

公告本

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：A 2123011

※申請日期：A 2.8.21

※IPC 分類：H01L 21/027

壹、發明名稱：(中文/日文)

曝光裝置之檢查方法及曝光裝置

露光装置の検査方法および露光装置

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日商東芝股份有限公司

KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA

代表人：(中文/英文)

岡村 正

TADASHI OKAMURA

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都港區芝浦1丁目1番1號

1-1, SHIBAURA, 1-CHOME MINATO-KU, TOKYO 105-8001,
JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本 JAPAN

參、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 福原 和也

2. 井上 壯一

住居所地址：(中文/英文)

1.2. 皆日本國東京都港區芝浦一丁目1番1號東芝股份有限公司知的
財產部內

C/O INTELLECTUAL PROPERTY DIVISION, TOSHIBA
CORPORATION, 1-1, SHIBAURA, 1-CHOME MINATO-KU,
TOKYO, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

1.2. 皆日本 JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

☒ 本案申請前已向下列國家(地區)申請專利：

1. 日本；2002 年 08 月 30 日；特願 2002-255210

2.

3.

4.

5.

☒ 主張國際優先權(專利法第二十四條)：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本；2002 年 08 月 30 日；特願 2002-255210

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於使用於半導體裝置之製程之曝光裝置之檢查方法及用於簡便地施行該檢查方法之曝光裝置。

【先前技術】

維持半導體裝置之良率於較高狀態之重要條件之一，有將使用於光微影工序之曝光裝置保持於正常之成像狀態。因此，要求以簡單之方法檢查・監視曝光裝置之狀態之技術。在曝光裝置中，二次光源之形狀及亮度之分布變化時，在光罩圖案之基板面上成像之特性也會發生變化。因此，對於曝光裝置之照明光學系統，也有必要經常加以檢查，使其保持於相同狀態。

作為影響曝光裝置之成像特性之照明光學系統之誤差要因，除了二次光源之形狀及亮度之分布外，尚有入射於光罩之照明光整體斜傾之現象(照明軸偏移)。

利用圖19說明照明軸偏移之影響時，在未發生照明軸偏移之狀態(圖19(a))時，以晶圓上塗敷光阻膜之基板(感光基板)100處在像面101之狀態(最佳焦點)，在光102A曝光所得之光阻膜圖案103A、與以由最佳焦點略微散焦之狀態，在光102B、102C曝光所得之光阻膜圖案103B、103C之間因無位置偏移，故可成為可牢固地抗拒焦點變動之裝置。另一方面，在發生照明軸偏移之狀態(圖19(b))下，因感光基板100之散焦，光阻膜圖案103A~103C之形成位置會向橫方向偏移，以致有曝光區域整體難以形成希望之圖案之虞。

此係造成瑕疵品增加之原因。

此種不利現象如能隨時檢查照明軸偏移，確認有照明軸偏移時，停止曝光裝置之動作而進行維修，即可防範未然。以下，將二次光源之形狀、亮度之分布、照明軸偏移之檢查統一稱為「照明光學系統之檢查」。

作為半導體裝置之製造裝置之檢查方法，最好採用不必停止裝置而可在短時間簡便地計測之方法。作為可滿足此種條件之照明光學系統之檢查方法，在USP 5973771、及Proceedings of SPIE vol.3334, pp.281-288中曾揭示利用將周圍遮光之開口圖案(針孔圖案)，將此開口圖案設置於與感光基板之表面非處於共軛之位置而施行曝光，藉以在感光基板上形成二次光源之像而計測二次光源之形狀及亮度分布之方法。在此等方法中，使開口圖案具有作為針孔攝影機之鏡頭之機能，將二次光源之像轉印在感光基板上，利用觀察轉印光像，以施行檢查。另一方面，USP 6048651則揭示不使用單純之開口圖案，而使用波帶片取得二次光源之轉印圖像，以施行檢查之方法。

但，上述公報等所揭示之任何一種方法均無法測知照明軸偏移。因為在感光基板上形成之圖案係表示二次光源之亮度分布之像，不含任何有關投影光學系統之資訊，無法判斷是否對投影光學系統保持照明光之垂直性之故。

另外，日本特開2000-21732曾揭示：作為在計測二次光源之形狀及亮度分布之同時也一併計測照明軸偏移之方法，使用將繞射光柵設置於周圍遮光之開口圖案內部之圖案

(光柵針孔圖案，例如圖20)之方法。在此方法中，利用繞射光柵產生之繞射光，將規定投影光學系統之數值孔徑之光圈位置與二次光源之亮度分布同時轉印。

圖21係利用此曝光在感光基板上形成之圖案之一例。0次繞射光之像110含有二次光源之亮度分布之資訊。1次繞射光之像(輪廓像)111含有光圈輪廓之位置之資訊。0次繞射光之像110之中央與光圈之輪廓像111之中央間之位置偏移表示照明軸偏移之量。

但，採用此種方法時，用於檢查之光罩上之繞射光柵之週期必須控制在非常小。茲就此點具體地說明如下。

用於檢查照明光學系統之光罩上之繞射光柵之週期有必要滿足有關繞射光之二種限制條件，即：(1) 0次繞射光之像與1次繞射光之像不能重疊、(2) 1次繞射光必須通過光圈位置(光瞳之端)。

例如，在曝光波長193 nm、投影縮小率1/4之曝光裝置中，檢查投影光學系統之射出側數值孔徑NA為0.68、相干因數 σ 為0.75之狀態時，滿足上述二條件所需之適切的繞射光柵之週期約為0.64 μm 。將其換算成感光基板上之標度時，為半間距0.08 μm ，遠比目前量產中之半導體裝置所使用之重複圖案之最小線寬0.13~0.11 μm 更小。

欲製成具有此種微細圖案之光罩需要高度之技術，且需花費成本。因此，在以往之技術中，難以不花費成本而檢查曝光裝置之照明軸偏移。

【發明所欲解決之問題】

如上所述，作為在計測二次光源之形狀及亮度分布之同時也一併計測照明軸偏移之曝光裝置之檢查方法，雖已知有使用將繞射光柵設置於周圍遮光之開口圖案內部之圖案之方法。但有檢查所使用之光罩之製造成本偏高之問題。

【發明內容】

本發明係為解決上述問題經多方研發而成，其目的在於提供不必花費成本，即可執行照明軸偏移之檢查之曝光裝置之檢查方法及曝光裝置。

【解決問題之手段】

茲將本案所揭示之發明中較具代表性之發明之概要簡單說明如下：即，為了達成上述目的，本發明之曝光裝置之檢查方法之特徵在於：利用照明光學系統照明設置於第1設置手段上之光罩，將前述光罩之圖案像介由投影光學系統投影在設置於第2設置手段上之基板上之曝光裝置之檢查方法；且包含選擇工序，其係在前述第2設置手段上設置檢查用之感光基板作為前述基板，以使此感光基板之表面與前述照明光學系統之二次光源之面成為光學的共軛狀態，將前述感光基板雙重曝光，而在前述雙重曝光之一方，照明不含前述投影光學系統之光瞳之端之第1區域，在他方，照明含前述投影光學系統之光瞳之端之第2區域，且選擇互不重疊之區域作為前述第1區域與前述第2區域者；及檢查工序，其係依據顯影前述感光基板所得之圖案檢查曝光裝置之照明軸之偏移者。

在本發明中，使照明光學系統之二次光源之面與感光基

板之表面成為光學的共軛狀態，施行照明不含投影光學系統之光瞳之端之第1區域而曝光感光基板，並照明含投影光學系統之光瞳之端之第2區域之雙重曝光，依據顯影該雙重曝光後之感光基板所得之圖案檢查曝光裝置之照明軸之偏移。

在此，上述二個圖案中，對應於前者之曝光之圖案(第1圖案)含有照明光學系統之資訊，但不含投影光學系統之資訊。另一方面，對應於後者之曝光之圖案(第2圖案)則含有照明光學系統及投影光學系統之資訊。具體而言，第2圖案之輪廓含投影光學系統之光瞳之端之資訊，第2圖案中在上述輪廓內側之圖案含有照明光學系統之資訊。

因此，可利用第1圖案與第2圖案之比較來執行照明軸偏移(照明光學系統與投影光學系統之光學的偏移)之檢查。而，由於此種檢查無需使用昂貴之光柵針孔即可實施，故不必花費成本。有關此等之部分，將在實施方式中再詳加說明。

又，本發明之曝光裝置之特徵在於包含：第1設置手段，其係設置光罩者；照明光學系統，其係用於照明形成在設置於此第1設置手段上之前述光罩之圖案者；第2設置手段，其係設置基板者；投影光學系統，其係用於將前述光罩之圖案投影在設置於此第2設置手段上之前述基板上者；及透鏡構件，其係設置於前述照明光學系統之二次光源之面與前述投影光學系統之間之光程中或前述投影光學系統與前述基板之間之光程中者。

採用此種構成時，由於預先設置有使照明光學系統之二次光源之面與感光基板之表面成為光學的共軛狀態用之透鏡構件，故可簡便地施行本發明之檢查方法。

本發明之上述及其他目的與新穎之特徵可由本專利說明書之說明及附圖獲得更明確之瞭解。

【實施方式】

以下，一面參照圖式，一面說明本發明之實施形態。

(第1實施形態)

圖1係表示本發明之第1實施形態之曝光裝置之檢查方法中所使用之檢查用光罩(以下僅簡稱光罩)之平面圖。

光罩1係包含厚6.35 mm (0.25吋)作為透明基板之石英基板(未圖示)、與由逐次沉積於石英基板上之鉻膜、氧化鉻膜之疊層膜所構成而具有直徑55 μm 之圓形開口部2(開口圖案)之遮光膜3。上述石英基板之厚度不限定於6.35 mm，只要在1 mm以上10 mm以下之範圍均無妨。

在距離圓形開口部2之端200 μm 以內之區域中，並無別的圓形開口部。即，採用不使透過圓形開口部2之光、與透過有別於圓形開口部2之圓形開口部之光照射在同一處之設計。另外，在圓形開口部2之內部並無繞射光柵等之遮光區域。

