

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97108872

※申請日期：97.3.17

※IPC 分類：G02B 27/09 (2006.01)

G02B 5/04 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

光學積分器系統、照明光學裝置、曝光裝置以及元件製造方法

OPTICAL INTEGRATOR SYSTEM, ILLUMINATION OPTICAL
APPARATUS, EXPOSURE APPARATUS, AND DEVICE
MANUFACTURING METHOD

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) 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 1 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 北 尚憲/KITA, NAONORI

國 籍：(中文/英文) 日本/JP

四、聲明事項：

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

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2007/03/13 ;60/906,519
2. 美國；2008/02/12 ;12/068,828

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：

本發明提供一種光學積分器系統，自光之進入側之次序包括：第一光學積分器(111)，其具有沿著預定方向(z方向)並置的多個第一波前分割器件(111a)；以及第二光學積分器(113)，其具有沿著預定方向(z方向)並置之多個第二波前分割器件(113a)。第一波前分割器件經建構使得傾斜地入射於進入表面之所述光軸上的中心之光線被平行於光軸而發射。第二波前分割器件經建構使得傾斜地入射於進入表面之光軸中心上之光線被傾斜於光軸而發射。

六、英文發明摘要：

An optical integrator system comprises a first optical integrator (111) having a plurality of first wavefront dividing elements (111a) arranged in juxtaposition along a predetermined direction (z-direction), and a second optical integrator (113) having a plurality of second wavefront dividing elements (113a) arranged in juxtaposition along the predetermined direction (z-direction), which are arranged in order from the entrance side of light. The first wavefront dividing elements are so constructed that light obliquely incident to a center on the optical axis of an entrance surface are emitted in parallel with the optical axis. The second wavefront dividing elements are so constructed that light obliquely incident to a center on the optical axis of an entrance surface are emitted obliquely to the optical axis.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(11)。

(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：偏振狀態開關
- 3a：四分之一波片
- 3b：二分之一波片
- 3c：消偏振器
- 4：繞射光學器件
- 4m：繞射光學器件
- 4c：繞射光學器件
- 5：無焦透鏡
- 5a：前透鏡單元
- 5b：後透鏡單元
- 6：偏振轉換器件
- 7：錐形旋轉三稜鏡系統
- 7a：第一稜鏡構件
- 7b：第二稜鏡構件
- 8：可變焦距透鏡
- 9：柱面微型蠅眼透鏡(第一光學積分器)
- 10：稜鏡陣列
- 11：聚光器光學系統
- 12：光罩盲區

13：成像光學系統

AS：孔徑光闌

AX：光軸

IP：平面

M：光罩

MS：光罩台

OP：光學積分器系統

PL：投影光學系統

W：晶圓

WS：晶圓台

X：方向

Y：方向

Z：方向

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】

本發明有關於光學積分器系統(optical integrator system)、照明光學裝置、曝光裝置以及元件製造方法。更特定而言，本發明有關於一種適用於曝光裝置中的照明光學裝置的光學積分器系統，曝光裝置用於藉由微影來製造元件(電子元件等)，諸如半導體元件、成像元件、液晶顯示元件(liquid-crystal display device)和薄膜磁頭(thin-film magnetic head)。

【先前技術】

在曝光裝置中，自光源發射的光束入射至作為光學積分器的蠅眼透鏡(fly's eye lens)以在蠅眼透鏡的後焦平面上形成由大量光源組成的二次光源(secondary light source)(在照明瞳孔(illumination pupil)上形成的光強度分佈)。來自二次光源的光束穿過孔徑光闌(aperture stop)和聚光透鏡(condenser lens)而行進來以重疊的方式照射具有預定圖案的光罩。穿過光罩的圖案而傳遞的光穿過投影光學系統而行進以聚焦於晶圓上。以此方式，光罩圖案被投射(或轉移)至晶圓上以實現其投影曝光。由於光罩圖案是高度積集的圖案，因此必須在晶圓上做出均勻的照度分佈，以便將此精細圖案準確地轉移至晶圓上。

在曝光裝置中，需要將構成蠅眼透鏡的微觀透鏡器件的數目設定為盡可能地多以便增強照度分佈的均勻性。也需要形成形狀接近所要形狀的二次光源以避免在孔徑光闌

處的光量損失。一種可以想到的滿足該需要的方法是將構成蠅眼透鏡的微觀透鏡器件的大小設定為非常小，即，使用微型蠅眼透鏡。例如，藉由採用 MEMS 技術(微影+蝕刻或類似方法)在平面-平行玻璃板中形成大量的微觀折射表面而製成微型蠅眼透鏡。

本申請者已提出一種由一對蠅眼構件組成的柱面微型蠅眼透鏡作為光學積分器，此對蠅眼構件具有形成於其兩個側面上的柱面透鏡組，例如，該光學積分器能夠抑制藉由蝕刻(例如，參考專利文獻 1)而整體形成的大量微觀折射表面中的製造誤差對照度分佈的影響。

專利文獻 1：日本專利申請案早期公開第 2004-45885 號。

【發明內容】

本發明要解決的問題

隨著半導體元件的積集度增加和其它因素，愈來愈希望曝光裝置達成投影光學系統(projection optical system)所需的更高的解析能力(解析度)。為了滿足投影光學系統的解析能力需求，必需縮短照明光(曝光用之光)的波長並且增加投影光學系統的影像側數值孔徑(NA)。為此，光學積分器(在蠅眼透鏡的情況下為透鏡器件)的波前分割器件的出射側數值孔徑(在下文中亦被稱作“出射 NA”)也傾向於隨著投影光學系統的數值孔徑增加而增加。

另一方面，需要將波前分割器件的數目設定為盡可能多以便增強待照射表面(在曝光裝置的情況下光罩表面或

晶圓表面)上的照度分佈的均勻性，並且可達成平滑的所期望的形狀以用於形成於照明瞳孔上的光強度分佈的輪廓。當試圖達成較大的出射 NA 同時仍維持波前分割器件的較小的截面大小時，波前分割器件之焦距將會變得更短。即，波前分割器件之光學表面的曲率半徑將會變得太小而不能達成所需的表面形狀準確性，從而不能達成待照射的表面上之所要的照度分佈且因此在曝光期間難於達成所要的成像效能。

基於上述問題提出了本發明且本發明之目的在於提供一種光學積分器系統，其能夠確保所需的較大出射側數值孔徑並且在待照射表面上形成所要的照度分佈，而無需波前分割器件之光學表面的表面形狀的過高的準確性。

本發明之另一目的在於提供一種照明光學裝置，使用光學積分器系統來確保所需的較大出射側數值孔徑並且在待照射表面上形成所要的照度分佈，其能夠在所要的照明條件下照射待照射之表面。

本發明之再一目的在於提供一種曝光裝置與一種元件製造方法，使用照明光學裝置來在所要照明的條件下照射待照射之表面，其能夠在良好的照明條件下執行良好的曝光。

用於解決上述問題的手段

為了解決上述問題，本發明之第一方面提供一種光學積分器系統，其包括：第一光學積分器，具有沿預定方向並置的多個第一波前分割器件；以及第二光學積分器，具

有沿預定方向並置的多個第二波前分割器件，第一光學積分器與第二光學積分器自光之進入側的次序而佈置著；

其中第一波前分割器件中之每一者經建構使得傾斜地入射至第一波前分割器件之進入表面的光軸上的中心的光線自第一波前分割器件平行於光軸而發射，以及

其中，第二波前分割器件中之每一者經建構使得傾斜地入射至第二波前分割器件之進入表面的光軸上的中心的光線自第二波前分割器件傾斜於光軸而發射。

本發明之第二方面在於提供一種照明光學裝置，其用於藉由自光源的光來照射待照射之表面，照明光學裝置包括佈置於光源與待照射之表面之間的光徑中的上述第一方面之光學積分器系統。

本發明之第三方面在於提供一種曝光裝置，其包括第二方面之照明光學裝置，用於照射一預定圖案，藉此利用該預定圖案使感光基板曝光。

本發明之第四方面在於提供一種元件製造方法，其包括使用上述第三方面之曝光裝置以利用該預定圖案使感光基板曝光之曝光步驟；以及在曝光步驟之後使感光基板顯影之顯影步驟。

本發明之效果

本發明之光學積分器系統藉由第一光學積分器與第二光學積分器之組合來實現一預定方向所需之較大發散角特徵。換言之，藉由第一光學積分器與第二積分器之合作來達成在預定方向所需的較大出射 NA。因此，本發明允許

第一光學積分器之波前分割器件所需的射出光的最大出射角(對應於出射 NA 之角度)與第二光學積分器之波前分割器件所需的射出光之最大出射角(對應於出射 NA 之角度)被界定為(例如)在習知技術中單個波前分割器件所需之射出光的最大出射角的一半。

因此，本發明之光學積分器系統能夠在待照射表面上形成所要的照度分佈同時仍確保所需的較大出射數值孔徑，而無需波前分割器件的光學表面的表面形狀之過高準確性。因此，使用光學積分器系統以用於確保所需的較大出射數值孔徑並且在待照射表面上形成所要的照度分佈，本發明之照明光學裝置能夠在所要的照明條件下照射待照射之表面。使用照明光學裝置來在所要的照明條件下照射待照射之表面，本發明之曝光裝置能夠在良好照明條件下執行良好的曝光且因此能夠製造良好的元件。

【實施方式】

本發明提出一種新穎的設計組態，其用以藉由多個光學積分器之佈置來在待照射表面上形成具有所要的照度分佈之實際照明場(照明區)，而未藉由各別光學積分器實際上形成於待照射表面上之光強度分佈的直接相關(correlation)值和卷積(convolution)。此處，多個不直接相關的光學積分器之佈置意謂其並不構成一個光學積分器之波前分割器件與另一個光學積分器之波前分割器件合作起作用的一個光學系統。

在具體描述本發明之實施例之前，將在下文中描述本

發明之光學積分器系統之基礎組態與作用。圖 1 是示意性地展示(例如，揭露於專利文獻 1 中的)柱面微型蠅眼透鏡中的波前分割器件之組態的圖式。參看圖 1，佈置於光之進入側上的一前(front)波前分割器件 101 具有柱面形進入折射表面 101a 與柱面形出射折射表面 101b，其中進入折射表面 101a 在 x 方向中具有折射能力但在 z 方向中並不具有折射能力，且出射折射表面 101b 在 z 方向中具有折射能力但在 x 方向中並不具有折射能力。後(rear)波前分割器件 102 也具有柱面形進入折射表面 102a 與柱面形出射折射表面 102b，其中進入折射表面 102a 在 x 方向中具有折射能力但在 z 方向中並不具有折射能力，且出射折射表面 102b 在 z 方向中具有折射能力但在 x 方向中並不具有折射能力。

前波前分割器件 101 與後波前分割器件 102 合作以用作柱面微型蠅眼透鏡之波前分割器件，即，用作具有矩形橫截面之波前分割器件 100，該矩形橫截面之長邊在 z 方向且短邊在 x 方向。習知的柱面微型蠅眼透鏡由佈置於前側上的第一蠅眼構件和佈置於後側上的第二蠅眼構件組成。多個沿著 x 方向延長的柱面形光學表面 103b 在第一蠅眼構件的出射表面中和在第二蠅眼構件的出射表面中沿著 z 方向並列，如圖 2(a)所示。

多個沿著 z 方向延長的柱面形光學表面 103a 在第一蠅眼構件的進入表面中與在第二蠅眼構件的進入表面中沿著 x 方向並列，如圖 2(b)所示。在此情況下，沿著 x 方向延長的柱面形光學表面 103b 在待照射之表面上形成在 z 方向

延長的薄線性照明區(照明場)104b，如圖 2(c)所示。沿著 z 方向延長的柱面形光學表面 103a 在待照射的表面上形成在 x 方向延長的薄線性照明區(照明場)104a。實際上可解譯成通過柱面形光學表面 103a 與 103b 之合作，藉由兩個彼此垂直的細線性區 104a 與 104b 之二維卷積而在待照射的表面上形成沿 z 方向延長的所要的矩形照明場 104。

上述的解釋只不過是數學卷積定理對於光學的簡單應用。原因在於在緊隨柱面微型蠅眼透鏡之後的表面與待照射之表面之間的光的振幅的關係是傅立葉(Fourier)轉換的數學關係。即，經受柱面微型蠅眼透鏡之 x 方向折射作用與 z 方向折射作用的效果等效於複數(complex)振幅的乘法效果且在緊隨柱面微型蠅眼透鏡之後的表面的複數振幅的傅立葉轉換得到待照射的表面的複數振幅。因此，當考慮此數學作用時，藉由首先對單獨經受 x 方向折射作用與 z 方向折射作用的兩個複數振幅分量執行傅立葉轉換，且之後在傅立葉轉換後實施兩個複數振幅分量的卷積來獲得同樣的複數振幅分佈，而不是在傅立葉轉換之前進行複數振幅的乘法。

圖 3 是說明根據本發明之第一方面的光學積分器系統的示意性組態與作用的圖式。如圖 3(a)與圖 3 (b)所示，以自光之進入側的次序，上述第一方面的光學積分器系統由 z 方向蠅眼器件(第一光學積分器之第一光學構件)111 與 x 方向蠅眼器件(第一光學積分器之第二光學構件)112 和稜鏡陣列(第二光學積分器)113 組成， z 方向蠅眼器件 111 具

有沿著 z 方向並置的多個波前分割器件 111a， x 方向蠅眼器件 112 具有沿著 x 方向並置的多個波前分割器件 112a，且稜鏡陣列 113 具有沿著 z 方向並置的多個波前分割器件 113a。在第一光學構件與第二光學構件之間的空間被填充氣體，且在第二光學構件與第二光學積分器之間的空間被填充氣體。

具體而言，作為第一光學積分器之第一光學構件的 z 方向蠅眼器件 111 具有在 z 方向中並置的多個柱面形進入折射表面 111aa，和在 z 方向中並置的多個柱面形出射折射表面 111ab。作為第二光學積分器之第二光學構件之 x 方向蠅眼器件 112 具有在 x 方向中並置的多個柱面形進入折射表面 112aa 和多個在 x 方向中並置的多個柱面形的出射折射表面 112ab。作為第二光學積分器之稜鏡陣列(或微稜鏡陣列)113 具有在 z 方向中並置排列的多個平面形狀的進入折射表面 113aa 和在 z 方向中並置的多個山形出射折射表面 113ab。

下文將參看圖 4 與圖 5，明確地描述蠅眼器件(其為包括蠅眼透鏡、微型蠅眼透鏡、柱面微型蠅眼透鏡等的廣義概念)之基礎組態和作用。沿照明光學裝置之光軸 AX 而佈置之蠅眼器件用於使照明場中的照度分佈均勻同時確保在待照射的表面上所需的照明場。為此，入射至每個波前分割器件之進入表面上的光束靠近出射表面而形成點光源並且之後其穿過聚光器光學系統行進來以重疊的方式照射待照射表面上之照明區。此時，如圖 4 所示，垂直於入射至

波前分割器件 120(或沿著波前分割器件 120 之光軸 AXe 的方向入射)之進入表面 120a 的平行光(如圖 4 中的實線所示)自出射表面 120b 發射為具有預定出射 NA(數值孔徑或角範圍)的光並且最終變成具有所需 NA 之光以到達照明區。

