



(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 I854972 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：108109465

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 03 月 20 日

(51)Int. Cl. : G03F1/60 (2012.01)

G03F1/32 (2012.01)

H01L21/027 (2006.01)

(30)優先權：2018/03/26 日本

2018-058004

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

日本

(72)發明人：前田仁 MAEDA, HITOSHI (JP)；野澤順 NOZAWA, OSAMU (JP)；堀込康隆

HORIGOME, YASUTAKA (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201702730A

JP 2014-137388A

JP 2016-164683A

US 2016/0033858A1

審查人員：陳穎慧

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：2 共 53 頁

(54)名稱

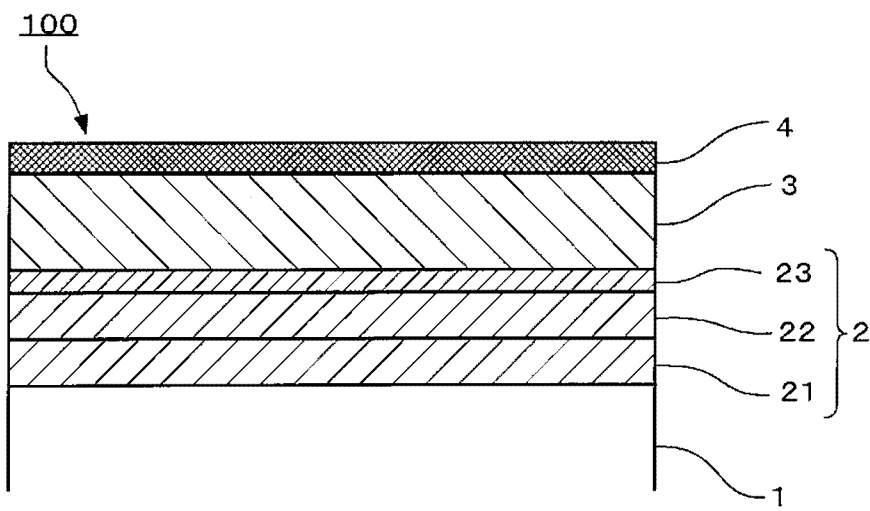
光罩基底、相偏移光罩及半導體裝置之製造方法

(57)摘要

本發明之光罩基底於透光性基板上具備相偏移膜，該相偏移膜包含按照下層、中間層及上層之順序積層之構造。下層由氮化矽系材料形成，中間層由氮氧化矽系材料形成，上層由氧化矽系材料形成。下層之氮含量較中間層之氮含量多，且下層之氮含量較上層之氮含量多，上層之氧含量較中間層之氧含量多，且上層之氧含量較下層之氧含量多。中間層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為 0.15 以上，上層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為 0.10 以下。

A mask blank comprises a transparent substrate and a phase shift film formed thereon. The phase shift film has a structure in which a lower layer, an intermediate layer and an upper layer are laminated in this order. The lower layer is made of a silicon-nitride-based material. The intermediate layer is made of a silicon-oxynitride-based material. The upper layer is made of a silicon-oxide-based material. The lower layer is higher in nitrogen content than the intermediate layer and the upper layer. The upper layer is higher in oxygen content than the intermediate layer and the lower layer. A ratio of the thickness of the intermediate layer with respect to a total thickness of the phase shift film is not smaller than 0.15. A ratio of the thickness of the upper layer with respect to the total thickness of the phase shift film is not greater than 0.10.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 1:透光性基板
 - 2:相偏移膜
 - 3:遮光膜
 - 4:硬質光罩膜
 - 21:下層
 - 22:中間層
 - 23:上層
 - 100:光罩基底

【圖1】



I854972

【發明摘要】

【中文發明名稱】

光罩基底、相偏移光罩及半導體裝置之製造方法

【中文】

本發明之光罩基底於透光性基板上具備相偏移膜，該相偏移膜包含按照下層、中間層及上層之順序積層之構造。下層由氮化矽系材料形成，中間層由氮氧化矽系材料形成，上層由氧化矽系材料形成。下層之氮含量較中間層之氮含量多，且下層之氮含量較上層之氮含量多，上層之氧含量較中間層之氧含量多，且上層之氧含量較下層之氧含量多。中間層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為0.15以上，上層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下。

【英文】

A mask blank comprises a transparent substrate and a phase shift film formed thereon. The phase shift film has a structure in which a lower layer, an intermediate layer and an upper layer are laminated in this order. The lower layer is made of a silicon-nitride-based material. The intermediate layer is made of a silicon-oxynitride-based material. The upper layer is made of a silicon-oxide-based material. The lower layer is higher in nitrogen content than the intermediate layer and the upper layer. The upper layer is higher in oxygen content than the intermediate layer and the lower layer. A ratio of the thickness of the intermediate layer with respect to a total thickness of the phase shift film is not smaller than 0.15. A ratio of the thickness of the upper layer

with respect to the total thickness of the phase shift film is not greater than 0.10.

