

四、聲明事項：

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

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

日本；2003.08.28； 2003-209211

☐ 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。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明，係關於用以製造例如半導體元件、液晶顯示元件、或薄膜磁頭等各種元件之微影製程中所使用之具備成像特性修正機構的曝光裝置及其曝光方法，特別是在所謂的偶極照明(2 極照明)等非旋轉對稱的照明條件、或小 σ 照明等在半徑方向光量分佈會有大變化之照明條件下，將光罩圖案曝光至基板時適合使用者。

【先前技術】

製造半導體元件等時，為了將標線片(作為光罩)之圖案轉印至作為基板塗有光阻之晶圓(或玻璃板等)上之各照射區域，係使用步進器等之投影曝光裝置。投影曝光裝置中，投影光學系統之成像特性會因為曝光用光之照射量、周圍之氣壓變化等而逐漸變化。因此，為了將成像特性恆維持於期望狀態，投影曝光裝置中裝備有成像特性修正機構，其係例如藉由控制構成投影光學系統之部分光學構件之位置，來修正該成像特性。以習知成像特性修正機構所能修正之成像特性，係畸變及倍率等旋轉對稱之低次成分。

相對於此，近年來的曝光裝置為提高對特定圖案之解像度，會使用由環帶照明或 4 極照明(將照明光學系統光瞳面上之 4 個區域作為 2 次光源的照明法)所構成、不使曝光用光通過含照明光學系統光瞳面上之光軸區域的照明條件。此場合，投影光學系統中光瞳面附近之光學構件，大

轉對稱，因此會多發生非旋轉對稱之像差成分。

同樣的，在標線片之圖案密度於特定區域特別低之情形時，由於在投影光學系統之標線片側及晶圓側之光學構件中，曝光用光之光量分佈為更大的非旋轉對稱，因此會多發生非旋轉對稱之像差成分。

再者，最近，亦有使用如小 σ 照明（在投影光學系統之光瞳面上將光軸附近之區域作為2次光源的照明法）般，曝光用光之光量分佈在半徑方向大變化的照明條件。

此情形中，由於會產生例如高次球面像差變動等習知成像特性修正機構不易修正之成像特性的變動，因此冀望能有某種對策來解決此問題。

【發明內容】

本發明有鑑於上述情事，其目的在提供一種能將成像特性維持於良好狀態的曝光技術。

又，本發明之另一目的，係提供一種在通過光罩及投影光學系統中之至少一部分之光學構件之曝光用光的光量分佈為非旋轉對稱、或在半徑方向產生大的變動等時，能有效抑制成像特性中之非旋對稱成分或高次成分的曝光技術。

又，本發明之再一目的，係提供一種能抑制成像特性之變動的曝光技術。

為解決上述課題之本發明如下。又，各構成要素後所附括號中之符號，雖係對應後述實施形態之構成，但僅係該要素之例示，並無意限定各構成要素。

本發明之曝光方法，係以第 1 光束 (IL) 照明形成有轉印用圖案之第 1 物體 (11)，以該第 1 光束透過該第 1 物體及投影光學系統 (14) 使第 2 物體 (18) 曝光，其特徵在於：對該第 1 物體及該投影光學系統之至少一部分 (32) 照射與該第 1 光束不同波長帶之第 2 光束 (LBA ~ LBH)，來修正該投影光學系統之成像特性。

根據本發明，能將投影光學系統之成像特性維持於良好狀態。此外，在該第 1 光束例如係以偶極照明般之非旋轉對稱之照明條件、或例如小 σ 照明般在投影光學系統之光瞳面上光量分佈於半徑方向有大變化之照明條件來照明該第 1 物體，而產生非旋轉對稱之像差或旋轉對稱之高次像差之情形時，亦能有效控制該像差。

本發明中，藉由該第 1 光束以非旋轉對稱之光量分佈照明該第 1 物體及該投影光學系統之至少一部分時，最好是為修正因該第 1 光束之照明所產生之該投影光學系統之非旋轉對稱的像差，而照射該第 2 光束。

此時，更具體而言，設該第 1 光束，係對該投影光學系統之光瞳面附近的既定光學構件 (32)，照射在第 1 方向大致對稱的 2 處區域 (34A) 時，該第 2 光束 (LBC, LBD)，最好是能對該光學構件照射與該第 1 方向正交之第 2 方向大致對稱的 2 處區域 (63C, 63D)。據此，由於該既定光學構件係被大致旋轉對稱之光量分佈 (或熱量分佈) 所照明，因此能抑制非旋轉對稱之像差。

不過，被該第 1 光束以非旋轉對稱之光量分佈照明的

光學構件，與被該第 2 光束照明的光學構件彼此可不同。又，亦可藉由該第 2 光束之照射，將非旋轉對稱之像差轉變為旋轉對稱之像差。此外，最好是能修正因該第 2 光束之照射所產生之該投影光學系統之旋轉對稱的像差。由於一般的旋轉對稱之像差易於修正，因此能容易的控制成像特性之變動。

又，亦可視該第 1 光束之照射量來照射該第 2 光束。如此，即易於控制。此外，亦可根據該第 1 光束之照射量計算非旋轉對稱之像差的發生量，根據此計算結果來照射該第 2 光束。又，在該第 1 光束及第 2 光束分別為脈衝光時，可與該第 1 光束之發光時序同步照射該第 2 光束。

再者，亦可照射該第 2 光束，來抵消因該第 1 光束照射所產生之非旋轉對稱之像差之變化。

又，亦可監測因該第 1 光束之照明所產生之該第 1 物體及該投影光學系統之至少一部分構件之溫度變化，根據此監測結果來照射該第 2 光束。據此，亦能以簡單的控制來修正非旋轉對稱之像差。

又，亦可測量該投影光學系統之非旋轉對稱之像差，根據此測量結果來照射該第 2 光束。

此外，亦可照射該第 2 光束，來抵消在切換該第 1 光束之照明條件時所產生之非旋轉對稱之像差。

又，即使照射該第 2 光束，亦殘存非旋轉對稱之像差時，最好是能配合被要求高精度曝光之方向的像差來調整曝光條件。例如，藉由配合被要求高精度曝光之方向的圖

案來調整曝光條件，能降低殘存像差的影響。

又，最好是能在緊接著該第 2 光束所照射部分之前方監測該第 2 光束之光量，根據此監測結果控制該第 2 光束之照射量。據此，能以更高的精度控制該第 2 光束之照射量。

又，本發明中，係為了抵消因該投影光學系統周圍之氣壓或溫度之變動所產生之非旋轉對稱的像差、為了抵消因該投影光學系統之調整所殘留之靜的非旋轉對稱之像差、或為了抵消因該第 1 物體之圖案之密度分佈所產生之非旋轉對稱的像差，而分別照射該第 2 光束。

又，在不進行該第 1 光束之照明的期間，最好是停止該第 2 光束之照射。

又，本發明中，例如該第 2 光束係照射於既定光學構件，藉由該光學構件來吸收 90%以上的能量。據此，可有效的加熱該既定之光學構件。此外，作為該第 2 光束，例如可使用二氧化碳雷射光。

其次，本發明之元件製造方法，包含使用本發明之曝光方法將元件圖案轉印至物體上之製程。藉由本發明之適用，由於能以小像差高精度的轉印元件之微細圖案，因此能以高精度製造高積體度之元件。

其次，本發明之曝光裝置，係以第 1 光束(IL)照明形成有轉印用圖案之第 1 物體(11)，以該第 1 光束透過該第 1 物體及投影光學系統(14)使第 2 物體(18)曝光，其特徵在於：具備照射機構(40)，其係對該第 1 物體及該投影光

學系統之至少一部分(32)照射與該第 1 光束不同波長帶之第 2 光束(LBA~LBH)。

根據本發明，能將投影光學系統之成像特性維持於良好狀態。此外，由於該第 1 光束之照射，而產生非旋轉對稱之像差或旋轉對稱之高次像差之情形時，亦能有效控制該像差。

又，本發明中，在藉由該第 1 光束以非旋轉對稱之光量分佈照明該第 1 物體及該投影光學系統之至少一部分時，最好是進一步具備控制裝置，其係為了修正因該第 1 光束之照明所產生之該投影光學系統之非旋轉對稱的像差，而透過該照射機構照射該第 2 光束。

又，該第 1 光束，係對該投影光學系統之光瞳面附近的既定光學構件(32)，照射在第 1 方向大致對稱的 2 處區域(34A)時，該照射機構，最好是對該光學構件之與該第 1 方向正交之第 2 方向大致對稱的 2 處區域(63C, 63D)，照射該第 2 光束(LBC, LBD)。

又，最好是進一步具備用以修正該投影光學系統之旋轉對稱像差的像差修正機構(16)；該控制裝置，最好是能控制該照射機構及像差修正機構之動作，以修正該投影光學系統之像差。據此，能修正非旋轉對稱之像差及旋轉對稱之像差的雙方。

又，最好是進一步具備監測該第 1 光束之照射量的第 1 光電感測器(6, 7)，該控制裝置根據該第 1 光電感測器之檢測結果，透過該照射機構控制該第 2 光束之照射量。

又，最好是進一步具備測量該第 1 物體及該投影光學系統之至少一部分構件之溫度的溫度感測器，該控制裝置根據該溫度感測器之檢測結果，透過該照射機構控制照射該第 2 光束。

又，最好是能進一步具備在靠著該第 2 光束所照射之部分前方監測該第 2 光束之光量的第 2 光電感測器(52A～52H)，該控制裝置根據該第 2 光電感測器之檢測結果，控制該第 2 光束之照射量。

又，亦可進一步具備測量含該投影光學系統周圍之氣壓及溫度等環境條件的環境感測器(23)，根據該環境感測器之檢測結果，照射該第 2 光束。

又，最好是能具備在不進行該第 1 光束之照明期間，停止該第 2 光束之照射的判定裝置。

又，保持該投影光學系統之鏡筒，最好是具備用來引導該第 2 光束之開口部(14Fa, 4Fb)。此外，該鏡筒最好是具備用來支持該鏡筒之突緣部(14F)，該開口部係設於該開口部或其附近。再者，作為該第 2 光束，例如係使用二氧化碳雷射光。

根據本發明，能將成像特性維持於良好狀態。此外，在通過第 1 物體(光罩)及投影光學系統中之至少一部分之光學構件的第 1 光束(曝光用光)之光量分佈為非旋轉對稱、或在半徑方向有大變化之情形時，能有效的抑制成像特性中之非旋轉對稱成分或高次成分。

又，根據本發明之元件製造方法，能以高生產率製造

高積體度之元件。此外，由於即使例如使用偶極照明或小 σ 照明等時亦能將成像特性隨時維持於良好狀態，因此，能以高生產率製造高積體度之元件。

【實施方式】

以下，參照圖式說明本發明之一較佳實施形態例。本例，係將本發明適用於步進及掃描(step & scan)方式所構成之掃描曝光型投影曝光裝置者。

圖 1 顯示本例之投影曝光裝置之概略構成，此圖 1 中，作為曝光用光源 1，係使用 KrF 準分子雷射光源(波長 247nm)。又，亦可使用 ArF 準分子雷射光源(波長 193nm)、F₂ 雷射光源(波長 157nm)、Kr₂ 雷射光源(波長 146nm)、Ar₂ 雷射光源(波長 126nm)等之紫外線雷射光源、YAG 雷射之高次諧波產生光源、固體雷射(半導體雷射等)之高次諧波產生裝置、或水銀燈(i 線等)等。

曝光時，從曝光用光源 1 脈衝射出之作為第 1 光束(曝光光束)的曝光用光 IL，經未圖示之光束光束整形系統等將截面形狀整形為既定形狀後，射入作為光學積分器(均一器 uniformizer 或均質器 homogenizer)之第 1 複眼透鏡 2，將照度分佈予以均勻化。之後，從第 1 複眼透鏡 2 射出之曝光用光 IL，經未圖示之中繼透鏡及振動鏡 3 而射入作為光學積分器之第 2 複眼透鏡 4，將照度分佈進一步的予以均勻化。振動鏡 3，係用來降低為雷射光之曝光用光 IL 的斑點、及複眼透鏡所造成的干涉條紋。又，亦可取代複眼透鏡 2，4，而使用繞射光學元件(DOE: Diffractive

像特性中之旋轉對稱的像差成分及非旋轉對稱的像差成分之變動量。於主控制系統 24 內亦設有成像特性控制部，根據該像差成分變動量之算出結果，該成像特性控制部抑制成像特性之變動量，俾隨時獲得期望之成像特性（詳情後敘）。

本發明中，係由曝光光源 1、複眼透鏡 2、4、反射鏡 3、9、照明系統孔徑光闌構件 25、視野光闌 8 及聚焦透鏡 10 等構成照明光學系統 ILS。照明光學系統 ILS 並進一步被作為氣密室之未圖示的副處理室所包覆。為維持對曝光用光 IL 之高透射率，對該副處理室內及投影光學系統 14 之鏡筒內，係供應高度除去雜質之乾燥空氣（曝光用光為 ArF 準分子雷射時，亦使用氮氣、氬氣等）。

又，本例之投影光學系統 14 係折射系統，構成投影光學系統 14 之複數個光學構件，包含由以光軸 AX 為中心旋轉對稱之石英（曝光用光為 ArF 準分子雷射時，亦使用螢石等）所構成之複數片透鏡、以及由石英構成之平板狀的像差修正板等。又，於投影光學系統 14 之光瞳面 PP（與照明光學系統 ILS 之光瞳面共軛的面）配置有孔徑光闌 15，該光瞳面 PP 附近配置有作為既定光學構件之透鏡 32。於透鏡 32，係照射與曝光用光 IL 不同波長帶之非旋轉對稱之像差修正用的照明光（第 2 光束），其詳情留待後敘。又，於投影光學系統 14 中，組裝有用以修正非旋轉對稱之像差的成像特性修正機構 16，主控制機構 24 內之成像特性控制部，透過控制部 17 來控制成像特性修正機構 16 的動

本專利特開平 4-134813 號公報中亦有揭示。再者，亦可取代投影光學系統 14 內之光學構件、或與該光學構件一起，控制圖 1 之標線片 11 之光軸方向位置，來修正既定之旋轉對稱像差。進一步的，作為圖 1 之成像特性修正機構 16，亦可使用例如特開昭 60-78454 號公報所揭示之，用來控制投影光學系統 14 內既定 2 個透鏡間之密閉空間內之氣體壓力的機構。

回到圖 1，以下，設與投影光學系統 14 之光軸 AX 平行之方向為 Z 軸、在垂直於 Z 軸之平面內設掃描曝光時標線片 11 及晶圓 18 之掃描方向為 Y 軸，與掃描方向正交之非掃描方向為 X 軸來進行說明。

首先，標線片 11 被吸附保持在標線片載台 12 上，標線片載台 12 係在未圖示之標線片基座上往 Y 方向以一定速度移動，且在 X 方向、Y 方向、旋轉方向進行微動以修正同步誤差，進行標線片 11 之掃描。標線片載台 12 之 X 方向、Y 方向位置及旋轉角，係以設在其上之移動鏡(未圖示)及雷射干涉儀(未圖示)加以測量，此測量值則係供應至主控制系統 24 內之載台控制部。載台控制部，根據該測量值及各種控制資訊來控制標線片載台 12 之位置及速度。在投影光學系統 14 之上部側面設有斜射入方式之自動聚焦感測器(以下，稱“標線片側 AF 感測器”)13，其係斜向將狹縫像投影至標線片 11 之圖案面(標線片面)，接受來自該標線片面之反射光並使該狹縫像再成像，從該狹縫像之橫偏移量來檢測標線片面於 Z 方向之位移。標線片側 AF 感

測器 13 之檢測資訊，係供應至主控制系統 24 內之 Z 傾斜載台控制部。又，在標線片 11 之周邊部上方，配置有標線片對準用之標線片對準顯微鏡(未圖示)。

另一方面，晶圓 18，係透過晶圓保持具(未圖示)被吸附保持在 Z 傾斜載台 19 上，Z 傾斜載台 19 係固定在晶圓載台 20 上，晶圓載台 20 係在晶圓基座上往 Y 方向以一定速度移動，且往 X 方向、Y 方向步進移動。又，Z 傾斜載台 19 控制晶圓 18 之 Z 方向位置，及繞 X 軸、Y 軸之傾斜角。晶圓載台 20 之 X 方向、Y 方向位置及旋轉角，係以雷射干涉儀(未圖示)加以測量，此測量值則係供應至主控制系統 24 內之載台控制部。該載台控制部，根據該測量值及各種控制資訊來控制晶圓載台 20 之位置及速度。在投影光學系統 14 之下部側面設有斜射入方式之自動聚焦感測器(以下，稱“晶圓側 AF 感測器”)22，其係斜向將複數個狹縫像投影至晶圓 18 表面(晶圓面)，接受來自該晶圓面之反射光並使該等狹縫像再成像，從該等狹縫像之橫偏移量來檢測晶圓面於 Z 方向之位移(散焦量)及傾斜角。晶圓側 AF 感測器 22 之檢測資訊，係供應至主控制系統 24 內之 Z 傾斜載台控制部。Z 傾斜載台控制部，根據標線片側 AF 感測器 13 及晶圓側 AF 感測器 22 之檢測資訊，以自動聚焦方式驅動 Z 傾斜載台 19，以隨時將晶圓面對焦於投影光學系統 14 之像面。

又，在 Z 傾斜載台 19 上之晶圓 18 附近，固定有由光電感測器(具備覆蓋曝光用光 IL 之曝光區域全體的受光面)

構成之照射量感測器 21，照射量感測器 21 之檢測訊號係供應至主控制系統 24 內之曝光量控制部。在曝光開始前或定期的、將照射量感測器 21 之受光面移動至投影光學系統 14 之曝光區域的狀態下照射曝光用光 IL，藉由將照射量感測器 21 之檢測訊號以除以積分感測器 6 之檢測訊號，該曝光量控制部即算出從分束器 5 至照射量感測器 21(晶圓 18)為止之光學系統的透過率並加以儲存。

再者，於晶圓載台 20 之上方，配置有晶圓對準用的離軸方式之對準感測器(未圖示)，根據上述標線片對準顯微鏡及該對準感測器之檢測結果，主控制裝置 24 進行標線片 11 之對準及晶圓 18 之對準。在曝光時，係在對標線片 11 上之照明區域照射曝光用光 IL 的狀態下，重複進行驅動標線片載台 12 及晶圓載台 20，以在 Y 方向同步掃描標線片 11 與晶圓 18 上之 1 個曝光照射區域的動作，以及驅動晶圓載台 20 使晶圓 18 在 X 方向、Y 方向步進移動的動作。藉由此動作，以步進掃描(step & scan)方式將標線片 11 之圖案像曝光至晶圓 18 上之各曝光照射區域。

本例中，為進行偶極照明，在圖 1 之照明光學系統 ILS 之光瞳面配置有孔徑光闌 26A，其具有在對應 X 方向之方向分離的 2 個開口。此場合，形成在標線片 11 之主要的轉印用圖案，舉例而言，如圖 3(A)中放大所示，係將 Y 方向之細長線圖案以大致接近投影光學系統 14 之解像限度之間距，排列於 X 方向所形成之 X 方向的線與空間圖案(Line & Space Pattern，以下稱“L&S 圖案”)33V。此時，在標線

片 11 上，一般來說，亦形成有以大於 L&S 圖案 33V 之排列間距，排列於 X 方向及 Y 方向(掃描方向)之其他複數個 L&S 圖案等。

如本例般使用孔徑光闌 26A 之 X 方向的偶極照明，若假設沒有標線片的話，如圖 3(B)所示，於投影光學系統 14 之光瞳 PP，係以曝光用光 IL 來照明隔著光軸 AX 於 X 方向對稱的 2 個圓形區域 34。此外，在曝光用光 IL 之光路中配置有各種標線片圖案之情形時，由於一般來說 0 次光之光量相較於繞射光之光量相當的大，且繞射角亦小，因此曝光用光 IL(成像光束)的大部分會通過圓形區域 34 或其附近。又，如本例般，在曝光用光 IL 之光路中配置圖 3(A)之標線片 11 時，來自 L&S 圖案 33V(間距接近解像限度)之 ± 1 次繞射光，亦大致通過圓形區域 34 或其附近，因此能以高解像度將該 L&S 圖案 33V 之像投影至晶圓上。

