I550357

(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 I550357 B**

(45)公告日： 中華民國 105 (2016) 年 09 月 21 日

(21)申請案號：100146166 (22)申請日： 中華民國 100 (2011) 年 12 月 14 日

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

(30)優先權：2010/12/14 日本 JP2010-278308

2011/01/12 日本 JP2011-004306

(71)申請人：尼康股份有限公司 (日本) NIKON CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：深澤和彥 FUKAZAWA, KAZUHIKO (JP)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW 200823967 TW 200929335

JP 2007-304054A

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：20 共 65 頁

(54)名稱

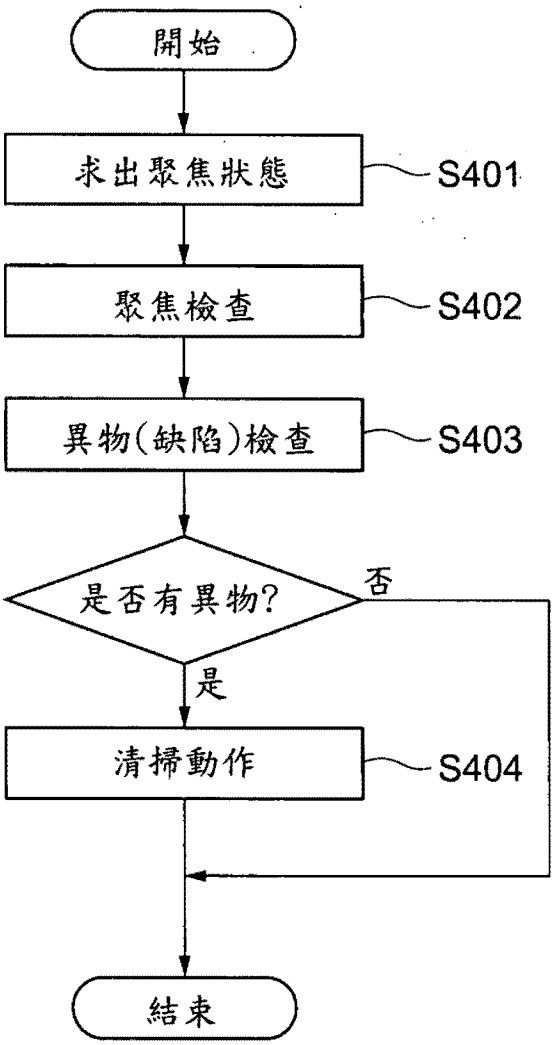
檢查方法、檢查裝置、曝光管理方法、曝光系統及半導體元件

(57)摘要

本發明提供一種可判斷附著在曝光載台之基板支承面之異物是否會影響基板之曝光結果的檢查方法。

本發明之檢查方法，係檢查在曝光裝置之曝光時支承基板之基板支承部，特徵在於，以照明光照射曝光後基板之表面，檢測來自該被照射表面之圖案的反射光，從該檢測出之反射光求出使該基板之圖案曝光時之的聚焦狀態，並從該聚焦狀態檢查該基板支承部之狀態。

指定代表圖：



符號簡單說明：

S401・・・求出聚焦狀態

S402・・・聚焦檢查

S403・・・異物(缺陷)檢查

S404・・・清掃動作

圖18

I550357

公告本

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※ 申請案號：100146166

※ 申請日：100.12.14　　※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

檢查方法、檢查裝置、曝光管理方法、曝光系統及半導體元件

二、中文發明摘要：

本發明提供一種可判斷附著在曝光載台之基板支承面之異物是否會影響基板之曝光結果的檢查方法。

本發明之檢查方法，係檢查在曝光裝置之曝光時支承基板之基板支承部，特徵在於，以照明光照射曝光後基板之表面，檢測來自該被照射表面之圖案的反射光，從該檢測出之反射光求出使該基板之圖案曝光時之的聚焦狀態，並從該聚焦狀態檢查該基板支承部之狀態。

三、英文發明摘要：

無

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 18。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明:

S401　求出聚焦狀態

S402　聚焦檢查

S403　異物(缺陷)檢查

S404　清掃動作

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】

本發明係關於檢查曝光裝置之曝光時支承基板之基板支承部的檢查方法、檢查裝置、曝光管理方法及曝光系統。又，係關於使用此種曝光系統製造之半導體元件。

【先前技術】

在以微影製程製造半導體元件及液晶顯示元件等場合，係使用透過投影光學系將標線片(光罩)之圖案曝光至載台上之半導體晶圓(或玻璃板等)之投影曝光裝置。作為此種投影曝光裝置之例，有一種步進掃描方式之曝光裝置廣為人知，此曝光裝置，係一邊透過光罩(標線片)圖案及投影透鏡照射狹縫狀之光、一邊使標線片載台(亦即形成有光罩圖案之光罩基板)與晶圓載台(亦即形成有半導體圖案之晶圓)相對移動以掃描(＝scan)一照射(one shot)分，據以對半導體晶圓進行一照射分之曝光。如此，由於係以狹縫(光)之長邊與標線片載台之相對掃描距離決定曝光照射之大小，因此可使曝光照射變大(加大)。

此種曝光裝置中，為了將晶圓以平坦狀態保持不動，係以安裝在晶圓載台上之晶圓保持具吸附保持晶圓。於曝光裝置持續進行曝光時，若從塗布於晶圓之光阻剝落之抗蝕劑殘渣等異物附著在晶圓保持具上，在此狀態下將晶圓吸附保持於晶圓保持具上時，會因該異物造成晶圓曝光面之平面度惡化。此曝光面平面度之惡化是產生晶圓之各照

射(shot)區域之位置偏移誤差及聚焦誤差的原因，也是使製造半導體元件時之良率惡化的主要原因。因此，提出了一種具備在此場合清掃晶圓保持具之清掃裝置的曝光裝置(例如，參照專利文獻 1)。根據此清掃裝置，係藉由使清掃構件接觸晶圓保持具上，並透過晶圓載台使晶圓保持具移動，而能清掃晶圓保持具之晶圓支承面。

先行技術文獻

[專利文獻 1] 日本特開 2010－153407 號公報

【發明內容】

習知之清掃裝置，具備拍攝晶圓保持具之晶圓支承面之影像的攝影裝置、及處理以攝影裝置拍攝之影像以解析在晶圓保持具之晶圓支承面的異物分布及量等的影像處理部，根據觀察晶圓支承面之結果判是否進行晶圓支承面之清掃，而能自動的清掃晶圓支承面。然而，此種清掃裝置因無法判斷何種程度之異物附著會成為晶圓聚焦誤差等之原因，而不必要的停止曝光程序以進行晶圓保持具之清掃，反導致製造時良率的惡化。

本發明乃鑑於上述問題而為，其目的在提供一種可判斷附著在曝光載台之基板支承面之異物是否會對基板之曝光結果產生影響的檢查方法、檢查裝置、曝光管理方法及曝光系統，以及使用此曝光系統製造之半導體元件。

用以解決課題之手段

為達成此目的，本發明之檢查方法係檢查在曝光裝置

之曝光時支承基板之基板支承部，其特徵在於：以照明光照射曝光後基板之表面；檢測來自該被照射表面之圖案的反射光；從該檢測出之反射光求出使該基板之圖案曝光時之的聚焦狀態；從該聚焦狀態檢查該基板支承部之狀態。

又，上述檢查方法中，可至少在該基板周緣部之複數位置，求出該聚焦狀態。

又，上述檢查方法中，該圖案係藉由重複曝光於該基板之不同區域而設置，該聚焦狀態可針對每一較該重複曝光之一曝光區域小的範圍求出。

又，上述檢查方法中，可檢查該基板支承部之凸狀態或該基板支承部與該基板間之間隔。

又，上述檢查方法中，可從複數個區域之圖案之聚焦狀態進行聚焦狀態之繪圖。

又，上述檢查方法中，可檢測從位於既定區域內之該圖案往第 1 方向行進之第 1 光對應之第 1 檢測訊號、與往該第 1 方向不同之第 2 方向之第 2 光對應之第 2 檢測訊號，並儲存針對具有以複數個已知加工條件加工後之複數個圖案的基板，顯示檢測之該第 1 檢測訊號與該已知複數個加工條件之關係的第 1 基準資料、及顯示檢測之該第 2 檢測訊號與該已知複數個加工條件之關係的第 2 基準資料，且根據來自進行表面檢查之基板圖案之該第 1 檢測訊號與該第 1 基準資料的一致度、及來自該圖案之該第 2 檢測訊號與該第 2 基準資料的一致度，求出聚焦狀態。

又，本發明之曝光管理方法，係將以上述檢查方法所

得之檢查結果傳遞至該曝光裝置。

又，本發明之半導體元件，係經以上述檢查方法檢查過之製程製造。

又，本發明之檢查裝置係檢查曝光裝置之曝光時支承基板之基板支承部，其具備：檢測部，對以該曝光裝置曝光後之基板表面照射照明光，檢測來自該被照射之表面之圖案的反射光；聚焦狀態運算部，從以該檢測部檢測之該反射光之檢測結果，求出使該基板之圖案曝光時之聚焦狀態；以及檢查部，從以該聚焦狀態運算部求出之聚焦狀態，檢查該基板支承部。

又，上述構成之檢查裝置中，該檢查部係檢查該基板支承部之凸狀態或該支承部與該基板間之間隔。

又，上述構成之檢查裝置中，該聚焦狀態運算部係從複數個區域之圖案之聚焦狀態，進行聚焦狀態之繪圖。

又，上述構成之檢查裝置中，該檢測部可檢測從位於既定區域內之該圖案往第 1 方向行進之第 1 光對應之第 1 檢測訊號、與往該第 1 方向不同之第 2 方向之第 2 光對應之第 2 檢測訊號；並進一步具備記憶部，係儲存針對具有以複數個已知加工條件加工後之複數個圖案的基板，顯示檢測之該第 1 檢測訊號與該已知複數個加工條件之關係的第 1 基準資料、及顯示檢測之該第 2 檢測訊號與該已知複數個加工條件之關係的第 2 基準資料；該聚焦狀態運算部係根據來自進行表面檢查之基板圖案之該第 1 檢測訊號與該第 1 基準資料的一致度、及來自該圖案之該第 2 檢測訊

號與該第 2 基準資料的一致度，求出聚焦狀態。

又，該檢測部具備插拔自如的設在照明該基板之照明光之光路、使該照明光中之 s 偏光成分透射的照明側偏光濾光器，或插拔自如的設在第 1 或第 2 繞射光之光路、使該第 1、第 2 繞射光中之 s 偏光成分透射的受光側偏光濾光器。

又，本發明之曝光系統，具備上述檢查裝置、該曝光裝置、以及將該檢查部之檢查結果從該檢查裝置傳榨該曝光裝置之傳遞部。又，前述曝光裝置可以是對該基板透過液體使該既定圖案曝光的液浸型曝光裝置。又，前述曝光裝置可具備清掃該基板支承部之清掃構件，根據該檢查部之該檢查結果清掃該基板支承部。

發明效果

根據本發明，由於可判斷附著在曝光裝置中之基板支承部(基板支承面)之異物是否會影響基板之曝光結果，因此與先前相較，能以更適當之時機進行基板支承部之清掃，而能提升製造時之良率。

【實施方式】

以下，參照圖式說明本發明之較佳實施形態。本實施形態之曝光載台檢查系統，具備在塗有抗蝕劑之晶圓 10 表面投影曝光出既定光罩圖案(重複圖案)的曝光裝置 100、以及經由曝光裝置 100 進行之曝光製程及顯影裝置進行之顯影製程等後對表面形成了重複圖案之晶圓進行檢查的表面檢查裝置 1。

首先，參圖 1 說明曝光裝置 100 之構成。曝光裝置 100，具備照明系 110、標線片載台 120、投影單元 130、局部液浸裝置 140、載台裝置 150、清掃裝置 160 及主控制裝置 200。又，以下之說明中，將圖 1 中所示之箭頭 X、Y、Z 之方向分別設為 X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向。

照明系 110，雖省略詳細圖示，但具有光源、具備光學積分器等之照度均一化光學系、以及具備標線片遮簾等之照明光學系，藉由照明光(曝光用光)以略均一之照度照明以標線片遮簾規定之標線片 R 上的狹縫狀照明區域。照明光係使用例如 ArF 準分子雷射光(波長 193nm)。

