202433196

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本 (11)公開編號：TW 202433196 A

(43)公開日： 中華民國 113 (2024) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：112141295 (22)申請日： 中華民國 112 (2023) 年 10 月 27 日

(51)Int. Cl.： *G03F7/20 (2006.01)* *H01L21/027 (2006.01)*

(30)優先權：2022/10/31 日本 2022-174674

(71)申請人：日商佳能股份有限公司 (日本) CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)
日本

(72)發明人：渡辺甚內 WATANABE, JINNAI (JP) ；茂泉純 MOIZUMI, JUN (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 37 頁

(54)名稱

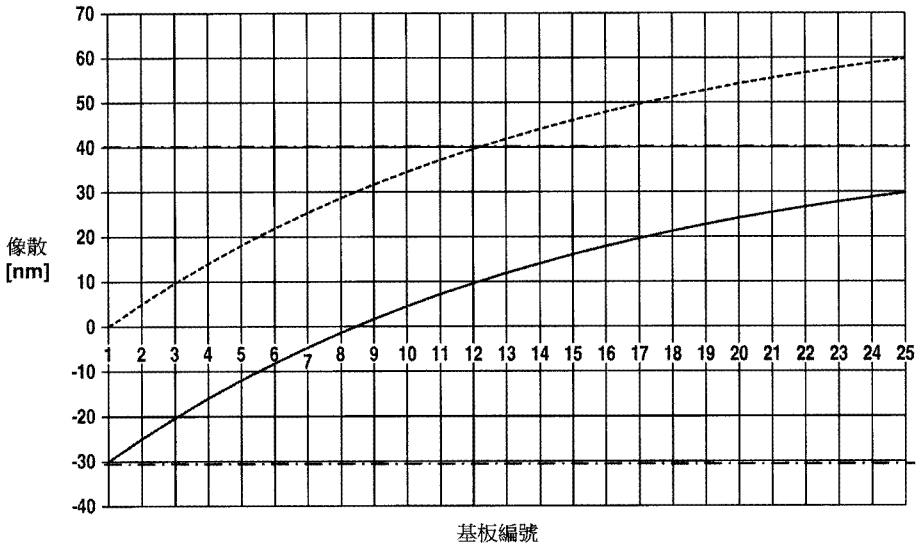
曝光方法、曝光裝置以及用於製造物品的方法

(57)摘要

曝光方法包括：預測在經由投影光學系統對多個基板執行曝光處理的曝光中投影光學系統的光學特性的改變，在曝光之前基於所述預測的預測結果調整光學特性，以及在所述調整之後執行曝光，其中，在所述調整中，基於所述預測中預測的光學特性的改變，在與光學特性改變的方向不同的方向上調整曝光開始時的光學特性。

An exposure method includes predicting a change in an optical characteristic of a projection optical system in exposing in which exposure processing is performed on a plurality of substrates via the projection optical system, adjusting the optical characteristic based on a prediction result of the predicting before the exposing, and performing the exposing after the adjusting, wherein, in the adjusting, the optical characteristic at a start of the exposing is adjusted in a direction different from a direction in which the optical characteristic changes, based on a change in the optical characteristic predicted in the predicting.

指定代表圖：


70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
像散
[nm]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
基板編號

【圖 8】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

曝光方法、曝光裝置以及用於製造物品的方法

【英文發明名稱】

EXPOSURE METHOD, EXPOSURE APPARATUS, AND METHOD FOR MANUFACTURING ARTICLE

【中文】

曝光方法包括：預測在經由投影光學系統對多個基板執行曝光處理的曝光中投影光學系統的光學特性的改變，在曝光之前基於所述預測的預測結果調整光學特性，以及在所述調整之後執行曝光，其中，在所述調整中，基於所述預測中預測的光學特性的改變，在與光學特性改變的方向不同的方向上調整曝光開始時的光學特性。

【英文】

An exposure method includes predicting a change in an optical characteristic of a projection optical system in exposing in which exposure processing is performed on a plurality of substrates via the projection optical system, adjusting the optical characteristic based on a prediction result of the predicting before the exposing, and performing the exposing after the adjusting, wherein, in the adjusting, the optical characteristic at a start of the exposing is adjusted in a direction different from a direction in which the optical characteristic changes, based on a change in the optical characteristic predicted in the predicting.

【指定代表圖】圖8

【代表圖之符號簡單說明】無

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

曝光方法、曝光裝置以及用於製造物品的方法

【英文發明名稱】

EXPOSURE METHOD, EXPOSURE APPARATUS, AND METHOD FOR MANUFACTURING ARTICLE

【技術領域】

本揭露一般而言關於曝光，並且更具體地關於曝光方法、曝光裝置以及用於製造物品的方法。

【先前技術】

半導體裝置或液晶顯示裝置的製造過程使用曝光裝置，該曝光裝置通過照明光學系統對母片(master)進行照明，並經由投影光學系統將母片的圖案投影到基板上以對基板進行曝光。如果投影光學系統吸收曝光光並產生熱量，那麼像差出現。像差影響曝光處理的結果。

日本專利申請特許公開No.2014-103343討論了一種用於預測由於曝光處理引起的像差並基於預測的結果確定是否執行下一次曝光處理的方法。

考慮到生產率，在像差出現的情況下，所欲校正像差以迅速執行下一次曝光處理。而且，甚至在對一個批次執行曝光處理時，像差會有改變。如果在批次的中間像差增

加，那麼解析度性能會下降並且無法滿足所欲的品質。

【發明內容】

本揭露一般而言針對提供一種能夠在減少的像差影響下執行曝光處理的曝光方法，以及曝光裝置和用於製造物品的方法。

根據一些實施例，一種曝光方法包括：預測在經由投影光學系統對多個基板執行曝光處理的曝光中投影光學系統的光學特性的改變，在曝光之前基於所述預測的預測結果調整光學特性，以及在所述調整之後執行曝光，其中，在所述調整中，基於所述預測中預測的光學特性的改變，在與光學特性改變的方向不同的方向上調整曝光開始時的光學特性。

通過以下參考附圖對示例性實施例的描述，本揭露的進一步的特徵將變得清楚。

【圖式簡單說明】

[圖1]是圖示根據第一示例性實施例的曝光裝置的構造的示意圖。

[圖2]是圖示在Z方向上驅動基板載台時焦點與光量之間的關係的圖表。

[圖3]是圖示標線片(reticle)側標記的線條和空間圖案的示意圖。

[圖4]是根據第一示例性實施例的用於儲存像差飽和

量的流程圖，像差飽和量要在用於預測像散的預測方程式中使用。

[圖5]圖示了根據第一示例性實施例的像差預測的結果。

[圖6A和圖6B]圖示了根據第一示例性實施例的用於虛擬(dummy)照射的照明光學系統的光瞳平面上的光強度分佈的示例。

[圖7]是根據第一示例性實施例的執行虛擬照射以校正像散時的流程圖。

[圖8]圖示了根據第一示例性實施例的像散調整的示例。

[圖9]是根據第二示例性實施例的用於製造物品的方法的流程圖。

【實施方式】

下面將參考圖式描述本揭露的示例性實施例。以下示例性實施例並不旨在限制申請專利範圍中闡述的公開內容。雖然示例性實施例描述了多個特徵，但是並非所有特徵對於本揭露來說都是必需的，並且可以以任何給定的方式組合這些特徵。在圖式中，相同或相似的組件由相同的元件符號表示。將省略其冗餘的描述。