此狀態下，射入圖 1 中投影光學系統 14 之光瞳面 PP 附近之透鏡 32 的曝光用光 IL 之光量分佈，亦大致成為如圖 3(B)之光量分佈。因此，持續曝光時，該光瞳面 PP 附近之透鏡 32 之溫度分佈，會如圖 5 所示，成為在 X 方向挾著光軸 AX 的 2 個圓形區域 34A 最高、往其周邊之區域 34B 逐漸降低的分佈，對應此溫度分佈透鏡 32 產生熱膨脹(熱變形)。此場合，於 Y 方向及 X 方向觀察透鏡 32 並將其變化誇張顯示之側視圖，分別如圖 7 及圖 8。圖 7 及圖 8 中，若設曝光用光吸收前之透鏡 32 之面形狀為面 A 的話，曝光用光吸收後熱膨脹之面 B，在沿 X 軸之方向(圖 7)，會在一

大範圍形成隔著光軸 AX 的 2 個凸部因此折射力降低，在沿 Y 軸之方向(圖 8)則會局部的在中央形成 1 個凸部故折射力增加。因此，如圖 9 所示，投影光學系統 14 之像面，對展開於 X 方向之光束折射力降低而成為下方的像面 36V，對展開於 Y 方向之光束折射力增加而成為上方的像面 36H。因此，會產生在光軸上之像散的中央像散 ΔZ 。

此狀態下，如圖 10 所示，假設標線片 11 上除 X 方向之 L&S 圖案 33V 之外，亦形成有以既定間距(一般來說，此間距大於 L&S 圖案 33V 之間距)排列於 Y 方向之 L&S 圖案 33HA 的話，通過 X 方向 L&S 圖案 33V 之曝光用光會往 X 方向擴散，而通過 Y 方向 L&S 圖案 33HA 之曝光用光會往 Y 方向擴散。承上所述，由於 X 方向 L&S 圖案 33V 之像會形成在圖 9 下方之像面 36V、Y 方向 L&S 圖案 33HA 之像會形成在圖 9 上方之像面 36H，因此，假設將晶圓面對齊於像面 36V 時，X 方向之 L&S 圖案 33V 之像雖會以高解像度轉印，但 Y 方向之 L&S 圖案 33V 之像則會因散焦而發生模糊的情形。

圖 13，係顯示圖 3(B)之 X 方向偶極照明而與時間同時變化之投影光學系統 14 之光軸上像面位置(聚焦位置)F，此圖 13 中，橫軸係代表曝光用光 IL 之照射時間 t、縱軸代表以照射時間 t 為 0 時之聚焦位置(最佳聚焦位置)為基準的 Z 方向聚焦位置 F。圖 13 中，逐漸降低之曲線 61V，係顯示投影圖 10 之 X 方向 L&S 圖案 33V 時之聚焦位置 F 的變化，而逐漸增加之曲線 61H，係顯示投影圖 10 之 Y 方向 L&S 圖案 33HA 時之聚焦位置 F 的變化，中間的曲線 62 則

係顯示將 2 個曲線 61V 及 61H 加以平均時聚焦位置 F 的變化。由圖 13 可知，聚焦位置 F 之變化係與照射時間 t 一起，逐漸飽和。此係由於透鏡 32 之溫度飽和之故。

另一方面，如圖 4(A)之放大顯示，假設標線片 11 上，主要形成有將 X 方向細長之線圖案以大致接近投影光學系統 14 之解像限度的間距排列於 y 方向(掃描方向)所構成的 Y 方向之 L&S 圖案 33H。此場合，於圖 1 之照明光學系統 ILS 之光瞳面，係設定將孔徑光闌 26A 旋轉 90° 形狀之孔徑光闌 26B。使用此孔徑光闌 26B 之 Y 方向偶極照明中，假設沒有標線片的話，如圖 4(B)所示，於投影光學系統 14 之光瞳面 PP，係以曝光用光 IL 來照明隔著光軸 AX 於 Y 方向對稱的 2 個圓形區域 35。此時，即使在曝光用光 IL 之光路中配置有各種標線片圖案，一般來說大部分的曝光用光 IL(成像光束)會通過圓形區域 35 及其附近。又，在曝光用光 IL 之光路中配置圖 4(A)之標線片 11 時，來自 L&S 圖案 33H(間距接近解像限度)之 ± 1 次繞射光，亦大致通過圓形區域 35 或其附近，因此能以高解像度將該 L&S 圖案 33H 之像投影至晶圓上。

此場合，射入圖 1 中投影光學系統 14 之光瞳面 PP 附近之透鏡 32 的曝光用光 IL 之光量分佈，亦大致成為如圖 4(B)之光量分佈。因此，會如圖 6 所示，成為在 Y 方向挾著光軸 AX 的 2 個圓形區域 35A 最高、往其周邊之區域 35B 逐漸降低的分佈，對應此溫度分佈透鏡 32 產生熱膨脹。因此，投影光學系統 14 之像面，會與圖 9 之情形大致相反

的，對展開於 X 方向之光束因折射力增加而在上方的像面 36H 附近，對展開於 Y 方向之光束因折射力降低而在下方的像面 36V 附近，以和圖 9 之情形相反的符號產生大致相同大小的中央像散。又，本例中，由於標線片 11 係在以 X 方向（非掃描方向）為長邊方向之長方形照明區域被照明，因此肇因於該照明區域之中央像散亦會以和圖 9 之中央像散相同的符號，隨時有些微的產生。相對於此，圖 4(B)之偶極照明所產生之中央像散，其符號與肇因於該長方形照明區域之中央像散相反，整體之中央像散稍小於使用圖 3(B)之偶極照明的情形。

此等中央像散，係非旋轉對稱之像差，且亦會因偶極照明而產生其他非旋轉對稱之像差（ X 方向與 Y 方向之倍率差等），但此等非旋轉對稱之像差，以圖 1 之成像特性修正機構 16 實質上是無法修正的。此外，在使用其他非旋轉對稱之照明條件之情形時，亦會產生非旋轉對稱之像差。再者，如進行小 σ 照明（將表示投影光學系統 14 之孔徑數與照明光學系統 ILS 之孔徑數之比率的照明 σ 值，例如降低至 0.4 以下者）之情形般，曝光用光 IL 在照明光學系統之光瞳面（投影光學系統 14 之光瞳面）的光量分佈在半徑方向有大變化之情形時，亦有可能會發生以成像特性修正機構 16 無法良好的完全修正之高次球面像差等的高次旋轉對稱之像差。因此，本例中，為修正該非旋轉對稱之像差或高次旋轉對稱之像差、或其兩者，於圖 1 中，係對投影光學系統 14 之光瞳面 PP 附近之透鏡 32 照射與曝光用

光 IL(第 1 光束)不同波長帶之像差修正用的照明光(對應第 2 光束，以下稱“非曝光用光”)LB。以下，詳細說明用來對透鏡 32 照射該非曝光用光 LB 之非曝光用光照射機構 40(照射第 2 光束之照射機構)之構成、及該像差之修正動作。

[非曝光用光照射機構之說明]

本例中，作為非曝光用光 LB，係使用幾乎不會使晶圓 18 上所塗之光阻感光之波長帶的光。因此，作為非曝光用光 LB，例如係使用從二氧化碳雷射脈衝射出之例如波長為 $10.6\mu\text{m}$ 的紅外光。又，作為二氧化碳雷射使用連續光亦可。此波長 $10.6\mu\text{m}$ 的紅外光，由於石英之吸收性高、能被投影光學系統 14 中之 1 片透鏡大致完全吸收(最好是 90%以上)，因此其優點為不致於對其他透鏡造成影響而易於用來控制像差。又，照射於本例之透鏡 32 的非曝光用光 LB，係被設定為 90%以上皆被吸收，能有效率的加熱透鏡 32 之期望部分。又，作為非曝光用光 LB，除此以外亦可使用從 YAG 雷射等固體雷射光射出之波長 $1\mu\text{m}$ 程度之近紅外線、或半導體雷射射出波長數 μm 程度之紅外線等。亦即，產生非曝光用光 LB 之光源，可視非曝光用光 LB 所照射之光學構件(透鏡等)材料等來採用最適當者。

又，圖 2 等中，透鏡 32 雖係描繪成凸透鏡，但亦可以是凹透鏡。

圖 1 之非曝光用光照射機構 40 中，從光源系統 41 射出之非曝光用光 LB，被反射鏡光學系統 42 分歧成複數條(本

例中為 8 條)光路及朝向光電感測器 43 的 1 條光路。對應光電感測器 43 所檢測之非曝光用光 LB 之光量的檢測訊號，係反饋至光源系統 41。此外，該複數條光路內之 2 條光路之非曝光用光 LB，係透過在 X 方向隔著投影光學系統 14 配置的 2 個照射機構 44A 及 44B，分別以非曝光用光 LBA 及 LBB 照射於透鏡 32。

圖 11 係顯示非曝光用光照射機構 40 之詳細的構成例，此圖 11 中，圖 1 之光源系統 41，係由光源 41A 及控制部 41B 所構成。從光源 41A 射出之非曝光用光 LB，經過作為可動反射鏡(能分別以高速將非曝光用光 LB 之光路切換為彎折 90° 的狀態(關閉狀態)、與使非曝光用光 LB 直接通過的狀態(打開狀態)之任一者)之電流鏡 45G, 45C, 45E, 45A, 45H, 45D, 45F, 45B 而射入光電感測器 43，光電感測器 43 之檢測訊號被供應至控制部 41B。電流鏡 45A~45H 係對應圖 1 之反射鏡光學系統 42，控制部 41B 根據來自主控制系統 24 之控制資訊，來控制光源 41A 之發光時序、輸出、及電流鏡 45A~45H 之開關。

又，被 8 個電流鏡 45A~45H 依序彎折光路之非曝光用光 LB，分別透過光纖束 46A~46H(亦可使用金屬管等)被引導至照射機構 44A~44H。8 個照射機構 44A~44H 為相同構成，其中之照射機構 44A 及 44B，具備：會聚透鏡 47、具有小的既定反射率之分束器 48、由光纖束或中繼透鏡系統等構成之光導引部 49、會聚透鏡 51、以及將會聚透鏡 47 及光導引部 49 固定於分束器 48 的保持架 50。又，亦可取

代會聚透鏡 47，而使用具有發散作用之透鏡來擴大非曝光用光 LB。非曝光用光 LB，係從照射機構 44A 及 44B 分別以非曝光用光 LBA 及 LBB 照射於投影光學系統 14 內之透鏡 32。此時，一對第 1 照射機構 44A 及 44B、與一對第 2 照射機構 44C 及 44D，係分別在 X 方向及 Y 方向隔著投影光學系統 14 對向配置。又，一對第 3 照射機構 44E 及 44F、與一對第 4 照射機構 44G 及 44H，則係配置在將照射機構 44A 及 44B 與照射機構 44C 及 44D 以投影光學系統 14 之光軸 AX 為中心分別順時鐘旋轉 45° 之角度處。非曝光用光 LB，係從照射機構 44C~44H 分別以非曝光用光 LBC~LBH 照射於投影光學系統 14 內之透鏡 32。

此場合，一對非曝光用光 LBA 及 LBB 在透鏡 32 上照射之區域，大致係圖 3(B)之在 X 方向隔著光軸 AX 對稱的圓形區域 34，一對非曝光用光 LBC 及 LBD 在透鏡 32 上照射之區域，大致係圖 4(B)之在 Y 方向隔著光軸 AX 對稱的圓形區域 35。而非曝光用光 LBE 及 LBF、以及非曝光用光 LBG 及 LGH 在透鏡 32 上照射之區域，分別係將圖 3(B)之對稱的圓形區域 34、及圖 4(B)之對稱的圓形區域 35 以光軸 AX 為中心順時鐘旋轉 45° 之區域。又，非曝光用光 LBA~LBH 所照射之光學構件、以及非曝光用光 LBA~LBH 在該光學構件上之照射區域的形狀及尺寸，係藉由實驗及模擬來決定以盡可能的降低非旋轉對稱之像差。此外，非曝光用光 LBA~LBH 所照射之光學構件、以及非曝光用光 LBA~LBH 在該光學構件上之照射區域的形狀及尺寸，係根據應降低之像

差來加以決定。例如，圖 11 中，可藉由將照射機構 44A～44H 內光學構件之位置作成可動，來改變非曝光用光 LBA～LBH 之照射區域的形狀及尺寸。又，亦可藉由將照射機構 44A～44H 本身、或照射機構 44A～44H 內部之光學構件作成可動，以作成能調整非曝光用光 LBA～LBH 之照射區域之位置的構成。

再者，亦設有用來分別承接照明機構 44A～44H 於各分束器 48 被反射之部分非曝光用光的光電感測器 52A～52H(第 2 光電感測器)，8 個光電感測器 52A～52H 之檢測訊號亦供應至控制部 41B。控制部 41B，根據光電感測器 52A～52H 之檢測訊號，能正確的監測從照射機構 44A～44H 照射至投影光學系統 14 內透鏡 32 前之非曝光用光 LBA～LBH 的光量，根據此監測結果，使非曝光用光 LBA～LBH 各個之照射量例如分別成為主控制系統 24 所指示之值。藉由在投影光學系統之前，以光電感測器 52A～52H 測量非曝光用光 LB 之照射量，即使光纖束 46A～46H 之長度(光路長)不一，亦不致進一步受光學系統等之隨時間變化的影響，而能正確的監測照射於透鏡 32 之非曝光用光 LBA～LBH 的照射量。

此外，在根據光電感測器 52A～52H 之監測結果控制非曝光用光 LBA～LBH 之照射量時，各光電感測器 52A～52H 最好是已經過校正。例如，可測量將非曝光用光 LBA～LBH 照射於透鏡 32 時透鏡 32 之溫度分佈，校正各光電感測器 52A～52H 以使該溫度分佈成為期望狀態。或者，亦可測量

即能消除對像差的影響。又，由於本例之非曝光用光 LB 為脈衝光，因此電流鏡 45A~45H 之開關動作亦可以既定脈衝數為單位進行。同樣的，在僅將 2 個 Y 方向之非曝光用光 LBC 及 LBD 照射於透鏡 32 之情形時，只要交互的進行將電流鏡 45C 關閉既定時間之動作（反射非曝光用光 LB 的狀態）、與電流鏡 45D 關閉既定時間之動作即可。如此，藉由電流鏡 45A~45H 之使用，即能在幾乎沒有非曝光用光 LB 之光量損失的狀態下，以期望之光量非常有效率的照射透鏡 32 之透鏡面。

又，圖 11 之構成例中，係構成為能以非曝光用光 BL 來照明透鏡 32 上的 8 個區域，但例如構成為僅能以非曝光用光 BL 來照明透鏡 32 上 X 方向及 Y 方向的 4 個區域，亦能修正在一般使用下所產生之幾乎所有的像差。此外，亦可構成為能以非曝光用光 BL 來照明 8 個以上之區域、例如照明 16 個區域亦可。亦即，非曝光用光 LB 之照射區域的數量及位置（照射機構之數量及位置），可根據曝光用光 IL 在投影光學系統 14 內之光量分佈、以非曝光用光 LB 所調整之像差種類、及該像差之容許值等來加以決定。

又，本實施形態中，亦可取代電流鏡 45A~45H 之使用，例如組合固定的反射鏡及分束器將非曝光用光 LB 分歧為 8 個光束，使用光閘(shutter)來進行該等光束之開關。進一步的，例如使用二氧化碳雷射或半導體雷射來作為光源之情形時，亦可僅準備透鏡 32 上所需之照射區域數（圖 11 中為 8 個）的該光源，以各該光源之 on、off 或使用光閘來直

接控制透鏡 32 上之照射區域。

[在非旋轉對稱的照明條件下非曝光用光之照射方法]

其次，就非旋轉對稱的照明條件下非曝光用光之照射方法，以修正偶極照明時所產生之中央像散的情形為例來加以說明。本例中，由於係進行 X 方向之偶極照明，因此，如圖 3(B)所示，曝光用光 IL 係照射於投影光學系統 14 之光瞳面 PP 上、隔著光軸 AX 於 X 方向對稱的 2 個圓形區域 34。

圖 14，係顯示該投影光學系統 14 之光瞳面 PP 附近之透鏡 32 的俯視圖，此圖 14 中，曝光用光 IL 係照射於透鏡 32 上、隔著光軸 AX 於 X 方向對稱的區域 34A 及其附近之區域。本例中，圖 1 之非曝光用光 LBC 及 LBD，係分別大致照射將該區域 34A 繞光軸 AX 旋轉 90° 之在透鏡 32 上大致隔著光軸 AX 於 Y 方向對稱的圓形區域 63C 及 63D。又，該非曝光用光 LBC 及 LBD(其他的非曝光用光亦相同)之照射區域的形狀及尺寸，例如於圖 11 中，將透鏡 51 在照射機構 44C 及 44D 內之位置於光軸方向作成可動，即能加以變更。又，不僅僅是非曝光用光 LBC, LBD，亦可將非曝光用光 LBE, LBG, LBH, LBF 照射於透鏡 32。

以非曝光用光 LBC, LBD 來照射將曝光用光 IL 之照射區域旋轉 90° 之區域，透鏡 32 之溫度分佈，即成為在區域 34A 及區域 63C, 63D 高，隨著離開該處而逐漸降低之分佈。圖 14 中，若設 X 軸及 Y 軸之原點為光軸 AX 的話，沿透鏡 32 之含光軸 AX 及 X 軸之面內之非掃描方向的截面圖、

及含光軸 AX 及 Y 軸之面內之掃描方向的截面圖，皆為圖 15 中略為誇張所示之狀態。如圖 15 所示，透鏡 32 之熱膨脹情形，在掃描方向及非掃描方向其截面形狀皆接近大致於中央部及其左右膨脹的形狀，折射率分佈亦係在中央部及其左右產生大於其他區域的變化。其結果，與僅照射曝光用光 IL 之情形的圖 7 及圖 8 之變形相較，照射了曝光用光 IL 及非曝光用光 LBC, LBD 之本例之透鏡 32 之變形狀態，由於在掃描方向及非掃描方向為近似的狀態，因此對展開於 X 方向及 Y 方向之光束的焦點位置彼此大致相等，幾乎不會產生中央像散。

又，若假設照射非曝光用光之透鏡，係如本例之透鏡 32 般為與照明光學系統 ILS 之光瞳面共軛之投影光學系統 14 光瞳面附近的透鏡的話，中央像散之修正效果更大。此時，亦可對光瞳面附近之複數個透鏡照射非曝光用光。進一步的，在照射對象之光學構件上，將曝光用光及非曝光用光予以對齊之照射區域，越接近旋轉對稱其效果越好。不過，對投影光學系統 14 中任何位置之光學構件(透鏡等)照射非曝光用光，亦可藉由控制其照射量，而能大致期望範圍獲得中央像散之修正效果。此外，如本例般藉由與曝光用光一起照射非曝光用光，則中央像散以外之非旋轉對稱的像差亦會減少。

又，即使調整非曝光用光之照射位置、照射面積、照射量及照射角度等，亦有可能無法大致完全的(大致減至一般的誤差範圍內)減少中央像散。此時，於圖 13 中，用

動變得緩和(較透鏡全面之變動)，於半徑方向之變形或折射率之變動變得緩和。因此，高次的旋轉對稱像差例如成為較低次的旋轉對稱像差(例如焦點變動、倍率誤差)、高次的旋轉對稱像差減少。而新產生之低次的旋轉對稱像差，能以圖 1 之成像特性修正機構 16 輕易的加以修正。又，此時，不僅是非曝光用光 LBA, LBB, LBC, LBD，亦可將非曝光用光 LBE, LBF, LBG, LBH 照射於透鏡 32 上，以減少高次的旋轉對稱像差。

[在使用非旋轉對稱之照明區域時的非曝光用光之照射方法]

其次，圖 1 中，例如在僅將標線片 11 之一 X 方向端部之圖案加以曝光時，在視野光闌 8 本來的開口 8a 內，如圖 18 所示，僅有一 X 方向之對應方向端部的區域 66(為便於說明，係假設投影正立像)為曝光用光 IL 用的實際開口。此狀態下，圖 1 中投影光學系統 14 接近標線片 11 之透鏡及接近晶圓之透鏡，亦僅有大致一 X 方向之端部區域(大的非旋轉對稱區域)被曝光用光 IL 照射。

圖 19，係顯示此時投影光學系統 14 內接近標線片之透鏡(假設為透視鏡 L1)，此圖 19 中，曝光用光 IL 係局部的照射大致對應視野光闌 8 本來之開口的區域 8aR 內之端部區域 66R。在此狀態下持續曝光的話，如沿圖 19 中 X 軸之截面圖的圖 20 所示，透鏡 L1 的形狀相較於曝光前之面 E，會熱膨脹成沿 X 方向之非旋轉對稱面 F。且因此膨脹而發生非旋轉對稱之像差。為避免此情形，本例中係藉由以