傾斜地入射至波前分割器件 120 的進入表面 120a 的平行光(由圖 4 中的虛線所表示)(或以傾斜於器件的光軸 AXe 的方向入射)亦自出射表面 120b 發射成光以到達照明區，此光的出射 NA 與垂直入射的平行光的出射 NA 相同且其中心角(在每個透鏡器件中之主要光線角)平行於光軸。藉由滿足以下條件來實現確保傾斜入射之平行光的出射 NA 和其中心角與垂直入射的平行光相同，該條件為：穿過該進入表面 120a 上的光軸的中心(進入表面 120a 與器件的光軸 AXe 之間的交點)傳遞的主要光線(由圖 5 中的虛線表示)自出射表面 120b 被發射為平行於光軸 AXe 的光，如圖 5 所示。在傳遞中，此條件導致該進入表面 120a 與待照射的表面成共軛的狀態。

如上文所述，z 方向蠅眼器件 111 經建構使得傾斜地入射於作為波前分割器件之每個柱面透鏡器件 111a 的進入表面 111aa 的光軸上的中心(該中心被界定為透鏡器件 111a 的器件光軸與進入表面 111aa 之間的交點)的光線平行於器件光軸而發射。同樣，x 方向蠅眼器件 112 亦經建構使得傾斜入射至作為波前分割器件之每個柱面透鏡器件 112a 的進入表面 112aa 的光軸上的中心(該中心被界定為透

鏡器件 112a 的器件光軸與進入表面 112aa 之間的交點)的光線平行於器件光軸而發射。與之相反，稜鏡陣列 113 經建構使得傾斜入射至作為波前分割器件之每個稜鏡器件 113a 的進入表面 113aa 的光軸上的中心(該中心被界定為稜鏡器件 113a 的器件光軸與進入表面 113aa 之間的交點)的光線傾斜於器件光軸而發射。

因此，z 方向蠅眼器件 111 經建構使得自光軸方向入射至作為波前分割器件之每個柱面器件 111a 的進入表面 111 之光(平行光或類似的光)所形成的射出光的最大出射角(半角；對應於出射 NA 的角度)變得等於自傾斜於進入表面 111aa 的光軸的方向入射之光(平行光或類似的光)所形成的射出光的最大出射角(半角；對應於出射 NA 的角度)。為此，以各種角度入射至 z 方向蠅眼器件 111 的平行光束被發射成具有相同的 NA 與平行於光軸的中心角的光束，且具有完全獨立於入射至 z 方向蠅眼器件 111 的光的角範圍(NA)與中心角的出射角特徵。

同樣，x 方向蠅眼器件 112 經建構使得自光軸方向入射至作為波前分割器件的每個柱面透鏡器件 112a 的進入表面 122aa 的光(平行光或類似的光)所形成的出射光的最大出射角(半角)變得等於自傾斜於該光軸的方向入射至進入表面 112aa 的光(平行光或類似的光)所形成的出射光的最大出射角(半角)。為此，以各種角度入射至 x 方向蠅眼器件 112 的平行光束被發射為具有相同的 NA 與平行於光軸的中心角的光束，並且具有完全獨立於入射至 x 方向蠅

眼器件 112 的光之角範圍(NA)和中心角的出射角特徵。與之相反，以各種角度入射至稜鏡陣列 113 的平行光束被發射為具有相同 NA(角範圍)但維持其中心角(主要光線角)的光束，且導致出射角特徵取決於入射至稜鏡陣列 113 的光的角範圍(NA)和中心角，不同於 z 方向蠅眼器件 111 與 x 方向蠅眼器件 112。

在上述第一方面之光學積分器系統中，入射至 z 方向蠅眼器件 111 的平行光束在遠場中形成在 z 方向中延長的薄線性光強度分佈 114a(參看圖 3(c))且最後形成在待照射表面上 z 方向中延長的薄線性照明區 114a。入射至 x 方向蠅眼器件 112 的平行光束在遠場中形成在 x 方向中延長的薄線性光強度分佈 114b 且最後形成在待照射表面上在 x 方向中延長的薄線性照明區 114b。

入射至稜鏡陣列 113 之平行光束在遠場中形成在 z 方向中間隔開的兩個點狀光強度分佈 114c，且最後在待照射的表面上形成在 z 方向中間隔開的兩個點狀照明區 114c。實際上，沿著 z 方向延長的所要的矩形照明區 114 藉由薄線性區域 114a、薄線性區域 114b 和兩個點狀區域 114c 的二維卷積而形成於待照射的表面上。

在步進式掃描方法的曝光裝置中，如下文所述，當相對於投影光學系統在掃描方向中移動光罩與晶圓(感光基板)時，利用光罩圖案來掃描並曝光晶圓之擊中區(shot area)。在此情況下，需要投影光學系統具有較大的影像側數值孔徑，特定而言，在與掃描垂直的方向(垂直於掃描方

向的方向)，且因此需要光學積分器系統之波前分割器件在對應於與掃描垂直的方向的方向中具有較大的出射 NA。

具體而言，在圖 2 所示之柱面微型蠅眼透鏡之情況下，由於對應於與掃描垂直的方向的方向是 z 方向，因此需要波前分割器件在 z 方向中具有較大的出射 NA 且最後需要沿著 x 方向的細長的柱面形光學表面 103b 具有較大的出射 NA。需要柱面形光學表面 103b 具有較大出射 NA 意謂形成於待照射的表面上之薄線性照明區 104b 沿 z 方向變長。當試圖達成較大的出射 NA 同時保持柱面形光學表面 103b 的 z 方向間距(或波前分割器件的截面大小)較小時，光學表面 103b 之曲率半徑將變得太小而不能達成所需的表面形狀準確性。因此，在待照射表面上將不能獲得所要的照度分佈且因此在曝光期間難於達成所要的成像效能。

在上述第一方面之光學積分器系統中，如參看展示進行卷積的光強度分佈分量之圖 3(c)顯而易見，在解析狀態，藉由 z 方向蠅眼器件 111 與稜鏡陣列 113 的組合來實現在對應於與掃描垂直的方向的 z 方向中所需的高發散角特徵。換言之，藉由僅在 z 方向中實行折射作用的 z 方向蠅眼器件 111 與稜鏡陣列 113 之合作來實現在對應於與掃描垂直的方向的 z 方向中所需的較大出射 NA。

因此，當藉由將 z 方向蠅眼器件 111 上的負載與稜鏡陣列 113 上之負載視作相等而簡化描述時，z 方向蠅眼器件 111 之波前分割器件所需的射出光的最大出射角與稜鏡陣列 113 之波前分割器件所需的射出光的最大出射角可以

(例如)是習知技術中單個波前分割器件所需的射出光的最大出射角的一半。不同於僅在 z 方向中實行折射作用的 z 方向蠅眼器件 111 與稜鏡陣列 113， x 方向蠅眼器件 112 只是在 x 方向中實行折射作用的普通蠅眼器件以在對應於掃描方向的 x 方向中達成相對較小的出射 NA。

在上述第一方面之光學積分器系統中，以下要點對於僅在對應於與掃描垂直的方向的 z 方向中實行折射作用的兩個器件 111 與 113 是重要的。即，稜鏡陣列 113 需要定位於 z 方向蠅眼器件 111 的下游，稜鏡陣列 113 經建構使得傾斜地入射至每個波前分割器件之進入表面的光軸上的中心的光線傾斜於器件光軸而發射， z 方向蠅眼器件 111 經建構使得傾斜地入射至每個波前分割器件之進入表面的光軸上的中心的光線平行於器件光軸而發射。

不同於 z 方向蠅眼器件 111，稜鏡陣列 113 對於平行光之傾斜入射起作用以基於傾斜入射來維持傾角，同時形成預定的發散角分佈，且導致在待照射的表面上實行使照明區的位置移位的效果。換言之，當稜鏡陣列 113 由一種用於將傾斜入射之平行光轉換成沿著光軸方向之平行光的蠅眼器件 C 來取代時，將導致在待照射表面上僅藉由蠅眼器件 C 來形成光強度分佈，此光強度分佈完全獨立於自 z 方向蠅眼器件 111 發射的光的發散角分佈，且不能達成 z 方向蠅眼器件 111 與蠅眼器件 C 的卷積效果。

舉例說來，佈置於 z 方向蠅眼器件 111 的上游的可移動光學構件之移動造成入射到波前分割器件(透鏡器

件)111a 的光的角度(或入射光束之形心(centroid)光線或中心光線與器件光軸所成的角)或角範圍(入射至進入表面 111aa 上的一個點的光線所成的最大角)的改變。然而，由於 z 方向蠅眼器件 111 位於稜鏡陣列 113 的上游，因此，此 z 方向蠅眼器件 111 之作用使入射至稜鏡陣列 113 的每個波前分割器件(稜鏡器件)113a 的光的角度與角範圍穩定且光總是穿過稜鏡陣列 113 的每個波前分割器件的出射表面 113ab 上的相同區而傳遞。因此，例如，即使當上游可移動的光學構件移動以改變入射至 z 方向蠅眼器件 111 之光的角度或角範圍時，在待照射的表面上未變化地穩定地形成照明區，且也使照度分佈穩定，而在待照射的表面上照明區中未發生照度不均勻。

在根據本發明之上述第一方面的光學積分器系統中，如上文所述，藉由僅在 z 方向中實行折射作用之 z 方向蠅眼器件 111 與稜鏡陣列 113 的合作來達成在對應於與掃描垂直的方向的 z 方向中所需的高發散角特徵和因此在 z 方向中所需的較大 NA。因此，z 方向蠅眼器件 111 的波前分割器件 111a 所需的最大出射角(對應於出射 NA 的角度)與稜鏡陣列 113 的波前分割器件 113a 所需的最大出射角(對應於出射 NA 的角度)可能例如僅是在習知技術中單個波前分割器件所需之最大出射角的一半。

例如，此意謂在 z 方向蠅眼器件 111 的波前分割器件 111a 中的光學表面 111aa、111ab 的曲率半徑並不是必須被設計成太小。因此，根據上述第一方面之光學積分器系統

能夠確保所需較大的出射數值孔徑並且在待照射的表面上形成所要的照度分佈，而無需 z 方向蠅眼器件 111 之波前分割器件 111a 中的光學表面 111aa、111ab 的表面形狀的過高的準確性。

然而，爲了藉由充分實行根據第一方面的光學積分器系統中 z 方向蠅眼器件 111 的作用來適當地達成本發明之效果，如圖 6 所示，重要的是，自 z 方向蠅眼器件 111 之一個波前分割器件 111a 之出射表面 111ab 所發射之光應照射稜鏡陣列 113 的一個波前分割器件 113a 的至少整個進入表面 113aa。當系統經建構使得自出射表面 111ab 的光僅照射該進入表面 113aa 的一部分時，入射光之角度與角範圍在整個進入表面 113aa 上將不保持恆定，因而導致不能維持待照射的表面的均勻之照度分佈。

換言之，根據上述第一方面之光學積分器系統較佳地經建構使得 z 方向蠅眼器件(第一光學積分器的第一光學構件)111 之出射表面與稜鏡陣列(第二光學積分器)113 的進入表面之間的間隔 L12 滿足以下條件(1)，如圖 7 所示。在條件(1)中，P2 是稜鏡陣列 113 之波前分割器件 113a 的間距且 θ 是來自 z 方向蠅眼器件 111 之波前分割器件 111a 的光的最大出射角(半角)。

$$P2/(2 \times \tan\theta) < L12 \quad (1)$$

條件(1)要求將 z 方向蠅眼器件 111 之出射表面與稜鏡陣列 113 之進入表面之間的間隔應被設定成大於預定值。然而，將間隔 L12 設定得過大並非較佳的，因爲來自 z 方

向蠅眼器件 111 之出射折射表面 111ab 的光的一部分變得未入射至稜鏡陣列 113 上(或並不有助於照明)，因而造成光量損失。即，自避免光量損失之觀點而言，間隔 L12 較佳地滿足以下條件(2)，如圖 8 所示。在條件(2)中，D2 是稜鏡陣列 113 之進入表面的長度。

$$L12 < D2/(2 \times \tan\theta) \quad (2)$$

當 z 方向蠅眼器件 111 之波前分割器件 111a 的間距 P1(參考圖 7)被設定為盡可能地小時，稜鏡陣列 113 之波前分割器件 113a 之間距 P2 較佳地被設定成實質上不同於間距 P1 的整數倍。當波前分割器件 113a 的間距 P2 被設定為波前分割器件 111a 的間距 P1 的整數倍時，在入射至稜鏡陣列 113 的一個波前分割器件 113a 的光的照度分佈中可能會出現周期性的重疊結構，從而在待照射的表面上不能獲得均勻的照度分佈。

無需在對應於與掃描垂直的方向的 z 方向(在圖 7 與圖 8 中為垂直方向)中高度準確地定位 z 方向蠅眼器件(第一光學積分器之第一光學構件)111 與稜鏡陣列(第二光學積分器)113。要點在於自 z 方向蠅眼器件 111 的一個波前分割器件 111a 的出射表面 111ab 發射之光照射該稜鏡陣列 113 的一個波前分割器件 113a 的至少整個進入表面 113aa，藉以保持入射至進入表面 113aa 的光的角度與角範圍恒定。

在圖 3 所示的組態中，x 方向蠅眼器件 112 佈置於 z 方向蠅眼器件 111 與稜鏡陣列 113 之間的光徑中。然而，該佈置並不必然限於此情況，且對於 x 方向蠅眼器件 112 的

佈置可以構想到很多種修改實例。具體而言，x 方向蠅眼器件 112 可位於 z 方向蠅眼器件 111 的上游或 x 方向蠅眼器件 112 可位於稜鏡陣列 113 的下游。上述第一方面的要點在於稜鏡陣列 113 應位於 z 方向蠅眼器件 111 的下游。然而，應注意的是可通過使 x 方向蠅眼器件 112 位於 z 方向蠅眼器件 111 與稜鏡陣列 113 之間的光徑中且彼此以預定距離間隔開而實現緊湊的光學積分器系統。

圖 9 是說明根據本發明的第二方面的光學積分器系統的示意性組態與作用的圖式。圖 9 的第二方面具有類似於圖 3 的第一方面的組態但與圖 3 的第一方面的根本不同在於 z 方向蠅眼器件 111 與 x 方向蠅眼器件 112 被雙向蠅眼器件 115 替代。即，根據上述第二方面之光學積分器系統由(自光之進入側按次序佈置)雙向蠅眼器件(第一光學積分器)115 與稜鏡陣列(第二光學積分器)113 組成，雙向蠅眼器件(第一光學積分器)115 具有在 z 方向與 x 方向的兩個方向中二維並置的多個波前分割器件 115a 且稜鏡陣列(第二光學積分器)113 具有沿著 z 方向並置的多個波前分割器件 113a，如圖 9(a)所示。

具體而言，雙向蠅眼器件 115 具有垂直且水平並且稠密地佈置的多個二次曲面形狀之進入折射表面 115aa 和垂直且水平並且稠密地佈置的多個二次曲面形狀之出射折射表面 115ab。換言之，雙向蠅眼器件 115 是(例如)由垂直且水平並且稠密地佈置的多個雙凸透鏡器件 115a 組成，且經建構使得傾斜地入射至每個波前分割器件 115a 的進入表

