



(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 202514247 A

(43)公開日：中華民國 114 (2025) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：113120801

(22)申請日：中華民國 113 (2024) 年 06 月 05 日

(51)Int. Cl. : G03F1/24 (2012.01)

G03F1/54 (2012.01)

(30)優先權：2023/06/06 日本

2023-092797

(71)申請人：日商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：櫻井敬佑 SAKURAI, KEISUKE (JP)

(74)代理人：林志剛

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：13 項 圖式數：6 共 94 頁

(54)名稱

反射型光罩基底及反射型光罩之製造方法

(57)摘要

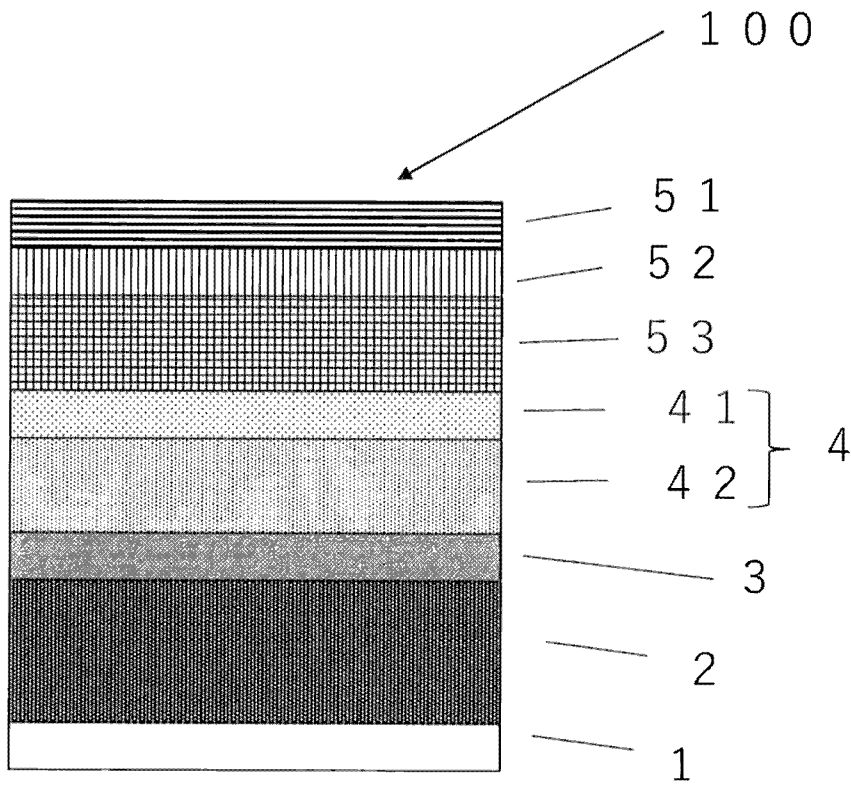
[解決手段] 一種反射型光罩基底，具備：基板；多層反射膜，其將為極紫外區光的曝光光進行反射；保護膜，其用於保護多層反射膜；光吸收膜，其吸收曝光光；以及硬遮罩，其和光吸收膜相接而形成；光吸收膜為包含含有氧的光吸收膜的氧化層及及光吸收膜的多層，硬遮罩為包含第 1 層、第 2 層的多層，第 2 層，為包含含有氧的第 2 層之上方硬遮罩層(2A)層及下方硬遮罩層(2B)的多層。

[功效] 可薄化抗蝕劑膜的厚度，可減低抗蝕劑圖案的縱橫比(深寬比)，良好地形成線寬為 20nm 左右的輔助圖案，於反射型光罩的轉印圖案，獲得高的解析度。

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1:基板
- 2:多層反射膜
- 3:保護膜
- 4:光吸收膜
- 41:光吸收膜的氧化膜層
- 42:光吸收膜的吸收層
- 51:第 1 層
- 52:第 2 層之上方硬遮罩層 A
- 53:第 2 層之下方硬遮罩層 B
- 100:反射型光罩基底



【圖 1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

反射型光罩基底及反射型光罩之製造方法

【中文】

〔解決手段〕一種反射型光罩基底，具備：基板；多層反射膜，其將為極紫外區光的曝光光進行反射；保護膜，其用於保護多層反射膜；光吸收膜，其吸收曝光光；以及硬遮罩，其和光吸收膜相接而形成；光吸收膜為包含含有氧的光吸收膜的氧化層及及光吸收膜的多層，硬遮罩為包含第1層、第2層的多層，第2層，為包含含有氧的第2層之上方硬遮罩層(2A)層及下方硬遮罩層(2B)的多層。

〔功效〕可薄化抗蝕劑膜的厚度，可減低抗蝕劑圖案的縱橫比(深寬比)，良好地形成線寬為20nm左右的輔助圖案，於反射型光罩的轉印圖案，獲得高的解析度。

【指定代表圖】圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

1:基板

2:多層反射膜

3:保護膜

4:光吸收膜

41:光吸收膜的氧化膜層

42:光吸收膜的吸收層

51:第 1 層

52:第 2 層之上方硬遮罩層 A

53:第 2 層的下方硬遮罩層 B

100:反射型光罩基底

【特徵化學式】無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

反射型光罩基底及反射型光罩之製造方法

【技術領域】

【0001】本發明，有關在半導體裝置等的製造所使用的反射型光罩之製造方法，以及有關作為反射型光罩的素材而用於其製造的反射型光罩基底。

【先前技術】

【0002】隨半導體裝置的微細化，尤其因大型積體電路的高積體化，於投影曝光方面要求高的圖案解析度。於是，於光罩方面，作為使轉印圖案的解析度提升的手法，開發出相移遮罩。相移法的原理，為以通過了光罩的相移膜的開口部的透射光的相位相對於通過了和開口部鄰接的相移膜的部份的情況下的透射光的相位反轉約180度的方式進行調整，使得在開口部與和開口部鄰接的部份的邊界部，透射光發生干涉而光強度降低，作為其結果，轉印圖案的解析度及焦點深度提升者；使用了此原理的光罩，總稱為相移遮罩。

【0003】使用於相移遮罩的製造的作為相移遮罩的素材的相移遮罩基底，最一般為以下構造者：在玻璃基板等透明基板上，積層了相移膜，在相移膜上積層了以含有鉻(Cr)的材料而形成的膜。相移膜，通常主流為下者：相對

於曝光光，相位差為175～185度，透射率為6～30%左右，以含有矽(Si)的膜而形成，尤其以含有鉬(Mo)與矽(Si)的材料而形成。此外，以含有鉻的材料而形成的膜，一般而言，被和相移膜一起調整為成為期望的光學濃度的厚度，使以含有鉻的材料而形成的膜，作為遮光膜，同時作為在對相移膜進行蝕刻之際的硬遮罩層。

【0004】作為從在透明基板上依序形成以含矽的材料而形成的相移膜與以含鉻的材料而形成的遮光膜的相移遮罩基底並將相移膜進行圖案化而製造相移遮罩的方法，具體而言，一般為如以下的方法。首先，在相移遮罩基底的以含有鉻的材料而形成的遮光膜上形成抗蝕劑膜，在此抗蝕劑膜，利用光或電子束而描繪圖案，進行顯影，形成抗蝕劑圖案。接著，使抗蝕劑圖案作為蝕刻遮罩，將以含有鉻的材料而形成的遮光膜，利用氯系氣體進行蝕刻，形成遮光膜的圖案。再者，使遮光膜的圖案作為蝕刻遮罩，將以含有矽的材料而形成的相移膜，利用氟系氣體進行蝕刻，形成相移膜的圖案，之後除去抗蝕劑圖案，將遮光膜的圖案，使用氯系氣體進行蝕刻而除去。

【0005】此情況下，進行以下：在比相移膜的形成有圖案(電路圖案)的部分靠外側使遮光膜殘存，使相移遮罩的外周緣部，為將相移膜與遮光膜進行合計時的光學濃度為3以上的遮光部(遮光圖案)。此目的在於防止：在使用晶圓曝光裝置將電路圖案轉印於晶圓之際，曝光光從相移遮罩的外周緣部洩漏，從位於比電路圖案靠外側的部分，

照射於晶圓的鄰接的晶片上的抗蝕劑膜。在形成如此的遮光圖案的方法方面，一般為以下的方法：形成相移膜的圖案，除去抗蝕劑圖案後，新形成抗蝕劑膜，利用圖案描繪、顯影，形成在相移遮罩的外周緣部殘留了抗蝕劑膜的抗蝕劑圖案，使此抗蝕劑圖案作為蝕刻遮罩，將以含有鉻的材料而形成的膜進行蝕刻，殘留相移遮罩的外周緣部的遮光膜。

【0006】在要求高精度的圖案形成的相移遮罩方面，蝕刻，主流為使用了氣體電漿的乾式蝕刻。於以含有鉻的材料而形成的膜的乾式蝕刻，採用使用了氯系氣體的乾式蝕刻(氯系乾式蝕刻)；於含有矽的膜、含有鋁與矽的膜等的乾式蝕刻，採用使用了氟系氣體的乾式蝕刻(氟系乾式蝕刻)。尤其，在以含有鉻的材料而形成的膜的乾式蝕刻，已知利用使蝕刻氣體為對於氯氣(Cl_2 氣體)混合了10~25體積%的氧氣(O_2 氣體)的蝕刻氣體，使得化學的反應性會變高，蝕刻速度會提升。

【0007】伴隨電路圖案的微細化，對於相移遮罩的電路圖案，亦需要微細地形成的技術。尤其，輔助相移遮罩的主圖案的解析度的線圖案的輔助圖案，在使用晶圓曝光裝置將電路圖案轉印於晶圓之際，需要為了不被轉印於晶圓而形成為比主圖案小。在晶圓上的電路的線與間隔(line and space)圖案的半間距為10nm的世代的相移遮罩，相移遮罩上的電路的線圖案的輔助圖案的線寬，需要為40nm左右。

【0008】可形成微細的圖案的化學增強型抗蝕劑，由基質樹脂、酸產生劑、界面活性劑等所成，可應用利用曝光而產生的酸作用為觸媒的多數個反應，故可高感度化，利用化學增強型抗蝕劑，從而可形成線寬為 $0.1\mu\text{m}$ 以下的微細的相移膜的圖案等遮罩圖案。抗蝕劑，以抗蝕劑塗布機，利用旋轉塗布而塗布於光罩基底上。

【0009】使用於尖端產品的相移遮罩基底的抗蝕劑膜的厚度，為 $100\sim 150\text{nm}$ 。於相移遮罩形成更微細的輔助圖案為困難的理由在於：在以含有鉻的材料而形成的遮光膜上所形成的供以形成輔助圖案用的抗蝕劑圖案的縱橫比(深寬比)高，故在抗蝕劑圖案形成的顯影程序，因顯影劑導致的衝擊或沖洗程序時的純水導致的衝擊而倒毀。

【0010】於是，為了減小顯影劑導致的衝擊或純水導致的衝擊的影響，考慮減低抗蝕劑圖案的縱橫比(深寬比)。該情況下，變成使抗蝕劑膜變薄。然而，使抗蝕劑膜變薄的情況下，抗蝕劑膜在以含有鉻的材料而形成的遮光膜的乾式蝕刻中消失時，使得在以含有鉻的材料而形成的遮光膜形成針孔缺陷，在使以含有鉻的材料而形成的遮光膜為蝕刻遮罩而將相移膜進行乾式蝕刻之際，相移膜的蝕刻時的電漿通過針孔而到達於相移膜，使得亦在相移膜形成針孔缺陷，無法製造正常的相移遮罩。

【0011】於是，為了解決此問題，變成在以含有鉻的材料而形成的遮光膜上，進一步設置以不含有鉻而含矽的材料而形成的硬遮罩層。此情況下，以不含有鉻而含矽的

材料而形成的硬遮罩層，為厚度為5～15nm的薄膜，形成於硬遮罩層上的抗蝕劑層的厚度，變薄為80～110nm。

【0012】在將以含有鉻的材料而形成的遮光膜利用含氧的氯系氣體而進行乾式蝕刻之際，除以含有鉻的材料而形成的遮光膜消失的清除時間以外，需要進行清除時間的100～300%的過蝕刻。此原因在於：含氧的氯系乾式蝕刻，為化學成分為主導的各向同性蝕刻，以含有鉻的材料而形成的遮光膜的圖案，在和相移膜的邊界部，蝕刻變不充分，變裙擺形狀，期望的圖案寬未被穩定地形成。

【0013】此外，由於為化學成分為主導的各向同性蝕刻，故含氧的氯系電漿，相對於基板移動於垂直方向與水平方向，對以含有鉻的材料而形成的遮光膜的圖案帶來側蝕刻，要使為圖案線寬的CD(Critical dimension：臨界尺寸)在遮罩整面為均勻，需要在遮罩整面獲得同等之側蝕刻量。為了達成該目的，需要直到側蝕刻量引起飽和而穩定為止的長時間的乾式蝕刻。

【0014】另一方面，在將以含有矽的材料而形成的相移膜使用氟系氣體進行乾式蝕刻之際，追加於以含有矽的材料而形成的相移膜消失的清除時間，進行清除時間的最大20%左右的過蝕刻(例如，1～6秒的短的過蝕刻)，利用乾式蝕刻，將和相移膜相接的透明基板亦稍微蝕刻，將相位差相對於曝光光調整為175～185度。此情況下，一般為以下的方法：以含有矽的材料而形成的相移膜，將初始的相位差設定為175～179度，以過蝕刻，挖入透明基板，從

而作為期望的相位差，亦即作為 $175 \sim 185$ 度。

【0015】在氟系乾式蝕刻，過蝕刻可為短時間，原因在於；氟系乾式蝕刻，為物理成分為主導的異向性蝕刻，以含有矽的材料而形成的相移膜的圖案，在和基板的邊界部，不會成為裙擺形狀；此外，氟系電漿，相對於基板面移動於垂直方向，作用為蝕刻遮罩的以含有鉻的材料而形成的遮光膜的CD，被忠實地再現，故不需要長時間的過蝕刻。

【0016】氟系乾式蝕刻，為物理成分為主導的異向性蝕刻，故抗蝕劑的消失量，一般而言，比含氧的氯系乾式蝕刻多。為此，在供於形成以含矽的材料而形成的硬遮罩層的圖案用的抗蝕劑膜方面，需要適合的厚度。然而，以含矽的材料而形成的硬遮罩層，作用為在將以含有鉻的材料而形成的遮光膜利用氯系氣體進行乾式蝕刻之際的蝕刻遮罩，對於氯系氣體具有充分的抗蝕刻性，故可使以含矽的材料而形成的硬遮罩層變薄；以含矽的材料而形成的硬遮罩層為薄時，相對於硬遮罩層之氟系乾式蝕刻之時間變短，其結果，形成以含矽的材料而形成的硬遮罩層的圖案所需的抗蝕劑膜亦可變薄。基於如此的理由，使用以含矽的材料而形成的硬遮罩層，使得可將用於硬遮罩層的蝕刻的抗蝕劑膜薄膜化，亦即可將一開始用於相移遮罩基底的抗蝕劑膜薄膜化。並且，將抗蝕劑膜薄膜化，使得抗蝕劑圖案的縱橫比(深寬比)變低，故抗蝕劑圖案形成的顯影程序中的塗布顯影劑之際的物理性的衝擊，或沖洗程序時的

塗佈純水之際的物理性的衝擊的影響變小，可形成良好的輔助圖案，可實現轉印圖案高的解析度。

【0017】作為從在透明基板上依序形成以含矽的材料而形成的相移膜、以含鉻的材料而形成的遮光膜以及以含矽的材料而形成的硬遮罩層的相移遮罩基底將相移膜圖案化而製造相移遮罩的方法方面，具體而言，一般為如以下的方法。首先，在硬遮罩層上形成抗蝕劑膜，在此抗蝕劑膜，利用光或電子束而描繪圖案，進行顯影，形成抗蝕劑圖案。接著，將抗蝕劑圖案作為蝕刻遮罩，將以含有矽的材料而形成的硬遮罩層，使用氟系氣體進行乾式蝕刻，形成硬遮罩層的圖案，之後除去抗蝕劑圖案。接著，使硬遮罩層的圖案作為蝕刻遮罩，將以含有鉻的材料而形成的遮光膜，使用氯系氣體進行乾式蝕刻，形成遮光膜的圖案。再者，使遮光膜的圖案作為蝕刻遮罩，將以含矽的材料而形成的相移膜，使用氟系氣體進行乾式蝕刻，形成相移膜圖案，同時除去硬遮罩層的圖案，之後將遮光膜的圖案，使用氯系氣體進行蝕刻而除去。

【0018】再者，投影曝光方面近年所來求的更高的圖案解析度，即使為相移遮罩，仍逐漸變得無法獲得期望的圖案解析度。於是，開始採用在曝光光方面使用了極紫外區光的EUV光刻。

【0019】極紫外區光，相對於所有物質容易被吸收，無法使用歷來的如使用了ArF準分子雷射光的微影的透射型微影。為此，在EUV微影，使用反射光學系統。在EUV

微影所使用的極紫外區光的波長，為13～14nm，歷來的ArF準分子雷射光的波長為193nm，故比起使用了歷來的ArF準分子雷射光的微影，曝光波長短，可予以轉印光罩上的更微細的圖案。

【0020】在EUV微影所使用的光罩，一般而言，具有一構造，該構造，為在玻璃基板等基板上依序形成有將極紫外區光反射的反射膜、供於保護反射膜用的保護膜以及吸收極紫外區光的光吸收膜者。反射膜方面，使用以下的多層反射膜：將低折射率層與高折射率層交替進行積層，使得極紫外區光被照射於反射膜的表面之際的反射率提高。一般而言，多層反射膜的低折射率層方面，使用鉬(Mo)層，高折射率層方面，使用矽(Si)層。保護膜方面，通常使用鈦(Ru)膜。另一方面，光吸收膜方面，使用相對於EUV光之吸收係數高的材料，具體而言，例如使用含有鉻(Cr)、鉭(Ta)等作為主成分的材料。

【0021】從在基板上依序形成有將極紫外區光進行反射的反射膜、供於保護反射膜用的保護膜以及吸收極紫外區光的光吸收膜的反射型光罩基底將光吸收膜進行圖案化而製造反射型光罩的方法方面，具體而言，一般為如以下的方法。首先，在光吸收膜上形成抗蝕劑膜，在此抗蝕劑膜，利用光或電子束而描繪圖案，進行顯影，形成抗蝕劑圖案。接著，形成光吸收膜的圖案，之後除去抗蝕劑圖案。

【0022】在EUV微影需要的反射型光罩，輔助主圖案

的解析度的線圖案及空間圖案的輔助圖案，伴隨主圖案的微細化，變更小，輔助圖案的線寬，需要減低至30nm左右，尤其25nm左右。為此，比起相移遮罩基底，在反射型光罩基底，需要進一步的抗蝕劑膜的薄膜化。

【0023】於反射型光罩，要將線圖案及空間圖案的輔助圖案形成為30nm左右，尤其25nm左右，需要將抗蝕劑膜的厚度作成為80nm以下。

【0024】再者，在EUV微影，為了在晶圓上製造更微細的圖案，使用使曝光機的數值孔徑NA為從0.33至0.55的光學系統。

【0025】該情況下，於反射型光罩，輔助主圖案的解析度的線圖案及空間圖案的輔助圖案，伴隨主圖案的微細化，變更小，輔助圖案的線寬，需要減低至25nm左右，尤其20nm左右。為此，在具有開口率0.55的曝光機所使用的反射型光罩基底，需要進一步的抗蝕劑膜的薄膜化。此外，不僅抗蝕劑膜的薄膜化，需要減低因乾式蝕刻程序中的微小線圖案的消失導致的解析度不良化。

【0026】例如，從含有鉬作為主成分的光吸收膜使抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩而以氟系乾式蝕刻形成光吸收膜的圖案(電路圖案)的情況下，氟系乾式蝕刻，為物理成分為主導的異向性蝕刻，相對於抗蝕劑圖案之蝕刻率相對上快，故抗蝕劑圖案過薄時，在對於光吸收膜之乾式蝕刻中，抗蝕劑圖案消失，使得在光吸收膜形成針孔缺陷，無法製造正常的反射型光罩。

