



(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 I621906 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：104110324

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 30 日

(51)Int. Cl. : G03F1/32 (2012.01)

G03F1/58 (2012.01)

G03F1/80 (2012.01)

(30)優先權：2014/03/30 日本

2014-070685

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

日本

(72)發明人：宍戶博明 SHISHIDO, HIROAKI (JP)；野澤順 NOZAWA, OSAMU (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201329616A

JP 2013-238776A

WO 2009/157506A1

審查人員：蔡宏鑫

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：4 共 34 頁

(54)名稱

光罩基底、轉印用光罩之製造方法及半導體裝置之製造方法

MASK BLANK, METHOD OF MANUFACTURING A TRANSFER MASK AND METHOD OF
MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)摘要

本發明係一種於透光性基板上依序積層有光半透過膜、遮光膜、及硬質光罩膜之光罩基底。光半透過膜至少含有矽，硬質光罩膜至少含有矽及鉭中之任一者或兩者。遮光膜呈底層、中間層、及上層之積層構造，且含有鉻。遮光膜之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率係上層最慢，底層次慢。

A mask blank has a light semi-transmitting film, a light shielding film, and a hard mask film which are successively formed on a transparent substrate. The light semi-transmitting film contains at least silicon. The hard mask film contains at least one or both of silicon and tantalum. The light shielding film contains chromium and has a laminate structure of a lower layer, an intermediate layer, and an upper layer. In the light shielding film, an etching rate of dry etching using a mixed gas of chlorine gas and oxygen gas is slowest at the upper layer and next slowest at the lower layer.

指定代表圖：

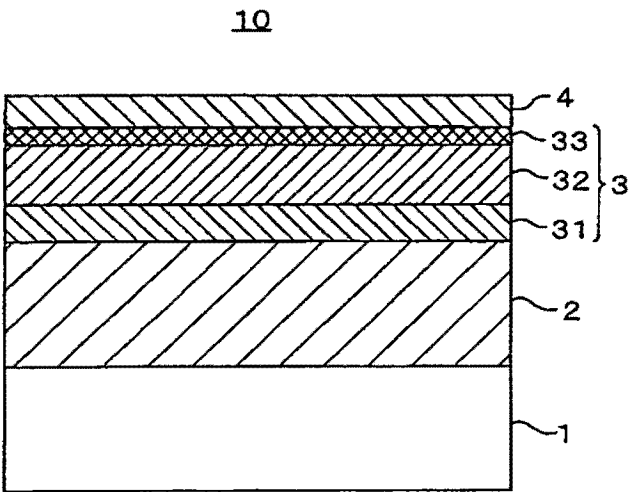


圖1

符號簡單說明：

- 1 . . . 透光性基板
- 2 . . . 光半透過膜
- 3 . . . 遮光膜
- 4 . . . 硬質光罩膜
- 10 . . . 光罩基底
- 31 . . . 遮光膜之底層
- 32 . . . 遮光膜之中間層
- 33 . . . 遮光膜之上層

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

光罩基底、轉印用光罩之製造方法及半導體裝置之製造方法

MASK BLANK, METHOD OF MANUFACTURING A TRANSFER

MASK AND METHOD OF MANUFACTURING A

SEMICONDUCTOR DEVICE

【技術領域】

本發明係關於一種用於製造半導體裝置的轉印用光罩之製造方法、用於製造該轉印用光罩之光罩基底。

【先前技術】

通常，半導體裝置之製造步驟係使用光微影法進行微細圖案之形成。又，於該微細圖案之形成中，通常使用多個轉印用光罩(通常，亦稱為光罩)。該轉印用光罩係通常於透光性之玻璃基板上，設置包含金屬薄膜等之遮光性之微細圖案而成者，於該轉印用光罩之製造中，亦使用光微影法。

該轉印用光罩成為用以大量轉印相同之微細圖案之底版，故而形成於轉印用光罩上之圖案之尺寸精度會直接影響製作之微細圖案的尺寸精度。隨著半導體電路之積體度提高，圖案之尺寸變小，轉印用光罩之精度亦要求更高者。

自先前以來，作為此種轉印用光罩，熟知有於玻璃基板等透光性基板上，形成有包含遮光膜之轉印圖案之二元光罩、或形成有相位偏移膜、或者包含相位偏移膜及遮光膜之轉印圖案之相位偏移型光罩等。又，亦已知有於轉印圖案形成區域之周邊部形成有遮光帶之半色調式相位偏移光罩。

例如，於國際公開第2004/090635號公報(專利文獻1)中，作為半色調式轉印用光罩製造用之光罩基底，揭示有自基板側具有金屬矽化物系之轉印用光罩膜(光半透過膜)、包含鉻系化合物之遮光膜、及包含矽化合物之硬質光罩膜之薄膜構成的光罩基底。

先前技術文獻

專利文獻

專利文獻1：國際公開第2004/090635號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

於將如專利文獻1中所揭示之光罩基底圖案化之情形時，首先將形成於光罩基底之表面之特定之光阻圖案作為光罩，藉由利用氟系氣體之乾式蝕刻而將包含矽化合物之硬質光罩膜圖案化。其次，將經圖案化之硬質光罩膜作為光罩，藉由利用氯與氧之混合氣體之乾式蝕刻而將包含鉻系化合物之遮光膜圖案化。繼而，將經圖案化之遮光膜作為光罩，藉由利用氟系氣體之乾式蝕刻而將金屬矽化物系之轉印用光罩膜(光半透過膜)圖案化。

另外，上述鉻系遮光膜係於如下方面有利，即，組成中所包含之鉻元素之比率越多則消光係數越高，因此即便使膜厚變薄，亦可獲得較高之光學濃度，但存在如下之虞：鉻元素之比率越高則蝕刻速率越慢而於圖案化時需要時間，因此於遮光膜之圖案化完成前，上層之硬質光罩膜之圖案消失。

另一方面，若組成中所包含之鉻元素之比率較少，則蝕刻速率變快，但消光係數變低，因此為了獲得特定之光學濃度，需要使膜厚變厚。又，鉻系遮光膜之乾式蝕刻中使用之氯與氧之混合氣體具有各向同性蝕刻的性質，故而若鉻成分較少、蝕刻速率較快且膜厚較厚，則亦存在如下問題：圖案之側壁亦會被蝕刻氣體侵蝕，從而圖案之剖

面成為凹陷之形狀。例如，若為尺寸為80 nm以上之圖案，則即便因遮光膜之蝕刻而使遮光膜圖案之剖面呈凹陷之形狀，亦相對於所形成之遮光膜圖案之高度獲得較寬之遮光膜圖案與其正下方的轉印用光罩膜(光半透過膜)之接觸面積，因此幾乎不存在遮光膜圖案崩塌之危險性，但於尺寸為50 nm以下之SRAF(Sub Resolution Assist Features，次解析度輔助圖形)圖案之情形時，若發生與上述內容相同之程度之凹陷現象，則存在如下情形：遮光膜圖案與轉印用光罩膜(光半透過膜)之接觸面積相對於遮光膜圖案之高度變得過窄，從而遮光膜圖案崩塌。若發生遮光膜圖案之崩塌，則變得難以將該遮光膜圖案作為光罩對轉印用光罩膜(光半透過膜)進行圖案化。

又，若遮光膜圖案之剖面之凹陷之程度較大，則遮光膜圖案之尺寸變得細於上層之硬質光罩膜圖案，例如即便不發生遮光膜圖案之崩塌，將該遮光膜圖案作為光罩進行圖案化而形成之轉印用光罩膜之圖案精度亦會劣化。