在本說明書和圖式中，基本上使用具有相互正交的軸的XYZ座標系來表達方向，其中垂直方向是Z軸並且垂直於垂直方向的水平面是XY平面。如果圖式中圖示了XYZ

座標系，那麼該座標系優先。

下面將描述每個示例性實施例的具體構造。

圖1是圖示根據第一示例性實施例的曝光裝置100的構造的示意圖。從光源101發射的光入射在照明光學系統102上。繞射光學元件103在照明光學系統102的光瞳平面上形成光強度分佈(下文中也稱為有效光源分佈)，並且用所得到的光照射標線片104。標線片104是由例如其表面上用鉻形成有要轉印的圖案(例如，電路圖案)的石英玻璃形成的母片。入射在繪製在標線片104上的圖案上的光被標線片104繞射並進入投影光學系統107。光通過部署在投影光學系統107中的孔徑光闌108調節光量並到達基板110，從而以減小的尺寸投影標線片104上的圖案。這裡，基板110例如由具有其上塗佈有感光材料(抗蝕劑)的表面的單晶矽形成。控制單元120具有處理器、電路系統或其組合，並且可以被配置為控制器以控制曝光裝置100中的一個或多個單元或組件。儲存單元130儲存從控制單元120獲得的資訊。

標線片104被保持在標線片台106上。標線片台106被驅動以在+Y方向上掃描。驅動保持基板110的基板載台111以在-Y方向上掃描。在一個拍攝(shot)區域的曝光結束之後，步進驅動這些台以曝光下一個拍攝區域。

與標線片104不同的標線片參考板105部署在標線片台106上。標線片參考板105設有用於測量空中影像的標線片側標記。標線片側標記是循環排列的線條和空間圖案。檢

測板112進一步部署在基板載台111上。檢測板112設有用於測量空中影像的基板側標記(未示出)。基板側標記是以與標線片側標記的週期相同的週期排列的線條和空間圖案。光電檢測器115位於檢測板112下方。

標線片側和基板側標記上的線條和空間圖案的光阻擋部分例如由鉻形成。其透光部分由玻璃形成。在Y方向上驅動標線片台106，使得從光源101發射的光經由照明光學系統102照射標線片參考板105上的標線片側標記。穿過標線片參考板105上的標線片側標記的光經由投影光學系統107到達檢測板112上的基板側標記。到達的光穿過檢測板112上的基板側標記並到達光電檢測器115。

接下來，將描述作為用於測量像散(光學特性)的測量方法的空中影像測量。

從光源101發射的光經由照明光學系統102照射標線片參考板105，由此標線片側標記經由投影光學系統107以減小的尺寸投影到基板側標記上。如果在減小尺寸投影的狀態下在作為光軸方向的Z方向上移動基板載台111，那麼在投影光學系統107的最佳焦點位置處以減小的尺寸投影的標線片側標記的影像與基板側標記相符。這裡，光電檢測器115接收到的光量被最大化。當基板載台111遠離最佳焦點位置移動時，以減小的尺寸投影到檢測板112上的基板側標記上的標線片側標記的影像的對比度降低並且模糊，並且通過光電檢測器115接收到的光量下降。

圖2是圖示當在Z方向上驅動基板載台111時焦點與光

量之間的關係的圖。圖2圖示了基板載台111在Z方向上被驅動越過最佳焦點位置的情況的示例，其中標線片側標記以減小的尺寸投影到基板側標記上。橫軸指示焦點，縱軸指示光電檢測器115檢測到的光量。圖示的焦點與光量之間的關係具有向上凸出的彎曲形狀。彎曲形狀的峰位置是最佳焦點位置。雖然在本示例性實施例中已經描述了根據光電檢測器115對穿過標線片側標記和基板側標記的光的檢測結果來確定最佳焦點位置的示例，但是用於確定最佳焦點位置的方法不限於這個示例。

圖3是圖示標線片側標記113的線條和空間圖案的示意圖。基板側標記具有類似的構造。標線片側標記113和基板側標記各自包括用於像散測量的X和Y方向線條和空間圖案。隨著標線片側標記113的X和Y方向線條和空間圖案以減小的尺寸投影到基板側標記上，基板載台111在Z方向上在跨過(包括)X和Y方向兩者的最佳焦點位置的區域上被驅動。作為結果，對於X和Y方向線條和空間圖案都可以獲得圖2中所示的焦點與光量之間的關係。基於所獲得的X和Y方向線條和空間圖案的焦點與光量之間的關係，根據光量被最大化的相應位置(峰位置)來確定X和Y方向上的最佳焦點位置。可以通過確定X方向上的最佳焦點位置與Y方向上的最佳焦點位置之間的差來確定像散。

圖4是根據本示例性實施例的用於儲存像差飽和量P(第一係數)的流程圖，像差飽和量P(第一係數)在用於預測像散的預測方程式(模型)中使用。在本示例性實施例

中，預先獲得第一資訊、或包括用於預測執行曝光處理的曝光過程期間光學特性的改變的像差飽和量P(第一係數)的資訊。

在步驟S110中，根據用於曝光處理的有效光源分佈來測量像散。在步驟S120中，對要預先測量的基板當中尚未執行曝光處理的第N個基板執行曝光處理。要預先測量的基板是指為了確定像差飽和量P而使用的基板。例如，要預先測量的基板是包括在一個批次中的基板。像差飽和量P是特定於曝光處理條件的值。在步驟S130中，控制單元120確定是否已經對所有要預先測量的基板執行了曝光處理。如果尚未對所有要預先測量的基板執行曝光處理(步驟S130中的“否”)，那麼處理返回到步驟S110。如果已經對所有要預先測量的基板執行了曝光處理(步驟S130中的“是”)，那麼處理進行到步驟S140。在步驟S140中，根據用於曝光處理的有效光源分佈來測量像散。在步驟S150中，控制單元120確定要在預測方程式中使用的像差飽和量P。在步驟S160中，儲存單元130將曝光處理條件和像差飽和量P彼此關聯地儲存，然後處理結束。在本示例性實施例中，已經描述了其中將針對光學特性(像散)測量所有要預先測量的基板(例如，批次中包括的25個基板)的示例。但是，如果獲得的資訊量足夠，那麼不需要針對光學特性(像散)測量所有要預先測量的基板。例如，如果在步驟S130中確定已經對所有要預先測量的基板執行了曝光處理，那麼處理可以跳過步驟S140並進行到步驟S150。

在步驟S150中確定的要在用於預測像散的預測方程式中使用的像差飽和量P是通過將像散的測量值擬合到由方程式(1)、(2)和(3)表達的預測方程式來獲得的。可以基於所確定的像差飽和量P、預測方程式方程式(1)、(2)和(3)以及曝光處理之前像差的測量結果(第二資訊)，來預測在實際曝光處理中發生的像散量。

$\Phi_m = \Phi_{1m} + \Phi_{2m} + \Phi_{3m}$，方程式 (1)

$\Phi_{mw} = P_m \times \alpha_m - (P_m \times \alpha_m - \Phi_{mw-1}) \times \exp\left(-\frac{N}{K_m}\right)$，方程式 (2)，和

$\alpha_m = \frac{\text{曝光劑量} \times \text{標線片透射率}}{\text{膜厚}}$。方程式 (3)

這裡，Φ指示模型化的像散的預測發生量，並且尾綴N指示像散的測量的時機。在本示例性實施例中，使用三個時間常數(K)。尾綴m指示模型編號，其中m=1是指長期時間常數模型，m=2是指中期時間常數模型，m=3是指短期時間常數模型。雖然在本示例性實施例中使用三個時間常數模型來確定三個像差飽和量P，但是時間常數模型的數量可以是兩個或更多個。α指示曝光負載，其值根據曝光條件而改變。如方程式(3)所表達的那樣，曝光負載α可以根據標線片透射率R、曝光量D、拍攝尺寸A、一次像散測量與另一次像散測量之間的拍攝次數Num、以及一次像散測量與另一次像散測量之間的時間T來確定。可以使用諸如抗蝕劑反射率之類的其它參數來計算曝光負載α。

