

發明專利說明書

公告本

(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：96145327

※申請日期：96 年 11 月 29 日

※IPC 分類：G02B 7/00(2006.01)
G02B 27/18(2006.01)
G03F 7/20(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有可互換、可操控修正排列以減少圖像差之光學系統

OPTICAL SYSTEM WITH AN EXCHANGEABLE, MANIPULABLE

CORRECTION ARRANGEMENT FOR REDUCING IMAGE ABERRATIONS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

卡爾蔡司 SMT 有限公司 / CARL ZEISS SMT GMBH

代表人：(中文/英文)

1. 安卓斯 柴勒爾 / ZEILER, ANDREAS

2. 任司 艾弗特茲 / EVERTZ, JENS

住居所或營業所地址：(中文/英文)

德國奧柏柯程魯道夫艾伯街 2 號

Rudolf-Eber-Str. 2, 73447 Oberkochen, Germany

國籍：(中文/英文)

德國 / Germany

三、發明人：(共 13 人)

姓名：(中文/英文)

(1) 史帝芬 佐特 / Stefan XALTER

(2) 彼得 梅爾 / Peter MEYER

(3) 吉多 利姆貝克 / Guido LIMBACH

(4) 佛蘭茨 索格 / Franz SORG

(5) 亞明 舍佩奇 / Dr. Armin SCHOEPPACH

(6) 烏爾里克 偉伯 / Ulrich WEBER

(7) 烏爾里克 洛林 / Dr. Ulrich LOERING

(8) 德克 赫爾偉格 / Dr. Dirk HELLWEG

(9) 詹斯 卡格勒 / Jens KUGLER

(10) 伯恩哈德 蓋爾里奇 / Bernhard GELLRICH

(11) 史帝芬 漢貝契 / Stefan HEMBACHER

(12) 伯恩哈德 葛伯特 / Bernhard GEUPPERT

(13) 亞克塞爾 哥納梅爾 / Akxel GOEHNERMEIER

國 籍：(中文/英文)

(1)~(13) 德國 / German

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款指定之事實，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. 德國；2006/12/01；10 2006 057 207.6

2.

3.

4.

☐ 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：

本發明係關於一種用於半導體微影之投影曝光裝置，包含用於減少圖像差的至少一個操控器(14)，其中，該操控器(14)含有可藉由至少一個致動器(13)以進行操控的至少一個光學元件(8)，且其中，該操控器(14)係以可更換的樣式與一致動器(13)一起形成。

六、英文發明摘要：

The invention relates to a projection exposure apparatus for semiconductor lithography, comprising at least one manipulator (14) for reducing image aberrations, wherein the manipulator (14) contains at least one optical element (8) which can be manipulated by means of at least one actuator (13), and wherein the manipulator (14) is formed in changeable fashion together with an actuator (13).

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

8 光學元件；透鏡

12 基本固定件

13 致動器

14 操控器

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】

本發明係關於一種光學系統，詳言之，係關於一種用於半導體微影的投影曝光裝置，其包含用於減少圖像差的可操控的修正排列。

【先前技術】

舉例而言，在各種光學系統中，諸如，用於半導體微影之投影曝光裝置，在諸如透鏡或鏡面之類所使用的光學元件中，用於曝光的電磁輻射亦會被吸收（伴隨於所要的折射或反射，成為非所要的效應）。在該過程中所吸收的功率導致對光學元件通常不均勻的加熱。由於溫度誘發的折射率之改變、膨脹、及機械應力，光學系統會被干擾，如此導致光學系統中所傳播的波前之像差，且因此導致對成像品質之損害。所謂的透鏡加熱係由於以下原因而出現在光學系統中，詳言之，在前述投影曝光裝置中構成日益嚴重的問題：

一方面，關於投影曝光裝置的成像之要求不斷地增加，且另一方面，正在進行努力以增加所使用的光源之功率，以便增加裝置之處理量，從而，透鏡加熱所誘發的像差也會增加。

而且，用於成像的照射場之特定角度分布（所謂的「標定」），愈來愈依賴於前述投影曝光裝置之操作者來實現。該等標定之通常極為特定的對稱性質，係依據相應的溫度分布而轉化，且導致類比於標定的具有對稱性的干擾。

在光學系統中對位在特定位置處的此等特定干擾之修正預先假定：利用操控器的修正排列可用在該位置處，其修正排列可產生具有相同對稱性的補償性干擾。

然而，在光學系統之設計階段期間，換言之（詳言之），在選擇及設計操控器的時候，無法總是估計到將來光學系統所操作的使用條件。以實例說明之，諸多要求可被改變，使對稱性及照射變得相關，其中僅可能很困難地（或，在極端狀況下根本不再可能）用最初提供的修正排列、及其中所使用的操控器，來修正該等干擾。

以下，在作為所謂的步進掃描系統而形成的用於半導體微影之投影曝光裝置的基礎上，以實例說明所列舉的問題。

圖 1 說明用於半導體微影之投影曝光裝置 1。此裝置用於將結構曝光於用於生產半導體組件（例如，電腦晶片）的塗佈有感光材料的基板上，其中的基板通常主要由矽所構成，且被稱為晶圓 2。

在此狀況下，投影曝光裝置 1 實質上包含：一個照射設備 3；一個用於收納並準確地定位具備一結構的光罩的設備 4；一個所謂的主光罩 5，用來決定晶圓 2 上之稍後結構；一個用於安裝、移動、並精確地準確定位該晶圓 2 的設備 6；及，一個具有多數個光學元件 8 的成像設備（亦即，投影接物鏡）7，而該多數個光學元件 8 係藉由投影接物鏡 7 之接物鏡外殼 10 中的固定件 9 而被安裝。

在此狀況下，利用基本的功能原理將引入至主光罩 5 中

的結構成像於晶圓 2 上。

在已實現曝光之後，晶圓 2 進一步在箭頭方向移動，使得各種個別的場（每一者皆具有由主光罩 5 所指定的結構）被曝光於相同晶圓 2 上。由於在投影曝光裝置 1 中晶圓 2 之步進式前移，投影曝光裝置通常亦被稱為步進器。

為了改良處理參數，在步進掃描系統中，在此狀況下，經由有的光闌(diaphragm)而對主光罩 5 連續地掃描。

照射設備 3 提供將主光罩 5 成像於晶圓 2 上所需的投影光束 11(例如，光、或類似的電磁輻射)。可使用雷射或其類似者作為此輻射之來源。藉由光學元件而使輻射在照射設備 3 中成形，使得投影光束 11 在照射主光罩 5 時具有關於直徑、偏振、波前之形狀、及其類似者之所要性質。

如以上已解釋，藉由投影光束 11，主光罩 5 之圖像被產生，並藉由投影接物鏡 7 相應地轉印至晶圓 2。投影接物鏡 7 具有各種個別的折射、繞射、及/或反射光學元件，諸如：透鏡、鏡面、稜鏡、終止板、及其類似者。

上述步進掃描系統通常顯現以大約矩形樣式而形成的掃描器縫隙，其具有在掃描方向及與之垂直的方向上光學條件為不同的效應。場中之對稱性中斷，導致二階強度分布，且因此在系統之場平面附近(即，通常在晶圓 2 及主光罩 5 附近的光學元件上)導致二階干擾。在此狀況下，表達「第 n 階」強度分布應被理解為具有對稱性的各種分布，使得，在旋轉 $360^\circ/n$ 之後就被轉換為其自身，其中 n 表示自然數。

如此便導致散光圖像差，其場分布通常含有相當的常數，但亦含有平方項。同時，又誘發另外的像差之特定場分布。在此處作為最重要實例而提及在失真狀況下所謂之合成變質(anamorphism)。由於由近場透鏡上之掃描器縫隙所引起的強度分布相對地獨立於所使用的標定，所以，對於一大類標定而言，由場中之對稱性中斷所導致的效應，幾乎總是具有相同的正負號及類似關係。

照射標定之角度分布及主光罩處之繞射效應，決定所使用的電磁輻射之角度分布之對稱性。此角度分布轉化為相應的強度分布，且因此轉化為靠近光瞳的光學元件中之相同對稱性的溫度分布。

考慮以下實例以闡述本發明：

舉例而言，在投影曝光裝置之設計階段期間，特別是當選擇操控器時，可能尚未考慮具有極特定對稱性的照射標定。在此狀況下，在設計期間僅考慮起源於上述矩形掃描器縫隙之對稱性中斷的具有二階對稱性的干擾。結果，在設計階段期間，僅提供一個操控器，其係靠近場(前述干擾出現的地方)而定位，且(例如)藉由補償性二階干擾(例如，變形)(在由掃描器縫隙之定向所指定的較佳方向上)而修正散光圖像差、及「正確」(程度不同地通用)關係中之合成變質。圖 1 以實例說明元件符號 8' 之操控器。

在先前技術，特別是在 EP0851304 A2 及 JP10142555 中，找到使用操控器之實例。

然而，在對投影曝光裝置之要求隨著時間而改變之狀況

下，系統之上述設計已證明是不適宜的。因此，目前已可預見，就許多半導體製造商來說，應用之重點正轉移至不同於最初規劃的產品，例如，快閃記憶體生產。為了增加解析度，由光瞳中之兩個區域化電極所區分的偶極照射，較佳地使用於此應用中。如圖 2 中(子圖 2a 及 2b)所說明，x 方向或 y 方向之偶極為最常見的。在此狀況下，圖 2a 例示所謂之 x 偶極，而圖 2b 例示 y 偶極。

光瞳中(特別是靠近光瞳的透鏡中)之此種額外的對稱性中斷，導致大的二階、四階、六階、及可能甚至更高階的溫度分布之線性組合。此外，該等應用趨向於具有日益變小的孔隙角度(小於 25°)及日益變小的電極之環寬度(下至 $\Delta \sigma \approx 0.1$)的日益極端的偶極。

與由掃描器縫隙所導致的近場效應相反，在此實例中，光瞳中的對稱性中斷在靠近光瞳的透鏡中導致對稱性中斷的透鏡加熱(LH)效應，其中對稱性中斷導致可具有正負號兩者(視偶極或待成像結構之定向而定)的額外散光偏移。同時(視偶極之孔隙角度而定)，亦誘發恆定的較高階(例如，四階、六階等)的圖像差。

如此實例中所論述，若用於補償二階干擾的(單向)操控器僅近場地被定位，且無額外的操控器存在於光瞳附近(實際上需要額外的操控器以便在合適的位置處(靠近光瞳)修正偶極誘發的額外像差(視兩個方向之定向 X 及 Y 而定))，則會導致以下問題：