如上所述，於欲使用先前構成之光罩基底，例如於轉印用光罩膜形成如SRAF圖案之微細之圖案之情形時，難以獲得較高之圖案精度。

因此，本發明係鑒於此種先前之問題而完成者，其目的在於：
第1，提供一種即便為如SRAF圖案之微細之轉印圖案，亦能夠以高精度形成之光罩基底；第2，提供一種使用此種光罩基底，以高精度形成有微細圖案之轉印用光罩之製造方法；第3，提供一種使用該轉印用光罩，製造圖案精度優異之高品質之半導體裝置之製造方法。

[解決問題之技術手段]

本發明者係於具有於透光性基板上依序積層有光半透過膜、遮光膜、及硬質光罩膜之構造之光罩基底中，將上述遮光膜設為特定之積層構造，著眼於遮光膜之各層之使用氮氣與氧氣之混合氣體的乾式

蝕刻之蝕刻速率而進行銳意研究，結果基於所獲得之認知而完成了本發明。

即，為了解決上述課題，本發明具有以下之構成。

(構成1)

一種光罩基底，其特徵在於，其係具有於透光性基板上依序積層有光半透過膜、遮光膜、及硬質光罩膜之構造者，且上述光半透過膜至少含有矽，上述硬質光罩膜至少含有矽及鉭中之任一者或兩者，上述遮光膜呈底層、中間層、及上層之積層構造，且含有鉻，上述遮光膜之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率係上述上層最慢，上述底層次慢。

根據構成1，就處於硬質光罩膜之正下方之含有鉻之遮光膜的上層而言，使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率於遮光膜中最慢，故而難以發生蝕刻中之側蝕(圖案之側壁難以被侵蝕)。因難以發生遮光膜之上層之側蝕而正上方之硬質光罩膜的圖案形狀可大致準確地轉印至遮光膜之上層。遮光膜具有大致準確地轉印有硬質光罩膜之圖案形狀之上層，藉此，亦可於將遮光膜之圖案作為光罩而被圖案化之含有矽之光半透過膜，大致準確地形成硬質光罩膜之圖案。

又，於構成1中，呈遮光膜之中間層之蝕刻速率最快之膜設計，故而可使作為遮光膜整體之蝕刻速率變快。

又，蝕刻速率僅次於上層慢的底層係蝕刻速率亦慢於中間層，故而較中間層更難以發生側蝕(圖案之側壁難以被侵蝕)。因此，於底層之蝕刻過程中，因側蝕引起之側壁之過度之侵蝕得到抑制，故而可於遮光膜之底層確保遮光膜圖案與光半透過膜之接觸面積。其結果，例如於形成尺寸為50 nm以下之圖案之情形時，亦不存在遮光膜圖案崩塌之情形。

如上所述，根據構成1，即便為如SRAF圖案之微細之轉印圖案，

亦能夠以高精度形成於成為本發明之光罩基底之轉印用光罩膜之光半透過膜，結果可製造圖案精度優異之轉印用光罩。

(構成2)

如構成1之光罩基底，其中於上述遮光膜中，鉻之含量係上述上層最多，上述底層次多。

如構成2，於遮光膜之上層部分具有鉻之含量最多之區域，藉此，就上層而言，使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率於遮光膜中變得最慢，如上所述，正上方之硬質光罩膜之圖案形狀可大致準確地轉印至遮光膜之上層，故而最終可製造圖案形狀優異之轉印用光罩。又，作為底層，其鉻之含量僅次於上層多，故而與膜質不同於遮光膜之光半透過膜之密接性變得良好，因此可更有效地抑制遮光膜圖案之崩塌。再者，中間層之鉻之含量最少，故而於蝕刻時發生圖案之側壁部分之侵蝕，但可藉由具有此種中間層而使作為遮光膜整體之蝕刻速率變快。

(構成3)

如構成1或2之光罩基底，其中於上述遮光膜中更包含氧，氧之含量係上述底層少於上述中間層。

如構成3，遮光膜中之氧之含量係底層少於中間層，藉此，中間層之氧含量變得最多，故而中間層之蝕刻速率變得更快。因此，可較快地保持遮光膜整體之蝕刻速率。又，底層中所包含之氧含量少於中間層，藉此，於蝕刻自中間層移行至底層時，深度方向之蝕刻速率變慢，但底層之圖案之側蝕之推進亦變慢，故而可於底層確保圖案之寬度方向之尺寸，結果可確保遮光膜之圖案與光半透過膜之接觸面積。進而，底層之氧含量相對較少，藉此，亦可獲得更提高遮光膜圖案與光半透過膜之密接性之效果。

(構成4)

如構成1至3中任一項之光罩基底，其中上述上層之鉻之含量為60原子%以上。

如構成4，遮光膜之上層之鉻含量為60原子%以上，藉此，藉由上層而提高遮光膜整體之光學濃度，並且上層之乾式蝕刻之蝕刻速率變慢，上層部分之側蝕得到抑制，因此可大致準確地轉印正上方之硬質光罩膜之圖案形狀，最終可製造圖案形狀優異之轉印用光罩。

(構成5)

如構成1至4中任一項之光罩基底，其中上述上層之厚度為3 nm以上且8 nm以下。

如構成5，將遮光膜之上層之厚度設為3 nm以上且8 nm以下之範圍，藉此，可一面較佳地抑制上層之蝕刻時間，一面良好地維持上層之圖案化精度。

(構成6)

如構成1至5中任一項之光罩基底，其中上述中間層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率為上述上層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率之3倍以上。

如構成6，中間層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率為上層之蝕刻速率之3倍以上，藉此，於蝕刻自上層移行至中間層時，深度方向之蝕刻速率變快，可一面抑制上層之側蝕之推進，一面完結中間層之深度方向之蝕刻。

(構成7)

如構成1至6中任一項之光罩基底，其中上述中間層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率為上述底層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率之2倍以下。

如構成1般於蝕刻自中間層移行至底層時，深度方向之蝕刻速率變慢，但如構成7般中間層之蝕刻速率為底層之蝕刻速率之2倍以下，

藉此，於蝕刻底層時，在中間層之側蝕進一步推進之前，底層之蝕刻及所需之過蝕刻完成，故而特別是可抑制圖案側壁之中間層與底層之界面之階差的形成。

(構成8)

如構成1至7中任一項之光罩基底，其中上述硬質光罩膜含有氧。

硬質光罩膜需為與正下方之遮光膜之蝕刻選擇性較高之素材，但如構成8，選擇於硬質光罩膜含有矽或鉭之氧化物等之素材，藉此，可確保與包含鉻系之素材之遮光膜的較高之蝕刻選擇性，從而不僅可實現光阻之薄膜化，而且亦可使硬質光罩膜之膜厚變薄。因此，形成於光罩基底表面之光阻圖案之轉印精度提高。

(構成9)

如構成1至8中任一項之光罩基底，其中上述光半透過膜含有矽及氮。

如構成9，於光半透過膜中應用含有矽及氮之素材，藉此，可確保與鉻系之遮光膜之蝕刻選擇性。又，若為含有矽及氮之素材，則可應用將各向異性之氟系氣體用作蝕刻氣體之圖案化。因此，亦可藉由將大致準確地轉印有硬質光罩膜之圖案形狀之遮光膜圖案作為光罩，而亦可於光半透過膜形成圖案精度優異之圖案。

(構成10)

