

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96111906

※申請日期：96年04月03日

※IPC分類：G01B9/02 (2006.01)

H01L21/027 (2006.01)

G03F7/50 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 測量方法、測量裝置及曝光裝置

(英) Measurement method and apparatus, exposure apparatus

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 內田恒二

(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo 146-8501 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 山本和樹

(英) YAMAMOTO, KAZUKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【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 ; 2006/04/03 ; 2006-101874 ☒ 有主張優先權

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96111906

※申請日期：96年04月03日

※IPC分類：G01B9/02 (2006.01)

H01L21/027 (2006.01)

G03F7/50 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 測量方法、測量裝置及曝光裝置

(英) Measurement method and apparatus, exposure apparatus

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 內田恒二

(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo 146-8501 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 山本和樹

(英) YAMAMOTO, KAZUKI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【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 ; 2006/04/03 ; 2006-101874 ☒ 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種測量方法及裝置。

【先前技術】

在使用微影技術來生產精細半導體裝置（例如：半導體記憶體及邏輯電路）方面，習知之投射曝光裝置經由投射光學系統，將光罩之電路圖案投射於感光基板（例如晶圓）之上。

因為投射曝光裝置需要以預定之放大或縮小比例將光罩圖形精確地轉移至晶圓上，使用具有非常受限之像差或優越之成像特性的投射光學系統係重要的。尤其是，伴隨著對半導體裝置之精細加工的需求日增，轉移圖形則愈發敏感於光學系統之像差。因此，就會有對於能精確地測量投射光學系統之光學特性（例如，波前像差）的需求。一種簡單、快速而又經濟的測量對於提升大量生產及經濟效益而言是重要的。

具有一形成理想的球面波之針孔的點繞射干涉儀（“PDI”），及一使用剪切干涉術之橫向剪切干涉儀（“LSI”）皆為習知之測量光學系統之波前像差的測量設備。近來，一種使用線性繞射干涉儀（LDI）的測量裝置已為吾人所知，而該干涉儀具有一形成理想的柱面波或橢圓波之狹縫。見日本專利申請、公告號 2000-97666 及 2005-244126。

(2)

安裝於曝光設備上之 LDI 式測量裝置配置一平板，此平板在投射光學系統之影像平面側上具有一測量標記。此測量標記有一形成理想的波前之狹縫，及一發送投射光學系統之像差訊號之波前的窗口。一二維的受光元件係配置於該平板的下方，並拍攝在自該平板所產生之兩個波前間的干涉影像。透過對所拍攝之干涉圖型（干涉圖）影像之影像處理來測量投射光學系統之波前像差。

然而，習知之測量裝置並無法精確地測量投射光學系統之波前像差。

上述之影像處理含有影像轉換程序及波前像差資訊計算程序，影像轉換程序將來自受光平面座標之干涉圖型影像轉換成投射光學系統之光瞳（pupil）平面座標，而波前像差資訊計算程序從經影像轉換之干涉圖型資料來計算波前像差資訊。

此影像轉換程序經由光線追蹤法來計算受光平面上之各個座標位置處的干涉圖型資料值來自投射光學系統中之光瞳平面上的哪一個座標位置。因此，必須知道投射光學系統之光瞳平面與受光平面間之各個構件的結構。平板的厚度、該平板與受光平面間之距離、測量標記與受光平面間之位置關係（受光平面上之干涉圖型的中心及半徑），其定義測量裝置的結構，係使用做為影像轉換程序用之輸入參數。“處理參數”乃為此說明書中之輸入參數的統稱（generic term）。

在所有的處理參數中，習知技術利用用於平板之厚度

(3)

、及該平板與受光平面間的距離之設計值。除此之外，對於干涉圖型之中心與半徑，習知技術利用設計值，藉由經由影像處理來探測一區域而決定該設計值，或者經由視覺檢查此干涉圖型影像中之圖案區域來定義該設計值。然而，由於裝置之製造誤差，在設計值與實際值之間會發生偏移，製造誤差例如：投射光學系統之各個影像點的遠心（telecentric）差異、平板的製造誤差、及受光元件的配置誤差。當使用該設計值作為處理參數時，無法實施精確的影像轉換程序，且所計算出的波前像差資訊含有測量誤差。

況且，即使當影像轉換程序中，作為處理參數之設計值與實際值之間沒有偏移時，波前誤差資訊仍含有測量誤差，因為並無法去除該裝置之製造誤差，例如：在投射光學系統的底部平面、平板平面與受光平面間的傾斜。

此問題並不限於 LDI 型式之測量裝置，而是以測量光學系統之光學特徵來作為二維資訊之其他型式的測量裝置（例如：PDI 式測量裝置、及 LSI 式測量裝置）亦遭遇同樣問題。

【發明內容】

本發明係有關一種測量方法及裝置，其可以準確的測量此光學系統之光學特性（如：波前像差）。

依據本發明的一個樣態，使用測量裝置來測量標的光學系統之波前像差的測量方法，該測量裝置藉由偵測干涉

圖型來測量該標的光學系統之波前像差，該測量方法包括測量偏離界定該測量裝置和該標的光學系統之結構之值的設計值之偏移做為系統參數，及使用此系統參數測量該標的光學系統之波前像差的步驟。

本發明之另一目的與其他特徵將藉由下文參照附圖所述之較佳實施例而變得明確。

【實施方式】

本案之發明人發現到：為了精確地測量波前像差，必須使用實際值而非以設計值作為處理參數來計算或測量波前像差，且修正該波前像差。此項修正需要使用到，例如，被使用來修正由測量裝置所測量到之波前像差的像差變異量之參數（線性增益），及被使用來修正測量裝置而非標的光學系統中之構件之像差的參數（絕對值）。下文之敘述中，將以“補償參數”來稱為反映於由測量裝置所測量到之波前像差上的參數，“系統參數”為“處理參數”及“補償參數”的通稱。

本發明之測量裝置及方法的基本原理係將製造誤差反映於做為影像處理之輸入參數的“處理參數”上，而將“補償參數”反映於做為影像處理之輸出之被計算出的波前像差上，例如：查涅克（Zernike）多項式中之各項的像差量。

現在參照附圖，將說明依據本發明之一樣態的曝光裝置。在各圖中，相同的參考數字將表示相同的元件，且其

重複的部分將予以省略。

圖 1 為示意方塊圖，顯示依據本發明之一實施例之曝光裝置 1 的結構。曝光裝置 1 為一種投射曝光裝置，其將光罩 20 之電路圖案曝光於基板 40 之上。曝光裝置 1 使用步進掃描（step-and-scan）之曝光方式而使基板 40 曝光。然而，曝光裝置 1 可使用重複步進（step-and-repeat）方式。

如圖 1 所示，曝光裝置 1 包含照明裝置 10、安裝有光罩 20 之光罩台 25、一投射光學系統 30、安裝有基板 40 之晶圓台 45、對準光學系統 50、主控制器 60、投射控制器 70、及測量裝置 100。

照明裝置 10 照明具有待轉移之電路圖案的光罩 20，且包含光源 12、偏轉光學系統 14、及照明光學系統 16。

光源 12 使用具有約 193 奈米之波長的氟化氬（ArF）準分子雷射，或者使用具有約 243 奈米之波長的氟化氬（KrF）準分子雷射。然而，光源 12 之類型可使用具有約 157 奈米之波長氟（F₂）雷射。雷射之數目則無限定。

偏轉光學系統 14 將光從光源 12 導引至照明光學系統 16 及對準光學系統 50。

照明光學系統 16 為一照明光罩 20 的光學系統，且包括：透鏡、鏡子、光積分器及光闌（stop）。照明光學系統 16 按照聚光透鏡、複眼透鏡、孔徑光闌、光積分器、狹縫及成像光學系統的順序來配置光學元件。

光罩 20 係由石英所製成，具有待轉移之電路圖案，

(6)

且被支撐於光罩台 25 上，並藉由光罩台 25 來予以驅動。

光罩台 25 支撐光罩 20，且係連接至移動機構（未顯示出）。光罩台 25 支撐部分之測量裝置 100，或者支撐光罩側測量部分 100A。在該測量裝置 100 中，藉由移動光罩台 25，該移動機構（未顯示出）可移動光罩 20 及光罩側測量部分 100A。

投射光學系統 30 將光罩 20 之圖案成像於晶圓 40 之上。投射光學系統 30 可使用折射式、反射折射式、或反射式系統。測量裝置 100 測量投射光學系統 30 之光學特性，例如波前像差。

本實施例使用晶圓 40 作為感光基板。然而，玻璃板或是其它基板可替代晶圓 40 來使用。光阻係塗施於晶圓 40 之表面上。

晶圓台 45 經由晶圓夾具（未顯示出）來支撐基板 40。晶圓台 45 支撐部分之測量裝置 100，或是支撐晶圓側測量部分 100B。晶圓台 45 可移動晶圓 40 及測量裝置 100 中之晶圓側測量部分 100B。光罩台 25 及晶圓台 45 的位置可藉由該對準光學系統 50 來予以校準，且兩者皆以恆定的速度比例來予以驅動。

對準光學系統 50 包括對準示波器，且在正常之曝光期間係配置於光學路徑之外。圖 1 省略用來驅動此對準光學系統 50 之驅動機構。經由投射光學系統，對準光學系統 50 藉由使對準標記（未顯示出）成像於光罩 20 和晶圓 40 上，以使光罩 20 之位置對準晶圓 40 之位置。

主控制器 60 包括 CPU 及記憶體，並控制曝光裝置 1 之操作。根據從測量裝置 100 所送出之投射光學系統 30 的波前像差，本實施例之主控制器 60 計算修正波前像差所需要之透鏡驅動量及波長驅動量，並將結果輸出至投射控制器 70。

投射控制器 70 控制驅動投射光學系統 30 中之複數個透鏡的透鏡驅動系統，及來自光源 12 之曝光光線的波長。投射控制器 70 將投射式光學系統 30 之像差量限制在所想要的範圍。投射控制器 70 根據來自主控制器 80 之透鏡驅動量來位移投射式光學系統 30 內之複數個透鏡的位置。投射控制器 70 亦根據來自主控制器 80 的波長驅動量來改變從光源 12 而來之曝光光線的波長。

本實施例之測量裝置 100 包括：藉由偵測投射式光學系統 30 之光學特性（例如波前像差）而偵測干涉圖型的 LDI，該投射光學系統 30 在此用作一標的光學系統。測量裝置 100 包括，如圖 1 所示，光罩側測量部分 100A 及晶圓側測量部分 100B。

光罩側測量部分 100A 係形成於光罩台 25 上，並包括第一光罩 110。晶圓側測量部分 100B 係形成於晶圓台 45 上，並包括第二光罩 120、影像感測器 130、及測量控制器 140。

本實施例之第一遮罩 110 係配置於光罩台 25 上。第一遮罩 110 係由舉例來說，透明基板，例如石英及氟化鈣，形成遮罩圖案於透明基板上的鉻所製成。來自照明光學

(8)

系統 16 之光會聚於配置在光罩台 25 上之第一遮罩 110 上。會聚於第一遮罩 110 上之光提供 $s=1$ 之照明，其等同於投射光學系統 30 之物體側或光罩側處的 NA_0 。

