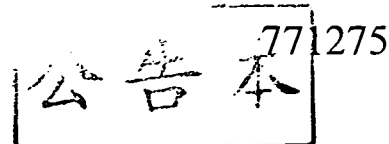


(此處由本局於收  
文時黏貼條碼)

# 發明專利說明書



(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97127980

G02B 19/00 (2006.01)

※申請日期：97年07月23日

※IPC分類：

G02B 5/10 (2006.01)

## 一、發明名稱：

G03F 7/20 (2006.01)

(中) 照明光學系統及包含其之曝光設備

H01L 21/027 (2006.01)

(英) Illumination optical system and exposure apparatus including the same

## 二、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 內田恒二

(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI

地址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

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

國籍：(中英) 日本 JAPAN

## 三、發明人：(共 2 人)

1. 姓名：(中) 梶山和彥

(英) KAJIYAMA, KAZUHIKO

國籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓名：(中) 辻俊彥

(英) TSUJI, TOSHIHIKO

國籍：(中) 日本

(英) JAPAN

## 四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2007/07/27 ; 2007-195929  有主張優先權

## 五、中文發明摘要

發明之名稱：照明光學系統及包含其之曝光設備

一種照明光學系統，包含第一光學單元，反射積累器，一對扁平反射鏡，孔徑光闌，及第二光學單元。第一光學單元收集來自光源所發射出的光；反射積累器具有複數個圓柱狀的反射表面，反射表面之所產生的列係以均一的方向所定向，且由使用來自第一光學單元所發射出的光而形成複數個線性光源；該對扁平反射鏡係平行於所產生的列而設置，以便與存在於該處之間的複數個線性光源相互面向著；孔徑光闌係垂直於所產生的列而設置，且具有開口，用以允許來自複數個線性光源所發射出的光通過該處；以及第二光學單元以一射束在另一射束的上面來積累發射自複數個線性光源之已通過該開口的光之射束於照明目標面之中。

## 六、英文發明摘要

發明之名稱： ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM AND EXPOSURE APPARATUS INCLUDING THE SAME

An illumination optical system includes a first optical unit that collects light emitted from a light source; a reflective integrator that has a plurality of cylindrical reflection surfaces, whose generating lines are oriented in a uniform direction, and forms a plurality of linear light sources by using the light emitted from the first optical unit; a pair of flat mirrors that are disposed parallel to the generating lines so as to face each other with the plurality of linear light sources residing therebetween; an aperture stop that is disposed perpendicular to the generating lines and has an opening for allowing the light emitted from the plurality of linear light sources to pass therethrough; and a second optical unit that integrates beams of the light emitted from the plurality of linear light sources that have passed through the opening one on top of another in an illumination target plane.

## 七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1000：曝光設備	100：光源單元
200：主體	101、201：真空容器
120：連接器	111：放電管座
112：集光反射鏡	113：碎光過濾器
114：波長濾光片	115：差動抽運機構
116：孔徑	210：照明光學系統
220：遮罩台	230：投影光學系統
240：晶圓台	211：第一光學單元
212、217：扁平反射鏡	
213：反射積累器	
214：附加反射鏡	
215：孔徑光闌	
216：第二光學單元	
218：裂隙	
211a、216b：凹面鏡	
211b、216a：凸面鏡	

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】

本發明關於照明光學系統，本發明之照明光學系統係適用於諸如使用具有 10 奈米 (nm) 至 15 奈米 (nm) 之波長的極短紫外光 (EUV) 之曝射光的曝光設備中所包含之照明光學系統。

### 【先前技術】

從改善解析度的觀點來看，使用於半導體曝光設備中之曝射光的波長已再三地變得更短。使用具有更短波長之光源的下一代曝光設備之實例包含使用其波長範圍自 10 奈米至 15 奈米之極短紫外光區 (EUV 光) 的光之 EUV 曝光設備。

極短紫外光區的光會由物質所大量吸收，且因此，並非實用於與主要由透鏡所建構之折射光學系統一起使用；取代地，在 EUV 曝光設備中，係使用反射光學系統。

用於包含反射光學系統之 EUV 曝光設備的典型照明光學系統係揭示於日本公開專利申請案第 2005-141158 號 (對應之美國專利申請案：US2005/105290A1) 中；在此照明光學系統中，具有半圓形開口的孔徑光闌係設置於反射積累器之上。在日本公開專利申請案第 2005-141158 號中所揭示的反射積累器係其中複數個圓柱狀反射表面係與相互平行之其所產生的列對齊的光學積累器。

在曝光設備中，爲了要以投影光學系統來實現高品質

影像的形成，必須抑制有效光源形狀中的失真於照明光學系統之中，該有效光源形狀係從將被照明之表面上的任意點所觀察的。

相較於揭示時之已知實例，揭示於日本公開專利申請案第 2005-141158 號中之照明光學系統被認為可實現失真之充分抑制於有效光源形狀之中；然而，由本發明人所回顧之結果，已發現的是，日本公開專利申請案第 2005-141158 號之照明光學系統仍具有一些失真於有效光源形狀之中，且此失真的程度係不可忽略的。針對揭示於日本公開專利申請案第 2005-141158 號中之照明光學系統的有效光源形狀中之殘留失真的原因係因為，部分的平行光會形成二次光源之前由孔徑光闌所調整之故。

此現象將參照第 22 及 23 圖來予以詳細說明，第 22 圖係顯示日本公開專利申請案第 2005-141158 號中之反射積累器 13 及孔徑光闌 15 的配置之概略透視圖，第 23 圖係第 22 圖中所示之反射積累器 13 的頂視圖。

在第 23 圖中，因為孔徑光闌 15 的調整，所以會使得以照明光 IL（第 22 至 23 圖）所照明之反射積累器 13 上的區域 20（第 22 至 23 圖）（陰影部分）之輸出側部分變得更小。爲了要獲得完美圓形的有效光源形狀於將被照明之弓形區 30 的末端上的點 31 處，由斷線所包圍的區域 21 係以照明光 IL 來照明。

區域 21 在相對於孔徑光闌 15 的入射側將重疊區域 20（在第 23 圖中之下半部分），此意指的是，可確保以光

所照明而獲得完美圓形之有效光源形狀的區域。在區域 21 的外面之過多的光係由孔徑光闌 15 所調整；也就是說，在第 23 圖中，相對於孔徑光闌 15 之區域 21 的下半部分對應於有效光源 32 的下半部分，其係不具有失真之半圓形。

對照地，在相對於孔徑光闌 15 的輸出側（第 23 圖中所示之頂視圖的上半部分），存在有其中區域 21 及區域 20 並未重疊於該處的部分，此將造成有效光源 32 偏離（失真）自完美的圓形，而未受到光所照明之區域 21 的部分會使有效光源 32 被交蝕自完美的圓形。在區域 21 的外面之不受任何光闌調整之過多的光對應於在完美圓形外面之有效光源 32 的部分。

如上述，因為揭示於日本公開專利申請案第 2005-141158 號中之照明光學系統仍具有些許失真於有效光源形狀中，所以此系統已無法適應現今之針對更高影像形成性能的需求。

### 【發明內容】

本發明提供一種照明光學系統，能進一步抑制在該處之中所觀察到的有效光源形狀中之失真，且因此能實現良好的照明。

依據本發明之觀點，照明光學系統包含：第一光學單元，其收集來自光源所發射出的光；反射積累器，其具有複數個圓柱狀的反射表面，該等反射表面之所產生的列係

以均一之方向所定向，且由使用來自第一光學單元所發射出的光而形成複數個線性光源；一對扁平反射鏡，其係平行於所產生的列而設置，以便與存在於該處之間的複數個線性光源相互面向著；孔徑光闌，其係垂直於所產生的列而設置，且具有開口，用以允許來自複數個線性光源所發射出的光通過該處；以及第二光學單元，其以一射束在另一射束的上面來積累發射自複數個線性光源之已通過開口之光之射束於照明目標面之中。

本發明之進一步的特性及觀點將從下文參考附圖之典型實施例的說明而變得更為明顯。

#### 【實施方式】

現將參照附圖來敘述本發明的實施例。

##### 第一實施例

第一實施例之曝光設備 1000 將參照第 1 圖來加以說明，第 1 圖概略地顯示曝光設備 1000。

曝光設備 1000 係 EUV 曝光設備，其中在遮罩 R 之上所形成的電路圖案係由使用 EUV 光（例如，具有 13.5 奈米（nm）之波長的光），以做為曝射光之諸如步進及掃描曝光的曝光，而轉移至晶圓 W 之上。

曝光設備 1000 包含光源單元 100 及主體 200，光源單元 100 及主體 200 的組件係分別收容於真空容器 101 及 201 之中。真空容器 101 及 201 係透過連接器 120 而連接

；在曝光之期間，真空容器 101 及 201 以及連接器 120 的內部係保持於真空狀態之中，以便防止 EUV 光的衰減。

首先，將說明光源單元 100 的組件。光源單元 100 包含放電管座 111、集光反射鏡 112、碎光過濾器 113、波長濾光片 114、差動抽運機構 115，及孔徑 116，其所有均收容於真空容器 101 之中。

集光反射鏡 112 係由例如可收集實質各向同性地輻射自電漿發射體 EP 之 EUV 光的球面鏡所建構；碎光過濾器 113 抑制碎光（散射之粒子）進入至曝光路徑之內，碎光係產生於當發射出 EUV 光時；波長濾光片 114 將除了發射自電漿發射體 EP 的 EUV 光之外的波長之光予以去除；差動抽運機構 115 自真空容器 101 朝向真空容器 201 來執行內部壓力的陡度降低；以及孔徑 116 係設置在靠近集光反射鏡 112 之集光點的似針孔之開口，做為曝射光之 EUV 光會穿過孔徑 116 而朝向主體 200 行進。

在第一實施例中，係使用放電電漿光源以做為光源單元 100；選擇性地，可使用諸如雷射電漿光源之任何其他的 EUV 光源。

接著，將敘述主體 200 的組件。主體 200 包含照明光學系統 210、遮罩台 220、投影光學系統 230、及晶圓台 240，其所有均被收容於真空容器 201 之中。

照明光學系統 210 係由傳送 EUV 光而照明遮罩 R 的照明器，該照明光學系統 210 包含用作平行變換光學系統之第一光學單元 211、扁平反射鏡 212、反射積累器 213、



附加反射鏡 214、孔徑光闌 215，用作弓形變換光學系統之第二光學系統 216，扁平反射鏡 217、及裂隙 218。

第一光學單元 211 係由凹面鏡 211a 及凸面鏡 211b 所建構，其焦點位置與集光反射鏡 112 的集光點一致之第一光學單元 211 收集及變換穿過孔徑 116 而行進的 EUV 光成爲平行光。已進入第一光學單元 211 之內的 EUV 光會圍繞著凸面鏡 211b 而通過，反射於凹面鏡 211a 且反射於凸面鏡 211b，朝向反射積累器 213 而行進成爲平行光，以及自第一光學單元 211 輸出。第一實施例的第一光學單元 211 係施瓦茲希爾德 (Schwarzschild) 類型的光學系統，但第一光學單元 211 並未受限於此。

在第一實施例中，所假定的是，電漿發射體 EP 係點光源；因此，將由第一光學單元 211 所變換成爲平行光的光將形成以各式各樣的角度所輻射自電漿發射體 EP 上之一點的光束，此意指的是，將由第一光學單元 211 所照明之積累器 213 的表面並未與電漿發射體 EP 共軛；然而，若電漿發射體 EP 係大尺寸時，則第一光學單元 211 可以以此一方式來加以組構，亦即，將被照明之積累器 213 的表面變成與電漿發射體 EP 共軛。在該情況中，以相同方向而自電漿發射體 EP 上之不同高度的點所輻射之光束係由第一光學單元 211 而變換成爲平行的光束，自該第一光學單元 211 所輸出的光無需一定要確實地平行，而是可稍爲偏離自平行；該光亦可刻意地控制爲不變成平行。

扁平反射鏡 212 係將來自第一光學單元 211 的光偏向

至反射積累器 213 之構件。

反射積累器 213 藉由使用已自第一光學單元 211 所輸出且由扁平反射鏡 212 所偏向的光，而形成複數個線性光源，以便均勻地照明遮罩 R；該複數個線性光源作用為二次光源。請參閱第 2A 及 2B 圖，反射積累器 213 具有複數個圓柱狀的反射表面 213a，該等反射表面之所產生的列係以均一之方向（方向 G）所定向，第 2A 圖顯示凸面圓柱狀反射表面的典型情況，以及第 2B 圖顯示凹面圓柱狀反射表面的典型情況。在第 2A 圖之中，其中圓柱狀反射表面所並排對齊的方向稱為 H。

反射積累器 213 係設置有相互面向的一對扁平反射鏡（附加反射鏡 214）於該反射積累器 213 之相對端面 213b 上，該等端面 213b 係平行於所產生的列之方向 G。該等附加反射鏡 214 將分別地詳細說明於下文。

在來自由反射積累器 213 所形成之二次光源的光之中，一些直接穿過設置在孔徑光闌 215 中之開口，以及一些由附加反射鏡 214 所反射且然後穿過該開口。在孔徑光闌 215 中之開口界定有效光源的分佈形狀。

第二光學單元 216 係收集來自反射積累器 213 的光至弓形形狀之內，且藉由使用扁平反射鏡 217 而以一射束在另一射束的上面來積累來自個別之二次光源的光之射束於照明目標面（遮罩 R）中的光學系統。第二光學單元 216 包含凸面鏡 216a 及凹面鏡 216b，且形成適用於遮罩 R 之照明的弓形照射區。扁平反射鏡 217 係使用於使來自第二

