



(21)申請案號：109106009

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 02 月 25 日

(51)Int. Cl.：G03F1/24 (2012.01)

(30)優先權：2019/02/28 日本 2019-035300

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

(72)發明人：笑喜勉 SHOKI, TSUTOMU (JP)；池邊洋平 IKEBE, YOHEI (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW I490633B

TW 201843521A

US 2003/0162104A1

US 2004/0009408A1

US 2008/0318139A1

WO 2018/159785A1

審查人員：黃彥豪

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：7 共 61 頁

(54)名稱

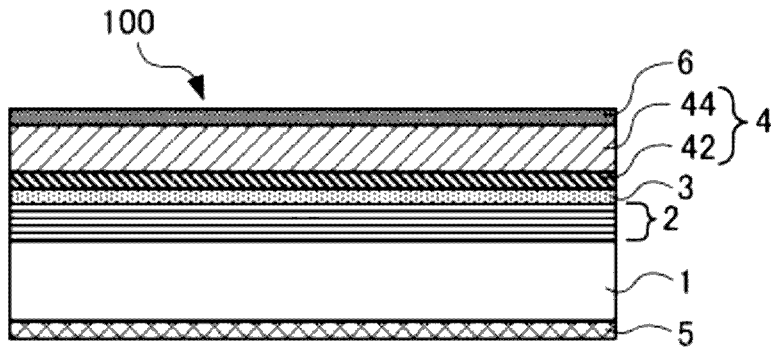
反射型光罩基底、反射型光罩及其製造方法、與半導體裝置之製造方法

(57)摘要

本發明提供一種可進一步降低反射型光罩之陰影效應並且可形成微細且高精度之吸收體圖案之反射型光罩基底。

本發明之反射型光罩基底之特徵在於：其係於基板上依序具有多層反射膜、吸收體膜及蝕刻遮罩膜者，上述吸收體膜具有緩衝層、及設置於緩衝層之上之吸收層，上述緩衝層包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料，且上述緩衝層之膜厚為 0.5 nm 以上且 25 nm 以下，上述吸收層包含含有鉻(Cr)之材料，且相較於上述緩衝層對 EUV 光之消光係數，上述吸收層之消光係數較大，上述蝕刻遮罩膜包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料，且上述蝕刻遮罩膜之膜厚為 0.5 nm 以上且 14 nm 以下。

指定代表圖：



【圖1】

- 符號簡單說明：
- 1:基板
 - 2:多層反射膜
 - 3:保護膜
 - 4:吸收體膜
 - 5:背面導電膜
 - 6:蝕刻遮罩膜
 - 42:緩衝層
 - 44:吸收層
 - 100:反射型光罩基底

【發明摘要】

【中文發明名稱】

反射型光罩基底、反射型光罩及其製造方法、與半導體裝置之製造方法

【中文】

本發明提供一種可進一步降低反射型光罩之陰影效應並且可形成微細且高精度之吸收體圖案之反射型光罩基底。

本發明之反射型光罩基底之特徵在於：其係於基板上依序具有多層反射膜、吸收體膜及蝕刻遮罩膜者，上述吸收體膜具有緩衝層、及設置於緩衝層之上之吸收層，上述緩衝層包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料，且上述緩衝層之膜厚為0.5 nm以上且25 nm以下，上述吸收層包含含有鉻(Cr)之材料，且相較於上述緩衝層對EUV光之消光係數，上述吸收層之消光係數較大，上述蝕刻遮罩膜包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料，且上述蝕刻遮罩膜之膜厚為0.5 nm以上且14 nm以下。

【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:吸收體膜
- 5:背面導電膜
- 6:蝕刻遮罩膜

- 42:緩衝層
- 44:吸收層
- 100:反射型光罩基底

【發明說明書】

【中文發明名稱】

反射型光罩基底、反射型光罩及其製造方法、與半導體裝置之製造方法

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種作為用以製造半導體裝置之製造等所使用之曝光用光罩之原版之反射型光罩基底、反射型光罩及其製造方法、與半導體裝置之製造方法。

【先前技術】

【0002】

半導體裝置製造中之曝光裝置之光源之種類一面緩慢縮短波長，一面進化成波長436 nm之g射線、該365 nm之i射線、該248 nm之KrF雷射、該193 nm之ArF雷射。為了實現更微細之圖案轉印，開發出使用波長為13.5 nm附近之極端紫外線(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，故而使用反射型之光罩。反射型光罩於低熱膨脹基板上具有用以反射曝光之光之多層反射膜。反射型光罩具有於用以保護該多層反射膜之保護膜之上形成有所需轉印用圖案之光罩結構作為基本結構。又，根據轉印用圖案之構成，作為代表性者，有二元型反射光罩及相移型反射光罩(半色調相移型反射光罩)。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。相移型反射光罩之轉印用圖案包含藉由光吸收對EUV光進行消光，且產生相對於來自多層反射膜之反射光相位幾乎顛倒(約180°之相位

顛倒)之反射光之相對較薄之吸收體圖案。相移型反射光罩(半色調相移型反射光罩)與透過型光相移光罩同樣地，藉由相移效應獲得較高之轉印光學影像對比度，因此具有解析度提高效果。又，由於相移型反射光罩之吸收體圖案(相移圖案)之膜厚較薄，故而可形成高精度且微細之相移圖案。

【0003】

於EUV微影術中，根據透光率之關係而使用包含大量反射鏡之投影光學系統。並且，使EUV光相對於反射型光罩傾斜地入射，使該等複數個反射鏡不會遮蔽投影光(曝光之光)。關於入射角度，目前主流係相對於反射光罩基板垂直面設為 6° 。於提高投影光學系統之開口數(NA)並且設為成為 8° 左右之更傾斜入射之角度之方向上正在推進研究。

【0004】

於EUV微影術中，由於曝光之光係自斜方入射，故而存在被稱為陰影效應之固有問題。所謂陰影效應，係因曝光之光自斜方入射至具有立體結構之吸收體圖案而形成影子，而導致經轉印形成之圖案之尺寸及位置改變之現象。吸收體圖案之立體結構成為壁而於背陰側形成影子，從而經轉印形成之圖案之尺寸及位置改變。例如，於所配置之吸收體圖案之方向與斜入射光之方向成為平行之情形時與成為垂直之情形時，兩者之轉印圖案之尺寸及位置產生差異而導致轉印精度降低。

【0005】

於專利文獻1及2中揭示有與此種EUV微影術用之反射型光罩及用以製作該反射型光罩之光罩基底相關之技術。又，於專利文獻1中記載有提供一種陰影效應較小且可相移曝光、具有充分之遮光框性能之反射型光罩。先前，使用相移型反射光罩作為EUV微影術用之反射型光罩，藉此，

相較於二元型反射光罩之情形，使相移圖案之膜厚相對較薄，從而抑制因陰影效應而導致之轉印精度之降低。

【0006】

又，於專利文獻2中揭示有一種至少具備包含最上層及除此以外之下層之積層結構之吸收體層之反射型光罩基底。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0007】

[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

【發明內容】

【0008】

使圖案越微細、及越高圖案尺寸或圖案位置之精度，半導體裝置之電特性性能越高，又，可提高積體度或降低晶片尺寸。因此，針對EUV微影術，要求比先前更高之高精度微細尺寸圖案轉印性能。目前，要求與hp16 nm(half pitch(半間距)16 nm)相對應之超微細高精度圖案形成。針對此種要求，為了減小陰影效應，要求進一步薄膜化。尤其是於EUV曝光之情形時，要求將吸收體膜(相移膜)之膜厚設為未達60 nm，較佳為設為50 nm以下。

【0009】

如專利文獻1及2所揭示，先前以來一直使用Ta作為形成反射型光罩基底之吸收體膜(相移膜)之材料。然而，EUV光(例如波長13.5 nm)中之Ta之折射率n約為0.943，即便利用其相移效應，僅由Ta形成之吸收體膜

(相移膜)之薄膜化極限為60 nm。為了進一步進行薄膜化，例如作為二元型反射型光罩基底之吸收體膜，可使用消光係數 k 較高(吸收效果較高)之金屬材料。作為波長13.5 nm下之消光係數 k 較大之金屬材料，有鈷(Co)及鎳(Ni)。然而，已知Co薄膜及Ni薄膜進行圖案化時之蝕刻比較困難。

【0010】

又，考慮使用包含 k 比Ta系材料大之Cr之材料(Cr系材料)之吸收體膜。然而，Cr系材料之蝕刻係藉由氯氣體及氧氣之混合氣體進行蝕刻，故而為了進行Cr系材料之吸收體膜之圖案形成，必須使抗蝕膜之膜厚較厚。因此，於使用Cr系材料之吸收體膜之情形時，會產生因抗蝕膜之厚膜化而無法形成微細圖案之問題。

【0011】

本發明鑒於上述點，目的在於提供一種可進一步降低反射型光罩之陰影效應並且可形成微細且高精度之吸收體圖案之反射型光罩基底及藉此而製作之反射型光罩、與半導體裝置之製造方法。又，本發明之目的在於提供一種用以製造EUV光中之吸收體膜之反射率為2%以下之反射型光罩之反射型光罩基底、及藉此製作之反射型光罩、與半導體裝置之製造方法。

【0012】

為了解決上述課題，本發明具有以下之構成。

【0013】

(構成1)

本發明之構成1係一種反射型光罩基底，其特徵在於：其係於基板上依序具有多層反射膜、吸收體膜及蝕刻遮罩膜者，

上述吸收體膜具有緩衝層、及設置於緩衝層之上之吸收層，

上述緩衝層包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料，且上述緩衝層之膜厚為0.5 nm以上且25 nm以下，

上述吸收層包含含有鉻(Cr)之材料，且相對於上述緩衝層對EUV光之消光係數，吸收層之消光係數較大，

上述蝕刻遮罩膜包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料，且上述蝕刻遮罩膜之膜厚為0.5 nm以上且14 nm以下。

【0014】

(構成2)

本發明之構成2係如構成1之反射型光罩基底，其特徵在於：上述緩衝層之材料係含有鉭(Ta)、及選自氧(O)、氮(N)及硼(B)中之1種以上之元素之材料。

【0015】

(構成3)

本發明之構成3係如構成1或2之反射型光罩基底，其特徵在於：上述緩衝層之材料包含鉭(Ta)、及選自氮(N)及硼(B)中之至少一種元素，且上述緩衝層之膜厚為25 nm以下。

【0016】

(構成4)

本發明之構成4係如構成1或2之反射型光罩基底，其特徵在於：上述緩衝層之材料包含鉭(Ta)及氧(O)，且上述緩衝層之膜厚為15 nm以下。

【0017】

(構成5)

本發明之構成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：上述吸收層之材料係包含鉻(Cr)、及選自氮(N)及碳(C)中之至少一種元素之材料。

【0018】

(構成6)

本發明之構成6係如構成1至5中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述吸收層之材料包含鉻(Cr)及氮(N)，且上述吸收層之膜厚為25 nm以上且未達60 nm。

【0019】

(構成7)

本發明之構成7係如構成1至6中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述蝕刻遮罩膜之材料係含有鉭(Ta)、及選自氧(O)、氮(N)及硼(B)中之1種以上之元素之材料。

【0020】

(構成8)

本發明之構成8係如構成1至6中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述蝕刻遮罩膜之材料係含有鉭(Ta)、及選自氮(N)及硼(B)中之1種以上之元素且不含氧(O)之材料。

【0021】

(構成9)

本發明之構成9係如構成1至6中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述蝕刻遮罩膜之材料係包含矽(Si)、及選自氧(O)及氮(N)中之至少一種元素之材料。

【0022】**(構成10)**

本發明之構成10係如構成9之反射型光罩基底，其特徵在於：上述緩衝層之材料係包含矽(Si)、及選自氧(O)及氮(N)中之至少一種元素之材料。

【0023】**(構成11)**

本發明之構成11係如構成1至10中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：其於上述多層反射膜與上述吸收體膜之間具有保護膜。

【0024】**(構成12)**

本發明之構成12係如構成1至11中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：其於上述蝕刻遮罩膜之上具有抗蝕膜。

【0025】**(構成13)**

本發明之構成13係一種反射型光罩，其特徵在於具有如構成1至12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。

【0026】**(構成14)**

本發明之構成14係一種反射型光罩之製造方法，其特徵在於：其藉由包含氟系氣體之乾式蝕刻氣體對如構成1至12中任一項之反射型光罩基底之上述蝕刻遮罩膜進行圖案化，藉由包含氯系氣體及氧氣之乾式蝕刻氣體對上述吸收層進行圖案化，藉由包含氯系氣體之乾式蝕刻氣體對上述緩衝層

進行圖案化而形成吸收體圖案。

【0027】

(構成15)

本發明之構成15係一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於具有將如構成13之反射型光罩設置於具有發出EUV光之曝光光源之曝光裝置，將轉印圖案轉印至形成於被轉印基板上之抗蝕膜的步驟。