圖 2 為示意平面圖，顯示第一遮罩 110 之結構。第一遮罩 110 具有標記 112 及標記 114，標記 112 包括狹縫 112a 及配置於 0° 方位角（Y 方向）處之窗口 112b，標記 114 包括狹縫 114a 及配置於 90° 方位角（X 方向）處之窗口 114b。標記 112 及 114 具有相同之寬度及間隔，而其相異處在於其配置方位角。狹縫 112a 及狹縫 114a 具有滿足下述之方程式 1 的寬度 Δr ，其中 NA_0 為在光罩側或物體側之投射光學系統 30 的數值孔徑，且 λ 為照明第一遮罩 110 之光的波長。

方程式 1：

$$\Delta r < 0.5 \times \lambda / NA_0$$

當狹縫 112a 及狹縫 114a 的寬度滿足方程式 1 時，從狹縫 112a 及狹縫 114a 所繞射之光在 NA_0 範圍內可被視為等相位（*equiphase*）。

窗口 112b 及 114b 之寬度 $\Delta r'$ 的尺寸等於或小於 λ/NA_0 ，但可被設定為等於方程式 1。因為透射窗口 112b 及 114b 之光通過具有在晶圓側滿足方程式 1 之寬度的狹縫（如同稍後所述），所以光罩側並不需要等相位。就光量而言，窗口 112b 及 114b 之寬度 $\Delta r'$ 在小於之 λ/NA_0 之尺寸範圍中較佳為寬的。

第一遮罩 110 具有標記 116 及標記 118，而標記 116

(9)

與標記 112 有相似的形狀，標記 118 與標記 114 有相似的形狀。當標記 112 及 114 劣化時，標記 116 與標記 118 可被使用做為替代標記，或用來測量在不同影像高度上之波前像差，而不必驅動光罩台 25。

如圖 3 所示，第二遮罩 120 具有標記 121 及標記 122，標記 121 包括狹縫 121a 及配置於 0° 方位角（Y 方向）處的窗口 121b，標記 122 包括狹縫 122a 及配置於 90° 方位角（X 方向）處的窗口 122b。圖 3 為示意平面圖，顯示第二遮罩 120 之結構。標記 121 及標記 122 具有相同的寬度及間距，且其相異處在於方位角之方位。狹縫 121a 及狹縫 122a 之寬度 Δw 滿足下述之方程式 2，其中 NA_i 為投射光學系統 30 之在晶圓側或影像側的數值孔徑，且 λ 為照射第一遮罩 110 之光的波長。

方程式 2：

$$\Delta r < 0.5 \times \lambda / NA_i$$

當狹縫 121a 及狹縫 122a 之寬度滿足方程式 2 時，從狹縫 121a 及狹縫 122a 產生之繞射光在 NA_i 範圍內可被視為等相位（*equiphase*）。

窗口 121b 及窗口 122b 的寬度 $\Delta w'$ 係藉由待測量之投射光學系統 30 的空間頻率來予以設定。例如，當測量高頻時，其被設定為寬，而當測量低頻時，其被設定為窄。窗口 121b 及窗口 122b 之寬度 $\Delta w'$ 滿足方程式 3，其中 f 為投射光學系統 30 中之光瞳（*pupil*）的空間頻率。

方程式 3：

(10)

$$\Delta w' < 2 \times f \times \lambda / N A_i$$

對光量而言，狹縫及窗口之 L_w 以長為較佳，唯需要是在所謂之等平面（isoplanatic）區域內，在此區域中，投射光學系統 30 之像差可視為相同。

第二遮罩 120 具有標記 123-125，其各自與標記 121 有相似的形狀，第二遮罩 120 另有標記 126-128，其與標記 122 有相似的形狀。標記 123-125 及 126-128 為標記 121 及 122 的初期標記（preliminary mark），且例如：如果標記 121 及 122 劣化或遭污染而不堪使用時，即可使用備用標記。在下文中，標記 112、116、121、123-125 被稱為 X 標記，而標記 114、118、122、126-128 被稱為 Y 標記。

影像感測器 130 包括光電轉換元件，例如 CCD，並經由纜線 CB 而被連接至測量控制器 140，使得影像感測器 130 可與測量控制器 140 互相通訊。

測量控制器 140 具有處理器 142 及記憶體 144。根據自影像感測器 130 輸入之干涉圖型資料，處理器 142 執行獲得投射光學系統 30 之像差資訊需要的處理。記憶體 144 儲存用於處理器 142 之處理需要的資訊，例如補償參數，和儲存與處理結果相關的資料群組例如波前像差資料及各個查涅克係數。

處理器 142 可使用如傅立葉轉換方法或電子莫瑞（moire）方法來計算相位資訊。傅立葉轉換法為一種擷取含有標的光學系統之波前資訊之空間頻率區域的方法，該

波前資訊係經由二維傅立葉轉換而與干涉圖型影像分開，將其相對於原點而偏移，且經由反傅立葉轉換來取得相位資訊。電子莫瑞方法起先使用相同之載波頻率作為一個干涉圖型影像，而後產生三個或多個相位偏移之參考光柵（grating）影像。自干涉圖型影像及上述之參考光柵影像所產生之三個或多個莫瑞（moire）圖案會經歷低通濾波器及相位偏移方法的程序，而後擷取出相位資訊。電子莫瑞方法可以增加及處理原先被儲存於記憶體 144 中之所拍攝之干涉圖型或參考光柵影像。測量控制器 140 中之儲存於記憶體 144 中之投射光學系統 30 的波前像差資訊被送至主控器 60。

現在參照圖 4，將說明用來測量投射光學系統 30 之波前像差之測量裝置 100 或測量方法 1000 的操作。圖 4 為一流程圖，用來解釋依據本發明之一樣態的測量方法。

測量方法 1000 起初測量及儲存表示與界定測量裝置 100 及投射光學系統 30 之結構之值之設計值之偏移的系統參數（步驟 1100）。系統參數含有處理參數及補償參數，處理參數於影像處理時輸入，用來自干涉圖型計算投射光學系統 30 之波前像差，補償參數被用來修正或調整以處理參數所計算出之波前像差。

接著，在步驟 1100 中所測量及儲存之系統參數中，處理參數被呼叫（步驟 1200），且以所呼叫之處理參數來計算投射式光學系統 30 的波前像差（步驟 1300）。最後，補償參數被反映於在步驟 1300 中所計算出之投射光

學系統 30 的波前像差上（步驟 1400）。

系統參數為執行影像處理的必要參數，該影像處理被用來計算投射光學系統 30 之波前像差。處理參數含有：例如第二遮罩 120 的厚度（更明確地說，第二遮罩 120 中之透明基板的厚度）、第二遮罩 120 與影像感測器 130 間之距離、程序中心點及半徑。程序中心點及半徑為干涉圖型的程序區域，而該干涉圖型係藉由第二遮罩 120 之各標記所發出之光而被形成於影像感測器 130 之上。

如上所述，補償參數為被用來修正以處理參數所計算出之波前像差的參數。補償參數為，例如，一絕對值修正量，諸如在除了投射光學系統 30 之外的測量裝置 100 或曝光裝置 1 中之構件的像差量，及線性增益（例如，在查涅克多項式中各項之像差變異量修正值）。

下文將詳細描述圖 4 之各步驟。

圖 5 為系統參數測量及儲存步驟 1100 之詳細流程圖。

首先，測量位置移動步驟 1100 使照明光學系統 16、第一遮罩 110 及第二遮罩 120 互相對準。

自光源 12 所發出之光係經由偏轉光學系統 14 而入射於照明光學系統 16 上，且照明光學系統 16 中的 s 光闌調整，以便僅照明第一遮罩 110 中之標記 112。因為狹縫 112a 具有滿足方程式 1 之寬度，從狹縫 112a 所發出之光變成在 X 方向上具有等相位波前的折射光。因此，光係照射在投射光學系統 30 中之整個光瞳平面上。另一方面

(13)

，通過第一遮罩 110 中之窗口 112b 的光含有照明光學系統 16 之像差。

晶圓台 45 調整第二遮罩 120，使得從第一遮罩 110 中之標記 112 所發出之光經由投射光學系統 30 而成像於第二遮罩 120 中之標記 121 上。因此，第一遮罩 110 之狹縫 112a 成像於第二遮罩 120 中之窗口 121b 上，且第一遮罩 110 中之窗口 112b 成像於第二遮罩 120 中之狹縫 121a 上。

在遮罩 120 中之狹縫 121a 中所繞射的光在 X 方向上具有等相位波前。另一方面，透射過第二遮罩 120 中之窗口 121b 之光線係藉由狹縫 112a 而在 X 方向上被成形為等相位波前，然後再通過投射式光學系統 30，並具有投射光學系統 30 之波前像差資訊。

圖 6 顯示從第二遮罩 120 中之狹縫 121a 及 121b 所發出之光。從圖 6 可了解到通過狹縫 121a 之光為 X 方向上之理想波前 WSa，且通過窗口 121b 之光為標的波前 WSb。

圖 7 顯示從狹縫 121a 所發出之光與從窗口 121b 所發出之光之間的例舉性干涉圖型，其係藉由影像感測器 130 所偵測到的。參照圖 7，投射光學系統 30 之光瞳的兩個影像被拍取，兩者以狹縫 121a 及窗口 121b 之間隔而偏心（decenter），且在重疊區域中發生干涉圖型。

回到圖 5，處理參數計算步驟 1120 計算由影像感測器 130 所偵測到之干涉區域的中心座標及半徑。更明確地

說，干涉圖型之中心座標及半徑係藉由取得中心點位置及半徑位置而被計算出，中心點及半徑位置被用來正確地測量由投射控制器 70 所產生之球面成分的已知像差量。在本實施例中，在這些處理參數中，除了曝光裝置 1 之外的已知測量裝置事先測量第二遮罩之厚度、及第二遮罩與影像感測器間之距離，且這些數值被儲存於測量控制器 140 中的記憶體 144 中。

處理參數計算步驟 1120 具有 XY 位置移動步驟 1122、像差量設定步驟 1124、及處理參數決定步驟 1128。

XY 位置移動步驟 1122 將位置從 X 標記移動至 Y 標記，但本實施例在測量位置移動步驟 1110 時終止到 X 標記位置的移動。因此，在計算 X 標記處理參數時，程序直接移動到下一個步驟。

像差量設定步驟 1124 經由投射控制器 70 來驅動投射光學系統 30 中的透鏡群，其中，像差量、透鏡驅動量、與投射光學系統 30 之波長變異量之間的關係被調整。此組態產生了投射光學系統 30 中的球形像差，且當影像感測器 130 擷取干涉圖型資料時，此組態亦改變其像差量。影像感測器 130 拍取三組干涉圖型資料，其具有球形像差中之 $100\text{m}\lambda$ 、 $200\text{m}\lambda$ 及 $300\text{m}\lambda$ 的像差。多組所擷取之干涉圖型資料被輸出至測量控制器 140。

步驟 1126 判定是否將 X 標記之干涉圖型資料及 Y 標記之干涉圖型資料輸出至測量控制器 140。因為在本實施例中，Y 標記之干涉圖型資料並未被輸出至測量控制器