一、雖然近場的操控器亦可伴隨地修正 X 偶極之某部分

散光偏移，但，合成變質接著會被過度補償（在某些情況下相當地過度補償），因此由近場的操控器寄生地標定。其他寄生圖像差亦會減小近場元件之修正潛力。

二、在 Y 偶極狀況下，來自於光瞳的透鏡加熱誘發性散光分量過度補償來自於場的散光分量。總體而言，利用無法由單向操控器修正的正負號來顯示散光。然而，即使近場的操控器為雙向的，仍會再次寄生地產生相當大的合成變質（及其他圖像差）。

因此，在本文中所考慮之實例中，在光瞳附近需要有一個額外的操控器，而該額外的操控器可在兩個方向上補償靠近光瞳的透鏡之二階（亦可能為更高階）干擾。此操控器之可能位置由圖 1 中元件符號 8” 之操控器所表示。

由以上諸實例得知，對於光學系統、特別是對於用於半導體微影的投影曝光裝置之重要的未來需求在於，增加針對變化需求的系統靈活性。先前技術（例如，WO 2005064404A1）揭示了一些概念，其中，無法自主操控的光學修正元件係以可更換的樣式配置在投影接物鏡中。

【發明內容】

本發明之目標為提出一種光學系統，其可顯現關於適應於變化的系統需求之增加的靈活性。

此目標係藉由具有申請專利範圍第 1 項及第 31 項所述特徵的裝置而達成。附屬項申請專利範圍係關於本發明之有利變型及具體例。

例如，諸如用於半導體微影之投影曝光裝置之類的本發

明之光學系統，顯現出具有至少一個用於減少圖像差的操控器。在此狀況下，此操控器含有可藉由至少一個致動器而操控的至少一個光學元件，且以可更換的樣式形成於此種光學系統中。

該操控器可以是一個在裝備有致動器的投影接物鏡之光瞳附近的實質上平行平面的板，其係被配置於基本固定件中。此措施提供了改造已使用一段時間的投影曝光裝置之可能性，可用具有操控器機能的板或諸板之組合，替換先前所使用的剛性板。此外，所提議之措施可讓具有操控器機能的板，相對於最初提及的板，替換以具有增加機能或不同機能的板或諸板之組合。如此可靈活且主動地修正由於以新的對稱性加以改變的標定而第一次發生的熱誘發性干擾。

實現本發明的一項有利形式提供了配置在距系統之光瞳一段距離處的操控器，而該距離係對應於量值小於 0.25(尤其是量值小於 0.1)的近軸次孔徑比(paraxial subaperture ratio)。

近軸次孔徑比由下式給定：

$$\text{sign} y_i \cdot \frac{\bar{y}_i}{|y_i| + |\bar{y}_i|}$$

其中， y_i 表示近軸邊緣射線高度，而 $\bar{y}_i$ 表示近軸主射線高度。近軸邊緣射線及近軸主射線之定義在以引用方式併入本文中之 Michael J. Kidger 氏的「基礎光學設計(Fundamental Optical Design)」, SPIE PRESS,

Bellingham, Washington, USA 中給定。

近軸次孔徑比為帶正負號之變數，其為光束路徑中平面之場或光瞳接近度之量測值。根據定義將次孔徑比正規化成為-1與1之間的值，在此狀況下，例如，將+1或-1之近軸次孔徑比指派至每一場平面，且將0之近軸次孔徑比指派至每一光瞳平面。對本案而言，+1或-1之近軸次孔徑比相應指示場平面，而0之次孔徑比決定出光瞳平面。因此，近場的平面具有+1或-1之近軸次孔徑比，而靠近光瞳的平面則具有在0附近的次孔徑比。正負號表示該平面在參考平面之前或之後的位置。以實例說明之，相關區域中之彗形射線(coma ray)之貫穿點的正負號，可用於定義。

詳言之，為了實現此種操控器，可以想像以下概念：

具有雙向散光變形之可能性、及/或具有高階變形(例如，四階變形或其他較高階變形)之可能性的可變形光學元件。為了減少由致動器所佔用的結構空間，致動器可(例如)作為壓電致動器或特殊的壓電薄膜。該致動器同樣地可形成為壓電致動器、勞倫茲(Lorentz)致動器、熱致動器、氣動致動器、或液壓致動器。

加熱或冷卻：在光學元件之邊緣區中，實現冷卻或加熱，藉以在光學元件中誘發合適階數之溫度分布，且補償由透鏡加熱所誘發的效應。例如，藉由配置於光學元件之邊緣處的帕耳帖(Peltier)元件，或利用藉由以瞄準方式引入的空氣流而經由對流以冷卻或加熱透鏡區，實現冷卻

或加熱。作為替代例，亦可在整個區域上由雷射光源來加熱光學元件。在此狀況下，如果，未對應於光學系統之操作波長、且光學元件材料之吸收為特佳的波長被用於加熱，則為有利的。

在此狀況下，為了將雷射光送至光學元件上之所要位置，可有利地使用光纖作為光波導件。

藉由在光學使用區內部及外側適當地加熱導線，亦可在整個區域上實現加熱。在此狀況下，加熱導線及饋送線路被分布且標定尺寸成為使得此結構處之繞射效應及遮光對成像品質僅具有很小影響。

將操控器分為兩個或兩個以上的板，而結合利用具有合適階數之非球面(asphere)使每一狀況下之可彼此旋轉、傾斜、或移置的兩個表面非球面化，亦為有利的。在此狀況下，應考慮到，在配置之「0位置」處，該等表面之光學效應為彼此補償，且可使用絕對及相對的旋轉來設定特定階數之補償性干擾之振幅及定向。為了維持關於藉由合適的非球面化之壽命效應修正的互換機能，提供一個額外的用於修正非球面而未伴隨旋轉的板，為有利的。換言之，本發明之操控器顯現出具有兩個板，其可相對於彼此且亦相對於一個固定的修正非球面而旋轉。

在此狀況下本發明優於先前技術之解決方案之一項基本優點在於，光學系統可適應於場中(換言之，在使用期間)的新條件及要求。如此避免了為了改型或升級或另外在有缺陷的狀況下進行其他操作的代價高昂的對整體系

統互換。在具有合適的快速更換器之情況下，對於在投影曝光裝置上執行之每一項應用而言（換言之，對於每一標定而言），甚至可想像到，在每一狀況下，以針對該標定相應地進行最佳化的操控器，來配備投影接物鏡。

【實施方式】

以下參看圖式以實例解釋本發明之某些變型、具體例及效應。

以上已描述圖 1 及圖 2；因此，此處將不給出該等圖式之說明。圖 3 展示本發明之操控器 14，該操控器 14 具有一個配置於基本固定件 12 中的光學元件（在所說明之狀況中即為透鏡 8），其中，透鏡 8 藉由數個致動器 13 而被連接至基本固定件 12。在此狀況下，諸致動器 13 使得透鏡 8 可在光軸方向上移動，且圍繞著彼此正交且與光軸正交的兩個傾斜軸線而傾斜，特別是透鏡 8 之二階變形。不言而喻，若給定相應數目的致動器時，亦可構想到透鏡 8 之較高階變形。同樣地，可能存在有額外的支承元件（未繪出），透鏡 8 藉由該等額外支承元件而被動地（換言之，在無致動器機能的情況下）安裝於基本固定件 12 上。在此狀況下，操控器 14 被形成為可被插入至一個光學系統中（例如，插入至用於半導體微影之投影曝光裝置之投影接物鏡中），並以簡單的方式被再次移除。在此狀況下，可經由投影接物鏡中之橫向開口而改變操控器 14；在此狀況下，可經由導軌而在實質上正交於光軸的方向上將操控器 14 插入至投影接物鏡中。自圖 3 可見，操控器 14 可顯

現出小的結構高度；特別是， $<20\text{ mm}$ (例如， $<10\text{ mm}$)之結構高度為可能的。

圖 4 展示用於半導體微影之投影曝光裝置中之本發明操控器之可能的安裝位置。在此狀況下，圖 4 中所說明之裝置很大程度上對應於圖 1 所說明之先前技術投影曝光裝置，其差異在於，圖 4 所說明之裝置具有本發明之操控器 14、14' 及 14"。在此狀況下，例如，操控器 14' 為一個配置於光瞳平面區域中(未特別標示)的實質上平行平面的板、或諸如非球面之類的某些其他光學修正元件，而操控器 14 及 14" 則近場地配置，且可同樣地被形成為實質上平行平面的板、或以其它方式形成為其他光學修正元件。

在此狀況下，本發明之概念讓以下事項成為可能：經由操控器 14 之相應設計，將來甚至可解決當今先前技術之操控器概念無法修正的缺陷，例如，除最低階之二階及四階場恆定(field-constant)圖像差(Z5 及 Z17)之外，尚有較高階之相應的場恆定圖像差(二階：Z12、Z21、Z32.....；四階：Z28,.....)，或諸如 Z6、Z13、Z22、Z33,.....(二階)、及 Z18, Z29,.....之交替的場恆定像差，當(例如)不僅使用 X 或 Y 偶極而且使用旋轉的偶極時，可誘發此等圖像差。

此外，可想像到，在特定狀況下，操控器之近場或中間的配置亦可改良 LH 修正(尤其是，場形廓(field profile)之諸如 Z2/3、Z7/8、Z10/11、Z14/15、Z19/20.....的

LH 修正)。

本發明之解決方案因此在出射光瞳(exit pupil)中准許(特別是)時變的(time-dependent)場恆定(例如, Z5、Z6、Z12、Z13, 或 Z17、Z18)場形廓、以及時變的合成 Z2/Z3 場形廓、或時變的線性 Z10/Z11 場形廓(在完整的場中)之修正。

在此狀況下, 特別是, 以下所述之方法可應用於操控器之設計:

在對被照射的微影接物鏡之至少一次校準量測中, 決定出時變的特定應用像差。隨後, 在第二步驟中, 對接物鏡中之至少一個可互換操控器, 決定出最佳的操控器修正準則。第三步驟涉及生產操控器、並在接物鏡中之相關位置安裝操控器。

使用本發明之另一有利的可能性在於以下事實: 在第一步驟中, 決定出照射角度分布、及大致的主光罩結構, 且因此對於不同時間模擬出以此方式照射的微影接物鏡之特定應用像差。在第二步驟中, 決定出接物鏡中之至少一個操控器之最佳的操控器修正準則, 並且, 第三步驟涉及生產操控器、並在接物鏡中之相關位置安裝操控器。