非曝光用光來照射透鏡 L1 內不被曝光用光 IL 照射之區域，來使對透鏡 L1 之照射能量接近旋轉對稱之分佈。

圖 21，係顯示使用與圖 11 之非曝光用光照射機構 40 相同的照射機構對透鏡 L1 照射非曝光用光之情形，此圖 21 中，於透鏡 L1 之 -X 方向端部之區域 66R 係照射曝光用光 IL，與該區域 66R 一起形成大致旋轉對稱之環帶狀區域的 7 個區域 67E, 67C, 67G, 67B, 67F, 67D, 67H 則係分別照射非曝光用光 LBE, LBC, LBG, LBB, LBF, LBD, LBH。據此，由於透鏡 L1 被曝光用光 IL 及非曝光用光 LBB~LBH 以大致旋轉對稱之光量分佈照明，因此，會因為持續曝光後之熱膨脹，而如圖 22(沿圖 21 之 X 軸(Y 軸亦同)的截面圖)中變形後之面 G 所示，產生大致旋轉對稱之變形。因此，在圖 20 之狀態下產生之非旋轉對稱的像差成為旋轉對稱的像差，該非旋轉對稱的像差減少。

此種因視野光闌之非旋轉對稱的開口所造成之非旋轉對稱的熱膨脹，由於係產生在投影光學系統 14 中接近標線片之光學構件(透鏡等)接近晶圓之光學構件，因此，將非曝光用光照射於接近標線片或晶圓之光學構件、或分別照射於接近標線片或晶圓之光學構件，其效果是非常大的。除此之外，如本例般在視野光闌 8 本來之開口形狀為長方形之情形時，會因此而產生些微之非旋轉對稱的像差。此時，圖 21 中，由於曝光用光 IL 係照明透鏡 L1 上大致長方形的區域 8aR，例如藉由對在短邊方向隔著區域 8aR 之 2 個區域 67C, 67D 照射非曝光用光 LBC, LBD，對透鏡 L1

之入射能量分佈會更接近旋轉對稱，因此能降低非旋轉對稱的像差。亦即，主控制系統 24，可根據視野光闌 8 之設定，將非曝光用光 LBA~LBH 之至少一部分照射於投影光學系統 14 內最適當之光學構件(透鏡 L1 等)。此時，非曝光用光 LBA~LBH 之照射區域之位置、形狀、尺寸，亦係根據實驗或模擬盡可能的決定成能降低非旋轉對稱的像差、或不至於發生非旋轉對稱的像差。

又，在因標線片 11 之圖案存在率(密度分佈)的差異，使投影光學系統 14 內之既定透鏡產生非旋轉對稱之熱膨脹的情形時，與視野光闌 8 之開口形狀為非旋轉對稱之情形同樣的，亦能藉由非曝光用光之照射使入射能量之全體接近旋轉對稱之分佈，來降低非旋轉對稱之像差。此外，因標線片 11 上圖案所形成之繞射光使既定透鏡成為非旋轉對稱之熱分佈的情形時，亦能以同樣的方法降低非旋轉對稱之像差。亦即，主控制系統 24，可配合圖案分佈、移相圖案之有無及接觸窗圖案之有無等標線片 11 之圖案特徵，將非曝光用光 LBA~LBH 之至少一部分照射於投影光學系統 14 內最適當之光學構件。此時，非曝光用光 LBA~LBH 之照射區域之位置、形狀、尺寸，亦係根據實驗或模擬盡可能的決定成能降低非旋轉對稱的像差、或不至於發生非旋轉對稱的像差。

[非曝光用光之照射量控制方法(1)]

接著，參照圖 23 之流程圖，說明例如進行圖 3(B)所示之 X 方向的偶極照明時，從圖 11 之非曝光用光照射機構

40 對投影光學系統 14 內之透鏡 32 照射非曝光用光 LB，以修正作為非旋轉對稱像差之中央像散時，非曝光用光 LB 之照射量控制方法的一例。首先，非曝光用光 LB 之照射量可以下述方式決定。

於圖 23 之步驟 101 中，以圖 1 之投影曝光裝置進行曝光，於步驟 102 中，透過積分儀感測器 6 及反射量感測器 7 來測量從時刻 $(t - \Delta t)$ 至現在時刻之曝光用光 IL 的照射量 $P_E(t)$ ，將測量資料擷取至主控制系統 24 內的成像特性運算部。又，本實施形態中，在曝光用光 IL 之偏光狀態為可變之情形時，亦假設曝光用光 IL 對投影光學系統 14 之照射量能正確的加以測量。例如，將曝光用光 IL 從由隨機成分構成之非偏光光，變更為大致由 S 偏光成分構成之直線偏光光時，對投影光學系統 14 之照射量亦能正確的加以測量，並擷取至主控制系統 24。 Δt 係任意的取樣間隔，圖 23 之步驟 101~117 之動作係在每一取樣間隔 Δt 重複實行。 Δt 例如係 10~0.01 秒。又，為便於說明，步驟 102 中照射量 $P_E(t)$ 係以 $P(t)$ 表示。此時，於該成像特性運算部，係預算求出輸入步驟用 IL 之照射量 $P_E(t)$ 、以像差變動（此處，係中央像散之變動量）作為輸出的模式 1，與輸入像差變動、以非曝光用光 LB 之照射量作為輸出模式 2，以下述方式，根據曝光用光 IL 及非曝光用光 LB 所造成之像差變動，決定非曝光用光 LB 之照射量。以下，係設在時刻 t 之因曝光用光 IL 所造成之中央像散變動量之計算值為 $A_E(t)$ 、因非曝光用光 LB 所造成之中央像散變動

量之計算值為 $A_I(t)$ 。

首先，於步驟 103 中該成像特性運算部，使用以曝光用光之照射量 $P_E(t)$ 為輸入之下式（此式相當於模式 1），求出在時刻 t 之因曝光用光 IL 所造成之中央像散變動量之計算值為 $A_E(t)$ 。

[式 1]

$$A_E(t) = \sum_{n=A,B,C} \left\{ A_{En}(t - \Delta t) \times \exp\left(-\frac{\Delta t}{T_{En}}\right) + S_{En} \times P_E(t) \times \left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{T_{En}}\right)\right) \right\} \dots(1A)$$

其中，各變數所代表之意義如下。

Δt ：取樣間隔（計算間隔）[sec]

$A_E(t)$ ：在時刻 t 因曝光用光造成之中央像散變動量 [m]

$A_{En}(t)$ ：在時刻 t 因曝光用光造成之中央像散變動量 [m]

（ $n = A, B, C$ 成分 = X, Y, Z 成分）

T_{En} ：因曝光用光造成之中央像散變動的時間常數 [sec]

（ $n = A, B, C$ 成分）

S_{En} ：因曝光用光造成之中央像散變動的飽和值 [m]

（ $n = A, B, C$ 成分）

$P_E(t)$ ：時刻 $(t - \Delta t) \sim t$ 之曝光用光照射量 [W]

於其次之步驟 104 中，該成像特性運算部，使用與 (1A) 式相同的模式，就曝光用光所造成之中央像散之變動值以外的修正對象像差，例如就焦點 $F_E(t)$ 、倍率 $m_E(t)$ 、像面彎曲、C 字型畸變、慧形像差、及球面像差亦同樣的加以計算。於次一步驟 105 中，特定出全像差內、以非曝光用

[式 3]

$$P_I(t) = \frac{A_E(t) - \sum_{n=A,B,C} \left\{ A_{In}(t) \times \exp\left(-\frac{\Delta t}{T_{In}}\right) \right\}}{\sum_{n=A,B,C} \left\{ S_{In} \times (1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{T_{In}}\right)) \right\}} \quad \dots(2)$$

又，將非曝光用光 LB 所照射之區域(本例中為 8 處)以 $m = A1, A2, \dots$ 表示、圖 14 之 Y 方向的 2 個區域以 $m = A1, m = A2$ 加以表示時，在此等區域之非曝光用光之照射量 $P_{Im}(t)(m = A1, A2)$ ，即如下式。

$$P_{IA1}(t) = P_{IA2}(t) = P_I(t) / 2 \quad \dots(3)$$

其中，式(1)～式(3)之各變數所代表之意義如下。

Δt ：取樣間隔(計算間隔)[sec]

$A_E(t)$ ：在時刻 t 因曝光用光造成之中央像散變動量[m]

$A_I(t)$ ：在時刻 t 因非曝光用光造成之中央像散變動量
[m]

$A_{In}(t)$ ：在時刻 t 因非曝光用光造成之中央像散變動量
[m]

($n = A, B, C$ 成分)

T_{In} ：因非曝光用光造成之中央像散變動的時間常數
[sec] ($n = A, B, C$ 成分)

S_{In} ：因非曝光用光造成之中央像散變動的飽和值[m/W]
($n = A, B, C$ 成分)

$P_I(t)$ ：時刻 $t \sim t + \Delta t$ 之非曝光用光照射量[W]

$P_{Im}(t)$ ：時刻 $t \sim t + \Delta t$ 之非曝光用光對各區域之照

射量 $[W]$ ($m = A1, A2$)

具體而言，該成像特性運算部，於步驟 107 中從記憶部讀出式(2)(模式 2)，於步驟 108 中從式(2)算出非曝光用光 LB 之照射量 $P_I(t)$ ，從式(3)算出非曝光用光 LB 對各區域之照射量 $P_{Im}(t)$ 。計算結果在主控制系統 24 內從成像特性運算部供應至成像特性控制部。

於其次之步驟 109 中，該成像特性運算部，透過圖 11 之非曝光用光照射機構 40 對透鏡 32 之各區域以照射量 $P_{Im}(t)$ 、在取樣間隔 Δt 之間照射非曝光用光 LB。於次步驟 110 中(實質上係與步驟 109 並行)，圖 11 之控制部 41B 透過光電感測器 52A~52H 測量該間隔 Δt 之間非曝光用光 LB 對各區域之實際的照射量 $P_{IR}(t)$ ，將測量結果供應至主控制系統 24 內之成像特性運算部。該成像特性運算部，根據非曝光用光 LB 之實際的照射量 $P_{IR}(t)$ 使用與式(1A)(模式 1)相同之模式 3(步驟 111)，計算非曝光用光 LB 之照射造成之像差變動量(步驟 112)。計算非曝光用光之照射造成之像差變動所使用之照射量，可以是實際測量之照射量 $P_{IR}(t)$ 之間隔 Δt 中的平均質、該間隔 Δt 中之代表值、或該照射量之控制目標值 $P_I(t)$ 之任一者。不過，在使用實測照射量 $P_{IR}(t)$ 時，在非曝光用光 LB 之目標照射量(為修正像差所需之照射量)與實際之照射量不同之情形下，其偏差值會反映至次一目標照射量，因此能降低照射量控制精度對像差的影響。又，因非曝光用光 LB 造成之像差變動之計算，係對以曝光用光 IL 所計算之像差相同之像差

進行。亦即，步驟 112 中，該成像特性運算部，係計算以非曝光用光 LB 之照射所修正之非旋轉對稱的修正對象像差之變動量（此處，係中央像散 $A_1(t)$ ）、以及因非曝光用光 LB 之照射所產生之旋轉對稱的修正對象像差之變動量，例如係計算焦點 $F_1(t)$ 、倍率 $M_1(t)$ 、像面彎曲、C 字畸變、慧形像差、及球面像差。

接著，該成像特性運算部，分離出以非曝光用光 LB 之照射所修正之非旋轉對稱的修正對象像差之變動量（中央像散 $A_1(t)$ ）（步驟 113），於步驟 106 中計算像差變動時使用該中央像散 $A_1(t)$ 。於次一步驟 114 中，該成像特性運算部，將以步驟 112 所計算之因非曝光用光 LB 之照射所產生之旋轉對稱的像差變動量（焦點 $F_1(t)$ 、倍率 $M_1(t)$ 、像面彎曲等）、與以步驟 104 所計算之因曝光用光 IL 之照射所產生之旋轉對稱的像差變動量（焦點 $F_E(t)$ 、倍率 $M_E(t)$ 、像面彎曲等）予以相加。相加後的焦點 $F(t)$ 、倍率 $M(t)$ 等如下式。

$$F(t) = F_E(t) + F_1(t) \quad \cdots (4A)$$

$$M(t) = M_E(t) + M_1(t) \quad \cdots (4B)$$

於次一步驟 115 中，主控制系統 324 內之成像特性運算部，將相加後之旋轉對稱像差之變動量中，使用非曝光用光 LB 以外修正之像差的變動量，亦即，使用圖 1 之成像特性修正機構 16 修正之像差的變動量（ $F(t)$ 、 $M(t)$ 等）之資訊供應至成像特性控制部。於次一步驟 116 中，該成像特性控制部，以習知方法算出用以修正該像差之變動量

($F(t)$ 、 $M(t)$ 等)之成像特性修正機構 16 之驅動量，亦即，本例中係算出圖 2 之透鏡 L1~L5 的驅動量，將該驅動量資訊供應至圖 2 之控制部 17。據此，藉由在步驟 117 中控制部 17 驅動透鏡 L1~L5，修正旋轉對稱之修正對象的像差。但，此時，中央像散，係以步驟 109 之非曝光用光 LB 之照射來加以修正。之後，動作回到步驟 101，反覆進行曝光及像差修正動作，直到曝光結束。

如前所述，根據本例，係以既定之取樣間隔 Δt 根據曝光用光 IL 之照射量測量值來計算非旋轉對稱之像差的變動量，以產生抵消其之非旋轉對稱之像差的方式設定非曝光用光 LB 之照射量。因此，能容易的且正確的計算非曝光用光 LB 之照射量，其結果，能將非絢爛歸於平淡對稱之像差減至極少。此外，因非曝光用光 LB 之照射所產生之旋轉對稱之像差，由於已與照射曝光用光 IL 所產生之旋轉對稱之像差一起以成像特性修機構 16 加以修正，因此像差之變動量變得極少，能恆維持良好的成像特性。

又，在照射非曝光用光 LB 所產生之中央像散變動、與照射曝光用光 IL 所產生之中央像散變動相較，時間常數較遲之情形時，例如亦可考慮以非曝光用光照射圖 14 之透鏡 32 上被 X 方向之偶極照明(曝光用光 IL)所照明之區域 34A，來修正中央像散。

[非曝光用光之照射量控制方法(2)]

其次，參照圖 25 之流程圖說明圖 23 之非曝光用光之照射量控制方法的變形例。本例中，雖亦使用與圖 1 之投

影曝光裝置大致相同之投影曝光裝置來進行曝光，但本例中係於非曝光用光 LB 所照射之透鏡 32 設置溫度感測器（未圖示），測量透鏡 32 側面之例如 8 個位置之實際的溫度變化。又，作為該溫度感測器，除熱敏電阻等接觸型的溫度元件之外，亦可使用例如藉檢測紅外線來大致以非接觸方式直接測量圖 1 之非曝光用光 LBA~LBH 所照射區域之溫度的紅外線感測器（監視器）等。

此變形例中，在圖 25 之步驟 101 之曝光後，與步驟 102~104 之曝光量測量至像差變動量之計算為止的動作並行，於步驟 119 中，實際測量圖 1 之投影光學系統 14 中透鏡 32 之溫度 $T(t)$ ，將測量資料供應至主控制系統 24 內之成像特性運算部。例如，在進行偶極照明時之溫度 $T(t)$ ，係圖 14 之透鏡 32 沿 X 軸之區域 34A 外側側面溫度、與沿 Y 軸之區域 63C, 63D 外側側面溫度的差。此時，事先求出以投影光學系統 14 內透鏡 32 之溫度 $T(t)$ 作為輸入、以非旋轉對稱之像差（此處，係中央像散）之變動量作為輸出求出新的模式 2，該成像特性運算部，在步驟 119 後之步驟 107 中使用該新的模式 2 求出中央像散之變動量。於次一步驟 108 中，該成像特性運算部從式(2)計算非曝光用光 LB 之照射量 $P_1(t)$ 。在此之後蒂步驟 108~112、及步驟 104、以及步驟 112 後之步驟 114~117 之動作與圖 23 之例相同。此圖 25 之變形例中，在步驟 119 所測量之透鏡 32 之溫度 $T(t)$ 中，由於曝光用光 IL 之照射所產生的影響外亦包含因非曝光用光 LB 之照射所產生的影響，因此如圖 23 之例般，

於步驟 106 中，不要求出步驟 105 中所計算之因曝光用光所造成之像差變動、與步驟 113 中所計算之非曝光用光所造成之像差變動的差。是以，不需進行複雜的計算，即能修正非旋轉對稱的像差。

[非曝光用光之照射量控制方法(3)]

其次，參照圖 26 之流程圖說明圖 25 之非曝光用光之照射量控制方法的變形例。本例中，雖亦使用與圖 1 之投影曝光裝置大致相同之投影曝光裝置來進行曝光，但本例中例如係在 Z 傾斜載台 19 上設有用來以影像處理方式測量投影光學系統 14 之像(空間像)的空間像感測器。又，此變形例，於圖 26 中，對應圖 25 之步驟 119 之動作，係以步驟 120 加以置換。於此步驟 120 中，例如使用該空間像感測器來測量以非曝光用光 LB 之照射所修正之像差(此處，為中央像散)因曝光用光 IL 之照射所產生的變動量 $A_E(t)$ 。為此，作為一例，係預先於標線片 11 上設置 X 方向及 Y 方向之 L&S 圖案，於步驟 120 中，使該等 L&S 圖案在投影光學系統 14 之光軸 AX 上移動，交互的求出該等投影像之焦點位置即可。又，實際上，步驟 120 之像差變動量之測量，最好是能與步驟 101 之曝光同時、或在其後極短的時間(例如 1msec 程度)進行測量。此外，步驟 120 後之步驟 107 所使用之模式 2，係以像差變動量之實測值作為輸入、以非曝光用光之照射量作為輸出的模式，於步驟 108 中使用此模式來決定非曝光用光之照射量。在此之後的像差修正動作與圖 25 之例相同。

又，上述空間像感測器，例如可使用日本專利特開 2002—14005(對應美國專利公開第 2002/0041377 號)所揭示者。

根據此變形例，由於係實際測量修正對象之像差的變動量，因此能藉由非曝光用光之照射高精度修正該像差。

[非曝光用光之照射量控制方法(4)]

此控制方法，係於圖 1 之曝光中持續使用積分儀感測器 6 及反射量感測器 7 來測量通過投影光學系統 14 之曝光用光 IL 的照射量。並使用圖 11 之非曝光用光照射機構 40，僅照射與曝光用光 IL 相同照射量之非曝光用 LB、或照射乘上既定比例係數所得之照射量的非曝光用 LB。此時，為了能使所發生之非旋轉對稱的像差盡可能的小，只要能事先就各照明條件求出圖 11 之 8 個非曝光用光 LBA~LBH 之照射量相對曝光用光 IL 之照射量的比例係數即可。又，旋轉對稱的像差之修正方法與上述控制方法相同。此控制方法，雖無法完全修正非旋轉對稱的像差，但可降低該像差。此外，照射量的控制方法非常簡單。

再者，上述非曝光用光照射量之控制方法(1)~(4)，可配合各種像差的容許值、圖案之轉印精度等，組合使用複數種控制方法，亦可分別選擇各控制方法。

[非曝光用光之照射時序、校準、非曝光用光之發光停止]

非曝光用光之照射時序，可考量以下之時序。惟，非曝光用光之照射量係以上述控制方法來決定。

(1)視像差變動進行照射。

(2)與曝光用光之照射同步照射非曝光用光。

(3)在圖 1 之晶圓載台 20 之步進中照射非曝光用光。

(4)在晶圓之更換中進行照射。

(5)在像差變動達到臨界值時進行照射。像差變動係以實測值或計算值來與臨界值比較。

(6)在切換照明條件時進行照射。

(7)隨時照射。

又，在使用非曝光用光 LB 之照射量與像差變動的模式來修正像差之情形時，有時會因光纖、光學系統等之時間變化而使該模式產生變化。此時，可藉由照射非曝光用光 LB、測量此時之像差變動，來求得新的模式。如此，即能進行該模式之校準。