光罩1因無微細之圖案，故較容易製造，因此，光罩1與以往具有微細之繞射光柵圖案之光罩相比，較不花費製造成本。

其次，說明使用光罩1之曝光裝置之檢查方法。

圖2係表示將本實施形態之光罩1設置於作為檢查對象之週知之曝光裝置內之狀態之模式圖。光罩1具有作為針孔攝影機之機能，利用此光罩1之機能，使照明光學系統13之二次光源14之面與感光基板18之表面成為光學的共軛狀態。

在圖2中，11表示KrF準分子雷射光源或汞燈等光源，此光源11所發出之曝光之光12經過照明光學系統13整形而形成二次光源14。

在二次光源14之面上設有未圖示之多數孔徑光罩，可選擇使用此等孔徑光罩中之任何一個，因此，可使二次光源14之照明形狀對應於所選擇之孔徑光罩之開口部(孔徑)之形狀。

而，二次光源14所發射，且通過上述孔徑光罩之光經過聚光透鏡15以大致均勻之照度照射設置於光罩台16(第1設置手段)上之光罩1。

通過光罩1之光被投影光學系統17所會聚，將光罩1之圖案像投射於檢查用之感光基板18上。感光基板18設置於基板台19(第2設置手段)上。在此，將投影光學系統17之縮小率設定為 $1/4$ 。縮小率M通常設定為 $1/4$ 或 $1/5$ 。

投影光學系統17之內部有規定光瞳之大小之光圈，遠離投影光學系統17之中心軸之光在此被遮斷。因此，照射通過光圈邊緣附近之光束時，可將表示光圈邊緣之圖案轉印於感光基板18上。可由表示上述光圈邊緣之圖案之轉印位置瞭解二次光源14發射之光束通過投影光學系統17之光瞳之哪一區域。

感光基板18包含直徑200 mm之矽晶圓、與塗敷於此矽晶圓上之正片型光阻膜。使用負片型光阻膜以取代正片型光阻膜也無妨。本實施形態之檢查用感光基板18由於係利用通用產品(矽晶圓、光阻膜)所構成，故較不花費成本。

在本實施形態中，檢查曝光裝置時，將光罩1安置於曝光裝置內，使照明光學系統13之二次光源14之面與感光基板18之表面成為光學的共軛狀態。

又，欲曝光半導體裝置圖案時，使二次光源14之面與投影光學系統17之光瞳面成為光學的共軛，使光罩1之圖案面與感光基板18之表面成為光學的共軛關係。此時，二次光源14之面之光強度分布與光罩1之圖案面之像強度可利用傅里葉變換對之關係加以表示。投影光學系統17之光瞳面之光強度分布與感光基板18之表面之像強度也可利用傅里葉變換對之關係加以表示。

在本實施形態中，如圖2所示，使光罩1之圖案面方向朝向與曝光半導體裝置圖案時之方向(圖3)相反，即利用翻轉方式加以設置，因此，光罩1之圖案面與感光基板18之表面不必成為光學的共軛狀態。

在此，光罩1之圖案面與感光基板18之表面若成為光學的共軛狀態時，光罩1之資訊(圖案之形狀・尺寸)會反映在顯影感光基板18所得之光阻膜圖案上。照明軸偏移之檢查所需之資訊為照明光學系統與投影光學系統之資訊，不需要光罩1之資訊。

光罩1之資訊反映在光阻膜圖案上時，有必要對光罩1之

資訊與照明光學系統及投影光學系統之資訊加以區別，以致於有造成檢查更為繁雜之虞。因此，為了簡便地執行檢查，最好不要使光罩1之資訊反映在光阻膜圖案上。

又，如後述第5實施形態之情形一般，使用無圖案之光罩1之基板，也就是說使用透明基板時，即使使光罩1與感光基板18成為光學的共軛狀態，也不會成問題。

如此，將光罩1設置於光罩台16，將感光基板18設置於基板台19，而，在靜止狀態下施行光罩1與感光基板18之曝光。此曝光係採用分別以二次光源14之照明形狀不同之二種狀態分別逐次地進行之雙重曝光。

圖4係表示本實施形態所使用之二次光源14之照明形狀之平面圖。圖4(a)係表示第1次曝光所使用之照明形狀21，圖4(b)係表示第2次曝光所使用之照明形狀22。以下詳細說明使用此等照明形狀之雙重曝光。

假設欲以 $NA=0.55$ 、 $\sigma=0.85$ 之狀態(狀態1)執行某一半導體裝置之某一層圖案之曝光，並檢查此狀態之曝光裝置時，以 $NA=0.55$ 、 $\sigma=0.85$ 之狀態(狀態1)執行第1次曝光。另外，在此第1次曝光中，使用照明形狀21(可顯示二次光源14之中心位置之情形之二次光源形狀)。

又， σ 係照明光學系統之出射側數值孔徑 NA_{ill} 與投影光學系統17之入射側數值孔徑 NA_{in} 之比(NA_{ill} / NA_{in})。因 $NA_{in} = NA \times M$ (M 為投影透鏡之縮小率)，故也可利用 $\sigma = NA_{ill} / (NA \cdot M)$ 加以表示。上述 $NA(0.55)$ 係投影光學系統17之出射側數值孔徑， $\sigma=0.85$ ， $M=1/4$ ，故 $NA_{in}=0.1375$ ，

$NA_{i1} = 0.116875$ 。因此， $NA_{in} > NA_{i1}$ 。

第2次曝光係在不改變NA而將照明形狀21變更為照明形狀22之狀態(狀態2)下進行。第2次曝光之照明形狀22之之照明係採用輪帶照明，即採用輪帶外周大小大於 $\sigma = 1$ ，且輪帶內周大小小於 $\sigma = 1$ 之輪帶照明。另外，第2次曝光之照明形狀22係以不與第1次曝光之照明形狀21重疊之方式所選擇。

在此，形成輪帶內周之光與該光所入射之光罩1之面之法線所形成之角度 θ_{i2} (對應於二次光源之內周之光之入射角)以數值孔徑之維數表示之數值 NA_{i2} ($= \sin \theta_{in}$)小於 NA_{in} 。因此，在本實施形態之情形，可滿足 $NA_{i1} > NA_{in} > NA_{i2}$ 之不等式。

考慮第1次曝光之 $NA_{i1} = 0.116875$ ，將第2次曝光之輪帶照明之外周設定於大於 $NA_{in} = 0.1375$ 之位置，將內周設定於小於 $NA_{in} = 0.1375$ 且大於 $NA_{i1} = 0.116875$ 之位置。具體而言，例如，將第2次曝光之輪帶照明之外周設定為 $NA_{i1} = 0.15$ ，將內周設定為 $NA_{i1} = 0.125$ 。此時，投影在感光基板18上之二次光源14之像之外側會被投影光學系統17之光圈所遮住。換言之，投影光學系統17之光瞳之輪廓會投影在感光基板18上。

圖5(a)係表示第1次曝光時二次光源14所發射之光束在投影光學系統17之光瞳面之位置(光束位置)31及光圈位置32，圖5(b)係表示第2次曝光時二次光源14所發射之光束在投影光學系統17之光瞳面之位置(光束位置)33及光圈位置34。

在光瞳面上，第1次曝光時光束通過之第1區域與第2次曝光時光束通過之第2區域不相重疊，第2次曝光時之光束會轉印光圈之輪廓。又，將狀態1之曝光與狀態2之曝光調換也無妨，且狀態1之曝光之曝光量與狀態2之曝光之曝光量大致同值。

第1、2次曝光完成後，由曝光裝置送出感光基板18，以施行顯影。圖6係表示形成於感光基板18上之光阻膜圖案。光阻膜圖案之構造包含在中央反映狀態1之照明形狀及亮度分布之圖案(以下稱內側圖案)41、與在此內側圖案41周圍反映狀態2之照明形狀及亮度分布之輪帶狀圖案(以下稱外側圖案)42。圖中，43表示外側圖案42之外周之圓，即表示投影光學系統17之光瞳之圓(投影光學系統17之光圈邊緣之像)。

照明光學系統之檢查係利用測定上述光阻膜圖案之方式進行。首先，二次光源14之形狀與亮度分布之檢查係利用測定內側圖案41之方式進行。若以適切之曝光量曝光時，會呈現光阻膜在高亮度之區域中溶解，在低亮度之區域中不溶解之狀態，故可依據曝光量與光阻膜之溶解分布之關係，判明照明形狀與亮度分布。

另一方面，照明軸偏移之檢查係利用計測表示內側圖案41之外周之圓中心與表示外側圖案42之外周之圓中心之偏移之方式進行。在無照明軸偏移之理想的狀態下，二圓之中心會一致。

另一方面，二圓之中心之偏移值不為0時，意味著二次光

源14所發射之光束係通過偏離投影光學系統17之光瞳之中央之位置，此意味著入射於投影光學系統17之照明光整體呈現傾斜之狀態(照明軸偏移之狀態)，二圓之中心之偏移值愈大時，表示照明軸偏移程度愈大。

在此，入射於光罩1之光軸(正確而言，係指入射於光罩1之具有有限寬度之圓錐狀光之中心軸)、與該光所入射之光罩1面之法線所構成之角(入射於光罩1之具有有限寬度之圓錐狀光之中心軸之傾斜角)為 θ 弧角時，照明軸偏移可利用下式(1)加以評估：

$$\sin \theta = L \times NA / R \quad (1)$$

L：表示內側圖案41之外周之圓與表示外側圖案42之外周之圓之中心間之距離

R：表示投影光學系統17之光瞳之圓之半徑

由於L與R可測定，故使用式(1)，可求出照明軸偏移之大小($\sin \theta$)。照明軸偏移之方向例如可利用以表示內側圖案41之外周之圓中心為原點之X-Y座標系之表示外側圖案42之外周之圓中心之X座標與Y座標之值加以評估。

