



(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 I575568 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：104134363

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 20 日

(51)Int. Cl. : H01L21/027 (2006.01)

G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2014/11/05 日本

2014-224877

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

日本

(72)發明人：藪伸彦 YABU, NOBUHIKO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 6333777B2

US 6768546B2

US 7111943B2

US 7619716B2

US 8618516B2

審查人員：李景松

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：9 共 45 頁

(54)名稱

曝光方法、曝光裝置和物品製造方法

EXPOSURE METHOD, EXPOSURE APPARATUS, AND ARTICLE MANUFACTURING METHOD

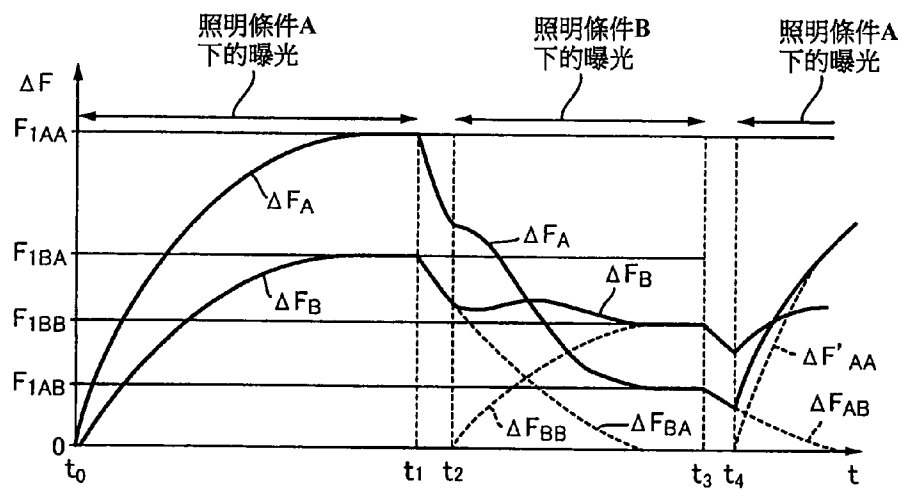
(57)摘要

本發明關於曝光方法、曝光裝置和物品製造方法。該曝光方法包括藉由以投影光學系統的第一光瞳面光照分佈(第一分佈)照射所述系統來執行曝光處理的第一步驟；在第一步驟之後，藉由以與第一分佈不同的第二光瞳面光照分佈(第二分佈)照射所述系統來執行曝光處理的第二步驟；相對於第一步驟中的成像性能，獲得所述系統在第二分佈的條件下的成像性能的改變量的改變量獲得步驟；和藉由使用所述改變量來獲得用於在第二步驟中校正成像性能的校正量的校正量獲得步驟，其中，在第二步驟中，藉由使用所述校正量校正成像性能來執行曝光處理。

This exposure method comprises a first step of performing the exposure processing by irradiating a projection optical system (the system) by a first pupil plane illumination distribution (the first distribution) of the system; a second step of performing the exposure processing by irradiating the system by a second pupil plane illumination distribution (the second distribution) that is different from the first distribution, after the first step; a change amount obtaining step of obtaining a change amount of an imaging performance of the system in a condition of the second distribution, with respect to the imaging performance in the first step; and a correction amount obtaining step of obtaining a correction amount for correcting the imaging performance in the second step, by using the change amount, wherein, in the second step, the exposure processing is performed by correcting the imaging performance using the correction amount.

指定代表圖：

圖 6



發明摘要

※申請案號：104134363

※申請日：104 年 10 月 20 日

※IPC 分類：H01L 21/027 (2006.1)
G03F 7/20 (2006.1)

【發明名稱】(中文/英文)

曝光方法、曝光裝置和物品製造方法

Exposure method, exposure apparatus, and article manufacturing method

● 【中文】

● 本發明關於曝光方法、曝光裝置和物品製造方法。該曝光方法包括藉由以投影光學系統的第一光瞳面光照分佈(第一分佈)照射所述系統來執行曝光處理的第一步驟；在第一步驟之後，藉由以與第一分佈不同的第二光瞳面光照分佈(第二分佈)照射所述系統來執行曝光處理的第二步驟；相對於第一步驟中的成像性能，獲得所述系統在第二分佈的條件下的成像性能的改變量的改變量獲得步驟；和藉由使用所述改變量來獲得用於在第二步驟中校正成像性能的校正量的校正量獲得步驟，其中，在第二步驟中，藉由使用所述校正量校正成像性能來執行曝光處理。

【英文】

This exposure method comprises a first step of performing the exposure processing by irradiating a projection optical system (the system) by a first pupil plane illumination distribution (the first distribution) of the system; a second step of performing the exposure processing by irradiating the system by a second pupil plane illumination distribution (the second distribution) that is different from the first distribution, after the first step; a change amount obtaining step of obtaining a change amount of an imaging performance of the system in a condition of the second distribution, with respect to the imaging performance in the first step; and a correction amount obtaining step of obtaining a correction amount for correcting the imaging performance in the second step, by using the change amount, wherein, in the second step, the exposure processing is performed by correcting the imaging performance using the correction amount.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(6)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

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

曝光方法、曝光裝置和物品製造方法

Exposure method, exposure apparatus, and article manufacturing method

【技術領域】

本發明關於曝光方法、曝光裝置和物品製造方法。

【先前技術】

藉由光刻處理來製造例如半導體器件和平板顯示器(液晶顯示裝置)的各種設備。光刻處理包括曝光處理，其中被稱為“遮罩”或“標線片”的原版的圖案被投影並曝光於諸如塗有被稱為“抗蝕劑”的光敏劑的玻璃板或晶片的基板。近年來，聚焦精度的改進和對準精度的改進等是重要的以便改進曝光精度，從而滿足對圖案進一步小型化的需求，其中聚焦精度指將基板表面與投影光學系統的成像平面匹配的精度，對準精度指準確地層疊藉由多個處理形成的圖案層的精度。

在本上下文中，當長時間以曝光光連續地照射投影光學系統時，由於吸收部分曝光能量而發熱，結果，成像性能(聚焦、倍率、失真、像散、波前像差等)改變，並且可能發生不能忽略的聚焦和對準誤差。相對照地，已經提出了一種曝光方法，即使當曝光光的照明條件改變和投影光

學系統中的透鏡的發熱分佈改變時，該方法也成功地調整成像性能的改變。日本專利 No. 2828226 公開了一種曝光方法，其中儲存了與照明光的光源圖像分佈狀態對應的成像性能的校正係數，當光源圖像分佈狀態改變時，讀出對應的校正資訊，並且基於該資訊執行校正。然而，在日本專利 No. 2828226 中公開的曝光方法中，緊跟在照明條件改變之後，由於改變前的照明條件而發生的溫度分佈保留在投影光學系統中。因此，可能存在如下的情況：在改變後的照明條件下的成像性能中出現根據改變前的照明光的吸收的影響量的偏差。因此日本專利 No. 3395280 公開了一種曝光方法，其中藉由基於根據改變前的照明條件的累積能量的量而校正成像性能的校正量，來消除緊跟在照明條件改變後成像性能的偏差的發生。

在本上下文中，當在改變後的照明條件下繼續曝光時，投影光學系統的光瞳面附近的透鏡中的溫度分佈成為一種過渡狀態，其中改變前的照明條件下的影響和改變後的照明條件下的影響重疊。相對照地，在日本專利 No. 3395280 中公開的曝光方法中，因為僅藉由關注緊跟在照明條件改變後的偏差量來校正成像性能的校正量，所以難以準確地計算這種過渡狀態下的改變量。

相對照地，例如，存在如下一種方法：當照明條件對應於原版或其圖案改變時，在停止曝光之後直到成像性能的改變量的影響變小為止，在新照明條件下控制投影光學系統的成像性能的同時執行曝光。此處，“直到成像性能

的改變量的影響變小為止”指在其處由於在改變前的照明條件下投影光學系統的照明光的吸收而產生的成像性能的改變量變為預定的允許值或更小的點。這還可以被稱為在其處改變前的投影光學系統中累積的能量的量對成像性能的影響變得微不足道的時間點。根據該方法，當照明條件改變時，不在過渡狀態之下執行曝光，並且因此可以針對每個照明條件嚴格地控制投影光學系統的成像性能。然而，在該方法中，因為每次照明條件和原版的圖案(即，投影光學系統的光瞳面中的光照分佈(光源圖像分佈)改變)改變時需要停止曝光，所以曝光裝置的輸送量減小了。附加地，作為另一個方法，在照明條件改變後的過渡狀態中，設想在藉由使用保持基板的臺上的基準標記連續地測量投影光學系統的成像性能、並且基於該測量結果在需要時校正成像性能的同時執行曝光。然而，在該方法中還需要在暫時停止曝光之後執行對成像性能的測量，並且不能避免輸送量的減小。

【發明內容】

本發明提供了例如一種在改進曝光精度方面有利的曝光方法。

本發明是執行曝光處理的曝光方法，其中來自光源的光被照射到原版，原版的圖案經由投影光學系統被投影到基板以曝光基板，該方法包括：藉由以投影光學系統的第一光瞳面光照分佈照射投影光學系統來執行曝光處理的第

一曝光步驟；在第一曝光步驟之後，藉由以不同於第一光瞳面光照分佈的第二光瞳面光照分佈照射投影光學系統來執行曝光處理的第二曝光步驟；相對於以第一光瞳面光照分佈執行照射的第一曝光步驟中的投影光學系統的成像性能，獲得投影光學系統在第二光瞳面光照分佈的條件下的成像性能的改變量的改變量獲得步驟；和藉由使用在改變量獲得步驟中獲得的改變量，來獲得用於在第二曝光步驟中校正投影光學系統的成像性能的校正量的校正量獲得步驟，其中在第二曝光步驟中，藉由使用獲得的校正量校正投影光學系統的成像性能，來執行曝光處理。

