



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I539240 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：100120852

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 06 月 15 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2010/06/15 德國

10 2010 030 089.6

(71)申請人：卡爾蔡司 S M T 有限公司 (德國) CARL ZEISS SMT GMBH (DE)

德國

(72)發明人：派崔 麥可 PATRA, MICHAEL (DE)；帝俊瑟 馬可斯 DEGUENTHER, MARKUS (DE)；萊 麥可 LAYH, MICHAEL (DE)

(74)代理人：李宗德

(56)參考文獻：

TW 200900874

TW 200935180

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：20 共 44 頁

(54)名稱

用於微影之照明光學系統以及具有此類型之照明光學系統的投射曝光系統

ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM FOR MICROLITHOGRAPHY AND PROJECTION EXPOSURE SYSTEM WITH AN ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM OF THIS TYPE

(57)摘要

微影之照明光學系統(7)用於將來自主光源(6)之照射光(8)導引到物場(3)。照明光學系統(7)之反射鏡陣列(10)具有複數個個別反射鏡(11)，其可藉由致動器彼此獨立地傾斜並連接到相關的傾斜致動器(12)。控制器(14)用於致動該些致動器(12)。照明光學系統(7)之光柵模組(19)具有複數個光柵元件(28、30)，用於產生二次光源之空間分布配置。光柵模組(19)設置在照明光學系統(7)之平面(20)的區域，其中照射光部分光束(15)離開其中一個光柵元件(30)之出射角(AR_x)是精確地分配到物場(3)之一位置區，在其中照射光部分光束(15)照到物場(3)。控制器(14)組態成將個別反射鏡(11)之傾斜角規格分配到預先決定之所需之一系列的照射角強度分布，藉此照到分布於物場(3)之物場點。依據個別實際入射角，光柵模組(19)在物場(3)產生其他強度系列。結果為得到在總照射強度方面及/或不同照射方向之強度分布方面，可以目標方式影響物場之照射強度的照射光學系統。

An illumination optical system (7) for microlithography is used to guide illumination light (8) from a primary light source (6) to an object field (3). A mirror array (10) of the illumination optical system (7) has a plurality of individual mirrors (11), which can be tilted independently of one another by actuators and are connected to associated tilting actuators (12). A controller (14) is used to activate the actuators (12). A raster module (19) of the illumination optical system (7) has a plurality of raster elements (28, 30) to produce a spatially distributed arrangement of secondary light sources. The raster module (19) is arranged in the region of a plane (20) of the illumination optical system (7), in which an emergent angle (AR_x), at which an illumination light part bundle (15) leaves one of the raster elements (30), is precisely allocated to a location region in the object field (3), on which the illumination light part bundle (15) impinges on the object field (3). The controller (14) is configured in such a way that a specification of a tilting angle for each individual

mirror (11) is allocated to a predetermined desired course of illumination angle intensity distributions, with which object field points distributed over the object field (3) are impinged upon. The raster module (19), depending on the respective actual angle of incidence, produces another intensity course in the object field (3). The result is an illumination optical system, in which an illumination intensity over the object field can be influenced in a targeted manner with respect to the total illumination intensity and/or with respect to the intensity contributions from different illumination directions.

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1 . . . 投射曝光系統
- 2 . . . 光學軸
- 3 . . . 物場
- 4 . . . 光罩平面
- 5 . . . 照明系統
- 6 . . . 主光源
- 7 . . . 照明光學系統
- 8 . . . 照射光
- 9 . . . 光束擴張光學系統
- 10 . . . 微鏡陣列
- 11 . . . 反射鏡
- 12 . . . 傾斜致動器
- 13 . . . 控制線
- 14 . . . 控制器
- 15 . . . 照射光部分光束
- 16 . . . 傅立葉透鏡配置
- 17 . . . 第一照射平面
- 18 . . . 第一光柵配置
- 19 . . . 光柵模組
- 20 . . . 照射平面
- 21 . . . 第二光柵配置
- 22 . . . 電容器
- 23 . . . 場中間平面
- 24 . . . 光罩標示系統

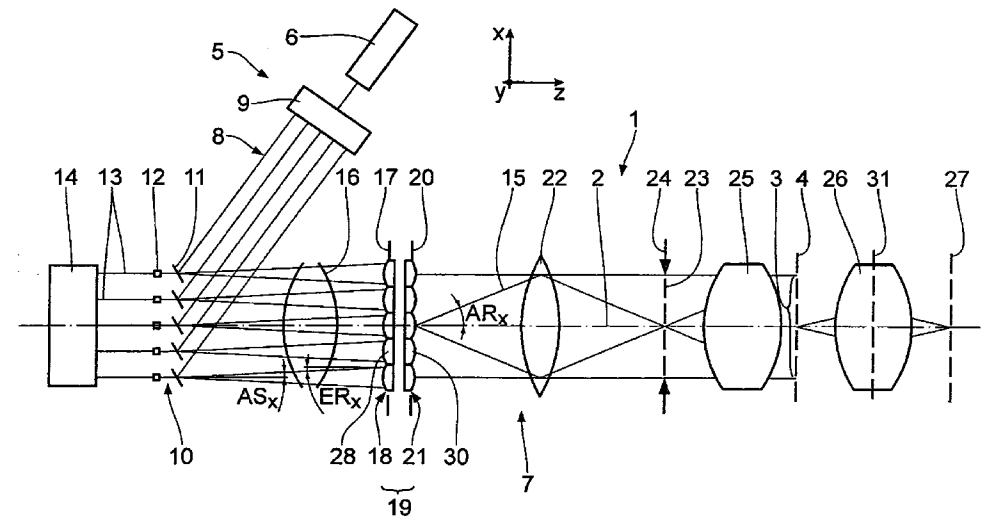


圖1

- 25 . . . 隨行透鏡系統
- 26 . . . 投射透鏡系統
- 27 . . . 影像平面
- 28 . . . 第一光柵元件
- 30 . . . 第二光柵元件
- 31 . . . 瞳平面
- AR_x . . . 出射角
- AS_x . . . 反射角
- ER_x . . . 入射角

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：100120852

※ 申請日：100 年 6 月 15 日

※IPC 分類：G03F 7/20(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於微影之照明光學系統以及具有此類型之照明光學系統的
投射曝光系統

ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM FOR
MICROLITHOGRAPHY AND PROJECTION EXPOSURE
SYSTEM WITH AN ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM OF
THIS TYPE

二、中文發明摘要：

微影之照明光學系統(7)用於將來自主光源(6)之照射光(8)導引到物場(3)。照明光學系統(7)之反射鏡陣列(10)具有複數個個別反射鏡(11)，其可藉由致動器彼此獨立地傾斜並連接到相關的傾斜致動器(12)。控制器(14)用於致動該些致動器(12)。照明光學系統(7)之光柵模組(19)具有複數個光柵元件(28、30)，用於產生二次光源之空間分布配置。光柵模組(19)設置在照明光學系統(7)之平面(20)的區域，其中照射光部分光束(15)離開其中一個光柵元件(30)之出射角(AR_x)是精確地分配到物場(3)之一位置區，在其中照射光部分光束(15)照到物場(3)。控制器(14)組態成將個別反射鏡(11)之傾斜角規格分配到預先決定之所需之一系列的照射角強度分布，藉此照到分布於物場(3)之物場點。依據個別實際入射角，光柵模組(19)在物場(3)產生其他強度系列。結果為得到在總照射強度方面及/或不同照射方向之強度分布方面，可以目標方式影響物場之照射強度的照射光學系統。

三、英文發明摘要：

An illumination optical system (7) for microlithography is used to guide illumination light (8) from a primary light source (6) to an object field (3). A mirror array (10) of the illumination optical system (7) has a plurality of individual mirrors (11), which can be tilted independently of one another by actuators and are connected to associated tilting actuators (12). A controller (14) is used to activate the actuators (12). A raster module (19) of the illumination optical system (7) has a plurality of raster elements (28, 30) to produce a spatially distributed arrangement of secondary light sources. The raster module (19) is arranged in the region of a plane (20) of the illumination optical system (7), in which an emergent angle (AR_x), at which an illumination light part bundle (15) leaves one of the raster elements (30), is precisely allocated to a location region in the object field (3), on which the illumination light part bundle (15) impinges on the object field (3). The controller (14) is configured in such a way that a specification of a tilting angle for each individual mirror (11) is allocated to a predetermined desired course of illumination angle intensity distributions, with which object field points distributed over the object field (3) are impinged upon. The raster module (19), depending on the respective actual angle of incidence, produces another intensity course in the object field (3). The result is an illumination optical system, in which an illumination intensity over the object field can be influenced in a targeted manner with respect to the total illumination intensity and/or with respect to the intensity contributions from different illumination directions.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 1。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- | | |
|------------|------------|
| 1 投射曝光系統 | 2 光學軸 |
| 3 物場 | 4 光罩平面 |
| 5 照明系統 | 6 主光源 |
| 7 照明光學系統 | 8 照射光 |
| 9 光束擴張光學系統 | 10 微鏡陣列 |
| 11 反射鏡 | 12 傾斜致動器 |
| 13 控制線 | 14 控制器 |
| 15 照射光部分光束 | 16 傅立葉透鏡配置 |
| 17 第一照射平面 | 18 第一光柵配置 |
| 19 光柵模組 | 20 照射平面 |
| 21 第二光柵配置 | 22 電容器 |
| 23 場中間平面 | 24 光罩標示系統 |
| 25 隨行透鏡系統 | 26 投射透鏡系統 |
| 27 影像平面 | 28 第一光柵元件 |
| 30 第二光柵元件 | 31 瞳平面 |
| AR_x 出射角 | AS_x 反射角 |
| ER_x 入射角 | |

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無。

六、發明說明：

【相關申請案參照】

德國專利申請案 DE 10 2010 030 089.6 號以及美國臨時專利申請案 US 61/354 772 號的內容結合於此做為參考。

【發明所屬之技術領域】

本發明關於用於微影之照明光學系統(illumination optical system)，用於將來自主光源(primary light source)之照射光導引到物場(object field)。本發明更關於具有此類型之照明光學系統與投射光學系統(projection optical system)的光學系統，用於將物場成像到影像場(image field)。再者，本發明關於具有此類型之光學系統及主光源的微影投射曝光系統(microlithography projection exposure system)、用於微結構或奈米結構組件(microstructured or nanostructured component)之微影製造方法、以及藉由此類型方法所製造之組件。

【先前技術】

開頭所述類型之照明光學系統可由 WO 2007/093433 A1 及 EP 1 262 836 A1 得知。針對高要求的投射任務，希望能以目標方式(targeted manner)影響照射場(illumination field)或物場之照射光性質。

【發明內容】

本發明之目的在於研發開頭所述類型之照明光學系統，使得物場之照射強度(illumination intensity)在總照射強度及/或不同照射方向之強度量(intensity amount)上，可以目標方式或所需方式受到影響。

根據本發明，此目的是藉由具有如申請專利範圍第 1 項所述特徵之照明系統來達成。

本發明運用以下知識：實務上，照射光部分光束(illumination light part bundle)離開光柵模組(raster module)之出射角(emergent angle)通常與照射光部分光束進入光柵模組之入射角(angle of incidence)具有相依性。依據在光柵元件上的個別實際入射角，光柵模組於物場產生來自對應於此光柵元件之照射角(illumination angle)之照射的不同強度系列(different intensity course)。因此，此相依性僅被評估為干擾效應(disruptive effect)。現在，在物場上所需一系列之(a desired course of)照射角強度分布(illumination angle intensity distribution)之設計下，此相依性用於以目標方式來產生額外的自由度，亦即尤其是照明光學系統對於所產生之照射角的場相依光學效應(field-dependent optical effect)。此預先決定之所需系列通常隨著物場位置變化。針對各個別反射鏡(mirror)，依據照明系統之瞳平面(pupil plane)中想要的強度系列，以及依據於此物場上預先決定之所需之此系列的這些照射角強度分布，藉由控制器產生的實際傾斜角(actual tilting angle)之規格(specification)或預先決定之分配(allocation)，來產生照射光部分光束在光柵元件之實際入射角之預先決定之分布以及照射光部分光束在光柵元件之實際入射位置或照到位置(impingement location)之預先決定之分布。控制器可組態成使得，於例如物場之垂直於要照射之物件之位移方向(亦即例如垂直於使用照明光學系統之投射曝光系統之掃描方向)的其中一個邊緣，造成第一照射設定(illumination setting)(即第一照射角特徵(illumination angle characteristic))，以及於物場的相對邊緣，造成不同的第二照射設定。然後，可以利用要高精確性成像且配合個別結構設