在本實施形態中，雖以狀態1、狀態2之二種狀態施行曝光，但檢查對象之狀態係狀態1而非施行狀態2之照明光學系統13之檢查。

施行狀態2之曝光之目的係在於將投影光學系統17一直保持與狀態1同樣狀態，利用曝光將在狀態1之光圈位置(投影光學系統17之資訊)投影在光阻膜圖案上。因此，在狀態2，即使發生若干之照明軸偏移，只要處於光束投射在光圈

之狀態，在計測尚不會有問題。圖7係表示在該情形下所得之光阻膜圖案之例。

如上所述，依據本實施形態，作為使用於檢查之光罩，可以使用容易製造之光罩1來取代以往方法中所使用之具有微細構造而難以製造之光罩，故不必花費製造成本，即可執行曝光裝置照明軸偏移之檢查。

又，在本實施形態中，雖將圓形開口部2(針孔)直徑設為55 μm ，但並非將圓形開口部2直徑限定於55 μm 。以下，進一步說明此點。

為正確地將二次光源14之像轉印於感光基板18，必須適切地設定圓形開口部2之尺寸。此係因為太大時，感光基板18上之像的模糊會變大，反之，太小時，也會因繞射而使光像變得模糊之故。

適切之圓形開口部2之尺寸和由圓形開口部2至光罩1之下面之距離(光罩1之透明基板厚度)與曝光波長有關係。本發明人等從實驗中確認：在光罩1厚度6.3 mm、折射率約1.5、曝光波長248 nm (KrF準分子雷射之波長)之情形，將圓形開口部2之直徑設定於50~60 μm 時，在感光基板18可獲得表示解像度良好之二次光源14之像之光阻膜圖案。

又，同時也確認：即使略微偏離上述50~60 μm 之直徑條件時，若使用直徑40 μm 以上80 μm 以下之大小之圓形開口部2，有時雖精度略微降低，但仍可獲得實用上必要之精度，並可加以檢查。

又，如本實施形態所示，在光罩1之表面(上面)設置，圓

布之極大值之照明形狀52，但在原理上，只要屬於在3個方向以上具有亮度分布之極大值之照明形狀，即可實施測定。

(第3實施形態)

本實施形態與第1實施形態不同之點在於：第一、如圖10所示，將光罩1之圖案面方向設定於相同於曝光半導體裝置圖案時之方向。本實施形態之光罩1之圓形開口部直徑為15 μm ，小於第1實施形態之情形。在光罩1中，其他條件與第1實施形態相同。

第二、維持此狀態不變時，光罩1之圖案面與感光基板18之表面會成為光學的共軛狀態，故如圖10所示，使感光基板18之表面位置由光罩圖案轉印時之位置P1向在感光基板18之表面之法線方向遠離投影光學系統17之方向移動30 μm ，而使光罩1之圖案面與感光基板18之表面成為非光學的共軛狀態。

如此設置光罩1與感光基板18，再利用使光罩1及感光基板18靜止之狀態施行曝光。此曝光係採用分別以二次光源14之照明形狀不同之二種狀態分別逐次地進行之雙重曝光。

第1次曝光之光學條件為 $\text{NA}=0.55$ 、 $\text{NA}_{\text{ill}}=0.116875$ ，在第2次曝光為 $\text{NA}=0.55$ 、外周為 $\text{NA}_{\text{ill}}=0.15$ ，採用內周為 $\text{NA}_{\text{ill}}=0.125$ 之輪帶照明。狀態1之曝光之曝光量與狀態2之曝光之曝光量大致同值。

第1、2次曝光完成後，由曝光裝置送出感光基板18，以施行顯影。形成於感光基板18上之光阻膜圖案係與圖6相似。上述光阻膜圖案之構造包含形成於中央之圓盤狀之圖案

與在此圓盤狀之圖案周圍之輪帶狀圖案。照明光學系統之檢查係利用與第1實施形態所載方法相同之步驟進行。

又，在本實施形態中，雖使感光基板18向遠離投影光學系統17之方向移動，但使其向接近投影光學系統17之方向移動而使光罩1之圖案面與感光基板18之表面成為非光學的共軛狀態時，也可獲得同樣之效果。

又，在本實施形態中，雖將光罩1之圓形開口部(針孔)直徑設為15 μm ，但並非將圓形開口部直徑限定於15 μm 。以下，進一步說明此點。

為正確地將二次光源14之像轉印於感光基板18上，必須適切地設定圓形開口部2之尺寸。此係因為太大時，感光基板18上之像的模糊會變大，反之，太小時，也會因繞射而使光像變得模糊之故。

適切之圓形開口部2之尺寸和由光罩1之圖案面至感光基板18之表面之距離與曝光波長有關係。本發明人等從實驗中確認：在偏離感光基板18之P1位置之距離(散焦距離)約30 μm 、曝光波長248 nm之情形，將光罩1之圓形開口部之直徑設定於10~15 μm 之範圍內時，在感光基板18可獲得表示解像度良好之二次光源14之像之光阻膜圖案。

又，同時也確認：即使略微偏離上述10~15 μm 之直徑條件時，若光罩1之圓形開口部之直徑在1 μm 以上20 μm 以下之範圍時，有時雖精度略微降低，但仍可獲得實用上必要之精度，並可加以檢查。

(第4實施形態)

圖11係表示本發明之第4實施形態之曝光裝置之檢查方法之說明圖。在本實施形態中，將光罩1之圖案面之方向翻轉設置，並使用圖12所示之構造之基板作為感光基板18'。

感光基板18'係包含對曝光之光(曝光波長)大致透明之材料，如圖12所示，由熔融石英形成之厚1 mm之薄的透明基板70、設於此透明基板70表面而具有可使曝光之光(曝光波長)之一部分透過之程度之透明度之光阻膜(感光劑)71、及設於透明基板70背面，將該背面鏡面化而可反射曝光之光之鉻膜(反射膜)72。光阻膜71係以塗敷法形成，鉻膜72係以蒸鍍法形成。

光罩1如第1實施形態(圖1)所說明，具有圓形開口部2，其直徑在此為80 μm 。光罩1之圖案面與感光基板18'之表面處於光學的共軛狀態。

利用第3實施形態所記載之光學條件施行第1次及第2次之曝光。如圖12所示，到達感光基板18'之表面之曝光之光使光阻膜71感光而形成光罩1之圖案之像(第1像)，並通過光阻膜71及透明基板70而利用鉻膜72(感光基板18'之背面之鏡面)加以反射，再到達感光基板18'之表面而使光阻膜71感光而形成像(第2像)。

在此，由於光罩1之圖案面與感光基板18'之表面處於光學的共軛狀態，故光罩1之圖案面與形成第1像之區域之感光基板18之表面處於光學的共軛狀態。

但，被感光基板18'之背面反射之光之光程因比被感光基板18'之表面反射之光之光程長，故光罩1之圖案面與形成

第2像之區域之感光基板18之表面並未處於光學的共軛狀態。

即形成第2像之光實質上與第3實施形態同樣地，可將由光罩圖案轉印時之位置移動至遠離投影光學系統17之方向之感光基板18曝光。

第1、2次曝光完成後，由曝光裝置送出感光基板18，以施行顯影。圖13係表示形成於感光基板18'上之光阻膜圖案。光阻膜圖案之構造包含在中央對應於光罩1之圖案之縮小像(第1像)之圖案81、與對應於在此圖案81周圍藉感光基板18'之背面之鏡面反射之光感光所形成之第2像之圖案82。

圖中，83係表示圖案82之外周之圓，即表示投影光學系統之光圈邊緣之像。又，二個圖案82中，內側之圓形圖案相當於圖6之圖案41，外側之輪帶圖案相當於圖6之圖案42。

對圖案82，利用相同於第1實施形態所記載之方法之步驟施行照明光學系統之檢查。此時，圖案81之直徑在圖案82之1/100以下，故在圖案82之分析中不構成障礙。

(第5實施形態)

本實施形態與第1實施形態不同之點在於：使用圖14所示之透鏡陣列90，以取代光罩1，並使照明光學系統13之二次光源14之面與感光基板18之表面成為光學的共軛狀態。又，透鏡陣列90係被裝入於曝光裝置。

透鏡陣列90係包含對曝光之光(曝光波長)透明之透鏡架91、與以矩陣狀固定設至於此透鏡架91之多數透鏡92。圖14(a)表示側面圖，圖14(b)表示上平面圖。

透鏡架91係被未圖示之驅動機構控制之臂93(退避手段)所支持而可插入光程中或由光程退避。因此，在曝光所配置之半導體裝置圖案之際，透鏡陣列90退避至光程外，而，在檢查照明光學系統之際，則如圖15所示，被插入於曝光之光之光程中。

此時，透鏡架91係以使配置透鏡92之面(透鏡面)與感光基板18之表面成平行之方式被插入於光罩1之表面之上方。又，在此，光罩1為不含圖案之單純的透明基板，可予以省略。

另外，透鏡陣列90係在光罩之表面之上方，向垂直於該表面之方向，被設置於離開特定距離之位置。特定距離係對曝光波長之光之透鏡92之焦距或與該特定距離約略一致之距離(實質上與焦距相同之距離)。將透鏡陣列90設置於此種位置時，即可將鮮明之光阻膜圖案(像)形成於感光基板18。

在此狀態下，二次光源14之面與光罩1之表面(上面)成為光學的共軛，另外，光罩之背面(下面)與感光基板18之背面成為光學的共軛，故二次光源14之面與感光基板18之表面成為光學的共軛。

又，不使用光罩1(透明基板)之情形、或假想地認為有光罩1(透明基板)之情形時，以使焦點位於該假想的光罩1(透明基板)之表面之方式設置透鏡陣列90。光罩1雖可予以省略，但有可作為透鏡陣列90之定位基準之光罩1實際存在時，較可容易正確地執行定位。

在插入透鏡陣列90之狀態下，實施第1實施形態所記載之

透鏡陣列90，但使用其他圖案構件也無妨。

另外，在上述實施形態中包含各種階段之發明，可利用所揭示之多數構成要件之適當組合，抽出各種發明。例如，即使由實施型態所示之全部構成要件中，剔除若干構成要件，也可解決發明所欲解決之問題之項中所述之問題時，可抽出已剔除此構成要件之構成作為發明。