【0027】要防止此針孔缺陷，需要增厚抗蝕劑膜。然而，抗蝕劑膜越厚，供於形成更微細的輔助圖案用的抗蝕劑圖案的縱橫比(深寬比)變高，故於抗蝕劑圖案形成的顯影程序，顯影劑導致的衝擊或沖洗程序時的純水導致的衝擊致使發生倒毀，使得無法獲得期望的解析度。

【0028】例如，於國際公開第2012/105508號(專利文獻1)，記載一種EUV微影用反射型遮罩基底，在基板上，依序形成有將EUV光進行反射的層、將EUV光進行吸收的吸收層以及硬遮罩層。已記載：此情況下，使吸收層，為以鉭(Ta)及鈀(Pd)之中至少一方為主成分的層，使硬遮罩層，為含有鉻(Cr)、含有氮(N)或氧(O)以及含有氫(H)，且Cr及N或Cr及O的合計含有率為85~99.9at%、H的含有率為0.1~15at%的層，使得硬遮罩層的表面粗糙度變小，吸收層的蝕刻條件中的蝕刻選擇比變充分高，且結晶狀態成為非晶質，可使表面粗糙度為充分小；據此，硬遮罩層的圖案、再者使用硬遮罩層的圖案而形成的吸收層的圖案的線邊緣粗糙度不會變大，可獲得高解析度的圖案。

【0029】此外，於國際公開第2012/105508號(專利文獻1)，關於在EUV微影用反射型遮罩基底進行圖案形成的順序，記載如以下。首先，在EUV遮罩基底的硬遮罩層上形成抗蝕劑膜，使用電子束微影機，在抗蝕劑膜進行圖案形成。接著，使被進行了圖案形成的抗蝕劑膜作為遮罩，實施利用氯系氣體程序所為的蝕刻，在硬遮罩層進行圖案形成。接著，使被進行了圖案形成的硬遮罩層作為遮罩，

實施利用氟系氣體程序所為的蝕刻，在吸收層進行圖案形成。接著，實施利用氯系氣體程序所為的蝕刻，除去硬遮罩層。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0030】

[專利文獻1] 國際公開第2012/105508號

【發明內容】

【0031】[發明所欲解決之課題]

在記載於國際公開第2012/105508號(專利文獻1)的方法，例如使CrNH膜或CrOH膜為硬遮罩層，使含有鉍的膜為吸收層，利用氟系乾式蝕刻將吸收層進行圖案化。此情況下，以含有鉻的材料而形成的膜(CrNH膜及CrOH膜)，對於氟系乾式蝕刻之耐性高，故蝕刻率慢，含有鉍作為主成分的膜，對於氟系乾式蝕刻之耐性低，故蝕刻率快，故可使硬遮罩層變薄。另一方面，含有鉍的膜，雖利用氯系乾式蝕刻進行圖案化，惟硬遮罩層變薄時，乾式蝕刻中的抗蝕劑膜的減少量亦變少，故可使形成於硬遮罩層上的抗蝕劑膜變薄。其結果，抗蝕劑圖案的縱橫比(深寬比)變低，抗蝕劑圖案形成的顯影程序中的顯影劑導致的衝擊或沖洗程序時的純水導致的衝擊的影響變小，因而可利用硬遮罩層而形成良好的輔助圖案。

【0032】然而，如前述，在將以含有鉻的材料而形成的硬遮罩層使用含氧的氯系氣體而進行乾式蝕刻之際，除含有鉻的材料而形成的硬遮罩層消失的清除時間以外，需要進行清除時間的100～300%的過蝕刻，該情況下，無法使抗蝕劑膜的厚度為80nm以下。

此外，一般而言，以含有鉻的材料而形成的膜，對於不含有氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻具有耐性，能以含有氧的氯系乾式蝕刻進行除去。為此，將光吸收膜進行了圖案化後，將以含有鉻的材料而形成的硬遮罩層，使用含氧的氯系氣體以乾式蝕刻進行剝膜之際，變成供於保護前述多層反射膜用的保護膜曝於氧與氯電漿。一般使用於保護膜的鈦系材料，對於含氧的氯系乾式蝕刻，耐性低，具有在將以含有鉻的材料而形成的硬遮罩層進行剝膜之期間消失的可能性，使用了含氧的氯系氣體的乾式蝕刻程序的程序容許度變窄。此外，由於含氧的氯系乾式蝕刻，使得保護膜的膜厚減少的情況下，由於因之後的洗淨程序(硫酸洗淨)導致的保護膜的減少，使得反射多層膜發生曝露，隨著反射多層膜發生損傷，存在反射率性能降低的危險性。

【0033】此外，以含有鉻的材料而形成的硬遮罩層，在使用含氧的氯系氣體進行乾式蝕刻而進行圖案化之際，容易發生側蝕刻，微小的線圖案容易消失，作為結果，使線圖案的解析度不良化。

【0034】本發明，係為了解決前述課題而創作者，第

1目的在於在從在基板上具備將為極紫外區光的曝光光進行反射的多層反射膜、具備供於保護多層反射膜用的保護膜以及具備將曝光光進行吸收的光吸收膜的反射型光罩基底製造反射型光罩之際，提供一種反射型光罩基底，可良好地形成線寬為25nm左右、尤其20nm左右的輔助圖案，具體而言，提供一種反射型光罩基底，即使抗蝕劑膜為薄，例如即使為厚度為60nm以下的抗蝕劑膜，仍可良好地形成線寬為25nm左右、尤其20nm左右的輔助圖案，且在所有的乾式蝕刻程序結束後可使保護膜的膜厚的減少為最小限度。再者，本發明，第2目的在於提供一種方法，從如此的反射型光罩基底製造反射型光罩基底。

[解決問題之技術手段]

【0035】如前述般，在歷來的反射型光罩基底，存在如下問題：在厚度為60nm以下的抗蝕劑膜，在乾式蝕刻後未殘留抗蝕劑膜，無法良好地形成微細的輔助圖案。

【0036】於是，本發明人，為了解決前述課題而銳意反覆進行了檢討的結果，發現作為如以下從而可解決前述的課題因而創作了本發明：

在具備將為極紫外區光的曝光光進行反射的多層反射膜、供於保護多層反射膜用的保護膜以及吸收曝光光的光吸收膜的反射型光罩基底的光吸收膜上，和光吸收膜相接而設置作為在將光吸收膜利用乾式蝕刻進行圖案形成之際的硬遮罩而發揮功能的第1層及第2層；

光吸收膜，為包含含有氧的光吸收膜的氧化膜層及即使含有氧仍些許的吸收層的多層；光吸收膜的氧膜層，以對氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成；光吸收膜的吸收層，以對含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性且能以不含氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻而除去的材料而形成；

第1層，以對氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成；第2層，為包含設於從基板分離之側之含有氧的第2層之上方硬遮罩層2A及第2層的下方硬遮罩層2B的多層；第2層之上方硬遮罩層2A，以對氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻而除去的材料而形成；第2層的下方硬遮罩層2B，以對含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性且能以不含氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成；將第1層與第2層之上方硬遮罩層2A進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間的合計，比將光吸收膜的氧化膜層與光吸收膜的吸收層的厚度1/2以相同的氟系乾式蝕刻條件進行了蝕刻時的蝕刻清除時間的合計短。

【0037】因此，本發明，提供以下的反射型光罩基底及反射型光罩之製造方法。

[概念1] 一種反射型光罩基底，

可具備：

基板；

多層反射膜，其形成於前述基板上，將為極紫外區光

的曝光光進行反射；

形成於前述多層反射膜上之供於保護前述多層反射膜用的保護膜；

光吸收膜，其形成於前述保護膜上，吸收前述曝光光；以及

硬遮罩膜，其設於前述光吸收膜上；

前述光吸收膜，以包含吸收層與設於從前述基板分離之側的含有氧的氧化層的多層而構成，

前述光吸收膜的氧化層，以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成，

前述光吸收膜的吸收層，以對於含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性，且能以不含氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成，

前述硬遮罩膜，由第2層，或由包含第2層與在從第2層的基板分離之側所形成的第1層的多層膜所成，

包含前述第1層的情況下，前述第1層，以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成，

前述第2層，以包含設於從基板分離之側的含有氧的第2層之上方硬遮罩層2A及下方硬遮罩層2B的多層而構成，

前述第2層之上方硬遮罩層2A，以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成，

前述第2層的下方硬遮罩層2B，以對於含氧的氯系乾

式蝕刻具有耐性且能以不含氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻進行除去的材料而構成，

不含前述第1層的情況下，將前述第2層之上方硬遮罩層2A以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，比將前述光吸收膜的吸收層的厚度的 $1/2$ 以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間短，

含前述第1層的情況下，將前述第1層以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，和將前述第2層之上方硬遮罩層2A以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間的合計，比將前述光吸收膜的氧化層以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，和將前述光吸收膜的吸收層的厚度的 $1/2$ 以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間的合計短。

[概念2] 於如概念1之反射型光罩基底，其中，

前述硬遮罩膜可包含前述第1層，

將前述光吸收膜的吸收層及前述第1層以前述一條件進行了氟系乾式蝕刻時的相對於前述光吸收膜的吸收層的蝕刻率之前述第1層的蝕刻率的比率，可為0.4以上2.0以下。

[概念3] 於如概念1或2之反射型光罩基底，其中，

將前述光吸收膜的吸收層及前述第2層的下方硬遮罩層2B以前述一條件進行了氟系乾式蝕刻時的相對於前述光吸收膜的吸收層的蝕刻率之前述第2層的下方硬遮罩層2B的蝕刻率的比率，可為0.7以上1.3以下。

[概念4] 於如概念1至3中任一者之反射型光罩基底，其中，

將前述光吸收膜的吸收層及前述第2層的下方硬遮罩層2B以前述一條件進行了不含氧的氯系乾式蝕刻時的相對於前述光吸收膜的吸收層的蝕刻率之前述第2層的下方硬遮罩層2B的蝕刻率的比率，可為0.7以上1.3以下。

[概念5] 於如概念1至4中任一者之反射型光罩基底，其中，

前述硬遮罩膜可包含前述第1層，

前述第1層，能以含有矽且不含有鉻的材料而形成。

[概念6] 於如概念1至5中任一者之反射型光罩基底，其中，

前述第2層之上方硬遮罩層2A及第2層的下方硬遮罩層2B，能以含有鉬的材料而構成。

[概念7] 於如概念1至6中任一者之反射型光罩基底，其中，

前述硬遮罩膜包含前述第1層，

前述第1層的厚度，可為2nm以上12nm以下。

[概念8] 於如概念1至7中任一者之反射型光罩基底，其中，

合計了前述第2層之上方硬遮罩層2A及第2層的下方硬遮罩層2B的厚度，可為8nm以上30nm以下。

[概念9] 於如概念1至8中任一者之反射型光罩基底，其中，

前述硬遮罩膜可包含前述第1層，

前述第1層的厚度，和前述光吸收膜的氧化層的厚度與前述光吸收膜的吸收層的厚度的合計的差，可為30nm以上。

[概念10] 於如概念1至9中任一者之反射型光罩基底，其中，

前述光吸收膜的氧化層及光吸收膜的吸收層，能以含有鉮的材料而形成。

[概念11] 一種製造反射型光罩的方法，從如概念1至10中任一項的反射型光罩基底，製造具備前述光吸收膜的氧化層圖案與前述光吸收膜的吸收層圖案的反射型光罩，可包含：

(A)和前述第1層的從前述基板分離之側相接而形成抗蝕劑膜的程序；

(B)將前述抗蝕膜進行圖案化而形成抗蝕層圖案之程序；

(C)使前述抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，將前述第1層及第2層之上方硬遮罩層2A利用使用了氟系氣體下的乾式蝕刻而同時進行圖案化，同時形成第1層圖案與第2層之上方硬遮罩層圖案的程序；

(D)除去前述抗蝕層圖案之程序；

(E)使前述第1層圖案與第2層之上方硬遮罩層圖案為蝕刻遮罩，將前述第2層的下方硬遮罩層2B，利用使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，形成第2層的

下方硬遮罩層圖案的程序；

(F)使前述第1層圖案、前述第2層之上方硬遮罩層圖案及前述第2層的下方硬遮罩層圖案為蝕刻遮罩，將前述光吸收膜的氧化層及前述光吸收膜的吸收層的一部分，利用使用了氟系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，形成光吸收膜的氧化層圖案及光吸收膜的吸收層圖案的一部分，同時將前述第1層圖案、前述第2層之上方硬遮罩層圖案及前述第2層的下方硬遮罩層圖案的一部分同時除去的程序；以及

(G)使前述第2層的下方硬遮罩層圖案的一部分為蝕刻遮罩，將前述光吸收膜的吸收層利用使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，同時將前述第2層的下方硬遮罩層圖案的一部分除去的程序。

[概念 12] 於如概念 11 之反射型光罩之製造方法，其中，

前述抗蝕劑膜的厚度，可為 70nm 以下

[概念 13] 於如概念 11 或 12 之反射型光罩之製造方法，其中，

前述光吸收膜的圖案，可包含寬為 20nm 以下的線圖案。

[對照先前技術之功效]

【0038】依本發明時，可良好地形成微細的輔助圖案。

【0039】依本發明的一態樣時，可使抗蝕劑膜的厚度

變薄，可減低抗蝕劑圖案的縱橫比(深寬比)，可良好地形成線寬為25nm左右、尤其20nm左右的輔助圖案。

一般而言，使用以含有鉻的材料而構成的硬遮罩層的情況下，需要進行含氧的氯系乾式蝕刻。含氧的氯系乾式蝕刻，化學成分為主導的各向同性蝕刻成分大，對鉻圖案之側壁造成側蝕刻，圖案折斷而在蝕刻中使圖案消失發生。

另一方面，在本發明，作為一例，可對第2層的下方硬遮罩層2B使用不含氧的氯系乾式蝕刻，故比起含氧的氯系乾式蝕刻，各向同性蝕刻成分小，在第2層的下方硬遮罩層2B之側壁不會使側蝕刻發生，不會引起蝕刻中的圖案消失。為此，從反射型光罩基底所製造的反射型光罩的轉印圖案中，獲得高的解析度。此處，第2層的下方硬遮罩層2B，為不含鉻的材料。

此外，可在從反射型光罩基底製造反射型光罩之際，可在和進行光吸收膜的吸收層的圖案化同時除去第2層的下方硬遮罩層圖案之際，進行不含氧的氯系乾式蝕刻，可減低對於保護膜的損傷。其結果，獲得程序容許度寬且具備了高的抗洗淨性的反射型光罩。

【圖式簡單說明】

【0040】

[圖1]為針對本發明的反射型光罩基底的第1態樣的一例進行繪示的截面圖。

[圖 2]為針對本發明的反射型光罩基底的第2態樣的一例進行繪示的截面圖。

[圖 3]為針對本發明的反射型光罩的一例進行繪示的截面圖。

[圖 4A]為供於針對從本發明的第1樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 4B]為供於針對接著圖 4A之從本發明的第1樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 4C]為供於針對接著圖 4B之從本發明的第1樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 4D]為供於針對接著圖 4C之從本發明的第1樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 4E]為供於針對接著圖 4D之從本發明的第1樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 4F]為供於針對接著圖 4E之從本發明的第1樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 4G]為供於針對接著圖 4F之從本發明的第1樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 5]為針對本發明的反射型光罩基底的第3態樣的一例進行繪示的截面圖。

[圖 6A]為供於針對從本發明的第3態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 6B]為供於針對接著圖 6A之從本發明的第3態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 6C]為供於針對接著圖 6B之從本發明的第3態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 6D]為供於針對接著圖 6C之從本發明的第3態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 6E]為供於針對接著圖 6D之從本發明的第3態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 6F]為供於針對接著圖 6E之從本發明的第3態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

[圖 6G]為供於針對接著圖 6F之從本發明的第3態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。

【實施方式】

【0041】以下，針對本發明進一步詳細進行說明。

本發明的反射型光罩基底，可具有：基板；多層反射膜，其形成於基板上，將為極紫外區光的曝光光進行反射；形成於多層反射膜上之供於保護多層反射膜用的保護膜；光吸收膜，其形成於保護膜上，將為極紫外區光的曝光光進行吸收；以及在光吸收膜上和光吸收膜相接而形成並作為在將光吸收膜利用乾式蝕刻進行圖案形成之際的硬遮罩而發揮功能的第1層、第2層之上方硬遮罩層2A以及第2層的下方硬遮罩層2B。硬遮罩，可為以包含設於從基板最分離之側的第1層與第2層的多層而構成的膜(積層膜)。第2層，可在表層具有含有氧的上方硬遮罩層2A。此外，光吸收膜，可在表層含有氧的氧化膜。

依本發明的別的態樣下的反射型光罩基底，可具有：基板；多層反射膜，其形成於基板上，將為極紫外區光的曝光光進行反射；形成於多層反射膜上之供於保護多層反射膜用的保護膜；光吸收膜，其形成於保護膜上，將為極紫外區光的曝光光進行吸收；以及不含在光吸收膜上和光吸收膜相接而形成並作為在將光吸收膜利用乾式蝕刻進行圖案形成之際的硬遮罩而發揮功能的上述第1層，具有第2層之上方硬遮罩層2A與第2層的下方硬遮罩層2B。硬遮罩的第2層，可為以多層而構成的膜(積層膜)。第2層，可在表層具有含有氧的上方硬遮罩層2A。此外，光吸收膜，可在表層含有氧的氧化膜。

【0042】本發明的反射型光罩基底，亦可進一步具備

抗蝕劑膜。

【0043】從反射型光罩基底，例如可獲得一種反射型光罩，具備：基板；多層反射膜，其形成於基板上，將為極紫外區光的曝光光進行反射；保護膜，其形成多層反射膜上，用於保護多層反射膜；以及光吸收膜的圖案(電路圖案或光罩圖案)，其形成於保護膜上，將為極紫外區光的曝光光進行吸收。

【0044】以下，針對本發明的反射型光罩基底及反射型光罩的構造，參照圖式進行說明。於圖式的說明，針對相同的構成要素，有時標注相同的參考符號而省略說明。此外，圖式有時方便上放大而顯示，各構成要素的尺寸比率等，未必和實際相同。

【0045】圖1，為針對本發明的反射型光罩基底的第1態樣的一例進行繪示的截面圖。此反射型光罩基底100，具有：基板1；多層反射膜2，其在基板1上和基板1相接而形成，將為極紫外區光之曝光光進行反射；保護膜3，其在多層反射膜2上和保護膜3相接而形成，用於保護多層反射膜2；光吸收膜4，其在保護膜3上和保護膜3相接而形成，吸收曝光光；以及第1層51、第2層之上方硬遮罩層2A(在以下亦稱為「上方硬遮罩層52」)及第2層的下方硬遮罩層2B(在以下亦稱為「下方硬遮罩層53」)，其在光吸收膜4上和光吸收膜4相接而形成，作為在對光吸收膜4利用乾式蝕刻而進行圖案形成之際的硬遮罩而發揮功能。

光吸收膜4，亦具有：光吸收膜的氧化膜層41，其具

備於從基板分離之側；以及光吸收膜的吸收層42，其用於吸收光。

將上述態樣換言之時，此反射型光罩基底100方面，從基板1側，依序積層：多層反射膜2；保護膜3；光吸收膜的吸收層42；光吸收膜的氧化膜層41；第2層的下方硬遮罩層53；第2層之上方硬遮罩層52；以及第1層51。

【0046】圖2，為針對本發明的反射型光罩基底的第2態樣的一例進行繪示的截面圖。此反射型光罩基底100，具有：基板1；多層反射膜2，其在基板1上和基板1相接而形成，將為極紫外區光之曝光光進行反射；保護膜3，其在多層反射膜2上和多層反射膜2相接而形成，用於保護多層反射膜2；光吸收膜4，其在保護膜3上和保護膜3相接而形成，吸收曝光光；以及第1層51、第2層之上方硬遮罩層52及第2層的下方硬遮罩層53，其在光吸收膜4上和光吸收膜4相接而形成，作為在對光吸收膜4利用乾式蝕刻而進行圖案形成之際的硬遮罩而發揮功能。再者，在第1層51上設有抗蝕劑膜6。光吸收膜4，以具備於從基板分離之側的光吸收膜的氧化膜層41，以及以用於吸收光的光吸收膜的吸收層42而構成。