計之這些結構之不同設計的場邊緣之間的照射角，來成像設置於物場之要成像物件(尤其指光罩(reticle))。可藉由具有特定局部強度分布(specific local intensity distribution)之反射鏡陣列，利用光柵模組的照射來達到照射設定。於此案例中，然後當可藉由個別反射鏡之相應傾斜來確保個別照射光部分光束對光柵模組之光柵元件的分配改變時，可利用照射光部分光束在光柵模組上之不同入射角分布(亦即個別反射鏡之實際傾斜角的不同的預先決定的分布)，或實際傾斜角對於個別反射鏡的不同分配，產生光柵模組之相同照射強度分布。根據本發明之照明光學系統可運用光柵模組之光柵配置(raster arrangement)之導光光柵元件(light-guiding raster element)的球面像差(aberration of spherical surface)。因此，可利用相應選擇個別反射鏡之實際傾斜角分布，而藉由照射光部分光束在光柵模組之個別所選的入射角分布，在物場產生照射角特徵之所需變化。相較於 WO 2007/093433 A1 所述之照明光學系統，可提供本發明之照明光學系統對於所產生之照射角具有更強的光學效應的場相依性(field dependency)。個別反射鏡之實際傾斜角的所需分布或預先決定分布(其係由控制器分配到預先決定之所需之此系列的這些照射角強度分布)為個別反射鏡之傾斜角分布。因此，此所需分布的結果為針對所有個別反射鏡中哪個個別反射鏡採用哪個傾斜角的資訊。於此案例中，個別反射鏡的群組可具有相同的傾斜角。以照射的相對稱性，此類群組可容置於反射鏡陣列彼此分開設置的子單元(sub-unit)上。

申請專利範圍第 2 項之光柵模組的配置增加了來自光柵模組之照射光部分光束之出射角對照射光部分光束朝向光柵模組之個別入射角的相依性。

申請專利範圍第 3 項之光柵模組之第一光柵配置可具

有彼此部分重疊被成像於物場之光柵元件。第二光柵配置可產生照射光部分光束的出射角分布，其直接關聯物場之位置分布。

照射光部分光束之直徑與申請專利範圍第 4 項之第二光柵配置之光柵元件的總入射面或照到面的尺寸比例，於照到此光柵元件之各種位置之照射光部分光束的不同光束影響的期間，造成相應的大自由度。此類尺寸比例提供照明光學系統對所產生照射角之強烈場相依光學效應。

申請專利範圍第 5 項之組態可設計成維持固定，尤其是指定義物場之場邊緣的出射角。

申請專利範圍第 6 或 7 項之組態容許照射強度與特定照射角之場相依性規格。

於申請專利範圍第 8 項之組態中，預先決定之所需之此系列的這些照射角強度分布延伸到物場的兩個維度。此尤其可用於當同時成像總物場時(即並非掃描方法)。

申請專利範圍第 9 項之調整方法的優點對應於本發明上述照明光學系統所討論的優點。

申請專利範圍第 10 及 11 項之製造方法容許使用配合入射角及照到位置之間以及入射角與出射角之間可能的相依性的個別邊界條件。

申請專利範圍第 12 項之光學系統的優點、申請專利範圍第 13 項之投射曝光系統的優點、申請專利範圍第 14 項之製造方法的優點、以及申請專利範圍第 15 項之組件的優點，對應於本發明上述照明光學系統以及本發明方法所討論的優點。

【實施方式】

圖 1 示意地顯示微影投射曝光系統 1，其係設計成晶圓

掃描機並用於製造半導體組件部件與其他精細結構化組件。投射曝光系統 1 利用尤其是深紫外光範圍(deep ultraviolet range)(DUV 或 VUV)的光作用，而達到幾分之微米的解析度(resolution)。

為了有助於顯示位置關係，於圖中使用笛卡兒 xyz 座標系統。x 方向於圖 1 中為向上。y 方向垂直進入於圖 1 之圖面。z 方向於圖 1 中向右。

投射曝光系統 1 的掃描方向為 y 方向，亦即垂直於圖 1 之圖面。於圖 1 所示的剖面圖中，投射曝光系統 1 之複數個光學組件沿著 z 方向延伸之光學軸(optical axis)2 設置成列。除了圖 1 所示之外，顯然可知光學軸 2 可以有迴旋，尤其是為了要小型化投射曝光系統 1。

投射曝光系統 1 之照明系統整體標示為 5，係用於物件平面(object)或光罩平面(reticle plane)4 中物場或照射場 3 的界定照射(defined illumination)，其中光罩平面 4 設置要轉移的結構(係為光罩形式，並未詳細繪示)。照明系統 5 包含主光源 6 及照明光學系統 7，其具有光學組件將照射光或成像光 8 導引到物場 3。主光源 6 為工作波長為 193 nm 之 ArF 雷射，其照射光束關於光學軸 2 為同軸指向。亦可用其他 UV 光源，例如工作波長為 157nm 之 F₂ 準分子雷射(excimer laser)、工作波長為 248 nm 之 KrF 準分子雷射、以及具有較大或較小工作波長之主光源。

來自光源 6 之照射光 8 的光束以小矩形截面初始照到光束擴張光學系統(beam widening optical system)9，產生具有實質平行光及較大矩形截面之照射光 8 之出射光。光束擴張光學系統 9 可含有降低對於照射光 8 之同調性(coherence)的不期望效應(undesired effects)的元件。然後，被光束擴張光學系統 9 實質平行化的照射光 8 照到微鏡陣列(micro mirror

array)(多鏡陣列(Multi Mirror Array, MMA))10, 以產生照射角分布。微鏡陣列 10 具有大量的矩形個別反射鏡 11, 其設置成 xy 光柵。各個別反射鏡連接相關的傾斜致動器(tilting actuator)12。各傾斜致動器 12 藉由控制線 13 連接到控制器 14, 以致動該些致動器 12。致動器 12 可藉由控制器 14 彼此獨立地致動。各致動器 12 可調整個別反射鏡 11 之預先決定之 x 傾斜角(傾斜於 xz 平面)以及獨立地調整 y 傾斜角(傾斜於 yz 平面), 而可於 xz 平面預先決定被相關個別反射鏡 11 反射的照射光部分光束 15 的反射角 AS_x , 以及可於 yz 平面預先決定反射角 AS_y (未顯示)。

當通過傅立葉透鏡配置(Fourier lens arrangement)或電容器 16(其係定位在其焦距與 MMA 10 的間距)時, 將照射光部分光束 15 之反射角 AS 之 MMA 10 所產生的角分布轉換成垂直於光學軸 2 之二維、位置相依(location-dependent)之照射光強度分布。因此產生的強度分布出現在照明系統 5 之第一照射平面(illumination plane)17。MMA 10 與傅立葉透鏡配置 16 為產生二維照射光強度分布之光分布裝置(light distribution device)。

設置在第一照射平面 17 之區域中的是光柵模組 19 之第一光柵配置 18, 其亦稱為蜂巢電容器(honeycomb capacitor)。光柵模組 19 上之照射光 8 之在 xz 平面之入射角 ER_x (參考圖 1)及在 yz 平面之入射角 ER_y (圖未示)是關聯於來自 MMA 10 及/或個別照射光部分光 15 從 MMA 10(即個別反射鏡 11)射出之位置的照射光部分光束 15 的反射角 AS_x (參考圖 1)、 AS_y (圖未示)。此關聯係藉由傅立葉透鏡配置 16 來預先決定。當使用傅立葉透鏡配置 16(即不是用電容器)時, 照射光部分光束 15 照到第一光柵配置 18 的位置係直接關聯於來自 MMA 10 之照射光部分光束 15 之反射角

AS_x 、 AS_y ，其如同在第一光柵配置 18 反射角為 AS_x 及 AS_y ，當傅立葉透鏡配置 16 大致將角度轉換成位置座標時。使用傅立葉透鏡配置 16 時以及使用電容器 16 時，照射光部分光束 15 在光柵模組 19 上的入射角 ER_x 、 ER_y 係直接關聯於照射部分光束 15 在 MMA 10 上的位置，換言之，是直接關聯於個別照射光部分光束 15 射出的個別反射鏡 11，當使用傅立葉透鏡配置 16 及使用電容器 16 將位置座標轉換成角度時。

光柵模組 19 用於產生二次光源(secondary light source)(即主光源 6 之影像)之空間分布配置，因而產生照射光離開光柵模組 19 之界定的照射角分布。

第二光柵配置 21 設置於另一照射平面 20。照射平面 17 係在第二光柵配置 21 之個別元件之前聚焦平面(front focal plane)或附近。這兩個光柵配置 18、21 為照明光學系統 7 之蜂巢電容器。另一照射平面 20 為照明系統 5 之瞳平面或鄰近照明系統 5 之瞳平面。因此，光柵模組 19 亦稱為界定場元件(field-defining element, FDE)。

照射光部分光束 15 離開第二光柵配置 21 之於 xz 平面之出射角 AR_x (參考圖 1)及於 yz 平面之出射角 AR_y (圖未示)，精確地分配到物場 3 中之位置區域，在其中個別照射光部分光束 15 照到物場 3。

光柵模組 19 之下游設置另一電容器 22，其亦稱為場透鏡(field lens)。電容器 22 與第二光柵配置 21 將第一照射平面 17 成像於照明系統 5 之場中間平面(field intermediate plan)23 中。光罩標示系統(reticle marking system, REMA)24 可設置於場中間平面 23，REMA 24 係用做為可調式遮蔽罩(adjustable shading mask)以產生照射光強度分布之清晰邊緣。隨後之透鏡系統 25 將場中間平面 23 成像於光罩，即位

於光罩平面 4 之微影主件。利用投射透鏡系統(projection lens syste)²⁶，將光罩平面 4 成像於晶圓(未顯示於圖 1)或晶圓上之影像平面(image plane)²⁷，其間歇地或連續地在掃描方向(y)位移。

第一光柵配置 18 具有個別第一光柵元件 28，係以行及列方式設置於 xy 平面。第一光柵元件 28 具有 x/y 外觀比(aspect ratio)例如 1/1 之矩形孔徑(rectangular aperture)。再者，第一光柵元件 28 可有較大的 x/y 外觀比，例如 2/1。

圖 1 之經向截面(meridional section)係沿著一光柵行(raster column)。第一光柵元件 28 組態成具有例如正折射能力(positive refractive power)之微透鏡(microlens)。第一光柵元件 28 設置成直接彼此相鄰在對應其矩形形狀之光柵中，即實質填滿此區域。第一光柵元件 28 亦稱為場蜂巢(field honeycomb)。

光柵模組 19 之光柵架構及功能基本上相應於 WO2007/093433 A1 中所述者。

圖 2 顯示從 MMA 10 到光柵模組 19 之第二光柵配置 21 的一系列的兩個照射光部分光束 15_1 及 15_2 。顯示出照射光部分光束 15 之中央反射角、入射角、以及出射角。圖 2 例示兩個照射光部分光束 15 從 MMA 10 反射之反射角 AS_x 、兩個照射光部分光束 15 其中之一於第二光柵配置 21 上之入射角 ER_x (另一照射光部分光束之相應中央入射角為零)、以及照射光部分光束 15 自光柵模組 19 射出之出射角 AR_x 。

於圖 2 之簡化方式並未顯示傅立葉透鏡配置 16 之折射效應。事實上，出現此類的折射效應，使得照射光部分光束 15 從 MMA 10 反射之反射角 AS_x 與照射光部分光束 15 於第一光柵配置 18 上之個別入射角 ER_x 不一致。利用傅立葉透鏡配置 16 之折射效應，個別照射光部分光束 15 自 MMA 10

反射之反射角 AS_x 及個別照射光部分光束 15 自 MMA 10 射出之位置是關聯於相同照射光部分光束 15 於第一光柵配置 18 之入射角 ER_x 。

對應於先前圖式已說明的組件具有相同的參考符號且不再詳細說明。

將顯示於圖 2 上部之照射光部分光束 15_1 從圖 2 上方所示之 MMA 10 之個別反射鏡 11_1 ，經由傅立葉透鏡配置或電容器 16，以反射角 AS_{x1} 導引到光柵模組 19 之第一光柵配置 18 之第一光柵元件 28(如上面算來第二個所示)。不考慮傅立葉透鏡配置 16 之折射效應，照射光部分光束 15_1 以僅與圖 2 所示的反射角 AS_{x1} 相同的入射角照到第一光柵配置 18。通過第一光柵配置 18 後，照射光部分光束 15_1 照到第二光柵配置 21 之第二光柵元件 30 之第一位置區 29。此第一位置區 29 對應於照到第二光柵元件 30 之照射光部分光束 15_1 之直徑，且預先決定照射光在第二光柵元件 30 上的第一照到位置。