140，所以程序回復至步驟 1122，且測量從 X 位置移動至 Y 位置。更明確地說，光罩台 25（第一遮罩 110）移動，使得來自照明光學系統 16 之光照射到第一遮罩 110 中之標記 114。況且，晶圓台 45（第二遮罩 120）被調整，以使得從標記 114 所發出之光經由投射光學系統 30 而成像於第二遮罩 120 中之標記 122 上。因此，第一遮罩 110 中之狹縫 110a 成像於第二遮罩 120 中之窗口 120b 上。第一遮罩 110 中之窗口 110b 成像於第二遮罩 120 中之狹縫 120a 上。類似於 X 標記球面波前，發生於投射光學系統 30 中，且影像感測器 130 藉由改變像差量而擷取干涉圖型資料。

當 X 標記之干涉圖型資料及 Y 標記之干涉圖型資料被輸出至測量控制器 140 時，在處理參數決定步驟 1128 中，處理參數（干涉圖型的中心座標及半徑）的決定係根據輸入至測量控制器 140 之多組干涉圖型資料。

更明確地說，起先干涉圖型之中心座標。在從所擷取的 X 標記之干涉圖型資料中所獲得之波前像差中，從步驟 1124 可得知：球形像差僅只發生於投射式光學系統 30 之 X 方向上。因此，在接近干涉圖型的中心處，藉由將中心座標分配到 XY 方向，以多個不同之像差量來實施多個不同的干涉圖型處理。然後，在查涅克多項式中展開波前像差中，具有慧差（coma）之最小像差變異量之中心位置可被決定做為干涉圖型的中心座標。

類似於 X 標記，在從 Y 標記之干涉圖型資料之波前

像差中，了解到：發生於投射光學系統 30 中之球面像差僅只發生在 Y 方向上。因此，在接近干涉圖型的中心點處，在查涅克多項式中展開波前像差時，藉由將中心座標分配到 XY 方向以實施複數個干涉圖型處理。具有慧差 (coma) 之最小像差變異量的中心位置可被決定做為干涉圖型的中心座標。

上述干涉圖型之中心座標的決定並非取決於干涉圖型之半徑的尺寸，而且一臨時的固定值（例如設計值）可以被使用作為半徑。為了決定干涉圖型之中心座標，在多組所擷取之干涉圖型資料中，至少兩組的像差量資料可被使用。替換地，三組或多組的像差量資料可被使用，且亦可使用其變異量之平均值。

接著，干涉圖型之半徑取決於所決定之干涉圖型的中心座標。多組所擷取之干涉圖型資料係以相同半徑來予以處理，以便計算出球面像差量，例如查涅克多項式中之第九個像差量。以在 XY 波前被合成之後的波前像差來計算球面像差量。XY 波前的合成將於後文陳述。以不同的半徑重複此處理，並將在該處計算出與由步驟 1124 所先前已知之多組干涉圖型資料中之像差變異量一致之變異量的半徑位置決定為干涉圖型的半徑。

以上步驟決定出位於一組 X 及 Y 標記之測量位置處的處理參數，例如：第二遮罩 120 的厚度、第二遮罩 120 與影像感測器 130 間之距離、及干涉圖型之中心座標及半徑。

補償參數計算步驟 1130 計算補償參數。下文將以圖示方式來說明使用線性增益（例如，查涅克多項式中各項之像差變異量的修正值）之補償參數計算步驟。例如，決定出線性增益，使得投射光學系統 30 之所測量的像差變異量與由投射控制器 70 所產生之球面像差的已知變異量一致。

補償參數計算步驟 1130 具有像差量設定步驟 1132、波前像差測量步驟 1134、及補償參數決定步驟 1138。

像差量設定步驟 1132 經由投射控制器 70 來驅動投射式光學系統 30 之透鏡，並將投射光學系統 30 之像差量限定於所想要的像差量。例如，爲了計算查涅克多項式中第五項之線性增益， $10\text{m}\lambda$ 係產生於查涅克多項式的第五項中。

當在投射式光學系統 30 中產生上述像差量時，波前像差測量步驟 1134 測量投射光學系統 30 之波前像差。圖 8 爲波前像差測量步驟 1134 之詳細流程圖。如圖 8 所示，波前像差測量步驟 1134 包括：X 方向波前像差計算步驟 1134A、Y 方向波前像差計算步驟 1134B、及 XY 波前合成步驟 1134C。

類似於 XY 位置移動步驟 1122，X 方向波前像差計算步驟 1134A 對準使照明光學系統 16、第一遮罩（標記 112）、及第二遮罩 120（標記 121）。接著，影像感測器 130 擷取自標記 121 所產生之干涉圖型資料。然後，測量控制器 140 處理所擷取之影像圖型資料，以便計算 X 方

向波前像差，其具有 X 方向上之投射光學系統 30 的波前資訊。

Y 方向波前像差計算步驟 1134B 使照明光學系統 16、第一遮罩（標記 114）、及第二遮罩 120（標記 122）對準。接著，影像感測器 130 擷取自標記 122 所產生之干涉圖型資料。然後，測量控制器 140 處理所擷取之影像圖型資料，以便計算 Y 方向波前像差，而 Y 方向波前像差具有在 Y 方向上之投射光學系統 30 的波前資訊。

XY 波前合成步驟 1134C 合成步驟 1134A 中所計算出之 X 方向波前像差與步驟 1134B 中所計算出之 Y 方向波前像差，步驟 1134C 並計算投射光學系統 30 之波前像差，此波前像差具有投射光學系統 30 在二維方向上之像差資訊。查涅克多項式中的每一項（例如多項式中之第 5 項至第 36 項）皆從此波前像差被計算出來，並儲存於測量控制器 140 中之記憶體 144 中。除了投射光學系統 30 之波前資訊外，儲存於記憶體 144 中之查涅克多項式的每一項包含測量裝置 100 及曝光裝置 1 的製造誤差及安裝誤差。

在波前像差測量步驟 1134 之後，步驟 1136 對所有的像差量，判定投射光學系統 30 之波前像差的測量是否結束。當投射光學系統 30 之所有的波前像差測量並未結束時，程序會返回步驟 1132，以改變像差量及測量投射光學系統 30 之波前像差（步驟 1134）。

爲了計算查涅克多項式中第五項之線性增益，例如，

步驟 1132 及步驟 1134 重複 10 次，而同時查涅克多項式中第五項之像差量則以每 $10\text{ m}\lambda$ ($10\text{ m}\lambda$, $20\text{ m}\lambda$, ...) 來做改變。

補償參數決定步驟 1138 決定補償參數，例如，本實施例中之查涅克多項式中之第五項的線性增益。更明確地說，查涅克多項式中第五項之相對變異量與投射光學系統 30 中的像差變化量（由投射控制器 70 所產生之以每 $10\text{ m}\lambda$ 的變化，）不同。因此，測量裝置 100 中所測量到之波前像差變異量與由投射控制器 70 所產生之投射式光學系統 30 之像差變異量（得之於投射控制器 70）之間的比例被決定作為變異量的修正值（線性增益）。

查涅克多項式中第五項之線性增益因此被決定出來。在判定查涅克多項式中各項之線性增益等於或大於第六項時，步驟 1132 重複和被用來藉由改變項數以產生像差而決定第五項之線性增益相同的操作。

系統參數儲存步驟 1140 將藉由步驟 1120 及 1130 所計算出之系統參數，例如處理參數及補償參數，儲存於測量控制器 140 的記憶體 144 中。更明確地說，當第一遮罩 110 中之標記 112 及 114 及第二遮罩 120 中之標記 121 及 122 被用來測量投射光學系統 30 之波前像差時，處理參數及補償參數被儲存於測量控制器 140 中之記憶體 144 中。在此，處理參數為，例如，第二遮罩 120 的厚度、第二遮罩 120 與影像感測器 130 間之距離、及干涉圖型之中心座標及半徑。補償參數為，例如，查涅克多項式中第五項

至第 36 項之線性增益。

當絕對值係包含於系統參數中時，專用的測量裝置可事先測量投射光學系統 30 之提供最佳曝光結果的波前狀態，並將其儲存於測量控制器 140 中的記憶體 144 中。

步驟 1142 判定系統參數的儲存是否結束於所有測量位置處。測量位置指示，例如，用作為先期標記之測量位置、及用來測量不同同影像高度之測量位置。如果系統參數的儲存在所有的測量位置都尚未結束時，則程序會回到步驟 1110 以移動測量位置（例如，第一遮罩 110 中之標記 116 及 118，及第二遮罩 120 中之標記 121 及 122），同樣地接著有步驟 1120 至 1140。如果系統參數之儲存於所有的測量位置處已結束，則圖 4 所示之系統參數測量及儲存步驟 1100 即結束。

在測量裝置 100 被製造之後，步驟 1100 可僅被執行一次。在測量投射光學系統 30 之波前像差時，在步驟 1100 中所儲存之系統參數被用來執行從步驟 1200 至步驟 1400 的操作，將於下文說明之。

處理參數呼叫步驟 1200 從測量控制器 140 中之記憶體 144 中呼叫對應於被用來測量投射光學系統 30 之波前像差的第一遮罩 110 及第二遮罩 120 之標記的處理參數。

投射光學系統 30 之波前像差的計算步驟 1300 使用在步驟 1200 中所呼叫之參數，以計算投射光學系統 30 中之波前像差之查涅克多項式中的各項，其類似於波前像差測量步驟 1134。在此，查涅克多項式中之各項含有，例如

(21)

，查涅克多項式中之第五項至第 36 項。

補償參數反映步驟 1400 從測量控制器 140 中之記憶體 144 中呼叫補償參數。補償參數對應於用來測量投射光學系統 30 之波前像差之第一遮罩 110 中之標記及第二遮罩 120 中之標記。所呼叫之補償參數係反映於在步驟 1300 中所計算出之投射光學系統 30 的波前像差上。例如，查涅克多項式中之第五項至第 36 項之各項的線性增益乘上在步驟 1300 所計算出之投射光學系統 30 的波前像差，以便修正在步驟 1300 中所計算出之第五項至第 36 項之各項的像差變異量。況且，以儲存於測量控制器 140 中之記憶體 144 中之絕對值修校正量來修正在步驟 1300 中所計算出之投射光學系統 30 之波前像差的絕對值。

因此，依據測量裝置 1 及測量方法 1000（步驟 1000 至 1400），源自於測量裝置 100 及曝光裝置 1 之製造誤差及安裝誤差所產生的像差成分可於測量位置（其他的標記位置及影像高度位置）被去除。因此，測量裝置 1 及測量方法 1000 可以精確及快速地僅測量投射光學系統 30 之波前像差。

除了 LDI 之外，測量裝置 1 亦可使用 PDI。雖然遮罩 110 與 120 之結構不同，但 PDI 的測量裝置利用與上述 LDI 用的程序相似之程序。在此，圖 9 為一示意平面圖，顯示第一遮罩 110' 之結構，圖 10 為一示意平面圖，顯示第二遮罩 120' 的結構。

如圖 9 所示，第一遮罩 110' 具有標記 112'，其包括

(22)

針孔 112'a 及窗口 112'b。第一遮罩 110'具有標記 114'，而標記 114'之形狀與 112'之形狀相似。針孔 112'a 的直徑 Δr 滿足上面的方程式 1，其中， NA_0 為投射光學系統 30 之光罩側或物件側。