【0028】

根據本發明，可提供一種可進一步降低反射型光罩之陰影效應並且可形成微細且高精度之吸收體圖案之反射型光罩基底。又，根據本發明，可提供一種可使吸收體膜之膜厚較薄、可降低陰影效應且形成有微細且高精度之吸收體膜之反射型光罩及其製造方法。進而，根據本發明，可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

【0029】

又，根據本發明，可提供一種用以製造EUV光中之吸收體膜之反射率為2%以下之反射型光罩之反射型光罩基底、及藉此而製作之反射型光罩、與半導體裝置之製造方法。

【圖式簡單說明】

【0030】

圖1係用以對本發明之反射型光罩基底之概略構成進行說明之要部剖面模式圖。

圖2(a)至(e)係於要部剖面模式圖中示出利用反射型光罩基底製作反射型光罩之步驟之步驟圖。

圖3係表示將CrN吸收層之膜厚設為d1、將TaBN緩衝層之膜厚設為

d2、使緩衝層之膜厚d2於2～20 nm之範圍內變化時之膜厚 $D(=d1 + d2、nm)$ 與吸收體膜之表面之EUV光之反射率(%)之關係之圖。

圖4係表示將CrN吸收層之膜厚設為d1、將TaBN緩衝層之膜厚設為d2、將吸收體膜之膜厚 $D(=d1 + d2)$ 設為47 nm、並使TaBN緩衝層之膜厚d2於0～47 nm之間變化時之吸收體膜之表面之EUV光之反射率(%)之圖。

圖5係表示將CrN吸收層之膜厚設為d1、將TaBO緩衝層之膜厚設為d2、並使緩衝層之膜厚d2於2～20 nm之範圍內變化時之吸收體膜之膜厚 $D(=d1 + d2、nm)$ 與吸收體膜之表面之EUV光之反射率(%)之關係之圖。

圖6係表示將CrN吸收層之膜厚設為d1、將TaBO緩衝層之膜厚設為d2、將吸收體膜之膜厚 $D(=d1 + d2)$ 設為47 nm、並使TaBO緩衝層之膜厚d2於0～47 nm之間變化時之吸收體膜之表面之EUV光之反射率(%)之圖。

圖7係表示藉由模擬所獲得之吸收體膜(吸收層/緩衝層)之膜厚 $D(=d1 + d2)$ 與吸收體膜之表面之EUV光之反射率(%)之關係之圖。

【實施方式】

【0031】

以下，針對本發明之實施形態，一面參照圖式，一面具體地進行說明。再者，以下之實施形態係使本發明具體化時之一形態，並不將本發限定於該範圍內。再者，圖中存在對相同或相當之部分標註相同符號並將其說明簡略化甚至省略之情況。

【0032】

<反射型光罩基底100之構成及其製造方法>

圖1係用以對本發明之實施形態之反射型光罩基底100之構成進行說明之要部剖面模式圖。如該圖所示，反射型光罩基底100具有基板1、形

成於第1主面(正面)側之反射作為曝光之光之EUV光之多層反射膜2、用以保護該多層反射膜2而設置之保護膜3、吸收EUV光之吸收體膜4、及蝕刻遮罩膜6，且將該等依序積層。於本實施形態之反射型光罩基底100中，吸收體膜4具有緩衝層42、及設置於緩衝層42之上之吸收層44。又，於基板1之第2主面(背面)側形成有靜電吸盤用之背面導電膜5。

【0033】

又，上述反射型光罩基底100包含未形成背面導電膜5之構成。進而，上述反射型光罩基底100包含於蝕刻遮罩膜6之上形成有抗蝕膜11之附抗蝕膜之光罩基底之構成。

【0034】

於本說明書中，例如「形成於基板1之主表面之上之多層反射膜2」之記載除意指多層反射膜2與基板1之表面相接地配置之情形以外，亦包含意指於基板1與多層反射膜2之間具有其他膜之情形。其他膜亦相同。又，於本說明書中，例如所謂「膜A相接地配置於膜B之上」，意指膜A與膜B之間未介存其他膜，而是膜A與膜B以直接相接之方式配置。

【0035】

以下，對反射型光罩基底100之各構成具體地進行說明。

【0036】

<<基板1>>

為了防止因EUV光所產生之曝光時之熱而導致之吸收體圖案4a之變形，基板1可較佳地使用具有 0 ± 5 ppb/ $^{\circ}\text{C}$ 之範圍內之低熱膨脹係數者。作為具有該範圍之低熱膨脹係數之材料，例如可使用 SiO_2 - TiO_2 系玻璃、多成分系玻璃陶瓷等。

【0037】

就至少獲得圖案轉印精度、位置精度之觀點而言，基板1之形成有轉印圖案(使下述吸收體膜4圖案化而成者構成該轉印圖案)側之第1主面經表面加工使得成為高平坦度。於EUV曝光之情形時，於基板1之形成有轉印圖案側之主表面之132 mm×132 mm之區域中，平坦度較佳為0.1 μm以下，進而較佳為0.05 μm以下，尤佳為0.03 μm以下。又，與形成有吸收體膜4側為相反側之第2主面係於設置於曝光裝置時經靜電夾吸之面，於142 mm×142 mm之區域中，平坦度較佳為0.1 μm以下，進而較佳為0.05 μm以下，尤佳為0.03 μm以下。

【0038】

又，基板1之表面平滑度之高度亦為極其重要之項目。較佳為形成有轉印用吸收體圖案4a之基板1之第1主面之表面粗糙度以均方根粗糙度(RMS)計為0.1 nm以下。再者，表面平滑度可利用原子力顯微鏡進行測定。

【0039】

進而，為了防止因形成於其上之膜(多層反射膜2等)之膜應力而導致之變形，基板1較佳為具有較高之剛性者。尤佳為具有65 GPa以上之較高之楊氏模數者。

【0040】

<<多層反射膜2>>

多層反射膜2於反射型光罩200中係賦予反射EUV光之功能者，成為以折射率不同之元素為主成分之各層週期性地積層而成之多層膜之構成。

【0041】

一般而言，將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)交替地以40至60個週期左右積層而成之多層膜用作多層反射膜2。多層膜可將自基板1側將高折射率層與低折射率層依序積層而成之高折射率層/低折射率層之積層結構作為1個週期而將複數個週期積層。又，多層膜亦可將自基板1側將低折射率層與高折射率層依序積層而成之低折射率層/高折射率層之積層結構作為1個週期而將複數個週期積層。再者，較佳為將多層反射膜2之最表面之層、即多層反射膜2之與基板1為相反側之表面層設為高折射率層。於上述多層膜中，於將自基板1起將高折射率層與低折射率層依序積層而成之高折射率層/低折射率層之積層結構作為1個週期而將複數個週期積層之情形時，最上層成為低折射率層。於該情形時，若低折射率層構成多層反射膜2之最表面，則容易被氧化而導致反射型光罩200之反射率減少。因此，較佳為於最上層之低折射率層上進而形成高折射率層而製成多層反射膜2。另一方面，於上述多層膜中，於將自基板1側將低折射率層與高折射率層依序積層而成之低折射率層/高折射率層之積層結構作為1個週期而將複數個週期積層之情形時，最上層成為高折射率層，因此如此即可。

【0042】

於本實施形態中，作為高折射率層，採用包含矽(Si)之層。作為包含Si之材料，除Si單體以外，亦可為Si中包含硼(B)、碳(C)、氮(N)、及氧(O)之Si化合物。藉由將包含Si之層用作高折射率層，可獲得EUV光之反射率優異之EUV微影術用反射型光罩200。又，於本實施形態中，可較佳地將玻璃基板用作基板1。Si與玻璃基板之密接性亦優異。又，作為低折

射率層，使用選自鉬(Mo)、鈦(Ru)、銑(Rh)、及鉑(Pt)之金屬單質或該等之合金。例如作為針對波長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膜交替地以40至60個週期左右積層而成之Mo/Si週期積層膜。再者，亦可利用矽(Si)形成作為多層反射膜2之最上層之高折射率層，並於該最上層(Si)與Ru系保護膜3之間形成包含矽與氧之矽氧化物層。藉此，可提高光罩洗淨耐受性。

【0043】

此種多層反射膜2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之各構成層之厚度及週期根據曝光波長適當選擇即可，以滿足布勒格反射定律之方式選擇。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層。高折射率層彼此、以及低折射率層彼此之厚度亦可不同。又，多層反射膜2之最表面之Si層之膜厚可於不會降低反射率之範圍內進行調整。最表面之Si(高折射率層)之膜厚可設為3 nm至10 nm。

【0044】

多層反射膜2之形成方法於該技術領域中公知。例如可藉由利用離子束濺鍍法使多層反射膜2之各層成膜而形成。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靶將厚度4 nm左右之Si膜成膜於基板1上，其後使用Mo靶成膜厚度3 nm左右之Mo膜，將其作為1個週期，積層40至60個週期而形成多層反射膜2(最表面之層設為Si層)。又，於多層反射膜2之成膜時，較佳為藉由自離子源供給氬(Kr)離子粒子進行離子束濺鍍而形成多層反射膜2。

【0045】

<< 保護膜3 >>

本實施形態之反射型光罩基底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)時之對多層反射膜2表面之損傷，因此對EUV光之反射率特性變得良好。

【0046】

為了保護多層反射膜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之傷害，而於多層反射膜2之上形成保護膜3。又，亦兼顧保護使用電子束(EB)之吸收體圖案4a之黑缺陷修正時之多層反射膜2。保護膜3可由對蝕刻劑、及洗淨液等具有耐受性之材料形成。此處，於圖1中示出保護膜3為1層之情形，亦可設為3層以上之積層結構。例如，亦可設為將最下層與最上層設為包含含有上述Ru之物質之層，並使Ru以外之金屬或合金介存於最下層與最上層之間的保護膜3。例如，保護膜3亦可藉由包含鈦作為主成分之材料構成。即，保護膜3之材料可為Ru金屬單質，亦可為Ru中含有選自鈦(Ti)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鋯(Zr)、釔(Y)、硼(B)、鐳(La)、鈷(Co)、及銠(Re)等中之至少1種金屬之Ru合金，亦可包含氮。此種保護膜3尤其是於利用氯系氣體(Cl系氣體)之乾式蝕刻對吸收體膜4中之緩衝層42進行圖案化之情形時有效。保護膜3較佳為由使用氯系氣體之乾式蝕刻中之吸收體膜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)成為1.5以上、較佳為3以上之材料形成。

【0047】

該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%。

尤其是於Ru合金之Ru含量為95原子%以上且未達100原子%之情形時，可抑制多層反射膜2之構成元素(矽)向保護膜3擴散，並且可充分確保EUV光之反射率。進而，於該保護膜3之情形時，可兼具光罩洗淨耐受性、對吸收體膜4(具體而言，緩衝層42)進行蝕刻加工時之蝕刻終止功能、及多層反射膜2之經時變化防止之保護膜功能。

【0048】

於EUV微影術中，對曝光之光呈透明之物質較少，因此防止異物附著於光罩圖案面之EUV光罩護膜於技術上並不簡單。因此，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，會產生因EUV曝光而導致碳膜沈積於光罩或氧化膜生長等曝光污染。因此，於將EUV反射型光罩200用於製造半導體裝置之階段，必須多次進行洗淨而將光罩上之異物或污染去除。因此，於EUV反射型光罩200中，相比於光微影術用之透過型光罩，要求格外之光罩洗淨耐受性。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、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洗淨耐受性尤其高，而可滿足光罩洗淨耐受性之要求。

【0049】

藉由此種Ru或其合金等構成之保護膜3之厚度只要可實現作為其保護膜3之功能，則並無特別限制。就EUV光之反射率之觀點而言，保護膜3之厚度較佳為1.0 nm至8.0 nm，更佳為1.5 nm至6.0 nm。

【0050】

作為保護膜3之形成方法，可並無特別限制地採用與公知之膜形成方法相同者。作為具體例，可列舉濺鍍法及離子束濺鍍法。

【0051】**< <吸收體膜4> >**

於本實施形態之反射型光罩基底100中，於多層反射膜2或保護膜3之上形成有吸收EUV光之吸收體膜4。吸收體膜4具有吸收EUV光之功能。本實施形態之吸收體膜4具有緩衝層42、及設置於緩衝層42之上(與基板1為相反側)之吸收層44。本實施形態之反射型光罩基底100藉由包含吸收體膜4、與下述特定材料之蝕刻遮罩膜6而可實現抗蝕膜11及吸收體膜4之薄膜化，上述吸收體膜4包含：緩衝層42，其包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料；及吸收層44，其包含含有鉻(Cr)之材料。

【0052】

如下所述，本實施形態之吸收體膜4中之吸收層44包含含有Cr之材料。於將含有Cr之薄膜與將Ru作為主材料之保護膜3之表面相接地配置之情形時，會產生吸收層44與保護膜3之蝕刻選擇比不高之問題。因此，於本實施形態之吸收體膜4中，於吸收層44與保護膜3之間配置特定材料之緩衝層42。