於標線片載台 120 上，例如以真空吸附方式固定保持有既定圖案(例如線圖案)形成在其圖案面(圖 1 中之下面)的標線片(光罩)R。標線片載台 120 可藉由例如具備線性馬達等之標線片載台驅動裝置 121 在 XY 平面內移動及繞 Z 軸之微小旋轉，並以既定掃描速度移動於掃描方向(此處為 Y 軸方向)。

標線片載台 120 之 XY 平面內之位置資訊(包含繞 Z 軸旋轉方向之旋轉資訊)係透過設在標線片載台 120 具有與 Y 軸正交之反射面的第 1 反射鏡 123 及具有與 X 軸正交之反射面的第 2 反射鏡(未圖示)，以標線片干涉儀 125 加以檢測。以標線片干涉儀 125 檢測之該位置資訊被送至主控制裝置 200，主控制裝置 200 根據該位置資訊透過標線片載台驅動裝置 121 控制標線片載台 120 之位置(及移動速度)。

投影單元 130 配置在標線片載台 120 下方，具有鏡筒

131與被保持在鏡筒131內之投影光學系135。投影光學系135具有沿照明光之光軸AX排列之複數個光學元件(透鏡要件)，為兩側遠心且具有既定投影倍率(例如1／4倍、1／5倍或1／8倍等)。因此，當以從照明系110射出之照明光照明標線片R上之照明區域時，藉由透射過圖案面與投影光學系135之物體面略一致配置之標線片R的照明光，透過投影光學系135將該照明區域內之標線片R之圖案之縮小像，形成於配置在投影光學系135像面側之半導體晶圓10(以下，稱晶圓10)上的曝光區域(與標線片R上之照明區域共軛之區域)。

於曝光裝置100，為進行液浸方式之曝光而設有局部液浸裝置140。局部液浸裝置140，具有液體供應裝置141、液體回收裝置142、液體供應管143、液體回收管144及嘴單元145。嘴單元145，係以圍繞構成投影光學系135之最像面側(晶圓側)之光學元件、此處係圍繞保持前端透鏡136之鏡筒131之下端部周圍的方式，被支承在保持投影單元130之未圖示的框架構件(構成曝光裝置100之框架構件)。又，嘴單元145，如圖1所示，被設定為其下端面與前端透鏡136之下端面成大致同一面。

液體供應裝置141，雖省略詳細圖示，但具有貯存液體之儲液槽(tank)、加壓泵、溫度控制裝置、與用以控制液體流量之閥，透過液體供應管143連接於嘴單元145。液體回收裝置142，雖省略詳細圖示，但具有貯存回收之液體的儲液槽、吸引泵、與用以控制液體流量之閥，透過液體回收

管 144 連接於嘴單元 145。

液體供應裝置 141 及液體回收裝置 142 係以主控制 200 加以驅動控制。主控制裝置 200，控制液體供應裝置 141 透過液體供應管 143 將液體(例如純水)供應至前端透鏡 136 與晶圓 10 之間，並控制液體回收裝置 142 透過液體回收管 144 從前端透鏡 136 與晶圓 10 之間回收液體。此時，主控制裝置 200 係以供應之液體量與回收之液體量恆相等之方式，控制液體供應裝置 141 及液體回收裝置 142。因此，前端透鏡 136 與晶圓 10 之間，恆替換保持有一定量之液體，據此形成液浸區域(液浸空間)。如上所述，曝光裝置 100，藉由將照明光透過形成液浸區域之液體照射於晶圓 10，進行對晶圓 10 之曝光。

晶圓載台 150 係藉由未圖示之空氣滑件以具有數 μm 程度間隙被懸浮支承在基座構件 105 上方，藉由具備線性馬達等之晶圓載台驅動裝置 151，沿基座構件 105 上面在 XY 平面內移動。

於晶圓載台 150 上部設有晶圓桌台 152，於此晶圓桌台 152 上固定有以真空吸附方式保持晶圓 10 之晶圓保持具 153。於晶圓保持具 153 上面之晶圓支承面，雖省略詳細圖示，但形成有複數圓形狀之吸附槽，此等吸附槽透過吸氣管連接於由外部之真空泵等構成之吸引裝置，以此吸引裝置將晶圓支承面與晶圓 10 背面之間之空間作成負壓，據以將晶圓 10 保持在晶圓保持具 153 之晶圓支承面上。此外，於投影單元 130 之側方，設有用以檢測晶圓 10 之對準標記

之位置的對準裝置(未圖示)，以此對準裝置進行晶圓 10 之對準。

晶圓載台 151 之 XY 平面內之位置資訊係透過設在晶圓桌台 152 側面之反射面(反射鏡)，以雷射干涉儀 155 加以檢測。以雷射干涉儀 155 檢測之該位置資訊被送至主控制裝置 200，主控制裝置 200 根據該位置資訊透過晶圓載台驅動裝置 151 控制晶圓載台 150 之位置(及移動速度)。

在以上述方構成之曝光裝置 100，當以從照明系 110 射出之照明光照明標線片 R 上之照明區域時，藉由透射過其圖案面與投影光學系 135 之物體面略一致配置之標線片 R 的照明光，透過投影光學系 135 及形成在局部液浸裝置 140 之液浸區域之液體，將該照明區域內之標線片 R 之圖案之縮小像，形成在保持於晶圓載台 150 上、被配置在投影光學系 135 像面側之晶圓 10 上的曝光區域(與標線片 R 上之照明區域共軛之區域)。接著，藉由標線片載台 120 與晶圓載台 150 的同步驅動，相對照明區域使標線片 R 移動於掃描方向(Y 軸方向)並相對曝光區域使晶圓 10 移動於掃描方向(Y 軸方向)，據以進行晶圓 10 上之一個照射區域之掃描曝光，將標線片 R 之圖案轉印至該照射區域。

當以此方式對多數片晶圓 10 進行曝光後，從塗布在晶圓 10 之光阻剝落之抗蝕劑殘渣殘滓等之異物將會附著在晶圓保持具 153 之晶圓支承面上，該異物逐漸變大，當將晶圓 10 裝載保持於其上時，會因該異物使晶圓 10 之曝光面平面度局部的惡化，而成為晶圓各照射區域之位置偏移誤

差及聚焦誤差的原因。為此，曝光裝置 100 具備用以除去晶圓保持具 153 上之異物的清掃裝置 160。

清掃裝置 160，具備在投影單元 130 之側方與晶圓保持具 153 之晶圓支承面對向配置之清掃構件 161、使清掃構件 161 分別移動於 X 軸、Y 軸及 Z 軸方向之移動機構 162、透過吸引管 163 進行吸引之吸引裝置 164、以及控制清掃裝置 160 全體之作動之清掃控制裝置 165。於清掃構件 161 之下面的保持具清掃面形成有吸引口 161a，此吸引口 161a 透過吸引管 163 連接於由真空泵及異物過濾器等構成之吸引裝置 164。移動機構 162 被支承在構成曝光裝置 100 之框架構件(未圖示)。

移動機構 162 及吸引裝置 164 被清掃控制裝置 165 加以驅動控制。清掃控制裝置 165 根據來自主控制裝置 200 之控制資訊控制移動機構 162 之作動，使清掃構件 161 之保持具清掃面接觸(使移動於 Z 軸方向)位在清掃構件 161 下方之晶圓保持具 153 之晶圓支承面，並使清掃構件 161 在 XY 平面內相對晶圓保持具 153 移動。又，此時，清掃控制裝置 165 係控制吸引裝置 164 之作動透過吸引管 163 將清掃構件 161 之吸引口 161a 近旁空間作成負壓，據以吸引除去晶圓保持具 153 上之異物。

於此曝光裝置 100，使用清掃裝置 160 之晶圓保持具 153 之晶圓支承面之清掃作動，係在經以曝光裝置 100 實施之曝光步驟、以顯影裝置(未圖示)實施之顯影步驟等後，根據實施之該晶圓 10 之表面檢查結果來進行。以下，針對進

行晶圓 10 之表面檢查之表面檢查裝置 1 加以說明。

表面檢查裝置 1，如圖 2 所示，具備支承略圓盤形之晶圓 10 之檢查載台 5，以未圖示之搬送裝置搬送來之晶圓 10 被裝載於檢查載台 5 上並以真空吸附方式加以固定保持。檢查載台 5 以晶圓 10 之旋轉對稱軸(檢查載台 5 之中心軸)為旋轉軸將晶圓 10 支承為能旋轉(在晶圓 10 表面內之旋轉)。又，檢查載台 5 能以通過晶圓 10 表面之軸(傾斜軸)為中心使晶圓 10 傾斜(傾動)，而能調整照明光之入射角。

表面檢查裝置 1，另具備使照明光成為平行光照射於被支承在檢查載台 5 之晶圓 10 表面的照明系 20、用以將受到照明光照射時來自晶圓 10 全面之反射光及繞射光等加以集光的受光系 30、接收以受光系 30 集光之光以檢測晶圓 10 表面之像的攝影裝置 35、影像處理部 40、檢查部 50。照明系 20 具有射出照明光的照明單元 21、將從照明單元 21 射出之照明光反射向晶圓 10 表面的照明側凹面鏡 25。照明單元 21 具有金屬鹵素燈及水銀燈等的光源部 22、從來自光源部 22 之光中抽出具既定波長之光並調節強度的調光部 23、將來自調光部 23 之光作為照明光導向照明側凹面鏡 25 的導光光纖 24。

來自光源部 22 之光通過調光部 23，具有既定波長(例如 248nm 之波長)之照明光從導光光纖 24 往照明側凹面鏡 25 射出，從導光光纖 24 射出向照明側凹面鏡 25 之照明光由於導光光纖 24 之射出部係配置在照明側凹面鏡 25 之焦點面，因此藉由照明側凹面鏡 25 成為平行光束照射於被保

持在檢查載台 5 之晶圓 10 表面。又，對晶圓 10 之照明光入射角與出射角之關係，可藉由使檢查載台 5 繞前述傾斜軸傾斜(傾動)以使晶圓 10 之裝載角度變化來加以調整。

又，導光光纖 24 與照明側凹面鏡 25 之間以可插入或拔出於光路之方式設有照明側偏光濾光器 26，如圖 2 所示，在將照明側偏光濾光器 26 從光路上拔去之狀態下進行利用繞射光之檢查(以下為方便起見，稱繞射檢查)，如圖 3 所示，在照明側偏光濾光器 26 插入光路上之狀態下進行利用偏光(構造性複折射形成之偏光狀態之變化)之檢查(以下為方便起見，稱 PER 檢查)(關於照明側偏光濾光器 26 之詳情留待後述)。

來自晶圓 10 表面之出射光(繞射光或反射光)被受光系 30 加以集光。受光系 30 係以對向於檢查載台 5 配設之受光側凹面鏡 31 為主體構成，以受光側凹面鏡 31 集光之出射光(繞射光或反射光)到達攝影裝置 35 之攝影面上，成像出晶圓 10 之像。

此外，於受光側凹面鏡 31 與攝影裝置 35 之間以能插入或拔出於光路上之方式設有受光側偏光濾光器 32，如圖 2 所示，在將受光側偏光濾光器 32 從光路上拔去的狀態下進行繞射檢查，如圖 3 所示，在將受光側偏光濾光器 32 插入光路上之狀態下進行 PER 檢查(關於受光側偏光濾光器 32 之詳情留待後述)。

攝影裝置 35 將形成在攝影面上之晶圓 10 表面之像加以光電轉換而生成影像訊號，將影像訊號輸出至影像處理

部 40。影像處理部 40 根據從攝影裝置 35 輸入之晶圓 10 之影像訊號生成晶圓 10 之數位影像。於影像處理部 40 之內部記憶體(未圖示)中，預先儲存有良品晶圓之影像資料，影像處理部 40 在生成晶圓 10 之影像(數位影像)後，即將晶圓 10 之影像資料與良品晶圓之影像資料後加以比較，檢查部 50 檢查晶圓 10 表面是否有缺陷(異常)。接著，影像處理部 40 及檢查部 50 之檢查結果及此時之晶圓 10 之影像以未圖示之影像顯示裝置加以輸出顯示。又，影像處理部 40 可利用晶圓影像求出曝光裝置 100 之聚焦變動狀態(詳情後述)。