又，當用來進行非曝光用光之導光的光學系統產生某種問題，非曝光用光應照射於投影光學系統 14 之透鏡但卻持續一定時間以上未照射之狀態時，圖 1 之主控制系統 24(判定裝置)最好是能停止光源系統 41 之非曝光用光的照射。例如，主控制系統 24，可在非曝光用光 LBA~LBH 至透鏡 32 之照射中，光電感測器 52A~52H 之至少一個所檢測出之光量在既定量以下時，即判斷發生光纖束 46A~46H 之斷線或劣化之情形，而停止從光源系統 41 照射非曝光用光。此時，可預先在照射機構 44A~44H 之射入側設置光閘(shutter)構件等，來遮斷非曝光用光 LBA~LBH 之光路。

[殘留非旋轉對稱之像差的情形]

在因非曝光用光之照射量不足、或非曝光用光之取樣間隔過長之情形等的影響，而殘留非旋轉對稱之像差的情形時，例如，可控制焦點位置等，以使要求高精度曝光之圖案像差變少。例如，在殘留中央像散時，若與 Y 方向之 L&S 圖案相較 X 方向之 L&S 圖案之像差需高精度加以修正的話，可藉由將晶圓面之焦點位置配合 L&S 圖案像之焦點位置進行控制，雖然 Y 方向之 L&S 圖案會產生散焦，但 X 方向之 L&S 圖案之像可在最佳焦點位置曝光。

[關於非曝光用光之照射以外所造成之非旋轉對稱的像差等]

針對投影光學系統 14 周圍之氣壓變化、溫度變化、以及投影光學系統 14 之調整誤差等曝光用光之照射以外的原因所產生之非旋轉對稱之像差，亦可根據殘留之像差來決定非曝光用光之照射量，據以修正該像差。若係氣壓變化或溫度變化之其他的話，可藉由預先求出該等變化與像差變化的模式，來修正起因於該等變化之像差。若係投影光學系統 14 調整後之殘留像差的話，可測量該像差，藉由非曝光用光之常時發光以抵消該像差之方式來加以修正。若常時發光有危險的話，可在移至曝光動作之時間點、例如在晶圓搬送途中開始非曝光用光之照射，而僅在曝光動作中照射非曝光用光。

此外，上述實施形態中，由於光纖束 46A~46H 及照射機構 44A~44H 之至少一部分係配置在投影光學系統 14 之附近，因此為避免對投影光學系統 14 造成熱的影響，最

好是能以隔熱材料包覆該等機構、或以調溫機構進行溫度調整。

又，上述實施形態中，作為非旋轉對稱之像差，主要係就修正中央像散之情形作了說明，但亦可對投影光學系統 14 之部分光學構件照射非曝光用光，據以調整中央像散以外之非旋轉對稱的像差，例如可調整 X 方向與 Y 方向之倍率差、及移像等。此場合，照射非曝光用光 LB 之光學構件，並不限於投影光學系統 14 光瞳面附近的光學構件，而最好是選擇能有效的調整(修正)作為調整對象之非旋轉對稱之像差者。

又，為調整 X 方向與 Y 方向之倍率差等非旋轉對稱的像差，亦可對標線片 R 照射光線，以調整標線片 R 之伸縮狀態。

又，上述各實施形態中，亦可在照射機構 44A~44H 內配置偏光板，將照射於投影光學系統 14 之部分光學構件(透鏡 32)之非曝光用光 LB，作成由 P 偏光成分或 S 偏光成分所構成之直線偏光。此時，最好是能使被偏光板分離之直線偏光的一部分射入光電感測器 52A~52H，根據其檢測結果來控制非曝光用光(直線偏光)的照射量。如此，即使非曝光用光 LBA~LBH 之偏光狀態在光源系統 41 與照射機構 44A~44H 間之光纖束 46A~46H 產生變化，亦能以高精度控制非曝光用光(直線偏光)LB 照射於投影光學系統 14 之部分光學構件(透鏡 32)的照射量。再者，使用直線偏光來作為非曝光用光 LB 時，以使用由 P 偏光成分構成之直線偏

光較佳。由於由 P 偏光成分構成之直線偏光在入射面(透鏡 32 之透鏡面)之反射少，因此能以更高的精度控制非曝光用光 LB 照射於投影光學系統 14 之部分光學構件(透鏡 32)的照射量。又，作為偏光板，亦可使用偏光稜鏡或偏光濾鏡。此外，被偏光板分離之其他不使用之偏光成分之光係排出至外部。此時，為避免被偏光板分離之其他偏光成分之光對投影光學系統 14 等造成熱的不良影響，最好是能使用鋼管等進行廢熱處理。

又，上述實施形態中，係對投影光學系統 14 之一部分之透鏡 32 照射非曝光用光 LB，而作為投影光學系統 14，可使用包含反射元件與折射元件之構成的折反射型投影光學系統、或以反射元件構成的反射型投影光學系統。此時，綴#對投影光學系統之部分反射元件之曝光用光 IL 能射入之區域(有效區域)內照射非曝光用光 LB。

又，使用包含反射元件與折射元件之構成的折反射型投影光學系統時，接近標線片或晶圓之透鏡，由於曝光用光 IL 會通過偏向一側之區域而易於產生非旋轉對稱之像差(移像等)，在此情形下，亦可藉由對投影光學系統之部分光學構件照射非曝光用光 LB，來調整該非旋轉對稱之像差。

照射非曝光用光之區域，可使用光學系統來加以擴大或縮小、或藉由變更視野光闌之開口形狀等來改變其形狀。又，亦可將非曝光用光照射機構作為可動式。藉由上述方式，可因應各種照明條件(曝光用光在光瞳面附近之

通過區域)、視野光闌之開口形狀、或標線片之圖案存在率的差異等。

如上述般，本案實施形態之投影曝光裝置，係將由複數個透鏡構成之照明光學系統、投影光學系統裝入曝光裝置本體並進行光學調整後，將由多數個機械零件構成之標線片載台及晶圓載台安裝於曝光裝置本體，連接線路與管線，進一步進行綜合調整(電氣調整、動作確認等)來加以製造。又，該曝光裝置之製造以在溫度及清潔度等受到管理的無塵室中進行較佳。

又，使用上述實施形態之投影曝光裝置來製造半導體元件時，此半導體元件，係經元件之功能、性能設計步驟，根據此步驟製作標線片的步驟，從矽材料形成晶圓之步驟，使用上述實施形態之投影曝光裝置進行對準並將標線片之圖案曝光至晶圓的步驟，蝕刻等形成電路圖案之步驟，元件組裝步驟(切割製程、結合製程、封裝製程)，以及檢查步驟 206 而製造。

又，本發明不僅能應用於以掃描曝光型之投影曝光裝置，亦同樣能應用於以步進器等之一次曝光型之投影曝光裝置進行曝光之情形。此外，亦可應用於使用含反射光學系統與折射光學系統之投影光學系統的曝光裝置，及例如國際公開(WO)第 99/49504 號等中所揭示之浸沒型曝光裝置般透過液體對晶圓照射曝光用光的曝光裝置。又，作為本發明之投影曝光裝置之用途，並不限於半導體製造用之曝光裝置，例如，亦能廣泛適用於形成為方型玻璃板之液

晶顯示元件，或電漿顯示器等之顯示裝置用的曝光裝置，或用以製造攝影元件(CCD等)、微機器、薄膜磁頭及DNA晶片等各種元件之曝光裝置。此外，本發亦能適用於使用微影製程來製造形成有各種元件之光罩圖案的光罩(光罩、標線片等)之曝光步驟(曝光裝置)。

此外，本發明並不限於上述之實施形態，當然可在不脫離本發明之主旨範圍內獲得各種構成。

又，本申請案係以2003年8月28日申請之日本特願2003-209211號主張優先權，本說明書引用該內容。

根據本發明之元件製造方法，例如即使使用偶極照明或小 σ 照明等亦能常時將成像特性維持於良好狀態，因此能以高生產率製造高積體度之元件。

【圖式簡單說明】

第1圖，係顯示本發明之實施形態例之投影曝光裝置之概略構成的部分剖斷圖。

第2圖，係顯示第1圖中之成像特性修正機構16之構成例的部分剖斷圖。

第3(A)、3(B)圖，(A)係顯示X方向之L&S圖案的圖，(B)係顯示X方向之偶極照明時在投影光學系統光瞳面上之光量分佈的圖。

第4(A)、4(B)圖，(A)係顯示Y方向之L&S圖案的圖，(B)係顯示Y方向之偶極照明時在投影光學系統光瞳面上之光量分佈的圖。

第5圖，係顯示X方向之偶極照明時透鏡之溫度分佈

的圖。

第 6 圖，係顯示 Y 方向之偶極照明時透鏡之溫度分佈的圖。

第 7 圖，係顯示 X 方向之偶極照明時透鏡之形狀變化、沿 X 軸的側視圖。

第 8 圖，係顯示 X 方向之偶極照明時透鏡之形狀變化、沿 Y 軸的側視圖。

第 9 圖，係投影光學系統 14 之中央像散的圖。

第 10 圖，係顯示標線片上混合存在之 X 方向及 Y 方向之 L&S 圖案例的放大俯視圖。

第 11 圖，係顯示第 1 圖中之非曝光用光照射機構 40 之構成例的部分剖斷圖。

第 12(A)、12(B)圖，(A)係顯示第 11 圖之非曝光用光照射機構 40 之投影光學系統 14 內之構成的部分剖斷前視圖，(B)係顯示(A)之變形例的圖。

第 13 圖，係顯示 X 方向之偶極照明時中央像散之時間變化例的圖。

第 14 圖，係顯示本發明之實施形態中，X 方向之偶極照明時對透鏡之曝光用光及非曝光用光之照射區域的俯視圖。

第 15 圖，係顯示第 14 圖之透鏡因溫度上昇所產生之形狀變化的截面圖。

第 16 圖，係顯示小 σ 照明時在投影光學系統光瞳面之光量分佈例的圖。

第 17 圖，係顯示本發明之實施形態中，小 σ 照明時對透鏡之曝光用光及非曝光用光之照射區域的俯視圖。

第 18 圖，係顯示僅使用視野光闌之開口之端部區域時之開口的圖。

第 19 圖，係顯示使用第 18 圖之開口進行照明時，投影光學系統內接近標線片之透鏡之曝光用光之照明區域的俯視圖。

第 20 圖，係顯示第 19 圖之透鏡因溫度上昇所產生之形狀變化的截面圖。

第 21 圖，係顯示本發明之一實施形態例中，使用第 18 圖之開口進行照明時透鏡上之非曝光用光之照射區域的俯視圖。

第 22 圖，係顯示第 21 圖之透鏡因溫度上昇所產生之形狀變化的截面圖。

第 23 圖，係顯示本發明之一實施形態例中，非曝光用光之照射動作例的流程圖。

第 24 圖，係顯示中央像散及非曝光用光之照射量變化例的圖。

第 25 圖，係顯示本發明之一實施形態例中，非曝光用光之另一照射動作例的流程圖。

第 26 圖，係顯示本發明之一實施形態例中，非曝光用光之再一照射動作例的流程圖。

【主要元件符號說明】

1 曝光光源

2	第 1 複眼透鏡
3	振動鏡
4	第 2 複眼透鏡
5	分束器
6	積分儀感測器
7	反射量感測器
8	視野光闌
8a	視野光闌之開口
9	反射鏡
10	聚焦透鏡
11	標線片
12	標線片載台
13	標線片側 AF 感測器
14	投影光學系統
14F	突緣部
14Fc, 14Fd	開口
15	孔徑光闌
16	成像特性修正機構
17	控制部
18	晶圓
19	Z 傾斜載台
20	晶圓載台
21	照射量感測器
22	晶圓側 AF 感測器

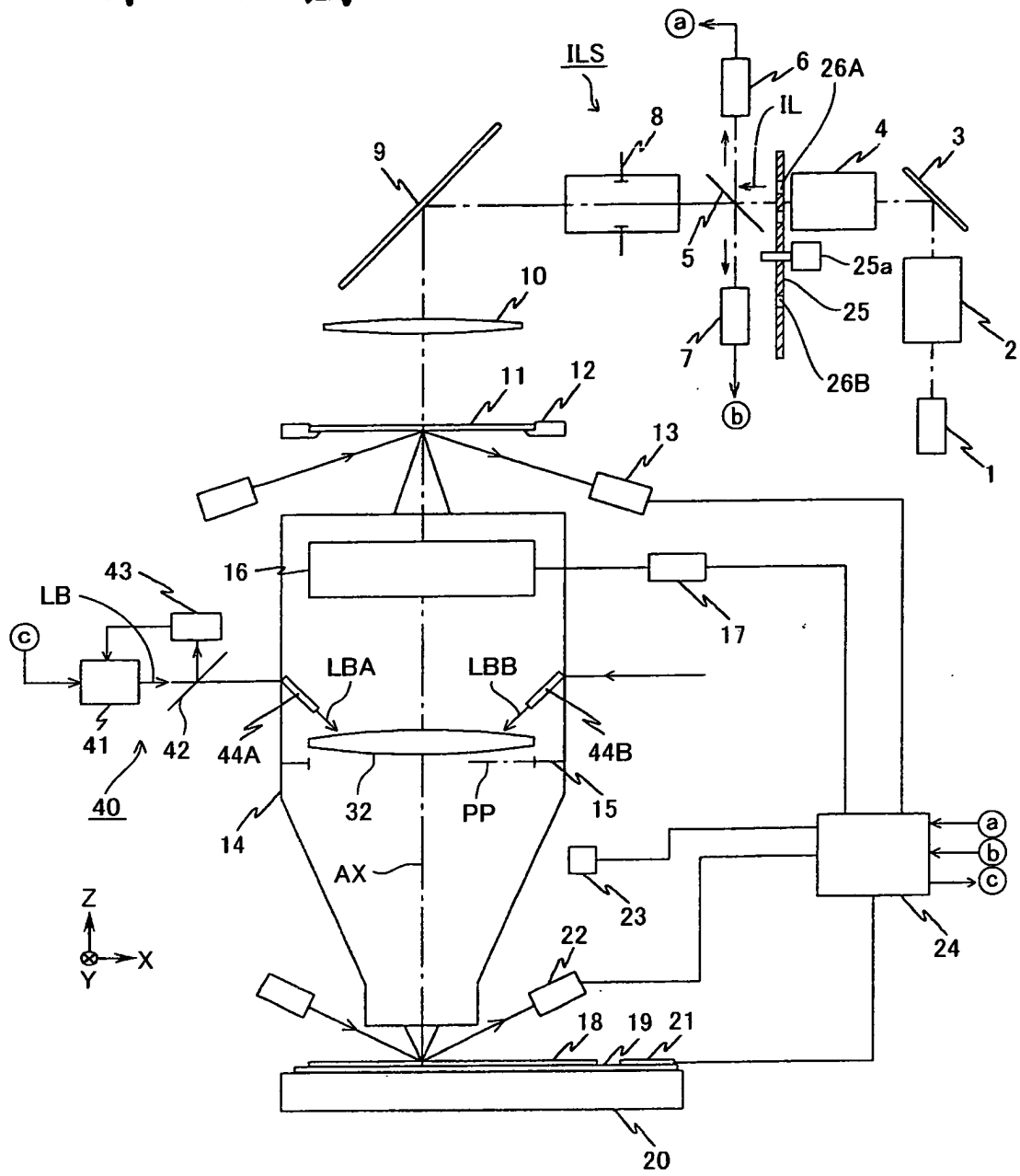
23	環境感測器
24	主控制系統
25	照明系統孔徑光闌
25a	驅動馬達
26A	第 1 偶極照明用孔徑光闌
26B	第 2 偶極照明用孔徑光闌
32	透鏡
40	非曝光用光照射機構
41	光源系統
42	反射鏡光學系統
43	光電感測器
44A ~ 44H	照射機構
45A ~ 45H	電流鏡
47, 51	會聚透鏡
48	分束器
49	光導引部
50	保持架
61V, 61H	曲線
62, 63C, 63D	圓形區域
AX	光軸
IL	曝光用光
ILS	照明光學系統
LB, LBA ~ LBH	非曝光用光
PP	光瞳面

五、中文發明摘要：

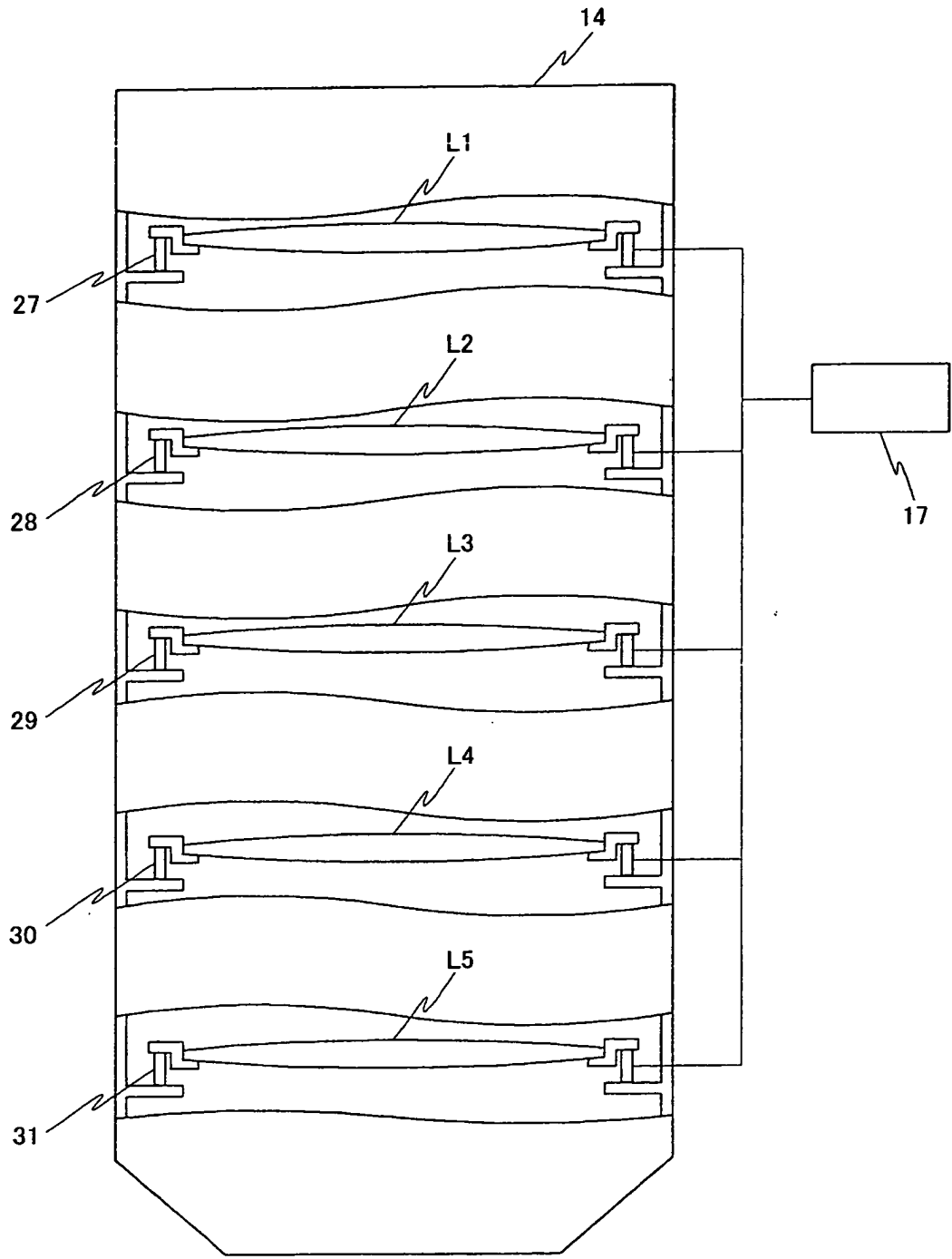
本發明之曝光方法及裝置，在通過光罩及投影光學系統中至少一部分之光學構件之曝光用光的光量分佈為旋轉對稱之情形時，能有效控制成像特性中之非旋轉對稱成分。以來自照明光學系統之曝光用光(IL)照明標線片(11)，將標線片(11)之圖案透過投影光學系統(14)投影至晶圓(18)上。藉由曝光用光(IL)以 X 方向之偶極照明方式來照明標線片(11)時，係對相對投影光學系統(14)光瞳面附近之透鏡(32)將曝光用光(IL)之照明區域大致旋轉 90°之區域，局部的照射來自非曝光用光照射機構(40)、與曝光用光(IL)不同波長帶的非曝光用光(LB)。