【0053】

為了獲得構成本實施形態之反射型光罩基底100之吸收體膜4之緩衝層42及吸收層44之膜厚，進行如圖3～6所示之模擬。只要EUV光中之吸收體膜4之反射率為2%以下，便可用作用於半導體裝置之微影術之反射型光罩200。

【0054】

圖3～6所示之模擬所使用之結構為如下結構：於基板1上形成有Mo/Si週期膜之多層反射膜2、及將鈦作為材料之保護膜3(膜厚：3.5

nm)，進而於其上形成有緩衝層42(膜厚： d_2)及吸收層44(膜厚： d_1)。
Mo/Si週期膜之多層反射膜2設為將Si層之膜厚設為4.2 nm、將Mo層之膜厚設為2.8 nm，於基板1之上將單層之Si層及單層之Mo層作為1個週期而積層40個週期，並配置膜厚為4.0 nm之Si層作為最上層之結構。又，將吸收體膜4(吸收層44/緩衝層42)之膜厚設為 $D(=d_1+d_2)$ 。再者，由於本結構係研究製造反射型光罩200時之吸收體膜4之反射率與緩衝層42及吸收層44之膜厚之關係者，故而設為未配置蝕刻遮罩膜6之結構。原因在於在製造反射型光罩200時，最終會將蝕刻遮罩膜6去除。

【0055】

於圖3中示出將吸收層44(材料：CrN)之膜厚設為 d_1 、將緩衝層42(材料：TaBN)之膜厚設為 d_2 、並使緩衝層42之膜厚 d_2 於2~20 nm之範圍內變化時之吸收體膜4之膜厚 $D(=d_1+d_2, \text{nm})$ 與吸收體膜4之表面之EUV光之反射率(%)之關係。如圖3所示，因膜厚 D 所伴有之EUV光之干擾，而反射率對於膜厚 D 之變化顯示出振動性之動作。又，根據圖3能夠明確理解，於具有CrN之吸收層44及TaBN之緩衝層42之吸收體膜4之情形時，於吸收體膜4成為47 nm附近時，EUV光之反射率採用成為2%以下之極小值，於吸收體膜4成為55 nm附近時，反射率採用成為1%以下之極小值。再者，能夠理解於圖3所使用之結構之情形時，為了獲得2%以下之EUV光之反射率，吸收體膜4之膜厚 D 必須為至少46 nm左右以上。

【0056】

於圖3中，於吸收體膜4成為47 nm附近時，反射率採用成為2%以下之極小值，因此進而對吸收體膜4之膜厚為47 nm之情形時進行研究。圖4表示將吸收體膜4之膜厚 $D(=d_1+d_2)$ 設為47 nm、並使緩衝層42(材料：

TaBN)之膜厚 d_2 於0~47 nm之間變化時之吸收體膜4之表面之EUV光之反射率(%)。再者，隨著緩衝層42之膜厚 d_2 之變化，吸收層44(材料：CrN)之膜厚 d_1 於47~0 nm之間變化。如圖4所示，能夠理解於將吸收體膜4之膜厚 $D(=d_1+d_2)$ 設為47 nm之情形時，於緩衝層42(材料：TaBN)之膜厚 d_2 為0~24 nm附近(膜厚 d_2 大致為0~25 nm附近)之範圍內，EUV光之反射率成為2%以下。因此，只要TaBN之緩衝層42之膜厚 d_2 為25 nm以下，便可滿足EUV光之反射率為2%以下之要求。

【0057】

於圖5中示出除將緩衝層42之材料設為TaBO以外與圖3之情形相同之吸收體膜4之膜厚 $D(\text{nm})$ 與吸收體膜4之表面之EUV光之反射率(%)之關係。即，於圖5中示出將吸收層44(材料：CrN)之膜厚設為 d_1 、將緩衝層42(材料：TaBO)之膜厚設為 d_2 、並使緩衝層42之膜厚 d_2 於2~20 nm之範圍內變化時之吸收體膜4之膜厚 $D(=d_1+d_2, \text{nm})$ 與吸收體膜4之表面之EUV光之反射率(%)之關係。與圖3同樣地，於圖5中，因膜厚 D 所伴有之EUV光之干擾，而反射率對於膜厚 D 之變化顯示出振動性之動作。又，根據圖5能夠明確理解，於具有CrN之吸收層44及TaBO之緩衝層42之吸收體膜4之情形時，於吸收體膜4成為47 nm附近時，EUV光之反射率採用成為2%以下之極小值，於吸收體膜4成為55 nm附近時，反射率採用成為1%以下之極小值。再者，能夠理解於圖5所使用之結構之情形時，為了獲得2%以下之EUV光之反射率，於TaBO緩衝層之膜厚為10 nm以下時，吸收體膜4之膜厚 D 必須至少為46 nm左右以上。

【0058】

於圖5中，於吸收體膜4成為47 nm附近時，反射率採用成為2%以下

之極小值，因此與圖4之情形同樣地，進而對吸收體膜4之膜厚為47 nm之情形時進行研究。與圖4之情形同樣地，圖6表示將吸收體膜4之膜厚 $D(=d_1 + d_2)$ 設為47 nm、並使緩衝層42(材料：TaBO)之膜厚 d_2 於0~47 nm之間變化時之吸收體膜4之表面之EUV光之反射率(%)。再者，隨著緩衝層42之膜厚 d_2 之變化，吸收層44(材料：CrN)之膜厚 d_1 於47~0 nm之間變化。如圖6所示，能夠理解於將吸收體膜4之膜厚 $D(=d_1 + d_2)$ 設為47 nm之情形時，於緩衝層42(材料：TaBO)之膜厚 d_2 為0~14 nm附近(大致為0~15 nm附近)之範圍內，EUV光之反射率成為2%以下。因此，只要TaBO之緩衝層42之膜厚 d_2 為15 nm以下，便可滿足EUV光之反射率為2%以下之要求。

【0059】

於圖7中示出藉由模擬而獲得之吸收體膜4(吸收層44/緩衝層42)之膜厚 $D(=d_1 + d_2)$ 與吸收體膜4之表面之EUV光之反射率(%)之關係。模擬所使用之結構係於基板1上形成有Mo/Si週期膜之多層反射膜2、及將鈦作為材料之保護膜3(3.5 nm)、進而於其上形成有緩衝層42(膜厚： $d_2 = 2$ nm)及吸收層44(膜厚： d_1)之結構。再者，Mo/Si週期膜之多層反射膜2設為與上述圖3~6之模擬相同之結構。緩衝層42之材料設為TaBN及TaBO。為了進行參考，示出不具有緩衝層42之作為先前結構之TaBN膜單層之吸收體膜4之膜厚 D 與吸收體膜4之表面之EUV光之反射率(%)之關係。根據圖7看清於具有CrN吸收層44之吸收體膜4(吸收層44/緩衝層42)之情形時，與先前之TaBN膜單層之吸收體膜4相比，EUV光之反射率(%)大幅降低。因此，能夠理解藉由使用本實施形態之吸收體膜4，即便於薄於先前之吸收體膜4之情形時，亦可達成2%以下之反射率。

【0060】

又，為了作為緩衝層42而具有功能，緩衝層42之膜厚必須為0.5 nm以上。因此，可謂於本實施形態之反射型光罩基底100中，於緩衝層42包含含有鉭(Ta)之材料之情形時，為了達成2%以下之反射率，必須將緩衝層42之膜厚設為0.5 nm以上且25 nm以下。

【0061】

根據以上模擬之結果，對如下情況進行了說明：於使用TaBN及TaBO作為緩衝層42之材料之情形時，只要為特定膜厚之範圍，即便於薄於先前之吸收體膜4之情形時，亦可達成2%以下之反射率。於使用含有矽(Si)之材料作為緩衝層42之材料之情形時進行相同之模擬，獲得相同之結果。

【0062】

即，藉由與上述相同之模擬獲得如下結果：於本實施形態之反射型光罩基底100中，於緩衝層42包含含有矽(Si)之材料之情形時，為了達成2%以下之反射率，亦必須將緩衝層42之膜厚設為0.5 nm以上且17 nm以下。又，獲得如下結果：於緩衝層42包含含有矽(Si)之材料之情形時，為了獲得2%以下之EUV光之反射率，吸收體膜4之膜厚D亦必須至少為46 nm左右以上。

【0063】

繼而，對緩衝層42包含含有鉭(Ta)之材料之情形進而進行說明。

【0064】

本實施形態之反射型光罩基底100較佳為緩衝層42之材料係含有鉭(Ta)、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。又，更佳為緩衝層42之材料係含有鉭(Ta)、及選自氧(O)、氮(N)、硼(B)及氫(H)中之1種以上之元素之材料。根據上述模擬結果明白藉由將緩衝層42之材料設為特定之鉭(Ta)系材料，即便於薄於先前之吸收體膜4之情形時，亦可達成2%以下之反射率。

【0065】

又，藉由使緩衝層42之材料為特定之包含鉭(Ta)之材料，於包含含有鉻(Cr)之材料之吸收層44之蝕刻時，可選擇實質上不會進行緩衝層42之蝕刻之蝕刻氣體。

【0066】

本實施形態之反射型光罩基底100較佳為緩衝層42之材料包含鉭(Ta)、及選自氮(N)及硼(B)中之至少一種元素，且緩衝層42之膜厚為25 nm以下。又，如圖4所示，緩衝層42之膜厚較薄者可使EUV光反射率進一步降低，並且可縮小相對於膜厚之振動。因此，緩衝層42之膜厚更佳為15 nm以下，進而較佳為10 nm以下，尤佳為未達4 nm。再者，緩衝層42之材料亦可設為包含鉭(Ta)及氮(N)而不包含硼(B)。又，緩衝層42之材料亦可設為包含鉭(Ta)及硼(B)而不包含氮(N)。藉由將緩衝層42之材料設為包含鉭(Ta)、及選自氮(N)及硼(B)中之至少一種元素之材料，於吸收層44為包含含有鉻(Cr)之材料之層之情形時，亦可避免與保護膜3和吸收層44之間之蝕刻選擇比相關之問題，從而可選擇適當之蝕刻氣體。又，由於可使吸收體膜4之膜厚較薄，故而可進一步降低反射型光罩200之陰影效應。

【0067】

緩衝層42中之鉭含量較佳為50原子%以上，更佳為70原子%以上。

緩衝層42中之鉭含量較佳為95原子%以下。緩衝層42中之氮與硼之合計含量較佳為50原子%以下，更佳為30原子%以下。緩衝層42中之氮與硼之合計含量較佳為5原子%以上。氮之含量較佳為少於硼之含量。原因在於氮之含量較少者於氟氣體之蝕刻速率加快而容易將緩衝層42去除。緩衝層42中之氫含量較佳為0.1原子%以上，較佳為5原子%以下，更佳為3原子%以下。

【0068】

包含含有鉭(Ta)、及選自氮(N)及硼(B)中之至少一種元素之材料之本實施形態之緩衝層42可藉由氟系氣體或不包含氧之氟系氣體進行蝕刻。

【0069】

作為氟系氣體，可使用 CF_4 、 CHF_3 、 C_2F_6 、 C_3F_6 、 C_4F_6 、 C_4F_8 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、 C_3F_8 、 SF_6 、及 F_2 等。作為氟系氣體，可使用 Cl_2 、 SiCl_4 、 CHCl_3 、 CCl_4 、及 BCl_3 等。又，該等蝕刻氣體可視需要進而包含He及/或Ar等惰性氣體。

【0070】

本實施形態之反射型光罩基底100較佳為緩衝層42之材料包含鉭(Ta)及氧(O)，且緩衝層42之膜厚為15 nm以下。又，如圖6所示，緩衝層42之膜厚較薄者可進一步降低EUV光反射率，並且可減小相對於膜厚之振動，故而緩衝層42之膜厚更佳為10 nm以下，進而較佳為未達4 nm。再者，緩衝層42之材料除包含鉭(Ta)及氧(O)以外，亦可包含硼(B)及/或氫(H)。藉由將緩衝層42之材料設為包含鉭(Ta)及氧(O)之材料，於吸收層44為包含含有鉻(Cr)之材料之層之情形時，亦可避免與保護膜3和吸收層44之間之蝕刻選擇比相關之問題，從而可選擇適當之蝕刻氣體。又，由於可使吸收

體膜4之膜厚較薄，故而可進一步降低反射型光罩200之陰影效應。

【0071】

緩衝層42中之鉭含量較佳為50原子%以上，更佳為70原子%以上。緩衝層42中之鉭含量較佳為95原子%以下。緩衝層42中之氧含量較佳為70原子%以下，更佳為60原子%以下。就蝕刻容易性之觀點而言，緩衝層42中之氮含量較佳為10原子%以上。緩衝層42中之氫含量較佳為0.1原子%以上，較佳為5原子%以下，更佳為3原子%以下。

【0072】

包含含有鉭(Ta)及氧(O)之材料之本實施形態之緩衝層42可藉由上述氟系氣體進行蝕刻。

【0073】

繼而，對緩衝層42包含含有矽之材料之情形進行說明。

【0074】

本實施形態之反射型光罩基底100較佳為緩衝層42之材料係矽、矽化合物、包含矽及金屬之金屬矽、或包含矽化合物及金屬之金屬矽化合物之材料，矽化合物之材料包含矽、及選自氧(O)、氮(N)、碳(C)及氫(H)中之至少一種元素。又，更佳為蝕刻遮罩膜6之材料中之矽化合物之材料包含矽、及選自氧(O)及氮(N)中之至少一種元素。

