



(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 I867082 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：109137785

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 10 月 30 日

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

(30)優先權：2019/11/01 日本

2019-199941

(71)申請人：日商凸版光掩模有限公司(日本) TOPPAN PHOTOMASK CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：市川顯二郎 ICHIKAWA, KENJIRO (JP)；合田步美 GODA, AYUMI (JP)；中野秀亮 NAKANO, HIDEAKI (JP)

(74)代理人：王彥評

(56)參考文獻：

TW 201727390A

TW 201809913A

TW 201821465A

JP 2003-243292A

US 2019/0155138A1

US 2015/0038754A1

WO 2006/033442A1

審查人員：吳彥華

申請專利範圍項數：9 項 圖式數：6 共 27 頁

(54)名稱

反射型遮罩及反射型遮罩之製造方法

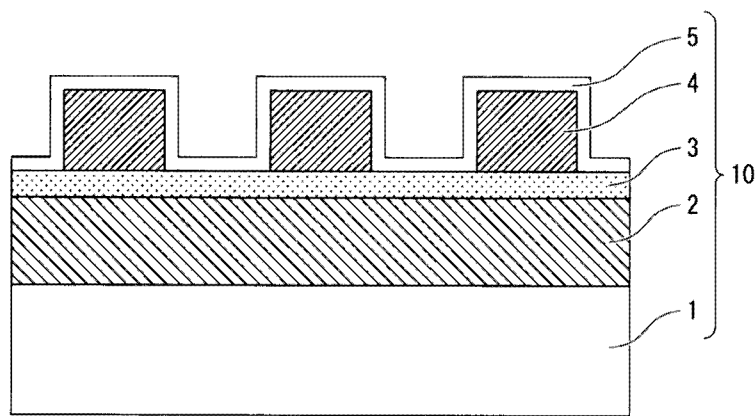
(57)摘要

本發明提供一種具有被覆膜的反射型遮罩及其製造方法，該被覆膜係沿著轉印圖案的最表面及側面均勻地形成，且 EUV 透射率高、耐清洗性高。為此，例如，反射型遮罩(100)具備基板(1)、形成在基板(1)上且將入射的 EUV 光加以反射之多層反射膜(2)、形成在多層反射膜(2)上的至少一部份且將入射的 EUV 光加以吸收之吸收層(4)、與形成在多層反射膜(2)上及吸收層(4)上且讓入射的 EUV 光穿透之被覆膜(5)，被覆膜(5)對 EUV 光的消光係數 k 為 0.04 以下，對利用清洗藥液的清洗具有耐性，且係以均勻的膜厚形成在吸收層(4)的表面及側面上。

指定代表圖：

符號簡單說明：

- 1:基板
- 2:多層反射膜
- 3:覆蓋層
- 4:吸收層
- 5:被覆膜
- 10:反射型光罩



【圖 1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

反射型遮罩及反射型遮罩之製造方法

【中文】

本發明提供一種具有被覆膜的反射型遮罩及其製造方法，該被覆膜係沿著轉印圖案的最表面及側面均勻地形成，且 EUV 透射率高、耐清洗性高。為此，例如，反射型遮罩(100)具備基板(1)、形成在基板(1)上且將入射的 EUV 光加以反射之多層反射膜(2)、形成在多層反射膜(2)上的至少一部份且將入射的 EUV 光加以吸收之吸收層(4)、與形成在多層反射膜(2)上及吸收層(4)上且讓入射的 EUV 光穿透之被覆膜(5)，被覆膜(5)對 EUV 光的消光係數 k 為 0.04 以下，對利用清洗藥液的清洗具有耐性，且係以均勻的膜厚形成在吸收層(4)的表面及側面上。

【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:覆蓋層

4:吸收層

5:被覆膜

10:反射型光罩

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】

反射型遮罩及反射型遮罩之製造方法

【技術領域】

【0001】本發明係關於反射型遮罩及反射型遮罩之製造方法。

【先前技術】

【0002】於半導體裝置的製程中，伴隨著半導體裝置的精細化，對光刻技術之精細化的要求提高。於光刻中，轉印圖案的最小解析尺寸大幅地依存於曝光光源的波長，波長越短越能使最小解析尺寸縮小。因此，在半導體裝置的製程中，正從以往的使用波長 193nm 的 ArF 準分子雷射光之曝光光源，置換成波長 13.5nm 的 EUV(極紫外光(Extreme UltraViolet))曝光光源。

【0003】EUV 光由於波長短，大多數物質都具有高的光吸收性。因此，EUV 用的光罩(EUV 遮罩)不同於以往的透射型遮罩，係反射型遮罩。成為反射型遮罩的基礎之反射型空白遮罩(mask blank)，係在低熱膨脹基板之上依序形成對曝光光源波長顯示高反射率的多層反射層與曝光光源波長的吸收層，進一步在基板的背面形成用於曝光機內的靜電吸盤之背面導電膜。又，也有具備在多層反射層與吸收層之間具有緩衝層的結構之 EUV 遮罩。

【0004】在自反射型空白遮罩加工為反射型遮罩之際，有時係藉由 EB(電子束(Electron Beam))光刻與蝕刻

技術將吸收層部分地去除，於具有緩衝層之結構的情形也同樣將其部分地去除，形成包含吸收部與反射部之電路圖案。藉由以如此方式製作的反射型遮罩所反射的光圖像，係經由反射光學系統而轉印至半導體基板上。

又，EUV 光刻係如上所述，由於無法使用利用光的透射之折射光學系統，所以曝光機的光學系統構件並非透鏡，而為鏡子。因此，有無法將朝向 EUV 遮罩的入射光與在 EUV 遮罩的反射光設計在同軸上的問題，通常在 EUV 光刻係採用下述手法：將光軸自 EUV 遮罩的垂直方向傾斜 6 度而入射 EUV 光，將以負 6 度的角度反射之反射光照射至半導體基板。

【0005】如此，EUV 光刻由於使光軸傾斜，有發生下述問題的情況：因入射至 EUV 遮罩的 EUV 光產生 EUV 遮罩的電路圖案的影子，而轉印性能惡化之被稱為所謂「陰影效應(shadowing effect)」的問題。此外，形成在上述 EUV 遮罩的電路圖案也被稱為轉印圖案或吸收層圖案。