六、英文發明摘要：

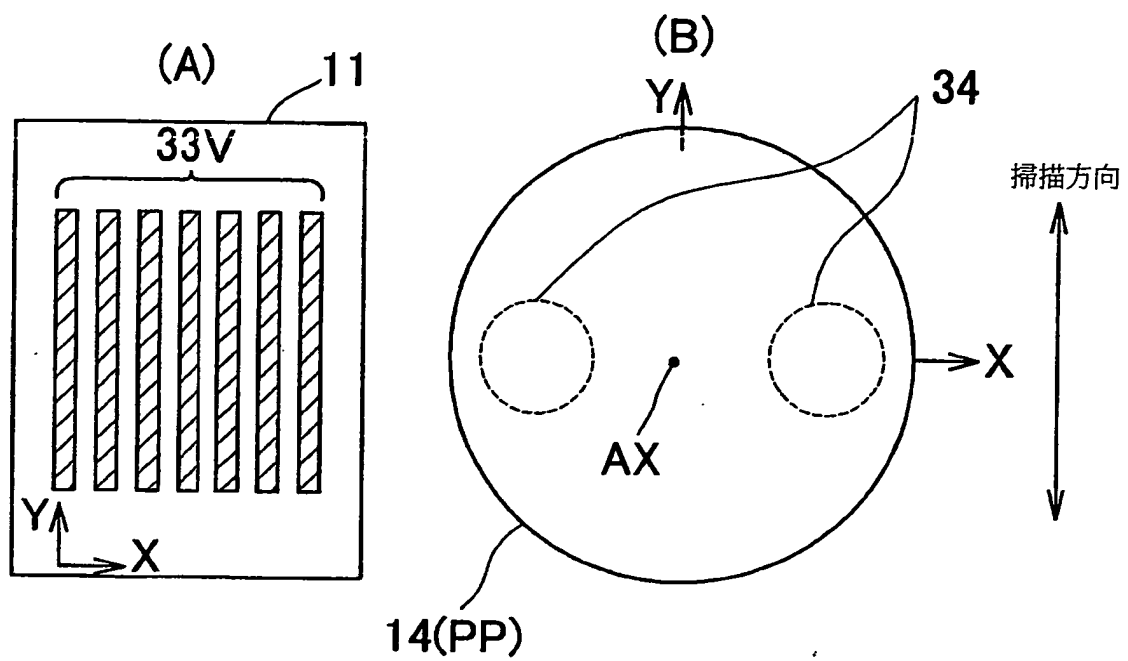
第 1 圖



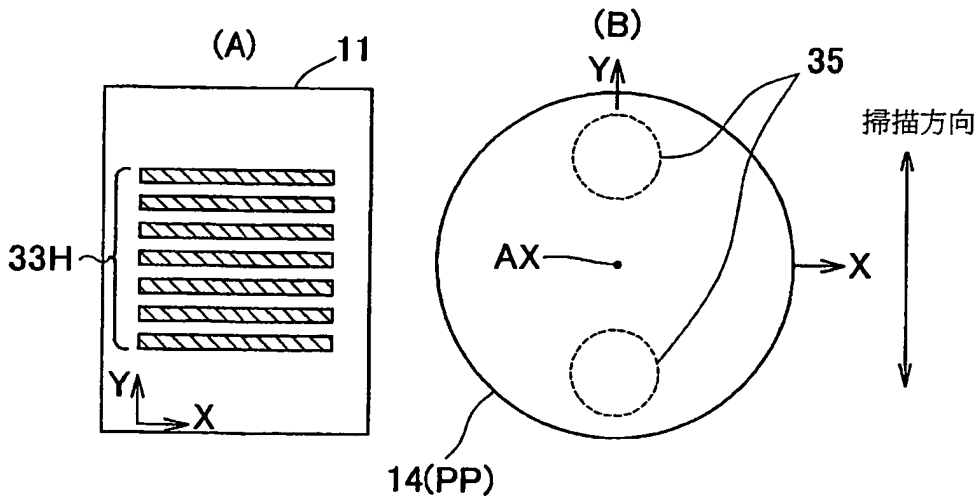
第 2 圖



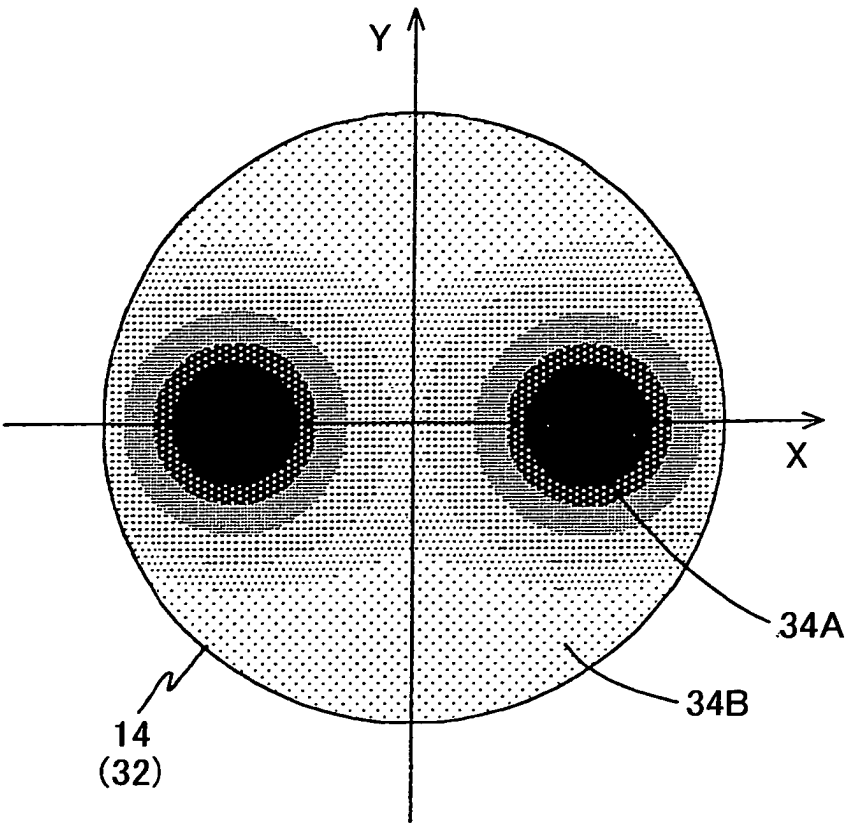
第 3 圖



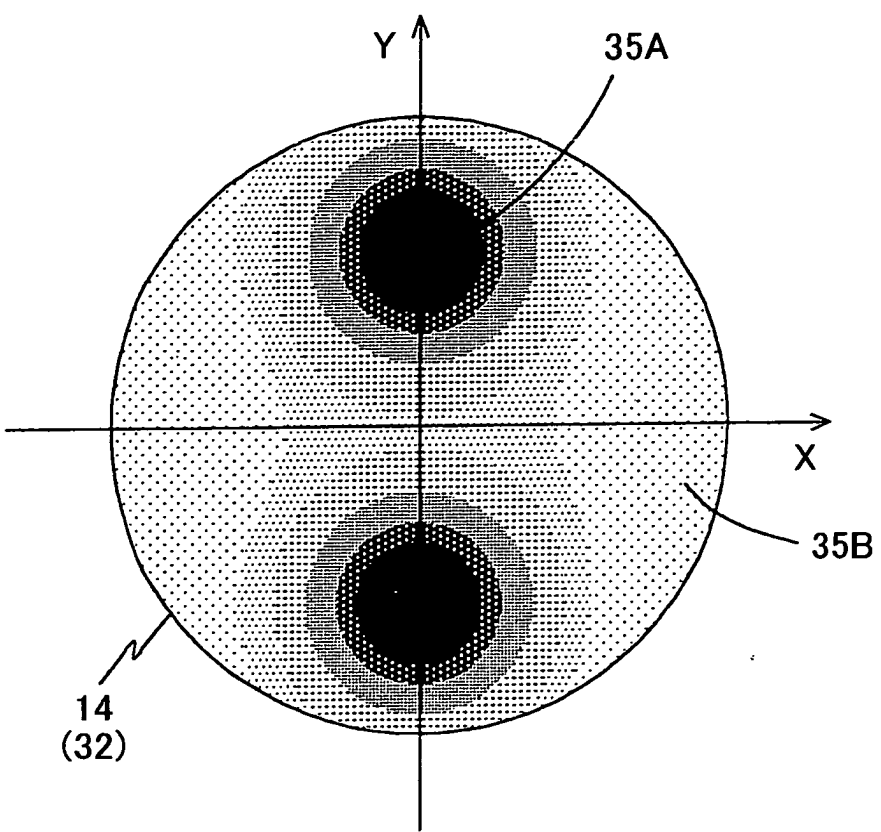
第 4 圖



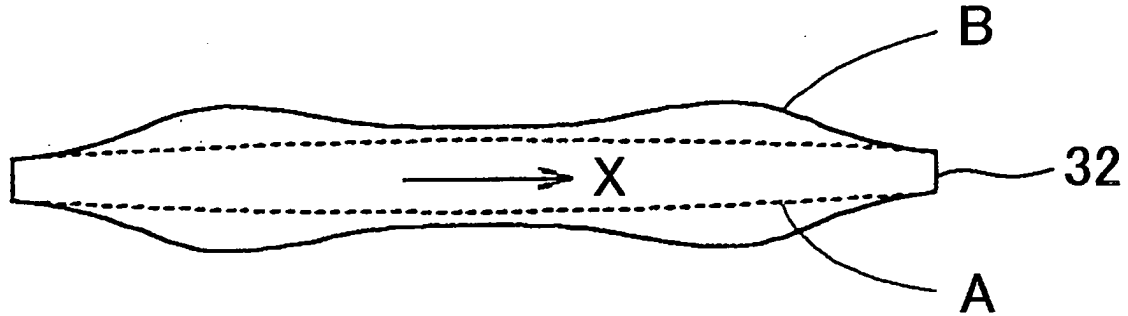
第 5 圖



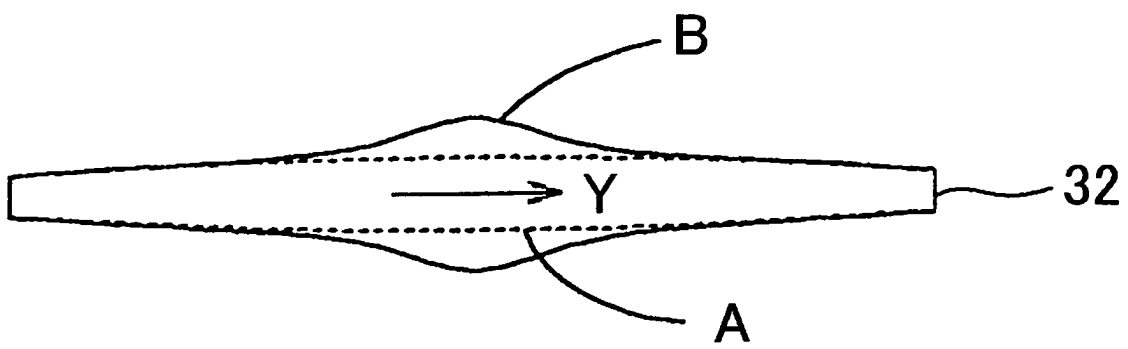
第 6 圖



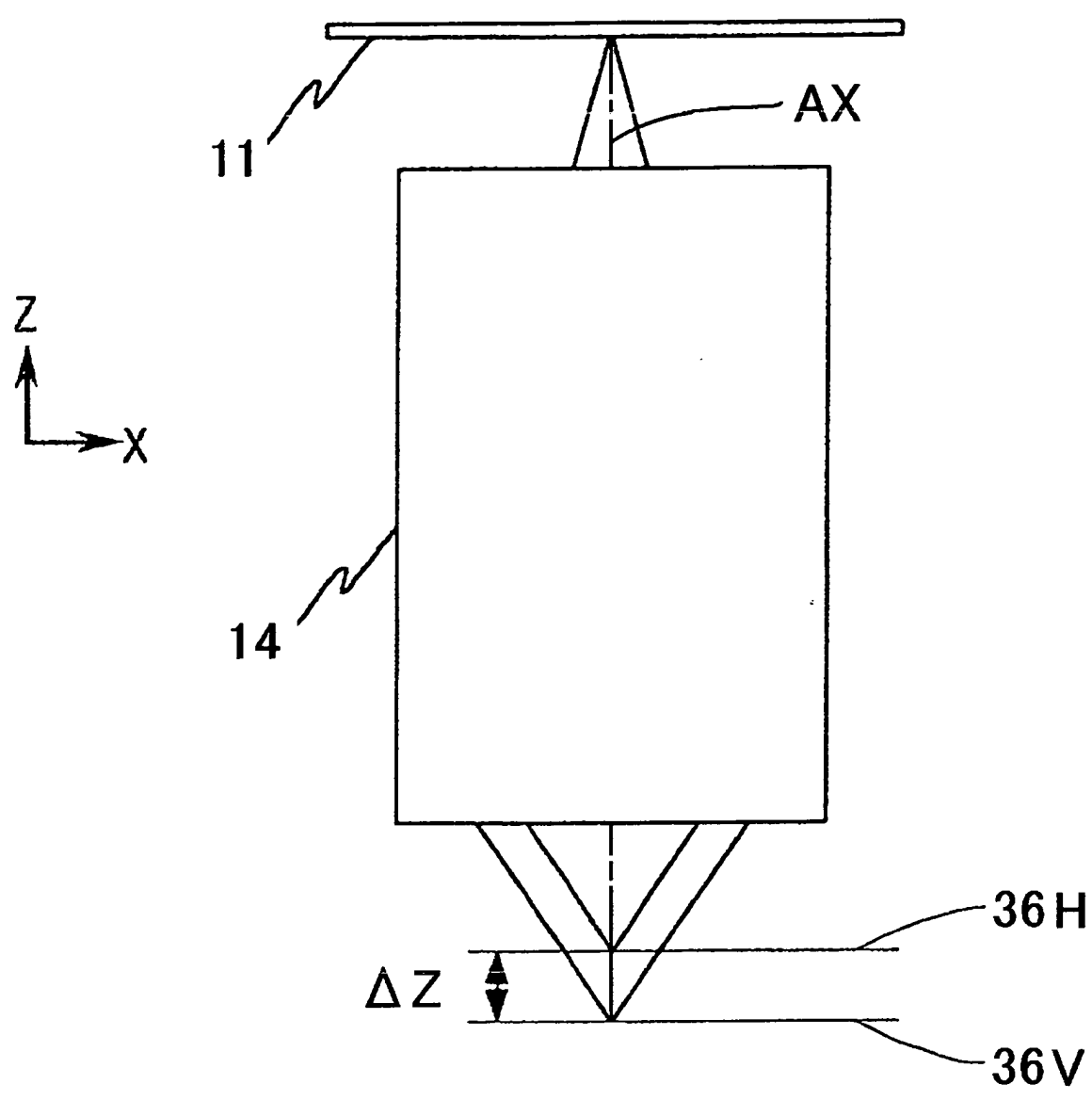
第 7 圖



第 8 圖

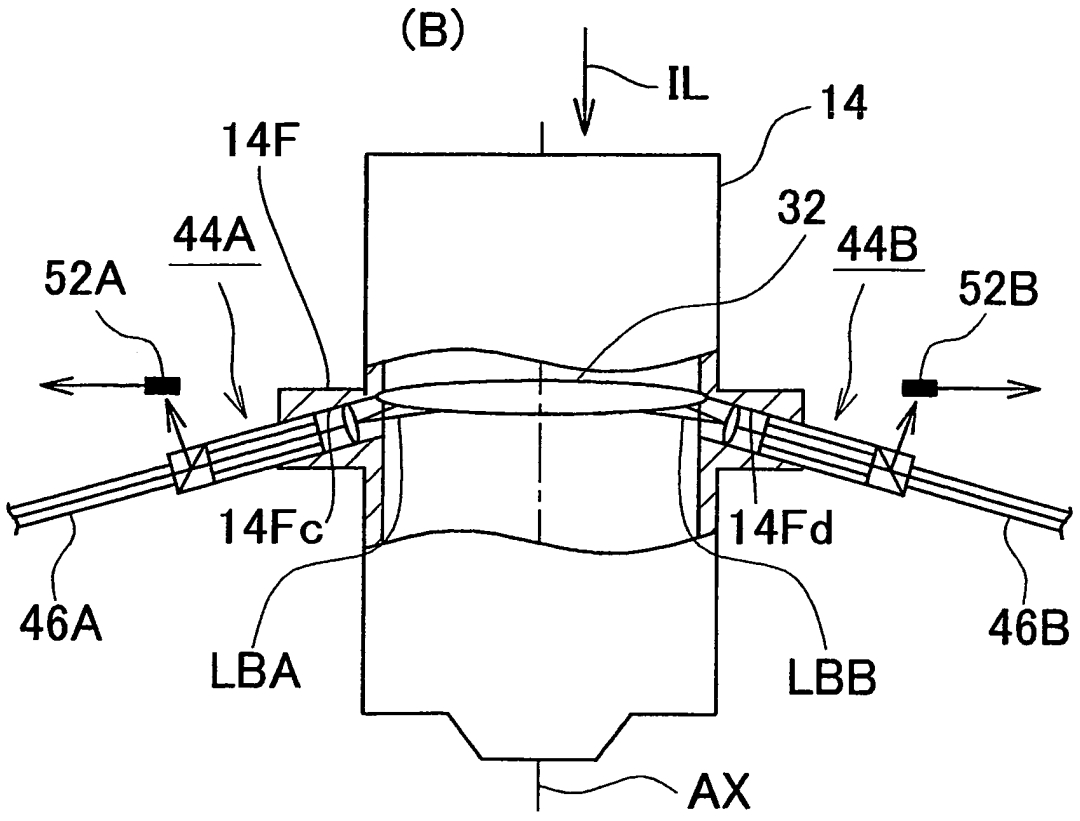
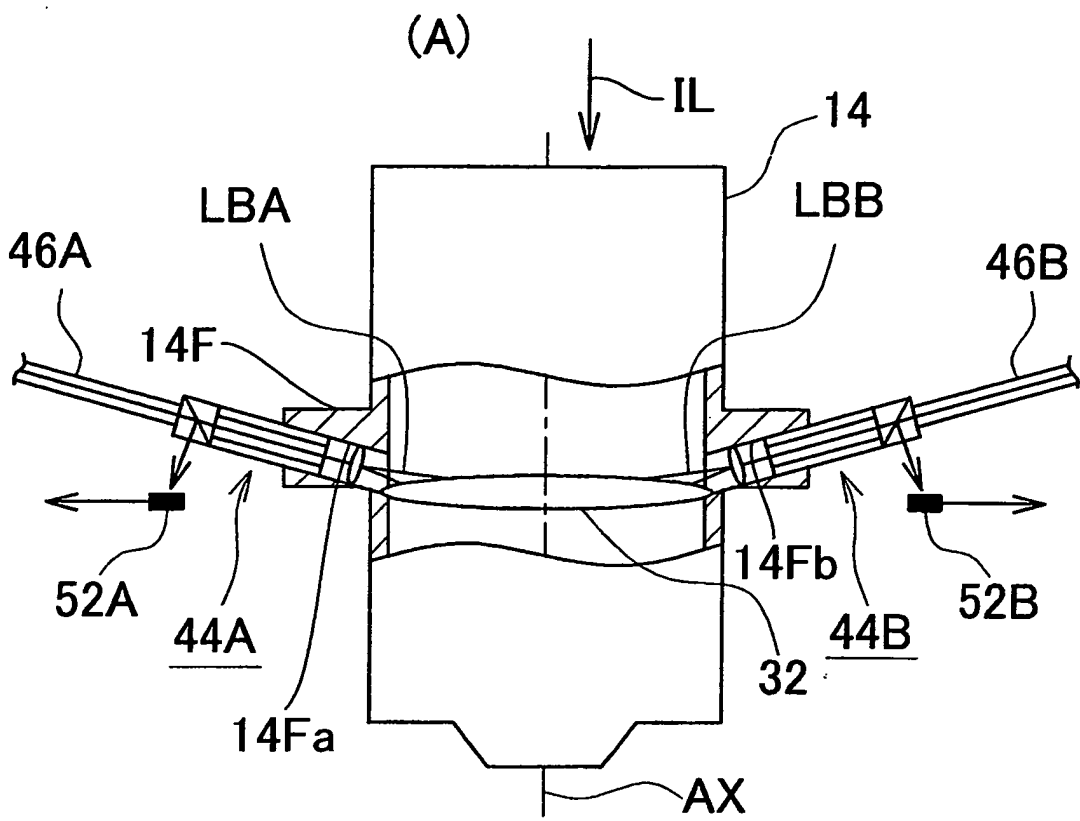


