

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

評價方法、曝光方法、及物品的製造方法

【技術領域】

本發明涉及評價曝光裝置中的投影光學系統的像差的評價方法、曝光方法以及物品的製造方法。

【先前技術】

作為在半導體裝置等的製造程序(光刻程序)中使用的一個裝置，有將遮罩的圖案轉印到基板的曝光裝置。在曝光裝置中，伴隨近年來的電路圖案的微細化，要求高精度地評價投影光學系統的像差。在專利文獻 1 以及 2 中，記載了：僅根據將遮罩的圖案實際上轉印到基板的轉印結果以及使用攝像元件進行空中像測量而得到的結果中的某一方，評價投影光學系統的像差。

在僅根據轉印結果評價投影光學系統的像差的情況下，為了高精度地評價投影光學系統的像差，優選使用在多個基板上分別轉印了遮罩的圖案的結果。然而，在多個基板上分別轉印遮罩的圖案、並測量轉印到各基板上的圖案是比較麻煩的，會花費相應的時間。另一方面，在僅根據空中像測量的結果評價投影光學系統的像差的情況下，在空中像測量的結果中有可能相對轉印結果產生誤差，所

以有可能難以高精度地評價投影光學系統的像差。

〔先前技術文獻〕

專利文獻 1：日本特開 2003-215423 號公報

專利文獻 2：日本特開 2001-166497 號公報

【發明內容】

本發明提供一種例如對於容易並且高精度地評價曝光裝置中的投影光學系統的像差有利的技術。

為了達成上述目的，作為本發明的一個側面的評價方法評價曝光裝置中的投影光學系統的像差，其中，包括：轉印程序，將遮罩的多個圖案要素通過所述曝光裝置的所述投影光學系統轉印到基板；第 1 程序，根據所述轉印程序中的轉印結果，求出與基於所述投影光學系統的所述多個圖案要素各自的投影位置有關的第 1 特性值，求出所述多個圖案要素的所述第 1 特性值的平均值而作為表示所述投影光學系統的像差的第 1 資訊；檢測程序，檢測通過所述投影光學系統投影了的所述多個圖案要素的像；第 2 程序，根據所述檢測程序中的檢測結果，求出與基於所述投影光學系統的所述多個圖案要素各自的投影位置有關的第 2 特性值，求出所述多個圖案要素的所述第 2 特性值的平均值以及關於所述多個圖案要素的各個圖案要素的所述第 2 特性值與該第 2 特性值的平均值之差而作為表示所述投影光學系統的像差的第 2 資訊；以及評價程序，根據所述第 1 資訊和所述第 2 資訊，評價所述投影光學系統的像

差。

本發明的進一步的特徵通過以下參照附圖而說明的優選的實施形態將更加明確。

【圖式簡單說明】

圖 1A、圖 1B 是示出曝光裝置的概略圖。

圖 2 是示出投影光學系統的像差的評價方法以及曝光方法的流程圖。

圖 3A、圖 3B 是示出評價用遮罩的圖。

圖 4 是示出線寬與基板的高度的關係的圖。

圖 5A~圖 5G 是示出為了評價投影光學系統的像差而得到的特性的圖。

圖 6A~圖 6J 是示出為了評價投影光學系統的像差而得到的特性的圖。

圖 7 是示出伴隨照明條件的變更的投影光學系統的像差的評價方法以及曝光方法的流程圖。

【實施方式】

以下，參照附圖，說明本發明的優選的實施形態。此外，在各圖中，關於同一構材或者要素附加同一參照編號，省略重複的說明。

<第 1 實施形態>

在本實施形態中，說明評價曝光裝置 100 中的投影光學系統的像差的評價方法。首先，參照圖 1A，說明曝光

裝置 100。圖 1A 是示出第 1 實施形態的曝光裝置 100 的概略圖。曝光裝置 100 能夠包括例如對遮罩 2 進行照明的照明光學系統 1、可保持遮罩 2 而移動的遮罩台 3、將遮罩 2 的圖案投影到基板 5 的投影光學系統 4、可保持基板 5 而移動的基板平臺 6 以及控制部 7。控制部 7 包括例如 CPU、記憶體等，控制曝光裝置 100 的各部分（控制曝光處理）。

照明光學系統 1 通過其中包含的遮光片等遮光構材（狹縫規定構材），將從光源射出的光整形為例如在 X 方向上長的圓弧狀的狹縫光，用該狹縫光對遮罩 2 的一部分進行照明。從照明光學系統 1 射出的狹縫光的剖面 1a（XY 剖面）如圖 1B 所示，具有通過以軸 11 為中心的曲率 R、縫長 L 以及縫寬 d 規定的形狀。

投影光學系統 4 可構成為等倍成像光學系統、放大成像光學系統以及縮小成像光學系統中的某一個光學系統。在本實施形態中，說明將投影光學系統 4 構成為等倍成像光學系統的例子。投影光學系統 4 包括例如第 1 平面反射鏡 41、第 2 平面反射鏡 42、凹面反射鏡 43 以及凸面反射鏡 44。從照明光學系統 1 射出並透射了遮罩 2 的光在第 1 平面反射鏡 41 以及凹面反射鏡 43 的上部分別反射而入射到凸面反射鏡 44。然後，在凸面反射鏡 44 中反射出的光在凹面反射鏡 43 的下部以及第 2 平面反射鏡 42 中分別反射而入射到基板 5。由此，遮罩 2 的圖案被投影到基板 5。即，遮罩 2 的圖案的像在基板 5 上成像。

遮罩 2 以及基板 5 分別通過遮罩平臺 3 以及基板平臺 6 保持，隔著投影光學系統 4 配置於光學上共軛的位置（投影光學系統 4 的物面以及像面）的各個位置。針對遮罩平臺 3 以及基板平臺 6，在至少與投影光學系統 4 的光軸 10 垂直的方向（例如 Y 方向）上，一邊相互同步一邊以與投影光學系統 4 的投影倍率對應的速度比相對地掃描。由此，能夠一邊在基板上沿 Y 方向掃描狹縫光，一邊將遮罩 2 的圖案轉印到基板上。另外，遮罩平臺 3 以及基板平臺 6 能夠構成為使遮罩 2 以及基板 5 分別在高度方向（Z 方向）上也能夠移動。

在此，曝光裝置 100 能夠包括檢測基板 5 的高度的第 1 檢測部 8、以及檢測利用投影光學系統 4 投影了的遮罩 2 的圖案的像（進行所謂空中像測量）的第 2 檢測部 9。第 1 檢測部 8 是對基板 5 傾斜照射光的斜入射型，能夠包括對基板 5 的表面照射光的照射系統 8a、和接收由基板 5 反射出的光的受光系統 8b。另外，第 2 檢測部 9 包括例如 CCD 感測器、CMOS 感測器等攝像元件（影像感測器），能夠以使該攝像元件的攝像面成為與基板 5 的面相同的高度的方式設置於基板平臺 6。然後，第 2 檢測部 9 在檢測遮罩 2 的圖案的像時，以使從投影光學系統 4 射出的光入射到第 2 檢測部 9 的方式通過基板平臺 6 來移動。

在這樣構成的曝光裝置 100 中，伴隨近年來的電路圖案的微細化，要求高精度地評價投影光學系統 4 的像差。以往，僅根據遮罩 2 的圖案向基板 5 的轉印結果以及空中

像測量的結果中的某一方，進行了投影光學系統 4 的像差評價。在僅根據轉印結果評價投影光學系統 4 的像差的情況下，為了高精度地評價投影光學系統 4 的像差，優選使用在多個基板 5 上分別轉印遮罩 2 的圖案而得到的結果。然而，在多個基板 5 上分別轉印遮罩 2 的圖案、並測量轉印到各基板 5 的圖案是比較麻煩的，會花費相應的時間。特別，測量轉印到基板 5 的圖案的線寬等的程序相比於其他程序會花費更多的評價時間，所以在評價時間這一點上增加基板的張數是不優選的。另一方面，在僅根據空中像測量的結果評價投影光學系統 4 的像差的情況下，在空中像測量的結果中可能產生相對轉印結果的誤差，所以難以高精度地評價投影光學系統 4 的像差。

因此，在本實施形態的投影光學系統的像差的評價方法中，根據轉印結果，求出表示投影光學系統 4 的像差的資訊，並且還根據空中像測量的結果的每一個，求出表示投影光學系統 4 的像差的資訊。然後，利用根據轉印結果求出的該資訊，修正根據空中像測量的結果求出的該資訊，根據修正後的結果，評價投影光學系統 4 的像差。由此，能夠減少轉印遮罩 2 的圖案的基板 5 的張數（即將遮罩 2 的圖案轉印到基板 5 的次數），並且能夠容易並且高精度地評價投影光學系統 4 的像差。以下，說明根據轉印結果以及空中像測量的結果這雙方來評價投影光學系統 4 的像差的方法。