此處，晶圓 10 係以曝光裝置 100 對最上層之抗蝕膜投影曝光出既定光罩圖案，以顯影裝置(未圖示)進行顯影後，使用未圖示之搬送裝置將其從未圖示之晶圓匣或從顯影裝置搬送至檢查載台 5 上。此時，晶圓 10 係在以晶圓 10 之圖案或外緣部(notch 或 orientation flat 等)為基準進行了對準的狀態下，搬送至檢查載台 5 上。又，於晶圓 10 表面，如圖 4 所示，縱橫(於圖 4 中之 XY 方向)排列有複數個晶片區域 11，於各晶片區域 11 中，作為半導體圖案形成有線(line)圖案或窗(hole)圖案等之重複圖案 12。此外，曝光裝置 100 係前述步進掃描方式之曝光裝置，透過纜線等與本實施形態之表面檢查裝置 1 之訊號輸出部(未圖示)電性連接，可根據來自表面檢查裝置 1 之資料(訊號)進行曝光控制之調整。

欲使用以上述方式構成之表面檢查裝置 1 進行晶圓 10 表面之繞射檢查時，首先，如圖 2 所示，從光路上拔去照明側偏光濾光器 26 及受光側偏光濾光器 32，以未圖示之搬

送裝置將晶圓 10 搬送至檢查載台 5 上。於搬送途中已使用未圖示之對準機構取得形成在晶圓 10 表面之圖案之位置資訊，可將晶圓 10 以既定方向裝載於檢查載台 5 上之既定位置。

其次，旋轉檢查載台 5 以使在晶圓 10 表面上之照明方向與圖案之反覆方向一致之方式(若係線圖案之情形時，以照明方向對線成正交之方式)，並設圖案之間距為 P、照射於晶圓 10 表面之照明光之波長為 λ、照明光之入射角為 θ1、n 次繞射光之出射角為 θ2 時，根據惠更斯原理(Huygens' principle)，以滿足下述式 1 之方式進行設定(使載台 5 傾斜)。

[式 1]

$$P = n \times \lambda / \{ \sin(\theta 1) - \sin(\theta 2) \} \quad \cdots (1)$$

其次，以照明系 20 將照明光照射於晶圓 10 表面。以此種條件將照明光照射於晶圓 10 表面時，來自照明單元 21 之光源部 22 之光通過調光部 23，具有既定波長(例如 248nm 之波長)之既定強度之照明光從導光光纖 24 往照明側凹面鏡 25 射出，被照明側凹面鏡 25 反射之照明光成為平行光束照射於晶圓 10 表面。於晶圓 10 表面繞射之繞射光被受光側凹面鏡 31 集光後到達攝影裝置 35 之攝影面上，形成晶圓 10 之像(繞射像)。

攝影裝置 35 將形成在攝影面上之晶圓 10 表面之像予以光電轉換生成影像訊號，將影像訊號輸出至影像處理部 40。影像處理部 40 根據從攝影裝置 35 輸入之晶圓 10 之影像訊號，生成晶圓 10 之數位影像(以下，為方便起見，將基

於繞射光之晶圓 10 之數位影像稱為繞射影像)。又，影像處理部 40 在生成晶圓 10 之繞射影像後即比較晶圓 10 之影像資料與良品晶圓之影像資料並將結果送至檢查部 50，檢查部 50 檢查晶圓 10 表面有無缺陷(異常)、以及聚焦狀態(曝光圖案時之對焦狀態)。接著，將影像處理部 40 及檢查部 42 之檢查結果及此時之晶圓 10 之繞射影像以未圖示之影像顯示裝置輸出顯示。此外，在易受到底層影響之情形時，可藉由在照明系 20 配置使照明光成為 s 偏光之照明側偏光濾光器 26，以 s 偏光進行照明即能降低底層之影響。在此種情形時，受光側偏光濾光器 32 係從光路拔去的狀態。

接著，說明以表面檢查裝置 1 進行晶圓 10 表面之 PER 檢查之情形。又，重複圖案 12，如圖 5 所示，係假設為複數個線部 2A 沿其短邊方向(X 方向)以一定間距 P 排列之抗蝕圖案(線圖案)。此外，相鄰線部 2A 彼此之間為空間部 2B。並將線部 2A 之排列方向(X 方向)稱為「重複圖案 12 重複方向」。

此處，設重複圖案 12 中線部 2A 之線寬 D_A 之設計值為間距 P 之 1／2。若重複圖案 12 形成的如設計值時，線部 2A 之線寬 D_A 與空間部 2B 之線寬 D_B 會相等，線部 2A 與空間部 2B 之體積比約略為 1：1。相對於此，當形成重複圖案 12 時之曝光聚焦偏離最適值時，間距 P 雖不改變，但線部 2A 之線寬 D_A 會與設計值不同、且與空間部 2B 之線寬 D_B 亦不同，線部 2A 與空間部 2B 之體積比即從約 1：1 偏離。

PER 檢查，係利用在上述重複圖案 12 之線部 2A 與空

間部 2B 間之體積比變化來進行重複圖案 12 之異常檢查。又，為簡化說明，設理想的體積比(設計值)為 1：1。體積比之變化係起因於曝光聚焦偏離最適值，會出現於晶圓 10 之每一照射區域。此外，亦可將體積比另稱為剖面形狀之面積比。

PER 檢查中，如圖 3 所示，照明側偏光濾光器 26 及受光側偏光濾光器 32 係插入光路上。又，進行 PER 檢查時，檢查載台 5 係使晶圓 10 傾斜成能以受光系 30 接收來自被照明光照射之晶圓 10 之正反射光的傾斜角度，並停止於既定旋轉位置，如圖 65 所示，將晶圓 10 之重複圖案 12 之重複方向保持成相對在晶圓 10 表面之照明光(直線偏光 L)之振動方向傾斜約 45 度。根據發明人等之發現，在使晶圓 10 之重複圖案 12 之重複方向相對在晶圓 10 表面之照明光(直線偏光 L)之振動方向傾斜約 45 度時，可使重複圖案 12 之檢查之光量最高。此外，根據發明人等之發現，在使晶圓 10 之重複圖案 12 之重複方向相對在晶圓 10 表面之照明光(直線偏光 L)之振動方向設定為傾斜約 22.5 度或約 67.5 度的話，可提高檢查之感度。當然，不限於此等角度，可設定為任意角度方向。

照明側偏光濾光器 26 配置在導光光纖 24 與照明側凹面鏡 25 之間，且其透射軸被設定於既定方位，根據透射軸從來自照明單元 21 之光中抽出直線偏光。此時，由於導光光纖 24 之射出部係配置在照明側凹面鏡 25 之焦點位置，因此照明側凹面鏡 25 使透射過照明側偏光濾光器 26 之光

成為平行光束，照射於基板之晶圓 10。如上所述，從導光光纖 24 射出之光透過照明側偏光濾光器 26 及照明側凹面鏡 25 成為 p 偏光之直線偏光 L(參照圖 5)，作為照明光照射於晶圓 10 之表面全體。

此時，直線偏光 L 之進行方向(到達晶圓 10 表面上任意點之直線偏光 L 之主光線的方向)與光軸略平行，因此直線偏光 L 於晶圓 10 之各點之入射角度為平行光束而彼此相同。又，由於射入晶圓 10 之直線偏光 L 為 p 偏光，因此如圖 6 所示，在重複圖案 12 之重複方向對直線偏光 L 之入射面(在晶圓 10 表面之直線偏光 L 之進行方向)設定為 45 度之角度之場合，在晶圓 10 表面之直線偏光 L 之振動方向與重複圖案 12 之重複方向所夾角度，亦設定為 45 度。換言之，直線偏光 L 係在直線偏光 L 於晶圓 10 表面之振動方向對重複圖案 12 之重複方向傾斜 45 度之狀態下，以斜向切過重複圖案 12 之方式射入重複圖案 12。

於晶圓 10 表面反射之正反射光，被受光系 30 之受光側凹面鏡 31 集光後到達攝影裝置 35 之攝影面上，此時，因在重複圖案 12 之構造性複折射使直線偏光 L 之偏光狀態變化。受光側偏光濾光器 32 配置在受光側凹面鏡 31 與攝影裝置 35 之間，受光側偏光濾光器 32 之透射軸之方位設定為對上述照明側偏光濾光器 26 之透射軸成正交(正交偏光(cross nicol)的狀態)。因此，藉由受光側偏光濾光器 32，可使來自晶圓 10(重複圖案 12)之正反射光中振動方向與直線偏光 L 成略直角之偏光成分(例如 s 偏光成分)通過，導向

攝影裝置35。其結果，於攝影裝置35之攝影面形成對來自晶圓10之正反射光中振動方向與直線偏光L成略直角之偏光成分形成之晶圓10之反射像。又，亦可藉由將受光側偏光濾光器32作成能以光軸為中心旋動，調整成橢圓偏光化之正反射光之短軸方向與受光側偏光濾光器32之透射軸一致，來提升感度。此場合下調整角度亦為數度，在正交的範圍。

欲以表面檢查裝置1進行晶圓10表面之PER檢查時，首先，如圖3所示將照明側偏光濾光器26及受光側偏光濾光器32插入光路上，使用未圖示之搬送裝置將晶圓10搬送至檢查載台5上。又，已於搬送途中以未圖示之對準機構取得形成在晶圓10表面之圖案之位置資訊，因此能將晶圓10以既定方向裝載於檢查載台5上之既定位置。此時，檢查載台5係使晶圓10傾斜成來自照明光照射之晶圓10之正反射光能以受光系30受光之傾斜角度，並保持成於既定旋轉位置停止，使在晶圓10之重複圖案12之重複方向對在晶圓10表面之照明光(直線偏光L)之振動方向斜向45度。

接著，以照明系20將照明光照射於晶圓10表面。以此種條件將照明光照射於晶圓10表面時，從照明單元21之導光光纖24射出之光透過照明側偏光濾光器26及照明側凹面鏡25成為p偏光之直線偏光L，作為照明光照射於晶圓10之表面全體。於晶圓10表面反射之正反射光被受光側凹面鏡31集光後到達攝影裝置35之攝影面上，成像

出晶圓 10 之像(反射像)。

此時，因在重複圖案 12 之構造性複折射使直線偏光 L 之偏光狀態變化，受光側偏光濾光器 32 可使來自晶圓 10(重複圖案 12)之正反射光中振動方向與直線偏光 L 成略直角之偏光成分通過(亦即，抽出直線偏光 L 之偏光狀態之變化)，以導至攝影裝置 35。其結果，於攝影裝置 35 之攝影面，形成由來自晶圓 10 之正反射光中振動方向與直線偏光 L 成略直角之偏光成分形成之晶圓 10 之反射像。

又，所謂訊號強度，係指繞射效率、強度比、能量比等與以攝影裝置 35 之攝影元件檢測之光對應之訊號強度。此外，不限於上述繞射檢查及 PER 檢查，亦可進行基於來自晶圓 10 表面之正反射光之檢查(以下，為方便起見，稱正反射檢查)。進行正反射檢查之情形時，影像處理部 40 生成基於來自晶圓 10 表面之正反射光之數位影像(以下，為方便起見，稱正反射影像)，根據生成之晶圓 10 之正反射影像檢查晶圓 10 表面有無缺陷(異常)。

又，影像處理部 40 可利用在每一照射使曝光裝置 100 之聚焦偏移量變化的條件進行曝光並顯影之晶圓的影像，求出曝光裝置 100 之以繞射光形成之聚焦曲線(顯示聚焦偏移量與訊號強度之關係的曲線)。利用此聚焦曲線，求出在每一照射內之微小區域繞射光之訊號強度為極大的聚焦偏移量的話，即能求出以曝光裝置 100 投影曝光之光罩圖案像面的傾斜。又，根據發明人等之了解，繞射光之情形時，若將線與空間之佔空率(duty ratio)設定為相對線 1 而空間

為 10 以上的話，訊號強度為極大之聚焦偏移量即最佳聚焦。

接著，針對求出以曝光裝置 100 投影曝光之光罩圖案像面傾斜之方法，參照圖 7 所示流程圖加以說明。首先，使曝光裝置 100 之聚焦偏移量(已知)變化以作成形成有重複圖案之晶圓(步驟 S101)。此時，於每一曝光照射變化聚焦偏移量，設定複數個相同聚焦偏移量之照射並將其分散配置，進行曝光顯影。以下，將此種晶圓稱為條件變更晶圓 10a(參照圖 8 及圖 9)。