在此狀況下, 當然, 所呈現的準則並不僅限制於對透鏡加熱誘發的像差之修正; 利用所述準則, 亦可構想到對具有不同原因的像差之修正。

圖 5a 展示本發明之變型, 其中, 形成為平面板 8a 的第一光學元件被配置成為可相對於第二平面板 8b 而定位;

非球面表面(其形式係對應於待修正的圖像差之原函數)被壓印於這兩個平面板 8a 及 8b 上，而言兩個平面板 8a 及 8b 係以兩個平面板 8a 及 8b 之波前變形效應為彼此補償的方式，座落於光學系統之光瞳附近。僅當諸平面板彼此移置時，才會在被壓印的非球面表面之導出下出現有效的波前變形，換言之，即待補償的圖像差。此種配置通常被稱為阿法萊(Alvarez)元件。在此狀況下，藉由致動器 13b 而獲得平面板 8a 及 8b 彼此之移置、旋轉、或傾斜。在所示實施例中，為了要在光軸方向上較佳以靜態承受而加以固定之目的，設置有數個夾鉗 15 以夾持諸平面板，其中，諸致動器 13b 可實現光軸方向、及實質上正交於光軸的方向上兩者之移置。諸相應的方向在圖 6 中由箭頭來指示。

不言而喻，亦可想像到將操控器(14)設計成可在光軸方向或正交於光軸的方向上作為一整體而定位。

在此狀況下，可經由光學系統(未繪出)之橫向開口(同樣未繪出)，將兩個平面板 8a 或 8b 中之每一者自該系統移除、或引入至該系統中。

在改變之情況下可由光學系統移出平面板 8a 及 8b 或整個操控器 14 的方向，在圖 5 及後續的圖 6 至圖 8 中由箭頭 17 來表示。

對平面板 8a 及 8b 中之每一者設置數個夾鉗 15。此外，可設置用於決定第一平面板 8a 相對於光學系統之位置的第一參考系統(未繪出)、及用於決定第一平面板 8a 相對

於第二平面板 8b 之位置的第二參考系統(同樣未繪出)。

在一個有利的具體例中，第一參考系統可由平面板 8a 或 8b 或其固定件及夾鉗 15 處的機械參考標記所形成。在另一個有利的具體例中，第二參考系統可執行對整體光學系統之圖像差量測。此外，對於第二參考系統而言，可想像到在平面板 8a 及 8b 自身處設有光學感測、電感測、或磁性感測的參考標記。

在此狀況下，可由控制裝置利用所述的參考系統，使得平面板 8a 及 8b 以對準方式相對於彼此而移動。

由例示出圖 5a 所示之配置之平面圖的圖 5b 可清楚顯示，對於兩個平面板 8a 及 8b 而言，其配置方式為在每一狀況下具有三個以大約 120° 之角距離配置的(在每一狀況下)致動器 13b。在此狀況下，第一平面板 8a 之諸致動器 13b 被配置成為相對於第二平面板(未見於圖中)之諸致動器 13b 而旋轉，使得致動器 13b 之投影在光學系統之光軸方向上的尺寸並不重疊。以此方式，可確保本發明之操控器在光學系統中僅佔據小的結構空間，此係因為可用交錯的樣式配置諸致動器 13b。

圖 6 以其中之圖 6a 及例示出圖 6a 所示之配置之平面圖的圖 6b 展示本發明之另一種變型，其係利用對於平面板 8a 及 8b 中之每一者而言並非總是有必要在所有六個移動自由度中進行移動的事實。圖 6 例示出將第二平面板 8b 配置於環狀設備 16 上，以便藉由諸致動器 13c 而在垂直於光軸的橫向平面中調整其位置。在此狀況下，平面板

8b/8a 額外地具備使得平面板 8a/8b 能夠被夾持的夾鉗 15。第一平面板 8a 可藉由所指派的致動器 13b 而在光軸方向上移動。如此便具有可使平面板 8a、8b 在五個主要的自由度(x 、 y 、 z 、 R_x 及 R_y)上相對於彼此且相對於光學系統之其餘元件而相對移動之效應。

圖 7 例示操控器 14 之致動器系統以可更換的樣式與操控器 14 自身一起形成的狀況。在此狀況下，藉由連接至平面板 8a 及 8b 之固定件 30a 及 30b 的數個致動器 13d，使得兩個平面板可相對於彼此而相對移動；藉由致動器 13b 來確保在光學系統中作為一整體的操控器 14 之移動，而平面板 8b 之固定件 30b 係藉由夾鉗 15 而被固定至該致動器 13b。可藉由一個參考系統(未繪出)來決定兩個平面板 8a 及 8b 相對於彼此之位置。另一個參考系統(同樣未繪出)被配置於可更換的操控器自身處，使其可藉由整體地相對於光學系統而配置於致動器上的固定機制，而執行並決定操控器之定位。平面板 8b 可額外地具有一個用於六個自由度的致動器系統，而該致動器系統可在固定件 30b 處移動該板。

圖 8 所例示之本發明又一具體例包含以下事實：當操控器 14 互換時，諸夾鉗 15 及諸致動器 13b 保持於光學系統中，而操控器之光學元件則由夾鉗 15 及致動器 13b 固持於光學元件之固定件 30a 及 30b 上，且由移動導向系統 18 彼此連接。當對兩個平面板 8a 及 8b 相對於彼此之相對移置只需要兩個自由度時，此一簡化尤為便利。在圖 8

所例示之變型中，操控器 14 具備有一個移動導向系統 18，其界定出兩個平面板 8a 及 8b 相對於彼此的可能移動。此外，操控器 14 僅藉由光學系統內的機械參考標記而固定；當改變操控器 14 時，諸夾鉗 15 及諸致動器 13b 保持於光學系統中。

特定而言，在薄的光學元件之狀況下，疊加非球面而利用光學元件自身之固有的重量效應之補償，以產生透鏡加熱補償，係為有利的。疊加非球面性之此一基本可能性，另外可進行進一步對不同原因圖像差之補償。以實例說明之，可藉由雷射照射而並行地補償高級系統中之任何所要的光學元件之漂移效應、或光學材料之損傷。

若光學系統具有一個以上的光瞳，則具備非球面的兩個平面板並非絕對有必要位於光瞳附近；而是，在本發明之另一具體例中，兩個平面板亦可以分布於不同光瞳平面之間的方式而配置。

為了達成快速像差修正，可預先在模型基礎上決定用於所需的圖像差修正之第一平面板 8a 相對於第二平面板 8b 的位置必要變更；相應的參數可隨後儲存於控制系統中且可被擷取利用。在此狀況下，控制系統可為參考系統之一部分。

使用用於安裝操控器中之光學元件的非旋轉對稱的基本固定件，導致以下描述的問題區域：若致動器在透鏡調整操作期間在透鏡上施加力，則相反力亦會施加於基本固定件上、或被引入至基本固定件中。該等力導致基本固定

件之變形。於是，困難點可能出現在：基本固定件由於其幾何形狀而並不以旋轉對稱方式變形，此又導致對光學元件之變形之可控制性的損害。

圖 9 展示考慮到該問題區域的本發明之變型。圖 10 例示一個操控器 14，其除了具有基本固定件 12 及形成為透鏡 8 的光學元件外，亦具有一個內部固定件 20，其中，透鏡 8 被配置於以 90° 角距離配置的四個致動器 13、及同樣以 90° 角距離配置的支承元件 23 上。在此狀況下，內部固定件 20 是相對於光學系統之光軸而以旋轉對稱的樣式被形成。如此給予以下優點：在經由致動器 13 而引入力至透鏡 8 中的狀況下，內部固定件 20 由於其旋轉對稱的幾何形狀，而同樣旋轉對稱地變形作為對其作用力的反作用以使得，可更好地控制透鏡 8 之最後的變形及（在採用支承元件 23 作為額外的致動器的具體例之狀況下的）傾斜。內部固定件 20 在四個連接點 21 處被連接至基本固定件 12；然而，沒有或僅有小的力經由該等連接點 21 被引入至基本固定件 12 中。亦將想像到，可利用僅三個連接點 21 或以 45° 偏置的配置而實現，使得，連接點 21 將座落於與致動器 13 相同的角度位置處。本發明之另一變型在於：內部固定件 20 係經由形成為彈力關節的至少三個連接點 21 而連接至基本固定件 12。

在本發明之光學系統之一個有利的具體例中，致動器為伸縮囊，可向此伸縮囊施加流體，而且，此伸縮囊係經由一條饋送線路而連接至基本固定件，使得，該饋送線路引

導至伸縮囊中而不與內部固定件直接機械接觸。以下參看圖 10 更詳細解釋所論述之該種變型：

圖 10 展示包含基本固定件 12、形成為伸縮囊的致動器 13、饋送線路 22、及內部固定件 20 的配置。此處所例示的變型之特殊特徵在於：伸縮囊 13 被區分為配置於內部固定件 20 之 u 狀切口中的兩個伸縮囊部分 13a 及 13b；在此狀況下，自基本固定件 12 中露出的饋送線路 22 在兩個伸縮囊部分 13a 與 13b 之間的區域中直接引導至伸縮囊 13 中。饋送線路 22 僅經由兩個伸縮囊部分 13a 及 13b 而被連接至內部固定件 20，此一事實導致饋送線路 22 與內部固定件 20 之有效的解除耦合。例如，若假定伸縮囊 13 有足夠低的韌度，則，例如，由於移動內部固定件 20 之結果，沒有或僅有小的力被傳輸至饋送線路 22 及因此至基本固定件 12。此係因為，在移動內部固定件 20 之狀況下，內部固定件 20 之 u 狀部分可相對於饋送線路 22 而移動，由於(如已提及者)伸縮囊 13 相對為較軟之結果，沒有力被傳輸至饋送線路 22 及因此至基本固定件 12。

圖 11 至圖 14 例示了支承元件之變型，藉由該支承元件，光學元件 8 可被固定於內部固定件 20 中，特別是，在其中諸支承元件 23 被形成為模組元件。根據圖 12 中所例示之先前技術，光學元件係藉由支承元件 23 而安裝於內部固定件 20 中，而支承元件 23 係整體地連接至內部固定件 20。在此狀況下，首先，藉由車削程序而製作出支承元件剖面之車削輪廓，接著，藉由腐蝕程序而製作及分