光學單元 216 的光以預定的角度入射在遮罩 R 之上的構件。

由反射積累器 213 之圓柱狀反射表面所畫分及漫射於反射積累器 213 之圓柱狀反射表面的光束係由第二光學單元 216 而收集至弓形形狀之內，且因而形成具有均勻照明分佈於裂隙 218 的開口處及接著在遮罩 R 的表面上之弓形照明區。弓形照明區係以此一方式所設定，亦即，其曲率之中心與投影光學系統 230 的光軸（中心軸）AX1 重合之方式。

裂隙 218 係界定即將被照明之遮罩 R 上之區域的構件。請參閱第 6 圖中的平面視圖，裂隙 218 具有弓形開口 218a 及可個別地調整開口 218a 之寬度的可移動分段 218b；在第 6 圖之中，表示為 AIA 的區域係弓形照明區，其係由反射積累器 213 及第二光學單元 216 所形成；在將被照明的遮罩 R 上之區域係由照明區 AIA 及開口 218a 所界定。

在掃描曝光中，發生於裂隙縱向方向中之開口 218a 內的光照度中之非均勻性會導致曝光中之非均勻性。爲了解決此問題，係藉由使用可移動分段 218b 來調整裂隙寬度於裂隙縱向方向中之關聯的位置；在此方式中，曝光可以在整個曝光區之上均勻的積累曝光量來予以執行。在掃描曝光的期間，裂隙 218 相對於投影光學系統 230 係靜態的。

其係反射遮罩之遮罩 R 具有將被轉移至晶圓 W 的電

路圖案，該電路圖案係形成於由多層反射鏡及設置於該處之上的諸如 EUV 吸收體的非反射構件所建構；該遮罩 R 係以卡盤插入於該處之間而安裝於遮罩台 220 之上，且由遮罩台 220 移動於箭頭所示的方向中。

投影光學系統 230 係由複數個（在第一實施例中，係六個）多層反射鏡所建構，且係以此一方式所設計，亦即，離光軸 AX1 所存在的弓形區顯示良好的影像形成性能之方式。投影光學系統 230 係遠心於影像側，且非遠心於目標（遮罩 R）側，以避免與將入射於遮罩 R 上之照明光的物理干擾；例如，在第一實施例之中，在目標側之上的主要射束係相對於遮罩 R 的法線而傾斜大約 6 度。

漫射於遮罩 R 的光會行進穿過投影光學系統 230，且到達晶圓 W；因此，形成於遮罩 R 上的電路圖案被縮小且投影至晶圓 W 之上。晶圓 W 係以卡盤插入於該處之間而安裝於晶圓台 240 之上，且由晶圓台 240 移動於箭頭所示的方向中；在其係步進及掃描式曝光設備之第一實施例的曝光設備 1000 中，電路圖案係由曝光所轉移，而遮罩 R 及晶圓 W 係由個別的平台以對應於縮小比例之速度比來予以掃描地移動。

接著，請參閱第 2A 圖至第 5 圖，將敘述由反射積累器 213 所實現之弓形區的均勻照明之原理。如上述，第 2A 及 2B 圖係反射積累器 213 的放大透視圖；第 3 圖係概略透視圖，用以描繪凸面形狀的圓柱狀反射表面 213a 之一處的 EUV 光之反射；第 4 圖係顯示一部分之反射積累

器 213 的放大橫剖面視圖；以及第 5 圖顯示反射於圓柱狀反射表面 213a 的 EUV 光之角向分佈。

請參閱第 2A 圖，當平行的照明光 IL 入射在具有複數個圓柱狀反射表面 213a 的反射積累器 213 之上時，以所產生之列的方向 G 所擴展之線性光源係形成於接近反射積累器 213 的表面。輻射自該等線性光源的各個線性光源之 EUV 光的角向分佈係表示為錐形表面；藉由使用其焦點存在於其中形成線性光源於該處的位置之第二光學單元 216 來反射此 EUV 光，且藉以照明遮罩 R 或與該遮罩 R 共軛的平面，可實現弓形形狀之照明。

將參照第 3 圖來敘述當照明光 IL 入射在圓柱狀反射表面 213a 之一上時之反射光的行爲，以做為反射積累器 213 所產生之功效的解說。現將考慮其中照明光 IL 係以相對於垂直圓柱狀反射表面 213a 之中心軸（z 軸）的平面（x-y 平面）之角度  $\theta$  而入射於一圓柱狀反射表面 213a 之上的情況，該照明光 IL 的射束向量係界定如下：

$$P1 = (0, -\cos\theta, \sin\theta)$$

該圓柱狀反射表面 213a 的法線向量係界定如下：

$$n = (-\sin\alpha, \cos\alpha, 0)$$

此處，反射光的射束向量係表示如下：

$$P2 = (-\cos\theta \times \sin 2\alpha, \cos\theta \times \cos 2\alpha, \sin\theta)$$

當標繪反射光的射束向量於拓撲空間之中時，可獲得具有  $\cos\theta$  之半徑的圓於 x-y 平面之上，如第 5 圖中所示；反射光將以錐形表面的形狀來漫射，此意指的是，二次

光源存在於接近錐形表面的頂點。當圓柱狀反射表面 213a 係諸如第 2A 圖中所示之形狀的凸面形狀時，二次光源存在於圓柱狀反射表面 213a 之內部，而成爲虛影像；當圓柱狀反射表面 213a 係諸如第 2B 圖中所示之形狀的凹面形狀時，則二次光源存在於圓柱狀反射表面 213a 之外面，而成爲實影像。當反射表面係具有曲率半徑  $r$  之一部分圓柱狀表面，且具有  $2\phi$  的中心角度時，如第 4 圖中所示，則反射光的射束向量  $P2$  存在於具有  $4\phi$  的中心角度於  $x-y$  平面上之弧形  $A$  的範圍中，如第 5 圖中所示。

接著，將考慮其中設置具有焦距  $f$  及存在於二次光源處之焦點的旋轉之拋物柱面鏡，且將照明目標面定位於距離該鏡之距離  $f$  處的情況。自二次光源所發射出的光係以錐形表面的形狀來漫射，該漫射光由具有焦距  $f$  之該鏡所反射，且隨後變換成爲平行光；以此一方式所反射的光形成片射束，其橫剖面係具有  $f \times \cos\theta$  之半徑及  $4\phi$  之中心角度的弓形形狀，因而，僅只第 5 圖中所示之對應於具有  $f \times \cos\theta$  之半徑及  $4\phi$  之中心角度於照明目標平面中的弧形  $A$  之區域被照明。

雖然上述說明有關入射在單一圓柱狀反射表面上之照明光  $IL$  的行爲，但下文說明將關於入射在反射積累器 213 的整個表面上之照明光  $IL$  的行爲。第 7 圖係包含照明光  $IL$  將入射於其上之反射積累器 213 的概略橫剖面視圖。第 7 圖中，照明目標平面係表示爲  $IP$ ，其相等於遮罩  $R$ 。

第二光學單元 216 係具有光軸  $AX2$  以做爲對稱之中

心軸的同軸系統，該第二光學單元 216 係以此一方式所組構，亦即，在孔徑光闌 215 中之開口的中心 AC 與照明目標面 IP 係在其間由傅立葉 (Fourier) 變換所描述之光學關係，該孔徑光闌 215 係相等於照明目標面 IP 的光瞳面。

第二光學單元 216 係非遠心於影像側，從第二光學單元 216 到照明目標面 IP 之上的影像側主要射束之入射角  $U_1$  係設定成爲相等於投影光學系統 230 之目標側主要射束的傾斜角度，該主要射束係以此一方式而傾斜，亦即，用作旋轉對稱的軸之光軸 AX2 與主要射束之間的距離會在較接近照明目標面 IP 之位置處更短。例如，在第一實施例之中，入射角  $U_1$  係設定爲大約 6 度；進一步地，在第二光學單元 216 中，將照明目標面 IP 上之離焦適當地校正，使得可獲得 5 毫米或更小，或所企望地，1 毫米或更小的光點。

將建構第二光學單元 216 之凸面鏡 216a 及凹面鏡 216b 上的主要射束之入射角設定爲小的值，特定地，20 度或更小。相較於其中弓形變換的光學系統包含單一旋轉之拋物柱面鏡的情況，此將降低當收集光於照明目標面 IP 時所發生之離焦；因此，可增強將光收集至弓形照明區的功效。此外，可抑制由於裂隙 218 所造成的交蝕 (eclipsing) 之光的損失，因而，可改善照明效率。

當照明光 IL 係由扁平反射鏡 217 所反射且向上指引至遮罩 R 時，可使弓形照明區反轉。在此狀態中，該弓形

照明區之曲率的中心係設定為與投影光學系統 230 之光軸 AX1 和遮罩 R 的交點重合；藉由如上述地設定入射角 U1，可使第二光學單元 216 之影像側主要射束與投影光學系統 230 之目標側主要射束相互重合於相對於遮罩 R 之上游側及下游側二側。

在建構反射積累器 213 之各個圓柱狀反射表面 213a 處所反射的光之角向分佈係相同於上述單一圓柱狀反射表面之典型情況中的光之角向分佈；因此，將入射在照明目標面 IP 中之一點上的光會來自藉由照明光 IL 所照明之反射積累器 213 的全部區域。當照明光 IL 的射束直徑係表示為 D，且第二光學單元 216 的焦距係表示為 f 時，則可將照明光 IL 的發散角（集光 NA）U2 表示如下：

$$U2 = D/f。$$

此處，在弓形照明區之中，因為來自許多圓柱狀反射表面 213a 的射束係沿著弧形而積累於一方向中，所以可獲得光照度中之均勻性；因此，可執行有效率和均勻的弓形照明。

接著，請參閱第 8 圖，將詳細說明反射積累器 213 及設置在該反射積累器 213 之相對側的一對附加反射鏡 214 的配置。在第 8 圖之中，入射在反射積累器 213 上之照明光 IL 的主要射束之方向係表示為 IL1，該主要射束 IL1 沿著 y-z 平面行進而接近反射積累器 213 的中心。如上述地，孔徑光闌 215 的中心係表示為 AC，且係相等於第二光學單元 216 之光瞳面的中心。在具有中心 AC 為原點之第



8 圖中所示的  $x-y-z$  座標系統中， $z$  軸係與第二光學單元 216 的光軸 AX2 重合。

附加反射鏡 214 係一對扁平反射鏡 214a 及 214b，其係平行於反射積累器 213 的圓柱狀反射表面之所產生的列而設置，以便相互面向於即將被照明的反射積累器 213 上之區域的相對側。雖然第 8 圖中所示的附加反射鏡 214 顯現為設置於固定位置處，但可設置驅動機構以供依據孔徑光闌 215 中之開口形狀而調整該兩個扁平反射鏡 214a 及 214b 之間間距用。

孔徑光闌 215 係以此一方式而設置於反射積累器 213 的輸出側，亦即，以孔徑光闌 215 中之開口的平面係垂直於反射積累器 213 的圓柱狀反射表面之所產生的列之方式。第 8 圖中所示的孔徑光闌 215 中之開口的形狀係使用於標準照明模式中之典型的圓形形狀。

爲了要適應有效光源之分佈的些許調整，孔徑光闌 215 可相對於反射積累器 213 的圓柱狀反射表面之所產生的列而傾斜 1 至 2 度，以便不在真正的直角處。進一步地，爲了要致能有效光源之分佈的調整以及遠心性之程度的調整，可添加驅動機構而相對於反射積累器 213 來調整孔徑光闌 215 的角度。

具有其中孔徑光闌 215 係設置於反射積累器 213 之輸出側的此一組態，可使觀察自弓形照明區中的任意位置之有效光源的分佈形狀均勻；此係因爲自第一光學單元 211 所發射出的所有光束係入射在反射積累器 213 之上，且由

該反射積累器 213 所反射的一部分光束會接著通過孔徑光闌 215 之故，而不似日本公開專利申請案第 2005-141158 號之情況中一樣。

第 9A 及 9B 圖顯示觀察自弓形照明區中的不同位置之有效光源的分佈形狀。在第 9A 及 9B 圖之中，弓形照明區係表示為 AIA，以及觀察有效光源的分佈形狀之弓形照明區的中心及末端處之位置係分別表示為 AIA1 及 AIA2。第 9A 圖顯示在其中孔徑光闌係如日本公開專利申請案第 2005-141158 號中一樣地設置的情況中所觀察之有效光源的分佈形狀，以及第 9B 圖顯示在第一實施例中所觀察之有效光源的分佈形狀。

在照明區之中的任意點所觀察之有效光源的分佈形狀表示以某一數值孔徑 (NA) 而錐形地入射於該處之上的光束之角向分佈。有效光源的分佈形狀會隨著照明區中之位置而變化的事實表示的是，曝光 NA 係非對稱的；該曝光 NA 之此非對稱性會在解析度上具有不利的影響。

請參閱第 9A 圖，在已知實例中所揭示之孔徑光闌的配置中，有效光源的分佈形狀常變得失真；相較地，在第一實施例中，例如可自第 9B 圖看見的是，在該兩觀察位置處之有效光源的分佈形狀係相同的，此意指的是，相較於已知實例中的曝光 NA，該曝光 NA 的對稱性已予以改善。

使用於描繪第 9A 及 9B 圖中之有效光源的分佈形狀之斜線表示的是，由反射積累器 213 所形成的二次光源係線

性地分佈；在該等斜線之間の間距係根據建構反射積累器 213 之圓柱狀反射表面的寬度而定。因此，藉由降低相對於反射積累器 213 的總寬度之圓柱狀反射表面的寬度且藉以增加其數目，則可降低二次光源之間の間距。因此，可使有效光源的分佈密度變高。

