



(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 202235994 A

(43) 公開日：中華民國 111 (2022) 年 09 月 16 日

(21) 申請案號：110148672

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 12 月 24 日

(51) Int. Cl. :

G03F1/24 (2012.01)**G03F1/52 (2012.01)****G03F1/54 (2012.01)****G03F1/60 (2012.01)****G03F7/20 (2006.01)****H01L21/027 (2006.01)**

(30) 優先權：2020/12/25 日本

2020-217573

(71) 申請人：日商 HOYA 股份有限公司 (日本) HOYA CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：浜本和宏 HAMAMOTO, KAZUHIRO (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：9 項 圖式數：5 共 56 頁

(54) 名稱

反射型光罩基底、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

(57) 摘要

本發明提供一種用於製造具有轉印用圖案之反射型光罩之反射型光罩基底，該反射型光罩可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行 EUV 曝光。

本發明之反射型光罩基底之特徵在於：其係具備基板、該基板上之多層反射膜及該多層反射膜上之吸收體膜者，上述吸收體膜包含銱(Ir)及添加元素，上述添加元素為選自硼(B)、矽(Si)、磷(P)、鈦(Ti)、鍺(Ge)、砷(As)、硒(Se)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鈷(Ru)及鉭(Ta)中之至少一種，且上述吸收體膜中之上述銱(Ir)之含量超過 50 原子%。

【發明摘要】

【中文發明名稱】

反射型光罩基底、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

【中文】

本發明提供一種用於製造具有轉印用圖案之反射型光罩之反射型光罩基底，該反射型光罩可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

本發明之反射型光罩基底之特徵在於：其係具備基板、該基板上之多層反射膜及該多層反射膜上之吸收體膜者，上述吸收體膜包含銱(Ir)及添加元素，上述添加元素為選自硼(B)、矽(Si)、磷(P)、鈦(Ti)、鍺(Ge)、砷(As)、硒(Se)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鈷(Ru)及鉭(Ta)中之至少一種，且上述吸收體膜中之上述銱(Ir)之含量超過50原子%。

【指定代表圖】

無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】

反射型光罩基底、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種反射型光罩基底、反射型光罩及使用該反射型光罩之半導體裝置之製造方法，該反射型光罩基底為用於製造曝光用光罩之原版，該曝光用光罩用於半導體裝置之製造等。

【先前技術】

【0002】

製造半導體裝置時之曝光裝置之光源之種類為波長436 nm之g線、波長365 nm之i線、波長248 nm之KrF雷射、波長193 nm之ArF雷射，波長逐漸變短。為了實現更微細之圖案轉印，開發有使用波長為13.5 nm附近之極紫外線(EUV：Extreme Ultra Violet)之EUV微影術。於EUV微影術中，由於對EUV光而言透明之材料較少，故而使用反射型光罩。反射型光罩在低熱膨脹基板上具有用於反射曝光之光之多層反射膜。反射型光罩之基本構造為在用於保護該多層反射膜之保護膜上形成有所需之轉印用圖案之構造。又，作為具有代表性之反射型光罩，有二元型反射光罩及相位偏移型反射光罩(半色調相位偏移型反射光罩)。二元型反射光罩之轉印用圖案包含充分吸收EUV光之相對較厚之吸收體圖案。相位偏移型反射光罩之轉印用圖案包含相對較薄之吸收體圖案，該相對較薄之吸收體圖案藉由光吸收使EUV光消光，且產生相對於來自多層反射膜之反射光而言相位大致反轉(約180度之相位反轉)之反射光。相位偏移型反射光罩(半色調相位偏

移型反射光罩)與透過型光相位偏移光罩同樣地，藉由相位偏移效果來獲得較高之轉印光學圖像對比度，故而具有提昇解像度之效果。又，由於相位偏移型反射光罩之吸收體圖案(相位偏移圖案)之膜厚較薄，故而可形成精度佳且微細之相位偏移圖案。

【0003】

於EUV微影術中，根據透光率之關係，使用包含多個反射鏡之投影光學系統。而且，使EUV光相對於反射型光罩斜向入射，使得該等複數個反射鏡不會遮擋投影光(曝光之光)。關於入射角度，當前主流係設為相對於反射型光罩基板垂直面為6度。隨著投影光學系統之數值孔徑(NA)之提昇，正在研究使入射角度成為8°左右之更傾斜入射之角度。

【0004】

於EUV微影術中，因曝光之光斜向入射，故而存在被稱為遮蔽效應之固有問題。所謂遮蔽效應係如下現象，即，因曝光之光朝具有立體構造之吸收體圖案斜向入射，而產生陰影，導致轉印形成之圖案之尺寸或位置發生改變。吸收體圖案之立體構造成為壁，於背陰側產生陰影，從而使轉印形成之圖案之尺寸或位置發生改變。例如，於所配置之吸收體圖案之朝向與斜入射光之方向平行之情形、及與斜入射光之方向垂直之情形時，兩者之轉印圖案之尺寸及位置產生差異，從而會使轉印精度降低。

【0005】

於專利文獻1及2中揭示有與此種EUV微影術用反射型光罩及用於製作其之光罩基底有關之技術。又，據專利文獻1所載，提供一種遮蔽效應較小、且可進行相位偏移曝光、並具有充分之遮光框性能之反射型光罩。先前，藉由使用相位偏移型反射光罩作為EUV微影術用反射型光罩，相較

於二元型反射光罩之情形而言，使相位偏移圖案之膜厚較薄。藉由使相位偏移圖案之膜厚較薄，可抑制因遮蔽效應所導致之轉印精度之降低。

【0006】

於專利文獻3中揭示有EUV微影術用光罩。具體而言，專利文獻3中所揭示之光罩具備基板、施加於該基板之多層塗層及施加於該多層塗層且具有吸收體材料之光罩構造。據專利文獻3所載，該光罩構造具有未達100 nm之最大厚度。

【0007】

於專利文獻4中揭示有製造極紫外線(EUV)光罩基底之方法。具體而言，據專利文獻4所載，上述方法包括：設置基板；於上述基板上形成複數個反射層之積層體；於上述複數個反射層之積層體上形成覆蓋層；及於上述覆蓋層上形成吸收層。又，據專利文獻4所載，上述吸收層包含至少兩種不同吸收材料之合金。

【0008】

於專利文獻5中揭示有一種反射型光罩基底，其具備：基板；形成於該基板上之反射曝光之光之多層反射膜；形成於該多層反射膜上之吸收曝光之光之吸收體膜；及緩衝層。進而，據專利文獻5所載，緩衝層配置於多層反射膜與上述吸收體膜之間，蝕刻特性與吸收體膜不同。又，據專利文獻5所載，吸收體膜包含以鈹(Ta)為主成分，進而含有選自碲(Te)、銻(Sb)、鉑(Pt)、碘(I)、鉍(Bi)、銱(Ir)、銱(Os)、鎢(W)、銼(Re)、錫(Sn)、銦(In)、釷(Po)、鐵(Fe)、金(Au)、汞(Hg)、鎵(Ga)及鋁(Al)中之至少一種元素之材料。

【0009】

又，於專利文獻6中揭示有一種微影術用反射型光罩，其用於形成作為原版之圖案，反射來自光源之軟X射線或真空紫外線，從而對曝光對象投影上述圖案。關於專利文獻6之微影術用反射型光罩，上述圖案包括反射上述軟X射線或真空紫外線之反射部上所設置之吸收體圖案，於將上述軟X射線或真空紫外線之波長表示為 λ ，將形成上述吸收體圖案之物質之光學常數表示為 $1 - \delta - ik$ (δ 、 k 為實數， i 為虛數單位)時， $0.29 < k / |\delta| < 1.12$ 成立，上述吸收體圖案之厚度 d 滿足 $3\lambda / (16 |\delta|) < d < 5\lambda / (16 |\delta|)$ 。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0010】

[專利文獻1]日本專利特開2009-212220號公報

[專利文獻2]日本專利特開2004-39884號公報

[專利文獻3]日本專利特表2013-532381號公報

[專利文獻4]日本專利特表2019-527382號公報

[專利文獻5]日本專利特開2007-273678號公報

[專利文獻6]日本專利特開平7-114173號公報

【發明內容】

【0011】

於EUV微影術中，使用形成於反射型光罩之轉印用圖案，將光阻轉印圖案轉印至被轉印基板(半導體基板)上形成之光阻層。使用光阻轉印圖案，於半導體裝置形成特定之微細電路。

【0012】

為了提高半導體裝置之電特性等性能，提昇積體度，及減小晶片尺寸，要求使轉印圖案更加微細，即使轉印圖案之尺寸更小，及提高轉印圖案之位置精度。因此，對於EUV微影術要求轉印比先前更高之高精度之微細尺寸之轉印圖案的轉印性能。目前，要求形成與hp16 nm(half pitch(半間距)16 nm)代相對應之超微細高精度之轉印圖案。針對此種要求，形成於反射型光罩之轉印用圖案亦要求進一步微細化。又，為了減小EUV曝光時之遮蔽效應，對於構成反射型光罩之轉印用圖案之薄膜要求進一步薄膜化。具體而言，要求將反射型光罩之吸收體膜(相位偏移膜)之膜厚設為50 nm以下。

【0013】

進而，隨著上述轉印圖案之微細化，轉印圖案之圖案形狀亦多樣化。因此，對於反射型光罩要求一種用於形成可與多樣化之圖案形狀對應之轉印用圖案之吸收體膜。

【0014】

又，為了以低成本製造半導體裝置，要求可以高產出量進行EUV微影術之EUV曝光。

【0015】

如專利文獻1及2所揭示般，先前，形成反射型光罩基底之吸收體膜(相位偏移膜)之材料使用Ta。但是，EUV光(例如波長為13.5 nm)下之Ta之折射率(n)約為0.943。於利用Ta薄膜之相位偏移效果之情形時，僅由Ta所形成之吸收體膜(相位偏移膜)之薄膜化之極限為60 nm。為了進一步進行薄膜化，例如，可使用消光係數(k)較高(吸收效果較高)之金屬材料作為二元型反射型光罩基底之吸收體膜。例如，於專利文獻3及專利文獻4中，

作為波長13.5 nm下之消光係數(k)較大之金屬材料，揭示有鉑(Pt)及銱(Ir)。

【0016】

又，於吸收體膜具有相位偏移效果之情形時，較佳為使用折射率(n)較低之金屬材料作為吸收體膜。藉由使用折射率(n)較低之金屬材料，EUV微影術之曝光時，可藉由相位偏移效果來獲得較高之轉印光學圖像對比度。

【0017】

因此，本發明之目的在於提供一種用於製造具有轉印用圖案之反射型光罩之反射型光罩基底，該反射型光罩可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。具體而言，本發明之目的在於提供一種具有折射率(n)較小、消光係數(k)較高、加工特性亦較佳之吸收體膜之反射型光罩基底。

【0018】

又，本發明之目的在於提供一種具有轉印用圖案之反射型光罩，該反射型光罩可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。又，本發明之目的在於提供一種半導體裝置之製造方法，其可於被轉印基板上以高產出量形成多樣化之微細圖案形狀。

【0019】

為了解決上述問題，本發明之實施方式具有以下構成。

【0020】

(構成1)