根據以下參考附圖對示例性實施例的描述，本發明的其它特徵將變得清楚。

【圖式簡單說明】

圖 1 示出了根據本發明的一個實施例的曝光裝置的配置。

圖 2 是示出了由於曝光而產生的投影光學系統的成像性能隨時間的推移的變化的圖。

圖 3A 示出了針對每個照明條件的投影光學系統的光瞳面光照分佈。

圖 3B 示出了針對每個照明條件的投影光學系統的光瞳面光照分佈。

圖 4A 示出了針對每個照明條件的光通量。

圖 4B 示出了針對每個照明條件的光通量。

圖 5 是示出了一個實施例中的成像性能的變化的圖。

圖 6 是示出了一個實施例中的成像性能變化的計算模型的圖。

圖 7 是示出了一個實施例中的成像性能的校正量的圖。

圖 8 是示出了一個實施例中的參數獲取處理的流程圖。

圖 9 是示出了該參數獲取處理中的測量定時的圖。

【實施方式】

在下文中，將參考附圖等描述用於執行本發明的實施例。

首先，將給出對根據本發明的一個實施例的曝光裝置的配置的描述。該曝光裝置是藉由分步的方法或分步重複的方法將原版(諸如標線片)上形成的圖案曝光到待處理基板上的裝置，並且在本發明中，曝光方法沒有特別的限制。在下文中，作為一個例子，根據本實施例的曝光裝置是在半導體器件的製造處理中的光刻處理中使用的投影曝光裝置，並且藉由掃描曝光方法將標線片 R 上形成的圖案的圖像曝光(轉印)到晶片 W 上(到基板上)。

圖 1 是示出了根據本實施例的曝光裝置 100 的配置的示意圖。注意，在每個附圖中，Z 軸平行於投影光學系統 110 的光軸，Y 軸處於垂直於 Z 軸的同一平面的曝光期間晶片 W 的掃描方向(或標線片 R 和晶片 W 之間的相對移動

方向)上，並且 X 軸處於與 Y 軸正交的非掃描方向上。曝光裝置 100 包括照明光學系統 104、標線片台 109、投影光學系統 110、晶片台 116 和控制單元 115。

照明光學系統 104 調整來自雷射光源 101 的光通量，並且照射標線片 R。雷射光源 101 是例如發射雷射並且被填充氣體(諸如 KrF 或 ArF)的脈衝雷射光源。附加地，雷射光源 101 包括配置共振器的前反射鏡、使曝光波長變窄的繞射光柵、包括稜鏡等的狹窄化模組、包括光譜儀和監視波長和譜寬的穩定性的檢測器的監視模組以及快門。從雷射光源 101 發射的光束(beam)藉由照明光學系統 104 下的光束整形光學系統(未示出)被整形為預定的光束形狀，所述光束入射到光學積分器(未示出)，並且形成用於以均勻的光照分佈照射標線片 R 的多個二次光源。附加地，照明光學系統 104 包括孔徑光闌 105、半反射鏡 106 和光感測器 107。孔徑光闌 105 具有大致圓形的開口，並且不僅可以設置開口的直徑，而且可以將照明光學系統 104 的開口數(NA)設置為所希望的值。此處，如果所述開口被形成為具有環形形狀，那麼孔徑光闌 105 可以形成環形照明。半反射鏡 106 被佈置在照明光學系統 104 的光路上，並且反射並去除照射標線片 R 的曝光光的一部分。光感測器 107 是用於紫外光的檢測器，並且基於半反射鏡 106 反射並去除的光來輸出可以得到曝光能量的值(曝光光的強度)。具體地，光感測器 107 的輸出被積分電路(未示出)轉換為每一個脈衝的曝光能量，該積分電路執行對來自雷射

光源 101 的每個脈衝發射的積分。

標線片 R 是例如形成有將被轉印到晶片 W 的圖案(例如，電路圖案)的石英玻璃原版。標線片台(原版保持器) 109 可以在保持標線片 R 的同時在 X 和 Y 軸方向中的每一個方向上移動。投影光學系統 110 以預定的倍率 β (例如，1/4 倍)將穿過標線片 R 的光(電路圖案圖像)投影到晶片 W 上。附加地，投影光學系統 110 包括孔徑光闌 111 和透鏡驅動設備 113。孔徑光闌 111 具有被佈置在投影光學系統 110 的光瞳面(相對於標線片 R 的傅裡葉變換平面)上的大致圓形的開口，並且諸如電機的驅動單元 112 可以調整所述開口的直徑。透鏡驅動設備(光學元件驅動單元) 113 藉由使用例如氣壓或壓電元件，來允許配置投影光學系統 110 中的透鏡(光學元件)系統的一部分的場沿著投影光學系統 110 的光軸移動，或者允許透鏡本身變形。

晶片 W 是由例如表面上塗有抗蝕劑(光敏劑)的單晶矽形成的基板。晶片台(基板保持器)116 經由晶片夾持(未示出)來保持晶片 W，並且可以在 X、Y 和 Z 軸方向中的每一個方向上移動(可以包括其相應的旋轉方向 ω_x 、 ω_y 、 ω_z)。藉由測量與固定到晶片台 116 的移動反射鏡 117 的距離，在雷射干涉儀 118 處確定晶片台 116 的 XY 平面位置。藉由由聚焦檢測設備進行的測量來確定晶片 W 在光軸方向上的平面位置(聚焦平面位置)。聚焦檢測設備包括光投影光學系統 121 和檢測光學系統 122。光投影光學系統 121 投影多個光通量，所述多個光通量由不將抗蝕劑曝

光到晶片 W 上的非曝光光組成。每個光通量被聚焦在晶片 W 上並且被反射，並且檢測光學系統 122 檢測晶片 W 上反射的光通量。檢測光學系統 122 包括對應於每個反射的光通量的多個位置檢查光接收元件(未示出)，並且該檢測光學系統 122 被配置為使得光接收元件的光接收表面和晶片 W 上的每個光通量的反射點藉由成像光學系統(未示出)變得大致共軛。隨後，晶片 W 在投影光學系統 110 的光軸方向上的表面位置偏移被測量為光接收元件上的入射光通量的位置偏移。

控制單元 115 由例如經由線路連接到曝光裝置 100 的每個元件的電腦配置，並且該控制單元 115 可以根據程式等控制每個元件的操作和調整。控制單元 115 包括主控制設備 103、雷射控制設備 102、照明系統控制設備 108、投影透鏡控制設備 114 和台控制設備 120。主控制設備 103 連接到控制單元 115 中的每個控制設備，並且執行對整個曝光裝置 100 的控制。雷射控制設備 102 執行例如對雷射光源 101 的換氣操作控制、對波長穩定化的控制或者對放電施加電壓的控制。注意，在本實施例中，這些控制不是僅僅由雷射控制設備 102 指示的單一控制，而是應當由來自主控制設備 103 的指示執行。照明系統控制設備 108 是使得能夠切換多個照明條件(照明光學系統 104 的開口數、投影光學系統 110 的開口數、環形照明、傾斜照明等)的切換單元中的一個，並且該照明系統控制設備 108 控制照明光學系統 104 下的孔徑光闌 105 的開口的直徑。

此處，因為照明光學系統 104 的開口數相對於投影光學系統 110 的開口數的比率的值是相干因數(σ 值)，所以照明系統控制設備 108 可以藉由控制開口的直徑來設置 σ 值。注意，作為切換單元，另外還存在改變具有不同圖案形狀的標線片 R 或者改變標線片 R 的照射區域的機構(控制設備)。附加地，照明系統控制設備 108 將基於光感測器 107 的輸出轉換的曝光能量的值傳輸到主控制設備 103。投影透鏡控制設備 114 基於下述的模型公式來計算投影光學系統 110 的成像性能的改變，並且確定將被校正的量。透鏡驅動設備 113 基於由投影透鏡控制設備 114 確定的校正量來驅動投影光學系統 110 中的透鏡，並且該透鏡驅動設備 113 可以抑制投影光學系統 110 的成像性能的改變。台控制設備 120 使雷射干涉儀 118 檢測晶片台 116 的位置、控制驅動設備 119(諸如電機)並且將晶片台 116 移動到預定的 XY 平面位置。

接著，將對用於本實施例中由曝光(由雷射光源 101 向投影光學系統 110 照射曝光光)所引起的投影光學系統 110 的成像性能改變的模型公式、以及用於量化該模型公式的校正量(校正係數)進行描述。在本上下文中，投影光學系統 110 的成像性能的例子包括聚焦、倍率、失真像差(失真)、像散或像場彎曲。

圖 2 是示例表示由於曝光而產生的投影光學系統的成像性能隨時間的推移的典型改變(改變特性)的圖。在圖 2 中，水準軸指示時間 t ，垂直軸指示投影光學系統的圖像

高度中的成像性能的改變量 ΔF 。注意改變量 ΔF 對於每個圖像高度是不同的。首先，在將投影光學系統的初始改變量 ΔF 設置為零的情況下曝光從時間 t_0 開始時，成像性能隨時間改變，並且最終穩定在恒定值(最大改變量) $F1$ 。這種狀態指示投影光學系統中吸收了能量並且變熱，並且從投影光學系統釋放的熱能達到平衡狀態，隨後，即使連續地照射曝光光，改變量 ΔF 也不從最大改變量 $F1$ 改變。隨後，當曝光停止時，改變量 ΔF 隨時間減小，並且最終返回初始值零。

此處，藉由使用每單位光量(單位曝光能量)的成像性能的改變量(曝光係數) K 和基於各種狀態(包括曝光量、掃描速度或曝光區域資訊)計算的實際曝光能量 Q ，以公式(1)表示最大改變量 $F1$ 。

$$F1=K \times Q \cdots (1)$$

首先，在從時間 t'_0 開始曝光的情況下，藉由使用最大改變量 $F1$ 和表示加熱速度的時間常數 $T1$ ，以公式(2)近似時間 t'_0 之後成像性能的改變量 $\Delta F(t)$ 。

$$\Delta F(t)=F1 \times (1-\exp(-(t-t'_0)/T1)) \cdots (2)$$

另外，藉由使用時間 t'_1 處的 $\Delta F(t'_1)$ 和表示放熱速度的時間常數 $T2$ ，以公式(3)近似在時間 t'_1 處停止曝光之後的改變。

$$\Delta F(t)=\Delta F(t'_1) \times \exp(-(t-t'_1)/T2) \cdots (3)$$

另外，在曝光在時間 t'_2 恢復的情況下，以公式(4)表示時間 t'_2 之後的改變。

$$\Delta F(t) = \Delta F(t'_1) \times \exp(-(t-t'_1)/T_2) \\ + F_1 \times (1 - \exp(-(t-t'_2)/T_1)) \cdots (4)$$