當針孔 112'a 之直徑滿足方程式 1 時，從針孔 112'a 所繞射之光在 NA_0 範圍內可被視為等相位 (equiphase)。

另一方面，窗口 112'b 之寬度 $\Delta r'$ 具有等於或小於 λ/NA_0 尺寸，但可設定為與方程式 1 相等。然而，因為透射窗口 112'b 之光通過針孔，而針孔之寬度在晶圓側滿足方程式 1 (將於後文詳述)，所以在光罩側不需要等相位。因此，從光量之觀點來看，窗口 112'b 之寬度 $\Delta r'$ 在小於 λ/NA_0 之尺寸範圍中較佳保持寬的。

如圖 10 所示，第二遮罩 120'具有標記 121'，其包括針孔 121'a 及窗口 121'b。第二遮罩 120'另有標記 122'至 124'，其具有與標記 121'相似的形狀。針孔 121'a 之直徑 Δw 滿足下面的方程式 2，其中， NA_i 為在晶圓側或影像側之投射光學系統 30 的數值孔徑， λ 為照射第一遮罩 110 之光的波長。

窗口 121'b 之寬度 $\Delta w'$ 係藉由待測量之投射光學系統 30 的空間頻率來予以設定。例如，在測量高頻時，其被設定為寬；而在測量低頻時，其被設定為窄。窗口 121'b 之寬度 $\Delta w'$ 滿足上面的方程式 3，其中 f 為投射式光學系統 30 之光瞳的空間頻率。在此，在光瞳的半徑內，一個

週期之波前像差的頻率 f 被設定為 1。

下文將說明測量裝置 100 的操作，測量裝置 100 使用 PDI 或用以測量投射式光學系統 30 之波前像差的測量方法。此測量方法與圖 4 所示之流程圖中的方法相似。然而，圖 11 所示之系統參數之測量及儲存流程（步驟 1100'）則取代圖 5 所示之系統參數之測量及儲存流程（步驟 1100）。在此，圖 11 為步驟 1100'之系統參數的測量及儲存之詳細的流程圖。

參照圖 11，起初，測量位置移動步驟 1100'使照明光學系統 16、第一光罩 110'、第二光罩 120'對準，如下所述。

從光源 12 所發出之光經由偏轉光學系統 14 而入射於照明光學系統 16 上，並調整照明光學系統 16 的 s 光闌，以便僅照射第一遮罩 110'中之標記 112'上。因為針孔 112'a 之寬度滿足方程式 1，所以從針孔 112'a 所發出之光變成具有球面等相位波前之繞射光。因此，光係照射在投射光學系統 30 中的整個光瞳平面上。另一方面，通過第一遮罩 110'中之窗口 112'b 的光含有照明光學系統 16 之像差。

晶圓台 45 調整第二遮罩 120'，使得從第一遮罩 110'中之標記 112'所發出之光經由投射光學系統 30 而成像於第二遮罩 120'中之標記 121'上。因此，第一遮罩 110'之針孔 112'a 成像於第二遮罩 120'中之窗口 121'b 上；且第一遮罩 110'中之窗口 112'b 成像於第二遮罩 120'中之狹

(24)

縫 121'a 上。

在第二遮罩 120'中之狹縫 121'a 中所繞射之光具有球面等相位波前。另一方面，透射過第二遮罩 120'中之窗口 121'b 之光藉由針孔 112'a 而被形成在 X 方向上之等相位波前的形狀，然後通過投射光學系統 30，並具有投射光學系統 30 之波前像差資訊。

回到圖 11，處理參數計算步驟 1120'計算由影像感測器 130 所偵測到之干涉區域之中心的座標及半徑。處理參數計算步驟 1120'具有像差量設定步驟 1124'、及處理參數決定步驟 1128'。

類似於步驟 1124，像差量設定步驟 1124'經由投射控制器 70 來驅動投射光學系統 30 中之透鏡群組，在投射控制器 70 中，像差量、透鏡驅動量、及投射光學系統 30 之波長改變量之間的關係被調整。此組態產生投射光學系統 30 中之球面像差，且改變其像差量。影像感測器 130 擷取干涉圖型資料。複數組所擷取之干涉圖型資料被輸出至測量控制器 140。

處理參數決定步驟 1128'根據輸入至測量控制器 140 之複數組干涉圖型資料來決定處理參數（干涉圖型之中心座標及半徑）。

更明確地說，干涉圖型之中心座標在起初被計算出。從步驟 1124'可得知，僅球面像差發生於從所擷取之干涉圖型資料中所獲致的波前像差中。因此，接近干涉圖型之中心處，藉由將中心座標對應至 XY 方向上來實施複數個

不同的干涉圖型處理。然後，在查涅克多項式中展開之波前像差中，具慧差（coma）之最小像差變異量之中心位置可被決定做為干涉圖型的中心座標。

類似於步驟 1128，在干涉圖型之中心座標的決定方面，一臨時的固定值，例如一設計值，被當作干涉圖型的半徑使用。

以所決定之干涉圖型的中心座標來決定干涉圖型之半徑。藉由使用相同半徑來處理此複數組之所擷取之干涉圖型資料而計算球面像差量。雖然步驟 1128 使用在 XY 波前合成之後的波前像差，步驟 1128'中之測量裝置 1 利用 PDI 且不必實施波前合成。此處理係藉由改變半徑來予以實施，且將一半徑位置決定做為干涉圖型之半徑，而從此半徑位置，對應於在複數個干涉圖型資料中之像差變異量的變異量事先自步驟 1124'被決定。

補償參數計算步驟 1130'計算補償參數。在此所使用之補償參數為線性增益，例如在查涅克多項式中各項之像差變異量修正值。補償參數計算步驟 1130'具有像差量設定步驟 1132'、波前像差測量步驟 1134'、及補償參數決定步驟 1138'。

步驟 1132'、1136'、及 1138'之操作係類似於步驟 1132、1136、及 1138。因此，下文僅陳述步驟 1134 及 1134'間之差異。

波前像差測量步驟 1134'無須執行在步驟 1134 中所執行的三個步驟。步驟 1134 中，得自由第一遮罩 110 中

的標記 112 至 118 及由第二遮罩 120 中的標記 121 至 128 所產生之干涉圖型資料之波前僅具有投射光學系統 30 之單一方向上的像差資訊。因此，需合成兩個不同方向上之波前像差，且須計算二維波前像差。

另一方面，從使用於步驟 1134'之第一遮罩 110'中的標記 112'至 114'及第二遮罩 120'中的標記 121'至 124'所產生之干涉圖型資料中所獲得到之波前，其具有投射光學系統 30 之二維的像差資訊。因此，在步驟 1134 中僅需執行 X 方向波前像差計算步驟 1134A。

系統參數儲存步驟 1140'儲存系統參數，例如：處理參數及補償參數，其係藉由測量控制器 140 中的記憶體中之步驟 1120'及 1130'而被計算出。

步驟 1142'判斷系統參數之儲存是否在所有的測量位置處結束。如果系統參數之儲存尚未於所有的測量位置處結束，則程序回到步驟 1110'來移動測量位置，同樣地接著有步驟 1120'至 1140'。如果系統參數的儲存在所有的測量位置處結束，則系統參數之測量及儲存則結束（步驟 1100'）。與步驟 1100 相似，步驟 1100'在測量裝置 100 被製造出來之後，僅可被執行一次。

與步驟 1200 相似，處理參數呼叫步驟 1200'從記憶體 144 中呼叫對應於用來測量投射光學系統 30 之波前像差第一遮罩 110'及第二遮罩 120'的標記之處理參數。

投射光學系統 30 之波前像差的計算步驟 1300'與上文波前像差測量步驟 1134'相似，其使用在步驟 1200'中

(27)

所呼叫的參數來計算投射光學系統 30 中的波前像差之查涅克多項式中的每一項。在此，查涅克多項式中的每一項例如為查涅克多項式中的第五項至第 36 項。

與步驟 1400 相似，補償參數反映步驟 1400' 呼叫對應於用來測量投射光學系統 30 的波前像差之第一遮罩 110' 中的標記及第二遮罩 120' 中的標記之補償參數。所呼叫的補償參數被反映在步驟 1300' 中所計算出之投射光學系統 30 的波前像差上。

因此，依據測量裝置 100 及測量方法 1000（步驟 1100' 至 1400'），源自於測量裝置 100 及曝光裝置 1 之製造誤差及安裝誤差所產生之像差成分在測量位置（其他的標記位置及影像高度位置）被去除。因此，測量裝置 100 及測量方法 1000 可以正確及快速地僅測量投射光學系統 30 之波前像差。

當安裝有測量裝置 100 之曝光裝置 1 執行圖 4 所示之系統參數的測量及儲存時（步驟 1100 或 1100'），該步驟並不一定需要被執行，而同時測量裝置 100 係安裝於曝光裝置上。例如，具有同樣用來提供對第一遮罩 110 或 110' 及第二遮罩 120 或 120' 之驅動控制，並作為投射控制器 70 使用之專用的測量裝置可測量波前像差。

圖 5 所示之流程圖中的各步驟無須按照該順序來予以實施。例如，在上文中，步驟 1132 及 1134 被重複來測量複數個像差量。然而，事先在複數個像差量中獲得到干涉圖型資料，且該干涉圖型資料可被同時處理。

雖然測量裝置 1 利用 LDI 或 PDI，其他干涉儀，例如 LSI，可以測量標的光學系統之光學特性作為二維資訊。

在曝光時，自光源 12 所發出之光經由照射光學系統 16 而照射在光罩 20 上。已經通過光罩 20 且反射光罩圖案之光係經由投射光學系統 30 而被成像於基板 40 上。用作為曝光裝置 1 之投射光學系統 30 的波前像差被精確地測量且根據測量結果而被精確地修正。因此，曝光裝置 1 可達成優越的曝光特性（高解析度），及提供較先前更高品質之裝置，例如半導體裝置及液晶顯示裝置。

現在參照圖 12 及 13，將使用曝光裝置 1 來說明裝置製造方法之實施例。圖 12 為一流程圖，用來解釋裝置之製造，例如：半導體裝置及液晶顯示裝置。在此，將以半導體裝置之製造為例來做說明。步驟 1（電路設計）設計一半導體裝置電路。步驟 2（光罩製造）形成具有所設計電路之光罩。步驟 3（晶圓製備）使用材料（例如矽）來製造晶圓。步驟 4（晶圓處理），其亦被稱為前處理，使用光罩及晶圓而透過光刻形成實際電路於晶圓上。步驟 5（組裝），其亦被稱為後處理，將步驟 4 中所形成的晶圓形成為半導體晶片，並包含組裝步驟（例如切割、接合）、封裝步驟（晶片密封）等等。步驟 6（檢查）對步驟 5 中所製成之半導體裝置進行不同的測試例如，有效性測試和耐久性測試。經由這些步驟，完成及裝運半導體裝置（步驟 7）。

圖 13 為步驟 4 中之晶圓處理的詳細流程圖。步驟 11

(氧化) 氧化晶圓的表面。步驟 12 (CVD) 於晶圓的表面上形成絕緣層。步驟 13 (電極形成) 藉由氣相沉積或其他方式，於晶圓上形成電極。步驟 14 (離子佈植)，佈植離子於晶圓中。步驟 15 (光阻製程) 將感光材料塗施於晶圓上。步驟 16 (曝光) 使用曝光裝置 1，以使光罩之電路圖案曝光於晶圓上。步驟 17 (顯影)，使曝光後之晶圓顯影。步驟 18 (蝕刻) 蝕刻除了經顯影之光阻影像的部分。步驟 19 (光阻剝離)，於蝕刻後去除未使用之光阻。重複這些步驟，使晶圓上形成有多層的電路圖案。本實施例之裝置製造方法可製造較先前更高品質的裝置。因此，使用曝光裝置 1 之裝置製造方法、及最終製成之裝置也構成本發明的一個樣態。