本實施方式之構成1係一種反射型光罩基底，其特徵在於：其係具備

基板、該基板上之多層反射膜及該多層反射膜上之吸收體膜者，

上述吸收體膜包含銱(Ir)及添加元素，

上述添加元素為選自硼(B)、矽(Si)、磷(P)、鈦(Ti)、鍺(Ge)、砷(As)、硒(Se)、銱(Nb)、鉬(Mo)、鈳(Ru)及鉭(Ta)中之至少一種，且

上述吸收體膜中之上述銱(Ir)之含量超過50原子%。

【0021】

(構成2)

本實施方式之構成2係如構成1之反射型光罩基底，其特徵在於：上述添加元素包含鉭(Ta)。

【0022】

(構成3)

本實施方式之構成3係如構成1或2之反射型光罩基底，其特徵在於：上述添加元素包含鉭(Ta)，且上述吸收體膜中之上述鉭(Ta)之含量為2～30原子%。

【0023】

(構成4)

本實施方式之構成4係如構成1至3之任一項所記載之反射型光罩基底，其特徵在於：上述吸收體膜進而包含氧(O)，且上述氧(O)之含量為5原子%以上。

【0024】

(構成5)

本實施方式之構成5係如構成1至4中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述吸收體膜包含緩衝層及設置於緩衝層上之吸收層，

上述緩衝層包含鉻(Cr)，且

上述吸收層包含上述銱(Ir)及上述添加元素。

【0025】

(構成6)

本實施方式之構成6係如構成5之反射型光罩基底，其特徵在於：上述吸收體膜之膜厚為50 nm以下，且上述緩衝層之膜厚為10 nm以下。

【0026】

(構成7)

本實施方式之構成7係一種反射型光罩，其特徵在於：具有如構成1至6中任一項之反射型光罩基底中之上述吸收體膜經圖案化而成之吸收體圖案。

【0027】

(構成8)

本實施方式之構成8係一種反射型光罩之製造方法，其特徵在於：對如構成1至6中任一項之反射型光罩基底之上上述吸收體膜進行圖案化而形成吸收體圖案。

【0028】

(構成9)

本實施方式之構成9係一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於，具有如下步驟：將如構成7之反射型光罩安放於具有發出EUV光之曝光光源之曝光裝置，將轉印圖案轉印至被轉印基板上所形成之光阻膜。

【0029】

根據本發明之實施方式，可提供一種用於製造具有轉印用圖案之反射

型光罩之反射型光罩基底，該反射型光罩可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。具體而言，根據本發明之實施方式，可提供一種具有折射率(n)較小、消光係數(k)較高、加工特性亦較佳之吸收體膜之反射型光罩基底。

【0030】

又，根據本發明之實施方式，可提供一種具有轉印用圖案之反射型光罩，該反射型光罩可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。又，根據本發明之實施方式，可提供一種半導體裝置之製造方法，其可於被轉印基板上以高產出量形成多樣化之微細圖案形狀。

【圖式簡單說明】

【0031】

圖1係用於說明本發明之反射型光罩基底之概略構成的主要部分剖面模式圖。

圖2係用於說明本發明之反射型光罩基底之另一態樣之概略構成的主要部分剖面模式圖。

圖3A~D係利用主要部分剖面模式圖表示由反射型光罩基底製作反射型光罩之步驟之步驟圖。

圖4係表示藉由模擬#1a所獲得之標準化評價函數之值之圖，且係表示反射型光罩具有hp16 nm之垂直L/S(線與間隙)圖案並使用RuNb膜作為保護膜(Cap膜)時標準化評價函數之值相對於吸收體膜之折射率(n)及消光係數(k)之分佈的圖。

圖5係將藉由模擬所獲得之標準化評價函數之值之分佈組合而成之

圖，且係表示模擬#1a~#3a及#1b~#3b所得之標準化評價函數之值均為1.015以上之情形時(白色)及除此以外之情形時(黑色)之分佈的圖。

【實施方式】

【0032】

以下，參照圖式對本發明之實施方式進行具體說明。再者，以下之實施方式為將本發明具體化時之一形態，並不將本發明限定於其範圍內。再者，於圖中，對於相同或相當之部分標註相同符號，並簡化或省略其說明。

【0033】

<反射型光罩基底100之構成及其製造方法>

圖1係用於說明本發明之實施方式之反射型光罩基底100之構成的主要部分剖面模式圖。如圖1所示，本實施方式之反射型光罩基底100具備基板1、基板1上之多層反射膜2及多層反射膜2上之吸收體膜4。於本說明書中，有時將供形成多層反射膜2之基板1之表面稱為第1主面(正面)。本實施方式之反射型光罩基底100之吸收體膜4包含銱(Ir)及特定添加元素。本實施方式之反射型光罩基底100可於多層反射膜2與吸收體膜4之間具有保護膜3。又，可於基板1之第2主面(背面)側形成靜電吸盤用背面導電膜5。

【0034】

藉由使用本實施方式之反射型光罩基底100，可製造具有轉印用圖案之反射型光罩200，該反射型光罩200可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。又，具體而言，可獲得具有折射率(n)較小、消光係數(k)較高、加工特性亦較佳之吸收體膜之反射

型光罩基底100。

【0035】

反射型光罩基底100包括未形成背面導電膜5之構成。進而，反射型光罩基底100包括於蝕刻遮罩膜上形成有光阻膜11之附光阻膜之光罩基底之構成。

【0036】

於本說明書中，例如，「基板1上之多層反射膜2」之記載除包括意指多層反射膜2與基板1之正面相接而配置之情況以外，亦包括意指於基板1與多層反射膜2之間具有其他膜之情況。其他膜亦相同。又，於本說明書中，例如，所謂「膜A與膜B上相接而配置」意指以於膜A與膜B之間不介隔其他膜而使膜A與膜B直接相接之方式配置。

【0037】

以下，對反射型光罩基底100之各構成進行具體說明。

【0038】

<<基板1>>

為了防止利用EUV光進行曝光時因熱所導致之吸收體圖案4a之變形，基板1較佳為使用具有 0 ± 5 ppb/ $^{\circ}\text{C}$ 之範圍內之低熱膨脹係數者。具有該範圍之低熱膨脹係數之素材例如可使用 SiO_2 - TiO_2 系玻璃、多成分系玻璃陶瓷等。

【0039】

就至少獲得圖案轉印精度、位置精度之觀點而言，對基板1之形成有轉印圖案(相當於下述對吸收體膜4進行圖案化而成之吸收體圖案4a)之側之第1主面進行表面加工以使其成為高平坦度。於EUV曝光之情形時，在

基板1之形成有轉印圖案之側之主表面之132 mm×132 mm之區域，平坦度較佳為0.1 μm以下，進而較佳為0.05 μm以下，特佳為0.03 μm以下。又，與形成有吸收體膜4之側為相反側之第2主面為安放於曝光裝置時被靜電吸盤吸附之面，且於142 mm×142 mm之區域，平坦度較佳為0.1 μm以下，進而較佳為0.05 μm以下，特佳為0.03 μm以下。

【0040】

又，基板1之表面平滑度之高低亦為極重要之項目。形成有轉印用圖案(吸收體圖案4a)之基板1之第1主面之表面粗糙度較佳為以均方根粗糙度(RMS)計為0.1 nm以下。再者，表面平滑度可利用原子力顯微鏡來測定。

【0041】

進而，為了防止形成於基板1上之膜(多層反射膜2等)因膜應力而變形，基板1較佳為具有較高之剛性。特別是，較佳為具有65 GPa以上之較高之楊氏模數。

【0042】

<< 多層反射膜2 >>

多層反射膜2對反射型光罩200賦予反射EUV光之功能。多層反射膜2為週期性積層以折射率不同之元素為主成分之各層而成之多層膜之構成。

【0043】

一般而言，作為高折射率材料之輕元素或其化合物之薄膜(高折射率層)與作為低折射率材料之重元素或其化合物之薄膜(低折射率層)交替地積層40至60個週期左右而成之多層膜用作多層反射膜2。多層膜可自基板1側起以依次積層高折射率層與低折射率層而成之高折射率層/低折射率層之積層構造為1個週期而積層複數個週期。又，多層膜可自基板1側起以依

次積層低折射率層與高折射率層而成之低折射率層/高折射率層之積層構造為1個週期而積層複數個週期。再者，多層反射膜2之最表面之層即多層反射膜2之與基板1為相反側之表面層較佳為製成高折射率層。於在上述多層膜中自基板1起以依次積層高折射率層與低折射率層而成之高折射率層/低折射率層之積層構造為1個週期而積層複數個週期之情形時，最上層為低折射率層。於該情形時，若低折射率層構成多層反射膜2之最表面，則容易被氧化，故而反射型光罩200之反射率減少。因此，較佳為於最上層之低折射率層上進一步形成高折射率層而製成多層反射膜2。另一方面，於在上述多層膜中自基板1側起以依次積層低折射率層與高折射率層而成之低折射率層/高折射率層之積層構造為1個週期而積層複數個週期之情形時，最上層為高折射率層，故而直接如此即可。

【0044】

於本實施方式中，高折射率層採用包含矽(Si)之層。包含Si之材料除Si單質以外，亦可為於Si中包含硼(B)、碳(C)、氮(N)及氧(O)之Si化合物。藉由使用包含Si之層作為高折射率層，可獲得EUV光之反射率優異之EUV微影術用反射型光罩200。又，於本實施方式中，基板1適宜使用玻璃基板。Si在與玻璃基板之密接性之方面亦優異。又，低折射率層使用選自鉬(Mo)、鈦(Ru)、銻(Rh)及鉑(Pt)中之金屬單質或該等之合金。例如，針對波長13 nm至14 nm之EUV光之多層反射膜2較佳為使用將Mo膜與Si膜交替地積層40至60個週期左右而成之Mo/Si週期積層膜。再者，可利用矽(Si)形成作為多層反射膜2之最上層之高折射率層，於該最上層(Si)與Ru系保護膜3之間形成包含矽及氧之矽氧化物層。藉此，可提昇光罩耐洗淨性。

【0045】

此種多層反射膜2之單獨之反射率通常為65%以上，上限通常為73%。再者，多層反射膜2之各構成層之膜厚及週期根據曝光波長適宜地選擇即可，以滿足布勒格反射之定律之方式進行選擇。於多層反射膜2中，高折射率層及低折射率層分別存在複數個。高折射率層彼此以及低折射率層彼此之膜厚可不同。又，多層反射膜2之最表面之Si層之膜厚可於不使反射率降低之範圍內進行調整。最表面之Si(高折射率層)之膜厚可設為3 nm～10 nm。

【0046】

多層反射膜2之形成方法於該技術領域中為公知。例如，可藉由如下方式形成：藉由離子束濺鍍法，使多層反射膜2之各層成膜。於上述Mo/Si週期多層膜之情形時，例如，藉由離子束濺鍍法，首先使用Si靶，於基板1上形成厚度4 nm左右之Si膜。其後，使用Mo靶，形成厚度3 nm左右之Mo膜。以如此形成之Si膜及Mo膜為1個週期，積層40至60個週期，從而形成多層反射膜2(最表面之層為Si層)。又，形成多層反射膜2時，較佳為由離子源供給氬(Kr)離子粒子，進行離子束濺鍍，藉此形成多層反射膜2。再者，就因積層週期數增加而使反射率提昇及因步驟數增加而使產出量降低等方面而言，多層反射膜2較佳為40個週期左右。其中，多層反射膜2之積層週期數不限於40個週期，例如亦可為60個週期。於設為60個週期之情形時，相較於40個週期而言，步驟數增加，但可提高對EUV光之反射率。