〔實施例 1〕

在實施例 1 中，邊參照圖 2，邊說明評價作為曝光裝置 100 中的投影光學系統 4 的像差的像面彎曲以及像散的方法。在此，與投影光學系統 4 的像差的評價方法一併地，還說明如下曝光方法：根據投影光學系統 4 的像差的評價結果校正曝光裝置 100，使用校正後的曝光裝置 100 對基板進行曝光。圖 2 是示出投影光學系統 4 的像差的評價方法以及曝光方法的流程圖。在此，在實施例 1 中，作為投影光學系統 4 中的與遮罩 2 的圖案的投影位置有關的特性值，可以使用投影光學系統 4 的聚焦值（以下簡稱為“聚焦值”）。

首先，在 S11 中，根據將評價用遮罩 2' 的圖案轉印到基板上而得到的轉印結果，將投影光學系統 4 的特性值（聚焦值）作為第 1 特性值而求出，根據第 1 特性值，將表示投影光學系統 4 的像差的資訊作為第 1 資訊求出。在 S11 的程序中，作為遮罩 2，可以使用評價用遮罩 2'，作為基板 5，可以使用測試基板 5'（還稱為評價用基板或者虛設基板）。另外，S11 的程序僅進行 1 次就足夠了，但也可以反復多次。

在此，說明評價用遮罩 2'。例如，在本實施例中使用的評價用遮罩 2' 被配置成例如如圖 3A 所示，在與掃描方向不同的方向（例如 X 方向）上的多個位置（X 位置 P1~P5）的各處，沿掃描方向排列 2 個以上的圖案 2a。評價用遮罩 2' 中的 X 位置 P1~P5 與從投影光學系統 4 射出

的狹縫光的剖面 1a 中的 X 方向的位置 P1~P5 (參照圖 5A) 對應。圖 5A 是示出狹縫光的剖面 1a 的圖。並且，多個圖案 2a 的各個圖案能夠包括行線延伸的方向相互不同的多個行線要素而作為多個圖案要素 2b。

本實施例中的各圖案 2a 如圖 3B 所示能夠包括行線延伸的方向相互各錯開 45 度的 4 種行線要素而作為多個圖案要素 2b。圖 3B 所示的 H 行線要素 2b_H 是在與狹縫光的掃描方向垂直的方向 (X 方向) 上延伸的行線要素，V 行線要素 2b_V 是相對 H 行線要素 2b_H 繞逆時針旋轉了 90 度的行線要素。另外，S 行線要素 2b_S 是相對 H 行線要素 2b_H 繞逆時針旋轉了 45 度的行線要素，T 行線要素 2b_T 是相對 V 圖案繞逆時針旋轉了 45 度的行線要素。

以下，詳細說明 S11 的程序。S11 的程序能夠包括例如 S11a~S11d 的程序。在 S11a 中，通過使用評價用遮罩 2' 利用曝光裝置 100 對測試基板 5' 進行掃描曝光，將評價用遮罩 2' 中的多個圖案 2a (多個圖案要素 2b) 轉印到該測試基板上。例如，在 S11a 的程序中，一邊使用評價用遮罩 2'，通過基板平臺 6 變更測試基板 5' 的高度 (Z 方向的位置)，一邊進行測試基板 5 的掃描曝光。即，一邊變更散焦量，一邊進行測試基板 5' 的掃描曝光。由此，在測試基板 5' 上，關於 X 位置 P1~P5 的各個位置，能夠沿著掃描方向排列形成以使散焦量相互不同的方式轉印的多個圖案 2a (多個圖案要素 2b)。在此，在 S11a 的程序中，除了對測試基板 5' 進行掃描曝光的曝光

程序以外，還能夠進行例如在基板上塗布感光材（抗蝕層）的塗布程序、使進行了掃描曝光的測試基板 5' 顯影的顯影程序等。

在 S11b 中，通過例如曝光裝置 100 的外部的測量裝置等，測量被轉印到測試基板 5' 的各圖案要素 2b 的線寬。在 S11c 中，根據 S11b 中的測量結果，針對每個 X 位置，關於各圖案要素 2b 求出圖案要素 2b 的線寬與曝光時的測試基板 5' 的高度的關係。然後，根據針對每個 X 位置關於各圖案要素 2b 求出的該關係，將每個 X 位置的聚焦值關於各圖案要素 2b 作為第 1 特性值而求出。例如，如果關注 X 位置 P1 處的 H 行線要素 $2b_H$ ，則根據這些測量結果，如圖 4 所示能夠求出 H 行線要素 $2b_H$ 的線寬與各 H 行線要素 $2b_H$ 的曝光時的測試基板 5' 的高度的關係。然後，線寬成為最大時的測試基板 5' 的高度對應於聚焦值，所以能夠根據圖 4 所示的線寬與測試基板 5' 的高度的關係，求出 X 位置 P1 處的關於 H 行線要素 $2b_H$ 的聚焦值。通過關於各 X 位置 P1~P5 以及各圖案要素 2b，進行這樣求出聚焦值的程序，能夠如圖 5B 所示，關於各圖案要素 2b 得到 X 位置與聚焦值的關係。

在 S11d 中，通過式 (1)，針對每個 X 位置，將在 S11c 中求出的關於多個圖案要素 2b 的聚焦值（第 1 特性值）的平均值作為表示投影光學系統 4 的像差的第 1 資訊而求出。由此，如圖 5C 所示，能夠得到 X 位置與聚焦值的平均值的關係。在式 (1) 中，將 X 位置 P_n ($n=1\sim 5$)

處的 H 行線要素 $2b_H$ 、V 行線要素 $2b_V$ 、S 行線要素 $2b_S$ 、T 行線要素 $2b_T$ 的聚焦值分別表示為 F_{nH} 、 F_{nV} 、 F_{nS} 、 F_{nT} ，將它們的平均值表示為 F_n 。另外，將各圖案要素中的最佳聚焦值所附加的權重分別表示為 w_{nH} 、 w_{nV} 、 w_{nS} 、 w_{nT} 。在此，在本實施例中，說明了作為聚焦值的平均值求出各圖案要素 $2b$ 的聚焦值的加權平均值的例子。在起因於例如測量了圖案要素 $2b$ 的線寬的測量裝置中的像差等，而在測量結果中產生與各圖案要素 $2b$ 的行線延伸的方向對應的誤差的情況下，優選使用加權平均值。因此，在不產生該誤差的情況下，也可以作為聚焦值的平均值，求出例如各圖案要素 $2b$ 的聚焦值的簡單平均值。

$$F_n = \frac{w_{nH}F_{nH} + w_{nV}F_{nV} + w_{nS}F_{nS} + w_{nT}F_{nT}}{w_{nH} + w_{nV} + w_{nS} + w_{nT}} \dots (1)$$

接下來，在 S12 中，根據通過第 2 檢測部 9 檢測利用投影光學系統 4 投影了的評價用遮罩 2' 的各圖案 2a 的像而得到的結果（空中像測量的結果），將投影光學系統 4 的特性值（聚焦值）作為第 2 特性值而求出。然後，根據第 2 特性值，將表示投影光學系統 4 的像差的資訊作為第 2 資訊而求出。通過例如曝光裝置 100（控制部 7）自動地進行 S12 的程序即可。另外，也可以進行多次 S12 的程序，根據對在多次的 S12 的程序中得到的多個檢測結果進行平均化而得到的結果，求出第 2 特性值。在此，在圖 2 所示的流程圖中，在 S11 的程序之後進行 S12 的程序，

但也可以在 S11 的程序之前進行 S12 的程序。

以下，詳細說明 S12 的程序。S12 的程序能夠包括 S12a~S12c 的程序。在 S12a 中，一邊通過基板平臺 6 變更基板 5 的高度，一邊通過第 2 檢測部 9 針對每個 X 位置，檢測通過投影光學系統 4 投影了的評價用遮罩的各圖案要素 2b 的影像。然後，在 S12b 中，針對每個 X 位置，將關於評價用遮罩 2' 的各圖案要素 2b 的聚焦值作為第 2 特性值而求出。由此，能夠如圖 5D 所示，關於各圖案要素 2b，得到 X 位置與聚焦值的關係。