此外，本發明並非限定於這些較佳實施例，可以做成不遠離本發明範圍之各種變化及修正。

【圖式簡單說明】

圖 1 為示意方塊圖，顯示依據本發明的一個樣態之曝光裝置的結構。

圖 2 為示意平面圖，顯示圖 1 所示之測量裝置中的第一光罩。

圖 3 為示意平面圖，顯示圖 1 所示之測量裝置中的第二光罩。

圖 4 為流程圖，用來說明依據本發明的一個樣態之測量方法。

圖 5 為圖 4 所示之系統參數測量及儲存步驟 1100 的詳細流程圖。

圖 6 為示意透視圖，顯示圖 3 所示之第二光罩中從狹縫及窗口中所發射出的光。

圖 7 為示意平面圖，顯示一例舉之干涉圖型，該干涉圖型係在從第二光罩之狹縫所放射出的光及窗口所放射出的光之間，該干涉圖型係由圖 1 所示之測量裝置之影像感測器所偵測得。

圖 8 為圖 5 所示之波前像差測量步驟 1134 的詳細流程圖。

圖 9 為示意平面圖，顯示圖 2 所示之第一光罩的另一結構。

圖 10 為示意平面圖，顯示圖 3 所示之第二光罩的另一結構。

圖 11 為步驟 1100'中之系統參數測量及儲存之詳細流程圖，步驟 1100'做為圖 5 所示之步驟 1100 之修改。

圖 12 為一流程圖，用來解釋該裝置之製作。

圖 13 為圖 12 所示之步驟 4 之晶圓處理的流程圖。

【主要元件符號說明】

1：曝光裝置

10：照明裝置

12：光源

14：偏轉光學系統

(31)

16：照明光學系統

20：光罩

25：光罩台

30：投射光學系統

40：基板

40：晶圓

45：晶圓台

50：對準光學系統

60：主控制器

70：投射控制器

100：測量裝置

100A：光罩側之測量部分

100B：晶圓側之測量部分

110：第一遮罩

112：標記

112a：狹縫

112b：窗口

114：標記

114a：狹縫

114b：窗口

120：第二遮罩

121：標記

121a：狹縫

121b：窗口

(32)

. 122 : 標 記

122 a : 狹 縫

122 b : 窗 口

130 : 影 像 感 測 器

140 : 測 量 控 制 器

142 : 處 理 器

144 : 記 憶 體

五、中文發明摘要

發明之名稱：測量方法、測量裝置及曝光裝置

一種使用測量裝置來測量標的光學系統之波前像差的測量方法，該測量裝置藉由偵測干涉圖型來測量該標的光學系統之波前像差，該測量方法包括測量偏離界定該測量裝置和該標的光學系統之結構之值的設計值之偏移做為系統參數，及使用該系統參數來測量該標的光學系統之波前像差的步驟。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

MEASUREMENT METHOD AND APPARATUS, EXPOSURE APPARATUS

A measurement method for measuring a wavefront aberration of a target optical system using a measurement apparatus that measures the wavefront aberration of the target optical system by detecting an interference pattern includes the steps of measuring as a system parameter a shift from a design value of a value that defines a structure of the measurement apparatus and the target optical system, and measuring the wavefront aberration of the target optical system using the system parameter.

(1)

十、申請專利範圍

1.一種使用測量裝置來測量標的光學系統之波前像差的測量方法，該測量裝置藉由偵測干涉圖型來測量該標的光學系統之該波前像差，該測量方法包括步驟：

測量偏離界定該測量裝置和該標的光學系統之結構之值的設計值之偏移做為系統參數；及

使用該系統參數來測量該標的光學系統的該波前像差。

2.如申請專利範圍第 1 項之測量方法，其中該波前像差測量步驟包括步驟：

使用該系統參數中之處理參數來計算該標的光學系統之該波前像差，該處理參數被用來從干涉圖型計算該標的光學系統之該波前像差；及

將該系統參數中之補償參數反映於該標的光學系統之該波前像差，該補償參數被用來調整由該計算步驟所計算出之該標的光學系統的該波前像差。

3.如申請專利範圍第 2 項的測量方法，其中該處理參數包括以下之至少一者：產生該干涉圖型之構件的厚度、該構件與一擷取干涉圖型影像之影像感測器間的距離、該影像感測器上之干涉圖型的中心座標、及該影像感測器上之該干涉圖型的半徑。

4.如申請專利範圍第 2 項的測量方法，其中該補償參數包括用來調整該標的光學系統之該波前像差之變異量的線性增益，和用來調整該標的光學系統之該波前像差之絕

(2)

對量的絕對值的至少其中之一。

5.如申請專利範圍第 1 項的測量方法，其中該系統參數測量步驟包括步驟：

取得以下之至少一者：產生該干涉圖型之構件的厚度、該構件與一擷取該干涉圖型影像之影像感測器間的距離、該影像感測器上之該干涉圖型的中心座標、及該影像感測器上之該干涉圖型的半徑、用來調整該標的光學系統之該波前像差之變異量的線性增益，及用來調整該標的光學系統之該波前像差之絕對量的絕對值；及

將以下之至少一者儲存做為系統參數：產生該干涉圖型之該構件的厚度、該構件與擷取該干涉圖型影像之該影像感測器間的距離、該影像感測器上之該干涉圖型的中心座標、及該影像感測器上之該干涉圖型的半徑、用來調整該標的光學系統之該波前像差之變異量的該線性增益、用來調整該標的光學系統之該波前像差之該絕對量的該絕對值。

6.如申請專利範圍第 5 項之測量方法，其中，該影像感測器上之該干涉圖型之中心座標的取得步驟包括步驟：

產生該標的光學系統之球面成分的像差；

經由改變由該產生步驟所產生之該像差的量而取得複數件干涉圖型資料；及

在藉由該取得步驟所取得之該複數件干涉圖型資料中，除了該球面成分外，將具有像差之最小變化量的中心位置決定成為該中心座標。

(3)

7.如申請專利範圍第 5 項之測量方法，其中，於該影像感測器上取得該干涉圖型之半徑的步驟包括步驟：

於該標的光學系統中，產生已知之球面成分的像差量；

藉由改變由該產生步驟所產生之該像差的量而取得複數件干涉圖型資料；及

將一值決定做為該半徑，而在該值處，藉由該取得步驟所取得之該複數件干涉圖型資料之球面成分的像差變異量與已知之球面成分的像差變異量相一致。

8.如申請專利範圍第 5 項的測量方法，其中該線性增益之取得步驟包括步驟：

於該標的光學系統中，產生一特定成分之已知的像差量；

藉由改變由該產生步驟所產生之該像差的量而取得複數件干涉圖型資料；及

計算藉由該取得步驟所取得之該複數件干涉圖型資料之特定成分的像差變異量與該特定成分之已知的像差變異量之間的比值。

9.一種用以藉由偵測干涉圖型來測量標的光學系統之波前像差的曝光裝置，該曝光裝置包括：

記憶體，被組構來將偏離界定該測量裝置和該標的光學系統之結構之值的設計值之偏移儲存做為系統參數；及

處理器，被組構來使用該系統參數中之用來計算該標的光學系統之波前像差的處理參數，以計算該標的光學系

(4)