面 115aa 的光軸上的中心的光線平行於器件光軸而發射。

雙向蠅眼器件 115 經建構使得自光軸方向入射至每個波前分割器件 115a 的進入表面 115aa 的光所形成的射出光的最大出射角(半角；對應於出射 NA 的角)變得等於自傾斜於光軸的方向入射至進入表面 115aa 的光所形成的射出光的最大出射角(半角；對應於出射 NA 的角)。在上述第二方面的光學積分器系統中，入射至雙向蠅眼器件 115 的平行光束在遠場中形成在 z 方向中延長的矩形光強度分佈 116a(參看圖 9(b))，且最後在待照射的表面上形成在 z 方向延長的矩形照明區 116a。

入射至稜鏡陣列 113 的平行光束在遠場中形成在 z 方向中間隔開的兩個點狀光強度分佈 116b，並且最後在待照射的表面上形成在 z 方向中間隔開的兩個點狀照明區 116b，如前文所述。實際上，所要的沿著 z 方向延長的矩形照明區 116 藉由矩形區 116a 與兩個點狀區 116b 的二維卷積而形成於待照射的表面上。

在根據上述第二方面的光學積分器系統中，藉由雙向蠅眼器件 115 與稜鏡陣列 113 之組合(合作)而實現在對應於與掃描垂直的方向的 z 方向中所需的高發散角特徵和因此在此在 z 方向中所需的較大出射 NA。因此，光學積分器系統能夠確保所需的較大出射數值孔徑並且在待照射的表面上形成所要的照度分佈，例如，無需雙向蠅眼器件 115 的波前分割器件 115a 中光學表面 115aa、115ab 的表面形狀的過高之準確性。

在本發明之上述第二方面中，重要的是使稜鏡陣列 113 位於雙向蠅眼器件 115 的下游。此外，在雙向蠅眼器件 115 的出射表面與稜鏡陣列 113 的進入表面之間的時間隔 L_{12} 較佳地滿足前述條件(1)與(2)。亦較佳地設定稜鏡陣列 113 的波前分割器件 113a 的間距 P_2 使得實質上不同於間距 P_1 的整數倍，同時將雙向蠅眼器件 115 的波前分割器件 115a 的 z 方向間距 P_1 設定為盡可能地小。在第二方面的情況下，也無需在對應於與掃描垂直的方向的 z 方向中高度準確地定位雙向蠅眼器件 115 與稜鏡陣列 113。

上述第一方面與第二方面採用稜鏡陣列作為第二光學積分器，該稜鏡陣列具有沿著 z 方向並置之多個稜鏡器件。然而，光學積分器系統並非必須限於此情況，而是也可使用具有二維並置(在 z 方向與在 x 方向)的多個稜鏡器件的稜鏡陣列來通過第一光學積分器與第二光學積分器之合作以實現在 z 方向與 x 方向的兩個方向中的高發散角特徵和因此較大的出射 NA。

上述第一方面與第二方面使用具有多個稜鏡器件 113a 的稜鏡陣列 113 作為第二光學積分器。然而，第二光學積分器不必限於此情況，而是第二光學積分器也可為經建構使得傾斜地入射至每個波前分割器件的進入表面的光軸上的中心的光線自波前分割器件傾斜於器件光軸而發射之任何其它光學器件。具體而言，稜鏡陣列 113 可用如圖 10(a)所示的繞射光學器件 117 來替代。藉由以約等於基板中所用光的波長的間距來形成級差(level difference)使得多

個波前分割器件沿著至少一個方向並置並且具有使入射光束繞射成所要角度之作用而製成繞射光學器件 117。

稜鏡陣列 113 也可被例如微透鏡陣列 118 替代，微透鏡陣列 118 由沿著至少一個方向並置的多個平凸柱面透鏡器件 118a 組成，如圖 10(b)所示。柱面透鏡器件 118a 的進入表面 118aa 是平面的且出射表面 118ab 是柱面。當使用繞射光學器件 117 來代替稜鏡陣列 113 時，該系統可達成與前述第一方面與第二方面的效果類似的效果。

然而，應注意的是當使用微透鏡陣列 118 來替代稜鏡陣列 113 時，難於在待照射表面上獲得沿著對應於與掃描垂直的方向的 z 方向的頂帽形(top hat shape)照度分佈，且因而難於達成與前述第一方面與第二方面的效果等效的效果。爲了獲得頂帽形照度分佈，例如，較佳地使用具有稜鏡器件 113a 與柱面透鏡器件 118a 之間的中間形式的多個波前分割器件(即，具有平面進入表面和非球面形狀的出射表面的多個波前分割器件)組成的陣列構件作爲第二光學積分器。

現將在附圖的基礎上描述本發明之實施例。圖 11 是示意性地展示根據本發明之實施例的曝光裝置的組態的圖式。在圖 11 中，沿著垂直於本身爲感光基板的晶圓 W 的方向來界定 z 軸，沿著晶圓 W 表面中平行於圖 11 之頁面的方向來界定 y 軸，且沿著晶圓 W 的表面中垂直於圖 11 的頁面的方向來界定 x 軸。參看圖 11，本實施例之曝光裝置被配備以用於供應曝光之光(照明光)的光源 1。光源 1

可以是(例如)用於供應波長為 193 奈米的光的 ArF 準分子雷射光源，用於供應波長為 248 奈米的光的 KrF 準分子雷射光源或類似光源。

自光源 1 發射之光藉由整形光學系統 2 擴展成所需截面形狀之光束並且經擴展之光束行進而穿過偏振狀態開關 3 和用於環形照明的繞射光學器件 4 以進入無焦透鏡 5。偏振狀態開關 3 由四分之一波片 3a、二分之一波片 3b 和消偏振器(消偏振器件)3c 組成，四分之一波片 3a 的晶體光軸經佈置成可繞光軸 AX 旋轉並且其將入射於其上之橢圓形偏振光轉換成線性偏振光，二分之一波片 2b 的晶體光軸經佈置成可繞光軸 AX 旋轉並且其改變入射之線性偏振光的偏振方向，且消偏振器 3c 經佈置可自照明光徑縮回(retractable)。

在消偏振器 3c 自照明光徑縮回的狀態，偏振狀態開關 3 具有將自光源 1 之光轉換成具有所要偏振方向之線性偏振光和將線性偏振光導引至繞射光學器件 4 內的功能；在消偏振器 3c 被設定於照明光徑中之狀態下，偏振狀態開關 3 具有將自光源 1 之光轉換成實際上未偏振的光並且將未偏振的光導引至繞射光學器件 4 內之功能。無焦透鏡 5 是無焦系統(無焦光學系統)，其前焦位置實際上與繞射光學器件 4 之位置一致且其後焦位置實際上與圖式中用虛線所表示的預定平面 IP 的位置一致。

藉由以約等於基板中曝光之光(照明光)之波長的間距來形成級差而製成繞射光學器件 4 且其具有將入射光束繞

射成所要角度的作用。具體而言，用於環形照明之繞射光學器件 4 具有以下功能：當具有矩形橫截面的平行光束入射於其上時，其在其遠場(或夫朗和斐(Fraunhofer)繞射區)中形成環形的光強度分佈。因此，入射至繞射光學器件 4 的幾乎平行的光束在無焦透鏡 5 的瞳孔平面上形成環形的光強度分佈並且之後自無焦透鏡 5 以環形角分佈被發射。

偏振轉換器件 6 與錐形旋轉三稜鏡系統 7 佈置於無焦透鏡 5 的前透鏡單元 5a 與後透鏡單元 5a 之間且在(或靠近)其瞳孔位置。將在下文中描述偏振轉換器件 6 與錐形旋轉三稜鏡系統 7 的組態與作用。穿過無焦透鏡 5 而傳遞之光束行進且穿過用於改變 σ 值(σ 值 = 照明光學裝置之光罩側數值孔徑/投影光學系統之光罩側數值孔徑)的可變焦距透鏡 8 以進入光學積分器系統 OP。光學積分器系統 OP 由柱面微型蠅眼透鏡 9 與稜鏡陣列(或微稜鏡陣列)10(以自光的進入側的次序)組成，柱面微型蠅眼透鏡 9 用作第一光學積分器，其具有二維並置的多個波前分割器件，且稜鏡陣列(或微稜鏡陣列)10 作為第二光學積分器，其具有沿著 Z 方向並置排列的多個波前分割器件。

稜鏡陣列 10 具有與圖 3 和圖 9 所示稜鏡陣列 113 的組態類似的組態並且由在 Z 方向中排列的多個稜鏡器件組成。柱面微型蠅眼透鏡 9 是功能類似於圖 9 所示之雙向蠅眼器件 115 之功能的光學器件且由位於光源側之第一蠅眼構件 9a 與位於光罩側上之第二蠅眼構件 9b 組成，如圖 12 所示。在 X 方向中並列的柱面透鏡組 9aa 與 9ba 各分別在

第一蠅眼構件 9a 之光源側表面中與第二蠅眼構件 9b 之光源側表面中以間距 px 形成。

在 z 方向並列的柱面透鏡組 9aa 與 9bb 各分別在第一蠅眼構件 9a 的光罩側表面中和在第二蠅眼構件 9b 的光罩側表面中以間距 pz ($pz > px$) 而形成。當把注意力集中在柱面微型蠅眼透鏡 9 的 X 方向中的折射作用(或在 XY 平面中的折射作用)時,沿著光軸 AX 而入射之平行光束藉由形成於第一蠅眼構件 9a 之光源側上的柱面透鏡組 9aa 而沿著 X 方向以間距 px 進行波前分割,藉由其折射表面來聚光,且之後藉由形成於第二蠅眼構件 9b 之光源側上的柱面透鏡組 9ba 中的相對應柱面透鏡之折射表面來聚光,以會聚於柱面微型蠅眼透鏡 9 之後焦平面上。

當把注意力集中在柱面微型蠅眼透鏡 9 之 Z 方向中之折射作用(或 YZ 平面中之折射作用)上時,沿著光軸 AX 入射之平行光束藉由形成於第一蠅眼構件 9a 之光罩側上之柱面透鏡組 9ab 而沿著 z 方向以間距 pz 進行波前分割,藉由其折射表面來聚光,且之後藉由形成於第二蠅眼構件 9b 之光罩側上的柱面透鏡組 9bb 中之相對應柱面透鏡之折射表面來聚光,以會聚於柱面微型蠅眼透鏡 9 之後焦平面上。

如上文所述,柱面微型蠅眼透鏡 9 由第一蠅眼構件 9a 與第二蠅眼構件 9b 組成,其每一者中柱面透鏡組佈置於兩個側面中且實行與微型蠅眼透鏡相同的光學功能,在微型蠅眼透鏡中在 x 方向中大小為 px 且在 Z 方向中大小為 pz 之大量矩形微觀折射表面(波前分割器件)垂直地且水平地

並且稠密地整體形成。柱面微型蠅眼透鏡 9 能夠抑制由於微觀折射表面之表面形狀的變化所造成的失真改變(change in distortion)且(例如)以使藉由蝕刻而整體形成之大量微觀折射表面的製造誤差對照度分佈的影響減小。

預定平面 IP 之位置位於靠近可變焦距透鏡 8 之前焦位置處且柱面微型蠅眼透鏡 9 之進入表面位於靠近可變焦距透鏡 8 之後焦位置處。換言之，可變焦距透鏡 8 用於保持預定平面 IP 和柱面微型蠅眼透鏡 9 之進入表面實質上處於傅立葉轉換的關係，且因此保持無焦透鏡 5 之瞳孔平面與柱面微型蠅眼透鏡 9 之進入表面在光學上實質上彼此共軛。

因此，例如，以光軸 AX 為中心之環形照明場形成於柱面微型蠅眼透鏡 9 之進入表面上，如同在無焦透鏡 5 之瞳孔平面上。此環形照明場之總形狀取決於可變焦距透鏡 8 之焦距而類似地變化。作為柱面微型蠅眼透鏡 9 中之波前分割單元器件之矩形微觀折射表面是類似於將形成於光罩 M 上之照明場的形狀的矩形形狀(且因此，類似於將要在晶圓 W 上形成之曝光區的形狀)。

入射至柱面蠅眼透鏡 9 上之光束被二維分割以在柱面微型蠅眼透鏡 9 之後焦平面上或附近(以及實質上在照明瞳孔上)形成光強度分佈與由入射光束所形成之照明場大約相同的二次光源，即，二次光源由以光軸 AX 為中心的環形的大致上為表面的發光體組成。來自形成於柱面微型蠅眼透鏡 9 之後焦平面上或附近的二次光源的光束入射至

位於其附近的孔徑光闌 AS。

孔徑光闌 AS 具有對應於形成於柱面微型蠅眼透鏡 9 之後焦平面上或附近之環形的二次光源的環形孔口(光透射部分)。孔徑光闌 AS 被佈置為可自照明光徑縮回且被佈置為可用具有不同大小與形狀之各別孔口的多個孔徑光闌來代替。例如，可自熟知的轉塔(turret)方法和滑塊方法和其它方法來選擇切換孔徑光闌之方法。孔徑光闌 AS 位於光學上與投影光學系統 PL(在下文描述)之進入瞳孔表面近似於共軛之位置處且界定一種有助於二次光源照明之範圍。可省略孔徑光闌 AS 之安裝。

來自藉由孔徑光闌 AS 所限制的二次光源的光行進而穿過稜鏡陣列 10 與聚光器光學系統 11 且以重疊的方式照射光罩盲區 12。以此方式，根據為柱面微型蠅眼透鏡 9 之波前分割器件之矩形微觀折射表面之形狀與焦距的矩形照明場形成於光罩盲區 12 上作為照明場光闌(field stop)。已通過光罩盲區 12 之矩形孔口(光透射部分)之光藉由成像光學系統 13 聚焦且之後利用其內之預定圖案以重疊的方式來照射光罩 M。即，成像光學系統 13 在光罩 M 上形成光罩盲區 12 之矩形孔口的影像。

待轉移之圖案形成於光罩台 MS 中固持著的光罩 M 中並且照射該光罩的矩形(狹縫形狀)圖案區，在整個圖案區中，該矩形的長邊沿 Y 方向且短邊沿 Y 方向。已穿過光罩 M 之圖案區而傳遞之光行進且穿過投影光學系統 PL 以在晶圓台 WS 上固持之晶圓(感光基板)W 上形成光罩圖案之

影像。即，圖案影像亦形成於晶圓 W 上之矩形靜態曝光區域(有效曝光區域)中，該矩形之長邊沿 Y 方向且短邊沿 X 方向，以便在光學上對應於光罩 M 上之矩形照明區。

在此組態中，根據所謂步進式掃描方法，光罩台 MS 與晶圓台 WS 且因此光罩 M 與晶圓 W 在垂直於投影光學系統 PL 之光軸 AX 的平面(XY 平面)中沿著 x 方向(掃描方向)同步移動(掃描)，藉此利用光罩圖案而在晶圓 W 上掃描並曝光一擊中區域(曝光區域)，該擊中區的寬度等於靜態曝光區域之 Y 方向的長度且長度根據晶圓 W 之掃描距離(移動距離)而定。