此處，公式(4)右側的第一項與公式(3)的右側相同。另外，對於公式(4)右側的第二項，給出 t'_2 而不是公式(2)右側的 t'_0 。即，可以將公式(4)考慮為時間 t'_1 之後投影光學系統中的透鏡的放熱趨勢和時間 t'_2 之後透鏡的加熱趨勢的線性和。另外，在時間 $(t-t'_1)$ 充分大的情況下，因為公式(4)右側的第一項是可以忽略的，所以公式(4)與公式(2)一致。這意味著如果在曝光完成之後經過了足夠的時間，那麼由曝光所引起的熱的影響是可以忽略的。

因此，可以藉由使用公式(1)到(4)所示的函數對圖 2 所示的改變特性曲線建模，來預測由曝光所引起的投影光學系統的成像性能的改變。然而，公式(1)到(4)是例子，並且可以使用另一種近似來執行建模。

另外，上述的每單位光量的成像性能的改變量 K 以及時間常數 T_1 和 T_2 根據曝光條件而改變。這是因為，在不同的曝光條件下，入射到投影光學系統的光的能量密度的分佈(見下面的圖 3A 和 B)是不同的，結果，投影光學系統的溫度變化的分佈和時間特性改變，從而成像性能的改變量和時間特性也改變。此處，作為曝光條件，例如，有照明條件、標線片 R 的圖案(存在或者不存在移相器、週期性、細度等)或者標線片的照明區域。

相對照地，當照明條件不同時，投影光學系統中的透鏡中不僅出現溫度分佈，而且溫度分佈對成像性能的影響

也是不同的。即，當照明條件不同時，即使透鏡的溫度分佈相同，對成像性能的影響的程度也不同。這是因為透鏡的溫度分佈對成像性能的影響根據透鏡的被光通量通過的部分而改變。在下文中，作為一個例子，將假設如下的情況，其中藉由在兩種類型的照明條件(即，對應於其中在投影光學系統 110 中存在第一光瞳面光照分佈的條件的照明條件 A 和對應於其中在投影光學系統 110 中存在第二光瞳面光照分佈的條件的照明條件 B)之間切換，來使用曝光裝置。

首先，將給出對每個照明條件的差異的描述。圖 3 是示出了相對於每個照明條件的投影光學系統 110 的光瞳面光照分佈(光瞳面上的光的能量密度分佈)的示意圖，其中圖 3A 示出了根據照明條件 A 的第一光瞳面光照分佈，並且圖 3B 示出了根據照明條件 B 的第二光瞳面光照分佈。在附圖中，區域 301 指示投影光學系統 110 的光瞳區域。區域 302 指示在執行照明條件 A 下的曝光處理(第一曝光處理)的情況下，光主要通過的區域。另外，區域 303 指示在執行照明條件 B 下的曝光處理(第二曝光處理)的情況下，光主要通過的區域。注意照明條件 A 是被稱為常規照明的條件，並且照明條件 B 時被稱為環形照明的條件。

圖 4A 和 4B 是示出了根據每個照明條件，投影光學系統 110 中的光通量的通過位置的差異的示意圖，其中圖 4A 示出了照明條件 A 下的光通量，並且圖 4B 示出了照明條件 B 下的光通量。注意，在投影光學系統 110 中，未

示出光瞳附近的透鏡 401 之外的光學元件。首先，在照明條件 A 下，在透鏡 401 中，因為光通量 402 通過透鏡的中心部分，所以透鏡的中心部分在曝光期間被加熱。另外，這部分的溫度分佈影響成像性能。相對照地，光通量不通過的透鏡周邊的溫度分佈不影響成像性能(或者幾乎不影響成像性能)。接著，在照明條件 B 下，在透鏡 401 中，因為光通量 403 通過透鏡周邊，所以透鏡周邊在曝光期間被加熱。另外，這部分的溫度分佈影響成像性能。相對照地，光通量不通過的透鏡的中心部分的溫度分佈不影響成像性能(或者幾乎不影響成像性能)。因此，在照明條件 A 和照明條件 B 之間，透鏡的被加熱部分不同。另外，影響成像性能的透鏡部分不同。注意，雖然此處強調了投影光學系統 110 的光瞳附近的透鏡 401，但是即使在透鏡 401 之外的光學元件中，光通量通過的區域也以類似的方式根據照明條件而不同。

接著，將給出在兩種類型的照明條件之間切換的同時執行曝光的方法的具體描述。圖 5 是示出了在切換照明條件的同時由於曝光而產生的投影光學系統的成像性能隨時間的推移的改變(改變特性)的圖。在圖 5 中，水準軸指示時間 t ，垂直軸指示投影光學系統在圖像高度中的成像性能的改變量 ΔF 。此處，在時間 t_0 和 t_1 之間的部分在照明條件 A 下執行曝光，在時間 t_2 和 t_3 之間的部分在照明條件 B 下執行曝光，並且在從時間 t_4 起的部分再次在照明條件 A 下執行曝光。另外，在時間 t_1 和 t_2 之間的部分

中，並且在時間 t_3 和 t_4 之間的部分中，曝光暫時停止以便切換照明條件。

此處，在 $t_0 \leq t < t_2$ 的部分中，可以藉由使用公式(2)和(3)來計算改變量 ΔF 。然而，在時間 t_2 處從照明條件 A 改變到照明條件 B 時，改變量 ΔF 不連續地改變。這種不連續性是由於當切換光通量通過的透鏡區域時，回應於受改變之前的照射光的吸收影響的量而發生的偏差。另外，時間 t_2 之後的透鏡溫度分佈轉變為其中在照明條件 A 下引起的溫度分佈的放熱的趨勢和在照明條件 B 下引起的其加熱的趨勢重疊的狀態。最初，其中放熱的趨勢和加熱的趨勢重疊的狀態中的成像性能的改變可由以公式(3)表示的成像性能改變的放熱特性和以公式(2)表示的成像性能改變的加熱特性的線性和表示。因此，可以藉由分別確定這兩個特性，來準確地確定時間 t_2 之後的成像性能的改變。

此處，時間 t_2 之後的改變量 ΔF 必須考慮到照明條件 B 下光通量通過的區域中的透鏡溫度分佈的影響。因此，在照明條件 A 下引起的成像性能改變的放熱特性也應該是相對於照明條件 B 下光通量通過的區域的透鏡溫度分佈的評估的物件。然而，雖然圖 5 所示的 $t_0 \leq t < t_2$ 的部分中的改變量 ΔF 考慮了照明條件 A 下光通量通過的區域中的透鏡溫度分佈的影響，但是它未考慮照明條件 B 下光通量通過的區域中的透鏡溫度分佈的影響。因此，不能確定在時間 t_2 切換光照之後在照明條件 A 下引起的成像性能改變的放熱特性，因此不能準確地確定時間 t_2 之後的改變量

ΔF 。注意當在時間 t_4 照明條件從照明條件 B 改變為照明條件 A 時，這同樣適用。這意味著不能僅僅藉由公式(1)到(4)表示的計算模型，準確地確定切換照明條件時成像性能的改變量 ΔF 。

因此，在本實施例中，藉由使用兩個模型來考慮成像性能的改變：表示關於照明條件 A 下的光通量的溫度分佈對成像性能的影響的第一模型，和表示關於照明條件 B 下的光通量的溫度分佈對成像性能的影響的第二模型。不能僅藉由上面的計算模型準確地確定在切換照明條件時成像性能的改變量 ΔF 的原因是由於光通量通過的投影光學系統的透鏡區域根據照明條件而不同這一事實。即， $t_0 \leq t < t_2$ 部分中的改變量 ΔF 和 $t_2 \leq t < t_4$ 部分中的改變量 ΔF 表示不同透鏡區域中的溫度分佈的影響，並且它們分別根據不同模型而改變。因此，當針對每個照明條件劃分計算模型時，即使在改變照明條件之後也可以保持計算模型的連續性。在下文中，作為一個例子，使投影光學系統 110 的成像性能可變的可變單元用作透鏡驅動設備 113，並且用作改變量導出處理的投影透鏡控制設備 114 如下述地導出投影光學系統 110 的改變量 ΔF 。然而，使投影光學系統 110 的成像性能可變的可變單元不限於透鏡驅動設備 113，並且可以使用標線片台 109 或者晶片台 116，並且例如主控設備 103 可以執行改變量導出處理。

圖 6 是示出了表示本實施例中由於曝光產生的投影光學系統 110 的成像性能隨時間的推移的改變的計算模型

(成像性能模型)的圖。注意，與圖 5 中的前提相同，在兩種類型的照明條件之間切換的同時執行曝光。在附圖中，以實線示出的 ΔF_A 是表示關於照明條件 A 下的光通量的溫度分佈對成像性能的影響的第一改變量，即，本實施例中的第一模型。相對照地，也是以實線示出的 ΔF_B 是第二改變量，其表示關於照明條件 B 下的光通量的溫度分佈對成像性能的影響，即，本實施例中的第二模型。注意，在時間 t_0 ，改變量 ΔF_A 和 ΔF_B 兩者都是零。

首先，基於公式(2)，以公式(5)和(6)表示從時間 t_0 到 $t_1(t_0 \leq t \leq t_1)$ 在照明條件 A 下執行曝光處理(第一曝光處理)的部分中的改變量 ΔF_A 和 ΔF_B 中的每一個。

$$\begin{aligned}\Delta F_A(t) &= \Delta F_{AA}(t) \\ &= F1_{AA} \times (1 - \exp(-(t-t_0)/T1_{AA})) \cdots (5)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta F_B(t) &= \Delta F_{BA}(t) \\ &= F1_{BA} \times (1 - \exp(-(t-t_0)/T1_{BA})) \cdots (6)\end{aligned}$$

