特定光線的 Y 方向偏光成分(在瞳上 Y 方向的振動方向的偏光)的強度為 Iy，通過下式(4)、(5)，可以定義於水平偏光(對應在圖案面內水平方向延伸的罩幕圖案的繞射光成為 S 偏光的偏光)的特定偏光率 RSP_h、與垂直偏光(對應在圖案面內垂直方向延伸的罩幕圖案的繞射光成為 S 偏光的偏光) 的特定偏光率 RSP_v。

(4) $RSP_h = Ix /(Ix+Iy)$，

(5) $RSP_v = Iy /(Ix+Iy)$，

其中，當理想的非偏光照明時 RSP_h，RSP_v 二者為 50%，當理想的水平偏光時 RSP_h 為 100%，當理想的垂直偏光時 RSP_v 為 100%。

【0123】 又，對應通過在瞳上的一點(或是微小區域)而到達像面上的一點(微小區域)的光線的一個一個，當用以下式(6)~(9)定義偏光度 V 時，對應通過所要的有效光源區域而到達像面上的一點(微小區域)的光束，可以用下式(10)定義平均偏光度 V(Ave)。

(6) $V = (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)^{1/2}/S_0$

$= (S_1'^2 + S_2'^2 + S_3'^2)^{1/2}$

(7) $S_1' = S_1/S_0$

(8) $S_2' = S_2/S_0$

(9) $S_3' = S_3/S_0$

其中 S_0 為全部強度，S_1 為水平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 為右旋圓偏光強度減去左旋圓偏光強度。

(10) $V(Ave) = \Sigma [S_0(x_i，y_i) \cdot V(x_i，y_i)] /\Sigma S_0(x_i，y_i)$。

又，於式(10)，$S_0(x_i，y_i)$是對應通過所要的有效光源區域$(x_i，y_i)$上的一點(或是微小區域)而到達像面上的一點(微小區域)的光線的全

部強度 S_0，$V(x_i，y_i)$是對應通過所要的有效光源區域$(x_i，y_i)$上的一點(或是微小區域) 而到達像面上的一點(微小區域)的光線的偏光度。

【0124】 又，對應通過所要的有效光源區域而到達像面上的一點(微小區域)的光線，用下式(11)可以定義關於水平偏光的平均特定偏光率 $RSP_h(Ave)$，用下式(12)可以定義關於垂直偏光的平均特定偏光率 $RSP_v(Ave)$。

(11) $RSP_h(Ave) = Ix\ (Ave) / (Ix+Iy)\ Ave$

$=\Sigma\ [S_0(x_i，y_i)\cdot RSP_h\ (x_i，y_i)] / \Sigma S_0(x_i，y_i)$，

(12) $RSP_V(Ave) = Iy\ (Ave) / (Ix+Iy)\ Ave$

$=\Sigma\ [S_0(x_i，y_i)\cdot RSP_v\ (x_i，y_i)] / \Sigma S_0(x_i，y_i)$，

其中 Ix (Ave) 是通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光線在 X 方向偏光成分(在瞳上 X 方向的振動方向的偏光)的強度平均，Iy (Ave) 是通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光線在 Y 方向偏光成分(在瞳上 Y 方向的振動方向的偏光)的強度平均，$RSP_h(x_i，y_i)$是通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光線的在水平偏光的特定偏光率，$RSP_v(x_i，y_i)$是通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光線的在垂直偏光的特定偏光率。又，(Ix+Iy)Ave 是通過所定的有效光源區域的全部光束的強度平均。

【0125】 於此，當理想的非偏光照明時 $RSP_h(x_i，y_i)$，$RSP_v(x_i，y_i)$二者為 50%，當理想的水平偏光時 $RSP_h(x_i，y_i)$為 100%，當理想的垂直偏光時 $RSP_v(x_i，y_i)$為 100%。

【0126】 接著，對應通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光束，可以用下式(13)定義平均特定偏光度 DSP(Ave)。