經由，一方面，第一光柵配置 18 以及，另一方面，第二光柵配置 21 之照射光部分光束 15_1 之光路徑而彼此分配的兩個光柵元件 28、30 預先決定了一照射光通道 (illumination light channel)。

實際光柵模組 19 具有的通道數目比圖式所示的實質上要多很多，例如幾百個或甚至是幾萬個此類型通道。各分配到通道之第二光柵配置 21 之第二光柵元件 30 設置於第一光柵配置 18 之第一光柵元件 28 之光路徑後。第二光柵元件 30 亦組態成微透鏡，特別是具有正折射能力的微透鏡。第二光柵元件 30 亦稱為瞳蜂巢 (pupil honeycomb)，其設置於第二照射平面 20，即照明光學系統 7 之瞳平面。第二照射平面 20 與投射透鏡系統 26 之瞳平面 31 共軛。第二光柵元件

30 與場透鏡 22 一起將設置在第一照射平面 17 之第一光柵元件 28(即場蜂巢)成像於場中間平面 23。因此，第一光柵元件 28 的影像疊加於場中間平面 23。

圖 1 示意地顯示光柵元件 28、30 為平凸透鏡(plano-convex lens)。於圖中之其他圖式，光柵元件 28、30 亦示意地顯示為雙凸透鏡(biconvex lens)。

圖 2 所示之第二照射光部分光束 15_2 從 MMA 10 之個別反射鏡 11_2 (底下算來第二個)導引到與圖 2 所示之第一照射光部分光束 15_1 相同的第一光柵元件 28。圖 2 中不考慮傅立葉透鏡配置 16 之折射效應時，照射光部分光束 15_2 從個別反射鏡 11_2 反射之反射角 AS_{x2} 具有與圖 2 之照射光部分光束 15_1 之反射角 AS_{x1} 相反的符號。

考慮傅立葉透鏡配置 16 之折射效應時，若這些照射光部分光束照到第一光柵配置 18 的相同光柵元件 28，則照射光部分光束 15_2 從個別反射鏡 11_2 反射之反射角 AS_{x2} 大約與照射光部分光束 15_1 之反射角 AS_{x1} 相同。因為照射光部分光束 15_1 、 15_2 是從 MMA 10 的不同位置射出，即從不同個別反射鏡 11 射出，而照到傅立葉透鏡配置 16 的不同位置，因此在照射光部分光束 15_1 、 15_2 在第一光柵配置 18 上的兩個入射角間產生差異。各種照射光部分光束 15_1 、 15_2 之相同入射角轉換成傅立葉透鏡配置 16 之不同出射角的狀況並未顯示於圖 2，如已所述者。

通過第一光柵元件 28 後，第二照射光部分光束 15_2 照到與第一照射光部分光束 15_1 相同的第二光柵元件 30 的第二位置區 29'。第二位置區 29' 指出第二照射光部分光束 15_2 照到此第二光柵元件 30 之位置。兩個照射光部分光束 15_1 、 15_2 照到第二光柵元件 30 的這兩個位置區 29 及 29' 於所示實施例中在空間上是彼此分開的。亦可有選替的實施例，其中

兩個照射光部分光束 15_1 、 15_2 照到第二光柵元件 30 的這兩個位置區 29 及 29' 是彼此部分重疊的。

圖 2 顯示第二光柵配置 21 及第二光柵元件 30 的兩個選替可能效應：於圖 2 之連續線所示之第一光束導引中，從第二光柵元件 30 射出的兩個照射光束 15_1 、 15_2 有相同的出射角 AR_{x1} 、 AR_{x2} 。於此案例中，出射角 AR_x 與個別照射光部分光束照到第二光柵元件 28 之照到位置 29 或 29' 無關。於第二光柵配置 21 之選替光學效應中(圖 2 之虛點線所示)，照射光部分光束 15_2 之出射角 AR_{x2} 小於照射光部分光束 15_1 之出射角 AR_{x1} 。因此於此例中，出射角 AR_x 與第二光柵元件 30 上的照到位置 29 有關。因此，出射角 AR_x 亦可相依於個別照射光部分光束 15 照到第二光柵配置 21 之第二光柵元件 30 上之入射角 ER_x 。照射光部分光束 15_2 之入射角 ER_x 例示於圖 2。在個別照射光部分光束 15 於第一光柵配置 18 之第一光柵元件 28 上的入射角 ER_x 與出射角 AR_x 間有相應的相依性。第二光柵元件 30 通常組態成使得出射角 AR_x 相依於入射角以及第二光柵元件 30 上之照到位置 29 的組合。

照到區及照到位置 29(或圖 2 之 29') 於下亦稱為 AO。

第二光柵配置 21 之第二光柵元件 30 之入射面 33 及/或出射面 34 的表面設計可設計成，針對特定出射角 AR_x ，此出射角對於照射光部分光束 15 在第二光柵元件 30 上之照到位置與照射光部分光束 15 在此第二光柵元件 30 上之入射角 ER_x 的特定組合而言是相同的，而對其他出射角而言， AR_x 則是相依於照到位置及/或入射角 ER_x 。一方面此可用於清晰界定物場 3 之場邊緣，另一方面則預先決定物場 3 上之特定照射方向的強度分布，於下說明。

光柵元件 30 之入射面 33 及/或出射面 34 在設計上可為球面形、非球面形、以及尤其是圓錐形。

控制器 14 組態成使得 MMA 10 之個別反射鏡 11 之實際傾斜角之預先決定之分布以及因此照射光部分光束 15 在第一光柵元件 28 之實際入射角 ER_x 、 ER_y 之預先決定之分布是分配到預先決定之所需之此系列的這些照射角強度分布，藉此照到物場 3 上的物場點(object field point)。

以下藉由圖 3 及圖 4 更詳細地說明。顯示 MMA 10 具有相對於 x 軸以不同的非零度的角度彼此接連設置之個別反射鏡 11。在其他方面，圖 3 及圖 4 之 MMA 10 則對應於圖 1 之 MMA 10。對應於上述參考圖式已說明之組件具有相同的參考符號，且不再詳述。

MMA 10 與光柵模組 19 之間的傅立葉透鏡配置或電容器 16 於圖 3 及圖 4 中省去。根據以上圖 2 所述，在圖 3 或圖 4 中並未顯示傅立葉透鏡配置 16 的折射效應。以上圖 2 所述者適用於此折射效應。因此實際上，照射光部分光束 15 自 MMA 10 反射之反射角與照射光部分光束 15 在光柵模組 19 之入射角並非一致。

於第二照射平面 20 中，針對光柵模組 19 之選替照射(顯示於圖 3 及圖 4)產生四極強度分布(quadrupole intensity distribution)。換言之，因此於瞳平面 31 照射了四個瞳或強度光點(intensity spot) I_1 至 I_4 (顯示於圖 5)，並從最上方之強度光點 I_1 開始以逆時鐘方向相繼標號。

圖 3 顯示個別反射鏡之實際傾斜角之第一分布，其造成照射光部分光束 15 在光柵模組 19 之第一光柵配置 18 之第一光柵元件 28 上之實際入射角 ER_x 的相應分布。

圖 3 之實際傾斜角分布造成照射光部分光束 15 在光柵模組 19 之第一光柵元件 28 上的最小入射角 ER_x 、 ER_y ，結果造成在物場 3 的任何地方(即與場無關)，對應強度光點 I_1 至 I_4 的四個照射方向表示有相同的照射光強度。

圖 4 顯示 MMA 10 之個別反射鏡 11 之實際傾斜角分布的變化例，其亦造成具有圖 5 之四個強度光點(極) I_1 至 I_4 的四極照射設定(quadrupole illumination setting)，但是其中照射光部分光束 15 在光柵模組 19 之第一光柵元件 28 上有不同的實際入射角分布 ER_x 、 ER_y 。相較於圖 3，圖 4 之實際傾斜角分布造成實質較大的入射角 ER_x 、 ER_y 。於圖 3 及圖 4 之照射中被照射光部分光束 15 照到的光柵元件 28 組態成，使得根據圖 4 之實際入射角分布，入射角的增加可導致照射角強度 $I(x)$ 從物場 3 上四個強度光點 I_1 至 I_4 的方向傾斜。傾斜所基於的效應是說明於 WO 2007/093433 A1，其中傾斜是利用光柵模組之額外照射角變化裝置(additional illumination angle variation device)來產生，亦即不是利用 MMA。針對四極照射設定之四個照射方向 I_1 至 I_4 ，於圖 5 顯示基於圖 4 實際入射角分布而造成的實際的一系列的照射角強度分布(藉此物場上之物場點被照到)。僅於圖 4 顯示造成圖 5 之場相依性的部分照射光部分光束 15。圖 5 上部顯示的 $I(x)$ 圖顯示出來自 I_1 極方向之強度在場座標 x 上的相依性。調整傾斜度使得強度自左場邊緣($x = 0$)線性地降到右場邊緣($x = x_0$)。

來自極 I_2 之方向之照射強度的相應場相依性顯示於圖 5 左邊。 I_2 強度從左邊緣到右場邊緣線性地增加。

I_3 極之 $I(x)$ 相依性顯示於圖 5 下部。從 I_3 極方向之強度 $I_3(x)$ 與場座標(x)無關。

來自 I_4 極方向之照射強度之 I_x 相依性顯示於圖 5 右邊。來自 I_4 極方向之照射強度 $I_4(x)$ 從左場邊緣到右場邊緣以小於相依性 $I_2(x)$ 斜率之斜率上升。

根據第一光柵元件 28 與第二光柵元件 30 的折射效應設計，可預先決定這些照射角強度分布之其他所需系列的大帶

寬(bandwidth)，藉此照到物場上的物場點。然後，針對預先決定之所需的此系列，於調整照明光學系統 7 以準備操作投射曝光系統 1 之期間，首先判定照射光部分光束 15 在光柵模組 19 之光柵元件 28 上所需的入射角 ER_x 、 ER_y 之分布。然後將個別反射鏡 11 所需之傾斜角的分布分配到所判定之所需之入射角的分布。因此，針對各個別反射鏡 11，預先決定所需傾斜角。最後，致動個別反射鏡 11 的傾斜致動器 12，使得個別反射鏡 11 的實際傾斜角與相關所需傾斜角相同。

可藉由光柵模組 19 關於照明光學系統 7 之至少一瞳平面的兩個光柵配置 18、21 的位置關係，來影響照到物場 3 上之物場點之所需的這些照射角強度分布的系列 $I(x)$ 與照射光部分光束 15 在第一光柵元件 28 之實際入射角 ER_x 、 ER_y 之分布或在第二光柵元件 30 之 ER_x 、 ER_y 的相依程度。舉例而言，根據第二照射平面 20 是否與照明光學系統 7 之瞳平面一致，或第二射平面 20 與照明光學系統 7 之瞳平面間是否有界定的間距(defined spacing)，可造成所需之此系列的這些照射角強度分布與實際入射角 ER_x 之較弱或較強的相依性。

根據 MMA 10 之個別反射鏡 11 之實際傾斜角分布的規格，可造成照射光部分光束 15 在光柵模組 19 之預先決定的強度分布以及在瞳平面 31 之相應之預先決定的強度分布。關於以上圖 3 至圖 5 所述之四極強度分布的其他補充範例為雙極強度分布，其中於瞳平面 31 照射兩個瞳或強度光點，其位置可對應於圖 5 之強度光點 I_1 及 I_3 的位置。

利用圖 6 至圖 8 於下詳細說明藉由光柵模組 19 之光柵配置 18、21 之光柵元件 28、30(係分配到光通道)而導引照射光部分光束 15 的比例。於圖 6 至圖 8 中顯示光柵元件 28、

30 為平凸透鏡。光柵元件 28、30 亦可為雙凸透鏡。

對應上述圖式說明之組件具有相同的參考符號，且不再詳述。

於圖 6 之導引照射光部分光束 15 的期間，照射光部分光束 15 照到第二光柵元件 30 之入射角為 $ER_x = 0$ 。於所示之 xz 平面中，聚焦於光柵元件 28 及 30 之間的照射光部分光束 15 的路徑為 z 軸對稱的。位置區 29(即照射光部分光束 15 之直徑)小於第二光柵元件 30 之總入射面 33 的一半 35。位置區 29 與總入射面 33 之間亦可有其他的面積大小比例。

