



(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 I836078 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：109116899

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 05 月 21 日

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

(30)優先權：2019/05/21 日本 2019-095189

(71)申請人：日商 A G C 股份有限公司 (日本) AGC INC. (JP)
日本(72)發明人：河原弘朋 KAWAHARA, HIROTOMO (JP)；羽根川博 HANEKAWA, HIROSHI
(JP)；宇野俊之 UNO, TOSHIYUKI (JP)；秋田正文 AKITA, MASAFUMI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

JP 2005-302897A

JP 2012-212706A

JP 2019-35929A

WO 2019/078206A1

審查人員：吳彥華

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：9 共 52 頁

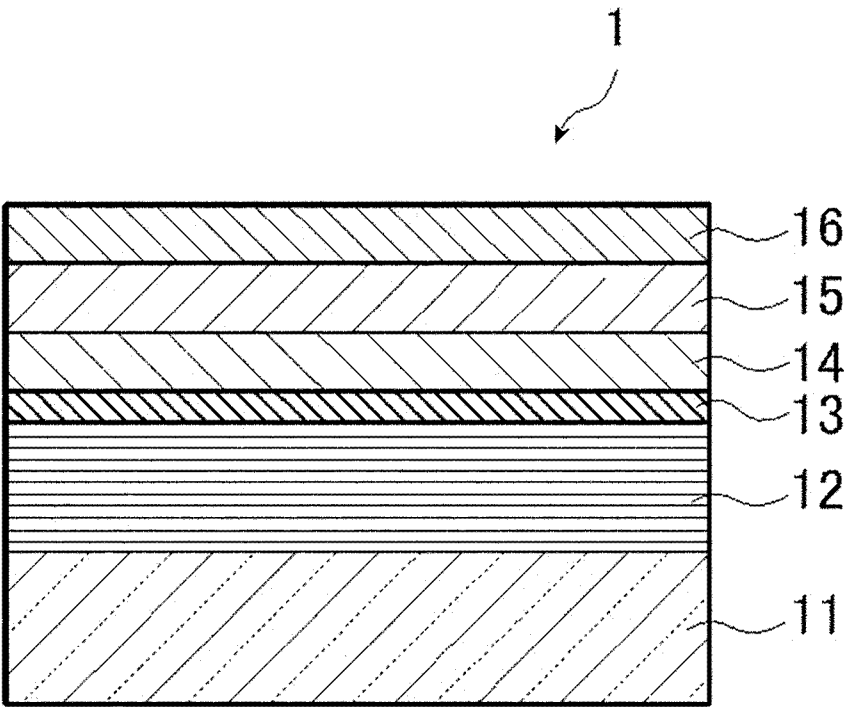
(54)名稱

EUV 微影用反射型光罩基底

(57)摘要

本發明係關於一種 EUV 微影用反射型光罩基底，其於基板上依序形成有反射 EUV 光之反射層、上述反射層之保護層、吸收 EUV 光之吸收層、及硬質光罩層，上述保護層含有鈦(Ru)，上述吸收層含有鉭(Ta)，上述硬質光罩層含有鉻(Cr)，且含有氮(N)及氧(O)中之至少一者，上述硬質光罩層之膜密度為 $3.00\sim 5.40\text{g/cm}^3$ 。

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 1: EUV 光罩基底
 - 11: 基板
 - 12: 反射層(多層反射膜)
 - 13: 保護層
 - 14: 吸收層
 - 15: 低反射層
 - 16: 硬質光罩層

【圖1】

公告本

I836078

【發明摘要】**【中文發明名稱】**

EUV微影用反射型光罩基底

【中文】

本發明係關於一種EUV微影用反射型光罩基底，其於基板上依序形成有反射EUV光之反射層、上述反射層之保護層、吸收EUV光之吸收層、及硬質光罩層，上述保護層含有鈥(Ru)，上述吸收層含有鉭(Ta)，上述硬質光罩層含有鉻(Cr)，且含有氮(N)及氧(O)中之至少一者，上述硬質光罩層之膜密度為 $3.00 \sim 5.40 \text{ g/cm}^3$ 。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:EUV光罩基底

11:基板

12:反射層(多層反射膜)

13:保護層

14:吸收層

15:低反射層

16:硬質光罩層

【發明說明書】

【中文發明名稱】

EUV微影用反射型光罩基底

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種半導體製造等中所使用之EUV(Extreme Ultra Violet：極紫外線)微影用反射型光罩基底(以下，於本說明書中，有時稱為「EUV光罩基底」)。

【先前技術】

【0002】 先前，於半導體產業中，作為為了於Si基板等形成包含微細圖案之積體電路所需要之微細圖案之轉印技術，使用利用可見光或紫外線光之光微影法。但是，半導體器件之微細化不斷加速，接近先前之光微影法之極限。於光微影法之情形時，圖案之解析極限為曝光波長之 $1/2$ 左右。即使採用液浸法亦被稱為曝光波長之 $1/4$ 左右，即使對曝光採用使用波長193 nm之ArF雷射之液浸法，解析極限亦被預測為20～30 nm左右。因此作為以20～30 nm以後之微細化為目的之曝光技術，有望見到使用相較於ArF雷射進一步短波長之EUV光之曝光技術之EUV微影。於本說明書中，所謂EUV光，指軟X射線區域或真空紫外線區域之波長之光線。具體而言，指波長10～20 nm左右、尤其是 $13.5\text{ nm}\pm 0.3\text{ nm}$ 左右之光線。

【0003】 EUV光對所有物質而言易於吸收，且該波長下之物質之折射率接近1。因此，無法使用如先前之使用可見光或紫外線光之光微影術之折射光學系統。因此，於EUV光微影術中，使用反射光學系統，即反射型光罩及反射鏡。

【0004】 光罩基底為光罩製造用中所使用之圖案化前之積層體。

於EUV光罩基底之情形時，具有於玻璃等基板上依序形成有反射EUV光之反射層、及吸收EUV光之吸收層之構造。於吸收層上，視需要形成有針對光罩圖案之檢查光之低反射層。檢查光之波長區域為190～260 nm。

於吸收層，使用對EUV光之吸收係數較高之材料，具體而言，使用含有鉭(Ta)之材料。於低反射層，使用對圖案檢查波長具有低反射特性之材料，具體而言，使用含有Ta及氧(O)之材料。

以下，於本說明書中，於在吸收層上形成有低反射層之情形時，將吸收層改稱為低反射層、或者低反射層及吸收層。

【0005】 自上述構造之光罩基底，按以下之順序製造光罩。

於作為光罩基底之最上層之吸收層塗佈抗蝕劑膜。針對該抗蝕劑膜，使用電子束繪圖機形成圖案。其次，將形成有圖案之抗蝕劑膜作為遮罩，實施蝕刻工序。藉此，圖案轉印至吸收層。此處，於上述蝕刻工序中，由於亦消耗抗蝕劑膜，因此抗蝕劑膜之膜厚充分增厚。亦依存於抗蝕劑之種類及蝕刻條件，通常抗蝕劑之厚度為100 nm左右。

【0006】 近年來，於圖案之微細化、高密度化發展過程中，要求更高解析度之圖案。為了獲得高解析度之圖案，需要削薄抗蝕劑之膜厚。

但是，若削薄抗蝕劑之膜厚，則由於實施蝕刻工序過程中之抗蝕劑膜之消耗，有轉印至吸收層之圖案精度降低之虞。

【0007】 為了解決上述問題點，已知一般藉由將對吸收層之蝕刻條件具有耐性之材料之層、即硬質光罩層(蝕刻光罩膜)設置於吸收層上，可使抗蝕劑薄膜化(參照專利文獻1)。即，藉由形成此種硬質光罩層，提高吸收層之蝕刻條件下之吸收層與硬質光罩層之蝕刻選擇比，具體而言，提高吸收層之蝕刻條件下之吸收層之蝕刻速度、與硬質光罩層之蝕刻速度之

比，可使抗蝕劑薄膜化。

以下，於本說明書中，於提及「吸收層之蝕刻條件下之蝕刻選擇比」之情形時，意指吸收層之蝕刻條件下之吸收層與硬質光罩層之蝕刻選擇比，該蝕刻選擇比利用下述式求出。

$$\text{蝕刻選擇比} = \text{吸收層之蝕刻速度} / \text{硬質光罩層之蝕刻速度}$$

【0008】 專利文獻1中所記載之反射型光罩基底之吸收層(吸收體膜)包含含有鉬之材料，蝕刻光罩膜包含含有鉻之材料，氧之含量為40 at%以上。專利文獻1中之蝕刻光罩膜相當於本說明書中之硬質光罩層。以下，於本說明書中，將專利文獻1中之蝕刻光罩膜記載為硬質光罩層。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0009】 專利文獻1：日本專利第6343690號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0010】 如上所述，藉由將吸收層之蝕刻條件下之蝕刻選擇比較高之材料之硬質光罩層設置於吸收層上，可使抗蝕劑薄膜化。

但是，於設置硬質光罩層之情形時，有以下之注意點。

於專利文獻1中，如參照圖2進行說明般，於在形成有硬質光罩層之光罩基底形成圖案之情形時，按以下之順序實施。

(1)於光罩基底之硬質光罩層上成膜出抗蝕劑膜。

(2)於抗蝕劑膜形成轉印圖案(抗蝕劑圖案)。

(3)將抗蝕劑圖案作為遮罩，進行使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於硬質光罩層形成轉印圖案(硬質光罩圖案)。

(4)去除抗蝕劑圖案，將硬質光罩圖案作為遮罩，依序進行使用氟系氣體之乾式蝕刻、及使用不包含氧氣之氯系氣體之乾式蝕刻，於吸收層形成轉印圖案(吸收體圖案)。

(5)於形成吸收體圖案後，進行使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，去除硬質光罩圖案。

【0011】 另一方面，於利用上述(4)之乾式蝕刻製程，於吸收層形成轉印圖案時，為了保護反射層，存在於反射層與吸收層之間設置保護層之情況。作為保護層之材料，廣泛使用含有鈦(Ru)之材料作為使用不包含氧氣之氯系氣體之乾式蝕刻之蝕刻速度較吸收層慢，並且不易因該乾式蝕刻而受到損壞之材料。

【0012】 包含含有Ru之材料之保護層不易因使用不包含氧氣之氯系氣體之乾式蝕刻受到損壞。但是，如日本專利特開平11-354407號公報之段落0032中所記載般，若為使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，則保護層被蝕刻。因此，容易因上述(5)中所使用之使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻而受到損壞。

故而，若上述(5)所需之時間較長，則有由於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，包含含有Ru之材料之保護層受到損壞之虞。

【0013】 本發明為了解決上述先前技術之問題點，課題在於提供一種EUV光罩基底，其具備硬質光罩層，該硬質光罩層之吸收層之蝕刻條件下之蝕刻選擇比充分高，並且於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻製程中，具有充分之蝕刻速度。

[解決問題之技術手段]

【0014】 本發明者等人為了解決上述課題而進行了銳意研究，結果

發現，除硬質光罩層中使用之材料以外，硬質光罩層之膜密度影響使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻製程中之蝕刻速度。

【0015】 本發明基於上述見解，提供一種EUV微影用反射型光罩基底，其係於基板上依序形成有反射EUV光之反射層、反射層之保護層、吸收EUV光之吸收層、及硬質光罩層者，且

保護層含有鈦(Ru)，

吸收層含有鉭(Ta)，

硬質光罩層含有鉻(Cr)，且含有氮(N)及氧(O)中之至少一者，

硬質光罩層之膜密度為 $3.00 \sim 5.40 \text{ g/cm}^3$ 。

【0016】 又，本發明提供一種EUV微影用反射型光罩基底，其係於基板上依序形成有反射EUV光之反射層、反射層之保護層、吸收EUV光之吸收層、針對作為光罩圖案之檢查光之波長 $190 \sim 260 \text{ nm}$ 之光之低反射層、及硬質光罩層者，且

保護層含有鈦(Ru)，

吸收層含有鉭(Ta)，

低反射層含有鉭(Ta)及氧(O)，

硬質光罩層含有鉻(Cr)，且含有氮(N)及氧(O)中之至少一者，

硬質光罩層之膜密度為 $3.00 \sim 5.40 \text{ g/cm}^3$ 。

【0017】 硬質光罩層可進而含有碳(C)及硼(B)中之至少一者。

【0018】 硬質光罩層之膜厚較佳為 $2 \sim 30 \text{ nm}$ 。

[發明之效果]