對於此問題，在專利文獻 1 中揭示藉由對以往的 Ta 為主成分的吸收層或相移(phase-shift)膜採用對 EUV 光的吸收性(消光係數)高之化合物材料，而使膜厚變薄，降低陰影效應之方法。

【0006】又，光罩若對酸性或鹼性的清洗藥液之反應性高，則無法承受重複的清洗，而光罩的壽命會變短。因此，光罩必須以耐酸・鹼清洗性(以下亦僅稱為「耐清洗性」)高的化合物材料來形成。

但是，在專利文獻 1 的方法中雖然使用以 Ta 作為主成分之具有 2 種以上不同組成的吸收層，但對於耐清洗性則沒有記載。

【0007】又，在專利文獻 2 的方法中揭示藉由在以 Ta、Cr、Pd 作為主成分之吸收層上形成由含有 Ta 與 O 之成分所構成的最表面保護層，來提升吸收層的耐清洗性之方法。但是，專利文獻 2 中對於形成轉印圖案時的吸收層側壁之保護則沒有記載，不清楚包含側壁的耐清洗性。再者，在吸收層係以上述之外的物質為主成分之情形，於吸收層與最表面部的耐清洗性當然不同。因此，若重複清洗光罩，則有發生由於吸收層側壁未被保護而產生損傷，對圖案轉印性造成不良影響之問題的情形。

【0008】此外，在非 EUV 遮罩的光罩之技術領域中，於專利文獻 3 之方法中，在藉由步進式曝光機 (stepper) 將光罩進行接觸式曝光之際，以物理上的保護為目的，而將保護膜形成於轉印圖案上。與此相同，亦認為可藉由將保護膜形成在轉印圖案上而提升耐清洗性，但在 EUV 遮罩的領域中，在將保護膜形成在多層膜上時，有發生因由保護膜所致之 EUV 光的吸收而圖案轉印性降低之問題的情形。因此，作為保護膜，必須選擇對 EUV 光的透射率高的材料。再者，可認為若每個圖案之保護膜的膜厚不同，則有對轉印性造成不良影響的可能性，因此必須沿著轉印圖案的表面及側面來均勻地形成保護膜。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0009】

[專利文獻 1]日本特開 2007-273678 號公報

[專利文獻 2]日本特開 2014-45075 號公報

[專利文獻 3]日本特開昭 60-87327 號公報

【發明內容】

[發明欲解決之課題]

【0010】如此，為了重複使用 EUV 遮罩，EUV 遮罩中的最表層之耐清洗性是必須的。對此，於形成在 EUV 遮罩的轉印圖案之最表層及側面上形成保護膜是有效的，但在以 EUV 光透射率低的保護膜材料來形成保護膜時，有因陰影效應而對圖案轉印性造成不良影響的情形。再者，於未使在轉印圖案的最表層及側面上的保護膜均勻之情形，可認為有圖案轉印性惡化的可能性。亦即，在以往的 EUV 遮罩的保護膜中，高 EUV 透射率與高耐清洗性兩者兼具者少之又少。

【0011】因此，本發明之目的係提供一種具有被覆膜的反射型遮罩及其製造方法，該被覆膜係沿著轉印圖案的最表面及側面均勻地形成，且 EUV 透射率高、耐清洗性高。

[用以解決課題之手段]

【0012】為了達成上述目的，本發明的一態樣之反射型遮罩具備：基板、形成於上述基板上且將入射的光加以反射之反射部、形成於上述反射部上的至少一部份

且將上述入射的光加以吸收之吸收部、與形成於上述反射部上及上述吸收部上且讓上述入射的光穿透之被覆膜；上述被覆膜對 EUV(極紫外光(Extreme UltraViolet)：波長 13.5nm)光的消光係數 k 為 0.04 以下，對利用清洗藥液的清洗具有耐性，且係以均勻的膜厚形成在上述吸收部的最表面及側面上。

[發明之效果]

【0013】若依據本發明，則藉由以 EUV 透射率高、且耐清洗性高的材料均勻地被覆吸收部的最表層及側面，能維持轉印至晶圓上的圖案之尺寸精度、形狀精度，且能長期間使用遮罩。

【圖式簡單說明】

【0014】

圖 1 為顯示本發明的一實施形態之反射型遮罩的結構之示意截面圖。

圖 2 為顯示本發明的實施例之反射型空白遮罩的結構之示意截面圖。

圖 3 為顯示本發明的實施例之反射型遮罩的製程之示意截面圖。

圖 4 為顯示本發明的實施例之反射型遮罩的製程之示意截面圖。

圖 5 為顯示本發明的實施例之反射型遮罩的設計圖案的形狀之示意平面圖。

圖 6 為顯示本發明的實施例之反射型遮罩的結構之示意截面圖。

【實施方式】

[用以實施發明的形態]

【0015】 以下，一邊參照圖式，一邊說明本發明的一實施形態之反射型遮罩的結構。

(整體結構)

圖 1 為顯示附被覆膜的反射型光罩(以下亦僅稱為「反射型遮罩」)10 的構成之示意截面圖。

反射型遮罩 10 具備：基板 1、多層反射膜(反射部)2、覆蓋層(capping layer)3、吸收層(吸收部)4 與被覆膜 5。反射型遮罩 10 具備藉由吸收層 4 所形成的精細圖案之吸收層圖案(轉印圖案)。

本實施形態之基板 1 係例如為低熱膨脹性的基板。具體而言，作為基板 1，可使用平坦的 Si 基板、合成石英基板等。又，作為基板 1，可使用添加鈦的低熱膨脹玻璃。如此，基板 1 只要為熱膨脹率小的材料即可，不限定於此等材料。

【0016】

(多層反射膜)

本實施形態之多層反射膜 2 係形成於基板 1 上的膜(層)。此多層反射膜 2 係用於反射曝光的光之 EUV 光(極紫外光)的膜，例如將對 EUV 光的折射率彼此大幅相異的材料加以組合而構成之多層反射膜。作為多層反射膜 2，較佳為例如：藉由將包含 Mo(鉬)的層與包含 Si(矽)的層所積層而成之積層膜、或包含 Mo(鉬)的層與包含 Be(鈹)的層所積層而成之積層膜重複積層 40 個循環左右

