I803747

(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 I803747 B**

(45)公告日： 中華民國 112 (2023) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：109114012 (22)申請日： 中華民國 109 (2020) 年 04 月 27 日

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

(30)優先權：2019/06/18 日本 2019-113049

(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：漆原宏亮 URUSHIHARA, KOSUKE (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 444270B JP H05-144700A

JP H05-210049A

審查人員：呂燦

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：4 共 23 頁

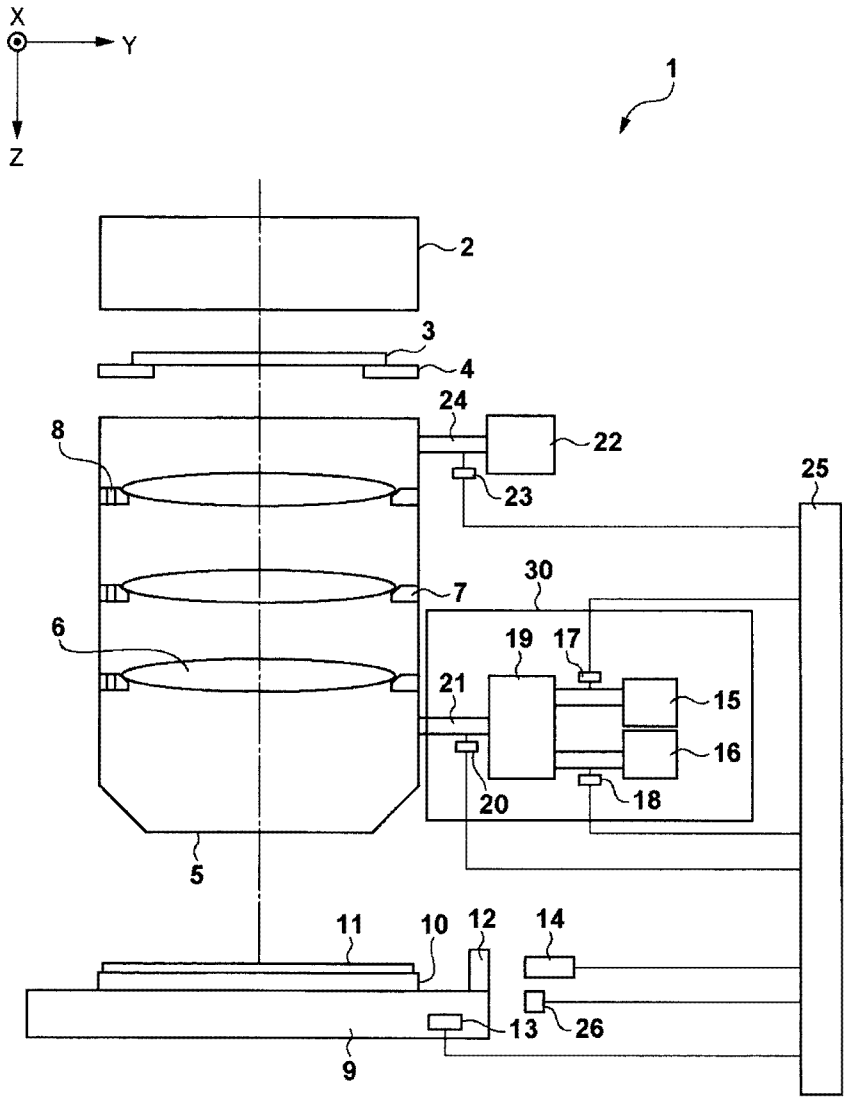
(54)名稱

曝光裝置、及物品製造方法

(57)摘要

本發明提供曝光裝置及物品製造方法。有利於兼顧投影光學系統的光學性能的校正性能與生產率。曝光裝置具有：投影光學系統，將光罩的圖案投影到基板；供給部，將折射率互不相同的多種氣體以預先設定的混合率即設定混合比來混合而得的混合氣體供給到投影光學系統的內部的光學元件間的空間；控制部，藉由控制設定混合比來對投影光學系統的成像特性進行校正並對前述基板進行曝光。前述控制部獲取表示前述供給部以固定的混合比供給混合氣體時的前述成像特性的演變的響應特性，控制部在將前述設定混合比設定為目標混合比並對前述基板進行曝光時，在前述成像特性轉變為穩定狀態之前的過渡期間中，將前述設定混合比設定為依據前述響應特性對前述目標混合比進行校正而得的值並對前述基板進行曝光。