在 S12c 中，使用例如上述式 (1)，針對每個 X 位置，將在 S12b 的程序中得到的關於多個圖案要素 2b 的聚焦值 (第 2 特性值) 的平均值作為表示投影光學系統 4 的像差的第 2 資訊而求出。由此，能夠如圖 5E 所示，得到 X 位置與聚焦值的平均值的關係。另外，在 S12c 中，針對每個 X 位置，將各圖案要素 2b 的聚焦值 (第 2 特性值) 與聚焦值 (第 2 特性值) 的平均值的差 (即圖 5D 所示的特性與圖 5E 所示的特性的差 (以下還稱為偏差值)) 也作為第 2 資訊而求出。例如，如果關注 H 行線要素 $2b_H$ ，則能夠通過式 (2) 求出關於 H 行線要素 $2b_H$ 的偏差值。在式 (2) 中，將 X 位置 P_n ($n=1\sim 5$) 處的 H 行線要素 $2b_H$ 的聚焦值表示為 f_{nH} ，將關於多個圖案要素 2b 的聚焦值的平均值表示為 f_n ，將關於 H 行線要素 $2b_H$ 的偏差值表示為 fb_{nH} 。由此，如圖 5F 所示，能夠關於各圖案要素 2b，得到 X 位置與偏差值的關係。

$$fb_{nH} = f_{nH} - f_n \dots (2)$$

返回到圖 2 的流程圖，在 S13 中，以使例如第 2 資訊中的第 2 特性值的平均值接近第 1 資訊中的第 1 特性值的平均值的方式，利用在 S11 中得到的第 1 資訊，修正在 S12 中得到的第 2 資訊。由此，得到為了評價投影光學系統 4 的像差而使用的資訊（評價用資訊）。

作為修正第 2 資訊的一個具體的方法，有通過應用第 1 資訊中的第 1 特性值的平均值作為第 2 資訊中的第 2 特性值的平均值來修正第 2 資訊的方法。即，該方法是將把第 1 資訊中的平均值（圖 5C 所示的特性）和第 2 資訊中的偏差值（圖 5F 所示的特性）合起來的結果作為修正後的第 2 資訊而得到的方法。例如，如果關注 H 行線要素 $2b_H$ ，則能夠通過式（3）將第 1 資訊中的平均值和第 2 資訊中的偏差值合起來。在式（3）中，將把 X 位置 P_n （ $n=1\sim 5$ ）處的關於 H 行線要素 $2b_H$ 的第 1 資訊中的平均值和第 2 資訊中的偏差值合起來的結果表示為 F_{0nH} ，將 H 行線要素 $2b_H$ 中的權重表示為 W_{nH} 。通過關於各圖案要素 $2b$ 以及各 X 位置，進行這樣將第 1 資訊中的平均值和第 2 資訊中的偏差值合起來的處理，能夠如圖 5G 所示得到評價用資訊。在此，與使用上述加權平均的理由同樣地，在根據各圖案要素 $2b$ 的行線延伸的方向而在利用第 2 檢測部 9 得到的檢測結果中產生誤差的情況下，優選使用偏差

值所附加的權重。

$$F_{0nH} = F_n + W_{nH} \times fb_{1H} \dots (3)$$

在 S14 中，根據在 S13 中得到的評價用資訊（圖 5G），評價投影光學系統 4 的像差（像面彎曲以及像散）。例如，能夠如圖 5G 所示，根據聚焦值的最大值與最小值的差，評價像面彎曲。另外，能夠針對每個 X 位置，根據多個圖案要素 2b 中的聚焦值的差，評價像散。在 S15 中，根據 S14 中的評價結果，校正曝光裝置 100。通過例如調整投影光學系統 4 的光學元件的位置、或者對投影光學系統 4 的光學元件進行加工或者更換，能夠進行曝光裝置 100 的校正。另外，在 S16 中，通過在 S15 中校正了的曝光裝置 100，使用具有轉印到應形成電路的基板 5 的電路圖案的遮罩 2，對該基板 5 進行曝光。

〔實施例 2〕

在實施例 2 中，說明作為曝光裝置 100 中的投影光學系統 4 的像差而評價畸變像差的方法。在實施例 2 中，也與實施例 1 同樣地能夠依照圖 2 所示的流程圖進行投影光學系統 4 的像差評價、曝光裝置 100 的校正、以及基板 5 的曝光。在此，在實施例 2 中，作為投影光學系統 4 的特性值，能夠使用在與投影光學系統 4 的光軸 10 垂直的方向（XY 方向）上通過投影光學系統 4 投影遮罩 2 的圖案

的位置與目標位置的偏移量（以下簡稱為“偏移量”）。另外，在實施例 2 中；能夠使用關於與掃描方向不同的方向上的多個位置（X 位置 P0~P30）的各個位置具有將例如多個十字標誌作為多個圖案要素 2b 沿狹縫光的掃描方向排列的圖案 2a 的評價用遮罩 2”。

首先，在 S11 中，根據將評價用遮罩 2”的圖案轉印到基板上而得到的轉印結果，將投影光學系統 4 的特性值（偏移量）作為第 1 特性值而求出，根據第 1 特性值，將表示投影光學系統 4 的像差的資訊作為第 1 資訊而求出。

在 S11a 中，通過使用評價用遮罩 2”利用曝光裝置 100 對測試基板 5”進行掃描曝光，將評價用遮罩 2”的多個圖案 2a（多個圖案要素 2b）轉印到該測試基板上。

在 S11b 中，通過例如曝光裝置 100 的外部的測量裝置等，測量轉印到測試基板 5”的各圖案要素 2b 的位置（XY 方向）。由此，例如如圖 6A 所示，能夠得到表示轉印到測試基板 5”的各圖案要素 2b 的位置的格子狀的分佈 61。然後，在 S11c 中，根據 S11b 中的測量結果（圖 6A 所示的分佈），求出通過投影光學系統 4 投影評價用遮罩 2”的各圖案要素 2b 的位置與目標位置（目標位置的分佈 62）的偏移量。關於與投影光學系統 4 的光軸 10 垂直的第 1 方向（在本實施例中 X 方向）、以及與投影光學系統 4 的光軸垂直並且與第 1 方向不同的第 2 方向（在本實施例中 Y 方向）的各個方向，求出該偏移量。以下，將第 1 方向（X 方向）上的偏移量表示為 D_x ，將

出。由此，能夠如圖 6F 所示，得到 X 位置與偏移量 Dy 的平均值的關係。然後，通過式 (5)，針對每個 X 位置，將 Y 方向上的各檢測點處的偏移量 Dy (第 2 特性值) 與偏移量 Dy (第 2 特性值) 的平均值的差 (即圖 6D 所示的特性與圖 6F 所示的特性的差 (偏差值)) 也作為第 2 資訊而求出。在式 (5) 中，將 X 位置 P_i ($i=0\sim 30$) 以及檢測點 Y_j ($j=0\sim 10$) 處的偏移量 Dy 設為 dY_{ij} ，將 X 位置 P_i 處的偏移量 Dy 的平均值設為 dY_i ，將偏移量 Dy 的偏差值設為 dYb_{ij} 。由此，能夠如圖 6H 所示，關於 Y 方向上的各檢測點得到 X 位置與偏移量 Dy 的偏差值的關係。

$$dYb_{ij} = dY_{ij} - dY_i \dots (5)$$

返回到圖 2 的流程圖，在 S13 中，通過利用在 S11 中得到的第 1 資訊修正在 S12 中得到的第 2 資訊，從而得到評價用資訊。例如，通過將第 1 資訊中的偏移量 Dx 的平均值 (圖 6B 所示的特性) 和第 2 資訊中的偏移量 Dx 的偏差值 (圖 6G 所示的特性) 合起來，能夠得到關於 X 方向的評價用資訊。能夠通過式 (6)，將第 1 資訊中的偏移量 Dx 的平均值和第 2 資訊中的偏移量 Dx 的偏差值合起來。在式 (6) 中，將 X 位置 P_i ($i=0\sim 30$) 處的第 1 資訊中的偏移量 Dx 的平均值設為 DX_i ，將把第 1 資訊中的偏移量 Dx 的平均值和第 2 資訊中的偏移量 Dy 的偏差值