統之波前像差，及將該系統參數中之補償參數反映於該標的光學系統的該波前像差中，該補償參數被用來調整所計算出之該標的光學系統的該波前像差。

10.一種曝光裝置，被組構而使用來自光源之光，以使光罩之圖案曝光於基板上，該曝光裝置包括：

投射光學系統，被組構來使該圖案投射於該基板上；
及

如申請專利範圍第 9 項之測量裝置，該裝置被組構而使用來自於該光源之該光，以測量該投射光學系統之波前像差。

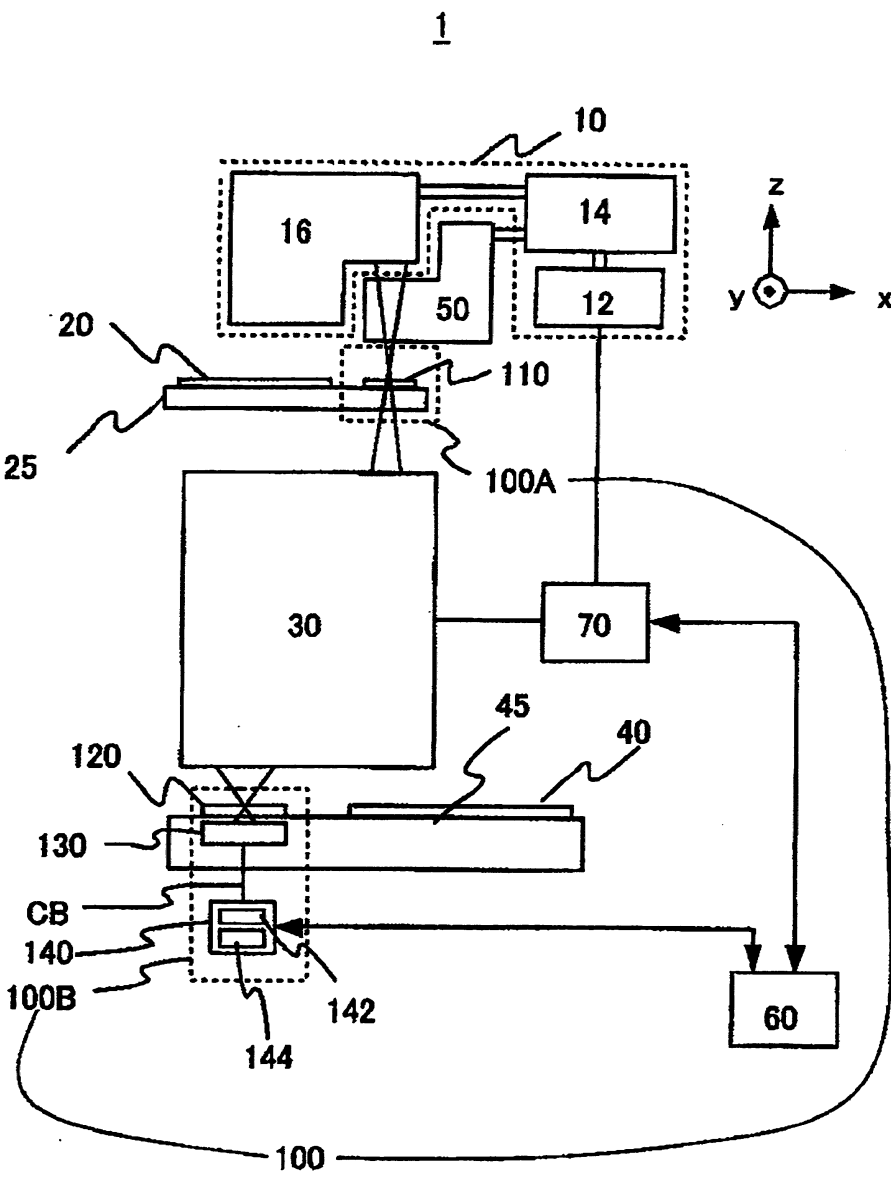


圖 1

110

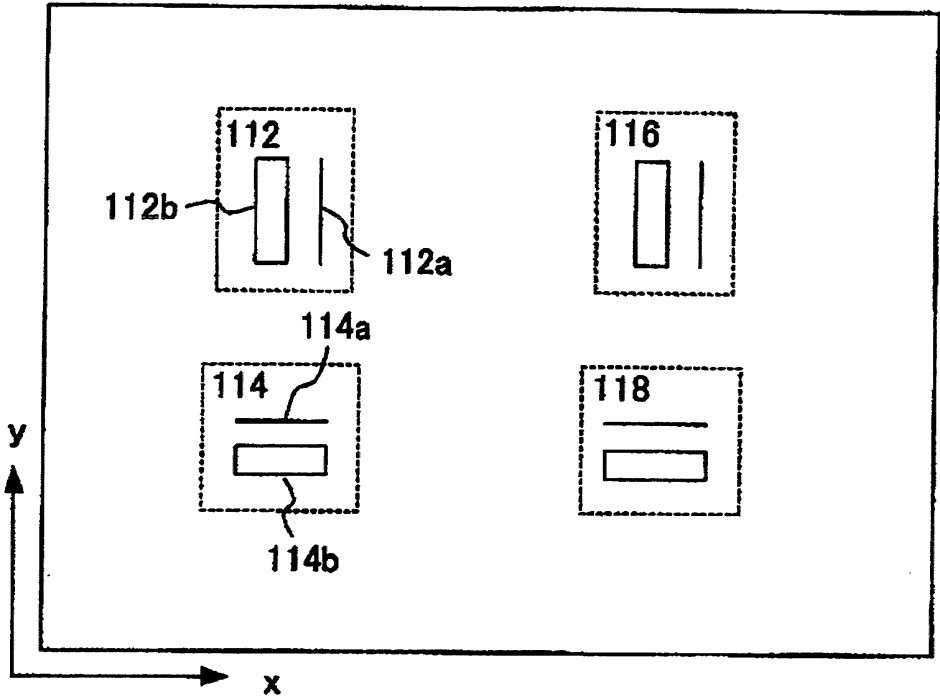