可設定用於多極照明(雙極照明、四極照明、八極照明或類似照明)之繞射光學器件 4m 來代替在照明光徑中用於環形照明之繞射光學器件 4，藉以實施多極照明。當具有矩形截面之平行光束入射至用於多極照明之繞射光學器件時，用於多極照明之繞射光學器件用來在其遠場中形成多極形狀(雙極、四極、八極或其它形狀)之光強度分佈。因此，穿過用於多極照明之繞射光學器件之光束在(例如)柱面微型蠅眼透鏡 9 之進入表面上形成由繞該光軸 AX 之多個圓形照明場組成之多極形狀照明場。因此，與形成於進入表面上之照明場具有同樣多極形狀之二次光源亦形成於柱面微型蠅眼透鏡 9 之後聚焦平面上或附近。

當設定用於圓形照明之繞射光學器件 4c 來代替照明光徑中用於環形照明之繞射光學器件 4 時，其可實施一般的圓形照明。當具有矩形橫截面之平行光束入射至用於圓

形照明之繞射光學器件時，用於圓形照明之繞射光學器件用來在遠場中形成圓形光強度分佈。因此，穿過用於圓形照明之繞射光學器件而傳遞之光束在(例如)柱面微型蠅眼透鏡 9 之進入表面上形成以光軸 AX 為中心的圓形照明場。因此，與形成於進入表面上之照明場具有同樣圓形的二次光源亦形成於柱面蠅眼透鏡 9 之後焦平面上或附近。當設定具有適當特徵(未圖示)之繞射光學器件來代替照明光徑中用於環形照明之繞射光學器件 4 時，實施修改的照明之各種形式中的任一種形式變得可能。可自(例如)熟知的轉塔方法和滑塊方法或其它方法來選擇切換該繞射光學器件 4 之方法。

錐形旋轉三稜鏡系統 7 由第一稜鏡構件 7a 和第二稜鏡構件 7b(自光源側之次序而佈置著)構成，第一稜鏡構件 7a 具有在光源側上之平面和在光罩側上之中空錐形折射表面，且第二稜鏡構件 7b 具有在光罩側上之平面和在光源側上之凸錐形折射表面。第一稜鏡構件 7a 之中空錐形折射表面和第二稜鏡構件 7b 之凸錐形折射表面互補地形成以便彼此適配(fit)。第一稜鏡構件 7a 與第二稜鏡構件 7b 中之至少一者被佈置成可沿著光軸 AX 而移動以便能夠改變第一稜鏡構件 7a 之中空錐形出射表面與第二稜鏡構件 7b 之凸錐形折射表面之間的間隔。將在下文中集中於環形或四極二次光源來描述錐形旋轉三稜鏡系統 7 之作用與可變焦距透鏡 8 之作用。

在第一稜鏡構件 7a 之中空錐形折射表面與第二稜鏡

構件 7b 之凸錐形折射表面彼此接觸的狀態下，錐形旋轉三稜鏡系統 7 用作平面-平行板並且在所形成的環形或四極二次光源上並不造成任何效果。隨著第一稜鏡構件 7a 之中空錐形折射表面與第二稜鏡構件 7b 之凸錐形折射表面彼此遠離而移動，環形或四極二次光源之外徑(內徑)發生變化而環形或四極二次光源之寬度(環形二次光源之外徑與內徑之間的差的一半；或四極二次光源之外接圓的直徑(外徑)與四極二次光源之內切圓之直徑(內徑)之間的差的一半)保持恒定。即，該分隔造成環形或四極二次光源之環形比(內徑/外徑)和大小(外徑)之改變。

可變焦距透鏡 8 具有類似地放大或減小環形或四極二次光源之總形狀的功能。舉例說來，當可變焦距(zoom)透鏡 8 的焦距自最小值增加至一預定值時，環形或四極二次光源之總形狀類似地放大。換言之，可變焦距透鏡 8 的作用隨著寬度與大小(外徑)而變化，而不改變環形或四極二次光源之環形比。以此方式，環形或四極二次光源之環形比和大小(外徑)可受到錐形旋轉三稜鏡系統 7 與可變焦距透鏡 8 之作用的控制。

偏振轉換器件 6 被佈置於無焦透鏡 5 之瞳孔位置處或附近，即，在照明光學系統(2-13)之瞳孔平面上或附近。因此，在環形照明之情況下，具有以光軸 AX 為中心之大約環形截面的光束入射至偏振轉換器件 6。如圖 13 所示，偏振轉換器件 6 具有整個地以光軸 AX 為中心的環形有效區且此環形有效區由藉由在周向相等地分割該有效區所獲

得的繞光軸 AX 之四個基本扇形器件組成。在此四個基本器件中，在光軸 AX 兩側上相對的一對基本器件具有相同的特徵。

即，四個基本器件由兩種基本器件 6A 與 6B 組成，這兩個基本器件各沿著光的透射方向(Y 方向)具有彼此不同的厚度(光軸方向中之長度)。具體而言，將第一基本器件 6A 之厚度設定成大於第二基本器件 6B 之厚度。因此，偏振轉換器件 6 之一個表面(例如，進入表面)是平面的，而由於基本器件 6A、6B 的厚度之間的不同，另一表面(例如，出射表面)是不平坦的。基本器件 6A、6B 中每一者由水晶製成，其為具有光學活性(旋轉偏振特徵)之光學材料且其晶體光軸被設定為大約與光軸 AX 對準。

將在下文中參看圖 14 來簡要地描述水晶(rock crystal)之光學活性。參看圖 14，厚度為 d 的由水晶製成的平面-平行板形狀的光學構件 200 被佈置成其晶體光軸與光軸 AX 對準。在此情況下，由於其光學活性，入射至光學構件 200 之線性偏振光以其偏振方向繞該光軸 AX 旋轉 θ 的狀態而發射。此時，由光學構件 200 之光學活性而造成的偏振方向之旋轉角(光學活性角) θ 藉由以下方程式(a)來表示，使用光學構件 200 之厚度 d 與水晶之光學活性 ρ 。

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

一般而言，水晶之光學活性 ρ 具有波長相依性(取決於所用的光之波長而改變光學活性值的性質：光學活性分散)且，具體而言，其傾向於隨著所用的光之波長減小而增加。

根據在“Applied Optics II”中第 167 頁的描述，對於波長 250.3 奈米的光，水晶的光學活性 ρ 為 $153.9^\circ/\text{mm}$ 。

第一基本器件 6A 具有厚度 d_A ，其被界定如下：當偏振方向沿著 z 方向的線性偏振光入射於其上時，其發射偏振方向為沿著自 Z 方向繞 Y 軸旋轉 $+180^\circ$ 所得到的方向(即沿著 Z 方向)的線性偏振光。因此，在此情況下，在圖 15 所示之環形二次光源 31 中， Z 方向是由該對(pair)第一基本器件 6A 來光學旋轉之光束所形成的穿過一對弓形區 31A 而傳遞之光束的偏振方向。

第二基本器件 6B 具有厚度 d_B ，其被界定如下：當偏振方向沿著 z 方向之線性偏振光入射於其上時，其發射一種偏振方向沿著自 Z 方向繞 Y 軸旋轉 $+90^\circ$ 所得到的方向(即，沿著 X 方向)的線性偏振光。因此，在此情況下，在圖 15 所示之環形二次光源 31 中， X 方向是藉由該對第二基本器件 6B 光學旋轉之光束所形成的穿過一對弓形區域 31B 而傳遞之光束的偏振方向。

也可藉由組合四個單獨地製造的基本器件來獲得偏振轉換器件 6，或者也可藉由在平面-平行板形狀的水晶基板中形成所需的不平形狀(級差)來獲得偏振轉換器件 6。一般而言，各種修改實例可被認為針對構成偏振轉換器件 6 之基本器件的數目、形狀、光學性質等。為了能夠在不使偏振轉換器件 6 自光徑縮回的情況下實施一般圓形照明，偏振轉換器件 6 被配備圓形中心區 6C，其大小並不小於偏振轉換器件 6 之有效區的徑向大小的三分之一並且不具有光

學活性。其中，中心區 6C 可能利用(例如)不具有光學活性之光學材料(如矽石)來製成，或可能只是圓形孔口。

在本實施例中，實施周向偏振(方位偏振)的環形照明(其中將穿過環形二次光源而傳遞之光束被設定為周向偏振狀態之修改的照明)使得在偏振狀態開關 3 中的二分之一波片 3b 的晶體光軸的角位置繞光軸調整，以使得 z 方向偏振光(偏振方向沿著 z 方向之線性偏振光)入射至用於環形照明之繞射光學器件 4，藉此使得 z 方向偏振光入射至偏振轉換器件 6。因此，如圖 15 所示在柱面微型蠅眼透鏡 9 的後焦平面上或附近形成環形二次光源(環形照明瞳孔分佈)31 且將穿過環形二次光源 31 而傳遞之光束被設定為周向偏振狀態。

在周向偏振狀態下，穿過構成環形二次光源 31 之各別弓形區 31A、31B 而傳遞之光束在沿著每個弓形區 31A、31B 之周向的中心位置變成偏振方向與以光軸 AX 為中心的圓的切線方向大約對準的線性偏振狀態。在周向偏振狀態中基於環形照明瞳孔分佈之周向偏振(方位偏振)環形照明中，碰撞到作為最終待照射表面之晶圓 W 的光處於其中主要分量是 S 偏振光之偏振狀態。其中，S 偏振光是偏振方向沿著垂直於入射平面之方向的線性偏振光(或電向量在垂直於入射平面的方向中振動的偏振光)。入射平面被界定為包括光到達邊界面的點處的介質邊界面(待照射之表面：晶圓 W 之表面)的法線和光的入射方向的平面。

因此，周向偏振(方位偏振)環形照明達成投影光學系

統之光學效能(焦深與其它方面)的改良並在晶圓(感光基板)上提供具有高對比度的良好光罩圖案影像。一般而言，不僅在環形照明的情況下，而且(例如)在周向偏振狀態中基於多極照明瞳孔分佈之照明的情況下，入射至晶圓 W 的光處於主要分量是 S 偏振光的偏振狀態，且在晶圓 W 上獲得具有高對比度的良好光罩圖案影像。在此情況下，設定多極照明(雙極照明、四極照明、八極照明或類似照明)之繞射光學器件來代替照明光徑中之用於環形照明的繞射光學器件 4 且繞光軸來調整在偏振狀態開關 3 中之二分之一波片 3b 之晶體光軸的角位置以形成入射至用於多極照明之繞射光學器件的 Z 方向偏振光，藉此形成入射至偏振轉換器件 6 的 z 方向偏振光。

具體而言，例如，在周向偏振四極照明(其中穿過四極二次光源之光束被設定為周向偏振狀態之修改的照明)之情況下，繞光軸來調整在偏振狀態開關 3 中之二分之一波片 3b 之晶體光軸的角位置以形成入射至用於四極照明之繞射光學器件的 Z 方向偏振光，藉此形成入射至偏振轉換元件 6 的 z 方向偏振光。因此，在柱面微型蠅眼透鏡 9 的後焦平面上或附近形成四極二次光源(四極照明瞳孔分佈)32，如圖 16 所示，且穿過四極二次光源 32 而傳遞之光束被設定為周向偏振狀態。在周向偏振四極照明中，穿過構成四極二次光源 32 的各別圓形區 32A、32B 而傳遞之光束在沿著每個圓形區 32A、32B 的周向的中心位置變成偏振方向與以光軸 AX 為中心的圓的切線方向大約對準的線

性偏振狀態。

本實施例之曝光裝置配備光學積分器系統 OP，其具有與圖 9 所示之上述第二方面相同的組態。即，本實施例之光學積分器系統 OP 具有柱面微型蠅眼透鏡(第一光學積分器)9 和稜鏡陣列(第二光學積分器)10(自光之進入側的次序而佈置著)，柱面微型蠅眼透鏡 9 具有在 Z 方向與 X 方向的兩個方向中二維並置的多個波前分割器件，且稜鏡陣列 10 具有沿著 Z 方向並置的多個波前分割器件。類似於圖 9 中之雙向蠅眼器件 115，柱面微型蠅眼透鏡 9 經建構使得傾斜地入射至每個波前分割器件之進入表面之光軸上的中心的光線平行於器件光軸而發射。

類似於圖 9 中之雙向蠅眼器件 115，柱面微型蠅眼透鏡 9 經建構使得藉由自光軸方向入射至每個波前分割器件之進入表面的光所形成的射出光的最大出射角變得等於自傾斜於光軸的方向入射至該進入表面之光所形成的射出光的最大出射角。以此方式，本實施例之光學積分器系統 OP 能夠通過柱面微型蠅眼透鏡 9 與稜鏡陣列 10 之合作來實現在對應於與掃描方向(Y 方向)垂直的 Z 方向中所需的高發散角特徵和因此在 Z 方向中所需的較大的出射 NA。

因此，本實施例能夠利用在柱面微型蠅眼透鏡 9 中對應於與掃描方向(Y 方向)垂直的 Z 方向中的折射作用來確保所需的較大的出射數值孔徑並且在為待照射之最終表面之晶圓 W 上形成所要的照度分佈，而無需光學表面 9ab、9bb 之表面形狀之過高的準確性。本實施例之照明光學裝

置(1-13)能夠使用光學積分器系統 OP 來在所要的照明條件下照射待照射的表面，該光學積分器系統 OP 確保所需的較大的出射數值孔徑且其在待照射的表面上形成所要的照度分佈。本實施例之曝光裝置(1-WS)能夠使用照明光學裝置(1 至 13)在良好的照明條件下執行良好的曝光，該照明光學裝置(1 至 13)在所要的照明條件下照射待照射之表面。

在本實施例中，可移動的光學構件位於光學積分器系統 OP 的下游，可移動的光學構件經佈置成可在光徑中移動，如錐形旋轉三稜鏡系統 7 中之可移動的稜鏡構件和可變焦距透鏡 8 中之可移動的透鏡。隨著此等可移動的光學構件的移動，入射至光學積分器系統 OP 之光的角度與角範圍發生變化。然而，即使當入射至柱面微型蠅眼透鏡 9 之光的角度與角範圍發生變化時，例如，由於位於光學積分器系統 OP 之上游之可移動的光學構件所造成，可藉由柱面微型蠅眼透鏡 9 之作用而使入射至稜鏡陣列 10 之每個波前分割器件的光的角度與角範圍保持恆定，且因此可在本身為待照射之最終表面之晶圓 W 上維持均勻的亮度分佈。

為了完全實行本實施例中之柱面微型蠅眼透鏡 9 之作用以便也達成本發明之效果，如上文所述，較佳地在柱面微型蠅眼透鏡 9 的出射表面與稜鏡陣列 10 的進入表面之間的間隔 L12 在 z 方向應滿足條件(1)。此是因為本實施例之步進式掃描方法之曝光裝置具有掃描曝光之平均化效果，