將上述態樣換言之時，此反射型光罩基底100方面，從基板1側，依序積層：多層反射膜2；保護膜3；光吸收膜的吸收層42；光吸收膜的氧化膜層41；第2層的下方硬遮罩層53；第2層之上方硬遮罩層52；第1層51；以及抗蝕劑膜6。

【0047】圖3，為針對本發明的反射型光罩200的一例進行繪示的截面圖。此反射型光罩，具有：基板1；多層反射膜2，其在基板1上和基板1相接而形成，將為極紫外區光的曝光光進行反射；保護膜3，其在多層反射膜2上和多層反射膜2相接而形成，用於保護多層反射膜；光吸收膜圖案(電路圖案或光罩圖案)4a，其在保護膜3上和保護膜3相接而形成，吸收曝光光；光吸收膜圖案4a以光吸收膜的氧化膜層圖案41a及光吸收膜的吸收層圖案42a而構成。換言之，於此反射型光罩200，從基板1側，依序積層：多層反射膜2、保護膜3及光吸收膜圖案4a。光吸收膜圖案4a，以光吸收膜的氧化膜層圖案41a與光吸收膜的吸收層圖案42a而構成。

【0048】圖5，為針對本發明的反射型光罩基底的第3態樣的一例進行繪示的截面圖。此反射型光罩基底100，具備：基板1；多層反射膜2，其在基板1上和基板1相接而形成，將為極紫外區光之曝光光進行反射；保護膜3，其在多層反射膜2上和多層反射膜2相接而形成，用於保護多層反射膜2；光吸收膜4，其在保護膜3上和保護膜3相接而形成，吸收曝光光；以及第2層之上方硬遮罩層52及第2層的下方硬遮罩層53，其在光吸收膜4上和光吸收膜4相接而形成，作為在對光吸收膜4利用乾式蝕刻而進行圖案形成之際的硬遮罩而發揮功能。此情況下，光吸收膜4，以具備於從基板分離之側的光吸收膜的氧化膜層41，以及以用於吸收光的光吸收膜的吸收層42而構成。

換言之時，此反射型光罩基底100方面，從基板1側，依序積層：多層反射膜2；保護膜3；光吸收膜的吸收層42；光吸收膜的氧化膜層41；第2層的下方硬遮罩層53；第2層之上方硬遮罩層52；以及抗蝕劑膜6。

【0049】

[基板]

基板的種類、尺寸方面無特別限制，反射型光罩基底及反射型光罩的基板，於曝光波長方面，可為透明，亦可非透明。基板方面，例如，可使用石英基板等玻璃基板。此外，基板方面，例如於SEMI標準所界定的6吋見方、厚度0.25吋的稱為6025基板的基板為適。6025基板，在使用了SI單位制的情況下，一般而言記載為152mm見方、厚度6.35mm的基板。此外，反射型遮罩，在保持於曝光裝置的遮罩台上之際，反射型遮罩被利用靜電吸盤而固定。為此，於基板的背面(和形成多層反射膜等的表面為相反面)，亦可為了促進利用靜電吸盤所為的基板的固定而形成有背面膜。

【0050】

[多層反射膜]

多層反射膜，為將為極紫外區光的曝光光進行反射之膜。多層反射膜，優選上，和基板相接而形成。此極紫外區光，稱為EUV光，EUV光的波長為13～14nm，EUV光，為通常波長為13.5nm左右的光。構成多層反射膜的材料，優選為以下的材料：對於使用了氯系氣體(例如，僅Cl₂氣

體，或 Cl_2 氣體與 O_2 氣體的混合氣體)下的乾式蝕刻(氯系乾式蝕刻)具有耐性，且能以使用了氟系氣體(例如， CF_4 氣體或 SF_6 氣體)下的乾式蝕刻(氟系乾式蝕刻)進行除去。構成多層反射膜的材料方面，具體而言舉例如鉬(Mo)、矽(Si)等。多層反射膜方面，一般而言使用鉬(Mo)層與矽(Si)層被交替地積層了20～60層左右的積層膜(Si/Mo積層膜)。多層反射膜的厚度，優選為200nm以上，尤其220nm以上，優選為340nm以下，尤其280nm以下。鉬(Mo)層的厚度，優選為1nm以上，尤其2nm以上，優選為5nm以下，尤其4nm以下。矽(Si)層的厚度，優選為2nm以上，尤其3nm以上，優選為6nm以下，尤其5nm以下。

【0051】

[保護膜]

保護膜，為用於保護多層反射膜的膜。保護膜，優選為和多層反射膜相接而形成。保護膜，例如為了在往反射型光罩的加工中的洗淨、反射型光罩的修正等中保護多層反射膜而設。此外，保護膜，優選為具有蝕刻光吸收膜而圖案化時的多層反射膜的保護、防止多層反射膜的氧化的功能者。構成保護膜的材料，優選為抗蝕刻性和光吸收膜不同的材料，具體而言，優選為對於氯系乾式蝕刻具有耐性的材料，對於含硫酸的洗淨、含鹼性的洗淨具有耐性的材料。構成保護膜的材料方面，具體而言，舉例如含有鈦(Ru)的材料。保護膜，亦可為了對於氯系乾式蝕刻、含氧的氯系乾式蝕刻、含硫酸的洗淨及含鹼性的洗淨具有耐

性，為含有從Mo、Nb、Zr、Y、B、Ti及La等所選的1種類以上的鈮化合物。

保護膜，可為單層膜，亦可為多層膜(例如，以2～4層而構成的膜)，此外亦可為具有傾斜組成的膜。保護膜的厚度，1nm以上為優選，此外20nm以下為優選。

【0052】

[光吸收膜的吸收層]

光吸收膜，以光吸收膜的氧化層及光吸收膜的吸收層而構成，光吸收膜的吸收層，為將為極紫外區光的曝光光進行吸收的膜。光吸收膜的吸收層，優選上，和保護膜相接而形成。光吸收膜的吸收層，對於含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性，能以不含氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻進行除去的材料為優選。光吸收膜的吸收層，以含有鉭(Ta)的材料而形成為優選。光吸收膜的吸收層，作為含有鉭的材料，具體而言，舉例如含有從鉭單質(Ta)、鉭(Ta)、氮(N)、硼(B)等所選的1種以上的鉭化合物。作為如此的化合物，舉例如由鉭所成的材料(Ta)、由鉭與氮所成的材料(TaN)、由鉭與硼所成的材料(TaB)、由鉭、氮及硼所成的材料(TaNB)。此外，於鉭化合物，亦可含有微量的氧(O)。光吸收膜，可為單層膜，亦可為多層膜(例如，以2～4層而構成的膜)，此外亦可為具有傾斜組成的膜。光吸收膜的吸收層的厚度，優選為30nm以上，尤其40nm以上，特別50nm以上，優選為100nm以下，尤其80nm以下，特別74nm以下。

【 0053 】**[光吸收膜的氧化層]**

光吸收膜的氧化層，為降低光反射率的膜。光吸收膜的氧化層，優選上，和光吸收膜的吸收層相接而形成。

光吸收膜的氧化層，優選為以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成。光吸收膜的氧化層，以含有鉭(Ta)與氧(O)的材料而形成為優選。

含有鉭與氧的材料，亦可為含有從氮(N)、硼(B)等所選的材料的鉭化合物。作為如此的化合物，舉例如，由鉭與氧所成的材料(TaO)、由鉭、氧及氮所成的材料(TaON)、由鉭、氧及硼所成的材料(TaOB)、由鉭、氧、氮及硼所成的材料(TaONB)。可為單層膜，亦可為多層膜(例如，以2~4層而構成的膜)，此外亦可為具有傾斜組成的膜。光吸收膜的氧化層的厚度，為了降低光反射率，優選為1nm以上，尤其2nm以上，優選為10nm以下，特別5nm以下。

【 0054 】 光吸收膜的吸收層，要能以不含氧的氯系乾式蝕刻進行除去，優選為含氧率為5%以下，尤優選為3%以下。

光吸收膜的氧化層，要對於不含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性，優選為含氧率為15%以上，尤優選為18%以上。

【 0055 】 光吸收膜的氧化層41，為作用為將光吸收膜的吸收層42在不含氧的氯系乾式蝕刻中的蝕刻遮罩(硬遮罩)的層(圖6G參照)，將光吸收膜的吸收層42以一條件(既

定的相同條件)進行了不含氧的氯系乾式蝕刻時的相對於光吸收膜的氧化層41的蝕刻率(nm/秒)之光吸收膜的吸收層42的蝕刻率(nm/秒)的比率，優選為45以上，尤其70以上。作為如此的蝕刻率(nm/秒)的比率，使得在使用不含氧的氯系乾式蝕刻而使第2層的下方硬遮罩層圖案及光吸收膜的氧化膜層圖案為硬遮罩而形成光吸收膜的吸收層圖案之際(圖6G參照)，在第2層的下方硬遮罩層圖案消失後，光吸收膜的氧化膜層圖案的蝕刻率慢，使得可對於光吸收膜的吸收層圖案進行長的過蝕刻，可改善CD的穩定性。此外，此使得程序容許度增加，從而可使用更多的乾式蝕刻條件。

【0056】

[硬遮罩]

本發明的硬遮罩，以多層而構成，該多層，包含：第1層，其設於從基板最分離之側；以及第2層，其設於從基板最分離之側以外。硬遮罩，不限於以2層而構成者，以3層以上而構成亦可，例如亦可為以3層、4層或5層而構成者。於3層、4層或5層，可使用以抗洗淨性強的材料而構成的膜，或以和抗蝕劑的密接性高的材料而構成的膜。第2層，優選為設於最靠近基板之側。

【0057】硬遮罩的第1層，以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成。利用如此的乾式蝕刻特性，第1層，作用為第2層、光吸收膜的氧化膜層、光吸收膜的吸收層的蝕刻中的蝕刻遮罩。第1層

的材料方面，含有矽(Si)且不含有鉻(Cr)的材料為適。

【0058】另一方面，硬遮罩的第2層，以第2層之上方硬遮罩層2A與第2層之下方硬遮罩層2B而構成。第2層之上方硬遮罩層2A，以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成。第2層之下方硬遮罩層2B，以對於含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性且能以不含氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成。此外，第2層之上方硬遮罩層2A，作用為光吸收膜的吸收層的不含氧的氯系乾式蝕刻中的蝕刻遮罩。第2層之上方硬遮罩層2A，優選為以含有鉭(Ta)與氧(O)的材料而形成。含有鉭與氧的材料，亦可為含有從氮(N)、硼(B)等所選的材料的鉭化合物。作為如此的化合物，舉例如，由鉭與氧所成的材料(TaO)、由鉭、氧及氮所成的材料(TaON)、由鉭、氧及硼所成的材料(TaOB)、由鉭、氧、氮及硼所成的材料(TaONB)。可為單層膜，亦可為多層膜(例如，以2~4層而構成的膜)，此外亦可為具有傾斜組成的膜。

第2層之上方硬遮罩層2A，優選為以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成。

第2層之下方硬遮罩層2B，優選為和第2層之上方硬遮罩層2A相接而形成。

第2層之下方硬遮罩層2B，優選為以含有鉭(Ta)的材料而形成。

作為含有鉭的材料，具體而言，舉例如含有從鉭單質

(Ta)、鉭 (Ta)、氮 (N)、硼 (B)等所選的 1 種以上的鉭化合物。作為如此的化合物，舉例如由鉭所成的材料 (Ta)、由鉭與氮所成的材料 (Ta_N)、由鉭與硼所成的材料 (Ta_B)、由鉭、氮及硼所成的材料 (Ta_{NB})。可為單層膜，亦可為多層膜 (例如，以 2～4 層而構成的膜)，此外亦可為具有傾斜組成的膜。

第 2 層的下方硬遮罩層 2B，優選為以對於含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性且能以不含氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成。

【 0059 】

[第 1 層]

第 1 層，為和抗蝕劑膜接觸之層。此外，第 1 層，為作用為將第 2 層的下方硬遮罩層 2B 在不含氧的氯系乾式蝕刻中的蝕刻遮罩 (硬遮罩) 的膜。

第 1 層，優選為以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成。

【 0060 】 第 1 層的材料，除矽以外，亦可含有從氧 (O)、氮 (N) 及碳 (C) 所選的 1 種以上，尤優選為由從矽、氧、氮及碳所選的 1 種以上所成的材料。第 1 層的材料包含矽以外的元素的情況下，矽含有率不足 100 原子%，優選為 80 原子% 以下，尤其 60 原子% 以下。矽含有率較低時，第 1 層的氟系乾式蝕刻中的蝕刻率 (蝕刻速度) 較高。另一方面，矽含有率的下限，通常 20 原子% 以上，優選為 30 原子% 以上。

【0061】第1層的材料，含有氮為優選，尤其由矽與氮所成的氮化矽(SiN)為適。第1層的材料含有氮的情況下，矽含有率，優選為20原子%以上，尤其30原子%以上，此外優選為80原子%以下，尤其60原子%以下。另一方面，含氮率，優選為80原子%以下，尤其55原子%以下。含氮率的下限雖未特別限定，惟優選為20原子%以上，尤其30原子%以上。

【0062】第1層的材料，優選為含有氧，尤其由矽與氧所成的氧化矽(SiO)為適。第1層的材料含有氧的情況下，矽含有率，優選為20原子%以上，尤其30原子%以上，此外優選為80原子%以下，尤其60原子%以下。另一方面，含氧率，優選為20原子%以上，尤其25原子%以上，此外優選為80原子%以下，尤其68原子%以下。

【0063】第1層的材料，優選為和氧一起含有氮，尤其由矽、氧及氮所成的氮氧化矽(SiON)為適。矽含有率，優選為20原子%以上，尤其30原子%以上，此外優選為不足80原子%，尤其60原子%以下。另一方面，含氧率，優選為比0原子%大，不足80原子%，尤其68原子%以下。另一方面，含氮率，優選為比0原子%大，不足80原子%，尤其55原子%以下。

【0064】第1層，雖被使和第1層相接而形成的抗蝕劑圖案作為蝕刻遮罩並利用氟系乾式蝕刻而圖案化，惟越薄則蝕刻時間越短，故第1層的厚度，優選為12nm以下，特別10nm以下。另一方面，過薄時，失去作為第2層的下方

硬遮罩層2B的蝕刻中的蝕刻遮罩的功能，此外第1層的缺陷檢查的感度降低，故第1層的厚度，優選為2nm以上，尤其4nm以上。

【0065】含有矽且不含有鉻的材料，對於第2層的下方硬遮罩層2B的不含氧的氟系乾式蝕刻具有耐性，第1層圖案，作用為第2層的下方硬遮罩層2B的不含氧的氟系乾式蝕刻中的蝕刻遮罩。再者，第1層能以不需要長時間的過蝕刻的氟系乾式蝕刻進行蝕刻，故可使在第1層的蝕刻所使用的抗蝕劑膜的厚度變薄。尤其，和矽一起含有氧且不含有鉻的材料，優選上以前述的含有率含有各個元素的材料，較優選上為含氧率相對上高的組成的材料，和抗蝕劑膜的密接性高，此外比起含有鉻的材料，難在硫酸與過氧化氫水的混合液、氟添加水等發生溶解，可穩定保持缺陷檢查等所需的光學特性。此外，和矽一起含有氧且不含有鉻的材料，優選上以前述的含有率含有各個元素的材料，較優選上為含氧率相對上高的組成的材料，比起含有鉍的材料，表面的狀態化學上穩定，在製作抗蝕劑圖案之際，CD的穩定性提升。

根據如此的理由，使蝕刻遮罩膜的從基板最分離之側為如此的第1層，使得即使為微細的輔助圖案等線圖案，仍難因抗蝕劑圖案形成的顯影程序中的顯影劑導致的衝擊或沖洗程序時的純水導致的衝擊而倒毀，可形成良好的抗蝕劑圖案，可穩定獲得高的解析度。

【0066】另外，第1層的材料、第2層之上方硬遮罩層

2A的材料、第2層的下方硬遮罩層2B的材料，為能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料，故第1層圖案、第2層之上方硬遮罩層圖案及第2層的下方硬遮罩層圖案，在形成光吸收膜的氧化層圖案及光吸收膜的吸收層圖案之際的氟系乾式蝕刻中，可和光吸收膜的吸收層圖案的形成同時進行除去。

尤其，要在形成光吸收膜的氧化層圖案及光吸收膜的吸收層圖案之際的氟系乾式蝕刻中，和光吸收膜的氧化層圖案及光吸收膜的吸收層圖案的形成同時地，將第1層圖案的整體、第2層之上方硬遮罩層圖案的整體及第2層的下方硬遮罩層圖案的厚度方向的一部分進行除去，將第1層及第2層之上方硬遮罩層2A以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的合計的蝕刻清除時間，比光吸收膜的氧化層及光吸收膜的吸收層的厚度的 $1/2$ (和第1層及第2層之上方硬遮罩層2A的氟系乾式蝕刻相同的條件)的合計的蝕刻清除時間短為有益。

【0067】此外，不含有第1層時，要在形成光吸收膜的氧化層圖案及光吸收膜的吸收層圖案之際的氟系乾式蝕刻中，和光吸收膜的氧化層圖案及光吸收膜的吸收層圖案的形成同時地，將第2層之上方硬遮罩層圖案的整體進行除去，將第2層之上方硬遮罩層2A以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，比光吸收膜的氧化層及光吸收膜的吸收層的厚度的 $1/2$ (和第2層之上方硬遮罩層2A的氟系乾式蝕刻同條件)的蝕刻清除時間短為有益。

【0068】此外，將光吸收膜的吸收層及第1層以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的相對於光吸收膜的吸收層的蝕刻率(nm/秒)之第1層的蝕刻率(nm/秒)的比率，優選為0.4以上，尤其0.7以上，此外優選為2.0以下，尤其1.2以下。再者，第1層的厚度，以及前述光吸收膜的氧化層的厚度與前述光吸收膜的吸收層的厚度的合計的差，優選為30nm以上，尤其40nm以上，特別44nm以上。

【0069】此外，將光吸收膜的吸收層及第2層的下方硬遮罩層2B以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的相對於光吸收膜的吸收層的蝕刻率(nm/秒)之第2層的下方硬遮罩層2B的蝕刻率(nm/秒)的比率，優選為0.7以上，尤其0.8以上，此外優選為1.3以下，尤其1.2以下。

【0070】此外，將光吸收膜的吸收層及第2層的下方硬遮罩層2B以一條件進行了不含氧的氯系乾式蝕刻時的相對於光吸收膜的吸收層的蝕刻率(nm/秒)之第2層的下方硬遮罩層2B的蝕刻率的比率，優選為0.7以上，尤其0.8以上，此外優選為1.3以下，尤其1.2以下。

【0071】

[第2層]

第2層，以第2層之上方硬遮罩層2A、第2層的下方硬遮罩層2B而構成，第2層之上方硬遮罩層2A係為了使以含有具有化學活性的鉍的材料而構成的第2層的表層穩定化而發揮功能之層，且第2層的下方硬遮罩層2B，為作用為光吸收膜的不含氧的氯系乾式蝕刻中的蝕刻遮罩(硬遮罩)

之層。

【0072】第2層的厚度(第2層之上方硬遮罩層2A的厚度與第2層的下方硬遮罩層2B的厚度的合計)，過薄時，失去作為光吸收膜的蝕刻中的蝕刻遮罩的功能，此外第2層的缺陷檢查的感度降低，故優選為8nm以上，尤其10nm以上，此外為了縮短蝕刻的清除時間，優選為30nm以下，尤其20nm以下。

含有鉍的材料，可利用不含氧的氟系乾式蝕刻而除去。不含氧的氟系乾式蝕刻，比起含氧的氟系乾式蝕刻，側蝕刻難進入圖案之側壁，圖案形狀相對於基板成為垂直。大的側蝕刻進入於線圖案的情況下，由於從兩側之側蝕刻，相對於圖案的垂直方向之中心附近的尺寸，相對於圖案的垂直方向上的上側、下側等變小，乾式蝕刻中圖案容易折彎，結果使解析度不良化。