【0075】

作為包含矽之材料，具體而言，可列舉：SiO、SiN、SiON、SiC、SiCO、SiCN、SiCON、MoSi、MoSiO、MoSiN、及MoSiON等。作為包含矽之材料，較佳為使用SiO、SiN或SiON。再者，材料可於可獲得本發明之效果之範圍內含有矽以外之半金屬或金屬。又，作為金屬矽化合物，

可使用矽化鉬。

【0076】

與上述鉬系材料之緩衝層42之情形同樣地，於緩衝層42為矽系之材料之情形時，亦可避免與保護膜3和吸收層44之間之蝕刻選擇比相關之問題，且可使吸收體膜4之膜厚較薄。因此，可進一步降低反射型光罩200之陰影效應。

【0077】

緩衝層42較佳為利用與下述蝕刻遮罩膜6相同之材料形成。該結果為於對緩衝層42進行圖案化時可將蝕刻遮罩膜6同時去除。又，亦可利用相同材料形成緩衝層42與蝕刻遮罩膜6，並使組成比相互不同。又，亦可為緩衝層42係由含有鉬之材料形成，蝕刻遮罩膜6係由含有矽之材料形成。又，亦可為緩衝層42係由含有矽之材料形成，蝕刻遮罩膜6係由含有鉬之材料形成。

【0078】

就抑制吸收體膜4之蝕刻時對保護膜3造成損傷而導致光學特性改變之觀點而言，緩衝層42之膜厚為0.5 nm以上，較佳為1 nm以上，更佳為2 nm以上。又，就使吸收體膜4與緩衝層42之合計膜厚較薄、即降低吸收體圖案4a之高度之觀點而言，緩衝層42之膜厚較佳為25 nm以下，更佳為15 nm以下，進而較佳為10 nm以下，尤佳為未達4 nm。

【0079】

又，緩衝層42之消光係數可設為0.01以上且未達0.035。

【0080】

又，於同時對緩衝層42及蝕刻遮罩膜6進行蝕刻之情形時，緩衝層42

之膜厚較佳為與蝕刻遮罩膜6之膜厚相同或薄於蝕刻遮罩膜6之膜厚。進而，於(緩衝層42之膜厚) $\leq$ (蝕刻遮罩膜6之膜厚)之情形時，較佳為滿足(緩衝層42之蝕刻速度) $\leq$ (蝕刻遮罩膜6之蝕刻速度)之關係。

【0081】

包含含有矽之材料之緩衝層42可藉由氟系氣體進行蝕刻。

【0082】

繼而，對本實施形態之吸收體膜4中所包含之吸收層44進行說明。

【0083】

於實施形態之反射型光罩基底100中，主要於吸收層44中進行EUV光之吸收。因此，吸收層44之材料包含含有消光係數相對較大之鉻(Cr)之材料。因此，吸收層44之材料相較於緩衝層42而言對EUV光之消光係數較大。吸收層44之消光係數較佳為0.035以上。

【0084】

吸收層44之材料較佳為包含鉻(Cr)、及選自氮(N)及碳(C)中之至少一種元素之材料。再者，吸收層44之材料可於不對消光係數k造成不良影響之範圍內包含鉻(Cr)、氮(N)及碳(C)以外之成分、例如氧(O)及/或氫(H)等。藉由利用包含消光係數k較大之鉻(Cr)之特定材料形成吸收層44，可獲得相較於包含鉭(Ta)之材料而消光係數k較大之吸收層44。因此，可使吸收體膜4之膜厚較薄，因此可進一步降低反射型光罩200之陰影效應。

【0085】

吸收層44之材料係包含鉻(Cr)、及選自氮(N)及碳(C)中之至少一種元素之鉻化合物。作為鉻化合物，例如可列舉：CrN、CrC、CrON、CrCO、CrCN、CrCON、CrBN、CrBC、CrBON、CrBCN及CrBOCN

等。為了增大吸收層44之消光係數，較佳為設為不包含氧之材料。於該情形時，亦可提高相對於氯系氣體之蝕刻選擇比。作為不包含氧之鉻化合物，例如可列舉：CrN、CrC、CrCN、CrBN、CrBC及CrBCN等。鉻化合物之Cr含量較佳為50原子%以上且未達100原子%，更佳為80原子%以上且未達100原子%。鉻化合物之氮(N)含量較佳為5原子%以上，較佳為20原子%以下，更佳為15原子%以下。又，於本說明書中，所謂「不包含氧」，相當於鉻化合物中之氧之含量為10原子%以下，較佳為5原子%以下。再者，材料可於可獲得本發明之效果之範圍內含有鉻以外之金屬。

【0086】

於本實施形態之反射型光罩基底100中，較佳為吸收層44之材料包含鉻(Cr)及氮(N)，且吸收層44之膜厚為25 nm以上且未達60 nm。又，吸收層44之膜厚之上限更佳為未達50 nm。又，吸收層44之膜厚之下限更佳為35 nm以上，進而較佳為45 nm以上。藉由將吸收層44之材料設為包含鉻(Cr)及氮(N)之材料，可將吸收層44之膜厚設為上述膜厚，因此可使吸收體膜4之膜厚薄於先前。因此，可進一步降低反射型光罩200之陰影效應。

【0087】

包含含有鉻(Cr)之材料之本實施形態之吸收層44可藉由上述氯系氣體及氧氣之混合氣體進行蝕刻。

【0088】

於目的在於吸收EUV光之吸收體膜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1%以下之方式設定膜厚。又，為了抑制陰影效應，要求將吸收體膜4之膜厚設為未達60 nm、較佳為50 nm以下。

【0089】

又，亦可於吸收體膜4(吸收層44)之表面形成氧化層。藉由於吸收體膜4(吸收層44)之表面形成氧化層，可提高所獲得之反射型光罩200之吸收體圖案4a之洗淨耐受性。氧化層之厚度較佳為1.0 nm以上，更佳為1.5 nm以上。又，氧化層之厚度較佳為5 nm以下，更佳為3 nm以下。於氧化層之厚度未達1.0 nm之情形時，過薄而無法期待效果，若超過5 nm，則對針對光罩檢查光之表面反射率造成之影響較大，而用以獲得特定表面反射率之控制變得困難。

【0090】

氧化層之形成方法可列舉如下等：對成膜吸收體膜4(吸收層44)後之光罩基底進行溫水處理、臭氧水處理、含有氧之氣體中之加熱處理、含有氧之氣體中之紫外線照射處理及O₂電漿處理等。又，於成膜吸收體膜4(吸收層44)後將吸收體膜4(吸收層44)之表面曝露於大氣中之情形時，存在於表層形成因自然氧化而形成之氧化層之情況。尤其是視情形形成膜厚為1~2 nm之氧化層。

【0091】

<<蝕刻遮罩膜6>>

本實施形態之反射型光罩基底100之蝕刻遮罩膜6包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料。又，蝕刻遮罩膜6之膜厚為0.5 nm以上且14 nm以下。

【0092】

藉由具有適當之蝕刻遮罩膜6，可獲得可進一步降低反射型光罩200之陰影效應並且可形成微細且高精度之吸收體圖案之反射型光罩基底100。

【0093】

如圖1所示，蝕刻遮罩膜6形成於吸收體膜4之上。作為蝕刻遮罩膜6之材料，使用吸收層44相對於蝕刻遮罩膜6之蝕刻選擇比較高之材料。此處所謂，「相對於A之B之蝕刻選擇比」，係指作為不欲進行蝕刻之層(成為光罩之層)之A與作為欲進行蝕刻之層之B之蝕刻速率之比。具體而言，係藉由「B相對於A之蝕刻選擇比=B之蝕刻速度/A之蝕刻速度」之式而特定。又，所謂「選擇比較高」，係指相對於比較對象，上述定義之選擇比之值較大。吸收層44相對於蝕刻遮罩膜6之蝕刻選擇比較佳為1.5以上，進而較佳為3以上。

【0094】

本實施形態之反射型光罩基底100較佳為蝕刻遮罩膜6之材料係含有鉭(Ta)、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。又，更佳為蝕刻遮罩膜6之材料係含有鉭(Ta)、及選自氧(O)、氮(N)、硼(B)及氫(H)中之1種以上之元素之材料。藉由使蝕刻遮罩膜6之材料為包含鉭(Ta)之特定材料，可形成包含含有鉻(Cr)之材料之吸收層44對蝕刻氣體具有耐受性之蝕刻遮罩膜6。

【0095】

蝕刻遮罩膜6中之鉭含量較佳為50原子%以上，更佳為70原子%以上。蝕刻遮罩膜6中之鉭含量較佳為95原子%以下。蝕刻遮罩膜6中之氧含量較佳為70原子%以下，更佳為60原子%以下。就蝕刻容易性之觀點而言，蝕刻遮罩膜6中之氮含量較佳為10原子%以上。蝕刻遮罩膜6中之氫含量較佳為0.1原子%以上，較佳為5原子%以下，更佳為3原子%以下。

【0096】

本實施形態之反射型光罩基底100較佳為蝕刻遮罩膜6之材料係含有鉭(Ta)、及選自氮(N)、碳(C)、硼(B)及氫(H)中之1種以上之元素且不含氧(O)之材料。又，更佳為蝕刻遮罩膜6之材料係含有鉭(Ta)、及選自氮(N)、硼(B)及氫(H)中之1種以上之元素且不含氧(O)之材料。藉由使蝕刻遮罩膜6之材料為包含鉭(Ta)且不含氧(O)之特定材料，可獲得品質更穩定之蝕刻遮罩膜6。再者，於本說明書中，所謂「不包含氧」，相當於鉭化合物中之氧之含量為10原子%以下，較佳為5原子%以下。

【0097】

蝕刻遮罩膜6中之鉭含量較佳為50原子%以上，更佳為70原子%以上。蝕刻遮罩膜6中之鉭含量較佳為95原子%以下。蝕刻遮罩膜6中之氮與硼之合計含量較佳為50原子%以下，更佳為30原子%以下。蝕刻遮罩膜6中之氮與硼之合計含量較佳為5原子%以上。氮之含量較佳為少於硼之含量。原因在於氮之含量較少者於氯氣體中之蝕刻速率加快而容易將蝕刻遮罩膜6去除。蝕刻遮罩膜6中之氫含量較佳為0.1原子%以上，較佳為5原子%以下，更佳為3原子%以下。

【0098】

再者，蝕刻遮罩膜6之表面附近之部分(表層)可包含氧(O)。於形成蝕刻遮罩膜6時，即便於使用不含氧(O)之材料之情形時，亦存在蝕刻遮罩膜6之表層包含源自自然氧化膜之氧之情形。於形成蝕刻遮罩膜6時，較佳為使用不含氧(O)之材料。藉由使蝕刻遮罩膜6之表層以外之部分不含氧(O)，可獲得品質更穩定之蝕刻遮罩膜6。

【0099】

包含含有鉭(Ta)之材料之本實施形態之蝕刻遮罩膜6可藉由上述氟系

氣體或不包含氧之氯系氣體進行蝕刻。又，包含不包含氧且含有鉭(Ta)之材料之本實施形態之蝕刻遮罩膜6可藉由不包含氧之上述氯系氣體進行蝕刻。

【0100】

本實施形態之蝕刻遮罩膜6之材料可使用含有矽之材料。較佳為含有矽之材料係矽、矽化合物、包含矽及金屬之金屬矽、或包含矽化合物及金屬之金屬矽化合物之材料，矽化合物之材料係包含矽、及選自氧(O)、氮(N)、碳(C)及氫(H)中之至少一種元素之材料。又，更佳為蝕刻遮罩膜6之材料中之矽化合物之材料係包含矽、及選自氧(O)及氮(N)中之至少一種元素之材料。藉由使蝕刻遮罩膜6之材料為包含矽(Si)之特定材料，可形成包含含有鉻(Cr)之材料之吸收層44對蝕刻氣體具有耐受性之蝕刻遮罩膜6。

【0101】

作為包含矽之材料，具體而言，可列舉：SiO、SiN、SiON、SiC、SiCO、SiCN、SiCON、MoSi、MoSiO、MoSiN、及MoSiON等可。作為包含矽之材料，較佳為使用SiO、SiN或SiON。再者，材料可於可獲得本發明之效果之範圍內含有矽以外之半金屬或金屬。又，作為金屬矽化合物，可使用矽化鉬。

【0102】

包含含有矽之材料之蝕刻遮罩膜6可藉由氟系氣體進行蝕刻。

【0103】

就獲得作為將轉印圖案高精度地形成於吸收體膜4之蝕刻遮罩之功能之觀點而言，蝕刻遮罩膜6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，就使抗蝕膜11之膜厚較薄之觀