離出支承元件 23。然而，此程序具有缺點，即車削方法及腐蝕方法限制了幾何構形可能性，因為，在此狀況下機器加工僅可能在很少的幾個自由度中實現。對於由很少的（特別是少於七個）支承元件 23 固定至其各別的安裝零件上的光學元件 8 而言，支承元件 23 不與內部固定件 20 一體地製造，而是作為個別的零件而進行生產，如此為適當的。由於可從很多方向實施機器加工，所以，此程序提供了增加支承元件 23 之幾何構形自由度的優點。

圖 12 展示以模組樣式製造的支承元件 23；可清楚地辨別，可自許多方向機器加工此支承元件 23。

圖 13 展示在支承元件 23 上的光學元件之支承區域中的狀況，而光學元件在此情況下係被形成為透鏡 8。對於圖 13a 中所例示透鏡 8 在面向軸承區域 24 之一側上具有大曲率半徑的情況下，對支承區域 24 之精度及製造容差之要求較為低，此係因為，在所提及的大角度的情況下，透鏡 8 之位置在光軸方向上的變更為不大可能。隨著相應的表面之半徑變小，狀況如圖 13b 中所例示而改變：

較小角度出現於光軸 25 與支承區域中對透鏡 8 之表面的切線 26 之間，使得，在支承區域 24 上可靠地支承住透鏡 8 所需的尺寸容差減小。對於此情況所必要的待達成的容差，僅可藉由車削及後續的腐蝕之習知方法，以極複雜的方式實現；此外，發生誤差的可能性增加。現在，可藉由先製造無支承元件 23 但具有供模組式支承元件 23 所用的極精確支承區域的固定件，而有利地達成所需要的低容

差。隨後在每一狀況下個別地製造模組式支承元件 23，以供內部固定件 20 之用。相較於與內部固定件 20 一體地形成的支承元件 23 之情況，在此情況下可顯著更精確地實現模組式支承元件 23。

圖 14 展示以模組樣式製造、且藉由套合區域 27 及 28 而配置於內部固定件 20 上的支承元件 23。自此可清楚顯示，對於藉由支承元件 23 而將光學元件 8 準確地定位於內部固定件 20 中而言，必須嚴格要求製造容差，尤其是，兩個套合區域 27 及 28 之製造容差。然而，由於支承元件 23 及內部固定件 20 之模組式生產方式，與在一體成形實施之情況下必須遵守的容差相比較，明顯更易於遵守該等容差。

此外，如圖 15 所例示，可將支承元件 23 製作成為讓致動器 13 整合於此支承元件 23 中。此措施允許實現光學元件之上述彎曲機能。

【圖式簡單說明】

圖 1 展示先前技術之投影曝光裝置。

圖 2a 及 2b 展示照射標定之兩個例示性變型。

圖 3 展示本發明之光學系統之操控器之第一具體例。

圖 4 展示用於半導體微影之投影曝光裝置中之本發明操控器之可能的安裝位置。

圖 5a 及 5b 展示本發明之阿法萊(Alvarez)元件之第一變型。

圖 6a 及 6b 展示本發明之阿法萊元件之第二變型。

圖 7 展示本發明之阿法萊元件之第三變型。

圖 8 展示本發明之阿法萊元件之第四變型。

圖 9 展示具有環狀內部固定件之本發明之操控器。

圖 10 展示本發明之使用於操控器中的致動器之具體例。

圖 11 展示先前技術之具備支承元件的內部固定件。

圖 12 展示本發明之模組支承元件。

圖 13a 及 13b 展示用於不同透鏡半徑之支承元件上之透鏡之軸承的例示圖。

圖 14 展示配置於內部固定件中之本發明之支承元件。

圖 15 展示具有調整可能性而配置於內部固定件中的本發明之支承元件。

【主要元件符號說明】

1	投影曝光裝置
2	晶圓
3	照射設備
4	(收納、定位)設備
5	主光罩
6	(安裝、移動、定位)設備
7	成像設備；投影接物鏡
8	光學元件；透鏡
8'	操控器
8''	操控器
8a	(第一)平面板；(第一)光學元件

8b	(第二)平面板；(第二)光學元件
9	固定件
10	接物鏡外殼
11	投影光束
12	基本固定件
13	致動器
13a	(相對置)零件；伸縮囊部分
13b	(相對置)零件；伸縮囊部分
13c	致動器
13d	致動器
14	操控器
14'	操控器
14''	操控器
15	夾鉗
16	環狀設備
17	箭頭(方向)
18	移動導向系統
20	內部固定件
21	連接點
22	饋送線路
23	支承元件
24	支承區域
25	光軸
26	切線

- 27 套 合 區 域
- 28 套 合 區 域
- 30a 固 定 件
- 30b 固 定 件



十、申請專利範圍：

1. 一種光學系統，包含：

一操控器，包含：

一致動器；及

一光學元件，藉由該致動器進行操控；

其中：

該致動器及該光學元件彼此間連接以提供一第一單元；

該第一單元與一第二單元為可互換的，該第二單元相異於該第一單元致使在該第一單元與一第二單元互換後，該光學系統並不包含該第一單元；及

該光學系統係一用於半導體微影的光學系統。

2. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該操控器具有多數個光學元件，且該致動器係設定以將該等多數個光學元件彼此相對定位。

3. 如申請專利範圍第 2 項之光學系統，其中該等光學元件為可互換的，而無需與該操控器互換。

4. 如申請專利範圍第 2 項之光學系統，其中該等光學元件中之至少一者具有至少一個非球面地形成的表面，使得：在該等光學元件之諸表面相對於彼此移置、旋轉、或傾斜的情況下，出現一個傳播於該光學系統中的波前之變形。

5. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該光學系統具有一光軸，且該操控器或其組成零件中之至少一者，係被定位在該光軸的方向上、或相對於該光軸正交。
6. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該操控器為阿法萊元件(Alvarez element)。
7. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該操控器包含至少兩個相鄰的光學元件，而該等光學元件依據其橫向範圍實質上正交於該光學系統之光軸，並且在該兩個相鄰的光學元件中之每一者處，至少一個致動器被配置成使得該等致動器之投影在該光學系統之光軸方向上的尺寸並不重疊。
8. 如申請專利範圍第 6 項之光學系統，更包含兩個實質上呈圓形的光學元件，在該兩個光學元件中之每一者處，分別以一 120° 之角距離配置有三個致動器。
9. 如申請專利範圍第 1 項之光學系統，包含：
 - 一第一光學元件；
 - 一第一致動器，用於在該光學系統之光軸方向上移動該第一光學元件；
 - 一第二光學元件；以及
 - 一第二致動器，用於沿著該光學系統之光軸而移動該第二光學元件，亦用於沿著兩個軸線以傾斜該第二光學元件。

10.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該光學元件為可互換的，而無需與該操控器互換。

11.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，更包含一移動導向系統，其中，該操控器具有至少兩個光學元件藉由該個移動導向系統而彼此連接。

12.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該操控器具有至少一個基本固定件，連同至少一個內部固定件，而該至少一個內部固定件係被配置於該基本固定件中，且在該至少一個內部固定件中配置有該至少一個光學元件。

13.如申請專利範圍第 12 項之光學系統，其中該內部固定件被形成為使其相對於該光學系統之光軸為實質上旋轉對稱的。

14.如申請專利範圍第 12 項之光學系統，其中該致動器被配置於該內部固定件上。

15.如申請專利範圍第 14 項之用於光學系統，更包含四個致動器以近乎 90° 之一角距離被配置於該內部固定件上。

16.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該致動器係由下群組之擇一構件所形成，其包含：一薄壁金屬伸

縮囊、一壓電致動器、一勞倫茲(Lorentz)致動器、一熱致動器、及一液壓致動器。

17.如申請專利範圍第 15 項之光學系統，其中至少一個額外的支承元件被配置於該內部固定件上。

18.如申請專利範圍第 17 項之光學系統，其中該支承元件不與該內部固定件整體地形成。

19.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該操控器在該光學系統之光軸方向上具有<20mm 的結構高度。

20.如申請專利範圍第 14 項之光學系統，其中該致動器為一伸縮囊，且該伸縮囊係經由一饋送線路而被連接至該基本固定件，使得該饋送線路引導至該伸縮囊中，而不與該內部固定件直接機械接觸。

21.如申請專利範圍第 20 項之光學系統，其中該饋送線路實質上中心地被配置在該伸縮囊之兩個相對置的零件之間，而該等對置的零件係被支撐於該內部固定件上。

22.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該光學系統為一投影曝光裝置之照射系統，或者該光學系統為該投影曝光裝置之投影物鏡。

23.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該操控器係被配置於離開光瞳之一段距離處，而該距離係對應於量值小於 0.25 的次孔徑比。

24.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該致動器能夠使該光學元件變形。

25.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該致動器影響該光學元件的多個區域的溫度。

26.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該致動器加熱該光學元件的多個區域。

27.如申請專利範圍第 25 項之光學系統，其中該致動器具有至少一個電磁輻射源，用於加熱該光學元件。

28.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該操控器係配置在光學系統中不可操控可互換的一光學修正元件的位置處。

29.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該操控器係能夠配置在具有數個或某類型之自由度的一操控器的位置處，而該自由度係不同於該光學系統中該操控器之自由度，及該類型的自由度係擇自以下群組，其包含：線性平移、旋轉、及其任意組合。