所形成的膜。

【 0017 】

(覆蓋層)

本實施形態之覆蓋層 3 係形成在多層反射膜 2 上的層。覆蓋層 3 係以對形成吸收層 4 時所進行的乾式蝕刻有耐性之材質形成。亦即，覆蓋層 3 係在將吸收層 4 進行蝕刻而形成轉印圖案(低反射部圖案)時，發揮作為防止對多層反射膜 2 的傷害之蝕刻停止層(etching stopper)的功能者。此處，依據多層反射膜 2 的材質與蝕刻的條件，亦可不設置覆蓋層 3。

【 0018 】

(吸收層)

本實施形態之吸收層 4，較佳係以例如鈹、錫、銮、鎳、鐵、鉛、鎢、鉑、碲、鈷或鈮等單質材料、或者包含至少 1 種上述元素之氧化物或氮化物等化合物材料所形成。又，構成吸收層 4 的材料本身，較佳為以原子數比計包含 50% 以上的上述元素。

又，吸收層 4，相對於吸收層 4 整體的質量，較佳為包含 50 質量 % 以上的包含上述元素之化合物材料。

【 0019 】 若為以上述材料所形成的吸收層 4，則以該吸收層 4 所形成的轉印圖案能減少(抑制)陰影效應。

此外，吸收層 4 的層厚可在 10nm 以上 50nm 以下之範圍內，若在 20nm 以上 40nm 以下之範圍內則更佳，若在 25nm 以上 35nm 以下之範圍內則再更佳。吸收層 4 的層厚若在上述數值範圍內，則能有效吸收 EUV 光，且

能實現吸收層 4 的薄膜化。

【0020】

(被覆膜)

就反射型遮罩而言必須具有耐清洗性，而吸收層 4 的材料種類受到限制。但是，藉由以耐清洗性高的被覆膜 5 包覆吸收層 4，缺乏耐清洗性的材料也能使用作為吸收層 4 的構成材料。又，即使吸收層 4 的構成材料為具有耐清洗性的材料，藉由以被覆膜 5 保護，由於吸收層 4 不會直接接觸到藥液，更能承受重複的清洗。

【0021】 作為反射型遮罩所必須的耐清洗性，係將反射型遮罩 10 浸漬在 80℃的硫酸中 10 分鐘後，在裝滿將氨水與過氧化氫溶液與水以 1：1：20 的比例(質量比)混合而成的清洗藥液之清洗層中，使用 500W 的百萬赫茲超音波(megasonic)而浸漬 10 分鐘時，藉由電子天平測定轉印圖案(低反射部圖案)之膜的減少量，將無質量變化的化合物材料，當作本實施形態中耐清洗性高的材料。此處，「無質量變化」意指膜的減少量(質量)相對於轉印圖案(低反射部圖案)的總質量為 10%以下。

【0022】 於本實施形態之反射型遮罩 10 的情形，由於被覆膜 5 成為反射型遮罩 10 中的最表層，較佳係不成為入射光及反射光之各光路的阻礙。為了將由陰影效應所致之解析度的惡化收斂在 25%以內，而期望最表層之被覆膜 5 的消光係數 k 為 0.04 以下，且被覆膜 5 的膜厚在 10nm 以內。被覆膜 5 的膜厚之更佳範圍係在 1nm 以上 8nm 以下之範圍內，再更佳係在 2nm 以上 6nm 以

下之範圍內。若在上述數值範圍內，則可進一步減少入射光及反射光之各光路的阻礙。

【0023】作為用於減少上述陰影效應的被覆膜 5 之主材料，為了不成為光路的阻礙，較佳為對 EUV 光的消光係數 k 小的化合物材料。例如，矽(Si)的消光係數 k 為 0.0018，符合上述條件。又，二氧化矽已知耐酸・鹼性高，藉由將二氧化矽應用於最表層，能使反射型遮罩 10 具備必要的耐清洗性。又，若係使矽(Si)與氧(O)為原子數比 1：1.5～1：2 的比例，且矽及氧的合計含量為化合物材料整體的 50% 原子以上，滿足上述光學條件的化合物材料，則由於具備充分的耐清洗性，就被覆膜 5 的主材料而言較佳。

【0024】如此，被覆膜 5 較佳係具有耐清洗性，且消光係數 k 為 0.04 以下之化合物材料。因此，被覆膜 5 可由例如二氧化矽、氮化矽、氧化鋁、鈮、銨、鉻、鉛、銻、銻、鎢、釩或鈦等的單質材料、或者包含至少 1 種上述元素之氧化物或氮化物等的化合物材料形成。又，構成被覆膜 5 的材料本身，較佳為以原子數比計包含 50% 以上的上述元素。

又，相對於被覆膜 5 整體的質量，被覆膜 5 較佳為包含 50 質量% 以上之包含上述元素的化合物材料。

【0025】若為以上述材料所形成的被覆膜 5，則以該被覆膜 5 所形成的轉印圖案能提高 EUV 光的吸收效率。

此外，雖然在圖 1 中未圖示，但在本實施形態之反

射型遮罩 10 中，能在基板 1 的與形成有多層反射膜 2 之面為相反側之面上形成背面導電膜。背面導電膜係在將反射型遮罩 10 設置於曝光機時，用於利用靜電吸盤的原理進行固定之膜。

【0026】

(被覆膜之形成方法)

製造本實施形態之反射型遮罩 10 時，可使用原子層沉積法來形成被覆膜 5，該原子層沉積法係交替地供給包含矽、鋁、銦、鈦、鉻、鉛、銻、銨、鎢、鎢、釩及鈦中的至少 1 種之氣體、與包含氧、氮或氟中的任 1 種之氣體。