指定代表圖：



【圖 1】

符號簡單說明：

1:曝光裝置

2:照明系統

3:光罩

4:光罩載台

5:投影光學系統

6:光學元件

7:調整部

8:通氣孔

9:基板載台

10:基板

11:感光劑

12:條形鏡

13:檢測器

14:雷射干涉儀

15,16:氣體供給部

17,18:供氣量調整器

19:混合器

20:濃度測量器

21:供氣配管

22:排氣部

23:排氣量調整部

24:排氣配管

25:控制部

26:氣壓計

30:供給部

專利案號：109114012

公告本

I803747

【發明摘要】

【中文發明名稱】

曝光裝置、及物品製造方法

【中文】

本發明提供曝光裝置及物品製造方法。有利於兼顧投影光學系統的光學性能的校正性能與生產率。曝光裝置具有：投影光學系統，將光罩的圖案投影到基板；供給部，將折射率互不相同的多種氣體以預先設定的混合率即設定混合比來混合而得的混合氣體供給到投影光學系統的內部的光學元件間的空間；控制部，藉由控制設定混合比來對投影光學系統的成像特性進行校正並對前述基板進行曝光。前述控制部獲取表示前述供給部以固定的混合比供給混合氣體時的前述成像特性的演變的響應特性，控制部在將前述設定混合比設定為目標混合比並對前述基板進行曝光時，在前述成像特性轉變為穩定狀態之前的過渡期間中，將前述設定混合比設定為依據前述響應特性對前述目標混合比進行校正而得的值並對前述基板進行曝光。

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1:曝光裝置

2:照明系統

3:光罩

4:光罩載台

5:投影光學系統

6:光學元件

7:調整部

8:通氣孔

9:基板載台

10:基板

11:感光劑

12:條形鏡

13:檢測器

14:雷射干涉儀

15,16:氣體供給部

17,18:供氣量調整器

19:混合器

20:濃度測量器

21:供氣配管

22:排氣部

23:排氣量調整部

24:排氣配管

25:控制部

26:氣壓計

30:供給部

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

曝光裝置、及物品製造方法

【技術領域】

【0001】本發明關於曝光裝置及物品製造方法。

【先前技術】

【0002】伴隨著近年來半導體器件的高集成化的發展，對曝光裝置的光學性能的要求也越來越高。作為妨礙曝光裝置的光學性能提高的重要原因，能夠列舉出光學性能會受到投影光學系統內外的氣壓變化、溫度變化等環境變化的影響。

【0003】針對這樣的環境變化，存在如下方法，向投影光學系統內的空間供給折射率不同的兩種以上氣體，藉由改變氣體的混合率來使空間的折射率變化來校正倍率像差(例如專利文獻1、2)。

先前技術文獻

專利文獻

【0004】

專利文獻1：日本特開平5-210049號公報

專利文獻2：日本特開平5-144700號公報。

【發明內容】

發明所要解決的問題

【0005】在改變氣體的混合率來校正投影光學系統的光學性能的情況下，在投影光學系統的空間內置換氣體並至光學性能穩定為止需要長時間。以往，在光學性能穩定之前，曝光裝置停止曝光並待機。因此，曝光裝置的停機時間長，生產率下降。

【0006】本發明的目的在於提供例如有利於兼顧投影光學系統的光學性能的校正性能與生產率這兩者的曝光裝置。

用於解決問題的方案

【0007】根據本發明的第一方面，提供對基板進行曝光的曝光裝置，前述曝光裝置特徵在於，具有：投影光學系統，其將光罩的圖案投影到前述基板；供給部，其將混合氣體供給到前述投影光學系統的內部的光學元件間的空間，前述混合氣體是將折射率互不相同的多種氣體以預先設定的混合率即設定混合比進行混合而得的；以及控制部，其藉由控制前述設定混合比來對前述投影光學系統的成像特性進行校正並對前述基板進行曝光，前述控制部獲取如下響應特性，該響應特性表示前述供給部以固定的混合比來供給混合氣體時的前述成像特性的演變(變化)，前述控制部在將前述設定混合比設定為目標混合比並對前述基板進行曝光時，在前述成像特性轉變為穩定狀態之前的過渡期間中，前述控制部將前述設定混合比設定為依據前

述響應特性來對前述目標混合比進行校正而得的值並對前述基板進行曝光。

【0008】根據本發明的第二方面，提供物品製造方法，其特徵在於，包括：使用上述第一方面所關於的曝光裝置來對基板進行曝光的製程；以及對被曝光了的前述基板進行顯影的製程，其中，從被顯影了的前述基板來製造物品。

發明的效果

【0009】根據本發明，能夠提供例如有利於兼顧投影光學系統的光學性能的校正性能與生產率這兩者的曝光裝置。

【圖式簡單說明】

【0010】

[圖1]是示出實施方式中的曝光裝置的結構的圖。

[圖2]是示出實施方式中的與投影光學系統的光學性能的校正相伴隨的曝光處理的流程圖。

[圖3]是示出混合氣體置換中的像差的響應特性的例子的圖。

[圖4]是示出球面像差的變化量相對於混合氣體的混合比的變化而言所存在的比例關係的圖。

【實施方式】

【0011】以下，參照附圖對實施方式詳細地進行說明。另外，以下的本實施方式並非對權利要求關於的發明進行限定。在本實施方式中記載了多個特徵，但所有這些特徵對發明而言並非都是必需的，此外，多個特徵也可以任意地組合。另外，在附圖中，對同一或者相同的結構賦予同一附圖標記，並省略重複說明。

【0012】圖1是示出本實施方式中的曝光裝置1的結構的圖。在一個例子中，曝光裝置1是以步進重複(step and repeat)方式來將光罩3的圖案曝光到基板10的曝光裝置。但是，本發明也可以應用於步進掃描(step and scan)方式以及其他曝光裝置。