合起來的結果設為 DX_{0ij} 。通過關於各 X 位置進行這樣將第 1 資訊中的偏移量 Dx 的平均值和第 2 資訊中的偏移量 Dx 的偏差值合起來的處理，能夠如圖 6I 所示得到關於 X 方向的評價用資訊。在此，在根據 X 位置 P_i 以及檢測點 Y_j 的位置在利用第 2 檢測部 9 得到的檢測結果中產生誤差的情況下，使用偏差值所附加的權重 $W_{x_{ij}}$ 即可。

$$DX_{0ij} = DX_i + W_{x_{ij}} \times dX_{b_{ij}} \dots (6)$$

同樣地，通過將第 1 資訊中的偏移量 Dy 的平均值（圖 6B 所示的特性）和第 2 資訊中的偏移量 Dy 的偏差值（圖 6H 所示的特性）合起來，能夠得到關於 Y 方向的評價用資訊。能夠通過式（7），將第 1 資訊中的偏移量 Dy 的平均值和第 2 資訊中的偏移量 Dy 的偏差值合起來。在式（7）中，將 X 位置 P_i ($i=0\sim30$) 處的第 1 資訊中的偏移量 Dy 的平均值設為 DY_i ，將把第 1 資訊中的偏移量 Dy 的平均值和第 2 資訊中的偏移量 Dy 的偏差值合起來的結果設為 DY_{0ij} 。通過關於各 X 位置進行這樣將第 1 資訊中的偏移量 Dy 的平均值和第 2 資訊中的偏移量 Dy 的偏差值合起來的處理，能夠如圖 6J 所示得到關於 Y 方向的評價用資訊。在此，在根據 X 位置 P_i 以及檢測點 Y_j 的位置而在利用第 2 檢測部得到的檢測結果中產生誤差的情況下，使用偏差值所附加的權重 $W_{y_{ij}}$ 即可。

$$DY_{0ij} = DY_i + Wy_{ij} \times dYb_{ij} \dots (7)$$

在 S14 中，根據在 S13 中得到的評價用資訊（圖 6I 以及圖 6J），評價投影光學系統 4 的像差（畸變像差）。在 S15 中，根據 S14 中的評價結果，校正曝光裝置 100。另外，在 S16 中，通過在 S15 中校正了的曝光裝置 100，使用具有轉印到應形成電路的基板 5 的電路圖案的遮罩 2，對該基板 5 進行曝光。

<第 2 實施形態>

在曝光裝置 100 中，例如，有變更常規、輪帶、偶極這樣的有效光源的形狀、照明光學系統 1 的 NA、輪帶比、透射率等照明條件的情況。然而，每當變更照明條件時，在變更之後的照明條件下將評價用遮罩的圖案轉印到測試基板、並根據其轉印結果得到投影光學系統 4 的特性值會花費相應的工夫和時間。因此，優選在變更了照明條件之後，不進行圖 2 所示的流程圖的 S11 的各程序，評價變更之後的照明條件下的投影光學系統 4 的像差。因此，在本實施形態中，在變更之後的照明條件下不進行圖 2 所示的流程圖的 S11 的各程序，而僅新進行 S12 的各程序，進行變更之後的照明條件下的投影光學系統 4 的像差評價。以下，參照圖 7，說明本實施形態中的投影光學系統 4 的像差的評價方法。圖 7 是示出相互不同的 2 種照明條件各自下的投影光學系統 4 的像差的評價方法以及曝光方

法的流程圖。

在 S21 中，將曝光裝置 100 的照明條件設定為第 1 照明條件。第 1 照明條件是指，與變更曝光裝置 100 的照明條件之前的照明條件對應。在 S22 中，通過進行圖 2 所示的流程圖的 S11 的各程序，求出第 1 特性值的平均值（第 1 資訊）。以下，將在 S22 中求出的第 1 特性值的平均值稱為“平均值 A1”。在 S23 中，通過進行圖 2 所示的流程圖的 S12 的各程序，求出第 2 特性值的平均值以及第 2 特性值的偏差值（第 2 資訊）。以下，將在 S23 中求出的第 2 特性值的平均值稱為“平均值 A2”，將在 S23 中求出的第 2 特性值的偏差值稱為“偏差值 A2”。另外，在圖 7 所示的流程圖中，在 S22 的程序之後進行了 S23 的程序，但也可以在 S22 的程序之前進行。

在 S24 中，根據用在 S22 中求出的第 1 資訊修正在 S23 中求出的第 2 資訊而得到的結果，評價投影光學系統 4 的像差，根據評價結果，校正曝光裝置 100。S24 的程序與圖 2 所示的流程圖的 S13~S15 的各程序對應。在 S25 中，使用具有轉印到應形成電路的基板 5 的電路圖案的遮罩 2，以第 1 照明條件，對該基板 5 進行曝光。S25 的程序與圖 2 所示的流程圖的 S16 的程序對應，會根據應形成電路的基板 5 的張數反復多次。

在 S26 中，將曝光裝置 100 的照明條件從第 1 照明條件變更為第 2 照明條件。在 S27 中，通過進行圖 2 所示的流程圖的 S12 的各程序，新求出第 2 特性值的平均值以及

第 2 特性值的偏差值（第 3 資訊）的第 2 特性值。以下，將在 S27 中得到的第 2 特性的平均值稱為“平均值 B”，將在 S27 中得到的第 2 特性的偏差值稱為“偏差值 B”。在 S28 中，根據在 S23 中得到的第 2 資訊（平均值 A2）與在 S27 中得到的第 3 資訊（平均值 B）的差，修正在變更之前的照明條件下求出的第 1 資訊（平均值 A1）。具體而言，通過將第 2 資訊（平均值 A2）與第 3 資訊（平均值 B）的差加算到第 1 資訊（平均值 A1），修正該第 1 資訊。

在 S29 中，根據利用在 S28 中修正了的第 1 資訊修正在 S27 中求出的第 3 資訊而得到的結果，評價變更之後的照明條件（第 2 照明條件）下的投影光學系統的像差，根據評價結果，校正曝光裝置 100。S29 的程序與圖 2 所示的流程圖的 S13~S15 的各程序對應。在 S30 中，使用具有轉印到應形成電路的基板 5 的電路圖案的遮罩 2，以第 2 照明條件對該基板 5 進行曝光。S30 的程序與圖 2 所示的流程圖的 S16 的程序對應，會根據應形成電路的基板 5 的張數反復多次。這樣，在第 2 實施形態中，不進行在變更之後的照明條件下將評價用遮罩的圖案轉印到測試基板的程序（圖 2 的流程圖中的 S11），而能夠容易地評價變更之後的照明條件下的投影光學系統 4 的像差。

<物品的製造方法的實施形態>

本發明的實施形態的物品的製造方法適用於製造例如

半導體裝置等微型裝置、具有微細構造的元件等物品。本實施形態的物品的製造方法包括對塗布在基板上的感光劑使用上述曝光方法來形成潛像圖案的程序（對基板進行曝光的程序）、和使在上述程序中形成了潛像圖案的基板顯影的程序。進而，上述製造方法包括其他公知的程序（氧化、成膜、蒸鍍、摻雜、平坦化、蝕刻、抗蝕層剝離、切割、接合、封裝等）。本實施形態的物品的製造方法相比於以往的方法，在物品的性能、品質、生產性、生產成本的至少 1 個中是有利的。

（其它實施例）

本發明，係亦可實現於如下的處理：將實現上述的實施形態的 1 個以上的功能的程式，透過網路或記憶媒體而對系統或裝置供應，該系統或裝置的電腦中的 1 個以上的處理器將程式讀出並執行。另外，亦可透過實現 1 個以上的功能的電路（例如，ASIC）而實現。

雖關聯於例示性的實施形態而說明本發明，惟應理解為本發明未限定於所揭露的例示性的實施形態。申請專利範圍方面，應給予最寬的解釋成包含構成及功能的全部的變形例及均等物。

【符號說明】

100：曝光裝置

1：照明光學系統

- 1a：狹縫光的剖面
- 2：遮罩
- 2' , 2"：評價用遮罩
- 2b：圖案要素
- 2b_H：H 行線要素
- 2b_V：V 行線要素
- 2b_S：S 行線要素
- 2b_T：T 行線要素
- 3：遮罩台
- 4：投影光學系統
- 41：第 1 平面反射鏡
- 42：第 2 平面反射鏡
- 43：凹面反射鏡
- 44：凸面反射鏡
- 5：基板
- 5' , 5"：測試基板
- 6：基板台
- 8：第 1 檢測部
- 8a：照射系統
- 8b：受光系統
- 9：第 2 檢測部
- 10：曝光裝置
- 11：軸
- P1~P5：X 位置

I643029

發明摘要

※申請案號：105135975

※申請日：105年11月04日

※IPC分類：G03F 7/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

評價方法、曝光方法、及物品的製造方法

【中文】

一種評價曝光裝置中的投影光學系統的像差的評價方法包括：轉印程序，將遮罩多個圖案要素通過曝光裝置的投影光學系統轉印到基板；第 1 程序，根據轉印程序中轉印結果，求出與基於投影光學系統的多個圖案要素各自的投影位置有關的第 1 特性值，將多個圖案要素的第 1 特性值平均值作為表示投影光學系統像差的第 1 資訊求出；檢測程序，檢測通過投影光學系統投影的多個圖案要素像；第 2 程序，根據檢測程序中的檢測結果，求出關於基於投影光學系統的多個圖案要素各自的投影位置的第 2 特性值，將多個圖案要素第 2 特性值的平均值及多個圖案要素各個的第 2 特性值與該第 2 特性值的平均值之差作為表示投影光學系統像差的第 2 資訊求出；評價程序，根據第 1 資訊和第 2 資訊評價投影光學系統的像差。

