



(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 I411888 B

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：098104359

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 11 日

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

(30)優先權：2008/02/15 日本 2008-035084

(71)申請人：佳能股份有限公司 (日本) CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)
日本

(72)發明人：林直人 HAYASHI, NAOTO (JP)；平井真一郎 HIRAI, SHINICHIRO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

KR 10-0379521B1

US 7106452B2

審查人員：李科

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 0 頁

(54)名稱

曝光設備及裝置製造方法

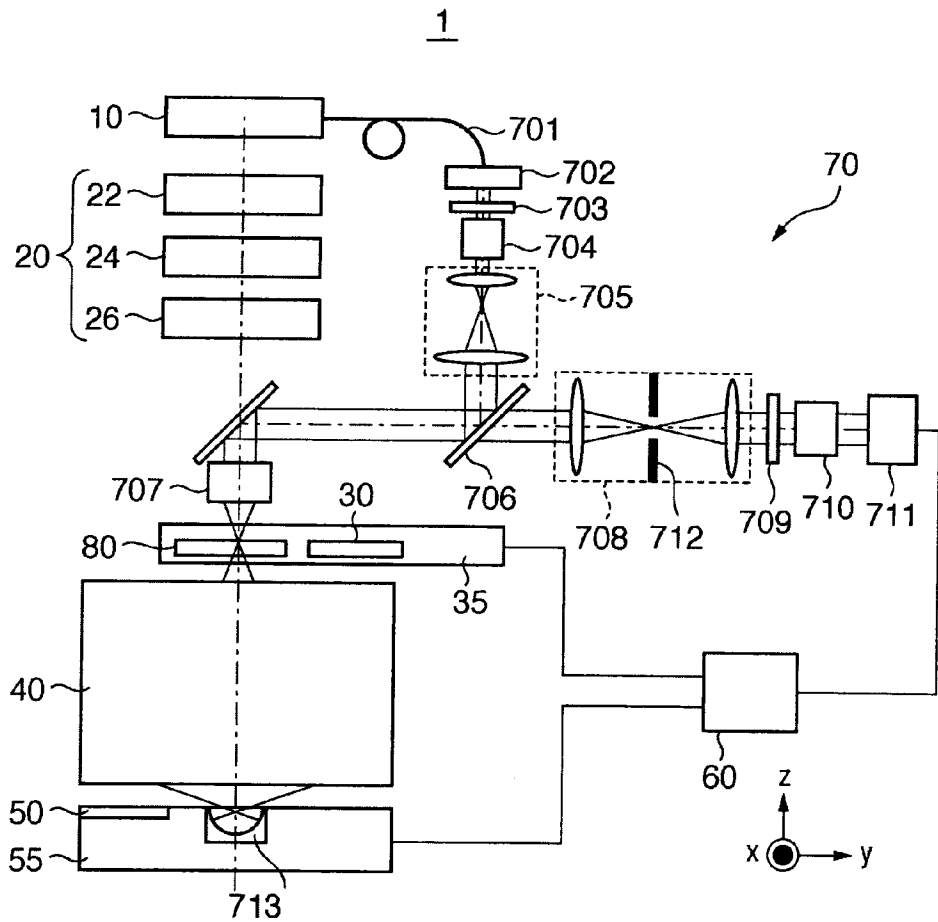
EXPOSURE APPARATUS AND DEVICE FABRICATION METHOD

(57)摘要

本發明提供一種曝光設備，其包括測量單元，該測量單元包含成像光學系統，該成像光學系統被組構成將已經傳遞經過該投射光學系統之光導引至影像感測器，並且該測量單元被組構成來測量該成像光學系統和該投射光學系統的整體雙折射；校準單元，被設置在該投射光學系統的物體平面側上，以便測量該成像光學系統之雙折射，並且被組構成將來自該測量單元的光反射回到該測量單元，而不需使用該投射光學系統；以及計算單元，被組構成從測量整體雙折射的結果中離析出由該測量單元所測量到之該成像光學系統的雙折射，藉以計算該投射光學系統之雙折射。

The present invention provides an exposure apparatus including a measuring unit which includes an imaging optical system configured to guide light having propagated through a projection optical system to an image sensor, and is configured to measure the overall birefringence of the imaging optical system and the projection optical system, a calibration unit which is set on a side of an object plane of the projection optical system in order to measure a birefringence of the imaging optical system, and is configured to reflect the light from the measuring unit back to the measuring unit without using the projection optical system, and a calculation unit configured to isolate, from the result of measuring the overall birefringence, the birefringence of the imaging optical system measured by the measuring unit, thereby calculating the birefringence of the projection optical system.

圖1



- 1 . . . 曝光設備
- 10 . . . 光源
- 20 . . . 照明光學系統
- 30 . . . 光罩
- 35 . . . 光罩台
- 40 . . . 投射光學系統
- 50 . . . 晶圓
- 55 . . . 晶圓台
- 60 . . . 控制單元
- 70 . . . 測量單元
- 80 . . . 校準單元
- 22 . . . 成形光學系統
- 24 . . . 非相干光學系統
- 26 . . . 照明系統
- 713 . . . 凹面鏡
- 701 . . . 光纖
- 702 . . . 光纖埠
- 703 . . . $\lambda/2$ 板
- 704 . . . 極化器
- 705 . . . 擴束器
- 706 . . . 半反射鏡
- 707 . . . 物鏡
- 708 . . . 光瞳成像透鏡
- 709 . . . $\lambda/4$ 板
- 710 . . . 分析器
- 711 . . . 影像感測器
- 712 . . . 空間濾波器

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※申請案號：98104359

※申請日：98年02月11日

※IPC分類：

G03F 7/20 (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

曝光設備及裝置製造方法

Exposure apparatus and device fabrication method

二、中文發明摘要：

本發明提供一種曝光設備，其包括測量單元，該測量單元包含成像光學系統，該成像光學系統被組構成將已經傳遞經過該投射光學系統之光導引至影像感測器，並且該測量單元被組構成來測量該成像光學系統和該投射光學系統的整體雙折射；校準單元，被設置在該投射光學系統的物體平面側上，以便測量該成像光學系統之雙折射，並且被組構成將來自該測量單元的光反射回到該測量單元，而不需使用該投射光學系統；以及計算單元，被組構成從測量整體雙折射的結果中離析出由該測量單元所測量到之該成像光學系統的雙折射，藉以計算該投射光學系統之雙折射。

三、英文發明摘要：

The present invention provides an exposure apparatus including a measuring unit which includes an imaging optical system configured to guide light having propagated through a projection optical system to an image sensor, and is configured to measure the overall birefringence of the imaging optical system and the projection optical system, a calibration unit which is set on a side of an object plane of the projection optical system in order to measure a birefringence of the imaging optical system, and is configured to reflect the light from the measuring unit back to the measuring unit without using the projection optical system, and a calculation unit configured to isolate, from the result of measuring the overall birefringence, the birefringence of the imaging optical system measured by the measuring unit, thereby calculating the birefringence of the projection optical system.