【0019】 本發明之EUV微影用反射型光罩基底中之硬質光罩層之吸收層之蝕刻條件下之蝕刻選擇比足夠高。因此，能夠達成獲得高解析度之

圖案時要求之抗蝕劑之薄膜化。

本發明之EUV微影用反射型光罩基底中之硬質光罩層於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻製程中，具有充分之蝕刻速度。因此，於形成吸收層之圖案後，於去除硬質光罩層時，含有Ru之保護層受到損壞之顧慮較少。

【圖式簡單說明】

【0020】

圖1係表示本發明之EUV微影用反射型光罩基底之一實施形態之概略剖視圖。

圖2係表示於圖1所示之EUV微影用反射型光罩基底進行圖案形成之順序之概略剖視圖，係於硬質光罩層上形成有抗蝕劑膜之圖。

圖3係表示繼圖2後之順序之概略剖視圖，係於抗蝕劑膜進行圖案形成後之圖。

圖4係表示繼圖3後之順序之概略剖視圖，係於硬質光罩層進行圖案形成後之圖。

圖5係表示繼圖4後之順序之概略剖視圖，係於吸收層及低反射層進行圖案形成後之圖。

圖6係表示繼圖5後之順序之概略剖視圖，係去除硬質光罩層後之圖。

圖7係表示CrO膜中之氧含有率、與相對蝕刻速度之關係之圖表。

圖8係表示實施例及比較例中之硬質光罩層中之氧含有率、與相對蝕刻速度之關係之圖表。

圖9係表示實施例及比較例中之硬質光罩層之膜密度、與相對蝕刻速

度之關係之圖表。

【實施方式】

【0021】 以下，參照圖式對本實施形態之EUV微影用反射型光罩基底進行說明。

圖1係表示本實施形態之EUV光罩基底之一實施形態之概略剖視圖。圖1所示之EUV光罩基底1於基板11上依序形成有反射EUV光之反射層12、反射層12之保護層13、吸收EUV光之吸收層14、針對光罩圖案之檢查中使用之檢查光之低反射層15、及硬質光罩層16。但是，於本實施形態之EUV光罩基底中，圖1所示之構成中，僅基板11、反射層12、保護層13、吸收層14及硬質光罩層16為必須，低反射層15為任意之構成要素。

再者，反射層12之保護層13係為了於對吸收層14進行圖案形成時保護反射層12而設置之層。

以下，對EUV光罩基底1之各個構成要素進行說明。

【0022】 (基板)

基板11滿足作為EUV光罩基底用基板之特性。因此，基板11具有低熱膨脹係數，平滑性、平坦度、及對用於光罩基底或圖案形成後之光罩之洗淨等之洗淨液之耐性優異。基板11之20℃下之熱膨脹係數較佳為 $0 \pm 0.05 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ，尤佳為 $0 \pm 0.03 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 。作為基板11，具體而言使用具有低熱膨脹係數之玻璃，例如 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 系玻璃等，但並不限定於此，亦可使用析出 β 石英固溶體後之結晶化玻璃或石英玻璃、矽、金屬等基板。

基板11若具有表面粗糙度(rms)為0.15 nm以下之平滑表面及100 nm以下之平坦度，則圖案形成後之光罩中可獲得高反射率及轉印精度，因此較佳。

基板11之大小或厚度等根據光罩之設計值等適當確定。於下文所示之實施例中，使用外形為6英吋(152 mm)見方、且厚度為0.25英吋(6.3 mm)之SiO₂-TiO₂系玻璃。

較佳為基板11之形成有反射層12之側之表面不存在缺點。但是，即使存在缺點，只要不因凹狀缺點及/或凸狀缺點而產生相位缺點即可。具體而言，較佳為凹狀缺點之深度及凸狀缺點之高度為2 nm以下，並且該等凹狀缺點及凸狀缺點之半高寬為60 nm以下。

【0023】(反射層)

反射層12只要具有作為EUV光罩基底之反射層所需之特性，則並無特別限定。反射層12尤其要求之特性為高EUV光線反射率。具體而言，於將EUV光之波長區域之光線以入射角6度照射至反射層12表面時，波長13.5 nm附近之光線反射率之最大值較佳為60%以上，更佳為65%以上。反射率之最大值越高則越佳，上限並無特別限定，但通常為75%以下。又，即使於在反射層12之上設置保護層13之情形時，波長13.5 nm附近之光線反射率之最大值亦較佳為60%以上，更佳為65%以上。反射率之最大值越高則越佳，上限並無特別限定，但通常為75%以下。

【0024】作為反射層12，為了達成高EUV光線反射率，通常使用將高折射率層及低折射率層交替積層複數次之多層反射膜。於形成反射層12之多層反射膜中，於高折射率層廣泛使用Mo，於低折射率層廣泛使用Si。即，Mo/Si多層反射膜最為普遍。但是，多層反射膜並不限定於此，例如亦可使用Ru/Si多層反射膜、Mo/Be多層反射膜、Mo化合物/Si化合物多層反射膜、Si/Mo/Ru多層反射膜、Si/Mo/Ru/Mo多層反射膜、Si/Ru/Mo/Ru多層反射膜。

【0025】 構形成反射層12之多層反射膜之各層之膜厚及層之重複單元數可根據使用之膜材料及反射層所要求之EUV光線反射率進行適當選擇。以Mo/Si多層反射膜為例，為了形成EUV光線反射率之最大值為60%以上之反射層12，多層反射膜將膜厚 2.3 ± 0.1 nm之Mo層、及膜厚 4.5 ± 0.1 nm之Si層以重複單元數為30~60之方式積層即可。

【0026】 再者，構形成反射層12之多層反射膜之各層只要使用磁控濺鍍法、離子束濺鍍法等周知之成膜方法成膜出所需之厚度即可。作為較佳之成膜方法，例如於使用離子束濺鍍法形成Si/Mo多層反射膜之情形時，首先使用Si靶作為靶，於氣壓 $1.3 \times 10^{-2} \sim 2.7 \times 10^{-2}$ Pa之範圍內使用Ar氣作為濺鍍氣體，於離子加速電壓300~1500 V、成膜速度0.030~0.300 nm/sec之條件以厚度成為4.5 nm之方式成膜出Si層。其次，使用Mo靶作為靶，於氣壓 $1.3 \times 10^{-2} \sim 2.7 \times 10^{-2}$ Pa之範圍內使用Ar氣作為濺鍍氣體，於離子加速電壓300~1500 V、成膜速度0.030~0.300 nm/sec之條件以厚度成為2.3 nm之方式成膜出Mo層。將其作為1週期，藉由將Si層及Mo層積層40~50週期而成膜出較佳之Si/Mo多層反射膜。

【0027】 為了防止反射層12表面之氧化，較佳為構成反射層12之多層反射膜之最上層為不易氧化之材料之層。不易氧化之材料之層作為反射層12之頂蓋層發揮功能。作為發揮頂蓋層功能之不易氧化之材料之層之具體例，有Si層。於形成反射層12之多層反射膜為Si/Mo多層反射膜之情形時，藉由將最上層設為Si層，該最上層作為頂蓋層發揮功能。於該情形時，頂蓋層之膜厚較佳為 11 ± 2 nm。

【0028】 (保護層)

保護層13係於利用蝕刻製程，通常為利用乾式蝕刻製程於吸收層14

進行圖案形成時，為了反射層12於該蝕刻製程中不受損壞，以反射層12之保護為目的而設置。故而，作為保護層之材質，選擇不易受吸收層14之蝕刻製程影響者。具體而言，選擇上述蝕刻製程中之蝕刻速度較吸收層14慢，而且不易受到該蝕刻製程之損壞之物質。

於本實施形態之EUV光罩基底1中，保護層13包含含有鈥(Ru)之材料。具體而言，可列舉Ru及Ru化合物，作為Ru化合物，可例示RuB、RuSi、RuNb、RuTi、RuY、RuZr、RuLa等。作為含有Ru之材料，就乾式蝕刻耐久性之觀點而言，較佳為於該材料中含有Ru達40.0 at%以上之材料，更佳為含有50.0 at%以上之材料，進而較佳為含有55.0 at%以上之材料。材料中之Ru之含量較佳為95 at%以下，更佳為90 at%以下。

保護層13之厚度較佳為1~20 nm，更佳為1~5 nm。

【0029】保護層13係使用磁控濺鍍法、離子束濺鍍法等周知之成膜方法成膜。於利用磁控濺鍍法成膜出Ru膜之情形時，較佳為使用Ru靶作為靶，於氣壓 $1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa之範圍內使用Ar氣作為濺鍍氣體，於輸入電壓30~1500 V、成膜速度0.020~1.000 nm/sec之條件下以厚度成為2~5 nm之方式成膜。

【0030】(吸收層)

吸收層14尤其要求之特性為EUV光線反射率極低。具體而言，於將EUV光之波長區域之光線照射至吸收層14表面時，波長13.5 nm附近之最大光線反射率較佳為2%以下，更佳為1%以下。最大光線反射率越小則越佳。

於本實施形態之EUV光罩基底1中，於將EUV光之波長區域之光線照射至低反射層15表面時，波長13.5 nm附近之最大光線反射率亦較佳為2%

以下，更佳為1%以下。最大光線反射率越小則越佳。

【0031】 為了達成上述特性，吸收層14包含EUV光之吸收係數較高之材料。於本實施形態之EUV光罩基底1中，作為構成吸收層14之EUV光之吸收係數較高之材料，使用含有鉭(Ta)之材料。

【0032】 含有Ta之材料於該材料中含有Ta達40.0 at%以上，其就乾式蝕刻特性或洗淨耐性之方面而言較佳，更佳為含有50.0 at%以上，進而較佳為含有55.0 at%以上。材料中之Ta之含量較佳為100 at%以下，更佳為95 at%以下，進而較佳為90 at%以下。

吸收層14中使用之含有Ta之材料除Ta以外，可包含選自由鈹(Hf)、矽(Si)、鋯(Zr)、鍺(Ge)、硼(B)、鈀(Pd)、錫(Sn)、鉻(Cr)、錳(Mn)、鐵(Fe)、鈷(Co)、銀(Ag)、鎘(Cd)、銦(In)、銻(Sb)、鎢(W)、銼(Re)、銱(Os)、銱(Ir)、鉑(Pt)、金(Au)、銻(Tl)、鉛(Pb)、鉍(Bi)、碳(C)、鈦(Ti)、鋯(Zr)、Nb、Mo、鈦(Ru)、銻(Rh)、鈀(Pd)、鈣(Ca)、鎂(Mg)、鋁(Al)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鋅(Zn)、鎵(Ga)、砷(As)、硒(Se)、碲(Te)、氫(H)及氮(N)所組成之群中之至少1種元素(以下，記載為其他元素)。作為含有Ta及其他元素之材料之具體例，例如可列舉：TaN、TaNH、TaHf、TaHfN、TaBSi、TaBSiN、TaB、TaBN、TaSi、TaSiN、TaGe、TaGeN、TaZr、TaZrN、TaNb、TaNbN、TaMo、TaMoN、TaPd、TaSn、TaPdN、TaSn、TaCr、TaMn、TaFe、TaCo、TaAg、TaCd、TaIn、TaSb、TaW。再者，吸收層中可進而含有氧，但就乾式蝕刻速度、即圖案化之觀點而言，較佳為氧較少者，較佳為不含有氧者。

【0033】 上述構成之吸收層14可利用公知之成膜方法、例如磁控濺鍍法或離子束濺鍍法形成。

例如，於使用磁控濺鍍法形成TaNH膜作為吸收層14之情形時，使用Ta靶作為靶，使用Ar與N₂與H₂之混合氣體作為濺鍍氣體。較佳為混合氣體例如設為H₂氣體濃度1～50 vol%、N₂氣體濃度1～80 vol%、Ar氣體濃度5～95 vol%，於氣壓 $1.0 \times 10^{-1} \sim 5.0 \times 10^{-1}$ Pa之範圍內，於輸入電力30～3000 W、成膜速度0.5～60.0 nm/min之條件下，以厚度成為10～80 nm之方式成膜出TaNH膜。

再者，於使用Ar以外之惰性氣體之情形時，將該惰性氣體之濃度設為與上述Ar氣體濃度相同之濃度範圍。又，於使用複數種惰性氣體之情形時，將惰性氣體之合計濃度設為與上述Ar氣體濃度相同之濃度範圍。

【0034】 吸收層14較佳為以與低反射層15之合計膜厚成為10～90 nm之方式設定膜厚，兩者之合計膜厚更佳為15 nm以上，又，更佳為87 nm以下，進而較佳為85 nm以下。

