



(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 I425309 B

(45) 公告日：中華民國 103 (2014) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：099109638 (22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 30 日
 (51) Int. Cl. : G03F1/84 (2012.01) G03F1/26 (2012.01)
 (30) 優先權：2009/03/31 日本 2009-086185
 (71) 申請人：信越化學工業股份有限公司 (日本) SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (JP)
 日本
 (72) 發明人：稻月判臣 INAZUKI, YUKIO (JP)；金子英雄 KANEKO, HIDEO (JP)；吉川博樹
 YOSHIKAWA, HIROKI (JP)
 (74) 代理人：林志剛
 (56) 參考文獻：
 TW I233534 TW 200603260A
 US 2002/0068228A1
 審查人員：古文豪
 申請專利範圍項數：5 項 圖式數：2 共 0 頁

(54) 名稱

光罩基板或其製造中間體之檢查方法、高能射線之照射能量決定方法及光罩基板之製造方法
 METHOD FOR INSPECTING PHOTOMASK BLANK OR INTERMEDIATE THEREOF, METHOD
 FOR DETERMINING DOSAGE OF HIGH-ENERGY RADIATION, AND METHOD FOR
 MANUFACTURING PHOTOMASK BLANK

(57) 摘要

本發明之解決手段為在光罩用基板形成相位偏移膜，進而對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，測定基板形狀調整處理後的光罩基板或其製造中間體之表面形狀，進而由前述光罩基板或其製造中間體除去相位偏移膜，測定被除去相位偏移膜的處理基板之表面形狀，藉由比較前述各個的表面形狀，來評估前述基板形狀調整處理後的相位偏移膜之應力所導致的相位偏移膜除去前後之曲率的變化之光罩基板或其製造中間體之檢查方法。

[效果] 根據本發明的話，可以更為正確地評估基板之形狀調整處理後之相位偏移膜提供之對基板的應力。

A photomask blank which is manufactured by depositing a phase shift film on a substrate and irradiating the phase shift film with high-energy radiation to effect substrate shape adjusting treatment is inspected by measuring a surface topography of the photomask blank after the substrate shape adjusting treatment, removing the phase shift film from the photomask blank, measuring a surface topography of the treated substrate after removal of the phase shift film, and comparing the surface topographies, thereby evaluating a warpage change before and after removal of the phase shift film, due to a stress of the phase shift film having undergone substrate shape adjusting treatment.

發明專利說明書

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：099109638

603F 1/08 (2006.01)

※申請日：099年03月30日

※IPC分類：G03F 1/14 (2006.01)

一、發明名稱：(中文／英文)

光罩基板或其製造中間體之檢查方法、高能射線之照射能量決定方法及光罩基板之製造方法

Method for inspecting photomask blank or intermediate thereof, Method for determining dosage of high-energy radiation, and method for manufacturing photomask blank

二、中文發明摘要：

本發明之解決手段為在光罩用基板形成相位偏移膜，進而對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，測定基板形狀調整處理後的光罩基板或其製造中間體之表面形狀，進而由前述光罩基板或其製造中間體除去相位偏移膜，測定被除去相位偏移膜的處理基板之表面形狀，藉由比較前述各個的表面形狀，來評估前述基板形狀調整處理後的相位偏移膜之應力所導致的相位偏移膜除去前後之曲率的變化之光罩基板或其製造中間體之檢查方法。

[效果]根據本發明的話，可以更為正確地評估基板之形狀調整處理後之相位偏移膜提供之對基板的應力。

三、英文發明摘要：

A photomask blank which is manufactured by depositing a phase shift film on a substrate and irradiating the phase shift film with high-energy radiation to effect substrate shape adjusting treatment is inspected by measuring a surface topography of the photomask blank after the substrate shape adjusting treatment, removing the phase shift film from the photomask blank, measuring a surface topography of the treated substrate after removal of the phase shift film, and comparing the surface topographies, thereby evaluating a warpage change before and after removal of the phase shift film, due to a stress of the phase shift film having undergone substrate shape adjusting treatment.

四、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：無

(二)、本代表圖之元件符號簡單說明：無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於半導體積體電路、CCD（電荷耦合元件）、LCD（液晶顯示元件）用彩色濾光片、成爲使用於磁頭等的細微加工的光罩的素材之光罩基板（photomask blank）或其製造中間體之檢查方法、光罩基板的製造之高能射線的照射能量的決定方法，及光罩基板之製造方法。

【先前技術】

近年來，於半導體加工，特別是隨著大規模積體電路的高集積化，電路圖案之微細化越來越成爲必要，對於構成電路的配線圖案的微細化，或構成胞之層間的配線之用的接觸孔圖案之微細化的要求越來越高。因此，在形成這些配線圖案或接觸孔圖案的光蝕刻所使用的，被寫入電路圖案的光罩之製造，也伴隨著前述微細化，而被要求可以寫入更細微且正確的電路圖案之技術。

爲了形成更細微的圖案，使用光罩與光學系於光阻膜上照射圖案的場合，光罩引起意料外的形狀變化時，所得到的影像的位置精度降低而形成爲不良品的問題已被報告，爲解決此問題顯然必須要進行光罩的基板形狀的控制（專利文獻 1：日本特開 2003-50458 號公報）。在此報告，揭示了藉由使用具有特定的表面形狀者作爲供製作光罩之用的基板，可以抑制把光罩吸附固定於曝光機的光罩台