(13) $DSP(Ave) = (Ix - Iy)\ Ave / (Ix+Iy)Ave$

$= \{\Sigma[Ix(x_i，y_i) - Iy(x_i，y_i)] / \Sigma[Ix(x_i，y_i) + Iy(x_i，y_i)]\}$

$= S_1'(Ave)$

$= \{\Sigma S_1/\Sigma S_0\}$

於此，$(Ix - Iy)$ Ave 是通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光束在 X 方向偏光成分的強度與平均通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光束在 Y 方向偏光成分的強度的相差的平均，$Ix(x_i，y_i)$是通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光束在 X 方向偏光成分的強度，$Iy(x_i，y_i)$是通過所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$而到達像面上的一點(微小區域)的光束在 Y 方向偏光成分的強度，$S_1'(Ave)$是在所定的有效光源區域$(x_i，y_i)$ 的 S_1'成分的平均。

【0127】 於式(13)，當理想的非偏光照明時 DSP(Ave)為 0，當理想的

水平偏光時 DSP(Ave)為 1，當理想的垂直偏光時 DSP(Ave)為-1。

【0128】 現在，本實施例的光學照明裝置，進而曝光裝置，在所定的有效光源區域(x_i，y_i)的平均特定偏光率 RSP_h (Ave)，RSP_v (Ave)滿足

RSP_h (Ave) > 70%， RSP_v (Ave) > 70%，

可看到在所定的有效光源區域內是直線偏光。於此，當平均特定偏光率 RSP_h (Ave)，RSP_v (Ave)不滿足上式條件的情形，在周方向偏光輪帶照明，或是周方向偏光四極照明、周方向偏光二極照明等，在所定方向有偏光面因為不是所希望的直線偏光狀態，對於有特定指向（pitch）方向的線寬度的細圖案不能向上提升成像能力。

【0129】 又，如圖 13 所示，使用 4 分割偏光變換元件 10 進行 4 分割周方向偏光輪帶照明的情形，如圖 20 所示，輪帶形狀的二次光源 31 為 4 分割，也可以對每一個分割區域 31A1、31A2、31C1、31C2 的平均特定偏光率 RSP_h (Ave)，RSP_v (Ave)進行評量。

【0130】 對於上述實施例的曝光裝置，藉由光學照明裝置以照明罩幕(十字標記) (照明步驟)，藉由使用投影光學系統將被形成於罩幕轉印用的圖案在感光性基板曝光(曝光步驟)，可以製造微元件(半導體元件、拍攝元件、液晶顯示元件、薄膜電磁頭等)。以下，使用上述實施例的曝光裝置，以在做為感光性基板的晶圓等形成電路圖案，而得到做為微元件的半導體元件的實際方法為例，參照圖 21 的流程圖做說

明。

【0131】 首先，於圖 21 的步驟 301，在一批次的晶圓上蒸鍍金屬膜。於下一步驟 302，在這些一批次的晶圓上的金屬膜上塗佈光阻。之後，於步驟 303，使用上述實施例的曝光裝置，罩幕上的圖案的像穿過投影光學系統，在這一批次的晶圓上的每個拍攝區域，順次被曝光轉印。之後，於步驟 304，進行這一批次的晶圓上的光阻顯影後，於步驟 305，藉由在這一批次的晶圓上的光阻圖案做為罩幕，進行蝕刻，因此，對應罩幕上圖案的電路圖案，被形成於每個晶圓的每個拍攝區域。之後，藉由進行更上層的電路圖案的形成等，使半導體元件等的元件被製造。根據上述半導體元件等的製造方法，有極微細電路圖案的半導體元件可以有良好的產能。

【0132】 又，對於上述實施例的曝光裝置，利用在平板(玻璃基板)上，形成所定的圖案(電路圖案、電極圖案等)，可以得到做為微元件的液晶顯示元件。以下，參照圖 22 的流程圖做為一例說明。在圖 22，於圖案形成步驟 401，使用上述實施例的曝光裝置，在感光性基板(被塗佈有光阻的玻璃基板等) 轉印曝光罩幕的圖案，所謂的微影製程被進行。利用此微影製程步驟，在感光性基板上，含有多個電極等所定的圖案被形成。之後，被曝光的基板，利用經過顯影步驟，蝕刻步驟，移除光阻步驟等的各步驟，基板上所定的圖案被形成，接著進行彩色濾光器形成步驟 402。