【0035】（低反射層）

低反射層15包含對於光罩圖案之檢查中使用之檢查光為低反射之膜。於製作EUV光罩時，於吸收層形成圖案後，檢查該圖案是否按照設計形成。於該光罩圖案之檢查中，通常使用波長190～260 nm左右之光作為檢查光。也就是利用該波長190～260 nm之光之反射率之差，具體而言，利用吸收層14由圖案形成去除而露出之面、與未由圖案形成去除而殘留之吸收層14表面之反射率之差進行檢查。此處，前者之面為保護層13表面。故而，若針對檢查光之波長之保護層13表面、與吸收層14表面之反射率之差較小，則檢查時之對比度變低，無法準確檢查。

【0036】 上述構成之吸收層14於關於檢查光之波長觀察之情形時，光線反射率未必可謂非常低。其結果有如下可能性：檢查光之波長下之吸

收層14表面之反射率、與保護層13表面之反射率之差變小，無法充分獲得檢查時之對比度。若無法充分獲得檢查時之對比度，則於光罩檢查中無法充分判別圖案之缺陷，無法進行準確之缺陷檢查。但是，此為就缺陷檢查之觀點而言有改善之餘地，並非作為EUV光罩基底有缺陷。

【0037】 於本實施形態之EUV光罩基底1中，若於吸收層14上形成針對檢查光之低反射層15，則就檢查光之波長下之光線反射率變得非常低，檢查時之對比度良好之方面而言較佳。

【0038】 為了達成上述特性，低反射層15包含檢查光之波長之折射率低於吸收層14之材料。

低反射層15之對檢查光之反射率較佳為較保護層13表面之對檢查光之反射率而言低15%以上，其差更佳為20%以上，進而較佳為25%以上。

【0039】 為了達成上述特性，於本實施形態之EUV光罩基底1中，相對於包含含有Ta之材料之吸收層14，使用含有Ta及氧(O)之材料作為低反射層15之構成材料。

【0040】 含有Ta及O之材料較佳為於該材料中以合計含有率計含有Ta及O達40.0 at%以上，更佳為含有50.0 at%以上，進而較佳為含有55.0 at%以上。又，合計含有率之上限並無特別限定，可為100 at%。作為含有Ta及O者，可例示TaO。

【0041】 用於低反射層15之含有Ta及O之材料除Ta及O以外，亦可含有上述(吸收層)所例示之其他元素。作為除Ta及O以外含有上述其他元素之材料之具體例，可列舉上述含有Ta及其他元素之材料之具體例之氧化物。

【0042】 於在吸收層14上形成低反射層15之情形時，兩者之合計膜

厚較佳為10～90 nm，更佳為15 nm以上，又，更佳為87 nm以下，進而較佳為85 nm以下。又，若低反射層15之膜厚較吸收層14之膜厚更厚，則有吸收層14上之EUV光吸收特性降低之虞。因此，較佳為低反射層15之膜厚較吸收層14之膜厚更薄。因此，低反射層15之膜厚較佳為1～20 nm，更佳為1～15 nm，進而較佳為1～10 nm。

【0043】 上述構成之低反射層15可利用公知之成膜方法、例如磁控濺鍍法或離子束濺鍍法形成。

例如，於使用磁控濺鍍法形成TaONH膜作為低反射層15之情形時，使用Ta靶作為靶，使用Ar、O₂、N₂及H₂之混合氣體作為濺鍍氣體。較佳為混合氣體例如設為H₂氣體濃度1～50 vol%、O₂氣體濃度1～80 vol%、N₂氣體濃度1～80 vol%、Ar氣體濃度5～95 vol%，於氣壓 $1.0 \times 10^{-1} \sim 5.0 \times 10^0$ Pa之範圍內，於輸入電力30～3000 W、成膜速度0.01～60 nm/min之條件下，以厚度成為3～30 nm之方式成膜。

再者，於使用Ar以外之惰性氣體之情形時，該惰性氣體之濃度設為與上述Ar氣體濃度相同之濃度範圍。

【0044】 再者，於本實施形態之EUV光罩基底1中，較佳為於吸收層14上形成低反射層15之理由在於：圖案之檢查光之波長與EUV光之波長不同。故而，於使用波長13.5 nm附近之EUV光作為圖案之檢查光之情形時，認為無需於吸收層14上形成低反射層15。檢查光之波長有隨著圖案尺寸變小而向短波長側轉移之傾向，認為將來會轉移至193 nm，進而轉移至13.5 nm。於檢查光之波長為13.5 nm之情形時，認為無需於吸收層14上形成低反射層15。

【0045】 (硬質光罩層)

硬質光罩層16要求吸收層14及低反射層15之蝕刻條件下之蝕刻選擇比非常高。為了達成該要求，相對於吸收層14及低反射層15之蝕刻條件，硬質光罩層16需要具有充分之蝕刻耐性。

如上所述，於吸收層或低反射層包含含有Ta之材料之情形時，吸收層之蝕刻按照使用氟系氣體之乾式蝕刻、及使用不包含氧氣之氯系氣體之乾式蝕刻之順序進行。因此，要求硬質光罩層16對於使用氟系氣體之乾式蝕刻、及使用不包含氧氣之氯系氣體之乾式蝕刻，具有較高之蝕刻耐性。

另一方面，於硬質光罩層16之蝕刻使用利用了氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻。因此，亦要求硬質光罩層16於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻中，具有充分之蝕刻速度。

【0046】 為了滿足上述2個要求中之前者之較高之蝕刻耐性，本實施形態之EUV光罩基底1之硬質光罩層16含有鉻(Cr)，且含有氮(N)及氧(O)中之至少一者。具體而言，例如可列舉：含有Cr及N之CrN膜、含有Cr及O之CrO膜、含有Cr及O及N之CrON膜。

【0047】 關於上述2個要求中之後者之充分之蝕刻速度，若可以硬質光罩層中所包含之元素之組成比控制，則如專利文獻1之先前技術中有考慮到。例如，認為於CrO膜之情形時，若提高O之含量，則使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻中之蝕刻速度上升，因此較佳。因此，專利文獻1之反射型光罩基底設定硬質光罩層包含含有鉻之材料，氧之含量為40 at%以上。

相對於此，圖7係表示成為硬質光罩層之CrO膜中之氧含有率、與相對蝕刻速度之關係之圖表。圖中之相對蝕刻速度表示於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻中，將下述實施例中之例1之蝕刻速度設為1之情

形時之相對速度。

如圖7所示，可知於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻中，以獲得充分之蝕刻速度為目的，若提高CrO膜中之氧含有率，則蝕刻速度急遽上升，變得難以控制蝕刻速度。於使用CrN膜或CrON膜作為硬質光罩層之情形時，對於膜中之氮含有率或氧及氮含有率，亦預測相同之現象。

【0048】 另一方面，如下述實施例所示，新發現了硬質光罩層之膜密度、與使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻中之蝕刻速度有良好之相關性。

【0049】 基於上述見解，本實施形態之EUV光罩基底1為了滿足上述2個要求中之後者之充分之蝕刻速度，硬質光罩層16之膜密度為 $3.00 \sim 5.40 \text{ g/cm}^3$ 。

若硬質光罩層16之膜密度為上述範圍，則於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻中，可獲得充分之蝕刻速度。

若硬質光罩層16之膜密度超過 5.40 g/cm^3 ，則於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻中，無法獲得充分之蝕刻速度。因此，有上述(5)中所示之利用乾式蝕刻所進行之硬質光罩圖案之去除所需之時間變長，由於使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，使包含含有Ru之材料之保護層12受到損壞之虞。

若硬質光罩層16之膜密度未達 3.00 g/cm^3 ，則產生如下等問題：使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻中之蝕刻速度變得過快，變得難以控制蝕刻；又，對使用氟系氣體之乾式蝕刻、及使用不包含氧氣之氯系氣體之乾式蝕刻之蝕刻耐性降低，吸收層14及低反射層15之蝕刻條件下之

蝕刻選擇比降低。

硬質光罩層16之膜密度較佳為 3.50 g/cm^3 以上，更佳為 4.00 g/cm^3 以上，進而較佳為 4.20 g/cm^3 以上。又，膜密度較佳為 5.00 g/cm^3 以下，進而較佳為 4.80 g/cm^3 以下。

硬質光罩層16之膜密度於下述實施例中係使用X射線反射率法測得，但並不限定於此，例如亦可根據利用拉塞福逆散射譜法測得之面密度與利用穿透式電子顯微鏡測得之膜厚之比算出密度。

【0050】 於硬質光罩層16含有Cr、及N及O中之至少一者之情形時，硬質光罩層中之Cr、N及O之含有率較佳為滿足下述。

Cr：30.0～50.0 at%

N：0.0～50.0 at%

O：0.0～70.0 at%

【0051】 硬質光罩層16除Cr、N及O以外，可進而含有碳(C)及硼(B)中之至少一者。與N及O相比，C及B之原子量較小，故而，若含有該等，則會降低硬質光罩層16之膜密度。具體而言，例如可列舉：含有Cr、N及C之CrCN膜、含有Cr、O及C之CrCO膜、含有Cr、O、N及C之CrCON膜、含有Cr、N及B之CrBN膜、含有Cr、O及B之CrBO膜、含有Cr、O、N及B之CrBON膜、含有Cr、N、B及C之CrBCN膜、含有Cr、O、B及C之CrBCO膜、含有Cr、O、N、B及C之CrBOCN膜。

【0052】 於硬質光罩層16除Cr、N及O以外，進而含有C及B中之至少一者之情形時，硬質光罩層中之Cr、N、O、C及B之含有率較佳為滿足下述。

Cr：30.0～50.0 at%

N : 0.0 ~ 50.0 at%

O : 0.0 ~ 70.0 at%

C : 0.0 ~ 30.0 at%

B : 0.0 ~ 50.0 at%

【0053】 硬質光罩層16只要不對上述特性帶來不良影響，則可含有上述以外之元素。例如以合計含有率計可含有選自由H、Si、Ge、Ru及Al所組成之群中之至少1種達20.0 at%以下。

【0054】 硬質光罩層16之膜厚較佳為2 ~ 30 nm，更佳為2 ~ 25 nm，進而較佳為2 ~ 10 nm。

【0055】 上述硬質光罩層16可藉由實施公知之成膜方法、例如磁控濺鍍法、離子束濺鍍法等濺鍍法而形成。

【0056】 於利用濺鍍法形成CrO膜之情形時，例如，於含有包含He、Ar、Ne、Kr、Xe中之至少一種之惰性氣體(以下簡略記載為惰性氣體)、及O₂氣之氛圍中實施使用Cr靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar與O₂之混合氣體，O₂氣體濃度為15 ~ 100 vol%，較佳為20 ~ 80 vol%，Ar氣體濃度為0 ~ 85 vol%，較佳為20 ~ 80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為2.0 ~ 13.0 W/cm²，較佳為3.0 W/cm²以上，更佳為4.0 W/cm²以上，又，較佳為12.0 W/cm²以下，更佳為10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010 ~ 0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳

為0.020 nm/sec 以上，又，較佳為0.300 nm/sec 以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0057】 於利用濺鍍法形成CrN膜之情形時，於包含惰性氣體、及氮(N₂)之氛圍中實施使用Cr靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar與N₂之混合氣體，N₂氣體濃度為15～100 vol%，較佳為20～80 vol%，Ar氣體濃度為0～85 vol%，較佳為20～80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為2.0～13.0 W/cm²，較佳為3.0 W/cm²以上，更佳為4.0 W/cm²以上，又，較佳為12.0 W/cm²以下，更佳為10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010～0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳為0.020 nm/sec 以上，又，較佳為0.300 nm/sec 以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

再者，於CrN膜之形成時，存在即使不導入O₂作為濺鍍氣體，利用腔室中之殘留水分或來自構件之脫氣，亦意料之外地於膜中混入氧之情況。關於該點，關於下述CrBN膜、CrBCN膜亦相同。

【0058】 於利用濺鍍法形成CrON膜之情形時，於包含惰性氣體、

O₂及N₂之氛圍中實施使用Cr靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar、O₂及N₂之混合氣體。N₂氣體濃度為14.9～99.9 vol%，較佳為20.0～80.0 vol%，O₂氣體濃度為0.1～85.0 vol%，較佳為0.5～80.0 vol%，Ar氣體濃度為0.0～85.0 vol%，較佳為20.0～80.0 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為2.0～13.0 W/cm²，較佳為3.0 W/cm²以上，更佳為4.0 W/cm²以上，又，較佳為12.0 W/cm²以下，更佳為10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010～0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳為0.020 nm/sec以上，又，較佳為0.300 nm/sec以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0059】於利用濺鍍法形成CrCN膜之情形時，於包含惰性氣體、及N₂之氛圍中，實施使用Cr靶、及C靶之濺鍍法、或使用包含Cr、及C之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar與N₂之混合氣體，N₂氣體濃度為15～100 vol%，較佳為20～80 vol%，Ar氣體濃度為0～85 vol%，較佳為20～80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為