此處， ΔF_{XY} 表示關於照明條件 X 的光通量在照明條件 Y 下引起的溫度分佈對成像性能的影響。此處，如以公式(5)表示的，使用兩個參數 $F1_{AA}$ 和 $T1_{AA}$ 來計算改變量 ΔF_A 。相對照地，如以公式(6)表示的，使用兩個參數 $F1_{BA}$ 和 $T1_{BA}$ 來計算改變量 ΔF_B 。因而，藉由不同參數來計算改變量 ΔF_A 和改變量 ΔF_B 。這是因為這反映對於每一個照明條件，影響成像性能的透鏡部分是不同的。

接著，基於公式(3)以公式(7)和(8)表示在時間 t_1 和 t_2 之間($t_1 < t \leq t_2$)的曝光停止部分內的改變量 ΔF_A 和 ΔF_B 中的

每一個。

$$\begin{aligned}\Delta F_A(t) &= \Delta F_{AA}(t) \\ &= \Delta F_{AA}(t_1) \times \exp(-(t-t_1)/T2_{AA}) \cdots (7)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta F_B(t) &= \Delta F_{BA}(t) \\ &= \Delta F_{BA}(t_1) \times \exp(-(t-t_1)/T2_{BA}) \cdots (8)\end{aligned}$$

如公式(7)和(8)所示，藉由不同參數($T2_{AA}$ 和 $T2_{BA}$)來計算改變量 ΔF_A 和改變量 ΔF_B 。

接著，分別以公式(9)和(10)來表示在時間 t_2 和 t_3 之間($t_2 < t \leq t_3$)在照明條件 B 下執行曝光處理(第二曝光處理)的部分中的改變量 ΔF_A 和 ΔF_B 。

$$\Delta F_A(t) = \Delta F_{AA}(t) + \Delta F_{AB}(t) \cdots (9)$$

$$\Delta F_B(t) = \Delta F_{BA}(t) + \Delta F_{BB}(t) \cdots (10)$$

然而，分別以公式(11)和(12)表示 ΔF_{AA} 和 ΔF_{AB} 。

$$\Delta F_{AA}(t) = \Delta F_{AA}(t_1) \times \exp(-(t-t_1)/T2_{AA}) \cdots (11)$$

$$\Delta F_{AB}(t) = F1_{AB} \times (1 - \exp(-(t-t_2)/T1_{AB})) \cdots (12)$$

相對照地，分別以公式(13)和(14)表示 ΔF_{BA} 和 ΔF_{BB} 。

$$\Delta F_{BA}(t) = \Delta F_{BA}(t_1) \times \exp(-(t-t_1)/T2_{BA}) \cdots (13)$$

$$\Delta F_{BB}(t) = F1_{BB} \times (1 - \exp(-(t-t_2)/T1_{BB})) \cdots (14)$$

此處，以類似於公式(7)中的 ΔF_{AA} 的方式，公式(11)中的 ΔF_{AA} 表示減小時間 t_1 之後在照明條件 A 下的溫度分佈的趨勢。相對照地，公式(12)中的 ΔF_{AB} 表示增加時間 t_2 之後在照明條件 B 下的溫度分佈的趨勢。隨後，以它們的線性和來表示改變量 ΔF_A 。建立該線性和的原因是

ΔF_{AA} 和 ΔF_{AB} 兩者表示對照明條件 A 下的光通量的影響。另外，以類似於公式(8)中的 ΔF_{BA} 的方式，公式(13)中的 ΔF_{BA} 表示減小時間 t_1 之後在照明條件 A 下的溫度分佈的趨勢。相對照地，公式(14)中的 ΔF_{BB} 表示增加時間 t_2 之後在照明條件 B 下的溫度分佈的趨勢。隨後，以這些線性和來表示改變量 ΔF_B 。建立該線性和的原因是 ΔF_{BA} 和 ΔF_{BB} 兩者表示對照明條件 B 下的光通量的影響。注意，在圖 6 中以虛線示出了 $t_2 < t \leq t_3$ 部分中的 ΔF_{BA} 和 ΔF_{BB} 。因此，如果關於照明條件 A 下的光通量的成像性能和關於照明條件 B 下的光通量的成像性能作為不同模型被處理，那麼即使在改變照明條件之後，也可以準確地確定成像性能的改變。

接著，以公式(15)和(16)表示從時間 t_3 到 $t_4(t_3 < t \leq t_4)$ 的曝光停止部分中的改變量 ΔF_A 和 ΔF_B 中的每一個。

$$\Delta F_A(t) = \Delta F_{AA}(t) + \Delta F_{AB}(t) \cdots (15)$$

$$\Delta F_B(t) = \Delta F_{BA}(t) + \Delta F_{BB}(t) \cdots (16)$$

然而，分別以公式(17)和(18)來表示 ΔF_{AA} 和 ΔF_{AB} 。

$$\Delta F_{AA}(t) = \Delta F_{AA}(t_1) \times \exp(-(t-t_1)/T2_{AA}) \cdots (17)$$

$$\Delta F_{AB}(t) = \Delta F_{AB}(t_3) \times \exp(-(t-t_3)/T2_{AB}) \cdots (18)$$

相對照地，分別以公式(19)和(20)來表示 ΔF_{BA} 和 ΔF_{BB} 。

$$\Delta F_{BA}(t) = \Delta F_{BA}(t_1) \times \exp(-(t-t_1)/T2_{BA}) \cdots (19)$$

$$\Delta F_{BB}(t) = \Delta F_{BB}(t_3) \times \exp(-(t-t_3)/T2_{BB}) \cdots (20)$$

此處，以類似於公式(7)和(11)中的 ΔF_{AA} 的方式，公

式(17)中的 ΔF_{AA} 表示減小時間 t_1 之後在照明條件 A 下的溫度分佈的趨勢。相對照地，公式(18)中的 ΔF_{AB} 表示減小時間 t_3 之後在照明條件 B 下的溫度分佈的趨勢。以這兩個模型的線性和來表示改變量 ΔF_A 。另外，以類似於公式(8)和(13)中的 ΔF_{BA} 的方式，公式(19)中的 ΔF_{BA} 表示減小時間 t_1 之後在照明條件 A 下的溫度分佈的趨勢。相對照地，公式(20)中的 ΔF_{BB} 指示減小時間 t_3 之後在照明條件 B 下的溫度分佈的趨勢。以這兩個模型的線性和來表示改變量 ΔF_B 。

隨後，以公式(21)和(22)來表示時間 $t_4(t_4 < t)$ 之後在照明條件 A 下執行曝光處理的部分中的改變量 ΔF_A 和 ΔF_B 中的每一個。

$$\Delta F_A(t) = \Delta F_{AA}(t) + \Delta F_{AB}(t) + \Delta F'_{AA}(t) \cdots (21)$$

$$\Delta F_B(t) = \Delta F_{BA}(t) + \Delta F_{BB}(t) + \Delta F'_{BA}(t) \cdots (22)$$

然而，分別以公式(23)、(24)和(25)表示 ΔF_{AA} 、 ΔF_{AB} 和 $\Delta F'_{AA}$ 。

$$\Delta F_{AA}(t) = \Delta F_{AA}(t_1) \times \exp(-(t-t_1)/T2_{AA}) \cdots (23)$$

$$\Delta F_{AB}(t) = \Delta F_{AB}(t_3) \times \exp(-(t-t_3)/T2_{AB}) \cdots (24)$$

$$\Delta F'_{AA}(t) = F1_{AA} \times (1 - \exp(-(t-t_4)/T1_{AA})) \cdots (25)$$

相對照地，分別以公式(26)、(27)和(28)來表示 ΔF_{BA} 、 ΔF_{BB} 和 $\Delta F'_{BA}$ 。

$$\Delta F_{BA}(t) = \Delta F_{BA}(t_1) \times \exp(-(t-t_1)/T2_{BA}) \cdots (26)$$

$$\Delta F_{BB}(t) = \Delta F_{BB}(t_3) \times \exp(-(t-t_3)/T2_{BB}) \cdots (27)$$

$$\Delta F'_{BA}(t) = F1_{BA} \times (1 - \exp(-(t-t_4)/T1_{BA})) \cdots (28)$$

此處，公式(23)中的 ΔF_{AA} 與公式(17)中的 ΔF_{AA} 相同。類似地，公式(24)中的 ΔF_{AB} 與公式(18)中的 ΔF_{AB} 相同。相對照地， $\Delta F'_{AA}$ 表示增加時間 t_4 之後在照明條件 A 下的溫度分佈的趨勢。以這三個模型的線性和來表示改變量 ΔF_A 。注意，以圖 6 中的虛線示出了 $t_4 \leq t$ 中的 $\Delta F'_{AA}$ 和 ΔF_{AB} 。公式(26)中的 ΔF_{BA} 與公式(19)中的 ΔF_{BA} 相同。類似地，公式(27)中的 ΔF_{BB} 與公式(20)中的 ΔF_{BB} 相同。相對照地， $\Delta F'_{BA}$ 表示增加時間 t_4 之後在照明條件 A 下的溫度分佈的趨勢。以這三個模型的線性和來表示改變量 ΔF_B 。