【0133】 對於彩色濾光器形成步驟 402，對應紅、綠、藍 3 個點為一組，被形成矩陣狀的多條配列，或是紅、綠、藍的 3 條的濾光器為一

組配列成多個水平掃描線方向，而形成彩色濾光器。接著，在彩色濾光器形成步驟 402 之後，單元組合步驟 403 被進行。於單元組合步驟 403，組裝有由圖案形成步驟 401 所得到的所定圖案的基板，以及使用由彩色濾光器形成步驟 402 所得到的彩色濾光器等，而得到液晶面板(液晶單元)。

【0134】 單元組合步驟 403，例如，在由圖案形成步驟 401 所得到的所定圖案的基板，以及使用由彩色濾光器形成步驟 402 所得到的彩色濾光器之間，注入液晶，而製造液晶面板(液晶單元)。之後，於模組的組合步驟 404，進行被組合的液晶面板(液晶單元)的顯示動作的電路，背光模組等的各部件安裝，使完成做為液晶顯示元件。根據上述液晶顯示元件的製造方法，可以得到有極微細電路圖案的液晶顯示件，並使其有良好產能。

【0135】 又，對於上述實施例，做為曝光的光，雖然使用 KrF 準分子雷射光(波長 248 nm)或是 ArF 準分子雷射光(波長 193 nm)，但不限定於此，其他適合的光源，例如供給波長 157 nm 的雷射光的 F_2 雷射光源等，也可以適用本發明。再者，對於上述實施例，包括光學照明裝置的曝光裝置為例做說明，但是為了照明罩幕或晶圓以外的被照射面的一般光學照明裝置，可知地，也可以使用本發明。

【0136】 又，於上述實施例，投影光學系統與感光性基板之間的光路中，也可以使用填滿有折射率大於等於 1.1 的媒介物(典型的液體)的方法，即所謂的液浸法。於此情形，做為投影光學系統與感光性基板之間的光路中填滿液體的方法，可以採用已在國際公開號

WO99/49504 中被揭示的局部填滿液體，日本專利特開平 6-124873 也揭示保持曝光對象的基板的平台在液槽中使移動的方法，日本專利特開平 10-303114 也揭示在平台上形成所定深度的液槽，且在其中保持基板等的方法。

【0137】 又，做為液體，較佳使用可以對曝光的光有穿透性且高折射率，而相對投影光學系統與基板表面被塗佈的光阻是安定的液體，例如以 KrF 準分子雷射光或是 ArF 準分子雷射光做為曝光的光的情形，做為液體的可以使用純水、去離子水。又，使用做為曝光的光的 F_2 雷射的情形，作為液體的有可以使用可以透過 F_2 雷射光，例如氟素系油或氟化聚醚(PFPE)等的氟素系液體。

【符號說明】

【0138】 1：光源

4：偏光狀態變換部

4a：1/4 波長板

4b：1/2 波長板

4c：消偏振鏡

5：繞射光學元件

6：無焦點透鏡

8：圓錐柱狀鏡系統

9：伸縮透鏡

10：偏光變換元件

10A~10D：各基本元件

10E：中央區域

11：微複眼透鏡

12：偏光監視器

12a：分光器

13：集光系統

14：罩幕遮板

15：成像光學系統

104c：偏光消解部材

M：罩幕

PL：投影光學系統

W：晶圓

201729252
專利案號：106113666
原申請案號：104133152
201729252
申請日：094/01/12
IPC分類：H01L 21/027 (2006.01)
G02B 27/28 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】偏光變換元件、光學照明裝置、曝光裝置以及曝光方法