圖5圖示了根據本示例性實施例的像差預測的結果。橫軸指示時間，縱軸指示像散的量。白點表示在步驟S110和S140中獲得的像散的測量值，並且實線表示使用預測方

程式預測發生的像差。控制單元120預先在可行的曝光處理條件下在步驟S110和S140中測量像散，並根據測量值和方程式(1)、(2)和(3)確定像差飽和量P。然後，儲存單元130將由控制單元120確定的像差飽和量P和曝光處理條件彼此相關聯地儲存。當控制單元120在與儲存在儲存單元130中的曝光處理條件相同的曝光處理條件下執行曝光處理時，控制單元120基於儲存在儲存單元130中的資訊來預測在曝光處理期間發生的像差的量。具體而言，控制單元120基於與曝光處理條件相關聯地儲存在儲存單元130中的像差飽和量P，方程式(1)、(2)和(3)，以及曝光處理之前測量的像散測量的結果，來預測發生的像差的量。

接下來，將描述用於校正像散的虛擬照射。圖6A和圖6B圖示了根據本示例性實施例的用於虛擬照射的照明光學系統102的光瞳平面上的光強度分佈(有效光源分佈)的示例。從光源101發射的光被照明光學系統102中的繞射光學元件103整形為圖6A或圖6B中所示的有效光源分佈。圖6A和圖6B中的點線表示σ=1。白色區域具有光強度。

使已經整形的有效光源分佈的光經由照明光學系統102進入投影光學系統107，而不穿過標線片104。這裡，位於投影光學系統107的光瞳附近的孔徑光闌108被關閉，使得進入投影光學系統107的光照射孔徑光闌108並且不會到達基板110。已經進入投影光學系統107的光在構成投影光學系統107的一組透鏡上的入射由於透鏡的玻璃材料的吸收和抗反射膜的吸收而使透鏡發熱，並且透鏡的折射率

改變以引起波前像差。例如，如果由繞射光學元件103形成圖6A中所示的有效光源分佈並使其進入投影光學系統107，那麼投影光學系統107產生具有與有效光源分佈對應的分佈的波前像差。換句話說，可以通過切換繞射光學元件103以選擇有效光源分佈使得像散具有所欲的符號，並執行虛擬照射，來控制像散的符號。而且，通過調整虛擬照射的持續時間，可以獲得所欲的像散的量。雖然在本示例性實施例中描述了使用波前像差的20分量來執行虛擬照射的示例，但是可以使用30或40分量而沒有任何特定限制。

現在將描述用於確定虛擬照射的持續時間的方法。首先，預先獲得與投影光學系統107上的虛擬照射的持續時間與投影光學系統107的像散的改變量之間的關係有關的資訊。接下來，基於獲得的資訊來確定指示每單位時間投影光學系統107的像散的改變量的比例係數(Coef)。比例係數(Coef)是第二係數。然後基於方程式(4)確定虛擬照射的持續時間(照射時間)：

$$T = Coef \times AS \quad \text{，方程式(4)}$$

其中T是虛擬照射的持續時間，並且AS是將投影光學系統107的像散調整到所欲值(像散的所欲值)時要改變的像散量。

雖然在本示例性實施例中通過調整虛擬照射的持續時間來調整要改變的像散量，但是可以使用虛擬照射的量來代替虛擬照射的持續時間。

圖7是根據本示例性實施例的執行虛擬照射以校正像散的流程圖。首先，在步驟S210中，控制單元120確定是否執行像散測量。這裡，執行像散測量的時機可以由使用者自由設置。像散測量可以被設置為在批次開始時或在對特定標線片進行曝光之前執行。如果未執行像散測量(步驟S210中的“否”)，那麼處理進行到步驟S270。在步驟S270中，執行曝光處理，並且處理結束。如果執行了像散測量(步驟S210中的“是”)，那麼在步驟S220中，根據用於曝光處理的有效光源分佈來測量像散。然後，在步驟S230中，基於像散的測量結果和與儲存在儲存單元130中的與曝光處理條件相關聯地儲存的像差飽和量P，控制單元120在目標基板的處理期間確定像散是否超過允許範圍(預定範圍)(預測過程)。

在步驟S230中，使用方程式(1)、(2)和(3)預測像散。儲存單元130儲存多個曝光處理條件，每個曝光處理條件與包括像差飽和量P(第一係數)的第一資訊相關聯。控制單元120從儲存在儲存單元130中的曝光處理條件中選擇與測量像散時的曝光處理條件相同的曝光處理條件，並且使用與所選擇的曝光處理條件相關聯的像差飽和量P來預測像散的改變。

目標基板是指在接下來的像散測量之前要處理的基板，例如，在使用者設置要在批次開始時執行像散測量的情況下，是指批次中的所有基板。使用者基於像差的影響和曝光處理的所欲精度預先針對每個曝光處理條件設置允

許範圍(預定範圍)。

如果在目標基板的處理期間像散沒有超過允許範圍(步驟S230中的“否”)，那麼不執行調整過程，並且處理進行到步驟S270。在步驟S270中，控制單元120執行曝光處理(曝光過程)，並且處理結束。如果在目標基板的處理期間像散超過允許範圍(步驟S230中的“是”)，那麼處理進行到步驟S240。在步驟S240中，控制單元120基於由方程式(1)、(2)和(3)表達的預測方程式來確定在目標基板的處理期間像散是否在正方向上改變。如果像散在正方向上改變(步驟S240中的“是”)，那麼在步驟S250中，控制單元120使標線片104縮回並執行虛擬照射，使得曝光處理開始時的像散具有允許範圍內負側的值(調整過程)。如果像散在負方向上改變(步驟S240中的“否”)，那麼在步驟S260中，控制單元120使標線片104縮回並執行虛擬照射，使得曝光處理開始時的像散具有允許範圍內正側的值(調整過程)。切換用於步驟S250和S260中的虛擬照射的有效光源分佈，使得通過虛擬照射使像散具有所欲的符號。確定將通過步驟S250和S260中的虛擬照射改變的像散(光學特性)的改變量，使得像散在目標基板(例如，一個批次)的處理期間不超過允許範圍。然後，基於所確定的光學特性的改變量，調整曝光過程開始時的光學特性。換句話說，在目標基板的曝光過程中，將像散調整為使得像散在允許範圍(預定範圍)內而不執行像散調整。具體而言，基於預測的光學特性的改變，在與光學特性改變的方向不同的方向上調整

曝光處理開始時的光學特性。例如，將曝光過程開始時的光學特性(像散)調整為正值或負值。這與將光學特性調整為偏離最優光學特性的值同義。可替代地，代替調整光學特性，可以採用以下構造：將光學特性最優的條件(例如，光學特性最優的基板載台111的位置)調整為光學特性不是最優的條件。

此外，所欲地，調整像散，使得曝光期間目標基板(例如，一個批次)的像散的值平均接近於零(0)，同時在目標基板的處理期間像散不超過允許範圍。在步驟S250和S260中的調整過程之後，在步驟S270中，將已經縮回的標線片104移動到可以執行曝光處理的位置，並且在將繞射光學元件103切換到用於曝光處理(曝光過程)的有效光源分佈的情況下執行曝光處理。然後，處理結束。