接著，將敘述用以改變相干因子  $\sigma$  的方法，以及用以形成諸如環狀照明之不同形狀照明的方法，該兩方法可由改變孔徑光闌 215 所執行。孔徑光闌 215 及投影光學系統 230 的光瞳面係相互地共軛，因而在孔徑光闌 215 中之開口的形狀（光可穿過其而透射之圖案）對應於投影光學系統 230 之光瞳面的光之分佈形狀。第 10A 至 10D 圖顯示用於孔徑光闌 215 中之開口的典型圖案，第 10A 圖顯示使用於具有大的  $\sigma$  之正常照明模式中的圖案，第 10B 圖顯示使用於具有小的  $\sigma$  之正常照明模式中的圖案，第 10C 圖顯示使用於環狀照明模式中的圖案，以及第 10D 圖顯示使用於四極照明模式中的圖案。

例如，具有諸如上述該等圖案之不同開口圖案的若干開口光闌係以列來加以配置，且係由使用孔徑光闌驅動機構而順序地開關；因此，可選擇所欲的開口圖案。

其次，將說明附加反射鏡 214 的功效。在第一實施例中，如上述地，孔徑光闌 215 係設置於反射積累器 213 的輸出側，以便抑制有效光源之分佈形狀中的失真；可考慮用於此目的之最簡單的組態係顯示於第 11 圖之中，其中孔徑光闌 215 係設置在相對於反射積累器 213 之下游側，

而不具有附加反射鏡 214。

然而，第 11 圖中所示的組態具有比第一實施例更低的光利用效率，將參照第 12 至 14 圖來說明該組態於下文。

第 12 圖顯示在垂直於反射積累器 213 的反射表面之方向中所看到的反射積累器 213。在第 12 圖之中。為更簡明地描繪即將被說明之特性，將不顯示設置在反射積累器 213 與弓形照明區 AIA 之間的弓形變換光學系統（第二光學單元 216）。自第一光學單元 211 所發射出的照明光 IL 以第 12 圖中所示的方向來照明反射積累器 213，表示為 IA1、IA2、及 IA3 之區域係以照明光 IL 所照明以獲得有效光源的完美圓形分佈形狀於弓形照明區中之個別觀察點 AIA1、AIA2、及 AIA3 的區域，該等區域 IA1、IA2、及 IA3 相對於孔徑光闌 215 而徑向地擴展。

注意的是，在該等區域之間存在有部分重疊。將參照第 13 至 15 圖來說明區域 IA1、IA2、及 IA3 之該等部分重疊與通過孔徑光闌 215 中之開口的光束間的關係。

在第 13 至 15 圖中之箭頭表示漫射自反射積累器 213 之光的射束；特別地，在三方向中之代表性射束係分別表示為 a、b 及 c。當將利用該等射束於下游系統中以做為照明光時，該等射束 a、b 及 c 係顯示為實線；但是當該等射束將由孔徑光闌 215 所交蝕且並未被利用以做為照明光時，則顯示為斷線。

第 13 圖集中於接近孔徑光闌 215 的所有區域 IA1 至

IA3 之間的部分重疊。可見到的是，漫射自此部分重疊之該等射束將促成有效光源在所有觀察點 AIA1 至 AIA3 之分佈形狀的形成；換言之，自此部分重疊所發射出之該等射束被全部利用以做為照明光。

相對地，請參閱第 14 圖，在其中該等區域 IA1 至 IA3 的兩區域相互部分重疊於該處之距離孔徑光闌 215 的一些距離處，來自反射積累器 213 之一些漫射光會由孔徑光闌 215 所交蝕，且並不會促成目標面的照明。特定地，在第 14 圖中所示之其中僅區域 IA1 及 IA2 相互部分重疊於該處的點，射束 b 及 c 會被利用以做為照明光，但射束 a 會由孔徑光闌 215 所交蝕。

請參閱第 15 圖，在其中在該處並不具有部分重疊於該等區域 IA1 至 IA3 之距離孔徑光闌 215 的更遠距離處，大部分的漫射光係由孔徑光闌 215 所交蝕，且僅小部分的光被利用以做為照明光。特定地，在第 15 圖中所示之區域 IA2 中的一點處，僅射束 c 被利用以做為照明光，而射束 a 及 b 係由孔徑光闌 215 所交蝕；同樣地，在區域 IA1 及 IA3 中的各自之點處，僅只射束 a、b 及 c 之一被利用以做為照明光。

概言之，雖然諸如第 11 圖中所示者之組態係有效於抑制有效光源之分佈形狀中的失真，但就光利用效率而言，此一組態需要進一步的改善。相較於第 11 圖中所示的組態，包含設置在反射積累器 213 之相對側的一對附加反射鏡 214 之第一實施例具有更高的光利用效率。

第 16 及 17 圖顯示附加反射鏡 214 的功效。由斷線所包圍的區域 VIA3 表示以照明光 IL 所照明，而在諸如第 12 圖中所示的組態中之不具有附加反射鏡 214 的情況中，獲得有效光源之完美圓形分佈形狀於觀察點 AIA3 處的區域；該區域 VIA3 對應於第 12 圖中之區域 IA3。在第 16 圖中，隨著扁平反射鏡 214a 的存在，以照明光 IL 所照明而獲得有效光源之完美圓形分佈形狀於觀察點 AIA3 的區域實際地被成形為由實線所包圍的區域 IA30；因此，以扁平反射鏡 214a 來取代諸如第 12 圖中所示者之相對於孔徑光闌 215 而徑向擴展的形狀，可將藉由在該扁平反射鏡 214a 折疊該徑向擴展的形狀所獲得之形狀當作將被照明的區域，以抑制有效光源形狀中的失真。

此亦可應用至觀察點 AIA2。如第 17 圖中所示，被照明以獲得有效光源之完美圓形分佈形狀於個別觀測點 AIA1 至 AIA3 的區域存在於附加反射鏡 214 之間，此顯示的是，附加反射鏡 214 的設置使得將以照明光 IL 所照明之反射積累器 213 上的區域會比第 12 圖中所示之不具有附加反射鏡 214 的組態中之區域更小。此外，若將第 17 圖中所示的射束 a 及 c 置於第 12 圖中所示之不具有附加反射鏡 214 的組態之中時，則射束 a 及 c 將由孔徑光闌 215 所交蝕，且不被利用為下游系統中的照明光。然而，在第一實施例之中，因為附加反射鏡 214 的存在，所以射束 a 及 c 不會由孔徑光闌 215 所交蝕，且因而可被利用以做為照明光；因此，將被利用以供照明目標面用的照明光

IL 中所包含之射束數目將增加，此在照明弓形區的效率中係重大的優點。

所以，藉由沿著圓柱狀反射表面之所產生的列而設置一對扁平反射鏡 214a 及 214b，以便相互面向而存在有將以照明光 IL，亦即，複數個線性光線來照明的區域於其間，可改善照明目標面的效率。從光利用效率的觀點來看，可使該等扁平反射鏡 214a 及 214b 之間の間隔稍大於或相等於孔徑光闌 215 中之開口之最外面之直徑；因此，當開關地使用具有諸如第 10A 至 10D 圖中所示的該等開口之不同形狀開口的孔徑光闌 215 時，可依據將被使用之開口形狀來調整用作附加反射鏡 214 的該等扁平反射鏡 214a 及 214b 之間の間距。

## 第二實施例

現將敘述依據第二實施例之曝光設備。在反射積累器的組態及孔徑光闌中的開口形狀中，第二實施例係與第一實施例不同；因此，將省略曝光設備中所包含之其他組件的詳細說明。

雖然第一實施例關於其中反射積累器係由具有複數個圓柱狀反射表面之單一構件所建構，但第二實施例有關其中反射積累器係由各自地具有複數個圓柱狀反射表面之複數個積累器分段所建構。而且，具有此一反射積累器，在有效光源之分佈形狀中的失真可由設置孔徑光闌於反射積累器的輸出側來加以抑制；進一步地，藉由設置附加反射

鏡於反射積累器的相對側，可實現高效率的照明。

第 18 圖概略地顯示反射積累器 313，附加反射鏡 314，及孔徑光闌 315（其均係依據第二實施例之組件），以及第二光學單元 216。在第 18 圖中，表示為 313a、313b、313c、及 313d 的構件建構該反射積累器 313，構件 313a 及 313c 係各自地具有複數個圓柱狀反射表面之積累器分段，以及構件 313b 及 313d 係分別鄰接積累器分段 313a 及 313c 的扁平反射鏡分段。例如，可自第 18 圖看到的是，孔徑光闌 315 具有半圓形的開口；附加反射鏡 314 係設置以便相互面向於積累器分段 313a 及 313c 之相對的端表面上之一對扁平反射鏡 314a、314b，該等端表面係平行於建構該等積累器分段 313a 及 313c 的圓柱狀反射表面之所產生的列。

凸面鏡 216a 及凹面鏡 216b 係建構第二光學單元 216 之構件，第二光學單元 216 係具有光軸 AX2 以做為對稱之中心軸的同軸系統，且基本地，以相同於第一實施例中之方式而作用；尤其，第二光學單元 216 係以此一方式所組構，亦即，孔徑光闌 315 的點 AC 及照明目標面 IP 係在由傅立葉變換所描述於其間的光學關係中之方式，因此，點 AC 係相等於第二光學單元 216 之光瞳面的中心。

第 19 圖概略地顯示孔徑光闌 315 及反射積累器 313 的配置。孔徑光闌 315 係以此一方式而設置接近積累器分段 313c 與扁平反射鏡分段 313d 之間的邊界，亦即，孔徑光闌 315 中之開口的平面垂直於圓柱狀反射表面之所產生



的列之方式；在孔徑光闌 315 中之開口的平面可自垂直而傾斜 1 至 2 度，以便適應有效光源之分佈的些許調整。第 19 圖中所示的孔徑光闌 315 中之開口的形狀係標準照明模式中所使用之典型形狀。大致地，設置於光瞳面的孔徑光闌具有圓形的開口；然而，在第二實施例中，孔徑光闌 315 具有如第 19 圖中所示之半圓形開口。此外，如下文所述，將在照明模式中使用於諸如環形形狀及四極形狀之其他形狀的孔徑光闌各自地具有匹配由相對於其對稱的軸而二等分有效光源之對應分佈形狀所獲得的形狀之開口。其次，將參照第 18 圖來提供關於第 19 圖之進一步的細節。

請參閱第 18 圖，將敘述藉由使用上述之孔徑光闌 315 來調整光的射束之方式，現將考慮其中在該處實質平行的照明光 IL 係以相當大的入射角（例如，70 度）而入射在該等積累器分段 313a 及扁平反射鏡分段 313b 上的情況。其係第 18 圖中之照明光 IL 的上方部分之照明光 ILa 照明積累器分段 313a；當接收照明光 ILa 時，積累器分段 313a 會形成線性的二次光源，自二次光源所漫射的光通過直接設置在相對於積累器分段 313a 之下游的孔徑光闌 315 中之半圓形開口。另一方面，其係照明光 IL 的下方部分之照明光 ILb 照明扁平反射鏡分段 313b，已由扁平反射鏡分段 313b 所偏向的照明光 ILb 照明積累器分段 313c；該積累器分段 313c 亦形成線性的二次光源，自該等二次光源所漫射的光通過直接設置在相對於積累器分段 313c 之下游的孔徑光闌 315 中之半圓形開口。當自第二光學單元

216 以觀視時，照明光 ILb 在入射於積累器分段 313c 上之後，顯現通過孔徑光闌 315 中的半圓形開口；另一方面，照明光 ILa 在入射於積累器分段 313a 之後，顯現通過孔徑光闌 315 的鏡像 315' 中的半圓形開口。

雖然孔徑光闌 315 中的開口係半圓形的形狀，但可藉由如第二實施例中所述地組構反射積累器 313 且適當地配置孔徑光闌 315，而使漫射自所有二次光源的光通過孔徑光闌 315 中之開口；因此，可認為的是，第二實施例之組態以等效於其中漫射自二次光源的光通過圓形開口之第一實施例中的方式而運作，所以，在依據第二實施例的照明光學系統中，亦可自照明目標面上之任一位置來觀察到具有相同的分佈形狀之有效光源。

進一步地，藉由設置附加反射鏡於積累器分段 313a 及 313c 的相對側，以便沿著積累器分段 313a 及 313c 的圓柱狀反射表面之所產生的列而相互面向，則可以以存在於該處之間的複數個二次光源而實現高效率的照明。

而且，在第二實施例之中，可改變相干因子  $\sigma$  以及可由改變孔徑光闌 315 而執行諸如環狀照明之不同形狀的照明。第 20A 至 20D 圖顯示依據第二實施例之用於孔徑光闌 315 中的開口之典型圖案，第 20A 圖顯示使用於具有大的  $\sigma$  之正常照明模式中的圖案，第 20B 圖顯示使用於具有小的  $\sigma$  之正常照明模式中的圖案，第 20C 圖顯示使用於環狀照明模式中的圖案，以及第 20D 圖顯示使用於四極照明模式中的圖案。應注意的是，當相對於其底線而對稱地倒