【0047】

<< 保護膜3 >>

本實施方式之反射型光罩基底100較佳為於多層反射膜2與吸收體膜4之間具有保護膜3。藉由於多層反射膜2上形成保護膜3，可抑制使用反射型光罩基底100製造反射型光罩200(EUV光罩)時對多層反射膜2之表面之損傷。因此，藉由具有保護膜3，而改善對EUV光之反射率特性。

【0048】

保護膜3形成於多層反射膜2上，以保護多層反射膜2免受下述反射型光罩200之製造步驟中之乾式蝕刻及洗淨影響。又，亦兼具使用電子束(EB)之吸收體圖案4a之黑點缺陷修正時之多層反射膜2之保護。保護膜3係由對蝕刻劑及洗淨液等具有耐性之材料形成。圖1中示出了保護膜3為1層之情況，但亦可製成3層以上之積層構造。例如，可將最下層及最上層設為上述具有含有Ru之物質之層，可製成於最下層與最上層之間介存有除Ru以外之金屬或合金之保護膜3。例如，保護膜3亦可由包含鈦作為主成分之材料構成。具體而言，保護膜3之材料可為Ru金屬單質。又，保護膜3之材料可為於Ru中含有選自鈦(Ti)、鈮(Nb)、Rh(銻)、鉬(Mo)、鋯(Zr)、釔(Y)、硼(B)、鏷(La)、鈷(Co)及銻(Re)等中之至少一種金屬之Ru合金。又，Ru金屬單質或Ru合金可進而包含氮。特別是，此種保護膜3於利用使用氟系氣體(F系氣體)或不含氧之氯系氣體(Cl系氣體)作為蝕刻氣體之乾式蝕刻對吸收體膜4(或下述緩衝層42)進行圖案化之情形時有效。保護膜3較佳為由使用該等蝕刻氣體之乾式蝕刻中吸收體膜4相對於保護膜3之蝕刻選擇比(吸收體膜4之蝕刻速度/保護膜3之蝕刻速度)為1.5以上、較佳為3以上之材料形成。

【0049】

氟系氣體可使用 CF_4 、 CHF_3 、 C_2F_6 、 C_3F_6 、 C_4F_6 、 C_4F_8 、 CH_2F_2 、

CH₃F、C₃F₈、SF₆及/或F₂等氣體。氟系氣體可使用Cl₂、SiCl₄、CHCl₃、CCl₄及/或BCl₃等氣體。又，可使用以特定比率包含氟系氣體及/或氯系氣體與O₂之混合氣體。視需要，該等蝕刻氣體可進而包含He及/或Ar等惰性氣體。

【0050】

於保護膜3之材料為Ru合金之情形時，Ru合金之Ru含量為50原子%以上且未達100原子%，較佳為80原子%以上且未達100原子%，進而較佳為95原子%以上且未達100原子%。特別是，於Ru合金之Ru含量為95原子%以上且未達100原子%之情形時，可抑制構成多層反射膜2之元素(矽)向保護膜3擴散，並且充分確保EUV光之反射率。進而，於該保護膜3之情形時，可兼具光罩耐洗淨性、對吸收體膜4進行蝕刻加工時之蝕刻終止功能及多層反射膜2之防經時變化之作為保護膜3之功能。

【0051】

保護膜3之材料可為包含矽(Si)之材料。包含矽(Si)之材料例如包含選自矽(Si)、氧化矽(SiO、SiO₂及Si₃O₂等Si_xO_y(x及y為1以上之整數))、氮化矽(SiN及Si₃N₄等Si_xN_y(x及y為1以上之整數))及氮氧化矽(SiON等Si_xO_yN_z(x、y及z為1以上之整數))中之至少一種材料。特別是，此種保護膜3於設置下述緩衝層42作為吸收體膜4之下層，利用包含氧氣之氯系氣體(Cl系氣體)之乾式蝕刻對緩衝層進行圖案化之情形時有效。保護膜3較佳為由使用包含氧氣之氯系氣體之乾式蝕刻中吸收體膜4相對於保護膜3之蝕刻選擇比(吸收體膜4之蝕刻速度/保護膜3之蝕刻速度)為1.5以上、較佳為3以上之材料形成。

【0052】

於本實施方式之反射型光罩基底100中，保護膜3較佳為含有包含鈦(Ru)或矽(Si)之材料。藉由使保護膜3由包含鈦(Ru)之材料(例如，Ru單質、Ru合金)形成，可有效抑制對多層反射膜2之表面之損傷。又，藉由使保護膜3由包含矽(Si)之材料形成，可增大吸收體膜4之材料之選擇自由度。

【0053】

於EUV微影術中，由於相對於曝光之光而言透明之物質較少，故而防止異物附著於光罩圖案面之EUV護膜於技術上並不簡單。由此，不使用光罩護膜之無光罩護膜運用成為主流。又，於EUV微影術中，因EUV曝光會引起曝光污染，即，碳膜堆積於光罩，或氧化膜生長等。因此，於將EUV反射型光罩200用於製造半導體裝置之階段，需要多次進行洗淨而去除光罩上之異物或污染。因此，於EUV反射型光罩200中，要求遠高於光微影術用透過型光罩之光罩耐洗淨性。若使用含有Ti之Ru系保護膜3，則對硫酸、硫酸過氧化氫混合物(SPM)、氨水、氨水過氧化氫混合物(APM)、OH自由基洗淨水或濃度為10 ppm以下之臭氧水等洗淨液之耐洗淨性特別高，可滿足光罩耐洗淨性之要求。

【0054】

此種由鈦(Ru)或其合金或矽(Si)等所構成之保護膜3之膜厚只要可發揮作為該保護膜3之功能即可，並無特別限制。就EUV光之反射率之觀點而言，保護膜3之膜厚較佳為1.0 nm～8.0 nm，更佳為1.5 nm～6.0 nm。

【0055】

保護膜3之形成方法可無特別限制地採用與公知之膜形成方法相同之方法。作為具體例，可例舉濺鍍法及離子束濺鍍法。

【0056】

<<吸收體膜4>>

於本實施方式之反射型光罩基底100中，在多層反射膜2或保護膜3上形成吸收EUV光之吸收體膜4。吸收體膜4具有吸收EUV光之功能。吸收體膜4可為以吸收EUV光為目的之吸收體膜4，亦可為亦考慮到EUV光之相位差之具有相位偏移功能之吸收體膜4。

【0057】

首先，對第1實施方式之反射型光罩基底100所使用之吸收體膜4進行說明。本實施方式(第1實施方式)之反射型光罩基底100之吸收體膜4包含銱(Ir)及添加元素。首先，對本實施方式之吸收體膜4包含銱(Ir)之理由進行說明。

【0058】

為了實現半導體裝置之高積體化及低成本化，需要於EUV曝光步驟中以高產出量在被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案。為了轉印微細圖案形狀，需要抑制遮蔽效應。因此，需要使吸收體圖案4a之膜厚比先前薄。又，為了以高產出量形成轉印圖案，需要提高EUV曝光步驟中之對比度。

【0059】

為了滿足上述要求，需要適當地選擇吸收體膜4之材料。用於選擇吸收體膜4之材料之指引使用「評價函數」。所謂「評價函數」係標準化圖像對數斜率(NILS)與用於特定光阻之感光之光強度之閾值的積。再者，用於選擇吸收體膜4之材料之指引可使用使「評價函數」標準化而成之「標準化評價函數」。

【0060】

標準化圖像對數斜率(NILS)係指下述式1所示者。再者，式1中， W (單位：nm)表示圖案尺寸， I 表示光強度。「 $I = I_{\text{threshold}}$ 」表示微分為相當於圖案尺寸 W 之圖案之邊緣之場所(即，光強度為下述閾值(threshold)之場所)之特定微分值。再者，於本說明書中，有時將標準化圖像對數斜率僅稱為「NILS」。

【0061】

(式1)

[數1]

$$NILS = W \left. \frac{d \ln(I)}{dx} \right|_{I=I_{\text{threshold}}}$$

【0062】

於本說明書中，「標準化圖像對數斜率(NILS)」表示將橫軸設為位置、將縱軸設為曝光之光之光強度之對數時斜率之大小。即，NILS越高，則對比度亦越高。於EUV微影術中，在被轉印基板上之光阻層上轉印特定轉印圖案。光阻層之光阻根據曝光之光之劑量(對光強度耗費了時間)而感光。因此，若使曝光後之光阻顯影，則對比度(NILS)越高，轉印圖案之圖案邊緣部分之形狀之斜率越大。於圖案邊緣部分之形狀之斜率較大(急遽)之情形時，圖案邊緣位置對曝光之光之劑量之依賴變小。因此，於劑量有變動之情形時，轉印圖案之形狀之變化亦變小。由此，為了獲得微細且高精度之轉印圖案，較佳為標準化圖像對數斜率(NILS)較高。又，可謂標準化圖像對數斜率(NILS)越高，越可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案。再者，有時將被轉印基板上所形成之轉印圖案稱為光阻轉

印圖案。

【0063】

於本說明書中，用於特定光阻之感光之光強度之「閾值」係指在用於形成特定half pitch(於本說明書中，有時僅記載為「hp」)之線與間隙圖案(於本說明書中，有時僅記載為「L/S」)之光阻轉印圖案之EUV曝光時，用於使光阻以特定hp感光之光強度。例如，於縱軸表示光強度、橫軸表示L/S之hp之形狀之圖(空中影像)中，「閾值」係指使光阻以特定hp感光之光強度。具體而言，例如於使用負型感光性材料作為光阻之情形時，以特定光強度曝光後進行顯影時，閾值意指負型感光性材料完全不溶之光強度。由於閾值越高，EUV曝光時曝光之光之劑量越少即可，故而EUV曝光步驟之產出量變高。因此，為了提高EUV曝光步驟之產出量，閾值較佳為較高。

【0064】

於本說明書中，所謂「評價函數」係標準化圖像對數斜率(NILS)與用於特定光阻之感光之光強度之閾值的積。可謂具有特定材料之吸收體圖案4a之反射型光罩200之評價函數之值越大，越可更加確實地形成被轉印基板上所形成之微細圖案形狀之轉印圖案(光阻轉印圖案)，且越可以高產出量進行EUV曝光。

【0065】

於本說明書中，所謂「標準化評價函數」意指將使用對波長13.5 nm之EUV光之折射率(n)為0.95且消光係數(k)為0.03之膜(於本說明書中，稱為「基準膜」)之圖案(基準膜圖案)作為吸收體圖案4a之反射型光罩200之評價函數之值設為1，對比較對象之膜之評價函數之值進行標準化而成之

評價函數之值之比率。

【0066】

「評價函數」及「標準化評價函數」之值可藉由模擬來獲得。因此，藉由模擬，於以波長13.5 nm之光進行曝光之情形時，求出改變反射型光罩200之吸收體膜4(吸收體圖案4a)之折射率(n)及消光係數(k)時標準化評價函數之值。再者，用於模擬之反射型光罩200製成於基板1(SiO₂-TiO₂系玻璃基板)上形成包含Mo及Si之多層反射膜2(將一對4.2 nm之Si膜及2.8 nm之Mo膜積層40個週期)及RuNb膜之保護膜3(n=0.9016，k=0.0131，膜厚為3.5 nm)，於保護膜3上配置吸收體圖案4a而成之構造。吸收體圖案4a之膜厚設為經最佳化之膜厚，以成為最高之評價函數之值。