原子層沉積法能以原子層單位來形成薄膜。因此，藉由此方法所形成之被覆膜 5 具有高膜厚均勻性及高形狀追隨性。

【0027】被覆膜 5 為了防止由清洗所致之轉印性能的惡化，必須沿著吸收層 4 的表面及側面，進一步沿著形成在覆蓋層 3 上或多層反射膜 2 上之轉印圖案，即在表面露出的覆蓋層 3 上或多層反射膜 2 上，來形成被覆膜 5。再者，如前述，為了防止由被覆膜 5 所致之轉印性的惡化，而允許的膜厚受到限制，且對於所形成的被覆膜 5 要求均勻的膜厚。因此，藉由以膜厚均勻性、形狀追隨性優異的原子層沉積法來形成被覆膜 5，能製造不會伴隨圖案轉印性的惡化，且具有高耐清洗性之反射型遮罩 10。此處，「均勻的膜厚」係指相對於分別形成在吸收層 4 的表面及側面之被覆膜 5 的平均厚度，最薄

的部分的厚度在 -2nm 以內之範圍內，最厚的部分的厚度在 $+2\text{nm}$ 以內之範圍內。亦即，在本實施形態中，形成在吸收層 4 的表面之被覆膜 5 的層厚，相對於其平均厚度係收斂在 $\pm 2\text{nm}$ 的範圍內。又，形成在吸收層 4 的側面之被覆膜 5 的層厚，相對於其平均厚度係收斂在 $\pm 2\text{nm}$ 的範圍內。

【0028】如此，在本實施形態之反射型遮罩 10 中，藉由原子層沉積法在吸收層 4 的表面及側面形成耐清洗性高的被覆膜 5。因此，可減少由使用於反射型遮罩 10 的清洗藥液所致之吸收層 4 的侵蝕等，抑制圖案轉印性的惡化。

又，被覆膜 5 由於係藉由 EUV 透射率高的材料均勻地形成，能抑制由被覆膜 5 的形成所致之轉印性的惡化。因此，即使在使用耐清洗性低的吸收層材料之情形，也能實現高的圖案轉印精度。

【0029】

[實施例 1]

以下，使用圖式與表格說明本發明的實施例之反射型遮罩。

如圖 2 所示，在具有低熱膨脹性的合成石英的基板 11 上形成多層反射膜 12，其係將矽 (Si) 與鉬 (Mo) 作為一對之積層膜積層 40 片所形成。多層反射膜 12 的膜厚係設為 280nm 。圖 2 中，為了方便，多層反射膜 12 係以數對的積層膜來圖示。

【0030】接下來，在多層反射膜 12 上，以膜厚成

為 2.5nm 的方式，使作為中間膜的以鈦(Ru)形成之覆蓋層 13 成膜。藉此，在基板 11 上形成具有多層反射膜 12 及覆蓋層 13 之反射層(反射部)16。

在覆蓋層 13 上，以膜厚成為 26nm 的方式，使以氧化錫形成之吸收層 14 成膜。

接下來，在基板 11 的沒有形成多層反射膜 12 之側上，以 100nm 的厚度，使以氮化鉻(CrN)形成之背面導電膜 15 成膜。

對基板 11 上的各個膜之成膜，係使用多靶濺鍍裝置。各自的膜的膜厚係以濺鍍時間來控制。

【0031】接下來，在吸收層 14 上藉由旋塗將正型化學增幅型光阻(positive type chemical amplification resist)(SEBP9012：信越化學公司製)成膜為 120nm 的膜厚，以 110 度烘烤 10 分鐘，形成光阻膜 17。

接下來，藉由電子束光刻機(JBX3030:日本電子公司製)對正型化學增幅型光阻描繪預設的圖案。

然後，施加 110 度、10 分鐘的烘烤處理，接下來進行噴霧顯影(SFG3000：SIGMAMELTEC 公司製)。藉此，如圖 3 所示，形成光阻圖案 17a。

【0032】接下來，將光阻圖案作為蝕刻遮罩，藉由以氯系氣體為主體之乾式蝕刻進行吸收層 14 的圖案化，形成吸收層圖案 14a。

接下來，進行殘留的光阻圖案 17a 之剝離。如此進行，如圖 4 所示，形成吸收層 14 的表面及側面露出之吸收層圖案 14a。

本實施例中，以發揮作為低反射層之功能的吸收層 14 所形成之吸收層圖案 14a，係設為線寬 64nm 的 LS(線與間距(line and space))圖案。此線寬 64nm 的 LS 圖案，為了使由 EUV 照射所致之陰影效應的影響能容易被觀察到，係如圖 5 所示地分別設計在 x 方向與 y 方向上。

【0033】接下來，藉由使用矽氣與氧氣之原子層沉積法，在吸收層 14 露出之表面及側面、以及反射層 16 上，分別以膜厚成為 2nm、5nm、10nm 的方式，使以二氧化矽形成之被覆膜 18 成膜。以 XPS(X 射線光電子光譜法)測定的結果，矽與氧的原子數比率係 1：1.9。如此進行而製作如圖 6 所示之反射型光罩(以下亦僅稱為「反射型遮罩」)100。

【0034】

[實施例 2]

以與實施例 1 相同的方法，形成圖 4 所示之吸收層圖案 14a。

接下來，藉由使用有機鋁氣體與氧氣之原子層沉積法，在吸收層 14 的表面及側面、以及反射層 16 上，分別以膜厚成為 2nm、5nm、10nm 的方式，使以氧化鋁形成之被覆膜 18 成膜。以 XPS(X 射線光電子光譜法)測定的結果，鋁與氧的原子數比率係 1：1.6。如此進行而製作如圖 6 所示之反射型遮罩 100。

【0035】

[實施例 3]

以與實施例 1 相同的方法，形成圖 4 所示之吸收層

圖案 14a。

接下來，藉由使用有機鈦系氣體與氧氣之原子層沉積法，在吸收層 14 的表面及側面、以及反射層 16 上，分別以膜厚成為 2nm、5nm、10nm 的方式，使以氧化鈦形成之被覆膜 18 成膜。如此進行而製作如圖 6 所示之反射型遮罩 100。

【0036】

[比較例 1]