【英文】

圖式

圖 1A

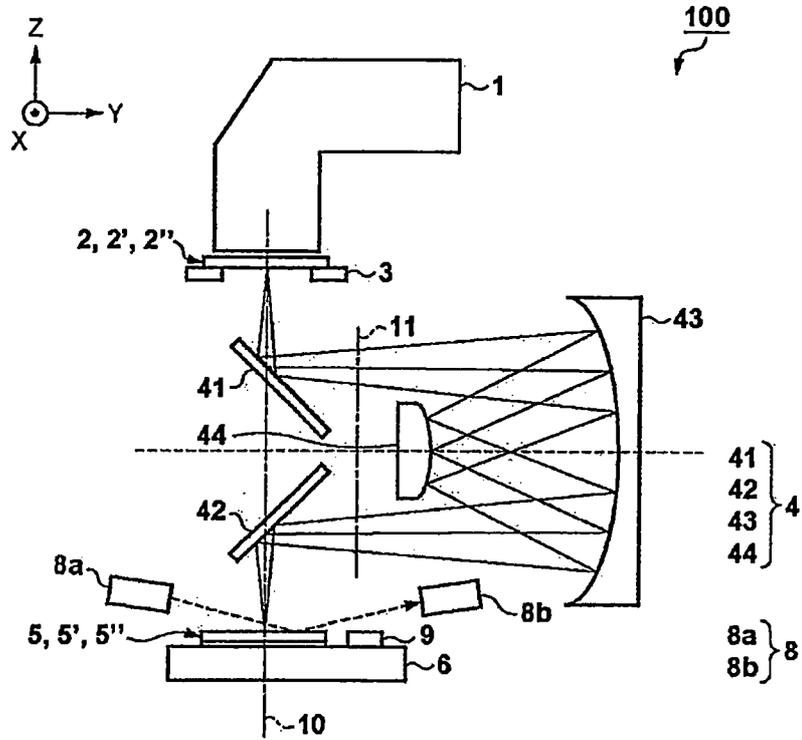


圖 1B

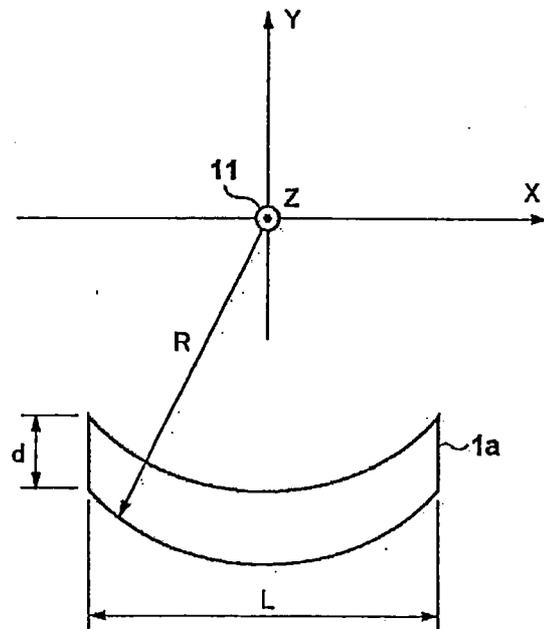


圖 2

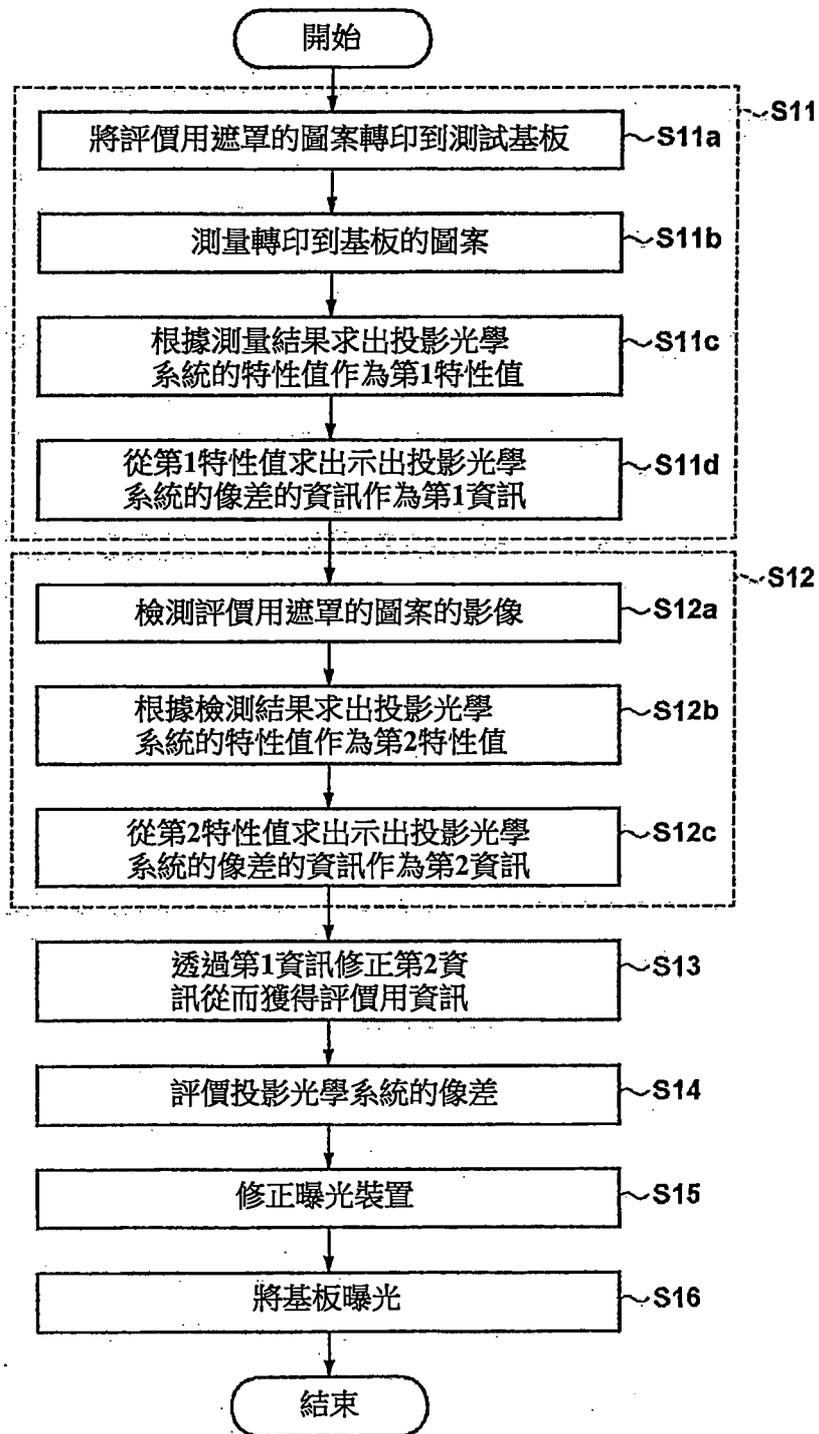


圖 3A

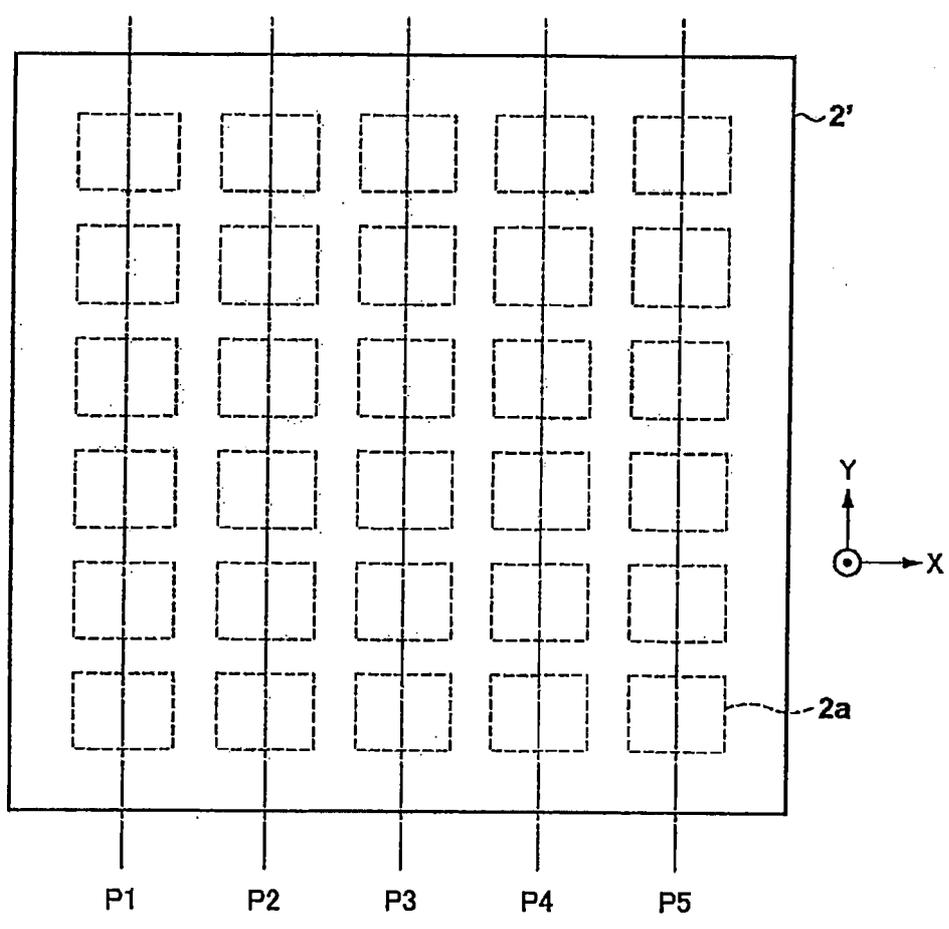


圖 3B

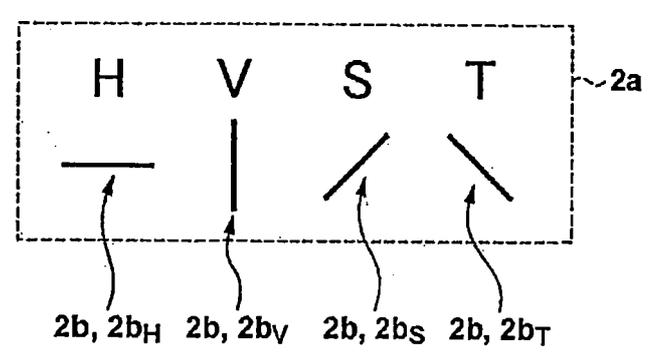


圖 4

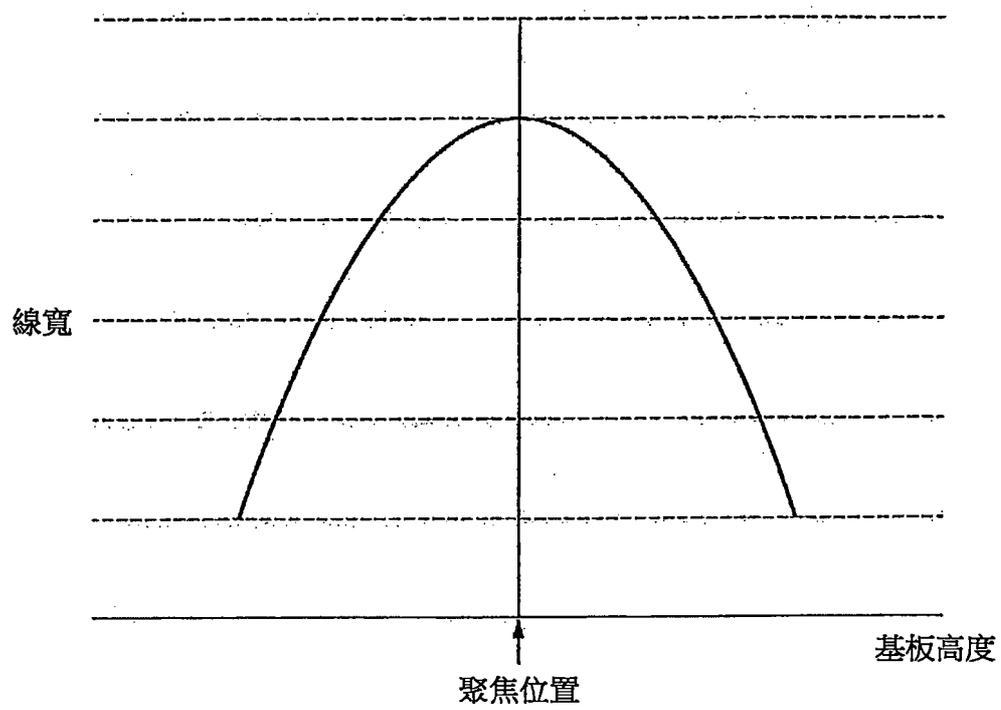


圖 5A

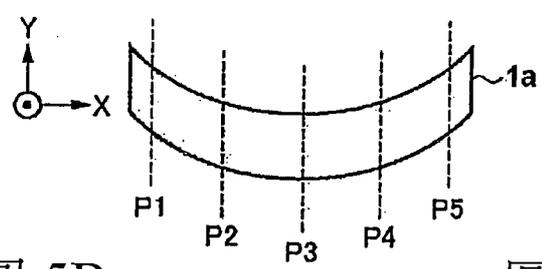


圖 5B

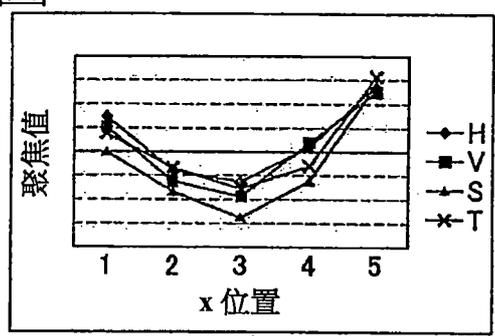


圖 5C

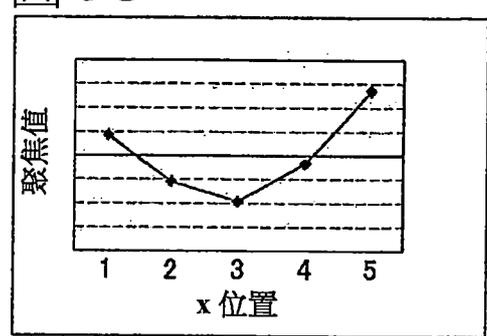


圖 5D

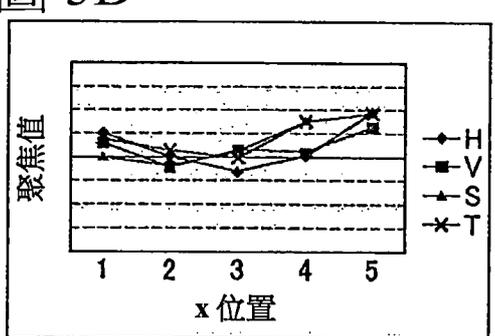


圖 5E

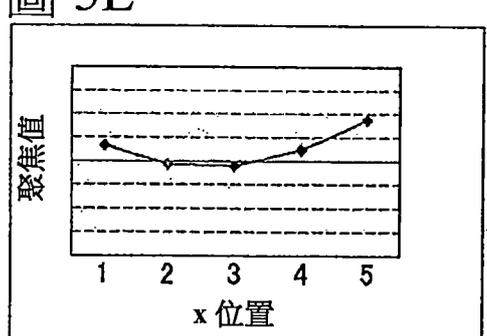


圖 5F