圖 2

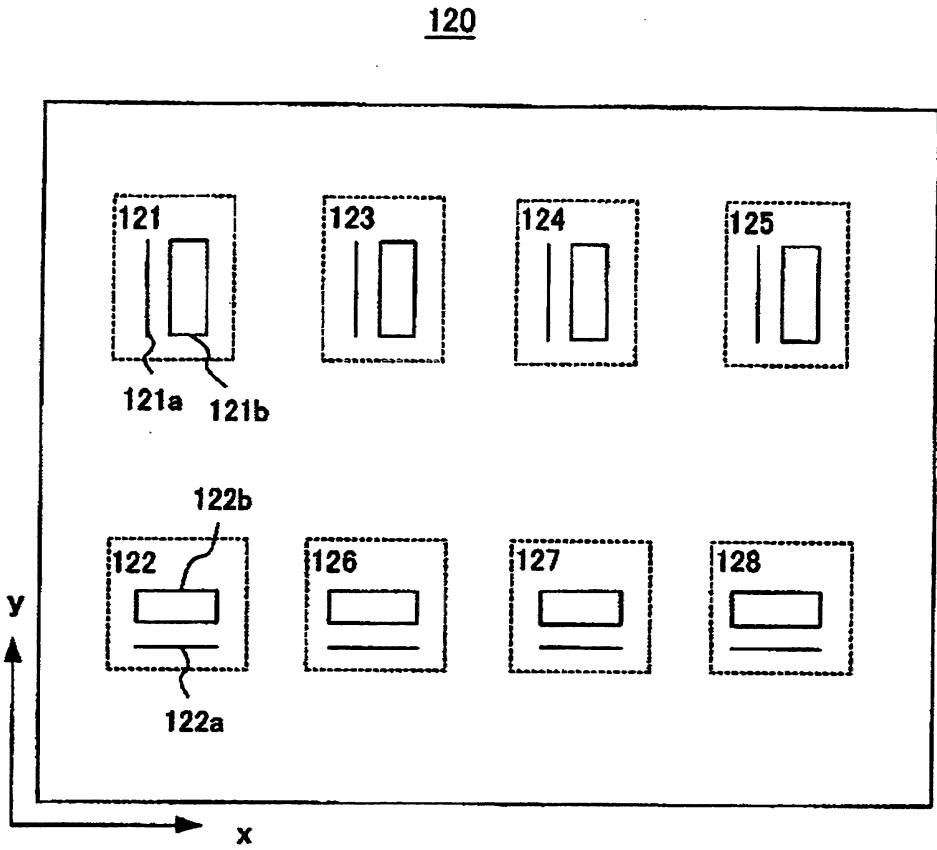


圖3

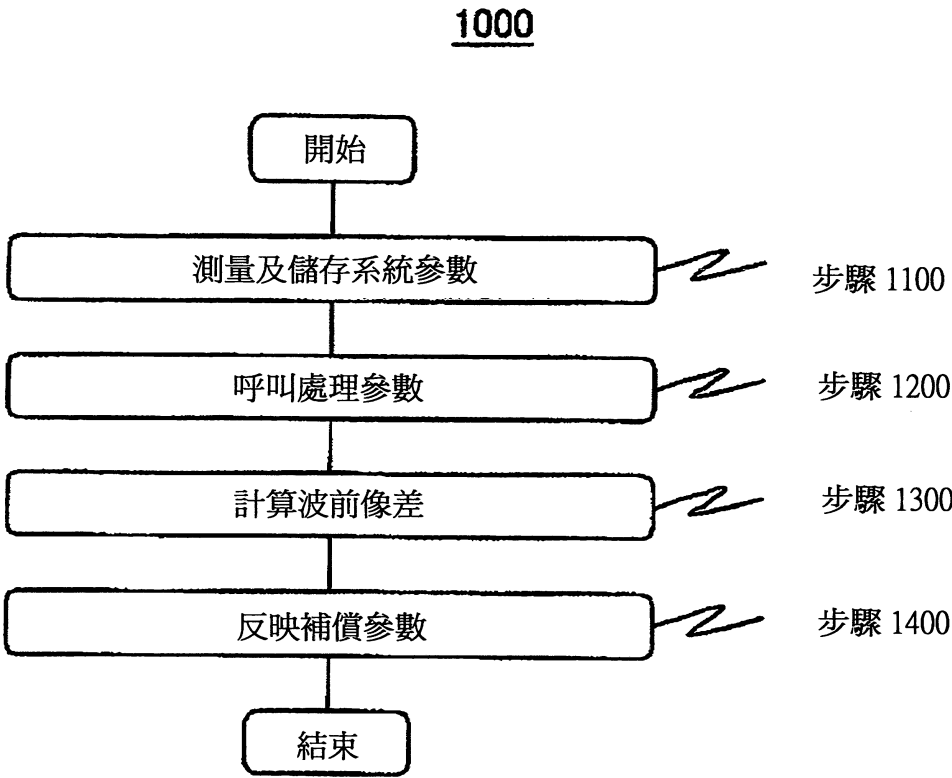


圖 4

1100

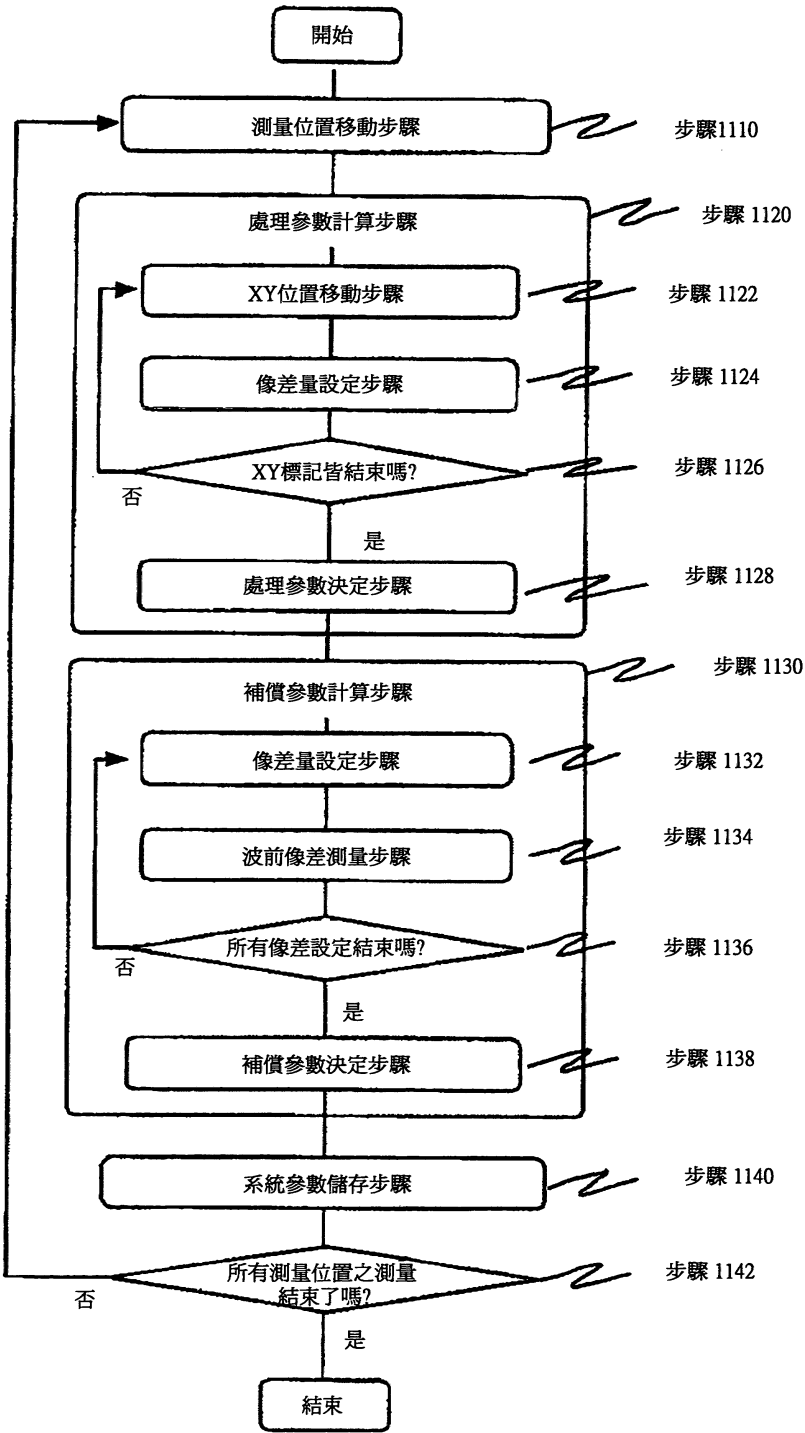


圖5

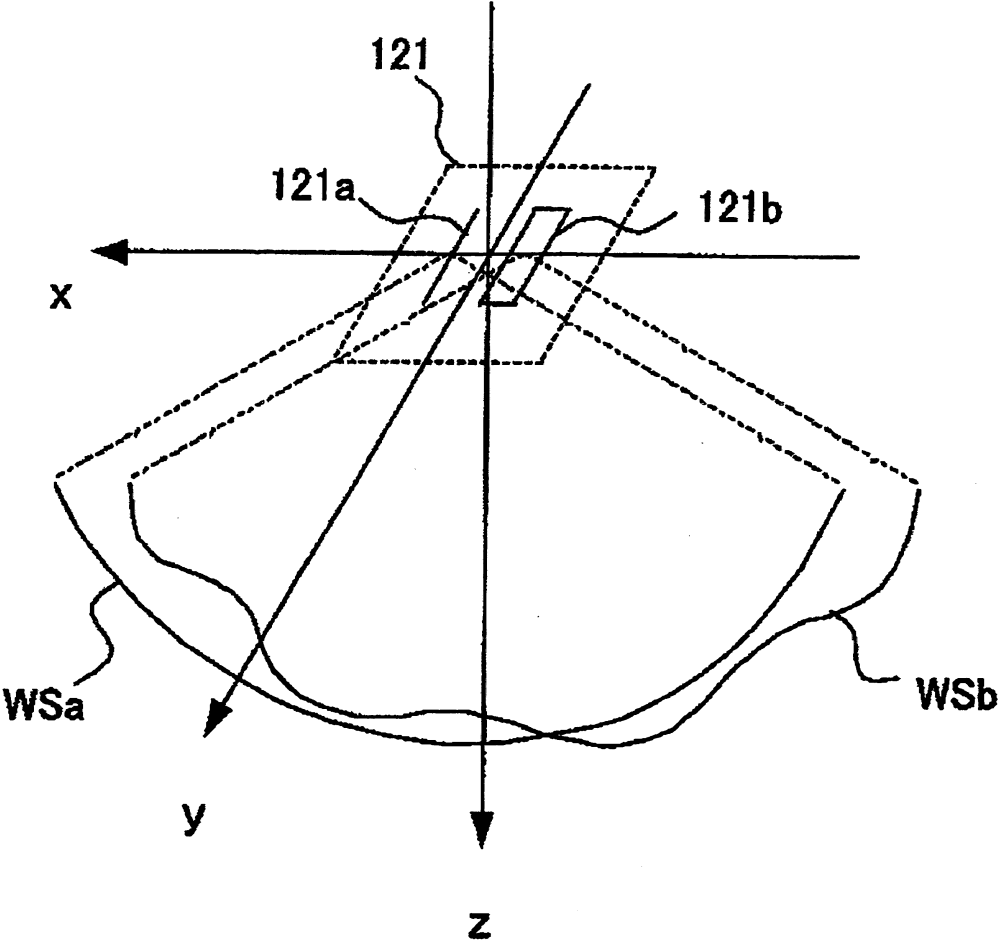


圖6

130

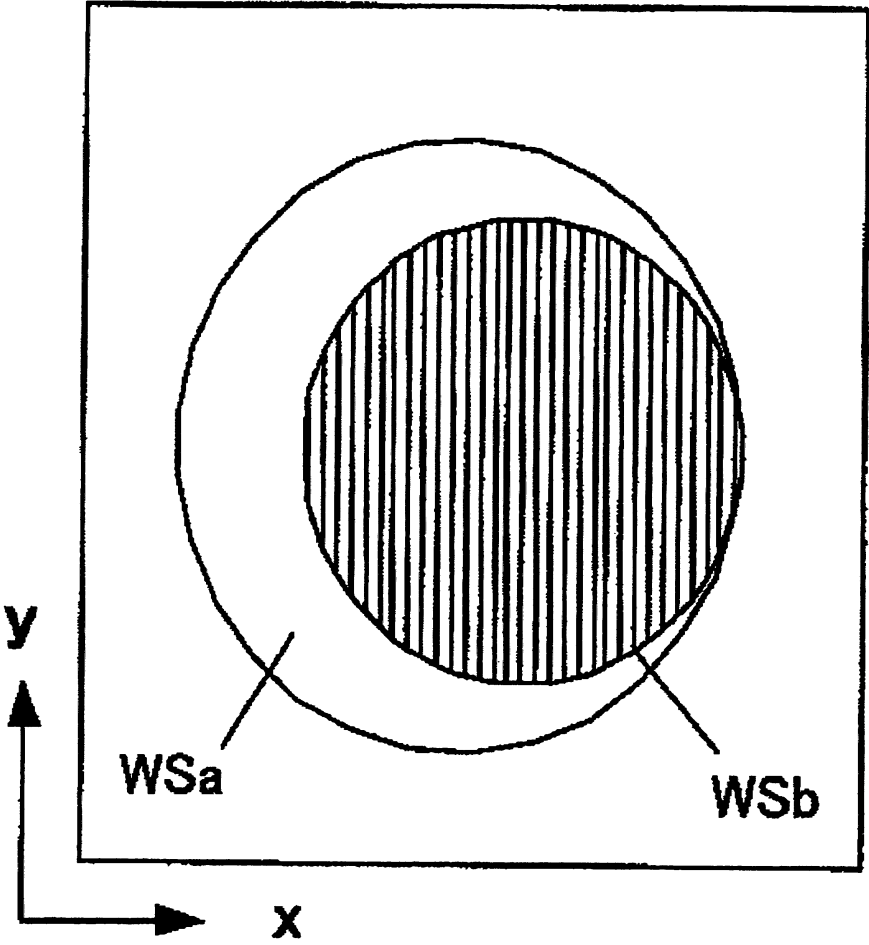


圖 7

1134 (1300)