注意，雖然以公式(21)表示的改變量 ΔF_A 和以公式(22)表示的改變量 ΔF_B 分別是哪三個模型的和，但是當照明條件進一步被改變並且曝光繼續時，取和的模型的數目增加，並且用於 ΔF_A 和 ΔF_B 的計算公式變得複雜。然而，當從時間 t_1 起經過的時間相對於時間常數 $T2_{AA}$ 充分大(即， $(t-t_1) \gg T2_{AA}$)時， ΔF_{AA} 可被認為是零。因此， $t_4 < t$ 和 $(t-t_1) \gg T2_{AA}$ 的部分中，可以基於公式(21)用以公式(29)表示的兩個模型的和來表示 ΔF_A 。

$$\Delta F_A(t) = \Delta F_{AB}(t) + \Delta F'_{AA}(t) \cdots (29)$$

類似地，在 $t_4 < t$ 和 $(t-t_1) \gg T2_{BA}$ 的部分內，可以基於公式(22)用以公式(30)表示的兩個模型的和來表示 ΔF_B 。

$$\Delta F_B(t) = \Delta F_{BB}(t) + \Delta F'_{BA}(t) \cdots (30)$$

因此，即使當在改變照明條件的同時執行曝光時，也不需要確定表示關於過去執行的所有曝光的影響的模型。

如果僅過去時間 T_L 內執行的曝光影響成像性能，那麼在計算時間 t 處的成像性能的改變時，僅需要考慮時間 $(t-T_L)$ 之後的曝光的影響，並且可以抑制改變量 ΔF_A 和 ΔF_B 的公式的複雜性。此處，可以基於計算所需的精度，可選地確定時間 T_L 。例如，在計算誤差需要被抑制在最大改變量的 1% 內的情況下，時間 T_L 的值可被設置為時間常數 T_2 的 4.5 到 5 倍。

接著，將給出對本實施例中的投影光學系統 110 的成像性能的校正方法的描述。圖 7 是示出了相對於圖 6 所示的成像性能模型的成像性能的校正量 C 的圖。在 $t_0 \leq t \leq t_1$ 和 $t_4 \leq t$ 的部分中，因為在照明條件 A 下執行曝光處理，所以導出校正量 C 以便抵消關於照明條件 A 的成像性能的改變量 ΔF_A 。相對照地，在 $t_2 \leq t \leq t_4$ 的部分中，因為在照明條件 B 下執行曝光處理，所以導出校正量 C 以便抵消關於照明條件 B 的成像性能的改變量 ΔF_B 。即，建立公式 (31) 到 (33) 中所示的關係。

$$t_0 \leq t \leq t_1: C(t) = -\Delta F_A(t) \cdots (31)$$

$$t_2 \leq t \leq t_3: C(t) = -\Delta F_B(t) \cdots (32)$$

$$t_4 \leq t: C(t) = -\Delta F_A(t) \cdots (33)$$

投影透鏡控制設備 114 導出如上所述的校正量 C ，作為校正量導出處理。隨後，投影透鏡控制設備 114 驅動透鏡驅動設備 113，以便僅藉由校正量 C 改變成像性能，並且可以抵消投影光學系統 110 的成像性能的改變。注意，如果採用標線片台 109 或者晶片台 116 而不是透鏡驅動設

備 113 作為使投影光學系統 110 的成像性能可變的可變單元，那麼，例如，主控制設備 103 執行校正量導出處理。

注意，在 $t_1 < t < t_2$ 和 $t_3 < t < t_4$ 的部分中，因為不執行曝光處理，所以不需要校正成像性能。另外，在以公式(31)到(33)表示的每個部分中，僅在部分 $t_2 \leq t \leq t_3$ 中將改變量 ΔF_B 用於校正，並且在其它部分中，改變量 ΔF_B 對校正量 C 沒有貢獻，並且因此是不需要的。因此，投影透鏡控制設備 114 可以在時間 t_2 第一次基於公式(8)確定 ΔF_B ，而不在例如 $t_0 \leq t < t_2$ 的部分中確定改變量 ΔF_B 。然而，在用於該情況的計算中，需要過去執行的曝光的歷史資訊，並且投影透鏡控制設備 114 事先記錄該歷史資訊。另外，不論改變量 ΔF_B 是否對校正有貢獻，投影透鏡控制設備 114 可以不斷地執行改變量 ΔF_B 的計算，並且這也適用於改變量 ΔF_A 。

接著將描述本實施例中的用於獲取指定投影光學系統 110 的成像性能的改變的參數(即，用於導出成像性能模型的參數)的方法。此處，為了指定成像性能的改變，需要 4 種類型的最大改變量 $F1_{AA}$ 、 $F1_{AB}$ 、 $F1_{BA}$ 和 $F1_{BB}$ ，並且因此對於每單位光量的成像性能的改變量 K 也需要 4 種類型的 K_{AA} 、 K_{AB} 、 K_{BA} 和 K_{BB} 。另外，對於時間常數 $T1$ 和 $T2$ 類似地需要 4 種類型。為了概括參數集合，第一參數包括 K_{AA} 、 $T1_{AA}$ 和 $T2_{AA}$ 。類似地，第二參數包括 K_{AB} 、 $T1_{AB}$ 和 $T2_{AB}$ ，第三參數包括 K_{BA} 、 $T1_{BA}$ 和 $T2_{BA}$ ，並且第四參數包括 K_{BB} 、 $T1_{BB}$ 和 $T2_{BB}$ 。

圖 8 是示出了參數的獲取處理的流的流程圖。另外，圖 9 是示出了在獲取處理期間投影光學系統 110 的成像性能的改變，以及被包括在獲取處理中的成像性能測量的定時的圖。在圖 9 中，白色圓指示在照明條件 A 下執行成像性能測量的定時，而 x 標記指示在照明條件 B 下執行成像性能測量的定時。注意，由於在獲取處理開始時沒有由於曝光而產生的成像性能的改變的狀態，所以 $\Delta F_A=0$ ，並且 $\Delta F_B=0$ 。

開始時，主控制設備 103 執行與加熱特性相關的測量處理。首先，主控制設備 103 使照明系統控制設備 108 將照明條件設置為照明條件 A(步驟 S101)。接著，主控制設備 103 指示在照明條件 A 下測量成像性能(步驟 S102)。此處，作為測量方法，例如，將用於測量的圖案曝光到晶片 W 上，並且藉由單獨地使用測量設備來測量該圖案的線寬等，或者藉由使用被佈置在晶片台 116 上的感測器(未示出)直接對它們進行測量。此時，希望測量時間相對於成像性能的改變的速度充分地短，並且照射到投影光學系統 110 的曝光能量相對於作為隨後步驟的步驟 S106 中的假曝光(dummy exposure)期間的曝光能量充分地小。接著，主控制設備 103 使照明系統控制設備 108 設置(切換)照明條件 B 下的照明條件(步驟 S103)。接著，主控制設備 103 指示在照明條件 B 下測量成像性能(步驟 S104)。接著，主控制設備 103 確定關於加熱特性的測量處理是否將結束，具體地，確定預定次數的測量是否結束(步驟

S105)。此時，當主控制設備 103 確定預定次數的測量尚未結束(否)時，它再次將照明條件設置(切換)為照明條件 A(步驟 S106)，並且連續指示執行預定次數的假曝光(步驟 S107)。此處，假曝光指與正常曝光相分離地以曝光光照射投影光學系統 110 以便給投影光學系統 110 提供熱負載的曝光。即，在以照明條件 A 提供熱負荷的條件下，執行與此處的加熱特性有關的照明條件 A 或照明條件 B 下的成像性能的每個測量。隨後，在步驟 S106 結束之後，主控制設備 103 返回步驟 S102，並且重複成像性能測量等。相反，在步驟 S105，當主控制設備 103 確定預定次數的測量已經結束(是)時，處理前進到與隨後的放熱特性有關的測量處理。

接著，主控制設備 103 執行與放熱特性有關的測量處理。首先，主控制設備 103 在不向投影光學系統 110 照射光的狀態中等待預定時間(步驟 S108)。接著，主控制設備 103 指示重複照明條件的設置(切換)，以及在類似於步驟 S101 到 S104 中的狀態下對成像性能的測量(步驟 S109 到 S112)。接著，主控制設備 103 確定與放熱特性有關的測量處理是否將結束，並且具體地，確定預定次數的測量是否已經結束(步驟 S113)。此時，當主控制設備 103 確定預定次數的測量尚未結束(否)時，處理返回步驟 S108，並且主控制設備 103 指示重複成像性能的測量等。相反，在步驟 S113，當主控制設備 103 確定預定次數的測量已經結束(是)時，處理進入步驟 S114。

接著，主控制設備 103 執行參數的計算處理(步驟 S114)。此時，主控制設備 103 可以根據步驟 S102 中在照明條件 A 下對成像性能的測量結果來計算 K_{AA} 和 $T1_{AA}$ ，並且可以根據步驟 S104 中在照明條件 B 下對成像性能的測量結果來計算 K_{BA} 和 $T1_{BA}$ 。另外，主控制設備 103 可以根據步驟 S110 中在照明條件 A 下對成像性能的測量結果來計算 $T2_{AA}$ ，並且可以根據步驟 S112 中在照明條件 B 下對成像性能的測量結果來計算 $T2_{BA}$ 。

相對照地，如果主控制設備 103 在圖 8 所示的處理中的步驟 S106 中互換照明條件 A 和照明條件 B 之後執行類似的處理，還可以計算下面的參數。具體地，在加熱特性測量處理中，主控制設備 103 可以根據在照明條件 A 下對成像性能的測量結果來計算 K_{AB} 和 $T1_{AB}$ ，並且可以根據在照明條件 B 下對成像性能的測量結果來計算 K_{BB} 和 $T1_{BB}$ 。另外，在放熱特性測量處理中，主控制設備 103 可以根據在照明條件 A 下對成像性能的測量結果來計算 $T2_{AB}$ ，並且可以根據在照明條件 B 下對成像性能的測量結果來計算 $T2_{BB}$ 。隨後，當步驟 S114 的參數計算處理結束時，參數獲取處理結束。

注意，圖 8 所示的測量處理的流程是在步驟 S105 中確定每一個測量結束的例子，並且可以基於測量的成像性能的改變是否飽和來確定步驟 S113。另外，可以根據與加熱特性有關的測量結果來預測放熱特性，而不是實現隨後步驟 S108 的與放熱特性有關的測量。例如， $T2_{AA}$ 可以

與加熱特性的時間常數 $T1_{AA}$ 相同，而不是根據與放熱特性有關的測量結果來確定 $T2_{AA}$ 。

另外，在上面的描述中，舉例說明了用於藉由對成像性能的測量來確定每個參數的方法。然而，本發明不限於此，並且例如可能可以藉由事先模擬來確定每個參數，並且藉由使用獲取的參數來導出成像性能的改變量。