翻時，該等圖案之各個圖案會變成根據典型之圓形的圖案。

雖然第二實施例有關其中設置兩個積累器分段以便相互面向的組態，但亦可考慮其中二積累器分段並未相互面向的組態。例如，如第 21A 及 21B 圖中所示，相互平行的複數個積累器分段可以以該等積累器分段的反射表面面向相同的方向而設置於孔徑光闌的入射側，第 21A 圖顯示包含兩個積累器分段之組態，以及第 21B 圖顯示包含三個積累器分段之組態。當該等積累器分段係如上述地相互平行而設置時，在該等組態之各個組態中的孔徑光闌中之開口係如第一實施例中一樣地為正常的圓形形狀；而且，在第 21A 及 21B 圖中所示的組態之中，藉由提供附加反射鏡於反射積累器的相對側，可改善照明光的利用效率。

在此說明書中，當描述孔徑光闌的配置為“垂直”於圓柱狀反射表面之所產生的列而設置時，則孔徑光闌可自垂直而傾斜 1 或 2 度。

此外，諸如半導體積體電路裝置及液晶顯示裝置之裝置可由執行以下步驟而予以製造，亦即，執行由使用依據上述實施例之任一實施例的曝光設備而執行曝光於施加光敏劑於其上的基板（晶圓、玻璃板、或其類似物）上之步驟，使該基板顯影之步驟，以及其他已知之步驟。

雖然已參照典型的實施例來敘述本發明，但應瞭解的是，本發明並未受限於所揭示之該等典型的實施例。下文之申請專利範圍的範疇應給與最廣義的闡釋，以便包含所

有的修正例，以及等效之結構和功能；例如，雖然該等實施例有關使用 EUV 光之組態，但本發明亦可應用於包含使用真空紫外光或 X 射線區之光的光源之組態。

**【圖式簡單說明】**

第 1 圖概略地顯示依據本發明第一實施例之曝光設備的相關部件；

第 2A 圖概略地顯示反射積累器；

第 2B 圖概略地顯示另一反射積累器；

第 3 圖係概略透視圖，用以描繪在凸面形狀的圓柱狀反射表面處之 EUV 光的反射；

第 4 圖係放大橫剖面視圖，用以顯示反射積累器的一部分；

第 5 圖顯示反射於圓柱狀反射表面之 EUV 光的角向分佈；

第 6 圖係圖式，用以描繪弓形照明區；

第 7 圖係圖式，用以描繪將入射在第一實施例的反射積累器上之照明光的行爲；

第 8 圖概略地顯示依據第一實施例之反射積累器，孔徑光闌，及附加反射鏡的配置；

第 9A 圖顯示有效光源的分佈形狀；

第 9B 圖顯示有效光源的分佈形狀；

第 10A 圖顯示用於第一實施例的孔徑光闌中之開口的典型圖案；

第 10B 圖顯示用於第一實施例的孔徑光闌中之開口的另一典型圖案；

第 10C 圖顯示用於第一實施例的孔徑光闌中之開口的另一典型圖案；

第 10D 圖顯示用於第一實施例的孔徑光闌中之開口的另一典型圖案；

第 11 圖顯示其中孔徑光闌係設置在相對於反射積累器之下游側而不具有附加反射鏡的組態；

第 12 圖係圖式，用以描繪將以照明光照明之反射積累器上的區域；

第 13 圖係用以描繪照明光之利用效率的圖式；

第 14 圖係用以描繪照明光之利用效率的另一圖式；

第 15 圖係用以描繪照明光之利用效率的另一圖式；

第 16 圖係用以描繪附加反射鏡之功效的圖式；

第 17 圖係用以描繪附加反射鏡之功效的另一圖式；

第 18 圖係圖式，用以描繪將入射在本發明第二實施例的反射積累器上之照明光的行為；

第 19 圖概略地顯示依據第二實施例之反射積累器，孔徑光闌，及附加反射鏡的配置；

第 20A 圖顯示用於第二實施例的孔徑光闌中之開口的典型圖案；

第 20B 圖顯示用於第二實施例的孔徑光闌中之開口的另一典型圖案；

第 20C 圖顯示用於第二實施例的孔徑光闌中之開口的

另一典型圖案；

第 20D 圖顯示用於第二實施例的孔徑光闌中之開口的  
另一典型圖案；

第 21A 圖概略地顯示另一典型的情況中之反射積累器  
及孔徑光闌的配置；

第 21B 圖概略地顯示另一典型的情況中之反射積累器  
及孔徑光闌的配置；

第 22 圖係概略透視圖，用以顯示已知實例中之反射  
積累器及孔徑光闌的配置；以及

第 23 圖係已知實例中之反射積累器的頂視圖。

#### 【主要元件符號說明】

1000：曝光設備

100：光源單元

200：主體

101、201：真空容器

120：連接器

111：放電管座

112：集光反射鏡

113：碎光過濾器

114：波長濾光片

115：差動抽運機構

116：孔徑

210：照明光學系統

- 220 : 遮罩台
- 230 : 投影光學系統
- 240 : 晶圓台
- 211 : 第一光學單元
- 212、217、214a、214b : 扁平反射鏡
- 213、313、13 : 反射積累器
- 214、314 : 附加反射鏡
- 215、315、15 : 孔徑光闌
- 216 : 第二光學單元
- 218 : 裂隙
- 211a、216b : 凹面鏡
- 211b、216a : 凸面鏡
- EP : 電漿發射體
- 213b : 端面
- R : 遮罩
- W : 晶圓
- 218a : 弓形開口
- 218b : 可移動分段
- 213a : 圓柱狀反射表面
- 313a、313c : 積累器分段
- 313b、313d : 扁平反射鏡分段
- $\sigma$  : 相干因子
- IP : 照明目標面
- 32 : 有效光源

20、21：區域

30：弓形區

31：點

IL：照明光



## 十、申請專利範圍

1. 一種照明光學系統，包含：

一第一光學單元，其收集來自一光源所發射出的光；

一反射積累器，其具有複數個圓柱狀的反射表面，該等反射表面之所產生的列係以一均一之方向所定向，且由使用來自該第一光學單元所發射出的光而形成複數個線性光源；

一對扁平反射鏡，其係平行於該所產生的列而設置，以便與存在於該處之間的複數個線性光源相互面向著；

一孔徑光闌，其係垂直於該所產生的列而設置，且具有一開口，用以允許來自該複數個線性光源所發射出的光通過該處；以及

一第二光學單元，其以一射束在另一射束的上面來積累發射自該複數個線性光源之已通過該開口的光之射束於一照明目標面之中。

2. 如申請專利範圍第 1 項之照明光學系統，其中該反射積累器有複數個積累器分段，各個積累器分段具有複數個該圓柱狀的反射表面，該複數個積累器分段係設置於該孔徑光闌的入射側，且以垂直於該所產生的列之方向而相互平行，使得發射自該第一光學單元的光之一部分入射於該複數個積累器分段的各個積累器分段之上。

3. 如申請專利範圍第 1 項之照明光學系統，其中該第一光學單元變換來自該光源所發射出的光以成爲平行光，且引導該平行光至該反射積累器。

4. 如申請專利範圍第 1 項之照明光學系統，其中在該孔徑光闌中之該開口的形狀係可改變的，且在該對扁平反射鏡之間的間距係依據該開口的形狀而改變。

5. 一種曝光設備，包含；

一遮罩台，其上將安裝一遮罩；

一晶圓台，其上將安裝一晶圓；

如申請專利範圍第 1 項之照明光學系統，其照明安置在一照明目標面之中的遮罩；以及

一投影光學系統，其投影形成在該遮罩上之一圖案至該晶圓之上。

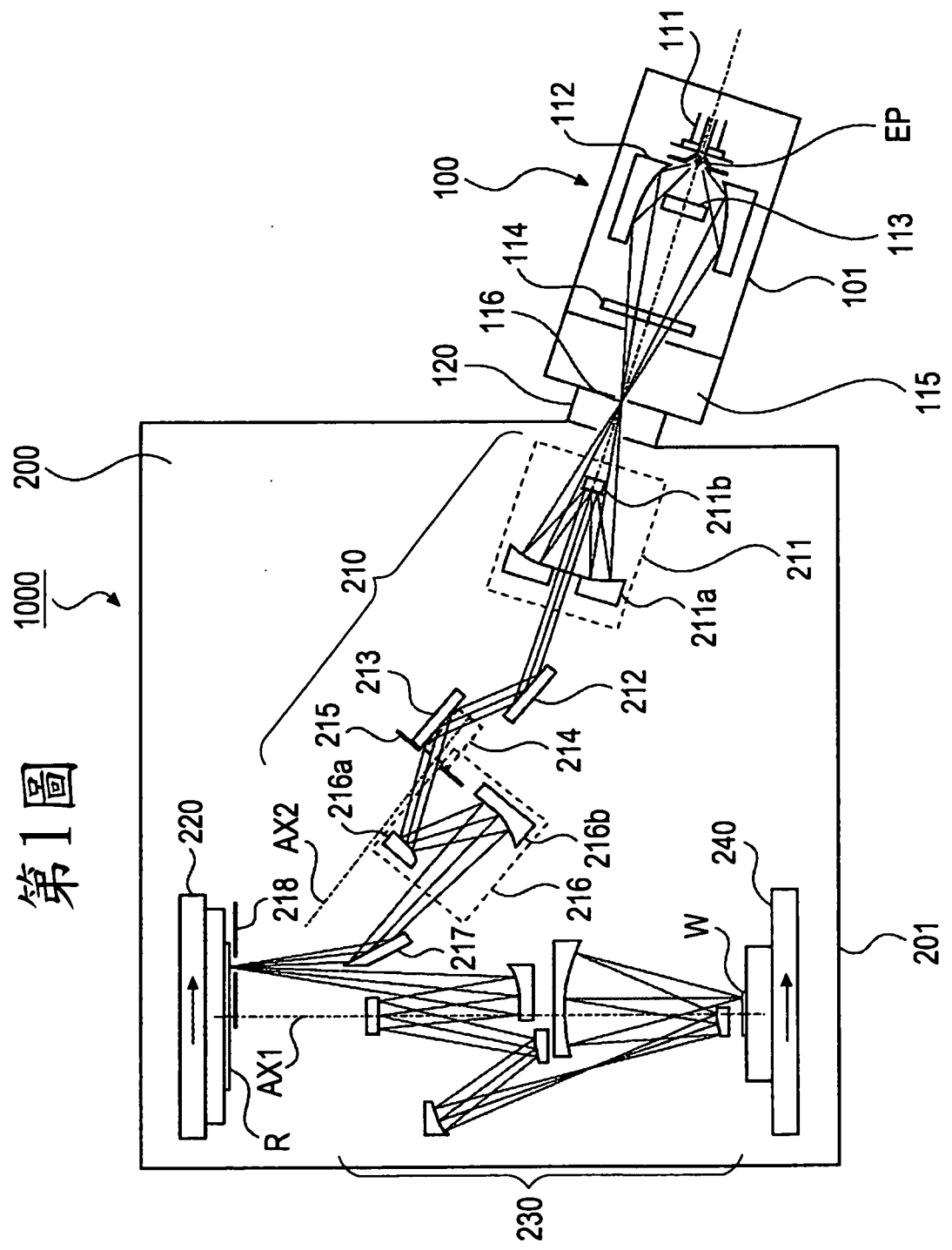
6. 一種裝置製造方法，包含；

形成一阻體至一晶圓之上；

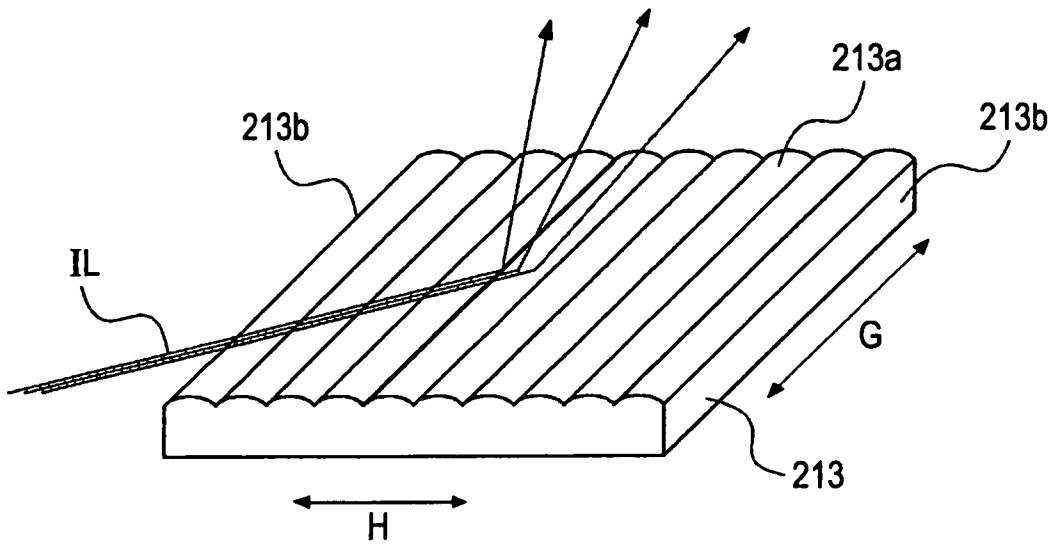
使用如申請專利範圍第 5 項之曝光設備來執行曝光，使得形成於一遮罩上的一圖案被轉移至該晶圓；以及