【英文發明名稱】POLARIZATION CHANGING DEVICE, OPTICAL ILLUMINATION APPARATUS, LIGHT-EXPOSURE APPARATUS AND LIGHT-EXPOSURE METHOD

【中文】一種偏光變換元件，可以將有約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的入射光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光，且可以防止光量損失。偏光變換元件10變換入射光的偏光狀態成為所定的偏光狀態。例如利用有如水晶旋光性的光學材料所形成，在周方向有厚度變化的分佈。厚度分佈，被設定使約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光。周方向被分割成有多個區域10A~10D，且這些區域中的任意2相鄰區域的厚度不同。又，這些區域中的任意2相對區域有大約相等的旋光角度。

【英文】A polarization changing device can change an incident light with a linear polarization state having a polarization direction in about a single direction, into a light with a peripheral polarization state having about a polarization direction in about a peripheral direction, and can reduce the optical loss. The polarization changing device 10 can change the

polarization state of the incident light into a desired polarization state. For example, it is formed by using the optical material, such as the quartz with the rotatory polarization, and has the varying thickness distribution at the peripheral direction. The thickness distribution is set to change a light with a linear polarization state having a polarization direction in about a single direction, into a light with a peripheral polarization state having about a polarization direction in about a peripheral direction. The peripheral direction is divided into several regions 10A -10B, and any adjacent two of these regions have different thickness. Any opposites two of these regions have about the same rotatory polarization angles.

【指定代表圖】圖5。

【代表圖之符號簡單說明】

10：偏光變換元件

10A~10D：各基本元件

10E：中央區域

【特徵化學式】

無。

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種偏光變換元件，將入射光的偏光狀態變換成所定的偏光狀態，其特徵在於包括：

利用有旋光性的光學材料所形成，且具有在周方向變化的厚度分佈。

【第2項】 如申請專利範圍第 1 項所述的偏光變換元件，其中，所述厚度分佈被設定，使在約單一方向具有偏光方向的直線偏光狀態的光，變換成在約周方向具有偏光方向的周方向偏光狀態的光、或是在約徑向方向具有偏光方向的徑方向偏光狀態的光。

【第3項】 如申請專利範圍第 2 項所述的偏光變換元件，其中，所述周方向被分割成多個區域，且所述多個區域中相鄰的任意 2 個區域的厚度相互不同。

【第4項】 如申請專利範圍第 3 項所述的偏光變換元件，其中，所述多個區域中相對的任意 2 個區域，具有相互約相等的旋光角度。

【第5項】 如申請專利範圍第 4 項所述的偏光變換元件，其中，所述相對的任意 2 個區域，具有相互約相等的厚度。

【第6項】 如申請專利範圍第 5 項所述的偏光變換元件，其中，所述多個區域的每一個，具有約扇形形狀。

【第7項】 如申請專利範圍第 6 項所述的偏光變換元件，更包括：不具實質旋光性的中央區域。

【第8項】 如申請專利範圍第 6 項所述的偏光變換元件，其中，所述光學材料，是由結晶光學軸被設定成入射光的行進方向的結晶材料所形成。

【第9項】如申請專利範圍第 3 項所述的偏光變換元件，其中，所述多個區域的每一個，具有約扇形形狀。

【第10項】如申請專利範圍第 1 項所述的偏光變換元件，其中，在周方向具有約為連續變化的厚度分佈。

【第11項】如申請專利範圍第 1 項所述的偏光變換元件，更包括：不具實質旋光性的中央區域。

【第12項】如申請專利範圍第 11 項所述的偏光變換元件，其中，所述中央區域的徑向方向的大小，為所述偏光變換元件的有效區域的徑向方向大小的大於等於 3/10。

【第13項】如申請專利範圍第 1 項所述的偏光變換元件，其中，所述光學材料，是由結晶光學軸被設定成入射光的行進方向的結晶材料所形成。

【第14項】一種光學照明裝置，其特徵在於包括：

光源，用以提供照明光；以及

申請專利範圍第 1 項至第 13 項的任一項所述的偏光變換元件，配置於所述光源與被照射面之間的光路中。

【第15項】如申請專利範圍第 14 項所述的光學照明裝置，其中，所述偏光變換元件，被配置於所述光學照明裝置的瞳或是瞳附近。

【第16項】如申請專利範圍第 15 項所述的光學照明裝置，更包括：相位部件，被配置於所述光源與所述偏光變換元件之間的光路中，使對應入射約直線偏光狀態的光的偏光方向變化。