此外，含有鉍的材料，能以氟系乾式蝕刻進行除去，含有氧的以鉍而形成第2層之上方硬遮罩層2A，在將光吸收膜的氧化層及光吸收膜的吸收層的一部分以氟系乾式蝕刻進行蝕刻之際，同時被除去。此外，含有鉍的第2層的下方硬遮罩層2B的一部分，在將光吸收膜的吸收層的一部分以氟系乾式蝕刻進行蝕刻之際，被同時除去。

之後，將殘留的光吸收膜的吸收層進行不含氧的氟系乾式蝕刻，從而形成光吸收膜的吸收層圖案，同時上述殘留的第2層的下方硬遮罩層2B的一部分被除去。光吸收膜的氧化層具備含有氧的氧化層，故對於不含氧的氟蝕刻具

有耐性，作用為將第2層的下方硬遮罩層2B的一部分進行除去之際的蝕刻防止膜。此外，形成光吸收膜的吸收層圖案之際，進行不含氧的氯蝕刻，故對於不含氧的氯蝕刻具有耐性的保護膜，無膜厚的減少。含氧的氯系乾式蝕刻，對於鈦，反應性高，比起不含氧的氯系乾式蝕刻，蝕刻速度快，故將保護膜以含氧的氯系乾式蝕刻長時間進行了蝕刻之際，完全除去保護膜，失去保護膜的功能。

基於如此的理由，在蝕刻遮罩膜，和第1層一起設置第2層之上方硬遮罩層2A及第2層的下方硬遮罩層2B，從而可獲得高的解析度，且可保持保護膜的膜厚。

此外，為了獲得上述效果，第2層之上方硬遮罩層2A，優選為含有鉬、氧及氮的氮氧化鉬，且第2層的下方硬遮罩層2B優選為含有鉬及氮的氮化鉬。

第2層的下方硬遮罩層2B，要能以不含氧的氯系乾式蝕刻進行除去，含氧率優選為5%以下，尤其3%以下。

第2層之上方硬遮罩層2A，要對於不含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性，含氧率優選為15%以上，尤優選為18%以上。

此外，第2層之上方硬遮罩層2A，為使第2層的下方硬遮罩層2B作用為不含氧的氯系乾式蝕刻中的蝕刻遮罩(硬遮罩)之層，將第2層的下方硬遮罩層2B以一條件進行了不含氧的氯系乾式蝕刻時的相對於第2層之上方硬遮罩層2A的蝕刻率(nm/秒)之第2層的下方硬遮罩層2B的蝕刻率(nm/秒)的比率，優選為45以上，尤其70以上。

作成為如此的蝕刻率(nm/秒)的比率，使得如以圖 6E 所示，使用不含氧的氯系乾式蝕刻而使第 2 層之上方硬遮罩層圖案為硬遮罩而形成第 2 層的下方硬遮罩層圖案之際，第 2 層之上方硬遮罩層圖案的蝕刻率慢，從而可對於第 2 層的下方硬遮罩層圖案進行長時間的過蝕刻，可改善 CD 的穩定性。此外，此使得程序容許度增加，從而可使用更多的乾式蝕刻條件。

【0073】另外，第 2 層的下方硬遮罩層 2B，為能以不含氧的乾式蝕刻進行除去的材料，故可在將光吸收膜的吸收層以不含氧的乾式蝕刻進行除去之際同時除去。

【0074】

[抗蝕劑膜]

抗蝕劑膜，可為以電子束進行描繪的電子束抗蝕劑膜，亦可以光進行描繪的光阻，優選為化學增強型抗蝕劑。化學增強型抗蝕劑，可為正型或負型，舉例如含有羥基苯乙烯系的樹脂、(甲基)丙烯酸系樹脂等基質樹脂，以及酸產生劑，並依所需而添加了交聯劑、淬滅劑、界面活性劑等者。

【0075】形成於本發明的第 1 層的抗蝕劑膜的厚度，可如前述般作成為薄。抗蝕劑膜的厚度，從在抗蝕劑圖案形成的顯影程序中將供於形成微細的輔助圖案用的抗蝕劑圖案作成為對於顯影劑導致的衝擊或沖洗程序時的純水導致的衝擊難倒塌的觀點而言，優選為形成為 80nm 以下，此外從良好地形成寬為 25nm 左右、尤其 20nm 左右的輔助

圖案等的線圖案的觀點而言，優選為 70nm 以下，尤其 60nm 以下。抗蝕劑膜的厚度的下限，為作用為第 1 層的蝕刻中的蝕刻遮罩的厚度，為在蝕刻後在第 1 層的圖案上的整體殘留抗蝕劑圖案的厚度即可，雖非特別限定者，惟優選為 15nm 以上，尤其 20nm 以上。

【0076】本發明的多層反射膜、保護膜、光吸收膜，以及第 1 層及第 2 層之上方硬遮罩層 2A 及第 2 層的下方硬遮罩層 2B 的形成，雖不特別限定，從控制性佳且容易形成具有既定的特性的膜的觀點而言，優選為利用濺鍍法下的形成。濺鍍方式，可應用 DC 濺鍍、RF 濺鍍等，無特別限制。

【0077】多層反射膜方面，形成鉬層與矽層的積層膜的情況下，濺鍍靶方面，可使用鉬靶與矽靶。保護膜方面，形成以含有鈮的材料而形成的膜的情況下，濺鍍靶方面，可使用鈮靶。光吸收膜方面，形成以含有鉭的材料而形成的膜的情況下，濺鍍靶方面，可使用鉭靶。形成以含有矽且不含有鉻的材料而形成的第 1 層的情況下，濺鍍靶方面，可使用矽靶。

【0078】導通於濺鍍靶的電力，依濺鍍靶的大小、冷卻效率、膜形成的控制的容易度等而酌情設定即可，一般而言，濺鍍靶的濺鍍面的按面積的電力方面，設為 50～3000W/cm² 即可。此外，濺鍍氣體方面，使用氦氣(He 氣體)、氖氣(Ne 氣體)、氬氣(Ar 氣體)等稀有氣體，僅以靶的元素而形成各個膜及含於膜的層的情況下，濺鍍氣體方面

僅使用稀有氣體即可。

【0079】以含氧、氮或碳的材料而形成各個膜及含於膜的層的情況下，濺鍍，優選為反應性濺鍍。反應性濺鍍的濺鍍氣體方面，使用氦氣(He氣體)、氖氣(Ne氣體)、氬氣(Ar氣體)等稀有氣體與反應性氣體。例如，以含氧的材料而形成的情況下，反應性氣體方面使用氧氣(O₂氣體)，形成含氮的材料的膜的情況下，反應性氣體方面使用氮氣(N₂氣體)即可。以含氮與氧雙方的材料而形成的情況下，反應性氣體方面，酌情從氧氣(O₂氣體)、氮氣(N₂氣體)及一氧化氮氣體(NO氣體)、二氧化氮氣體(NO₂氣體)、氧化亞氮氣體(N₂O氣體)等氧化氮氣體進行選擇而使用即可。以含碳的材料而形成的情況下，反應性氣體方面，使用含甲烷氣體(CH₄)、一氧化碳氣體(CO氣體)、二氧化碳氣體(CO₂氣體)等碳的氣體即可，以含氧、氮及碳的材料而形成的情況下，反應性氣體方面，例如可同時使用氧氣(O₂氣體)、氮氣(N₂氣體)及二氧化碳氣體(CO₂)。

【0080】各個膜及含於膜的層的形成時的壓力，考慮膜應力、抗藥品性、抗洗淨性等而酌情設定即可，通常設為0.01Pa以上，尤其0.03Pa以上，1Pa以下，尤其0.3Pa以下，使得抗藥品性提升。此外，各氣體流量，酌情以成為期望的組成的方式設定即可，一般而言設為0.1～100sccm即可。

【0081】於反射型光罩基底的製造過程，可在形成抗蝕劑膜前，對基板或在基板及形成在基板上的膜，實施熱

處理。熱處理的方法，可應用紅外線加熱、電阻加熱等，處理的條件，亦無特別限制。熱處理，例如可在含氧的氣體環境下實施。含氧的氣體的濃度方面，無特別限制，例如氧氣(O_2 氣體)的情況下，可採1~100體積%。熱處理的溫度，優選為 $200^{\circ}C$ 以上，尤優選為 $400^{\circ}C$ 以上。

【0082】此外，於反射型光罩基底的製造過程，可在形成抗蝕劑膜前，對形成於基板上的膜，尤其對第1層實施臭氧處理、電漿處理等，處理的條件亦無特別限制。任一個處理，皆可在使膜的表面部的氧濃度增加的目的下實施，該情況下，以成為既定的氧濃度的方式酌情調整處理條件即可。另外，以濺鍍而形成膜的情況下，亦可利用對濺鍍氣體中的稀有氣體與氧氣(O_2 氣體)、一氧化碳氣體(CO 氣體)、二氧化碳氣體(CO_2 氣體)等含氧的氣體(氧化性氣體)的比率進行調整，從而使膜的表面部的氧濃度增加。

此外，第1層可為單層膜，亦可為多層膜(例如，以2~4層而構成的膜)，此外亦可為具有傾斜組成的膜。第1層，矽的含量少且氮的含量或氧的含量多或氮與氧的含量多的情況下，利用氟系氣體下的蝕刻率變快，雖可使抗蝕劑膜的膜厚變薄，惟膜表層的表面粗糙度變小，第1層與抗蝕劑膜的密接性變差，抗蝕劑圖案的解析度會不良化。另一方面，矽的含量多，且氮的含量或氧的含量小或氮與氧的含量小的情況下，利用氟系氣體下的蝕刻率變慢，雖無法使抗蝕劑膜的膜厚變薄，惟膜表層的表面粗糙度變

大，第1層與抗蝕劑膜的密接性佳，抗蝕劑圖案的解析度提升。於是，從第1層的基板分離之側的組成，為矽的含量多，且氮的含量或氧的含量小，或氮與氧的含量小，隨著朝向基板方向，矽的含量少，氮的含量或氧的含量，或氮與氧的含量多的膜時，和抗蝕劑膜的密接性佳，可作成為蝕刻率快的膜，故為優選。

【0083】再者，於反射型光罩基底的製造過程，可在形成抗蝕劑膜前，為了除去存在於基板或形成在基板上的膜的表面上的缺陷，實施洗淨處理。洗淨方面，可使用超純水及是包含臭氧氣體、氫氣等的超純水之機能水中的一方或雙方而實施。此外，亦可在以含界面活性劑的超純水進行洗淨後，使用超純水及機能水中的一方或雙方而進一步洗淨。洗淨方面，可依所需而一邊照射超音波一邊實施，再者亦可組合UV光照射。

【0084】抗蝕劑膜的形成(抗蝕劑的塗布)的方法，不特別限定，可應用周知的手法。

【0085】接著，針對從本發明的第1樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的方法，參照圖式進行說明。從本發明的反射型光罩基底製造反射型光罩的情況下，可應用以下方法：從抗蝕劑膜形成抗蝕劑圖案，使抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，在其下的膜或層，依形成膜或層的材料而應用使用了氟系氣體下的乾式蝕刻(氟系乾式蝕刻)，或應用使用了氯系氣體下的乾式蝕刻(氯系乾式蝕刻)，形成其圖案，適時將圖案進行除去。此外，於反射型光罩的製造，

抗蝕劑膜及抗蝕劑圖案，能以硫酸過氧化氫混合液進行除去。

【0086】圖4A，為供於針對從本發明的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。首先，如示於圖4A，和從第1態樣的反射型光罩基底100的基板1分離之側相接(亦即，和第1層51相接)，形成抗蝕劑膜6(程序(A))。

【0087】接著，如示於圖4B，將抗蝕劑膜6進行圖案化，形成抗蝕劑膜圖案6a(程序(B))。

【0088】接著，如示於圖4C，使抗蝕劑圖案6a為蝕刻遮罩，將第1層51及第2層之上方硬遮罩層2A同時利用使用了氟系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，形成第1層圖案51a及第2層之上方硬遮罩層圖案52a。(程序(C))。

【0089】接著，如示於圖4D，將抗蝕劑圖案6a除去(程序(D))。

【0090】接著，如示於圖4E，以第1層圖案51a及第2層之上方硬遮罩層圖案52a為蝕刻遮罩，將第2層的下方硬遮罩層2B利用使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻進行圖案化，形成第2層的下方硬遮罩層圖案53a(程序(E))。

【0091】接著，如示於圖4F，以第1層圖案51a、第2層之上方硬遮罩層圖案52a及第2層的下方硬遮罩層圖案53a為硬遮罩，將光吸收膜的氧化層41及光吸收膜的吸收層42的一部分利用氟系乾式蝕刻進行圖案化，形成光吸收

膜的氧化層圖案41a及吸收層圖案42a。此處，光吸收膜的吸收層42未被全部蝕刻，一部分殘留(程序(F))。

此外，將光吸收膜的氧化層41及光吸收膜的吸收層42的一部分進行利用氟系乾式蝕刻下的圖案化之際，第1層圖案51a、第2層之上方硬遮罩層圖案52a及第2層的下方硬遮罩層圖案53a的一部分，被同時除去。於乾式蝕刻後，在光吸收膜圖案41a上殘留下方硬遮罩層圖案53a的一部分。

【0092】接著，如示於圖4G，以第2層的下方硬遮罩層圖案53a及光吸收膜的氧化層圖案41a為蝕刻遮罩，將在圖4F所殘留的光吸收膜的吸收層圖案42a，利用使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻而除去(程序(G))。該情況下，殘留的第2層的下方硬遮罩層圖案53a，因不含氧的氯系乾式蝕刻被同時除去。(光吸收膜的氧化膜圖案41a，對於不含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性，故作用為蝕刻防止膜)

在不含氧的氯系乾式蝕刻後，在保護膜3上，在光吸收膜的吸收層圖案42a、在其上僅殘留光吸收膜的氧化層圖案41a。

【0093】從本發明的第2態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的情況下，已形成有抗蝕劑膜，故程序(A)可省略，實施程序(B)至程序(G)即可。

【0094】利用如此的方法，使得在反射型光罩基底薄薄地例如以60nm以下的厚度而形成抗蝕劑膜，或從形成

有厚度為例如 60nm 以下的薄的抗蝕劑膜的反射型光罩基底，將光吸收膜進行圖案化，即使線寬為 25nm 以下 (25nm 或不足 25nm)，尤其 20nm 以下 (20nm 或不足 20nm)，仍可獲得形成有包含良好的輔助圖案等的線圖案的光吸收膜的圖案的反射型光罩。再者，如圖 4G 的程序，保護膜 3 曝於使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻，無損傷，膜的厚度不會減少。另外，於本發明，形成於反射型光罩的光吸收膜圖案的輔助圖案等線圖案的寬的下限，通常為 10nm 以上。

【0095】圖 5，為供於針對從本發明的第 3 樣態的反射型光罩基底製造反射型光罩的程序進行說明用的截面圖。首先，如示於圖 6A，和從第 3 態樣的反射型光罩基底 100 的基板 1 分離之側相接 (亦即，和第 2 層的上方硬遮罩層 2A 相接)，形成抗蝕劑膜 6 (程序 (A))。

【0096】接著，如示於圖 6B，將抗蝕劑膜 6 進行圖案化，形成抗蝕劑膜圖案 6a (程序 (B))。

【0097】接著，如示於圖 6C，使抗蝕劑圖案 6a 為蝕刻遮罩，將第 2 層之上方硬遮罩層 2A 利用使用了氟系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，形成第 2 層之上方硬遮罩層圖案 52a。
(程序 (C))。

【0098】接著，如示於圖 6D，將抗蝕劑圖案 6a 除去 (程序 (D))。

【0099】接著，如示於圖 6E，使第 2 層之上方硬遮罩

層圖案52a為蝕刻遮罩，將第2層的下方硬遮罩層2B利用使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，形成第2層的下方硬遮罩層圖案53a(程序(E))。

【0100】接著，如示於圖6F，以第2層之上方硬遮罩層圖案52a及第2層的下方硬遮罩層圖案53a為硬遮罩，將光吸收膜的氧化層41及光吸收膜的吸收層42的一部分利用氟系乾式蝕刻進行圖案化，形成光吸收膜的氧化層圖案41a及吸收層圖案42a。此處，光吸收膜的吸收層42未被全部蝕刻，一部分殘留(程序(F))。

此外，將光吸收膜的氧化層41及光吸收膜的吸收層42的一部分進行利用氟系乾式蝕刻下的圖案化之際，第2層之上方硬遮罩層圖案52a及第2層的下方硬遮罩層圖案53a的一部分，同時被除去。於乾式蝕刻後，在光吸收膜圖案41a上殘留下方硬遮罩層圖案53a的一部分。

【0101】接著，如示於圖6G，以第2層的下方硬遮罩層圖案53a及光吸收膜的氧化層圖案41a為蝕刻遮罩，將在圖6F所殘留的光吸收膜的吸收層圖案42a，利用使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻而除去(程序(G))。該情況下，殘留的第2層的下方硬遮罩層圖案53a，因不含氧的氯系乾式蝕刻被同時除去。(光吸收膜的氧化膜圖案41a，對於不含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性，故作用為蝕刻防止膜)

在不含氧的氯系乾式蝕刻後，在保護膜3上，僅殘留光吸收膜的吸收層圖案42a，在其上僅殘留光吸收膜的氧

化層圖案41a。

【0102】從已形成有抗蝕劑膜的本發明的第4態樣的反射型光罩基底製造反射型光罩的情況下，程序(A)可省略，實施程序(B)至程序(G)即可。

【0103】利用如此的方法，使得在不含第1層的反射型光罩基底薄薄地例如以60nm以下的厚度而形成抗蝕劑膜，或從形成有厚度為例如60nm以下的薄的抗蝕劑膜的反射型光罩基底，將光吸收膜進行圖案化，即使線寬為25nm以下(25nm或不足25nm)，尤其20nm以下(20nm或不足20nm)，仍可獲得形成有包含良好的輔助圖案等的線圖案的光吸收膜的圖案的反射型光罩。再者，如圖6G的程序，保護膜3曝於使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻，無損傷，膜的厚度不會減少。

另外，於本發明，形成於反射型光罩的光吸收膜圖案的輔助圖案等線圖案的寬的下限，通常為10nm以上。

[實施例]

【0104】以下，雖示出實施例及比較例而具體說明本發明，惟本發明非限制於下述的實施例者。

【0105】

[實施例1]

在152mm見方、厚度約6mm的石英基板上，依序積層多層反射膜、保護膜、光吸收膜、由第1層及第2層所成的硬遮罩，製造了如示於圖1的反射型光罩基底(第1態樣的

反射型光罩基底)。

【0106】首先，靶方面，使用鉬靶與矽靶，濺鍍氣體方面，使用氬氣，調整對於靶的施加電力，同時調整濺鍍氣體的流量，交替進行利用鉬靶下的濺鍍與利用矽靶下的濺鍍，在為基板1的石英基板上，形成對於波長13.5nm的光之反射率為65%的鉬(Mo)層與矽(Si)層被交替地積層的為積層膜(厚度280nm)的多層反射膜2。組合了鉬(Mo)層/矽層的層，合計形成了40層。

【0107】接著，靶方面，使用鈦，濺鍍氣體方面，使用氬氣，調整對於靶的施加電力，同時調整濺鍍氣體的流量而進行濺鍍，在多層反射膜上，作為以含有鈦的材料而形成的保護膜3，形成了鈦(Ru)膜(厚度5nm)。

【0108】接著，靶方面，使用鉭靶，濺鍍氣體方面，使用氬氣與氮氣，調整對於靶的施加電力，同時調整濺鍍氣體的流量而進行濺鍍，在保護膜上，作為以含有鉭的材料而形成的光吸收膜的吸收層42，形成了氮化鉭(TaN)膜(厚度65nm)。

【0109】接著，靶方面，使用鉭靶，濺鍍氣體方面，使用氬氣與氧氣，調整對於靶的施加電力，同時調整濺鍍氣體的流量而進行濺鍍，在光吸收膜的吸收層42之上，作為以含有鉭的材料而形成的光吸收膜的氧化層41，形成了氧化鉭(TaO)膜(厚度3nm)。