將接受曝光之該晶圓顯影。

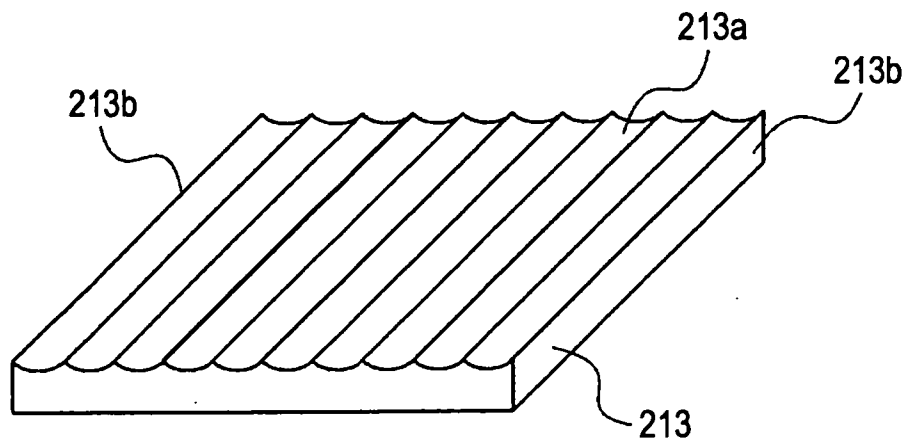
第1圖



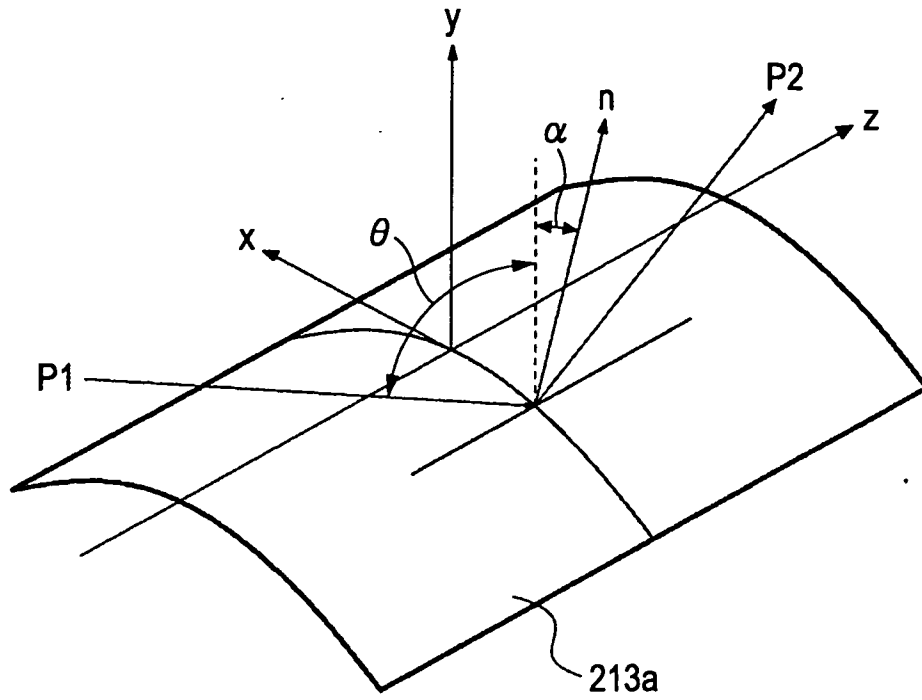
第2A圖



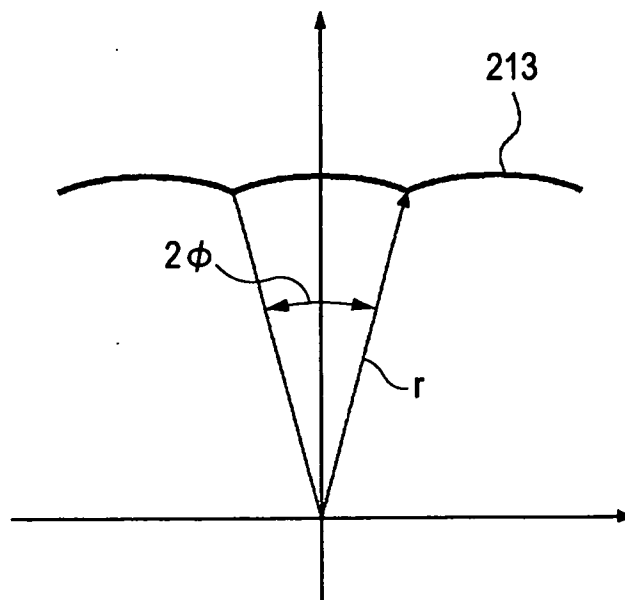
第2B圖



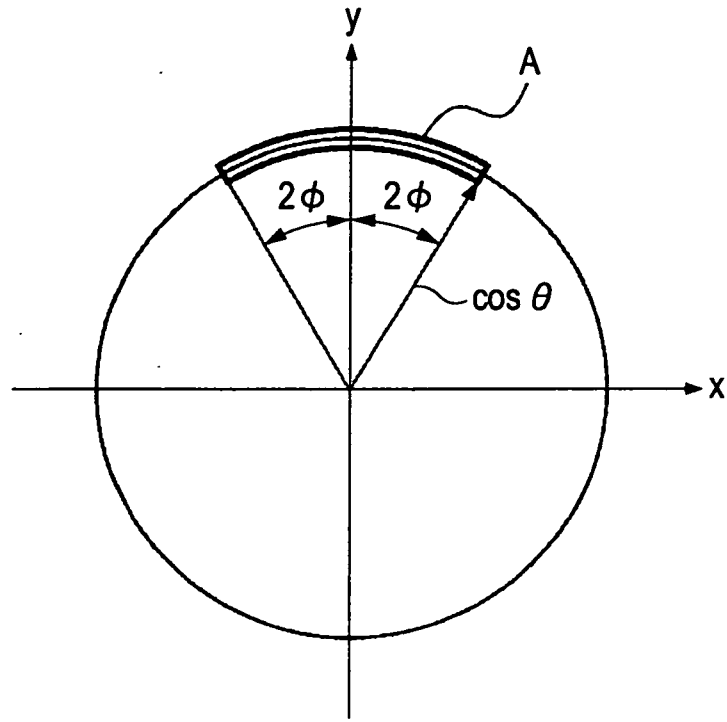
第3圖



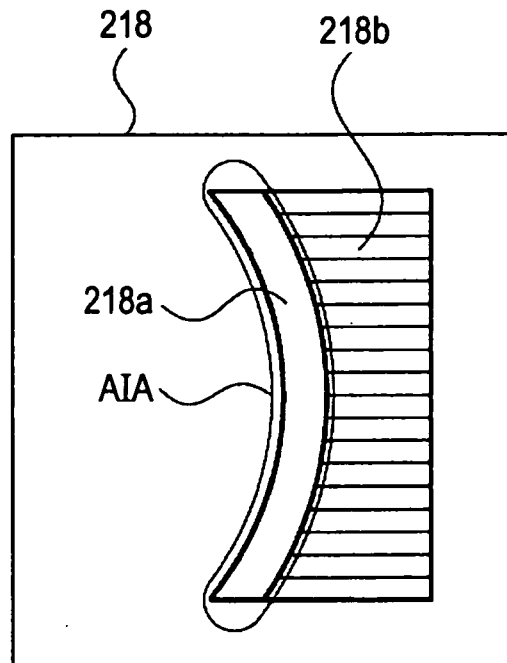
第4圖



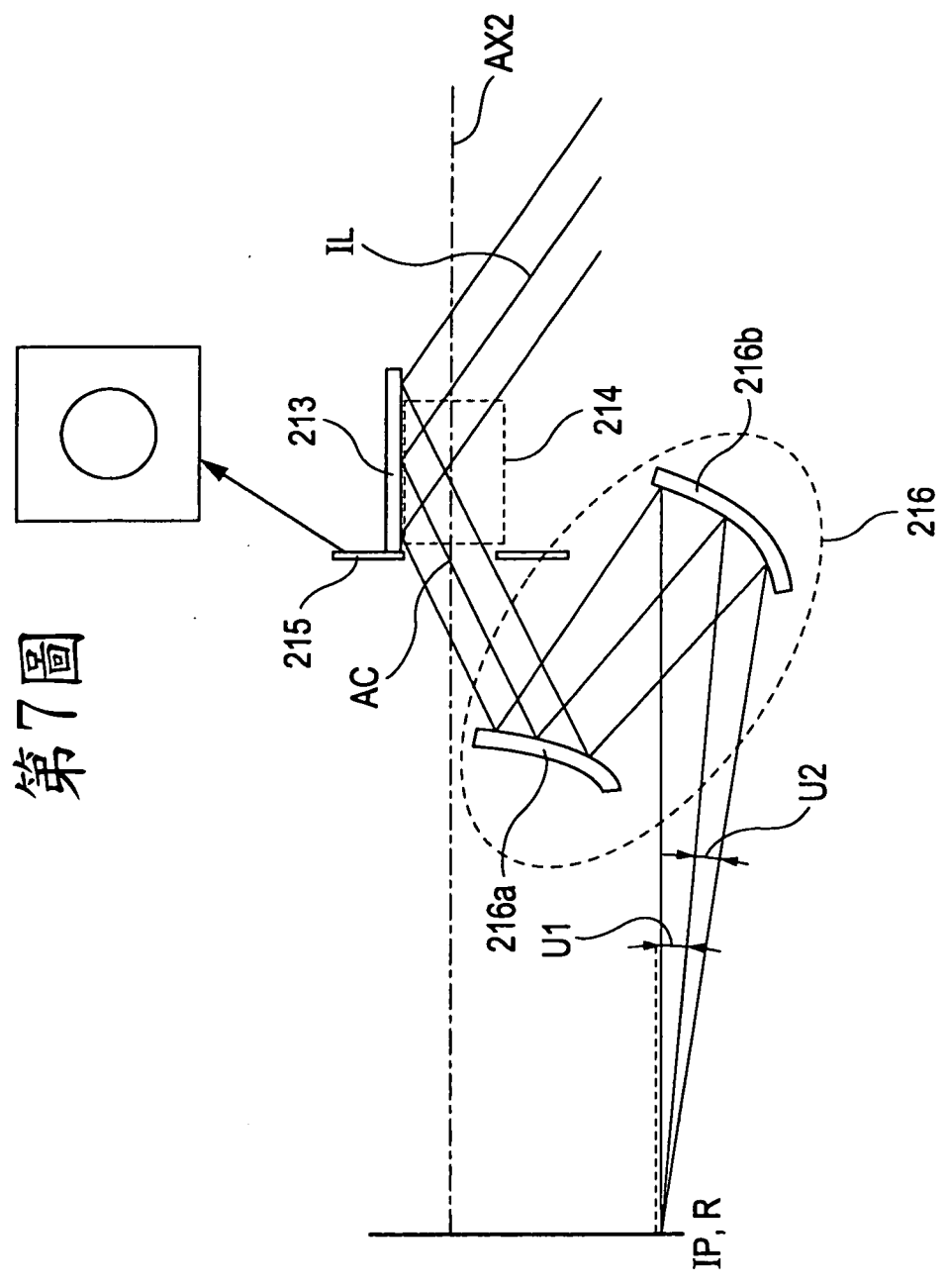
第5圖



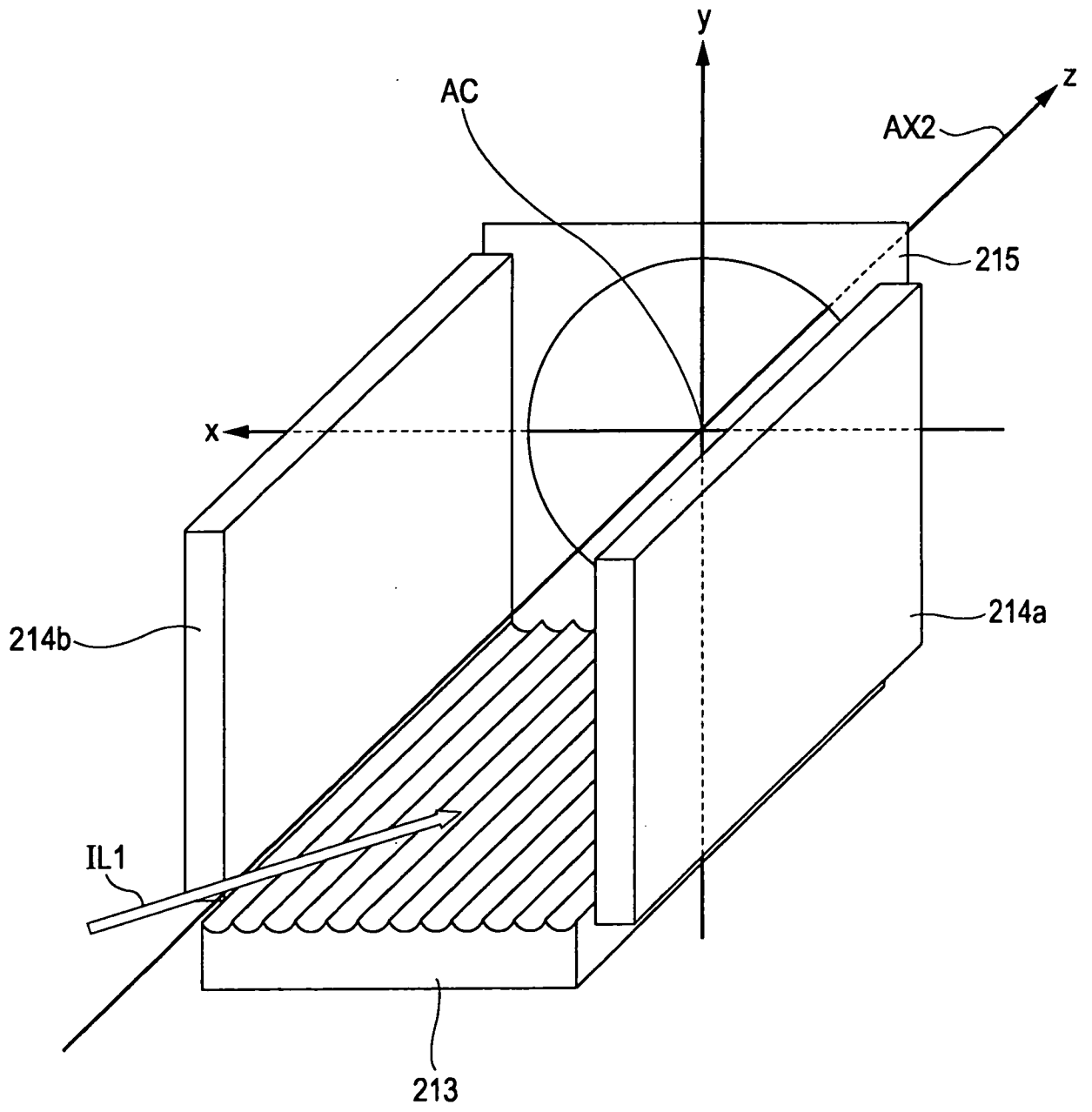
第6圖



第7圖