以與實施例 1 相同之方法，形成圖 4 所示之吸收層圖案 14a。

接下來，藉由使用有機鉬系氣體之原子層沉積法，在吸收層 14 的表面及側面、以及反射層 16 上，分別以膜厚成為 2nm、5nm、10nm 的方式，使以鉬形成之被覆膜 18 成膜。如此進行而製作如圖 6 所示之反射型遮罩 100。

【0037】

[比較例 2]

以與實施例 1 相同之方法，形成圖 4 所示之吸收層圖案 14a。

接下來，藉由使用有機鉑系氣體之原子層沉積法，在吸收層 14 的表面及側面、以及反射層 16 上，分別以膜厚成為 2nm、5nm、10nm 的方式，使鉑形成之被覆膜 18 成膜。如此進行而製作如圖 6 所示之反射型遮罩 100。

在前述的實施例及比較例中，被覆膜 18 的膜厚係

藉由穿透式電子顯微鏡測定。

【 0038 】

(耐清洗性)

使用 SPM 清洗及 SC1 清洗來進行反射型遮罩 100 的清洗，SPM 清洗係使用重量濃度 90%、液溫 80 度的溫硫酸與雙氧水，SC1 清洗係使用氨水與雙氧水。膜的減少之確認係從利用電子天平之質量變化來判斷。本實施例中，膜的減少量若為被覆膜 18 的質量的 10% 以下，則由於在使用上沒有任何問題，而評價為「有耐清洗性」。另一方面，膜的減少量若大於被覆膜 18 的質量的 10%，則由於在使用上有問題，而評價為「無耐清洗性」。

【 0039 】

(晶圓曝光評價)

使用 EUV 曝光裝置(NXE3300B：ASML 公司製)，將實施例及比較例所製作的反射型遮罩 100 之吸收層圖案 14a 轉印曝光至塗布有 EUV 正型化學增幅型光阻的半導體晶圓上。此時，曝光量係以使圖 5 所示的 x 方向的 LS 圖案如所設計地轉印的方式進行調節。藉由電子束尺寸測定機來實施所轉印之光阻圖案的觀察及線寬測定，進行解析度之確認。更詳言之，本實施例中係以 y 方向的 LS 圖案是否適當地轉印來評價解析度之確認。亦即，在將曝光條件以使圖 5 所示的 x 方向之 LS 圖案如所設計地轉印的方式調節之狀態下，y 方向的 LS 圖案相對於沒有被覆膜的解析度，係將解析度惡化收斂在

25%以內之情形當作「合格」，將解析度惡化大於 25%之情形(y 方向的 LS 圖案無法解析之情形)當作「不合格」。此外，在表 1～表 5 中，將 y 方向的 LS 圖案無法解析之情形以「-」來表示。

【0040】將這些評價結果示於表 1 至表 5。

表 1 中顯示對實施例 1 的反射型遮罩 100，即下述反射型遮罩 100 的耐清洗性與晶圓上的光阻圖案尺寸：吸收層 14 係以氧化錫形成，其膜厚為 26nm，且被覆膜 18 係以二氧化矽形成，其膜厚分別為 2nm、5nm、10nm 之反射型遮罩 100。

【0041】於實施例 1 的反射型遮罩 100 並未確認到由清洗所致之膜的減少。亦即，實施例 1 的反射型遮罩 100 具備耐清洗性。被覆膜 18 的膜厚為 2nm、5nm、10nm 時，y 方向的 LS 圖案尺寸相對於設計值 16.0nm 而為 12.4nm、11.9nm、11.7nm。如此，每當被覆膜 18 的膜厚變厚，可看見由陰影效應所致之尺寸精度的惡化，但解析度的惡化大致上收斂在 25%以內。亦即，實施例 1 的反射型遮罩 100 具備在使用上沒有問題之圖案轉印性。

【0042】[表 1]

吸收層		被覆膜		耐清洗性	尺寸	
材料	膜厚	材料	膜厚		X 方向	Y 方向
氧化錫 (n:0.94 k:0.07)	26 nm	二氧化矽 (n:0.98 k:0.01)	2 nm	有	16.0 nm	12.4 nm
			5 nm	有	16.0 nm	11.9 nm
			10 nm	有	16.0 nm	11.7 nm

【0043】表 2 中顯示對實施例 2 之反射型遮罩 100，即下述反射型遮罩 100 的耐清洗性與晶圓上的光阻圖案

尺寸：吸收層 14 係以氧化錫形成，其膜厚為 26nm，且被覆膜 18 係以氧化鋁形成，其膜厚分別為 2nm、5nm、10nm 之反射型遮罩 100。

【0044】於實施例 2 的反射型遮罩 100 並未確認到由清洗所致之膜的減少。亦即，實施例 2 的反射型遮罩 100 具備耐清洗性。被覆膜 18 的膜厚為 2nm、5nm、10nm 時，y 方向的 LS 圖案尺寸相對於設計值 16.0nm 而為 12.3nm、11.5nm、10.4nm，得到與實施例 1 同等的結果。如此，與實施例 1 相同，每當被覆膜 18 的膜厚變厚，可看見由陰影效應所致之尺寸精度的惡化，但解析度的惡化大致上收斂在 25%以內。亦即，實施例 2 的反射型遮罩 100 具備在使用上沒有問題之圖案轉印性。

【0045】[表 2]

吸收層		被覆膜		耐清洗性	尺寸	
材料	膜厚	材料	膜厚		X 方向	Y 方向
氧化錫 (n:0.94 k:0.07)	26 nm	氧化鋁 (n:0.97 k:0.04)	2 nm	有	16.0 nm	12.3 nm
			5 nm	有	16.0 nm	11.5 nm
			10 nm	有	16.0 nm	10.4 nm

【0046】表 3 中顯示對實施例 3 之反射型遮罩 100，即下述反射型遮罩 100 的耐清洗性與晶圓上的光阻圖案尺寸：吸收層 14 係以氧化錫形成，其膜厚為 26nm，且被覆膜 18 係以氧化鈦形成，其膜厚為 2nm、5nm、10nm 之反射型遮罩 100。

【0047】於實施例 3 的反射型遮罩 100 並未確認到由清洗所致之膜的減少。亦即，實施例 3 的反射型遮罩 100 具備耐清洗性。被覆膜 18 的膜厚為 2nm、5nm、10nm 時，y 方向的 LS 圖案尺寸相對於設計值 16.0nm 而