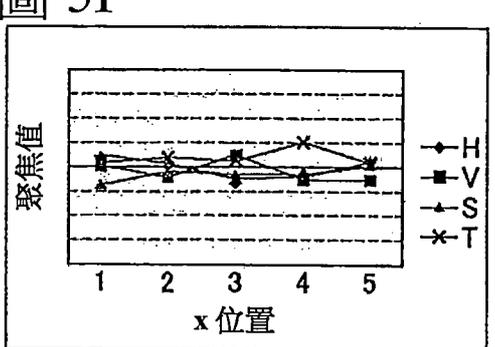


圖 5G

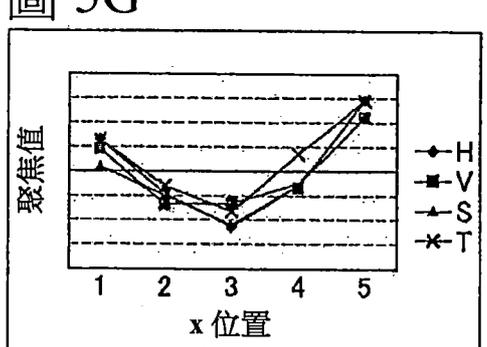


圖 6A

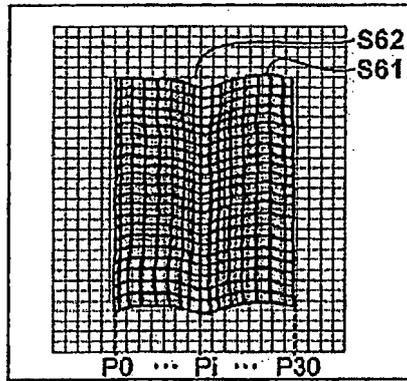


圖 6B

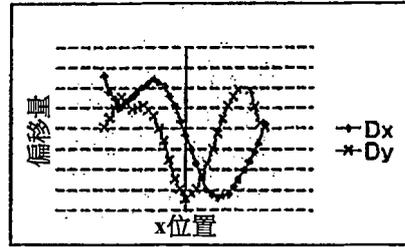


圖 6C

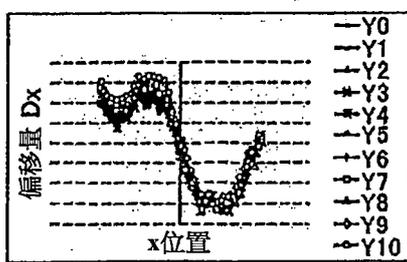


圖 6D

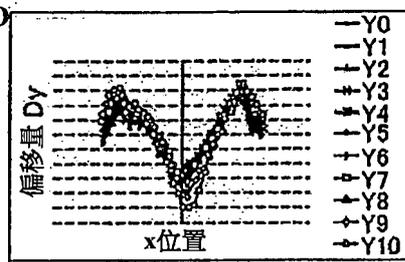


圖 6E

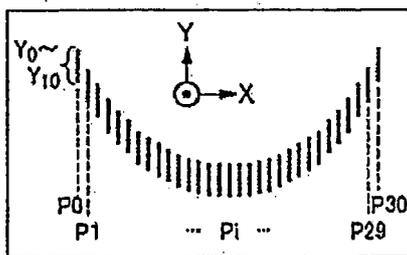


圖 6F

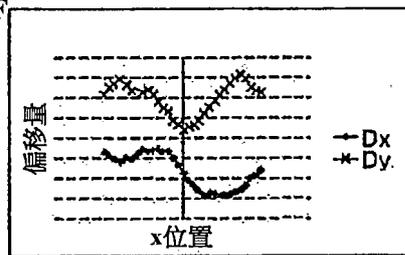


圖 6G

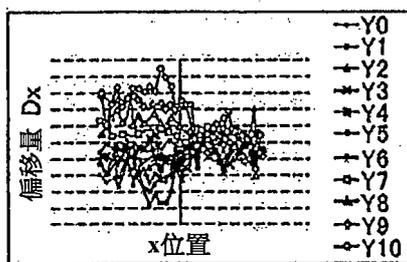


圖 6H

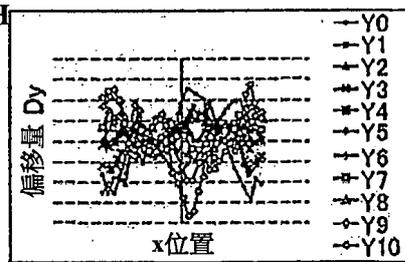


圖 6I

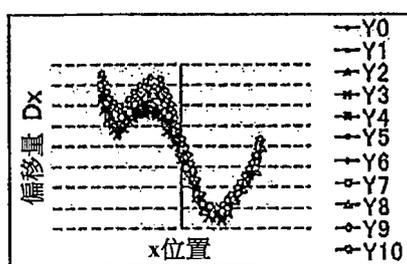


圖 6J

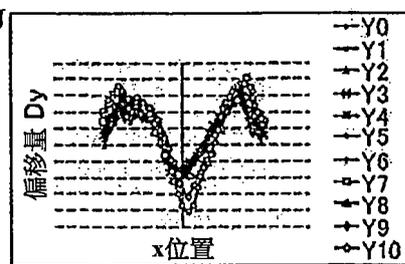