【第17項】如申請專利範圍第 16 項所述的光學照明裝置，其中，所述相位部件具有 1/2 波長板，能夠在作為所述光學照明裝置的光軸中心的結晶光學軸上，自由旋轉。

【第18項】如申請專利範圍第 17 項所述的光學照明裝置，更包括：第 2 相位部件，被配置於所述光源與所述相位部件之間的光路中，使入射的橢圓偏光狀態的光，變換成約直線偏光狀態的光。

【第19項】如申請專利範圍第 18 項所述的光學照明裝置，其中，所述第 2 相位部件具有 1/4 波長板，能夠在作為所述光學照明裝置的光軸中心的結晶光學軸上，自由旋轉。

【第20項】如申請專利範圍第 14 項所述的光學照明裝置，其中，所述偏光變換元件更包括：不具實質旋光性的中央區域。

【第21項】如申請專利範圍第 20 項所述的光學照明裝置，其中，所述中央區域的徑向方向的大小，為該偏光變換元件的有效區域的徑向方向大小的大於等於 3/10。

【第22項】如申請專利範圍第 21 項所述的光學照明裝置，其中，所述中央區域的徑向方向的大小，為所述偏光變換元件的有效區域的徑向方向大小的大於等於 1/3。

【第23項】如申請專利範圍第 14 項所述的光學照明裝置，更包括：輪帶比變更光學系統，以變更被形成於所述光學照明裝置的瞳的二次光源的輪帶比。

【第24項】如申請專利範圍第 23 項所述的光學照明裝置，其中，所述偏光變換元件，被配置於所述光源與所述輪帶比變更光學系統之間的光路中，滿足：

$(10in + \Delta A) / 10out < 0.75$

$0.4 < (10in + \Delta A) / 10out$，

其中，

10in：所述偏光變換元件的中央區域的有效半徑，

10out：所述偏光變換元件的外側有效半徑，

ΔA：通過所述輪帶比變更光學系統的光束的內側半徑的增加部份。

【第25項】如申請專利範圍第 14 項所述的光學照明裝置，其中，所述光學材料，是由結晶光學軸被設定成入射光的行進方向的結晶材料所形成。

【第26項】一種曝光裝置，其特徵在於包括：

申請專利範圍第 14 項所述的光學照明裝置，

藉由所述光學照明裝置，將所定的圖案曝光到感光性基板上。

【第27項】一種曝光方法，其特徵在於包括：

使用申請專利範圍第 14 項所述的光學照明裝置，將所定的圖案曝光到感光性基板上。

【第28項】一種光學照明裝置，基於來自光源所供給的照明光，對被照射面進行照明，所述光學照明裝置的特徵在於包括：

所述光學照明裝置的照明瞳面或與所述照明瞳面共軛的面內被形成的光強度分佈，關於在其所定的有效光源區域的第 1 方向偏光的平均特定偏光率以 $RSP_h(Ave)$表示，關於第 2 方向偏光的平均特定偏光率以 $RSP_v(Ave)$表示時，滿足