此外，在不脫離本發明之要旨之範圍內，可作種種變形而予以實施。

【發明之效果】

如以上所詳述，依據本發明，可實現不必花費成本，即可執行照明軸偏移之檢查之曝光裝置之檢查方法及曝光裝置。

【圖式簡單說明】

圖1係表示本發明之第1實施形態之曝光裝置之檢查方法中所使用之光罩之平面圖。

圖2係表示將該光罩設置於作為檢查對象之週知之曝光裝置內之狀態之模式圖。

圖3係表示曝光半導體裝置圖案時之光罩之圖案面之方向之圖。

圖4(a)(b)係表示第1實施形態所使用之二次光源之照明形狀之平面圖。

圖5(a)(b)係表示第1次及第2次曝光時二次光源所發射之光束在投影光學系統之光瞳面之位置及光圈位置之圖。

圖6係表示使用圖4之二次光源之照明形狀時形成於感光

基板上之光阻膜圖案之平面圖。

圖7係表示使用變形例之二次光源之照明形狀時形成於感光基板上之光阻膜圖案之平面圖。

圖8(a)(b)係表示本發明之第2實施形態之二次光源之照明形狀之平面圖。

圖9係表示使用圖8之二次光源之照明形狀時形成於感光基板上之光阻膜圖案之平面圖。

圖10係表示本發明之第3實施形態之曝光裝置之檢查方法之說明圖。

圖11係表示本發明之第4實施形態之曝光裝置之檢查方法之說明圖。

圖12係表示該曝光裝置之檢查方法中所使用之感光基板之剖面圖。

圖13係表示該感光基板上所形成之光阻膜圖案之平面圖。

圖14(a)(b)係表示本發明之第5實施形態之透鏡陣列之側面圖及上面圖。

圖15係表示為檢查照明光學系統而將該透鏡陣列插入光經路中之曝光裝置之圖。

圖16(a)(b)係表示圖14之透鏡陣列之變形例之側面圖及平面圖。

圖17係表示本發明之第6實施形態之曝光裝置之檢查方法之說明圖。

圖18係表示本發明之第7實施形態之曝光裝置之檢查方法之說明圖。

圖 19(a)(b)係曝光裝置之照明軸偏移之影響之說明圖

圖 20係表示以往之照明軸偏移之計測方法所使用之光柵針孔之平面圖。

圖 21係表示以往之照明軸偏移之計測方法所形成之感光基板上之圖案之平面圖。

【圖式代表符號說明】

- 1 . . . 光罩(圖案構件)
- 2 . . . 圓形開口部
- 3 . . . 遮光膜
- 11 . . . 光源
- 12 . . . 曝光之光
- 13 . . . 照明光學系統
- 14 . . . 二次光源
- 15 . . . 聚光透鏡
- 16 . . . 光罩台(第1設置手段)
- 17 . . . 投影光學系統
- 18、18' . . . 感光基板
- 19 . . . 基板台(第2設置手段)
- 21、22 . . . 照明形狀
- 31、33 . . . 光束位置
- 32、34 . . . 光圈位置
- 41 . . . 內側圖案
- 42 . . . 外側圖案
- 43 . . . 投影光學系統之光圈邊緣之像

- 51、52 . . . 照 明 形 狀
- 61、62 . . . 圖 案
- 63 . . . 假 想 的 圓
- 70 . . . 透 明 基 板
- 71 . . . 光 阻 膜
- 72 . . . 鉻 膜 (反 射 膜)
- 81、82 . . . 圖 案
- 83 . . . 投 影 光 學 系 統 之 光 圈 邊 緣 之 像
- 90、90' . . . 透 鏡 陣 列 (圖 案 構 件)
- 91 . . . 透 鏡 架
- 92 . . . 透 鏡
- 93 . . . 臂 (退 避 手 段)

伍、中文發明摘要：

本發明係不必花費成本而進行曝光裝置之照明軸偏移之檢查。

利用光罩1使感光基板18之表面與二次光源14之面成為光學上共軛的狀態，在此狀態下，照亮不含投影光學系統17之光瞳端之區域及不與該區域重疊之含投影光學系統17之光瞳端之區域而使感光基板18曝光，然後，依據使感光基板18顯影所得之圖案檢查照明軸偏移。

陸、日文發明摘要：

【課題】コストをかけずに露光装置の照明軸ずれの検査を行うこと。

【解決手段】フォトマスク1により、感光基板18の表面と二次光源14の面とを光学的に共役な状態にし、この状態で、投影光学系17の瞳の端を含まない領域、および該領域と重ならない、投影光学系17の瞳の端を含む領域を照明して感光基板18を露光し、その後、感光基板18を現像して得られるパターンに基づいて照明軸ずれを検査する。