四、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)、本代表圖之元件符號簡單說明：

1：曝光設備
10：光源
20：照明光學系統
30：光罩
35：光罩台
40：投射光學系統
50：晶圓
55：晶圓台
60：控制單元
70：測量單元
80：校準單元
22：成形光學系統
24：非相干光學系統
26：照明系統
713：凹面鏡
701：光纖
702：光纖埠
703： $\lambda/2$ 板
704：極化器
705：擴束器
706：半反射鏡
707：物鏡
708：光瞳成像透鏡
709： $\lambda/4$ 板
710：分析器
711：影像感測器
712：空間濾波器

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：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關曝光設備及裝置製造方法。

【先前技術】

習知上，投射曝光設備已經被利用來藉由使用微影術製造半導體裝置，諸如，半導體記憶體或邏輯電路。投射曝光設備經由投射光學系統而將形成於光罩（遮罩）上的電路圖案投射及轉移至諸如晶圓之基板上。

隨著在半導體裝置之微圖案化的近來發展，投射曝光設備正被要求比以前進一步改進解析力（resolving power）（曝光設備能夠轉移的最小特徵尺寸）。為了符合此需求，正在縮短曝照光的波長，並且高 NA 之投射光學系統的發展正在進行中（投射光學系統之數值孔徑（NA）正在增大）。舉例來說，一投射曝光設備，其使用具有波長約 193 nm 之 ArF 準分子雷射光束做為曝照光，且包含具有大於 0.8 之 NA 的投射光學系統，獲得 $0.1\ \mu\text{m}$ 的解析力。又，已經提出浸沒式曝光設備，其藉由所謂的浸沒方法（即，以具有大於 1 之折射率的液體來填充晶圓與投射光學系統之最終表面（最終透鏡）間之間隙的至少一部分）來使投射光學系統之 NA 增大。在此情況下，正在期望比以前進一步改進解析力。

為了達成在曝光設備之解析力上的改進，精確地估量投射光學系統之性能（舉例來說，成像性能）係不可避免

的。習知上，主要已經使用透射波前像差來估量投射光學系統當被安裝於曝光設備中之性能或者在組裝期間之投射光學系統的性能。隨著在投射光學系統之性能上的改進，投射光學系統之雙折射（birefringence）的影響正變得不可忽略。爲了跟上此近期趨勢，不僅必須估量傳輸之波前像差，而且也必須估量投射光學系統之雙折射（光瞳平面上的雙折射）。

爲了符合此需求，日本專利公開第 2006-214856 號案提出一種測量設備，其中，用以測量在組裝投射光學系統時之透射波前像差的干涉儀被額外給予測量投射光學系統之雙折射的功能。在日本專利公開第 2006-214856 號案中，所揭示之測量設備安裝一成像光學系統，以便測量（估量）投射光學系統之雙折射（雙折射分佈）。爲了準確地測量（估量）投射光學系統之雙折射，必須隔離（isolate）測量設備中所安裝之成像光學系統的雙折射（在下文中被稱爲“系統誤差”）與投射光學系統之雙折射。

因爲通常以 Jones 矩陣來表示雙折射，所以矩陣計算必須要隔離系統誤差與投射光學系統之雙折射（亦即，要校準測量設備）。舉例來說，日本專利公開第 2006-214856 號案分開測量從光源到投射光學系統（插入於從光源到投射光學系統之光學路徑中的光學系統）之正向路徑（forward path）的雙折射，與從投射光學系統到光偵測單元（插入於從投射光學系統到光偵測單元之光學路徑中的光學系統）之反向路徑（backward path）的雙折

射。然後，表示含有系統誤差與投射光學系統之雙折射的測量值（亦即，由測量設備所獲得到的測量結果）的 Jones 矩陣被乘以表示正向路徑和反向路徑的雙折射之 Jones 矩陣的反矩陣，藉以隔離系統誤差與投射光學系統之雙折射。

不幸的是，日本專利公開第 2006-214856 號案僅揭示一種在組裝投射光學系統時所使用之技術，但並未揭示當被安裝在曝光設備中時之投射光學系統的雙折射，以及隔離在測量該雙折射時所使用之測量設備的系統誤差之技術。換言之，此專利參考文獻並未提出準確地測量當被安裝在曝光設備中時之投射光學系統的雙折射（雙折射分佈）。

在日本專利公開第 2006-214856 號案中所揭示之技術將鏡子及稜鏡插入於在曝光設備中所安裝的成像光學系統中光的入射角為 5° 或更小的位置處、將曝光設備中之光學路徑分成 4 個、並且測量這些光學路徑的雙折射，藉以取得正向路徑和反向路徑的雙折射。因此，爲了要隔離系統誤差與投射光學系統之雙折射，必須實施許多次（至少 4 次）的雙折射測量，其需要長的測量時間。

【發明內容】

本發明提供一種曝光設備，當投射光學系統被安裝在曝光設備中時，其能夠在短的時間期間準確地測量投射光學系統之雙折射。

依據本發明的第一樣態，提供有一種曝光設備，包括投射光學系統，被組構成將由第一台所固持之光罩的圖案投射於由第二台所固持之基板上；一測量單元，其包含成像光學系統，該成像光學系統被組構成將已經傳遞經過該投射光學系統之光導引至影像感測器，並且該測量單元被組構成來測量該成像光學系統和該投射光學系統的整體雙折射；校準單元，被設置在該投射光學系統的物體平面（object plane）側上，以便在校準該測量單元時測量該成像光學系統之雙折射，並且被組構成將來自該測量單元的光反射回到該測量單元，而不需使用該投射光學系統；以及計算單元，被組構成從藉由該測量單元來測量該成像光學系統和該投射光學系統之整體雙折射的結果中離析出藉由將校準單元設置在該投射光學系統的物體平面側上，經由該測量單元所測量到之該成像光學系統的雙折射，藉以計算該投射光學系統之雙折射，其中，該成像光學系統包含正向路徑光學系統和反向路徑光學系統，該正向路徑光學系統被組構成將來自光源的光導引至該投射光學系統，而該反向路徑光學系統則被組構成將已經傳遞經過該投射光學系統之光導引至該影像感測器，設置在該投射光學系統之該物體平面側上的該校準單元將入射光反射回到該測量單元，使得該測量單元測量該成像光學系統之雙折射，並且設置在該投射光學系統之該物體平面側上的該校準單元將該入射光的至少三個不同線極化光分量反射回到該測量單元，使得該測量單元測量該反向路徑光學系統的雙折

射。

依據本發明的第二樣態，提供有一種裝置製造方法，包括使用上面的曝光設備以使基板曝光的步驟，及實施該經曝光之基板的顯影程序之步驟。

本發明之其他特徵將從下面參照附圖之代表性實施例的說明而變得明顯。

【實施方式】

下面將參照附圖來說明本發明之較佳實施例，在所有的圖形中，相同的參考數字表示相同的組件，且將不給予其重複的說明。

圖 1 為顯示依據本發明其中一樣態之曝光設備 1 的示意視圖。在此實施例中，曝光設備 1 為一投射曝光設備，其藉由步進及掃描（step & scan）方案而將光罩 30 的圖案轉移至晶圓 50 上。然而，曝光設備 1 能夠採用步進及重複（step & repeat）方案或另一曝光方案。