因此，在根據本實施例的曝光方法中，例如，在改變照明條件的同時繼續曝光的情況下，關於投影光學系統 110 的成像性能的改變，藉由事先不僅考慮當時的照明條件，而且考慮對其它照明條件的影響，來確定用於校正成像性能的校正量。因此，特別地，可以更加準確地確定改變之前的照明條件下的影響和改變之後的照明條件下的影響重疊的過渡狀態中的校正值。另外，在根據本實施例的曝光方法中，不需要在每次照明條件改變時停止曝光以便消除照明條件改變時的不連續狀態或過渡狀態，從而可以在高精度成像性能下執行曝光，而不會損失生產率。

如上所述，根據本實施例，可以提供在改進曝光精度方面有利的曝光方法和曝光裝置。

注意，在上面的描述中，雖然舉例說明了在兩種類型的照明條件之間切換的情況，但是可能可以在三種或更多種類型的照明條件之間切換。在該情況下，藉由根據照明條件的數目(類型)，增加模型的數目和表示對成像性能的影響的參數的數目，類似於上面例子的曝光方法是適用的。此處，增加的照明條件越多，增加的模型的數目和參

數的數目就越多，並且公式的配置變得複雜。因此，為了避免公式的配置複雜化，模型和參數的確定僅僅針對幾種典型的照明條件。隨後，關於其它照明條件，可能可以從典型的照明條件中選擇較接近的一個，並且使用與其一樣的多個模型和多個參數。作為替代地，選擇典型照明條件中的多個較接近的照明條件，並且可以藉由內插計算多個計算模型和多個參數。

(物品製造方法)

在製造諸如微設備(諸如半導體器件等)或具有微結構的元件等的物品時，根據本發明的實施例的一種物品製造方法是優選的。該物品製造方法可以包括使用上述曝光裝置在物件上形成潛像圖案的步驟(例如，曝光處理)；和使在以前步驟中在其上形成了潛像圖案的物件顯影的步驟。此外，該物品製造方法可以包括其它已知步驟(氧化、膜形成、氣相沉積、摻雜、平坦化、蝕刻、抗蝕劑剝離、切割、結合、封裝等)。與常規的器件製造方法相比，本實施例的器件製造方法在器件的性能、品質、生產率和生產成本中的至少一個方面具有優點。

雖然已經參考示例性實施例描述了本發明，但是應當理解本發明不限於公開的示例性實施例。所附申請專利範圍的範圍應當被給予最寬泛的解釋，以便包括所有這些修改和等同結構與功能。

本案申請專利範圍請求於 2014 年 11 月 5 日所申請的

日本專利案 No. 2014-224877 的權益，藉由引用將其全文合併在此。

【符號說明】

- 100：曝光裝置
- 101：雷射光源
- 102：雷射控制設備
- 103：主控制設備
- 104：照明光學系統
- 105：孔徑光闌
- 106：半反射鏡
- 107：光感測器
- 108：照明系統控制設備
- 109：標線片台
- 110：投影光學系統
- 111：孔徑光闌
- 112：驅動單元
- 113：透鏡驅動設備
- 114：投影透鏡控制設備
- 115：控制單元
- 116：晶片台
- 117：移動反射鏡
- 118：雷射干涉儀
- 119：控制驅動設備

120：台控制設備

121：光投影光學系統

122：檢測光學系統

301：區域

302：區域

303：區域

401：透鏡

402：光通量

403：光通量

申請專利範圍

1. 一種執行曝光處理的曝光方法，在曝光處理中來自光源的光照射到原版，該原版的圖案經由投影光學系統被投影到基板以曝光該基板，該曝光方法包括：

第一曝光步驟，藉由以該投影光學系統的第一光瞳面光照分佈照射該投影光學系統來執行該曝光處理；

第二曝光步驟，在該第一曝光步驟之後，藉由以與該第一光瞳面光照分佈不同的第二光瞳面光照分佈照射該投影光學系統來執行該曝光處理；

改變量獲得步驟，相對於在該第一光瞳面光照分佈中執行照射的該第一曝光步驟中該投影光學系統的成像性能，獲得在該第二光瞳面光照分佈的條件下該投影光學系統的該成像性能的改變量；和

校正量獲得步驟，藉由使用在該改變量獲得步驟中獲得的該改變量，獲得用於在該第二曝光步驟中校正該投影光學系統的該成像性能的校正量，

其中，在該第二曝光步驟中，藉由使用該獲得的校正量校正該投影光學系統的該成像性能來執行該曝光處理。

2. 根據申請專利範圍第 1 項所述的曝光方法，其中，在該改變量獲得步驟中，藉由在該第一光瞳面光照分佈的該條件下執行該光的照射，以及在藉由在該第一光瞳面光照分佈的該條件下照射該光來給該投影光學系統提供溫度分佈的狀態下、在該第二光瞳面光照分佈的該條件下執行對該投影光學系統的該成像性能的測量，來獲得該成

像性能的該改變量。

3. 根據申請專利範圍第 1 項所述的曝光方法，其中，在該改變量獲得步驟中，藉由模擬來獲得由在該第一光瞳面光照分佈的該條件下的該光照射所引起的該投影光學系統在該第二光瞳面光照分佈的該條件下的該成像性能的該改變量。

4. 根據申請專利範圍第 1 項所述的曝光方法，其中，在該校正量獲得步驟中，藉由使用第三參數並且藉由使用第四參數來獲得該校正量，該第三參數藉由在該第一光瞳面光照分佈的該條件下執行該光的該照射以及在該第二光瞳面光照分佈的該條件下執行對該成像性能的該測量而被獲取，並且該第四參數藉由在該第二光瞳面光照分佈的該條件下執行該光的該照射和對該成像性能的該測量而被獲取。

5. 根據申請專利範圍第 1 項所述的曝光方法，其中，在該校正量獲得步驟中，藉由使用第一參數並且藉由使用第二參數來導出該校正量，該第一參數藉由在該第一光瞳面光照分佈的該條件下執行該光的該照射和對該成像性能的該測量而被獲取，並且該第二參數藉由在該第二光瞳面光照分佈的該條件下執行光的該照射以及在該第一光瞳面光照分佈的該條件下執行對該成像性能的該測量而被獲取。

6. 根據申請專利範圍第 4 項所述的曝光方法，其中在該校正量獲得步驟中，藉由使用該第三參數和該第四參

數導出在該第二曝光步驟期間應用的該校正量。

7. 根據申請專利範圍第 5 項所述的曝光方法，其中在該校正量獲得步驟中，藉由使用該第一參數或該第二參數中的至少任一個來導出在該第一曝光步驟期間應用的該校正量。

8. 根據申請專利範圍第 4 項所述的曝光方法，其中該第三參數和該第四參數各包括每單位光量的該成像性能的改變量、指示被包括在該投影光學系統中的光學元件中的加熱速度的第一時間常數、和指示該光學元件的放熱速度的第二時間常數中的至少一個。

9. 根據申請專利範圍第 5 項所述的曝光方法，其中該第一參數和該第二參數各包括每單位光量的該成像性能的改變量、指示被包括在該投影光學系統中的該光學元件中的加熱速度的第一時間常數、和指示該光學元件的放熱速度的第二時間常數中的至少一個。

10. 根據申請專利範圍第 1 項所述的曝光方法，其中在該校正量獲得步驟中，僅考慮在基於當導出該校正量時所要求的精度所確定的時間之後而執行的該曝光的該影響來導出該校正量。

11. 根據申請專利範圍第 1 項所述的曝光方法，其中該成像性能包括聚焦、倍率、失真像差、像散和像場彎曲中的至少一個。

12. 一種執行曝光處理的曝光裝置，在該曝光處理中來自光源的光照射到原版，該原版的圖案經由投影光學系

統被投影到基板上並且曝光於該基板，該曝光裝置包括：

切換器，被配置為在該第一光瞳面光照分佈和與該第一光瞳面光照分佈不同的第二光瞳面光照分佈之間切換該投影光學系統的光瞳面光照分佈；

控制單元，被配置以控制以執行藉由該第一光瞳面光照分佈照射該投影光學系統的第一曝光處理，以及在該第一曝光處理之後執行藉由該第二光瞳面光照分佈照射該投影光學系統的第二曝光處理，以及

被配置以控制以藉由以下操作來執行該第二曝光處理：獲得該投影光學系統在該第二光瞳面光照分佈的條件下的成像性能相對於該投影光學系統在以該第一光瞳面光照分佈執行照射的該第一曝光處理中的該成像性能的改變量，藉由使用該改變量來獲得用於在該第二曝光處理中校正該投影光學系統的該成像性能的校正量，並且藉由使用該校正量來校正該投影光學系統的該成像性能。

13. 根據申請專利範圍第 12 項所述的曝光裝置，其中藉由在該第一光瞳面光照分佈的該條件下執行該光的該照射，和在藉由在該第一光瞳面光照分佈的該條件下該光的該照射而給該投影光學系統提供溫度分佈的狀態下、在該第二光瞳面光照分佈的該條件下執行對該投影光學系統的該成像性能的該測量，來獲得該成像性能的該改變量。