【0110】接著，靶方面，使用鉭靶，濺鍍氣體方面，使用氬氣與氮氣，調整對於靶的施加電力，同時調整濺鍍

氣體流量而進行濺鍍，在光吸收膜的氧化層上，作為以含有鉬的材料而形成的第2層的下方硬遮罩層53，形成了氮化鉬(TaN)膜(厚度10nm)。

【0111】接著，靶方面，使用鉬靶，濺鍍氣體方面，使用氬氣與氧氣，調整對於靶的施加電力，同時調整濺鍍氣體流量而進行濺鍍，在第2層的下方硬遮罩層53上，作為以含有鉬的材料而形成的第2層之上方硬遮罩層52，形成了氮氧化鉬(TaON)膜(厚度3nm)。

【0112】再者，靶方面，使用矽靶，濺鍍氣體方面，使用氬氣與氮氣，調整對於靶的施加電力，同時調整濺鍍氣體流量而進行濺鍍，在2層上，作為以含有矽且不含鉬的材料而形成的第1層51，形成氮化矽(SiN)層(厚度10nm)，獲得反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。另外，組成，使用X射線光電子分光分析裝置進行了測定；厚度，使用X射線繞射裝置進行了測定(以下相同)。

【0113】

[實施例2]

將第1層51的形成如以下般變更，並變更了第2層的下方硬遮罩層53的膜厚以外，作為和實施例1相同，獲得了反射型光罩基底。第1層51，靶方面，使用矽靶，濺鍍氣體方面，使用氬氣與氧氣，調整對於靶的施加電力，同

時調整濺鍍氣體的流量而進行濺鍍，在第2層上，作為第1層51的以含有矽且不含有鉻的材料而形成的第1層51，形成了氧化矽(SiO)層。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0114】

[實施例3]

將第1層51的形成如以下般進行了變更以外，作成為和實施例1相同，獲得反射型光罩基底。第1層51，靶方面，使用矽靶，濺鍍氣體方面，使用氫氣、氮氣及氧氣，調整對於靶的施加電力，同時調整濺鍍氣體的流量而進行濺鍍，在第2層上，作為第1層51的以含有矽且不含有鉻的材料而形成的第1層51，形成了氮氧化矽(SiON)層。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0115】

[實施例4]

將第1層51的矽、氧及氮的比率進行了變更以外，作成為和實施例3相同，獲得了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材

料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0116】

[實施例5]

將第1層51的矽、氧、氮的比率進行了變更，將第2層的下方硬遮罩層53的膜厚進行了變更以外，作為和實施例2相同，獲得了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0117】

[實施例6]

將第2層之上方硬遮罩層52的膜厚與第2層的下方硬遮罩層53的膜厚進行了變更以外，作為和實施例5相同，獲得了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0118】

[實施例7]

將第2層之上方硬遮罩層52的膜厚與第2層的下方硬遮罩層53的膜厚進行了變更以外，作為和實施例5相同，獲得了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層

之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0119】

[實施例8]

將第1層51的膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚及第2層的下方硬遮罩層53的膜厚進行了變更以外，作為和實施例5相同，獲得了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0120】

[實施例9]

將第1層51的膜厚與第2層之上方硬遮罩層52的膜厚進行了變更以外，作為和實施例5相同，獲得了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0121】

[實施例10]

將第2層的下方硬遮罩層53的材料，以及將第2層的下方硬遮罩層53的膜厚進行了變更以外，作為和實施例5

相同，獲得了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0122】

[實施例11]

無第1層51的硬遮罩以外，作成為和實施例10相同，獲得了反射型光罩基底。將第2層之上方硬遮罩層52的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的膜厚、第2層的下方硬遮罩層53的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚示於表1。

【0123】

[比較例1]

將僅由含有以含有鉻且不含有矽的材料而形成的層所成的硬遮罩層(相當於第2層之上方硬遮罩層52及第2層的下方硬遮罩層53)形成在光吸收膜的氧化層41上以外，作成為和實施例5相同，獲得了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層的硬遮罩層的膜厚、第2層的硬遮罩層的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0124】

[比較例2]

硬遮罩層的膜厚以外，作成為和比較例1相同，獲得

了反射型光罩基底。將第1層51的組成、膜厚、第2層的硬遮罩層的膜厚、第2層的硬遮罩層的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚，示於表1。

【0125】

[比較例3]

將僅由以含有鉻且不含有矽的材料而形成的層所成的硬遮罩層(相當於僅由第2層所成的硬遮罩層)形成在光吸收膜的氧化層41上以外，作成為和比較例1相同，獲得了反射型光罩基底。將硬遮罩層的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚示於表1。

【0126】

[比較例4]

將僅由以含有鉻且不含有矽的材料而形成的層所成的硬遮罩層(相當於僅由第2層所成的硬遮罩層)形成在光吸收膜的氧化層41上以外，作成為和比較例2相同，獲得了反射型光罩基底。將硬遮罩層的材料、光吸收膜的氧化層41的膜厚及光吸收膜的吸收層42的膜厚示於表1。

【0127】

[表1]

	第1層				第2層之上方硬遮罩層2A					第2層之下方硬遮罩層2B					光吸收膜之 氧化膜層	光吸收膜之 吸收層	
	組成[原子%]			膜厚 [nm]	膜厚 [nm]	材料	組成[原子%]			膜厚 [nm]	材料	組成[原子%]					
	矽	氧	氮				鉬	氧	氮			鉬	氧	氮			鉻
實施例1	47	0	53	10	3	氮氧化鉬	40	20	40	10	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例2	72	28	0	10	3	氮氧化鉬	40	20	40	14	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例3	32	66	2	10	3	氮氧化鉬	40	20	40	10	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例4	58	28	14	10	3	氮氧化鉬	40	20	40	10	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例5	42	58	0	10	3	氮氧化鉬	40	20	40	10	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例6	42	58	0	10	2	氮氧化鉬	40	20	40	20	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例7	42	58	0	10	1	氮氧化鉬	40	20	40	12	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例8	42	58	0	2	8	氮氧化鉬	40	20	40	14	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例9	42	58	0	12	2	氮氧化鉬	40	20	40	10	氮化鉬	60	0	40	0	3	65
實施例10	42	58	0	10	3	氮氧化鉬	40	20	40	7	氮氧化鉬	60	2	38	0	3	65
實施例11	無第1層				3	氮氧化鉬	40	20	40	7	氮氧化鉬	60	2	38	0	3	65
比較例1	42	58	0	10	無第2層之上方硬遮罩層2A					5	氧化鉻	0	10	0	90	3	65
比較例2	42	58	0	10	無第2層之上方硬遮罩層2A					10	氧化鉻	0	10	0	90	3	65
比較例3	無第1層				無第2層之上方硬遮罩層2A					5	氧化鉻	0	10	0	90	3	65
比較例4	無第1層				無第2層之上方硬遮罩層2A					10	氧化鉻	0	10	0	90	3	65

【 0128】

[第1層51的氟系乾式蝕刻的清除時間]

使用在實施例1～10及比較例1～2獲得的反射型光罩基底，利用氟系乾式蝕刻，測定了直到第1層51消失為止之時間(清除時間)。氟系乾式蝕刻的清除時間，設為：對於第1層51以下述條件(條件1)進行乾式蝕刻，直到終點檢測為止之時間(直到終點為止之時間)。將結果示於表2。

【 0129】

<第1層51的氟系乾式蝕刻的條件(條件1)>

裝置：ICP(Inductively Coupled Plasma(感應耦合電漿))方式

氣體：SF₆氣體+He氣體

氣體壓力：4.0mTorr(0.53Pa)

ICP電力：400W

【 0130】

[上方硬遮罩層52及下方硬遮罩層53的氟系乾式蝕刻的清除時間]

針對在實施例 1～11 獲得的反射型光罩基底，在測定第 1 層 51 的氟系乾式蝕刻的清除時間後，利用氟系乾式蝕刻，除去第 2 層之上方硬遮罩層 52，進一步測定了直到第 2 層的下方硬遮罩層 53 消失為止之時間(清除時間)。氟系乾式蝕刻的清除時間，設為：對於第 2 層之上方硬遮罩層 52 及第 2 層的下方硬遮罩層 53 以和上述條件 1 相同的下述條件(條件 2)進行乾式蝕刻，直到終點檢測為止之時間(直到終點為止之時間)。將結果示於表 2。

【0131】

<上方硬遮罩層 52 及下方硬遮罩層 53 的氟系乾式蝕刻的條件(條件 2)>

裝置：ICP(Inductively Coupled Plasma(感應耦合電漿))方式

氣體：SF₆氣體+He氣體

氣體壓力：4.0mTorr(0.53Pa)

ICP電力：400W

【0132】

<第 2 層的下方硬遮罩層 53 的不含氧的氯系乾式蝕刻的條件(條件 3)>

針對在實施例 1～11 獲得的反射型光罩基底，在測定第 1 層 51 的氟系乾式蝕刻的清除時間後，利用氟系乾式蝕刻，除去第 2 層之上方硬遮罩層 52，進一步測定了直到第 2 層的下方硬遮罩層 53 消失為止之時間(清除時間)。不含氧的氯系乾式蝕刻的清除時間，設為：對第 2 層的下方硬遮

罩層53，以下述條件(條件3)進行乾式蝕刻，直到終點檢測為止之時間(直到終點為止之時間)。將結果示於表2。

【0133】

<第2層的下方硬遮罩層53的不含氧的氟系乾式蝕刻的條件(條件3)>

裝置：ICP(Inductively Coupled Plasma(感應耦合電漿))方式

氣體：Cl₂氣體

氣體壓力：3.0mTorr(0.40Pa)

ICP電力：350W

【0134】

[光吸收膜的吸收層42的氟系乾式蝕刻的清除時間]

針對以實施例1~11及比較例1~4獲得的反射型光罩基底，在第1層51的氟系乾式蝕刻的清除時間測定後，及在第2層的下方硬遮罩層53的氟系乾式蝕刻的清除時間測定後，除去光吸收膜的氧化層41，進一步測定了直到光吸收膜的吸收層42消失為止之時間(清除時間)。氟系乾式蝕刻的清除時間，設為：對光吸收膜的吸收層42，以和上述條件1相同的下述條件(條件4)進行乾式蝕刻，直到終點檢測為止之時間(直到終點為止之時間)。將結果示於表2。

【0135】

<光吸收膜的氧化層41及光吸收膜的吸收層42的氟系乾式蝕刻的條件(條件4)>

裝置：ICP(Inductively Coupled Plasma(感應耦合電漿))

))方式

氣體：SF₆氣體+He氣體

氣體壓力：4.0mTorr(0.53Pa)

ICP電力：400W

【0136】

[光吸收膜的吸收層42的不含氧的氯系乾式蝕刻的清除時間]

針對以實施例1～11及比較例1～4獲得的反射型光罩基底，在第1層51的氟系乾式蝕刻的清除時間測定後，及在第2層的下方硬遮罩層53的氟系乾式蝕刻的清除時間測定後，以上述條件3除去光吸收膜的氧化層41，進一步測定了直到光吸收膜的吸收層42消失為止之時間(清除時間)。

不含氧的氯系乾式蝕刻的清除時間，設為：對光吸收膜的吸收層42以和上述條件3相同的下述條件(條件5)進行乾式蝕刻，直到終點檢測為止之時間(直到終點為止之時間)。將結果示於表2。

【0137】

<光吸收膜的吸收層42的不含氧的氯系乾式蝕刻的條件(條件5)>

裝置：ICP(Inductively Coupled Plasma(感應耦合電漿))方式

氣體：Cl₂氣體

氣體壓力：3.0mTorr(0.40Pa)

ICP電力：350W

[表2]

	第1層的氟系 乾式蝕刻		第2層下方的硬遮 罩層2B的氟系 乾式蝕刻		第2層下方的硬遮罩層2B 的不含氧的氟系乾式蝕刻		光吸收膜的吸收 層的不含氧的氟 系乾式蝕刻		光吸收膜的吸收 層的不含氧的氟 系乾式蝕刻		光吸收膜的氧化 膜層的氟系 乾式蝕刻		第2層上方的 硬遮罩層2A的 氟系乾式	
	清除 時間 [秒]	蝕刻率 [nm/秒]	清除時間 [秒]	蝕刻率 [nm/秒]	清除時間 [秒]	蝕刻率 [nm/秒]	清除時間 [秒]	蝕刻率 [nm/秒]	清除時間 [秒]	蝕刻率 [nm/秒]	清除 時間 [秒]	蝕刻率 [nm/秒]	清除 時間 [秒]	蝕刻率 [nm/秒]
實施例1	20	0.50	5	0.56	10	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	5	0.56	
實施例2	25	0.40	5	0.56	14	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	5	0.56	
實施例3	18	0.56	5	0.56	10	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	5	0.56	
實施例4	22	0.45	5	0.56	10	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	5	0.56	
實施例5	19	0.53	5	0.56	10	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	5	0.56	
實施例6	19	0.53	4	0.56	20	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	4	0.56	
實施例7	19	0.53	2	0.56	12	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	2	0.56	
實施例8	4	0.53	14	0.56	14	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	14	0.56	
實施例9	23	0.53	4	0.56	10	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	4	0.56	
實施例10	19	0.53	4	0.75	7	0.60	65	1.00	0.60	5	0.56	4	0.75	
實施例11	無第1層		5	0.56	10	0.60	65	1.00	0.60	5	0.56	5	0.56	
比較例1	19	0.53	不可測定	不可測定	5	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	無第2層上方2A		
比較例2	19	0.53	不可測定	不可測定	10	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	無第2層上方2A		
比較例3	無第1層		不可測定	不可測定	5	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	無第2層上方2A		
比較例4	無第1層		不可測定	不可測定	10	0.54	65	1.00	0.54	5	0.56	無第2層上方2A		

另外，將光吸收膜的吸收層42的厚度的1/2進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，為上述表2中的光吸收膜的吸收層42的清除時間的一半或一半左右。為此，從進行了氟系乾式蝕刻時的光吸收膜的吸收層42的「清除時間」為「65秒」而言，將光吸收膜的吸收層42的厚度的1/2進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，為「32.5秒」左右。

【0138】

[第1層51及第2層之上方硬遮罩層52的氟系乾式蝕刻中的抗蝕劑膜的減少量]

使用在實施例1～10獲得的反射型光罩基底，測定了：在因氟系乾式蝕刻使得第1層51及第2層之上方硬遮罩層52消失前抗蝕劑膜減少的量(厚度)。首先，在第1層51上，將正型化學放大型電子束抗蝕劑進行旋轉塗布，形成

了厚度 60nm 的抗蝕劑膜。接著，利用電子束微影裝置，以用量 $100\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ，描繪了長邊 100,000nm、短邊 60nm 的孤立線圖案供 20 條。接著，使用熱處理裝置，以 115°C 進行了 14 分鐘熱處理 (PEB: Post Exposure Bake(曝光後烘烤))。接著，以水坑式顯影 (puddle developing)，進行 40 秒顯影處理，形成了抗蝕劑圖案。接著，使抗蝕劑圖案作為蝕刻遮罩，對於第 1 層 51、第 2 層之上方硬遮罩層 52 以前述的條件 1 進行氟系乾式蝕刻，同時形成了第 1 層 51 的圖案及第 2 層之上方硬遮罩層圖案。之後，測定殘存於第 1 層圖案之上的抗蝕劑圖案的厚度，算出了減少的厚度。將結果示於表 3。抗蝕劑圖案的厚度，利用原子力顯微鏡 (AFM: Atomic Force Microscope) 進行測定，測定範圍設為 $200\text{nm} \times 200\text{nm}$ 的正方形區域(以下相同)。

【0139】此外，從所獲得的減少量，算出：作為第 1 層 51 及第 2 層之上方硬遮罩層 52 的氟系乾式蝕刻，進行了第 2 層之上方硬遮罩層 52 的蝕刻後，抗蝕劑圖案以 15nm 的厚度而殘存所需的抗蝕劑膜的厚度。將結果示於表 3。厚度，為在後述的使用了實施例 1~10 的反射型光罩基底下的反射型光罩的製造中最小限度需要的抗蝕劑膜的厚度。在蝕刻後殘存的抗蝕劑圖案的厚度過薄時，氟系電漿到達於第 1 層 51，形成針孔缺陷，故此處將在乾式蝕刻後殘存的抗蝕劑圖案的厚度設定為 15nm。將結果示於表 3。

[第 1 層 51 的氟系乾式蝕刻中的抗蝕劑膜的減少量]

使用在比較例1、比較例2所獲得的反射型光罩基底，測定了：在因氟系乾式蝕刻使得第1層51消失前抗蝕劑膜減少的量(厚度)。首先，在第1層51上，將正型化學放大型電子束抗蝕劑進行旋轉塗布，形成了厚度60nm的抗蝕劑膜。接著，利用電子束微影裝置，以用量 $100\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ，描繪了長邊100,000nm、短邊60nm的孤立線圖案供20條。接著，使用熱處理裝置，以 115°C 進行了14分鐘熱處理(PEB：Post Exposure Bake(曝光後烘烤))。接著，以水坑式顯影(puddle developing)，進行40秒顯影處理，形成了抗蝕劑圖案。接著，使抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，對第1層51以前述的條件1進行氟系乾式蝕刻，形成了第1層51的圖案。測定殘存於第1層圖案之上的抗蝕劑圖案的厚度，算出了減少的厚度。將結果示於表3。抗蝕劑圖案的厚度，利用原子力顯微鏡(AFM：Atomic Force Microscope)進行測定，測定範圍設為 $200\text{nm}\times 200\text{nm}$ 的正方形區域(以下相同)。

【0140】

[第2層之上方硬遮罩層52的氟系乾式蝕刻中的抗蝕劑膜的減少量]

使用在實施例11獲得的反射型光罩基底，測定了：在因氟系乾式蝕刻使得第2層之上方硬遮罩層52消失前抗蝕劑膜減少的量(厚度)。首先，在第2層之上方硬遮罩層52上，將正型化學放大型電子束抗蝕劑進行旋轉塗布，形成了厚度60nm的抗蝕劑膜。接著，利用電子束微影裝置，

以用量 $100\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ，描繪了長邊 $100,000\text{nm}$ 、短邊 60nm 的孤立線圖案供 20 條。接著，使用熱處理裝置，以 115°C 進行了 14 分鐘熱處理 (PEB：Post Exposure Bake(曝光後烘烤))。接著，以水坑式顯影 (puddle developing)，進行 40 秒顯影處理，形成了抗蝕劑圖案。

接著，使抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，對第 2 層之上方硬遮罩層 52 以前述的條件 1 進行氟系乾式蝕刻，同時形成了第 2 層之上方硬遮罩層圖案。之後，測定殘存於第 2 層之上方硬遮罩層圖案之上的抗蝕劑圖案的厚度，算出了減少的厚度。將結果示於表 3。抗蝕劑圖案的厚度，利用原子力顯微鏡 (AFM：Atomic Force Microscope) 進行測定，測定範圍設為 $200\text{nm}\times 200\text{nm}$ 的正方形區域(以下相同)。

【0141】此外，從所獲得的減少量，算出：作為第 2 層之上方硬遮罩層 52 的氟系乾式蝕刻，進行了第 2 層之上方硬遮罩層 52 的蝕刻後，抗蝕劑圖案以 15nm 的厚度而殘存所需的抗蝕劑膜的厚度。將結果示於表 3。厚度，為在後述的使用了實施例 11 的反射型光罩基底下反射型光罩的製造中最小限度需要的抗蝕劑膜的厚度。在蝕刻後殘存的抗蝕劑圖案的厚度過薄時，氟系電漿到達於第 2 層之上方硬遮罩層 52，形成針孔缺陷，故此處將在乾式蝕刻後殘存的抗蝕劑圖案的厚度設定為 15nm 。將結果示於表 3。

【0142】

[第 2 層的硬遮罩層的氟系乾式蝕刻中的抗蝕劑膜的減少量]

使用在比較例3、比較例4所獲得的反射型光罩基底，測定了：在因氯系乾式蝕刻使得第2層之硬遮罩層消失前抗蝕劑膜減少的量(厚度)。首先，在第2層上，將正型化學放大型電子束抗蝕劑進行旋轉塗布，形成了厚度60nm的抗蝕劑膜。接著，利用電子束微影裝置，以用量 $100\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ，描繪了長邊100,000nm、短邊60nm的孤立線圖案供20條。接著，使用熱處理裝置，以 115°C 進行了14分鐘熱處理(PEB：Post Exposure Bake(曝光後烘烤))。接著，以水坑式顯影(puddle developing)，進行40秒顯影處理，形成了抗蝕劑圖案。接著，使抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，對第2層硬遮罩層將氯系乾式蝕刻以前述的條件2且300%的過蝕刻，形成了第2層的圖案。之後，測定殘存於第2層的圖案上的抗蝕劑圖案的厚度，算出了減少的厚度。將結果示於表3。