第 9 圖

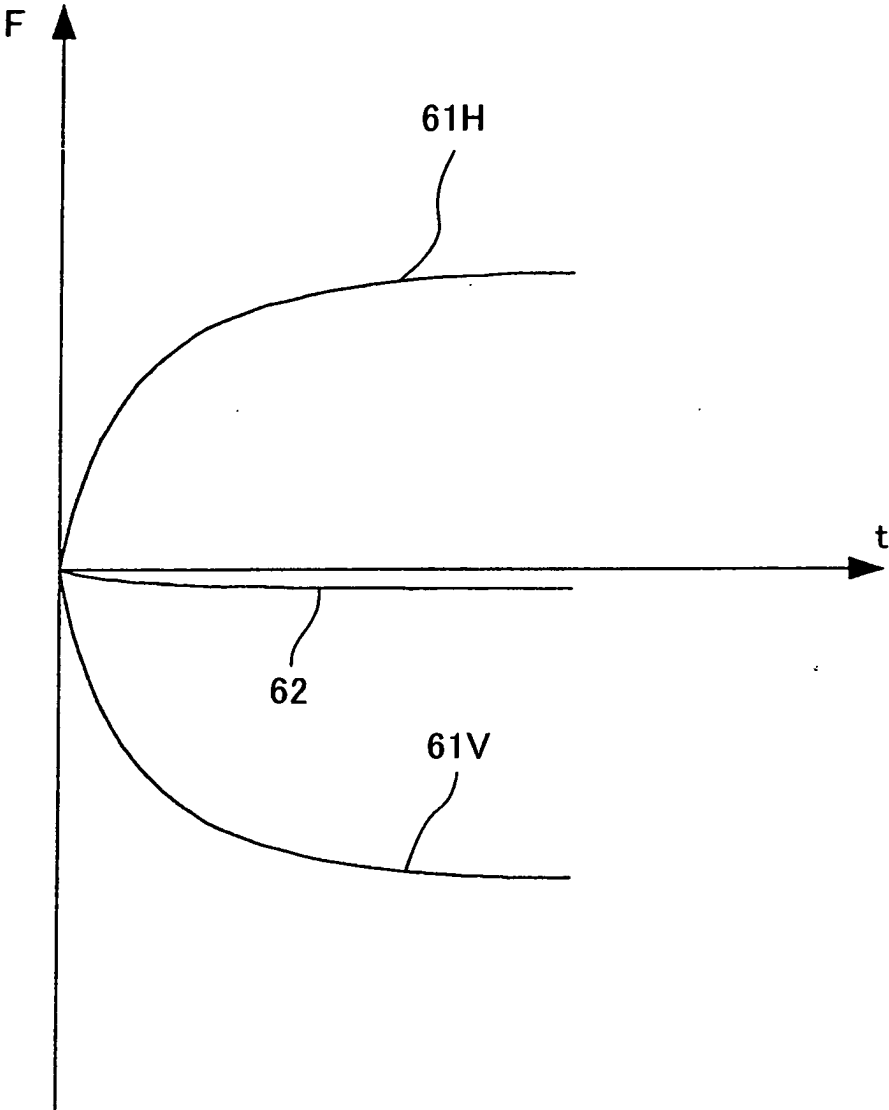


[illegible]