【0067】

圖4中示出對於上述模擬之反射型光罩200(保護膜3為RuNb膜)，於吸收體圖案4a為hp16 nm之垂直L/S(線與間隙)圖案之情形時藉由模擬(模擬#1a)所獲得之標準化評價函數之值。圖4係表示於模擬#1a之反射型光罩200中，使特定入射光照射至折射率(n)及消光係數(k)不同之吸收體圖案4a時標準化評價函數之值之分佈的圖。於圖4所示之模擬中，假定圖4所示之範圍之多個折射率(n)及消光係數(k)之組合之吸收體膜4，而進行多個模擬。圖4中以灰度示出標準化評價函數之值。

【0068】

於吸收體圖案4a為水平L/S圖案(Horizontal L/S，hp=16 nm)之情形時(模擬#2a)及其為接觸孔圖案(Contact Hole，直徑為24 nm)之情形時(模擬#3a)，進行與圖4示出結果之模擬#1a相同之模擬。又，將模擬#1a之保護膜3之材料變更為RuRh膜(n=0.8898，k=0.0155，膜厚為3.5 nm)，以

與模擬#1a、#2a及#3a相同之方式，進行模擬#1b、#2b及#3b。

【0069】

圖5中示出藉由將模擬#1a~#3a及#1b~#3b全部組合而獲得之標準化評價函數之值之分佈。圖5係表示在所有模擬中二值化為標準化評價函數之值均為1.015以上之情形(白色)及除此以外之情形(黑色)之分佈之圖。

【0070】

由上述模擬結果可知，於吸收體圖案4a(吸收體膜4)之折射率(n)及消光係數(k)之分佈中，標準化評價函數之值均為1.015以上之區域為圖5中以白色表示之區域。屬於標準化評價函數之值均為1.015以上之區域之單質之材料為Ag、Co、Pt、Au、Fe、Pd、Ir、W、Cr、Rh及Ru等。因此，若使用該等材料形成吸收體膜4，則與先前之以TaBN膜及TaN膜等作為材料之吸收體膜4相比，可謂可更加確實地於被轉印基板上形成更加微細之圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0071】

本發明人著眼於銱(Ir)包含於標準化評價函數之值均為1.015以上之區域。其中，銱(Ir)之蝕刻速度較慢，加工性較差。因此，於使用僅由Ir所構成之吸收體膜4之情形時，有不易形成吸收體圖案4a之問題。因此，本發明人發現藉由使用包含Ir及特定添加元素之材料作為反射型光罩基底100之吸收體膜4之材料，可解決Ir之加工性之問題。因此，藉由使用本實施方式之具有特定吸收體膜4(包含Ir及特定添加元素之吸收體膜4)之反射型光罩基底100，可製造具有轉印用圖案之反射型光罩200，該反射型光罩200可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0072】

於本實施方式之反射型光罩基底100中，吸收體膜4中之銱(Ir)之含量超過50原子%，較佳為60原子%以上，更佳為70原子%以上。銱(Ir)對波長13.5 nm之EUV光之折射率為0.905，消光係數為0.044。即，銱(Ir)之消光係數與鉭(Ta)等相比而言較高，銱(Ir)之折射率與鉭(Ta)等相比而言較低。因此，藉由使吸收體膜4之銱(Ir)含量較高，可獲得對比度較高，具有較薄之膜厚之吸收體圖案4a之反射型光罩200。結果，可降低曝光時之遮蔽效應。

【0073】

於使用僅由銱(Ir)所構成之吸收體膜4之情形時，不易藉由蝕刻形成吸收體圖案4a。因此，吸收體膜4中之銱(Ir)之含量(上限)較佳為90原子%以下，更佳為80原子%以下。

【0074】

本實施方式之吸收體膜4包含添加元素。添加元素為選自硼(B)、矽(Si)、磷(P)、鈦(Ti)、鍺(Ge)、砷(As)、硒(Se)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鈷(Ru)及鉭(Ta)中之至少一種。藉由使吸收體膜4中所包含之添加元素為該等元素，可提昇吸收體膜4對適當之蝕刻氣體(例如氟系蝕刻氣體)之蝕刻速度，且可提昇吸收體膜4之加工性。

【0075】

吸收體膜4中所包含之添加元素較佳為選自鉭(Ta)、鉬(Mo)、鈮(Nb)及硼(B)中之至少一種。藉由使吸收體膜4中所包含之添加元素為該等元素，可進一步提昇吸收體膜4對氟系蝕刻氣體之蝕刻速度。

【0076】

於本實施方式之反射型光罩基底100中，吸收體膜4中所包含之添加元素進而較佳為包含鉭(Ta)。

【0077】

由於銱(Ir)為具有壓縮應力之材料，故而添加元素較佳為選擇具有拉伸應力之鉭(Ta)。因此，藉由使吸收體膜4包含鉭(Ta)，可獲得應力取得平衡之吸收體膜4。又，近年來，反射型光罩基底100之吸收體膜4之材料大多使用鉭(Ta)，可靠性較高。又，包含銱(Ir)及鉭(Ta)之吸收體膜4藉由使用氟系蝕刻氣體而容易蝕刻，故而加工性較佳。因此，藉由使吸收體膜4包含鉭(Ta)，可獲得可靠性較高，加工性較佳之反射型光罩基底100。

【0078】

於本實施方式之反射型光罩基底100中，於添加元素包含鉭(Ta)之情形時，吸收體膜4中之鉭(Ta)之含量較佳為2原子%以上，更佳為10原子%以上。又，鉭(Ta)之含量較佳為30原子%以下，更佳為20原子%以下。藉由使吸收體膜4中之鉭(Ta)之含量為2~30原子%，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0079】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含硼(B)之情形時，吸收體膜4中之B含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，B含量較佳為25原子%以下，更佳為20原子%以下。藉由使吸收體膜4中之B含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0080】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含矽(Si)之情形時，吸收體膜4中之Si含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，Si含量較佳為25

原子%以下，更佳為20原子%以下。藉由使吸收體膜4中之Si含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0081】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含磷(P)之情形時，吸收體膜4中之P含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，P含量較佳為20原子%以下，更佳為10原子%以下。藉由使吸收體膜4中之P含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0082】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鈦(Ti)之情形時，吸收體膜4中之Ti含量較佳為2原子%以上，更佳為10原子%以上。又，Ti含量較佳為30原子%以下，更佳為20原子%以下。藉由使吸收體膜4中之Ti含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0083】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鍺(Ge)之情形時，吸收體膜4中之Ge含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，Ge含量較佳為30原子%以下，更佳為20原子%以下。藉由使吸收體膜4中之Ge為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0084】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含砷(As)之情形時，吸收體膜4中之As含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，As含量較佳為30原子%以下，更佳為20原子%以下。藉由使吸收體膜4中之As含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0085】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含硒(Se)之情形時，吸收體膜4中之Se含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，Se含量較佳為30原子%以下，更佳為20原子%以下。藉由使吸收體膜4中之Se含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0086】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鈮(Nb)之情形時，吸收體膜4中之Nb含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，Nb含量較佳為30原子%以下，更佳為25原子%以下。藉由使吸收體膜4中之Nb含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0087】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鉬(Mo)之情形時，吸收體膜4中之Mo含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，Mo含量較佳為49原子%以下，更佳為45原子%以下。藉由使吸收體膜4中之Mo含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0088】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鈦(Ru)之情形時，吸收體膜4中之Ru含量較佳為2原子%以上，更佳為5原子%以上。又，Ru含量較佳為49原子%以下，更佳為45原子%以下。藉由使吸收體膜4中之Ru含量為上述範圍，可獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0089】

又，於本實施方式之反射型光罩基底100中，吸收體膜4中所包含之添加元素包含鉭(Ta)，Ir與Ta之含有比率(Ir：Ta)較佳為4：1～22：1，更佳為6：1～15：1。藉由將Ir與Ta之含有比率設為特定之範圍，可確保獲

得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0090】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含硼(B)之情形時，Ir與B之含有比率(Ir：B)較佳為3：1～20：1，更佳為4：1～9：1。藉由將Ir與B之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0091】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含矽(Si)之情形時，Ir與Si之含有比率(Ir：Si)較佳為3：1～20：1，更佳為4：1～9：1。藉由將Ir與Si之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0092】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含磷(P)之情形時，Ir與P之含有比率(Ir：P)較佳為4：1～30：1，更佳為9：1～20：1。藉由將Ir與P之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0093】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鈦(Ti)之情形時，Ir與Ti之含有比率(Ir：Ti)較佳為2.2：1～30：1，更佳為4：1～24：1。藉由將Ir與Ti之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0094】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鍺(Ge)之情形時，Ir與Ge之含

有比率(Ir : Ge)較佳為2.2 : 1~30 : 1，更佳為4 : 1~24 : 1。藉由將Ir與Ge之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0095】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含砷(As)之情形時，Ir與As之含有比率(Ir : As)較佳為2.2 : 1~30 : 1，更佳為4 : 1~24 : 1。藉由將Ir與As之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0096】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含硒(Se)之情形時，Ir與Se之含有比率(Ir : Se)較佳為2.2 : 1~30 : 1，更佳為4 : 1~24 : 1。藉由將Ir與Se之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0097】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鈮(Nb)之情形時，Ir與Nb之含有比率(Ir : Nb)較佳為2.2 : 1~30 : 1，更佳為4 : 1~24 : 1。藉由將Ir與Nb之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0098】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鉬(Mo)之情形時，Ir與Mo之含有比率(Ir : Mo)較佳為1.2 : 1~9 : 1，更佳為1.5 : 1~4 : 1。藉由將Ir與Mo之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0099】

於吸收體膜4中所包含之添加元素包含鈦(Ru)之情形時，Ir與Ru之含有比率(Ir：Ru)較佳為1.2：1～9：1，更佳為1.5：1～4：1。藉由將Ir與Ru之含有比率設為特定之範圍，可確保獲得光學特性、加工特性及應力之平衡優異之吸收體膜4。

【0100】

於本實施方式之反射型光罩基底100中，吸收體膜4較佳為進而包含選自氧(O)、氮(N)及碳(C)中之至少一種。又，氧(O)、氮(N)及/或碳(C)之含量較佳為5原子%以上，更佳為10原子%以上。藉由使吸收體膜4進而包含特定量之氧(O)、氮(N)及/或碳(C)，與包含Ir單質之吸收體膜4相比，可提昇吸收體膜4之蝕刻加工性。

【0101】

再者，於吸收體膜4中之氧(O)、氮(N)及/或碳(C)之含量過多之情形時，吸收體膜4之消光係數(k)有降低之虞。因此，吸收體膜4中之氧(O)、氮(N)及/或碳(C)之含量較佳為60原子%以下，更佳為50原子%以下，進而較佳為25原子%以下。

【0102】

本實施方式之反射型光罩基底100之吸收體膜4更佳為包含氧(O)。又，吸收體膜4之氧(O)之含量較佳為5原子%以上，更佳為10原子%以上。吸收體膜4中之氧(O)之含量之上限較佳為60原子%以下，更佳為50原子%以下，進而較佳為25原子%以下。

【0103】

包含氧(O)之IrTaO膜(吸收體膜4)可使用氟系蝕刻氣體(例如CF₄氣體

及氧氣之混合氣體)容易地蝕刻。氟系氣體之流量比例如可設為 $CF_4 : O_2 = 90 : 10$ 。因此，藉由使吸收體膜4包含特定量之氧(O)，可進一步提昇吸收體膜4之蝕刻加工性。又，藉由使吸收體膜4包含特定量之氧(O)，可調整吸收體膜4之膜應力，且可提昇光學特性。