圖 7 顯示照射光部分光束 15 以入射角 ER_x 導引到第二光柵元件 30 之變化例，大小等級為 15° 。於圖 7 之光束導引中，照射光部分光束 15 之照到位置 29 完全位於 z 軸(即光柵元件 28、30 之對稱軸)上方之半平面。

圖 8 顯示照射光部分光束 15 以入射角 ER_x 導引到第二光柵元件 30 之變化例，相較於圖 7 的狀況係具有相反的符號但大約相同的絕對尺寸。於圖 8 之光束導引中，照射光部分光束 15 在第二光柵元件 30 之入射面 33 的照到位置 29 完全位於 z 軸下方的半平面。

比較圖 7 及圖 8 之光束導引，照到第二光柵元件 30 之照到位置 29(即照射光部分光束 15 的直徑)完全彼此分開。因此，可藉由第二光柵元件 30 之入射面 33 的適當設計，來影響照射光部分光束 15 從第二光柵元件 30 射出之出射角 AR_x 與圖 6 至圖 8 所示之入射角 ER_x 的相依特性。

圖 9 示意地顯示從光柵模組 19 射出之出射角 AR_x 與個別第二光柵元件 30 之入射角 ER_x 的相依性，以及與個別照射光部分光束 15 在第二光柵元件 30 的照射位置 AO 的相依性。於各案例中，通過第一光柵元件 28 之個別邊緣的照射光部分光束 15 於圖 9 中形成直線。第一光柵元件 28 之邊緣

成像於物場 3 之場邊緣。因此於圖 9 中產生兩個出射角 AR_{xr1} 及 AR_{xr2} 之等值線(isoline)，其中兩個出射角 AR_{xr1} 及 AR_{xr2} 定義物場 3 之兩相反 x 場邊緣。於各案例，針對給定的參數對(ER_x ; AO)產生場邊緣出射角 AR_{xr1} ，以及針對參數對(ER_x ; AO)之另一線性系列產生另一個場邊緣出射角 AR_{xr2} 。參數對之系列亦稱為場邊緣出射角 AR_{xr1} 、 AR_{xr2} 之等值線 36、37。

若符合根據圖 9 之等值線 36、37 之參數對條件，則總是造成相同的出射角 $AR_{xr\frac{1}{2}}$ ，所以在物場 3 在 x 方向的場邊緣(即 x 方向的左場邊緣及物場 3 在 x 方向之右場邊緣)保持清晰的界定。實際上，參數對的相依性不一定要是線性的(如圖 9 所示)，而可以是具有不同的系列。圖 9 所示之線性系列可於場邊緣造成物場之均質照射(homogenous illumination)。

圖 10 顯示對應圖 9 的視圖，除了兩個場邊緣出射角之等值線 36、37，亦顯示定義在 x 方向上之物場中心之第三出射角 AR_{xm} 的第三條等值線 38。等值線 38 在兩條等值線 36、37 之間等距地延伸，造成照射光 8 均質地照射物場 3。

圖 11 顯示定義於 x 方向上之物場中心之出射角 AR_{xm} 之等值線 38 之路徑的變化例。於圖 11 之照到位置 AO 之左邊緣，等值線 37 及 38 的入射角 ER_x 彼此靠近。此意味著已找出造成物場中心之入射角 AR_{xm} 的入射角 ER_{xm} ，關於在靠近入射角 ER_x 之個別第二光柵元件 30 上之照到位置，其例如在物場 3 於 x 方向上之左邊緣造成出射角 AR_{xr2} 。假設在第二光柵元件 30 上有均勻分布的入射角 ER_x ，因此物場 3 之此「左」半邊是以比物場右半邊還小的強度來照射。於圖 11 之照到位置 AO 之右邊緣(其中兩條等值線 36 及 38 彼此接近)的情況則相反。若使用此照到位置 AO 之區域，則以

較弱的強度照射另一半的物場。

圖 12 舉例顯示定義物場中心之出射角 AR_{xm} 之等值線 38 的另一可能路徑。於中央照到位置 AO 之區域及入射角 ER_x ，等值線 38 從鄰近等值線 37 的路徑改變為鄰近等值線 36 的路徑。因此，根據照到位置個別用到的區域，會使得較強照射左半物場到較強照射右半物場之間的過渡變化更急遽。圖 12 之狀況約為極限案例，即在光柵元件 30 之一半入光面 33 上的面區 29 照射一半的物場或照射場 3，而在光柵元件 30 之另一半入射面 33 之相對面區 29(參考圖 6 與圖 7)則照射另一半的物場或照射場 3。

圖 13 顯示其中一個第二光柵元件 30 之入射面 33 的結構範例，以達到上述的極限案例。圓錐物 (conical contribution) 40 疊加於入射面 33 的球面形基本路徑 39(spherical basic course)，或者，視與光學軸之間距而定的非球面形者，該基本路徑於圖 13 以虛線表示，所以入射面 33 以屋頂邊緣 (roof edge) 的方式於中央凸起。凸起位置於圖 13 表示為 K。凸起 K 可絕對地選擇使得因為光柵元件 30 具有凸起 K，所以入射的照射光部分光束 15 在 x 方向偏斜物場 3 之寬度的一半，如以下圖 14 至圖 16 之說明。

利用圖 14 至圖 16 顯示具有第二光柵元件 30 之第二光柵配置 21 之光柵模組 19 的效應，其中入射面 33 係根據圖 13 之設計所形成的。圖 14 至圖 16 顯示光柵元件 28、30 為雙凸透鏡。MMA 10 顯示分成彼此分開的兩個部分。各部分可具有複數個可彼此獨立地傾斜的個別反射鏡 11。亦可將 MMA 10 次分成較多的部分，各部分具有複數個個別反射鏡 11。

對應於先前圖式已說明的組件具有相同的參考符號且不再詳細說明。

圖 14 顯示從具有第一入射角 ER_{xI} 之入射方向於 xz 平面照射光柵模組 19。於圖 14 中，顯示 MMA 10 於光柵模組 19 上方，照射從左上方傾斜地發生。因為圖 13 被照射之第二光柵元件 30 之入射面的圓錐形設計，所以被光柵模組 19 導引的照射光部分光束 15 於物場位移到正 x 值，顯示於圖 14 下方的 $I(x)$ 圖。於圖 14 之照射中，因此僅右半邊物場看到從瞳光點之方向而來的光，此瞳光點對應於被照射之光柵元件 28、30。

圖 15 顯示相同第二光柵元件 30 但是入射角 ER_{xII} 為具有相反符號之照射，即於圖 15 之配置中是從右上方傾斜。因此導引的照射光部分光束 15 於物場 3 之位移結果為負 x 方向，如圖 15 下方的 $I(x)$ 圖所示。於圖 15 之照射中，因此僅左半邊物場看到從瞳光點之方向而來的光，此瞳光點對應於被照射之光柵元件 28、30。

圖 16 顯示圖 14 及圖 15 之照射組合。整個物場現在從被照射之光柵元件 28、30 之方向(即從相關瞳光點之方向)而被照射。圖 16 沒有顯示額外 $I(x)$ 圖。 $I(x)$ 圖可由圖 14 及圖 15 之兩個 $I(x)$ 圖疊加而產生。

為了產生具有第二光柵元件 30 之第二光柵配置 21 之光柵模組 19，以指明對應於上述圖 9 至圖 12 所說明者的出射角相依性，根據照射光部分光束 15 在這些光柵元件 30 之照到位置 AO 及根據於照射光部分光束 15 在這些光柵元件 30 之入射角 ER_x ，可預先決定所導致之來自第二光柵元件 30 之照射光部分光束 15 之一系列固定出射角 AR_x 的所需相依性 $AR(ER, AO)$ 。因此，第二光柵元件 30 之入射面 33 及選擇性的出射面 34 可架構成，於光柵模組之預先決定之照射下，產生此出射角系列(emergent angle course)之實際相依性，其對應於預先決定之所需相依性。

於光柵模組 19 之選替製造方法中，依據照射光部分光束 15 在第二光柵配置 21 之這些第二光柵元件 30 之照射位置 AO，以及依據照射光部分光束 15 在這些光柵元件 30 之入射角 ER_x ，來判定所導致之來自第二光柵元件 30 之照射光部分光束 15 之一系列固定出射角 AR_x 的所需相依性 $AR(ER, AO)$ 的類別，其可藉由第二光柵元件 30 之入射面 33 及/或出射面 34 的典型面設計來達到。這些所需相依性 $AR(ER, AO)$ 的類別可具有入射角 ER_x 及造成相同出射角 AR_x 之照到位置 AO 之參數對的等值線路徑，如圖 9 至圖 12 所述。然後，預先決定於已判定的其中一個類別得到的所需相依性 $AR(ER, AO)$ ，且第二光柵配置 21 之光柵元件 30 之入射面 33 及/或出射面 34 架構成，利用光柵模組 19 之預先決定之照射，產生此路徑的實際相依性，其係在預先決定之容限極限(tolerance limit)內對應於預先決定之所需的相依性。

光柵模組 19 對照射光部分光束 15 的效應於上主要說明在 xz 平面。相應的效應及相依性亦可於 yz 平面產生。此可用於定義物場 3 之 y 場邊緣以及亦可用於預先決定來自照射角的強度分布，其被物場 3 上於 y 方向之照射設定預先決定。具體而言，此可用於投射曝光系統 1 組態成步進機 (stepper) 的案例，其中同時照射及成像整個物場 3，亦即不是用掃描方法。

於所述實施例中，光柵元件 28、30 為屈光的(dioptric)，即為折射式光柵元件。原則上，光柵元件 28、30 亦可設計成反射的，即為反射式光柵元件。

圖 2 中以簡化方式並未顯示傅立葉透鏡配置 16 的折射效應已於上說明。圖 17 顯示對應圖 2 的配置，其中顯示傅立葉透鏡配置 16 的折射效應。對應於上述圖式(尤其是圖 2)

中已說明的組件具有相同的參考符號且不再詳細說明。

接著顯示來自微鏡陣列 10 之個別反射鏡 11_1 及 11_2 之此系列的兩個照射光部分光束 15_1 及 15_2 。兩個部分光束 15_1 、 15_2 具有從個別反射鏡 11_1 及 11_2 反射之反射角 AS_{x1} 及 AS_{x2} 。傅立葉透鏡配置 16 的折射效應造成反射角 AS_{x1} 及 AS_{x2} 轉變成在傅立葉透鏡配置 16 之後的反射角 AS'_{x1} 及 AS'_{x2} 。亦顯示兩個照射光部分光束 15_1 、 15_2 在第二光柵配置 21 之相同光柵元件 30 之入射面 33 之入射角 ER_{x1} 及 ER_{x2} 。於圖 17 中，此為上面算來第三個光柵元件 30。圖 17 顯示在傅立葉透鏡配置 16 上相同入射角之狀況，亦即角度 AS_{x1} 及 AS_{x2} 轉換成不同的反射角 AS'_{x1} 及 AS'_{x2} 。

圖 17 接著顯示兩個部分光束 15_1 、 15_2 作用之光柵元件 30 及第二光柵配置 21 的兩個選替可能效應。於圖 17 之連續線所示的第一光束導引中，兩個照射光部分光束 15_1 、 15_2 離開第二光柵配置 21 之光柵元件 30 造成相同的出射角 AR_{x1} 、 AR_{x2} 。於此例中，部分光束 15_1 、 15_2 之主光束沿著 z 軸行進時，出射角 AR_{x1} 及 AR_{x2} 各為零。圖 17 之點虛線顯示第二光柵配置 21 之選替光學效應，其中照射光部分光束 15_1 (即於負 x 方向之路徑成分) 的出射角 AR_{x1} 小於零，而部分光束 15_2 於正 x 方向之路徑成分之出射角 AR_{x2} 為大於零。

圖 18 至 20 顯示光柵模組 19 於第二照射平面 20 之選替照射，其中各造成照到相同的光柵元件 30，但是具有不同的入射角 ER_x 的分布。圖 18 至 20 將傅立葉透鏡配置的折射效應納入考量。因為部分光束 15 在兩個光柵配置 18 及 21 之光柵元件 28 及 30 上的入射角不同，所以可產生物場 3 之照射有不同的場相依效應，如上所述。