30.如申請專利範圍第 12 項之光學系統，其中該內部固定件係經由至少三個連接點而連接至該基本固定件，該等至少三個連接點被形成為彈力關節。

31.如申請專利範圍第 1 項之光學系統，其中該第一單元包含兩個光學元件。

32.一種微影投影曝光系統，包含：

一光學系統，包含：

一操控器，其包含：

一致動器；及

藉由該致動器進行操控的一光學元件；

其中：

該致動器及該光學元件彼此間連接以提供一第一單元；

該第一單元與一第二單元為可互換的，該第二單元相異於該第一單元致使在該第一單元與一第二單元互換後，該光學系統並不包含該第一單元；及

該光學系統係為一半導體微影投影曝光裝置。

33.如申請專利範圍第 32 項之微影投影曝光系統，其中該光學系統為一投影物鏡。

十一、圖式：

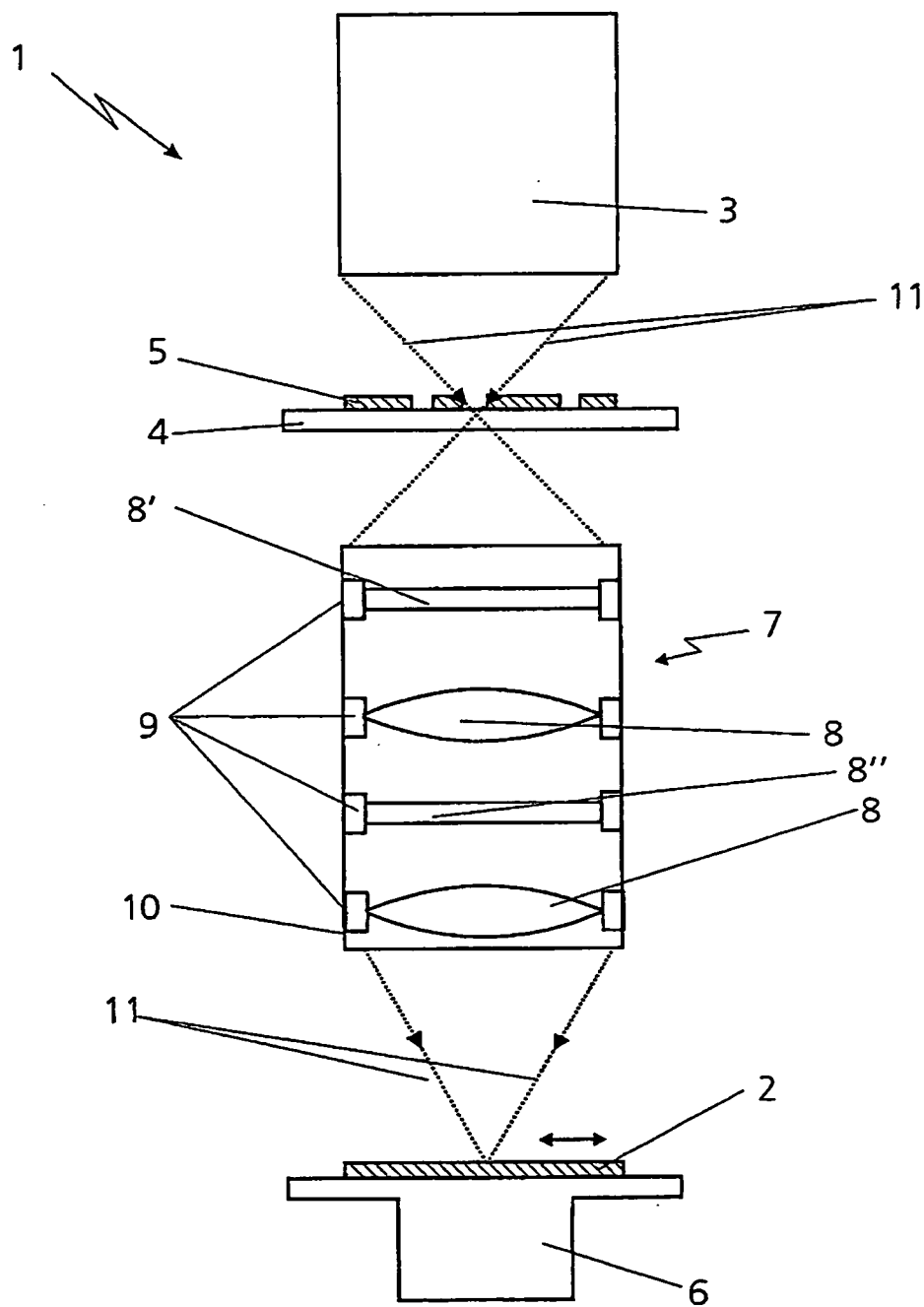


圖 1

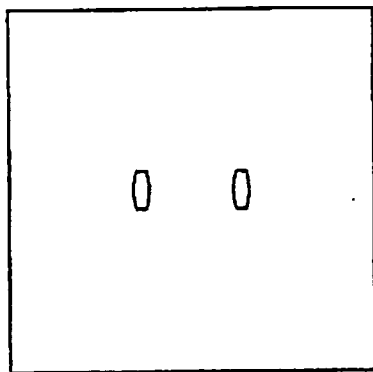


圖 2a

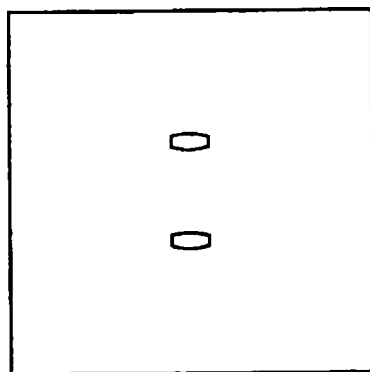


圖 2b

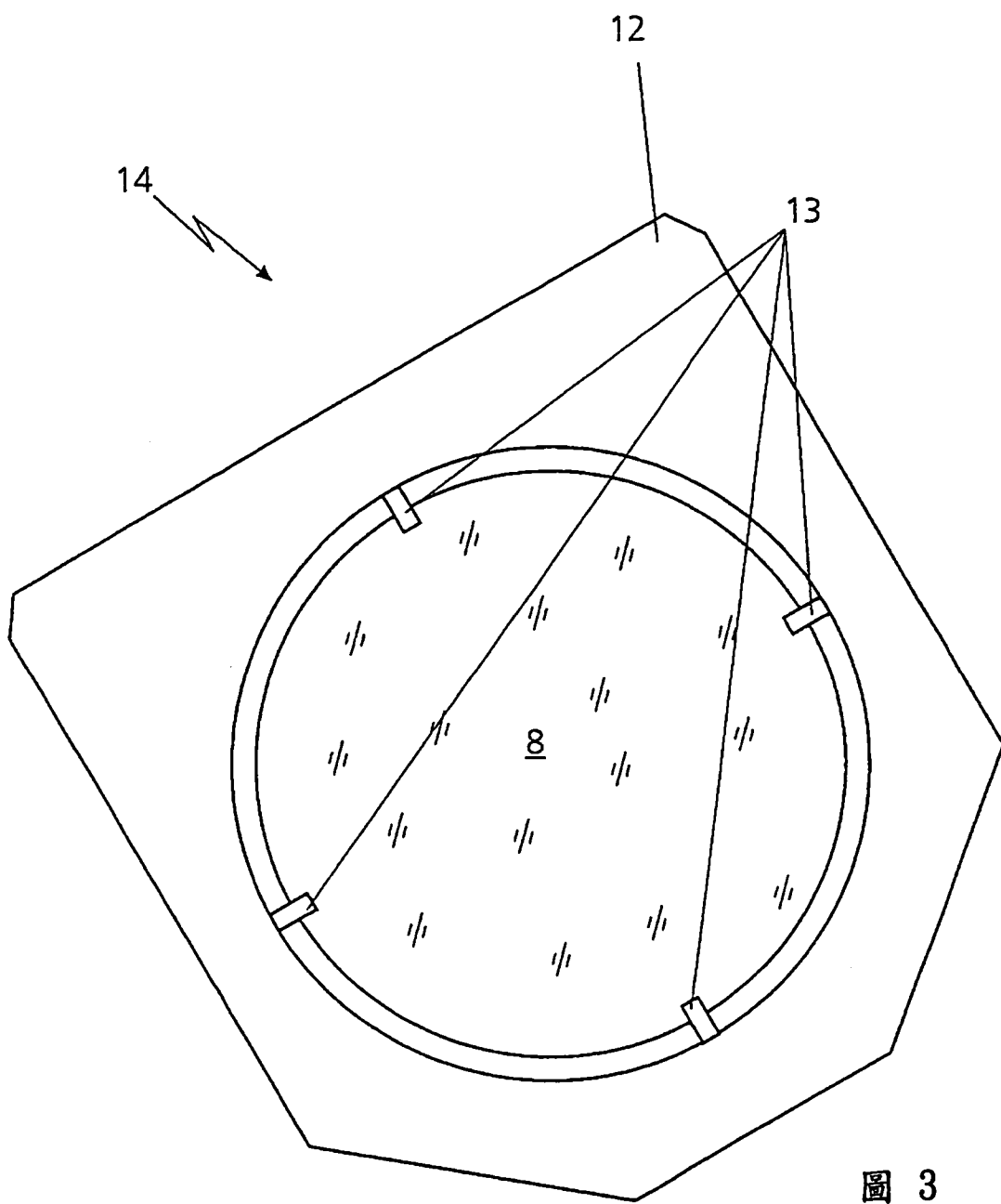


圖 3

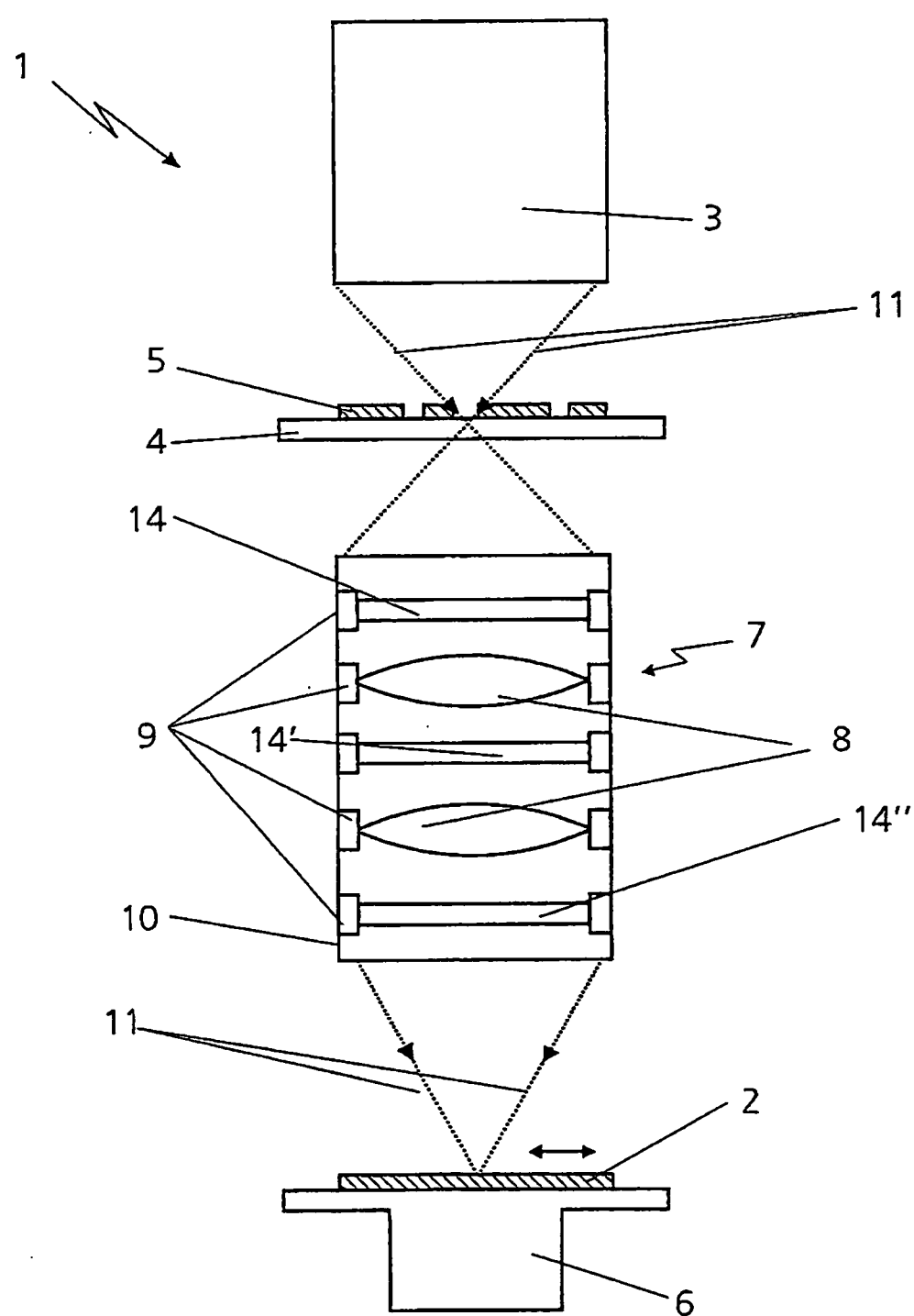
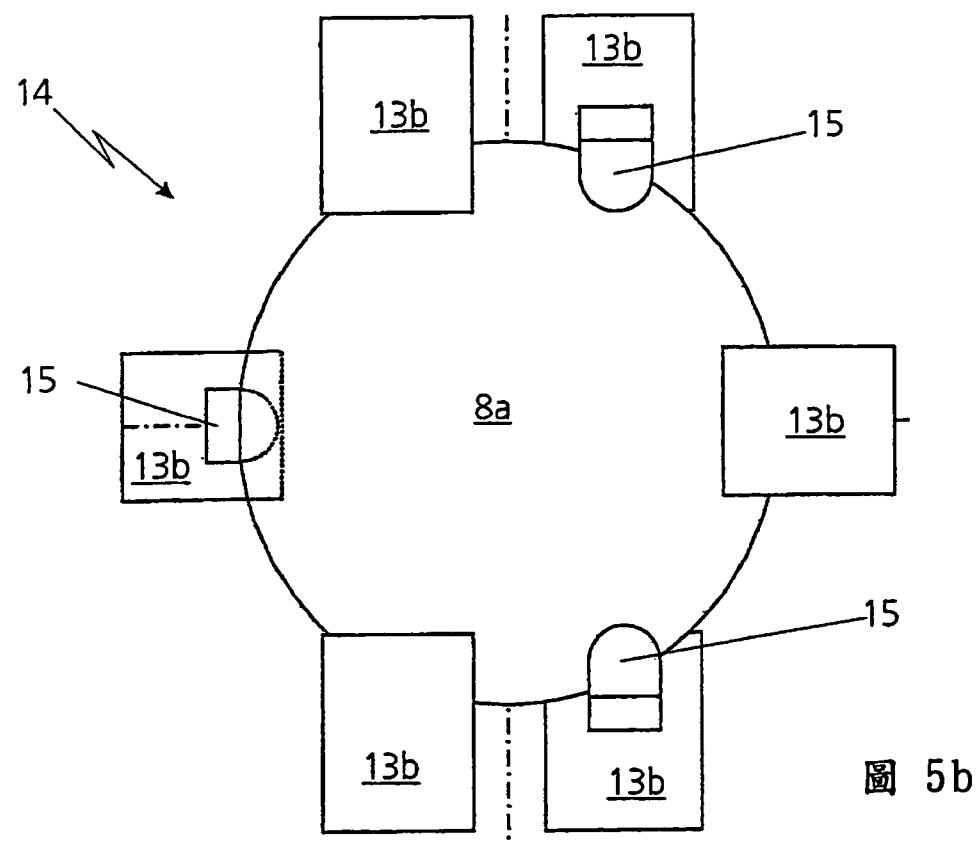
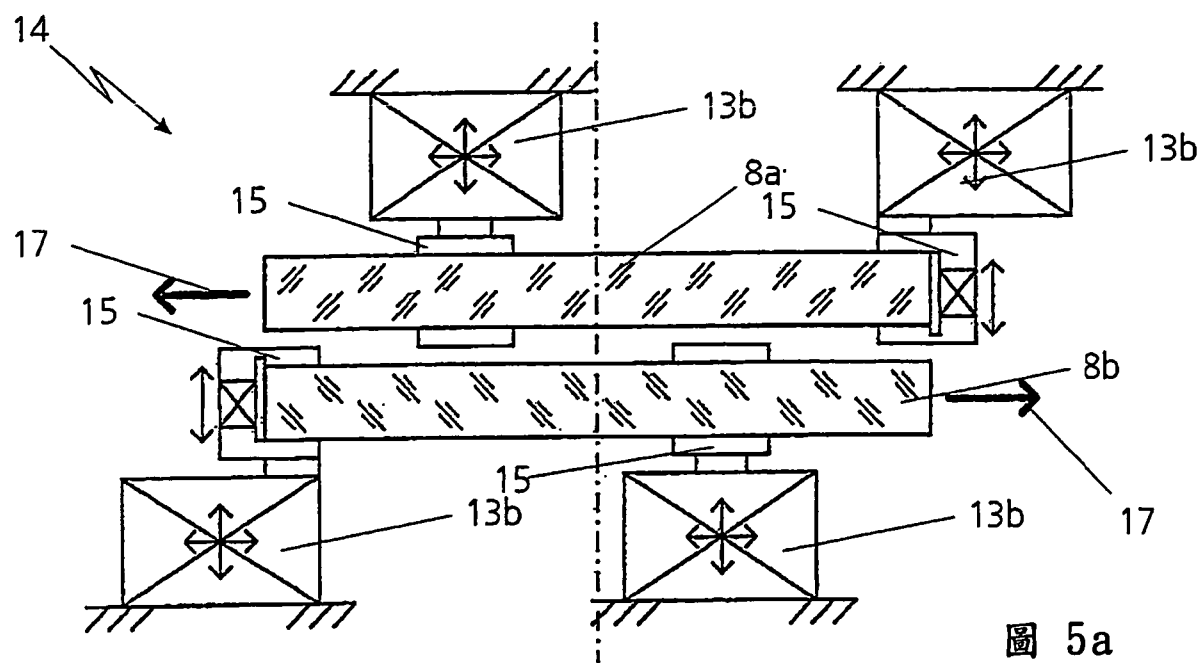