點而言，蝕刻遮罩膜6之膜厚為14 nm以下，較佳為12 nm以下，更佳為10 nm以下。

【0104】

蝕刻遮罩膜6與緩衝層42可為相同材料。又，蝕刻遮罩膜6與緩衝層42亦可設為包含相同金屬之組成比不同之材料。於蝕刻遮罩膜6及緩衝層42包含鉭之情形時，可使蝕刻遮罩膜6之鉭含量多於緩衝層42之鉭含量，且使蝕刻遮罩膜6之膜厚厚於緩衝層42之膜厚。於蝕刻遮罩膜6及緩衝層42包含氫之情形時，可使蝕刻遮罩膜6之氫含量多於緩衝層42之氫含量。

【0105】

<<抗蝕膜11>>

本實施形態之反射型光罩基底100可於蝕刻遮罩膜6之上具有抗蝕膜11。本實施形態之反射型光罩基底100亦包含具有抗蝕膜11之形態。於本實施形態之反射型光罩基底100中，藉由選擇適當之材料及/或適當之膜厚之吸收體膜4(緩衝層42及吸收層44)及蝕刻氣體，亦可實現抗蝕膜11之薄膜化。

【0106】

作為抗蝕膜11之材料，例如可使用化學增幅型抗蝕劑(CAR：chemically-amplified resist)。藉由使抗蝕膜11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。

【0107】

<<背面導電膜5>>

於基板1之第2主面(背面)側(多層反射膜2形成面之相反側)通常形成

有靜電吸盤用之背面導電膜5。靜電吸盤用之背面導電膜5所要求之電特性(薄片電阻)通常為 $100\ \Omega/\square(\Omega/\text{Square})$ 以下。背面導電膜5之形成方法例如可藉由磁控濺鍍法或離子束濺鍍法並使用鉻或鉭等金屬、與其等之合金之靶而形成。

【0108】

背面導電膜5之包含鉻(Cr)之材料較佳為Cr中含有選自硼、氮、氧、及碳中之至少一者之Cr化合物。作為Cr化合物，例如可列舉：CrN、CrON、CrCN、CrCON、CrBN、CrBON、CrBCN及CrBOCN等。

【0109】

作為背面導電膜5之包含鉭(Ta)之材料，較佳為使用Ta(鉭)、含有Ta之合金、或於該等之任一者中含有硼、氮、氧及碳之至少一者之Ta化合物。作為Ta化合物，例如可列舉：TaB、TaN、TaO、TaON、TaCON、TaBN、TaBO、TaBON、TaBCON、TaHf、TaHfO、TaHfN、TaHfON、TaHfCON、TaSi、TaSiO、TaSiN、TaSiON、及TaSiCON等。

【0110】

作為包含鉭(Ta)或鉻(Cr)之材料，較佳為其表層所存在之氮(N)較少。具體而言，包含鉭(Ta)或鉻(Cr)之材料之背面導電膜5之表層之氮之含量較佳為未達5原子%，更佳為實質上表層不含氮。原因在於在包含鉭(Ta)或鉻(Cr)之材料之背面導電膜5中，表層之氮之含量較少者耐磨耗性提高。

【0111】

背面導電膜5較佳為包括包含鉭及硼之材料。藉由使背面導電膜5包括包含鉭及硼之材料，可獲得具有耐磨耗性及藥液耐受性之導電膜。於

背面導電膜5包含鉭(Ta)及硼(B)之情形時，B含量較佳為5～30原子%。用於背面導電膜5之成膜之濺鍍靶中之Ta及B之比率(Ta：B)較佳為95：5～70：30。

【0112】

背面導電膜5之厚度只要滿足作為靜電吸盤用之功能，則並無特別限定。背面導電膜5之厚度通常為10 nm至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與來自形成於第1主面側之各種膜之應力取得平衡性，並以獲得平坦之反射型光罩基底100之方式進行調整。

【0113】

<反射型光罩200及其製造方法>

本實施形態之反射型光罩200具有上述反射型光罩基底100中之吸收體膜4經圖案化所得之吸收體圖案4a。

【0114】

反射型光罩200之吸收體圖案4a可吸收EUV光，並於吸收體圖案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，可將特定之微細轉印圖案轉印至被轉印物。

【0115】

可使用本實施形態之反射型光罩基底100製造反射型光罩200。此處僅進行概要說明，之後於實施例中一面參照圖式一面詳細地進行說明。

【0116】

準備反射型光罩基底100。於形成於反射型光罩基底100之第1主面之吸收體膜4之上之蝕刻遮罩膜6之上形成抗蝕膜11(具備抗蝕膜11作為反射

型光罩基底100情形無用)。於該抗蝕膜11描繪(曝光)所需圖案，進而進行顯影、沖洗，藉此形成特定之抗蝕圖案11a。

【0117】

於反射型光罩基底100之情形時，將該抗蝕圖案11a作為遮罩對蝕刻遮罩膜6進行蝕刻，形成蝕刻遮罩圖案6a。利用氧灰化或熱硫酸等濕式處理將抗蝕圖案11a剝離。繼而，將蝕刻遮罩圖案6a作為遮罩對吸收層44進行蝕刻，藉此形成吸收層圖案44a。繼而，將所露出之蝕刻遮罩圖案6a及吸收層圖案44a作為遮罩對緩衝層42進行蝕刻而形成緩衝層圖案42a。將蝕刻遮罩圖案6a去除，形成包含吸收層圖案44a及緩衝層圖案42a之吸收體圖案4a。最後，進行使用酸性或鹼性水溶液之濕式洗淨。

【0118】

再者，關於蝕刻遮罩圖案6a之去除，亦可於緩衝層42之圖案化時與緩衝層42同時進行蝕刻而去除。

【0119】

於本實施形態之反射型光罩200中，可不將蝕刻遮罩圖案6a去除而使其殘留於吸收體圖案4a之上。但是，於該情形時，必須將蝕刻遮罩圖案6a作為均勻之薄膜殘留。就避免蝕刻遮罩圖案6a之作為薄膜之不均勻性之方面而言，於本實施形態之反射型光罩200中，較佳為不配置蝕刻遮罩圖案6a而將其去除。

【0120】

本實施形態之反射型光罩200之製造方法較佳為藉由包含氟系氣體之乾式蝕刻氣體對上述本實施形態之反射型光罩基底100之蝕刻遮罩膜6進行圖案化。於含有鉭(Ta)之蝕刻遮罩膜6之情形時，可使用氟系氣體良好地進

行乾式蝕刻。又，較佳為藉由包含氯系氣體及氧氣之乾式蝕刻氣體對吸收層44進行圖案化。包含含有鉻(Cr)之材料之吸收層可使用包含氯系氣體及氧氣之乾式蝕刻氣體良好地進行乾式蝕刻。又，較佳為藉由包含氯系氣體之乾式蝕刻氣體對緩衝層42進行圖案化。於含有鉭(Ta)之緩衝層42之情形時，可使用包含氯系氣體之乾式蝕刻氣體良好地進行乾式蝕刻。如此，可形成反射型光罩200之吸收體圖案4a。

【0121】

藉由以上步驟，獲得陰影效應較少之具有高精度微細圖案之反射型光罩200。

【0122】

<半導體裝置之製造方法>

本實施形態之半導體裝置之製造方法具有如下步驟：將本實施形態之反射型光罩200設置於具有發出EUV光之曝光光源之曝光裝置，將轉印圖案轉印至形成於被轉印基板上之抗蝕膜。

【0123】

根據本實施形態之半導體裝置之製造方法，可將可使吸收體膜4之膜厚較薄、可降低陰影效應且形成有微細且高精度之吸收體膜4之反射型光罩200用於製造半導體裝置。因此，可製造具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

【0124】

藉由使用上述本實施形態之反射型光罩200進行EUV曝光，可抑制因陰影效應而導致之轉印尺寸精度之降低而於半導體基板上形成基於反射型光罩200上之吸收體圖案4a之所需轉印圖案。又，由於吸收體圖案4a係側

壁粗糙度較少之微細且高精度之圖案，故而可以較高之尺寸精度於半導體基板上形成所需圖案。除該微影術步驟以外，亦可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而製造形成有所需電子電路之半導體裝置。

【0125】

若更詳細地進行說明，則EUV曝光裝置係由產生EUV光之雷射電漿光源、照明光學系統、光罩台系統、縮小投影光學系統、晶圓台系統、及真空設備等構成。光源具備碎片捕獲功能與截斷曝光之光以外之長波長之光之截止濾光鏡及真空差動排氣用之設備等。照明光學系統與縮小投影光學系統係由反射型鏡構成。EUV曝光用反射型光罩200由形成於其第2主面之導電膜靜電吸附而被載置於光罩台。

【0126】

EUV光源之光經過照明光學系統以相對於反射型光罩200垂直面傾斜 6° 至 8° 之角度照射至反射型光罩200。對於該入射光之來自反射型光罩200之反射光沿著與入射相反之方向且以與入射角度相同之角度反射(正反射)，通常被導入具有1/4之縮小比之反射型投影光學系統，而對載置於晶圓台上之晶圓(半導體基板)上之抗蝕劑進行曝光。此期間內，至少EUV光所通過之場所被真空排氣。又，於該曝光時，以與縮小投影光學系統之縮小比對應之速度同步對光罩台與晶圓台進行掃描並經由狹縫進行曝光之掃描曝光成為主流。並且，對該已曝光之抗蝕膜進行顯影，藉此可於半導體基板上形成抗蝕圖案。於本發明中，使用具有作為陰影效應較小之薄膜而且側壁粗糙度較少之高精度之吸收體圖案4a的光罩。因此，形成於半導體基板上之抗蝕圖案成為具有較高之尺寸精度之所需者。並且，藉由使用該

抗蝕圖案作為遮罩實施蝕刻等，例如可於半導體基板上形成特定之配線圖案。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、或者退火步驟等其他必要之步驟而製造半導體裝置。

[實施例]

【0127】

以下，一面參照圖式一面對實施例進行說明。再者，於實施例中，對於相同之構成要素使用相同之符號，並將說明簡略化或省略。

【0128】

[實施例1]

實施例1之反射型光罩基底100如圖1所示，具有背面導電膜5、基板1、多層反射膜2、保護膜3、吸收體膜4、及蝕刻遮罩膜6。吸收體膜4包含緩衝層42及吸收層44。並且，如圖2(a)所示，於吸收體膜4上形成抗蝕膜11。圖2(a)至(e)係表示由反射型光罩基底100製作反射型光罩200之步驟之要部剖面模式圖。

【0129】

於下述說明中，成膜後之薄膜之元素組成係藉由拉塞福逆散射分析法進行測定。

【0130】

首先，對實施例1(實施例1-1至1-5)之反射型光罩基底100進行說明。

【0131】

準備作為第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×6.35 mm)之低熱膨脹玻璃基板之SiO₂-TiO₂系玻璃基板作為

基板1。以成為平坦且平滑之主表面之方式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。

【0132】

藉由磁控濺鍍(反應性濺鍍)法並以下述條件於 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 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 N_2 之混合氣體環境(Ar：90%、N：10%)、膜厚20 nm。

【0133】

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為了製成適合波長13.5 nm之EUV光之多層反射膜2而製成包含Mo與Si之週期多層反射膜2。多層反射膜2係使用Mo靶與Si靶，於Ar氣體環境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之厚度成膜Si膜，繼而，以2.8 nm之厚度成膜Mo膜。將其設為1個週期，並以相同之方式積層40個週期，最後以4.0 nm之厚度成膜Si膜，而形成多層反射膜2。此處設為40個週期，但並不限定於此，例如亦可為60個週期。於設為60個週期之情形時，雖然相較於40個週期步驟數增加，但可提高對EUV光之反射率。

【0134】

繼而，於Ar氣體環境中，藉由使用Ru靶之離子束濺鍍法以3.5 nm之膜厚成膜包含Ru膜之保護膜3。

【0135】

繼而，於保護膜3之上形成包含緩衝層42及吸收層44之吸收體膜4。

再者，於表1中示出實施例1之保護膜3、緩衝層42、吸收層44、蝕刻遮罩膜6之材料、消光係數、材料之組成比、蝕刻氣體及膜厚。

【0136】

具體而言，首先，藉由DC(direct current，直流)磁控濺鍍法形成包含TaBN膜之緩衝層42。TaBN膜係使用TaB混合燒結靶，於Ar氣體與N₂氣體之混合氣體環境中利用反應性濺鍍如表1所示般以2～20 nm之膜厚成膜。

【0137】

如表1所示，實施例1-1至1-5之TaBN膜之元素比率係Ta為75原子%，B為12原子%，N為13原子%。又，如表1所示，TaBN膜(緩衝層42)於波長13.5 nm下之消光係數k為0.030。

【0138】

繼而，藉由磁控濺鍍法形成包含CrN膜之吸收層44。CrN膜係使用Cr靶於Ar氣體與N₂氣體之混合氣體環境中利用反應性濺鍍如表1所示般以27～46 nm之膜厚成膜。