此處，之所以使聚焦偏移量變化成矩陣狀，例如，其目的係為了抵消例如晶圓之中央側與外周側之間產生之抗蝕條件的差異、及掃描曝光時所謂左右差等之影響。又，晶圓上形成之抗蝕膜(光阻)多以旋轉塗布方式形成，隨著抗蝕劑原液因旋轉而展開，其中溶劑成分揮發使黏度上升而有膜漸厚之傾向，在晶圓之中央側與外周側之間產生抗蝕條件之差異。此外，所謂左右差，係指例如在設掃描方向為 X 方向之情形時，標線片一邊往＋X 方向移動(晶圓王－X 方向移動)一邊曝光時、與標線片一邊往－X 方向移動(晶圓往＋X 方向移動)一邊曝光時之差。

條件變更晶圓 10a，如圖 8 所示，將聚焦偏移量以 25nm 之刻度分為－175nm～＋200nm 的 16 階段。又，於圖 8 之各照射中，係顯示以 25nm 刻度變更之聚焦偏移量的階段(1 為－175nm，數字每增加 1 即增加＋25nm，16 為＋200nm)，階段相同而掃描方向為相反方向之情形時，則賦予「´」之記號。例如，可將以相同聚焦偏移量進行之曝光，設定於

標線片移動＋X方向／中央側一照射、標線片移動＋X方向／外周側一照射、標線片移動－X方向／中央側一照射、以及標線片移動－X方向／外周側一照射的四個位置。又，例如，亦可將以相同聚焦偏移量進行之曝光，以條件變更晶圓 10a 之中心為對稱軸，設定於標線片移動＋X方向／外周側二個照射、標線片移動－X方向／外周側二個照射的四個位置。圖 8 例中，係以此方式將聚焦偏移量分為 16 階段、以各聚焦偏移量四照射的合計 64 照射來製作條件變更晶圓 10a。

又，亦可製作複數片條件變更晶圓，以求出聚焦曲線。此場合，各條件變更晶圓之每一聚焦偏移量之照射配置，最佳是設定為能抵消聚焦偏移以外之條件造成的影響。

當作成條件變更晶圓 10a 時，即與繞射檢查之情形同樣的，將條件變更晶圓 10a 搬送至檢查載台 5 上(步驟 S102)。其次，與繞射檢查之情形同樣的，以照明系 20 將照明光照射於條件變更晶圓 10a 表面，由攝影裝置 35 將條件變更晶圓 10a 之繞射像予以光電轉換而生成影像訊號，並將影像訊號輸出至影像處理部 40(步驟 S103)。此時，針對條件變更晶圓 10a，利用經曝光之光罩圖案之資訊或繞射條件搜尋(search，在正反射以外之角度範圍使檢查載台 5 傾斜，以測量繞射光強度)求出繞射條件，以能獲得繞射光之方式進行與繞射檢查之情形時相同的設定。

其次，影像處理部 40 根據從攝影裝置 35 輸入之條件變更晶圓 10a 之影像訊號生成條件變更晶圓 10a 之繞射影

像，在聚焦偏移量相同之每一照射以像素單位(各照射之對應部分之像素彼此間)進行訊號強度之平均化(步驟 S104)。又，針對於繞射檢查被判斷為缺陷之部分，則從前述平均化之對象排除。接著，影像處理部 40，針對進行了平均化(亦即，聚焦偏移量彼此不同)之所有照射，如圖 9 所示，分別求出在設定於照射內之複數個設定區域(以小的長方形圍繞的區域)A 之訊號強度的平均值(以下，為方便起見，稱平均輝度)(步驟 S105)。又，條件變更晶圓 10a，由於係就每一照射變化曝光裝置 100 之聚焦偏移量，因此能從照射之位置求出聚焦偏移量，在以不同聚焦偏移量曝光之各個照射內之同位置之設定區域 A，平均輝度視聚焦偏移量而變化。

其次，影像處理部 40，如圖 10 所示，就求出了平均輝度之每一設定區域 A，求出顯示在(聚焦偏移量互異之)各照射中同位置之設定區域 A 的平均輝度、及與此對應之聚焦偏移量之關係的圖、亦即求出聚焦曲線(步驟 S106)。當求出聚焦曲線時，影像處理部 40 即分別求出聚焦曲線之近似曲線(步驟 S107)。又，於近似曲線之式，以使用 4 次式較佳。此處求出之聚焦曲線，適當的稱為基準聚焦曲線。不過，作為近似曲線之式，可視需要採用其他任意之函數形(例如 3 次式等)。

其次，影像處理部 40 求出在聚焦曲線之近似曲線中平均輝度為極大的聚焦偏移量(步驟 S108)。例如，若係圖 11(a)所示之聚焦曲線之情形時，平均輝度為極大之聚焦偏移量為 2.5nm。又，若係例如圖 11(b)所示之聚焦曲線之情形時，

平均輝度為極大之聚焦偏移量為－14.5nm。此時，就各設定區域A之每一個求出平均輝度為極大之聚焦偏移量(步驟S109)。如此，如圖12所示，即能求出在照射內、繞射光之平均輝度為極大的聚焦偏移量分布。

據此，即能根據在照射內之繞射光的平均輝度為極大的聚焦偏移量分布，即能分別求出以曝光裝置100曝光之在狹縫(光)長邊方向之聚焦偏移量的傾斜(亦即，像面的傾斜量)、及曝光裝置100之標線片載台與晶圓載台在掃描方向之聚焦偏移量的傾斜(近似的)。又，即使繞射光之平均輝度為極大的聚焦偏移量不是最佳聚焦，由於照射內之圖案分別是近似的故聚焦偏移量與繞射光之平均輝度的關係相同，像面之傾斜為各成像點之相對位置關係，因此藉求取平均輝度之極大值即能求得像面之傾斜。以此方式求得之像面之傾斜，在轉換為例如像面彎曲率及最大最小值、對角方向之傾斜等曝光裝置100可接受之參數後，從影像處理部40經由訊號輸出部(未圖示)輸出至曝光裝置100，反映於以曝光裝置100進行之曝光。又，本實施形態中之像面傾斜，係指曝光裝置100之投影透鏡形成之投影像的像面傾斜與標線片載台及晶圓載台之行走誤差造成之對晶圓上光阻層之綜合性的像面傾斜。

進一步的，影像處理部40可從檢查對象之晶圓10之繞射影像，求出以曝光裝置100進行曝光時之聚焦狀態、具體的而言，可求出對晶圓10表面全體之曝光裝置100之聚焦的變動狀態。接著，針對求出以曝光裝置100進行曝

光時之聚焦狀態的方法，一邊參照圖 13 所示之流程圖一邊加以說明。首先，使曝光裝置 100 之聚焦偏移量及劑量(曝光量)變化為矩陣狀以作成形成有重複圖案之條件變更晶圓 10b(參照圖 14)(步驟 S201)。此時，例如，係將對條件變更晶圓 10b 中心之曝光照射以最佳聚焦及最佳劑量進行，於橫方向排列之每一曝光照射變化聚焦偏移量、並於縱方向排列之每一曝光照射變化劑量進行曝光、顯影。

當作成條件變更晶圓 10b 時，即拍攝以取得條件變更晶圓 10b 之繞射影像(步驟 S202)。欲拍攝取得條件變更晶圓 10b 之繞射影像時，與繞射檢查之情形同樣的，首先，將條件變更晶圓 10b 搬送至檢查載台 5 上。其次，以照明系 20 對條件變更晶圓 10b 表面照射照明光，由攝影裝置 35 將條件變更晶圓 10b 之繞射像予以光電轉換生成影像訊號後，將影像訊號輸出至影像處理部 40。接著，影像處理部 40 從攝影裝置 35 輸入之條件變更晶圓 10b 之影像訊號，生成條件變更晶圓 10b 之繞射影像。此時，針對複數之圖案間距、複數之照明波長、複數光之入射角及出射角，亦即針對複數個繞射條件，分別拍攝以取得條件變更晶圓 10b 之繞射影像。

又，於條件變更晶圓 10b 之重複圖案若有底層或下層不均之情形時，使用短波長(例如 248nm 及 313nm 等)之照明光的話，可較不易受到底層的影響。此外，為獲得 s 偏光之照明光而將透射軸設定於既定方位之照明側偏光濾光器 26 插入光路上，亦可較不易底層之影響。又，為了能僅接

收 s 偏光形成之繞射光而將透射軸設定於既定方位之受光側偏光濾光器 32 插入光路上，亦可較不易受底層之影響。

當攝得條件變更晶圓 10b 之繞射影像時，影像處理部 40 即對以複數個繞射條件分別攝得之每一繞射影像，分別求出各照射之訊號強度(步驟 S203)。此時，係以同一照射內之訊號強度的平均作為各照射之訊號強度。如此，即能除去像面傾斜之影響。

其次，影像處理部 40 針對以複數個繞射條件(不同繞射次數或不同波長)分別攝得之繞射影像，求出就每一不同劑量、(劑量彼此相同而聚焦偏移量不同)顯示各照射之訊號強度及與此對應之聚焦偏移量之關係的圖表、亦即聚焦曲線(為與測量像面傾斜時求出之基準聚焦曲線區別，以下，適當的稱樣本聚焦曲線)(步驟 S204)。據此，即能就每一不同劑量，求出分別對應複數個繞射條件之複數個樣本聚焦曲線。又，此時，與基準聚焦曲線之情形同樣的，分別求出樣本聚焦曲線之近似曲線。根據發明人之了解，在此種場合，於近似曲線之式中，亦以使用 4 次式較佳。不過，作為近似曲線之式，亦可視需要採用其他任意函數形(例如 3 次式等)。

其次，影像處理部 40 從複數個樣本聚焦曲線中、選擇為求出曝光時之聚焦狀態所使用之至少 2 種樣本聚焦曲線(步驟 S205)。此時，例如，選擇決定對應劑量變化及底層變化之影響少之繞射條件的三種樣本聚焦曲線(為與其他樣本聚焦曲線區別，以下，適當的稱基準樣本聚焦曲線)。選

定三種基準樣本聚焦曲線時，首先，從複數個樣本聚焦曲線中抽出對聚焦變化有感度(對聚焦變化之訊號強度變化較大)的複數個樣本聚焦曲線。其次，從對聚焦變化有感度之樣本聚焦曲線中抽出對劑量變化之感度較低的複數個樣本聚焦曲線。接著，從對聚焦變化有感度而對劑量變化低感度之樣本聚焦曲線中，選定曲線之波峰或波谷位置(聚焦偏移量)互異之三種樣本聚焦曲線作為基準樣本聚焦曲線。

如此，即能求出劑量變化及底層變化之影響少的繞射條件、及對應當該繞射條件之三種基準樣本聚焦曲線。以此方式求出之基準樣本聚焦曲線之一例顯示於圖 14。圖 14 中，與三種基準樣本聚焦曲線 D1～D3 一起，分別顯示了可得到第 1 基準樣本聚焦曲線 D1 之繞射影像 G1、可得到第 2 基準樣本聚焦曲線 D2 之繞射影像 G2、以及可得到第 3 基準樣本聚焦曲線 D3 之繞射影像 G3。又，圖 14 所示之各繞射影像 G1～G3 係使繞射條件變化而攝得之條件變更晶圓 10b 之繞射影像。當然，亦可使圖案間距及照明波長等相同而僅變化繞射光之次數來攝得各繞射影像。

當選定了三種基準樣本聚焦曲線後，影像處理部 40 即將與所決定之基準樣本聚焦曲線之近似曲線之式相關的資料作為基準資料輸出並儲存於記憶部 45(步驟 S206)。又，不限於基準樣本聚焦曲線之近似曲線之式，影像處理部 40 亦可將顯示從近似曲線之式求出之聚焦偏移量與訊號強度之關係的資料圖，作為基準資料輸出至記憶部 45 加以儲存。

又，在曝光裝置 100 為複數之情形時，即便是同種的

曝光裝置 100 亦有可能各個裝置、及在可切換複數個照明條件之情形時 NA(開口數)不同，因此，最好針對複數個曝光裝置之各個及照明條件之各個求出基準資料，將其儲存於記憶部 45。

當將與三種基準樣本聚焦曲線相關之基準資料儲存於記憶部 45 後，即拍攝並取得檢查對象之晶圓 10 的繞射影像(步驟 S207)。此時，針對與可取得基準樣本聚焦曲線之繞射影像相同之三種繞射條件，分別拍攝晶圓 10 之繞射影像。

當攝得檢查對象之晶圓 10 之繞射影像後，影像處理部 40 即從繞射影像之每一像素之訊號強度，判定對應各像素之區域是否為照射內之測量區域(步驟 S208)，將該當於間隔(street、街區)等之像素從測量對象剔除。