圖 4



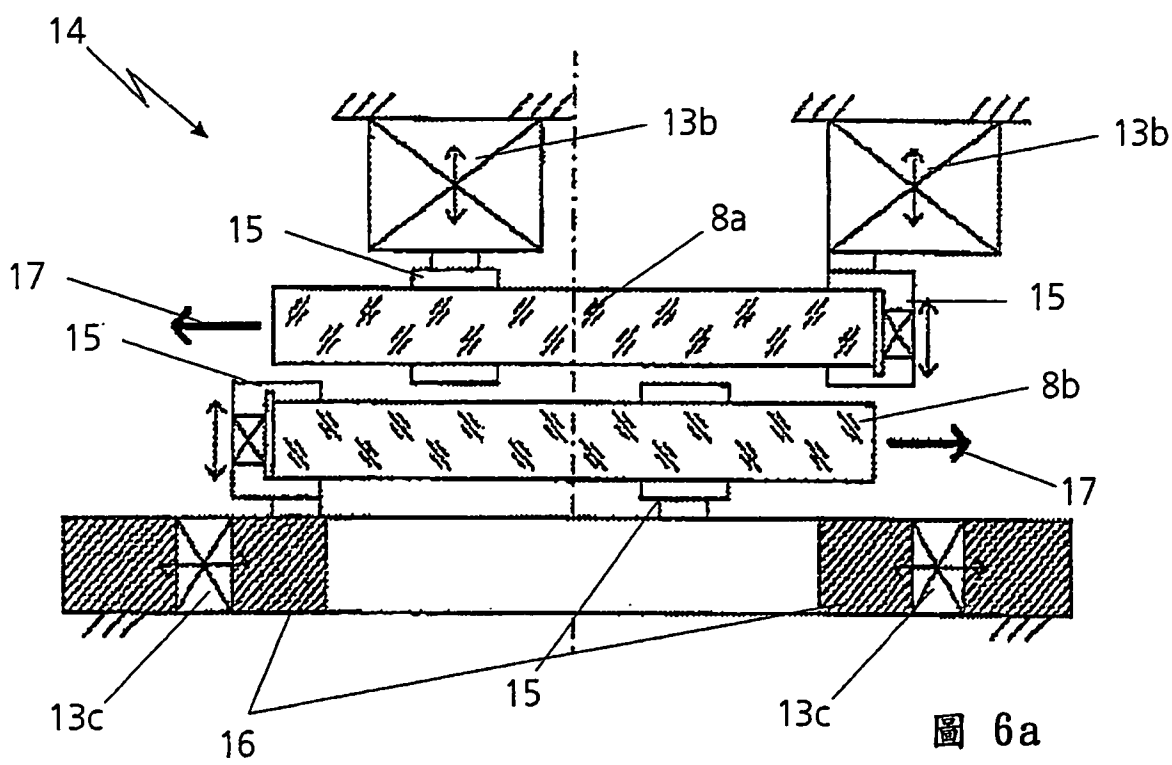


圖 6a

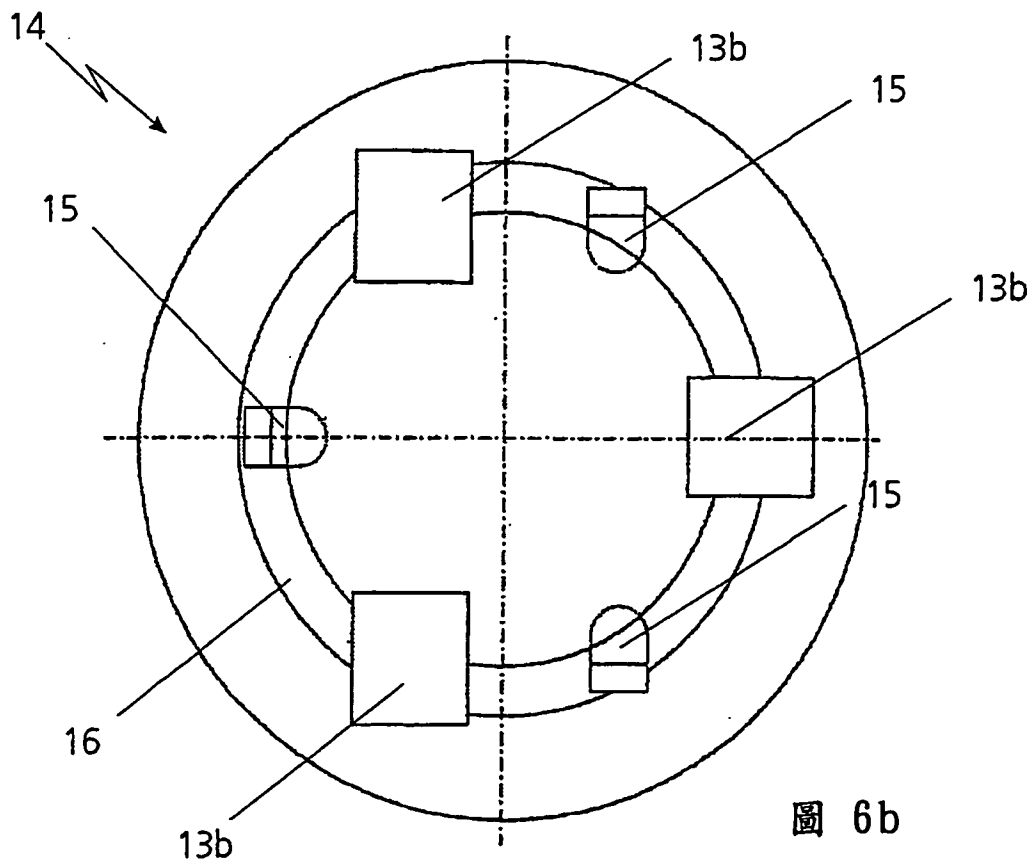


圖 6b

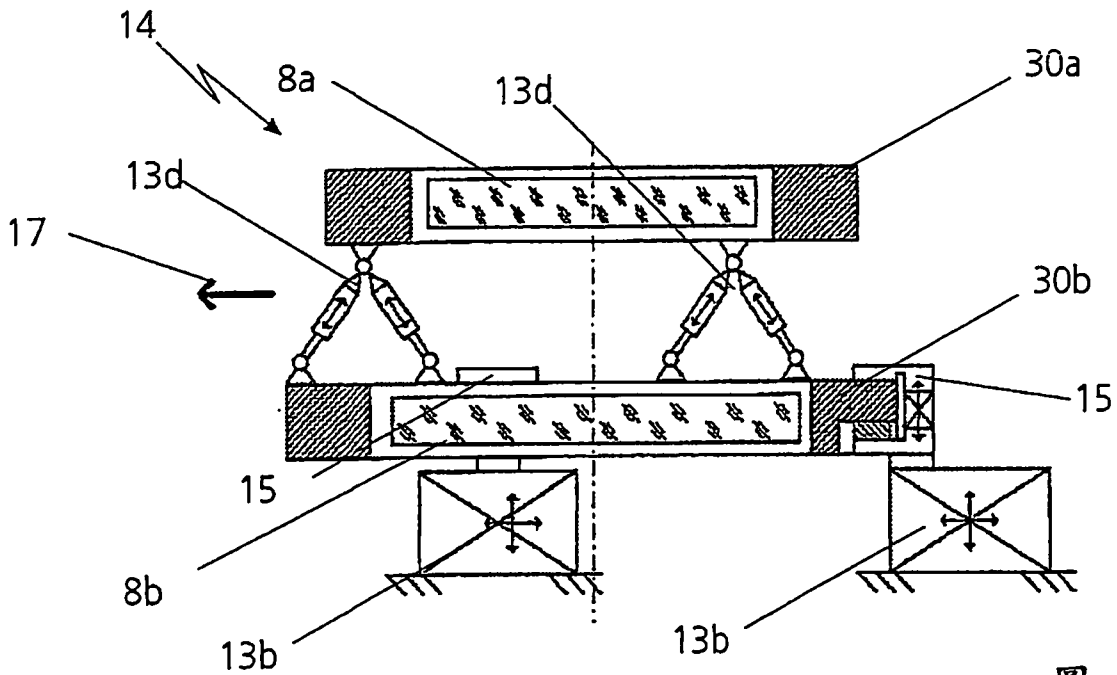


圖 7

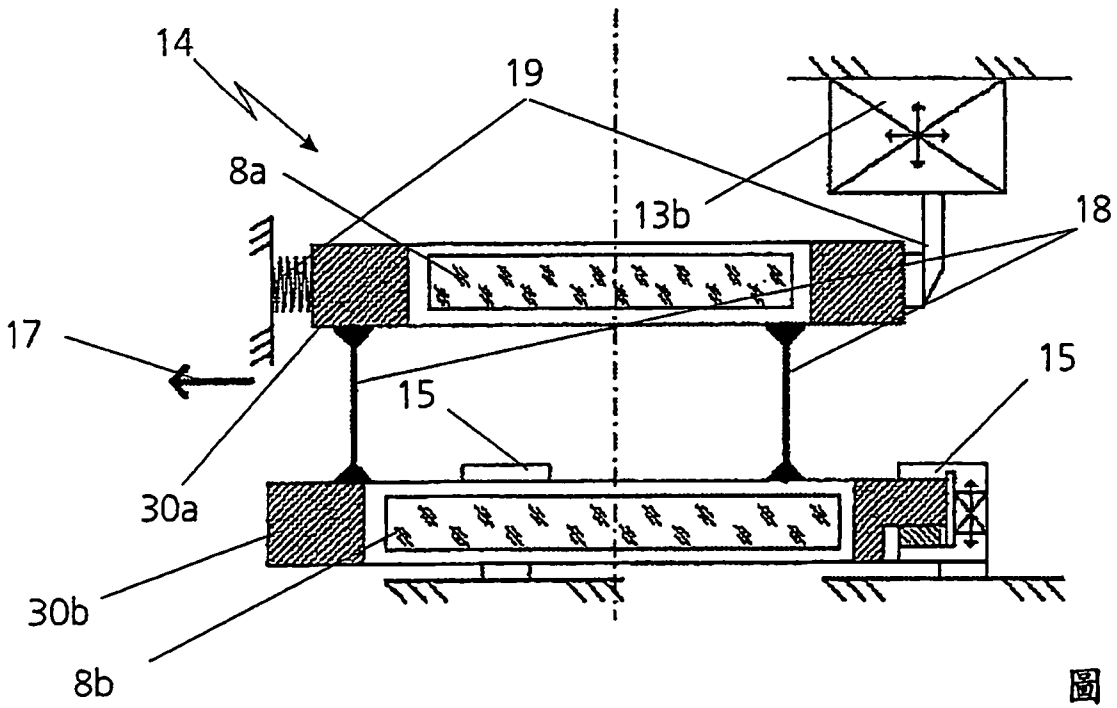
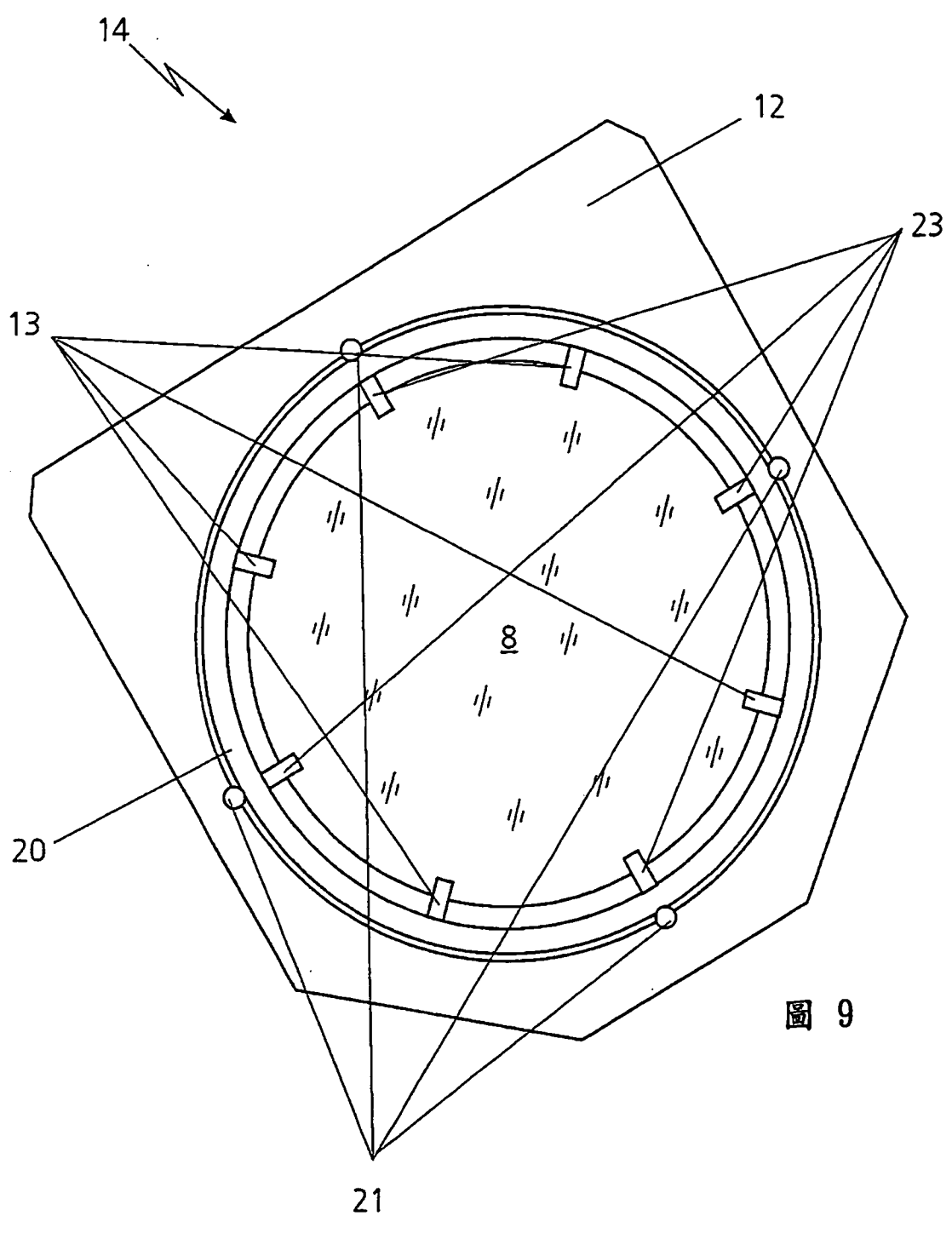