藉此，在晶圓 W 上沿 Y 方向延長的矩形靜態曝光區域中之掃描方向(掃描方向：X 方向)中仍存在的某些照度不均並不會造成任何重大問題。換言之，在晶圓上在靜態曝光區中要抑減的照度不均是與掃描垂直的方向(非掃描方向：Y 方向)中的照度不均。

因此，在本實施例中重要的是在柱面微型蠅眼透鏡 9 的出射表面與稜鏡陣列 10 之進入表面之間的時間隔 L12 在對應於與掃描垂直的方向的 Z 方向中應滿足條件(1)。爲了避免在光學積分器系統 OP 中之光量損失，較佳地，在柱面微型蠅眼透鏡 9 的出射表面與稜鏡陣列 10 的進入表面之間的時間隔 L12 在 X 方向與在 Z 方向中應滿足條件(2)。

在上述實施例中，作爲第一光學積分器之柱面微型蠅眼透鏡 9 由第一蠅眼構件 9a 與第二蠅眼構件 9b 組成且第一蠅眼構件 9a 與第二蠅眼構件 9b 中之每一者具有在 X 方向並置之多個柱面進入折射表面和在 Z 方向中並置之多個柱面出射折射表面。然而，第一光學積分器並不必然限於此種情況，但第一光學積分器也可由單個光學構件構成，該單個光學構件具有二維並置的多個彎曲形狀的進入折射表面和二維並置的多個彎曲表面的出射折射表面，例如，如圖 9 之雙向蠅眼器件 115。

上述實施例使用稜鏡陣列 10 作爲第二光學積分器。然而，也可使用繞射光學器件、微透鏡陣列或類似器件來代替稜鏡陣列 10，如前文所述。

前述實施例是本發明對於曝光裝置的應用，曝光裝置

用於在相對於投影光學系統而移動光罩與晶圓時，根據所謂的步進式掃描方法，實施在晶圓之每一曝光區中之圖案的掃描曝光。然而，本發明並不限於此情況，本發明亦可用於其它曝光裝置，曝光裝置在二維驅動並控制晶圓時藉由執行一個擊中曝光來根據所謂步進與重複方法而實施晶圓的擊中區中的圖案曝光。

藉由組裝包含本發明之申請專利範圍之範疇中所陳述之其各別部件的各種子系統來製造根據前述實施例之曝光裝置以便維持預定的機械準確性、電性準確性和光學準確性。爲了確保此等各種準確性，在組裝前與組裝後執行以下調整：進行調整以達成各種光學系統之光學準確性；進行調整以達成各種機械系統之機械準確性；進行調整以達成用於各種電系統之電性準確性。自各種子系統至曝光裝置之組裝步驟包括在各種子系統之間的機械連結、電路的線連結，氣壓回路的管道連結等。更不必說在自各種系統至曝光裝置之組裝步驟前存在個別子系統之組裝步驟。在完成自各種子系統至曝光裝置的組裝步驟之後，執行總的調整以確保整個曝光裝置之各種準確性。需要在溫度、潔淨度等受控制的無塵室中來執行曝光裝置的製造。

根據上述實施例的曝光裝置可通過藉由照明光學裝置來照射光罩(主光罩)(照明步驟)和藉由投影光學系統(曝光步驟)利用形成於光罩中的轉移圖案向感光基板進行曝光(曝光步驟)之過程來製造微型元件(半導體元件、成像元件、液晶顯示元件、薄膜磁頭等)。將在下文中參看圖 17

的流程圖來描述藉由上述實施例之曝光裝置在作為感光基板之晶圓或類似物中形成預定的電路圖案而獲得作為微型元件之半導體元件之方法的實例。

圖 17 中的第一步驟 301 是在一個批次中的每個晶圓上沉積金屬薄膜。下一步驟 302 是在該批次中的每個晶圓的金屬薄膜上塗覆光阻。隨後的步驟 303 使用上述實施例之曝光裝置以藉由曝光裝置的投影光學系統來將光罩上之圖案的影像轉移至該批次中的每個晶圓上每個擊中區內。隨後的步驟 304 執行該批次中每個晶圓上之光阻的顯影且下一步驟 305 是使用在該批次中每個晶圓上之抗蝕劑圖案作為光罩來執行蝕刻，且藉以在每個晶圓上的每個擊中區中形成對應於光罩上之圖案的電路圖案。之後，藉由包括在上層中形成電路的步驟來製造諸如半導體元件之元件。上述半導體元件製造方法允許以較高生產量來獲得具有極精細的電路圖案的半導體元件。

上述實施例之曝光裝置也可藉由在板(玻璃基板)上形成預定的圖案(電路圖案、電極圖案等)來製造作為微型元件的液晶顯示元件。在下文中將參看圖 18 之流程圖來描述在此情況下上述方法的實例。在圖 18 中，圖案形成步驟 401 是藉由上述實施例之曝光裝置來執行將光罩圖案轉移到感光基板(塗佈有抗蝕劑或類似物的玻璃基板)上的所謂的光微影步驟。此光微影步驟導致在感光基板上形成包括大量電極和其它器件之預定圖案。之後，被曝光的基板藉由包括顯影步驟、蝕刻步驟、抗蝕劑移除步驟等之步驟中

的每一步驟來進行處理，藉此在基板上形成預定的圖案，之後是下一彩色濾光片形成步驟 402。

下一彩色濾光片形成步驟 402 是形成彩色濾光片，其中對應於 R(紅)、G(綠)和 B(藍)的三點所形成的許多組以矩陣圖案排列或 R、G 和 B 之三條帶之濾光片所形成的多個組排列於水平掃描線方向中。在彩色濾光片形成步驟 402 之後，執行單元組裝步驟 403。單元組裝步驟 403 是使用具有圖案形成步驟 401 中所獲得的預定的圖案之基板、在彩色濾光片形成步驟 402 中所獲得之彩色濾光片等來組裝液晶面板(液晶單元)。

在單元組裝步驟 403 中，例如，將液晶傾倒於具有圖案形成步驟 401 中所獲得的預定圖案的基板與在彩色濾光片形成步驟 402 中所獲得的彩色濾光片之間而製造液晶面板(液晶單元)。隨後的模組組裝步驟 404 是附加各種部件，諸如用於經組裝之液晶面板(液晶單元)之顯示操作的電路與背光源，來完成液晶顯示元件。液晶顯示元件之上述製造方法允許以較高產量來獲得具有極精細的電路圖案之液晶顯示元件。

上述實施例使用 ArF 準分子雷射光(波長：193 奈米)或 KrF 準分子雷射光(波長：248 奈米)作為曝光用之光，但曝光用之光並不必然限於此等光：本發明亦可應用於任何其它適當的雷射光源，例如用於供應波長為 157 奈米之雷射光之 F₂ 雷射光源。

上述實施例是本發明對在曝光裝置之照明光學裝置中

使用之光學積分器系統之應用，但並不限於此情況，本發明也可應用於在常用光學裝置中所使用的任何光學積分器系統。前述實施例是本發明向曝光裝置中用於照射光罩或晶圓之照明光學裝置之應用，但本發明並不限於此情況，本發明亦可應用於照射除了光罩或晶圓之外的待照射表面之照明光學裝置。

對前文中所解釋之實施例展開了描述以便於促進對於本發明的理解且並不限制本發明。因此，在上述實施例中所揭露之器件意味包括屬於本發明之技術範疇內的所有設計改變與均等物。可對上述實施例之組成部分等進行任何組合等。

【圖式簡單說明】

圖 1 是示意性地展示柱面微型蠅眼透鏡之波前分割器件的組態的圖式。

圖 2(a)至圖 2 (c)是說明柱面微型蠅眼透鏡之作用的圖式。

圖 3(a)至圖 3 (c)是說明根據本發明之第一方面的光學積分器系統的組態與作用的圖式。

圖 4 是說明蠅眼器件確保傾斜入射之平行光的出射 NA 與垂直入射之平行光的出射 NA 相同的狀態的圖式。

圖 5 是說明在蠅眼器件中用於確保傾斜入射之平行光與垂直入射之平行光的出射 NA 相同的必要條件的圖式。

圖 6 是說明利用來自 z 方向蠅眼器件之一個波前分割出射表面之光來照射稜鏡陣列的至少一整個波前分割進入

表面的必要條件的圖式。

圖 7 是說明在 z 方向蠅眼器件與稜鏡陣列之間的最小間隔之圖式。

圖 8 是說明在 z 方向蠅眼器件與稜鏡陣列之間的最大間隔之圖式。

圖 9(a)及圖 9 (b)是說明根據本發明之第二方面之光學積分器系統的示意性組態與作用的圖式。

圖 10(a)及圖 10 (b)是展示可用於代替圖 3 中之稜鏡陣列的光學器件的實例的圖式。

圖 11 是示意性地展示根據本發明之實施例的曝光裝置的組態的圖式。

圖 12 是示意性地展示圖 11 所示之柱面微型蠅眼透鏡之組態的透視圖。

圖 13 是示意性地展示圖 11 所示之偏振轉換器件之組態的圖式。

圖 14 是說明水晶之光學活性的圖式。

圖 15 是示意性地展示藉由偏振轉換器件的作用而被設定為周向偏振狀態的環形二次光源。

圖 16 是示意性地展示藉由偏振轉換器件的作用而被設定為周向偏振狀態的四極形狀的二次光源。

圖 17 是用於獲得作為微型元件之半導體元件的方法的流程圖。

圖 18 是用於獲得作為微型元件之液晶顯示元件的方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

- 1：光源
- 2：整形光學系統
- 3：偏振狀態開關
- 3a：四分之一波片
- 3b：二分之一波片
- 3c：消偏振器
- 4：繞射光學器件
- 4m：繞射光學器件
- 4c：繞射光學器件
- 5：無焦透鏡
- 5a：前透鏡單元
- 5b：後透鏡單元
- 6：偏振轉換器件
- 6A：基本器件
- 6B：基本器件
- 6C：圓形中心區
- 7：錐形旋轉三稜鏡系統
- 7a：第一稜鏡構件
- 7b：第二稜鏡構件
- 8：可變焦距透鏡
- 9：柱面微型蠅眼透鏡(第一光學積分器)
- 9a：第一蠅眼構件
- 9b：第二蠅眼構件

- 9aa : 柱面透鏡
- 9ab : 光學表面
- 9ba : 柱面透鏡
- 9bb : 光學表面
- 10 : 稜鏡陣列(第二光學積分器)
- 11 : 聚光器光學系統
- 12 : 光罩盲區
- 13 : 成像光學系統
- 31 : 二次光源
- 31A : 二次光源
- 31B : 弓形區域
- 32 : 二次光源
- 32A : 圓形區
- 32B : 圓形區
- 100 : 波前分割器件
- 101 : 前波前分割器件
- 101a : 柱面形進入折射表面
- 101b : 柱面形出射折射表面
- 102 : 後波前分割器件
- 102a : 柱面形進入折射表面
- 102b : 柱面形出射折射表面
- 103a : 柱面形光學表面
- 103b : 柱面形光學表面
- 104 : 矩形照明場

- 104a : 薄線性照明區(照明場)
- 104b : 薄線性照明區(照明場)
- 111 : z 方向蠅眼器件
 - 111a : 波前分割器件
 - 111aa : 柱面形進入折射表面
 - 111ab : 柱面形出射折射表面
 - 112 : x 方向蠅眼器件
 - 112a : 柱面透鏡器件
 - 112aa : 柱面形進入折射表面
 - 112ab : 柱面形出射折射表面
 - 113 : 稜鏡陣列
 - 113aa : 平面形狀的進入折射表面
 - 113ab : 山形出射折射表面
 - 113a : 波前分割器件
 - 113aa : 進入折射表面
 - 113ab : 出射表面
- 114 : 矩形照明區
 - 114a : 薄線性光強度分佈
 - 114b : 薄線性光強度分佈
 - 114c : 點狀光強度分佈
- 115 : 雙向蠅眼器件
 - 115a : 波前分割器件
 - 115aa : 進入折射表面
 - 115ab : 出射折射表面

116：矩形照明區
116a：矩形光強度分佈
116b：點狀光強度分佈
117：繞射光學器件
118：微透鏡陣列
118a:柱面透鏡器件
118aa：進入表面
118ab：出射表面
120：波前分割器件
120a：進入表面
120b：出射表面
200：光學構件
AS：孔徑光闌
AX：光軸
AXe：光軸
C:蠅眼器件
d：厚度
D2：長度
IP：平面
L12：間隔
M：光罩
MS：光罩台
OP：光學積分器系統
P1：間距

P2：間距

PL：投影光學系統

Px：間距

Pz：間距

W：晶圓

WS：晶圓台

X：方向

Y：方向

Z：方向

θ ：最大出射角/旋轉角

十、申請專利範圍：

1.一種光學積分器系統，包括自光之進入側的次序而順序佈置的：第一光學積分器，其具有沿著第一方向並置的多個第一波前分割器件；以及，第二光學積分器，其具有沿著第二方向並置的多個第二波前分割器件；

其中所述第一波前分割器件中之每一者經建構使得傾斜地入射至所述第一波前分割器件之進入表面之光軸上的中心之光線自所述第一波前分割器件平行於所述光軸而發射，以及

其中所述第二波前分割器件中之每一者經建構使得傾斜地入射至所述第二波前分割器件之進入表面之光軸上的中心的光線自所述第二波前分割器件傾斜於所述光軸而發射。

2.根據申請專利範圍第 1 項所述之光學積分器系統，其中所述第一波前分割器件中之每一者經建構使得藉由沿著所述光軸方向入射至所述第一波前分割器件之所述進入表面之光所形成的自所述第一波前分割器件的光的最大出射角(半角)變得等於藉由自傾斜於所述光軸的方向入射至所述第一波前分割器件的所述進入表面之光所形成的自所述第一波前分割器件之光的最大出射角(半角)。

3.根據申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之光學積分器系統，其中所述第一光學積分器包括單個光學構件，且其中所述單個光學構件具有二維並置的多個彎曲形狀的進入折射表面和二維並置之多個彎曲形狀的出射折射表面，

其中所述單個光學構件沿著所述第一方向作為所述多個第一波前分割器件。

4.根據申請專利範圍第 3 項所述之光學積分器系統，其中所述第一方向與所述第二方向是一致，其中所述第一光學積分器之出射表面與所述第二光學積分器之進入表面之間的時間隔 $L12$ 滿足以下條件 $P2/(2 \times \tan\theta) < L12$ ，

其中 $P2$ 是所述第二波前分割器件沿著所述第二方向之間距，且 θ 是自所述單個光學構件的所述出射折射表面之光沿所述第一方向的最大出射角(半角)。

5.根據申請專利範圍第 4 項所述之光學積分器系統，其中所述時間隔 $L12$ 滿足條件 $L12 < D2/(2 \times \tan\theta)$ ，

其中 $D2$ 是所述第二光學積分器沿著所述進入表面之所述第二方向之長度。

6.根據申請專利範圍第 4 項所述之光學積分器系統，其中所述第二波前分割器件沿著所述第二方向之間距 $P2$ 實質上不同於所述單個光學構件之所述出射折射表面沿著所述第一方向之間距 $P1$ 之整數倍。