拾壹、圖式：

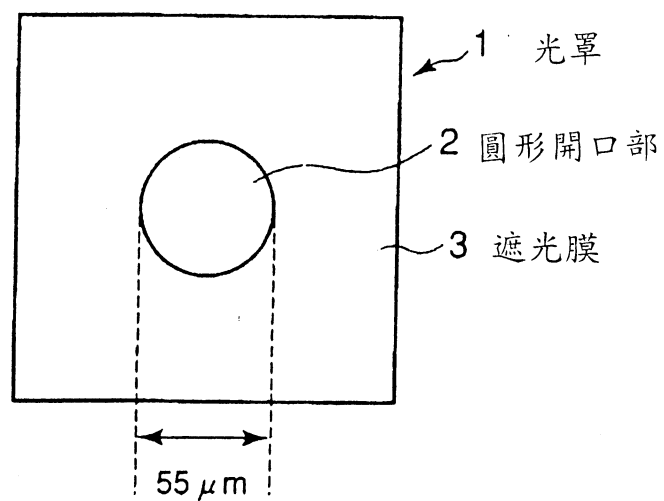


圖 1

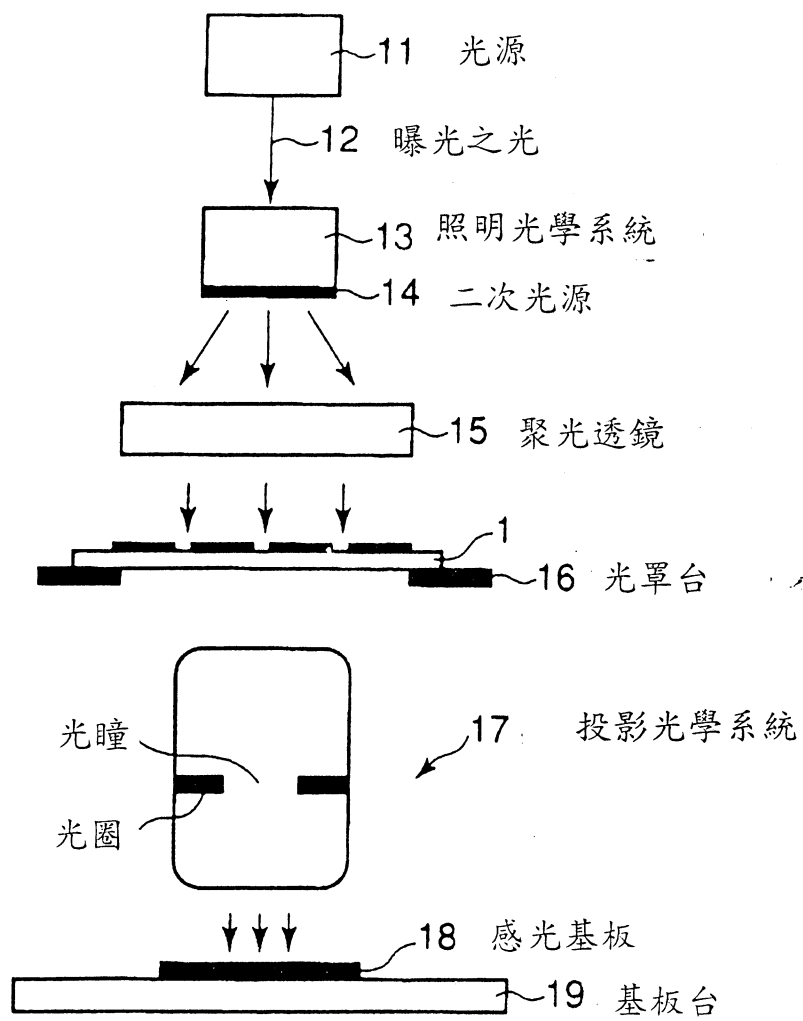


圖 2

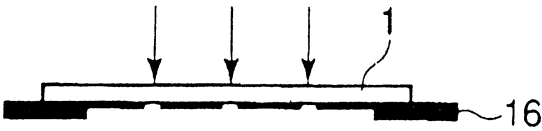


圖 3

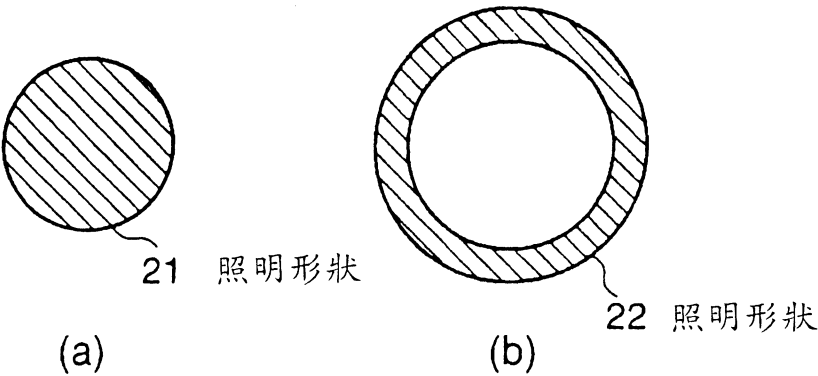


圖 4

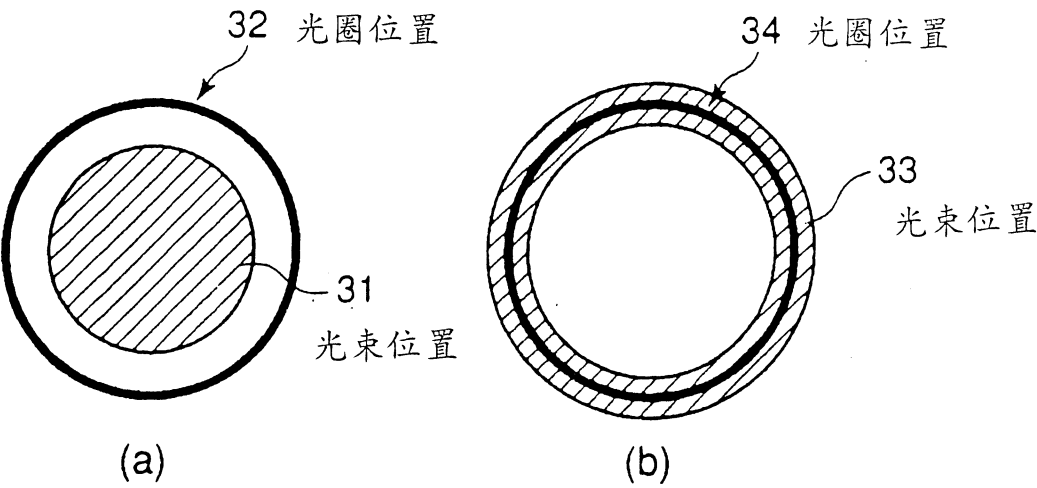


圖 5

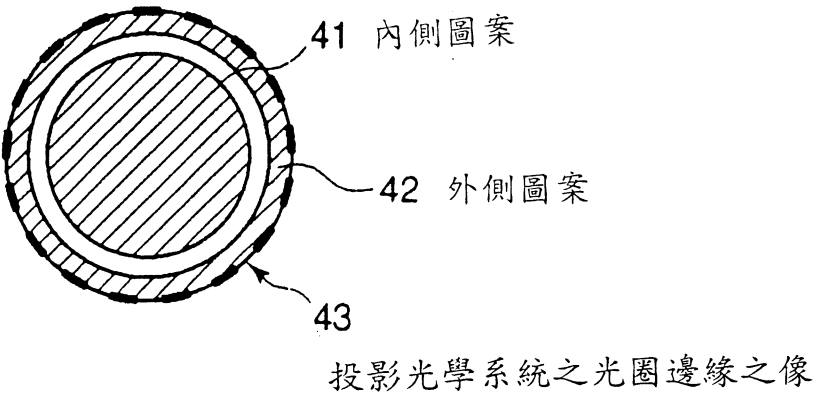


圖 6

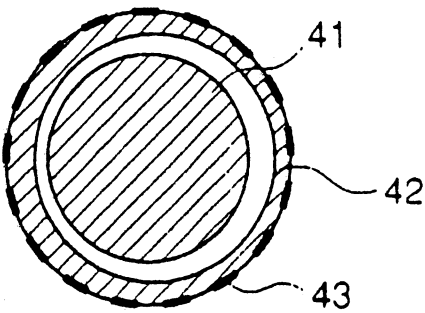


圖 7

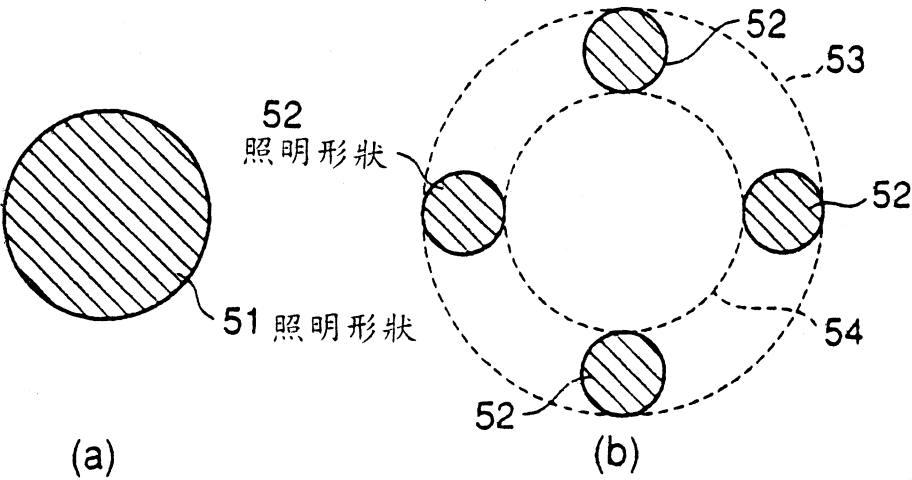


圖 8

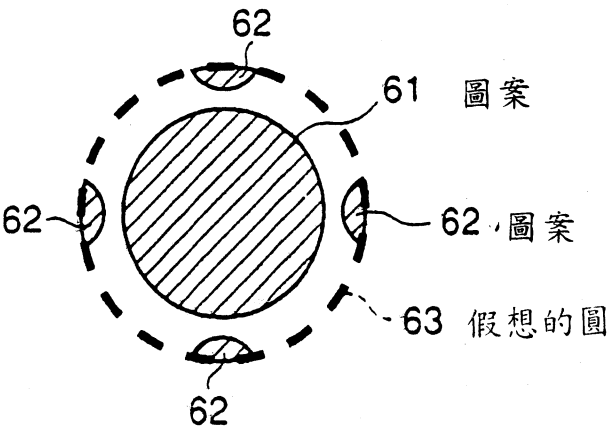


圖 9