曝光設備 1 包含光源 10、照明光學系統 20、用以固持光罩 30 之光罩台（第一台）35、投射光學系統 40、用以固持晶圓 50 之晶圓台（第二台）55、控制單元 60、測量單元 70、及校準單元 80。曝光設備 1 也包含，舉例來說，對齊偵測系統和焦點偵測系統（兩者皆未顯示出）。

光源 10，舉例來說，為準分子雷射器，諸如，具有約 193 nm 之波長的 ArF 準分子雷射器或具有約 248 nm 之波長的 KrF 準分子雷射器。然而，光源 10 並不特別限定

於準分子雷射器，並且可以是具有約 157 nm 之波長的 F_2 雷射器、具有約 10 nm 到 15 nm 之波長的 EUV（極超紫外線）雷射器、或諸如水銀燈或氙燈的燈。

照明光學系統 20 以來自光源 10 的光照明光罩 30。在此實施例中，照明光學系統 20 包含用以將來自光源 10 的光成形為對稱於光軸之形狀的成形光學系統 22、用以使相干（coherence）長度縮短的非相干（incoherent）光學系統 24、及用以照明光罩 30 的照明系統 26。

光罩 30 具有電路圖案且係藉由光罩台 35 來予以固持和驅動。

光罩台 35 固持光罩 30，並且將光罩 30 驅動於 x 軸、y 軸、及 z 軸方向以及繞著個別之軸的轉動方向上。在此實施例中，光罩台 35 安裝有校準單元 80（稍後將做說明），並且如同在光罩 30 中一樣，將校準單元 80 驅動於 x 軸、y 軸、及 z 軸方向以及繞著個別之軸的轉動方向上。注意，光罩 30 或晶圓 50 之其表面上的掃描方向被定義為 y 軸方向，垂直於該掃描方向的方向被定義為 x 軸方向，且垂直於光罩 30 或晶圓 50 之表面的方向被定義為 z 軸方向。

投射光學系統 40 將光罩 30 的圖案投射在晶圓 50 上，投射光學系統 40 可以為折射系統、折反射系統、或反射系統。

晶圓 50 為光罩 30 的圖案係投射（轉移）於其上的基板。然而，晶圓 50 可以被玻璃板或另一基板所取代。

晶圓台 55 固持晶圓 50，並且將晶圓 50 驅動於 x 軸、y 軸、及 z 軸方向以及繞著個別之軸的轉動方向上。晶圓台 55 也固持凹面鏡 713，而可驅動於 x 軸、y 軸、及 z 軸方向以及繞著個別之軸的轉動方向上。

控制單元 60 包含 CPU 及記憶體，並且控制曝光設備 1 的操作。控制單元 60 根據由配置在光罩台 35 和晶圓台 55 附近之雷射干涉儀所取得的測量結果，以奈米等級而同步地控制光罩台 35 和晶圓台 55，雷射干涉儀測量光罩台 35 和晶圓台 55 在投射光學系統 40 之光軸方向（亦即，z 軸方向）上的位置，以及在垂直於投射光學系統 40 之光軸的平面（亦即，x-y 平面）上的位置。

在此實施例中，控制單元 60 也控制測量單元 70 的操作（稍後將做說明）（亦即，和測量單元 70 之校準及藉由測量單元 70 之投射光學系統 40 之雙折射之測量相關聯的操作）。舉例來說，控制單元 60 經由光罩台 35 和晶圓台 55 來控制校準單元 80 和凹面鏡 713 之驅動，其係校準測量單元 70 和測量投射光學系統 40 之雙折射所必須的。控制單元 60 也用做為計算單元，其實施為校準測量單元 70 和測量投射光學系統 40 之雙折射所必須的計算處理。舉例來說，控制單元 60 根據由影像感測器 711 所感測之影像來計算表示雙折射的 Jones 矩陣。控制單元 60 也藉由從藉由測量單元 70 來測量測量單元 70 和投射光學系統 40 之整體雙折射的結果中離析出測量單元 70 之雙折射，以計算投射光學系統 40 之雙折射。稍後將詳細解說藉由

控制單元 60 之詳細的計算處理。

測量單元 70 包含成像光學系統，用以將來自光源 10 之光導引至投射光學系統 40，且進一步將已經傳遞經過投射光學系統 40 之光導引至影像感測器 711，並且測量投射光學系統 40 之雙折射。注意，如上所述，因為測量單元 70 包含成像光學系統，所以藉由測量單元 70 所取得之測量結果含有投射光學系統 40 和測量單元 70 之雙折射（亦即，成像光學系統之雙折射）。在此實施例中，測量單元 70 包含光纖 701、光纖埠 702、 $\lambda/2$ 板 703、極化器（polarizer）704、擴束器（beam expander）705、半反射鏡 706、及物鏡 707。測量單元 70 也包含光瞳成像透鏡 708、 $\lambda/4$ 板 709、分析器 710、影像感測器 711、空間濾波器 712、及凹面鏡 713。

校準單元 80 係安裝於光罩台 35 上，而光罩台 35 係可插入至及可縮回（retractable）自測量單元 70 之成像光學系統的光學路徑，如上所述。校準單元 80 為設置在投射光學系統 40 之物體平面側上的光學單元，以便測量在校準測量單元 70 時測量單元 70 之成像光學系統的雙折射。校準單元 80 包含，舉例來說，多個鏡子和多個稜鏡，並且將來自測量單元 70 之光反射回到測量單元 70，而不需使用投射光學系統 40。如圖 2 所示，校準單元 80 包含凹面鏡 82 及 84 和稜鏡 86，凹面鏡 82 被用來測量測量單元 70 之整個成像光學系統的雙折射，凹面鏡 84 和稜鏡 86 被用來測量測量單元 70 之成像光學系統之反向路徑光

學系統的雙折射。在此實施例中，稜鏡 86 包含三個稜鏡 86a 到 86c，它們係以相對於 z 軸之不同的角度（舉例來說， 0° ， 60° ，及 120° ）來予以設置，並且僅透射預定的線極化光分量。因此，稜鏡 86a 到 86c 透射三個不同的線極化光分量。三個凹面鏡 84a 到 84c 係對應於該三個稜鏡 86a 到 86c 而被設置，該等凹面鏡 84a 到 84c 分別將透射過稜鏡 86a 到 86c 的光分量反射回到測量單元 70。注意，圖 2 為顯示校準單元 80 之示意剖面視圖。