圖 8



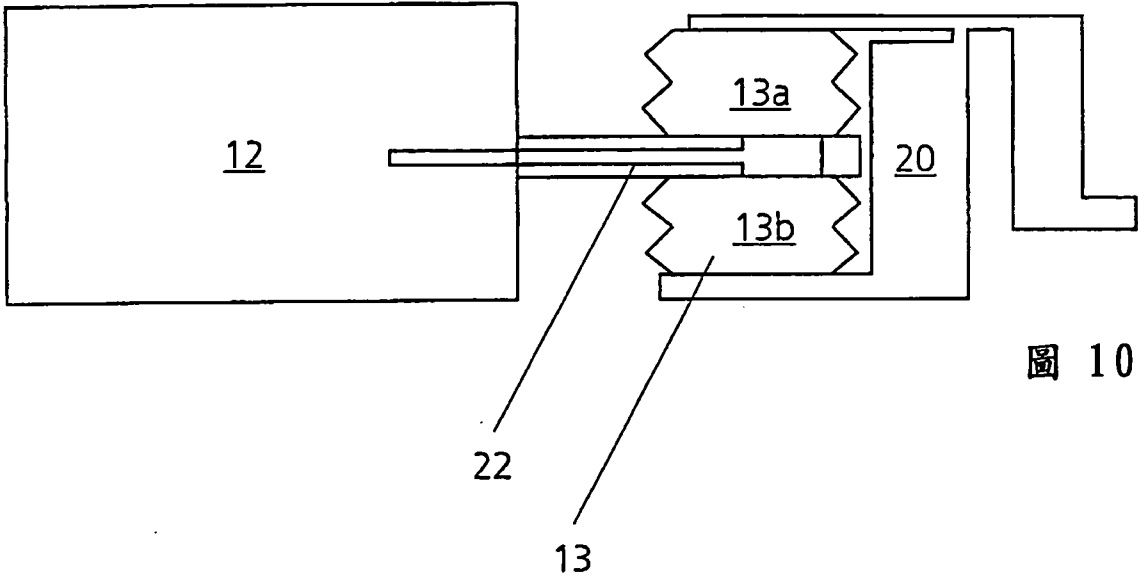


圖 10

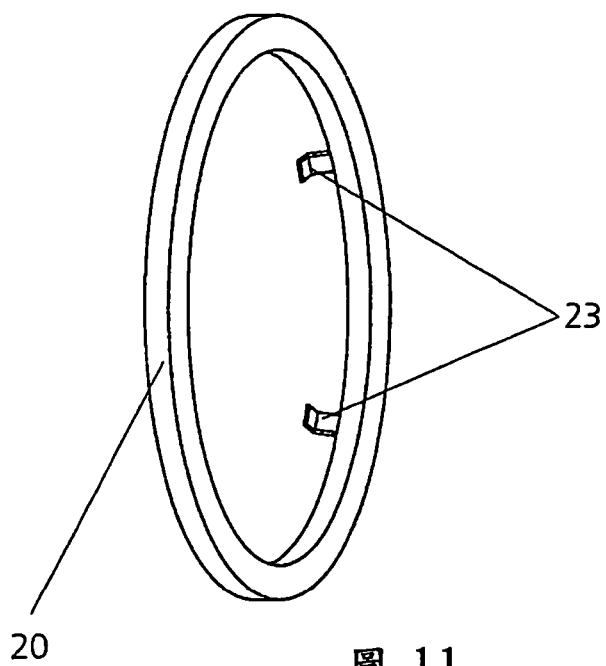


圖 11

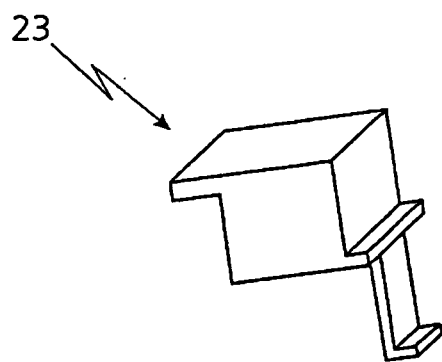


圖 12

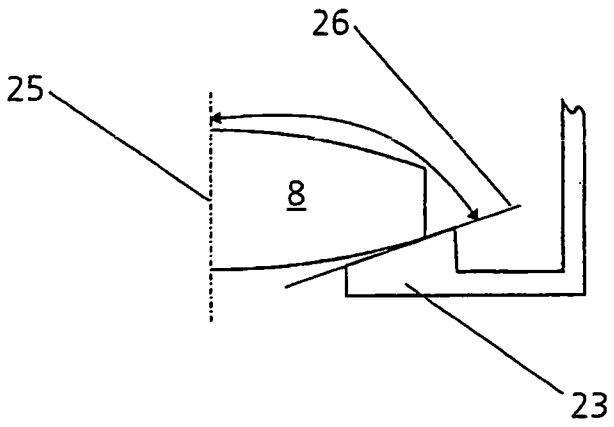


圖 13a

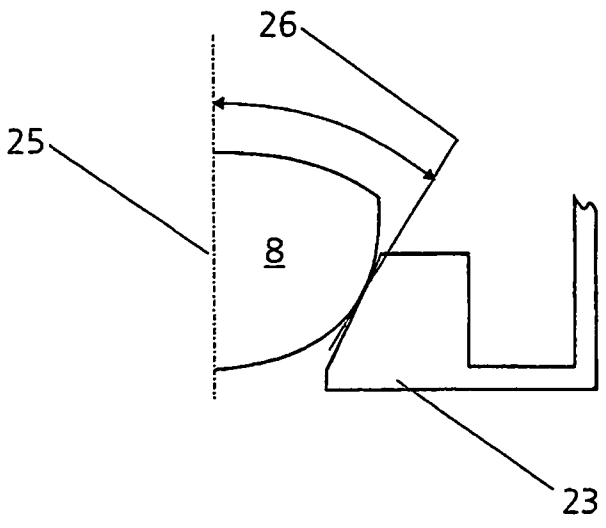


圖 13b

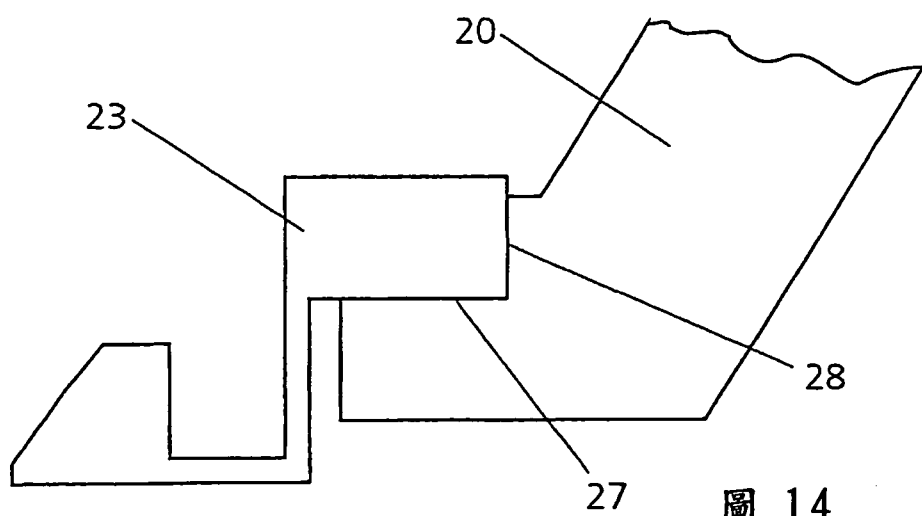


圖 14

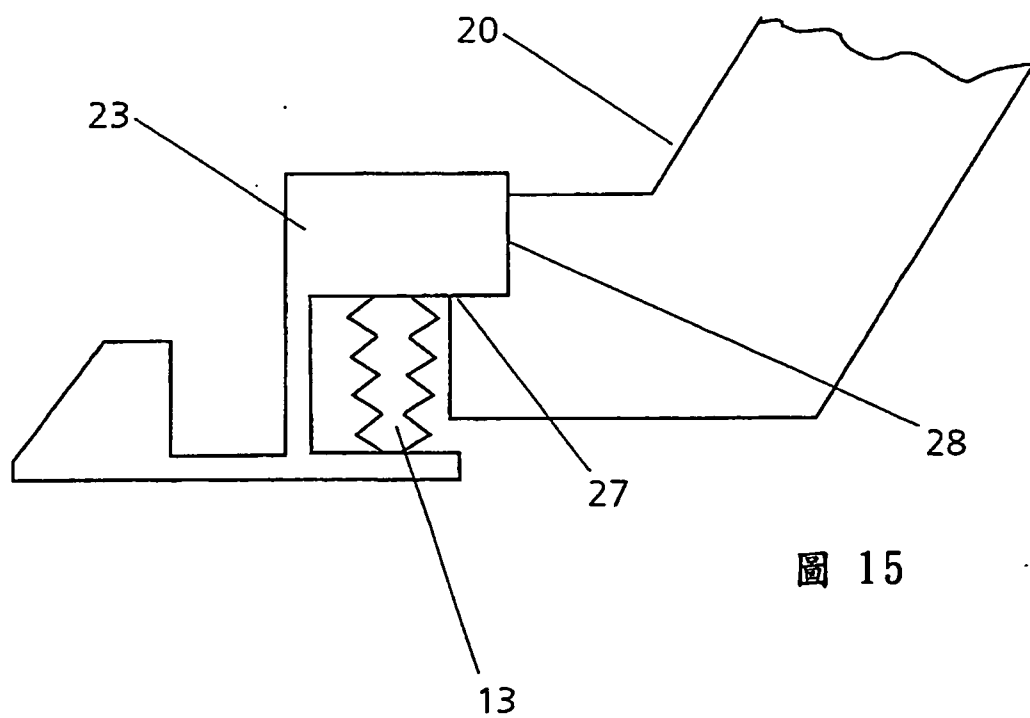


圖 15