時之表面形狀變化。

此外，從前即已重視光罩用透明基板或光罩基板的平坦性，於光罩用透明基板上形成遮光膜或相位偏移膜等光學膜時，以基板的形狀不會變化掉的方式控制光學膜所具有的應力，針對要如何抑制「曲率（sori（音譯）」亦即基板表面的形狀變化的技術亦有很多已被報告（例如，專利文獻 2：日本特開 2004-199035 號公報；專利文獻 6：日本特開 2002-229183 號公報）。

另一方面，除了前述那樣的基板形狀的問題以外，對於在使用的的光罩上寫入的半導體之電路圖等的光學膜所致的圖案的尺寸控制，也因為目的之圖案尺寸變小，而被要求極高度之控制。例如，可知從前所使用的鉻材料之遮光膜，爲了要製作供獲得具有 65nm 以下，特別是 50nm 以下之最小線寬幅的圖案之用的光罩，蝕刻加工時之側蝕刻是很難控制的，因此隨著所欲描繪的圖案的粗密度不同，會有變成不同的完工精度的問題，亦即會有所謂的圖案的粗密依存性的問題。相對於此，在日本特開 2007-241060 號公報（專利文獻 3），明確揭示了使用於遮光膜含有遷移金屬亦可的矽材料可以改善此粗密依存性的問題，進而把非常薄的鉻系材料作爲蝕刻遮罩，加工遮光膜的方法。在此，顯示了藉由把含有遷移金屬亦可的矽材料作爲蝕刻遮罩使用，可以製造被極高精度地控制尺寸的光罩。

然而，可以知道爲了達到前述的目的之使用於半導體

電路圖案最小尺寸成爲 45nm 以下的光蝕刻的光罩所要求的尺寸控制，是極爲高度的要求，使用含有遷移金屬亦可的遮光膜之矽素材，用鉻系材料之蝕刻遮罩來製作的場合，也幾乎是沒有改善的空間了。

此處，在製造供形成最小尺寸爲 45nm 以下的圖案之光蝕刻，特別是雙重圖案化（參照非專利文獻 1：Proceedings of SPIE 第 6153 卷、第 615301-1~19 頁（2006 年））那樣的，被要求更高精度的位置控制的光蝕刻所使用的光罩時，若不能提供超越現在可得的精度的可信賴性的話，是無法提高光罩製造的產出率。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻 1] 日本專利特開 2003-50458 號公報

[專利文獻 2] 日本專利特開 2004-199035 號公報

[專利文獻 3] 日本專利特開 2007-241060 號公報

[專利文獻 4] 日本專利特開平 7-140635 號公報

[專利文獻 5] 日本專利特開 2007-241065 號公報

[專利文獻 6] 日本專利特開 2002-229183 號公報

[非專利文獻]

[非專利文獻 1] Proceedings of SPIE 第 6153 卷、第 615301-1~19 頁（2006 年）

【發明內容】

[發明所欲解決之課題]

本發明係為了解決前述課題而為之發明，目的在於提供對具有高精度加工所必要的相位偏移膜的光罩基板，評估在光罩基板加工時會成為造成尺寸誤差的原因之表面形狀變化之相位偏移膜的應力之光罩基板或其製造中間體之新穎的檢查方法，光罩基板的製造之高能射線的照射能量之決定方法，及光罩基板之製造方法。

[供解決課題之手段]

如前所述，到目前為止，作為在使用光罩時之不引起焦點深度劣化的光罩及光罩基板所必要的形狀控制方法，係以不在光罩用基板於光學膜的成膜前後引起形狀變化，而成為不可使用的光罩的方式，使用對於遮光膜或相位偏移膜等光學膜而言應力小的膜（例如，日本特開 2004-199035 號公報（專利文獻 2）、日本特開 2002-229183 號公報（專利文獻 6））。

然而，本案發明人等，針對會在光罩基板上發生的圖案位置的誤差原因之，在光罩基板的加工過程的基板形狀變化，進行了更詳細的檢討，而發現了從前被當成應力很小來處理的下述之相位偏移膜，具有出乎意料之大的應力。

相位偏移膜，使用具有比較高的含氧量及／或含氮量的材料，所以一般而言在成膜之後具有大的壓縮應力。因此，通常對應該緩和此應力的相位偏移膜賦予高能射線等

進行基板形狀的調整。從前，此基板形狀調整處理，係以藉由高能量的賦予而回到成膜前的基板形狀的方法來進行的，所以應力為 0 的基準，是成膜前的基板的表面形狀。對此，本案發明人等，發現了一向認為依此基準被認為是幾乎沒有應力之具有相位偏移膜的光罩基板，也會在蝕刻加工時，也引起表面形狀的變化，進行了更嚴密的評估之後，發現伴隨著加工會產生位置精度的降低，因而特別著眼於此。

爲了得到關於光罩的位置、尺寸的高的可信賴性，完成時的光罩具有的相位偏移圖案的位置、與加工相位偏移膜之用而形成的光阻圖案的位置在空間上取得一致（此處在空間上取得一致的意思，不是指光罩基板表面上的相對位置，而是意味著包含由於膜的應力的解放等之基板或被層積於基板的膜的表面形狀變化導致之該表面的空間移動的位置之一致），或者適合於所要求的精度有進行一致的必要，但隨著蝕刻加工相位偏移膜而引起膜應力的解放使基板形狀改變時，變成會產生位置偏移。

在此，本案發明人等，發現爲了對光罩基板賦予更高的可信賴性，有必要以正確的形式檢查相位偏移膜具有的應力，所以相位偏移膜成膜後除去進行前述之基板形狀調整處理之相位偏移膜，藉由測定而比較在相位偏移膜除去前後之表面形狀，比較曲率的變化而評估膜的應力。