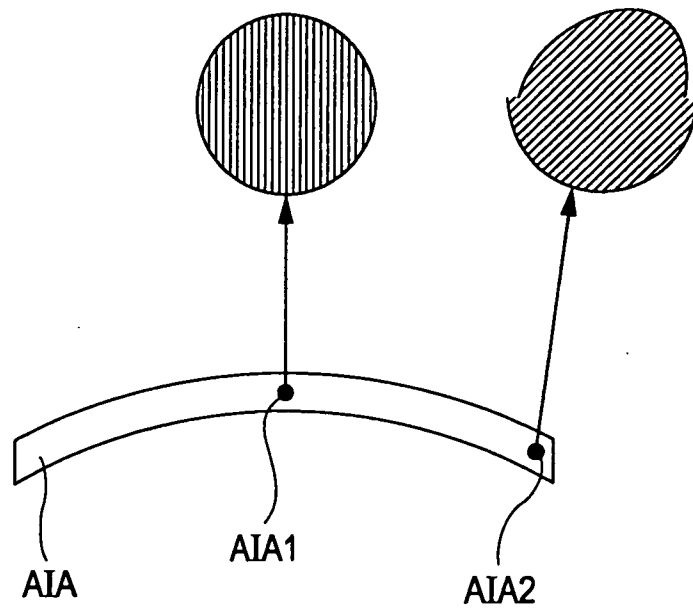


第8圖

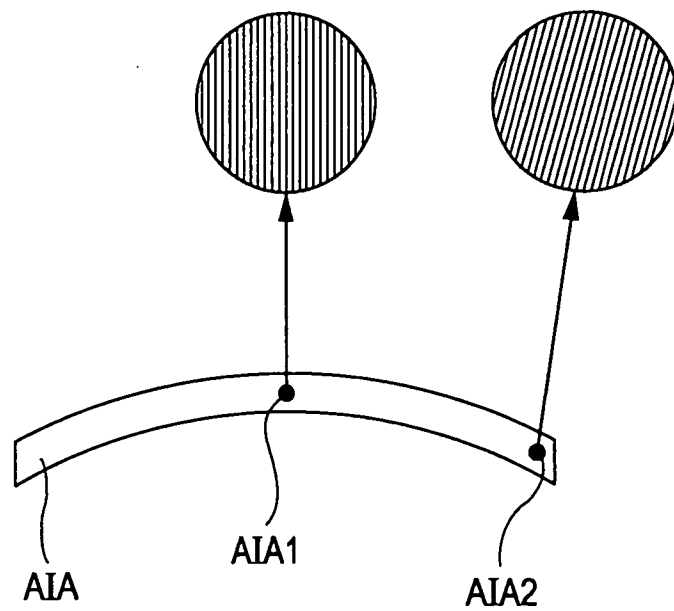




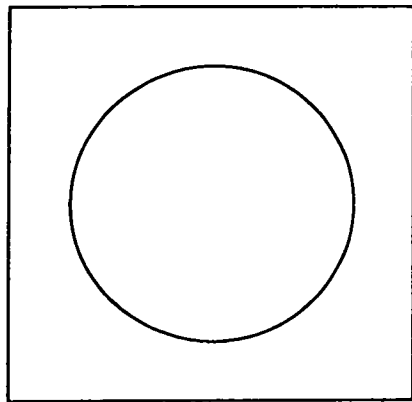
第9A圖



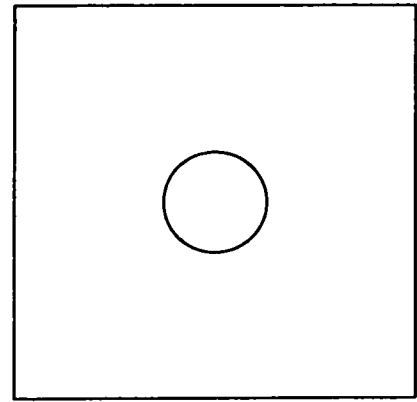
第9B圖



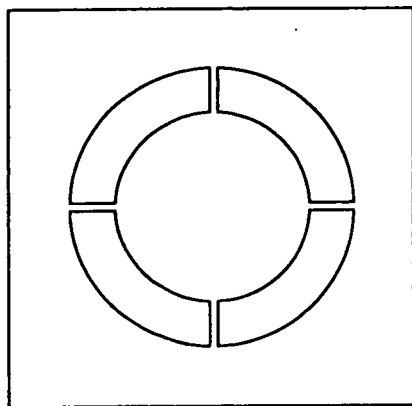
第10A圖



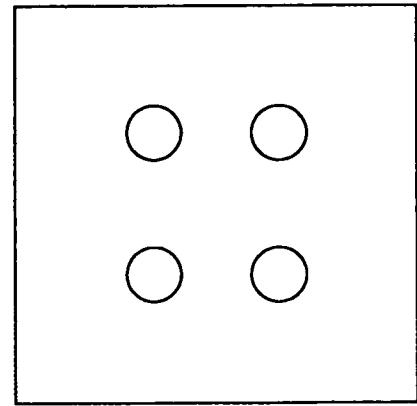
第10B圖



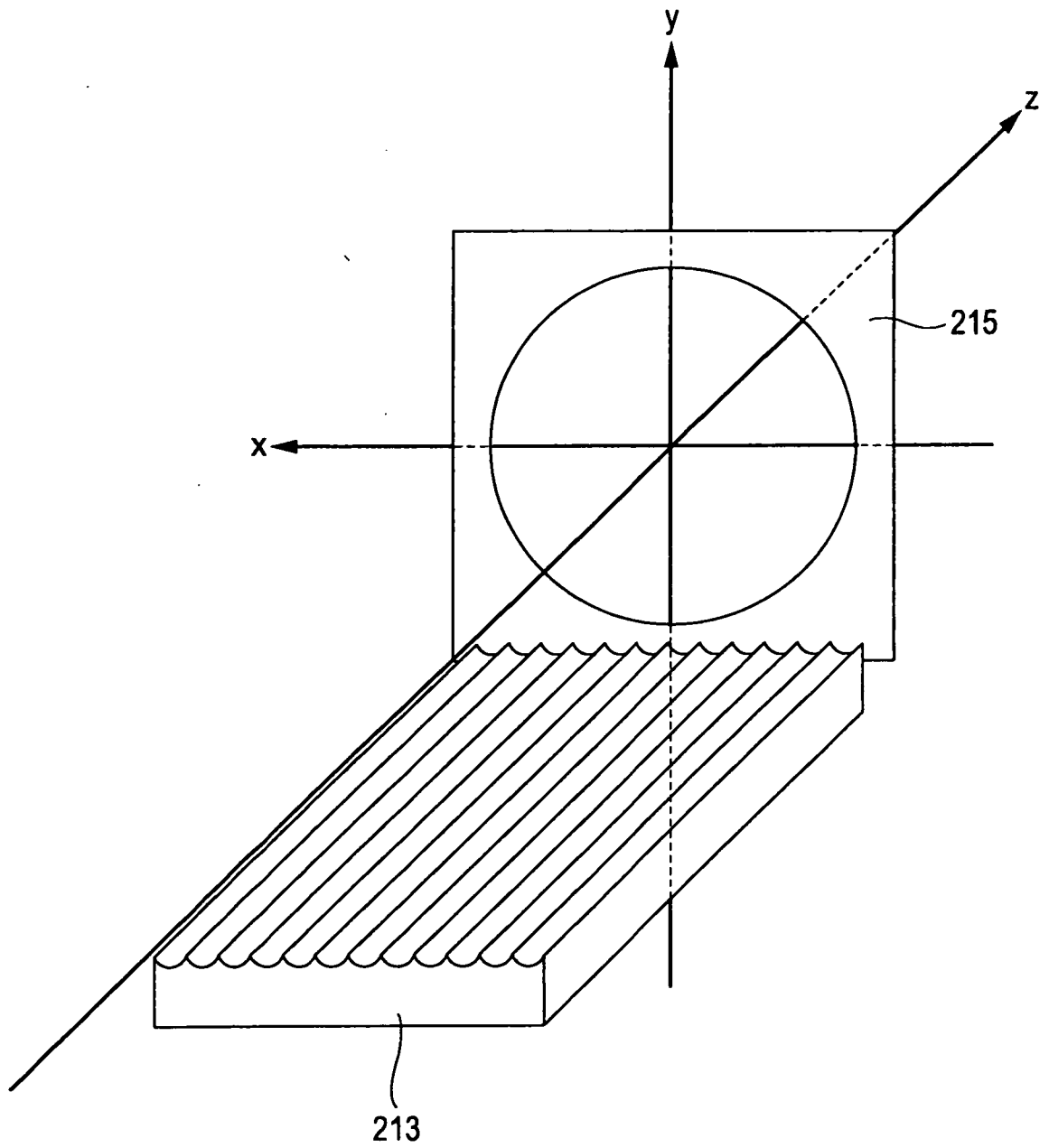
第10C圖



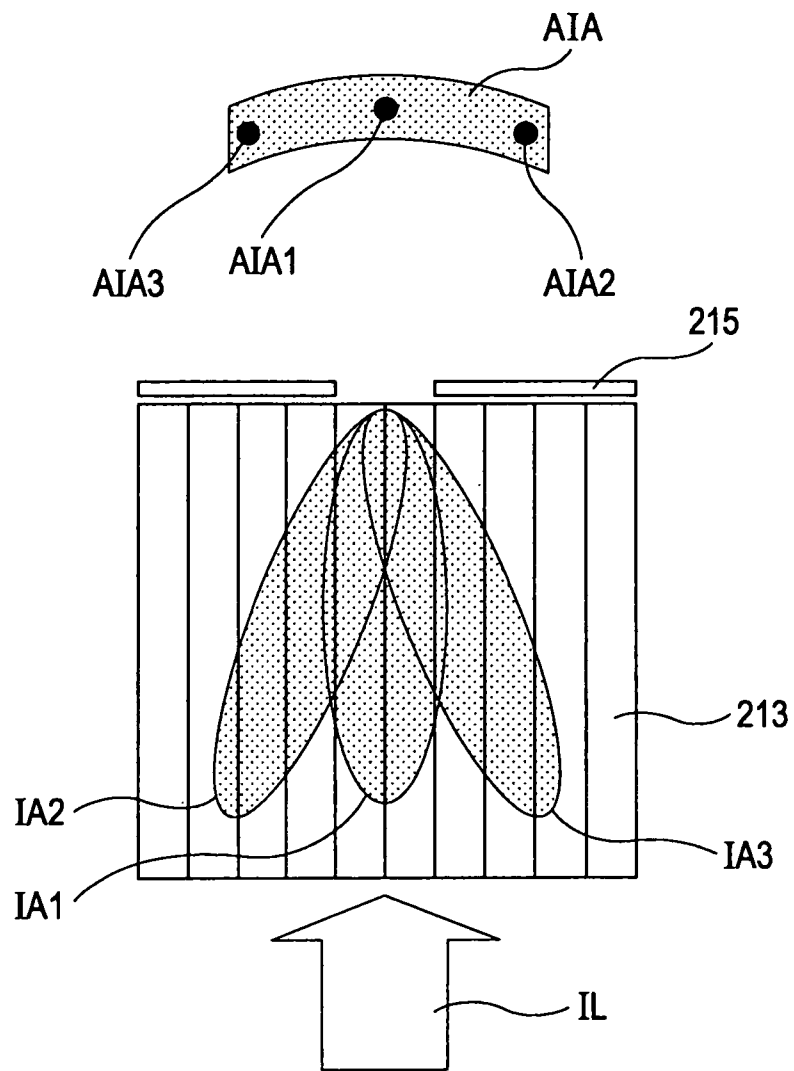