【0013】照明系統2調整來自波長約365nm的汞燈、波長約248nm的KrF準分子雷射器、波長約193nm的ArF準分子雷射器等未圖示的光源的光，並對光罩3照明。光罩3例如由石英玻璃構成，形成有要轉印到基板10上的圖案(例如電路圖案)。光罩載台4能夠保持光罩3，利用例如直線馬達來調整光罩3的位置及姿態中的至少一者。光罩載台4的驅動被控制部25控制。

【0014】投影光學系統5將光罩3的圖案以規定的倍率(例如1/4倍)投影到基板10上。基板10是例如由玻璃板(glass plate)、矽晶圓(Silicon wafer)等形成的基板。在基板10的表面塗布有感光劑11。投影光學系統5包括多個光學元件6(例如透鏡(lens)、反射鏡(mirror)、開口光圈等光學要素)。多個光學元件6中的部分光學元件的位置、姿

態、形狀及溫度中的至少一者能夠被調整部7調整。

【0015】基板載台9能夠保持基板10，利用例如直線馬達來調整基板10的位置及姿態中的至少一者。基板載台9的驅動被控制部25控制。雷射干涉儀14配置在基板載台9的附近，藉由將雷射光照射向在基板載台9配置的條形鏡(bar mirror)12來測量基板載台9的位置。

【0016】曝光裝置1具有供給部30，該供給部30將折射率互不相同的多種氣體混合而得的混合氣體供給到投影光學系統5的內部的光學元件間的空間。在供給部30中，氣體供給部15、16將折射率互不相同的多種氣體供給到混合器19。多種氣體可以是例如從氦氣、氮氣、氧氣、二氧化碳、乾燥空氣等中選擇的多種氣體。供氣量調整器17、18分別調整來自氣體供給部15、16的氣體的供給量。混合器19將從氣體供給部15、16供給的至少兩種不同的氣體混合，將混合氣體經由供氣配管21供給到投影光學系統5。濃度測量器20測定混合氣體中各氣體的濃度。利用這樣的供給部30，能夠供給以預先設定的混合率即設定混合比來混合而得的混合氣體。

【0017】供給到投影光學系統5的混合氣體經由在支承光學元件6的調整部7設置的通氣孔8來擴散到光學元件間的空間。通氣孔8也可以是不處於調整部7，而是處於固定地支承光學元件6的未圖示的部件。排氣部22將氣體從投影光學系統5經由排氣配管24排出。在排氣配管24設置有對要從排氣部22排出的排氣量進行調節的排氣量調整部

23。控制部25依據由氣壓計26測量出的氣壓值，控制排氣量調整部23來調整排氣量，消除投影光學系統5內外的氣壓差。

【0018】檢測器13檢測從投影光學系統5透過的光。檢測器13能包括例如干涉儀和光強度感測器中的至少任一者。控制部25能夠依據檢測器13的檢測結果，測量在投影光學系統5的曝光區域內的各點處的波前像差。此外，控制部25還能夠依據檢測器13的檢測結果，測量投影光學系統5的畸變像差。在此，畸變像差例如是表示像平面上的實際的像高與理想像高偏差了多少量，能夠在像平面上(曝光區域內)的各點處測定出畸變像差。另外，檢測器13可以應用公知的任意結構，因此在此省略了對詳細的構造及操作的說明。

【0019】調整部7調整成像特性，在此，例如調整投影光學系統5的多個光學元件6中的部分光學元件的位置、姿態、形狀及溫度中的至少一者。調整部7例如包括在光軸方向(圖1所示的Z方向)以及與光軸方向垂直的方向進行驅動的機構、對支承光學元件的支承部進行驅動的機構、對光學元件施加應力(按壓或者牽引光學元件的力)的機構、將光學元件加熱或冷卻的機構等。調整部7中的這些驅動被控制部25控制。不過，只要調整部是藉由進行對投影光學系統5的光學元件6的驅動、對光罩載台4的驅動、對基板載台9的驅動中的至少一者來調整成像特性的即可。

【0020】控制部25綜合地控制曝光裝置1的各部分的動作。控制部25可由包括CPU和記憶體的電腦構成。在本實施方式中，控制部25特別是作為藉由對設定於供給部30的設定混合比進行控制來校正投影光學系統5的成像特性並對基板進行曝光的控制部來發揮功能。此外，控制部25依據檢測器13的檢測結果，計算調整部7對光學元件6的調整量以及基板載台9的調整量，依據計算出的對光學元件6的調整量以及基板載台9的調整量，控制調整部7以及基板載台9。

【0021】以下，對本實施方式中的投影光學系統5的光學性能(成像特性)的曝光處理進行說明。表示成像特性的指標包括多個像差分量。例如，成像特性可以包括球面像差、倍率像差、畸變像差、像場彎曲(Field curvature)、像散、彗形像差中的至少一者。在此為了示出具體例子，將作為多個像差分量中的第一像差分量的球面像差作為校正對象。此外，作為第一像差分量之外的其他像差分量，設想產生了倍率像差和畸變像差。