【0143】此外，從所獲得的減少量，算出：作為第2層的氯系乾式蝕刻，進行了300%的過蝕刻後，抗蝕劑圖案以15nm的厚度而殘存所需的抗蝕劑膜的厚度。將結果示於表3。此厚度，為在後述的使用了比較例3、比較例4的反射型光罩基底下反射型光罩的製造中最小限度需要的抗蝕劑膜的厚度。在蝕刻後殘存的抗蝕劑圖案的厚度過薄時，氯系電漿到達於第2層，形成針孔缺陷，故此處將在乾式蝕刻後殘存的抗蝕劑圖案的厚度設定為15nm。

【0144】

[表3]

	抗蝕劑膜的減少量[nm]	必要的抗蝕劑膜的厚度[nm]
實施例1	36	51
實施例2	43	58
實施例3	33	48
實施例4	38	53
實施例5	34	49
實施例6	32	47
實施例7	29	44
實施例8	25	40
實施例9	37	52
實施例10	32	47
實施例11	8	23
比較例1	27	42
比較例2	27	42
比較例3	60	75
比較例4	120	135

【 0145】

[實施例 12～21]

在實施例 1～10 所獲得的反射型光罩基底的第 1 層 51 上，將正型化學放大型電子束抗蝕劑進行旋轉塗布而形成抗蝕劑膜，獲得如示於圖 2 的具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底(第 2 態樣的反射型光罩基底)。此抗蝕劑膜的厚度，設為前述的在氟系乾式蝕刻後殘存厚度 15nm 的抗蝕劑圖案的厚度，且設為係能以所使用的抗蝕劑材料而以穩定的厚度而形成抗蝕劑膜的厚度的下限之 40nm 以上的厚度。將抗蝕劑膜的厚度示於表 4。

【 0146】為了對相當於孤立線圖案的輔助圖案之微細圖案的解析極限進行評價，使用所獲得的具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底，製造了反射型光罩。首先，使用電子束微影裝置，以用量 100 μ C/cm²，作為相當於線圖案的輔助圖案之測試圖案，將長邊尺寸為 80nm 且將短邊尺寸從

10nm至60nm每1nm進行了變更的短邊尺寸不同的孤立圖案描繪了合計20萬條。接著，使用熱處理裝置，以110℃進行了14分鐘熱處理(PEB：Post Exposure Bake(曝光後烘烤))。接著，以水坑式顯影(puddle developing)，進行40秒顯影處理，形成了抗蝕劑圖案。接著，使所獲得的抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，對第1層51及第2層之上方硬遮罩層52，以前述的條件1進行氟系乾式蝕刻，形成了第1層圖案及第2層之上方硬遮罩層圖案。接著，將殘存的抗蝕劑圖案，利用使用了硫酸過氧化氫混合液(硫酸與過氧化氫水(硫酸：過氧化氫水=3:1的混合液)下的洗淨從而除去。接著，使第1層圖案及第2層之上方硬遮罩層圖案作為蝕刻遮罩，對第2層的下方硬遮罩層53，將不含氧的氯系乾式蝕刻以前述的條件3進行100%過蝕刻，形成了第2層的下方硬遮罩層圖案。

【0147】接著，使第1層圖案、第2層之上方硬遮罩層圖案及第2層的下方硬遮罩層圖案作為硬遮罩，對光吸收膜的氧化層41以前述的條件4進行氟系乾式蝕刻，形成光吸收膜的氧化層41圖案及光吸收膜的吸收層圖案的一部分，同時除去了第1層圖案、第2層之上方硬遮罩層圖案及第2層的下方硬遮罩層圖案的一部分。

【0148】接著，使第2層的下方硬遮罩層圖案及光吸收膜的氧化層41圖案作為蝕刻遮罩，將在上述程序所殘留的光吸收膜的光吸收圖案，進行使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻，形成光吸收膜的吸收層圖案，同時除去第

2層的下方硬遮罩層53，獲得反射型光罩。

【0149】接著，使用遮罩外觀檢查裝置，對所獲得的光罩的測試圖案的解析極限進行了評價。針對全部的孤立圖案，評價圖案消失、圖案崩塌及圖案形狀不良，使外觀檢查裝置檢測出圖案消失、圖案崩塌及圖案形狀不良中的任一者的孤立圖案為缺陷，使無檢測出缺陷的孤立圖案的最小的短邊尺寸為解析極限。此外，針對利用上述遮罩製造程序而獲得的反射型光罩的保護膜的厚度，使用X射線繞射裝置進行測定，評價了在上述遮罩程序中消失的保護膜的厚度。之後，將結果示於表4。

【0150】

[實施例22]

在實施例11所獲得的反射型光罩基底的第2層之上方硬遮罩層52上，將正型化學放大型電子束抗蝕劑進行旋轉塗布而形成抗蝕劑膜，獲得如示於圖2的具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底(第2態樣的反射型光罩基底)。此抗蝕劑膜的厚度，設為前述的在氟系乾式蝕刻後殘存厚度15nm的抗蝕劑圖案的厚度，且設為係能以所使用的抗蝕劑材料而以穩定的厚度而形成抗蝕劑膜的厚度的下限之40nm以上的厚度。將抗蝕劑膜的厚度示於表4。

【0151】為了對相當於孤立線圖案的輔助圖案之微細圖案的解析極限進行評價，使用所獲得的具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底，製造了反射型光罩。首先，使用電子束微影裝置，以用量 $100\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ，作為相當於線圖案的輔助

圖案之測試圖案，將長邊尺寸為 80nm 且將短邊尺寸從 10nm 至 60nm 每 1nm 進行了變更的短邊尺寸不同的孤立圖案描繪了合計 20 萬條。接著，使用熱處理裝置，以 110℃ 進行了 14 分鐘熱處理 (PEB：Post Exposure Bake(曝光後烘烤))。接著，以水坑式顯影 (puddle developing)，進行 40 秒顯影處理，形成了抗蝕劑圖案。接著，使所獲得的抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，對第 2 層之上方硬遮罩層 52 以前述的條件 1 進行氟系乾式蝕刻，形成了第 2 層之上方硬遮罩層圖案。接著，將殘存的抗蝕劑圖案，利用使用了硫酸過氧化氫混合液 (硫酸與過氧化氫水 (硫酸：過氧化氫水 = 3:1 的混合液) 下的洗淨從而除去。接著，使第 2 層之上方硬遮罩層圖案為蝕刻遮罩，對第 2 層的下方硬遮罩層 53，將不含氧的氯系乾式蝕刻以前述的條件 3 進行 100% 過蝕刻，形成了第 2 層的下方硬遮罩層圖案。

【0152】接著，使第 2 層之上方硬遮罩層圖案及第 2 層的下方硬遮罩層圖案作為硬遮罩，對光吸收膜的氧化層 41 以前述的條件 4 進行氟系乾式蝕刻，形成光吸收膜的氧化層 41 圖案及光吸收膜的吸收層圖案的一部分，同時除去了第 2 層之上方硬遮罩層圖案及第 2 層的下方硬遮罩層圖案的一部分。

【0153】接著，使第 2 層的下方硬遮罩層圖案及光吸收膜的氧化層 41 圖案作為蝕刻遮罩，將在上述程序所殘留的光吸收膜的光吸收圖案，進行使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻，形成光吸收膜的吸收層圖案，同時除去第

2層的下方硬遮罩層53，獲得反射型光罩。

【0154】接著，使用遮罩外觀檢查裝置，對所獲得的光罩的測試圖案的解析極限進行了評價。針對全部的孤立圖案，評價圖案消失、圖案崩塌及圖案形狀不良，使外觀檢查裝置檢測出圖案消失、圖案崩塌及圖案形狀不良中的任一者的孤立圖案為缺陷，使無檢測出缺陷的孤立圖案的最小的短邊尺寸為解析極限。此外，針對利用上述遮罩製造程序而獲得的反射型光罩的保護膜的厚度，使用X射線繞射裝置進行測定，評價了在上述遮罩程序中消失的保護膜的厚度。之後，將結果示於表4。

【0155】

[比較例5、比較例6]

在比較例1、比較例2所獲得的反射型光罩基底的硬遮罩層(第2層)上，將正型化學放大型電子束抗蝕劑進行旋轉塗布而形成抗蝕劑膜，獲得如示於圖2的具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底(第2態樣的反射型光罩基底)。此抗蝕劑膜的厚度，設為前述的在氟系乾式蝕刻後殘存厚度15nm的抗蝕劑圖案的厚度，且設為係能以所使用的抗蝕劑材料而以穩定的厚度而形成抗蝕劑膜的厚度的下限之40nm以上的厚度。將抗蝕劑膜的厚度示於表4。

【0156】為了對相當於孤立線圖案的輔助圖案之微細圖案的解析極限進行評價，使用所獲得的具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底，製造了反射型光罩。首先，使用電子束微影裝置，以用量 $100\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ，作為相當於線圖案的輔助

圖案之測試圖案，將長邊尺寸為80nm且將短邊尺寸從10nm至60nm每1nm進行了變更的短邊尺寸不同的孤立圖案描繪了合計20萬條。接著，使用熱處理裝置，以110℃進行了14分鐘熱處理(PEB：Post Exposure Bake(曝光後烘烤))。接著，以水坑式顯影(puddle developing)，進行40秒顯影處理，形成了抗蝕劑圖案。接著，使所獲得的抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，對第1層51以前述的條件1進行氟系乾式蝕刻，形成了第1層圖案。接著，將殘存的抗蝕劑圖案，利用使用了硫酸過氧化氫混合液(硫酸與過氧化氫水(硫酸：過氧化氫水=3:1的混合液)下的洗淨從而除去。接著，使第1層圖案為蝕刻遮罩，對第2層的硬遮罩層(鉻系膜)，將含氧的氯系乾式蝕刻以下述條件6進行300%過蝕刻，形成了第2層的硬遮罩層圖案。

<第2層的硬遮罩層的含氧的氯系乾式蝕刻的條件(條件6)>

裝置：ICP(Inductively Coupled Plasma(感應耦合電漿))方式

氣體：Cl₂氣體+O₂氣體

氣體壓力：3.0mTorr(0.40Pa)

ICP電力：350W

【0157】接著，使第1層圖案及第2層的硬遮罩層(鉻系膜)作為蝕刻遮罩，對光吸收膜的氧化層41，以前述的條件3進行氟系乾式蝕刻，形成光吸收膜的氧化層41圖案及光吸收膜的圖案的一部分，同時除去了第1層圖案。

【0158】接著，使第2層的硬遮罩層(鉻系膜)作為蝕刻遮罩，將在上述程序所殘留的光吸收膜的光吸收圖案，進行使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻，形成光吸收膜的吸收層圖案。

【0159】接著，進行使用了含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻，除去第2層的硬遮罩層(鉻系膜)圖案，獲得了反射型光罩。

【0160】接著，使用遮罩外觀檢查裝置，對所獲得的光罩的測試圖案的解析極限進行了評價。針對全部的孤立圖案，評價圖案消失、圖案崩塌及圖案形狀不良，使外觀檢查裝置檢測出圖案消失、圖案崩塌及圖案形狀不良中的任一者的孤立圖案為缺陷，使無檢測出缺陷的孤立圖案的最小的短邊尺寸為解析極限。此外，針對利用上述遮罩製造程序而獲得的反射型光罩的保護膜的厚度，使用X射線繞射裝置進行測定，評價了在上述遮罩程序中消失的保護膜的厚度。將結果示於表4。

【0161】

[比較例7、比較例8]

在比較例3、比較例4所獲得的反射型光罩基底的硬遮罩層(鉻系膜)上，將正型化學放大型電子束抗蝕劑進行旋轉塗布而形成抗蝕劑膜，獲得了具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底。此抗蝕劑膜的厚度，設為前述的在氟系乾式蝕刻後殘存厚度15nm的抗蝕劑圖案的厚度，且設為係能以所使用的抗蝕劑材料而以穩定的厚度而形成抗蝕劑膜的厚度

的下限之40nm以上的厚度。將抗蝕劑膜的厚度示於表4。

【0162】為了對相當於孤立線圖案的輔助圖案之微細圖案的解析極限進行評價，使用所獲得的具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底，製造了反射型光罩。

【0163】為了對相當於孤立線圖案的輔助圖案之微細圖案的解析極限進行評價，使用所獲得的具有抗蝕劑膜的反射型光罩基底，製造了反射型光罩。首先，使用電子束微影裝置，以用量 $100\mu\text{C}/\text{cm}^2$ ，作為相當於線圖案的輔助圖案之測試圖案，將長邊尺寸為80nm且將短邊尺寸從10nm至60nm每1nm進行了變更的短邊尺寸不同的孤立圖案描繪了合計20萬條。接著，使用熱處理裝置，以 110°C 進行了14分鐘熱處理(PEB：Post Exposure Bake(曝光後烘烤))。接著，以水坑式顯影(puddle developing)，進行40秒顯影處理，形成了抗蝕劑圖案。接著，使所獲得的抗蝕劑圖案作為蝕刻遮罩，對硬遮罩層(鉻系膜)以前述的條件6進行含氧的氟系乾式蝕刻，形成了硬遮罩層圖案。

接著，將殘存的抗蝕劑圖案，利用使用了硫酸過氧化氫混合液(硫酸與過氧化氫水(硫酸：過氧化氫水=3：1的混合液)下的洗淨從而除去。

【0164】接著，使硬遮罩層(鉻系膜)圖案作為蝕刻遮罩，對光吸收膜的氧化層41以前述的條件3進行氟系乾式蝕刻，形成光吸收膜的氧化層41圖案及光吸收膜的圖案的一部分。

【0165】接著，使硬遮罩層(鉻系膜)圖案及光吸收膜

的氧化層41圖案作為蝕刻遮罩，將在上述程序所殘留的光吸收膜的光吸收圖案，進行使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻，形成光吸收膜的吸收層圖案。

【0166】接著，進行使用了含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻，除去硬遮罩層(鉻系膜)圖案，獲得了反射型光罩。

【0167】接著，使用遮罩外觀檢查裝置，對所獲得的光罩的測試圖案的解析極限進行了評價。針對全部的孤立圖案，評價圖案消失、圖案崩塌及圖案形狀不良，使外觀檢查裝置檢測出圖案消失、圖案崩塌及圖案形狀不良中的任一者的孤立圖案為缺陷，使無檢測出缺陷的孤立圖案的最小的短邊尺寸為解析極限。此外，針對利用上述遮罩製造程序而獲得的反射型光罩的保護膜的厚度，使用X射線繞射裝置進行測定，評價了在上述遮罩程序中消失的保護膜的厚度。將結果示於表4。

【0168】

[表4]

	反射型光罩基底	抗蝕劑膜的厚度[nm]	解析極限[nm]	反射型光罩的保護膜的厚度[nm]	消失的保護膜的厚度[nm]
實施例12	實施例1	51	18	4	1
實施例13	實施例2	58	20	4	1
實施例14	實施例3	48	18	4	1
實施例15	實施例4	53	19	4	1
實施例16	實施例5	49	18	4	1
實施例17	實施例6	47	17	4	1
實施例18	實施例7	44	17	4	1
實施例19	實施例8	40	16	4	1
實施例20	實施例9	52	19	4	1
實施例21	實施例10	47	17	4	1
實施例22	實施例11	40	20	4	1
比較例5	比較例1	40	32	1	4
比較例6	比較例2	40	40	1	4
比較例7	比較例3	75	60	1	4
比較例8	比較例4	135	75	1	4

【0169】如示於表4，實施例1～10的反射型光罩基底的硬遮罩，從基板最分離之側，成為以能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成的第1層51；實施例11的反射型光罩基底的硬遮罩，從基板最分離之側，成為以能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成的上方硬遮罩層52。可得知：在實施例1～11的反射型光罩基底，比起比較例3、比較例4的反射型光罩基底，可使抗蝕劑膜變薄，尤其獲得了良好的解析極限。此應為，抗蝕劑膜薄，故在線寬窄的圖案，亦減輕了因在抗蝕劑圖案形成的顯影程序中的顯影劑導致的衝擊或在沖洗程序時的純水導致的衝擊使得抗蝕劑圖案倒塌的情形。

此外，在實施例1～11的反射型光罩基底的第1層51之下，使用以能以不含氧的氯系乾式蝕刻進行除去的材料而

形成的膜，可得知在實施例1～10的反射型光罩基底，比起比較例1、比較例2的反射型光罩基底，獲得了特佳的解析度。此應為，以不含氧的氯系乾式蝕刻除去了第2層之上方硬遮罩層52及第2層的硬遮罩層，故不使大的側蝕刻發生，減低了在蝕刻中圖案消失的情形。

此外，可得知：在實施例1～11的反射型光罩基底，比起比較例1～4的反射型光罩基底，在反射型光罩製作後使保護膜殘留特別多。此原因應為，在不含氧的氯系乾式蝕刻使用了第2層之上方硬遮罩層52及第2層的硬遮罩層，故形成光吸收膜的吸收層圖案之際，能以不含氧的氯系乾式蝕刻進行圖案化，不對保護膜造成大的損傷。

【0170】另外，本發明，非限定於前述實施方式者。前述實施方式，為一例，具有和本發明的技術思想相同或實質上相同的構成，且發揮相同或同樣的作用效果者，即使為任何變化，皆包含於本發明的技術範圍。

【符號說明】

【0171】

- 1:基板
- 2:多層反射膜
- 3:保護膜
- 4:光吸收膜
- 4a:光吸收膜的圖案
- 41a:光吸收膜的氧化層圖案

42a:光吸收膜的吸收層圖案

51:第1層

52:第2層之上方硬遮罩層A

53:第2層的下方硬遮罩層B

51a:第1層圖案

52a:第2層之上方硬遮罩層圖案

53a:第2層的下方硬遮罩層圖案

100:反射型光罩基底

200:反射型光罩

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種反射型光罩基底，

具備：

基板；

多層反射膜，其形成於前述基板上，將為極紫外區光的曝光光進行反射；

形成於前述多層反射膜上之供於保護前述多層反射膜用的保護膜；

光吸收膜，其形成於前述保護膜上，吸收前述曝光光；以及

硬遮罩膜，其設於前述光吸收膜上；

前述光吸收膜，以包含吸收層與設於從前述基板分離之側的含有氧的氧化層的多層而構成，

前述光吸收膜的氧化層，以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成，

前述光吸收膜的吸收層，以對於含氧的氯系乾式蝕刻具有耐性，且能以不含氧的氯系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成，

前述硬遮罩膜，由第2層，或由包含第2層與在從第2層的基板分離之側所形成的第1層的多層膜所成，

包含前述第1層的情況下，前述第1層，以對於氯系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成，

前述第2層，以包含設於從基板分離之側的含有氧的

第2層之上方硬遮罩層(2A)及下方硬遮罩層(2B)的多層而構成，

前述第2層之上方硬遮罩層(2A)，以對於氟系乾式蝕刻具有耐性且能以氟系乾式蝕刻進行除去的材料而形成，

前述第2層的下方硬遮罩層(2B)，以對於含氧的氟系乾式蝕刻具有耐性且能以不含氧的氟系乾式蝕刻及氟系乾式蝕刻進行除去的材料而構成，

不含前述第1層的情況下，將前述第2層之上方硬遮罩層(2A)以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，比將前述光吸收膜的吸收層的厚度的 $1/2$ 以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間短，

含前述第1層的情況下，將前述第1層以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，和將前述第2層之上方硬遮罩層(2A)以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間的合計，比將前述光吸收膜的氧化層以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間，和將前述光吸收膜的吸收層的厚度的 $1/2$ 以一條件進行了氟系乾式蝕刻時的蝕刻清除時間的合計短。