下面將解說藉由控制單元 60 之計算處理以及測量單元 70 和校準單元 80 之詳細的配置與功能。首先，將解說做為測量單元 70 之雙折射之系統誤差的測量方法。如上所述，因為藉由 Jones 矩陣來表示雙折射，所以需要矩陣計算以便從藉由測量單元 70 來測量測量單元 70 和投射光學系統 40 之整體雙折射的結果中離析出（減去）系統誤差。因此，需要將測量單元 70 之成像光學系統分成將來自光源 10 的光導引至投射光學系統 40 之正向路徑光學系統，及將來自投射光學系統 40 之光導引至影像感測器 711 之反向路徑光學系統，藉以取得正向路徑光學系統和反向路徑光學系統的雙折射。在此實施例中，讓 J_m 為表示測量單元 70 之整體成像光學系統之雙折射的 Jones 矩陣； J_r 為表示反向路徑光學系統之雙折射的 Jones 矩陣；以及 J_g 為表示正向路徑光學系統之雙折射的 Jones 矩陣。

來自光源 10 的光經由光纖 701 而來自光纖埠 702，

離開光纖埠 702 的光係透射過 $\lambda/2$ 板 703 和極化器 704。
 $\lambda/2$ 板 703 和極化器 704 係配置在 θ 台（未顯示出）上，
轉動 $\lambda/2$ 板 703 和極化器 704 使其可能獲得到已知的線極
化光。透射過 $\lambda/2$ 板 703 和極化器 704 的光經由擴束器
705 而被半反射鏡 706 所反射，且進入物鏡 707，擴束器
705 使光束直徑放大。

在測量測量單元 70 之整體成像光學系統的雙折射時
，安裝在光罩台 35 上之校準單元 80 被設置於投射光學系
統 40 的物體平面側上。更明確地說，設置校準單元 80 而
使得凹面鏡 82 係緊（immediately）位於物鏡 707 的下方
，且物鏡 707 的焦點位置與凹面鏡 82 的曲率中心相一致
（match）。

校準單元 80 上的入射光被凹面鏡 82 所反射，且經由
物鏡 707、半反射鏡 706、及光瞳成像透鏡 708 而進入 $\lambda/4$
板 709， $\lambda/4$ 板 709 係配置在 θ 台上。藉由 $\lambda/4$ 板 709
所調變之光經由分析器 710 而進入影像感測器 711。此時
，影像感測器 711 僅感測由分析器 710 之角度所決定的線
極化光分量。

這樣，三個不同的角度（舉例來說， 0° ， 60° ，及
 120° ）被設定於極化器 704 中，且三個極化偏光參數被測
量，藉以計算 Jones 矩陣。藉由相位延遲器（retarder）
方法來取得極化偏光參數和 Jones 矩陣，相位延遲器方法
被揭示於日本專利公開第 2006-214856 號中，且其詳細說
明將不被陳述於本文中。有此操作，能夠獲得到表示從極

化器 704 到 $\lambda/4$ 板 709 之雙折射（亦即，測量單元 70 之整體成像光學系統的雙折射）的 Jones 矩陣 J_m 。

在測量測量單元 70 之反向路徑光學系統的雙折射時，設置校準單元 80 而使得凹面鏡 84 和稜鏡 86 係緊位於物鏡 707 的下方。舉例來說，當校準單元 80 被設置而使得凹面鏡 84a 和稜鏡 86a 係緊位於物鏡 707 的下方時，已知被凹面鏡 84a 所反射之光為由稜鏡 86a 之角度所決定的線極化光。因此，當將由稜鏡 86a 之角度所決定的線極化光導引至物鏡 707、半反射鏡 706、及光瞳成像透鏡 708 之雙折射時的極化偏光參數被測量到。同樣地，藉由設置校準單元 80 而使得一組的凹面鏡 84b 和稜鏡 86b 和一組的凹面鏡 84c 和稜鏡 86c 係緊位於物鏡 707 的下方時，可以測量三個不同的極化偏光參數。有此操作，能夠獲得到表示從物鏡 707 到 $\lambda/4$ 板 709 之雙折射（亦即，測量單元 70 之反向路徑光學系統的雙折射）的 Jones 矩陣 J_r 。

在此將解說校準單元 80 中的稜鏡 86。在此實施例中，稜鏡 86 為 Wollaston 稜鏡。Wollaston 稜鏡將入射光以均等角度而分裂成尋常光和異常光。基於此原因，當 Wollaston 稜鏡被使用做為稜鏡 86 時，必須藉由空間濾波器 712 來屏蔽異常光，以防止其進入影像感測器 711。

尋常光和異常光的分裂角 θ_D 係以下式來予以表示

$$\theta_D = \Delta r / f_0 \quad \dots (1)$$

其中， Δr 為空間濾波器 712 的開口半徑（opening radius），及 f_0 為光瞳成像透鏡 708 之焦距，且更明確地說，設置在構成光瞳成像透鏡 708 之透鏡的半反射鏡 706 側上之透鏡的焦距。

因為 Wollaston 稜鏡也在相對於入射光而傾斜的方向上輸出尋常光，所以必須調整凹面鏡 84 的位置，以使尋常光通過空間濾波器 712（的開口）。

Wollaston 稜鏡具有祇要分裂角 θ_D 小，可以減小稜鏡之耦合（coupling）角的特色，這使其可以縮小 Wollaston 稜鏡之尺寸，因而抑制任何像差的產生，即使是當其被設置在做為稜鏡 86 之物鏡 707 的焦點位置附近時。一般的稜鏡係由雙折射玻璃材料所做成，所以它當將其設置在焦點位置時，會造成在結晶軸方向上的相差。然而，有可能藉由將雙折射玻璃材料插入於凹面鏡 84 與稜鏡 86 之間以防止任何像差的產生，而雙折射玻璃材料會抵消相差。

在此實施例中，雖然 Wollaston 稜鏡被使用做為稜鏡 86，但是，其可以用諸如 Glan-Thompson 稜鏡或 Savart 板來予以取代，如果物鏡 707 的孔徑角係小的。

使用 Jones 矩陣 J_m 及 J_r ，表示從 polarizer 704 到物鏡 707 之雙折射（亦即，測量單元 70 之正向路徑光學系統的雙折射）的 Jones 矩陣 J_g 可以用下式來予以計算出：

$$J_g = J_r^{-1} \times J_m \quad \dots (2)$$

其中， J_r^{-1} 為表示測量單元 70 之反向路徑光學系統的雙折射之 Jones 矩陣 J_r 的反矩陣。

下面將解說自藉由測量單元 70 來測量測量單元 70 和投射光學系統 40 之整體雙折射的結果中離析出（減去）系統誤差的方法。校準單元 80 係自測量單元 70 之成像光學系統的光學路徑中縮回，並且物鏡 707 被設置而使得物鏡 707 的焦點位置（focal position）與投射光學系統 40 的物點相一致。而且，凹面鏡 713 被設置而使得由晶圓台 55 所固持之凹面鏡 713 的曲率中心和投射光學系統 40 的影像點相一致。

來自物鏡 707 之光傳遞經過投射光學系統 40，且被凹面鏡 713 所垂直反射。由凹面鏡 713 所垂直反射之光再次傳遞經過投射光學系統 40，並且經由物鏡 707、半反射鏡 706、光瞳成像透鏡 708、 $\lambda/4$ 板 709、及分析器 710 而進入影像感測器 711。此時，測量單元 70 和投射光學系統 40 之整體雙折射被測量到。