此外，發現了若以此方法評估膜的應力的話，在爲了膜的應力的緩和而進行的基板形狀調整處理後，可以知道

應力實際上是如何殘存的，可以適切地求出於基板形狀調整處理後提供膜的應力小的相位偏移膜之高能射線的照射能量，藉由高能射線的照射，儘可能地不引起相位偏移膜之加工前後的曲率的變化的方式緩和膜的應力。

進而，發現了在把前述檢查方法用於光罩基板或光罩基板製造中間體的場合，形成了藉由特定的製造步驟所製造的光罩基板或光罩基板製造中間體具有的相位偏移膜的基板，在加工後，可以推定藉由膜應力的解放，引起最大到甚麼程度的曲率變化，藉由設定特定的信賴性界限值，而根據檢查結果，可以對藉由該製造步驟所製造的光罩基板或光罩基板之製造中間體的尺寸精度誤差賦予更高的可信賴性，以致於完成本發明。

亦即，本發明提供以下之光罩基板或其製造中間體之檢查方法、供基板形狀調整之用的高能射線之照射能量決定方法及光罩基板之製造方法。

申請專利範圍 1：

一種光罩基板或其製造中間體之檢查方法，其特徵為：針對於光罩用基板形成相位偏移膜，進而對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，測定基板形狀調整處理後的光罩基板或其製造中間體之表面形狀，進而由前述光罩基板或其製造中間體除去相位偏移膜，測定被除去相位偏移膜的處理基板之表面形狀，藉由比較前述各個的表面形狀，來評估前述基板形狀調整處理後的相位偏移膜之應力所導致的相位

偏移膜除去前後之曲率的變化。

申請專利範圍 2：

如申請專利範圍第 1 項之檢查方法，其中前述高能射線係閃光燈光。

申請專利範圍 3：

一種檢查方法，係光罩基板或其製造中間體之檢查方法，其特徵為：針對於光罩用基板形成相位偏移膜，進而作為對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，製造特定之複數枚以特定之一條件成膜的相位偏移膜，以特定之一條件進行了基板形狀調整處理後的光罩基板，針對由該複數枚之光罩基板取樣的的光罩基板，藉由如申請專利範圍第 1 或 2 項記載之檢查方法，評估光罩基板或其製造中間體之前述基板形狀調整處理後的相位偏移膜的應力導致之相位偏移膜除去前後的曲率的變化，根據所得到的曲率的變化量，判定前述複數枚之光罩基板或其製造中間體是否為良品。

申請專利範圍 4：

一種決定方法，係基板形狀調整用之高能射線之照射能量之決定方法，其特徵為：針對於光罩用基板形成相位偏移膜，進而作為對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，準備對具有以特定之一條件成膜的相位偏移膜的基板之該相位偏移膜，分別照射相異的照射能量之高能射線而得的 2 個以上之光罩基板或其製造中間體，藉由如申請專利範圍第 1

或 2 項記載之檢查方法，評估分別之光罩基板或其製造中間體之前述基板形狀調整處理後的相位偏移膜的應力導致之相位偏移膜除去前後的曲率的變化，比較由分別之光罩基板或其製造中間體所得的曲率的變化量，決定前述曲率的變化量少的前述高能射線的照射能量。

申請專利範圍 5：

一種光罩基板之製造方法，係包含於光罩用基板形成相位偏移膜，進而實施對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理的步驟之光罩基板之製造方法，其特徵為：以藉由如申請專利範圍第 4 項所記載的方法所決定的照射能量，來實施前述基板形狀調整處理。

[發明之效果]

根據本發明的話，可以更為正確地評估基板之形狀調整處理後之相位偏移膜提供之對基板的應力。此外，藉此，在製造使用於 45nm 以下的圖案規範 (pattern rule) 之光蝕刻的光罩之製作所用的光罩基板時，可以求出供緩和應力之更好的高能射線照射量。

進而，藉由以本發明之檢查方法來檢查具有相位偏移膜的光罩基板或光罩基板製造中間體，可以更正確地推定在特定的製造步驟所製造的光罩基板或光罩基板製造中間體的相位偏移膜所具有的應力，可以提高關於把在該製造步驟所製造的光罩基板或光罩基板製造中間體加工為光罩時之尺寸控制的可信賴性。

【實施方式】

以下，進而詳細說明本發明。

圖案尺寸在 65nm 以下，特別是在 45nm 以下之光蝕刻使用的光罩，特別是雙重圖案化用光罩所使用的光罩，被要求極高的光罩精度。因此，於光罩基板的加工也同樣被要求極高的加工精度。

如日本特開 2003-50458 號公報（專利文獻 1）所示，業已揭露在細微加工用的光罩，使光罩吸附固定於曝光裝置的場合要求著具有不引起形狀變化的特定的形狀之透明基板，於具有這樣的特定形狀之光罩用透明基板，得到形成了應力很低的光學膜之光罩基板，將該光學膜蝕刻加工製作光罩，可以確保光罩的產出率。因此，針對相位偏移膜，也自以前即在追求著作為所謂低應力相位偏移膜，提供極為接近成膜前的基板表面形狀的表面形狀之相位偏移膜。

一般而言，金屬化合物膜或矽化合物膜，以氧、氮、碳等輕元素含量較多，對光罩用基板提供了壓縮應力。相位偏移膜的場合，不論是單層的相位偏移膜，還是多層的相位偏移膜，都要求著某種程度之曝光光線的透過性，所以作為膜全體使用輕元素含量多的材料。因此，隨著藉由濺鍍來成膜時的條件大小是不同的，所以藉由濺鍍來成膜的相位偏移膜有具有比較大的壓縮應力的傾向。