7.根據申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之光學積分器系統，其中所述第一光學積分器包括自所述光之進入側佈置之第一光學構件與第二光學構件，且所述第一光學構件與所述第二光學構件中之每一者具有沿著一個方向並置的多個柱面形的進入折射表面和在一個方向中並置的多個柱面形的出射折射表面，其中所述第一光學構件與所述第二光學構件中之至少一者作為所述多個第一波前分割器

件。

8. 根據申請專利範圍第 7 項所述之光學積分器系統，其中所述第一方向與所述第二方向是一致，其中所述第一光學積分器之出射表面與所述第二光學積分器之進入表面之間的時間隔 L_{12} 滿足以下條件 $P_2/(2 \times \tan\theta) < L_{12}$ ，

其中 P_2 是所述第二波前分割器件沿著所述第二方向之間距，且 θ 是自所述第二光學構件的所述出射折射表面之光沿所述第二方向的最大出射角(半角)。

9. 根據申請專利範圍第 7 項所述之光學積分器系統，其中所述第一方向與所述第二方向是一致，其中所述第一光學積分器之出射表面與所述第二光學積分器之進入表面之間的時間隔 L_{12} 滿足條件 $L_{12} < D_2/(2 \times \tan\theta)$ ，

其中 D_2 是所述第二光學積分器沿著所述進入表面之所述第二方向之長度。

10. 根據申請專利範圍第 8 項所述之光學積分器系統，其中所述第二波前分割器件沿著所述第二方向之間距 P_2 實質上不同於所述第二光學構件之所述出射折射表面沿著所述第一方向之間距 P_1 之整數倍。

11. 根據申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之光學積分器系統，其中，所述第一光學積分器包括：

第一光學構件，其具有沿著所述第一方向並置的多個柱面形進入折射表面和沿著所述第一方向並置之多個柱面形出射折射表面，其中所述第一光學構件作為所述多個第一波前分割器件；以及

第二光學構件，其具有沿著與所述第一方向正交的方向並置的多個柱面進入折射表面，和沿著與所述第一方向正交的方向並置的多個柱面形出射折射表面。

12. 根據申請專利範圍第 11 項所述之光學積分器系統，其中在所述第一光學積分器中的所述第二光學構件佈置於所述第一光學構件的下游。

13. 根據申請專利範圍第 11 項所述之光學積分器系統，其中所述第一方向與所述第二方向是一致，其中所述由第一光學構件之所述出射折射表面與所述第二光學積分器之進入表面之間的時間隔 L_{12} 滿足條件 $P_2/(2 \times \tan\theta) < L_{12}$ ，

其中 P_2 是所述第二波前分割器件沿著所述第二方向之間距，且 θ 是自所述第一光學構件之所述出射折射表面之光沿著所述第一方向的最大出射角(半角)。

14. 根據申請專利範圍第 13 項所述之光學積分器系統，其中所述時間隔 L_{12} 滿足以下條件 $L_{12} < D_2/(2 \times \tan\theta)$ ，

其中 D_2 是所述第二光學積分器之所述進入表面沿著所述第二方向之長度。

15. 根據申請專利範圍第 13 項所述之光學積分器系統，

其中所述第二波前分割器件沿著所述第二方向之所述時間隔 P_2 實質上不同於所述第一光學構件之所述出射折射表面沿所述第一方向之間距 P_1 的整數倍。

16. 根據申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之光學積分器系統，其中所述第二光學積分器具有稜鏡陣列、繞射光

學器件或微透鏡陣列，其中所述稜鏡陣列、所述繞射光學器件或所述微透鏡陣列作為所述多個第二波前分割器件。

17. 根據申請專利範圍第 1 項或第 2 項所述之光學積分器系統，其中所述第一方向與所述第二方向為互相平行。

18. 一種照明光學裝置，其藉由自光源之光來照射待照射之表面，所述照明光學裝置包括如申請專利範圍第 1 項至第 17 項中任一項所述之光學積分器系統，所述光學積分器系統佈置於所述光源與所述待照射之表面之間的光徑中。

19. 根據申請專利範圍第 18 項所述之照明光學裝置，包括可移動的光學構件，其可移動地佈置於所述光源與所述光學積分器系統之間的光徑中。

20. 一種曝光裝置，包括根據申請專利範圍第 18 項或第 19 項所述之照明光學裝置，用於照射一預定圖案，藉此利用所述預定圖案使感光基板曝光。

21. 根據申請專利範圍第 20 項所述之曝光裝置，包括投影光學系統，所述投影光學系統用於在所述感光基板上形成所述預定圖案之影像，其中所述預定圖案與所述感光基板沿著掃描方向相對於所述投影光學系統而移動，藉此使所述預定圖案被投射至所述感光基板上以利用所述預定圖案來實現所述感光基板之投影曝光。

22. 根據申請專利範圍第 21 項所述之曝光裝置，其中在所述光學積分器系統中之所述第一方向與所述第二方向對應於所述感光基板上垂直於所述掃描方向之方向。

23. 一種元件製造方法，包括使用如申請專利範圍第 20 項至第 22 項中任一項所述之曝光裝置，利用所述預定圖案使所述感光基板曝光之曝光步驟；以及在所述曝光步驟之後使所述感光基板顯影之顯影步驟。

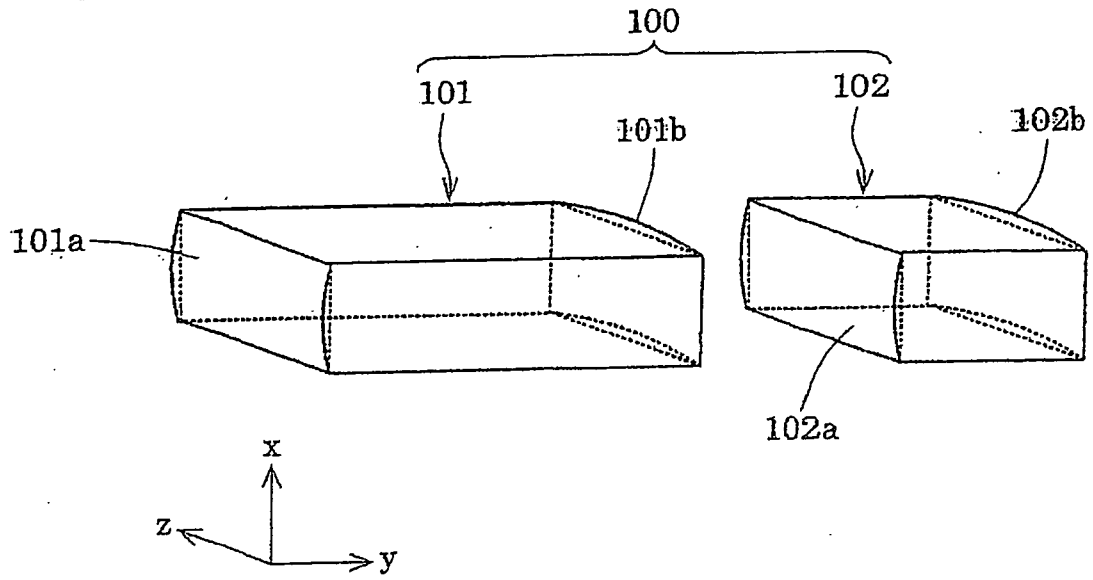


圖 1

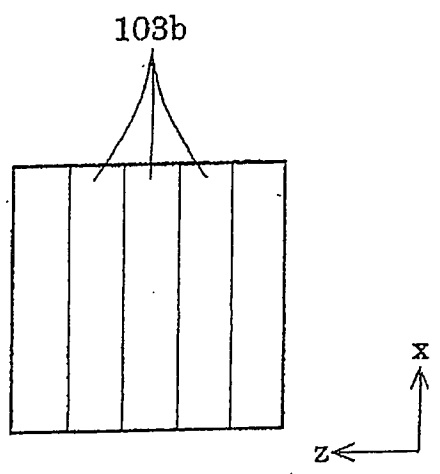


圖 2(a)

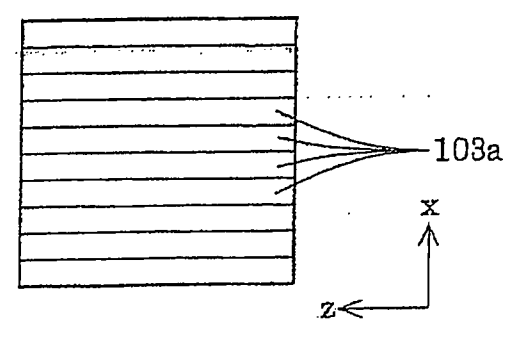


圖 2(b)

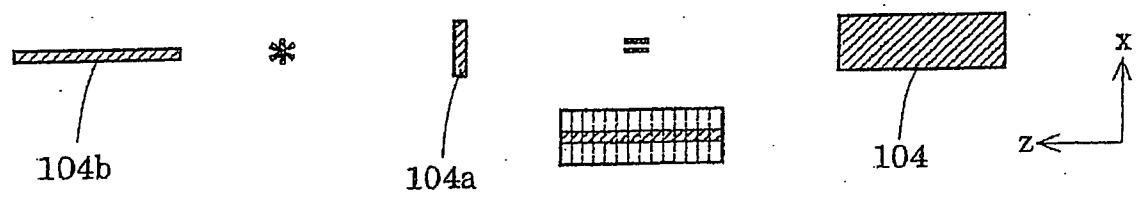


圖 2(c)

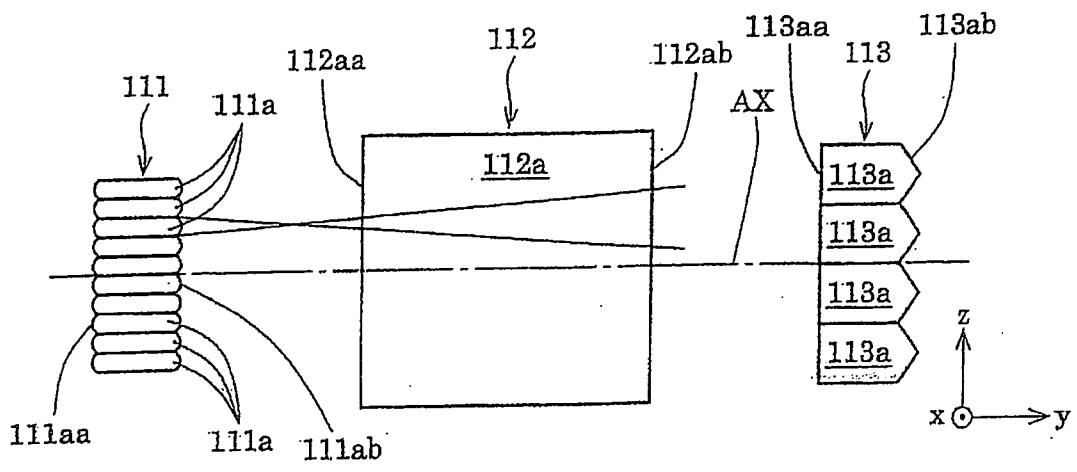


圖 3(a)

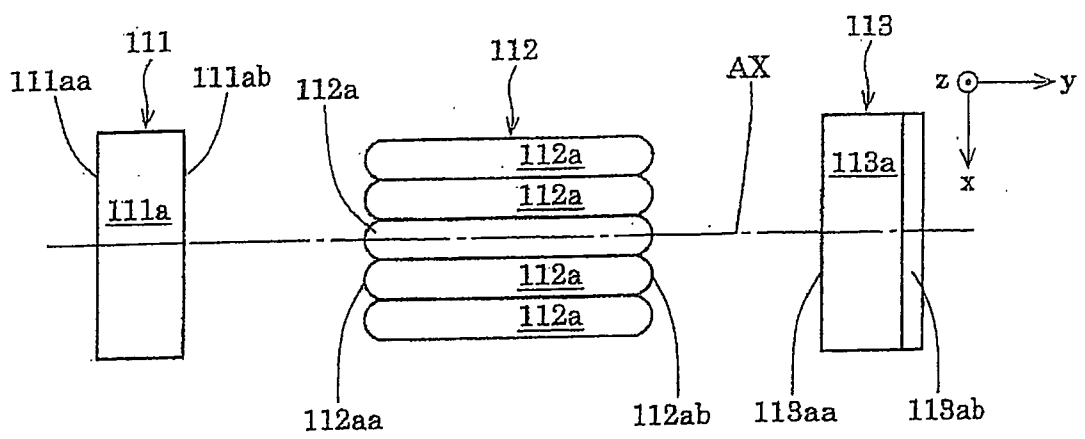


圖 3(b)

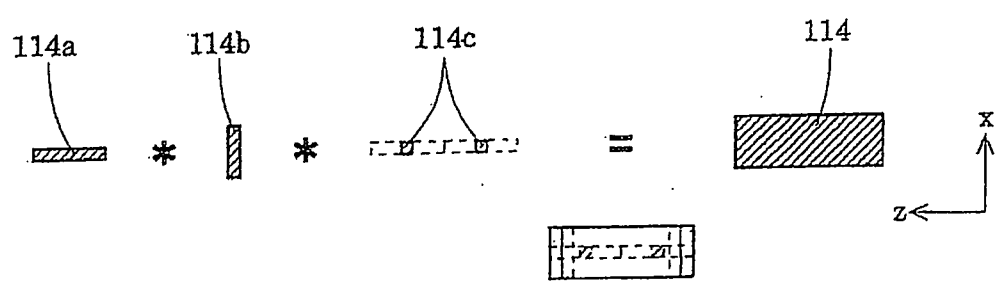


圖 3(c)