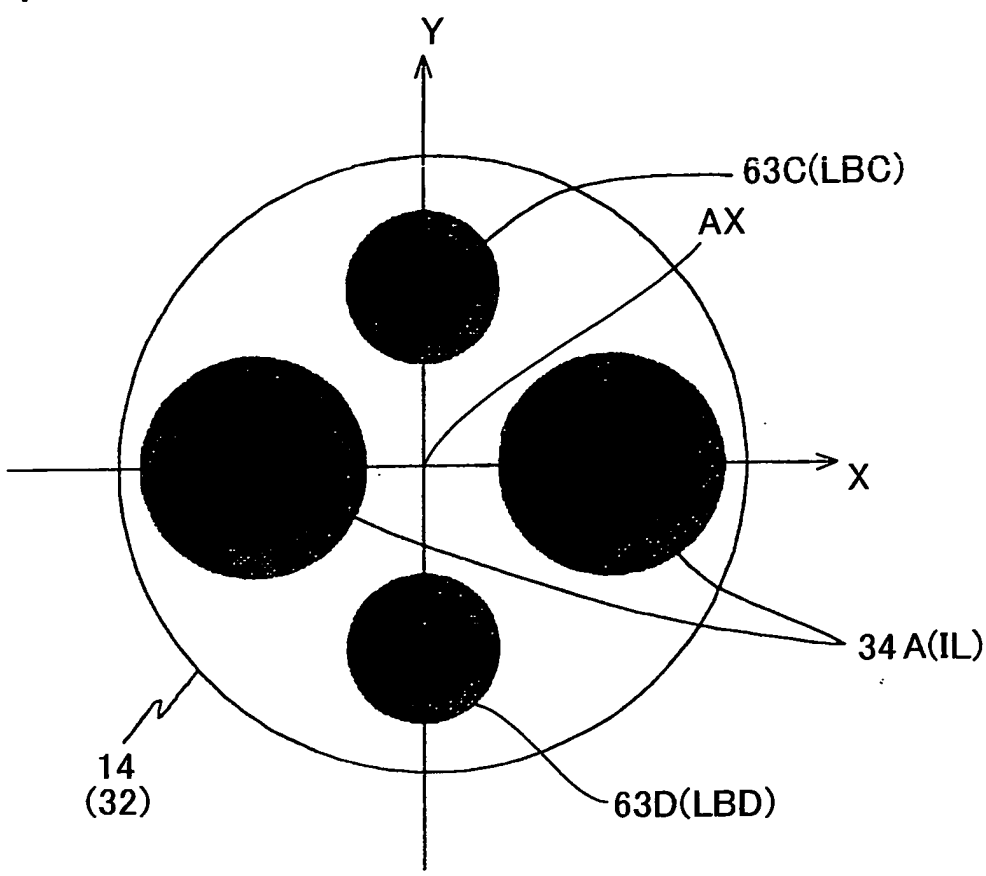
第 12 圖



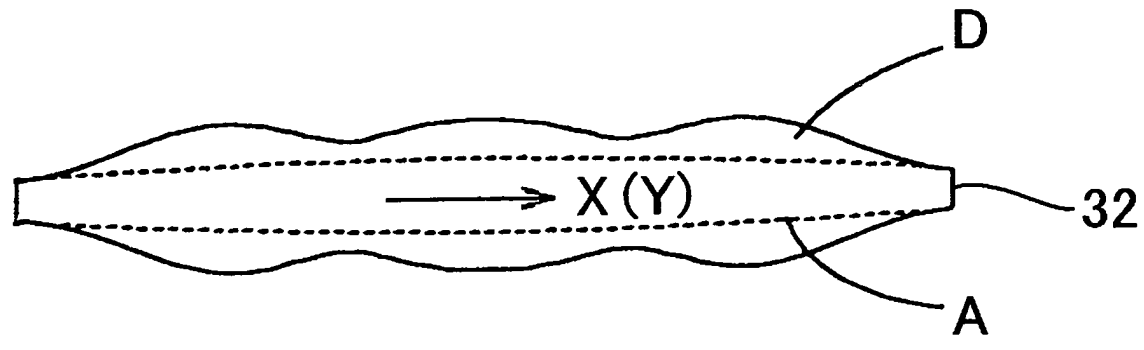
第 13 圖



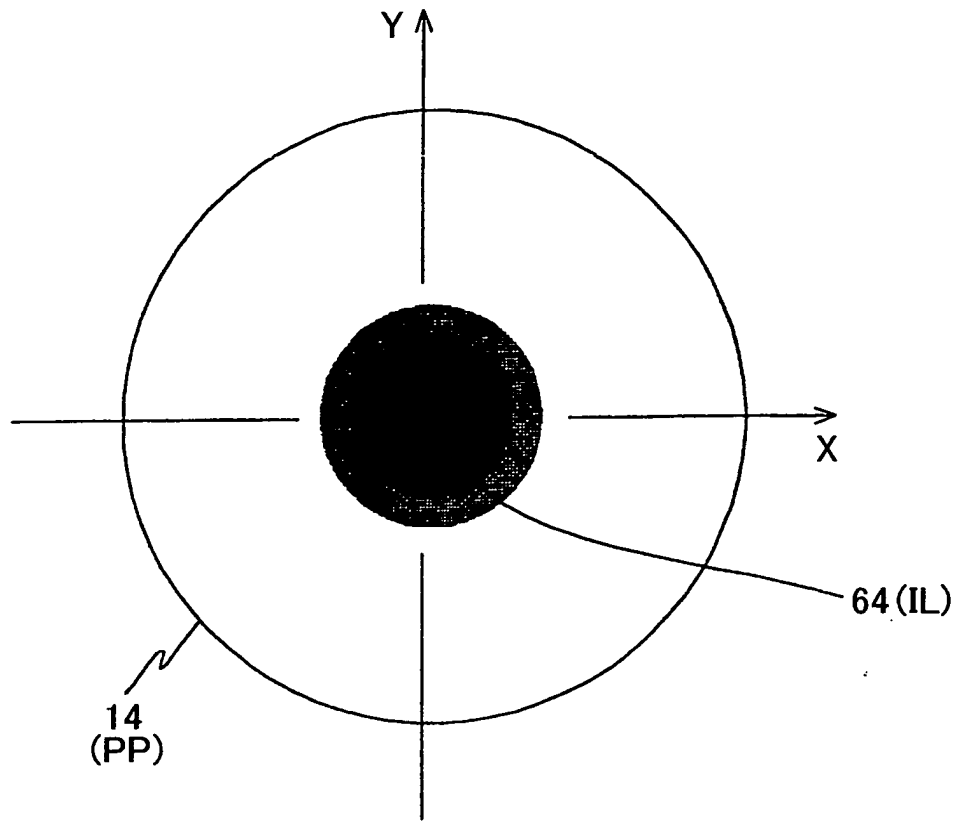
第 14 圖



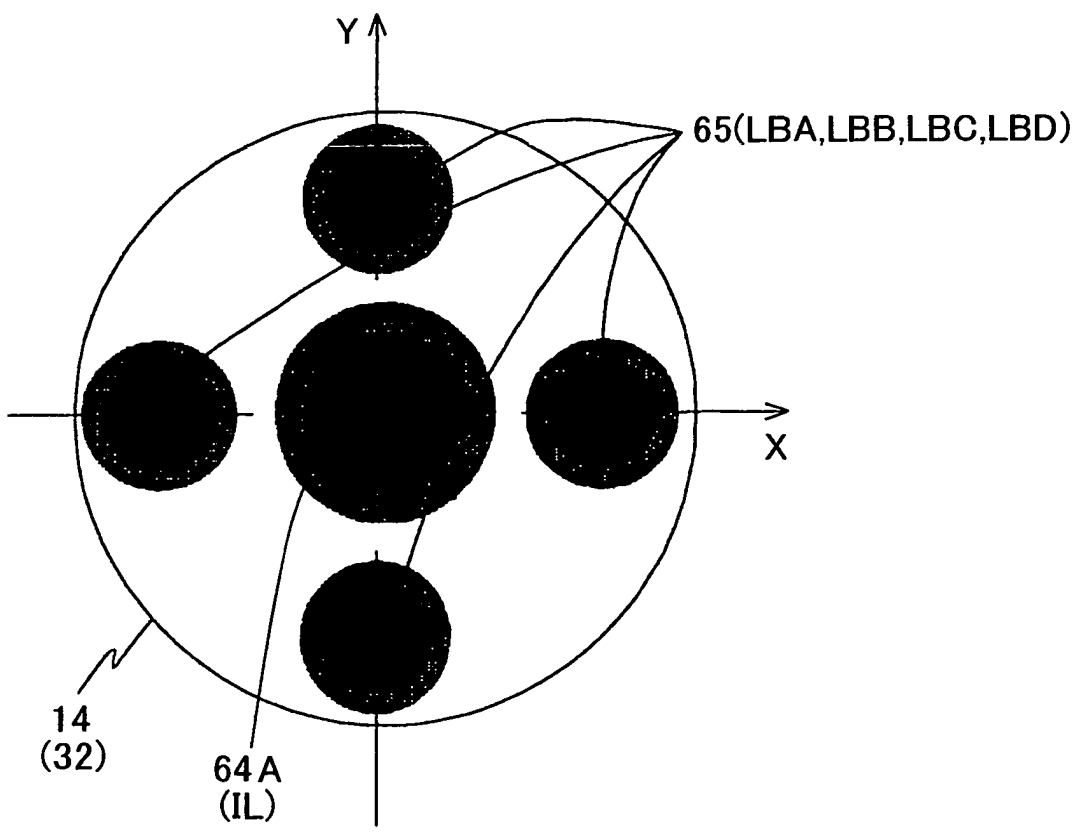
第 15 圖



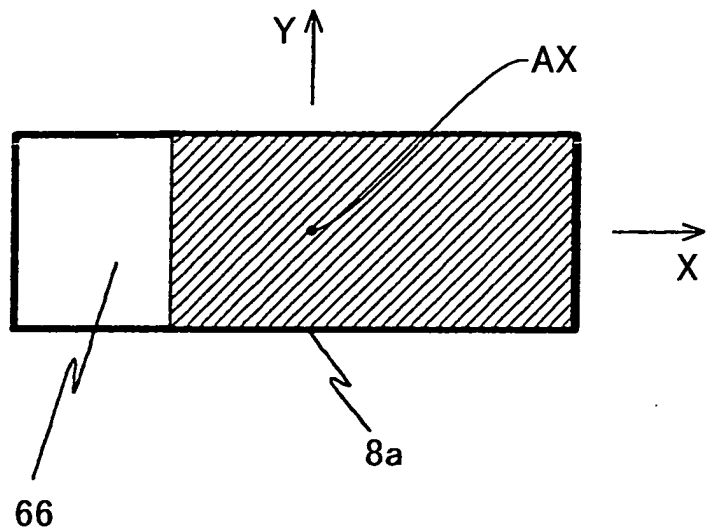
第 16 圖



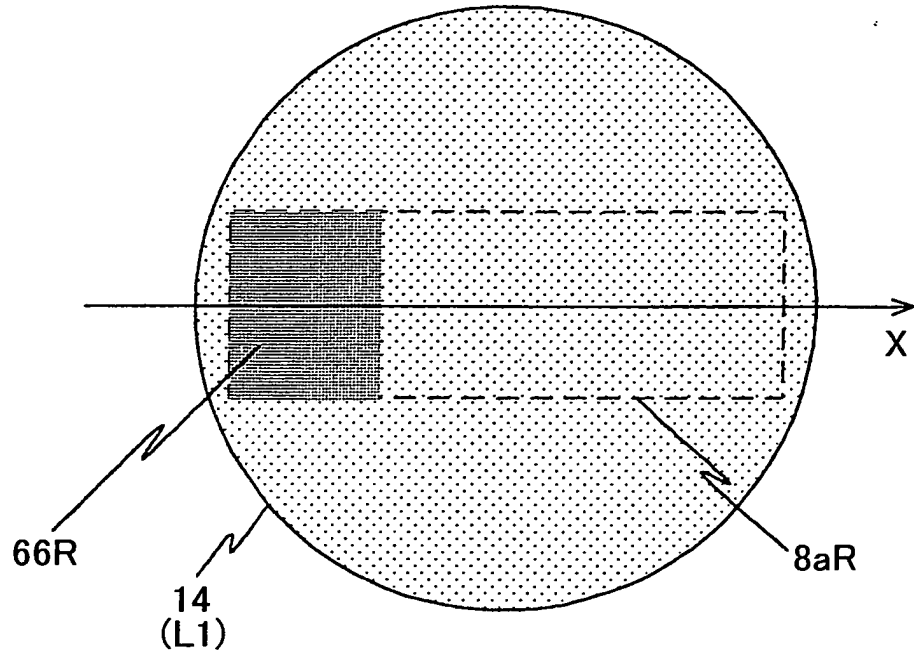
第 17 圖



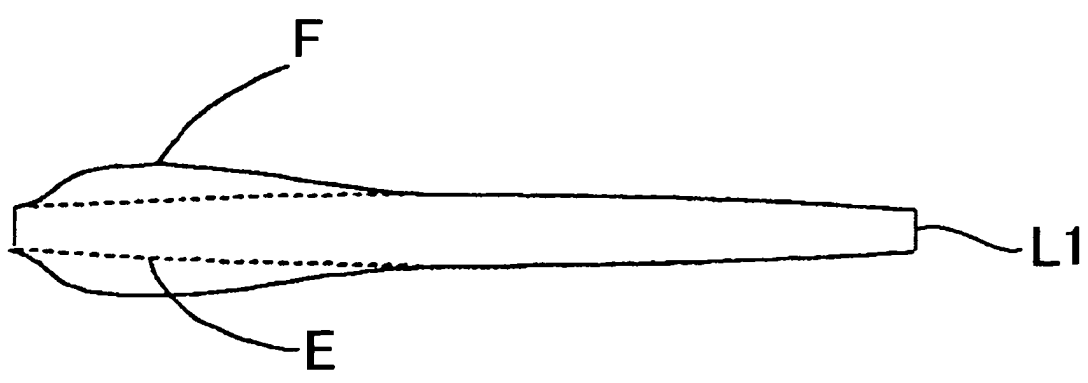
第 18 圖



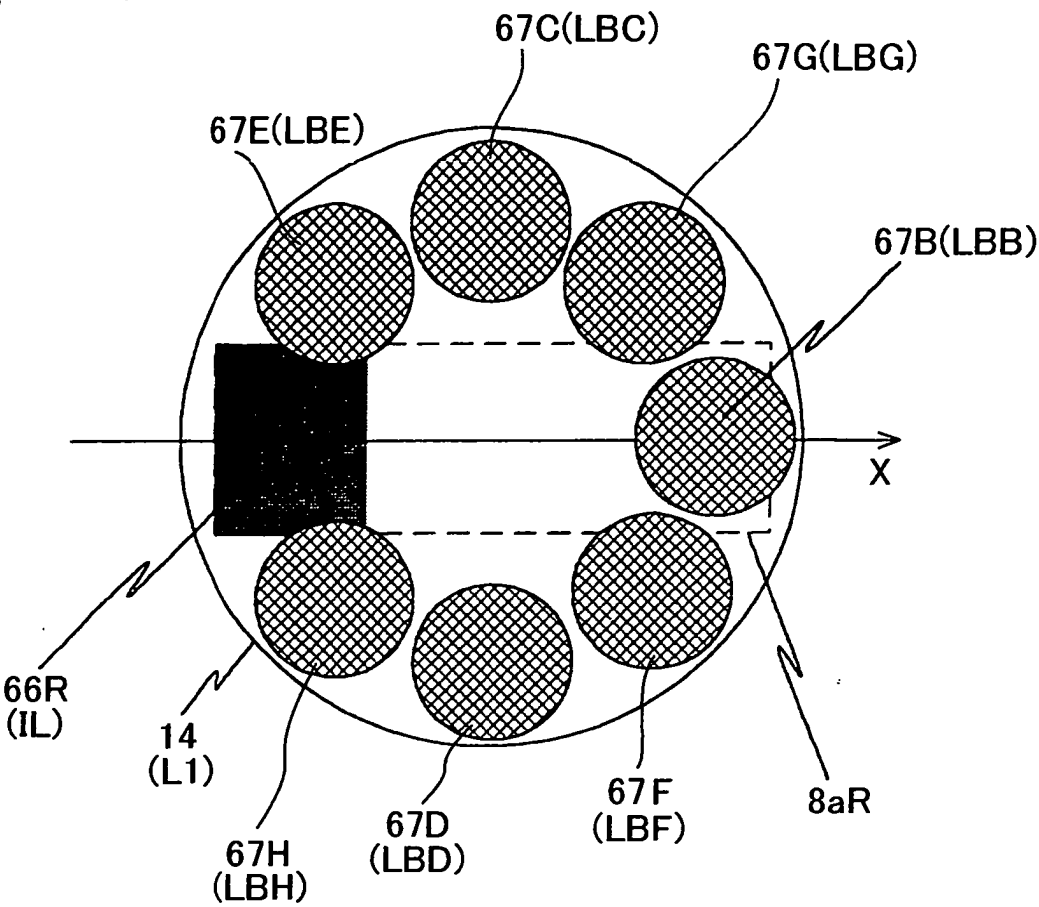
第 19 圖



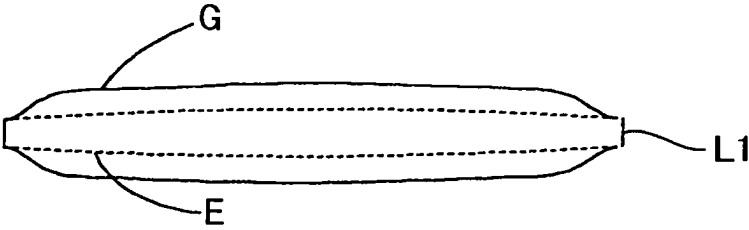
第 20 圖



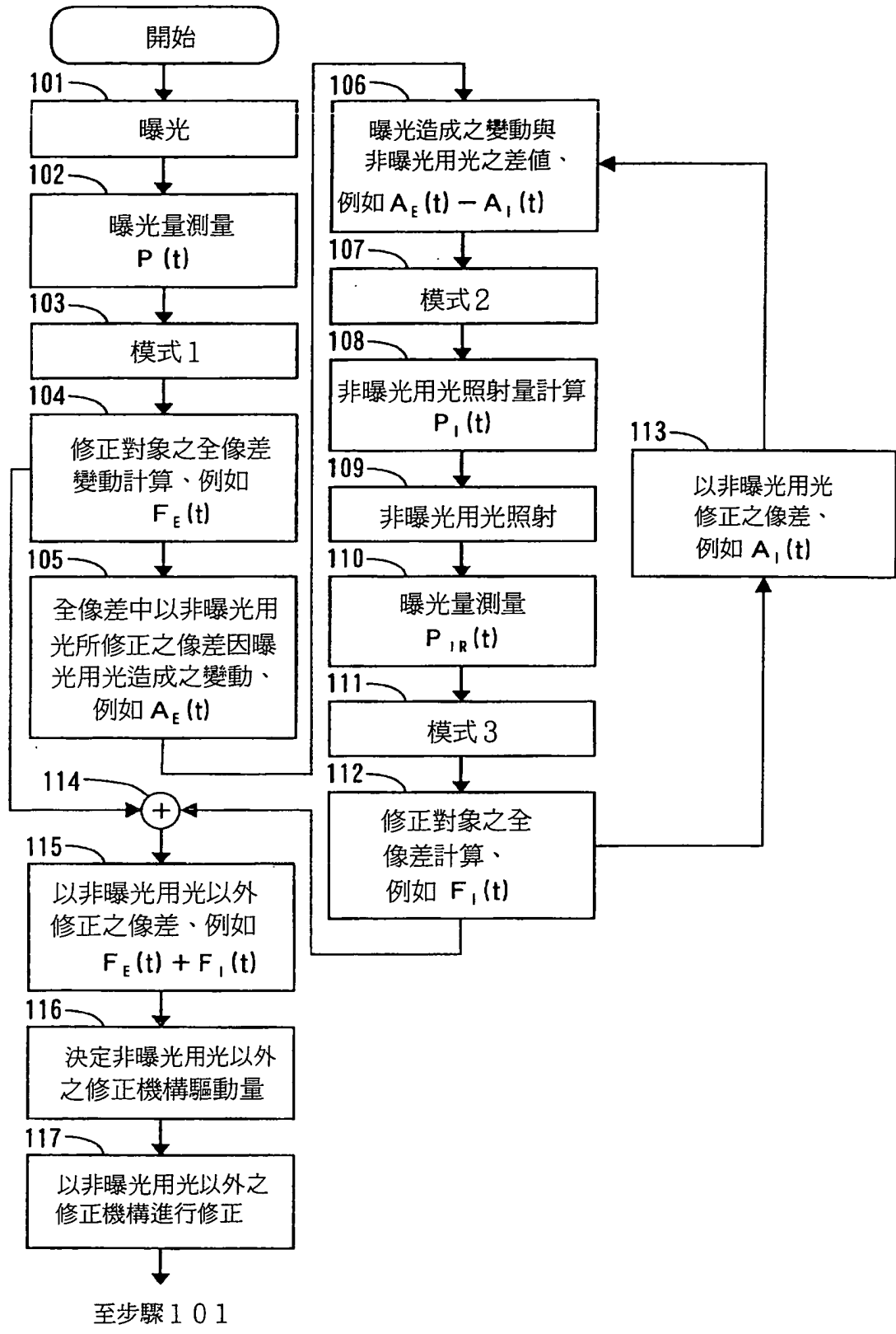
第 21 圖



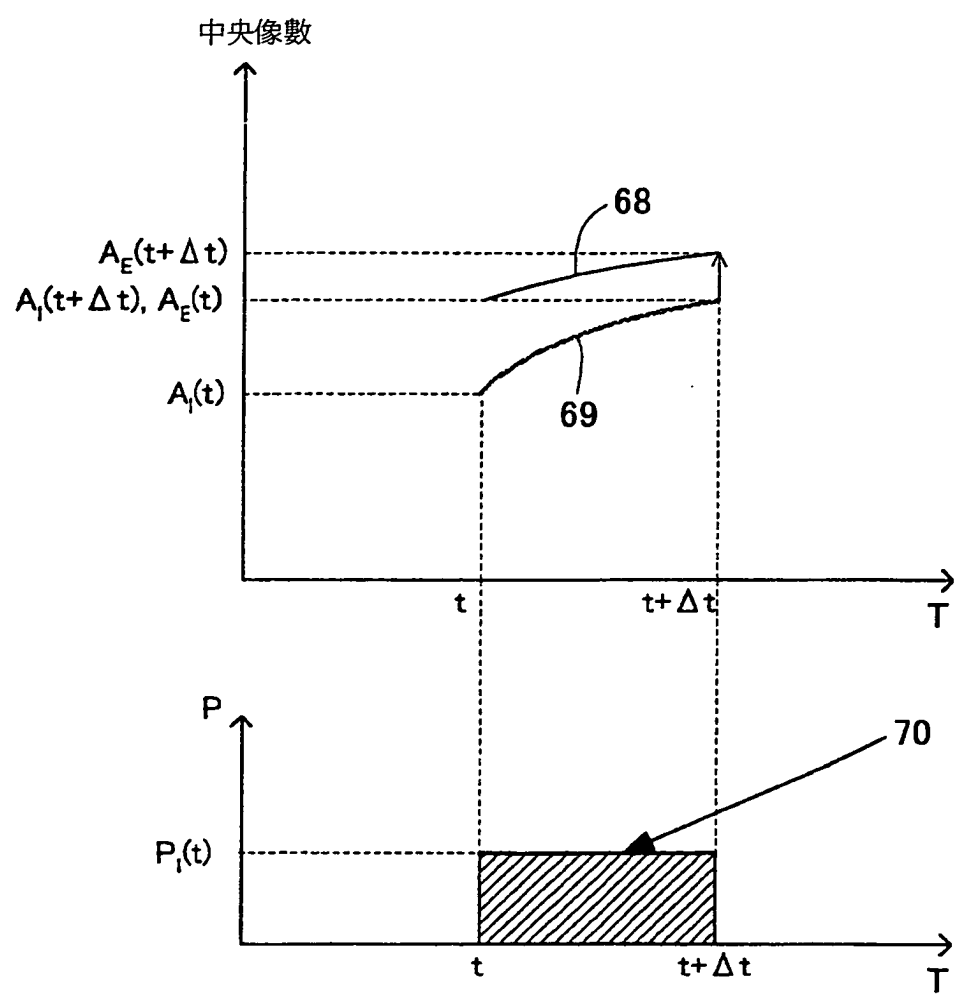
第 22 圖



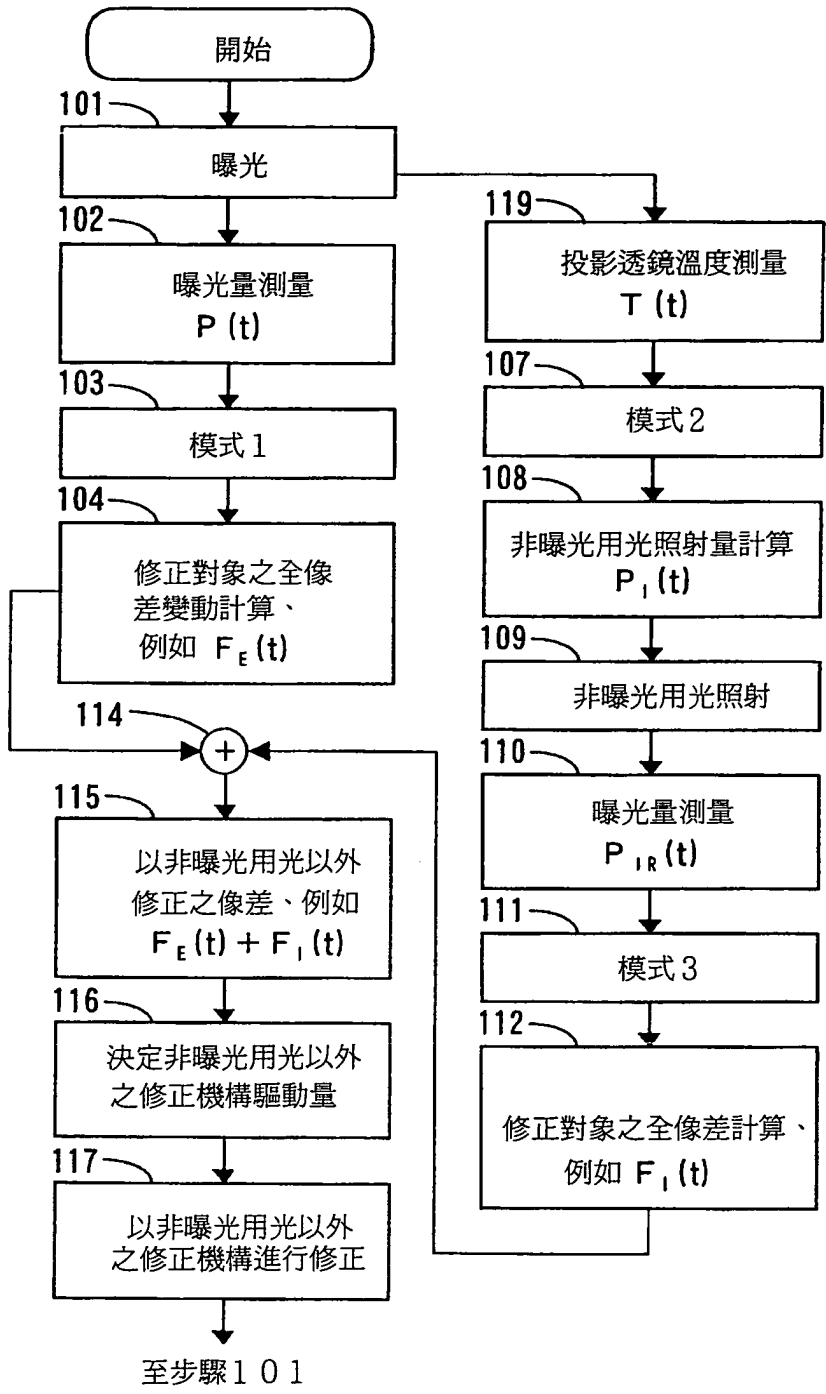
第 23 圖



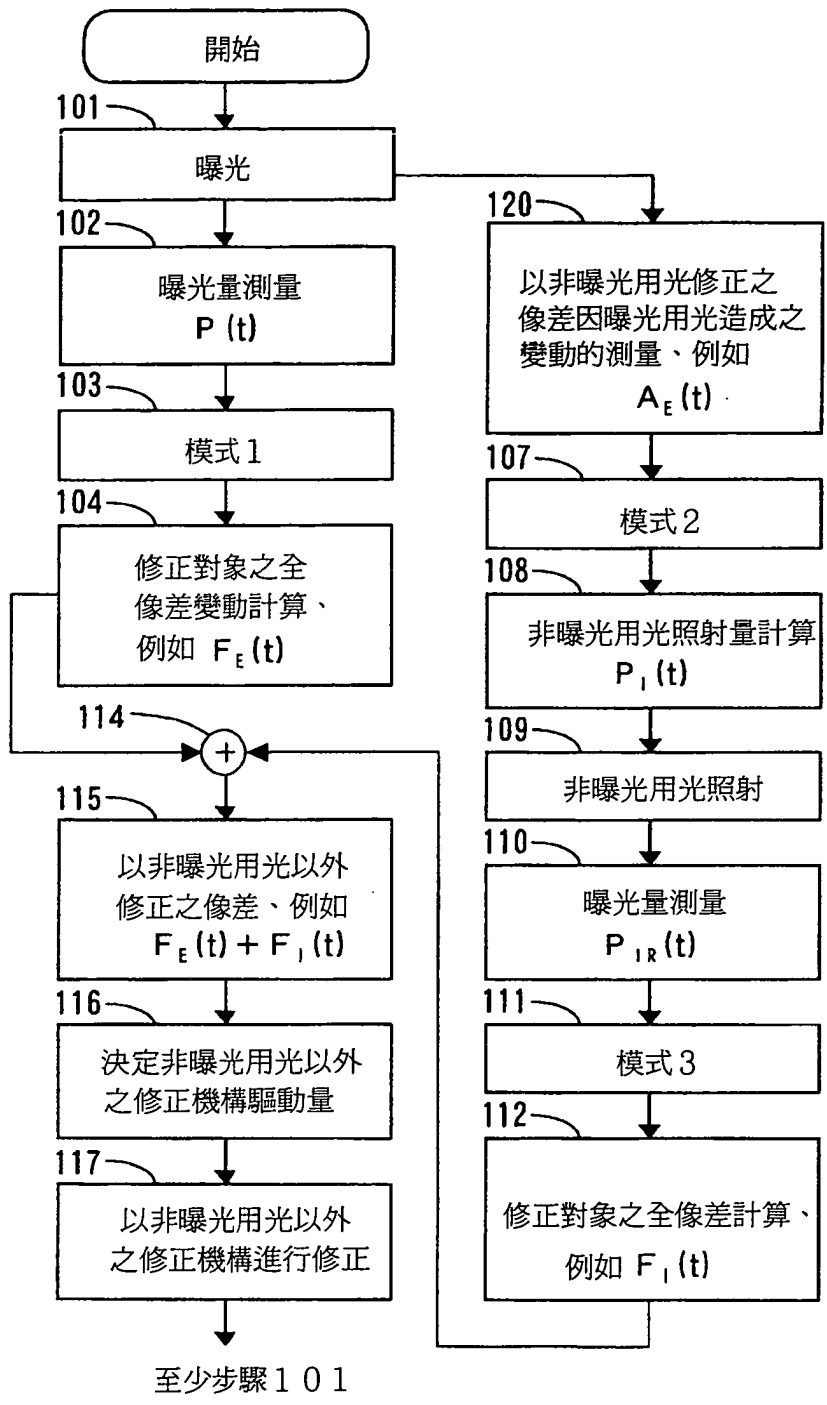
第 24 圖



第 25 圖



第 26 圖



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1	曝光光源	2	第 1 複眼透鏡
3	振動鏡	4	第 2 複眼透鏡
5	分束器	6	積分感測器
7	反射量感測器	8	視野光闌
9	反射鏡	10	聚焦透鏡
11	標線片	12	標線片載台
13	標線片側 AF 感測器		
14	投影光學系統	15	孔徑光闌
16	成像特性修正機構		
17	控制部	18	晶圓
19	Z 傾斜載台	20	晶圓載台
21	照射量感測器	22	晶圓側 AF 感測器
23	環境感測器	24	主控制系統
25	照明系統孔徑光闌		
25a	驅動馬達		
26A	第 1 偶極照明用孔徑光闌		
26B	第 2 偶極照明用孔徑光闌		
32	透鏡	40	非曝光用光照射機構
41	光源系統	42	反射鏡光學系統
43	光電感測器	44A, 44B	照射機構
AX	光軸	IL	曝光用光
ILS	照明光學系統	LB	

LBA, LBB 非曝光光

PP 光瞳面

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

96-7-13 修正

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：93125796

※ 申請日期：93.8.27

※IPC 分類：

G02B 7/02 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

曝光方法及裝置、以及元件製造方法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

尼康股份有限公司

代表人：(中文/英文)

菊谷道郎

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本東京都千代田區丸之內 3-2-3

國 籍：(中文/英文)

日本

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

上原 祐作

國 籍：(中文/英文)

日本

致會以中間透過(即中間處無影像)的狀態被曝光用光照明。又，為了在不使投影光學系統大型化的狀態下，增大可轉印圖案之面積，最近亦多使用掃描步進器等掃描曝光型之投影曝光裝置。使用此掃描曝光型者時，由於標線片在以掃描方向為短邊方向之長方形照明區域被照明，因此投影光學系統中接近標線片及晶圓之光學構件，主要是非旋轉對稱之區域被曝光用光照明。

此種曝光裝置中，有可能產生投影光學系統之成像特性中高次球面像差等高次成分之變動、或非旋轉對稱之像差變動。因此，提出了能抑制此種變動的投影曝光裝置(例如，參照專利文獻 1、專利文獻 2)。

[專利文獻 1] 特開平 10-64790 號公報

[專利文獻 2] 特開平 10-50585 號公報

最近，例如在轉印主要包含線與空間圖案(line & space pattern)之標線片圖案時，有使用僅以隔著投影光學系統光瞳面上之光軸的 2 個區域作為 2 次光源的偶極照明(2 極照明)。相較於 4 極照明，由於此偶極照明光量分佈大、為非旋轉對稱，因此，會在投影像上發生非旋轉對稱像差成分之在光軸上的像散(以下，稱「中央像散」)。此外，亦會因偶極照明而產生中央像散以外之非旋轉對稱的像差變動。

又，在以曝光用光僅照明較標線片上長方形照明區域更接近一端部區域時，由於在投影光學系統之標線片側及晶圓側之光學構件中，曝光用光之光量分佈為更大的非旋

Opticle Elements)或內面反射型積分器(棒狀透鏡等)等。

於第 2 複眼透鏡 4 之射出側焦點面(照明光學系統 ILS 之光瞳面)，設有用來將曝光用光之光量分佈(2 次光源)設定為小圓形(小 σ 照明)、一般圓形、複數個偏心區域(2 極及 4 極照明)、以及環狀等中之任一者以決定照明條件之照明系統孔徑光闌構件 25，係以驅動馬達 25a 配置成旋轉自如。由統籌控制裝置全體動作之電腦構成的主控制系統 24，透過驅動馬達 25a 控制照明系統孔徑光闌構件 25 之旋轉角，據以設定照明條件。圖 1 之狀態中，出現的是照明系統孔徑光闌構件 25 之複數個孔徑光闌(σ 光闌)中、以光軸為中心形成有 2 個對稱圓形開口的第 1 偶極照明(2 極照明)用孔徑光闌 26A，以及將此孔徑光闌 26A 旋轉 90° 之形狀的第 2 偶極照明用孔徑光闌 26B。此外，於第 2 複眼透鏡 4 之射出側焦點面，設有第 1 偶極照明用孔徑光闌 26A。

又，本例中，雖係使用照明系統孔徑光闌 25 來進行照明光學系統 ILS 在光瞳面之光量分佈的調整，但使用如美國專利 6,563,567 所揭示之其他光學系統來進行照明光學系統 ILS 在光瞳面之光量分佈的調整亦可。

通過照明系統孔徑光闌 25 中之孔徑光闌 26 的曝光用光 IL，射入反射率小的分束器 5，被分束器 5 反射之曝光用光 IL，透過會聚透鏡(未圖示)被作為第 1 光電感測器之積分感測器 6 受光。積分感測器 6 之檢測訊號，被供應至主控制系統 24 中之曝光量控制部及成像特性運算部，該曝光量控制部，使用該檢測訊號與預先測量之從分束器 5 至

作為基板之晶圓 5 為止之光學系統之穿透率，間接算出在晶圓 18 上之曝光能量。該曝量控制部，控制曝光用光源 1 之輸出，以使晶圓 18 上之累積曝光能量在目標範圍內，且視需要使用未圖示之減光機構階段性的控制曝光用光 IL 的脈衝能量。

穿透分束器 5 之曝光用光 IL，經未圖示之中繼透鏡射入視野光闌 8 之開口上。視野光闌 8，實際上係由固定視野光闌(固定遮簾)及可動視野光闌(可動遮簾)構成。可動視野光闌，係配置在與作為光罩之標線片 11 圖案面(標線片面)大致共軛的面，固定視野光闌，則係配置在從與該標線片面之共軛面略微散焦之面。固定視野光闌係用於規定標線片 11 上之照明區域之形狀。可動視野光闌，則係為了避免在對曝光對象之各照射區域之掃描曝光開始時及結束時對不需部分之曝光，而用來將該照明區域關閉於掃描方向。進一步的，可動視野光闌，亦視需要用於規定照明區域之非掃描方向的中心及寬度。