【請求項2】如請求項1的反射型光罩基底，其中，

前述硬遮罩膜包含前述第1層，

將前述光吸收膜的吸收層及前述第1層以前述一條件進行了氟系乾式蝕刻時的相對於前述光吸收膜的吸收層的蝕刻率之前述第1層的蝕刻率的比率，為0.4以上2.0以下。

【請求項3】如請求項1的反射型光罩基底，其中，

將前述光吸收膜的吸收層及前述第2層的下方硬遮罩層(2B)以前述一條件進行了氟系乾式蝕刻時的相對於前述光吸收膜的吸收層的蝕刻率之前述第2層的下方硬遮罩層(2B)的蝕刻率的比率，為0.7以上1.3以下。

【請求項4】如請求項1的反射型光罩基底，其中，
將前述光吸收膜的吸收層及前述第2層的下方硬遮罩層(2B)以前述一條件進行了不含氧的氯系乾式蝕刻時的相對於前述光吸收膜的吸收層的蝕刻率之前述第2層的下方硬遮罩層(2B)的蝕刻率的比率，為0.7以上1.3以下。

【請求項5】如請求項1的反射型光罩基底，其中，
前述硬遮罩膜包含前述第1層，
前述第1層，以含有矽且不含有鉻的材料而形成。
【請求項6】如請求項1的反射型光罩基底，其中，
前述第2層之上方硬遮罩層(2A)及第2層的下方硬遮罩層(2B)，以含有鈹的材料而構成。

【請求項7】如請求項1的反射型光罩基底，其中，
前述硬遮罩膜包含前述第1層，
前述第1層的厚度，為2nm以上12nm以下。
【請求項8】如請求項1的反射型光罩基底，其中，
合計了前述第2層之上方硬遮罩層(2A)及第2層的下方硬遮罩層(2B)的厚度，為8nm以上30nm以下。

【請求項9】如請求項1的反射型光罩基底，其中，
前述硬遮罩膜包含前述第1層，
前述第1層的厚度，和前述光吸收膜的氧化層的厚度

與前述光吸收膜的吸收層的厚度的合計的差，為30nm以上。

【請求項10】如請求項1的反射型光罩基底，其中，
前述光吸收膜的氧化層及光吸收膜的吸收層，以含有鉮的材料而形成。

【請求項11】一種反射型光罩之製造方法，從如請求項1至10中任一項的反射型光罩基底，製造具備前述光吸收膜的氧化層圖案與前述光吸收膜的吸收層圖案的反射型光罩，

包含：

(A)和前述第1層的從前述基板分離之側相接而形成抗蝕劑膜的程序；

(B)將前述抗蝕膜進行圖案化而形成抗蝕層圖案之程序；

(C)使前述抗蝕劑圖案為蝕刻遮罩，將前述第1層及第2層之上方硬遮罩層(2A)利用使用了氟系氣體下的乾式蝕刻而同時進行圖案化，同時形成第1層圖案與第2層之上方硬遮罩層圖案的程序；

(D)除去前述抗蝕層圖案之程序；

(E)使前述第1層圖案與第2層之上方硬遮罩層圖案為蝕刻遮罩，將前述第2層的下方硬遮罩層(2B)，利用使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，形成第2層的下方硬遮罩層圖案的程序；

(F)使前述第1層圖案、前述第2層之上方硬遮罩層圖

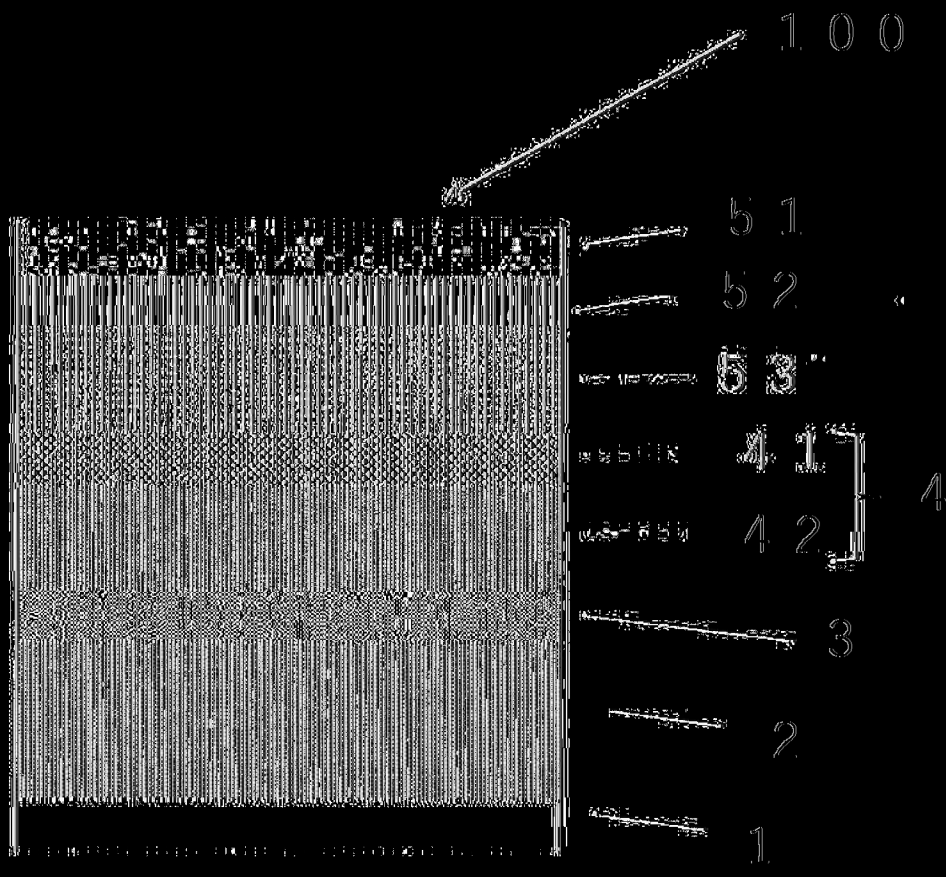
案及前述第2層的下方硬遮罩層圖案為蝕刻遮罩，將前述光吸收膜的氧化層及前述光吸收膜的吸收層的一部分，利用使用了氟系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，形成光吸收膜的氧化層圖案及光吸收膜的吸收層圖案的一部分，同時將前述第1層圖案、前述第2層之上方硬遮罩層圖案及前述第2層的下方硬遮罩層圖案的一部分同時除去的程序；以及

(G)使前述第2層的下方硬遮罩層圖案的一部分為蝕刻遮罩，將前述光吸收膜的吸收層利用使用了不含氧的氯系氣體下的乾式蝕刻而圖案化，同時將前述第2層的下方硬遮罩層圖案的一部分除去的程序。

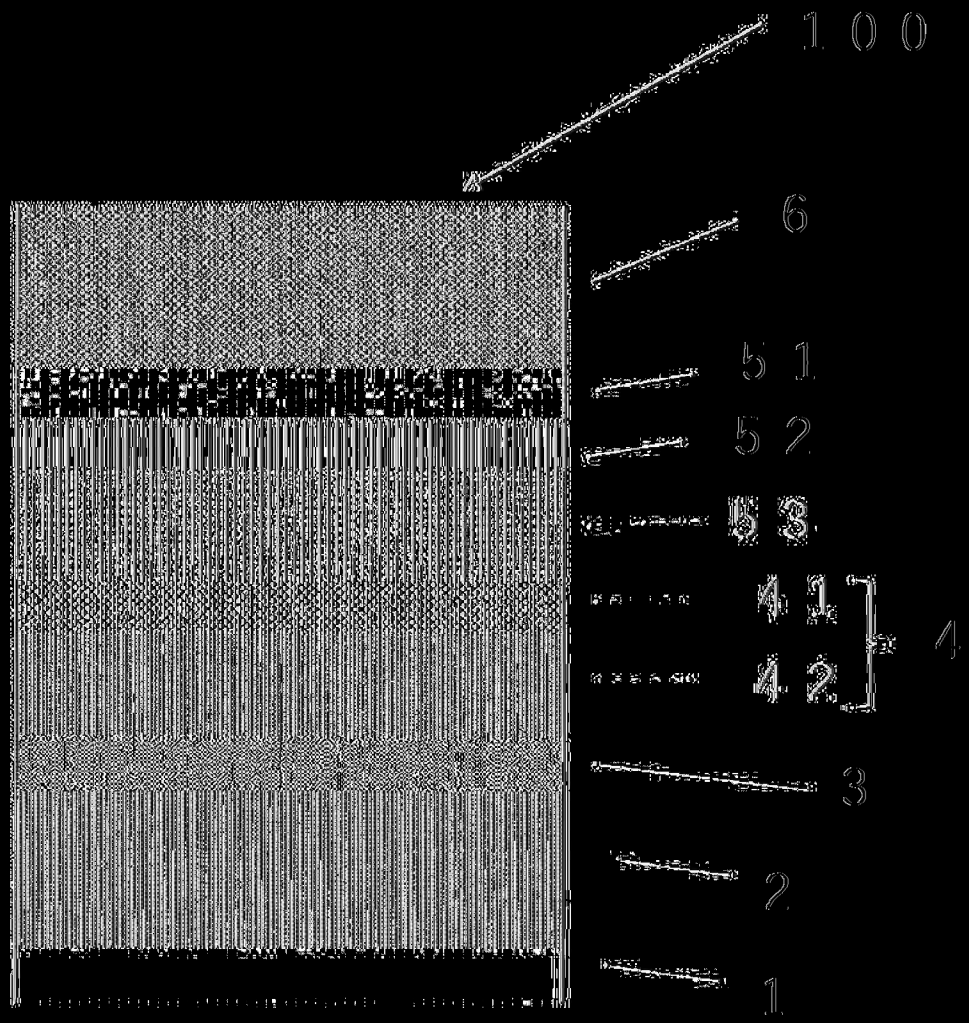
【請求項12】如請求項11之製造方法，其中，
前述抗蝕劑膜的厚度，為70nm以下。

【請求項13】如請求項11之製造方法，其中，
前述光吸收膜的圖案，包含寬為20nm以下的線圖案。

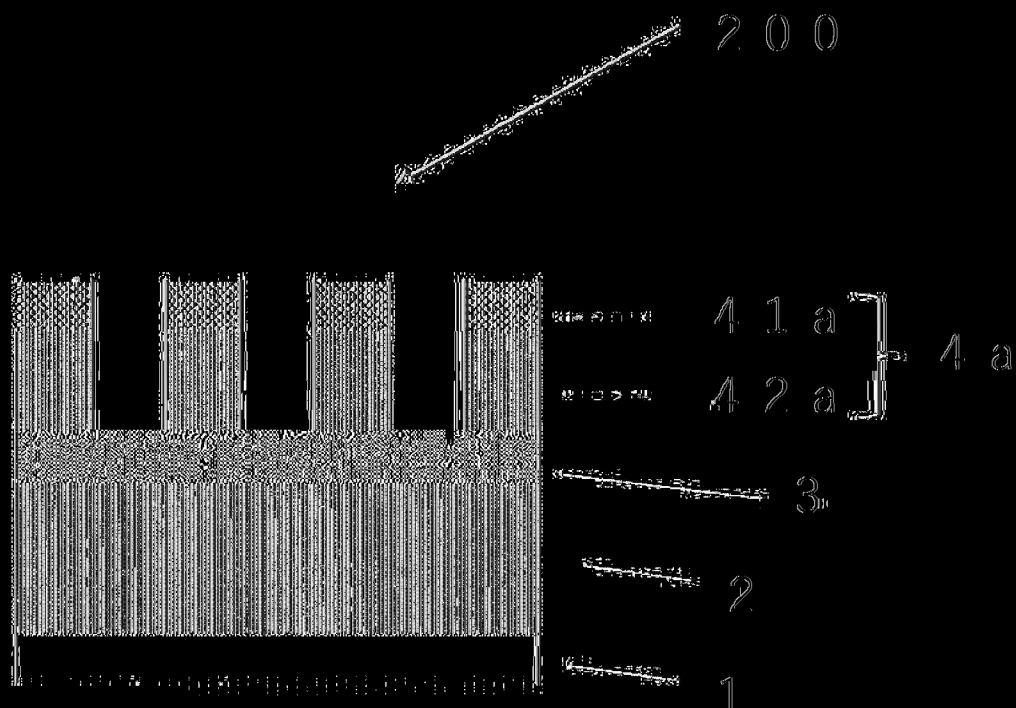
|(發明圖式)|



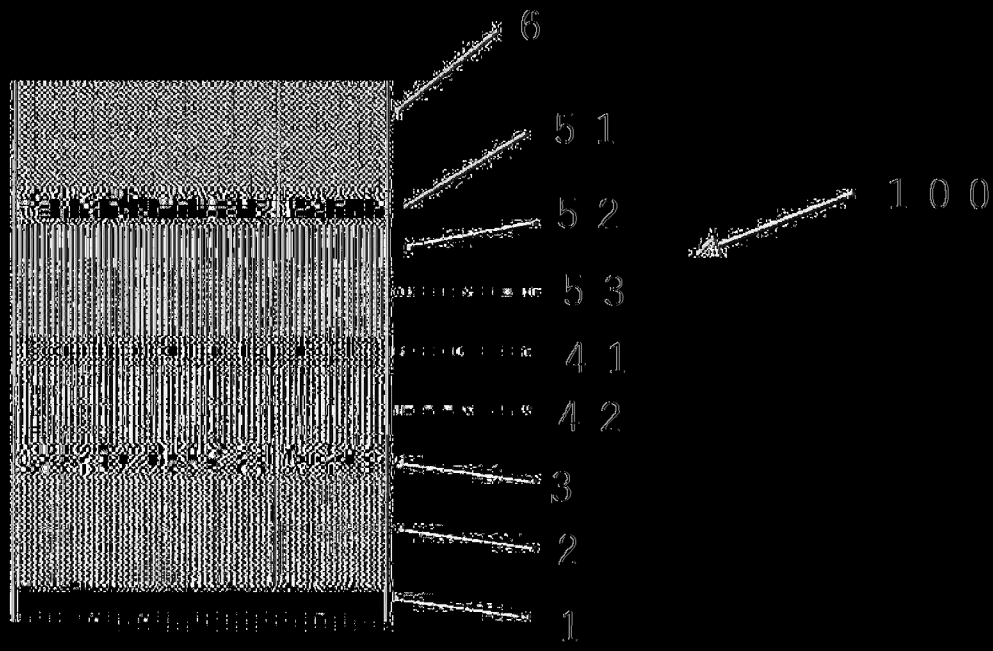
|(圖 1)|



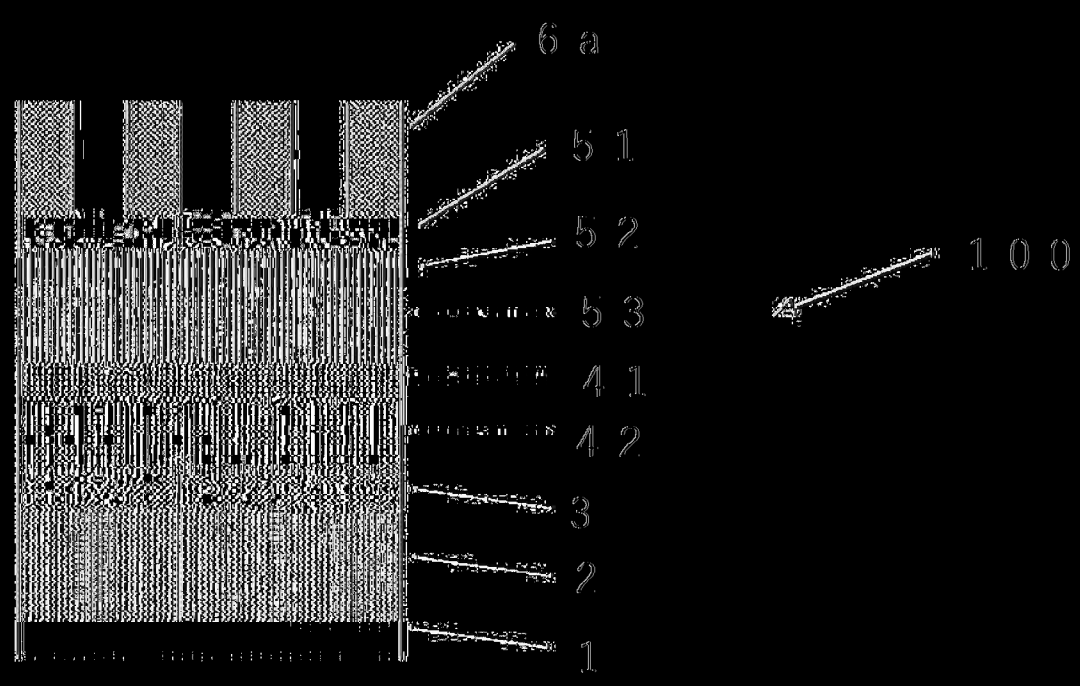
(圖 2)



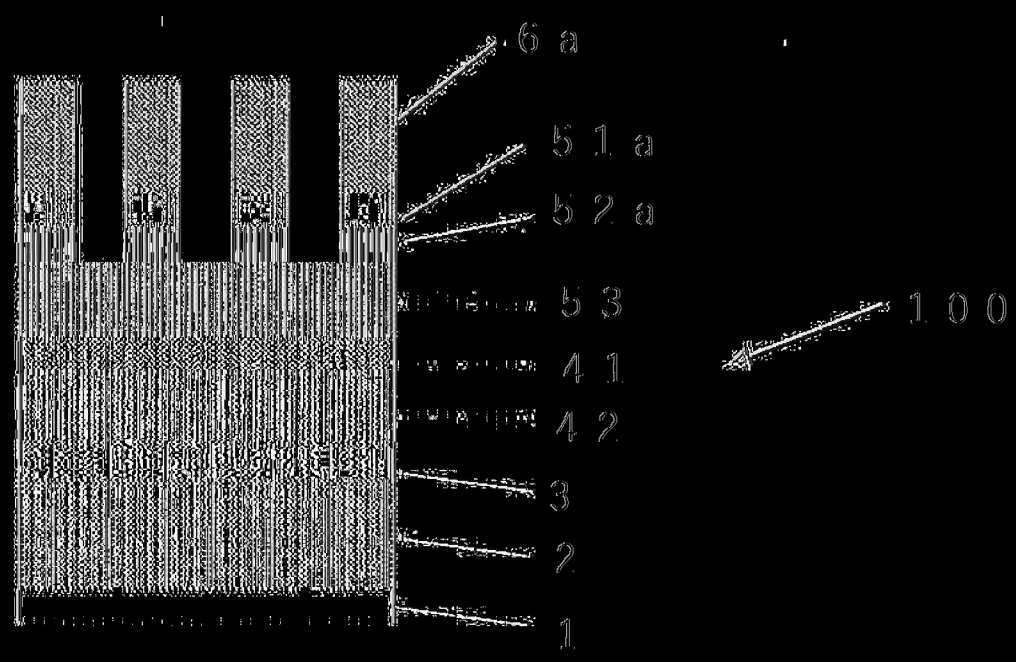
(圖 3)



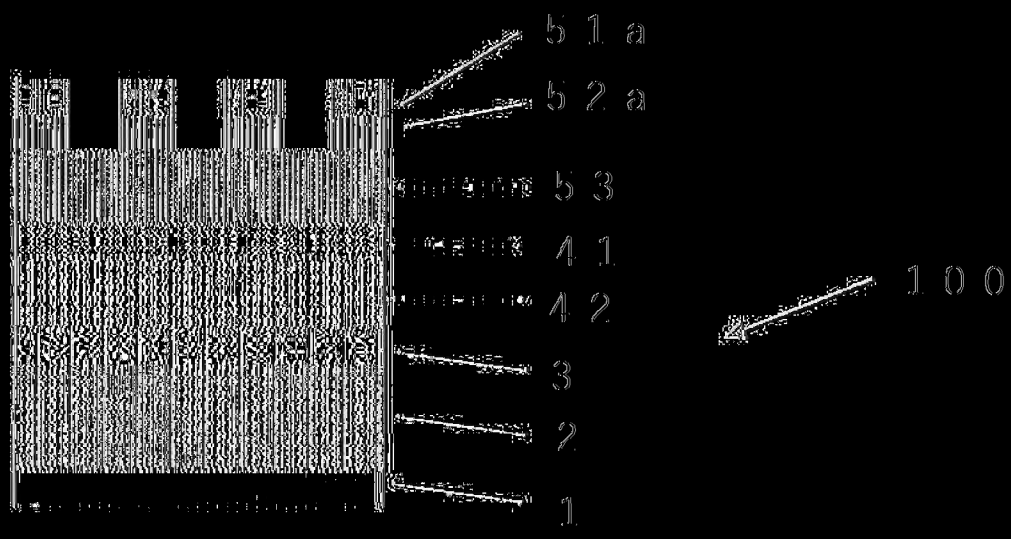
(圖 4A)