如構成1至9中任一項之光罩基底，其中上述光半透過膜與上述遮光膜之積層構造相對於ArF準分子雷射光(波長193 nm)之透過率為0.2%以下，且800~900 nm之波長區域之至少一部分之波長下的光之透過率為50%以下。

波長為800~900 nm之近紅外區域之光係如下之光：由於不會使光阻感光，故而使用於在曝光機配置光罩基底之情形時之定位。如構

5

成10，光半透過膜與遮光膜之積層構造相對於ArF準分子雷射光(波長為193 nm)之透過率為0.2%以下，且800~900 nm之波長區域之至少一部分之波長下的光之透過率為50%以下，藉此，具備相對於曝光之光之ArF準分子雷射之良好的遮光性，且光罩基底向曝光機之配置變得容易，故而較佳。

(構成11)

如構成1至10中任一項之光罩基底，其中上述硬質光罩膜及光半透過膜係藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻而被圖案化。

根據構成11，硬質光罩膜及光半透過膜係藉由使用各向異性之氟系氣體之乾式蝕刻而被圖案化，因此正上方之硬質光罩膜之圖案形狀可大致準確地轉印至遮光膜之上層，與此相輔地，可藉由將該遮光膜作為光罩之圖案化而於光半透過膜形成圖案形狀精度優異之轉印圖案。

(構成12)

一種轉印用光罩之製造方法，其特徵在於使用如構成1至11中任一項之光罩基底，且具有如下步驟：將形成於上述硬質光罩膜上之具有光半透過膜之圖案之光阻膜作為光罩，藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻，於上述硬質光罩膜形成光半透過膜之圖案；將形成有上述光半透過膜之圖案之硬質光罩膜作為光罩，藉由使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於上述遮光膜形成光半透過膜之圖案；將形成有上述光半透過膜之圖案之遮光膜作為光罩，藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻，於上述光半透過膜形成光半透過膜之圖案；及將形成於上述遮光膜上之具有遮光圖案之光阻膜作為光罩，藉由使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於上述遮光膜形成遮光圖案。

如構成12，藉由使用本發明之光罩基底並根據上述製造步驟製造轉印用光罩，從而，可獲得以高精度形成有如SRAF圖案之微細圖

案之轉印用光罩。

(構成13)

一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於包含如下步驟：使用藉由如構成11之轉印用光罩之製造方法製造之轉印用光罩，藉由微影法而於半導體基板上圖案轉印上述轉印用光罩之轉印圖案。

如構成13，可使用以高精度形成有上述微細圖案之轉印用光罩，獲得圖案精度優異之高品質之半導體裝置。

[發明之效果]

根據本發明之光罩基底，即便為如SRAF圖案之微細之轉印圖案，亦能夠以高精度形成。即，根據本發明之光罩基底，遮光膜之上層之蝕刻速率最慢且上層圖案之側蝕較少，故而可形成大致準確地轉印有形成於光阻膜或硬質光罩膜之轉印圖案形狀的遮光膜圖案，因此可將該遮光膜圖案作為光罩而提高形成於光半透過膜之圖案精度。又，遮光膜之底層之蝕刻速率僅次於上層慢，且亦慢於中間層，可使底層圖案之側蝕變少，因此可確保遮光膜圖案與光半透過膜之充分之接觸面積，從而可獲得良好之密接性。因此，即便形成如SRAF圖案之微細之圖案，遮光膜圖案亦不會崩塌，因此亦能夠以高精度形成光半透過膜之圖案。

又，藉由使用此種本發明之光罩基底，可製造以高精度形成有微細圖案之轉印用光罩。

進而，可使用該轉印用光罩製造圖案精度優異之高品質之半導體裝置。

【圖式簡單說明】

圖1係本發明之光罩基底之一實施形態之剖視概略圖。

圖2A係表示使用本發明之光罩基底之轉印用光罩之製造步驟的光罩基底等的剖視概略圖。

5

圖2B係表示使用本發明之光罩基底之轉印用光罩之製造步驟之光罩基底等的剖視概略圖。

圖2C係表示使用本發明之光罩基底之轉印用光罩之製造步驟之光罩基底等的剖視概略圖。

圖2D係表示使用本發明之光罩基底之轉印用光罩之製造步驟之光罩基底等的剖視概略圖。

圖2E係表示使用本發明之光罩基底之轉印用光罩之製造步驟之光罩基底等的剖視概略圖。

圖3係表示本發明之實施例之遮光膜圖案之剖面形狀的剖視圖。

圖4係表示本發明之比較例之遮光膜圖案之剖面形狀的剖視圖。

【實施方式】

以下，一面參照圖式，一面對用以實施本發明之形態進行詳述。

如上所述，本發明者係於具有於透光性基板上依序積層有光半透過膜、遮光膜、及硬質光罩膜之構造之光罩基底中，將上述遮光膜設為特定之積層構造，著眼於遮光膜之各層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率而進行銳意研究，結果發現可根據具有以下之構成之本發明解決上述課題。

即，如上述構成1，本發明係一種光罩基底，其特徵在於，其係具有於透光性基板上依序積層有光半透過膜、遮光膜、及硬質光罩膜之構造者，且上述光半透過膜至少含有矽，上述硬質光罩膜至少含有矽及鉭中之任一者或兩者，上述遮光膜為底層、中間層、及上層之積層構造，且含有鉻，上述遮光膜之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率係上述上層最慢，上述底層次慢。

圖1係表示本發明之光罩基底之一實施形態之剖視概略圖。

如圖1，本發明之光罩基底之一實施形態10具有於透光性基板1

上依序積層有光半透過膜2、遮光膜3、及硬質光罩膜4之構造。又，上述遮光膜3為底層31、中間層32、及上層33之積層構造。

於上述光罩基底10中，上述光半透過膜2至少含有矽，上述硬質光罩膜4至少含有矽及鉭中之任一者或兩者，又，上述積層構造之遮光膜3含有鉻。再者，以下敘述詳細內容，但上述光半透過膜2尤佳為應用含有矽及氮之素材，上述硬質光罩膜4尤佳為應用含有矽及氧之素材。

此處，作為上述光罩基底10之透光性基板1，只要為半導體裝置製造用之轉印用光罩中所使用之基板，則並無特別限定。於使用於相位偏移型光罩用基底之情形時，只要為相對於使用之曝光波長具有透明性者，則並無特別限制，可使用合成石英基板、或其他各種玻璃基板(例如，鈉鈣玻璃、鋁矽酸鹽玻璃等)。其中，合成石英基板係於對形成微細圖案而言有效之ArF準分子雷射(波長193 nm)或波長短於該ArF準分子雷射之區域內透明性較高，因此可尤佳地使用。

上述硬質光罩膜4可使用含有矽(Si)之材料、或含有鉭(Ta)之材料。作為適於硬質光罩膜4的含有矽(Si)之材料，可列舉於矽(Si)中含有選自氧(O)、氮(N)、碳(C)、硼(B)、及氫(H)中之1種以上之元素之材料。又，作為除此之外之適於硬質光罩膜4的含有矽(Si)之材料，可列舉於矽(Si)及過渡金屬中含有選自氧(O)、氮(N)、碳(C)、硼(B)、及氫(H)中之1種以上之元素之材料。又，作為該過渡金屬，例如可列舉鉬(Mo)、鎢(W)、鈦(Ti)、鉭(Ta)、鋯(Zr)、鈦(Hf)、鈮(Nb)、釩(V)、鈷(Co)、鉻(Cr)、鎳(Ni)、鈦(Ru)、錫(Sn)。