第10D圖



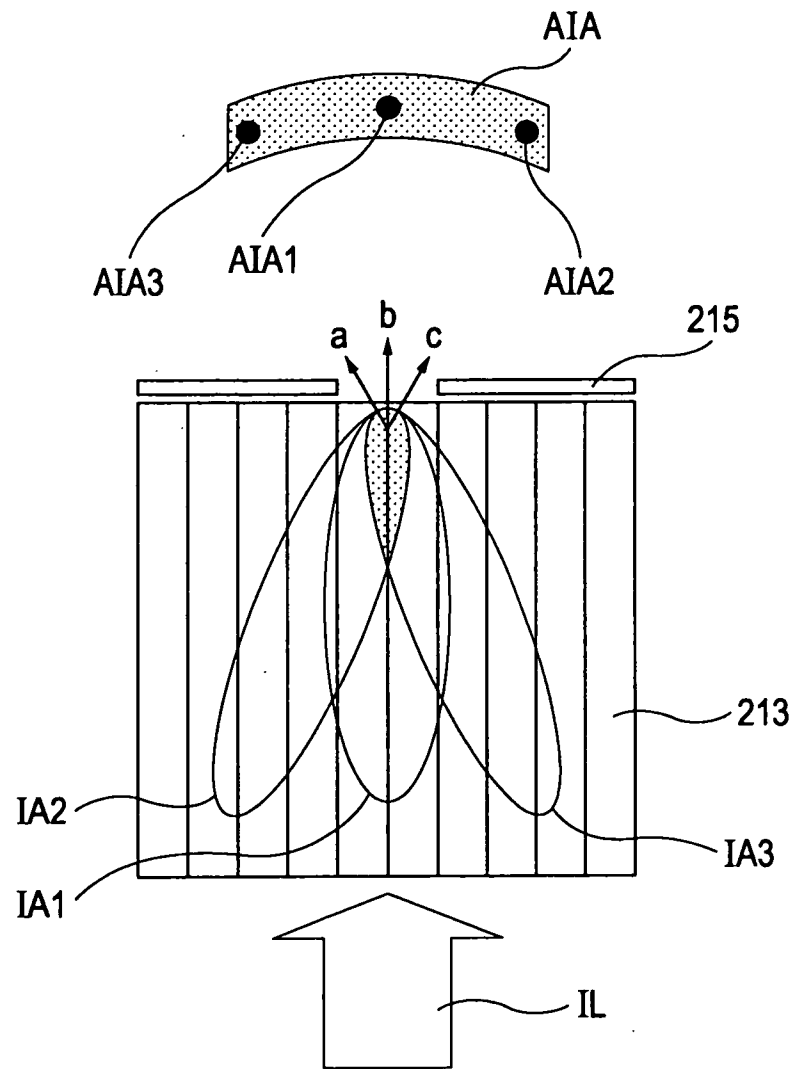
第11圖



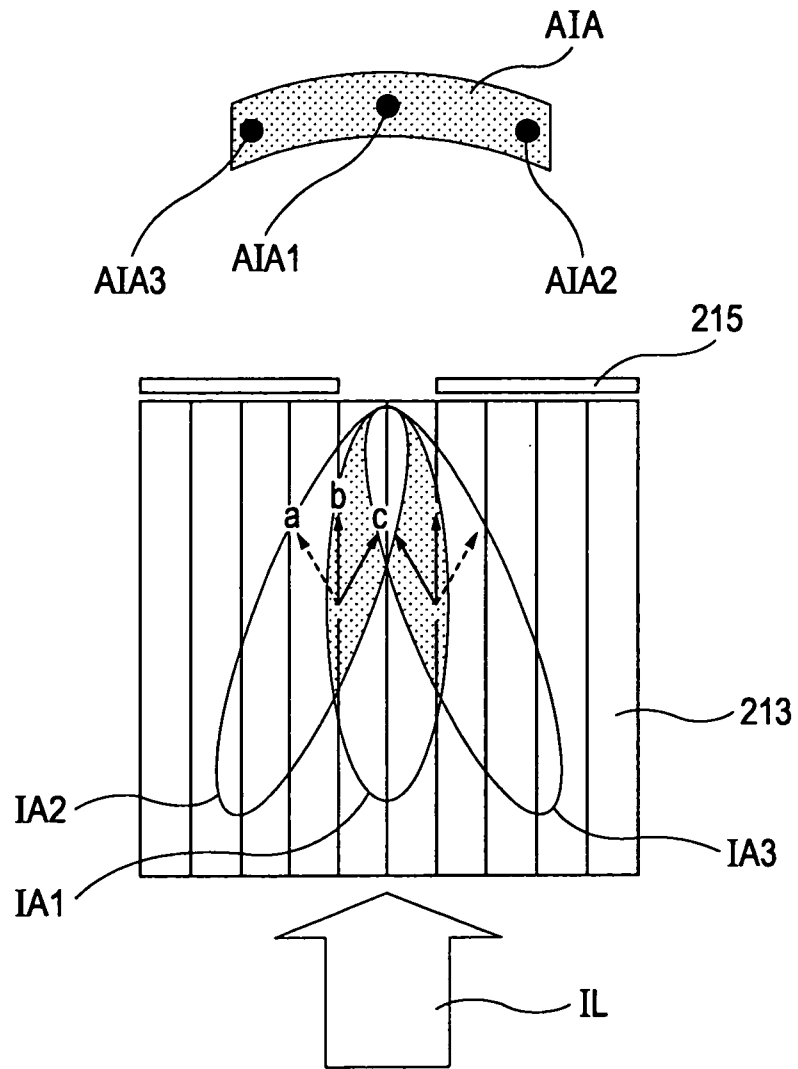
第12圖



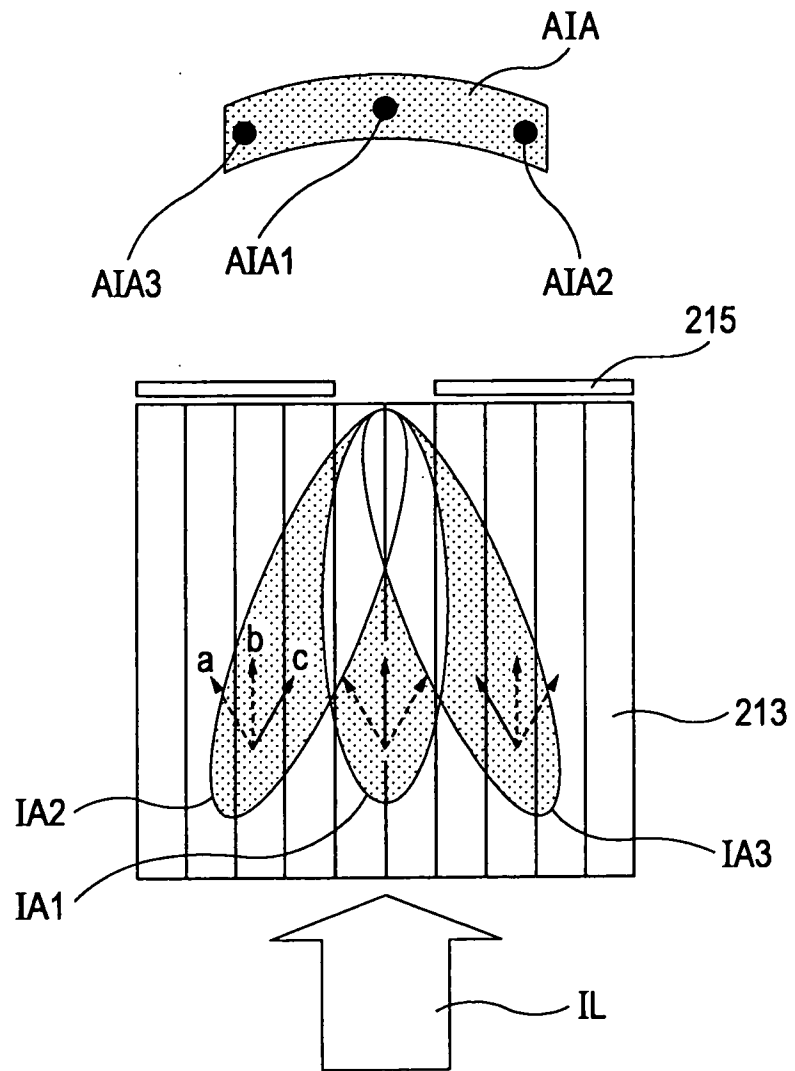
第13圖



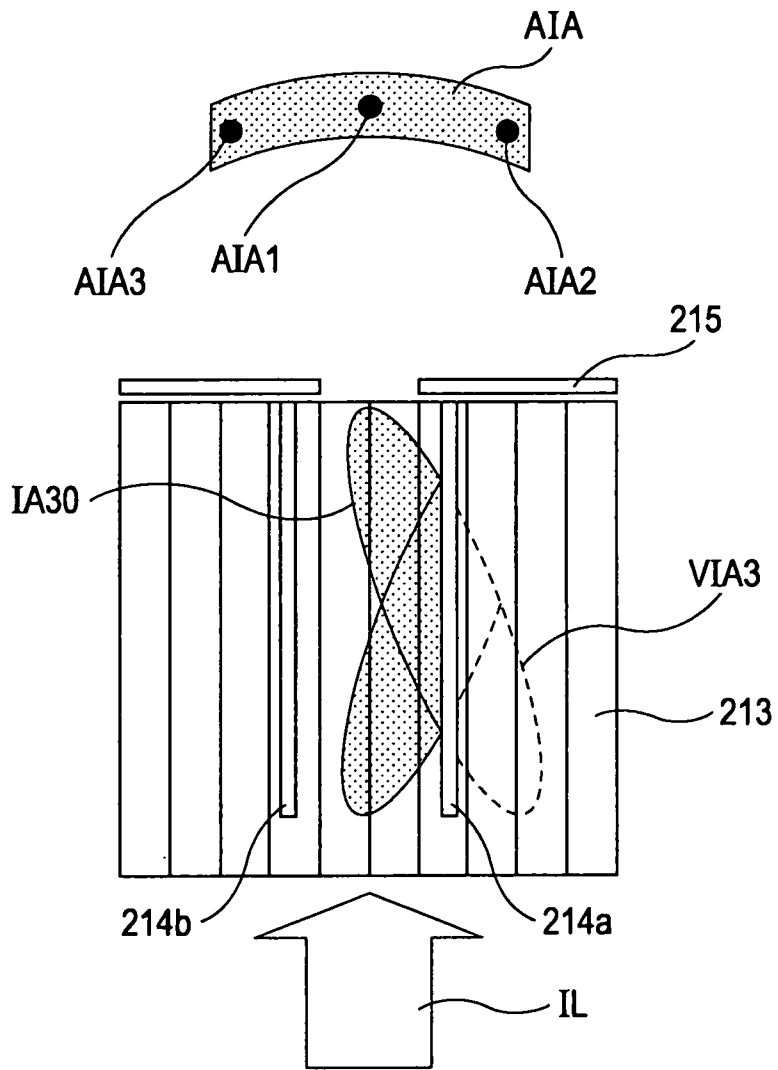
第14圖



第15圖

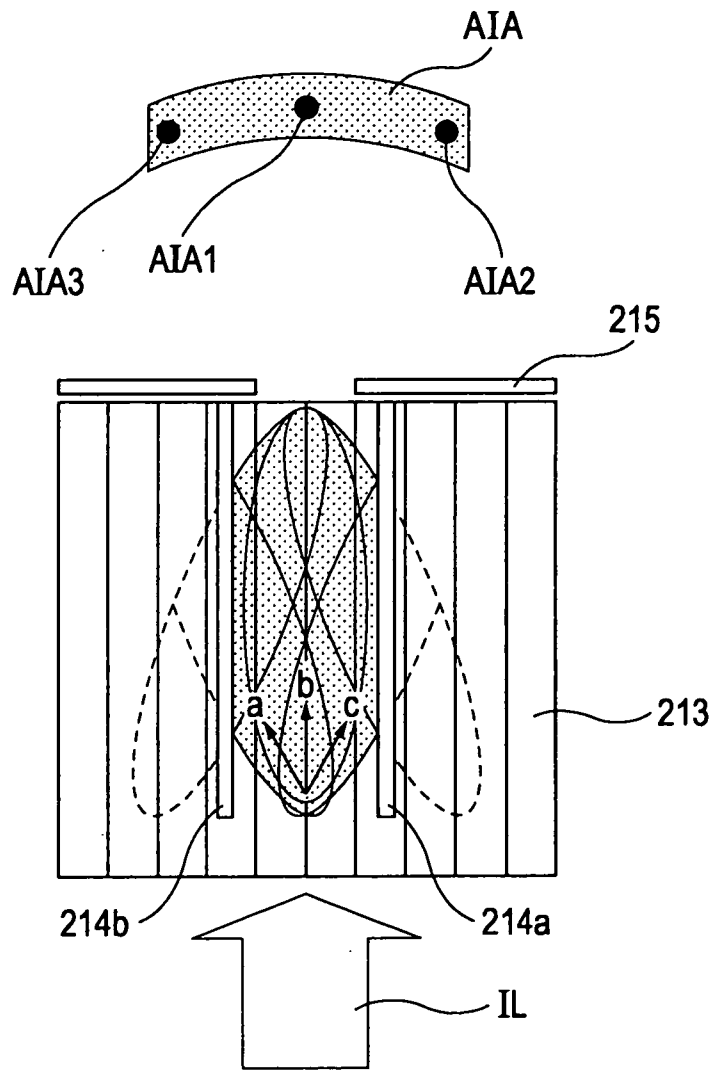


第16圖

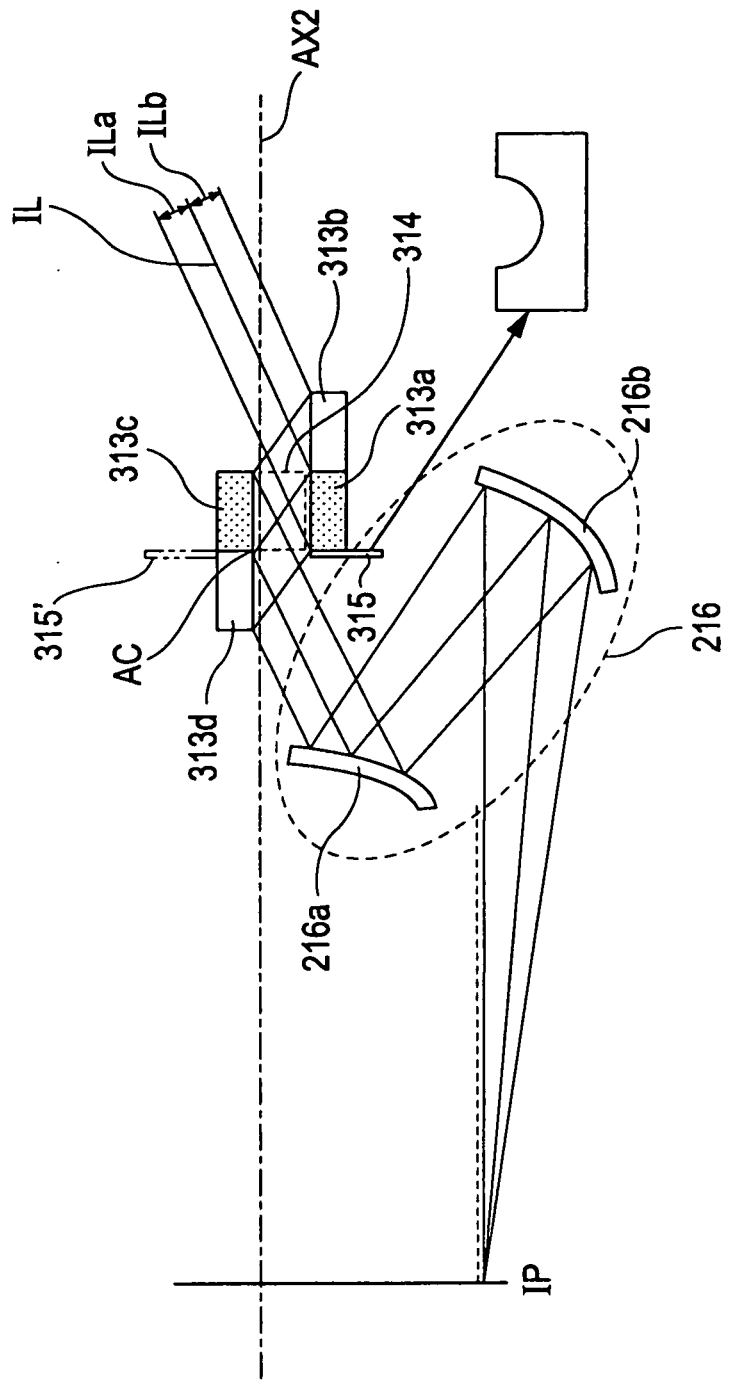




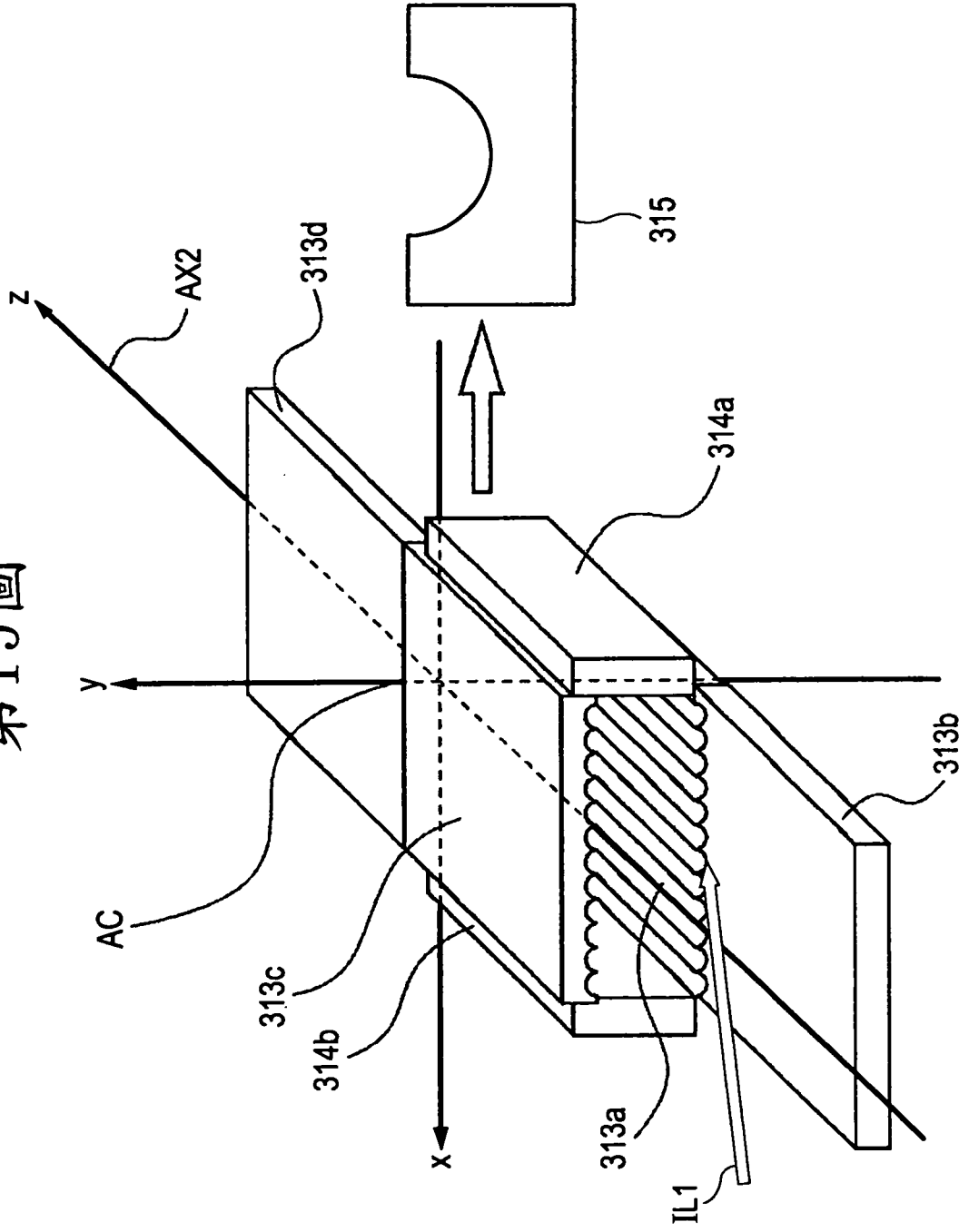
第17圖