$RSP_h(Ave) > 70\%$， $RSP_v(Ave) > 70\%$，

其中，

$RSP_h(Ave) = Ix\ (Ave)/(Ix+Iy)\ Ave$，

$RSP_v(Ave) = Iy\ (Ave)/(Ix+Iy)\ Ave$，

Ix (Ave)為通過所定的有效光源區域到達像面上的一點的光束的第 1 方向偏光成分的強度的平均，

Iy (Ave)為通過所述所定的有效光源區域到達像面上的一點的光束的第 2 方向偏光成分的強度的平均，

(Ix+Iy) Ave 為通過所述所定的有效光源區域的全部光束的強度的平均。

【第29項】一種曝光裝置，其特徵在於包括：

申請專利範圍第 28 項所述的光學照明裝置，

藉由所述光學照明裝置，將所定的圖案曝光到感光性基板上。

【第30項】一種曝光方法，其特徵在於包括：

使用申請專利範圍第 28 項所述的光學照明裝置，將罩幕的圖案曝光到感光性基板上。

【第31項】一種偏光變換元件的製造方法，是將偏光變換元件將入射光的偏光狀態變換成所定的偏光狀態的所述偏光變換元件的製造方法，其特徵在於包括：

準備有旋光性的光學材料的步驟；以及

設定所述光學材料在周方向變化的厚度分佈的步驟。

【第32項】如申請專利範圍第 31 項所述的偏光變換元件的製造方法，其中，所述厚度分佈被設定，使在約單一方向具有偏光方向的直線偏光狀態的光，變換成在約周方向具有偏光方向的周方向偏光狀態的光，或是在約徑向方向具有偏光方向的徑方向偏光狀態的光。

【第33項】如申請專利範圍第 32 項所述的偏光變換元件的製造方法，其中，設定在所述周方向變化的厚度分佈的步驟，是在所述周方向被分割的多個區域中，設定使相鄰的任意 2 個區域的厚度相互不同的厚度分佈。

【第34項】如申請專利範圍第 33 項所述的偏光變換元件的製造方

法，其中，在所述多個區域中，相對的任意 2 個區域具有相互約相等的旋光角度。

【第35項】如申請專利範圍第 34 項所述的偏光變換元件的製造方法，其中，所述相對的任意 2 個區域，具有相互約相等的厚度。

【第36項】如申請專利範圍第 31 項所述的偏光變換元件的製造方法，其中，設定在所述周方向變化的厚度分佈的步驟，是在所述周方向設定約連續變化的厚度分佈。

【第37項】如申請專利範圍第 31 項至第 35 項的任一項所述的偏光變換元件的製造方法，其中，準備有所述旋光性的光學材料的步驟是，對於所述光學材料設定結晶光學軸為入射光的行進方向。

【發明說明書】

【中文發明名稱】光學照明裝置、曝光裝置、曝光方法以及元件製造方法

【英文發明名稱】OPTICAL ILLUMINATION APPARATUS, LIGHT-EXPOSURE APPARATUS, LIGHT-EXPOSURE METHOD AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明是有關於偏光變換元件、光學照明裝置、曝光裝置、以及曝光方法，且特別是有關於一種曝光裝置，用於製成半導體元件、影像攝取元件、液晶顯示元件、薄膜磁性頭等微元件的微影製程中。

【先前技術】

【0002】 關於一些典型的曝光裝置，從光源射出的光束穿過做為光學積分器(optical integrator)的複眼(fly eye)透鏡，以形成由多個光源所構成的實質面光源的二次光源。由二次光源(一般是光學照明裝置的照明瞳或是被形成於其附近的照明瞳分佈)射出的光束，穿過被配置於複眼透鏡的後側焦點面附近的光圈而被限制後，入射於集光透鏡。

【0003】 利用集光透鏡而被集光的光束，與被形成有所定圖案的罩幕

申請日：
IPC分類：

【發明摘要】

【中文發明名稱】光學照明裝置、曝光裝置、曝光方法以及元件製造方法

【英文發明名稱】OPTICAL ILLUMINATION APPARATUS, LIGHT-EXPOSURE APPARATUS, LIGHT-EXPOSURE METHOD AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

【中文】一種偏光變換元件，可以將有約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的入射光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光，且可以防止光量損失。偏光變換元件10變換入射光的偏光狀態成為所定的偏光狀態。例如利用有如水晶旋光性的光學材料所形成，在周方向有厚度變化的分佈。厚度分佈，被設定使約為單一方向的偏光方向的直線偏光狀態的光，變換成有約為周方向的偏光方向的周方向偏光狀態的光。周方向被分割成有多個區域10A~10D，且這些區域中的任意2相鄰區域的厚度不同。又，這些區域中的任意2相對區域有大約相等的旋光角度。

【英文】A polarization changing device can change an incident light with a linear polarization state having a polarization direction in about a single direction, into a light with a peripheral polarization state having about a polarization direction in about a peripheral direction, and can reduce the optical loss. The polarization changing device 10 can change the polarization state of the incident light into a desired polarization state.