2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為 $2.0 \sim 13.0$ W/cm²，較佳為 3.0 W/cm²以上，更佳為 4.0 W/cm²以上，又，較佳為 12.0 W/cm²以下，更佳為 10.0 W/cm²以下。

成膜速度為 $0.010 \sim 0.400$ nm/sec，較佳為 0.015 nm/sec以上，更佳為 0.020 nm/sec以上，又，較佳為 0.300 nm/sec以下，更佳為 0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為 $50 \sim 500$ mm，較佳為 100 mm以上，更佳為 150 mm以上，又，較佳為 400 mm以下，更佳為 300 mm以下。

【0060】於利用濺鍍法形成CrCO膜之情形時，於包含惰性氣體、及O₂之氛圍中實施使用Cr靶、及C靶之濺鍍法、或使用包含Cr、及C之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar與O₂之混合氣體，O₂氣體濃度為 $15 \sim 100$ vol%，較佳為 $20 \sim 80$ vol%，Ar氣體濃度為 $0 \sim 85$ vol%，較佳為 $20 \sim 80$ vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為 $2.0 \sim 13.0$ W/cm²，較佳為 3.0 W/cm²以上，更佳為 4.0 W/cm²以上，又，較佳為 12.0 W/cm²以下，更佳為 10.0 W/cm²以下。

成膜速度為 $0.010 \sim 0.400$ nm/sec，較佳為 0.015 nm/sec以上，更佳為 0.020 nm/sec以上，又，較佳為 0.300 nm/sec以下，更佳為 0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0061】於利用濺鍍法形成CrCON膜之情形時，於包含惰性氣體、O₂及N₂之氛圍中實施使用Cr靶、及C靶之濺鍍法、或使用包含Cr、及C之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar、O₂及N₂之混合氣體。N₂氣體濃度為14.9～99.9 vol%，較佳為20～80 vol%，O₂氣體濃度為0.1～85 vol%，較佳為0.5～80 vol%，Ar氣體濃度為0～85 vol%，較佳為20～80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為2.0～13.0 W/cm²，較佳為3.0 W/cm²以上，更佳為4.0 W/cm²以上，又，較佳為12.0 W/cm²以下，更佳為10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010～0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳為0.020 nm/sec以上，又，較佳為0.300 nm/sec以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0062】於利用濺鍍法形成CrBN膜之情形時，於包含惰性氣體、及N₂之氛圍中，實施使用Cr靶、及B靶之濺鍍法、或使用包含Cr、及B之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar與N₂之混合氣體，N₂氣體濃度為15～100 vol%，較佳為20～80 vol%，Ar氣體濃度為0～85 vol%，較佳為20～80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為2.0～13.0 W/cm²，較佳為3.0 W/cm²以上，更佳為4.0 W/cm²以上，又，較佳為12.0 W/cm²以下，更佳為10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010～0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳為0.020 nm/sec以上，又，較佳為0.300 nm/sec以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0063】於利用濺鍍法形成CrBO膜之情形時，於包含惰性氣體、及O₂之氛圍中實施使用Cr靶、及B靶之濺鍍法、或使用包含Cr、及B之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar及O₂之混合氣體，O₂氣體濃度為15～100 vol%，較佳為20～80 vol%，Ar氣體濃度為0～85 vol%，較佳為20～80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為2.0～13.0 W/cm²，較佳為3.0 W/cm²以上，更佳為4.0 W/cm²以上，又，較佳為12.0 W/cm²以下，更佳為10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010～0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳為0.020 nm/sec以上，又，較佳為0.300 nm/sec以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0064】於利用濺鍍法形成CrBON膜之情形時，於包含惰性氣體、O₂及N₂之氛圍中實施使用Cr靶、B靶之濺鍍法、或使用包含Cr、及B之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar、O₂及N₂之混合氣體。N₂氣體濃度為14.9～99.9 vol%，較佳為20～80 vol%，O₂氣體濃度為0.1～85 vol%，較佳為0.5～80 vol%，Ar氣體濃度為0～85 vol%，較佳為20～80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為2.0～13.0 W/cm²，較佳為3.0 W/cm²以上，更佳為4.0 W/cm²以上，又，較佳為12.0 W/cm²以下，更佳為10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010～0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳為0.020 nm/sec以上，又，較佳為0.300 nm/sec以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0065】於利用濺鍍法形成CrBCN膜之情形時，於包含惰性氣體、

及N₂之氛圍中，實施使用Cr靶、B靶、及C靶之濺鍍法、使用包含Cr、及B及C之任一者之靶、及另一靶之濺鍍法、使用包含Cr、B及C之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar及N₂之混合氣體，N₂氣體濃度為15～100 vol%，較佳為20～80 vol%，Ar氣體濃度為0～85 vol%，較佳為20～80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為2.0～13.0 W/cm²，較佳為3.0 W/cm²以上，更佳為4.0 W/cm²以上，又，較佳為12.0 W/cm²以下，更佳為10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010～0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳為0.020 nm/sec以上，又，較佳為0.300 nm/sec以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0066】於利用濺鍍法形成CrBCO膜之情形時，於包含惰性氣體、及O₂之氛圍中，實施使用Cr靶、B靶、及C靶之濺鍍法、使用包含Cr、及B及C之任一者之靶、及另一靶之濺鍍法、使用包含Cr、B及C之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar及O₂之混合氣體，O₂氣體濃度為15～100 vol%，較佳為20～80 vol%，Ar氣體濃度為0～85 vol%，較佳為20～80 vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為 $2.0 \sim 13.0$ W/cm²，較佳為 3.0 W/cm²以上，更佳為 4.0 W/cm²以上，又，較佳為 12.0 W/cm²以下，更佳為 10.0 W/cm²以下。

成膜速度為 $0.010 \sim 0.400$ nm/sec，較佳為 0.015 nm/sec以上，更佳為 0.020 nm/sec以上，又，較佳為 0.300 nm/sec以下，更佳為 0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為 $50 \sim 500$ mm，較佳為 100 mm以上，更佳為 150 mm以上，又，較佳為 400 mm以下，更佳為 300 mm以下。

【0067】於利用濺鍍法形成CrBOCN膜之情形時，於包含惰性氣體、O₂及N₂之氛圍中，實施使用Cr靶、B靶、及C靶之濺鍍法、使用包含Cr、及B及C之任一者之靶、及另一靶之濺鍍法、使用包含Cr、B及C之靶之濺鍍法即可。於使用磁控濺鍍法之情形時，具體而言，於以下之成膜條件下實施即可。

濺鍍氣體使用Ar、O₂及N₂之混合氣體。N₂氣體濃度為 $14.9 \sim 99.9$ vol%，較佳為 $20 \sim 80$ vol%，O₂氣體濃度為 $0.1 \sim 85$ vol%，較佳為 $0.5 \sim 80$ vol%，Ar氣體濃度為 $0 \sim 85$ vol%，較佳為 $20 \sim 80$ vol%。

氣壓為 $5.0 \times 10^{-2} \sim 1.0 \times 10^0$ Pa，較佳為 1.0×10^{-1} Pa以上，更佳為 2.0×10^{-1} Pa以上，又，較佳為 8.0×10^{-1} Pa以下，更佳為 4.0×10^{-1} Pa以下。

每一靶面積之輸入電力密度為 $2.0 \sim 13.0$ W/cm²，較佳為 3.0 W/cm²以上，更佳為 4.0 W/cm²以上，又，較佳為 12.0 W/cm²以下，更佳為 10.0 W/cm²以下。

成膜速度為0.010～0.400 nm/sec，較佳為0.015 nm/sec以上，更佳為0.020 nm/sec以上，又，較佳為0.300 nm/sec以下，更佳為0.200 nm/sec以下。

靶與基板間距離為50～500 mm，較佳為100 mm以上，更佳為150 mm以上，又，較佳為400 mm以下，更佳為300 mm以下。

【0068】再者，於使用Ar以外之惰性氣體之情形時，將其惰性氣體之濃度設為與上述Ar氣體濃度相同之濃度範圍。又，於使用複數種惰性氣體之情形時，將惰性氣體之合計濃度設為與上述Ar氣體濃度相同之濃度範圍。

【0069】本實施形態中之硬質光罩層之膜密度不僅可由硬質光罩層中使用之組成之成分比控制，亦可由濺鍍氣體之氣壓、每一靶面積之輸入電力密度、靶與基板間距離等成膜條件控制。具體而言，為了以相同之膜組成製成低密度之膜，可藉由實施選自由進一步提高氣壓、進一步降低每一靶面積之輸入電力密度、及進一步延長靶與基板間距離所組成之群中之至少一個條件進行。反之，為了以相同組成製成高密度之膜，可藉由實施選自由進一步降低氣壓、進一步提高每一靶面積之輸入電力密度、及進一步縮短靶與基板間距離所組成之群中之至少一個條件進行。

【0070】本實施形態之EUV光罩基底1除反射層12、保護層13、吸收層14、及硬質光罩層16、以及視需要而形成之低反射層15或其他保護層以外，於EUV光罩基底之領域中亦可具有公知之功能膜。作為此種功能膜之具體例，例如可列舉如日本專利特表2003-501823號公報所記載者，為了促進基板之靜電夾持，而施加於基板之背面側之高介電性塗層。此處，基板之背面指於圖1之基板11中，與形成有反射層12之側為相反側之面。以

此種目的施加於基板之背面之高介電性塗層以薄片電阻成為 $100\ \Omega/\square$ 以下之方式，選擇構成材料之導電率及厚度。作為高介電性塗層之構成材料，可廣泛選自公知之文獻所記載者。例如，可應用日本專利特表2003-501823號公報所記載之高介電常數之塗層，具體而言，可應用包含矽、TiN、鉬、鉻、TaSi之塗層。高介電性塗層之厚度例如可設為 $10\sim 1000\text{ nm}$ 。

高介電性塗層可使用公知之成膜方法，例如磁控濺鍍法、離子束濺鍍法等濺鍍法、CVD(化學氣相蒸鍍：chemical vapor deposition)法、真空蒸鍍法、電鍍法形成。

【0071】 其次，參照圖2～圖6對於本實施形態之EUV光罩基底進行圖案形成之順序進行說明。於在EUV光罩基底進行圖案形成之情形時，如圖2所示，於EUV光罩基底1之硬質光罩層16上形成抗蝕劑膜20，使用電子束繪圖機，如圖3所示，於抗蝕劑膜20進行圖案形成。其次，將圖案形成後之抗蝕劑膜作為遮罩，如圖4所示，於硬質光罩層16進行圖案形成。再者，圖4表示於硬質光罩層16之圖案形成後，去除抗蝕劑膜20後之狀態。於硬質光罩層16之圖案形成上，實施使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻即可。其次，將圖案形成後之硬質光罩層16作為遮罩，如圖5所示，於吸收層14及低反射層15進行圖案形成。於吸收層14及低反射層15之圖案形成上，使用氟系氣體，對低反射層15進行乾式蝕刻後，使用不包含氧氣之氯系氣體實施乾式蝕刻即可。其次，如圖6所示，去除硬質光罩層16。於硬質光罩層16之去除，實施使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻即可。

[實施例]

【0072】 以下使用實施例對本發明進一步詳細地進行說明，但本發明並不限定於該等實施例。例1～例10中之例1～例3、例5、例7為比較例，例4、例6、例8～例10為實施例。

【0073】 [例1]

於例1中，製作圖1所示之構成之EUV光罩基底1。

使用SiO₂-TiO₂系之玻璃基板(外形6英吋(152 mm)見方，厚度為6.3 mm)作為成膜用之基板11。該玻璃基板之20℃下之熱膨脹係數為 $0.2 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ ，楊氏模數為67 GPa，泊松比為0.17，比模數為 $3.07 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 。藉由研磨使該玻璃基板形成為表面粗糙度(rms)為0.15 nm以下之平滑之表面及100 nm以下之平坦度。

【0074】 藉由於基板11之背面側，使用磁控濺鍍法成膜出厚度100 nm之Cr膜，從而形成薄片電阻100 $\Omega/\square$ 之高介電性塗層。

於形成為平板形狀之通常之靜電吸盤，經由所形成之Cr膜將基板11(外形6英吋(152 mm)見方，厚度6.3 mm)固定，將於該基板11之表面上使用離子束濺鍍法使Si層(膜厚4.5 nm)及Mo層(膜厚2.3 nm)交替成膜反覆進行40週期，藉此形成合計膜厚272 nm(= (4.5 nm + 2.3 nm)×40)之Si/Mo多層反射膜(反射層12)。