【0104】

又，較佳為吸收體膜4之材料之折射率為 $0.86 \sim 0.95$ 之範圍，吸收體膜4之材料之消光係數為 $0.015 \sim 0.065$ 之範圍。較佳為調整Ir與添加元素之組成比，以使吸收體膜4之折射率及消光係數成為上述範圍。

【0105】

如圖2所示，本實施方式之反射型光罩基底100之吸收體膜4可包括包含鉻(Cr)之緩衝層42及設置於緩衝層42上之吸收層44。於該情形時，上述吸收體膜4之材料可用作吸收層44之材料。即，吸收層44可包含銱(Ir)及添加元素。

【0106】

緩衝層42可於吸收層44(吸收體膜4)之材料與多層反射膜2或保護膜3之材料之蝕刻選擇比不高之情形時配置。藉由配置緩衝層42，容易形成吸收體圖案4a，故而可實現吸收體圖案4a之薄膜化。又，上述吸收體膜4之材料(包含銱(Ir)及添加元素之材料)可用作吸收層44之材料。此時，緩衝層42之材料較佳為對吸收層44之材料之蝕刻選擇比為1.5以上之材料。藉由設置緩衝層42，可不降低本發明之效果而擴大吸收層44及保護膜3之材料之選擇範圍。

【0107】

對包含銱(Ir)之吸收層44(例如IrTaO膜)進行蝕刻時，可使用氟系蝕刻

氣體(例如CF₄氣體及O₂氣體之混合氣體)。另一方面，於利用包含氧之氟系蝕刻氣體進行蝕刻之情形時，會對保護膜3(例如Ru系保護膜)造成損傷。藉由使吸收體膜4具有配置於吸收層44與保護膜3之間之緩衝層42，並使緩衝層42包含鉻(Cr)，可避免對吸收層44進行蝕刻時對保護膜3之損傷。

【0108】

又，緩衝層42之材料可為含有鉻(Cr)及選自氧(O)、氮(N)、碳(C)、硼(B)及氫(H)中之1種以上之元素之材料。緩衝層42之材料具體而言可例舉CrN、CrO、CrC、CrON、CrOC、CrCN或CrOCN等。包含鉻之緩衝層42可使用氟系氣體(例如Cl₂氣體與O₂氣體之混合氣體)進行蝕刻。

【0109】

緩衝層42之膜厚較佳為整個吸收體膜4(吸收層44及緩衝層42)之膜厚之1/3以下。緩衝層42之膜厚較佳為10 nm以下，更佳為5 nm以下。再者，緩衝層42之膜厚之下限可設為2 nm以上，較佳為可設為3 nm以上。為了儘可能減薄吸收體膜4之膜厚，而減小遮蔽效應，緩衝層42之膜厚較佳為設為接近減小對吸收層44之光學特性之影響，發揮作為緩衝層42之效果所需之最低限度之膜厚。

【0110】

繼而，對第2實施方式之反射型光罩基底100所使用之吸收體膜4進行說明。

【0111】

第2實施方式之反射型光罩基底100具備基板1、基板1上之多層反射膜2及多層反射膜2上之吸收體膜4。上述吸收體膜4包含最上層及除此以

外之下層。上述最上層之膜厚為0.5 nm以上且未達5 nm。上述最上層可包含銱(Ir)單質，或者包含銱(Ir)及上述添加元素。上述添加元素為選自硼(B)、矽(Si)、磷(P)、鈦(Ti)、鍺(Ge)、砷(As)、硒(Se)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鈳(Ru)及鉭(Ta)中之至少一種。第1實施方式之吸收體膜4之材料(包含銱(Ir)及添加元素之材料)可用作最上層之材料。

【0112】

第2實施方式之吸收體膜4之下層只要為具有吸收EUV光之功能且對保護膜3具有蝕刻選擇性之材料就並無特別限定。此種材料適宜使用選自鈀(Pd)、銀(Ag)、鉑(Pt)、金(Au)、鎢(W)、鉻(Cr)、鈷(Co)、錳(Mn)、錫(Sn)、鉭(Ta)、釩(V)、鎳(Ni)、鈦(Hf)、鐵(Fe)、銅(Cu)、碲(Te)、鋅(Zn)、鎂(Mg)、鍺(Ge)、鋁(Al)、銠(Rh)、鈳(Ru)、鉬(Mo)、鈮(Nb)、鈦(Ti)、鋯(Zr)、釷(Y)及矽(Si)中之至少一種金屬、包含兩種以上之金屬之合金或該等之化合物。

【0113】

又，第2實施方式之吸收體膜4之下層適宜使用選自屬於上述標準化評價函數之值為1.015以上之區域之Ag、Co、Pt、Au、Fe、Pd、W、Cr、Rh及Ru中之至少一種金屬、包含兩種以上之金屬之合金或該等之化合物。吸收體膜4之下層較佳為包含超過50原子%之上述金屬或合金，更佳為包含60原子%以上之上述金屬或合金。

【0114】

上述化合物可於上述金屬或合金中包含氧(O)、氮(N)、碳(C)及/或硼(B)。

【0115】

於第1及第2實施方式中，於以吸收EUV光為目的之吸收體膜4之情形時，以EUV光對吸收體膜4之反射率成為2%以下、較佳為成為1%以下之方式，設定膜厚。

【0116】

又，第1及第2實施方式之反射型光罩基底100之吸收體膜4之膜厚較佳為50 nm以下，更佳為45 nm以下。藉由使反射型光罩基底100之吸收體膜4之膜厚為50 nm以下，可減小EUV曝光時之遮蔽效應。再者，為了充分吸收EUV光，吸收體膜4之膜厚之下限可設為35 nm以上，較佳為可設為40 nm以上。

【0117】

第1及第2實施方式之吸收體膜4可藉由使用Ir靶及添加元素單質之靶之濺鍍法(Co-sputter法)來成膜。或者，吸收體膜4可藉由使用包含Ir及添加元素之合金靶之濺鍍法來成膜。

【0118】

<<蝕刻遮罩膜>>

本實施方式之反射型光罩基底100可包含蝕刻遮罩膜。蝕刻遮罩膜之膜厚為0.5 nm以上14 nm以下。

【0119】

藉由具有適當之蝕刻遮罩膜，可獲得進一步降低反射型光罩200之遮蔽效應，並且可形成微細且高精度之吸收體圖案4a之反射型光罩基底100。

【0120】

如圖1所示，蝕刻遮罩膜形成於吸收體膜4上。蝕刻遮罩膜之材料使用

吸收體膜4相對於蝕刻遮罩膜之蝕刻選擇比高之材料。此處，所謂「B相對於A之蝕刻選擇比」係指不欲進行蝕刻之層(成為遮罩之層)即A與欲進行蝕刻之層即B之蝕刻速度之比。具體而言，藉由「B相對於A之蝕刻選擇比 = B之蝕刻速度/A之蝕刻速度」之公式特定出。又，所謂「選擇比高」係指相對於比較對象而言，上述定義之選擇比之值較大。吸收層44相對於蝕刻遮罩膜之蝕刻選擇比較佳為1.5以上，進而較佳為3以上。

【0121】

本實施方式之反射型光罩基底100較佳為蝕刻遮罩膜之材料為含有鉻(Cr)及選自氧(O)、氮(N)、碳(C)、硼(B)及氫(H)中之1種以上之元素之材料。蝕刻遮罩膜具體而言可例舉CrN、CrO、CrC、CrON、CrOC、CrCN或CrOCN等。

【0122】

就獲得高精度地於吸收體膜4形成轉印圖案之作為蝕刻遮罩之功能之觀點而言，蝕刻遮罩膜之膜厚為0.5 nm以上，較佳為1 nm以上，更佳為2 nm以上，進而較佳為3 nm以上。又，就減薄光阻膜11之膜厚之觀點而言，蝕刻遮罩膜之膜厚為14 nm以下，較佳為12 nm以下，更佳為10 nm以下。

【0123】

於吸收體膜4包含緩衝層42及吸收層44之2層之情形時，蝕刻遮罩膜與緩衝層42可採用相同材料。又，蝕刻遮罩膜與緩衝層42可採用包含相同金屬之組成比不同之材料。於蝕刻遮罩膜及緩衝層42包含鉻之情形時，蝕刻遮罩膜之鉻含量可比緩衝層42之鉻含量多，且可使蝕刻遮罩膜之膜厚比緩衝層42之膜厚更厚。於蝕刻遮罩膜及緩衝層42包含氮之情形時，蝕

刻遮罩膜之氫含量可比緩衝層42之氫含量多。

【0124】

<<光阻膜11>>

本實施方式之反射型光罩基底100可於蝕刻遮罩膜上具有光阻膜11。本實施方式之反射型光罩基底100中亦包括具有光阻膜11之形態。於本實施方式之反射型光罩基底100中，藉由選擇適當之材料及/或適當之膜厚之吸收體膜4及蝕刻氣體，可實現光阻膜11之薄膜化。

【0125】

光阻膜11之材料例如可使用化學性增強光阻(CAR：chemically-amplified resist)。藉由對光阻膜11進行圖案化，並對吸收體膜4(緩衝層42及吸收層44)進行蝕刻，可製造具有特定轉印圖案之反射型光罩200。

【0126】

<<背面導電膜5>>

一般而言，於基板1之第2主面(背面)側(與形成多層反射膜2之表面為相反側之表面)形成靜電吸盤用背面導電膜5。靜電吸盤用背面導電膜5所要求之電特性(薄片電阻)通常為 $100 \Omega/\square$ (Ω/Square)以下。背面導電膜5之形成方法例如可使用磁控濺鍍法及離子束濺鍍法。濺鍍時之靶可自鉻(Cr)及鉭(Ta)等金屬靶、以及該等之合金之靶等中選擇。

【0127】

背面導電膜5之包含鉻(Cr)之材料較佳為於Cr中含有選自硼、氮、氧及碳中之至少一種之Cr化合物。作為Cr化合物，例如可例舉：CrN、CrON、CrCN、CrCON、CrBN、CrBON、CrBCN及CrBOCN等。

【0128】

背面導電膜5之包含鉭(Ta)之材料較佳為使用Ta(鉭)、含有Ta之合金或於該等之任一種中含有硼、氮、氧及碳之至少一種之Ta化合物。作為Ta化合物，例如可例舉：TaB、TaN、TaO、TaON、TaCON、TaBN、TaBO、TaBON、TaBCON、TaHf、TaHfO、TaHfN、TaHfON、TaHfCON、TaSi、TaSiO、TaSiN、TaSiON及TaSiCON等。

【0129】

包含鉭(Ta)或鉻(Cr)之材料較佳為存在於其表層之氮(N)較少。具體而言，包含鉭(Ta)或鉻(Cr)之材料之背面導電膜5之表層之氮含量較佳為未達5原子%，更佳為表層實質上不含氮。其原因在於在包含鉭(Ta)或鉻(Cr)之材料之背面導電膜5中，表層之氮含量較少者之耐磨性較高。

【0130】

背面導電膜5較佳為含有包含鉭及硼之材料。藉由使背面導電膜5含有包含鉭及硼之材料，可獲得具有耐磨性及耐化學品性之背面導電膜5。於背面導電膜5含有鉭(Ta)及硼(B)之情形時，B含量較佳為5~30原子%。形成背面導電膜5所使用之濺鍍靶中之Ta及B之比率(Ta：B)較佳為95：5~70：30。