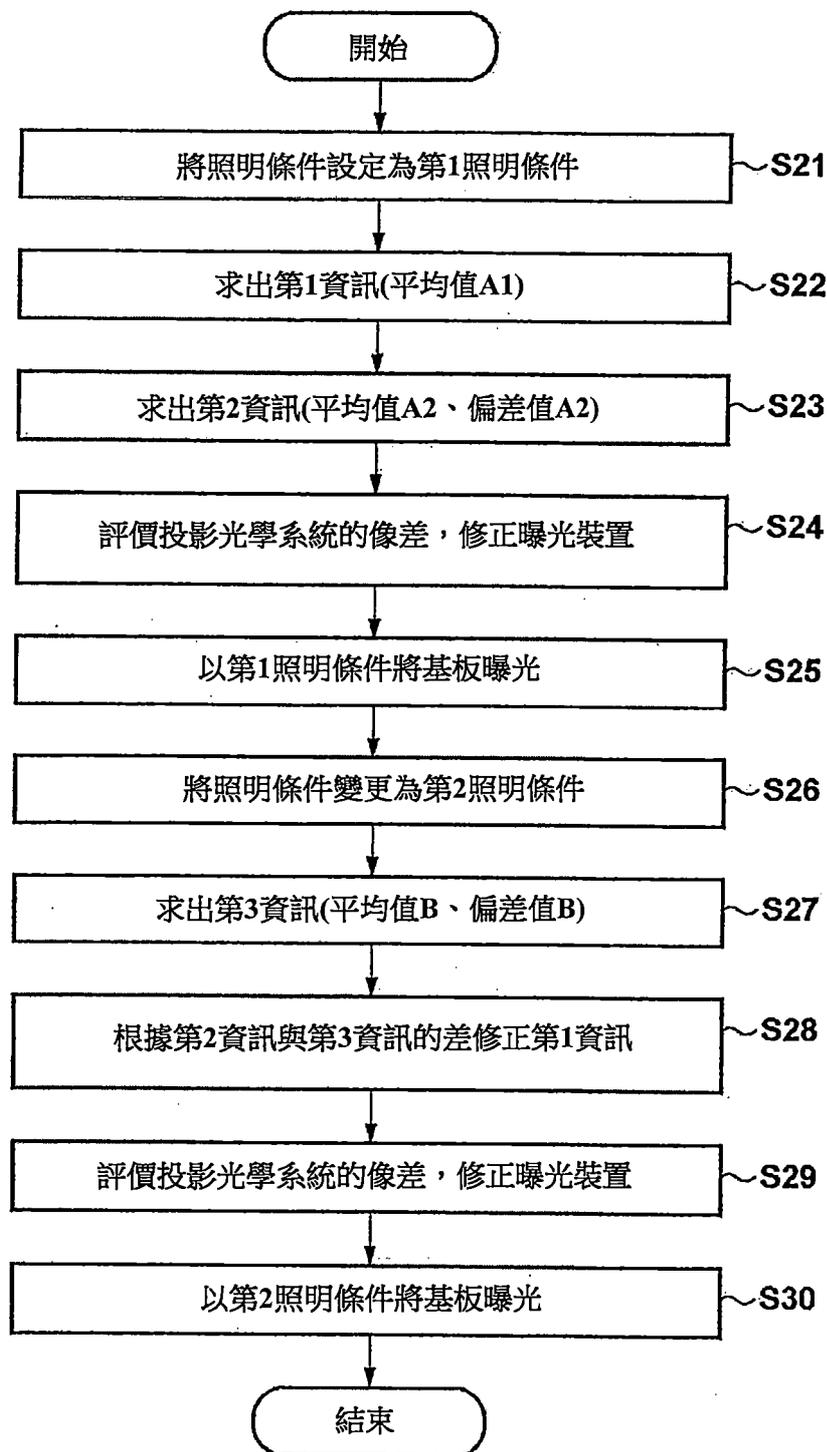


圖 7



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(2)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

第 2 方向（Y 方向）上的偏移量表示為 D_y 。在此，目標位置是指，應通過投影光學系統 4 投影評價用遮罩 2” 的各圖案要素 2b 的 XY 方向的位置。

在 S11d 中，針對每個 X 位置，將各圖案要素 2b 的偏移量 D_x 以及 D_y 的各自（第 1 特性值）的平均值作為表示投影光學系統 4 的像差的第 1 資訊而求出。由此，能夠如圖 6B 所示，關於偏移量 D_x 以及 D_y 的各個得到 X 位置與偏移量的平均值的關係。

接下來，在 S12 中，根據利用第 2 檢測部 9 檢測利用投影光學系統 4 投影了的評價用遮罩 2” 的各圖案 2b 的像而得到的結果（空中像測量的結果），將投影光學系統 4 的特性值（偏移量）作為第 2 特性值而求出。然後，根據第 2 特性值，將表示投影光學系統 4 的像差的資訊作為第 2 資訊而求出。