【0139】

如表1所示，實施例1-1至1-5之CrN膜之元素比率係Cr為90原子%，N為10原子%。又，如表1所示，CrN膜(吸收層44)於波長13.5 nm下之消光係數k為0.038。

【0140】

繼而，藉由DC磁控濺鍍法於吸收層44之上形成包含TaBO膜之蝕刻遮罩膜6。TaBO膜係使用TaB靶於Ar氣體與氧氣(O₂)之混合氣體環境利用反應性濺鍍如表1所示般以6 nm之膜厚成膜。

【0141】

如表1所示，實施例1-1至1-5之TaBO膜之元素比率係Ta為41原子%，B為6原子%，O為53原子%。

【0142】

以如上方式製造實施例1-1至1-5之反射型光罩基底100。

【0143】

繼而，使用上述實施例1-1至1-5之反射型光罩基底100製造實施例1之反射型光罩200。

【0144】

於反射型光罩基底100之蝕刻遮罩膜6之上以80 nm之厚度形成抗蝕膜11(圖2(a))。抗蝕膜11之形成使用化學增幅型抗蝕劑(CAR)。於該抗蝕膜11描繪(曝光)所需圖案，進而進行顯影、沖洗，藉此形成特定之抗蝕圖案11a(圖2(b))。繼而，將抗蝕圖案11a作為遮罩，使用CF₄氣體與He氣體之混合氣體(CF₄ + He氣體)進行TaBO膜(蝕刻遮罩膜6)之乾式蝕刻，藉此形成蝕刻遮罩圖案6a(圖2(c))。利用氧灰化將抗蝕圖案11a剝離。將蝕刻遮罩圖案6a作為遮罩，使用Cl₂氣體與氧氣(O₂)之混合氣體(Cl₂ + 氧氣(O₂))進行CrN膜(吸收層44)之乾式蝕刻，藉此形成吸收層圖案44a(圖2(d))。

【0145】

其後，藉由使用Cl₂氣體之乾式蝕刻使緩衝層42圖案化。TaO系之薄膜對氯系氣體之乾式蝕刻之耐受性較高，實施例1-1至1-5之蝕刻遮罩膜6係TaBO膜(TaO系之薄膜)，因此於利用Cl₂氣體對緩衝層42進行乾式蝕刻時，6 nm之蝕刻遮罩膜6具有充分之蝕刻耐受性。其後，藉由CF₄氣體與He氣體之混合氣體將蝕刻遮罩圖案6a去除(圖2(e))。最後進行使用純水

(DIW)之濕式洗淨，製造實施例1-1至1-5之反射型光罩200。

【0146】

再者，可視需要於濕式洗淨後進行光罩缺陷檢查，並適當進行光罩缺陷修正。

【0147】

針對以如上方式製造之實施例1-1至1-5之反射型光罩200，測定波長13.5 nm下之吸收體圖案4a之EUV光反射率。於表1之「EUV光反射率」欄示出實施例1-1至1-5之EUV光反射率。

【0148】

於實施例1-1至1-5之反射型光罩200中，包含緩衝層42及吸收層44之吸收體圖案4a之膜厚為47～48 nm，可薄於先前之由Ta系材料形成之吸收體膜4，從而可降低陰影效應。又，實施例1-1至1-5之吸收體膜4之EUV光反射率為2%以下。

【0149】

將實施例1-1至1-5中所製作之反射型光罩200設置於EUV掃描儀，對於半導體基板上形成有被加工膜與抗蝕膜之晶圓進行EUV曝光。接下來，對該已曝光之抗蝕膜進行顯影，藉此於形成有被加工膜之半導體基板上形成抗蝕圖案。

【0150】

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

【0151】

[實施例2(實施例2-1至2-3)及參考例1(參考例1-1及1-2)]

於表2中示出實施例2及參考例1之保護膜3、緩衝層42、吸收層44、蝕刻遮罩膜6之材料、消光係數、材料之組成比、蝕刻氣體及膜厚。實施例2及參考例1係將緩衝層42設為TaBO膜、將蝕刻遮罩膜6設為TaBN膜之情形時之實施例，並且將膜厚如表2所示般設定，除此以外，基本與實施例1相同。緩衝層42之TaBO膜之成膜與實施例1之蝕刻遮罩膜6之TaBO膜之成膜同樣地進行。如表2所示，TaBO膜(緩衝層42)於波長13.5 nm下之消光係數k為0.023。又，蝕刻遮罩膜6之TaBN膜之成膜與實施例1之緩衝層42之TaBN膜之成膜同樣地進行。

【0152】

繼而，使用上述實施例2及參考例1之反射型光罩基底100，與實施例1之情形同樣地製造實施例2及參考例1之反射型光罩200。於表2中示出製造實施例2及參考例1之反射型光罩200時用於緩衝層42、吸收層44及蝕刻遮罩膜6之蝕刻之蝕刻氣體之種類。再者，TaN系之薄膜可藉由氟系氣體之乾式蝕刻進行蝕刻。實施例2及參考例1之蝕刻遮罩膜6係TaBN膜(TaN系之薄膜)，因此於利用CF₄氣體及He氣體之混合氣體對緩衝層42進行乾式蝕刻時同時被蝕刻。因此，於實施例2及參考例1中，如表2所示，使蝕刻遮罩膜6之膜厚厚於緩衝層42。

【0153】

針對以如上方式製造之實施例2-1至2-3與參考例1-1及1-2之反射型光罩200，測定波長13.5 nm下之吸收體圖案4a之EUV光反射率。於表2之「EUV光反射率」欄示出實施例2-1至2-3與參考例1-1及1-2之EUV光反射率。

【0154】

如表2所示，實施例2-1至2-3之EUV光反射率為2%以下。相對於此，於參考例1-1及1-2中，EUV光反射率超過2%。於參考例1-1及1-2中，認為消光係數較大之吸收層44之膜厚成為32 nm以下，吸收層44中之EUV光之吸收未充分地進行而反射率增高。於如實施例2及參考例1般使用緩衝層42之消光係數為0.025以下之材料之情形時，可謂吸收層44至少必須為35 nm。

【0155】

於實施例2-1至2-3之反射型光罩200中，包含緩衝層42及吸收層44之吸收體圖案4a之膜厚為47~48 nm，可薄於先前之由Ta系材料形成之吸收體膜4，從而可降低陰影效應。

【0156】

將實施例2-1至2-3中所製作之反射型光罩200設置於EUV掃描儀，對於半導體基板上形成有被加工膜與抗蝕膜之晶圓進行EUV曝光。接下來，對該已曝光之抗蝕膜進行顯影，藉此於形成有被加工膜之半導體基板上形成抗蝕圖案。

【0157】

藉由蝕刻將該抗蝕圖案轉印至被加工膜，又，經過絕緣膜及導電膜之形成、摻雜劑之導入、與退火等各種步驟，藉此製造具有所需特性之半導體裝置。

【0158】**[實施例3]**

於表3中示出實施例3之保護膜3、緩衝層42、吸收層44、蝕刻遮罩膜

6之材料、消光係數、材料之組成比、蝕刻氣體及膜厚。實施例3係將緩衝層42設為TaBO膜之情形時之實施例，並且將膜厚如表3所示般設定，除此以外，基本與實施例1相同。緩衝層42之TaBO膜之成膜與實施例1之蝕刻遮罩膜6之TaBO膜之成膜同樣地進行。

【0159】

繼而，使用上述實施例3之反射型光罩基底100，與實施例1之情形同樣地製造實施例3之反射型光罩200。於表3中示出製造實施例3之反射型光罩200時用於緩衝層42、吸收層44及蝕刻遮罩膜6之蝕刻之蝕刻氣體之種類。於實施例3中，對緩衝層42進行圖案化，並且將蝕刻遮罩圖案6a同時去除。

【0160】

針對以如上方式製造之實施例3之反射型光罩200，測定波長13.5 nm下之吸收體圖案4a之EUV光反射率。於表3之「EUV光反射率」欄中示出實施例3之EUV光反射率。

【0161】

如表3所示，實施例3之EUV光反射率為1.4%，為2%以下。

【0162】

於實施例3之反射型光罩200中，包含緩衝層42及吸收層44之吸收體圖案4a之膜厚為48 nm，可薄於先前之由Ta系材料形成之吸收體膜4，從而可降低陰影效應。

【0163】

將實施例3中所製作之反射型光罩200設置於EUV掃描儀，對於半導體基板上形成有被加工膜與抗蝕膜之晶圓進行EUV曝光。接下來，對該已

曝光之抗蝕膜進行顯影，藉此於形成有被加工膜之半導體基板上形成抗蝕圖案。

【0164】

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

【0165】

[實施例4(實施例4-1至4-4)]

於表4中示出實施例4(實施例4-1至4-4)之保護膜3、緩衝層42、吸收層44、蝕刻遮罩膜6之材料、消光係數、材料之組成比、蝕刻氣體及膜厚。實施例4係將蝕刻遮罩膜6設為TaBN膜之情形時之實施例，並且將膜厚如表4所示般設定，除此以外，基本與實施例1相同。蝕刻遮罩膜6之TaBN膜之成膜與實施例1之緩衝層42之TaBN膜之成膜同樣地進行。

【0166】

繼而，使用上述實施例4之反射型光罩基底100與實施例1之情形同樣地製造實施例4之反射型光罩200。於表4中示出製造實施例4之反射型光罩200時用於緩衝層42、吸收層44及蝕刻遮罩膜6之蝕刻之蝕刻氣體之種類。如表4所示，於實施例4中，為了進行蝕刻遮罩膜6(TaBN膜)之蝕刻，於實施例4-1至4-4中使用不同之蝕刻氣體。再者，抗蝕膜11對氟系氣體之乾式蝕刻之耐受性較高。因此，於如實施例4-2至4-4般藉由氟系氣體對蝕刻遮罩膜6進行乾式蝕刻之情形時，可使抗蝕膜11之膜厚較薄。具體而言，可將於實施例4-1中為80 nm左右之抗蝕膜11之膜厚設為30～50 nm，因此可形成更微細之圖案。

【0167】

針對以如上方式製造之實施例4之反射型光罩200，測定波長13.5 nm下之吸收體圖案4a之EUV光反射率。於表4之「EUV光反射率」欄中示出實施例4之EUV光反射率。

【0168】

如表4所示，實施例4之EUV光反射率均為0.6%，均為2%以下。

【0169】

於實施例4之反射型光罩200中，包含緩衝層42及吸收層44之吸收體圖案4a之膜厚為55 nm，可薄於先前之由Ta系材料形成之吸收體膜4，從而可降低陰影效應。

【0170】

將實施例4中所製作之反射型光罩200設置於EUV掃描儀，對於半導體基板上形成有被加工膜與抗蝕膜之晶圓進行EUV曝光。接下來，對該已曝光之抗蝕膜進行顯影，藉此於形成有被加工膜之半導體基板上形成抗蝕圖案。

【0171】

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

【0172】**[實施例5]**

於表5中示出實施例5之保護膜3、緩衝層42、吸收層44、蝕刻遮罩膜6之材料、消光係數、材料之組成比、蝕刻氣體及膜厚。實施例5係將緩衝

層42及蝕刻遮罩膜6設為SiO₂膜之情形時之實施例，並且將膜厚如表5所示般設定，除此以外，基本與實施例1相同。緩衝層42及蝕刻遮罩膜6之SiO₂膜之成膜係以如下方式進行。

【0173】

實施例5之用於形成緩衝層42及蝕刻遮罩膜6之SiO₂膜之成膜係藉由RF(radio frequency，射頻)磁控濺鍍法進行。具體而言，於Ar氣體環境中使用SiO₂靶，如表5所示，將緩衝層42以3.5 nm、及將蝕刻遮罩膜6以6 nm之膜厚成膜。除此以外之成膜與實施例1相同。

【0174】

繼而，使用上述實施例5之反射型光罩基底100，與實施例1之情形同樣地製造實施例5之反射型光罩200。於表5中示出製造實施例5之反射型光罩200時用於緩衝層42、吸收層44及蝕刻遮罩膜6之蝕刻之蝕刻氣體之種類。

【0175】

針對以如上方式製造之實施例5之反射型光罩200，測定波長13.5 nm下之吸收體圖案4a之EUV光反射率。於表5之「EUV光反射率」欄中示出實施例5之EUV光反射率。

【0176】

如表5所示，實施例5之EUV光反射率為1.8%，為2%以下。

【0177】

於實施例5之反射型光罩200中，包含緩衝層42及吸收層44之吸收體圖案4a之膜厚為47.5 nm，可薄於先前之由Ta系材料形成之吸收體膜4，從而可降低陰影效應。

【0178】

將實施例5中所製作之反射型光罩200設置於EUV掃描儀，對於半導體基板上形成有被加工膜與抗蝕膜之晶圓進行EUV曝光。接下來，對該已曝光之抗蝕膜進行顯影，藉此於形成有被加工膜之半導體基板上形成抗蝕圖案。