【0022】在本實施方式中的校正處理中，控制部25事先獲取如下響應特性，該響應特性表示在由供給部30以固定的混合比來供給混合氣體時的成像特性的演變。控制部25在將設定混合比設定為目標混合比來對基板進行曝光時，在成像特性轉變為穩定狀態之前的過渡期間中，控制部25將設定混合比設定為依據響應特性對目標混合比進行了校正的值並對基板進行曝光。圖2是示出這樣的曝光處

理的具體例子的流程圖。在S101中，控制部25獲取如下響應特性，該響應特性表示在由供給部30以固定的混合比來供給混合氣體時的成像特性的演變。在此，這樣的響應特性的資料是藉由預先測量或者模擬而獲得的，並被儲存於控制部25的記憶體。

【0023】在本實施方式中，響應特性能包括分別與球面像差、倍率像差及畸變像差相關的響應特性。圖3示出了這些響應特性的例子。在此所說的響應特性表示在由供給部30以固定的混合比來供給混合氣體時的像差的演變(像差相對於置換時間而言的變化)。(a)是球面像差的響應特性的例子，(b)是倍率像差的響應特性的例子，(c)是畸變像差的響應特性的例子。即使向投影光學系統內供給淨化氣體，也無法立即對空間整體進行置換，而呈現出這樣的響應特性。例如如(a)所示，球面像差在成為穩定狀態之前會有非穩定狀態的期間(過渡期間)。這些獲取到的各響應特性的資料被儲存於控制部25的未圖示的記憶體。

【0024】在S102中，控制部25測量因曝光產生的像差量的變化。例如伴隨著曝光，投影光學系統5吸收曝光能量因而成像特性會發生變動(曝光像差)。於是，控制部25將檢測器13的檢測結果應用於規定的預測式來預測成像特性(在此為球面像差)的變動，由此能夠確定校正量。或者也可以是，控制部25依據檢測器13的檢測結果，測量像差相對於在各照明條件下產生的曝光熱而言的變化。此外，控制部25利用氣壓計26測量設置有投影光學系統5的空間

的大氣壓。

【0025】在S103中，控制部25求出用於對在S102中求出的像差變化量進行補償的折射率，確定與該折射率對應的目標混合比。折射率與目標混合比的對應關係是預先用數學式或者表格規定的。此外也可以是，控制部25依據在S102中測量出的大氣壓的值，計算因大氣壓的變化的影響而產生的球面像差的量，並將其加入到校正量。作為確定因大氣壓的變化而產生的球面像差的量的方法，例如有藉由氣壓靈敏度係數與氣壓變化量的積來求出的方法，其中氣壓靈敏度係數與氣壓變化量的積是測量球面像差相對於氣壓變化而言的變化量而計算出的。

【0026】例如如下那樣確定混合比。球面像差相對於混合氣體的混合比的變化(即折射率的變化)而言的變化量為圖4所示的比例關係。依據該關係，能夠藉由光學模擬來計算球面像差量相對於投影光學系統的透鏡空間的折射率而言的比例常數。此外也可以是，控制部25依據在S102中測量出的像差的變化，預測在曝光所使用的照明條件下因曝光熱而產生的投影光學系統5的球面像差的產生量，並將其加入到校正量。

【0027】以下的處理是在將設定混合比設定為在此確定的目標混合比來對基板進行曝光時的處理。

【0028】在S104中，控制部25確定作為其他像差分量的倍率像差和畸變像差各自在混合氣體置換中的容許範圍(可校正範圍)。也可以是，關於這樣的可校正範圍，預先

在曝光配方中規定。

【0029】在S105中，控制部25對於投影光學系統5開始進行氣體的供氣排氣控制。具體而言，控制部25按照在S103中確定的目標混合比，對供氣量調整器17、18進行調整，調整流入混合器19的氣體的流量。由混合器19混合了的氣體一邊以不會產生投影光學系統5內外的壓力差的方式被排氣量調整部23調整排氣量，一邊被供給到投影光學系統5。由此，校正球面像差。

【0030】在S106中，控制部25借助未圖示的搬運機構來搬入(裝載)曝光對象的基板。所裝載的基板被基板載台9保持。

【0031】在S107中，控制部25判定當前的時間點是否處於成像特性(在此為球面像差)轉變為穩定狀態之前的過渡期間中。在處於過渡期間中的情況下，在S108中，控制部25將設定混合比設定為依據響應特性來對目標混合比進行校正而得的值。具體而言，根據在S101中得到的球面像差的響應特性(圖3的(a))計算與當前時刻對應的像差量，用與該像差量對應的校正量來對目標混合比進行校正。像這樣，在本實施方式中，對混合氣體的目標混合比進行主動校正。

【0032】但是，在對混合比進行了這樣的主動校正的情況下，也可能新產生了其他像差分量，因此可能也需要對其進行校正。由調整部7在不超過其可校正範圍內對其他像差分量進行校正。於是，在S109中，控制部25判定其