讓 J_a 為表示測量單元 70 和投射光學系統 40 之整體雙折射的 Jones 矩陣，表示投射光學系統 40 之雙折射的 Jones 矩陣 J_p 可以用下式來予以計算出：

$$J_p = (J_r^{-1} \times J_a \times J_g^{-1})^{1/2} \quad \dots (3)$$

該矩陣之根的計算係和在日本專利公開第 2006-214856 號中者相同，且其詳細說明將不被陳述於本文中。

照這樣，依據此實施例，有可能藉由實施測量兩次而獲得到測量單元 70 之正向路徑光學系統和反向路徑光學系統的雙折射，以及自測量單元 70 和投射光學系統 40 之整體雙折射中離析出系統誤差。因此，曝光設備 1 當投射光學系統 40 被安裝在曝光設備中時，其能夠在短的時間期間準確地測量投射光學系統 40 之雙折射。

在此實施例中，雖然校準單元 80 係安裝於光罩台 35 上，其可以被安裝於投射光學系統 40（更明確地說，在構成投射光學系統 40 之透鏡鏡筒（barrel）的入射表面上），如圖 3 所示。在此情況下，需要物鏡 707 能夠被驅動以便緊位在校準單元 80 的上方。注意，圖 3 為顯示依據本發明之一樣態的曝光設備 1 之示意視圖。

校準單元 80 可包含以不同角度來予以配置的三個光學單元 810a 到 810c，如圖 4 所示。在此情況下，光學單元 810a 到 810c 係緊位於物鏡 707 的下方，並測量三個不同的極化偏光參數，藉以計算 Jones 矩陣。光學單元 810a 到 810c 可以被安裝於光罩台 35 上或在投射光學系統 40 中。注意，圖 4 為顯示另一校準單元 80 之示意剖面圖。

圖 5 為顯示凹面鏡 82 之示意剖面圖。光學單元 810a 包含凹面鏡 82、彎折（bending）鏡 811a、透鏡 812a、極化分束器 813a、及反射鏡 814a，如圖 5 所示。如上所述

，凹面鏡 82 被用來測量測量單元 70 之整體成像光學系統的雙折射。彎折鏡 811a、透鏡 812a、極化分束器 813a、及反射鏡 814a 被用來測量測量單元 70 之成像光學系統之反向路徑光學系統的雙折射。光學單元 810b 和 810c 各自具有和光學單元 810a 之配置相同的配置，除了它們各自並不具有凹面鏡 82 以外，且在此將省略其詳細說明。

在測量測量單元 70 之反向路徑光學系統的雙折射時，光學單元 810a 被設置而使得彎折鏡 811a 係緊位於物鏡 707 的下方。來自物鏡 707 之光被彎折鏡 811a 所垂直反射，且進入透鏡 812a。透鏡 812a 上的入射光被準直成準直光，且進入極化分束器 813a。在入射光中，由極化分束器 813a 之角度所決定的線極化光分量撞擊反射鏡 814a，反射鏡 814a 上的入射光係經由極化分束器 813a、透鏡 812a、及彎折鏡 811a 而被垂直地反射回到物鏡 707。彎折鏡 811a 和透鏡 812a 最好係由具有比測量單元 70 之反向路徑光學系統的雙折射足夠低的雙折射之玻璃材料所做的。有此配置，極化偏光參數變成大約和當將由極化分束器 813a 所決定的線極化光導引至測量單元 70 之反向路徑光學系統所取得的極化偏光參數相同。使用光學單元 810b 和 810c 來實施相同的測量使其可能從三個極化偏光參數獲得到表示測量單元 70 之反向路徑光學系統之雙折射的 Jones 矩陣 J_r 。測量（計算）表示測量單元 70 之整體成像光學系統之雙折射的 Jones 矩陣 J_m 的方法以及從

測量單元 70 及投射光學系統 40 之整體雙折射中離析出系統誤差的方法和上述相同。

雖然在此實施例中，光學單元 810a 包含反射鏡 814a，但是反射膜可以被形成在極化分束器 813a 的出射表面（面向反射鏡 814a 的表面）上，來代替使用反射鏡 814a，而且，透射過極化分束器 813a 的光可以被垂直地反射，以代替垂直地反射被極化分束器 813a 所反射的光。

如果彎折鏡 811a 和透鏡 812a 不能夠由具有比測量單元 70 之反向路徑光學系統的雙折射足夠低的雙折射之玻璃材料所做成，則它們的雙折射被事先測量。可以根據彎折鏡 811a 和透鏡 812a 的雙折射來計算進入測量單元 70 之反向路徑光學系統之光的極化偏光狀態。

在曝光設備 1 的操作方面，首先測量投射光學系統 40 之雙折射。藉由使用校準單元 80 來測量測量單元 70 之雙折射（系統誤差），並且從藉由測量單元 70 來測量測量單元 70 和投射光學系統 40 之整體雙折射的結果中離析出系統誤差，能夠獲得到投射光學系統 40 之雙折射，如上所述。當投射光學系統 40 之雙折射被測量到時，根據測量結果來調整投射光學系統 40 之雙折射。投射光學系統 40 之雙折射能夠藉由，舉例來說，使構成投射光學系統 40 之光學元件繞著光軸轉動或者使其驅動於光軸方向上來予以調整。如上所述，因為測量單元 70 能夠在短的時間期間準確地測量投射光學系統 40 之雙折射，所以同樣也能夠在短的時間期間準確地調整投射光學系統 40

之雙折射。

接著，光罩 30 的圖案藉由曝光而被轉移至晶圓 50 上。自光源 10 所發射出之光藉由照明光學系統 20 而照明光罩 30，載負光罩 30 之圖案的資訊之光藉由投射光學系統 40 而形成影像於晶圓 50 上。如上所述，使用於曝光設備 1 之投射光學系統 40 的雙折射被準確地調整，因而達成優異的成像能力。因此，曝光設備 1 能夠提供具有高生產量（throughput）和良好的經濟效率之高品質的裝置（例如，半導體裝置、LCD 裝置、成像感測裝置（例如，CCD）、及薄膜磁頭）。注意，該等裝置之製造係藉由使用曝光設備 1 而使塗敷有光阻（感光劑）之基板曝光的步驟、及使經曝光之基板顯影的步驟、以及其他已知的步驟。

依據此實施例之校準單元 80 也可應用於 Fizeau 干涉儀 100，如圖 6 所示。干涉儀 100 具有一組態，該組態實行測量投射光學系統 40 之所透射之波前像差的功能和測量投射光學系統 40 之雙折射的功能，如同將在稍後所述者。圖 6 為顯示對其應用校準單元 80 的 Fizeau 干涉儀 100 之示意視圖。