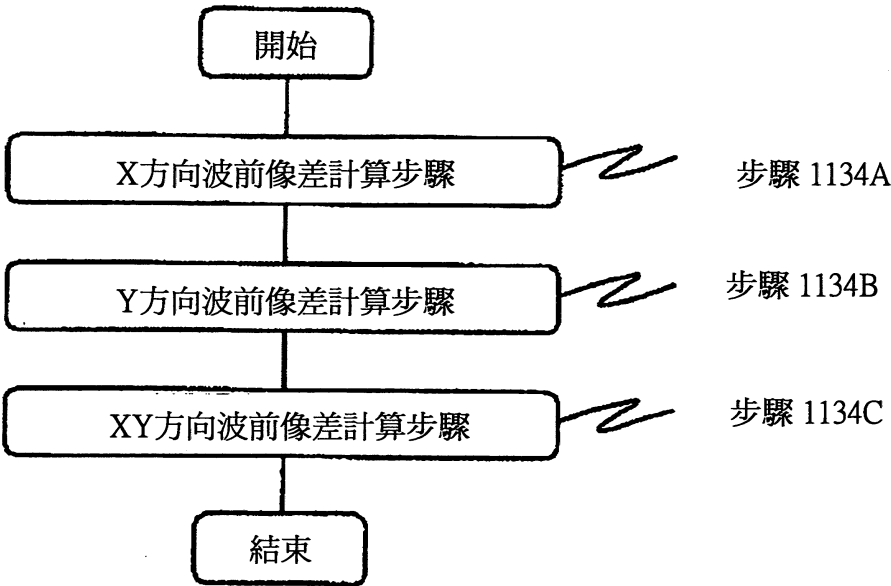


圖8

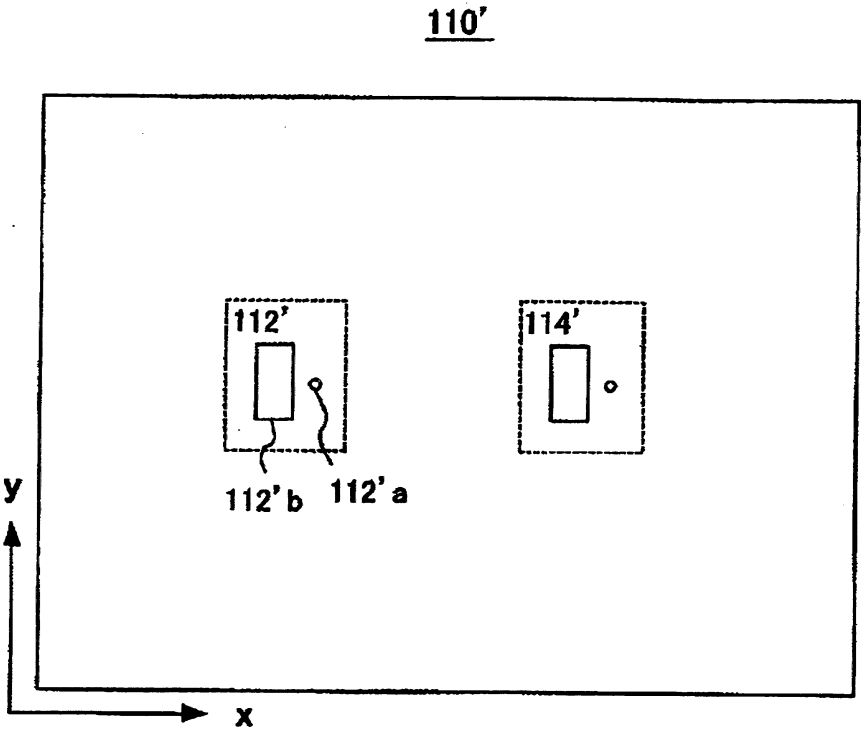


圖 9

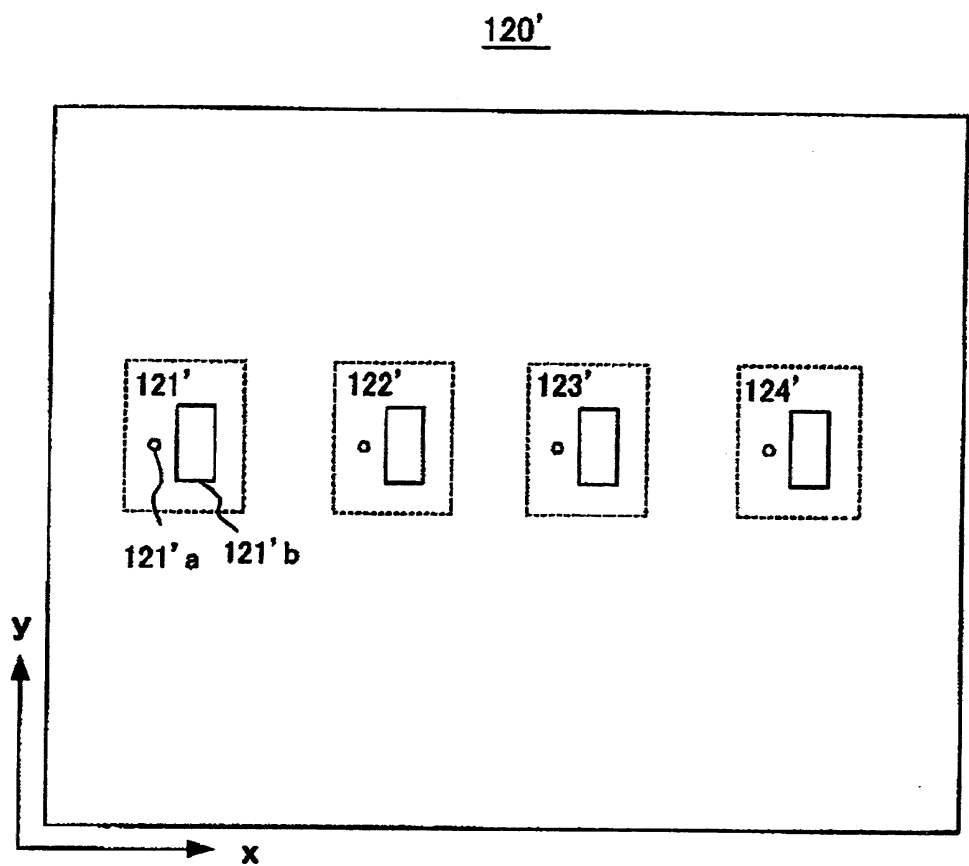


圖 10

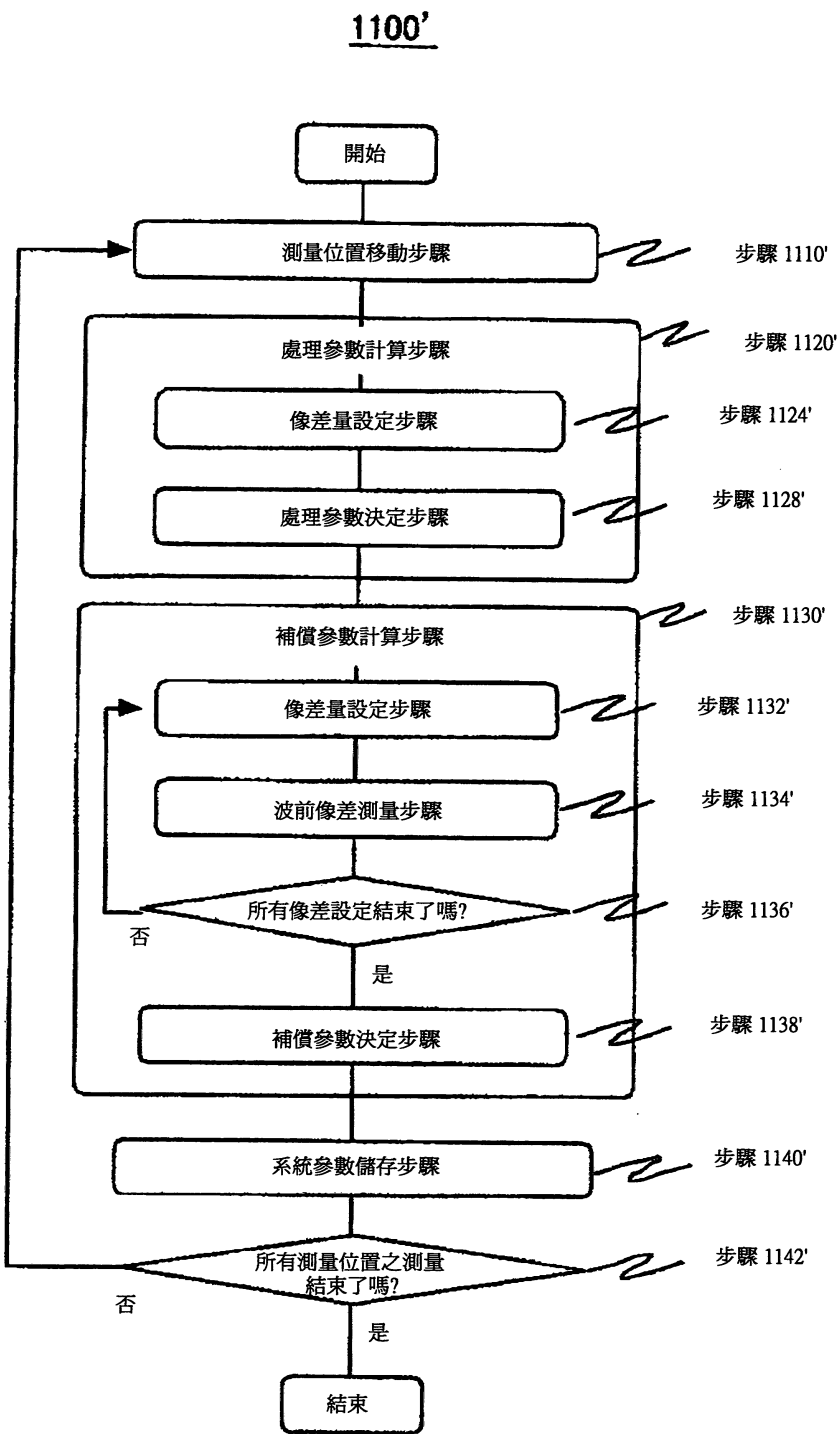


圖 11

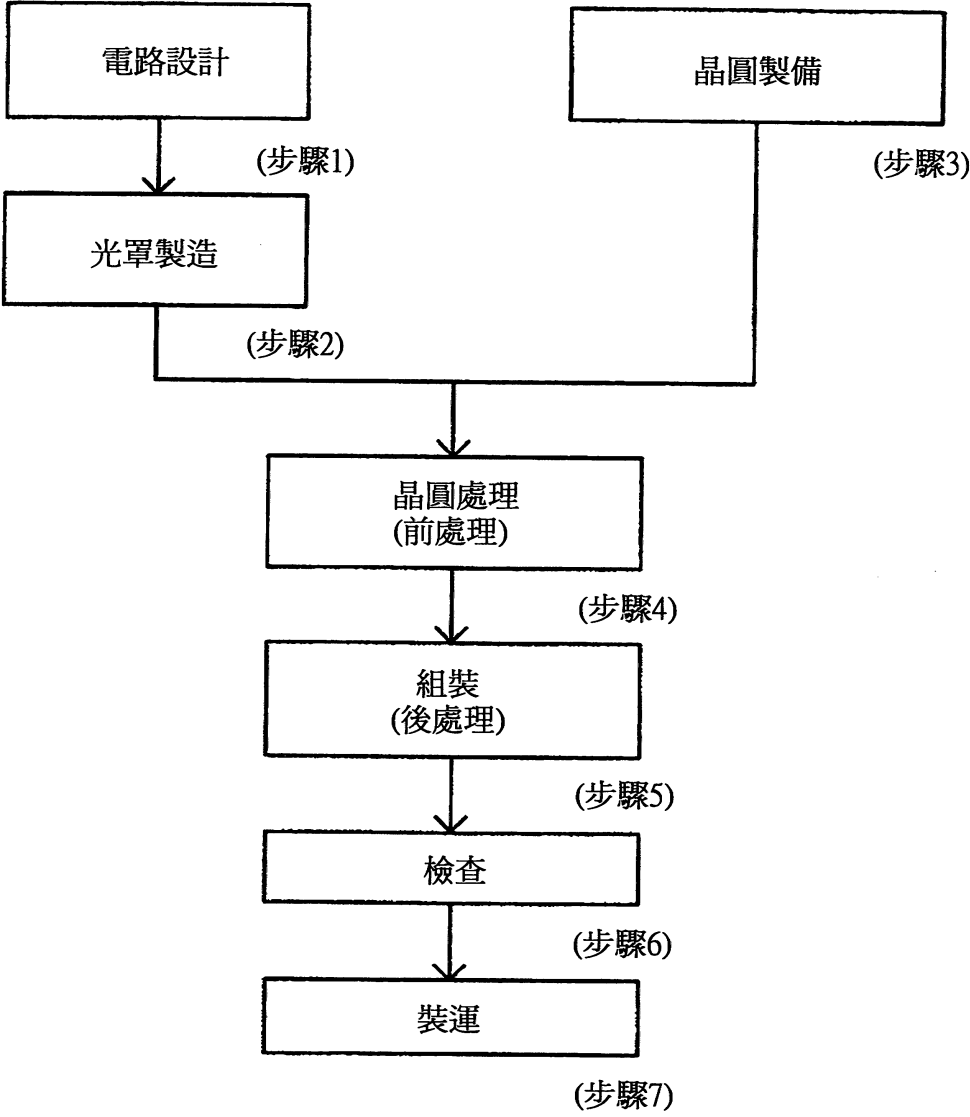


圖12

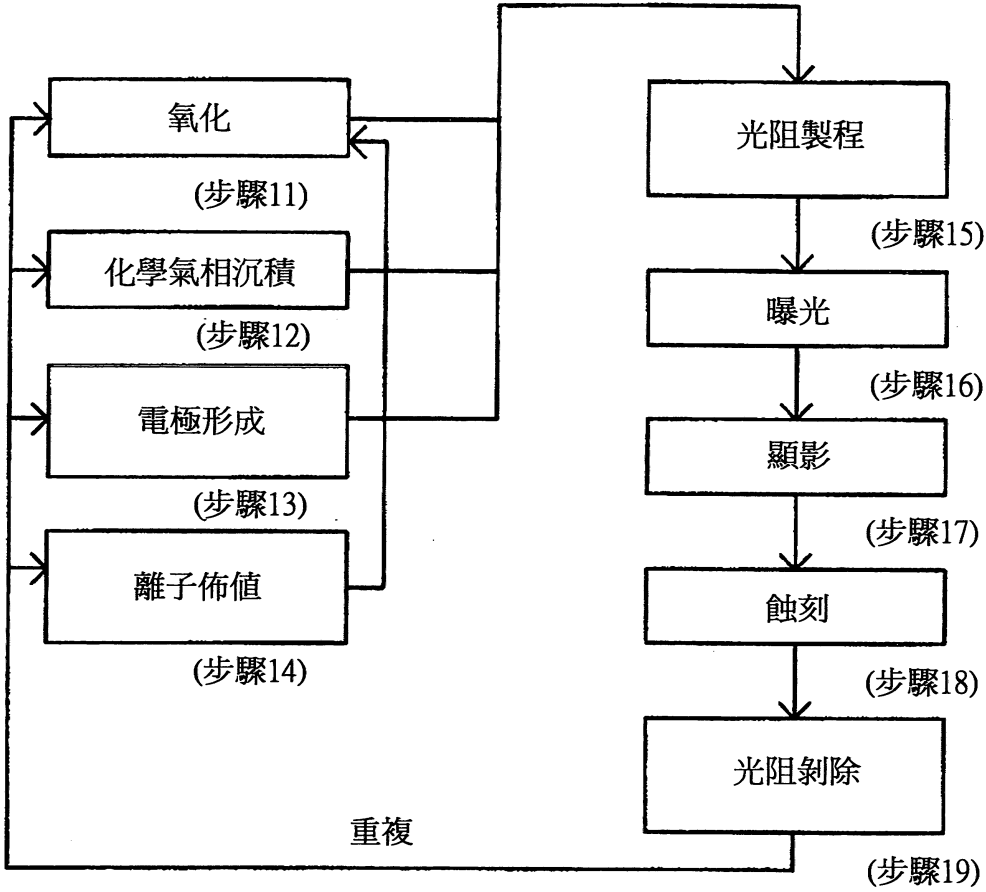


圖13

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：曝光裝置；10：照明裝置；12：光源；
14：偏轉光學系統；16：照明光學系統；20：光罩；
25：光罩台；30：投射光學系統；40：基板；40：晶圓；
45：晶圓台；50：對準光學系統；60：主控制器；
70：投射控制器；100：測量裝置；100A：光罩側之測量
部分；100B：晶圓側之測量部分；120：第二遮罩；
130：影像感測器；140：測量控制器；142：處理器；
144：記憶體；CB：纜線

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