通過視野光闌 8 之開口的曝光用光 IL，經未圖示之聚焦透鏡、光路彎折用反射鏡 9 及聚焦透鏡 10，以均勻之照度分佈照明作為光罩之標線片 11 之圖案面(下面)的照明區域。視野光闌 8(此處係固定視野光闌)之開口的一般形狀，如圖 18 之開口 8a 所示，係長寬比為 1:3 至 1:4 程度的長方形。又，與該開口大致共軛之標線片 11 上之照明區域的一般形狀，亦係如圖 19 之照明區域 8aR 所示，為長方形。

回到圖 1，在曝光用光 IL 之照射下，標線片 11 之照明區域內之圖案，透過兩側遠心之投影光學系統 14 以投影倍率 β (β 為 $1/4$ 、 $1/5$ 等)，投影至塗有光阻之晶圓 18 上之 1 個照射區上的曝光區域。該曝光區域，係於投影光學系統 14 中與標線片 11 上之照明區域共軛的長方形區域。標線片 11 及晶圓 18 分別對應本發明之第 1 物體及第 2 物體。晶圓 18，例如係半導體(矽等)或 SOI(silicon on insulator)等直徑為 200~300mm 程度之圓板狀基板。

曝光用光 IL 的一部分被晶圓 18 反射，該反射光經投影光學系統 14、標線片 11、聚焦透鏡 10、反射鏡 9 及視野光闌 8 而回到分束器 5，在分束器 5 進一步被反射之光透過會聚透鏡(未圖示)，被作為第 1 光電感測器之反射量感測器(反射率監測器)7 受光。反射量感測器 7 之檢測訊號被供應至主控制系統 24 中之成像特性運算部，成像特性運算部使用積分感測器 6 及反射量感測器 7 之檢測訊號，算出從標線片 11 射入投影光學系統 14 之曝光用光 IL 的累積能量，以及被晶圓 18 反射回到投影光學系統 14 之曝光用光 IL 的累積能量。此外，曝光中之照明條件(照明系統孔徑光闌的種類)之資訊，亦被供應至該成像特性運算部。再者，於投影光學系統 14 外部配置有用以測量氣壓及溫度之環境感測器 23，環境感測器 23 之測量資料亦供應至該成像特性運算部。該主控制系統 24 內之成像特性運算部，使用照明條件、曝光用光 IL 之累積能量、以及周圍之氣壓、溫度等資訊，來算出投影光學系統 14 成

作。

圖 2，係顯示圖 1 中之成像特性修正機構(像差修正機構)之一例，此圖 2 中，於投影光學系統 14 之鏡筒內，分別透過 3 個能在光軸方向獨立伸縮自如之驅動元件 27, 28, 29, 30, 31，保持有從複數個光學構件中所選擇之例如 5 片透鏡 L1, L2, L3, L4, L5。透鏡 L1~L5 前後，亦配置了被固定之未圖示的透鏡及像差修正板。此場合，3 個驅動元件 27(圖 2 中僅顯示 2 個)係以大致位於 3 角形頂點的位置關係配置，同樣的，另外各 3 個驅動元件 28~31 亦係以大致位於 3 角形頂點的位置關係配置。作為此種伸縮自如之驅動元件 27~31，例如可使用如壓電元件(piezo 元件)、磁伸縮元件、或電動測微計等。控制部 17 根據來自主控制系統 24 內成像特性控制部之控制資訊獨立的控制各 3 個驅動元件 27~31 之伸縮量，即能據以獨立的分別控制 5 片透鏡 L1~L5 之光軸方向之位置、以及繞與光軸垂直正交之 2 軸的傾斜角。如此，即能修正投影光學系統 14 之成像特性中既定之旋轉對稱的誤差。

例如，藉由控制在接近標線片或晶圓處之透鏡 L1 或 L5 之光軸方向的位置及傾斜角，即能修正例如畸變(含倍率誤差)等。此外，藉由控制在接近投影光學系統 14 之光瞳面處之透鏡 L3 之光軸方向的位置，即能修正球面像差等。又，圖 2 之驅動對象之透鏡 L3，可以是圖 1 之投影光學系統 14 內像差修正用照明光所照射之透鏡 32 相同者。關於此種用來驅動投影光學系統內之透鏡等的機構，例如在日

將非曝光用光 LBA~LBH 照射於透鏡 32 時透鏡 32 之成像特性(像差)狀態，校正各光電感測器 52A~52H 以使該成像特性(像差)成為期望狀態。此外，又，在進行光電感測器之校正時，可將所有的非曝光用光 LBA~LBH 照射於透鏡 32，或者配合非曝光用光 LBA~LBH 之使用條件，將其一部分(例如，非曝光用光 LBA 與 LBB)照射於透鏡 32 亦可。

圖 12(A)，係將圖 11 之投影光學系統 14 之一部分作為截面的前視圖，如此圖 12(A)所示，照射機構 44A 及 44B 係分別在投影光學系統 14 之鏡筒之突緣部 14F 內所設之開口 14Fa 及 14Fb 內，配置成朝透鏡 32 些微的向斜下方傾斜。從照射機構 44a 及 44b 射出之非曝光用光 LBA 及 LBB，係在與曝光用光 IL 之光路斜向交叉之方向射入透鏡 32。圖 11 之其他照射機構 44C~44H，亦係同樣的以相同的傾斜角配置在圖 12(A)之突緣部 14F 內之開口，來自該等照射機構之非曝光用光 LBC~LBH，亦係在與曝光用光 IL 之光路斜向交叉之方向射入透鏡 32。如前所述，由於在突緣部 14F 設有開口，因此能將照射機構 44A~44H 之射出部，安定的保持在作為非曝光用光 LB 之照射對象之投影光學系統 14 光瞳面附近之光學構件(透鏡 32)的附近。此外，由於各非曝光用光 LBA~LBH 能以和曝光用光 IL 之光路交叉的方式朝向曝光用光 IL 之光軸 AX 照射，因此能不透過投影光學系統 14 之其他光學構件，有效率的照射投影光學系統 14 之一部分的光學構件(透鏡 32)。再者，由於非曝光用光 LBA~LBH 在透鏡 32 內之光路變長，而使得非曝光用光 LBA~LBH

在透鏡 32 內幾乎完全被吸收，因此非曝光用光 LB 幾乎不會射入投影光學系統 14 之其他光學構件，非曝光用光 LBA～LBH 幾乎完全不會從投影光學系統 14 射出。

此外，由於進一步的在投影光學系統 14 之一部分光學構件(透鏡 32)的透鏡面，亦即在曝光用光 IL 可射入(或射出)之區域局部的照射了非曝光用光 LB，因此能更有效的、且在短時間內調整透鏡 32 之溫度、進而調整投影光學系統 14 之成像特性。

圖 12(B)係圖 12(A)之變形例，如此圖 12(B)所示，可將照射機構 44A 及 44B(其他照射機構 44C～44H 亦相同)分別在投影光學系統 14 之鏡筒之突緣部 14F 內所設之開口 14Fc 及 14Fd 內，配置成朝透鏡 32 些微的向斜上方傾斜，以非曝光用光 LBA 及 LBB 來照明透鏡 32 之底面。此情形下，能更為降低非曝光用光 LBA～LBH 從投影光學系統 14 之晶圓側漏出的量。

回到圖 11，本發明係由光源系統 41A、控制部 41B、電流鏡 45A～45H、光纖束 46A～46H、照射機構 44A～44H、以及光電感測器 52A～52H 來構成非曝光用光照射機構 40。此外，例如在僅將 2 個 X 方向之非曝光用光 LBA 及 LBB 照射於透鏡 32 之情形時，只要從電流鏡 45A～45H 全部打開的狀態(可使用非曝光用光通過的狀態)，交互的進行將電流鏡 45A 關閉既定時間之動作(反射非曝光用光 LB 的狀態)、與電流鏡 45B 關閉既定時間之動作即可。以對像差沒有影響之非常短的時間(例如 1msec)進行電流鏡之切換，

來顯示焦點位置相對 X 方向及 Y 方向 L&S 圖案之變化的曲線 61V 及 61H，會緩慢變化而間隔變窄。因此，可以根據標線片上主要轉印對象圖案是 X 方向之 L&S 圖案、Y 方向之 L&S 圖案、或 X 方向及 Y 方向之 L&S 圖案混合存在之圖案的何者，例如分別將晶圓面對齊於曲線 61V、曲線 61H、或將該等曲線 61V 及 61H 加以平均後之曲線 62 所顯示之焦點位置，據以減輕曝光後的散焦。

又，除了修正因偶極照明等非旋轉對稱之照明所產生之非旋轉對稱之像差的情形外，例如以投影光學系統 14 之光瞳面上的光量分佈在半徑方向有局部之大的變動等照明條件來進行曝光時，即使發生高次球面像差等之高次旋轉對稱的，亦能藉由本例之非曝光用光之照射，減少該高次的旋轉對稱像差。舉例而言，在進行小 σ 照明之情形時，如圖 16 所示，在投影光學系統 14 之光瞳面 PP，曝光用光 IL 係通過含光軸之小的圓形區域 64 及其附近之區域，因此光量分佈會在半徑方向產生大的變動。此時，本例中係使用圖 11 之非曝光用光照射機構 40，對光瞳面 PP 附近之透鏡 32 照射 X 方向之非曝光用光 LBA, LBB 及 Y 方向之非曝光用光 LBC, LBD。

圖 17，係顯示此情形下透鏡 32 上之照射區域，此圖 17 中，係以曝光用光 IL 照射含光軸之圓形區域 64A，於 X 方向圍著圓形區域 64A 的 2 個圓形區域及於 Y 方向圍著的 2 個圓形區域係照射圖 11 之非曝光用光 LBA, LBB, LBC, LBD。其結果，在透鏡 32 上照射能量於半徑方向之光量分佈變

光 LB 之照射來修正之像差(此處，係中央像散)因曝光用光 IL 所造成之變動量 $A_E(t)$ 。於次一步驟 106 中，將曝光用光 IL 所造成之中央像散變動量之計算值 $A_E(t)$ 與非曝光用光 LB 所造成之中央像散變動量之計算值 $A_I(t)$ 的差 ($=A_E(t) - A_I(t)$)，作為新的以非曝光用光 LB 加以修正之中央像散的變動量。又， $A_I(t)$ 最初為 0。

接著，該成像特性運算部，將時刻 t 之下一個取樣間隔 Δt 之間所照射之非曝光用光 LB 之照射量 $P_I(t)$ ，決定成如圖 24 所示之 $A_I(t + \Delta t)$ 達到 $A_E(t)$ 。惟， Δt 間之曝光用光 IL 所造成之中央像散變動量 ($=\Delta A_E(t + \Delta t) - \Delta A_E(t)$) 為非常的小。圖 24 中，橫軸是曝光開始後之經過時間 T ，上圖之縱軸是中央像散量，下圖之縱軸則是非曝光用光 LB 之照射量 $IAPC[W]$ 。圖 24 中上圖之曲線 68、曲線 69 係分別顯示 $A_E(t)$ 之變化、 $A_I(t)$ 之變化，下圖之劃有斜線之面積 70，係代表時刻 $t \sim (t + \Delta t)$ 間之非曝光用光 LB 的照射能量。

此時，根據非曝光用光 LB 所造成之中央像散之變動量 $A_I(t + \Delta t)$ 達到 $A_E(t)$ 之條件，下式將成立。

[式 2]

$$A_I(t + \Delta t) = A_E(t)$$

$$= \sum_{n=A,B,C} \left\{ A_{In}(t) \times \exp\left(-\frac{\Delta t}{T_{In}}\right) + S_{In} \times P_I(t) \times \left(1 - \exp\left(-\frac{\Delta t}{T_{In}}\right)\right) \right\} \cdots (1)$$

因此，非曝光用光 LB 之照射量 $P_I(t)$ ，可從下式(模式 2)加以計算出。

十、申請專利範圍：

1. 一種曝光方法，係包含：對形成有轉印用圖案之第 1 物體透過切換該第 1 物體之照明條件之照明光學系統以第 1 光束照明，以該第 1 光束透過該第 1 物體及投影光學系統使第 2 物體曝光；該投影光學系統具有第 1 部分被該第 1 光束照射且對應於該照明條件之切換而變化之第 1 光學構件、及複數個第 2 光學構件；

對該投影光學系統之該第 1 光學構件之第 2 部分，以不透過該投影光學系統之該複數個第 2 光學構件之方式照射與該第 1 光束不同波長帶之第 2 光束，來修正該投影光學系統之光學特性；及

在該第 2 光束射入該第 2 部分之前，檢測該第 2 光束以控制該第 2 部分上之該第 2 光束之照射量，來修正該光學特性；

根據對應於該照明光學系統所進行之照明條件之切換而變化之該第 1 部分，來切換該第 2 部分之位置。

2. 如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，係為修正因該第 1 光束之照明所產生之該投影光學系統之非旋轉對稱的像差，而照射該第 2 光束。

3. 如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，該第 1 光學構件，係配置於該投影光學系統之光瞳面附近。

4. 如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，與該第 1 光學構件彼此不同之該複數個第 2 光學構件之至少一個，被第 1 光束以非旋轉對稱之光量分佈照明。

5．如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，係藉由該第 2 光束之照射，將該非旋轉對稱之像差轉變為旋轉對稱之像差。

6．如申請專利範圍第 5 項之曝光方法，其中，係修正因該第 2 光束之照射所產生之該投影光學系統之旋轉對稱的像差。

7．如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，係視該第 1 光束之照射量來照射該第 2 光束。

8．如申請專利範圍第 7 項之曝光方法，其中，係根據該第 1 光束之照射量計算非旋轉對稱之像差的發生量；
根據該計算結果來照射該第 2 光束。

9．如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，係為抵消因該第 1 光束照射所產生之非旋轉對稱之像差，而照射該第 2 光束。

10．如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，係測量該投影光學系統之非旋轉對稱之像差；
根據該測量結果來照射該第 2 光束。

11．如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，係為抵消在切換該照明條件時所產生之非旋轉對稱之像差，而照射該第 2 光束。

12．如申請專利範圍第 2 項之曝光方法，其中，在即使照射該第 2 光束，亦殘存非旋轉對稱之像差時，配合被要求更高精度曝光之方向的像差來調整曝光條件。

13．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，該第 1

及第 2 光束分別為脈衝光，與該第 1 光束之發光時序同步照射該第 2 光束。

14．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，係監測因該第 1 光束之照明所產生之該投影光學系統之溫度變化；

根據該監測結果來照射該第 2 光束。

15．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，係為抵消因該投影光學系統周圍之氣壓或溫度之變動所產生之非旋轉對稱的像差，而照射該第 2 光束。

16．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，係為抵消因該投影光學系統之調整所殘留之靜的非旋轉對稱之像差，而照射該第 2 光束。

17．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，係為抵消因該第 1 物體之圖案之密度分佈所產生之非旋轉對稱的像差，而照射該第 2 光束。

18．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，係在不進行該第 1 光束之照明的期間，停止該第 2 光束之照射。

19．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，該第 2 光束係照射於該第 1 光學構件，藉由該光學構件來吸收 90% 以上的能量。

20．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，該第 2 光束係二氧化碳雷射光。

21．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，該第 1 光學構件係具有入射面之透鏡，該第 1 光束係照射於該第 1

部分，該第 2 光束係照射於該第 2 部分。

22．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其中，該第 1 光學構件係被作為該第 2 光束之直線偏光照射，且檢測該直線偏光以控制該第 1 光學構件之照射。

23．如申請專利範圍第 1 項之曝光方法，其進一步包含為調整該投影光學系統之旋轉對稱之像差，而移動該複數個第 2 光學構件之至少一個；

該投影光學系統之非旋轉對稱之像差，係藉由該第 2 光束對該第 1 光學構件之照射而調整。

24．如申請專利範圍第 23 項之曝光方法，其中，該第 2 部分，係包含與被該第 1 光束照射之該入射面之該第 1 部分彼此不同之該第 1 光學構件之入射面的一部分。

25．一種元件製造方法，其特徵在於：

包含使用申請專利範圍第 1 項之曝光方法，將元件圖案轉印至物體上之製程。

26．一種曝光裝置，其特徵在於，具備：

照明光學系統，其具有切換形成有轉印用圖案之第 1 物體之照明條件之成形光學系統，且以第 1 光束照明該第 1 物體，能藉由該成形光學系統變化該第 1 光束在光瞳面上之光量分佈，以切換該照明條件；

投影光學系統，具有第 1 部分被該第 1 光束照射且對應於該照明條件之切換而變化之第 1 光學構件、及複數個第 2 光學構件，將該被照明之圖案投影至第 2 物體；

照射系統，其射出部配置於該投影光學系統上，且對

該投影光學系統之該第 1 光學構件之第 2 部分，以不透過該投影光學系統之該複數個第 2 光學構件之方式照射與該第 1 光束不同波長帶之第 2 光束，來修正該投影光學系統之光學特性，該照射系統具有在該第 2 光束射入至該第 2 部分之前檢測該第 2 光束之檢測器；及

控制系統，連接於該照射系統，控制該第 2 部分上之該第 2 光束之照射量，以根據該檢測器之檢測結果來修正該光學特性；

根據對應於該照明條件之切換而變化之該第 1 部分，來切換該第 2 部分之位置。

27. 如申請專利範圍第 26 項之曝光裝置，其中，該控制系統，係藉由該第 2 光束對該第 1 光學構件之照射，來修正因該第 1 光束之照明所產生之該投影光學系統之非旋轉對稱的像差。

28. 如申請專利範圍第 27 項之曝光裝置，其中，該第 1 光學構件，係配置於該投影光學系統之光瞳面附近。

29. 如申請專利範圍第 27 項之曝光裝置，其中，進一步具備用以修正該投影光學系統之旋轉對稱像差的像差修正系統；

該控制系統，係控制該照射系統及像差修正系統之動作，以修正該投影光學系統之像差。

30. 如申請專利範圍第 27 項之曝光裝置，其中，進一步具備檢測該第 1 光束之照射量的第 1 光電感測器；

該控制系統，係根據該第 1 光電感測器之檢測結果來

控制該第 2 光束之照射量。

31．如申請專利範圍第 27 項之曝光裝置，其中，進一步具備測量該投影光學系統之溫度的溫度感測器；

該控制系統，係根據該溫度感測器之測量結果來控制該照射系統。

32．如申請專利範圍第 27 項之曝光裝置，其中，進一步具備測量含該投影光學系統周圍之氣壓及溫度等環境條件的環境感測器；

根據該環境感測器之測量結果，來控制該照射系統。

33．如申請專利範圍第 26 項之曝光裝置，其中，具備在不進行該第 1 光束之照明期間，停止該第 2 光束之照射的判定系統。

34．如申請專利範圍第 26 項之曝光裝置，其中，該投影光學系統，具有保持該第 1 光學構件及該複數個第 2 光學構件之鏡筒，該鏡筒具備用來引導該第 2 光束之開口部。

35．如申請專利範圍第 34 項之曝光裝置，其中，該鏡筒具備用來支持該鏡筒之突緣部，該開口部係設於該突緣部或其附近。

36．如申請專利範圍第 26 項之曝光裝置，其中，該第 2 光束係二氧化碳雷射光。

37．如申請專利範圍第 26 項之曝光裝置，其中，該第 1 光學構件係具有入射面之透鏡，該第 1 光束係照射於該第 1 部分，該第 2 光束係照射於該第 2 部分。

38．如申請專利範圍第 26 項之曝光裝置，其中，該第

1 光學構件係被作為該第 2 光束之直線偏光照射，且檢測該直線偏光以控制該第 1 光學構件之照射。

39．如申請專利範圍第 26 項之曝光裝置，其中，進一步包含為調整該投影光學系統之旋轉對稱之像差而移動該複數個第 2 光學構件之至少一個之驅動系統；

該投影光學系統之非旋轉對稱之像差，係藉由該第 2 光束對該第 1 光學構件之照射而調整。

40．如申請專利範圍第 39 項之曝光裝置，其中，該第 2 部分，係包含與被該第 1 光束照射之該入射面之該第 1 部分彼此不同之該第 1 光學構件之入射面的一部分。

41．一種元件製造方法，其特徵在於：

包含使用申請專利範圍第 26 項之曝光裝置將元件圖案轉印至物體上的製程。

十一、圖式：

如次頁