為 12.5nm、11.2nm、10.5nm，得到與實施例 1 同等的結果。如此，與實施例 1 相同，每當被覆膜 18 的膜厚變厚，可看見由陰影效應所致之尺寸精度的惡化，但解析度的惡化大致上收斂在 25%以內。亦即，實施例 3 的反射型遮罩 100 具備在使用上沒有問題之圖案轉印性。

【 0048 】 [表 3]

吸收層		被覆膜		耐清洗性	尺寸	
材料	膜厚	材料	膜厚		X 方向	Y 方向
氧化錫 (n:0.94 k:0.07)	26 nm	氧化鈦 (n:0.94 k:0.02)	2 nm	有	16.0 nm	12.5 nm
			5 nm	有	16.0 nm	11.2 nm
			10 nm	有	16.0 nm	10.5 nm

【 0049 】 表 4 中顯示對比較例 1 之反射型遮罩 100，即下述反射型遮罩 100 的耐清洗性與晶圓上的光阻圖案尺寸：吸收層 14 係以氧化錫形成，其膜厚為 26nm，且被覆膜 18 係以鉬形成，其膜厚為 2nm、5nm、10nm 之反射型遮罩 100。

【 0050 】 於比較例 1 的反射型遮罩 100 確認到由清洗藥液所致之膜的減少，可知耐清洗性低。被覆膜 18 的膜厚為 2nm、5nm、10nm 時，y 方向的 LS 圖案尺寸相對於設計值 16.0nm 而為 12.7nm、11.1nm、10.5nm，得到與實施例 1～3 同等的結果。如此，與實施例 1～3 相同，每當被覆膜 18 的膜厚變厚，可看見由陰影效應所致之尺寸精度的惡化。另一方面，不同於實施例 1～3，以鉬形成之被覆膜 18 由於為耐清洗性低的材料，不適合使用作為反射型遮罩。

【 0051 】 表 4

吸收層		被覆膜		耐清洗性	尺寸	
材料	膜厚	材料	膜厚		X 方向	Y 方向
氧化錫 (n:0.94 k:0.07)	26 nm	鉬 (n:0.92 k:0.01)	2 nm	無	16.0 nm	12.7 nm
			5 nm	無	16.0 nm	11.1 nm
			10 nm	無	16.0 nm	10.5 nm

【 0052 】 表 5 中顯示對比較例 2 之反射型遮罩 100，即下述反射型遮罩 100 的耐清洗性與晶圓上的光阻圖案尺寸：吸收層 14 係以氧化錫形成，其膜厚為 26nm，且被覆膜 18 係以鉬形成，其膜厚為 2nm、5nm、10nm 之反射型遮罩 100。

【 0053 】 於比較例 2 的反射型遮罩 100 並未確認到由清洗所致之膜的減少。雖然被覆膜 18 的膜厚為 2nm 時，y 方向的 LS 圖案尺寸相對於設計值 16.0nm 而為 12.4nm，但為 5nm、10nm 時，圖案無法解析。亦即，比較例 2 的反射型遮罩 100 不具備充分的圖案轉印性。

如此，不同於實施例 1～3，若以消光係數 k 大的材料來形成被覆膜 18，則每當被覆膜 18 的膜厚變厚，強烈顯現陰影效應，為 5nm 以上的膜厚則 y 方向的圖案無法解析。

【 0054 】 表 5

吸收層		被覆層		耐清洗性	尺寸	
材料	膜厚	材料	膜厚		X 方向	Y 方向
氧化錫 (n:0.94 k:0.07)	26 nm	鉬 (n:0.89 k:0.06)	2 nm	有	16.0 nm	12.4nm
			5 nm	有	16.0 nm	-
			10 nm	有	16.0 nm	-

【 0055 】 由以上可知，即使吸收層 14 為缺乏耐清洗性的材料，只要為以二氧化矽、氧化鋁、氧化鈦形成被覆膜 18 的反射型遮罩 100，由於不會使陰影效應惡化，且耐清洗性良好，而成為長壽命且轉印性能高的反

射型遮罩。

【0056】本發明之反射型遮罩，能適用於半導體積體電路等的製程中，用於藉由 EUV 曝光形成精細的圖案。

【符號說明】

【0057】

- 1:基板
- 2:多層反射膜
- 3:覆蓋層
- 4:吸收層
- 5:被覆膜
- 10:反射型光罩
- 11:基板
- 12:多層反射膜
- 13:覆蓋層
- 14:吸收層
- 14a:吸收層圖案
- 15:背面導電膜
- 16:反射部(反射層)
- 17:光阻膜
- 17a:光阻圖案
- 18:被覆膜
- 100:反射型光罩

【發明申請專利範圍】

【請求項 1】一種反射型遮罩，其特徵在於具備：

基板、

形成在該基板上且將入射的光加以反射之反射部、

形成在該反射部上的至少一部分且將該入射的光加以吸收之吸收部、

形成在該反射部上及該吸收部上且讓該入射的光穿透之被覆膜；

該被覆膜對 EUV(極紫外光(Extreme UltraViolet)：波長 13.5nm)光的消光係數 k 為 0.04 以下，對利用清洗藥液的清洗具有耐性，且係以均勻的膜厚形成在該吸收部的最表面及側面上，

該被覆膜係以包含二氧化矽、氮化矽、氧化鋁、鈦、鉻、鉛或銻中的至少 1 種之化合物所形成。

【請求項 2】一種反射型遮罩，其特徵在於具備：

基板、

形成在該基板上且將入射的光加以反射之反射部、

形成在該反射部上的至少一部分且將該入射的光加以吸收之吸收部、

形成在該反射部上及該吸收部上且讓該入射的光穿透之被覆膜；

該被覆膜對 EUV(極紫外光(Extreme UltraViolet)：波長 13.5nm)光的消光係數 k 為 0.04 以下，對利用清洗藥液的清洗具有耐性，且係以均勻的膜厚形成在該吸收