當判定對應各像素之區域是否為照射內之測量區域後，影像處理部 40 即從檢查對象之晶圓 10 之繞射影像求出曝光裝置 100 對晶圓 10 表面之聚焦的變動狀態(步驟 S209)。此時，利用記憶部 45 中儲存之基準資料(亦即，基準樣本聚焦曲線之近似曲線之式或資料圖)，從晶圓 10 之繞射影像之訊號強度，就每既定像素(單數或複數個像素單位)求出曝光裝置 100 對晶圓 10 表面之聚焦偏移量。又，以複數個像素單位求取聚焦偏移量之情形時，有必要將照射性散焦與異物造成之散焦加以區別。為此，求取聚焦偏移量之區域，最好是設定為較一照射(one shot)小(例如 1／10)的區域。

求取聚焦偏移量時，於記憶部45儲存有分別對應三種繞射條件之基準樣本聚焦曲線之近似曲線式(或資料圖)，因此，可從以相同條件分別攝得之晶圓10之繞射影像之訊號強度，就每既定像素分別求出聚焦偏移量。又，由於聚焦曲線為曲線，因此會有從一個繞射影像之訊號強度算出複數個聚焦偏移量之候補的情形(視條件之不同，亦有僅算出一個候補之情形)。相對於此，藉由使用曲線之波峰或波谷位置(聚焦偏移量)互異之三種基準樣本聚焦曲線 D1～D3，如圖15所示，算出之聚焦偏移量即為一個。例如，求出在各繞射條件下之訊號強度與對應此條件之近似曲線的差值平方和為最小的聚焦偏移量。又，亦可對三種繞射條件之各個就每不同劑量分別準備三種基準樣本聚焦曲線 D1～D3，採用差值平方和為最小之劑量下的聚焦偏移量。此外，亦可對在曲線之傾斜相對較大(亦即，對聚焦變化之感度相對較高)條件下之訊號強度進行加權。

據此，即能針對晶圓10全面就每一像素算出聚焦偏移量，進而判定曝光裝置 100 對晶圓 10 表面之聚焦變動狀態。又，圖15中，與三種基準樣本聚焦曲線 D1～D3 一起，分別顯示了以可得到第1基準樣本聚焦曲線 D1 之繞射條件拍攝之晶圓10之繞射影像 H1、以可得到第2基準樣本聚焦曲線 D2 之繞射條件拍攝之晶圓10之繞射影像 H2、以及以可得到第3基準樣本聚焦曲線 D3 之繞射條件拍攝之晶圓10之繞射影像 H3。

又，在差值平方和為最小之聚焦偏移量的各訊號強度

(第 1 訊號強度 K1、第 2 訊號強度 K2 及第 3 訊號強度 K3)之測定值與基準樣本聚焦曲線 D1～D3 的關係顯示於圖 16。從圖 16 可知，從以攝影裝置 35 檢測之重複圖案 12 以第 1 繞射條件形成之繞射光對應之第 1 檢測訊號(第 1 訊號強度 K1)與對應此繞射條件之第 1 基準資料(第 1 基準樣本聚焦曲線 D1)的一致度、從重複圖案 12 以第 2 繞射條件形成之繞射光對應之第 2 檢測訊號(第 2 訊號強度 K2)與對應此繞射條件之第 2 基準資料(第 2 基準樣本聚焦曲線 D2)的一致度、以及從重複圖案 12 以第 3 繞射條件形成之繞射光對應之第 3 檢測訊號(第 3 訊號強度 K3)與對應此繞射條件之第 3 基準資料(第 3 基準樣本聚焦曲線 D3)的一致度皆較高。

當針對晶圓 10 全面究每一像素求得聚焦偏移量後，檢查部 50 即檢查求得之聚焦偏移量是否異常(步驟 S210)。此時，檢查部 50，例如所求得之聚焦偏移量在既定閾值範圍內的話即判定為正常，而所求得之聚焦偏移量在既定閾值範圍外的話即判定為異常。

當檢查了聚焦偏移量有無異常後，影像處理部 40 即生成將就每一像素求出之聚焦偏移量分別轉換為在當該像素下之訊號強度的晶圓 10 之影像，與聚焦偏移量之檢查結果等一起顯示於未圖示之影像顯示裝置(步驟 S211)。又，影像顯示裝置不限於本實施形態之表面檢查裝置 1，亦可使用設在檢查裝置外部(例如半導體製造線之管理室等)並連接者。此處，將聚焦偏移量轉換為訊號強度之晶圓 10 之一影

像例顯示於圖 17。圖 17 所示之影像不限於黑白影像，亦可以彩色影像顯示。

如前所述，根據表面檢查裝置 1，影像處理部 40 根據以攝影裝置 35 檢測之第 1 檢測訊號(第 1 訊號強度 K1)與第 1 基準資料(第 1 基準樣本聚焦曲線 D1)的一致度、第 2 檢測訊號(第 2 訊號強度 K2)與第 2 基準資料(第 2 基準樣本聚焦曲線 D2)的一致度、第 3 檢測訊號(第 3 訊號強度 K3)與第 3 基準資料(第 3 基準樣本聚焦曲線 D3)的一致度，判定對晶圓 10 上之重複圖案 12 之曝光時的聚焦狀態(加工條件)。據此，即能根據以用於實際曝光之光罩圖案曝光之晶圓 10 的影像求出曝光時之聚焦狀態。

以上述方式，藉表面檢查裝置 1 進行晶圓 10 之表面檢查後，表面檢查裝置 1 之影像處理部 40，即將求出之關於曝光裝置 100 對晶圓 10 表面之聚焦變動狀態(聚焦偏移量)之資訊，輸出至曝光裝置 100(主控制裝置 200)。之後，曝光裝置 100 之主控制裝置 200 根據從表面檢查裝置 1 輸入之曝光裝置 100 之聚焦變動狀態，修正關於曝光裝置 100 之聚焦的各種設定參數，以使曝光裝置 100 對晶圓 10 表面之聚焦狀態成為一定。

根據此種曝光系統，由於係根據從表面檢查裝置 1 輸入之曝光時之聚焦狀態修正曝光裝置 100 之聚焦設定，因此能以短時間且比良好精度測量曝光時之聚焦狀態，因此能進行依據高精度聚焦狀態之修正，而更適當的進行曝光裝置 100 之聚焦設定。

又，曝光裝置 100 之主控制裝置 200，根據從表面檢查裝置 1 輸入之曝光裝置 100 之焦點值有無異常之檢查結果，判定是否要以清掃裝置 160 清掃晶圓保持具 153 之晶圓支承面。以下，參照圖 18 所示之流程圖，說明根據表面檢查裝置 1 之檢查結果判定是否進行晶圓支承面之清掃的方法(曝光載台檢查方法)。

首先，如上所述，使用表面檢查裝置 1 根據以用於實際曝光之光罩圖案曝光之晶圓 10 之影像求出曝光時之聚焦狀態(步驟 S401)，從該聚焦狀態檢查焦點值有無異常(步驟 S402)。此處，若在晶圓保持具 153 之晶圓支承面上附著有抗蝕劑殘渣等微小異物之情形下，於其上裝載保持晶圓 10 進行曝光的話，如圖 19 所示，焦點值會在該異物存在之處因異物影響而使得晶圓 10 在隆起方向散焦。

接著，根據焦點值之檢查結果，判定晶圓保持具 153 之晶圓支承面上是否有缺陷、亦即判定是否附著有異物(步驟 S403)。如上所述，由於在異物存在處因異物影響而使得晶圓 10 在隆起方向散焦，因此在判定晶圓 10 表面局部的(例如，相當於一照射之 1／10 的數像素)焦點值異常(焦點值在既定閾值範圍外)之情形時，即能判定晶圓保持具 153 之晶圓支承面上附著有異物，進一步亦能特定出晶圓保持具 153 之晶圓支承面異物的附著位置(以下，稱異物附著位置)。又，若是判定於晶圓 10 之一照射全體焦點值異常之情形時，則判斷並非異物附著造成之影響而是其他原因(例如 AF 誤差等造成之照射性散焦)，而不進行後述使用清掃裝置

160之晶圓保持具153之晶圓支承面的清掃。

當以表面檢查裝置1判定晶圓10表面局部的有焦點值之異常，判定晶圓保持具153之晶圓支承面有異物附著時，曝光裝置100即進行晶圓支承面之清掃動作(步驟S404)。主控制裝置200控制晶圓載台驅動裝置151使晶圓載台150移動至清掃裝置160下方。此時，係移動晶圓載台150使晶圓保持具153之晶圓支承面的異物附著位置位於清掃裝置160之下方。接著，主控制裝置200透過清掃控制裝置165控制移動機構162使清掃構件161之清掃面接觸於晶圓保持具153之晶圓支承面，並使清掃構件161在XY平面內相對晶圓保持具153移動。又，此時，主控制裝置200透過清掃控制裝置165控制吸引裝置164吸引除去晶圓保持具153上之異物。

又，清掃裝置160之清掃範圍可設定為清掃晶圓保持具153之晶圓支承面全面。或者，不設定為晶圓保持具153之晶圓支承面全面，而是設定為僅清掃包含晶圓支承面之異物附著位置之既定範圍，如此，即能以良好效率僅清掃晶圓支承面之必要位置，能縮短回復至曝光步驟的時間。

如前所述，曝光裝置100可根據表面檢查裝置1之檢查結果判斷附著在晶圓保持具153之晶圓支承面之異物是否影響晶圓10之曝光結果、亦即可判斷該異物是否已成為為聚焦誤差之原因。並且，在該異物被判斷為已是聚焦誤差之原因時，無須如先前般為了以清掃裝置160進行晶圓保持具153之晶圓支承面之清掃而使曝光步驟停止過多時

間，而能以適當的時機進行晶圓支承面之清掃，提升製造半導體元件時之良率。

又，當以表面檢查裝置 1 判定在複數個片晶圓 10 之相同位置有局部的焦點值異常之情形時，主控制裝置 200 可判定晶圓保持具 153 之晶圓支承面上附著有異物，藉由此種設定，可更正確的判定在晶圓保持具 153 之晶圓支承面的異物附著。

又，當以表面檢查裝置 1 判定晶圓 10 之周緣部有局部的焦點值異常之情形時，主控制裝置 200 可判定為晶圓保持具 153 之晶圓支承面有異物附著。亦即，可將主控制裝置 200 之有無異物的判定範圍，限定在晶圓之周緣部(例如，從晶圓 10 周緣數 mm 之範圍)。如本實施形態之曝光裝置 100 般的液浸曝光裝置，在曝光時晶圓周緣部近旁之異物因液體的影響而流至晶圓背面，該異物存在於晶圓周緣部與晶圓保持具 153 之間的情形較多(參照圖 19)。因此，藉由將有無異物之判定範圍限定在晶圓周緣部，能有效率的判定在晶圓保持具 153 之晶圓支承面的異物附著。此外，為判定有無異物，不求出晶圓全面之聚焦狀態(聚焦偏移量)，而如圖 19 所示，從繞射光形成之晶圓全體之像求出較既定訊號小或大處之聚焦狀態(聚焦偏移量)，能更有效率的進行判定。

接著，針對使用具備此種曝光載台檢查系統之曝光裝置 100 之半導體元件製造方法，參照圖 20 所示之流程圖加以說明。半導體元件(未圖示)係經由設計元件之功能性能的

設計步驟(步驟 S301)、製作根據此設計步驟之標線片的標線片製作步驟(步驟 S302)、從矽材料製作晶圓的晶圓製作步驟(步驟 S303)、藉由曝光等將標線片圖案轉印(含曝光步驟、顯影步驟等)至晶圓的微影步驟(步驟 S304)、進行元件組裝(含切割步驟、結合步驟、封裝步驟等)的組裝步驟(步驟 S305)、以及進行元件之檢查的檢查步驟(步驟 S306)等加以製造。

亦即，如前所述，當實施以曝光裝置 100 進行之曝光步驟時，經使用顯影裝置(未圖示)之顯影步驟等後，以表面檢查裝置 1 進行表面形成了重複圖案 12 之晶圓 10 的表面檢查。此時，以表面檢查裝置 1 判定曝光時之聚焦狀態，根據此聚焦狀態判斷附著在晶圓保持具 153 之晶圓支承面的異物是否會影響晶圓 10 之曝光結果、亦即可判斷該異物是否已成為聚焦誤差之原因。並且，在判斷該異物已成為聚焦誤差之原因時，無須如先前般為了以清掃裝置 160 進行晶圓保持具 153 之晶圓支承面之清掃而使曝光步驟停止過多時間，而能以適當的時機進行晶圓支承面之清掃，以良好生產性製造半導體元件。