For example, it is formed by using the optical material, such as the quartz with the rotatory polarization, and has the varying thickness distribution at the peripheral direction. The thickness distribution is set to change a light with a linear polarization state having a polarization direction in about a single direction, into a light with a peripheral polarization state having about a polarization direction in about a peripheral direction. The peripheral direction is divided into several regions 10A-10B, and any adjacent two of these regions have different thickness. Any opposites two of these regions have about the same rotatory polarization angles.

【指定代表圖】圖5。

【代表圖之符號簡單說明】

10：偏光變換元件

10A~10D：各基本元件

10E：中央區域

【特徵化學式】

無。

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種光學照明裝置，利用照明光對於物體進行照明，所述光學照明裝置包括：

光學積分器，設置在所述照明光的光路；

分佈設定部件，設置在所述照明光的光路中的所述光學積分器的入射側的光路，使所述光學照明裝置的照明瞳面中的所述照明光的分佈能夠變更而進行設定；

旋光性光學元件，由具有旋光性的光學材料而形成，設置在所述照明光的光路中的所述光學積分器的入射側的光路，利用所述光學材料的旋光性而使所述照明光的偏光方向旋轉；

所述旋光性光學元件，使得利用所述分佈設定部件而從所述照明瞳面上的所述光學照明裝置的光軸離開的區域中所分佈的所述照明光的偏光方向，以與繞著所述照明瞳面中的所述光軸的圓的切線方向為一致的方式，而使所述照明光的偏光方向旋轉。

【第2項】如申請專利範圍第 1 項所述的光學照明裝置，其中，所述旋光性光學元件是以所述光學材料的結晶光學軸的方向和所述光軸的方向為一致的方式而設置。

【第3項】如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其中，所述分佈設定部件使所述照明光中的第 1 光束與第 2 光束各自分佈在所述照明瞳面上的第 1 區域與第 2 區域，

所述旋光性光學元件在所述第 1 光束與所述第 2 光束中的各光路中的所述光學材料的厚度為互異。

【第4項】如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其

中，所述分佈設定部件使所述照明光中的第 1 光束與第 2 光束各自分佈在所述照明瞳面上的第 1 區域與第 2 區域，

所述旋光性光學元件使所述第 1 光束與所述第 2 光束的偏光方向以互異的角度而進行旋轉。

【第5項】 如申請專利範圍第 4 項所述的光學照明裝置，其中，所述旋光性光學元件使所述第 1 光束與所述第 2 光束的偏光方向以相互 90 度或 45 度的相異角度而進行旋轉。

【第6項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其中，所述分佈設定部件使所述照明光中的第 1 光束與第 2 光束各自分佈在所述照明瞳面上的第 1 區域與第 2 區域，

所述旋光性光學元件使相對於所述第 1 光束的旋光角度與相對於所述第 2 光束的旋光角度為互異。

【第7項】 如申請專利範圍第 6 項所述的光學照明裝置，其中，所述旋光性光學元件使相對於所述第 1 光束的旋光角度與相對於所述第 2 光束的旋光角度為互相 90 度或 45 度而相異。

【第8項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其中，所述旋光性光學元件設置成對於所述照明光的光路而能夠插脫。

【第9項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其中，具有旋光性的所述光學材料相對於所述照明光而具有 100 度/mm 以上的旋光能。

【第10項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其中，所述分佈設定部件是以相對於所述物體能夠進行輪帶照明或多極照明的方式，而對於所述照明瞳面中的所述照明光的分佈進行設定。