進而，於Si/Mo多層反射膜(反射層12)上，使用離子束濺鍍法成膜出Ru膜(膜厚2.5 nm)，藉此形成保護層13。

【0075】 Si層、Mo層及Ru膜之成膜條件如以下所示。

(Si層之成膜條件)

靶：Si靶(摻硼)

濺鍍氣體：Ar氣(氣壓 $2.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}$)

電壓：700 V

成膜速度：0.077 nm/sec

膜厚：4.5 nm

(Mo層之成膜條件)

靶：Mo靶

濺鍍氣體：Ar氣(氣壓 2.0×10^{-2} Pa)

電壓：700 V

成膜速度：0.064 nm/sec

膜厚：2.3 nm

(Ru膜之成膜條件)

靶：Ru靶

濺鍍氣體：Ar氣(氣壓 2.0×10^{-2} Pa)

電壓：500 V

成膜速度：0.023 nm/sec

膜厚：2.5 nm

【0076】 其次，於保護層13上，使用磁控濺鍍法形成含有Ta、N及H之吸收層14(TaNH膜)。吸收層14之成膜條件如以下所示。(吸收層14(TaNH膜)之成膜條件)

靶：Ta靶

濺鍍氣體：Ar、N₂及H₂之混合氣體(Ar：89 vol%；N₂：8.3 vol%；H₂：2.7 vol%；氣壓： 4.6×10^{-1} Pa)

輸入電力：300 W

成膜速度：1.5 nm/min

膜厚：70 nm

【0077】其次，於吸收層14(TaNH膜)上形成含有Ta、O、N及H之低反射層15(TaONH膜)。低反射層15(TaONH膜)之成膜條件如以下所示。

(低反射層15(TaONH膜)之成膜條件)

靶：Ta靶

濺鍍氣體：Ar、O₂、N₂及H₂之混合氣體(Ar：48 vol%；O₂：36 vol%；N₂：14 vol%；H₂：2 vol%；氣壓：3.0×10⁻¹ Pa)

輸入電力：450 W

成膜速度：1.5 nm/min

膜厚：10 nm

【0078】其次，藉由於低反射層15上，使用磁控濺鍍法，形成含有Cr及O之硬質光罩層16(CrO膜)，獲得於基板11上依序形成有反射層12、保護層13、吸收層14、低反射層15及硬質光罩層16之EUV光罩基底1。

硬質光罩層16之成膜條件如以下所示。

(硬質光罩層16(CrO膜)之成膜條件)

靶：Cr靶

濺鍍氣體：Ar與O₂之混合氣體(Ar：35 vol%；O₂：65 vol%；氣壓：1.5×10⁻¹ Pa)

每一靶面積之輸入電力密度：4.1 W/cm²

成膜速度：0.250 nm/sec

靶與基板間距離：300 mm

膜厚：10 nm

【0079】對按上述順序所獲得之EUV光罩基底1之硬質光罩層16(CrO膜)實施下述評價(1)～(4)。

(1)膜組成

使用X射線光電子光譜裝置(X-ray Photoelectron Spectrometer)(PERKIN ELEMER-PHI公司製造)、二次離子質量分析裝置(Secondary Ion Mass Spectrometer)(PHI-ATOMIKA製造)、拉塞福逆散射譜裝置(Rutherford Back Scattering Spectroscopy)(神戶製鋼公司製造)測定硬質光罩層16(CrO膜)之組成。硬質光罩層16(CrO膜)之組成比(at%)為Cr：O=75.8：24.2，即Cr之含有率為75.8 at%，O之含有率為24.2 at%。

【0080】(2)膜密度

關於膜密度，利用以下方法進行評價代替使用按上述順序製作之EUV光罩基底1進行評價。

於作為試樣台之4英吋石英基板上，以分別與上述相同之條件成膜出硬質光罩層16(CrO膜)作為試樣。針對上述試樣，進行使用X射線反射率法(XRR(X-ray Reflectometry))之膜密度之測定。

【0081】(3)蝕刻特性(1)

關於蝕刻特性(1)，利用以下方法進行評價代替使用按上述順序製作之EUV光罩基底1進行評價。

於ICP(感應耦合方式)電漿蝕刻裝置之試樣台上，設置硬質光罩層16(CrO膜)以與上述相同之條件成膜後之Si晶片(10 mm×30 mm)作為試樣。針對上述試樣，於以下所示之條件下進行ICP電漿蝕刻，求出蝕刻速度，表示為將例1之蝕刻速度設為1之情形時之相對速度。

ICP天線偏壓：200 W

基板偏壓：40 W

蝕刻時間：30 sec

觸發壓力： 3.0×10^0 Pa

蝕刻壓力： 3.0×10^{-1} Pa

蝕刻氣體： Cl_2/O_2

氣體流量(Cl_2/O_2)：10/10 sccm

【0082】 (4)蝕刻特性(2)

關於蝕刻特性(2)，利用以下方法進行評價代替使用按上述順序製作之EUV光罩基底1進行評價。

設置吸收層14(TaNH膜)、硬質光罩層16(CrO膜)分別以與上述相同之條件成膜後之Si晶片(10 mm×30 mm)作為試樣。針對上述試樣，於以下所示之不包含氧氣之氯系氣體製程中進行ICP電漿蝕刻。再者，吸收層14(TaNH膜)係於下述所示之氟系氣體製程中去除表面自然氧化膜之後，於下述所示之不包含氧氣之氯系氣體製程中進行ICP電漿蝕刻。

(氟系氣體製程)

ICP天線偏壓：100 W

基板偏壓：40 W

蝕刻時間：15 sec

觸發壓力： 3.0×10^0 Pa

蝕刻壓力： 3.0×10^{-1} Pa

蝕刻氣體： CF_4/He

氣體流量(Cl_2/He)：4/16 sccm

(不包含氧氣之氯系氣體製程)

ICP天線偏壓：100 W

基板偏壓：40 W

蝕刻時間：30 sec

觸發壓力： 3.0×10^0 Pa

蝕刻壓力： 3.0×10^{-1} Pa

蝕刻氣體： CF_4/He

氣體流量(CF_4/He)：12/12 sccm

求出TaNH膜及CrO膜之蝕刻速度。基於下述式，算出吸收層之蝕刻條件下之蝕刻選擇比。

蝕刻選擇比 = TaNH膜之蝕刻速度 / CrO之蝕刻速度

根據所獲得之結果，按以下之基準評價吸收層之蝕刻條件下之蝕刻選擇比。A為非常良好，B為良好，C為不良。

A：TaNH膜之蝕刻速度 / CrO之蝕刻速度 $> 7/1$

B：TaNH膜之蝕刻速度 / CrO之蝕刻速度 = $7/1 \sim 3/1$

C：TaNH膜之蝕刻速度 / CrO之蝕刻速度 $< 3/1$

【0083】 (5)Ru保護層耐久性

EUV光罩基底需要減少由以去除硬質光罩圖案為目的而實施之、使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻所導致之包含含有Ru之材料之保護層(以下，有時記載為Ru保護層)之損壞。針對各種硬質光罩層銳意研究了該製程之應用條件，作為其成果，發現若上述蝕刻特性(1)所記載之相對速度為 $1.65 \sim 3.5$ ，則能夠減少Ru保護層之損壞。因此，於上述蝕刻特性(1)所記載之相對速度為 $1.65 \sim 3.5$ 之情形時，設定Ru保護層耐久性非

常良好，於表中記載為A，於未達1.65之情形，或超過3.5之情形時，設定Ru保護層耐久性不良，於表中記載為C。

【0084】 [例2]

例2除利用下述條件成膜出CrON膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrON膜)之成膜條件)

靶：Cr靶

濺鍍氣體：Ar、O₂及N₂之混合氣體(Ar：27 vol%；O₂：55 vol%；N₂：18 vol%；氣壓：2.6×10⁻¹ Pa)

每一靶面積之輸入電力密度：4.1 W/cm²

成膜速度：0.270 nm/sec

靶與基板間距離：300 mm

膜厚：10 nm

硬質光罩層16(CrON膜)之組成比(at%)為Cr：O：N=45.8：44.2：10.0，即Cr之含有率為45.8 at%，O之含有率為44.2 at%，N之含有率為10.0 at%。

【0085】 [例3]

例3除利用下述條件成膜出CrON膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrON膜)之成膜條件)

靶：Cr靶

濺鍍氣體：Ar、O₂及N₂之混合氣體(Ar：16 vol%；O₂：67 vol%；N₂：17 vol%；氣壓：2.6×10⁻¹ Pa)

每一靶面積之輸入電力密度： 4.1 W/cm^2

成膜速度： 0.040 nm/sec

靶與基板間距離： 300 mm

膜厚： 10 nm

硬質光罩層16(CrON膜)之組成比(at%)為Cr：O：N=34.9：64.7：0.4，即Cr之含有率為34.9 at%，O之含有率為64.7 at%，N之含有率為0.4 at%。

【0086】 [例4]

例4除利用下述條件成膜出CrON膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrON膜)之成膜條件)

靶：Cr靶

濺鍍氣體：Ar、O₂及N₂之混合氣體(Ar：33 vol%；O₂：45 vol%；N₂：22 vol%；氣壓： $2.6 \times 10^{-1} \text{ Pa}$)

每一靶面積之輸入電力密度： 4.1 W/cm^2

成膜速度： 0.027 nm/sec

靶與基板間距離： 300 mm

膜厚： 10 nm

硬質光罩層16(CrON膜)之組成比(at%)為Cr：O：N=36.5：62.3：1.2，即Cr之含有率為36.5 at%，O之含有率為62.3 at%，N之含有率為1.2 at%。

【0087】

[例5]

例5除利用下述條件成膜出CrN膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrN膜)之成膜條件)

靶：Cr靶

濺鍍氣體：N₂氣(Ar：50 vol%；N₂：50 vol%；氣壓： 2.6×10^{-1} Pa)

每一靶面積之輸入電力密度：9.9 W/cm²

成膜速度：0.053 nm/sec

靶與基板間距離：150 mm

膜厚：10 nm

硬質光罩層16(CrN膜)之組成比(at%)為Cr：O：N = 49.4：3.0：47.6，即Cr之含有率為49.4 at%，O之含有率為3.0 at%，N之含有率為47.6 at%。

硬質光罩層16(CrN膜)含有O，但認為於CrN膜之成膜時由於腔室中之殘留水分或來自構件之脫氣，而混入了氧。

【0088】

[例6]

例6除利用下述條件成膜出CrN膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrN膜)之成膜條件)

靶：Cr靶

濺鍍氣體：N₂氣(N₂：100 vol%，氣壓： 8.7×10^{-1} Pa)

每一靶面積之輸入電力密度：9.9 W/cm²

成膜速度：0.045 nm/sec

靶與基板間距離：150 mm

膜厚：10 nm

硬質光罩層16(CrN膜)之組成比(at%)為Cr：O：N = 49.6：9.6：40.8，即Cr之含有率為49.6 at%，O之含有率為9.6 at%，N之含有率為40.8 at%。

硬質光罩層16(CrN膜)含有O，但認為於CrN膜之成膜時由於腔室中之殘留水分或來自構件之脫氣，而混入了氧。

【0089】

[例7]

例7除利用下述條件成膜出CrCN膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrCN膜)之成膜條件)

靶：Cr靶及C靶之二元濺鍍

濺鍍氣體：Ar與N₂之混合氣體(Ar：78.5 vol%；N₂：21.5 vol%；氣壓：2.6×10⁻¹ Pa)

每一Cr靶面積之輸入電力密度：9.9 W/cm²

每一C靶面積之輸入電力密度：12.3 W/cm²

成膜速度：0.130 nm/sec

靶與基板間距離：150 mm

膜厚：10 nm

硬質光罩層16(CrCN膜)之組成比(at%)為Cr：C：O：N = 50.2：19.1：3.6：27.1，即Cr之含有率為50.2 at%，C之含有率為19.1 at%，O之含有率為3.6 at%，N之含有率為27.1 at%。

硬質光罩層16(CrCN膜)含有O，但認為於CrN膜之成膜時由於腔室中之殘留水分或來自構件之脫氣，而混入了氧。

【0090】

[例8]

例8除利用下述條件成膜出CrCN膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrCN膜)之成膜條件)

靶：Cr靶及C靶之二元濺鍍

濺鍍氣體：N₂氣(N₂：100 vol%；氣壓：2.6×10⁻¹ Pa)