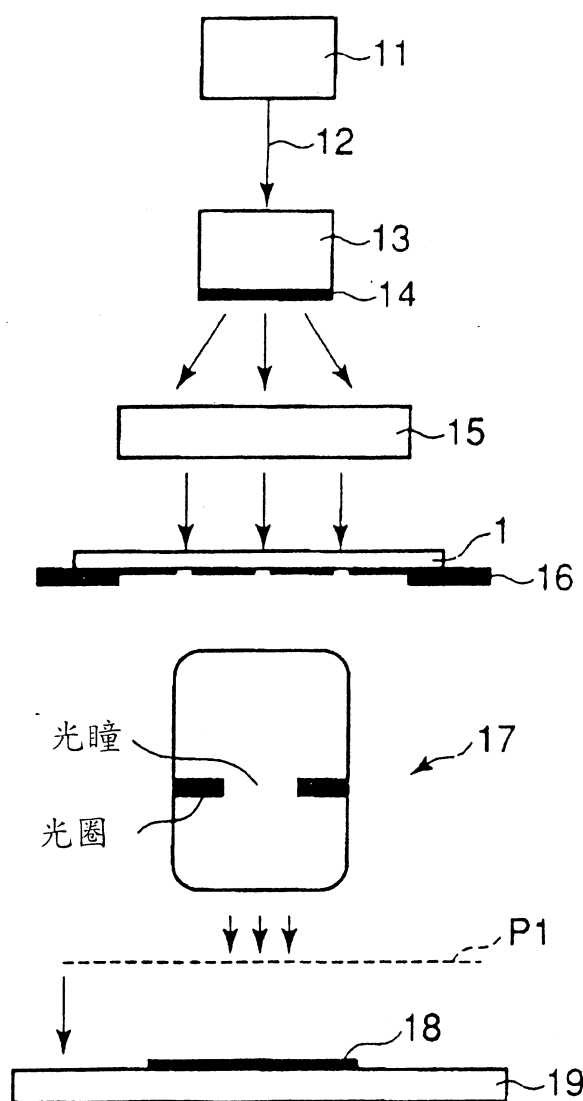


圖 10

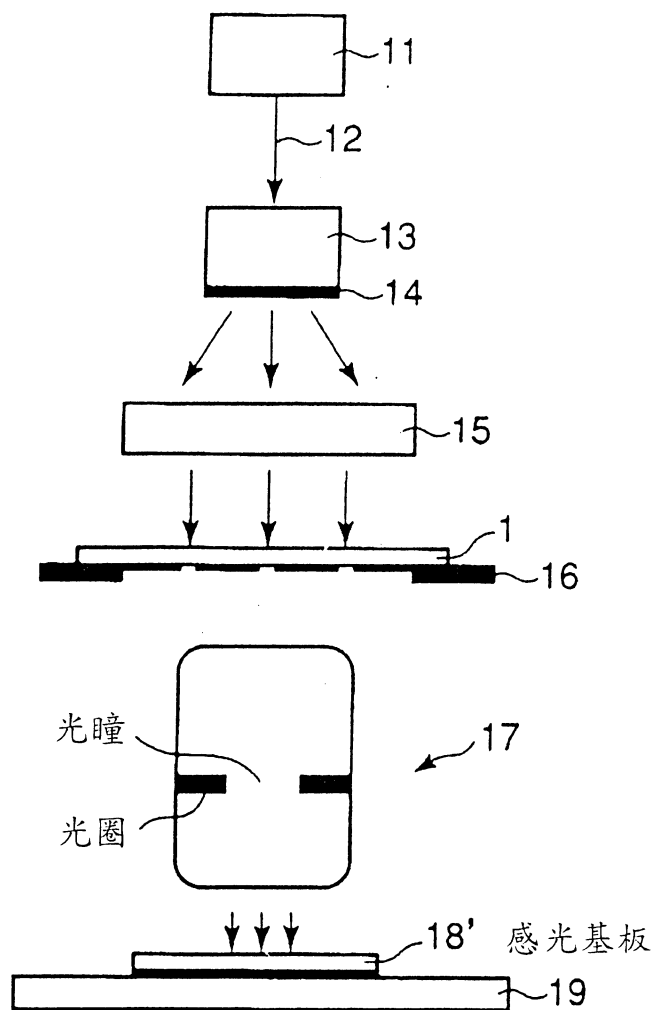


圖 11

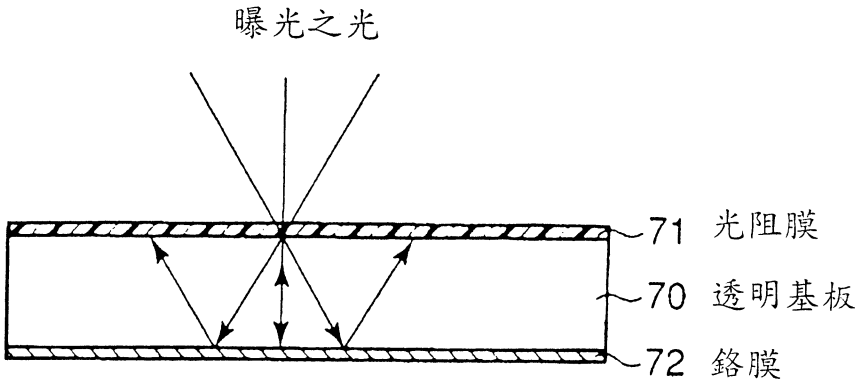


圖 12

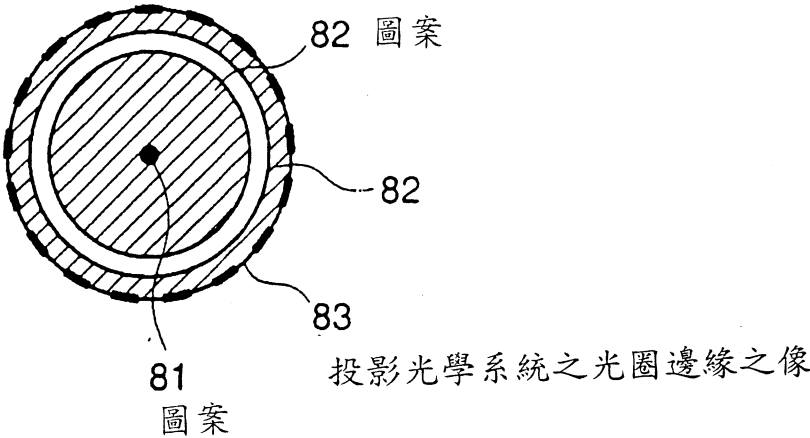


圖 13

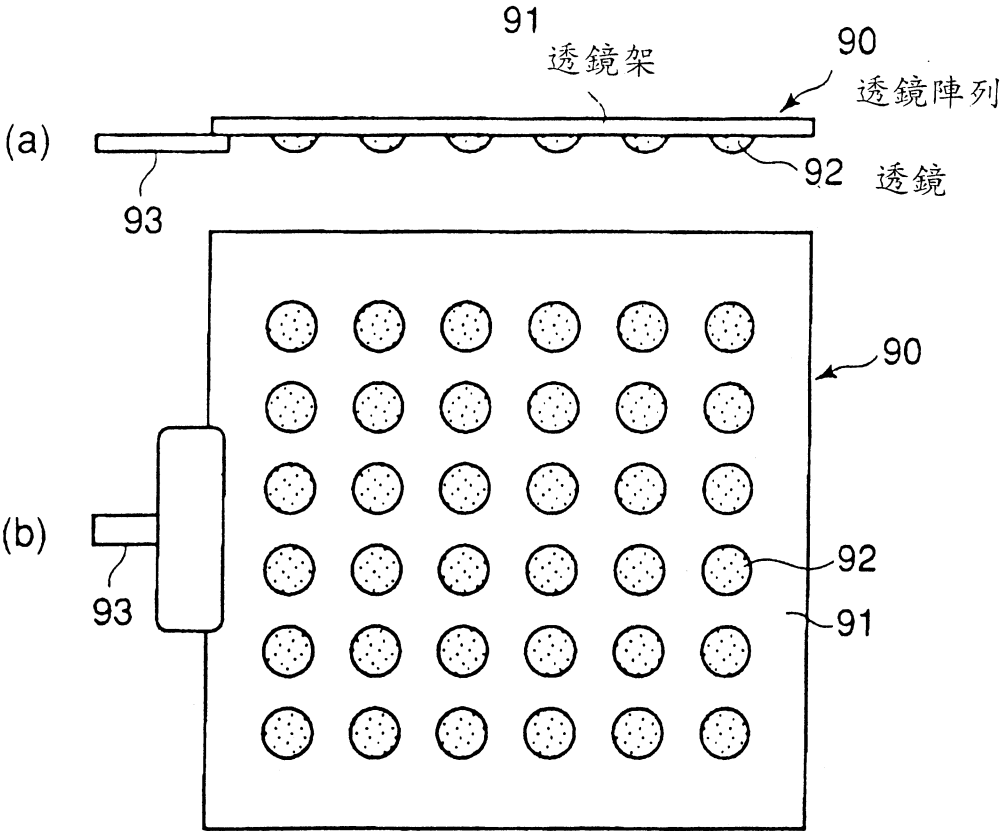


圖 14

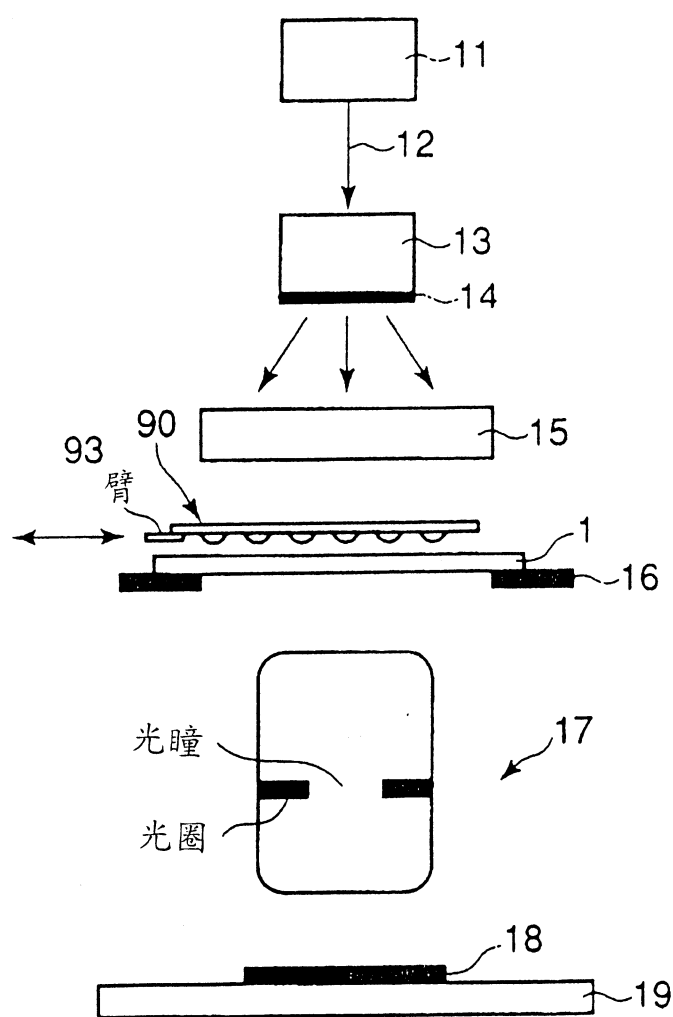


圖 15

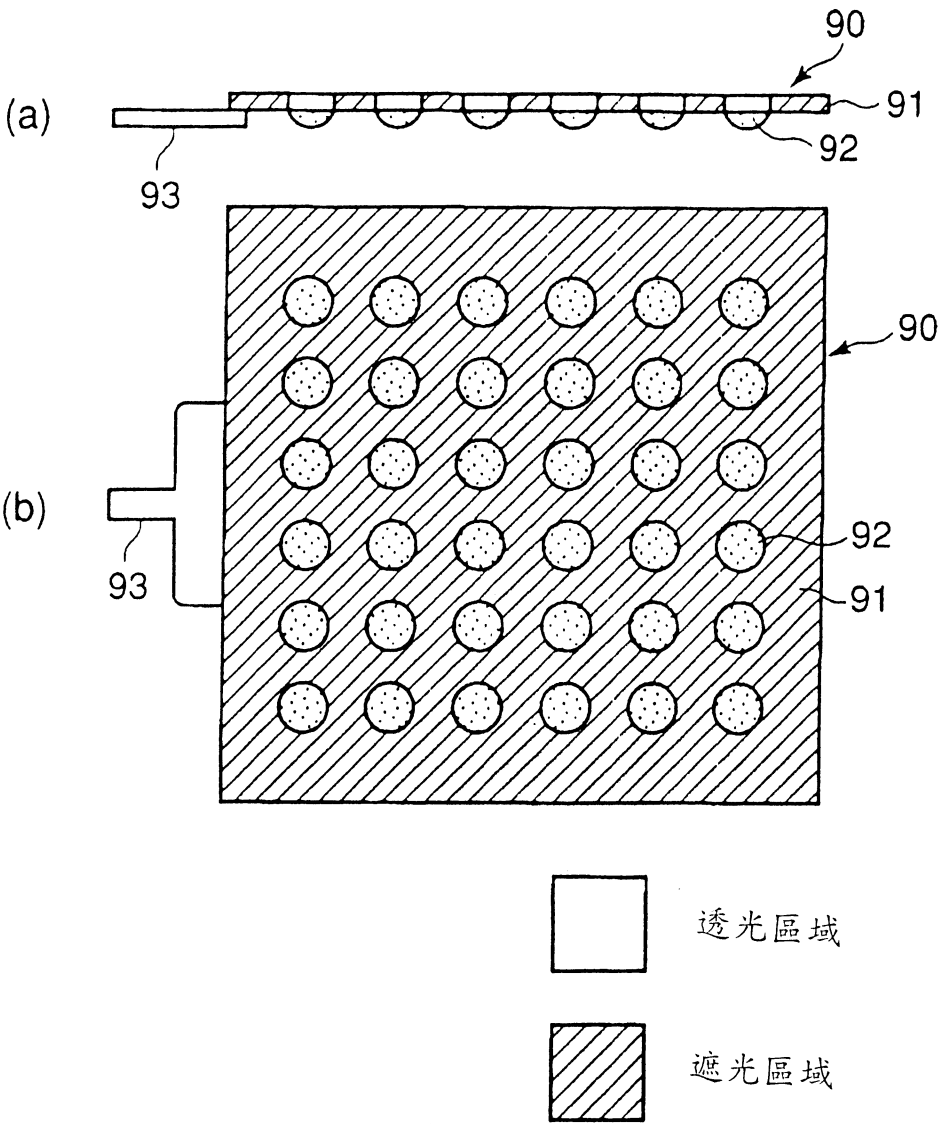


圖 16

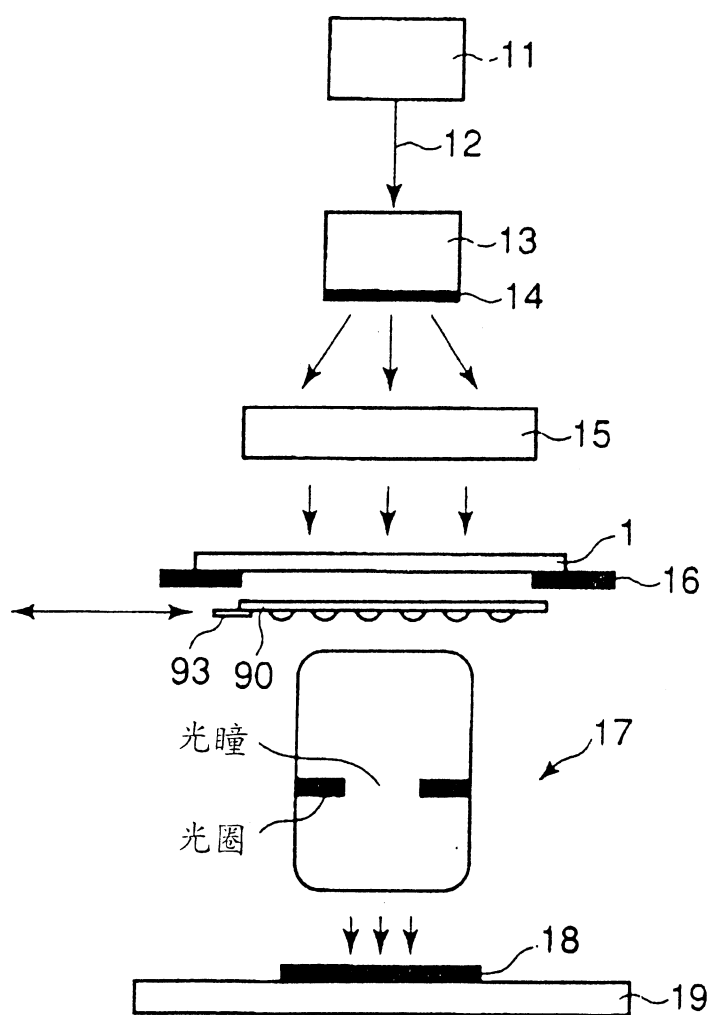


圖 17

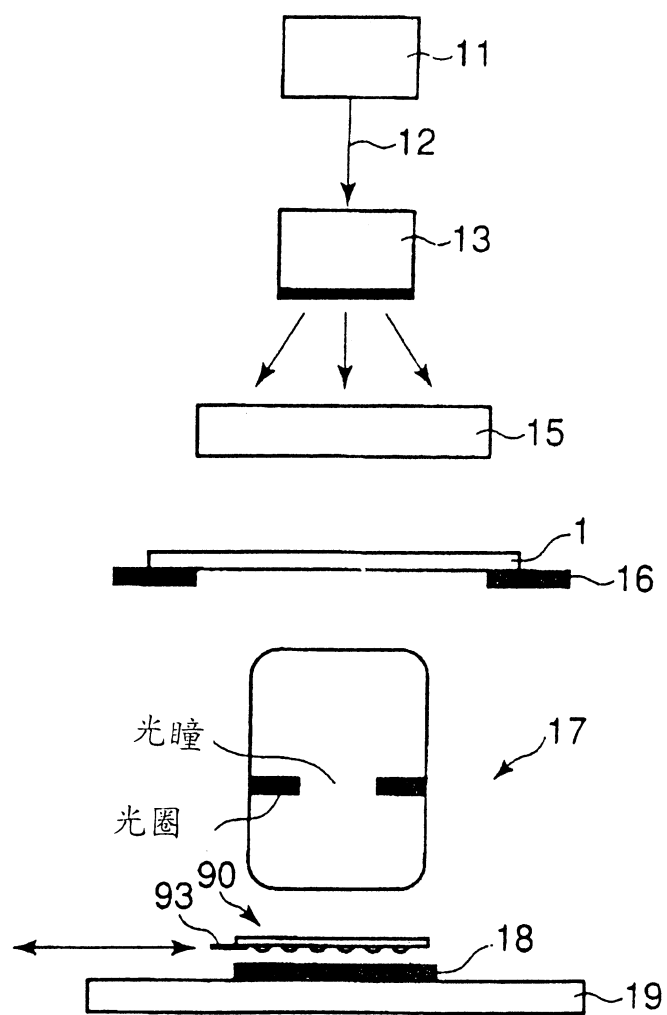


圖 18