【第11項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其

中，所述分佈設定部件是以相對於所述物體能夠進行極數為相異的多極照明的方式，而對於所述照明瞳面中的所述照明光的分佈進行設定。

【第12項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其中，所述分佈設定部件是以相對於所述物體能夠進行多極照明的方式，而對於所述照明瞳面中的所述照明光的分佈進行設定，並且，使相對於所述光軸的多極的位置關係能夠變更。

【第13項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，其中，所述光學積分器的後側焦點面是以與所述照明瞳面為一致的方式而設置。

【第14項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，更包括：1/2 波長板，配置在所述照明光的光路中的所述旋光性光學元件的入射側的光路。

【第15項】 如申請專利範圍第 14 項所述的光學照明裝置，更包括：1/4 波長板，配置在所述照明光的光路中的所述旋光性光學元件的入射側的光路。

【第16項】 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述的光學照明裝置，更包括：偏光狀態檢測器，檢測關於經由所述旋光性光學元件的所述照明光的偏光狀態的資訊。

【第17項】 一種曝光裝置，使經由罩幕上的圖案的光，對基板進行曝光，所述曝光裝置包括：

基板平台，保持所述基板；

申請專利範圍第 1 項至第 16 項任一項所述的光學照明裝置，對於所述圖案進行照明；以及

投影光學系統，使利用所述光學照明裝置而照明的所

述圖案的像，投影到被保持在所述基板平台的所述基板。

【第18項】如申請專利範圍第 17 項所述的曝光裝置，其中，所述基板是：藉由所述投影光學系統，以經由設置在所述光的光路中的液體而進行曝光。

【第19項】如申請專利範圍第 17 項所述的曝光裝置，更包括：

檢測裝置，設置在所述基板平台，對於與所述光的偏光狀態相關的資訊進行檢測。

【第20項】如申請專利範圍第 17 項所述的曝光裝置，更包括：

檢測裝置，設置在與所述基板平台為相異的平台，對於與所述光的偏光狀態相關的資訊進行檢測。

【第21項】如申請專利範圍第 19 項所述的曝光裝置，其中，所述檢測裝置包括：

光檢測器，對經由所述投影光學系統的所述光進行檢測，

所述光檢測器配置在與所述投影光學系統的射出瞳為光學共軛的位置。

【第22項】一種曝光方法，使經由罩幕上的圖案的光，對基板進行曝光，所述曝光方法包括：

使所述基板保持在基板平台；

使用申請專利範圍第 1 項至第 16 項任一項所述的光學照明裝置，對於所述圖案進行照明；以及

使通過所述光學照明裝置而被照明的所述圖案的像，經由投影光學系統而投影到被保持在所述基板平台的所述基板。

【第23項】如申請專利範圍第 22 項所述的曝光方法，其中，所述基

板是：藉由所述投影光學系統，以經由設置在所述光的光路中的液體而進行曝光。

【第24項】如申請專利範圍第 22 項所述的曝光方法，更包括：

對於與所述光的偏光狀態相關的資訊進行檢測；以及

基於與所述光的偏光狀態相關的資訊的檢測結果，而調整所述光的偏光狀態。

【第25項】如申請專利範圍第 24 項所述的曝光方法，更包括：

對於與所述光學照明裝置內的所述光的偏光狀態相關的資訊進行檢測、以及對經由所述投影光學系統的所述光的偏光狀態相關的資訊進行檢測的至少一方。

【第26項】一種元件製造方法，包括：

使用申請專利範圍第 1 項至第 16 項任一項所述的光學照明裝置，對罩幕上的圖案進行照明；

使通過所述光學照明裝置而被照明的所述圖案的像轉寫到基板；以及

將所述圖案已轉寫的所述基板進行顯影。

【第27項】一種元件製造方法，包括：

使用申請專利範圍第 22 項至第 25 項任一項所述的曝光方法，將圖案轉寫到基板；以及

將所述圖案已轉寫的所述基板進行顯影。