每一Cr靶面積之輸入電力密度：9.9 W/cm²

每一C靶面積之輸入電力密度：2.0 W/cm²

成膜速度：0.110 nm/sec

靶與基板間距離：150 mm

膜厚：10 nm

硬質光罩層16(CrCN膜)之組成比(at%)為Cr：C：O：N=36.9：25.2：0.2：37.7，即Cr之含有率為36.9 at%，C之含有率為25.2 at%，O之含有率為0.2 at%，N之含有率為37.7 at%。

硬質光罩層16(CrCN膜)含有O，但認為於CrN膜之成膜時由於腔室中之殘留水分或來自構件之脫氣，而混入了氧。

【0091】

[例9]

例9除利用下述條件成膜出CrCON膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrCON膜)之成膜條件)

靶：Cr靶及C靶之二元濺鍍

濺鍍氣體：Ar、O₂及N₂之混合氣體(Ar：59 vol%；O₂：1 vol%；
N₂：40 vol%；氣壓：2.6×10⁻¹ Pa)

每一Cr靶面積之輸入電力密度：9.9 W/cm²

每一C靶面積之輸入電力密度：4.9 W/cm²

成膜速度：0.130 nm/sec

靶與基板間距離：150 mm

膜厚：10 nm

硬質光罩層16(CrCON膜)之組成比(at%)為Cr：C：O：N=40.9：9.5：15.9：33.7，即Cr之含有率為40.9 at%，C之含有率為9.5 at%，O之含有率為15.9 at%，N之含有率為33.7 at%。

【0092】

[例10]

例10除利用下述條件成膜出CrO膜作為硬質光罩層16以外，以與例1相同之順序製作EUV光罩基底。

(硬質光罩層16(CrO膜)之成膜條件)

靶：Cr靶

濺鍍氣體：Ar與O₂之混合氣體(Ar：10 vol%；O₂：90 vol%；氣
壓：2.6×10⁻¹ Pa)

每一靶面積之輸入電力密度：6.5 W/cm²

成膜速度：0.038 nm/sec

靶與基板間距離：300 mm

膜厚：10 nm

硬質光罩層16(CrO膜)之組成比(at%)為Cr：O＝33.5：66.5，即Cr之含有率為33.5 at%，O之含有率為66.5 at%。

【0093】

[表1]

表1

		膜組成					膜密度	蝕刻速率	Ru保護層	蝕刻選
		B	C	N	O	Cr	g/cm ³	相對比	耐久性	擇比
例1	CrO膜	0.0	0.0	0.0	24.2	75.8	6.20	1	C	A
例2	CrON膜	0.0	0.0	10.0	44.2	45.8	5.44	1.6	C	A
例3	CrON膜	0.0	0.0	0.4	64.7	34.9	2.85	3.7	C	C
例4	CrON膜	0.0	0.0	1.2	62.3	36.6	4.64	2.2	A	A
例5	CrN膜	0.0	0.0	47.6	3.0	49.4	6.01	0.8	C	A
例6	CrN膜	0.0	0.0	40.8	9.6	49.6	4.25	2.0	A	A
例7	CrCN膜	0.0	19.1	27.1	3.6	50.3	5.72	1.5	C	A
例8	CrCN膜	0.0	25.2	37.7	0.2	36.9	3.47	3.4	A	B
例9	CrCON膜	0.0	9.5	33.7	15.9	40.9	4.45	2.2	A	A
例10	CrO膜	0.0	0.0	0.0	66.5	33.5	3.51	3.0	A	B

【0094】 關於例1～例10，將硬質光罩層之膜組成中之氧含有率、與相對蝕刻速度之關係示於圖8。圖8中，將例4、例6、例8～例10作為實施例以△表示，將例1～例3、例5、及例7作為比較例以□表示。

由圖可知，於硬質光罩層之膜組成中之氧含有率、與相對蝕刻速度之間未觀察到顯著相關性。

【0095】 關於例1～例10，將硬質光罩層之膜密度、與相對蝕刻速度之關係示於圖9。圖9中，將例4、例6、例8～例10作為實施例以△表示，將例1～例3、例5、及例7作為比較例以□表示。

由圖可知，於硬質光罩層之膜密度、與相對蝕刻速度之間觀察到良好相關性。

【0096】 由表1可知，硬質光罩層之膜密度為3.00～5.40 g/cm³之例

4、例6、例8～例10之Ru保護層耐久性皆非常良好，為A，與吸收層之選擇比、即蝕刻選擇比亦非常良好或良好，為A或B。硬質光罩層之膜密度超過 5.40 g/cm^3 之例1、例2、例5、例7之Ru保護層耐久性皆不良，為C。硬質光罩層之膜密度未達 3.00 g/cm^3 之例3之Ru保護層耐久性不良，為C，蝕刻選擇比亦不良，為C。

【0097】 對本發明詳細且參照特定之實施形態進行了說明，但可於不脫離本發明之精神及範圍之情形下施加多種變更或修正對業者而言是顯而易見的。本申請案係基於2019年5月21日提出申請之日本專利申請案(日本專利特願2019-095189)者，其內容引用於本說明書中作為參照。

【符號說明】

【0098】

1:EUV光罩基底

11:基板

12:反射層(多層反射膜)

13:保護層

14:吸收層

15:低反射層

16:硬質光罩層

20:抗蝕劑膜

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種EUV微影用反射型光罩基底，其係於基板上依序形成有反射EUV光之反射層、上述反射層之保護層、吸收EUV光之吸收層、及硬質光罩層者，且

上述保護層含有鈥(Ru)，

上述吸收層含有鉭(Ta)，

上述硬質光罩層含有鉻(Cr)，且含有氮(N)及氧(O)中之至少一者，

上述硬質光罩層之膜密度為 $3.00 \sim 5.40 \text{ g/cm}^3$ 。

【請求項2】

一種EUV微影用反射型光罩基底，其係於基板上依序形成有反射EUV光之反射層、上述反射層之保護層、吸收EUV光之吸收層、針對作為光罩圖案之檢查光之波長 $190 \sim 260 \text{ nm}$ 之光之低反射層、及硬質光罩層者，且