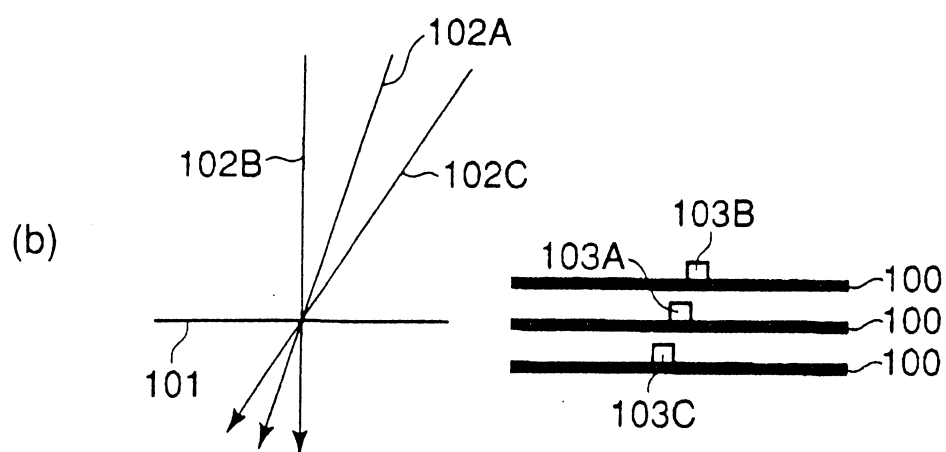
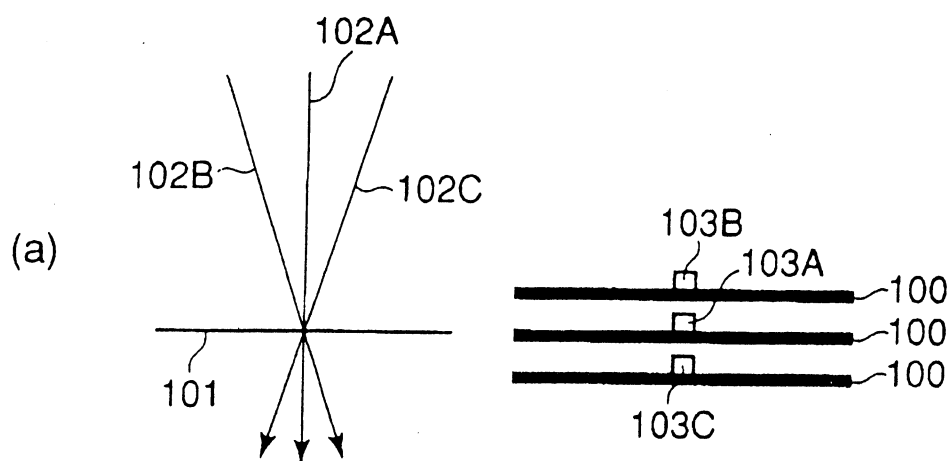


圖 19

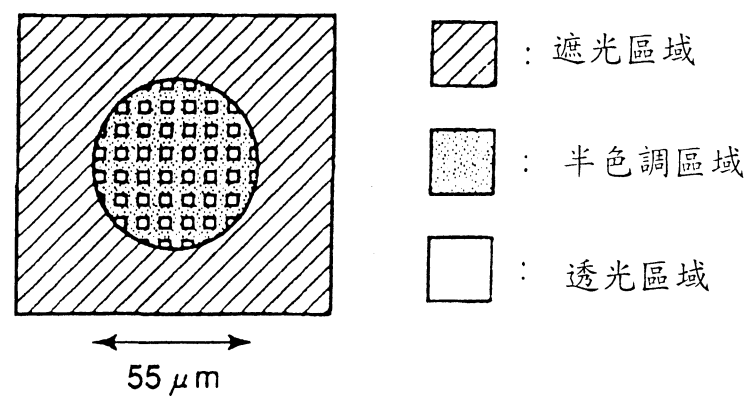


圖 20

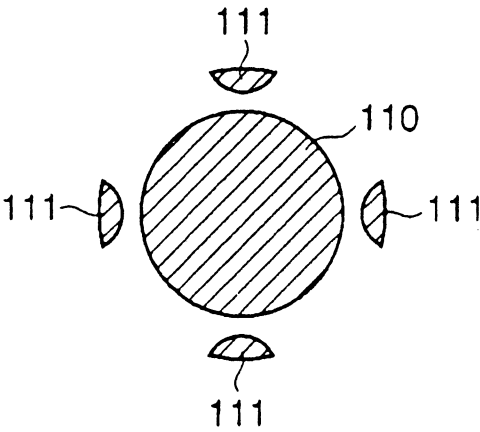


圖 21

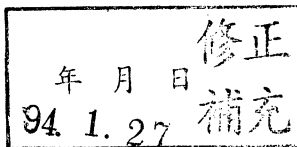
柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(2)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1	光罩(圖案構件)
11	光源
12	曝光之光
13	照明光學系統
14	二次光源
15	聚光透鏡
16	光罩台(第1設置手段)
17	投影光學系統
18	感光基板
19	基板台(第2設置手段)