另一方面，作為適於硬質光罩膜4的含有鉭(Ta)之材料，可列舉於鉭(Ta)中含有選自氧(O)、氮(N)、碳(C)、硼(B)、及氫(H)中之1種以上之元素之材料。於該等中，尤佳為於鉭(Ta)中含有氧(O)之材料。作為此種材料之具體例，可列舉氧化鉭(TaO)、氮氧化鉭(TaON)、硼氧⁵

化鉭(TaBO)、硼氮氧化鉭(TaBON)等。

又，硬質光罩膜4較佳為包含除矽(Si)或鉭(Ta)以外含有氧(O)之材料。此種硬質光罩膜4係與包含含有鉻(Cr)之材料之遮光膜3之間具有充分之蝕刻選擇性，可幾乎不對遮光膜3造成損傷而蝕刻去除硬質光罩膜4。

作為構成此種硬質光罩膜4之材料之具體例，可列舉氧化矽(SiO_2)、氮氧化矽(SiON)、氧化鉭(TaO)、氮氧化鉭(TaON)、硼氧化鉭(TaBO)、及硼氮氧化鉭(TaBON)。

再者，包含含有矽及氧之材料之硬質光罩膜4存在與有機系材料之光阻膜的密接性較低之傾向，故而較佳為對硬質光罩膜4之表面實施HMDS(Hexamethyldisilazane，六甲基二矽氮烷)處理，提高表面之密接性。

上述硬質光罩膜4之膜厚無需特別制約，但至少需要不會於正下方之遮光膜3之蝕刻完成前消失之程度之膜厚。另一方面，若硬質光罩膜4之膜厚較厚，則難以將正上方之光阻圖案薄膜化。根據此種觀點，於本實施形態中，上述硬質光罩膜4之膜厚較佳為1.5 nm以上且20 nm以下之範圍，尤佳為2.5 nm以上且6 nm以下。

上述光半透過膜2包含至少含有矽之材料，但可應用於本發明之上述光半透過膜2之構成無需特別限定，例如可應用自先前以來一直使用之相位偏移型光罩之光半透過膜之構成。

作為此種光半透過膜2之例，例如可較佳地列舉包括包含過渡金屬及矽之金屬矽化物、或者於過渡金屬及矽中含有選自氧、氮、及碳中之1種以上之元素之材料的金屬矽化物系之光半透過膜、包含於矽中含有氧、氮、碳、硼等之材料之矽系之光半透過膜。作為上述金屬矽化物系之光半透過膜中所包含之過渡金屬，例如可列舉鉬、鉭、鎢、鈦、鉻、鎳、釩、鋯、鈮、銻等。其中，尤佳為鉬。

作為含有上述過渡金屬及矽之材料，具體而言，較佳為包含過渡金屬矽化物、或過渡金屬矽化物之氮化物、氧化物、碳化物、氮氧化物、碳氧化物、或者碳氮氧化物之材料。又，作為含有上述矽之材料，具體而言，較佳為包含矽之氮化物、氧化物、碳化物、氮氧化物(氧化氮化物)、碳氧化物(碳化氧化物)、或者碳氮氧化物(碳化氧化氮化物)之材料。

又，於本發明中，上述光半透過膜2可應用單層構造、或者包含低透過率層及高透過率層之積層構造中之任一者。

上述光半透過膜2之較佳之膜厚亦根據材質而不同，但特別理想的是自相位偏移功能、光透過率之觀點出發而適當地調整。通常，較佳為100 nm以下，進而較佳為80 nm以下之範圍。

又，上述積層構造之遮光膜3包含含有鉻之材料。

作為上述含有鉻之材料，例如可列舉Cr單體、或者CrX(此處，X為選自N、C、O等中之至少一種)等Cr化合物(例如CrN、CrC、CrO、CrON、CrCN、CrOC、CrOCN等)。

於如圖1所示之光罩基底10之透光性基板1上，形成包含依序積層光半透過膜2、遮光膜3、及硬質光罩膜4而成之積層膜的薄膜之方法無需特別制約，其中可較佳地列舉濺鍍成膜法。若利用濺鍍成膜法，則可形成均勻且膜厚固定之膜，因此較佳。

如上述構成1，本實施形態之光罩基底10之特徵在於，遮光膜3呈底層31、中間層32、及上層33之積層構造，且含有鉻，該遮光膜3之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率係上層33最慢，底層31次慢。

如上所述，就處於硬質光罩膜4之正下方之含有鉻之遮光膜3的上層33而言，使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率(以下，為了便於說明，亦存在簡單地說明為「蝕刻速率」之情形，其係

指使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率)於遮光膜3中最慢，故而難以發生蝕刻中之側蝕(換言之，圖案之側壁難以被侵蝕)。難以發生遮光膜3之上層33部分之側蝕，藉此，正上方之硬質光罩膜4之圖案形狀可大致準確地轉印至遮光膜3之上層33。藉由將形成於光罩基底10之表面之光阻膜薄膜化，而使具有最終應形成於光半透過膜2之轉印圖案之光阻圖案準確地轉印至硬質光罩膜4，因此遮光膜3具有被大致準確地轉印硬質光罩膜4之圖案形狀且與形成於光阻膜之圖案形狀(例如圖案尺寸)之差異極少的上層33，藉此，亦可將硬質光罩膜4之圖案大致準確地形成至將該遮光膜3之圖案作為光罩而藉由各向異性蝕刻被圖案化之含有矽的光半透過膜2。總而言之，可不與光阻圖案或硬質光罩膜圖案發生尺寸之背離而形成光半透過膜2之圖案，因此可提高形成於光半透過膜2之圖案精度。

又，由於呈遮光膜3之中間層32之蝕刻速率最快之膜設計，故而可使作為遮光膜3整體之蝕刻速率變快。再者，中間層32較佳為相對於遮光膜3之總膜厚為30%~70%之膜厚，更佳為50%~60%之膜厚。存在如下之虞：若中間層32之膜厚過薄，則使遮光膜3整體之蝕刻速率變快之效果變少；若膜厚過厚，則中間層32之側蝕變得過深而底層31之圖案形狀之恢復變得不充分。

又，蝕刻速率僅次於上層33慢的底層31係蝕刻速率亦慢於中間層32，故而較中間層32更難以發生側蝕(圖案之側壁難以被侵蝕)。因此，於底層31之蝕刻過程中，因側蝕引起之側壁之過度之侵蝕得到抑制，故而可使上層33之圖案形狀恢復，而且，可於遮光膜3之底層31確保遮光膜3之圖案與光半透過膜2之接觸面積。其結果，例如於形成尺寸為50 nm以下之圖案之情形時，亦不存在遮光膜圖案崩塌之情形。

如上所述，於本實施形態之光罩基底10中，上述遮光膜3係以儘

可能忠實地將硬質光罩膜4之圖案轉印至光半透過膜2為目的而設置。於使用上述光罩基底10製造之轉印用光罩、即相位偏移型光罩中，最終之轉印圖案係形成於光半透過膜2之圖案，形成於上述遮光膜3之圖案不成為轉印圖案，故而遮光膜圖案之剖面形狀本身並不那麼重要。於遮光膜3之圖案之剖面形狀中，即便於上述中間層32部分略微存在因側蝕引起之側壁之侵蝕，本發明之上述積層構造之遮光膜3亦可如上所述般儘可能忠實地將硬質光罩膜4之圖案轉印至光半透過膜2，因此不存在遮光膜3之剖面形狀之問題。