即使是現在所追求的小於 100nm 的圖案規則之光蝕

刻所使用的相位偏移光罩的製造上使用的光罩基板，也是以前述相位偏移膜的成膜之後所具有的應力導致之基板變形被進行了修正者為佳。在此，針對縮小此應力的處理方法有很多方案被提出，實際有效的方法，是不對光罩基板提供很大的能量，使相位偏移膜吸收能量而除去應力的方法，特別是藉由閃光燈於極短時間內賦予能量的方法（專利文獻 2：特開 2004-199035 號公報）是有效的。

然而，本案發明人等，在檢討使用於 45nm 以下的光蝕刻的光罩，特別是提供可適用於雙圖案化的光罩的製造的加工精度之光罩基板的高精度化時，發現了例如把使在鉬與矽含有氧及氮的膜形成於光罩用基板上而製作半色調相位偏移遮罩基板，對此藉由氬閃光等作為高能射線進行光照射（專利文獻 2：日本特開 2004-199035 號公報），回到原來的基板所具有的表面形狀（曲率量）後，乾蝕刻除去前述半色調相位偏移膜，而進行更嚴密的評估時，相位偏移膜除去前的表面形狀與除去後的表面形狀是不同的。

引起這一樣的基板變形，亦即所謂的基板的曲率變化時，在使用前述的光罩基板製作光罩時，會如下述般產生圖案位置的誤差。

在圖案加工，中介著或者不中介遮光膜等中間膜地，進行使用了保護殘留相位偏移膜圖案的位置之光罩圖案的光蝕刻，例如以根據電子線之圖案照射形成光阻圖案，使用所得到的光阻圖案，因應必要把蝕刻光罩膜、遮光膜等

中間膜作為蝕刻遮罩，蝕刻除去不要的部分之相位偏移膜。特別是在具有盲圖案（相位偏移膜的殘存面積很少）的相位偏移遮罩，因為除去很多相位偏移膜，所以相位偏移膜具有如前所述的使基板變形的應力的場合，會強烈引起基板形狀的改變。引起此基板形狀的改變的場合，在光罩基板上被形成光阻的位置與在相位偏移遮罩完成的階段之相位偏移圖案的位置，在沿著基板表面設基本座標而觀察的場合是在相同位置，但是以可以表現包含基板及其變形的方式，於空間設 3 次元的絕對座標而觀察的場合，例如，以基板表面的中心點為原點，將基板表面的最小平方平面配置為平行於 X-Y 平面而觀察的場合，發生曲率的變化時，基板表面上的點之 A 點（ a_x, a_y, a_z ）（但須為 $a_x = a_y = 0$ 以外之點），不僅於 Z 軸方向上位移，在 X 軸方向及 / 或 Y 軸方向的座標也會位移。

在使用於形成現在被工業化的具有 50nm 以下的圖案規則的光阻圖案之光蝕刻的光罩的場合，通常使用的邊寬 152mm 的四方形光罩，對於被設計的位置，亦即對光阻照射電子線的位置，在光罩完成的階段之圖案的位置，若以前述 3 次元座標表示而在 Z 軸方向顯示最大位移的點為 100nm 的話，已經不能再說是具有可信賴性了，較佳者必須在 50nm 以下。

亦即，為了獲得對光罩基板的加工時變形之可信賴性，與其如從前那樣形成相位偏移膜的基板的表面形狀，藉由基板形狀調整，而確認是否回到與成膜前的基板的表面

形狀同等程度，不如在相位偏移膜成膜後，進行使用高能射線的基板形狀的調整，之後蝕刻除去相位偏移膜，確認在除去前後表面形狀的變化未超過要求的水準是比較有效果的。

於本發明，在光罩用基板形成相位偏移膜，進而對相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，測定基板形狀調整處理後的光罩基板或其製造中間體之表面形狀，進而由前述光罩基板或其製造中間體除去相位偏移膜，測定被除去相位偏移膜的處理基板之表面形狀，藉由比較各個的表面形狀，來評估基板形狀調整處理後的相位偏移膜之應力所導致的相位偏移膜除去前後之曲率的變化。

作為使用於本發明的光罩用基板（光罩基板用基板），使用四角形，特別是正方形者，可以使用合成石英基板等從前已知的對曝光光線為透明的基板都可以使用，但如日本特開 2003-50458 號公報（專利文獻 1）所是，以在光罩使用時，以具有不會因為對曝光裝置的固定等而引起光罩用基板的形狀的變形之形狀者為佳。

前述相位偏移膜，典型的半色調相位偏移膜，已有很多事例係屬已知，一般而言，係由單層、多層或具有傾斜的組成之材料層所構成。作為使用的材料，使用使在含有 Mo、Zr、Ti、Ta、W、Nb 之類的遷移金屬亦可的矽元素內含有氧或氮之類的輕元素者（例如，參照專利文獻 4：日本特開平 7-140635 號公報），此外作為部分之層，亦