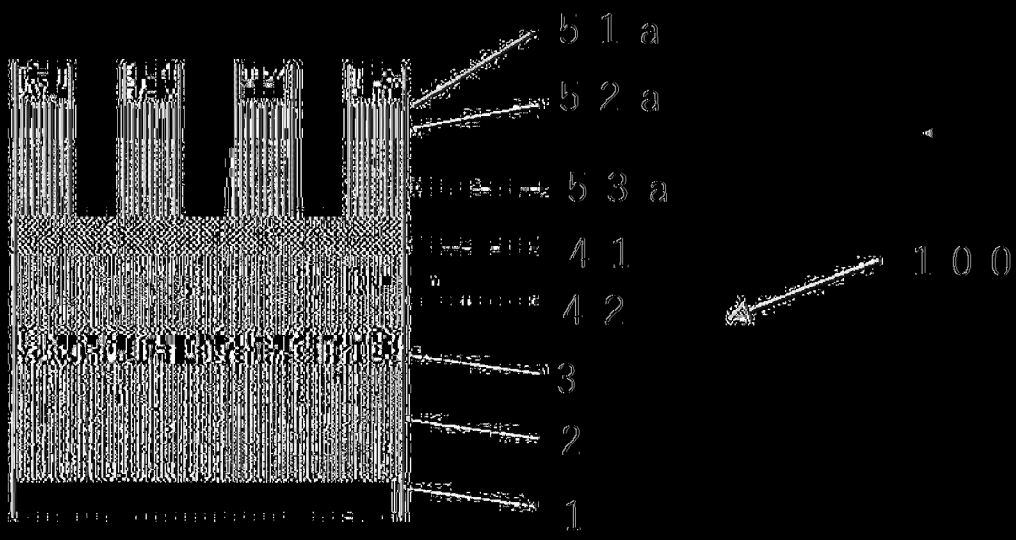
(圖 4B)



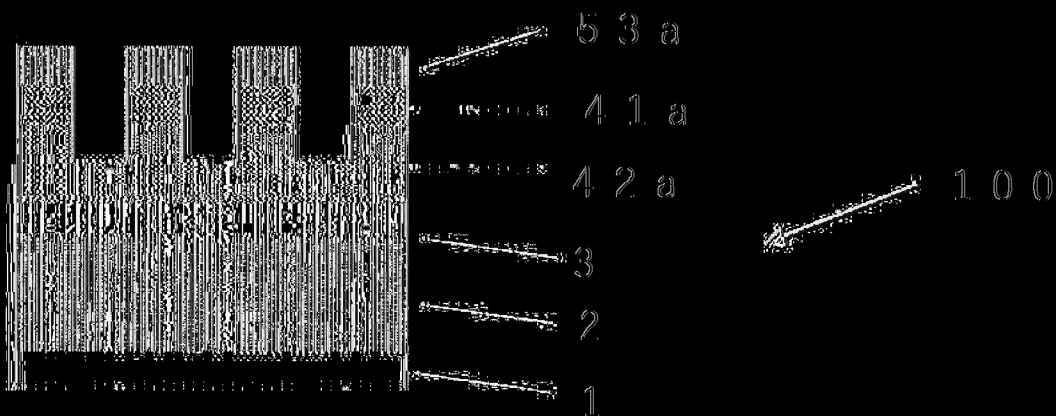
(圖 4C)



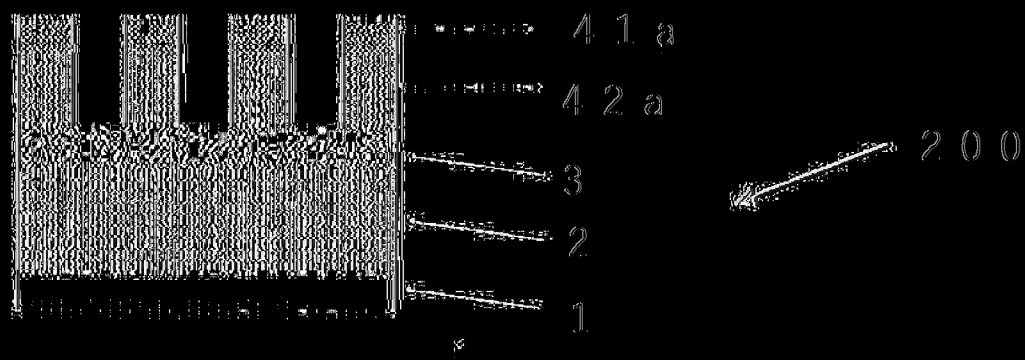
(圖 4D)



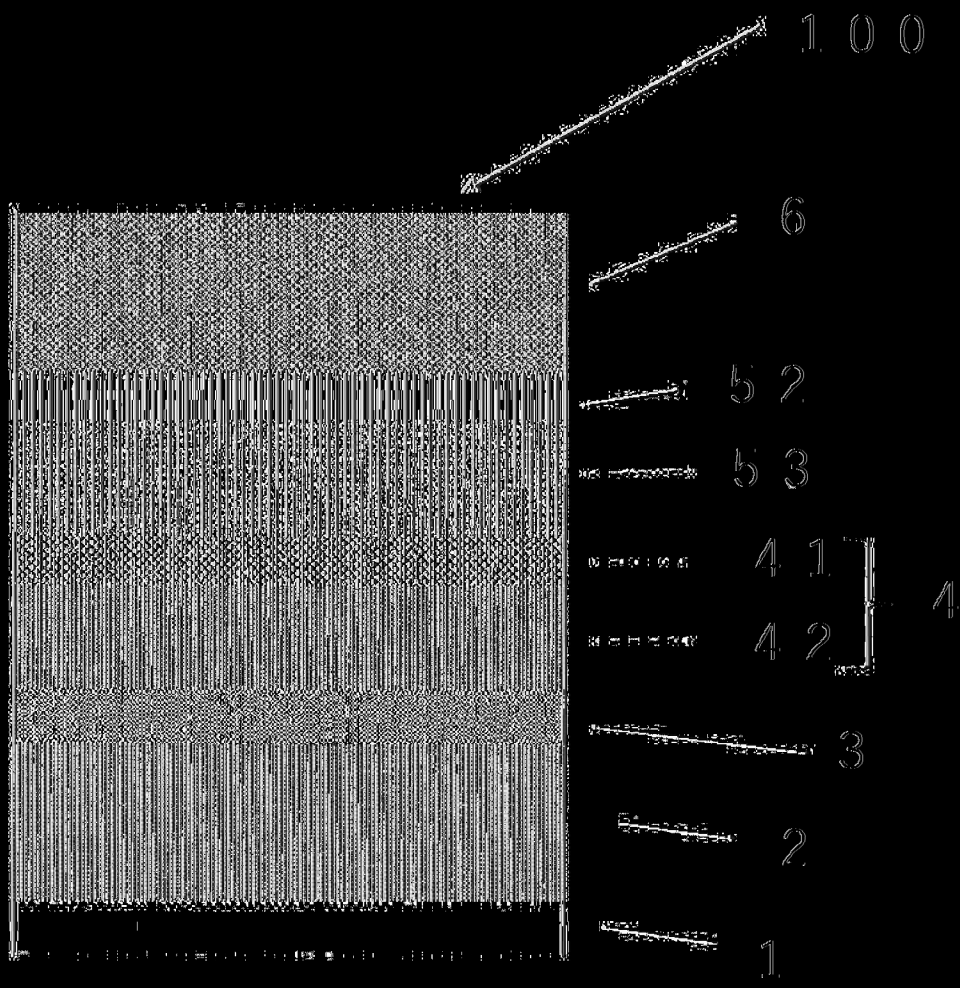
(圖 4E)



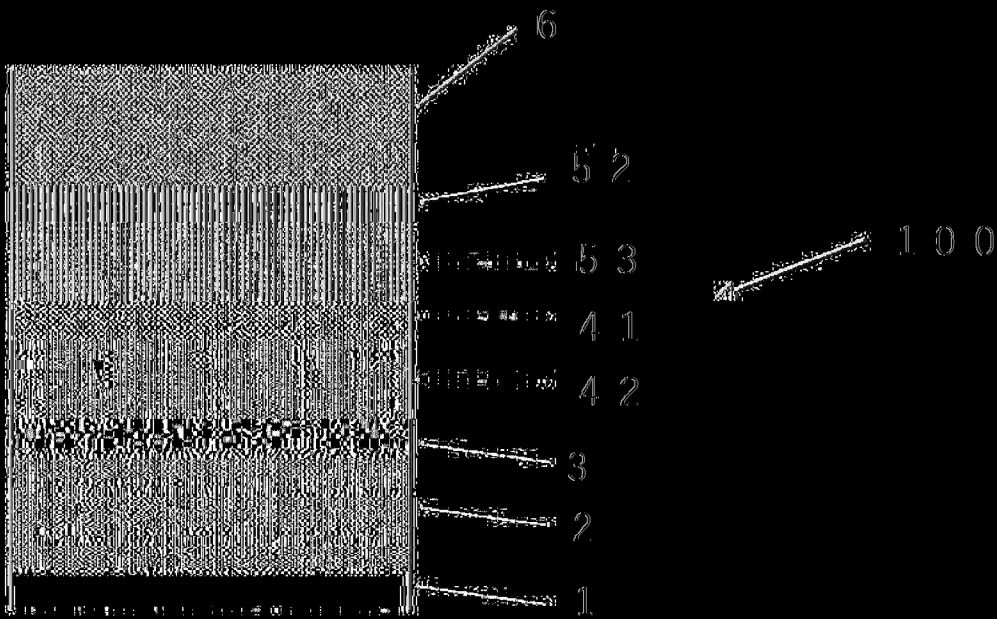
|(圖 4E)|



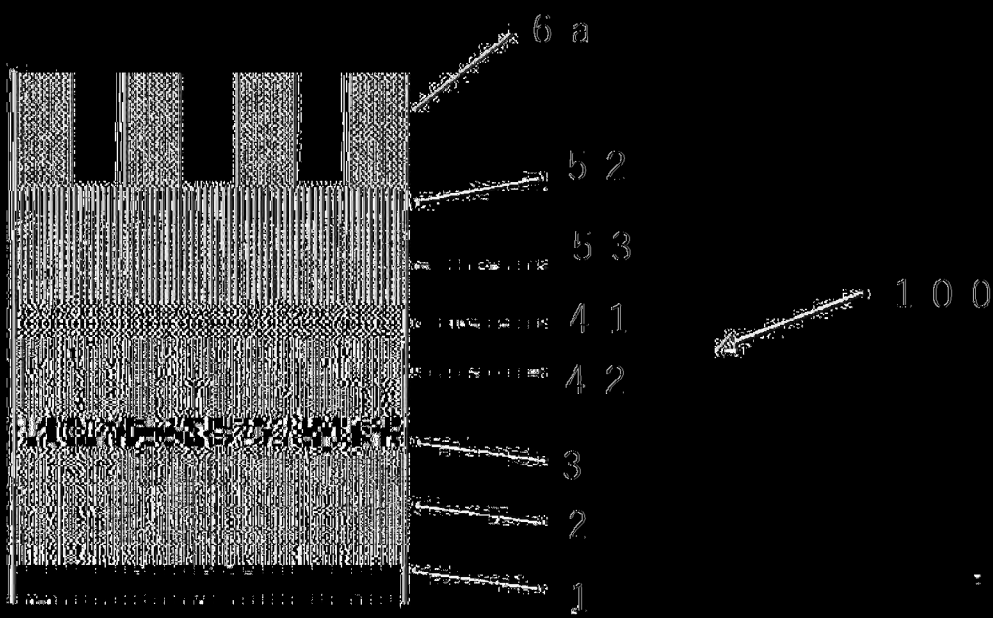
|(圖 4G)|



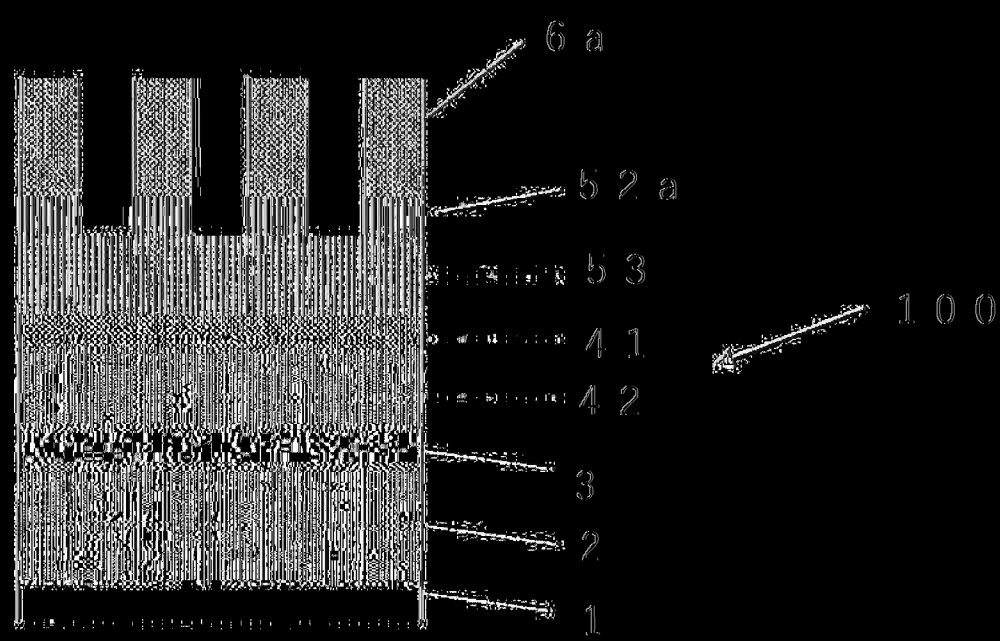
[(H) 5]



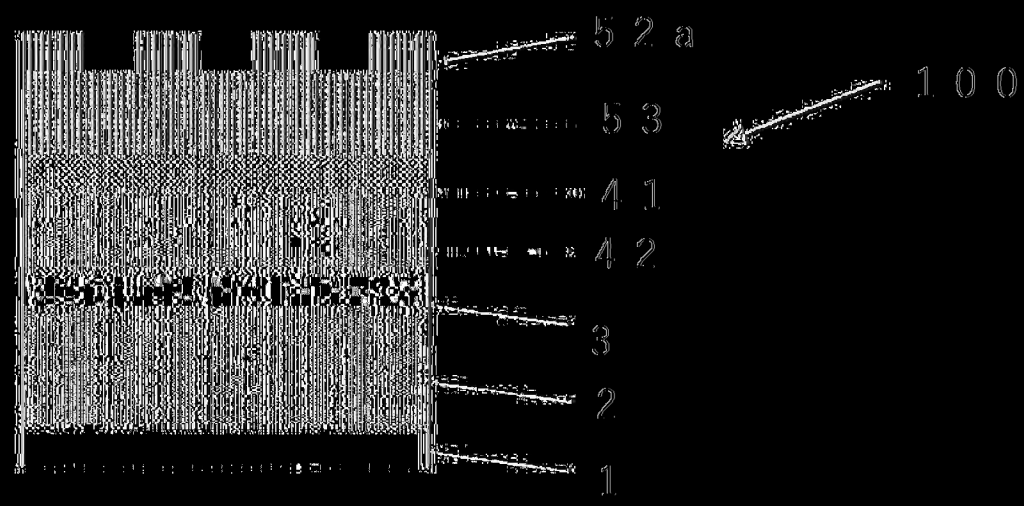
|(H 6A)|



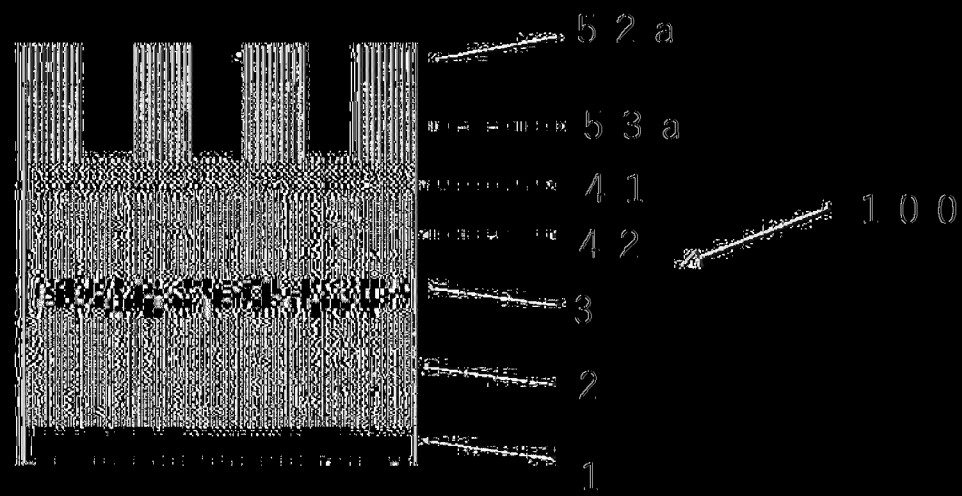
|(H 6B)|



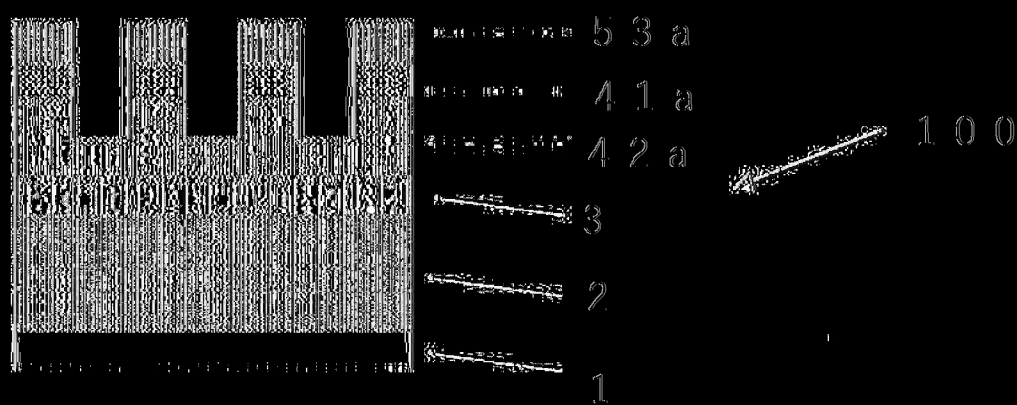
|(H) 6C)|



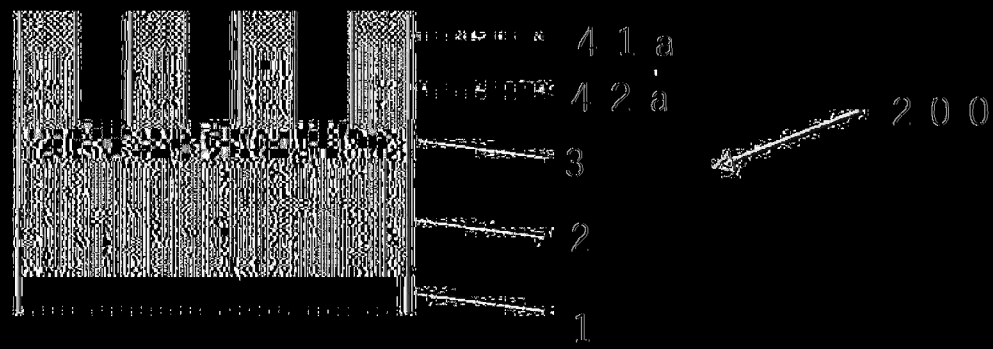
|(H) 6D)|



(圖 6E)



(圖 6F)



(圖 6G)