針對利用投射曝光系統 1 進行之微結構或奈米結構化組件之微影製造，首先提供在晶圓平面(wafer plane)27 中之

基板或晶圓。晶圓上塗有至少一層感光材料。再者，提供具有要成像結構之光罩於光罩平面 4。然後利用投射曝光系統 1，將設置在物場 3 之部分光罩投射到設置在影像場之該層區域。

【圖式簡單說明】

本發明實施例藉由圖式更詳細的說明，其中：

圖 1 示意地顯示通過在微影投射曝光系統內之根據本發明之照明系統的經向截面圖，其具有照明光學系統，其具有由控制器致動之傾斜致動器之反射鏡陣列、以及具有兩階段光柵配置之光柵模組；

圖 2 顯示根據圖 1 之照明光學系統之細部，其在反射鏡陣列及光柵模組間具有照射光部分光束之導引的變化；

圖 3 及圖 4 顯示以照射光部分光束照射光柵模組之兩個變化例，其中照射光部分光束受反射鏡陣列之個別反射鏡偏向並在光柵模組之照射平面造成相同的照射光強度分布，此照射平面可與照明光學系統之瞳平面相同；

圖 5 各示意地顯示來自 4 個極佳照射方向之照射光強度之場相依性，由瞳平面中之強度光點所示；

圖 6 以放大方式顯示光柵模組之第一光柵配置之光柵元件以及光柵模組之第二光柵配置之相關光柵元件，以及以照射光部分光束在第一光柵元件之第一入射角，由這兩個光柵元件導引的照射光部分光束之光束路徑；

圖 7 及圖 8 類似於圖 6 顯示這兩個光柵元件以及在照射光部分光束於第一光柵元件之其他入射角之照射光部分光束；

圖 9 顯示參數對(照射光部分光束在第二光柵元件之入射角、照射光部分光束在第二光柵元件之照到位置)之等值

線，其造成相同的出射角，出射角係定義來自第二光柵元件之照射光部分光束的場邊緣；

圖 10 顯示類似於圖 9 之圖式，其額外顯示針對定義場中心之第三出射角之參數對(入射角、照到位置)的等值線；

圖 11 及圖 12 顯示類似於圖 10 之圖式，其顯示定義場中心之出射角之參數對之等值線的不同路徑；

圖 13 顯示光柵模組之第二光柵配置之光柵元件之入射面的彎曲路徑範例；

圖 14 至圖 16 顯示於照明光學系統之物件平面中強度分布與照射光部分光束對光柵模組之給定照射的相依性，光柵模組具有第二光柵配置，其具有根據圖 13 形成之入射面的光柵元件；

圖 17 顯示類似於圖 2 之圖式，顯示圖 1 之照明光學系統之細節，於此細節中顯示傅立葉透鏡配置之折射效應；以及

圖 18 至圖 20 於類似於圖 3 及圖 4 之圖式中，顯示利用反射鏡陣列之個別反射鏡所偏向之照射光部分光束照射光柵模組的三種變化例，於各例中在光柵模組之照射平面(其可與照明光學系統之瞳平面一致)造成相同的照射光強度分布，接著顯示傅立葉透鏡配置之折射效應。

【主要元件符號說明】

- 1 投射曝光系統
- 2 光學軸
- 3 物場
- 4 光罩平面
- 5 照明系統
- 6 主光源

- 7 照明光學系統
- 8 照射光
- 9 光束擴張光學系統
- 10 微鏡陣列
- 11、11₁、11₂ 反射鏡
- 12 傾斜致動器
- 13 控制線
- 14 控制器
- 15、15₁、15₂ 照射光部分光束
- 16 傅立葉透鏡配置
- 17 第一照射平面
- 18 第一光柵配置
- 19 光柵模組
- 20 照射平面
- 21 第二光柵配置
- 22 電容器
- 23 場中間平面
- 24 光罩標示系統
- 25 隨行透鏡系統
- 26 投射透鏡系統
- 27 影像平面
- 28 第一光柵元件
- 29 第一位置區
- 29' 第二位置區
- 30 第二光柵元件
- 31 瞳平面
- 33 入射面
- 34 出射面

35 總入射面的一半

36、37、38 等值線

39 球面形基本路徑

40 圓錐物

AR_{x1} 、 AR_{x2} 、 $AR_{x2'}$ 出射角

AR_{xr1} 、 AR_{xr2} 出射角

AR_{xm} 出射角

AS_x 、 AS_{x1} 、 AS_{x2} 、 AS'_{x1} 、 AS'_{x2} 反射角

ER_x 、 ER_{xI} 、 ER_{xII} 入射角

K 凸起位置

七、申請專利範圍：

1. 一種用於微影之照明光學系統，用於將來自一主光源之照射光導引到一物場，包含：

一反射鏡陣列，具有複數個個別反射鏡，可藉由複數個致動器彼此獨立地傾斜並連接到相關的該些傾斜致動器；

一控制器，用於致動該些致動器；

一光柵模組，具有複數個光柵元件，用於產生二次光源之空間分布配置，

其中該光柵模組設置在該照明光學系統之一平面區域，其中一照射光部分光束離開該些光柵元件其中之一的一出射角精確地分配到該物場之一位置區，在其中該照射光部分光束照到該物場，

其中該控制器組態成使得將各該個別反射鏡之一傾斜角之規格分配到預先決定之場相依所需之一系列的複數個照射角強度分布，藉此照到分布於該物場之複數個物場點；

其中該光柵模組具有兩個光柵配置，係在該照射光之光束路徑上彼此前後設置，各具有複數個光柵元件；

其中該些兩個光柵配置的配置及組態為使得照射該第二光柵配置之該些光柵元件之一的該照射光部分光束的直徑，係小於該第二光柵配置之該光柵元件之一總入射面或照射面的一半。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之照明光學系統，其中該光柵模組設置在該照明光學系統之一平面，該平面係鄰近於一瞳平面或與該瞳平面共軛之一平面，並且與其分開。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之照明光學系統，其中

至少針對該些照射光部分光束之複數個特定出射角，該些兩個光柵配置組態成使得依據該第二光柵配置之該些光柵元件上之該照到位置，至少對於該照射光部分光束在該第二光柵配置之該些光柵元件上各分配到個別照到位置之複數個入射角而言，自該光柵元件射出之該些照射光部分光束有相同出射角。

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之照明光學系統，其中至少對於該照射光部分光束之複數個特定出射角而言，該些兩個光柵配置組態成使得該些照射光部分光束在該第二光柵配置之該些光柵元件之入射角的小改變，會造成自該些光柵元件射出之該些照射光部分光束之出射角有大改變。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之照明光學系統，其中該些照射光部分光束在該些光柵元件上之入射角變化與自該些光柵元件射出之該些照射光部分光束之出射角變化的相依性是依據照到位置而改變。

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述之照明光學系統，其中該光柵模組及該控制器組態成，使得該些個別反射鏡之複數個實際傾斜角之預先決定之分布以及因此該些照射光部分光束在該些光柵元件之複數個實際入射角之預先決定之分布是分配到預先決定之所需之一系列的複數個照射光角強度分布，藉此照到分布於該物場之複數個物場點，且此分配出現於該物場之彼此垂直的兩個維度。

7. 一種調整如申請專利範圍第 1 至 6 項任一項所述之照明光學系統之方法，包含以下步驟：

預先決定場相依所需之一系列的複數個照射角強度分布，藉此要照到分布於該物場之複數個物場點；

判定該些照射光部分光束在該些光柵元件之所需入射角分布，其係分配到預先決定之場相依所需之該系列的該些照射角強度分布；

根據經判定的該所需入射角分布，分配所需傾斜角分布到該些個別反射鏡；

致動該些傾斜致動器，使得該些個別反射鏡之該些實際傾斜角與該些所需傾斜角一致。

8. 一種製造用於如申請專利範圍第 1 至 6 項任一項所述之照明光學系統之包含具有複數個第二光柵元件之一第二光柵配置之一光柵模組的方法，包含以下步驟：

依據該些照射光部分光束在該第二光柵配置之該些光柵元件之照到位置，以及依據該些照射光部分光束在該第二光柵配置之該些光柵元件之入射角，指明所導致之自該些光柵元件射出之該些照射光部分光束之一系列的複數個固定出射角的所需相依性；

建構該第二光柵配置之該些光柵元件之一入射面及/或一出射面，使得在該光柵模組之一預先決定之照射下，產生對應於該預先決定之所需相依性之一實際相依性。

9. 一種製造用於如申請專利範圍第 1 至 6 項任一項所述之照明光學系統之包含具有複數個第二光柵元件之一第二光柵配置之一光柵模組的方法，包含以下步驟：

依據該些照射光部分光束在該第二光柵配置之該些光柵元件之照到位置，以及依據該些照射光部分光束在該第二光柵配置之該些光柵元件之入射角，判定所導致之自該第

二光柵配置之該些光柵元件射出之該些照射光部分光束之一系列的複數個固定出射角的複數個所需相依性的複數個類別，其可藉由該第二光柵配置之該些光柵元件之該些入射面及/或該些出射面之典型表面設計來達成；

依據該些照射光部分光束在該第二光柵配置之該些光柵元件之照到位置，以及依據該些照射光部分光束在該第二光柵配置之該些光柵元件之入射角，指明所導致之自該第二光柵配置之該些光柵元件射出之該些照射光部分光束之一系列的複數個固定出射角的所需相依性，其是包含於經判定之該些類別的其中之一；