又，上述表面檢查裝置 1 雖係使用三種基準資料(基準樣本聚焦曲線 D1～D3)來判定對晶圓 10 上重複圖案 12 進行曝光時之聚焦狀態(加工條件)，但不限於此，例如，亦可是二種基準資料或五種基準資料，只要是使用檢測訊號之變化相對聚焦變化之方式相反的至少二種基準資料，來進行曝光時聚焦狀態之判定即可。

又，上述表面檢查裝置 1 雖係進行被曝光形成於晶圓 10 上抗蝕膜之重複圖案 12 的檢查，但不限於此，亦可以是進行蝕刻後圖案之檢查。如此，不僅是曝光時之聚焦狀態、亦能檢測蝕刻之不良情形(異常)。

又，上述表面檢查裝置 1，亦可在條件變更晶圓 10b 之繞射影像外，再利用條件變更晶圓 10b 之偏光影像，以和前述情形相合的方法，就不同之劑量，求出以偏光形成之複數個樣本聚焦曲線，並從其中選擇決定以偏光形成之複數個基準樣本聚焦曲線。如此，使用以偏光形成之基準樣本聚焦曲線(基準資料)從攝影裝置 35 拍攝取得之偏光影像之訊號強度，求出對晶圓 10 表面之曝光裝置 100 之聚焦變動狀態的話，由於與僅使用繞射影像之情形相較檢測條件增加，因此能以更佳的精度測量曝光時之聚焦狀態。此外，由於使用偏光時，聚焦曲線中訊號強度最大之聚焦偏移量被認為是最佳聚焦，因此可容易的獲知為最佳聚焦之聚焦偏移量。

又，上述表面檢查裝置 1，雖係使用對聚焦變化有感而對劑量變化之感度較少的三種基準資料(基準樣本聚焦曲線 D1～D3)，來判定對晶圓 10 上重複圖案 12 之曝光時的聚焦狀態，但亦可藉由從複數個樣本聚焦曲線中抽出對劑量變化有感而對聚焦變化之感度較少的複數個樣本聚焦曲線，利用此等樣本聚焦曲線來判定對晶圓 10 上重複圖案 12 之曝光時的劑量。

又，上記實施形態中，作為曝光裝置，雖係以具備局

部液浸裝置 140 之液浸方式的曝光裝置 100 為例做了說明，但本發明不限於此，本發明之檢查方法、曝光系統等亦可適用於非液浸方式曝光裝置之曝光裝置。

產業上之可利用性

本發明可於半導體元件之製造中，適用於曝光裝置之基板支承部之檢查。據此，即能檢測出附著在曝光裝置之基板支承部的異物並將之去除，提升半導體元件之製造效率。

【圖式簡單說明】

圖 1 係顯示曝光裝置全體構成的圖。

圖 2 係表面檢查裝置全體構成的圖。

圖 3 係顯示於表面檢查裝置之光路上插入偏光濾光器之狀態的圖。

圖 4 係半導體晶圓表面的外觀俯視圖。

圖 5 係用以說明重複圖案之凹凸構造的立體圖。

圖 6 係用以說明直線偏光之入射面與重複圖案之重複方向之傾斜狀態的圖。

圖 7 係顯示求出曝光裝置之像面傾斜之方法的流程圖。

圖 8 係顯示以條件變更晶圓設定之聚焦偏移量的圖表。

圖 9 係顯示條件變更晶圓之一例的圖。

圖 10 係顯示聚焦曲線之一例的圖。

圖 11(a)、(b)係顯示聚焦曲線與最佳聚焦之關係的圖。

圖 12 係顯示在照射內之聚焦偏移量之分布的圖。

圖 13 係顯示求出以曝光裝置進行曝光時之聚焦狀態之方法的流程圖。

圖 14 係顯示以不同條件攝得之條件變更晶圓之繞射影像及聚焦曲線的圖。

圖 15 係顯示從以不同條件攝得之晶圓之繞射影像求出聚焦偏移量之方法的圖。

圖 16 係顯示聚焦曲線與訊號強度測定值之關係的圖。

圖 17 係顯示對晶圓表面之聚焦變動狀態的圖。

圖 18 係顯示晶圓支承面上是否附著有對曝光結果造成影響程度之異物之判定方法的流程圖。

圖 19(a)係顯示因晶圓支承面上附著之異物的影響而使晶圓表面局部的成散焦狀態(因繞射光造成之像)之一例的圖，(b)係(a)中散焦部分的放大圖。

圖 20 係顯示半導體元件製造方法的流程圖。

【主要元件代表符號】

1　　表面檢查裝置

2A　　線部

2B　　空間部

5　　檢查載台

10　　晶圓(基板)

10a、10b　條件變更晶圓

11　　晶片區域

12　　重複圖案

20	照明系
21	照明單元
22	光源部
23	調光部
24	導光光纖
25	照明側凹面鏡
26	照明側偏光濾光器
30	受光系(檢測部)
31	受光側凹面鏡
32	受光側偏光濾光器
35	攝影裝置(檢測部)
40	影像處理部(聚焦狀態運算部)
42	檢查部(判定部)
45	記憶部
50	檢查部
100	曝光裝置
105	基座構件
110	照明系
120	標線片載台
121	標線片載台驅動裝置
123	第1反射鏡
125	標線片干涉儀
130	投影單元
131	鏡筒

135	投影光學系
136	前端透鏡
140	局部液浸裝置
141	液體供應裝置
142	液體回收裝置
143	液體供應管
144	液體回收管
145	嘴單元
150	晶圓載台(基板支承部)
151	晶圓載台驅動裝置
152	晶圓桌台
153	晶圓保持具
155	雷射干涉儀
160	清掃裝置
161	清掃構件
161a	吸引口
162	移動機構
163	吸引管
164	吸引裝置
165	清掃控制裝置
200	主控制裝置
AX	光軸
R	標線片

105.6.8.
105年06月8日修正替換頁

七、申請專利範圍：

1．一種檢查方法，係檢查在曝光裝置之曝光時支承基板之基板支承部，其特徵在於包含：

以照明光照射曝光後基板之表面之動作；

檢測來自該被照射表面之圖案的反射光之動作；

從該檢測出之反射光求出使該基板之圖案曝光時的聚焦狀態之動作；以及

從該聚焦狀態檢查該基板支承部之狀態之動作；

於檢測來自該圖案的反射光時，檢測出與從該圖案往第1方向行進之第1光對應之第1檢測訊號、以及與往與該第1方向不同之第2方向行進之第2光對應之第2檢測訊號；

於檢查該基板支承部之狀態時，

根據第1基準資料與該第1檢測訊號之比較結果、以及第2基準資料與該第2檢測訊號之比較結果，檢查該基板支承部之狀態，

其中，該第1基準資料顯示從以複數個已知加工條件形成之複數個圖案往該第1方向行進之光之檢測結果、與該複數個已知加工條件之關係，該第2基準資料顯示從以該複數個已知加工條件形成之該複數個圖案往該第2方向行進之光之檢測結果、與該複數個已知加工條件之關係。

2．如申請專利範圍第1項之檢查方法，其中，至少在該基板周緣部之複數位置，求出該聚焦狀態。

3．如申請專利範圍第1項之檢查方法，其中，該圖案

係藉由重複曝光於該基板之不同區域而設置，該聚焦狀態係針對每一較該重複曝光之一曝光區域小的範圍求出。

4．如申請專利範圍第1項之檢查方法，其中，係檢查該基板支承部之凸狀態或該基板支承部與該基板間之間隔。

5．如申請專利範圍第1項之檢查方法，其中，係從複數個區域之圖案之聚焦狀態進行聚焦狀態之繪圖。

6．如申請專利範圍第1至5項中任一項之檢查方法，其中，儲存針對具有以該複數個已知加工條件加工後之該複數個圖案的基板，顯示檢測之該第1檢測訊號與該已知複數個加工條件之關係的該第1基準資料、及顯示檢測之該第2檢測訊號與該已知複數個加工條件之關係的該第2基準資料；

根據來自進行表面檢查之基板圖案之該第1檢測訊號與該第1基準資料的一致度、及來自該圖案之該第2檢測訊號與該第2基準資料的一致度，求出聚焦狀態。

7．如申請專利範圍第6項之檢查方法，其中，該第1光與該第2光中之至少一方為繞射光。

8．一種曝光光管理方法，係將以申請專利範圍第1項之檢查方法所得之檢查結果，傳遞至該曝光裝置。

9．一種半導體元件製造方法，其特徵在於包含，

進行該半導體元件之設計之動作；

根據該設計製作標線片之動作；

從矽材料製作晶圓之動作；

藉由曝光將該標線片之圖案轉印至該晶圓之動作；

從該晶圓切出既定區域並進行半導體元件之組裝之動作；以及

利用申請專利範圍第1至7項中任一項之檢查方法進行該半導體元件之檢查之動作。

10．一種檢查裝置，係檢查曝光裝置之曝光時支承基板之基板支承部，其具備：

檢測部，對以該曝光裝置曝光後之基板表面照射照明光，檢測來自該被照射表面之圖案的反射光；

聚焦狀態運算部，從以該檢測部檢測之該反射光之檢測結果，求出使該基板之圖案曝光時之聚焦狀態；以及

檢查部，從以該聚焦狀態運算部求出之聚焦狀態，檢查該基板支承部；

該檢測部檢測出與從該圖案往第1方向行進之第1光對應之第1檢測訊號、以及與往與該第1方向不同之第2方向行進之第2光對應之第2檢測訊號；

該檢查部根據第1基準資料與該第1檢測訊號之比較結果、以及第2基準資料與該第2檢測訊號之比較結果，檢查該基板支承部之狀態，

其中，該第1基準資料顯示從以複數個已知加工條件形成之複數個圖案往該第1方向行進之光之檢測結果、與該複數個已知加工條件之關係，該第2基準資料顯示從以該複數個已知加工條件形成之該複數個圖案往該第2方向行進之光之檢測結果、與該複數個已知加工條件之關係。

11・如申請專利範圍第10項之檢查裝置，其中，該檢查部係檢查該基板支承部之凸狀態或該支承部與該基板間之間隔。

12・如申請專利範圍第10項之檢查裝置，其中，該聚焦狀態運算部係從複數個區域之圖案之聚焦狀態，進行聚焦狀態之繪圖。

13・如申請專利範圍第10至12項中任一項之檢查裝置，其進一步具備記憶部，用以儲存該第1基準資料、及該第2基準資料；

該聚焦狀態運算部係根據來自進行表面檢查之基板圖案之該第1檢測訊號與該第1基準資料的一致度、及來自該圖案之該第2檢測訊號與該第2基準資料的一致度，求出聚焦狀態。

14・如申請專利範圍第10項之檢查裝置，其中，該第1光與該第2光中之至少一方為繞射光。

15・如申請專利範圍第14項之檢查裝置，其中，該檢測部具備插拔自如的設在照明該基板之照明光之光路、使該照明光中之s偏光成分透射的照明側偏光濾光器，或插拔自如的設在該第1光與該第2光中至少一方之該繞射光之光路、使該繞射光中之s偏光成分透射的受光側偏光濾光器。

16・一種曝光系統，具備：

申請專利範圍第10項之檢查裝置、該曝光裝置、以及將該檢查部之檢查結果從該檢查裝置傳遞至該曝光裝置之

傳遞部。

17・如申請專利範圍第16項之曝光系統，其中，該曝光裝置係對該基板透過液體使該圖案曝光的液浸型曝光裝置。

18・如申請專利範圍第16或17項之曝光系統，其中，該曝光裝置具備清掃該基板支承部之清掃構件，根據該檢查部之該檢查結果清掃該基板支承部。

八、圖式：

(如次頁)