根據本實施形態，即便為如SRAF圖案之微細之轉印圖案，亦能夠以高精度形成於成為轉印用光罩膜之光半透過膜，結果可製造圖案精度優異之轉印用光罩。

再者，遮光膜3之各層之蝕刻速率之調整方法並無特別限定，但於本發明中較佳為藉由使構成遮光膜3之各層之組成分別不同而調整蝕刻速率。基本而言，可調整各層之鉻含量，例如可藉由如下方式調整：於各層中，調整鉻之氧化度或氮化度等；或使各層之組成中之除鉻以外之構成不同。又，亦可藉由調整可使蝕刻速率變快之元素(例如銮或鉬)之添加量而調整各層之蝕刻速率。

於上述遮光膜3中，較佳為鉻之含量係上層33最多，底層31次多(構成2之發明)。

於遮光膜3之上層33部分具有鉻之含量最多之區域，藉此，上層33之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率於遮光膜3中變得最慢。因此，上層33之側蝕較少，正上方之硬質光罩膜4之圖案形狀可大致準確地轉印至遮光膜3之上層33，故而最終可製造圖案形狀優質之轉印用光罩。又，鉻含量最多之上層33係消光係數較高，故而亦具有提高遮光膜3整體之光學濃度之效果。

又，底層31係鉻之含量僅次於上層33多，故而與膜質不同於遮 5

光膜3之光半透過膜2之密接性亦變得良好，因此可更有效地抑制遮光膜圖案之崩塌。即，底層31係因鉻之含量相對較多而於鉻之鍵結位置空位(空穴)變得相對較多，故而與不同膜質之光半透過膜2之密接性亦變得良好，因此可更有效地抑制遮光膜圖案之崩塌。特別是，於實施退火處理所得之金屬矽系之光半透過膜之情形時，光半透過膜之表面成為富氧狀態，故而於遮光膜3與光半透過膜2之界面，上述鉻之空位位置與光半透過膜之氧具有化學鍵而接合，故而密接性變高。

再者，由於呈中間層32之鉻之含量於遮光膜3中最少的膜構成，故而於蝕刻時發生圖案之側壁部分之侵蝕，但可藉由具有此種中間層32而使作為遮光膜3整體之蝕刻速率變快。

於上述遮光膜3中，上層33之鉻之含量較佳為60原子%以上(構成4之發明)。

遮光膜3之上層33之鉻含量為60原子%以上，藉此，因上層33而使遮光膜3整體之光學濃度變高，並且上層33之蝕刻速率變慢，上層部分之側蝕得到抑制，因此可大致準確地轉印正上方之硬質光罩膜4之圖案形狀，最終可製造圖案形狀優異之轉印用光罩。

又，於在上述遮光膜3中更含有氧之情形時，氧之含量較佳為底層31少於中間層32(構成3之發明)。

遮光膜3中之氧之含量係底層31少於中間層32，藉此，中間層32之氧含量變得最多，故而中間層32之蝕刻速率變得更快。因此，可較快地保持遮光膜3整體之蝕刻速率。又，底層31中所包含之氧含量少於中間層32，藉此，於蝕刻自中間層32移行至底層31時，深度方向之蝕刻速率變慢，底層31之圖案之側蝕之推進亦變慢，故而上層33之圖案形狀於底層31恢復，圖案之寬度方向之尺寸得到確保，結果可確保遮光膜3之圖案與光半透過膜2之接觸面積。進而，底層31之氧含量相對較少，藉此，發生與光半透過膜2之氧之交換，具有化學鍵而接

合，故而亦可獲得更提高遮光膜3之圖案與光半透過膜2之密接性之效果。

又，於上述遮光膜3中，上層33之厚度較佳為3 nm以上且8 nm以下(構成5之發明)。

存在如下之虞：若上層33之厚度低於3 nm，則乾式蝕刻時之上層33之圖案側壁之侵蝕的風險變高；又，若上層33之厚度超過8 nm，則上層33之蝕刻時間變長。因此，藉由將遮光膜3之上層33之厚度設為上述3 nm以上且8 nm以下之範圍，可一面較佳地抑制上層33之蝕刻時間，一面良好地維持上層33之圖案化之精度。

又，如上所述，本發明之特徵在於，遮光膜3之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率係上層33最慢，底層31次慢，藉此，呈中間層32之蝕刻速率最快之構成。而且，於該情形時，上述遮光膜3之中間層32之蝕刻速率較佳為上層33之上述蝕刻速率的3倍以上(構成6之發明)。

如上所述，中間層32之蝕刻速率為上層33之蝕刻速率之3倍以上，藉此，於蝕刻自上層33移行至中間層32時，深度方向之蝕刻速率變快，可一面抑制上層33之側蝕之推進，一面完結中間層32之深度方向之蝕刻，因此較佳。

又，於上述情形時，中間層32之蝕刻速率較佳為底層31之蝕刻速率之2倍以下(構成7之發明)。

於蝕刻自中間層32移行至底層31時，深度方向之蝕刻速率變慢，但此時中間層32之蝕刻速率為底層31之蝕刻速率之2倍以下，藉此，於蝕刻底層31時，在中間層32之側蝕進一步推進之前，底層31之蝕刻及所需之過蝕刻完成，故而特別是可抑制圖案側壁之中間層32與底層31之界面之階差的形成。

又，於本發明中，上述硬質光罩膜4至少含有矽及鉭中之任一者 5

或兩者，但尤佳為包含除矽或鉍以外含有氧之材料(構成8之發明)。

上述硬質光罩膜4需為與正下方之遮光膜3之蝕刻選擇性較高之素材，但特別是藉由選擇於硬質光罩膜4中含有矽及氧之素材、或含有鉍及氧之素材，可確保與包含鉻系之素材之遮光膜3之較高的蝕刻選擇性，故而不僅可實現光阻膜之薄膜化，而且亦可使硬質光罩膜4之膜厚變薄。因此，具有形成於光罩基底表面之轉印圖案之光阻圖案向硬質光罩膜4之轉印精度提高。

又，於本發明中，上述光半透過膜2至少含有矽，但尤佳為由含有矽及氮之材料所形成(構成9之發明)。

藉由在上述光半透過膜2中應用含有矽及氮之素材，可確保與鉻系之遮光膜3之蝕刻選擇性。又，若為含有矽及氮之素材，則可應用將各向異性之氟系氣體用作蝕刻氣體之圖案化。因此，亦可藉由將大致準確地轉印有硬質光罩膜4之圖案形狀之遮光膜3之圖案作為光罩的各向異性蝕刻，於光半透過膜2形成圖案精度優異之轉印圖案。

又，本實施形態之光罩基底10較佳為上述光半透過膜2與上述遮光膜3之積層構造相對於ArF準分子雷射光(波長為193 nm)之透過率為0.2%以下，且800~900 nm之波長區域之至少一部分之波長下的光之透過率為50%以下(構成10之發明)。

波長為800~900 nm之近紅外區域之光係如下之光：由於不會使光阻感光，故而可使用於在曝光機配置光罩基底之情形時之定位。如本構成，光半透過膜2與遮光膜3之積層構造相對於ArF準分子雷射光(波長為193 nm)之透過率為0.2%以下，且800~900 nm之波長區域之至少一部分之波長下的光之透過率為50%以下，藉此，例如具備對遮光帶要求之相對於曝光之光之ArF準分子雷射的良好之遮光性，且光罩基底向曝光機之配置變得容易，故而較佳。