14. 根據申請專利範圍第 12 項所述的曝光裝置，其中藉由模擬來獲得由在該第一光瞳面光照分佈的該條件下的該光的該照射所引起的該投影光學系統在該第二光瞳面

光照分佈的該條件下的該成像性能的該改變量。

15. 根據申請專利範圍第 12 項所述的曝光裝置，包括照明光學系統，該照明光學系統被配置為向該原版照射來自該光源的光，

其中該切換器改變該照明光學系統的該光瞳面光照分佈、該原版以及在該原版上的照射區域中的至少一個。

16. 根據申請專利範圍第 12 項所述的曝光裝置，包括可變單元，該可變單元被配置為使該投影光學系統的該成像性能可變，

其中該控制單元被配置為基於該校正量來控制該可變單元。

17. 根據申請專利範圍第 16 項所述的曝光裝置，包括

原版保持器，被配置為保持該原版並且能夠移動；

基板保持器，被配置為保持該基板並且能夠移動；和

光學元件驅動單元，被配置為能夠移動被包括在該投影光學系統中的光學元件或者使被包括在該投影光學系統中的該光學元件變形，

其中該可變單元包括該原版保持器、該基板保持器以及該光學元件驅動單元中的至少一個。

18. 一種製造物品的方法，該方法包括以下步驟：

使用根據申請專利範圍第 1 到 11 項中的任一項所述的曝光方法或者根據申請專利範圍第 12 到 17 項中的任一項所述的曝光裝置來曝光基板；和