他像差分量是否在S104中確定的容許範圍(可校正範圍)內。在其他像差分量處於容許範圍內的情況下，在S110中，控制部25控制調整部7來校正其他像差分量。在其他像差分量之變化超過調整部7的可校正範圍的情況下，停止曝光(S111)，直至調整部7能夠進行校正為止。此時也可以是，繼續供給混合氣體直至成為可校正範圍為止，在此期間停止曝光裝置1的曝光。在當前的時間點為過渡期間經過後、即穩定狀態的期間的情況下(在S107中為“否”)，則在S112中，控制部25將設定混合比設定為在S103中確定的目標混合比。

【0033】之後，在S113中，控制部25實施對基板的曝光。在曝光完成後，在S114中，控制部25控制搬運機構搬出基板(卸載)。在S115中，控制部25判斷是否之後還有要處理的基板。在之後還有基板的情況下，返回到S102並重複處理。在預定的全部基板的處理完成的情況下，本處理結束。

【0034】在上述的例子中，說明了為了校正球面像差而供給混合氣體，但校正對象也可以是倍率像差、畸變像差、像場彎曲、像散、彗形像差等。此外，在上述的例子中，由調整部7校正的其他像差分量設為倍率像差以及畸變像差，但也可以是球面像差、像場彎曲、彗形像差等。

【0035】根據以上的處理，只要其他像差分量(倍率像差以及畸變像差)不超過調整部7的可校正範圍，就能夠不停止曝光處理而獲得期望的球面像差。由此，能夠兼顧

投影光學系統的光學性能的校正性能與生產率。

【0036】

＜物品製造方法的實施方式＞

本發明的實施方式所關於的物品製造方法適於製造例如半導體器件等微型器件、具有精密構造的元件等物品。本實施方式的物品製造方法包括對在基板上塗布的感光劑使用上述曝光裝置形成潛像圖案的製程(對基板進行曝光的製程)；以及對在上述製程中形成了潛像圖案的基板進行顯影的製程。此外，該製造方法包括其他公知的製程(氧化、成膜、蒸鍍、摻雜、平坦化、蝕刻、抗蝕劑剝離、切割、接合、封裝等)。與以往的方法相比，本實施方式的物品製造方法在物品的性能、品質、產能、生產成本中的至少一個方面有利。

【0037】發明不限於上述實施方式，在不脫離發明的精神及範圍的情況下，能夠進行各種變更及變形。因此，為了公開發明的範圍而附加權利要求。

【符號說明】

【0038】

1:曝光裝置

2:照明系統

3:光罩

5:投影光學系統

9:基板載台

10:基板

25:控制部

30:供給部

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種曝光裝置，對基板進行曝光，該曝光裝置的特徵在於，具有：

投影光學系統，其將光罩的圖案投影到前述基板；

供給部，其將混合氣體供給到前述投影光學系統的內部的光學元件間的空間，前述混合氣體是將折射率互不相同的多種氣體以作為設定混合比的預先設定的混合率來混合而得者；以及

控制部，其藉由控制前述設定混合比來對前述投影光學系統的成像特性進行校正並對前述基板進行曝光，

前述控制部獲取如下響應特性，該響應特性表示由前述供給部以固定的混合比來供給混合氣體時的前述成像特性的演變，

前述控制部在將前述設定混合比設定為目標混合比並對前述基板進行曝光時，在前述成像特性轉變為穩定狀態之前的過渡期間中，前述控制部將前述設定混合比設定為依據前述響應特性對前述目標混合比進行校正而得的值並對前述基板進行曝光。