有使用再加上銻之類的遷移金屬或於該遷移金屬含有氧或氮之類的輕元素之層者。

作為前述相位偏移膜適用半色調相位偏移膜的場合，膜可以使用單層膜、多層膜或具有傾斜的組成的膜等，作為半色調相位偏移膜材料使用含有遷移金屬亦可的矽材料的場合，具體而言可以舉出遷移金屬與矽之合金、含有遷移金屬、與矽、與氧、氮及碳所選出 1 種以上之遷移金屬矽化合物，較佳者為含有遷移金屬、與矽、與氧及 / 或氮之遷移金屬矽化合物。作為此遷移金屬矽化合物更具體之例，可以舉出遷移金屬矽氧化物、遷移金屬矽氮化物、遷移金屬矽氧氮化物、遷移金屬矽氧碳化物、遷移金屬矽氮碳化物、遷移金屬矽氧氮碳化物等。此外，作為遷移金屬，由鈦、釩、鈷、鎳、鋯、鈮、鉛、鋇及鎢所選出之 1 種以上為適切的材料，特別由乾蝕刻加工性的觀點來看以鈮為較佳。此含有遷移金屬亦可的矽材料，以使用矽 10 原子%以上 95 原子%以下，氧在 0 原子%以上 60 原子%以下，氮在 0 原子%以上 57 原子%以下，碳在 0 原子%以上 20 原子%以下，遷移金屬在 0 原子%以上 35 原子%以下，特別是在 1 原子%以上 20 原子%以下之範圍所選出的組成材料較佳。前述材料，係以單層、多層等膜構成，或是與膜厚一起，提供被要求的特定的透過率、相位偏移量的方式被選擇。

如前所述，相位偏移膜，作為膜全體來看的場合，被加上相當多的前述輕元素，所以通常在形成膜的階段成

為具有壓縮應力之膜。於本發明，膜自身具有很大的壓縮應力的場合，除去相位偏移膜時，由於應力被解放，所以在除去前後引起很大的基板形狀變化，進行本發明的檢查的話變成不合格的可能性非常高，所以有必要進行使應力解放的處理。做為使此應力被解放的方法，以使用高能射線的方法（例如，專利文獻 2：日本特開 2004-199035 號公報）最為有效，做為高能射線如紅外線、可見光、紫外線等基本上哪種都好，但為了減少對基板的損傷，以可以使對照射部的照射時間在 1 秒以下的短時間內提供必要的能量之方法為佳。特別是短時間照射具有 150~800nm 的波長的光作為實效能量之高能射線的方法，因光罩用基板之能量吸收很小，對光罩用基板側不容易造成損傷所以是較好的方法。

作為特佳的方法，可以舉出根據前述的閃光燈之能量照射。作為閃光燈以氙閃光燈屬廣為人知。作為閃光燈最廣被利用的，是氙閃光燈，係封入氙氣或氬氣者。

使用閃光燈的話，在 1 次極短時間（例如在 0.0001 秒~1 秒）之發光可以對膜提供非常高的能量（例如 0.1~100J/cm²），對於膜質的改善非常有效。此外，準分子光那樣的脈衝雷射也可得同樣的效果，但閃光燈具有寬廣的光譜所以可適用的範圍較廣，能量效率也高。進而，閃光燈的光量非常大，所以藉由 1 次的發光即可對基板全面提供能量。

實際上使用於供改變相位偏移膜的應力之用的基板形

狀調整的場合，使閃光燈以能量密度 $0.5 \sim 100 \text{J/cm}^2$ 進行照射為佳。此外，閃光燈 1 次的發光時間以 $0.1 \sim 100$ 毫秒為佳，照射次數可為 1 次，此外亦可分數次照射。

由進行了前述基板形狀調整的基板，為了進行相位偏移膜的應力的檢查而進行前述相位偏移膜的除去の場合，最好是適用與遮罩加工時蝕刻加工相位偏移膜時使用的蝕刻方法相類似的方法，例如含有遷移金屬亦可的矽材料的場合，例如以採用使用氟系蝕刻氣體的乾蝕刻較佳。

比較相位偏移膜除去前之表面形狀的測定值與相位偏移膜除去後之表面形狀的測定值而求取相位偏移膜的應力，亦即曲率變化量的檢查，可以藉由以下的方法來進行。

例如，使用可以光學地掃描表面（透明基板的表面，被成膜的膜之表面（光罩基板或其製造中間體的表面）、或者除去相位偏移膜之後露出的處理基板之透明基板或者膜的表面）的形狀之表面解析裝置（表面形狀測定裝置），獲得測定除去膜之前的光罩基板或其製品中間體的表面形狀之資料。其次，進行相位偏移膜的除去之後，得到膜被除去後的表面形狀的測定資料。此 2 個表面形狀之差，可以評估作為曲率變化量。曲率變化量，只要是可以合理地將其定義的方法，無論以哪種方法來做皆可，供判斷為良品的基準值，只要依照目的的遮罩精度來設定即可，例如以下述方法進行比較，可以判定光罩基板或其製品中間體之良否。

針對除去相位偏移膜之前的光罩基板或其製造中間體

的最表面，與由光罩基板或其製造中間體除去相位偏移膜之全部後的處理基板之最表面，

(1) 以表面形狀測定裝置測定各個之最表面，取得最表面的 XYZ 三次元座標資料，

(2) 由各個之最表面所得的座標資料，求出各個最表面的最小平方平面，

(3) 在分別固定光罩基板或其製造中間體的最表面的座標與該最小平方平面之間的相對位置，及處理基板的最表面的座標與該最小平方平面之間的相對位置的狀態下，

把前述座標及最小平方平面

(i) 2 個最小平方平面之雙方，位在 XYZ 三次元假想空間之 XY 平面上，

(ii) 前者之最小平方平面的光罩基板或其製造中間體之最表面相當區域的中心，與後者之最小平方平面的處理基板之最表面相當區域的中心，雙方都位於原點，且

(iii) 前述 2 個最表面相當區域之 4 個角之各個，以在相位偏移膜之除去前後對應的方式，對準 2 個最表面相當區域的對角線方向而重疊配置，

(4) 於前述被配置的座標資料的範圍內，針對在光罩基板或其製造中間體的最表面之座標及處理基板的最表面的座標之 X 值與 Y 值一致的座標對之各個，求出由光罩基板或其製造中間體的最表面之 Z 值 (Z_1) 至處理基板的最表面的 Z 值 (Z_2) 之差 ($Z_1 - Z_2$)，