【0131】

背面導電膜5之膜厚只要滿足作為靜電吸盤用之功能就並無特別限定。背面導電膜5之膜厚通常為10 nm~200 nm。又，該背面導電膜5亦兼顧光罩基底100之第2主面側之應力調整。即，背面導電膜5以與來自第1主面側所形成之各種膜之應力取得平衡，獲得平坦之反射型光罩基底100之方式進行調整。

【0132】

<反射型光罩200及其製造方法>

本實施方式為具有上述反射型光罩基底100之吸收體膜4經圖案化而成之吸收體圖案4a之反射型光罩200。藉由使用本實施方式之反射型光罩200，可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0133】

反射型光罩200之吸收體圖案4a可吸收EUV光，利用吸收體圖案4a之開口部反射EUV光。因此，藉由使用特定光學系統將EUV光照射至反射型光罩200，可對被轉印物轉印特定之微細之轉印圖案。

【0134】

藉由對本實施方式之反射型光罩基底100之吸收體膜4進行圖案化，可製造反射型光罩200。此處，僅對反射型光罩200之製造方法之概要說明進行說明，其後，於實施例中參照圖式進行詳細說明。

【0135】

準備反射型光罩基底100。於反射型光罩基底100之第1主面之吸收體膜4上形成光阻膜11(於具備光阻膜11作為反射型光罩基底100之情形時不需要)。對該光阻膜11描繪(曝光)所需圖案，進而進行顯影、清洗，藉此形成特定光阻圖案11a。

【0136】

於反射型光罩基底100之情形時，以該光阻圖案11a作為遮罩對吸收體膜4進行蝕刻，形成吸收體圖案4a。利用氧灰化或熱硫酸等濕式處理剝離光阻圖案11a。最後，進行使用酸性或鹼性水溶液之濕式洗淨。

【0137】

可藉由以上步驟，製造本實施方式之反射型光罩200。

【0138】

<半導體裝置之製造方法>

本實施方式之半導體裝置之製造方法具有如下步驟：將本實施方式之反射型光罩200安放於具有發出EUV光之曝光光源之曝光裝置，將轉印圖案轉印至被轉印基板上所形成之光阻層。藉由本實施方式之半導體裝置之製造方法，可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0139】

根據本實施方式之半導體裝置之製造方法，藉由使用本實施方式之反射型光罩200，可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案。又，藉由使用本實施方式之反射型光罩200，可以高產出量進行EUV曝光。

【0140】

藉由使用本實施方式之反射型光罩200進行EUV曝光，可以較高之尺寸精度且高產出量於半導體基板上形成所需圖案。除該微影步驟以外，藉由經過被加工膜之蝕刻、絕緣膜及導電膜之形成、摻雜劑之導入、以及退火等各種步驟，可製造形成有所需電子線路之半導體裝置。

【0141】

更詳細地說明，EUV曝光裝置包括產生EUV光之雷射電漿光源、照明光學系統、光罩平台系統、縮小投影光學系統、晶圓平台系統及真空設備等。光源具備碎片捕集功能、及截止除曝光之光以外之長波長之光之截止濾光器及真空差動排氣用設備等。照明光學系統及縮小投影光學系統包括反射型鏡面。EUV曝光用反射型光罩200藉由形成於其第2主面(背面)之

背面導電膜5被靜電吸附而載置於光罩平台。

【0142】

EUV光源之光經由照明光學系相對於反射型光罩200之垂直面以傾斜 6° 至 8° 之角度照射至反射型光罩200。相對於該入射光之來自反射型光罩200之反射光以與入射相反之方向且與入射角度相同之角度反射(單向反射)。反射光通常被導入至具有 $1/4$ 之縮小比之反射型投影光學系統，對載置於晶圓平台上之晶圓(半導體基板)上之光阻層進行曝光。此時，至少EUV光通過之場所被真空排氣。又，該曝光時，使光罩平台與晶圓平台以與縮小投影光學系統之縮小比對應之速度同步進行掃描，經由狹縫進行曝光之掃描曝光為主流。並且，藉由使光阻層之完成曝光之光阻顯影，可於半導體基板上形成光阻轉印圖案。並且，藉由使用該光阻轉印圖案作為遮罩來實施蝕刻等，例如可於半導體基板上形成特定配線圖案。藉由經過此種曝光步驟或被加工膜加工步驟、絕緣膜或導電膜之形成步驟、摻雜劑導入步驟或退火步驟等其他所需步驟，來製造半導體裝置。

[實施例]

【0143】

以下，參照圖式對實施例進行說明。再者，於實施例中，對相同之構成要素使用相同之符號，簡化或省略說明。

【0144】

(實驗1~7)

於實驗1~7中，製造相當於吸收體膜4之薄膜(稱為「實驗用吸收體膜」)。對實驗1~7之實驗用吸收體膜之組成、膜厚、光學特性(折射率(n)及消光係數(k))、膜應力及蝕刻特性進行評價，藉此，評價作為實驗用吸

收體膜之用途之好壞。再者，實驗5及6之實驗用吸收體膜為實施例1及2之反射型光罩基底100所使用之吸收體膜4。

【0145】

表1中示出實驗1~7之實驗用吸收體膜之材料及組成。再者，實驗7之實驗用吸收體膜為僅由Ir所構成之薄膜，為用於與實驗1~6進行比較之實驗用吸收體膜。

【0146】

為了進行實驗1~7，首先，製造具有基板1、多層反射膜2及保護膜3之附多層反射膜之基板。再者，於基板1之背面形成背面導電膜5。以與該附多層反射膜之基板之保護膜3上相接而配置之方式形成實驗用吸收體膜。因此，形成實驗用吸收體膜後之構造為與圖1所示之反射型光罩基底100相同之構造。

【0147】

首先，對用於實驗1~7之附多層反射膜之基板進行說明。

【0148】

準備第1主面及第2主面之兩主表面經研磨之6025尺寸(約152 mm×152 mm×6.35mm)之作為低熱膨脹玻璃基板之SiO₂-TiO₂系玻璃基板，作為基板1。進行包含粗研磨加工步驟、精密研磨加工步驟、局部加工步驟及接觸研磨加工步驟之研磨，以使其主表面平坦且平滑。

【0149】

繼而，藉由磁控濺鍍(反應性濺鍍)法並於下述條件下在SiO₂-TiO₂系玻璃基板1之第2主面(背面)形成包含CrN膜之背面導電膜5。

背面導電膜5之形成條件：Cr靶、Ar與N₂之混合氣體氛圍(Ar：

90%；N：10%)、膜厚20 nm。

【0150】

繼而，於與形成有背面導電膜5之側為相反側之基板1之主表面(第1主面)上形成多層反射膜2。形成於基板1上之多層反射膜2設為包含Mo及Si之週期多層反射膜2，以成為適於波長13.5 nm之EUV光之多層反射膜2。多層反射膜2係使用Mo靶及Si靶，於Ar氣體氛圍中藉由離子束濺鍍法於基板1上交替地積層Mo層及Si層而形成。首先，以4.2 nm之膜厚形成Si膜，繼而，以2.8 nm之膜厚形成Mo膜。以此為1個週期，以同樣之方式積層40個週期，最後以4.0 nm之膜厚形成Si膜，從而形成多層反射膜2。

【0151】

繼而，於Ar氣體氛圍中，藉由使用RuNb靶之離子束濺鍍法以3.5 nm之膜厚形成包含RuNb膜之保護膜3。

【0152】

以如上方式，製造用於實驗1~7之附多層反射膜之基板。

【0153】

繼而，於保護膜3上形成以CrON為材料之緩衝層42。具體而言，首先，藉由DC(Direct Current，直流)磁控濺鍍法，形成包含CrON膜之緩衝層42。CrON膜係使用Cr靶，於Ar氣體、O₂氣體及N₂氣體之混合氣體氛圍中利用反應性濺鍍以6 nm之膜厚形成。

【0154】

其後，形成表1所示之材料之實驗用吸收體膜。具體而言，藉由DC磁控濺鍍法，使用表2所示之靶及濺鍍氣體，形成實驗用吸收體膜。再者，於包含氧(O)之實驗5及6之情形時，使用包含O₂氣體之濺鍍氣體，藉由反

應性濺鍍形成實驗用吸收體膜。

【0155】

對以如上方式形成之實驗用吸收體膜進行以下測定。將測定結果示於表1。

【0156】

實驗1~7之實驗用吸收體膜之元素組成(原子%)藉由X射線光電子光譜法(XPS法)來測定。再者，於以下說明中，有時將薄膜之元素組成(原子%)稱為「組成」或「組成比」。

【0157】

實驗1~7之實驗用吸收體膜之膜厚藉由XRR(X射線反射率法)來測定。

【0158】

實驗1~7之實驗用吸收體膜於波長13.5 nm下之折射率(n)及消光係數(k)藉由EUV反射率計來測定。

【0159】

實驗1~7之膜應力藉由如下方式進行評價：利用平坦度測定裝置(TOROPEL公司製造之UltraFlat200)測定實驗用吸收體膜成膜前後之平坦度，將兩者加以比較。具體而言，藉由取實驗用吸收體膜成膜前之平坦度與成膜後之平坦度之差量來評價膜應力。將平坦度之差量之測定結果示於表1。

【0160】

實驗1~7之蝕刻速度之評價以如下方式進行。首先，利用氟系蝕刻氣體(CF₄氣體及氧(O₂)氣之混合氣體，流量比為CF₄：O₂=90：10)對實驗1

~7之實驗用吸收體膜進行蝕刻，測定此時之蝕刻速度。繼而，求出將實驗7(材料：Ir)之蝕刻速度設為1時蝕刻速度之比(相對蝕刻速度)，藉此評價蝕刻速度。將相對蝕刻速度示於表1。再者，實驗7之實驗用吸收體膜為僅由Ir所構成之薄膜，為用於與實驗1~6進行比較之實驗用吸收體膜。

【0161】

由表1可知，實驗1~6之實驗用吸收體膜於波長13.5 nm下之消光係數(k)超過0.03。再者，下述比較例1之用作吸收體膜4之TaBN膜於波長13.5 nm下之消光係數(k)為0.03。目前，TaBN膜為一般用作反射型光罩基底100之吸收體膜4之材料之一。因此，可謂藉由使用具有實驗1~6之組成之實驗用吸收體膜作為吸收體膜4，可獲得消光係數(k)較高之吸收體膜4。再者，實驗7之實驗用吸收體膜亦與實驗1~6相同地具有較高之消光係數(k)。

【0162】

由表1可知，實驗1~6之實驗用吸收體膜於波長13.5 nm下之折射率(n)未達0.95。再者，下述比較例1之用作吸收體膜4之TaBN膜於波長13.5 nm下之折射率(n)為0.95。因此，可謂藉由使用具有實驗1~6之組成之實驗用吸收體膜作為吸收體膜4，可獲得折射率(n)較低之吸收體膜4。再者，實驗7之實驗用吸收體膜亦與實驗1~6相同地具有較低之折射率(n)。

【0163】

由表1可知，實驗1~6之實驗用吸收體膜之平坦度之差量為300 nm以下。相對於此，實驗7(材料：Ir)之實驗用吸收體膜之平坦度之差量為811 nm。因此，可謂藉由使用實驗1~6之實驗用吸收體膜作為吸收體膜4，可獲得可調整膜應力而抑制反射型光罩基底100之變形之吸收體膜4。