在 S12a 中，關於狹縫光的剖面 1a 中的多個檢測點的各個檢測點，通過第 2 檢測部 9 檢測各圖案要素 2b 的像。多個檢測點被配置成例如如圖 6E 所示在各 X 位置（ $P_0 \sim P_{30}$ ）處沿 Y 方向排列 11 個檢測點（ $Y_0 \sim Y_{10}$ ）。圖 6E 是示出狹縫光的剖面中的多個檢測點的圖。在這樣配置了多個檢測點的情況下，反復使評價用遮罩 2” 沿 Y 方向移動例如與 Y 方向上的檢測點的間距相當的量、並且用第 2 檢測部 9 檢測圖案要素 2b 的像的程序。由此，能夠在多個檢測點的各個處，檢測圖案要素 2b 的像。然後，在 S12b 中，根據第 2 檢測部 9 中的檢測結果，針對每個

X 位置，將偏移量 D_x 以及 D_y 分別作為第 2 特性值而求出。由此，如圖 6C 以及圖 6D 所示，能夠關於 Y 方向上的各檢測點，得到 X 位置與偏移量 (D_x 、 D_y) 的關係。圖 6C 是示出 X 位置與偏移量 D_x 的關係的圖，圖 6D 是示出 X 位置與偏移量 D_y 的關係的圖。

在 S12c 中，針對每個 X 位置，將 Y 方向上的多個測量點 ($Y_0 \sim Y_{10}$) 處的偏移量 D_x 的平均值作為表示投影光學系統的像差的第 2 資訊而求出。由此，能夠如圖 6F 所示，得到 X 位置與偏移量 D_x 的平均值的關係。然後，通過式 (4)，針對每個 X 位置，將 Y 方向上的各檢測點處的偏移量 D_x (第 2 特性值) 與偏移量 D_x (第 2 特性值) 的平均值的差 (即圖 6C 所示的特性與圖 6F 所示的特性的差 (偏差值)) 也作為第 2 資訊而求出。在式 (4) 中，將 X 位置 P_i ($i=0 \sim 30$) 以及檢測點 Y_j ($j=0 \sim 10$) 處的偏移量 D_x 設為 dX_{ij} ，將 X 位置 P_i 處的偏移量 D_x 的平均值設為 dX_i ，將偏移量 D_x 的偏差值設為 dXb_{ij} 。由此，如圖 6G 所示，能夠關於 Y 方向上的各檢測點，得到 X 位置與偏移量 D_x 的偏差值的關係。

$$dXb_{ij} = dX_{ij} - dX_i \dots (4)$$

與偏移量 D_x 同樣地，在 S12c 中，針對每個 X 位置，將 Y 方向上的多個檢測點 ($Y_0 \sim Y_{10}$) 處的偏移量 D_y 的平均值作為表示投影光學系統的像差的第 2 資訊而求

申請專利範圍

1. 一種評價方法，評價曝光裝置中的投影光學系統的像差，特徵在於，包括：

轉印程序，將遮罩的多個圖案要素通過所述曝光裝置的所述投影光學系統轉印到基板；

第 1 程序，根據所述轉印程序中的轉印結果，求出與基於所述投影光學系統的所述多個圖案要素各自的投影位置有關的第 1 特性值，求出所述多個圖案要素的所述第 1 特性值的平均值而作為第 1 資訊；

檢測程序，利用接收來自所述投影光學系統的光的感測器，檢測通過所述投影光學系統投影了的所述多個圖案要素的像；

第 2 程序，根據所述檢測程序中的檢測結果，求出與基於所述投影光學系統的所述多個圖案要素各自的投影位置有關的第 2 特性值，求出所述多個圖案要素的所述第 2 特性值的平均值以及關於所述多個圖案要素的各個圖案要素的所述第 2 特性值與該第 2 特性值的平均值之差而作為第 2 資訊；以及

評價程序，將與基於所述投影光學系統的所述複數個圖案要素各自的投影位置有關的特性值，與作為所述第 1 資訊的所述第 1 特性值的平均值之項及作為所述第 2 資訊的所述差之項加總作為評價用資訊而求出，基於所述評價用資訊評價所述投影光學系統的像差。

2. 根據申請專利範圍第 1 項的評價方法，其中，

在所述評價程序中，按圖案要素，將作為所述第 1 資訊的所述第 1 特性值的平均值與加權之作為前述第 2 資訊的前述差加總，從而求出前述評價用資訊。

3. 根據申請專利範圍第 1 項的評價方法，其中，於所述遮罩，將行線延伸的方向相互不同的多個行線要素作為所述多個圖案要素而形成。

4. 根據申請專利範圍第 3 項的評價方法，其中，所述多個行線要素的行線延伸的方向相互各錯開 45 度。

5. 根據申請專利範圍第 3 項的評價方法，其中，在所述第 1 程序中，根據行線延伸的方向，對各圖案要素的所述第 1 特性值進行加權，求出關於所述多個圖案要素加權而得到的所述第 1 特性值的平均值而作為所述第 1 資訊。

6. 根據申請專利範圍第 1 項的評價方法，其中，所述第 1 特性值及所述第 2 特性值分別包括所述投影光學系統的聚焦值，

在所述評價程序中，評價所述投影光學系統的像面彎曲以及像散的至少一方。

7. 根據申請專利範圍第 1 項的評價方法，其中，所述第 1 特性值及所述第 2 特性值分別包含在與所述投影光學系統的光軸垂直的方向上通過所述投影光學系統對所述圖案進行成像的位置與目標位置的偏移量，

在所述評價程序中，評價所述投影光學系統的畸變像

差。

8. 根據申請專利範圍第 7 項的評價方法，其中，
所述第 1 特性值及所述第 2 特性值分別包含與所述光軸垂直的第 1 方向上的所述偏移量、和與所述光軸垂直並且與所述第 1 方向不同的第 2 方向上的所述偏移量。

9. 根據申請專利範圍第 1 項的評價方法，其中，
所述轉印程序僅進行 1 次。

10. 根據申請專利範圍第 9 項的評價方法，其中，
所述檢測程序進行多次，
在所述第 2 程序中，根據對在多次的所述檢測程序中得到的多個檢測結果進行平均化而得到的結果，求出所述第 2 資訊。

11. 根據申請專利範圍第 1 項的評價方法，其中，
在變更了所述曝光裝置的照明條件的情況下，進行：
通過在變更之後的照明條件下重新進行所述檢測程序以及所述第 2 程序，重新求出變更之後的照明條件下的所述第 2 資訊；

根據在變更之前的照明條件下求出的所述第 2 資訊、與在變更之後的照明條件下重新求出的所述第 2 資訊之差，修正所述評價用資訊的程序；以及

根據修正了的所述評價用資訊，評價變更之後的照明條件下的所述投影光學系統的像差的程序。

12. 一種曝光方法，對基板進行曝光，其特徵在於，
包括：

使用申請專利範圍第 1 項的評價方法來評價投影光學系統的像差的程序；

根據所述投影光學系統的像差的評價結果校正所述曝光裝置的程序；以及

使用校正了的所述曝光裝置對所述基板進行曝光的程序。

13. 一種物品的製造方法，用於製造物品，該製造方法包括：

使用申請專利範圍第 12 項的曝光方法對基板進行曝光的程序；以及

使在所述進行曝光的程序中進行了曝光的所述基板顯影的程序；

從顯影的前述基板製造物品。

14. 一種評價方法，評價曝光裝置中的投影光學系統的像差，其特徵在於，包括：

第 1 程序，根據將多個圖案要素利用所述曝光裝置的所述投影光學系統轉印到基板而得到的轉印結果來求出與基於所述投影光學系統的遮罩的多個圖案要素各自的投影位置有關的第 1 特性值，求出所述多個圖案要素的所述第 1 特性值的平均值而作為第 1 資訊；

第 2 程序，根據利用接收來自所述投影光學系統的光的感測器而檢測利用所述投影光學系統投影了的所述多個圖案要素的像而得到的檢測結果，求出與基於所述投影光學系統的所述多個圖案要素各自的投影位置有關的第 2 特

性值，求出所述多個圖案要素的所述第 2 特性值的平均值、以及關於所述多個圖案要素的各個圖案要素的所述第 2 特性值與該第 2 特性值的平均值之差而作為第 2 資訊；以及

評價程序，將與基於所述投影光學系統的所述複數個圖案要素各自的投影位置有關的特性值，與作為所述第 1 資訊的所述第 1 特性值的平均值之項及作為所述第 2 資訊的所述差之項加總作為評價用資訊而求出，基於所述評價用資訊評價所述投影光學系統的像差。