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



形開口部2而檢查曝光裝置時，假設由圓形開口部2至光罩1之下面之距離(透明基板厚度)為D，曝光波長為 λ ，透明基板之折射率為n時，圓形開口部2之半徑r可利用下式求得：

$$r = a (nD \lambda)^{1/2}$$

式中，a為0.5～0.6程度之值。

(第2實施形態)

本實施形態與第1實施形態不同之點在於：如圖8(b)所示，將狀態2之照明形狀設定為具有在縱橫4個方向具有亮度分布之極大值之照明形狀52。狀態1之照明形狀如圖8(a)所示，為相同於圖4(a)之照明形狀21之圓形之照明形狀51。

此時也與第1實施形態同樣地，以在狀態1之照明形狀51與在狀態2之照明形狀52之間無重疊方式，將對應於狀態2之照明形狀之最外周之圓53之大小設定於大於 $\sigma=1$ 之狀態，將對應於最內周之圓54之大小設定於小於 $\sigma=1$ 之狀態。

此時，所取得之光阻膜圖案如圖9所示，其構造包含在中央反映狀態1之照明形狀・亮度分布之圖案61、與在此圖案61周圍反映狀態2之照明形狀及亮度分布之4個圖案62。

描繪圖案62外周之假想的圓63相當於第1實施形態之圖6之圖43，表示顯示投影光學系統17之光瞳之圓(投影光學系統17之光圈之邊緣之像)。

曝光裝置之檢查方法可利用分別以圖案61、圖案62、圓63取代第1實施形態之內側圖案41、外側圖案42、圓43而與第1實施形態同樣地實施。

又，在本實施形態中，雖採用在縱橫4個方向具有亮度分

曝光方法，取得光阻膜圖案，而後，與第1實施形態同樣地利用分析光阻膜圖案時，即可執行照明光學系統之檢查。

又，依據本實施形態，由於裝置本身具有執行曝光裝置之照明光學系統13之檢查所需之機構之透鏡陣列90及其驅動用之未圖示之驅動機構，故與每次檢查時都需準備檢查所需之機構之情形相比，可較簡便地執行檢查。

又，圖14、圖15中，所描繪者雖為有厚度之透鏡92，但即使使用圓形開口或波帶片，也可獲得同樣之效果。

又，在本實施形態中，由於使用透鏡陣列90，故可概括地執行曝光場整體之檢查，但如使用1個透鏡，一面改變該透鏡之配置位置，一面施行多次曝光，然後施行顯影時，也可獲得同樣之檢查效果。使用透鏡陣列90時，可在短時間施行檢查，另一方面，使用1個透鏡時，則可降低裝置成本。

圖16係表示透鏡陣列90之變形例。此變形例之透鏡陣列90係含有透鏡架91，其設置透鏡92之區域構成對曝光之光透明之透明區域，未設置透鏡92之區域構成遮住曝光之光之遮光區域。

此種透鏡陣列90'可使用例如含有透明基板、與形成於此透明基板上而在設有透鏡92之區域具有開口部之遮光膜之基板作為透鏡架91之方式加以實現。

使用此種透鏡陣列90'時，僅照射於設有透鏡92之區域之透鏡架91之表面之曝光之光才能到達感光基板18，因此，可防止不要之曝光之光成為迷光而到達感光基板

18，故可防止因該迷光造成測定圖案之形狀之劣化，達成更高精度之測定。

(第6實施形態)

圖17係本發明之第6實施形態之曝光裝置之檢查方法之說明圖。

本實施形態與第5實施形態不同之點在於將透鏡陣列90之插入位置設於照明光學系統13與投影光學系統17之間，具體上係設置於光罩1與投影光學系統17之間。此時，將透鏡陣列90插入於由光罩1之距離與對曝光之光之透鏡92之焦距之位置相同或大致一致之位置。

將透鏡陣列90插入於此種位置時，可施行與第5實施形態同樣之測定，且也可構成與第5實施形態同樣之變形例。

(第7實施形態)

圖18係本發明之第7實施形態之曝光裝置之檢查方法之說明圖。

本實施形態與第6實施形態不同之點在於將透鏡陣列90之插入位置設於投影光學系統17與感光基板18之間。此時，利用將透鏡陣列90插入於對曝光波長之光之透鏡92之焦點位於感光基板18之表面或表面附近之位置時，可施行與第5實施形態同樣之測定，且也可構成與第5實施形態同樣之變形例。

又，本發明並非限定於上述實施形態。例如，在上述實施形態中，為了使照明光學系統之二次光源之面與感光基板之表面成為光學的共軛狀態，使用光罩(針孔攝影機)1或

年	月	日
修	正	本

拾、申請專利範圍：

1. 一種曝光裝置之檢查方法，其特徵在於：

該曝光裝置係利用照明光學系統照亮設置於光罩台上之光罩，將前述光罩之圖案像經由投影光學系統投射到設置於基板台上之基板上，該檢查方法具有以下工序：

在前述基板台上設置檢查用之感光基板作為前述基板，以使此感光基板之表面與前述照明光學系統之二次光源之面在光學上共軛的狀態，使前述感光基板雙重曝光，而在前述雙重曝光之一方照亮不含前述投影光學系統之光瞳端之第1區域，在他方照亮含前述投影光學系統之光瞳端之第2區域，且選擇互不重疊之區域作為前述第1區域與前述第2區域；及

依據使前述感光基板顯影所得之圖案檢查前述曝光裝置之照明軸偏移。

2. 如申請專利範圍第1項之曝光裝置之檢查方法，其中為使前述感光基板之表面與前述照明光學系統之二次光源之面成為光學上共軛的狀態，在前述照明光學系統與前述投影光學系統之間、或前述投影光學系統與前述感光基板之間，設置表面形成有圖案之圖案構件。
3. 如申請專利範圍第2項之曝光裝置之檢查方法，其中前述圖案構件係檢查用光罩，且該檢查用光罩係形成有該圖案之面在與前述投影基板之表面光學上不是共軛的狀態下，被設置於前述光罩台上。

4. 如申請專利範圍第3項之曝光裝置之檢查方法，其中前述檢查用光罩之前述圖案包含對曝光光透明之圓形圖案。
5. 如申請專利範圍第4項之曝光裝置之檢查方法，其中使設有前述圓形圖案之面朝向前述二次光源之面，藉由將前述檢查用光罩設置於前述光罩台上，使前述檢查用光罩之形成有前述開口圖案之面與前述感光基板之表面成為光學上不是共軛的狀態。
6. 如申請專利範圍第5項之曝光裝置之檢查方法，其中將前述開口圖案之直徑設定於40 μm 以上80 μm 以下之範圍。
7. 如申請專利範圍第4項之曝光裝置之檢查方法，其中使設有前述圓形圖案之面朝向前述投影光學系統之光瞳，將前述檢查用光罩設置於前述光罩台上。
8. 如申請專利範圍第7項之曝光裝置之檢查方法，其中藉由控制前述投影光學系統之光瞳與前述感光基板之表面之間之距離，使前述檢查用光罩之形成有前述開口圖案之面與前述感光基板之表面成為光學上不是共軛的狀態。
9. 如申請專利範圍第7項之曝光裝置之檢查方法，其中作為前述感光基板，使用包含對曝光光透明之基板及設在與該基板之前述曝光光入射側之面相反之面，反射前述曝光光之反射膜。
10. 如申請專利範圍第7項之曝光裝置之檢查方法，其中將

前述開口圖案之直徑設定於1 μm以上20 μm以下之範圍。

11. 如申請專利範圍第1項之曝光裝置之檢查方法，其中前述感光基板包含矽晶圓、與塗敷在該矽晶圓上之光阻。
12. 如申請專利範圍第2項之曝光裝置之檢查方法，其中前述圖案構件係透鏡陣列，且該透鏡陣列設置於前述照明光學系統之二次光源之面與前述投影光學系統之間之光程中或前述投影光學系統與前述感光基板之間之光程中。
13. 如申請專利範圍第1項之曝光裝置之檢查方法，其中利用前述二次光源照亮前述第2區域，使前述感光基板曝光之際，使前述二次光源之照明形狀成為輪帶狀。
14. 如申請專利範圍第1項之曝光裝置之檢查方法，其中利用前述二次光源照亮前述第2區域，使前述感光基板曝光之際，使前述二次光源之照明形狀成為在3個方向以上具有亮度極大之形狀。
15. 如申請專利範圍第13或14項之曝光裝置之檢查方法，其中前述投影光學系統之光瞳面之前述二次光源之照明形狀滿足下列不等式：

$$NA_{i1} > NA_{in} > NA_{i2}$$

NA_{in} ：前述投影光學系統之入射側數值孔徑

NA_{i1} ：前述投影光學系統之出射側數值孔徑

NA_{i2} ：以數值孔徑之次元表示對應於前述二次光源內周之光之入射角之數值。

16. 一種曝光裝置，其特徵在於具備：

第1設置機構，其係設置光罩者；

照明光學系統，其係用於照明設置於此第1設置機構上之前述光罩所形成之圖案者；

聚光透鏡系統；

第2設置機構，其係設置基板者；

投影光學系統，其係用於將前述光罩之圖案像投射到設置於此第2設置機構上之前述基板上者；及

透鏡陣列，其係至少配置於前述聚光透鏡系統與前述基板之間之光程中者。

17. 如申請專利範圍第16項之曝光裝置，其中前述透鏡陣列在前述光罩之表面上方對於該表面垂直之方向，或在前述基板之表面上方對於該表面垂直之方向，設置於離開特定距離之位置。
18. 如申請專利範圍第17項之曝光裝置，其中前述特定距離係與前述透鏡陣列之焦距實質上相同之距離。
19. 如申請專利範圍第16項之曝光裝置，其中前述透鏡陣列包含含有主面之基板及設於該基板之前述主面上之多數透鏡，且以前述基板之前述主面與前述感光基板之表面平行之方式設置前述透鏡陣列。
20. 如申請專利範圍第19項之曝光裝置，其中前述基板之前述主面中，未設置前述多數透鏡之區域係阻斷曝光光者。
21. 如申請專利範圍第16至20項中任一項之曝光裝置，其中進一步具備使前述透鏡陣列退避至曝光光之光程外之退避機構。