【0164】

由表1可知，將實驗7之(材料：Ir)之實驗用吸收體膜之蝕刻速度設為1時實驗1~6之實驗用吸收體膜之相對蝕刻速度為1.3~1.8。因此，可謂藉由使用實驗1~6之實驗用吸收體膜作為吸收體膜4，可獲得蝕刻速度較快、加工性較佳之吸收體膜4。

【0165】

根據以上結果，可謂藉由使用實驗1~6之實驗用吸收體膜作為反射型光罩基底100之吸收體膜4，可製造具有轉印用圖案之反射型光罩200，該反射型光罩200可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0166】

(實施例1)

作為實施例1，形成與實驗5之實驗用吸收體膜相同之組成及膜厚之薄膜作為吸收體膜4，製造反射型光罩200。

【0167】

如圖2所示，實施例1之反射型光罩基底100具有背面導電膜5、基板1、多層反射膜2、保護膜3及吸收體膜4(緩衝層42及吸收層44)。再者，如圖3A所示，於吸收體膜4上形成有光阻膜11之構造亦為本實施方式之反射型光罩基底100。圖3A~D係表示由反射型光罩基底100製作反射型光罩200之步驟之主要部分剖面模式圖。

【0168】

首先，對實施例1之反射型光罩基底100進行說明。

【0169】

以與實驗1~7相同之方式準備SiO₂-TiO₂系玻璃基板，作為基板1。以與實驗1~7相同之方式，進行包括粗研磨加工步驟、精密研磨加工步驟、局部加工步驟及接觸研磨加工步驟之研磨。

【0170】

繼而，以與實驗1~7相同之方式，藉由磁控濺鍍(反應性濺鍍)法於下述條件下在SiO₂-TiO₂系玻璃基板1之第2主面(背面)形成包含CrN膜之背面導電膜5。

背面導電膜5之形成條件：Cr靶、Ar與N₂之混合氣體氛圍(Ar：90%；N：10%)、膜厚20 nm。

【0171】

繼而，以與實驗1~7相同之方式，在與形成有背面導電膜5之側為相反側之基板1之主表面(第1主面)上將Si層(4.2 nm)及Mo層(2.8 nm)交替地積層40個週期，最後以4.0 nm之膜厚形成Si膜，形成多層反射膜2。

【0172】

繼而，以與實驗1~7相同之方式，以3.5 nm之膜厚形成包含RuNb膜之保護膜3。

【0173】

繼而，於保護膜3上形成以CrON為材料之緩衝層42。具體而言，CrON膜係使用Cr靶，於Ar氣體、O₂氣體及N₂氣體之混合氣體氛圍中利用反應性濺鍍以6 nm之膜厚形成。其後，以與實驗5相同之方式，藉由DC磁控濺鍍法，形成包含IrTaO膜之吸收層44(組成比為Ir：Ta：O=52：4：44，膜厚為40 nm)。因此，實施例1之反射型光罩基底100包括包含CrON膜之緩衝層42及IrTaO膜之吸收層44之吸收體膜4。

【0174】

以如上方式，製造實施例1之反射型光罩基底100。

【0175】

實施例1之反射型光罩基底100之吸收層44為與實驗5之實驗用吸收體膜相同之薄膜。因此，可謂藉由使用實施例1之反射型光罩基底100，可製造具有轉印用圖案之反射型光罩200，該反射型光罩200可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0176】

繼而，使用實施例1之反射型光罩基底100，製造實施例1之反射型光罩200。

【0177】

於反射型光罩基底100之吸收體膜4上以80 nm之厚度形成光阻膜11(圖3A)。光阻膜11之形成使用化學性增強光阻(CAR)。對該光阻膜11描畫(曝光)所需圖案，進而進行顯影、清洗，藉此形成特定光阻圖案11a(圖3B)。繼而，以光阻圖案11a作為遮罩，使用CF₄氣體與O₂氣體之混合氣體(CF₄+O₂氣體)進行吸收層44(IrTaO膜)之乾式蝕刻。繼而，使用Cl₂氣體與O₂氣體之混合氣體(Cl₂+O₂氣體)進行CrON膜(緩衝層42)之乾式蝕刻，藉此形成吸收體圖案4a(圖3C)。

【0178】

其後，利用氧灰化剝離光阻圖案11a(圖3D)。最後進行使用純水(DIW)之濕式洗淨，製造實施例1之反射型光罩200。

【0179】

再者，視需要於濕式洗淨後進行光罩缺陷檢查，可適宜地進行光罩缺

陷修正。

【0180】

將實施例1之反射型光罩200安放於EUV掃描儀，於半導體基板上對形成有被加工膜及光阻層之晶圓進行EUV曝光。然後，藉由使光阻層之完成曝光之光阻顯影，於形成有被加工膜之半導體基板上形成光阻轉印圖案。

【0181】

可確認藉由使用實施例1之反射型光罩200於被轉印基板上形成光阻轉印圖案，而可形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0182】

藉由蝕刻將該光阻轉印圖案轉印至被加工膜，又，藉由經過絕緣膜及導電膜之形成、摻雜劑之導入、以及退火等各種步驟，可製造具有所需特性之半導體裝置。

【0183】

(實施例2)

實施例2與實施例1相同，但形成與實驗6之實驗用吸收體膜相同之組成及膜厚之薄膜作為吸收層44，製造反射型光罩基底100及反射型光罩200。即，實施例2之反射型光罩基底100及反射型光罩200除吸收層44(IrTaO膜，膜厚為40 nm)為Ir：Ta：O=70：11：19(組成比)以外，與實施例1相同。因此，實施例2之反射型光罩基底100包括包含CrON膜之緩衝層42及IrTaO膜之吸收層44之吸收體膜4。

【0184】

實施例2之反射型光罩基底100之吸收層44為與實驗6之實驗用吸收體膜相同之薄膜。因此，可謂藉由使用實施例2之反射型光罩基底100，可製造具有轉印用圖案之反射型光罩200，該反射型光罩200可於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0185】

又，可確認藉由使用實施例2之反射型光罩200於被轉印基板上形成光阻轉印圖案，而可形成微細圖案形狀之轉印圖案，且可以高產出量進行EUV曝光。

【0186】

(比較例1)

比較例1與實施例1基本相同，但形成膜厚55 nm之TaBN膜作為吸收體膜4，製造反射型光罩基底100及反射型光罩200。即，比較例1之反射型光罩基底100及反射型光罩200除吸收體膜4為TaBN膜(Ta : B : N = 75 : 12 : 13(組成比))，膜厚為55 nm，沒有緩衝層42以外，與實施例1相同。再者，將TaBN膜之膜厚設為55 nm之理由為TaBN膜之消光係數(k)低於實施例1及2所使用之吸收體膜4(IrTaO膜)之消光係數(k)。

【0187】

再者，進行用於製造比較例1之反射型光罩200之吸收體膜4(TaBN膜)之乾式蝕刻時，使用CF₄氣體與He氣體之混合氣體(CF₄+He氣體)進行TaBN膜之乾式蝕刻，藉此形成吸收體圖案4a(圖3C)。

【0188】

比較例1之反射型光罩基底100之吸收體膜4為TaBN膜。該TaBN膜於波長13.5 nm下之消光係數(k)為0.03，折射率(n)為0.95。因此，比較例1

之吸收體膜4之消光係數(k)低於實施例1及2之吸收體膜4之消光係數(k)。又，比較例1之吸收體膜4之折射率(n)高於實施例1及2之吸收體膜4之折射率(n)。又，如圖5所示，可知以包含Ta之薄膜作為吸收體膜4時之標準化評價函數之值比以包含Ir之薄膜作為吸收體膜4時之標準化評價函數之值高。因此，於使用比較例1之反射型光罩基底100之情形時，與實施例1及2之情形相比，不易於被轉印基板上形成微細圖案形狀之轉印圖案，又，不可謂可以高產出量進行EUV曝光。

【0189】

又，藉由使用比較例1之反射型光罩200於被轉印基板上形成光阻轉印圖案，某種程度上可形成微細圖案形狀之轉印圖案。然而，相較於實施例1及2之吸收體膜4之膜厚而言，比較例1之吸收體膜4之膜厚較厚，故可觀察到因遮蔽效應導致轉印精度降低。

【0190】

[表1]

| | 薄膜材料 | Ir(原子%) | 除Ir以外(原子%) | 膜厚(nm) | 折射率(n) | 消光係數(k) | 平坦度之差量(nm) | 相對蝕刻速度 |
|-----------|-------|---------|---------------|--------|--------|---------|------------|--------|
| 實驗1 | IrSi | 80 | Si=20 | 48 | 0.926 | 0.033 | 10 | 1.8 |
| 實驗2 | IrMo | 60 | Mo=40 | 45 | 0.911 | 0.030 | 140 | 1.4 |
| 實驗3 | IrRu | 70 | Ru=30 | 45 | 0.889 | 0.035 | 203 | 1.3 |
| 實驗4 | IrTa | 80 | Ta=20 | 40 | 0.914 | 0.043 | 39 | 1.3 |
| 實驗5(實施例1) | IrTaO | 52 | Ta=4 O=44 | 40 | 0.927 | 0.033 | 291 | 1.7 |
| 實驗6(實施例2) | IrTaO | 70 | Ta=11 O=19 | 40 | 0.919 | 0.041 | 220 | 1.4 |
| 實驗7 | Ir | 100 | - | 40 | 0.905 | 0.044 | 811 | 1 |

【0191】

[表2]

| | 薄膜材料 | 靶 | 濺鍍氣體 |
|-----|-------|--------|-----------------------------|
| 實驗1 | IrSi | IrSi合金 | Xe氣體 |
| 實驗2 | IrMo | IrMo合金 | Xe氣體 |
| 實驗3 | IrRu | IrRu合金 | Xe氣體 |
| 實驗4 | IrTa | IrTa合金 | Xe氣體 |
| 實驗5 | IrTaO | IrTa合金 | Xe氣體與O ₂ 氣體之混合氣體 |
| 實驗6 | IrTaO | IrTa合金 | Xe氣體與O ₂ 氣體之混合氣體 |
| 實驗7 | Ir | Ir | Xe氣體 |

【符號說明】

【0192】

1:基板

2:多層反射膜

3:保護膜

4:吸收體膜

4a:吸收體圖案

5:背面導電膜

11:光阻膜

11a:光阻圖案

42:緩衝層

44:吸收層

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，其特徵在於：其係具備基板、該基板上之多層反射膜及該多層反射膜上之吸收體膜者，

上述吸收體膜包含銱(Ir)及添加元素，

上述添加元素為選自硼(B)、矽(Si)、磷(P)、鈦(Ti)、鍺(Ge)、砷(As)、硒(Se)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鈦(Ru)及鉭(Ta)中之至少一種，且

上述吸收體膜中之上述銱(Ir)之含量超過50原子%。

【請求項2】

如請求項1之反射型光罩基底，其中上述添加元素包含鉭(Ta)。

【請求項3】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述添加元素包含鉭(Ta)，且上述吸收體膜中之上述鉭(Ta)之含量為2~30原子%。

【請求項4】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述吸收體膜進而包含氧(O)，且上述氧(O)之含量為5原子%以上。

【請求項5】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述吸收體膜包含緩衝層及設置於緩衝層上之吸收層，