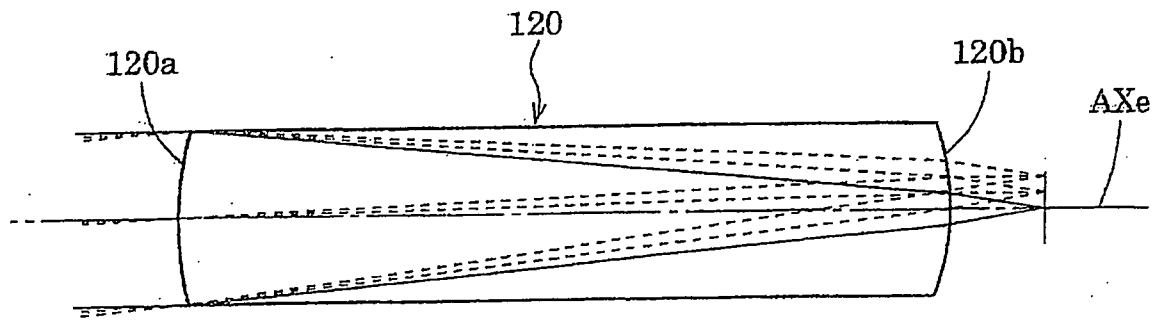


圖 4

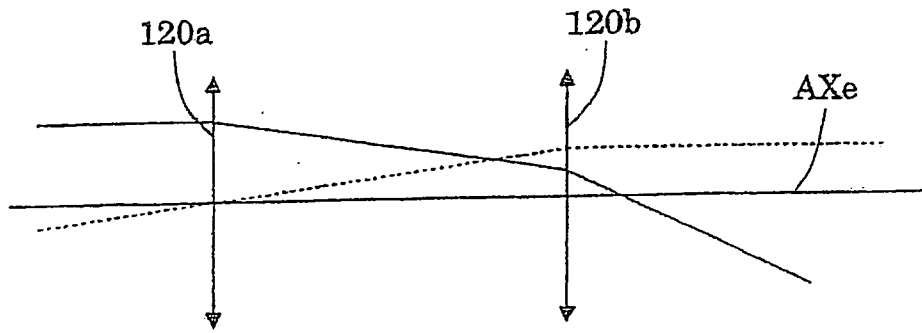


圖 5

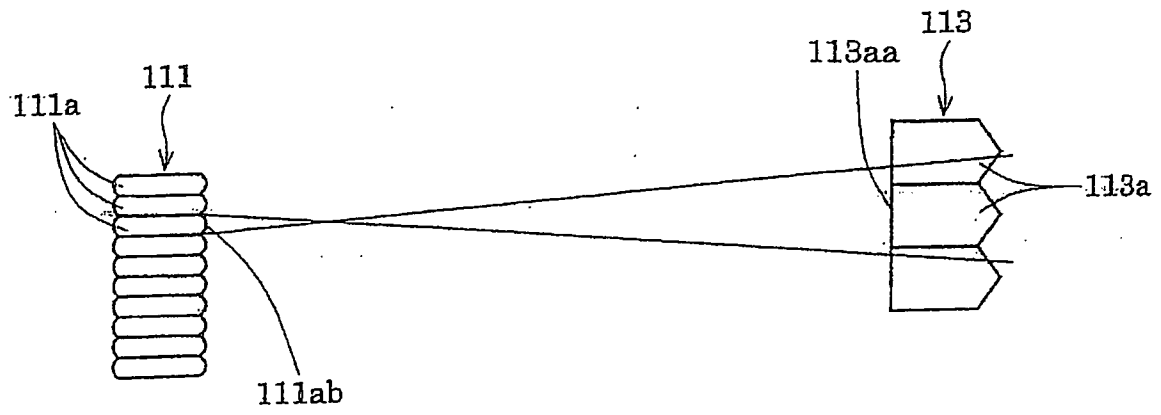


圖 6

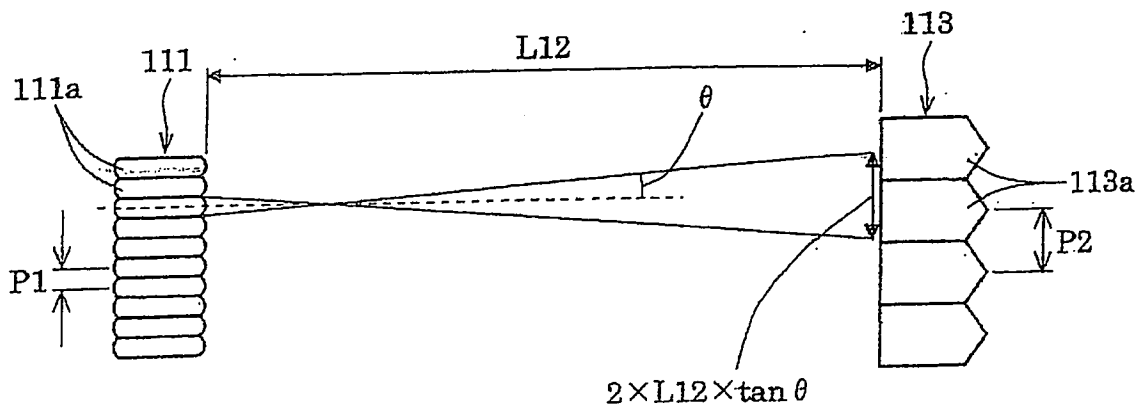


圖 7

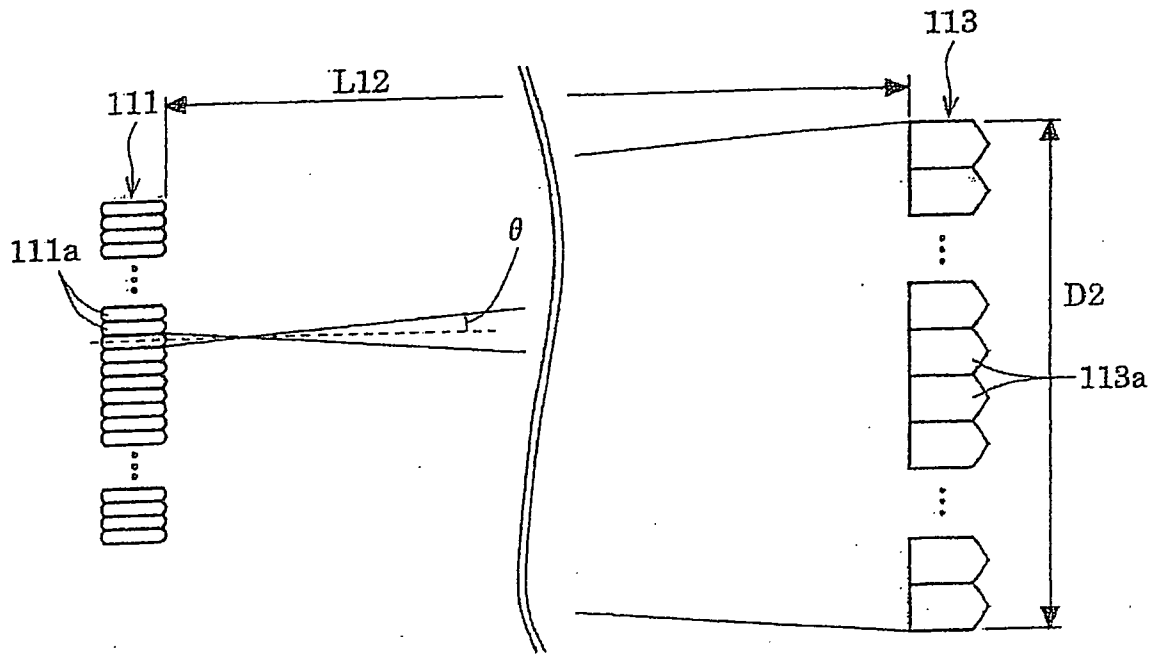


圖 8

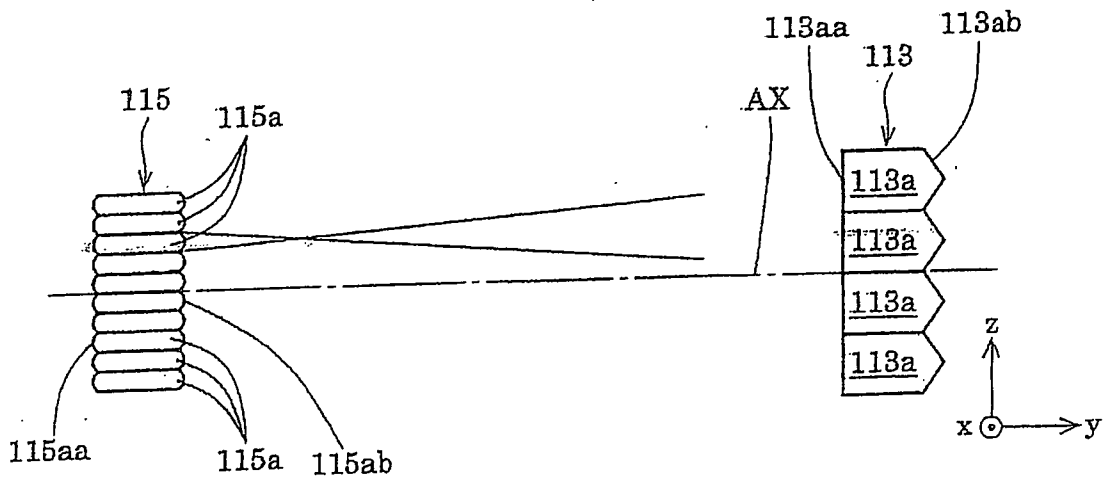


圖 9(a)

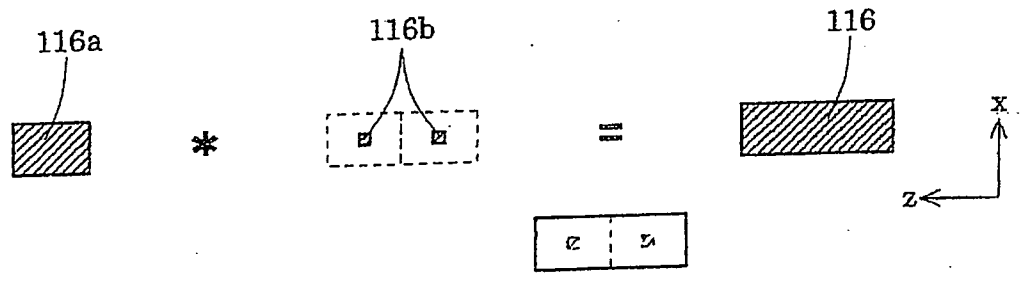


圖 9(b)

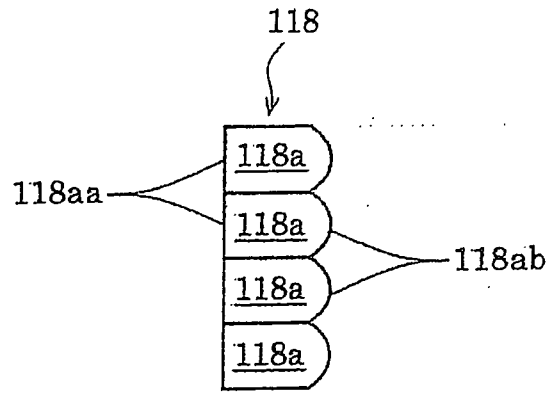
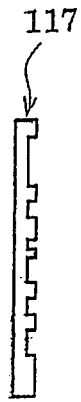


圖 10(a)

圖 10(b)