【0179】

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

【0180】**[比較例1]**

作為比較例1，製造將先前之TaBN膜設為吸收體膜4之光罩基底。於表6中示出比較例1之保護膜3、吸收體膜4之材料、消光係數、材料之組成比、蝕刻氣體及膜厚。比較例1將吸收體膜4設為TaBN膜(單層膜)，且未形成蝕刻遮罩膜6，除此以外，基本與實施例1相同。吸收體膜4之TaBN膜之成膜與實施例1之緩衝層42之TaBN膜同樣地進行。

【0181】

繼而，使用上述比較例1之反射型光罩基底100，與實施例1之情形同樣地製造比較例1之反射型光罩200。於表6中示出製造比較例1之反射型光罩200時用於吸收體膜4之蝕刻之蝕刻氣體之種類。

【0182】

針對以如上方式製造之比較例1之反射型光罩200，測定波長13.5 nm下之吸收體圖案4a之EUV光反射率。於表6之「EUV光反射率」欄中示出

比較例1之EUV光反射率。

【0183】

如表6所示，比較例1之EUV光反射率為1.4%，為2%以下。

【0184】

於比較例1之反射型光罩200中，由先前之Ta系材料形成之吸收體圖案4a之膜厚為62 nm而未能降低陰影效應。

【0185】

[表1]

					膜厚				
結構	材料	消光係數k	材料組成比(原子%)	蝕刻氣體	實施例1-1	實施例1-2	實施例1-3	實施例1-4	實施例1-5
抗蝕膜	CAR	-	-	-	80 nm	80 nm	80 nm	80 nm	80 nm
蝕刻遮罩膜	TaBO	-	Ta : B : O = 41 : 6 : 53	CF ₄ + He	6 nm	6 nm	6 nm	6 nm	6 nm
吸收層	CrN	0.038	Cr : N = 90 : 10	Cl ₂ + O ₂	46 nm	43 nm	38 nm	32 nm	27 nm
緩衝層	TaBN	0.030	Ta : B : N = 75 : 12 : 13	Cl ₂	2 nm	5 nm	10 nm	15 nm	20 nm
保護膜	Ru	-	-	-	3.5 nm	3.5 nm	3.5 nm	3.5 nm	3.5 nm
EUV光反射率					1.4%	1.5%	1.6%	1.7%	1.8%

【0186】

[表2]

					膜厚				
結構	材料	消光係數k	材料組成比(原子%)	蝕刻氣體	實施例2-1	實施例2-2	實施例2-3	參考例1-1	參考例1-2
抗蝕膜	CAR	-	-	-	80 nm	80 nm	80 nm	80 nm	80 nm
蝕刻遮罩膜	TaBN	-	Ta : B : N = 75 : 12 : 13	CF ₄ + He	4 nm	7 nm	12 nm	17 nm	22 nm
吸收層	CrN	0.038	Cr : N = 90 : 10	Cl ₂ + O ₂	46 nm	43 nm	37 nm	32 nm	27 nm
緩衝層	TaBO	0.023	Ta : B : O = 41 : 6 : 53	CF ₄ + He	2 nm	5 nm	10 nm	15 nm	20 nm
保護膜	Ru	-	-	-	3.5 nm	3.5 nm	3.5 nm	3.5 nm	3.5 nm
EUV光反射率					1.4%	1.5%	1.9%	2.2%	2.4%

【0187】

[表3]

					膜厚
結構	材料	消光係數k	材料組成比 (原子%)	蝕刻氣體	實施例3
抗蝕膜	CAR	-	-	-	80 nm
蝕刻遮罩膜	TaBO	-	Ta : B : O = 41 : 6 : 53	CF ₄ + He	6 nm
吸收層	CrN	0.038	Cr : N = 90 : 10	Cl ₂ + O ₂	46 nm
緩衝層	TaBO	0.023	Ta : B : O = 41 : 6 : 53	CF ₄ + He	2 nm
保護膜	Ru	-	-	-	3.5 nm
EUV光反射率					1.4%

【0188】

[表4]

					膜厚(蝕刻氣體)			
結構	材料	消光係數k	材料組成比 (原子%)	蝕刻氣體	實施例 4-1	實施例 4-2	實施例 4-3	實施例 4-4
抗蝕膜	CAR	-	-	-	80 nm	50 nm	40 nm	30 nm
蝕 刻 遮罩膜	TaBN	-	Ta : B : N = 75 : 12 : 13	參照右邊 記載	3 nm, (Cl ₂)	3 nm, (SF ₆ + He)	3 nm, (CF ₄ + He)	3 nm, (CHF ₃ + He)
吸收層	CrN	0.038	Cr : N = 90 : 10	Cl ₂ + O ₂	53 nm	53 nm	53 nm	53 nm
緩衝層	TaBN	0.030	Ta : B : N = 75 : 12 : 13	Cl ₂	2 nm	2 nm	2 nm	2 nm
保護膜	Ru	-	-	-	3.5 nm	3.5 nm	3.5 nm	3.5 nm
EUV光反射率					0.6%	0.6%	0.6%	0.6%

【0189】

[表5]

					膜厚
結構	材料	消光係數k	材料組成比 (原子%)	蝕刻氣體	實施例5
抗蝕膜	CAR	-	-	-	80 nm
蝕刻遮罩膜	SiO ₂	-	Si : O : 1 : 2	CHF ₃ + He	6 nm
吸收層	CrN	0.038	Cr : N = 90 : 10	Cl ₂ + O ₂	44 nm
緩衝層	SiO ₂	0.012	Si : O = 1 : 2		3.5 nm
保護膜	Ru	-	-	-	3.5 nm
EUV光反射率					1.6%

【0190】

[表6]

					膜厚
結構	材料	消光係數 k	材料組成比 (原子%)	蝕刻氣體	比較例1
抗蝕膜	CAR	-	-	-	150 nm
吸收體膜	TaBN	0.038	Ta : B : N = 75 : 12 : 13	Cl ₂	62 nm
保護膜	Ru	-	-	-	3.5 nm
EUV光反射率					1.4%

【符號說明】

【0191】

- 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
- 6:蝕刻遮罩膜
- 6a:蝕刻遮罩圖案
- 11:抗蝕膜
- 11a:抗蝕圖案
- 42:緩衝層
- 42a:緩衝層圖案
- 44:吸收層
- 44a:吸收層圖案
- 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，其特徵在於：其係於基板上依序具有多層反射膜、吸收體膜及蝕刻遮罩膜者，

上述吸收體膜具有緩衝層、及設置於緩衝層之上之吸收層，

上述緩衝層包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料，且上述緩衝層之膜厚為0.5 nm以上且25 nm以下，

上述吸收層包含含有鉻(Cr)之材料，且相較於上述緩衝層對於EUV光之消光係數，上述吸收層之消光係數較大，

上述蝕刻遮罩膜包含含有鉭(Ta)或矽(Si)之材料，且上述緩衝層之膜厚係薄於上述蝕刻遮罩膜之膜厚。

【請求項2】

如請求項1之反射型光罩基底，其中上述緩衝層之材料係含有鉭(Ta)、及選自氧(O)、氮(N)及硼(B)中之1種以上之元素之材料。

【請求項3】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述緩衝層之材料包含鉭(Ta)、及選自氮(N)及硼(B)中之至少一種元素，且上述緩衝層之膜厚為25 nm以下。

【請求項4】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述緩衝層之材料包含鉭(Ta)及氧(O)，且上述緩衝層之膜厚為15 nm以下。

【請求項5】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述吸收層之材料係包含鉻

(Cr)、及選自氮(N)及碳(C)中之至少一種元素之材料。

【請求項6】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述吸收層之材料包含鉻(Cr)及氮(N)，且上述吸收層之膜厚為25 nm以上且未達60 nm。

【請求項7】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中蝕刻遮罩膜之材料係含有鉭(Ta)、及選自氧(O)、氮(N)及硼(B)中之1種以上之元素之材料。

【請求項8】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述蝕刻遮罩膜之材料係含有鉭(Ta)、及選自氮(N)及硼(B)中之1種以上之元素且不含氧(O)之材料。

【請求項9】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述蝕刻遮罩膜之材料係包含矽、及選自氧(O)及氮(N)中之至少一種元素之材料。

【請求項10】

如請求項9之反射型光罩基底，其中上述緩衝層之材料係包含矽、及選自氧(O)及氮(N)中之至少一種元素之材料。

【請求項11】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其中上述蝕刻遮罩膜之膜厚為0.5 nm以上且14 nm以下。

【請求項12】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其於上述多層反射膜與上述吸收體膜之間具有保護膜。

【請求項13】

如請求項1或2之反射型光罩基底，其於上述蝕刻遮罩膜之上具有抗蝕膜。

【請求項14】

一種反射型光罩，其特徵在於具有如請求項1至13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。

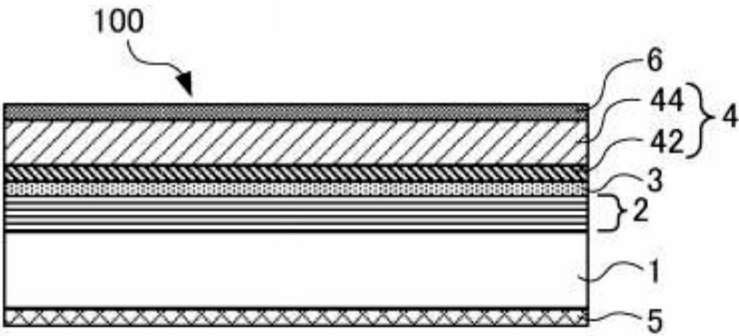
【請求項15】

一種反射型光罩之製造方法，其特徵在於：其藉由包含氟系氣體之乾式蝕刻氣體對如請求項1至13中任一項之反射型光罩基底之上述蝕刻遮罩膜進行圖案化，藉由包含氯系氣體及氧氣之乾式蝕刻氣體對上述吸收層進行圖案化，藉由包含氯系氣體之乾式蝕刻氣體對上述緩衝層進行圖案化而形成吸收體圖案。

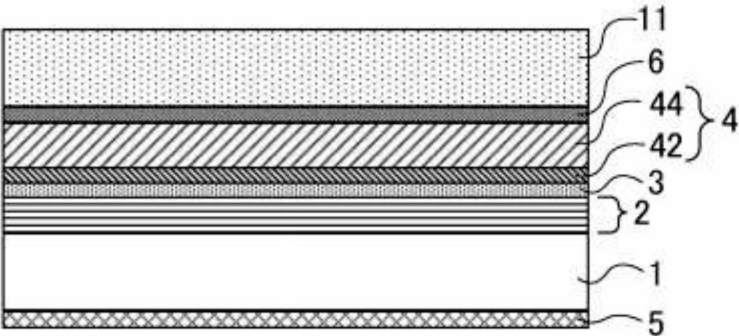
【請求項16】

一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於具有將如請求項14之反射型光罩設置於具有發出EUV光之曝光光源之曝光裝置，將轉印圖案轉印至形成於被轉印基板上之抗蝕膜的步驟。