建構該第二光柵配置之該些光柵元件之入射面及/或出射面，使得在該光柵模組之一預先決定照射下，產生對應於該預先決定之所需相依性的一實際相依性。

10. 一種包含如申請專利範圍第 1 至 6 項任一項所述之照明光學系統的光學系統，其包含一投射光學系統，用於將該物場成像於一影像平面中之一影像場。

11. 一種微影投射曝光系統，包含如申請專利範圍第 10 項所述之光學系統及一主光源。

12. 一種微影製造微結構或奈米結構化組件之方法，包含以下步驟：

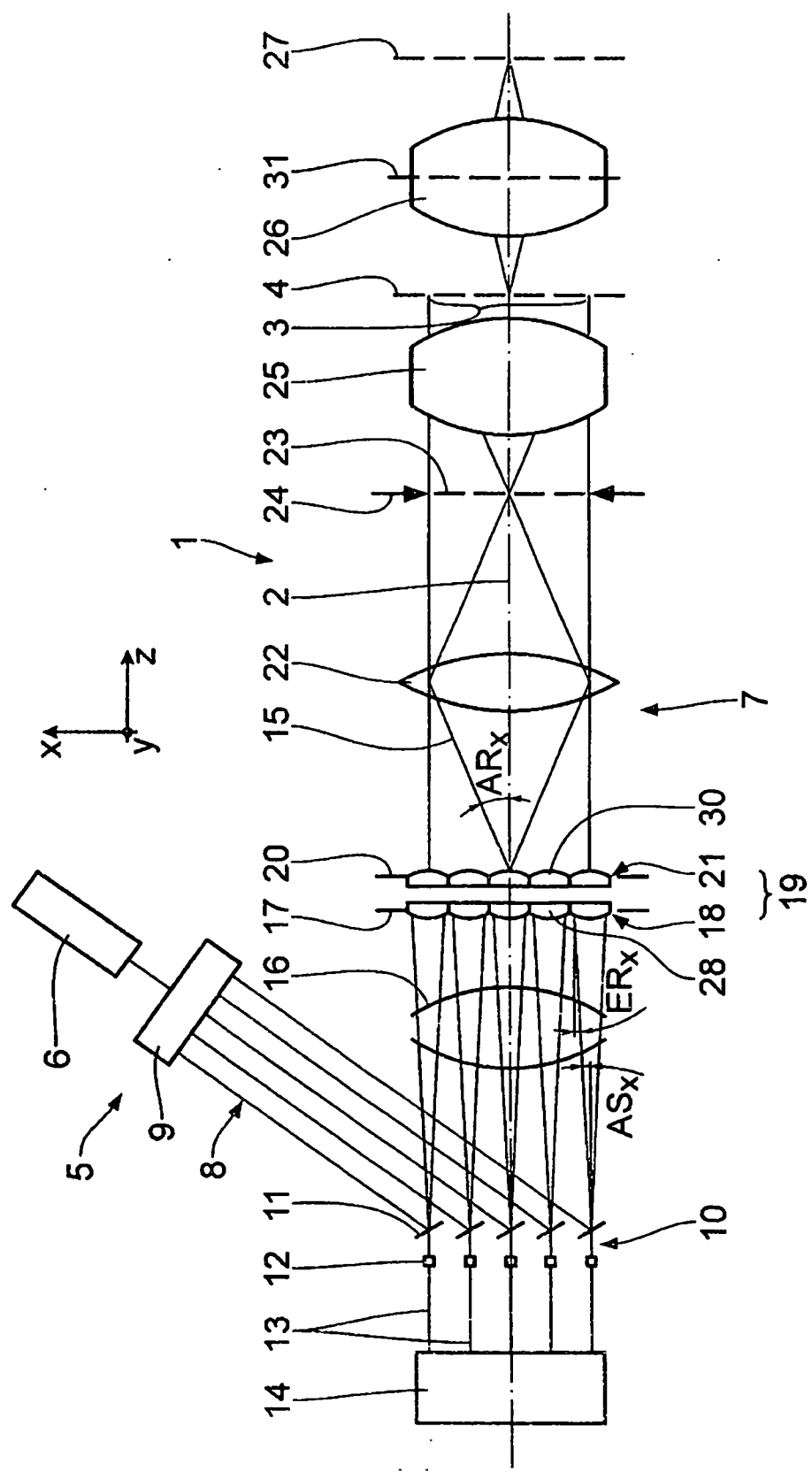
提供一基板，其上至少部分塗佈一層感光材料；

提供一光罩，係具有要成像之結構；

提供如申請專利範圍第 11 項所述之投射曝光系統；

利用該投射曝光系統將該光罩之至少一部分投射到該層之一區域。

八、圖式：



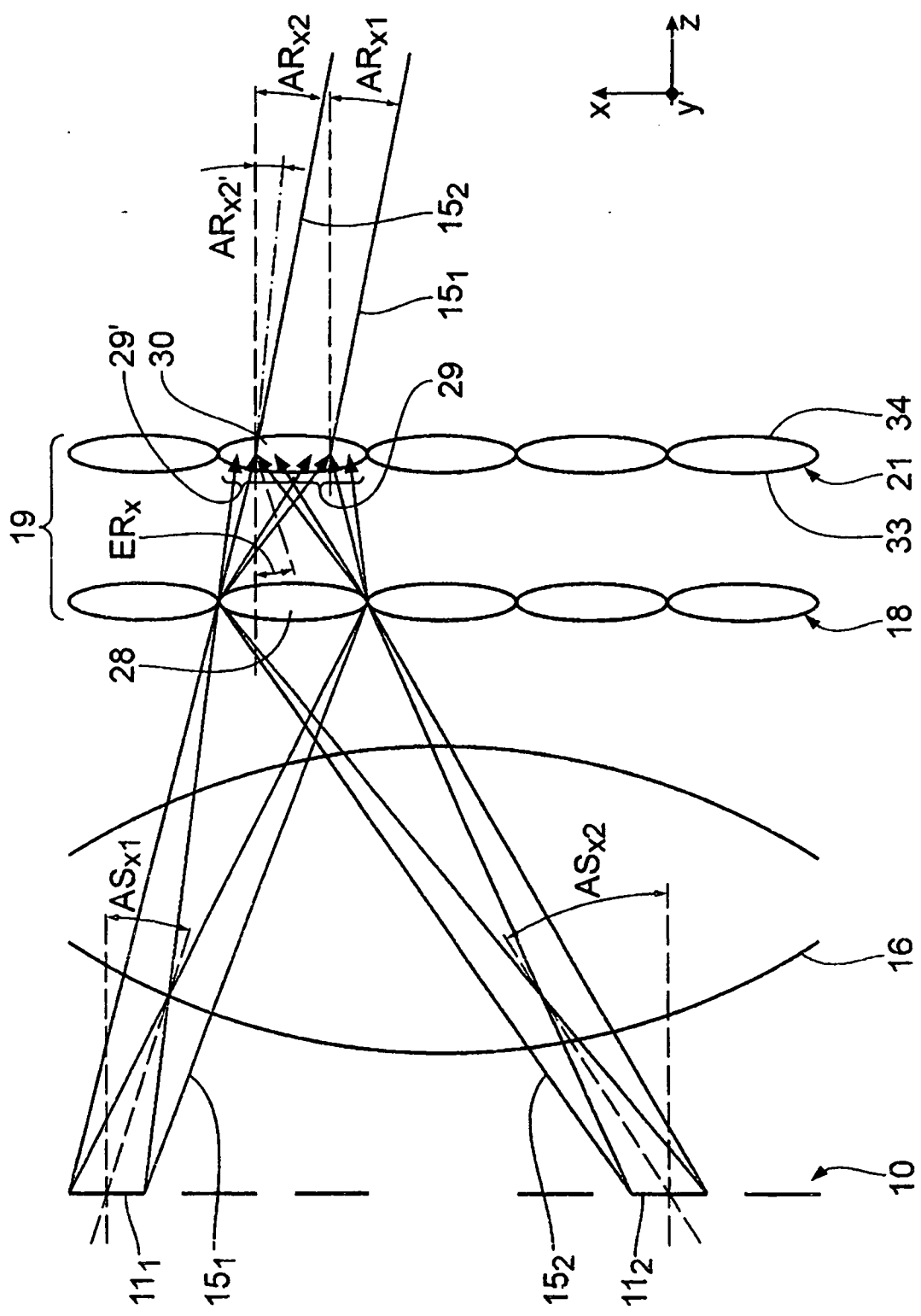


圖2