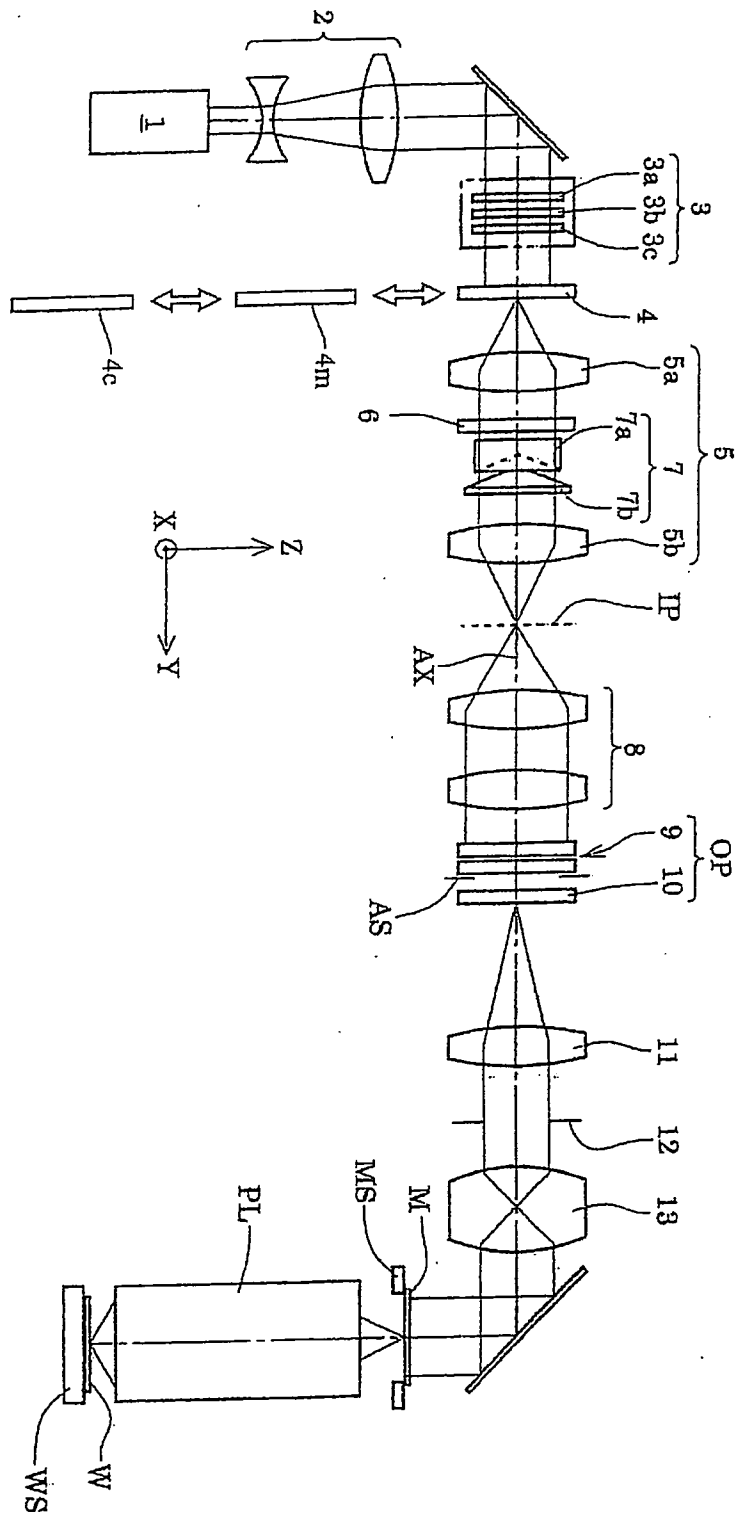


圖 11

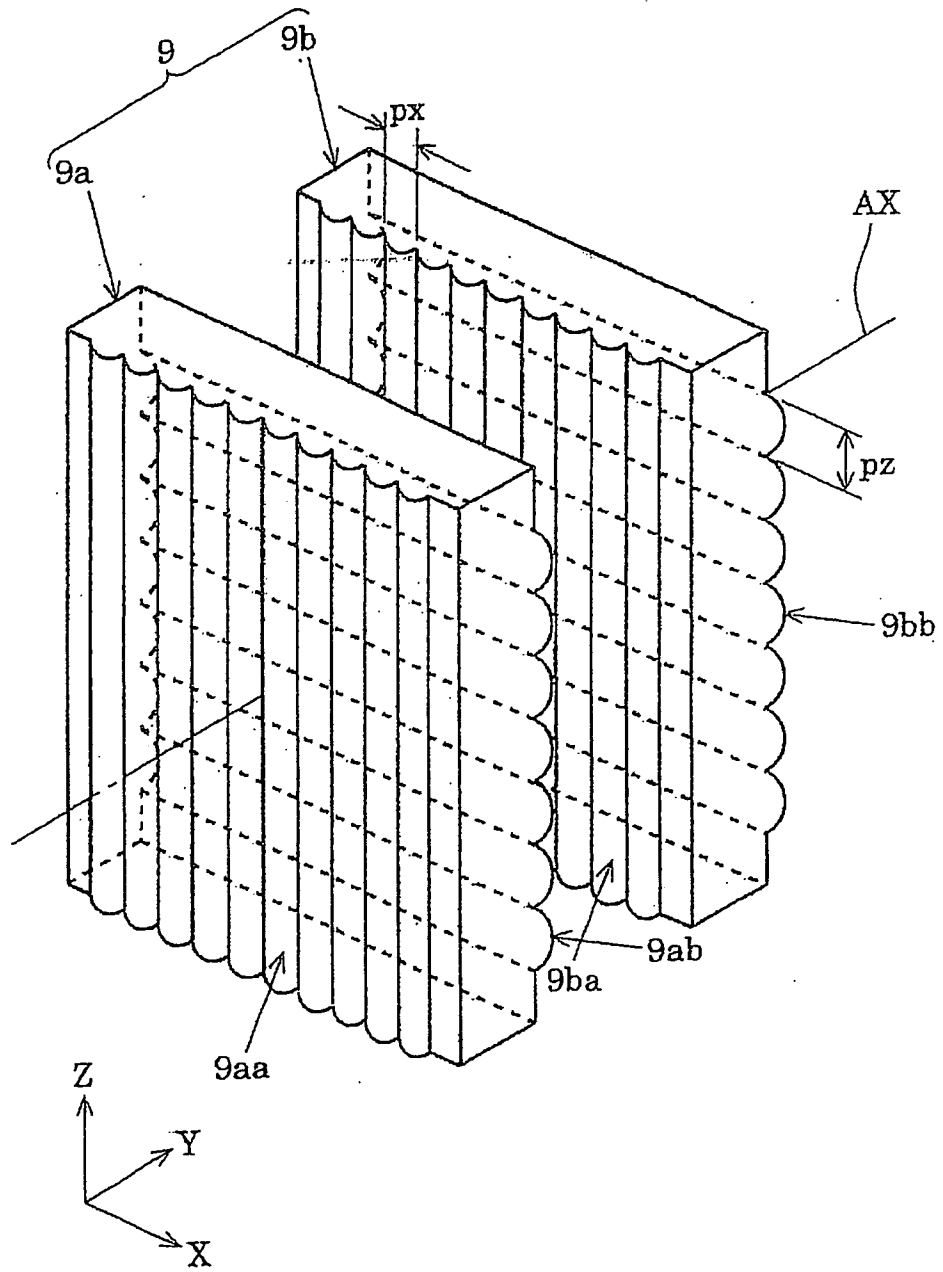


圖 12

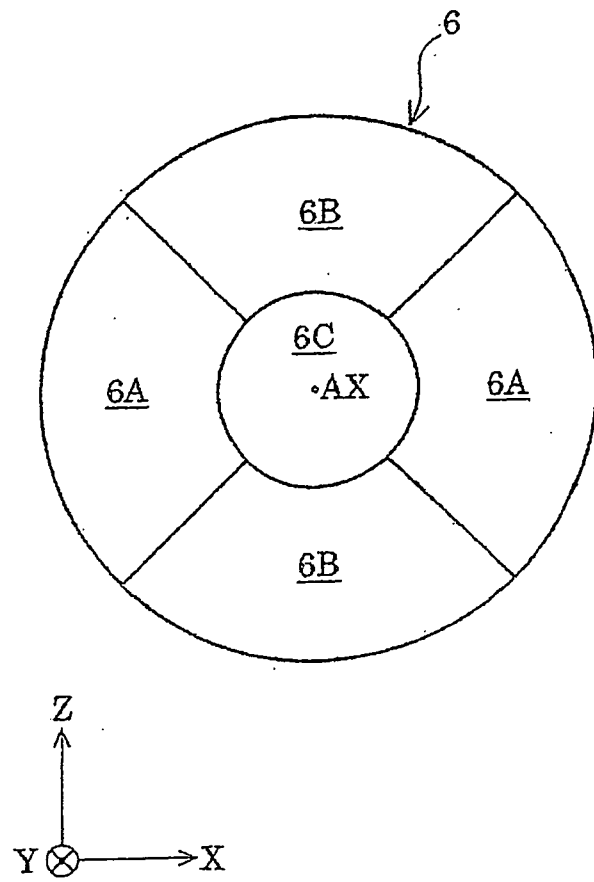


圖 13

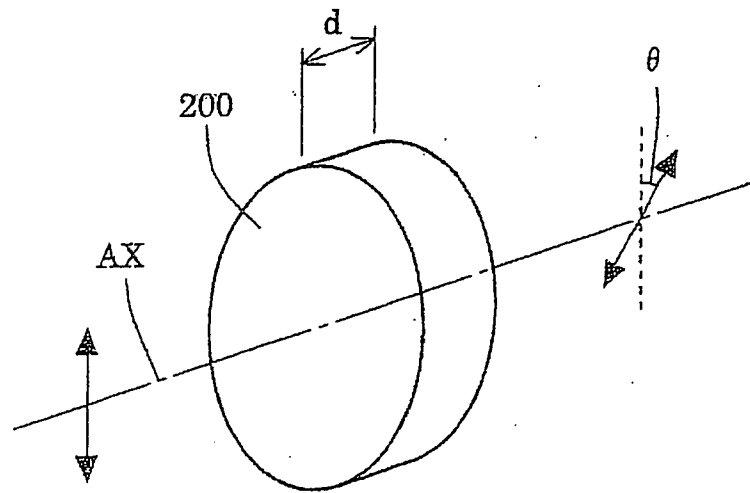


圖 14

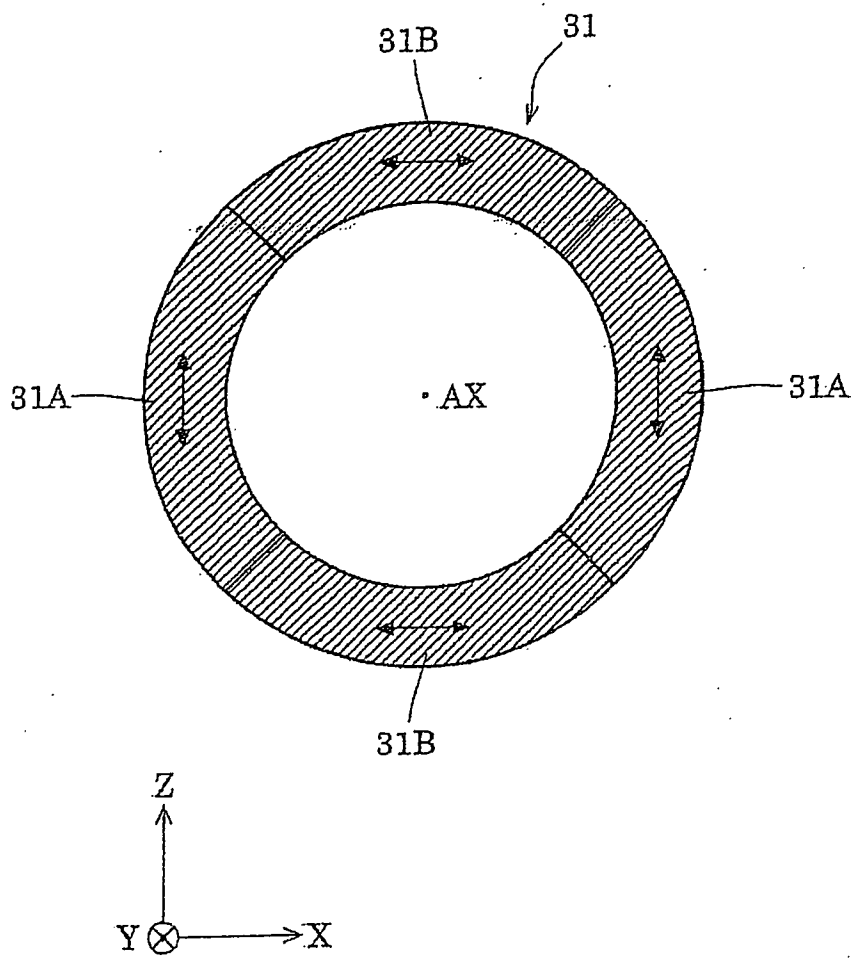


圖 15

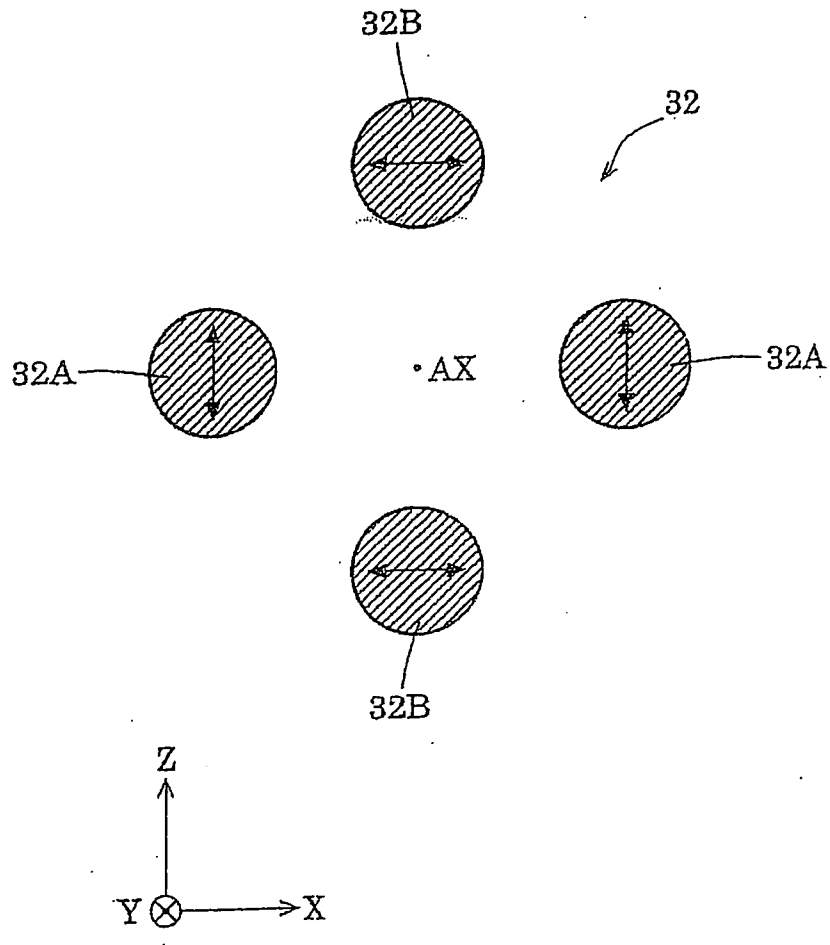


圖 16

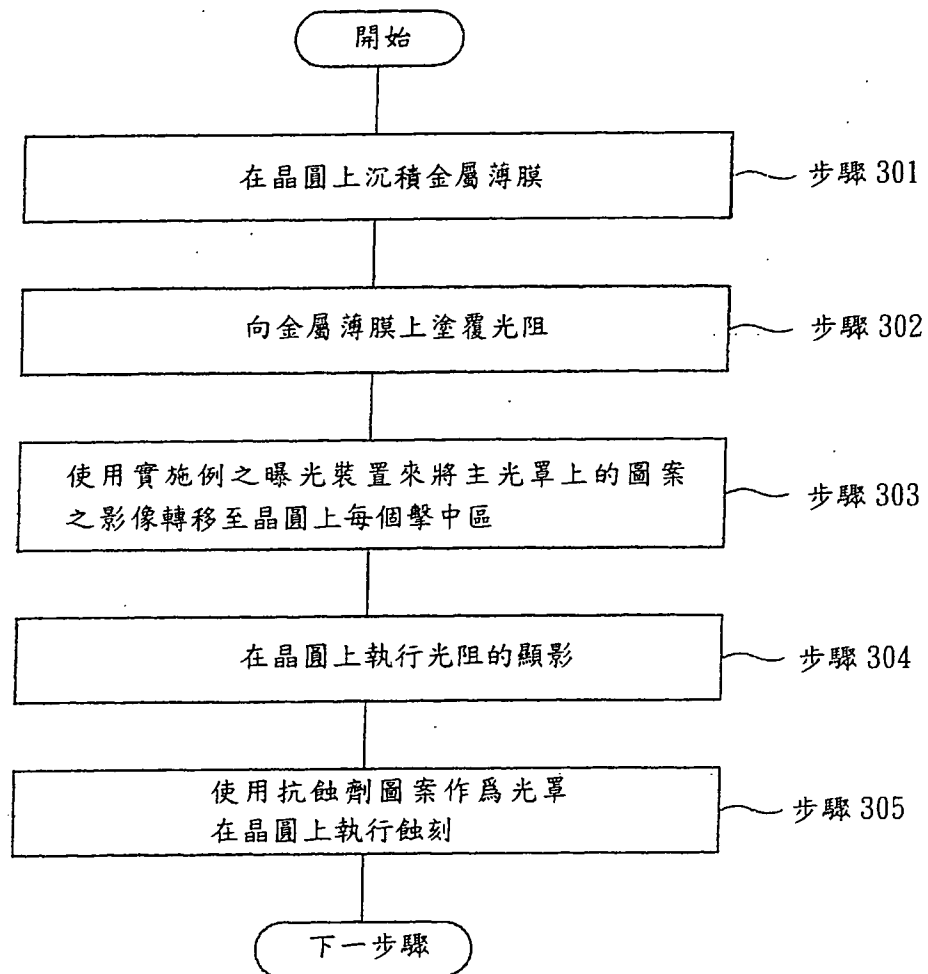


圖 17

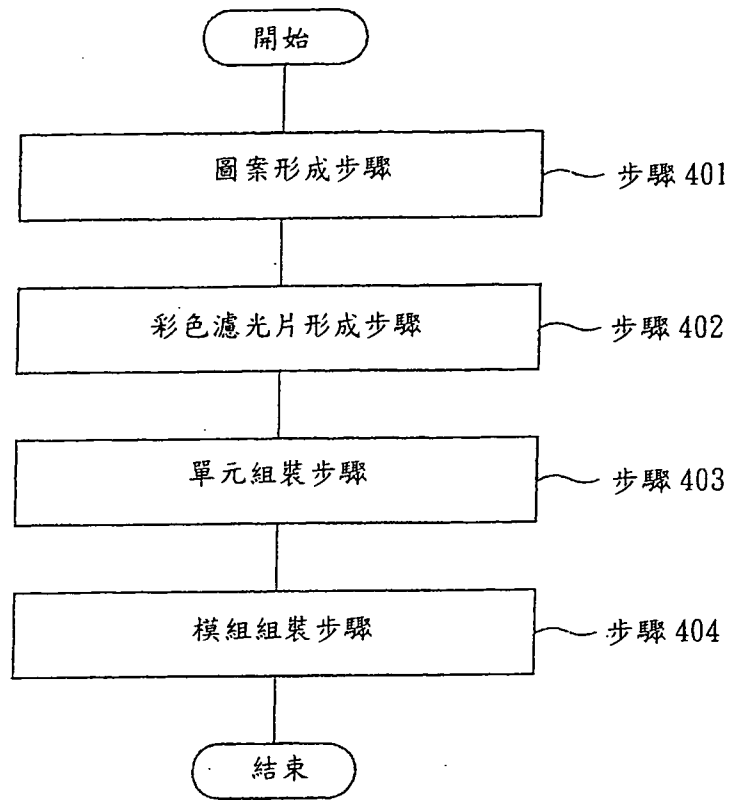


圖 18