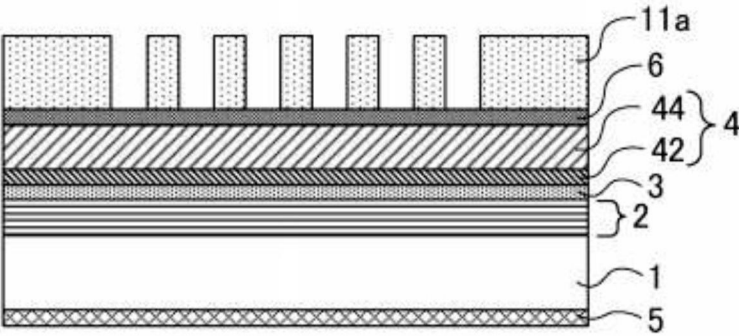
【發明圖式】



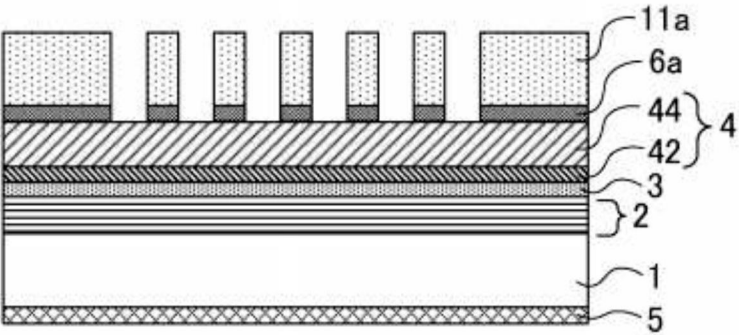
【圖1】



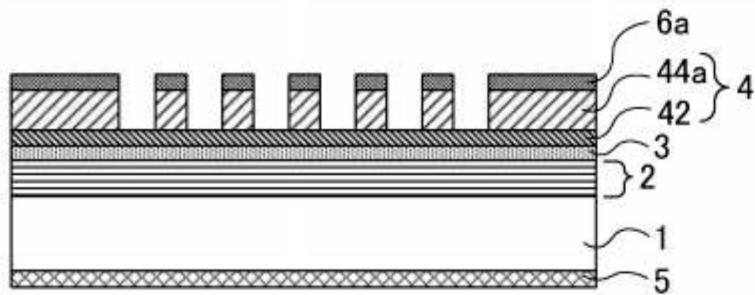
【圖2(a)】



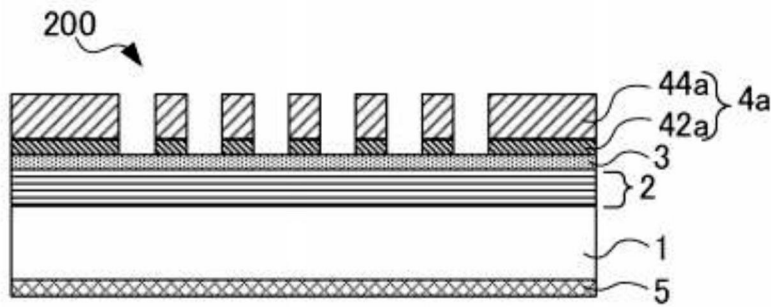
【圖2(b)】



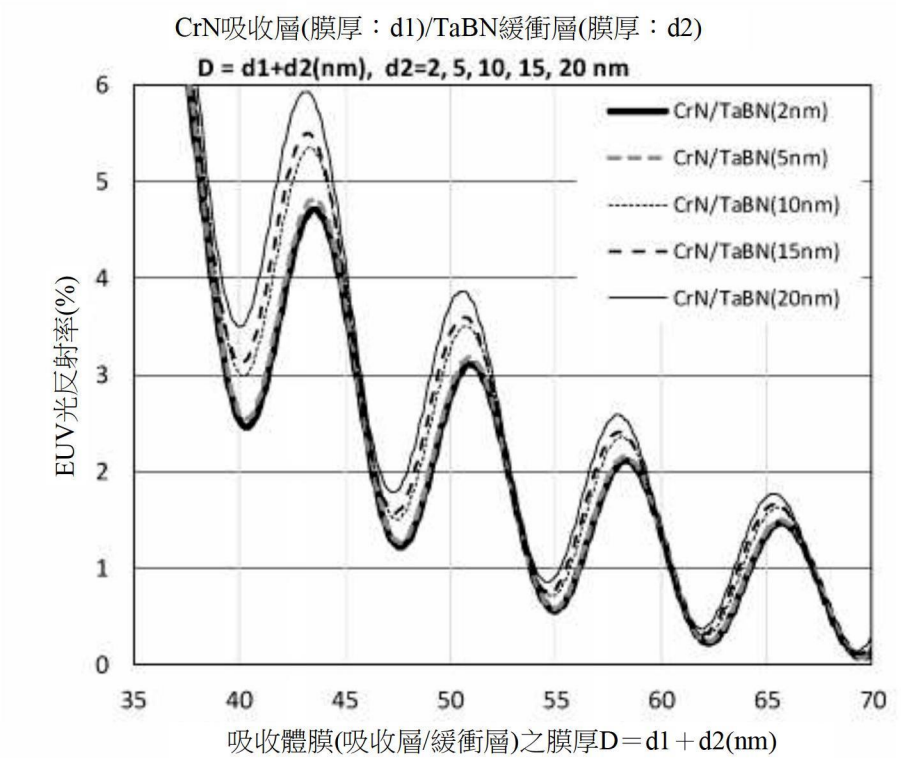
【圖2(c)】



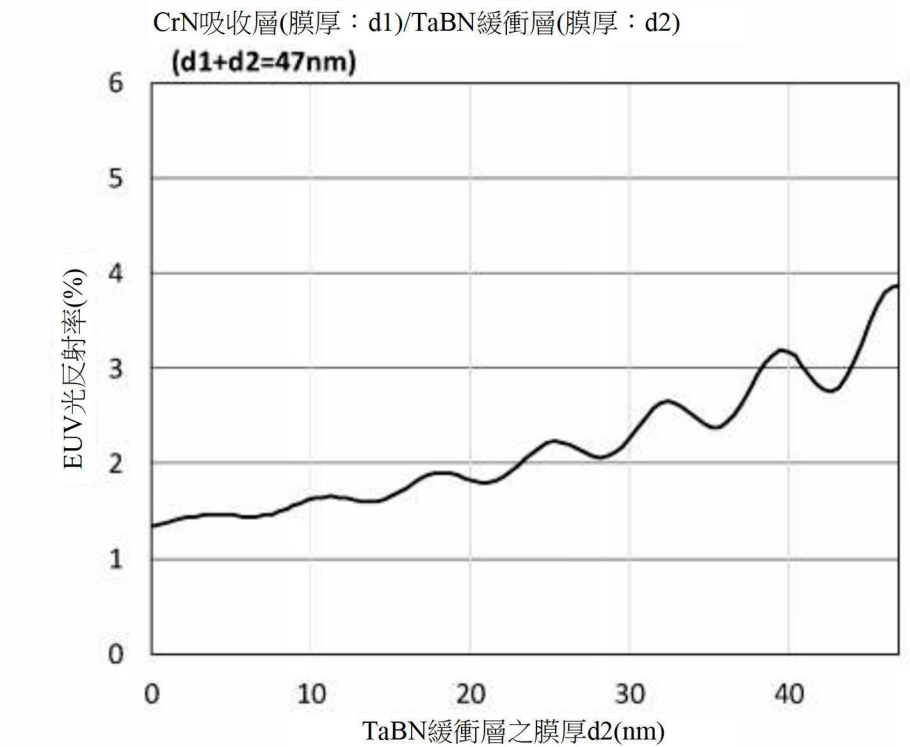
【圖2(d)】



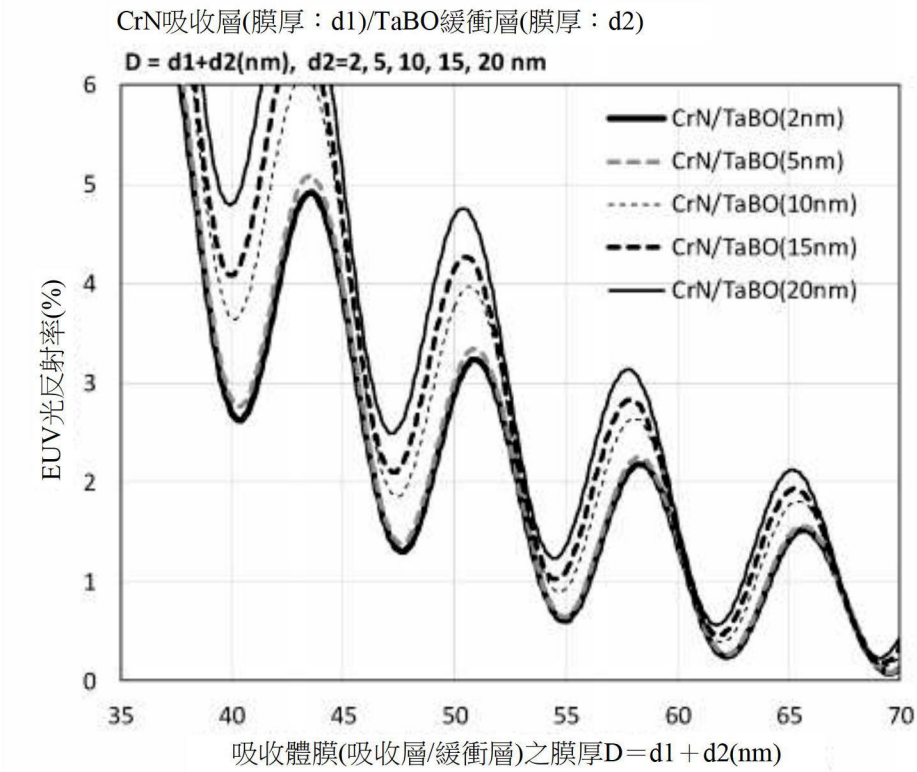
【圖2(e)】



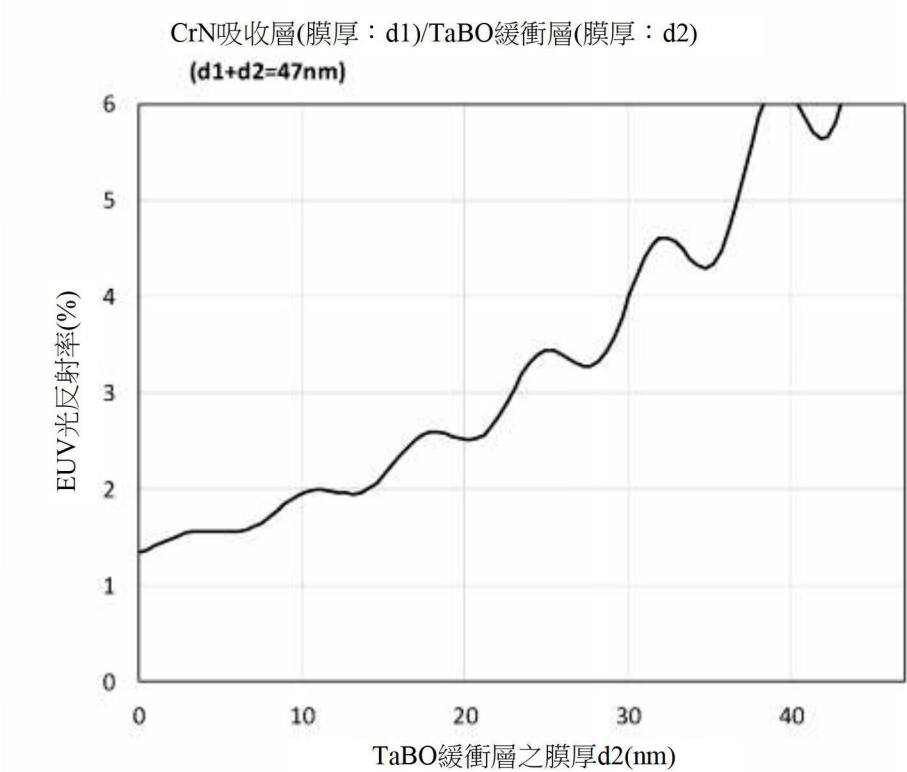
【圖3】



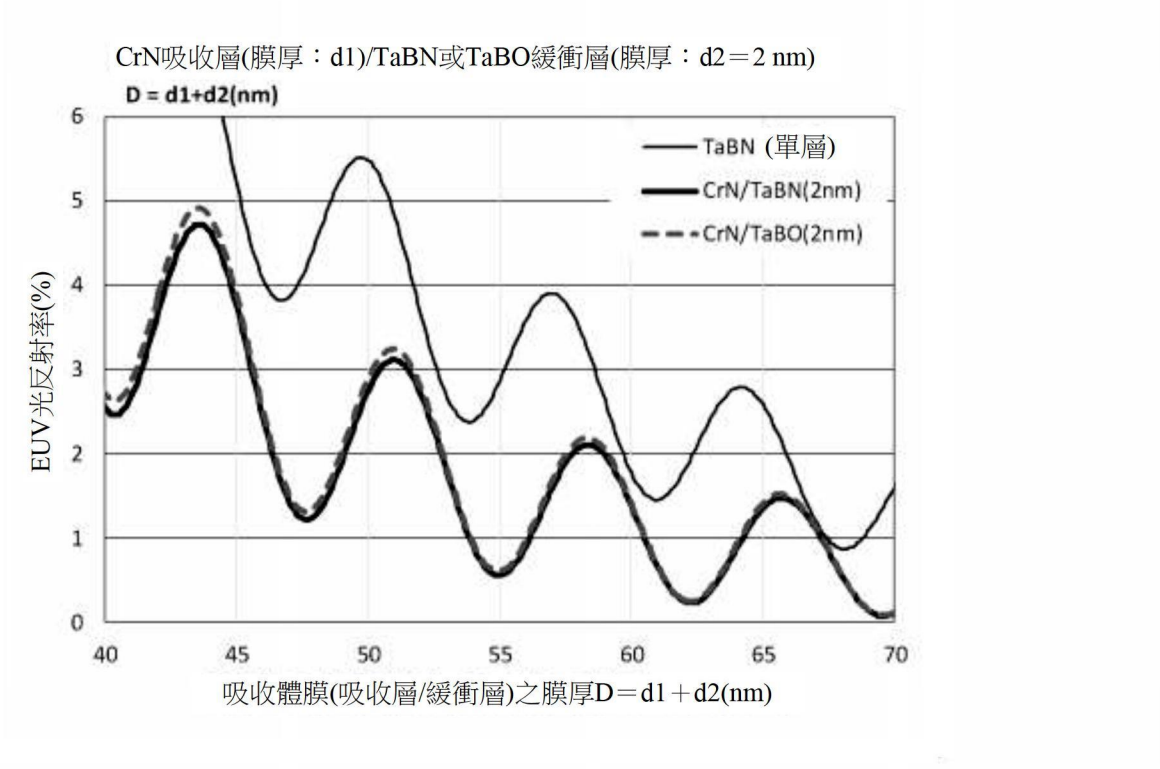
【圖4】



【圖5】



【圖6】



【圖7】