上述保護層含有鈥(Ru)，

上述吸收層含有鉭(Ta)，

上述低反射層含有鉭(Ta)及氧(O)，

上述硬質光罩層含有鉻(Cr)，且含有氮(N)及氧(O)中之至少一者，

上述硬質光罩層之膜密度為 $3.00 \sim 5.40 \text{ g/cm}^3$ 。

【請求項3】

如請求項1之EUV微影用反射型光罩基底，其中上述硬質光罩層進而含有碳(C)及硼(B)中之至少一者。

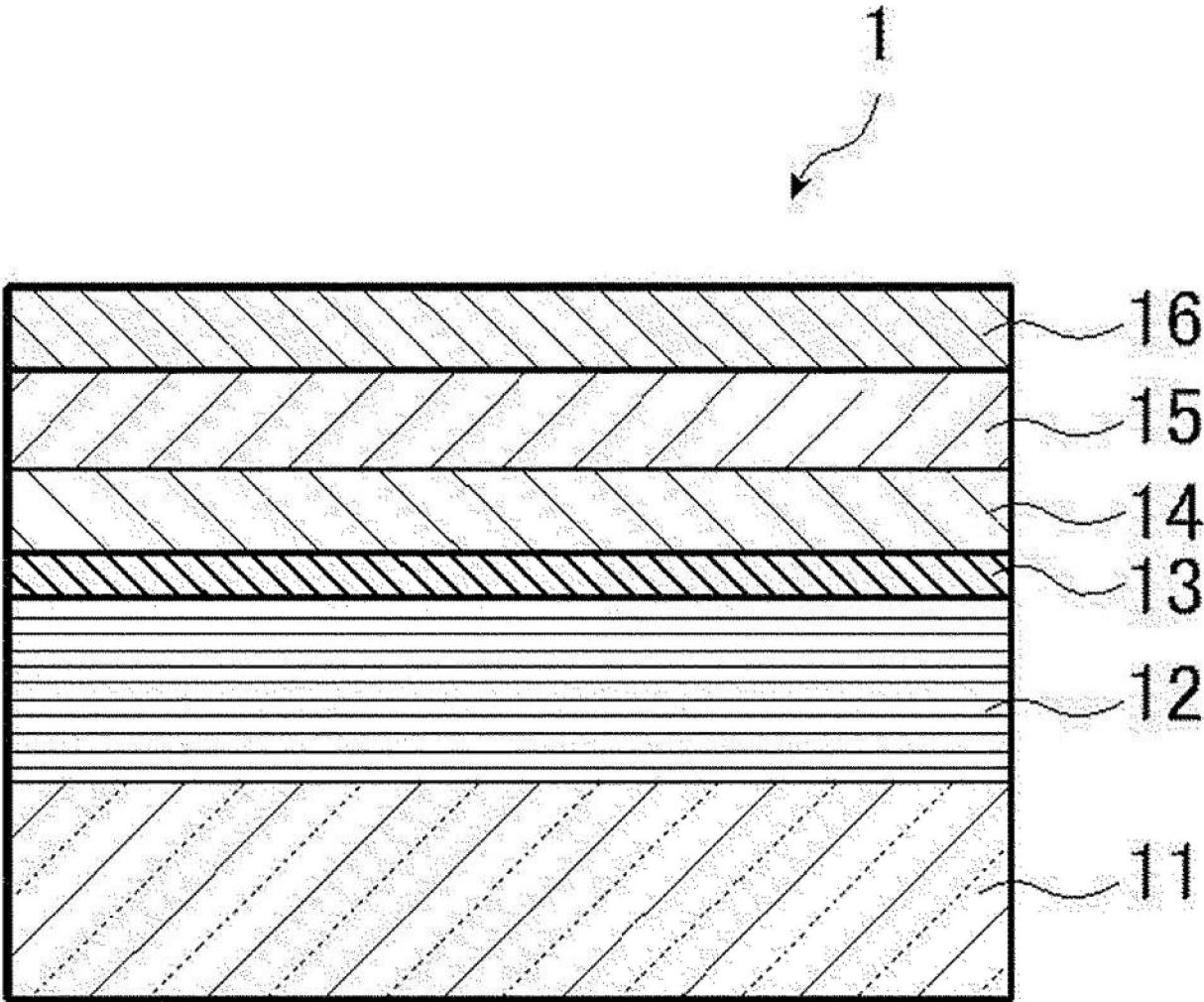
【請求項4】

如請求項2之EUV微影用反射型光罩基底，其中上述硬質光罩層進而含有碳(C)及硼(B)中之至少一者。

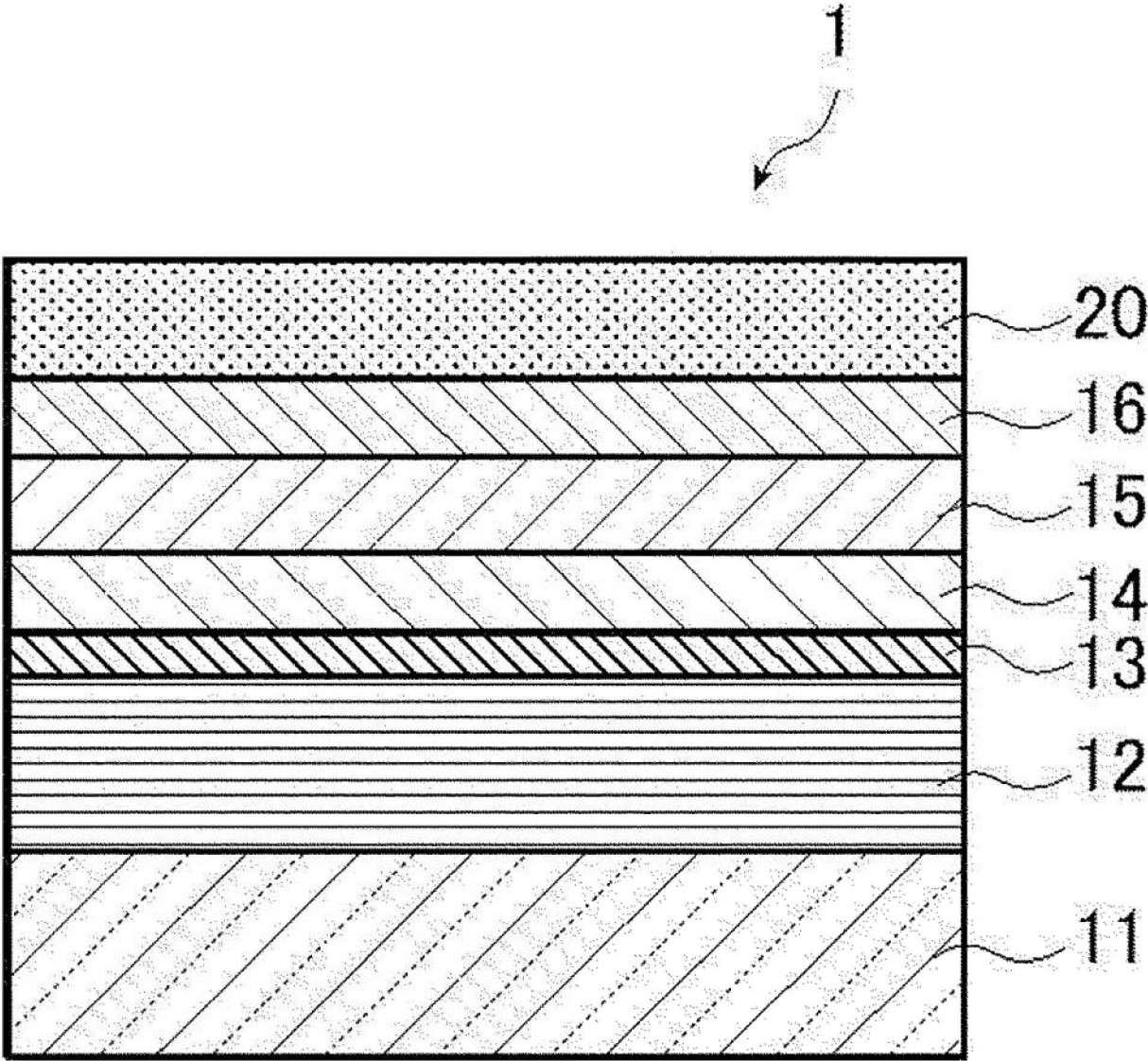
【請求項5】

如請求項1至4中任一項之EUV微影用反射型光罩基底，其中上述硬質光罩層之膜厚為2～30 nm。