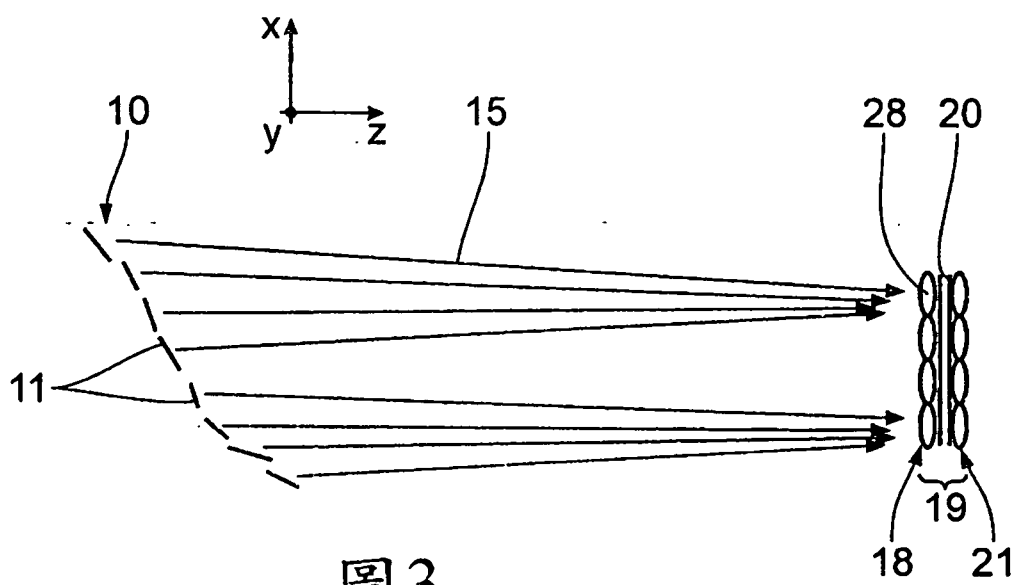


圖3

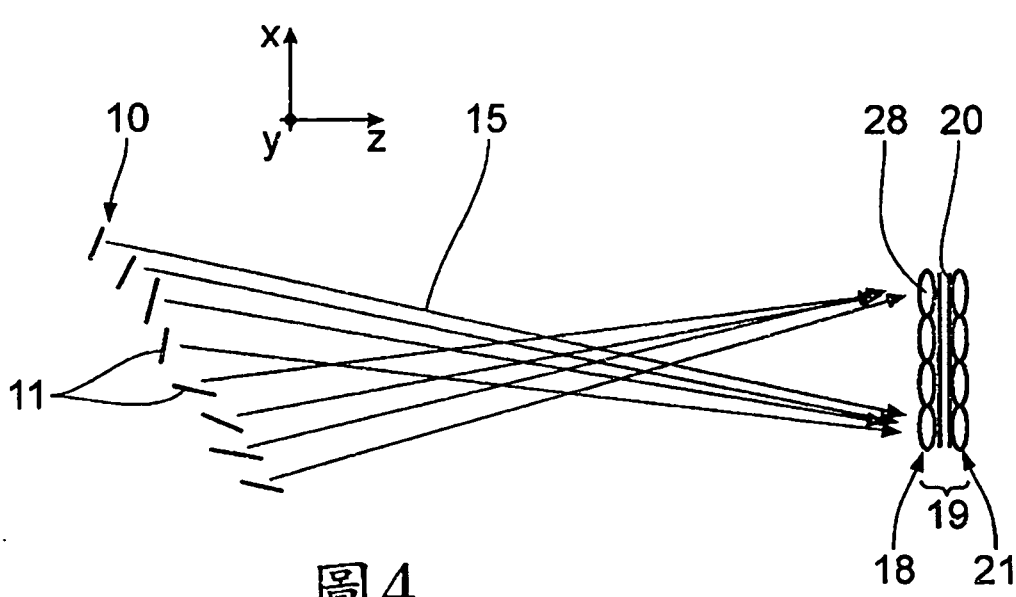


圖4

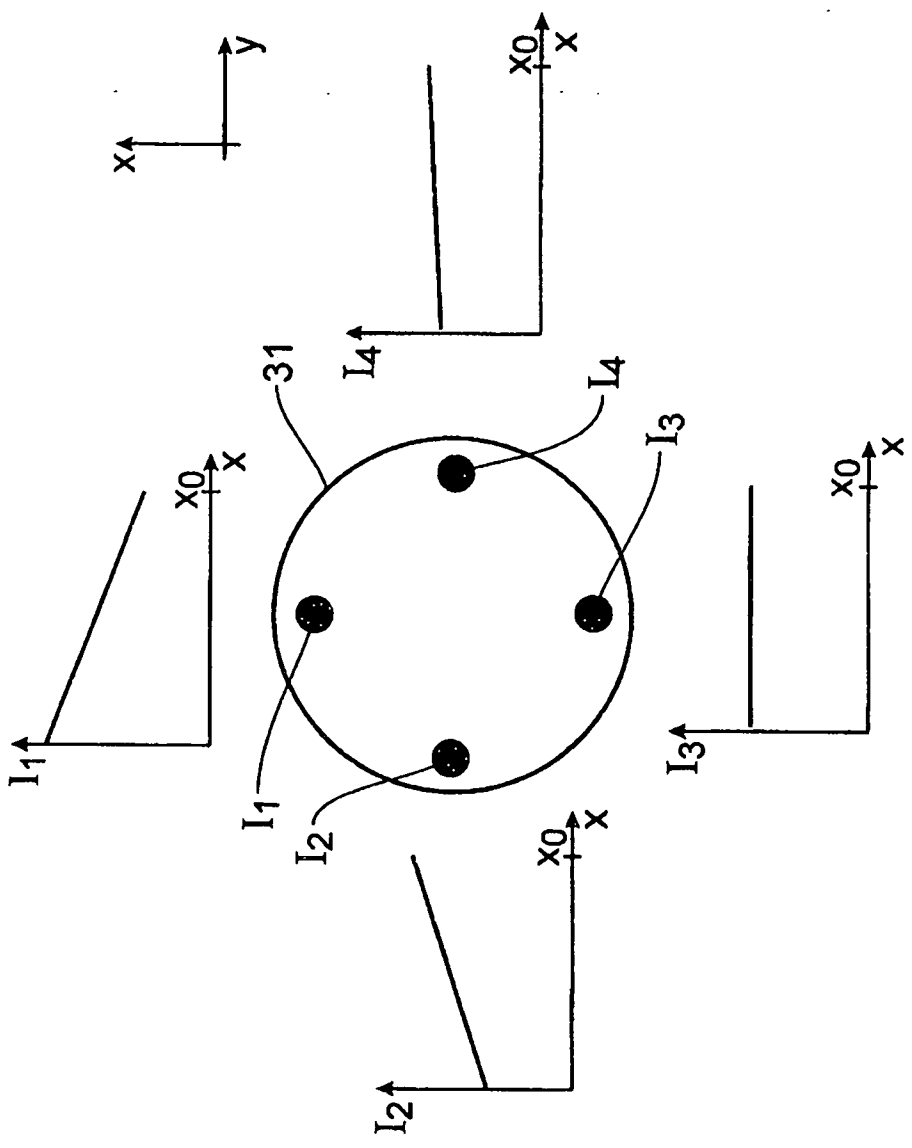


圖5

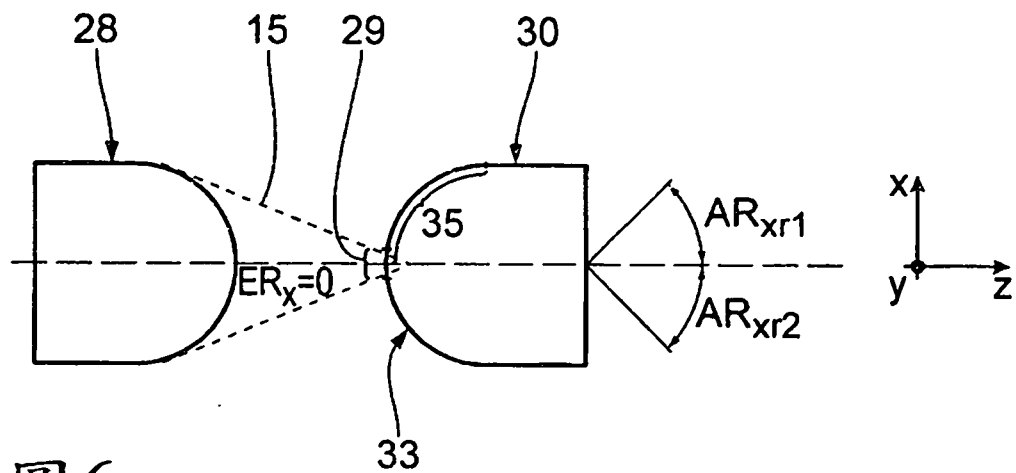


圖 6

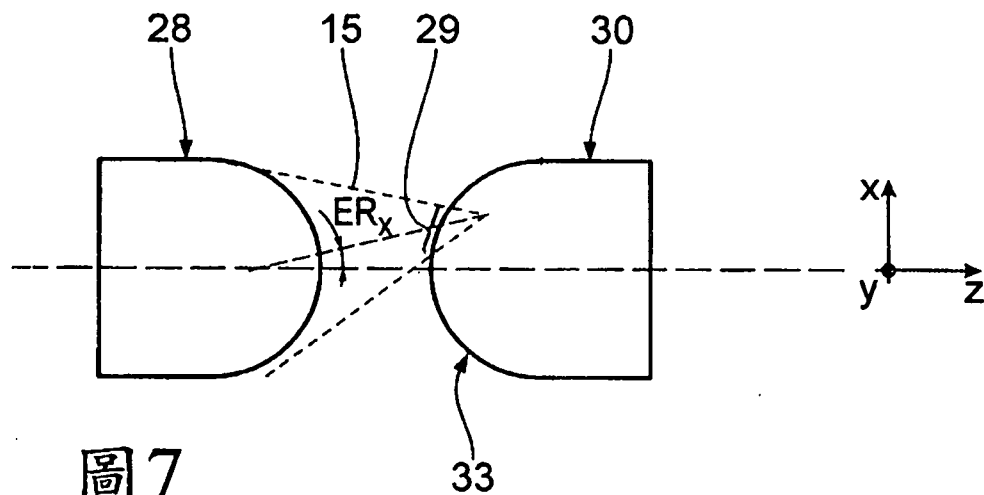


圖 7

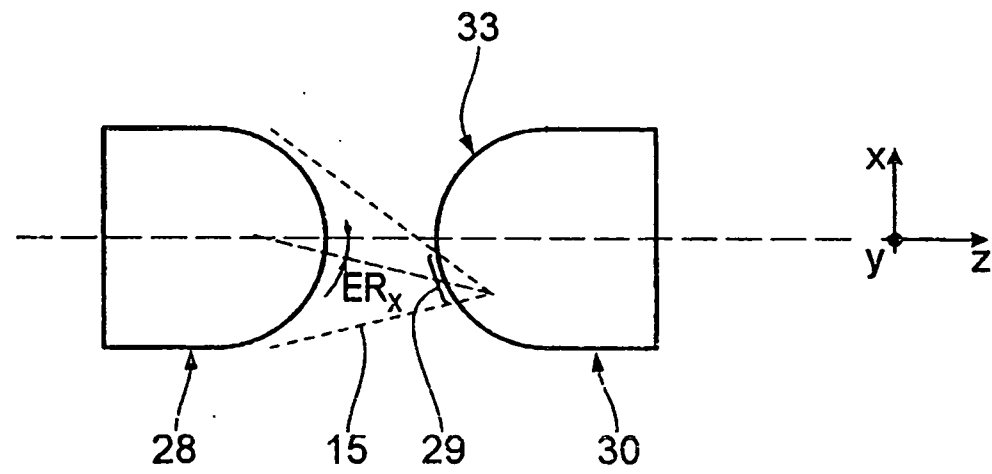


圖 8

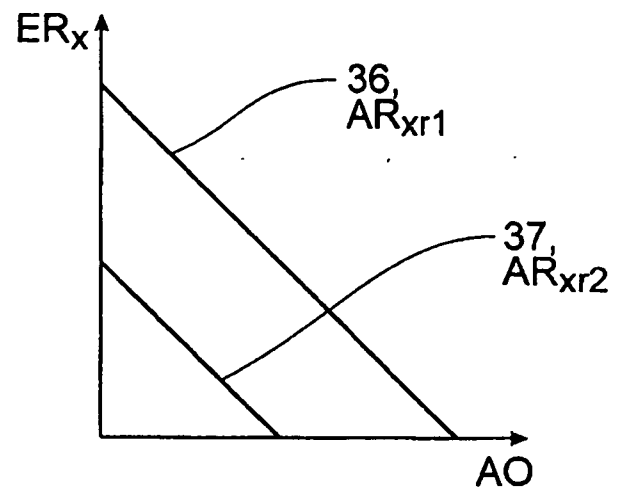


圖 9

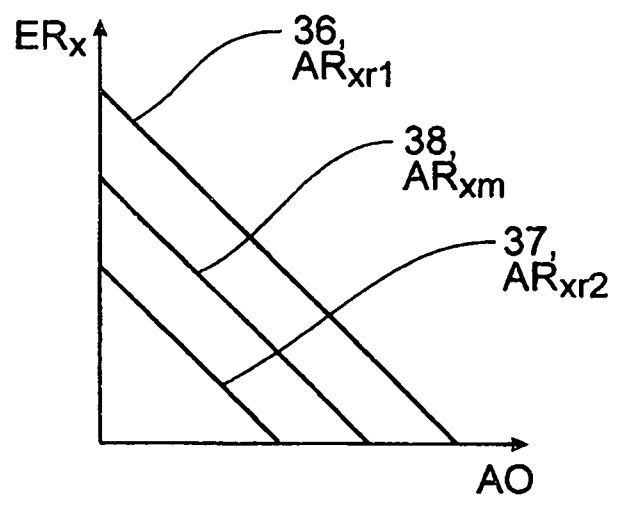


圖 10

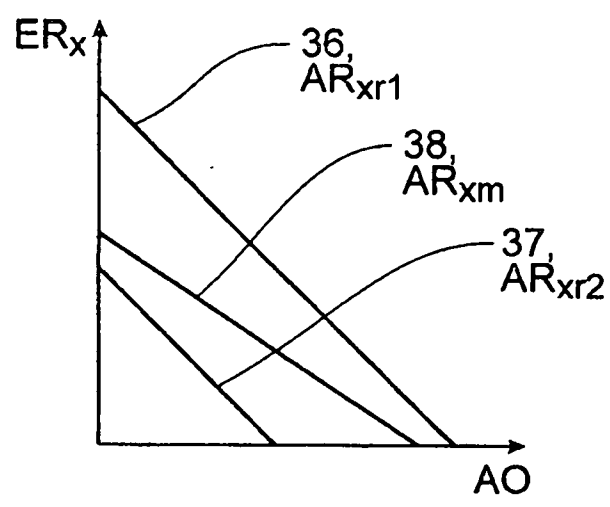


圖 11