在本示例性實施例中，通過確定在目標基板的處理期間像散是否超過允許範圍來確定是否執行虛擬照射。但是，可以設置臨限值來代替允許範圍(預定範圍)，並且可以通過將像散測量的結果與臨限值進行比較來確定是否執行虛擬照射。

圖8圖示了根據本示例性實施例的像散調整的示例。在圖8的示例中，包括在批次中的25個基板是目標基板。由於上限值和下限值由一點鏈線指示，因此以奈米(nm)為單位的像散的允許範圍是-30(nm)至+40(nm)。由點線指示在未執行像散調整的情況下的像散的改變。在不執行像散調整的情況下，處理第十三個基板時像散超過允許範圍。

在這種情況下，第十三個及後續基板的曝光處理結果受到像散的很大影響。在本示例性實施例中，基於像散的測量結果、預先獲得的像差飽和量P以及方程式(1)、(2)和(3)，獲得目標基板的處理期間像散(光學特性)的改變，並獲得要調整的像散量。具體而言，獲得在目標基板(例如，一個批次)的處理期間像散的時間改變方向(傾斜方向)和像散的改變量(最大改變量)，然後獲得要調整的像散量。這裡，根據本示例性實施例的像散(光學特性)的改變與像散的每單位時間的改變量(斜率)同義，包括在目標基板(包括在一個批次中的基板)的處理期間預期改變的像散的最大改變量和像散的傾斜方向的要素。在本示例性實施例中，已經描述了基於像散的時間改變方向(傾斜方向)和在目標基板(例如，一個批次)的處理期間像散的變化量(最大改變量)來調整像散的示例。但是，可以僅基於像散的最大改變量來調整像散。更具體而言，根據本示例性實施例的指示像散(光學特性)的改變的要素包括光學特性的每單位時間的改變量及/或曝光處理期間的光學特性的最大改變量中的一者或兩者。

例如，在圖8中，根據像散的測量結果、預先獲得的像差飽和量P以及方程式(1)、(2)和(3)，可以預測像散的改變的斜率方向是+方向，並且目標基板(例如，一個批次)的處理期間的像差改變量(最大改變量)是+60(nm)。因此，控制單元120通過虛擬照射調整像散，使得即使像散改變+60(nm)，像散也不超過允許範圍。在圖8的示例中，

在與像散的傾斜方向(+方向)不同的方向(-方向)上調整像散，並且將調整量調整為使得曝光開始時的像散是-30(nm)，使得即使在曝光過程中不執行像散調整，像散也在允許範圍內。換句話說，在調整過程中，將開始曝光過程時的光學特性(像散)朝著與在預測過程中預測的光學特性的改變的斜率的符號不同的符號調整。通過這種調整，目標基板的處理期間的像散落在允許範圍內，並且可以減少像差對曝光處理的結果的影響。在本示例性實施例中，已經描述了根據允許範圍的下限將像散調整到-30(nm)的示例。但是，在圖8的示例中，可以將像散調整為-20(nm)，因為可以調整像散使得像散落在曝光過程中的允許範圍內。

所欲的是，曝光處理(曝光過程)期間的像散在允許範圍內以接近0的值改變。因此，所欲地，執行像散的調整，使得曝光處理期間像散的值的平均值接近0。例如，在本示例性實施例中，將像散調整為-25(nm)，使得曝光處理中的像散的平均值是接近0的值。在本示例性實施例中，描述了調整像散的示例。但是，要調整的光學特性可以是由於用光照射投影光學系統而改變的任何光學特性，並且不限於像散。根據本示例性實施例的要調整的光學特性的示例包括球面像差、彗形像差、像場彎曲和失真像差(失真)。

在本示例性實施例中，通過將預先獲取的像差飽和量P和像散的測量結果應用於預測方程式，可以預測在曝光

處理期間產生的像差產生量，並且可以通過基於預測結果執行虛擬照射來調整像散。作為結果，在目標基板(例如，一個批次)的曝光處理期間，可以在像散處於使用者設置的允許範圍內的狀態下執行曝光處理而無需調整像散，並且可以降低像散對曝光處理結果的影響。

第二示例性實施例的特徵在於使用根據第一示例性實施例的曝光裝置(曝光方法)來製造物品。

圖9是根據本示例性實施例的用於製造物品的方法的流程圖。在步驟S310中，執行使用根據第一示例性實施例的曝光裝置(曝光方法)調整光學特性(像散)並執行基板的曝光的曝光過程。在步驟S320中，執行對通過曝光過程中的曝光而在基板上圖案化的感光材料進行顯影的顯影過程。在步驟S330中，執行利用在顯影過程中顯影的基板來製造物品的製造過程。

通過該製造方法將製造的物品的示例包括半導體積體電路(IC)元件、液晶顯示元件、濾色器和微機電系統(MEMS)。

在曝光過程中，例如，通過使用曝光裝置(微影設備)對塗佈有感光材料的基板(諸如矽基板和玻璃基板)進行曝光來對基板進行圖案化。

製造過程包括例如在顯影過程中顯影的基板的蝕刻、抗蝕劑去除、切割、接合和封裝。根據該製造方法，可以製造比以往更高品質的物品。

本說明書的公開內容包括各種示例性實施例和以下的

曝光方法、曝光裝置以及用於製造物品的方法：

[項目1]

根據一些實施例，一種曝光方法可以包括：

預測在經由投影光學系統對基板執行曝光處理的曝光中投影光學系統的光學特性的改變；

在曝光之前，基於所述預測中的預測結果通過用光照射投影光學系統調整光學特性；以及

在所述調整之後執行曝光，

其中，在所述調整中，基於在所述預測中預測的光學特性的改變來將曝光開始時的光學特性調整為正值或負值，使得在曝光中光學特性落入預定範圍內而無需調整光學特性。

[項目2]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1，其中基於第一資訊和第二資訊來預測光學特性的改變，第一資訊是用於預測曝光期間光學特性的改變的資訊，第二資訊是通過在曝光之前測量光學特性獲得的資訊。

[項目3]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1和2中的任一項，其中指示光學特性的改變的要素包括光學特性每單位時間的改變量和曝光處理期間光學特性的最大改變量中的一者或兩者。

[項目4]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至3中的任

一項，其中，在所述調整中，調整光學特性，使得曝光處理期間光學特性的平均值小。

[項目5]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至4中的任一項，其中針對每個曝光處理條件設置預定範圍。

[項目6]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至5中的任一項，其中，在所述調整中，將曝光開始時的光學特性朝著與在所述預測中預測的光學特性的改變的斜率的符號不同的符號調整。

[項目7]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至6中的任一項，其中光學特性是投影光學系統的像散。

[項目8]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目2至7中的任一項，其中作為用於預測曝光中的光學特性的改變的資訊的第一資訊包括與在所述預測中使用的預測方程式中所包括的第一係數有關的資訊。

[項目9]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目8，其中第一係數是指示像差飽和量的值。

[項目10]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至9中的任一項，其中通過用光照射一段時間來在所述調整中調整光

學特性，所述時間是基於指示光學特性每單位時間的改變量的第二係數確定的。

[項目11]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至10中的任一項，其中在所述調整中用光的照射對投影光學系統而不是基板進行照明。

[項目12]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至11中的任一項，其中當圖案化的母片位於將不被光照明的位置時執行所述調整。

[項目13]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至12中的任一項，其中在所述預測的預測結果指示光學特性落入預定範圍內時，不執行所述調整。

[項目14]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目2至13中的任一項，其中與曝光處理條件相關聯地儲存作為用於預測曝光中的光學特性的改變的資訊的第一資訊，並且在與曝光處理條件相同的條件下執行曝光處理的情況下，使用第一資訊來預測光學特性。