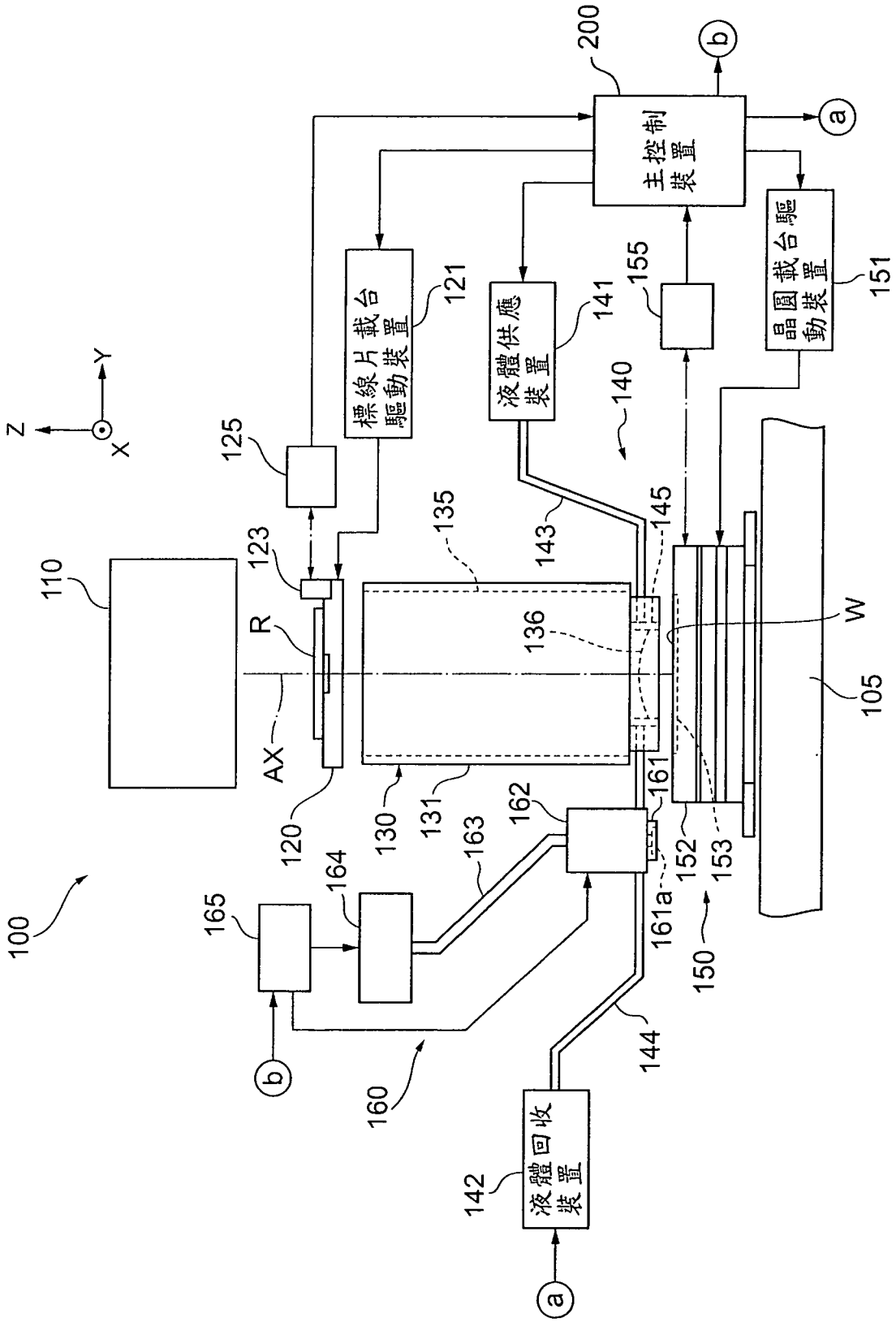

主控制裝置
200
a
b
標線片載台驅動裝置
121
液體供應裝置
141
155
晶圓載台驅動裝置
151
140
Z
Y
X
125
135
143
145
123
110
R
136
W
105
AX
120
130
131
161
162
163
152
153
161a
150
100
164
165
144
160
液體回收裝置
142