部的最表面及側面上，

該吸收部係以包含鉛或鎢中的至少 1 種之化合物所形成。

【請求項 3】如請求項 2 之反射型遮罩，其中該被覆膜係以包含二氧化矽、氮化矽、氧化鋁、鈮、銻、鉻、鉛、銻、銻、鎢、釩或鈦中的至少 1 種之化合物所形成。

【請求項 4】如請求項 1 之反射型遮罩，其中該吸收部係以包含鉍、錫、銦、鎳、鐵、鉛、鎢、鉑、碲、鈷或鈹中的至少 1 種之化合物所形成。

【請求項 5】如請求項 1 之反射型遮罩，其中該吸收部係以包含鉛或鎢中的至少 1 種之化合物所形成。

【請求項 6】一種反射型遮罩，其特徵在於具備：

基板、

形成在該基板上且將入射的光加以反射之反射部、

形成在該反射部上的至少一部分且將該入射的光加以吸收之吸收部、

形成在該反射部上及該吸收部上且讓該入射的光穿透之被覆膜；

該被覆膜對 EUV(極紫外光(Extreme UltraViolet)：波長 13.5nm)光的消光係數 k 為 0.04 以下，對利用清洗藥液的清洗具有耐性，且係以均勻的膜厚形成在該吸收部的最表面及側面上，

該被覆膜係以二氧化矽、氧化鋁或氧化鈦所形成，

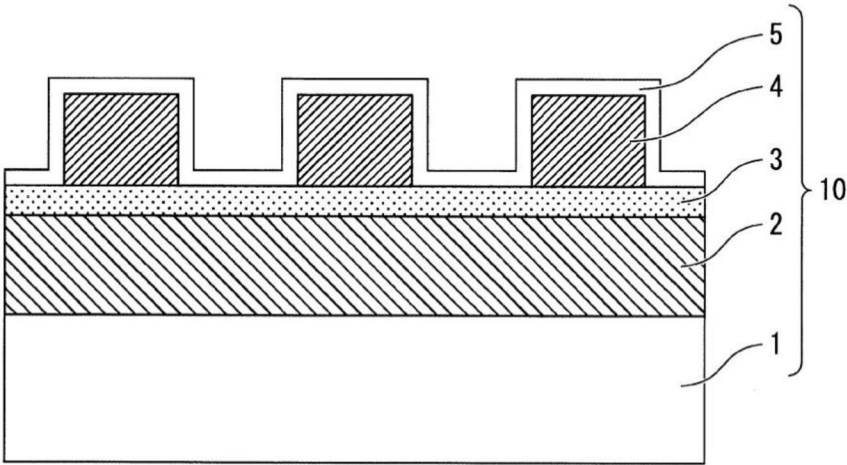
該吸收部係以氧化錫所形成。

【請求項 7】如請求項 1 至 6 中任一項之反射型遮罩，其中該被覆膜之膜厚為 5nm 以上 10nm 以下之範圍內。

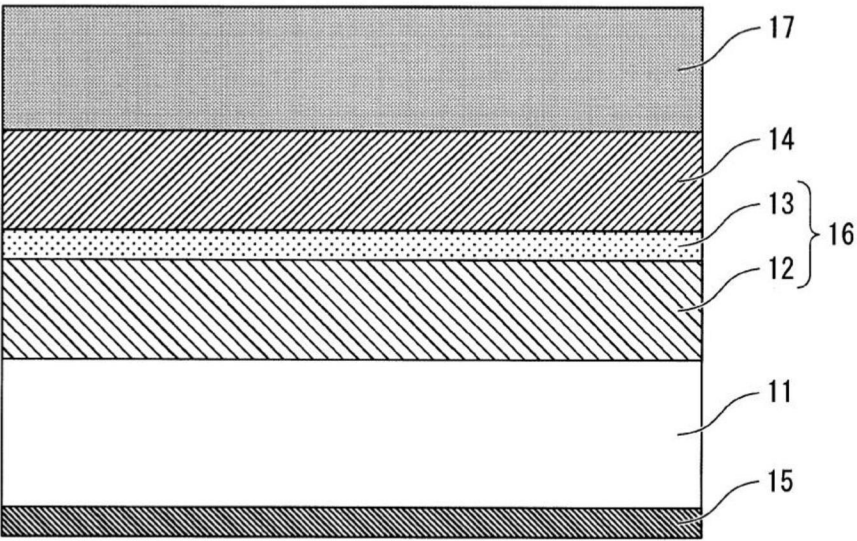
【請求項 8】一種反射型遮罩之製造方法，其係如請求項 1 至 7 中任一項的反射型遮罩之製造方法，其包含藉由原子層沉積法形成該被覆膜之步驟。

【請求項 9】如請求項 8 之反射型遮罩之製造方法，其中在形成該被覆膜的步驟中，係使用包含矽、鋁、鎢、鈦、鉻、鉛、銻、銨、銻、鎢、釩及鈦中的至少 1 種之氣體與包含氧、氮或氟中的任 1 種之氣體作為材料氣體，藉由原子層沉積法形成該被覆膜。