對在該曝光中被曝光的該基板進行顯影。

圖 式

圖 1

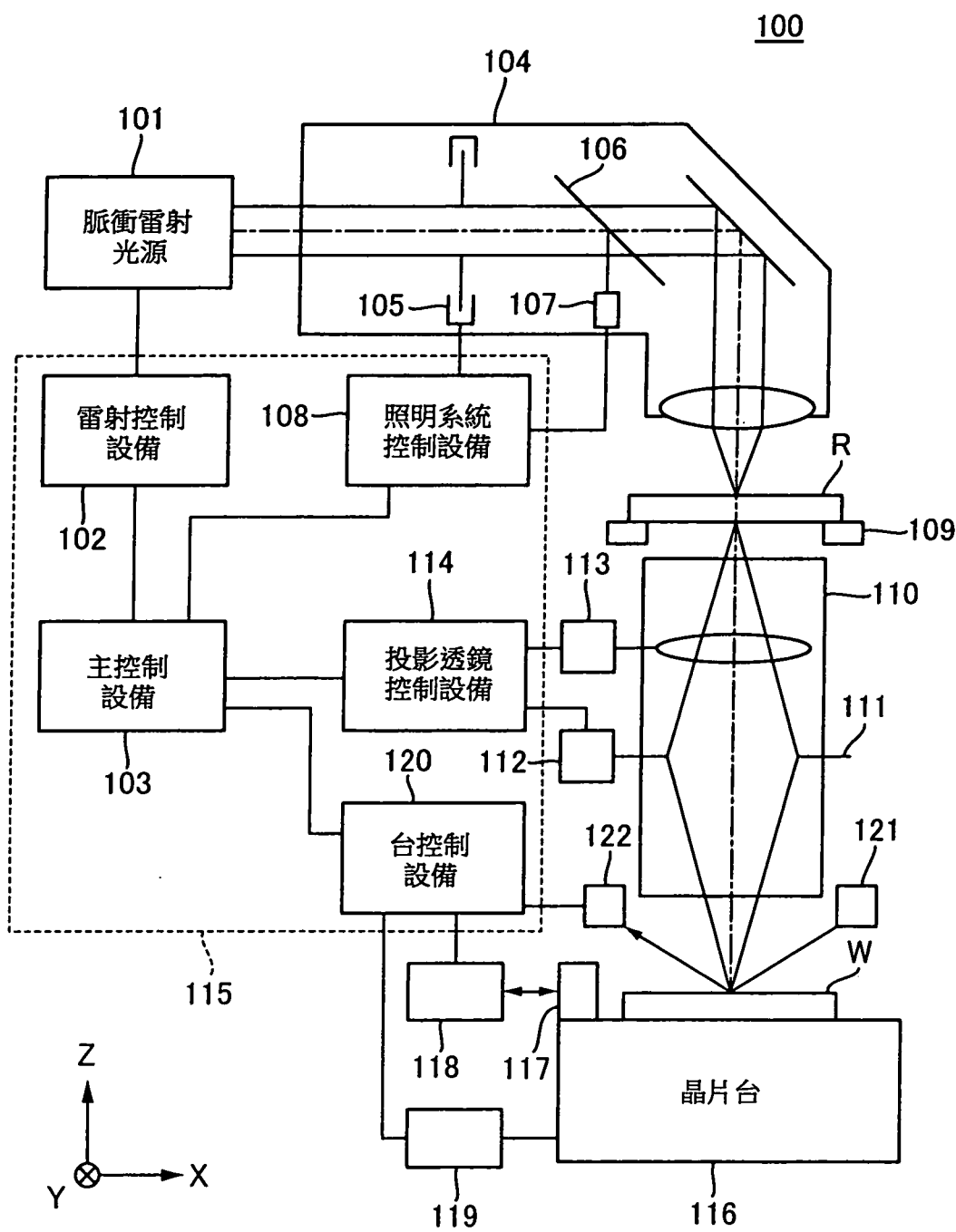


圖 2

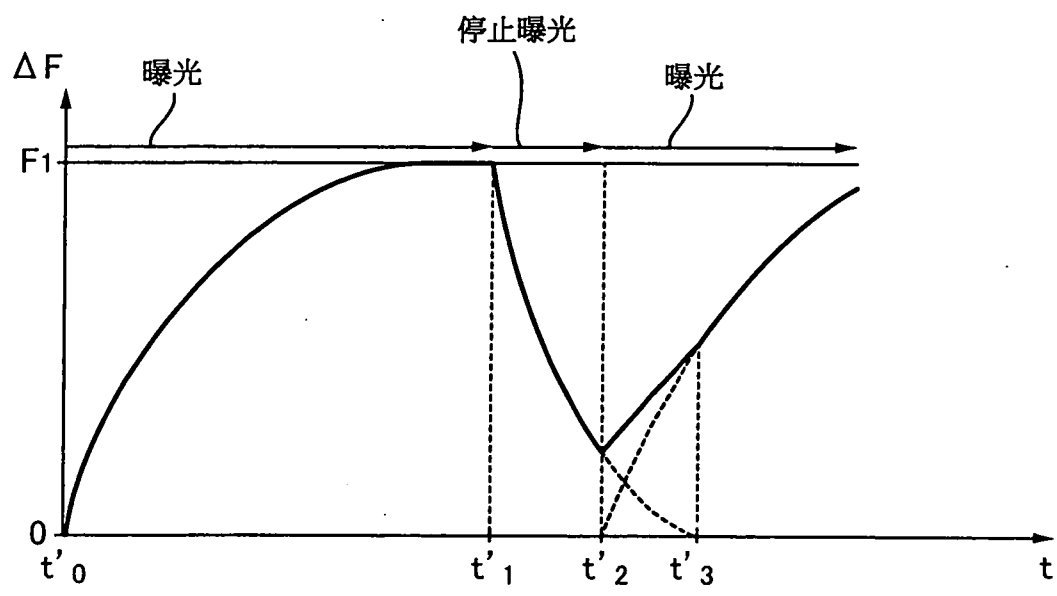


圖 3A

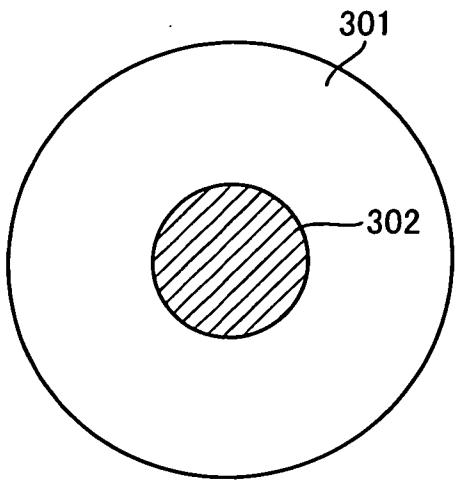


圖 3B

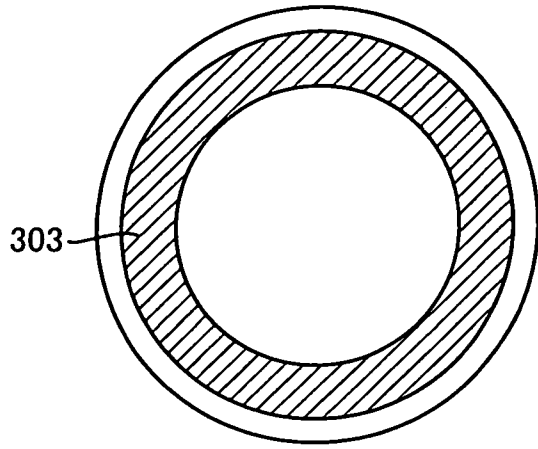


圖 4A

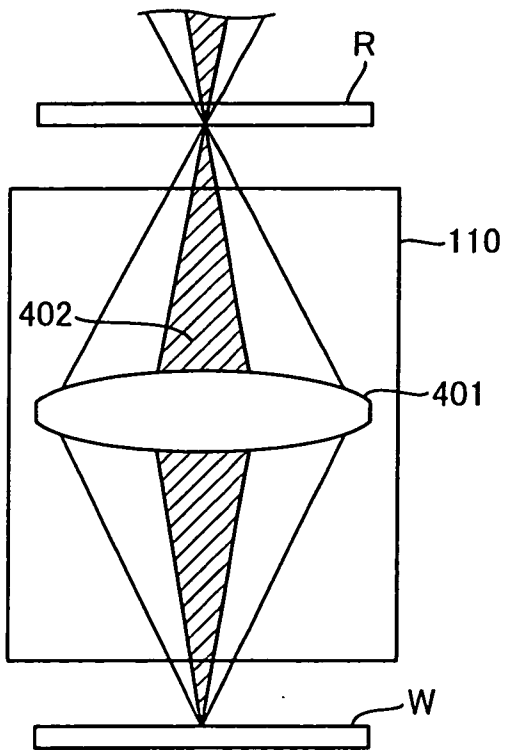


圖 4B

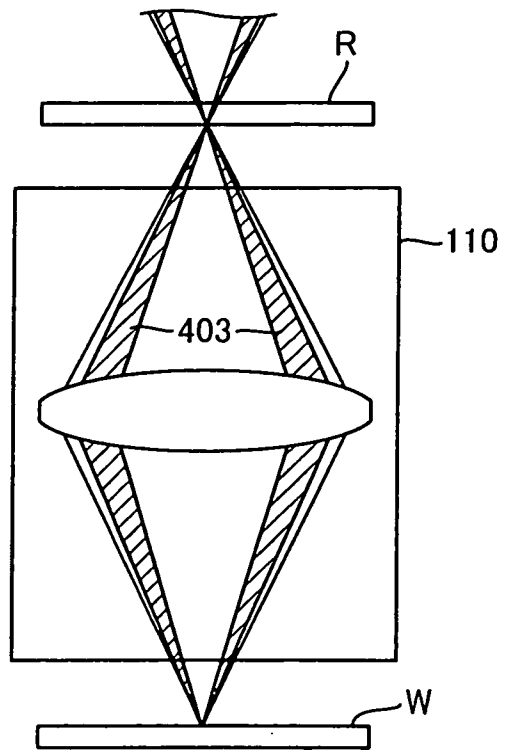


圖 5

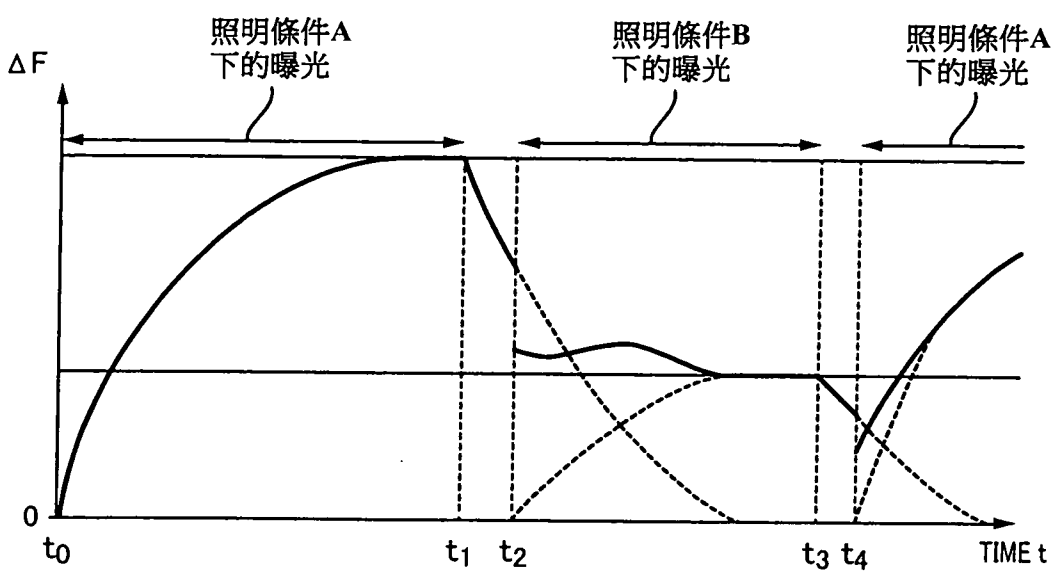


圖 6

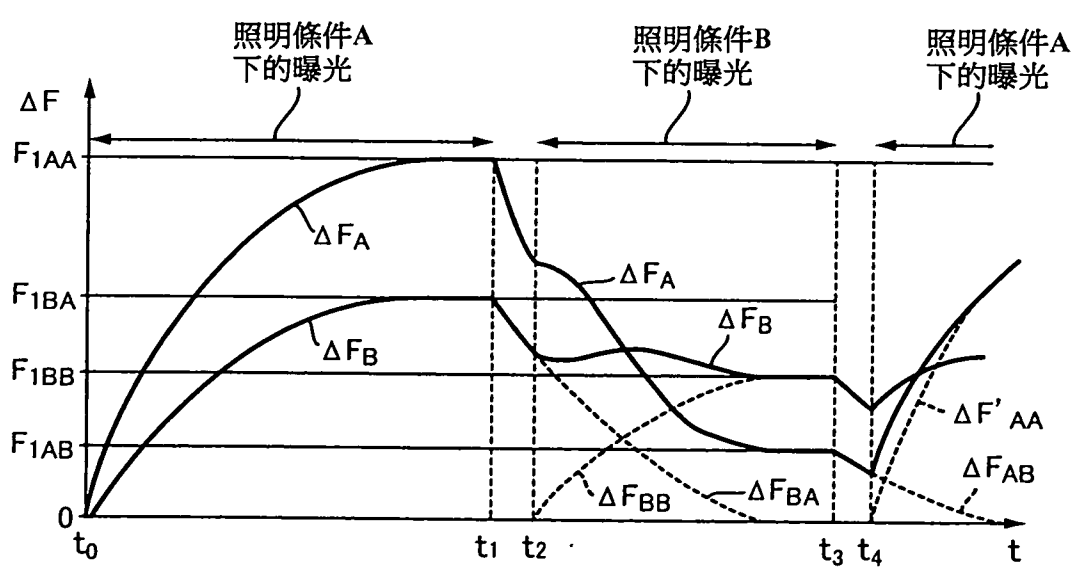


圖 7

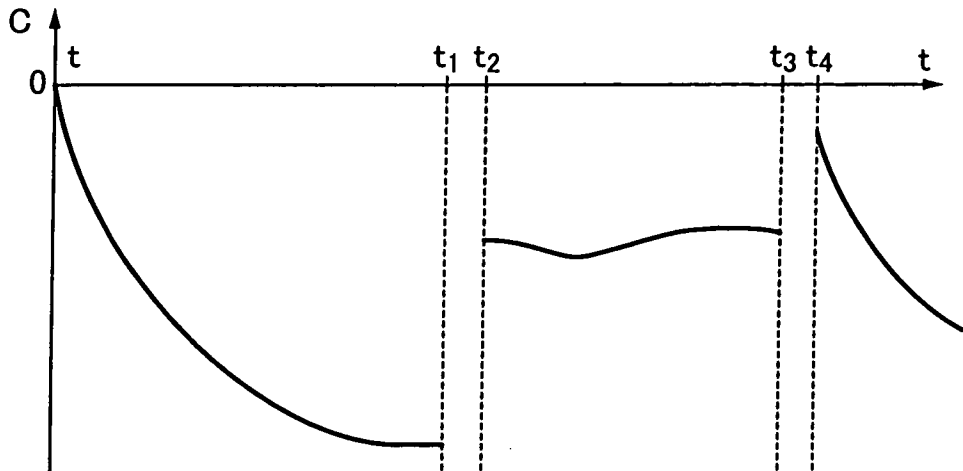


圖 8

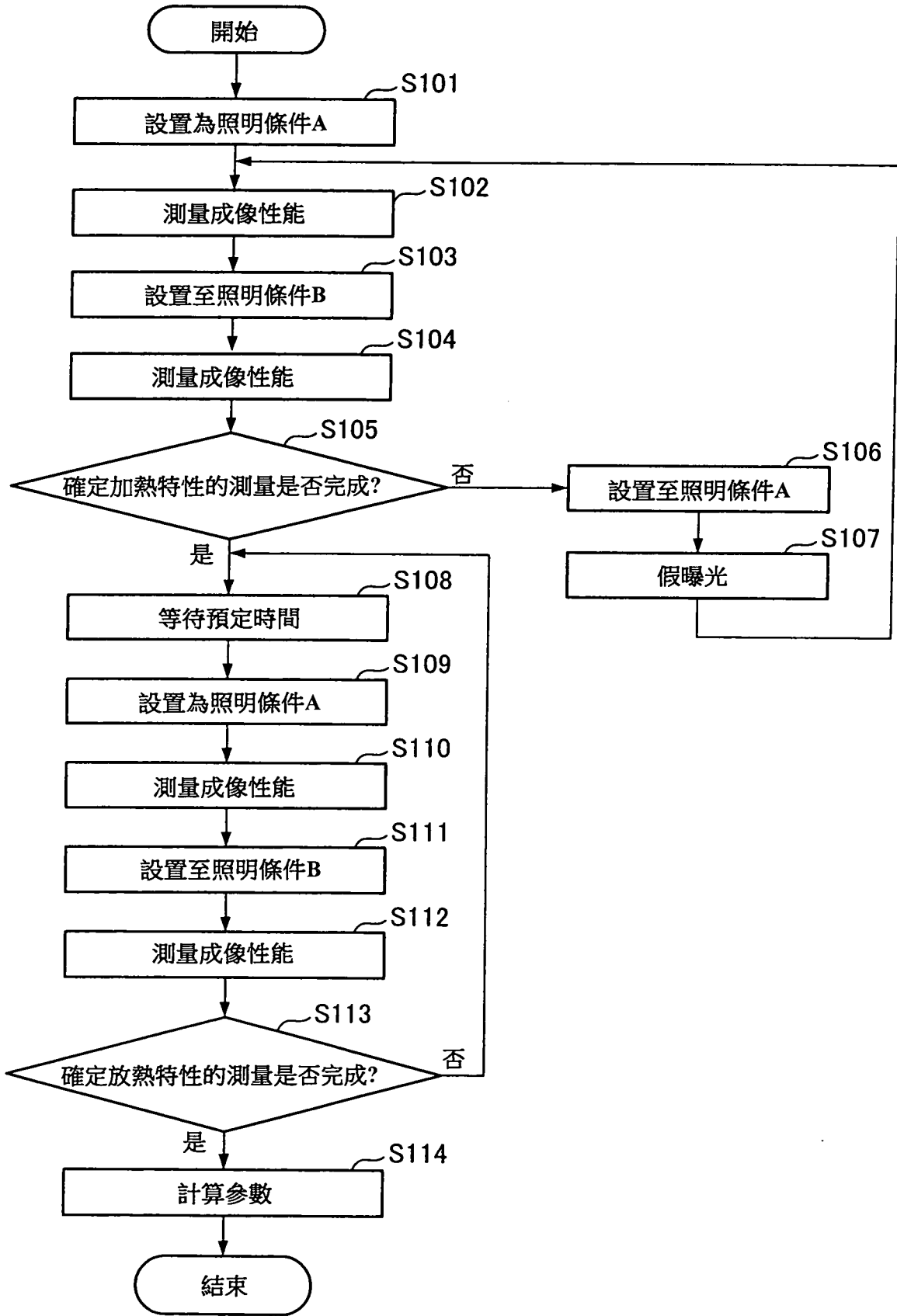


圖 9