【請求項2】如請求項1所述的曝光裝置，其中，

在前述過渡期間經過後，前述控制部將前述設定混合比設定為前述目標混合比並對前述基板進行曝光。

【請求項3】如請求項1所述的曝光裝置，其中，

還具有調整部，該調整部調整前述成像特性，

前述控制部藉由控制前述設定混合比，來對多個像差

分量中的作為前述成像特性的第一像差分量進行校正，

與在前述過渡期間中由前述控制部變更了前述設定混合比的情形相應地，前述調整部對前述第一像差分量以外的作為前述成像特性的其他像差分量進行校正。

【請求項4】如請求項3所述的曝光裝置，其中，還具有：

光罩載台，其保持前述光罩；以及

基板載台，其保持前述基板，

前述調整部藉由進行對前述投影光學系統的光學元件的驅動、對前述光罩載台的驅動以及對前述基板載台的驅動中的至少一者，來調整前述成像特性。

【請求項5】如請求項3所述的曝光裝置，其中，

當對前述其他像差分量的校正量超出前述調整部的可校正範圍時，前述控制部停止對前述基板的曝光，直至前述調整部能夠進行校正為止。

【請求項6】如請求項3所述的曝光裝置，其中，

前述成像特性包括球面像差、倍率像差、畸變像差、像場彎曲、像散、彗形像差中的至少一者。

【請求項7】如請求項3所述的曝光裝置，其中，

前述第一像差分量是球面像差，前述其他像差分量是倍率像差以及畸變像差。