干涉儀 100 包含 $\lambda/2$ 板 703、極化器 704、擴束器 705、半反射鏡 706、光瞳成像透鏡 708、 $\lambda/4$ 板 709、分析器 710、影像感測器 711、空間濾波器 712、及凹面鏡 713。干涉儀 100 也包含具有長的相干（coherence）長度之干涉儀光源 720，及波前成形針孔 721，以便測量所透射之波前像差。干涉儀 100 也包含所謂的 TS 透鏡 722 來

代替物鏡 707，TS 透鏡 722 具有其曲率中心與透鏡焦點位置一致的最終表面，並且透射進入該最終表面之光的某些分量及反射剩餘的分量。 $\lambda/4$ 板 709 和分析器 710 係可插入於且可縮回自干涉儀 100 的光學路徑中。在測量投射光學系統 40 之所透射的波前像差時， $\lambda/4$ 板 709 和分析器 710 係自干涉儀 100 的光學路徑中縮回。

在測量投射光學系統 40 之所透射的波前像差時，使用所謂的條紋（fringe）掃描方法，其精微地驅動由晶圓台 55 所固持之凹面鏡 713 於 z 軸方向上且調變相位，凹面鏡 713 可藉由晶圓台 55 或者藉由使壓電致動器附接於凹面鏡 713 來予以驅動，甚至可藉由精微地驅動 TS 透鏡 722 於 z 軸方向上以代替凹面鏡 713 來調變相位。

在測量投射光學系統 40 之雙折射時， $\lambda/4$ 板 709 和分析器 710 係插入於干涉儀 100 的光學路徑中。因為校準單元 80 係安裝在投射光學系統 40 中，所以 TS 透鏡 722 在校準干涉儀 100 時係緊位於校準單元 80 的上方。為了藉由干涉儀 100 來測量投射光學系統 40 之雙折射，必須去除當藉由驅動空間濾波器 712 或使用，舉例來說，干涉圖案的平均強度來測量所透射之波前像差時所產生的干涉圖案。一種干涉圖案之去除方法被揭示於日本專利公開第 2006-214856 號案中，且其詳細說明在此不再贅述。投射光學系統 40 之雙折射的測量方法及干涉儀 100 係如上所述。

在已經參照代表性實施例來說明本發明的同時，將會

了解到本發明並不限於所揭示之代表性實施例。下面之申請專利範圍的範疇係與最廣泛的釋譯一致，以便包含所有此類的修正及等同之結構和功能。

【圖式簡單說明】

圖 1 係顯示依據本發明其中一樣態之曝光設備的示意視圖。

圖 2 係顯示圖 1 所示之曝光設備之校準單元的示意剖面視圖。

圖 3 係顯示依據本發明其中一樣態之曝光設備的示意視圖。

圖 4 係顯示圖 1 所示之曝光設備之另一校準單元的示意視圖。

圖 5 係顯示圖 4 所示之校準單元之光學單元的示意剖面視圖。

圖 6 係顯示對其應用依據此實施例之校準單元的 Fizeau 干涉儀之示意視圖。

【主要元件符號說明】

1：曝光設備

10：光源

20：照明光學系統

30：光罩

35：光罩台

40：投射光學系統

50：晶圓

55：晶圓台

60：控制單元

70：測量單元

80：校準單元

22：成形光學系統

24：非相干光學系統

26：照明系統

713：凹面鏡

701：光纖

702：光纖埠

703： $\lambda/2$ 板

704：極化器

705：擴束器

706：半反射鏡

707：物鏡

708：光瞳成像透鏡

709： $\lambda/4$ 板

710：分析器

711：影像感測器

712：空間濾波器

82：凹面鏡

84（84a-84c）：凹面鏡

86 (86a-86c) : 稜 鏡

810a-810c : 光 學 單 元

811a : 彎 折 鏡

812a : 透 鏡

813a : 極 化 分 束 器

814a : 反 射 鏡

100 : 干 涉 儀

720 : 干 涉 儀 光 源

721 : 波 前 成 形 針 孔

722 : TS 透 鏡

186年8月1日修正換頁

空白頁

七、申請專利範圍：**1. 一種曝光設備，包括：**

投射光學系統，被組構成將由第一台所固持之光罩的圖案投射於由第二台所固持之基板上；

測量單元，其包含成像光學系統，該成像光學系統被組構成將已經傳遞經過該投射光學系統之光導引至影像感測器，並且該測量單元被組構成來測量該成像光學系統和該投射光學系統的整體雙折射；

校準單元，被設置在該投射光學系統的物體平面側上，以便在校準該測量單元時測量該成像光學系統之雙折射，並且被組構成將來自該測量單元的光反射回到該測量單元，而不需使用該投射光學系統；以及

計算單元，被組構成從藉由該測量單元來測量該成像光學系統和該投射光學系統之整體雙折射的結果中分離出藉由將該校準單元設置在該投射光學系統的物體平面側上，經由該測量單元所測量到之該成像光學系統的雙折射，藉以計算該投射光學系統之雙折射，

其中，該成像光學系統包含正向路徑光學系統和反向路徑光學系統，該正向路徑光學系統被組構成將來自光源的光導引至該投射光學系統，而該反向路徑光學系統則被組構成將已經傳遞經過該投射光學系統之光導引至該影像感測器，

設置在該投射光學系統之該物體平面側上的該校準單元將入射光反射回到該測量單元，使得該測量單元測量該

成像光學系統之雙折射，並且

設置在該投射光學系統之該物體平面側上的該校準單元將該入射光的至少三個不同線性極化光分量反射回到該測量單元，使得該測量單元測量該反向路徑光學系統的雙折射。

2. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該校準單元係安裝在該第一台上。

3. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該校準單元係安裝在該投射光學系統中。

4. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該校準單元係可插入至及可縮回自該成像光學系統的光學路徑中。

5. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該校準單元包含：

鏡子，被組構成將該入射光反射回到該測量單元，

多個稜鏡，被組構成分別透射該入射光之該至少三個不同的線性極化光分量，及

多個鏡子，被組構成將透射過該多個稜鏡之該等光分量反射回到該測量單元。

6. 如申請專利範圍第 5 項之設備，其中，該多個稜鏡之各者包含 Wollaston 稜鏡。

7. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中：

該校準單元包含多個光學單元，各光學單元包含極化分束器及鏡子，該極化分束器被組構成反射該入射光之預定的線性極化光分量，該鏡子被組構成將由該極化分束器

所反射之光分量反射回到該測量單元，

該多個光學單元被設置，使得該等極化分束器分別反射該至少三個不同的線性極化光分量，及

該多個光學單元的其中一個光學單元另包含鏡子，該鏡子被組構成將該入射光反射回到該測量單元。

8. 如申請專利範圍第 1 項之設備，其中，該計算單元從由該測量單元所測量到之該成像光學系統的雙折射中分離出由該測量單元所測量到之該反向路徑光學系統的雙折射，藉以計算該正向路徑光學系統的雙折射。