上述緩衝層包含鉻(Cr)，且

上述吸收層包含上述銱(Ir)及上述添加元素。

【請求項6】

如請求項5之反射型光罩基底，其中上述吸收體膜之膜厚為50 nm以

下，且

上述緩衝層之膜厚為10 nm以下。

【請求項7】

一種反射型光罩，其特徵在於：具有如請求項1至6中任一項之反射型光罩基底中之上述吸收體膜經圖案化而成之吸收體圖案。

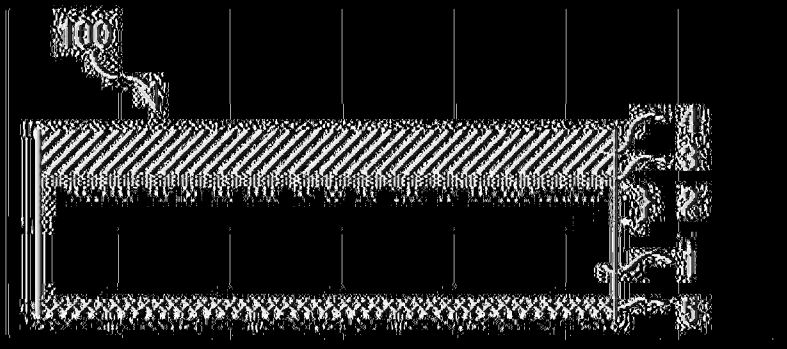
【請求項8】

一種反射型光罩之製造方法，其特徵在於：對如請求項1至6中任一項之反射型光罩基底之上述吸收體膜進行圖案化而形成吸收體圖案。

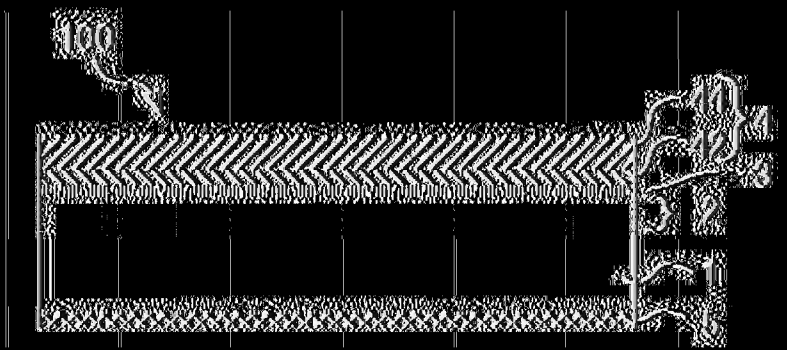
【請求項9】

一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於，具有如下步驟：將如請求項7之反射型光罩安放於具有發出EUV光之曝光光源之曝光裝置，將轉印圖案轉印至被轉印基板上所形成之光阻膜。

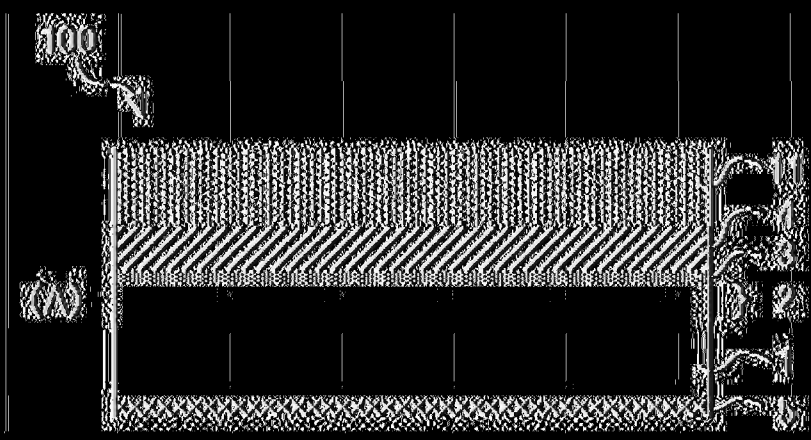
(發明圖式)



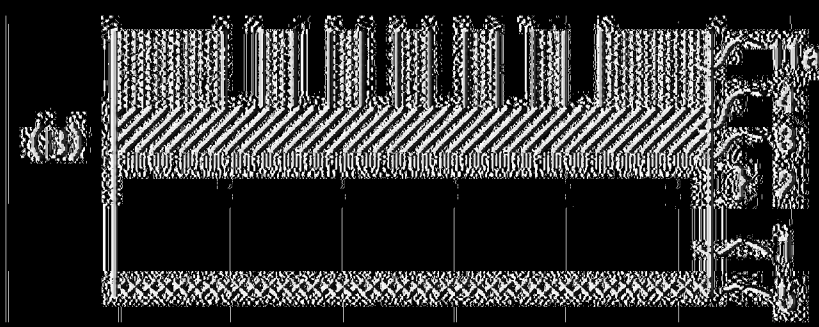
(圖1)



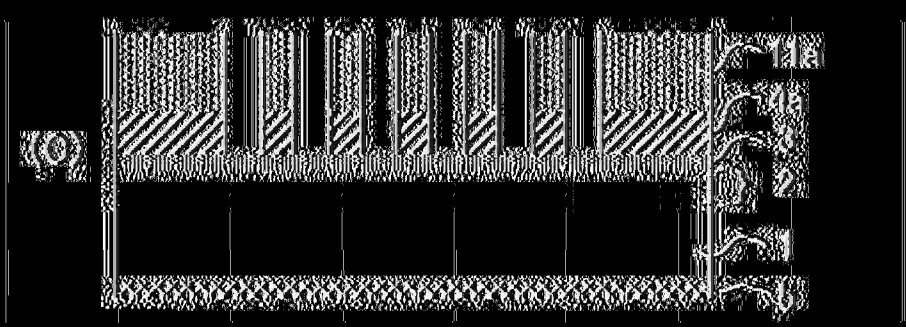
(圖2)



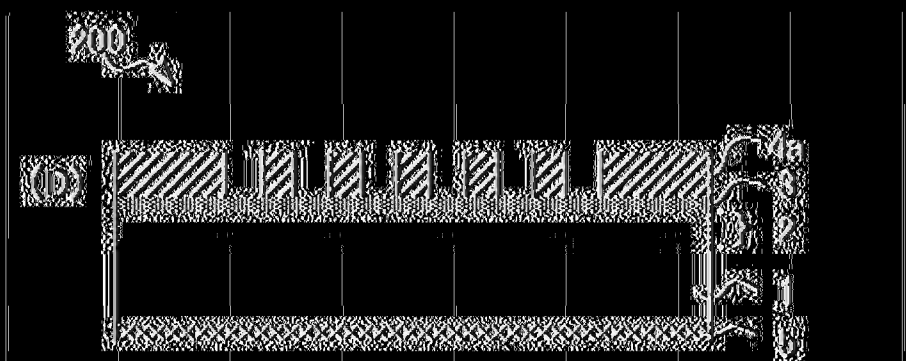
(圖3A)



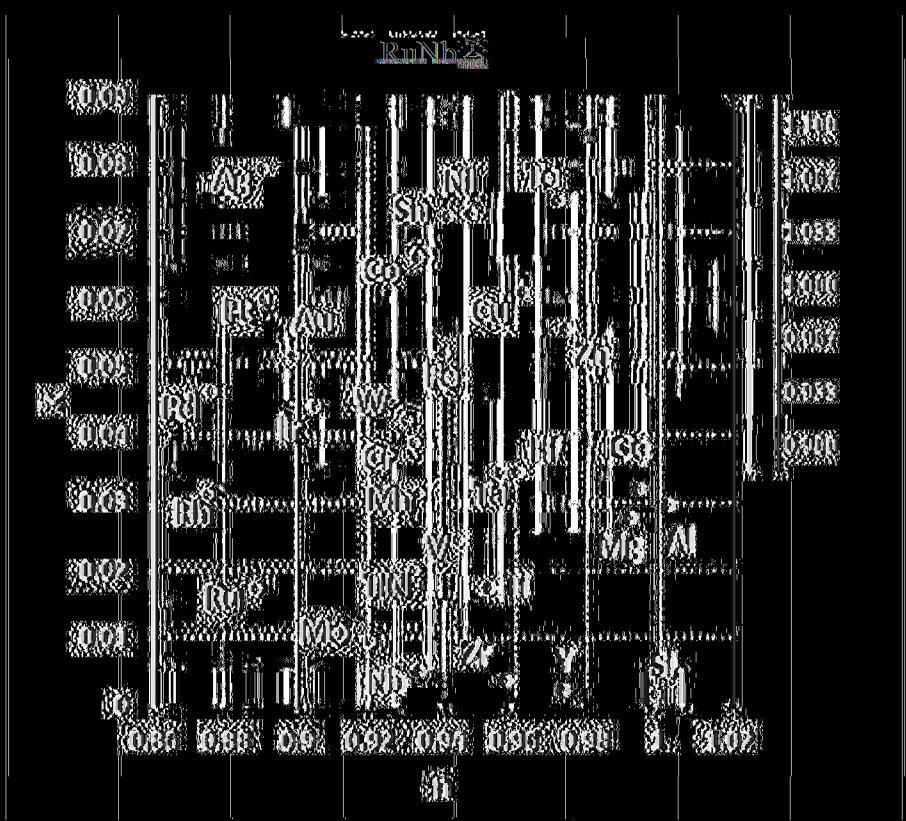
(圖3B)



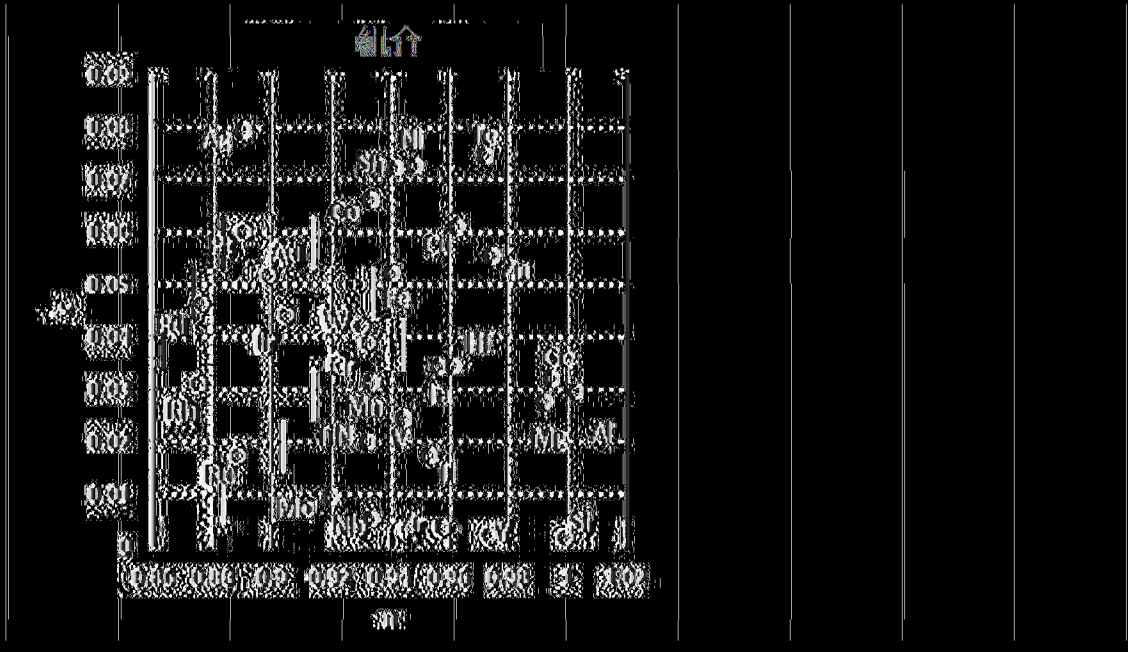
(圖3C)



(圖3D)



(圖4)



(圖11)