(5) 把該 Z 值之差 ($Z_1 - Z_2$) 的最大值的絕對值與最小值的絕對值之和作為曲率變化量。

更具體說明之，首先，藉由例如使用光學系的表面形狀測定裝置測定除去相位偏移膜之前的光罩基板或其製造中間體之最表面（在此場合，為相位偏移膜之表面）的表面形狀，作成最表面之 XYZ 三次元座標資料（表面地圖），進而求出其最小平方平面。接著，將相位偏移膜之全部，基本上使用加工時使用的除去條件（剝離條件）除去，同樣地測定除去相位偏移膜之後的處理基板之最表面（在此場合，為鄰接於相位偏移膜之膜或透明基板的表面）之表面形狀，作成最表面之 XYZ 三次元座標資料（表面地圖），進而求出其最小平方平面。

其次，適當地使用演算裝置等機器，將所得到的座標及最小平方平面，在分別固定光罩基板或其製造中間體的最表面的座標與該最小平方平面之間的相對位置、及處理基板的最表面的座標與該作小平方平面之間的相對位置的狀態下（把最表面之座標與提供彼之最小平方平面當作是一體），以滿足以下 (i) ~ (iii) 之所有條件的方式配置虛擬空間。

(i) 以 2 個最小平方平面之雙方，位在 XYZ 三次元假想空間之 XY 平面上的方式進行配置，

(ii) 以前者之最小平方平面的光罩基板或其製造中間體之最表面相當區域的中心，與後者之最小平方平面的處理基板之最表面相當區域的中心，雙方都位於原點的方

式配置，

(iii) 2 個最表面相當區域之 4 個角之各個，以在相位偏移膜之除去前後對應的方式，對準 2 個最表面相當區域的對角線方向而重疊配置。

參照圖面說明此操作的話，如圖 1 (A) 所示，將光罩基板或其製造中間體之最表面的座標群 101 及其最小平方平面 102，以及如圖 1 (B) 所示地，將處理基板之最表面的座標群 201 及其最小平方平面 202，如圖 1 (C) 所示地配置於 XYZ 三次元虛擬空間內。此外，最小平方平面 102 及最小平方平面 202，均被配置於 XY 平面上，兩者成爲位於同一平面上。此外，最小平方平面 102 之光罩基板或其製造中間體之最表面相當區域 102a 的中心，與最小平方平面 202 之處理基板之最表面相當區域 202a 的中心雙方，係以位於 XYZ 座標的原點的方式被配置（亦即，最小平方平面 102 及最小平方平面 202 係被配置於 $Z = 0$ 之 XY 平面）。進而，最表面相當區域 102a 之 4 個角與最表面相當區域 202a 之 4 個角，以在相位偏移膜之除去前後對應的方式（相同角與相同角對應的方式），對準 2 個最表面相當區域的對角線方向而重疊配置。

其次，如圖 1 (C) 所示，於被配置的座標資料的範圍內，針對在光罩基板或其製造中間體的最表面之座標及處理基板的最表面的座標之 X 值與 Y 值一致的座標對之各個，求出由光罩基板或其製造中間體的最表面之 Z 值 (Z_1) 至處理基板最表面的 Z 值 (Z_2) 之差 ($Z_1 - Z_2$)。在

此場合， $Z_1 > Z_2$ 時，差（ $Z_1 - Z_2$ ）為正（+）， $Z_1 < Z_2$ 時，差（ $Z_1 - Z_2$ ）為負（-）。

接著，把 Z 值之差（ $Z_1 - Z_2$ ）的最大值的絕對值與最小值的絕對值之和作為曲率變化量。

152mm（6 英吋）正方形之光罩基板或其製造中間體的場合，如此進行而得到的曲率變化量在 50nm 以下的話，可以得到供形成最小線寬幅為 25nm 程度的圖案之用的雙圖案化曝光所可以使用的具有裕度的加工精度。

此外，即使是其他大小的光罩基板或其製造中間體，曲率變化量的容許量，比例於光罩基板或其製造中間體的大小，曲率變化量之值若在（ $50 \text{ (nm)} / L / 152 \text{ (mm)}$ ）以下（其中，L 表示透明基板的長邊的長度（mm）），可以得到高的加工精度。

更簡易的，是可以將座標資料，於光罩基板的最表面與處理基板的最表面之雙方，簡易地算出表面的最小平方表面，以各最表面之中心為中心的半徑 R（mm）之圓上的點 3 點以上之座標為對象，由該 3 點以上之座標與前述中心點求出最小平方平面後，與前述同樣評估曲率變化量。在此場合，把供製作供使用於形成最小線寬幅為 25nm 程度的圖案之用的雙重圖案化曝光之用的光罩之光罩基板的合格基準，使顯示前述曲率變化量之值，成為

【數學式1】

$$50 \text{ (nm)} / 2R / \left(152 \text{ (mm)} \times \sqrt{2} \right)$$

以下，而可以與前述同樣確保光罩具有的位置精度之

高可信賴性。

前述檢查方法，也適用於製品的批次檢查，或光罩基板的製造步驟之製造條件的最佳化。

例如，適用於在光罩用基板形成相位偏移膜，進而，作為對相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，製造特定之複數枚以特定之一條件成膜的相位偏移膜，以特定之一條件進行了基板形狀調整處理後的光罩基板，針對由此複數枚之光罩基板取樣的的光罩基板，藉由本發明之檢查方法，評估光罩基板或其製造中間體之基板形狀調整處理後的相位偏移膜的應力導致之相位偏移膜除去前後的曲率的變化，根據所得到的曲率的變化量，判定複數枚之光罩基板或其製造中間體是否為良品之製品的批次檢查。