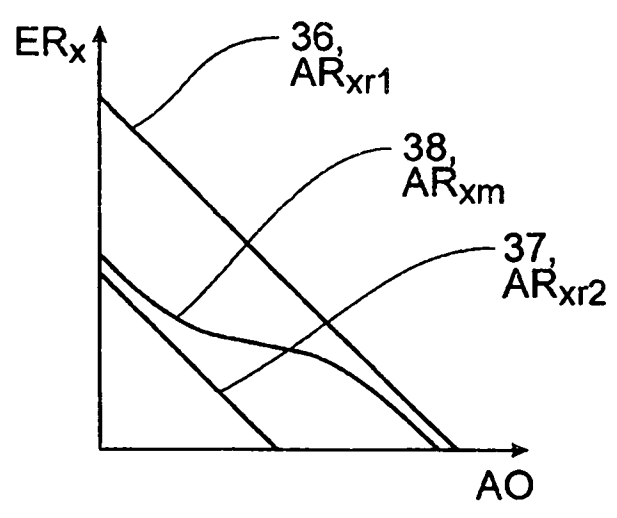


圖 12

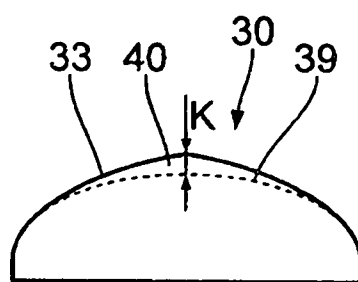


圖 13

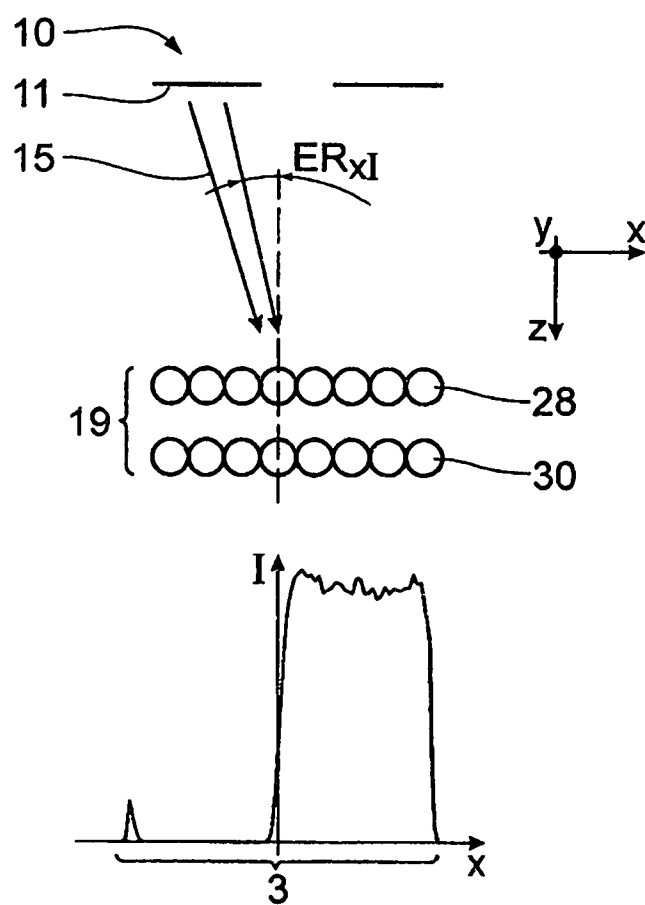


圖 14

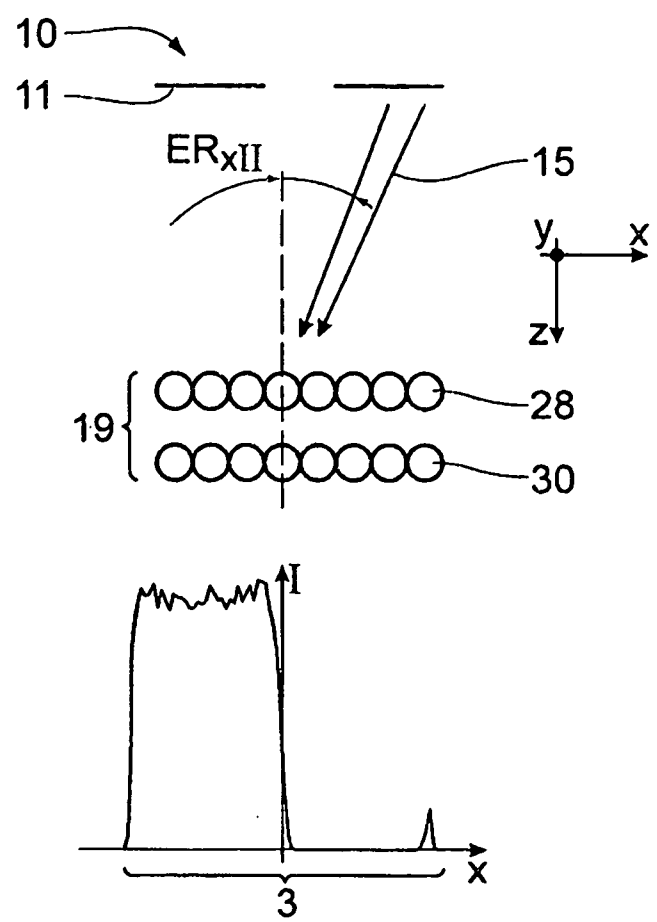


圖 15

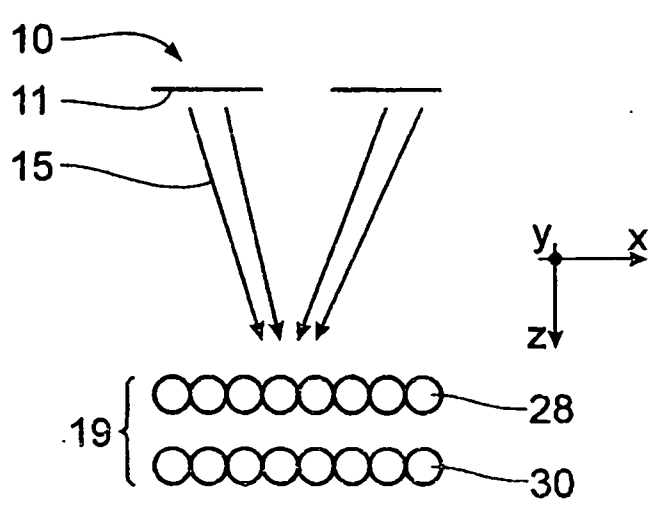


圖 16

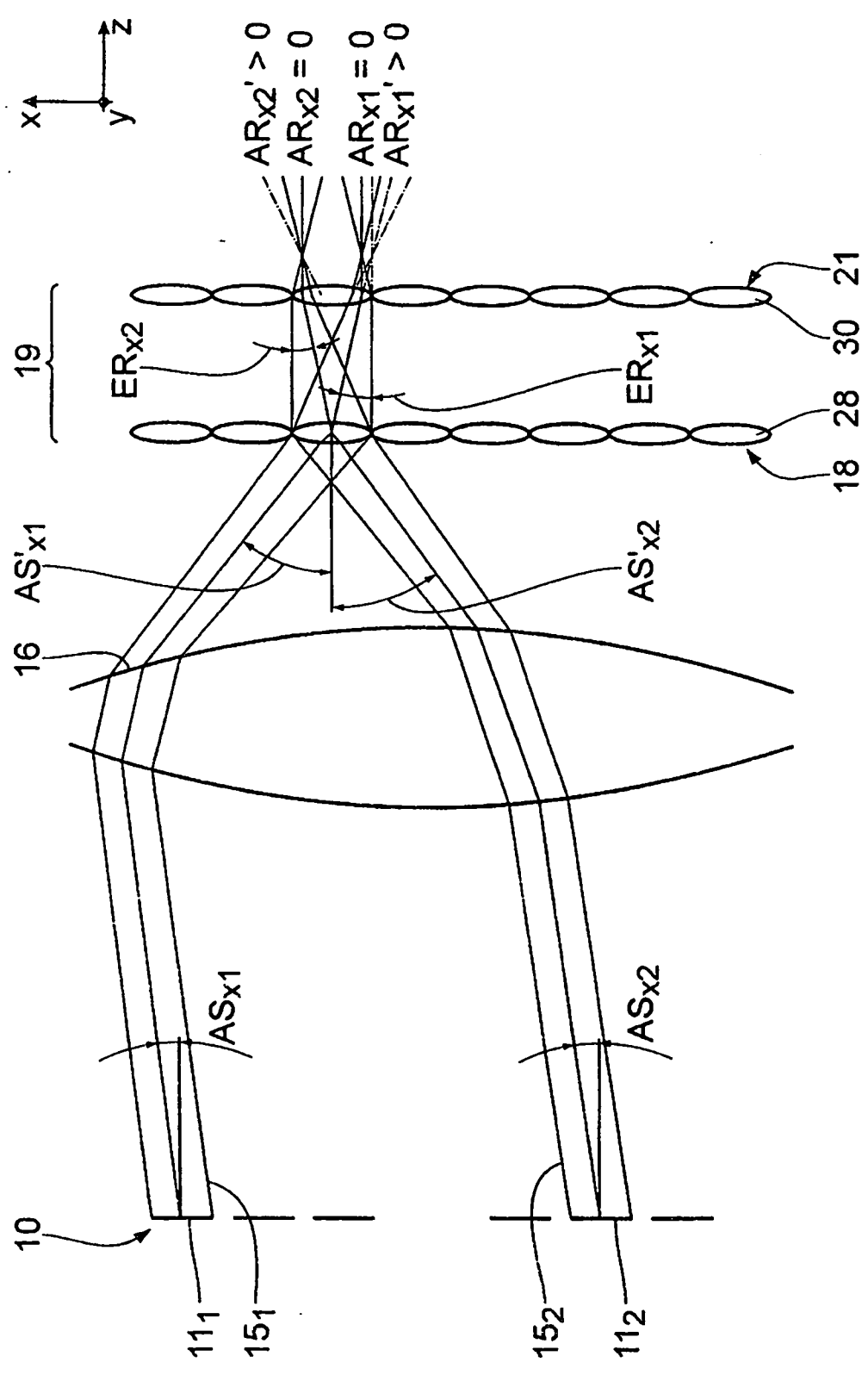


圖17

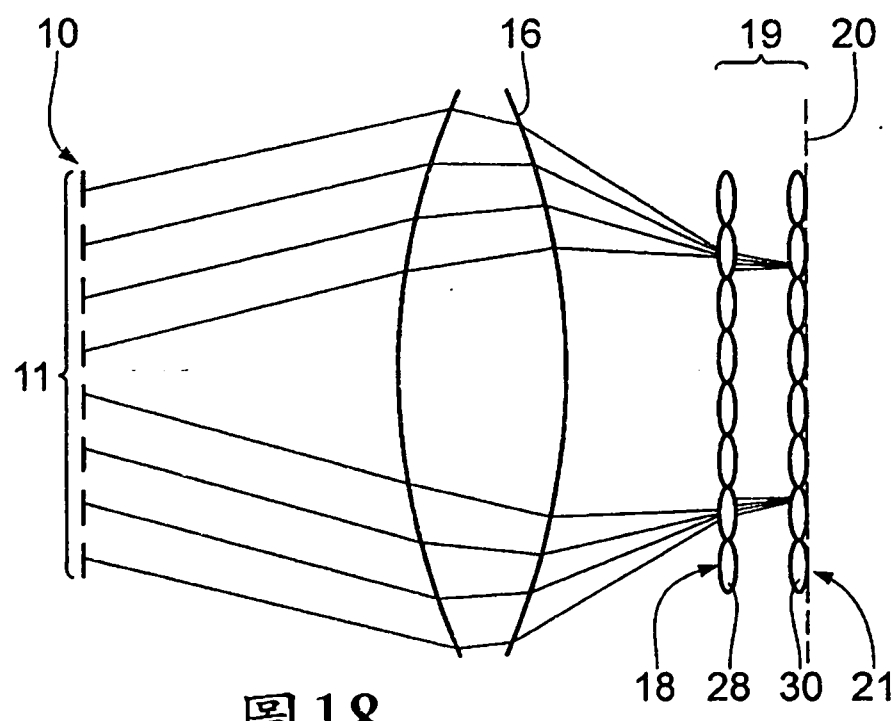


圖 18

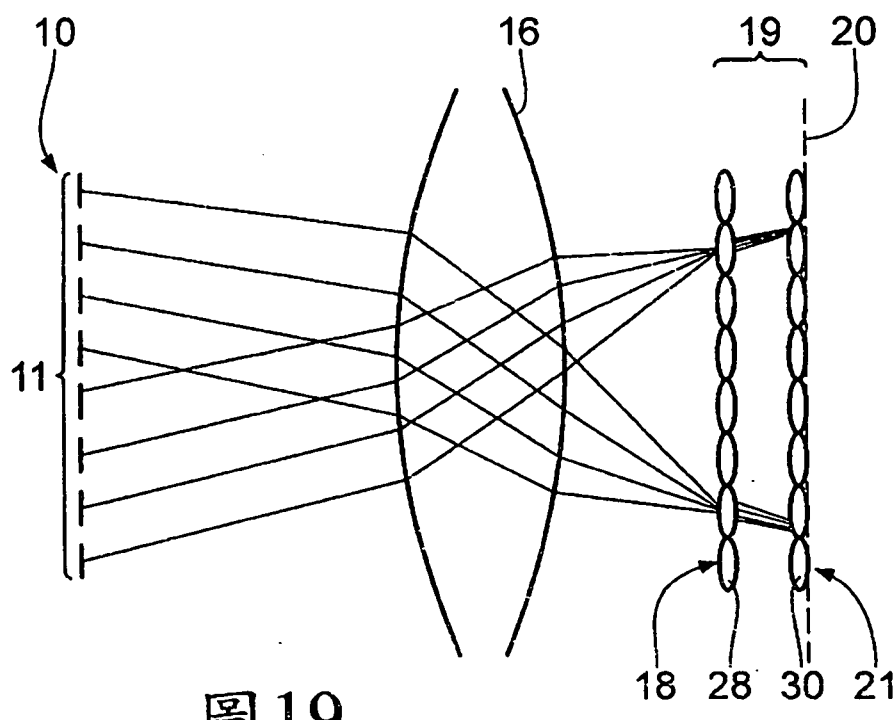


圖 19

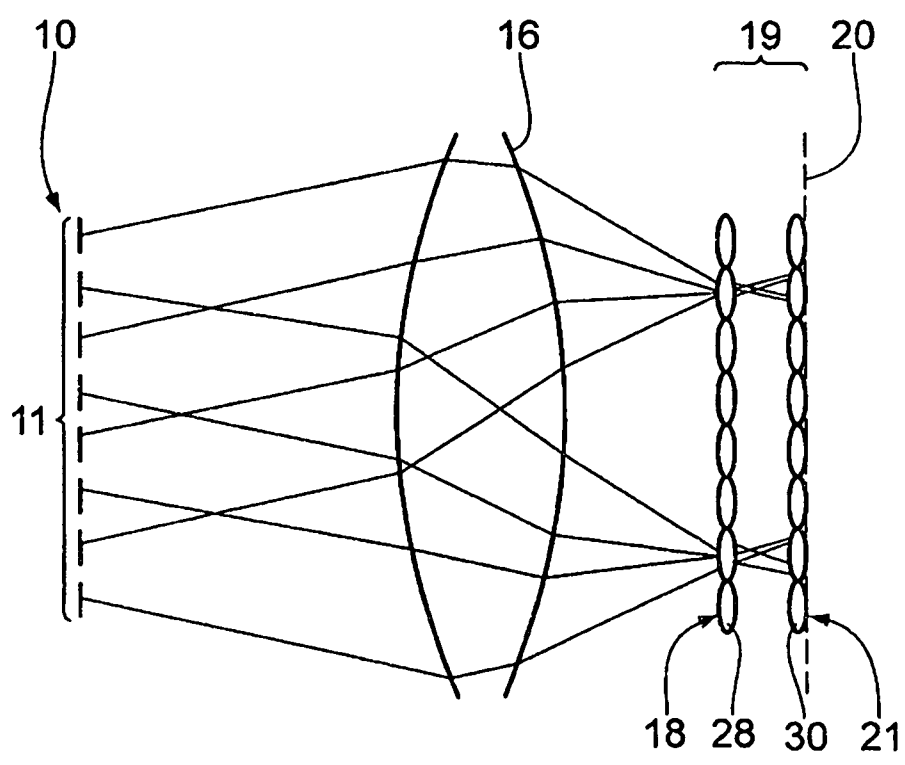


圖 20