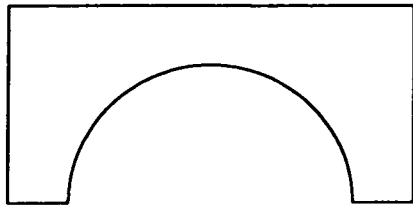
第18圖



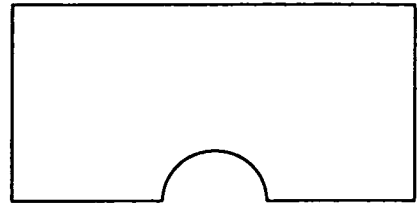
第19圖



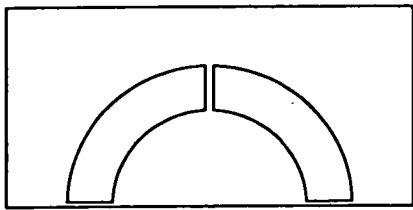
第20A圖



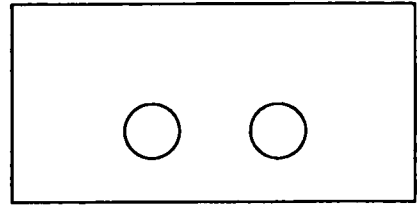
第20B圖



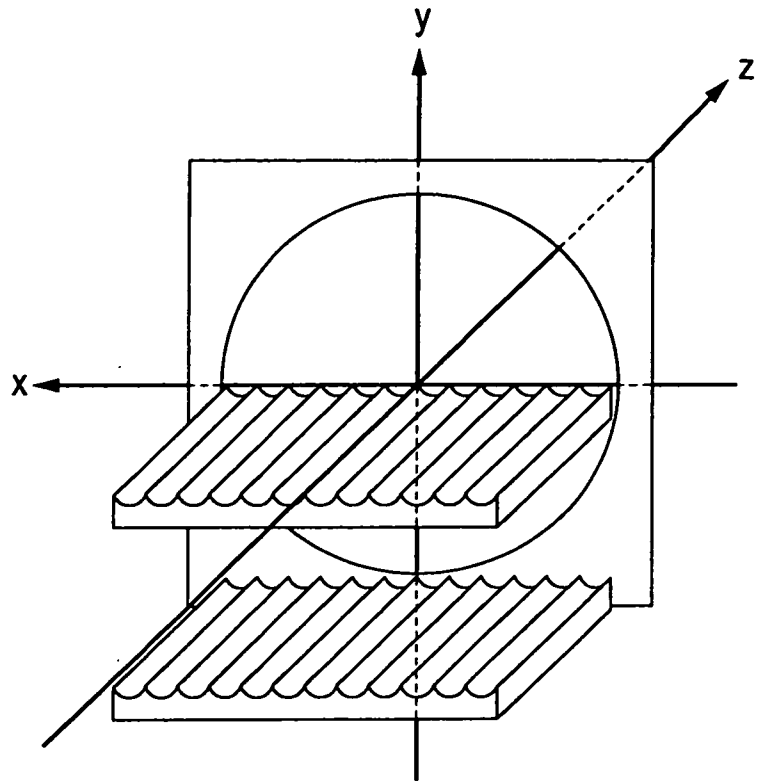
第20C圖



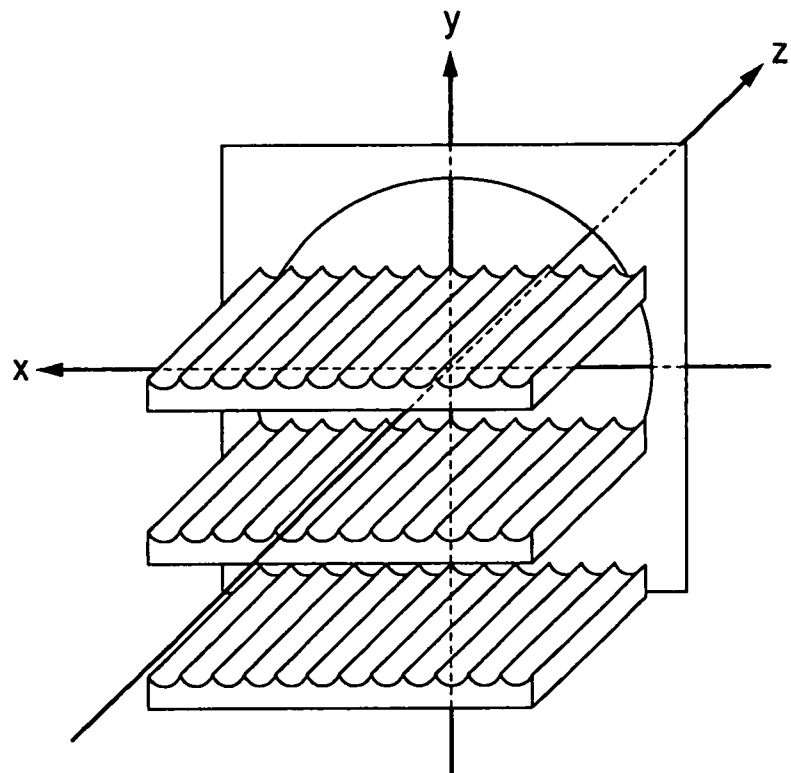
第20D圖



第21A圖

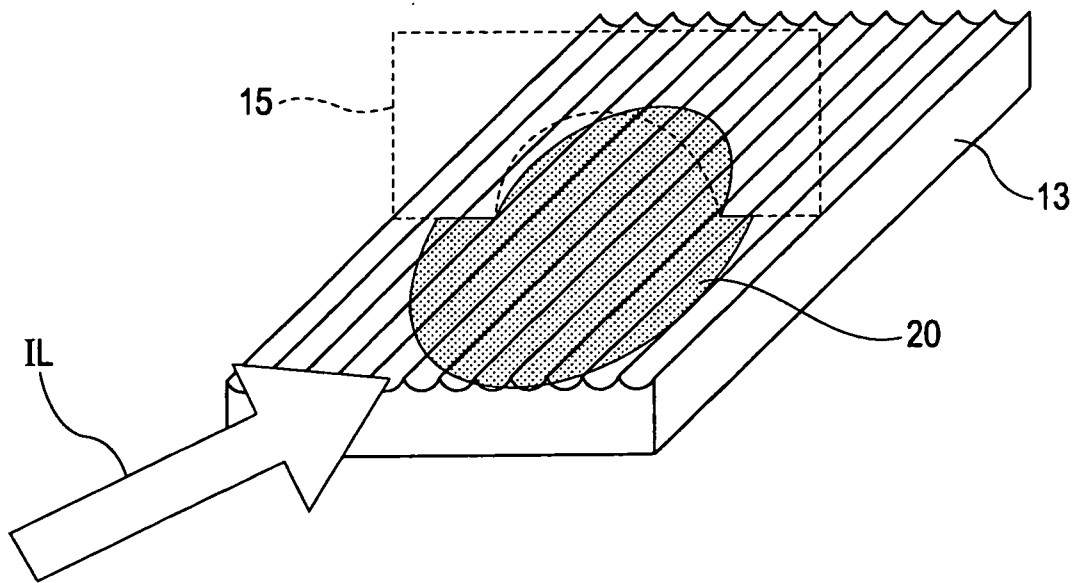


第21B圖



# 第22圖

先前技術



# 第23圖

先前技術