9. 一種裝置製造方法，包括步驟：

使用曝光設備以使基板曝光；及

實施該經曝光之基板的顯影程序，

其中，該曝光設備包含：

投射光學系統，被組構成將由第一台所固持之光罩的圖案投射於由第二台所固持之基板上；

測量單元，其包含成像光學系統，該成像光學系統被組構成將已經傳遞經過該投射光學系統之光導引至影像感測器，並且該測量單元被組構成來測量該成像光學系統和該投射光學系統的整體雙折射；

校準單元，被設置在該投射光學系統的物體平面側上，以便在校準該測量單元時測量該成像光學系統之雙折射，並且被組構成將來自該測量單元的光反射回到該測量單元，而不需使用該投射光學系統；以及

計算單元，被組構成從藉由該測量單元來測量該成像

光學系統和該投射光學系統之整體雙折射的結果中分離出藉由將該校準單元設置在該投射光學系統的物體平面側上，經由該測量單元所測量到之該成像光學系統的雙折射，藉以計算該投射光學系統之雙折射，

其中，該成像光學系統包含正向路徑光學系統和反向路徑光學系統，該正向路徑光學系統被組構成將來自光源的光導引至該投射光學系統，而該反向路徑光學系統則被組構成將已經傳遞經過該投射光學系統之光導引至該影像感測器，