【請求項8】如請求項7所述的曝光裝置，其中，

前述響應特性包括分別與球面像差、倍率像差以及畸變像差相關的響應特性。

【請求項9】如請求項1所述的曝光裝置，其中，

前述多種氣體是從氦氣、氮氣、氧氣、二氧化碳、乾燥空氣中選擇的多種氣體。

【請求項10】如請求項1所述的曝光裝置，其中，

還具有氣壓計，該氣壓計測量設置有前述投影光學系統的空間的大氣壓，

前述控制部依據由前述氣壓計測量出的大氣壓的值，求出因大氣壓的變化的影響而產生的前述成像特性的變化量，依據該變化量求出對前述成像特性的校正量。

【請求項11】如請求項1所述的曝光裝置，其中，

還具有檢測器，該檢測器檢測透射前述投影光學系統的光，

前述控制部利用前述檢測器求出因前述投影光學系統吸收曝光能量而產生的前述成像特性的變化量，依據該變化量求出對前述成像特性的校正量。

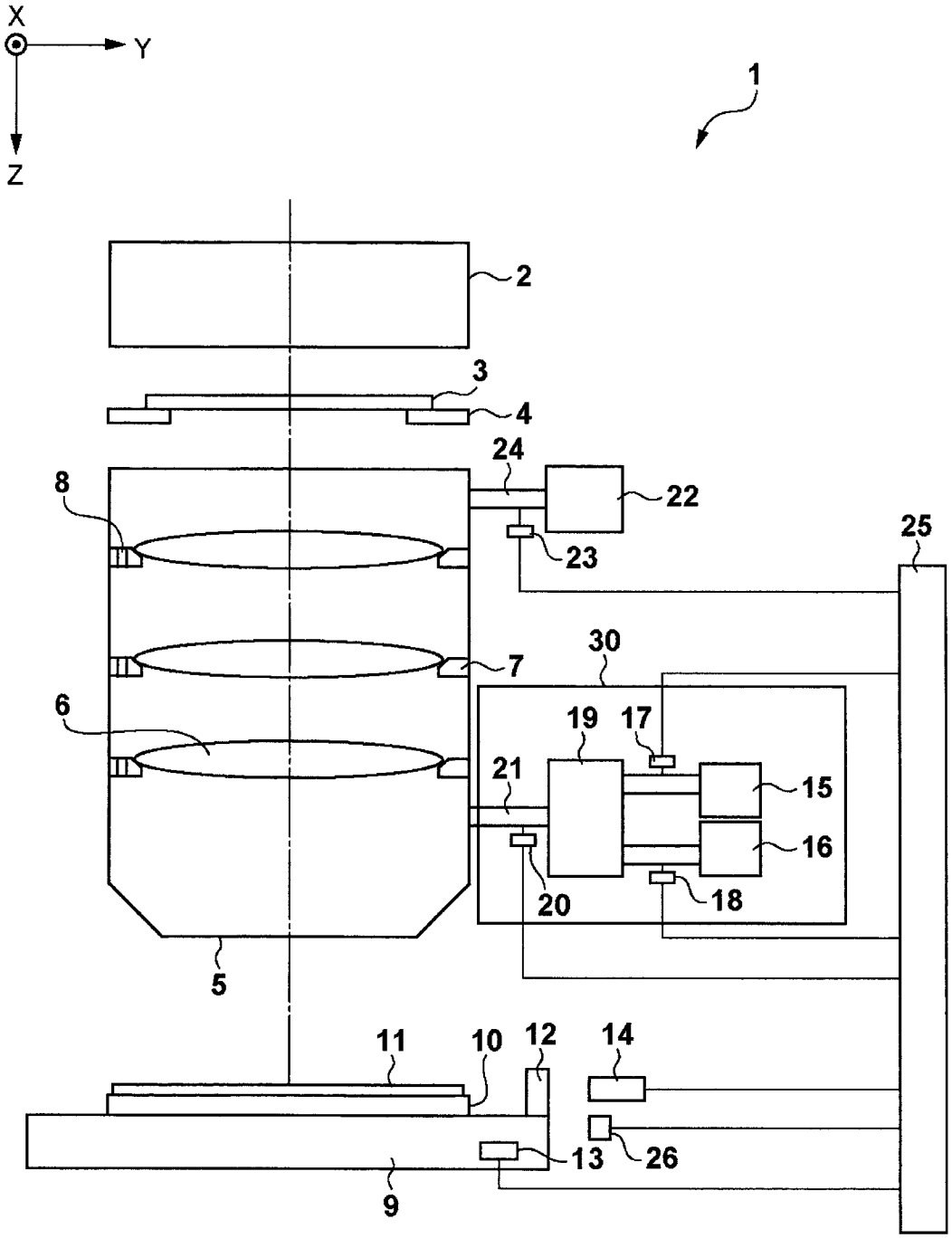
【請求項12】一種物品製造方法，其特徵在於，包括：

使用如請求項1至11中的任意一項所述的曝光裝置來對基板進行曝光的製程；以及

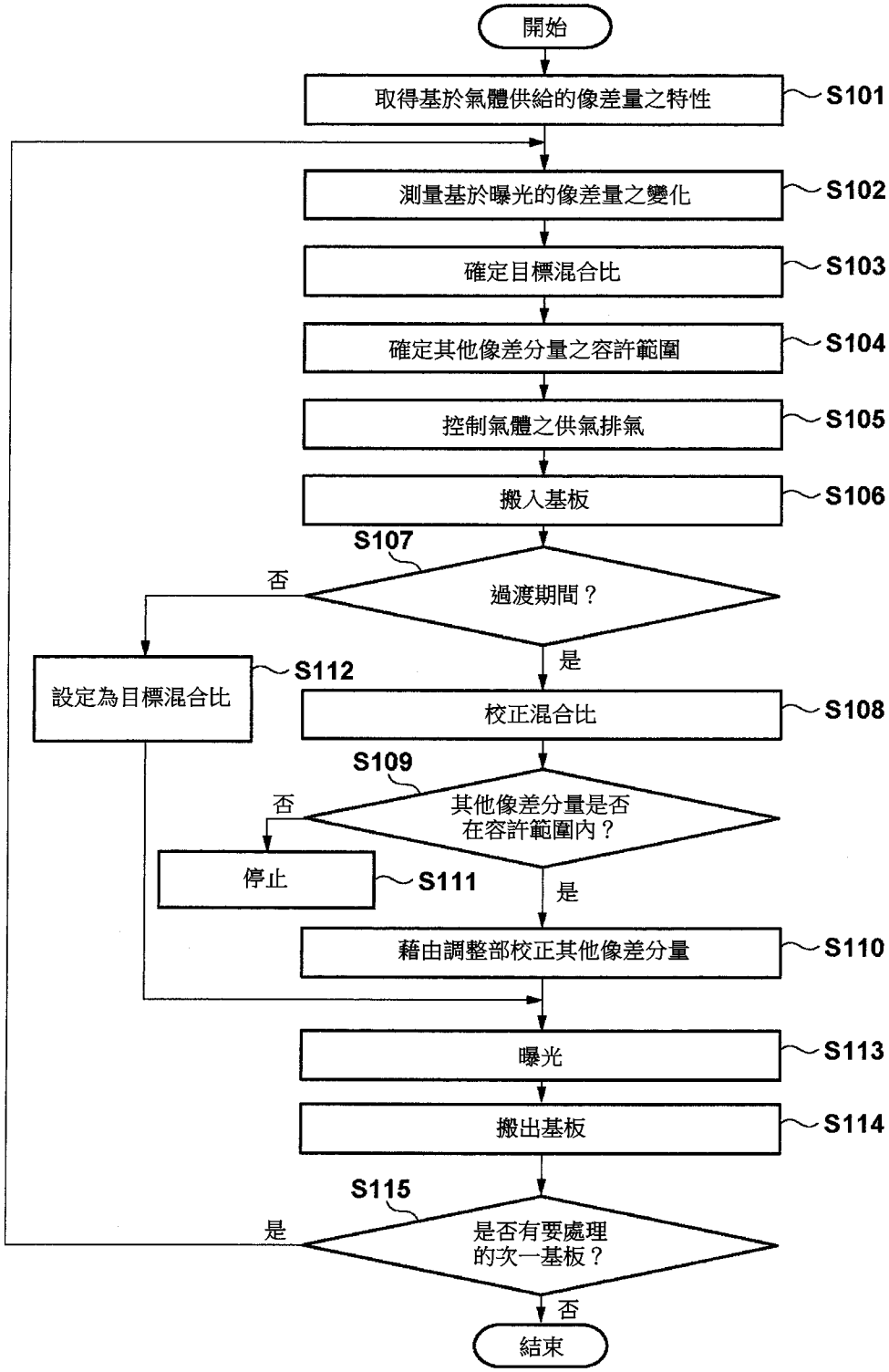
對被曝光了的前述基板進行顯影的製程，

其中，從顯影了的前述基板製造物品。