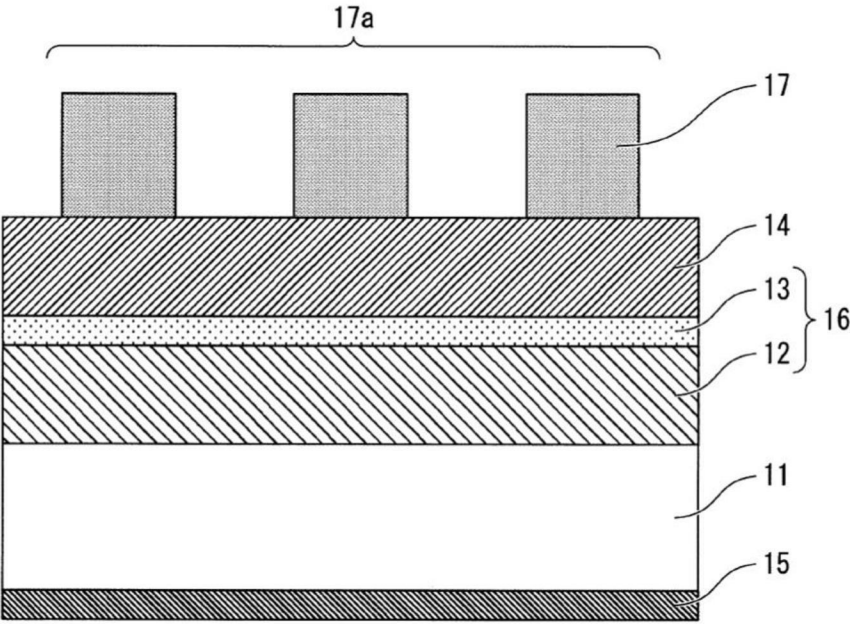
【發明圖式】



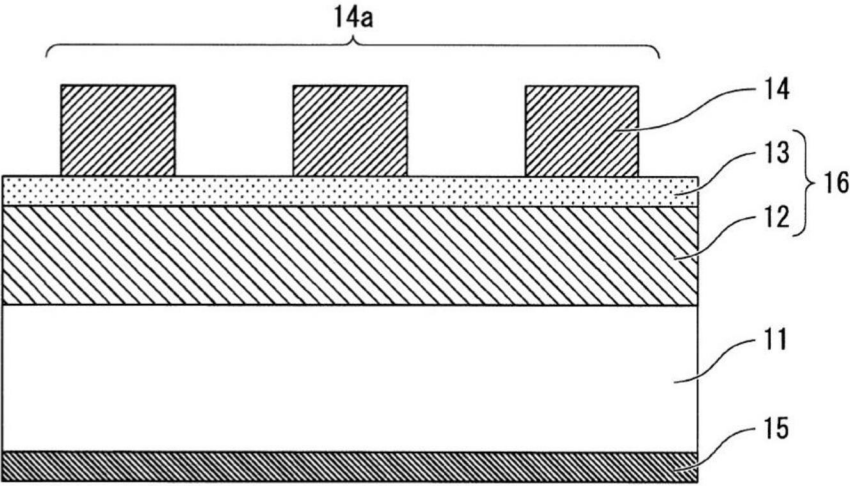
【圖 1】



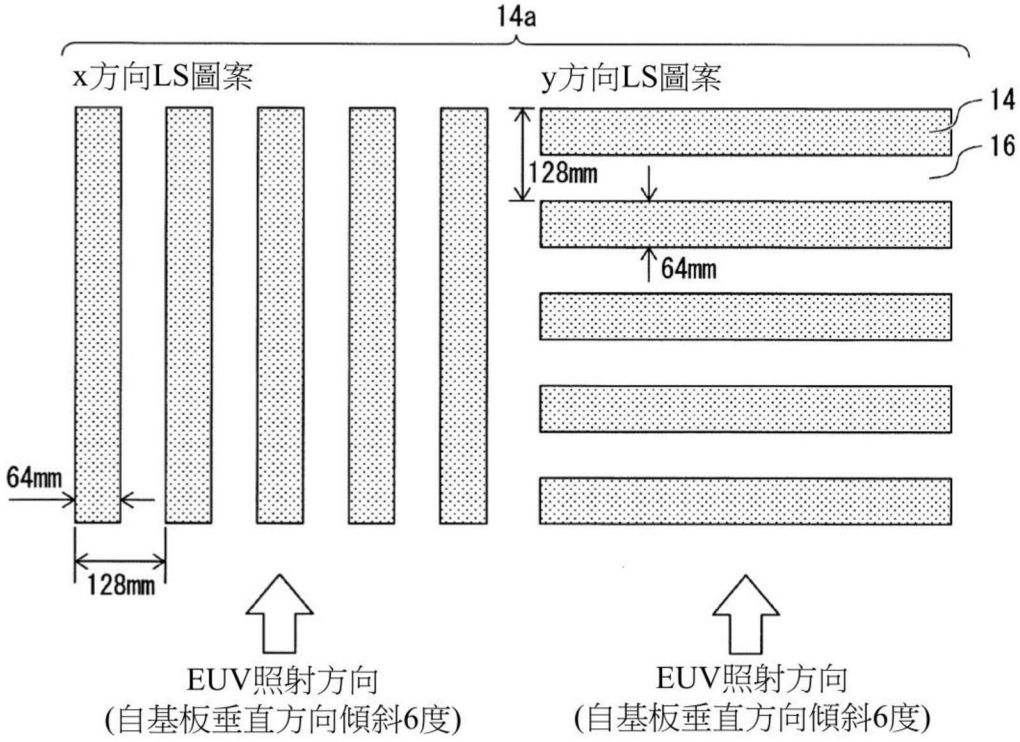
【圖 2】



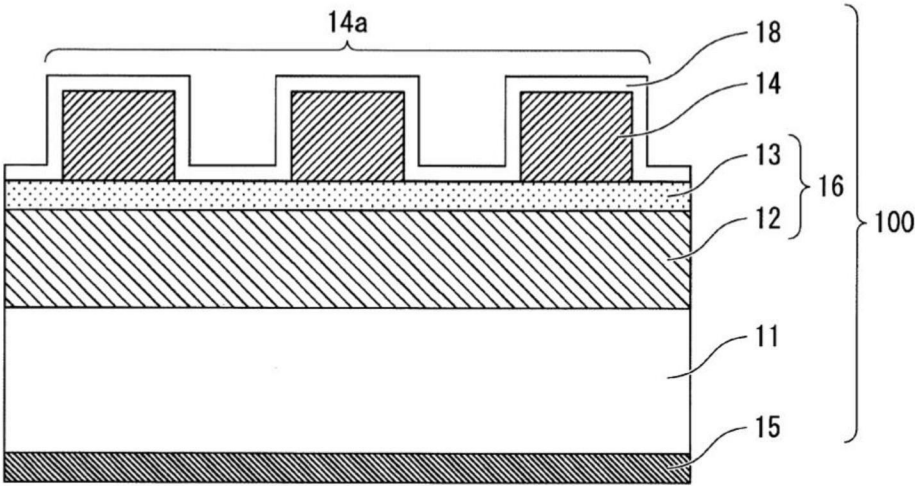
【圖 3】



【圖 4】



【圖 5】



【圖 6】