設置在該投射光學系統之該物體平面側上的該校準單元將入射光反射回到該測量單元，使得該測量單元測量該成像光學系統之雙折射，並且

設置在該投射光學系統之該物體平面側上的該校準單元將該入射光的至少三個不同線性極化光分量反射回到該測量單元，使得該測量單元測量該反向路徑光學系統的雙折射。

圖 1

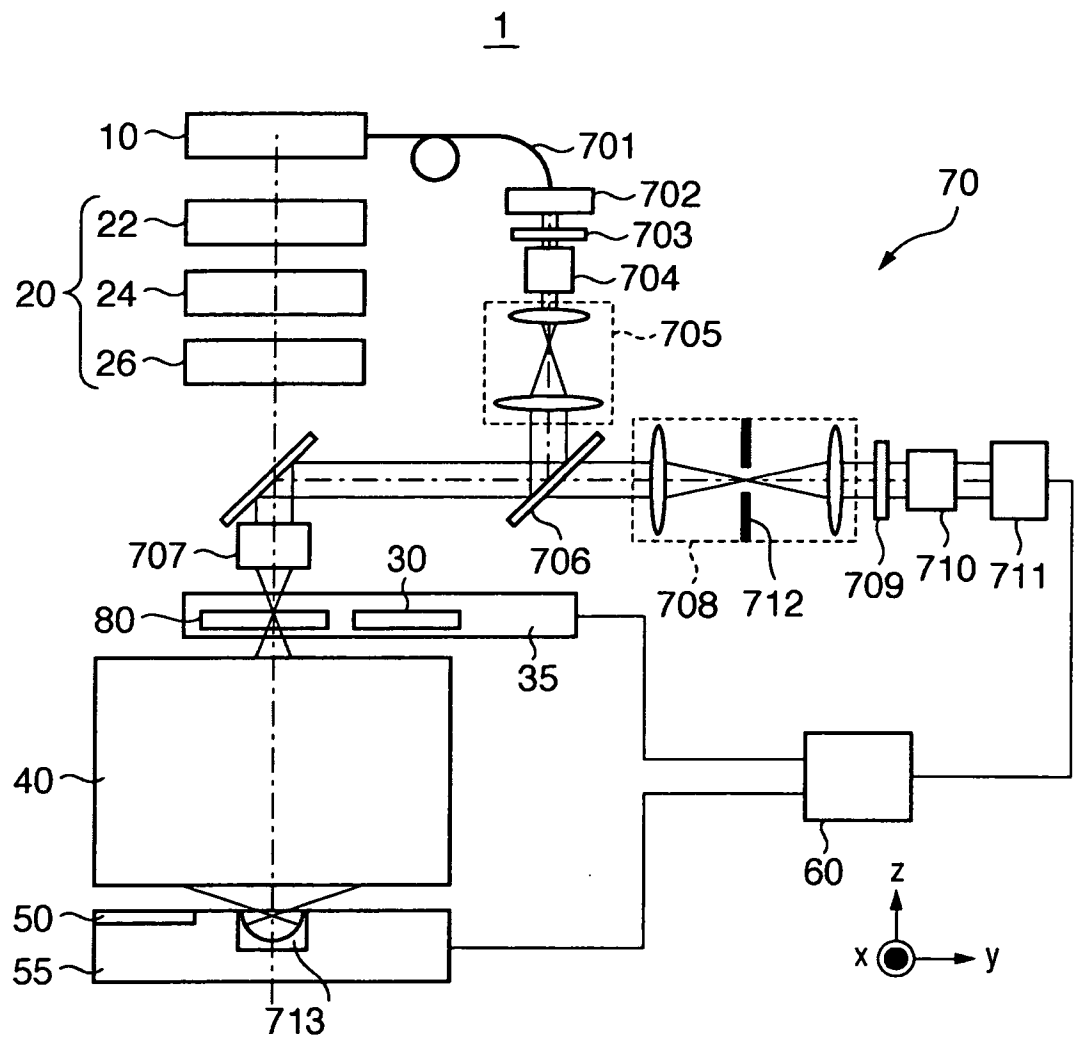


圖 2

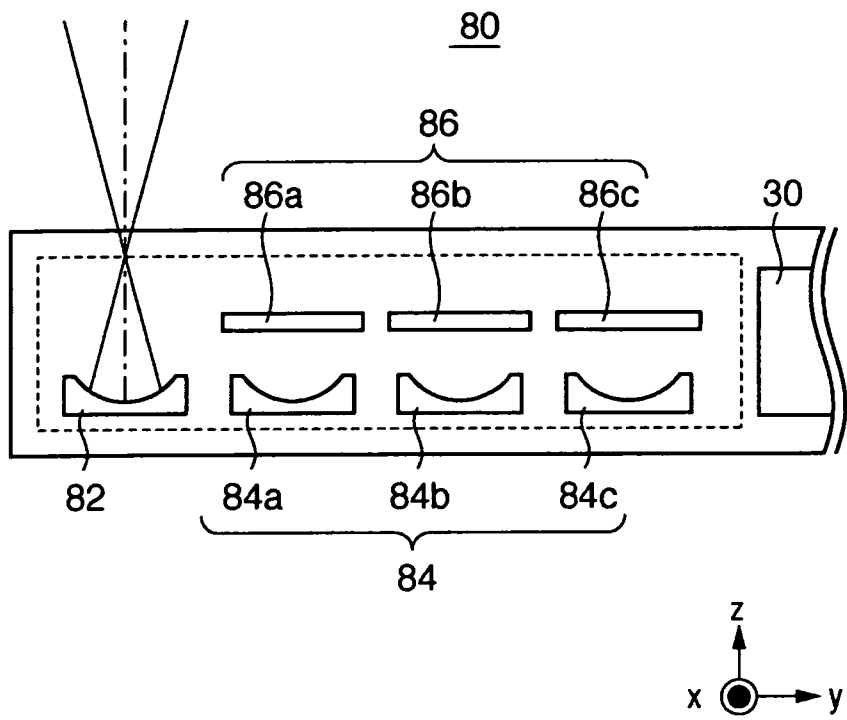


圖3

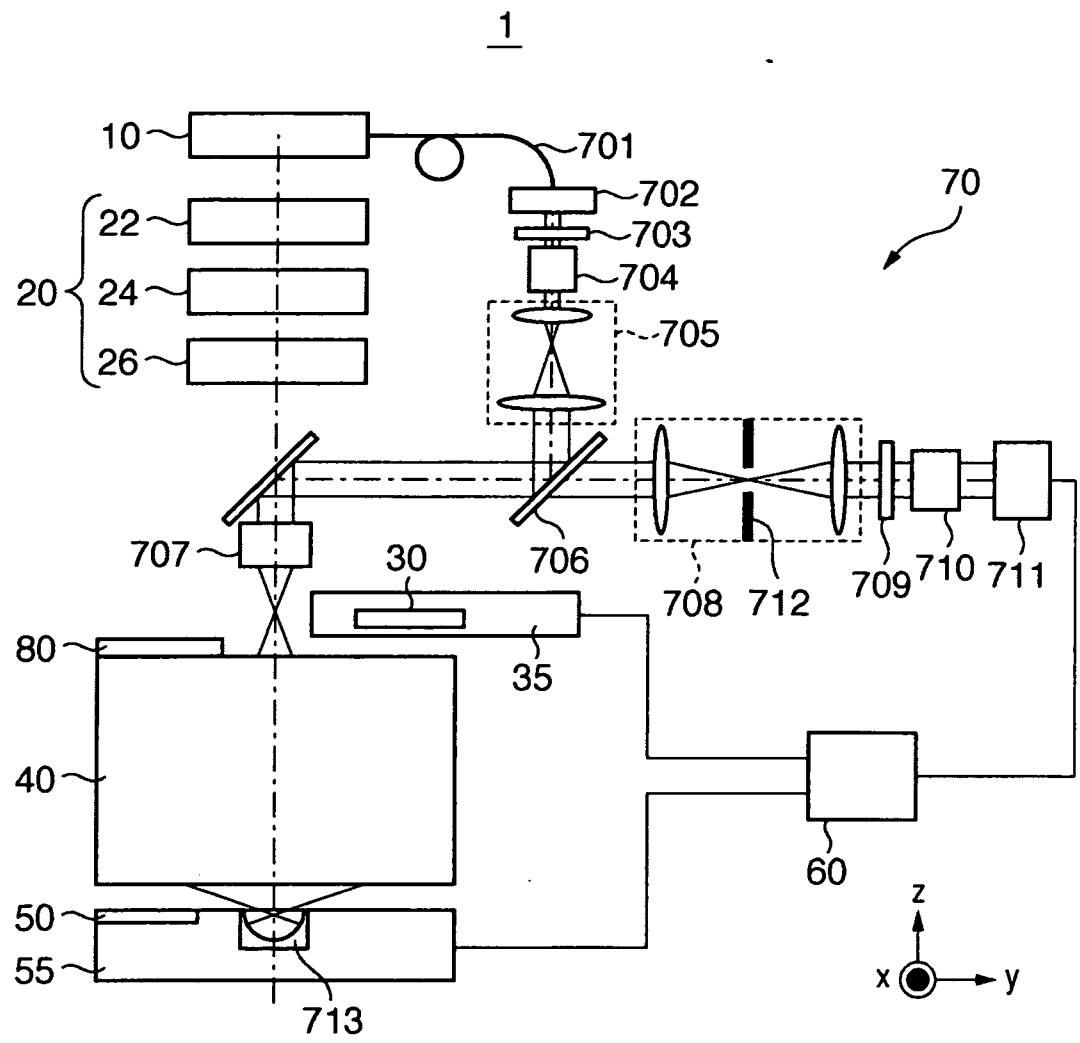


圖4

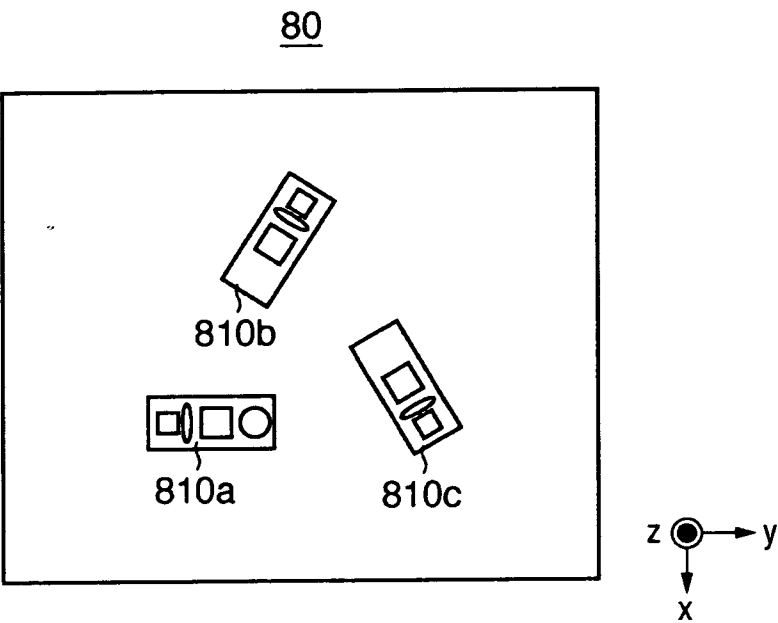


圖5

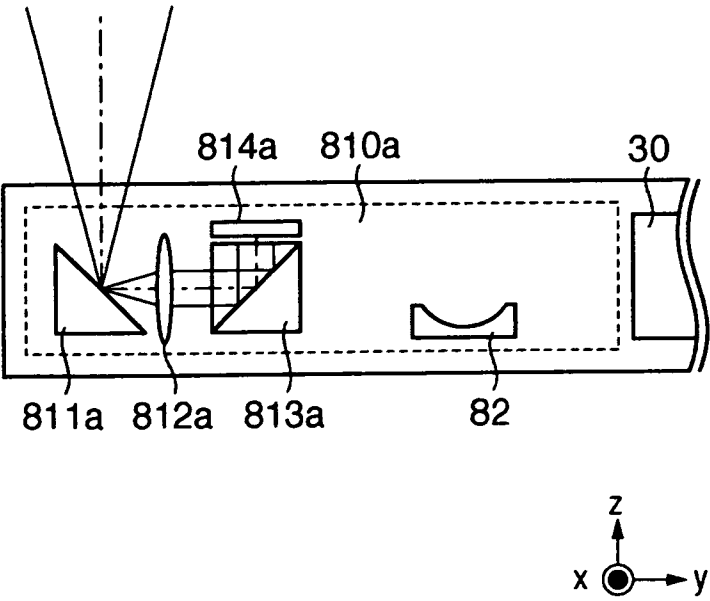


圖6