圖1

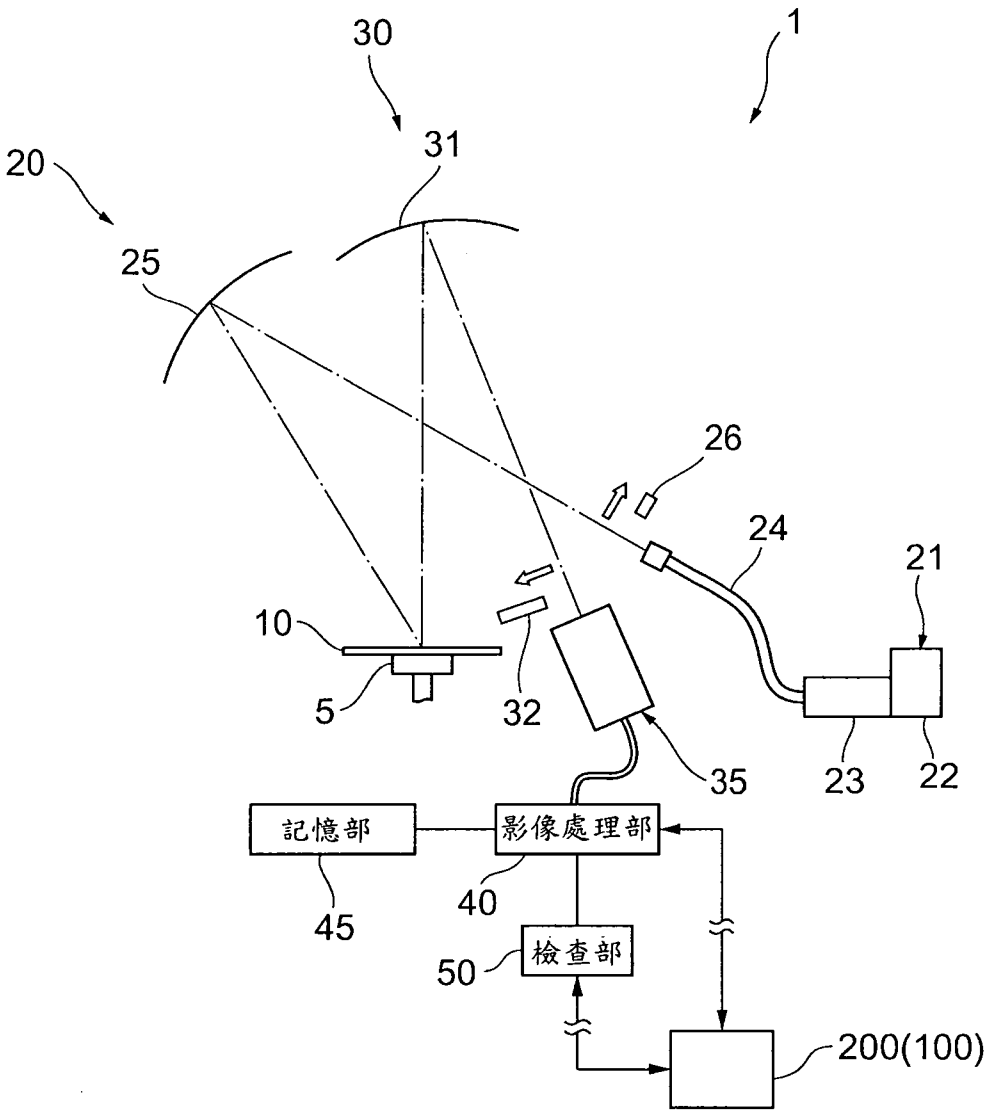


圖2

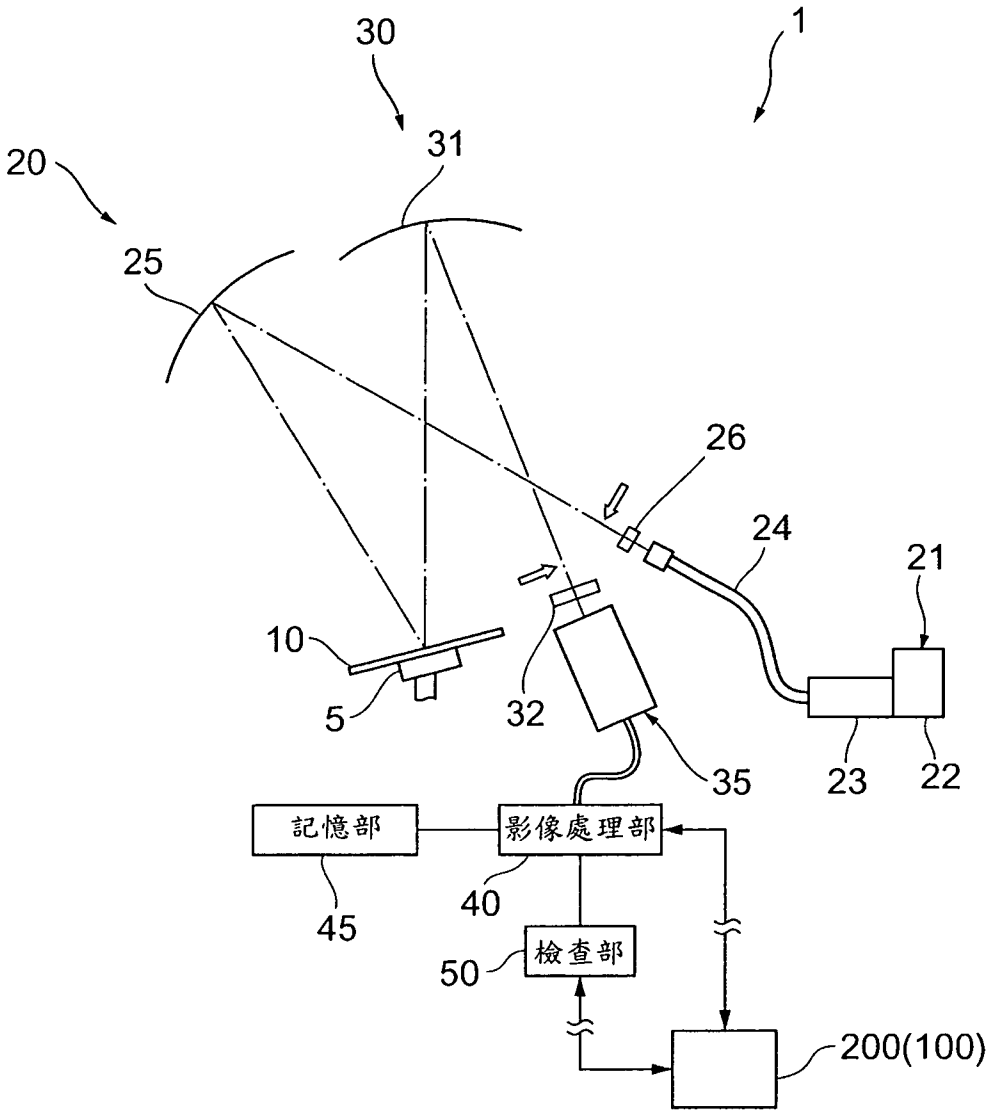


圖3

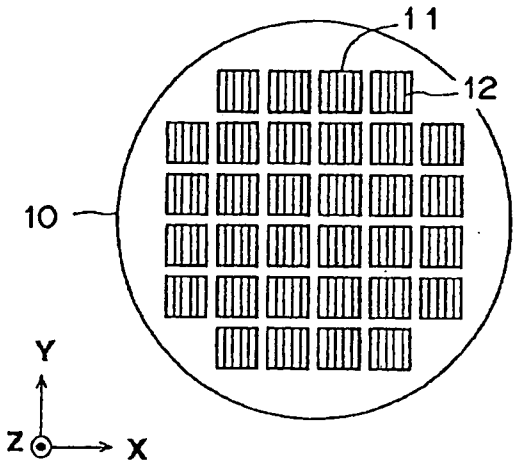


圖4

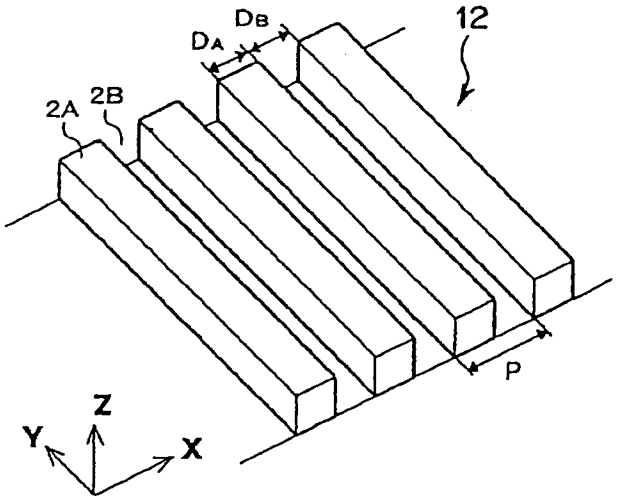


圖5

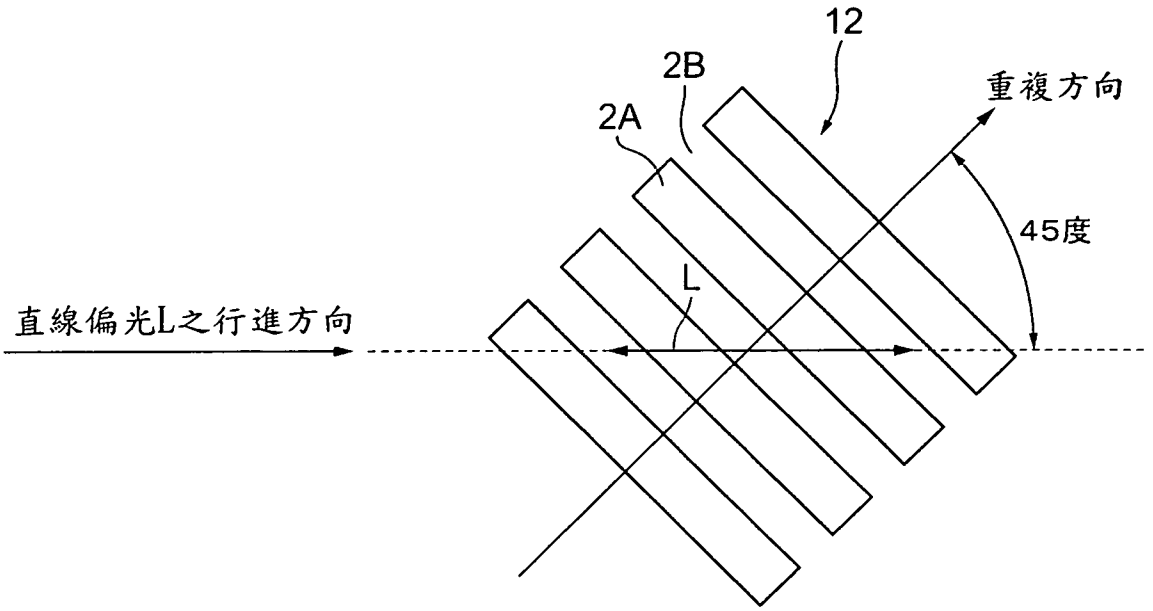


圖6

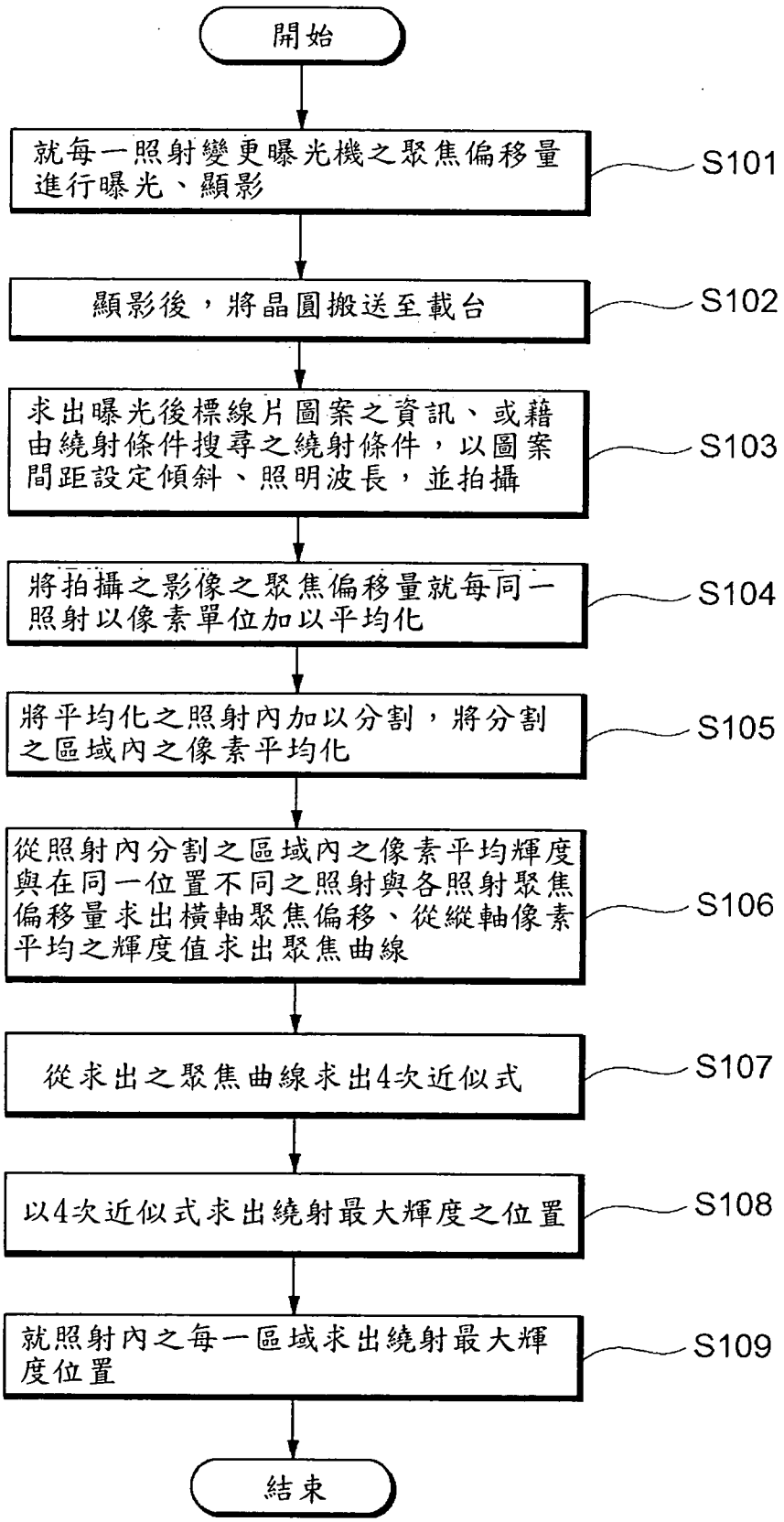

開始
就每一照射變更曝光機之聚焦偏移量進行曝光、顯影
S101
顯影後，將晶圓搬送至載台
S102
求出曝光後標線片圖案之資訊、或藉由繞射條件搜尋之繞射條件，以圖案間距設定傾斜、照明波長，並拍攝
S103
將拍攝之影像之聚焦偏移量就每同一照射以像素單位加以平均化
S104
將平均化之照射內加以分割，將分割之區域內之像素平均化
S105
從照射內分割之區域內之像素平均輝度與在同一位置不同之照射與各照射聚焦偏移量求出橫軸聚焦偏移、從縱軸像素平均之輝度值求出聚焦曲線
S106
從求出之聚焦曲線求出4次近似式
S107
以4次近似式求出繞射最大輝度之位置
S108
就照射內之每一區域求出繞射最大輝度位置
S109
結束

圖7

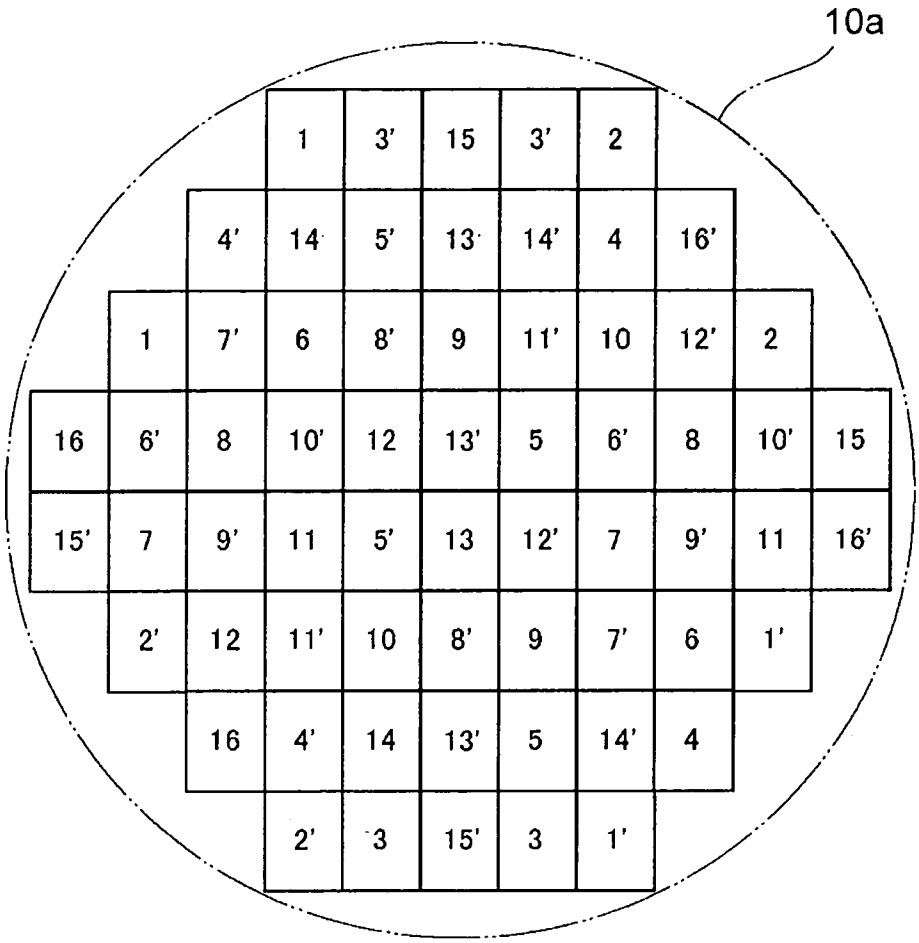

10a
1 3' 15 3' 2
4' 14 5' 13 14' 4 16'
1 7' 6 8' 9 11' 10 12' 2
16 6' 8 10' 12 13' 5 6' 8 10' 15
15' 7 9' 11 5' 13 12' 7 9' 11 16'
2' 12 11' 10 8' 9 7' 6 1'
16 4' 14 13' 5 14' 4
2' 3 15' 3 1'

圖8

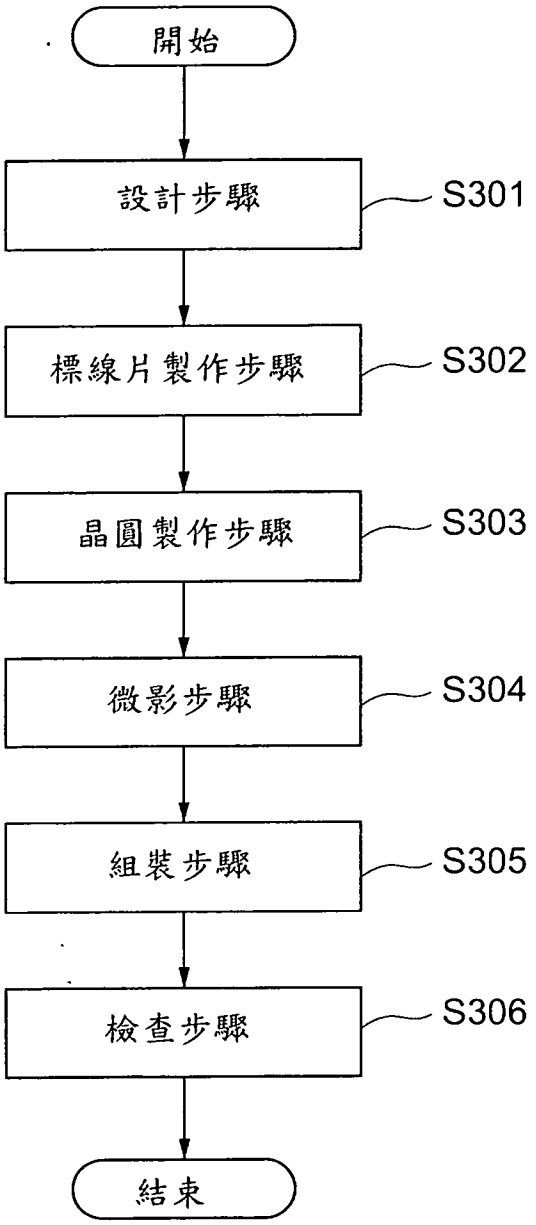

開始
設計步驟
S301
標線片製作步驟
S302
晶圓製作步驟
S303
微影步驟
S304
組裝步驟
S305
檢查步驟
S306
結束

圖20