此外，亦適用於在光罩用基板形成相位偏移膜，進而，作為對相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，準備對具有以特定之一條件成膜的相位偏移膜的基板之該相位偏移膜，分別照射相異的照射能量之高能射線而得的 2 個以上之光罩基板或其製造中間體，藉由本發明之檢查方法，評估分別之光罩基板或其製造中間體之基板形狀調整處理後的相位偏移膜的應力導致之相位偏移膜除去前後的曲率的變化，比較由分別的光罩基板或其製造中間體所得的曲率的變化量，決定曲率的變化量少的高能射線的照射能量，進而，於光罩用基板形成相位偏移膜，進而以前述方法所決定的照射

能量，實施對相位偏移膜照射高能射線之基板形狀調整處理而製造光罩基板或光罩基板製造中間體。

爲了使用如前所述之高能射線的照射，獲得相位偏移膜的應力非常小，亦即相位偏移膜除去後之曲率變化量非常小的基板，最好是以最適照射量照射高能射線。在較佳的照射量周邊的封閉區間，照射能量與曲率變化量之關係可以直線（一次）地近似。

亦即，爲了使用特定的製造條件使成膜的相位偏移膜的應力爲 0 所必要的高能射線的照射量，可以藉由從具有進行至少 2 點之能量的高能射線照射的相位偏移膜的基板除去相位偏移膜，而藉由一次近似分別的曲率變化量與照射能量而推定出來。此外，藉由使用此高能射線的最適照射量的推定方法，可以獲得容易具有使真正應力趨近於 0 的相位偏移膜的光罩基板或光罩基板製造中間體。

[實施例]

以下，顯示實施例，具體說明本發明，但本發明並不受下列實施例的限制。

[第 1 實施例]

（具有半色調相位偏移膜的光罩基板之製造）

準備 4 枚邊長 152mm 的四方形合成石英製光罩用基板，於其上，使用以 MoSi 與 Si 爲靶材，使用氫氣、氮氣與氧氣爲濺鍍氣體之濺鍍法，形成膜厚 76nm 之 MoSiON

膜 (Mo : Si : O : N = 1 : 4 : 1 : 4 (原子比)) 。

(形狀調整)

對形成前述 MoSiON 膜之 4 枚光罩基板，使用照射寬幅 0.1 ~ 10 毫秒之氙氣閃光燈，將 4 點之不同的能量照射至分別的光罩基板。又，於以下，能量係使用規格化值來表示，分別之值係以施加 3175V 時之能量為 1 的場合之值。

(基板形狀調整後的表面形狀比較)

半色調相位偏移膜形成前的基板，與進行了供調整形狀之用的高能量賦予的光罩基板之表面形狀係以曲率 (ΔTIR) 變化量 (ΔTIR) 來進行比較。此曲率變化量 (ΔTIR) ，係以如下的方式求出。

使用光學表面形狀測定裝置 (Tropel 公司製造之 UltraFlat) 測定在半色調相位偏移膜成膜後進行了閃光燈照射之分別的光罩基板的表面形狀，而得到表面形狀的資料 (座標) 。接著，以形成了預先測定的分別的半色調相位偏移膜之前的基板的表面形狀之資料，以及前述 (1) ~ (5) 之方法進行評估，求出曲率變化量 (ΔTIR) 。又， ΔTIR 係把正側設為拉伸應力側之變形。照射量與相對於使用分別的光罩基板之光罩用基板之相位偏移膜成膜前的表面形狀之照射後的光罩基板的表面形狀所具有的曲率變化量 (ΔTIR) 顯示於圖 2 。

(相位偏移膜之除去)

由具有以前述不同的能量照射閃光燈泡而進行形狀調整的相位偏移膜之光罩基板，藉由使用氟系蝕刻氣體之乾蝕刻，以下列的乾蝕刻條件除去相位偏移膜。

RF1(RIE) :	CW54V
RF2(ICP) :	CW325W
Pressure :	5mTorr
SF ₆ :	18sccm
O ₂ :	45sccm

(相位偏移膜除去後之表面形狀比較)

使用光學表面形狀測定裝置 (Tropel 公司製造之 UltraFlat) ，測定以前述之乾蝕刻除去相位偏移膜而得的處理基板的表面得到表面形狀的數據。以與前述同樣的方法比較此表面形狀，與在前述之半色調相位偏移膜形成後進行閃光燈泡照射之分別的光罩基板的表面形狀，求出其曲率變化量 (ΔTIR) 。此曲率變化量顯示於圖 2 。

如圖 2 所示，進行高能射線照射而完全回到相位偏移膜形成前的基板形狀的點，可以藉由圖中數據點的外插，而推定係照射能量約在 1.108 之照射。但是，從藉由基板形狀調整後的相位偏移膜的除去所產生的 ΔTIR 之值，可知除去以前述照射能量進行能量照射之相位偏移膜的話，在相位偏移膜除去前後，表面形狀會有所改變。

此外，由圖中的圖點，顯示除去相位偏移膜時之 ΔTIR ，在與照射能射線之照射量之間可取 1 次之近似，在照射大約 1.017 之能量的場合，推測照射閃光燈之膜的應力成爲零。