[項目15]

根據一些實施例的曝光方法可以包括項目1至14中的任一項，其中基於預測結果來切換在用光照射期間照明光學系統的光瞳平面上的光強度分佈。

[項目16]

根據一些實施例，一種曝光裝置可以包括：

投影光學系統，被配置為投射光；以及

控制單元，被配置為執行控制，使得通過用光照射投影光學系統來調整在經由投影光學系統對基板執行曝光處理時的光學特性；

其中控制單元預測投影光學系統的光學特性的改變，並基於預測結果執行控制以將曝光處理開始時的光學特性調整為正值或負值，使得在曝光處理中光學特性落入預定範圍內而無需調整光學特性。

[項目17]

根據一些實施例，一種用於製造物品的方法可以包括：

使用根據項目1至15中的任一項所述的曝光方法進行曝光，其中調整光學特性並執行基板的曝光；

對在曝光中通過曝光在基板上圖案化的感光材料進行顯影；以及

從在顯影中顯影的基板製造物品。

本揭露不限於前述示例性實施例，並且在不脫離本揭露的精神和範圍的情況下可以做出各種改變和修改。因此附上申請專利範圍以使本揭露的範圍公開。

根據本揭露的一些實施例，可以在減少的像差影響下執行曝光處理。

雖然已經參考示例性實施例描述了本揭露，但是應該

理解的是，本揭露不限於所公開的示例性實施例。所附申請專利範圍的範圍應符合最寬泛的解釋，以便涵蓋所有此類修改以及等同的結構和功能。

【符號說明】

100:曝光裝置

101:光源

102:照明光學系統

103:繞射光學元件

104:標線片

105:標線片參考板

106:標線片台

107:投影光學系統

108:孔徑光闌

110:基板

111:基板載台

112:檢測板

113:標線片側標記

115:光電檢測器

120:控制單元

130:儲存單元

A:拍攝尺寸

AS:像散量

D:曝光量

K:時間常數

m:模型編號

Num:拍攝次數

P:像差飽和量

R:標線片透射率

S110:步驟

S120:步驟

S130:步驟

S140:步驟

S150:步驟

S160:步驟

S210:步驟

S220:步驟

S230:步驟

S240:步驟

S250:步驟

S260:步驟

S270:步驟

T:時間

α:曝光負載

Φ:預測發生量

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種曝光方法，包括：

預測在經由投影光學系統對多個基板執行曝光處理的曝光中投影光學系統的光學特性的改變；

在所述曝光之前基於所述預測的預測結果調整所述光學特性；以及

在所述調整之後執行所述曝光，

其中，在所述調整中，基於所述預測中預測的所述光學特性的改變，在與光學特性改變的方向不同的方向上調整所述曝光開始時的所述光學特性。

【請求項2】根據請求項1所述的曝光方法，其中通過用光照射所述投影光學系統來在所述調整中調整所述光學特性。

【請求項3】根據請求項2所述的曝光方法，其中通過用光照射一段時間來在所述調整中調整所述光學特性，所述時間是基於指示所述光學特性每單位時間的改變量的第二係數確定的。

【請求項4】根據請求項2所述的曝光方法，其中在所述調整中用光的照射對所述投影光學系統而不是基板進行照明。

【請求項5】根據請求項2所述的曝光方法，其中當圖案化的母片位於將不被光照明的位置時執行所述調整。

【請求項6】根據請求項2所述的曝光方法，其中基於所述預測結果來切換在所述用光照射期間照明光學系統的

光瞳平面上的光強度分佈。

【請求項7】根據請求項1所述的曝光方法，其中基於第一資訊和第二資訊來預測所述光學特性的改變，第一資訊是用於預測所述曝光期間所述光學特性的改變的資訊，並且第二資訊是通過在所述曝光之前測量所述光學特性獲得的資訊。

【請求項8】根據請求項7所述的曝光方法，其中與曝光處理條件相關聯地儲存所述第一資訊，並且在與所述曝光處理條件相同的條件下執行所述曝光處理的情況下，使用所述第一資訊來預測所述光學特性。

【請求項9】根據請求項7所述的曝光方法，其中所述第一資訊包括與在所述預測中使用的預測方程式中所包括的第一係數有關的資訊。

【請求項10】根據請求項9所述的曝光方法，其中所述第一係數是指示像差飽和量的值。

【請求項11】根據請求項1所述的曝光方法，其中指示所述光學特性的改變的要素包括所述光學特性每單位時間的改變量和所述曝光處理期間所述光學特性的最大改變量中的一者或兩者。

【請求項12】根據請求項1所述的曝光方法，其中，在所述調整中，調整所述光學特性，使得所述曝光處理期間所述光學特性的平均值是接近零(0)的值。

【請求項13】根據請求項1所述的曝光方法，其中，在所述調整中，將所述曝光開始時的所述光學特性朝著與

在所述預測中預測的所述光學特性的改變的斜率的符號不同的符號調整。

【請求項14】根據請求項1所述的曝光方法，其中所述光學特性是所述投影光學系統的像散。

【請求項15】根據請求項1所述的曝光方法，其中在所述調整中對所述光學特性的所述調整所述光學特性的值調整為正或負。

【請求項16】一種曝光方法，包括：

預測在經由投影光學系統對多個基板執行曝光處理的曝光中投影光學系統的光學特性的改變；

在所述曝光之前基於所述預測的預測結果調整所述光學特性；以及

在所述調整之後執行所述曝光，

其中，在所述調整中，基於在所述預測中預測的所述光學特性的改變來調整所述曝光開始時的所述光學特性，使得即使在所述曝光中不調整所述光學特性的情況下，所述光學特性也落入預定範圍內。