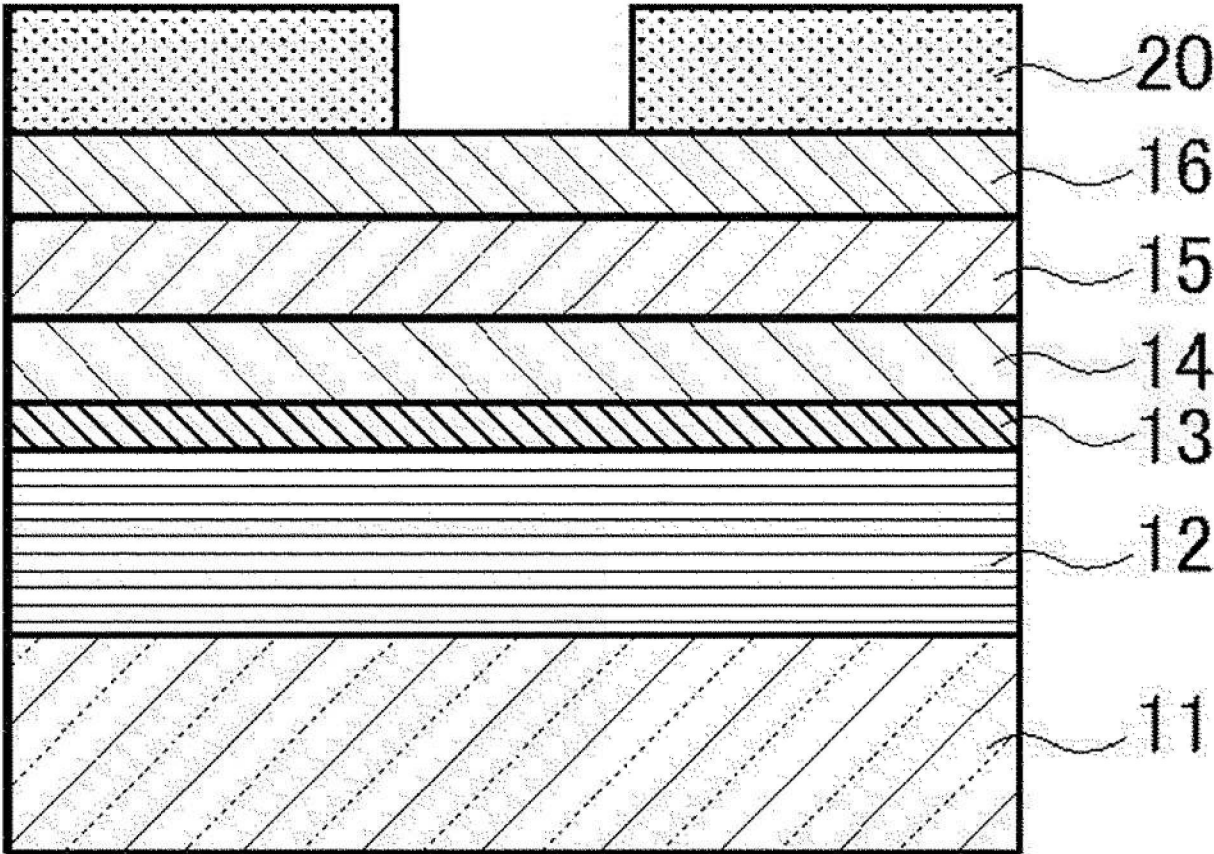
【發明圖式】



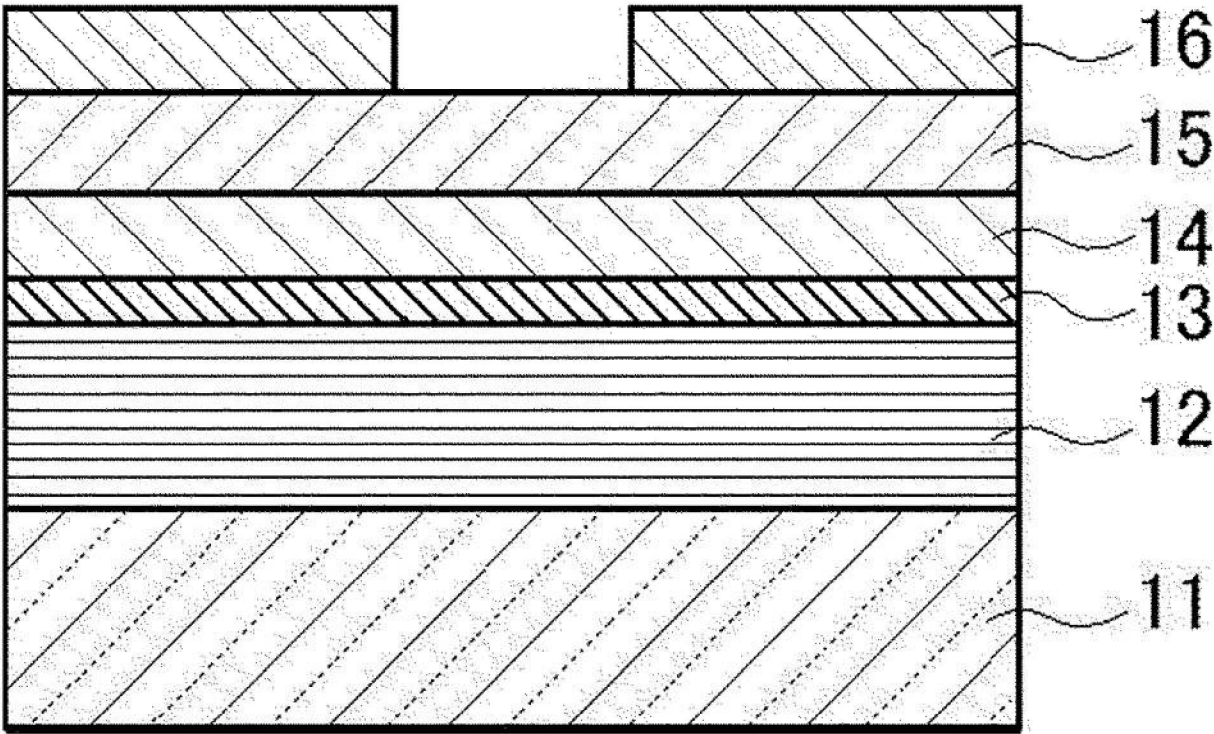
【圖1】



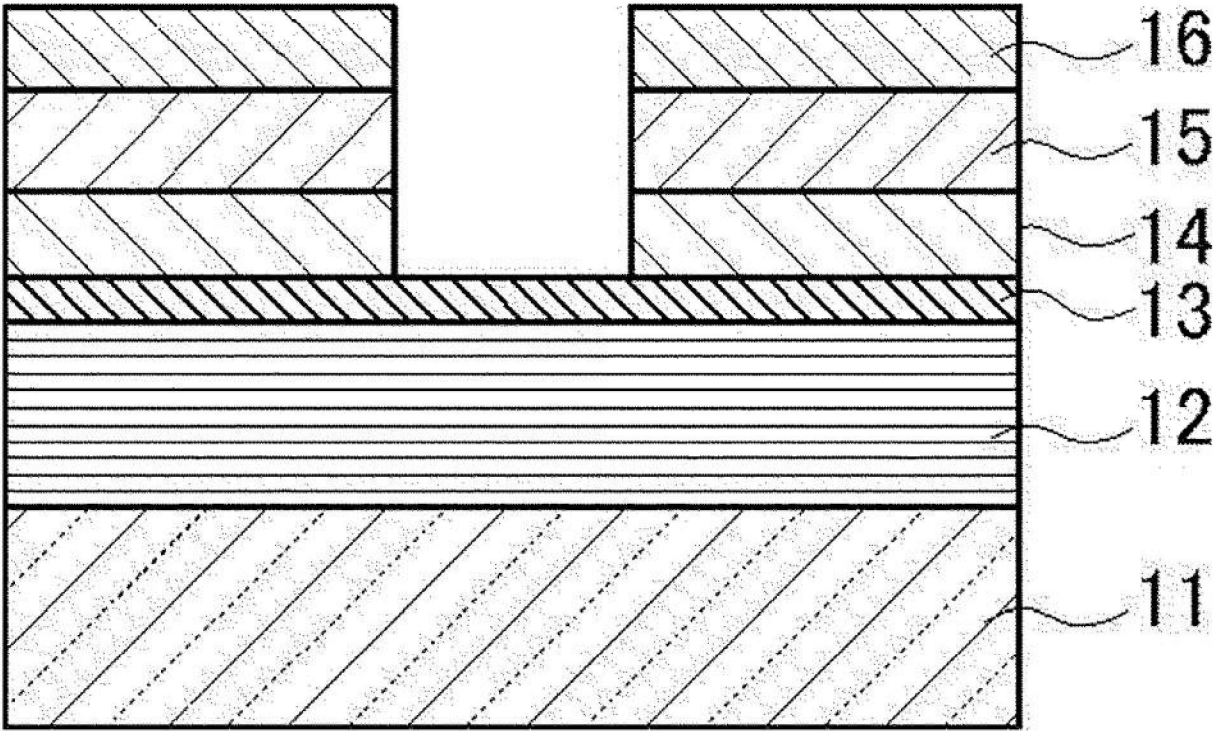
【圖2】



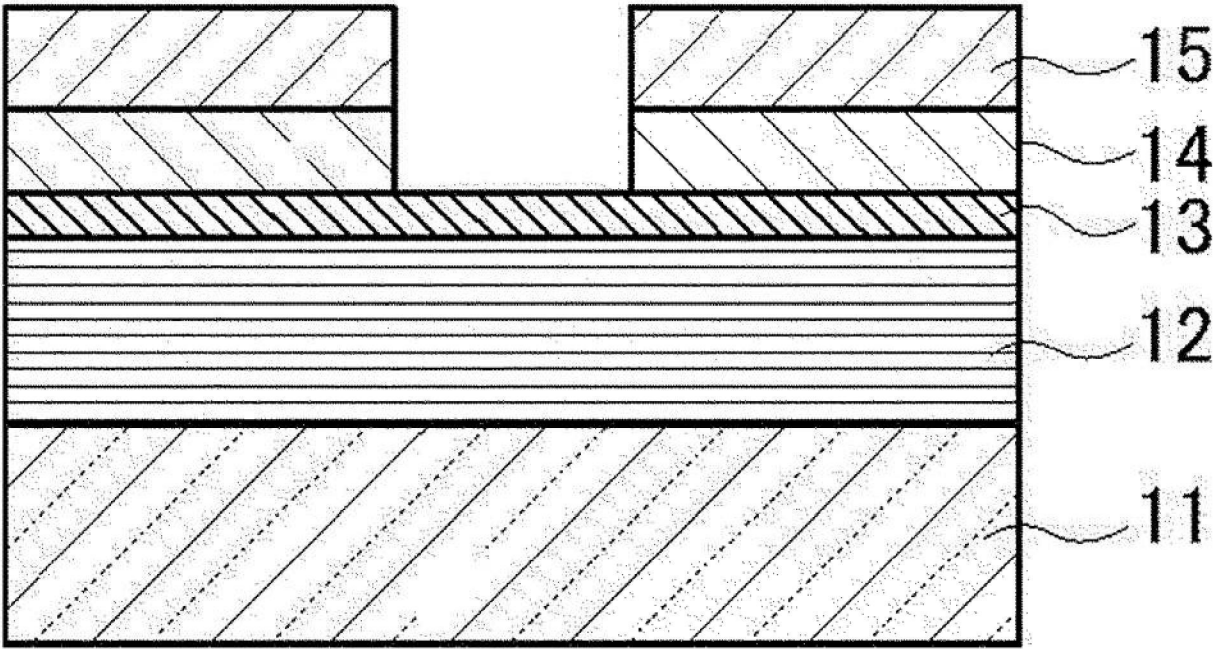
【圖3】



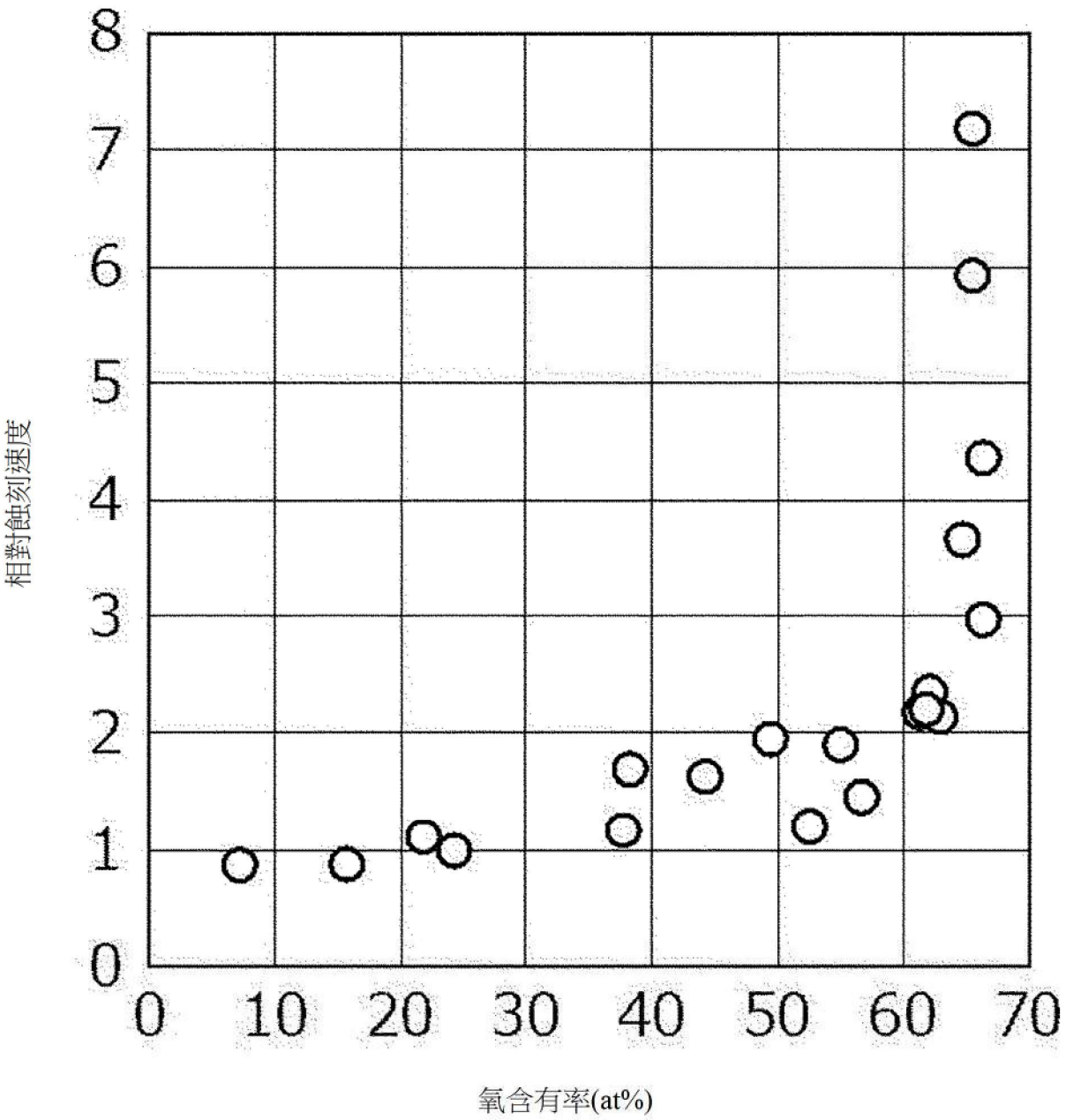
【圖4】



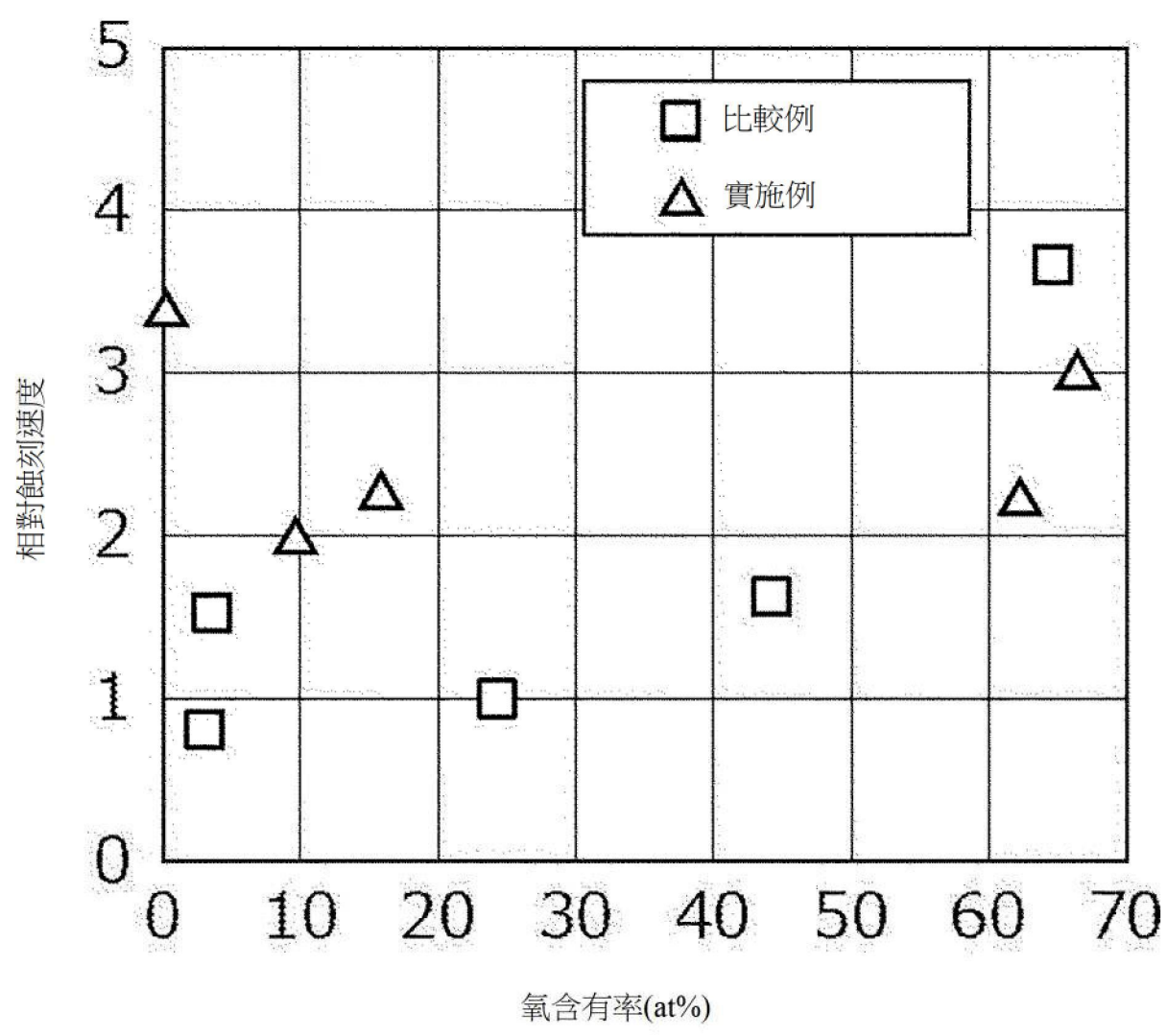
【圖5】



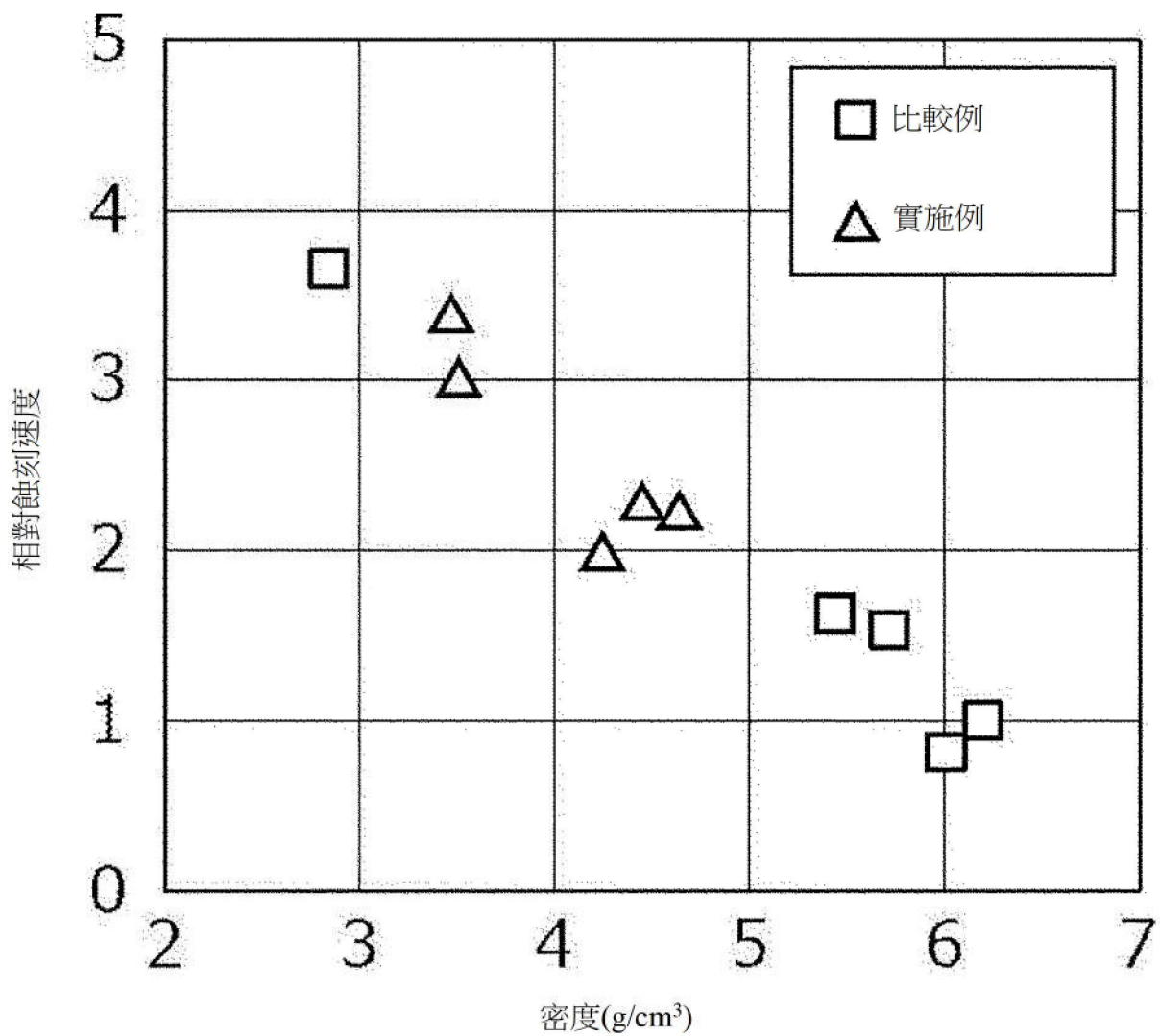
【圖6】



【圖7】



【圖8】



【圖9】