又，於本實施形態之光罩基底10中，上述硬質光罩膜4及光半透

過膜2均可藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻而圖案化，因此正上方之硬質光罩膜4之圖案形狀可大致準確地轉印至遮光膜3之上層33，與此相輔地，可藉由利用將該遮光膜3作為光罩之各向異性蝕刻進行之圖案化而於光半透過膜2形成圖案形狀精度優異之轉印圖案。

本發明亦提供一種使用上述本發明之光罩基底之轉印用光罩之製造方法。

圖2A～圖2E係表示使用本發明之實施形態之光罩基底10之轉印用光罩的製造步驟之光罩基底等的剖視概略圖。再者，圖2A～圖2E係用以使製造步驟之理解變容易者，圖2A～圖2E所示之圖案之剖面形狀並非係準確地表現實際形成之剖面形狀者。

首先，於光罩基底10之表面，形成特定之光阻圖案5(參照圖2A)。該光阻圖案5具有成為最終之轉印圖案之、應形成於光半透過膜2之所期望的圖案。

其次，將形成於光罩基底10之硬質光罩膜4上之具有上述光半透過膜之圖案的光阻圖案5作為光罩，藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻，於硬質光罩膜4形成與光半透過膜之圖案對應之硬質光罩膜圖案4a(參照圖2B)。

其次，將如上所述般形成之硬質光罩膜圖案4a作為光罩，藉由使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於積層構造之遮光膜3形成與光半透過膜之圖案對應之遮光膜圖案3a(參照圖2C)。

其次，將如上所述般形成之遮光膜圖案3a作為光罩，藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻，於光半透過膜2形成光半透過膜圖案2a(參照圖2D)。再者，於該光半透過膜2之蝕刻步驟中，去除露出於表面之硬質光罩膜圖案4a。

其次，於上述遮光膜圖案3a上之整個面塗佈光阻膜，藉由特定之曝光、顯影處理而形成與形成於遮光膜之遮光圖案(例如遮光帶圖案) 5

對應之光阻圖案(未圖示)。接著，將該光阻圖案作為光罩，藉由使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於光半透過膜圖案2a上形成特定之遮光圖案3b。最後去除殘留之光阻圖案，藉此，形成轉印用光罩(例如半色調式相位偏移光罩)20(參照圖2E)。

根據上述說明亦可明確，藉由使用本發明之實施形態之光罩基底10並根據上述製造步驟製造轉印用光罩，從而，可獲得即便為如SRAF圖案之微細圖案亦能以較高之圖案精度形成之轉印用光罩。即，根據本發明之實施形態之光罩基底10，遮光膜3之上層33之蝕刻速率最慢且上層圖案之側蝕較少，故而可形成大致準確地轉印有形成於光阻膜或硬質光罩膜4之轉印圖案形狀的遮光膜3之圖案，因此可將該遮光膜圖案作為光罩而提高形成至光半透過膜2之圖案精度。又，遮光膜3之底層31之蝕刻速率係僅次於上層33慢，且亦慢於中間層32，可使底層圖案之側蝕變少，因此可確保遮光膜圖案與光半透過膜2之充分之接觸面積，從而可獲得良好之密接性。因此，即便形成如SRAF圖案之微細之圖案，遮光膜圖案亦不會崩塌，因此亦能夠以較高之圖案精度形成光半透過膜2之圖案。

又，根據包含如下步驟之半導體裝置之製造方法，可獲得圖案精度優異之高品質之半導體裝置，該步驟係指：使用藉由上述本發明之轉印用光罩之製造方法製造之、以較高的圖案精度形成有上述微細圖案之轉印用光罩，藉由微影法而於半導體基板上圖案轉印該轉印用光罩之轉印圖案。

實施例

以下，根據實施例，更具體地對本發明進行說明。

(實施例1)

本實施例係關於一種於將波長為193 nm之ArF準分子雷射用作曝光之光之半色調式相位偏移光罩的製造中使用之光罩基底。

本實施例中使用之光罩基底係如圖1所示之、於透光性基板(玻璃基板)1上依序積層有光半透過膜2、3層積層構造之遮光膜3、硬質光罩膜4之構造者。該光罩基底係按照以下方式製作。

作為玻璃基板，準備合成石英基板(大小約為152 mm×152 mm×厚度6.35 mm)。

其次，於單片式DC(Direct Current，直流)濺鍍裝置內，設置上述合成石英基板，使用鉬(Mo)與矽(Si)之混合燒結靶材(Mo：Si=12原子%：88原子%)，將氬(Ar)、氮(N₂)與氦(He)之混合氣體(流量比為Ar：N₂：He=8：72：100，壓力=0.2 Pa)作為濺鍍氣體，藉由反應性濺鍍(DC濺鍍)而於合成石英基板上以69 nm之厚度形成包含鉬、矽及氮之MoSiN光半透過膜(相位偏移膜)。所形成之MoSiN膜之組成為Mo：Si：N=4.1：35.6：60.3(原子%比)。該組成係藉由XPS(X-ray Photoelectron Spectroscopy，X射線光電子光譜法)而測定。

其次，自濺鍍裝置取出基板，對上述合成石英基板上之光半透過膜，於大氣中進行加熱處理。該加熱處理係於450℃下進行30分鐘。使用相位偏移量測定裝置，對該加熱處理後之光半透過膜測定ArF準分子雷射之波長(193 nm)下之透過率及相位偏移量，結果透過率為6.44%，相位偏移量為174.3度。

其次，再次將成膜有上述光半透過膜之基板投入至濺鍍裝置內，於上述光半透過膜上形成包含CrOCN膜之底層、包含CrOCN膜之中間層、包含CrN膜之上層之積層構造之遮光膜。具體而言，使用包含鉻之靶材，於氬(Ar)、二氧化碳(CO₂)、氮(N₂)、與氦(He)之混合氣體環境(流量比為Ar：CO₂：N₂：He=20：25：13：30，壓力為0.3 Pa)中進行反應性濺鍍，藉此，於上述光半透過膜上形成厚度為15.4 nm之包含CrOCN膜之遮光膜底層。繼而，同樣地使用鉻靶材，於氬(Ar)、二氧化碳(CO₂)、氮(N₂)、與氦(He)之混合氣體環境(流量比為 5

Ar : CO₂ : N₂ : He = 20 : 24 : 22 : 30，壓力為0.3 Pa)中進行反應性濺鍍，藉此，於上述底層上形成厚度為26.6 nm之包含CrOCN膜之遮光膜中間層，繼而，同樣地使用鉻靶材，於氬(Ar)與氮(N₂)之混合氣體環境(流量比為Ar : N₂ = 25 : 5，壓力為0.3 Pa)中進行反應性濺鍍，藉此，於上述中間層上形成厚度為3.5 nm之包含CrN膜之遮光膜上層。

所形成之遮光膜底層之CrOCN膜之組成為Cr : O : C : N = 55.2 : 22.1 : 11.6 : 11.1(原子%比)。又，遮光膜中間層之CrOCN膜之組成為Cr : O : C : N = 49.2 : 23.8 : 13.0 : 14.0(原子%比)，遮光膜上層之CrN膜之組成為Cr : N = 76.2 : 23.8(原子%比)。該等組成係藉由XPS而測定。