【請求項17】根據請求項16所述的曝光方法，其中針對每個曝光處理條件設置所述預定範圍。

【請求項18】根據請求項16所述的曝光方法，其中在所述預測的所述預測結果指示所述光學特性落入所述預定範圍內的情況下，不執行所述調整。

【請求項19】一種曝光裝置，包括：

投影光學系統，被配置為投射光；以及

控制單元，被配置為執行控制以在經由所述投影光學系統對多個基板執行曝光處理之前調整所述投影光學系統的光學特性，

其中所述控制單元預測所述光學特性的改變，並基於預測結果執行控制以在與所述光學特性改變的方向不同的方向上調整所述曝光處理開始時的所述光學特性。

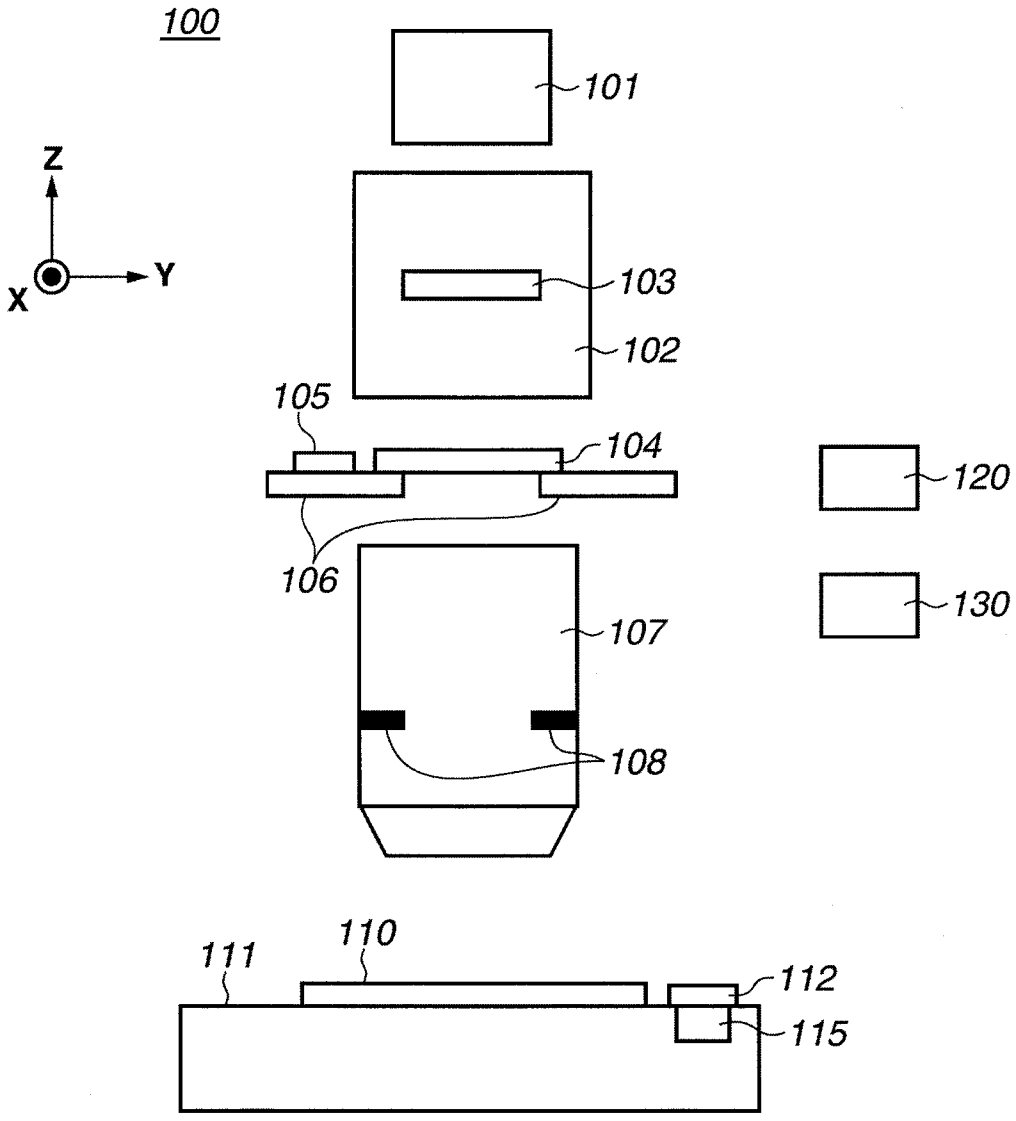
【請求項20】一種用於製造物品的方法，所述方法包括：

使用根據請求項1至18中的任一項所述的曝光方法進行曝光，其中調整光學特性並執行基板的曝光；