【圖式簡單說明】

圖 1 係說明於被形成相位偏移膜的光罩基板或其製造中間體與相位偏移膜被除去的處理基板，供評估在相位偏移膜之除去前後的表面形狀的變化之用的方法的說明圖。

圖 2 係第 1 實施例所得到的曲率變化量 (ΔTIR) 之圖。

【主要元件符號說明】

101：光罩基板或其製造中間體之最表面的座標群

102：光罩基板或其製造中間體之最表面的最小平方平面

201：處理基板之最表面的座標群

202：處理基板之最表面的最小平方平面

102a，202a：最表面相當區域

七、申請專利範圍：

1. 一種檢查方法，係光罩基板或其製造中間體之檢查方法，其特徵為：

針對於光罩用基板形成相位偏移膜，進而對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，

測定基板形狀調整處理後的光罩基板或其製造中間體之表面形狀，進而由前述光罩基板或其製造中間體除去相位偏移膜，測定被除去相位偏移膜的處理基板之表面形狀，

藉由比較前述各個的表面形狀，來評估前述基板形狀調整處理後的相位偏移膜之應力所導致的相位偏移膜除去前後之曲率的變化。

2. 如申請專利範圍第 1 項之檢查方法，其中前述高能射線係閃光燈光。

3. 一種檢查方法，係光罩基板或其製造中間體之檢查方法，其特徵為：

製造特定之複數枚於光罩用基板形成相位偏移膜，進而作為對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，以特定之一條件成膜的相位偏移膜，以特定之一條件進行基板形狀調整處理後的光罩基板，

針對由該複數枚之光罩基板取樣的的光罩基板，藉由如申請專利範圍第 1 或 2 項記載之檢查方法，評估光罩基

板或其製造中間體之前述基板形狀調整處理後的相位偏移膜的應力導致之相位偏移膜除去前後的曲率的變化，根據所得到的曲率的變化量，判定前述複數枚之光罩基板或其製造中間體是否為良品。

4. 一種決定方法，係基板形狀調整用之高能射線之照射能量之決定方法，其特徵為：

作為於光罩用基板形成相位偏移膜，進而對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理而得的光罩基板或其製造中間體，準備對具有以特定之一條件成膜的相位偏移膜的基板之該相位偏移膜，分別照射相異的照射能量之高能射線而得的 2 個以上之光罩基板或其製造中間體，

藉由如申請專利範圍第 1 或 2 項記載之檢查方法，評估分別之光罩基板或其製造中間體之前述基板形狀調整處理後的相位偏移膜的應力導致之相位偏移膜除去前後的曲率的變化，比較由分別的光罩基板或其製造中間體所得的曲率的變化量，決定前述曲率的變化量少的前述高能射線的照射能量。

5. 一種光罩基板之製造方法，係包含於光罩用基板形成相位偏移膜，進而實施對該相位偏移膜進行照射高能射線的基板形狀調整處理的步驟之光罩基板之製造方法，其特徵為：

以藉由如申請專利範圍第 4 項所記載的方法所決定的照射能量，來實施前述基板形狀調整處理。

圖 1

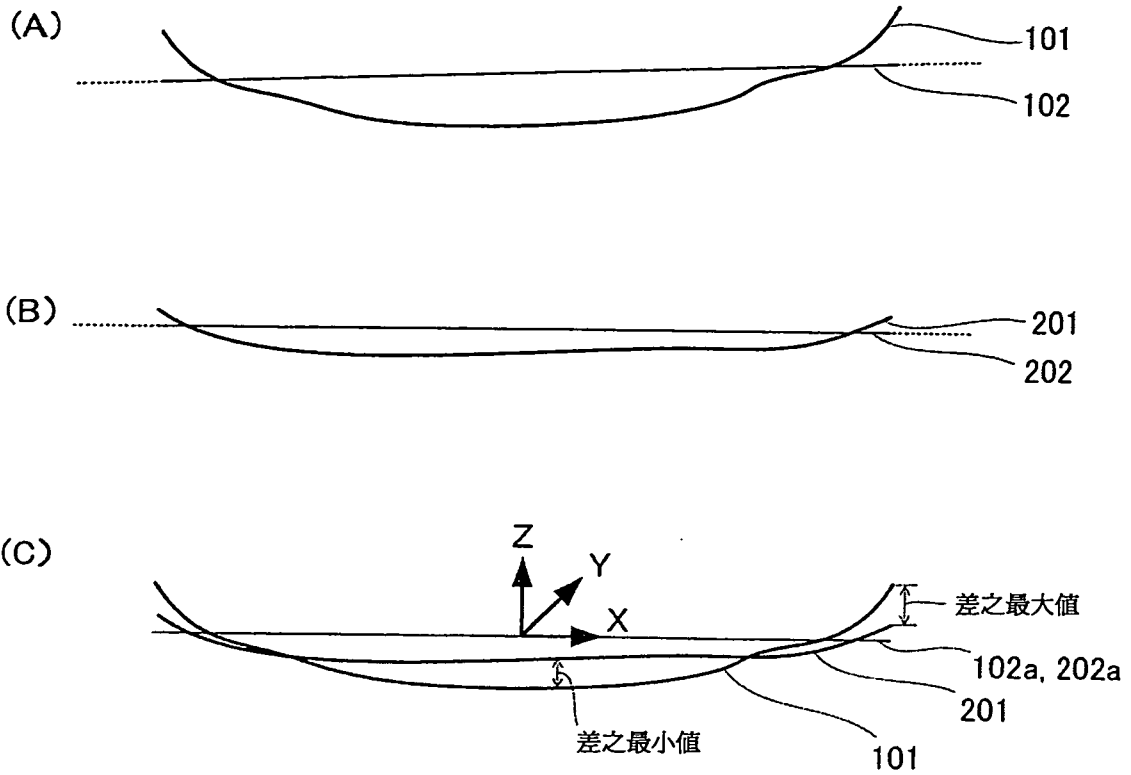


圖 2