其次，於上述遮光膜上，形成包含SiON膜之硬質光罩膜。具體而言，使用矽之靶材，於氬(Ar)、一氧化氮(NO)、與氦(He)之混合氣體環境(流量比為Ar : NO : He = 8 : 29 : 32，壓力為0.3 Pa)中進行反應性濺鍍，藉此，於上述遮光膜上形成厚度為15 nm之包含SiON膜之硬質光罩膜。所形成之SiON膜之組成為Si : O : N = 37 : 44 : 19(原子%比)。該組成係藉由XPS而測定。

上述光半透過膜及遮光膜之積層膜之光學濃度係於ArF準分子雷射之波長(193 nm)下為3.0以上(透過率為0.1%以下)。又，波長880 nm(使用於搭載於曝光裝置之基板之定位之波長)下之透過率為50%以下。

以此方式製作本實施例之光罩基底。

其次，使用該光罩基底並根據上述圖2A～圖2E所示之製造步驟製造半色調式相位偏移光罩。再者，以下之符號係與圖1及圖2A～圖2E中之符號對應。

首先，對上述光罩基底10之上表面進行HMDS處理，藉由旋轉塗佈法而塗佈電子束繪圖用化學增幅型光阻(Fuji Film Electronic

Materials公司製造之PRL009)，進行特定之烘烤處理，從而形成膜厚為150 nm之光阻膜。

其次，使用電子束繪圖機，對上述光阻膜描繪特定之元件圖案(與應形成於光半透過膜2(相位偏移層)之相位偏移圖案對應之圖案，且包含線與間隙(40 nm))，之後對光阻膜進行顯影而形成光阻圖案5(參照圖2A)。

其次，將上述光阻圖案5作為光罩而對硬質光罩膜4進行乾式蝕刻，從而形成硬質光罩膜圖案4a(參照圖2B)。作為乾式蝕刻氣體，使用氟系氣體(SF_6)。

於去除上述光阻圖案5後，將上述硬質光罩膜圖案4a作為光罩而連續地進行包含上層、中間層、及底層之積層膜之遮光膜3之乾式蝕刻，從而形成遮光膜圖案3a(參照圖2C)。作為乾式蝕刻氣體，使用 Cl_2 與 O_2 之混合氣體($\text{Cl}_2 : \text{O}_2 = 8 : 1$ (流量比))。再者，遮光膜3之蝕刻速率係上層為2.9 Å/秒，中間層為9.1 Å/秒，底層為5.1 Å/秒。

繼而，將上述遮光膜圖案3a作為光罩而對光半透過膜2進行乾式蝕刻，從而形成光半透過膜圖案2a(相位偏移膜圖案)(參照圖2D)。作為乾式蝕刻氣體，使用氟系氣體(SF_6)。再者，於該光半透過膜2之蝕刻步驟中，去除露出於表面之硬質光罩膜圖案4a。

其次，藉由旋轉塗佈法，再次於上述圖2D之狀態之基板上之整個面形成上述光阻膜，使用電子束繪圖機描繪特定之元件圖案(例如與遮光帶圖案對應之圖案)，之後進行顯影而形成特定之光阻圖案。繼而，將該光阻圖案作為光罩而對露出之遮光膜圖案3a進行蝕刻，藉此，例如去除轉印圖案形成區域內之遮光膜圖案3a，於轉印圖案形成區域之周邊部形成遮光帶圖案3b。作為該情形時之乾式蝕刻氣體，使用 Cl_2 與 O_2 之混合氣體($\text{Cl}_2 : \text{O}_2 = 8 : 1$ (流量比))。

最後，去除殘留之光阻圖案，製作半色調式相位偏移光罩20(參 5

照圖2E)。

[遮光膜圖案之評估]

確認上述光半透過膜2之蝕刻步驟(圖2D之步驟)結束後之遮光膜圖案之剖面形狀，結果為如圖3所示之剖面形狀。即，遮光膜之中間層部係於圖案之壁面存在因蝕刻之侵蝕引起之內縮，但於底層部分，以如圖案寬度恢復之形狀圖案化。再者，硬質光罩膜圖案4a於該時點被去除，故而於圖3中以虛線表示該情形前之狀態。

又，於遮光膜3之圖案化步驟(圖2C之步驟)結束後進行洗淨，確認線與間隙為40 nm(相當於SRAF圖案之圖案尺寸)之圖案之狀態，結果未於遮光膜圖案發生崩塌。認為其原因在於，遮光膜底層與光半透過膜之接觸面積得到確保，且遮光膜底層與光半透過膜之界面之接合性良好，密接性得到確保。

[光半透過膜圖案之評估]

對藉由將上述遮光膜圖案作為光罩之乾式蝕刻而形成之光半透過膜圖案進行評估，結果根據圖3亦可明確，可形成即便為線與間隙為40 nm之微細圖案，與硬質光罩膜圖案之尺寸之背離亦較少之圖案精度優異之轉印圖案。

(比較例)

製作光半透過膜及硬質光罩膜為與實施例1相同之膜，僅遮光膜之構成不同之光罩基底。即，本比較例之遮光膜為單層構造之遮光膜，且為呈與實施例1之遮光膜之中間層之組成相同的組成、光學濃度為3.0以上、膜厚為100 nm之薄膜。

使用該比較例之光罩基底，利用與實施例1相同之方法製作半色調式相位偏移光罩。

[遮光膜圖案之評估]

確認遮光膜3之圖案化步驟(圖2C之步驟)結束後之遮光膜圖案之

剖面形狀，結果為如圖4所示之剖面形狀。即，遮光膜呈因蝕刻之侵蝕而於圖案之壁面大幅凹陷之形狀。又，呈線寬細於硬質光罩膜之圖案，與硬質光罩膜圖案之尺寸之背離較大之傾向。

又，與實施例相同地，於遮光膜3之圖案化步驟(圖2C之步驟)結束後進行洗淨，確認線與間隙為40 nm(相當於SRAF圖案之圖案尺寸)之圖案之狀態，結果於遮光膜圖案發生崩塌。以10 nm為單位增加圖案尺寸而相同地確認遮光膜圖案之狀態，結果於線與間隙為80 nm時，不會於圖案發生崩塌。認為其原因在於，遮光膜圖案之壁面之侵蝕較大且遮光膜與光半透過膜之接觸面積變窄、及未能於遮光膜與光半透過膜之界面確保耐於洗淨之接合狀態(密接狀態)。

因此，即便欲使用本比較例之光罩基底，例如形成如線與間隙為40 nm之微細圖案，亦發生遮光膜圖案之崩塌，成為最終之轉印圖案之光半透過膜之圖案化較為困難。

以上，對本發明之實施形態及實施例進行了說明，但該實施形態及實施例僅為例示，而並不限定專利申請範圍。於專利申請範圍中所記載之技術中，包含對以上所例示之具體例進行各種變化、變更所得者。

本申請係以2014年3月30日申請之日本專利申請第2014-070685號之優先權為基礎而主張其利益者，該揭示係以參考文獻之形式全部引用於本文中。

【符號說明】

- 1 透光性基板
- 2 光半透過膜
- 2a 光半透過膜圖案
- 3 遮光膜
- 3a 遮光膜圖案

3b	遮光帶圖案
4	硬質光罩膜
4a	硬質光罩膜圖案
5	光阻圖案
10	光罩基底
20	轉印用光罩
31	遮光膜之底層
32	遮光膜之中間層
33	遮光膜之上層

發明摘要

※ 申請案號：104110324

※ 申請日：104/03/30

G03F 1/32 (2012.01)

※IPC 分類：G03F 1/58 (2012.01)

G03F 1/80 (2012.01)

【發明名稱】

光罩基底、轉印用光罩之製造方法及半導體裝置之製造方法

MASK BLANK, METHOD OF MANUFACTURING A TRANSFER

MASK AND METHOD OF MANUFACTURING A

SEMICONDUCTOR DEVICE

【中文】

本發明係一種於透光性基板上依序積層有光半透過膜、遮光膜、及硬質光罩膜之光罩基底。光半透過膜至少含有矽，硬質光罩膜至少含有矽及鉭中之任一者或兩者。遮光膜呈底層、中間層、及上層之積層構造，且含有鉻。遮光膜之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率係上層最慢，底層次慢。

【英文】

A mask blank has a light semi-transmitting film, a light shielding film, and a hard mask film which are successively formed on a transparent substrate. The light semi-transmitting film contains at least silicon. The hard mask film contains at least one or both of silicon and tantalum. The light shielding film contains chromium and has a laminate structure of a lower layer, an intermediate layer, and an upper layer. In the light shielding film, an etching rate of dry etching using a mixed gas of chlorine gas and oxygen gas is slowest at the upper layer and next slowest at the lower layer.