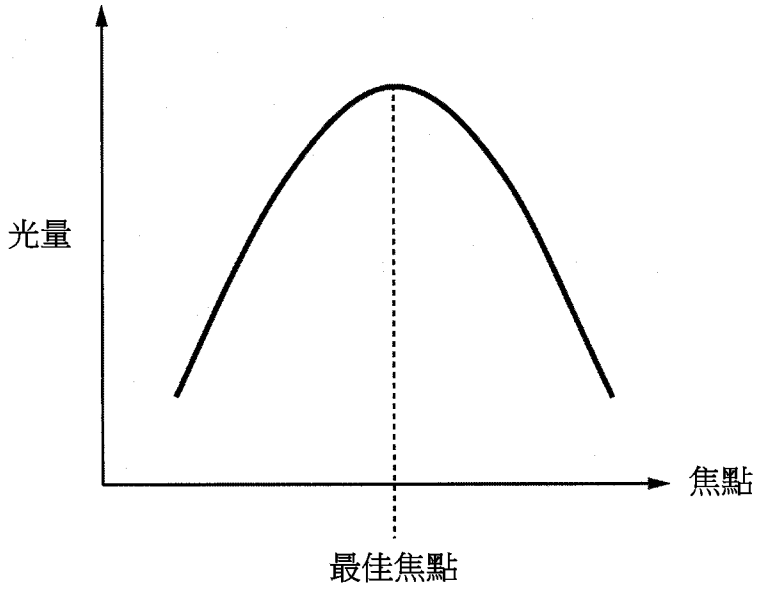
對在所述曝光中通過所述曝光在所述基板上圖案化的感光材料進行顯影；以及

從在所述顯影中顯影的所述基板製造物品。

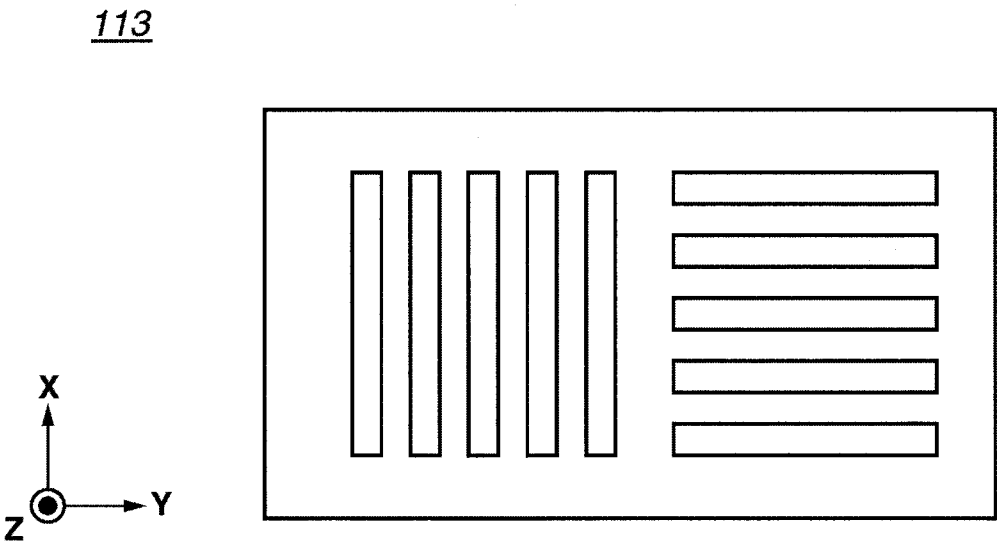
【發明圖式】



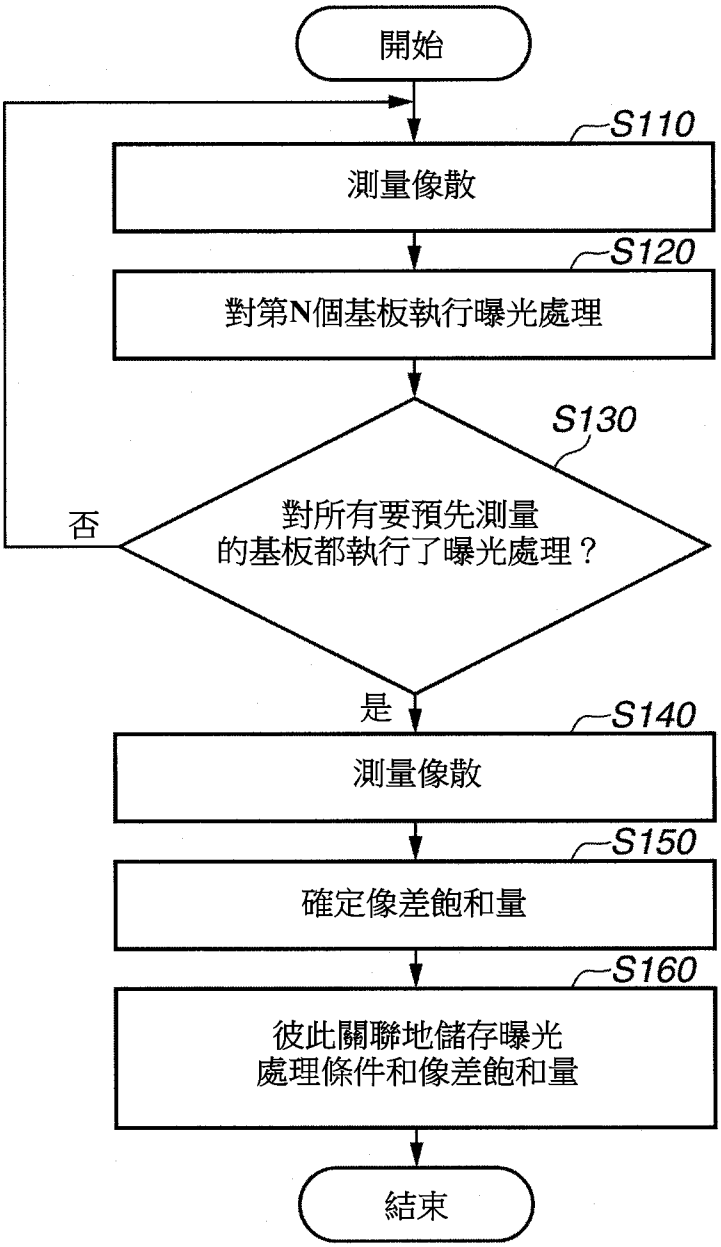
【圖 1】



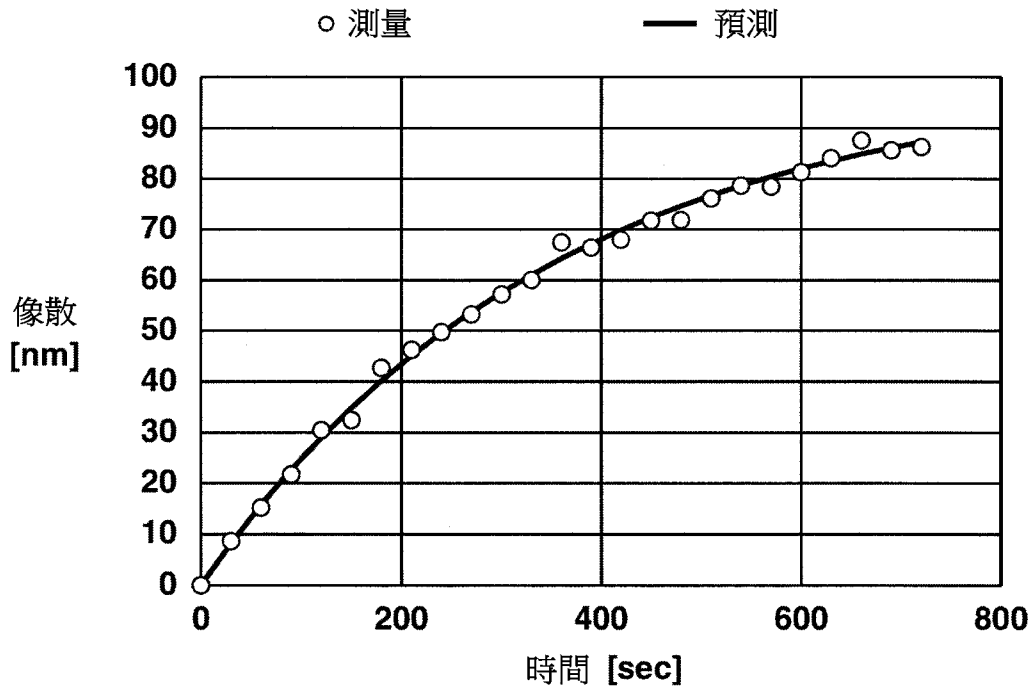
【圖 2】



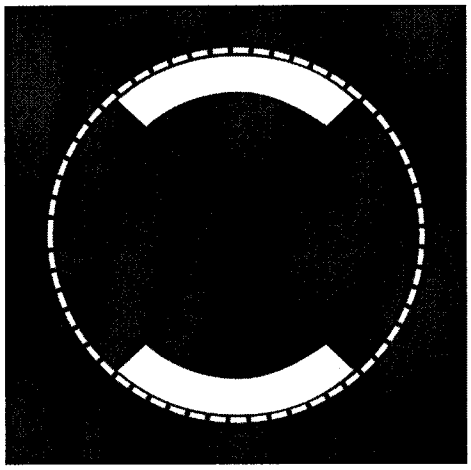
【圖 3】


開始
S110
測量像散
S120
對第N個基板執行曝光處理
S130
對所有要預先測量
的基板都執行了曝光處理？
否
是
S140
測量像散
S150
確定像差飽和量
S160
彼此關聯地儲存曝光
處理條件和像差飽和量
結束