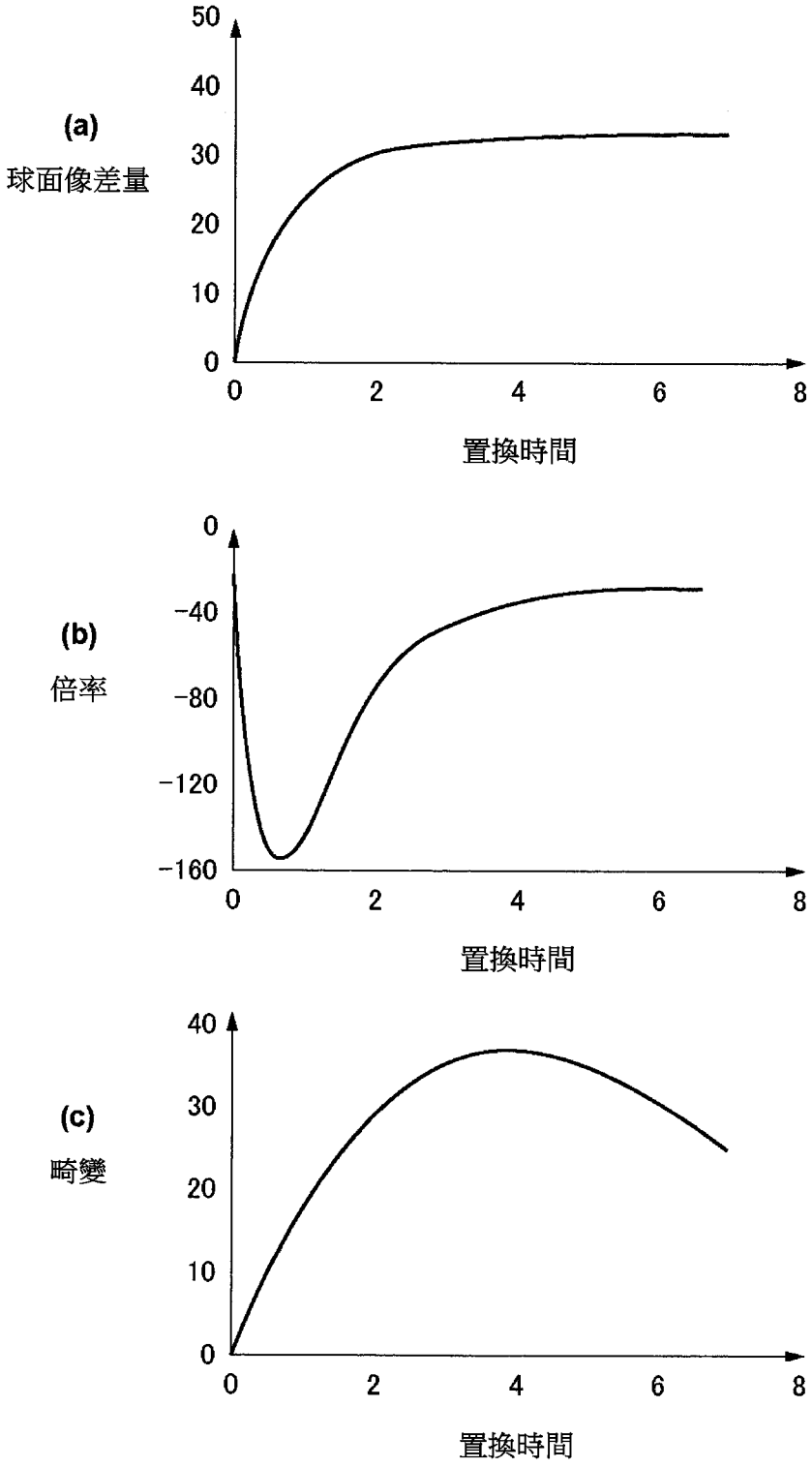
【發明圖式】



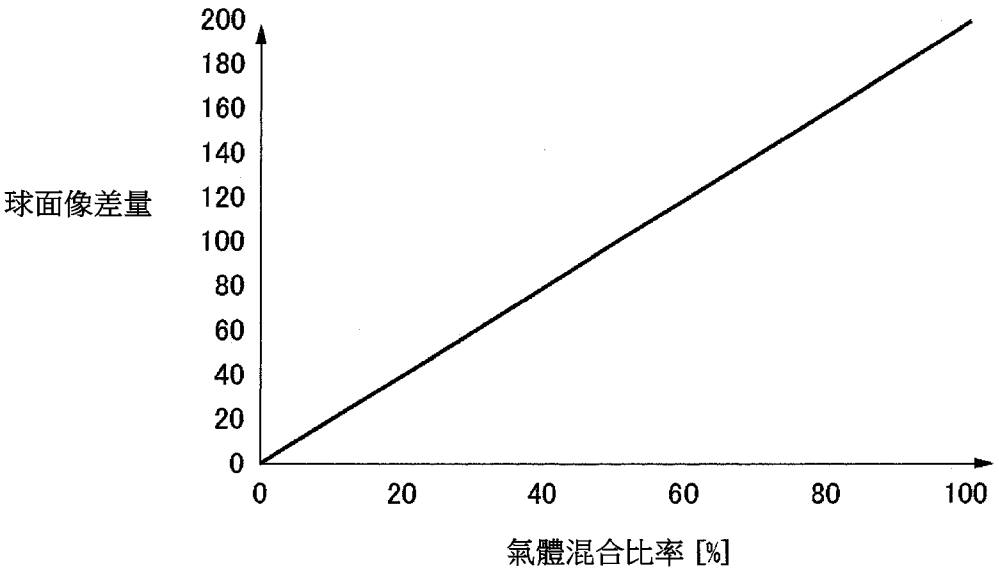
【圖 1】


開始
取得基於氣體供給的像差量之特性
S101
測量基於曝光的像差量之變化
S102
確定目標混合比
S103
確定其他像差分量之容許範圍
S104
控制氣體之供氣排氣
S105
搬入基板
S106
S107
過渡期間？
否
是
設定為目標混合比
S112
校正混合比
S108
S109
其他像差分量是否
在容許範圍內？
否
停止
S111
是
藉由調整部校正其他像差分量
S110
曝光
S113
搬出基板
S114
S115
是否有要處理
的次一基板？
是
否
結束

【圖 2】


(a)
球面像差量
50
40
30
20
10
0
0
2
4
6
8
置換時間
(b)
倍率
0
-40
-80
-120
-160
0
2
4
6
8
置換時間
(c)
畸變
40
30
20
10
0
0
2
4
6
8
置換時間

【圖 3】


球面像差量
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0
20
40
60
80
100
氣體混合比率 [%]

【圖 4】