申請專利範圍

1. 一種光罩基底，其特徵在於，其係具有於透光性基板上依序積層有光半透過膜、遮光膜、及硬質光罩膜之構造者，
上述光半透過膜至少含有矽，
上述硬質光罩膜至少含有矽及鉮中之任一者或兩者，
上述遮光膜為底層、中間層、及上層之積層構造，且含有鉻，
上述遮光膜之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率係上述上層最慢，上述底層次慢。
2. 如請求項1之光罩基底，其中於上述遮光膜中，上述鉻之含量係上述上層最多，上述底層次多。
3. 如請求項1或2之光罩基底，其中於上述遮光膜中更包含氧，上述氧之含量係於上述底層中少於上述中間層。
4. 如請求項1或2之光罩基底，其中上述上層之上述鉻之含量為60原子%以上。
5. 如請求項1或2之光罩基底，其中上述上層之厚度為3 nm以上且8 nm以下。
6. 如請求項1或2之光罩基底，其中上述中間層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率為上述上層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率之3倍以上。
7. 如請求項1或2之光罩基底，其中上述中間層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率為上述底層之使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻的蝕刻速率之2倍以下。
8. 如請求項1或2之光罩基底，其中上述硬質光罩膜含有氧。
9. 如請求項1或2之光罩基底，其中上述光半透過膜含有矽及氮。

10. 如請求項1或2之光罩基底，其中上述光半透過膜與上述遮光膜之積層構造相對於ArF準分子雷射光(波長為193 nm)之透過率為0.2%以下，且800~900 nm之波長區域之至少一部分之波長下的光之透過率為50%以下。
11. 如請求項1或2之光罩基底，其中上述硬質光罩膜及上述光半透過膜係藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻而被圖案化。
12. 一種轉印用光罩之製造方法，其特徵在於使用如請求項1至11中任一項之光罩基底，且具有如下步驟：

將形成於上述硬質光罩膜上之具有光半透過膜之圖案之光阻膜作為光罩，藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻，於上述硬質光罩膜形成光半透過膜之圖案；

將形成有上述光半透過膜之圖案之硬質光罩膜作為光罩，藉由使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於上述遮光膜形成光半透過膜之圖案；

將形成有上述光半透過膜之圖案之遮光膜作為光罩，藉由使用氟系氣體之乾式蝕刻，於上述光半透過膜形成光半透過膜之圖案；及

將形成於上述遮光膜上之具有遮光圖案之光阻膜作為光罩，藉由使用氯氣與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於上述遮光膜形成遮光圖案。

13. 一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於包含如下步驟：使用藉由如請求項12之轉印用光罩之製造方法製造之轉印用光罩，藉由微影法而於半導體基板上圖案轉印上述轉印用光罩之轉印圖案。

圖式

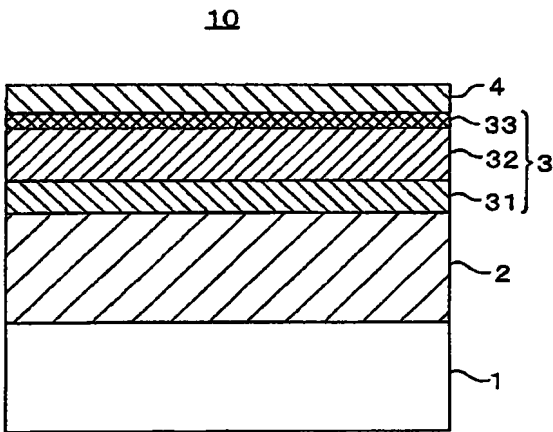


圖1

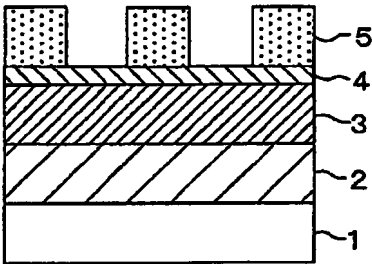


圖2A

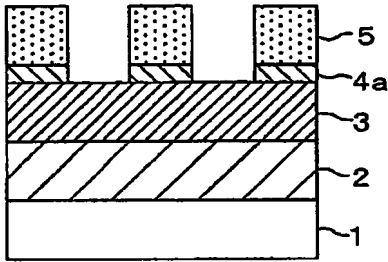


圖2B

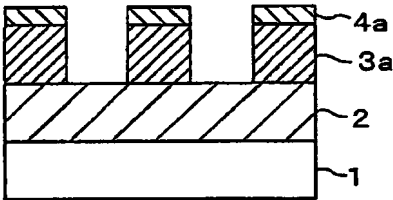


圖2C



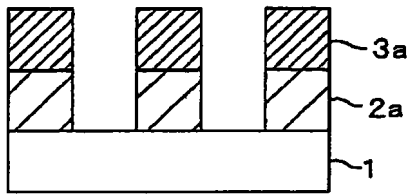


圖2D

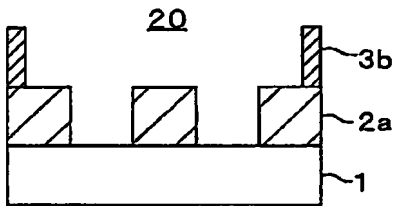


圖2E

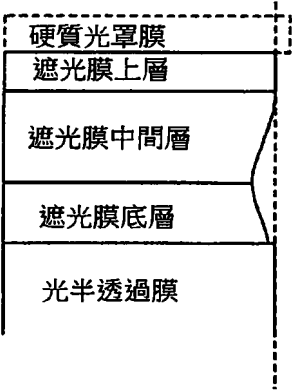


圖3

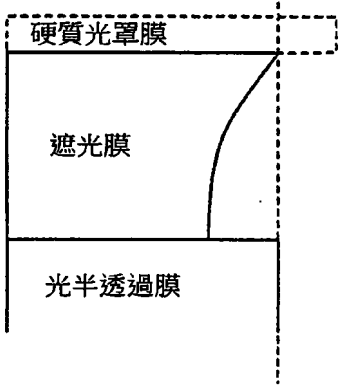


圖4



【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|----|---------|
| 1 | 透光性基板 |
| 2 | 光半透過膜 |
| 3 | 遮光膜 |
| 4 | 硬質光罩膜 |
| 10 | 光罩基底 |
| 31 | 遮光膜之底層 |
| 32 | 遮光膜之中間層 |
| 33 | 遮光膜之上層 |

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無