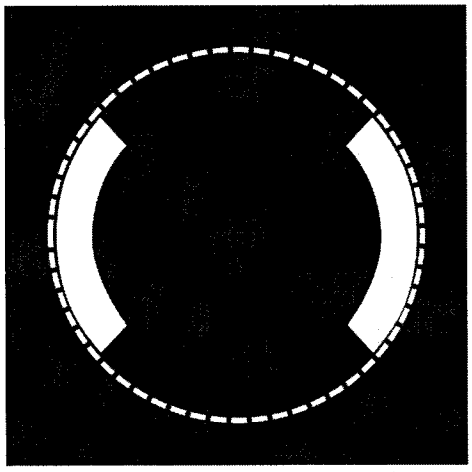
【圖 4】



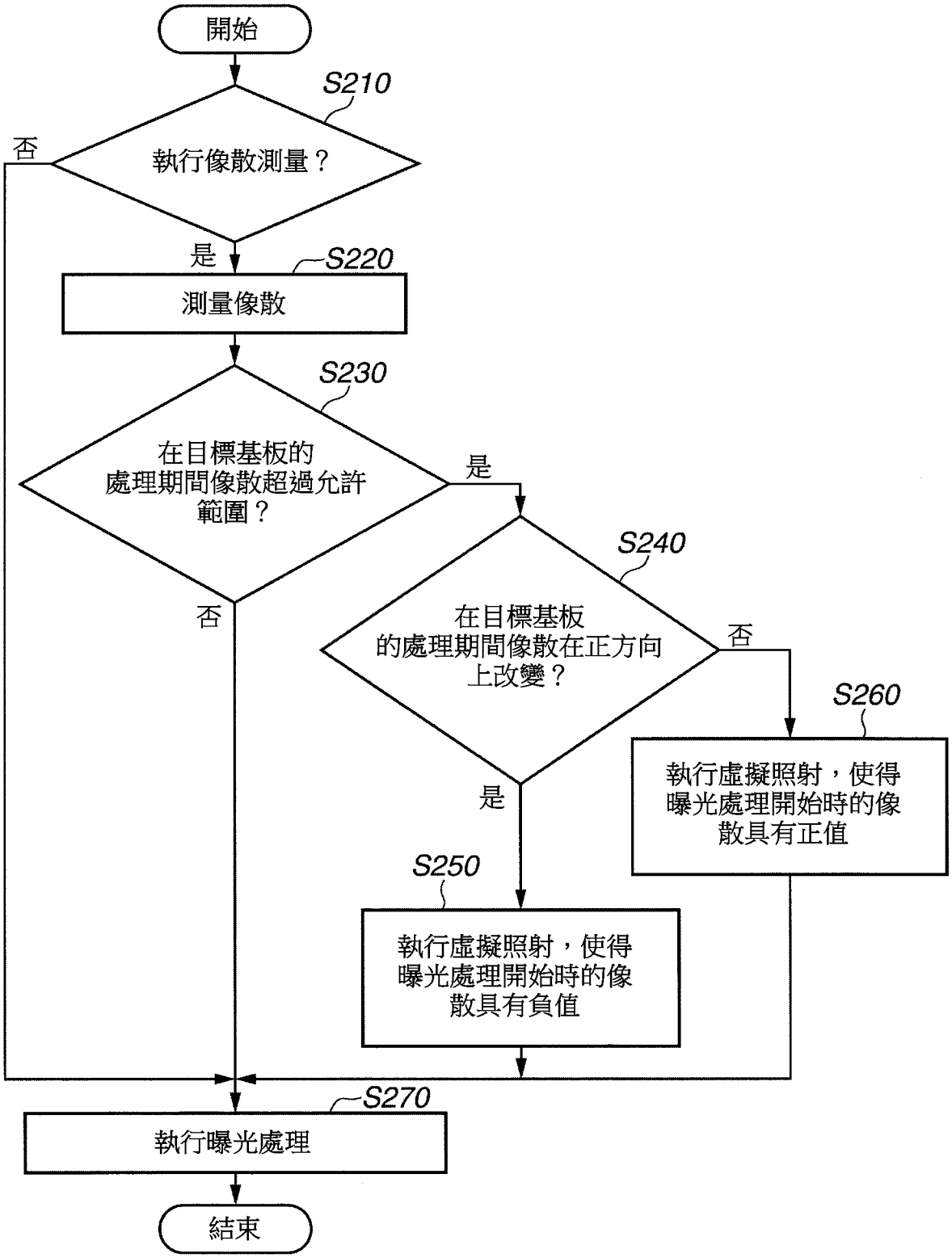
【圖 5】



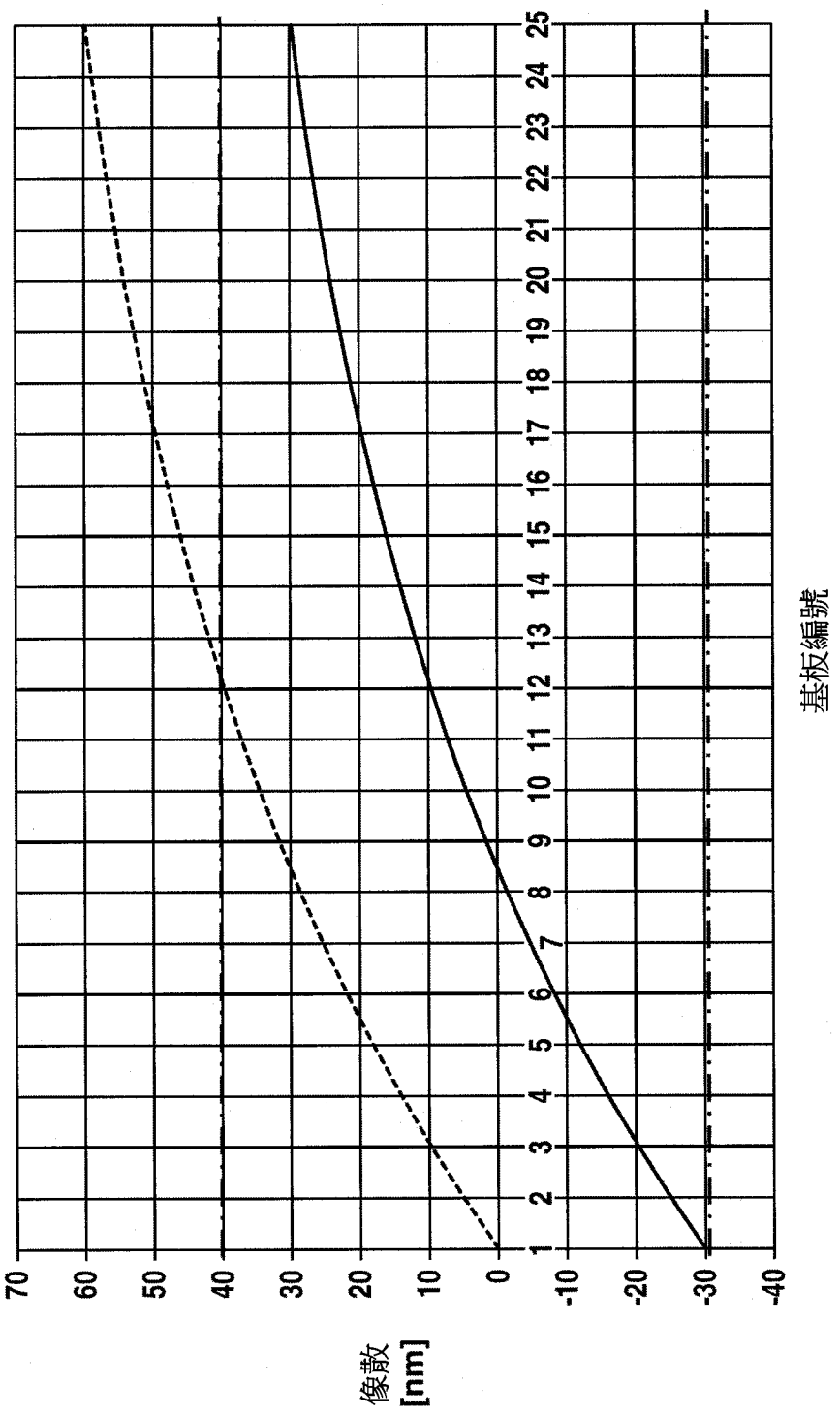
【圖 6A】



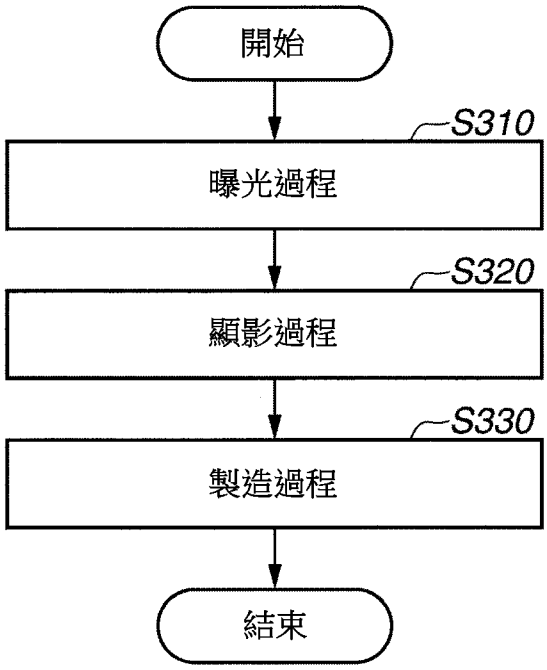
【圖 6B】


開始
S210
執行像散測量？
否
是
S220
測量像散
S230
在目標基板的處理期間像散超過允許範圍？
是
否
S240
在目標基板的處理期間像散在正方向上改變？
否
是
S260
執行虛擬照射，使得曝光處理開始時的像散具有正值
S250
執行虛擬照射，使得曝光處理開始時的像散具有負值
S270
執行曝光處理
結束

【圖 7】


像散
[nm]
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
基板編號

【圖 8】



【圖 9】