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 透光性基板
- 2 相偏移膜
- 3 遮光膜
- 4 硬質光罩膜
- 21 下層
- 22 中間層
- 23 上層
- 100 光罩基底

【發明說明書】

【中文發明名稱】

光罩基底、相偏移光罩及半導體裝置之製造方法

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種光罩基底、使用該光罩基底製造之相偏移光罩。又，本發明係關於使用上述相偏移光罩之半導體裝置之製造方法。

【先前技術】

【0002】 於半導體裝置之製造步驟中，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幾片轉印用光罩。於使半導體裝置之圖案微細化時，除了形成於轉印用光罩之光罩圖案之微細化以外，還需要光微影中所使用之曝光光源之波長之短波長化。近年來，於製造半導體裝置時之曝光之光源應用ArF準分子雷射(波長193 nm)之情況增多。

【0003】 轉印用光罩之一種存在半色調式相偏移光罩。半色調式相偏移光罩具有使曝光之光透過之透光部、及使曝光之光減光而透過之(半色調相偏移膜之)相偏移部，使於透光部與相偏移部透過之曝光之光之相位大致反轉(大致180度之相位差)。藉由該相位差，而透光部與相偏移部之交界之光學像之對比度提高，故而半色調式相偏移光罩成為解像度較高之轉印用光罩。

【0004】 半色調式相偏移光罩存在半色調式相偏移膜之相對於曝光之光之透過率越高則轉印像之對比度越高之傾向。因此，以要求特別高之解像度之情形為主使用所謂之高透過率半色調式相偏移光罩。半色調式相

偏移光罩之相偏移膜廣泛使用矽化鉬(MoSi)系之材料。然而，近年來判明，MoSi系膜係相對於ArF準分子雷射之曝光之光(以下，稱為ArF曝光之光)之耐受性(所謂ArF耐光性)較低。於專利文獻1中，藉由進行電漿處理、UV(ultraviolet，紫外線)照射處理、或加熱處理，於MoSi系膜之圖案之表面形成SiON、SiO₂等保護膜，而提高ArF耐光性。

【0005】 作為半色調式相偏移光罩之相偏移膜，亦已知有包括矽與氮之SiN系之材料，例如，揭示於專利文獻2。又，作為獲得所期望之光學特性之方法，使用包括Si氧化物層與Si氮化物層之週期多層膜之相偏移膜之半色調式相偏移光罩揭示於專利文獻3。由於SiN系之材料具有較高之ArF耐光性，故而使用SiN系膜作為相偏移膜之高透過率半色調式相偏移光罩受到關注。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0006】 專利文獻1：日本專利特開2010-217514號公報

專利文獻2：日本專利特開平7-134392號公報

專利文獻3：日本專利特表2002-535702號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

【0007】 氮化矽層及氧化矽層與上述MoSi系膜相比ArF耐光性均大幅度較高。然而，於由氮化矽系材料形成半色調式相偏移光罩之相偏移膜之情形時，進行將該相偏移光罩設置於曝光裝置重複進行ArF曝光之光之照射之相偏移光罩之通常之使用的結果判明，於其使用之前後，相偏移膜之透過率與相位差產生相對較大之變動。相偏移膜之透過率與相位差於相

偏移光罩之使用中產生變動會導致相偏移光罩之轉印精度降低。再者，所謂相位差係指透過相偏移膜之內部之曝光之光之相位、與於空氣中僅通過與相偏移膜之厚度相同之距離之曝光之光之相位的差，以下相同。

【0008】 氧化矽系材料之薄膜與氮化矽系材料之薄膜相比ArF耐光性較高。於由氧化矽系材料形成相偏移膜之情形時，於用作相偏移光罩之前後相偏移膜之相位差之變化較小。然而，氧化矽系材料之單層膜由於ArF曝光之光之透過率過高，故而不適合作為半色調式相偏移光罩之相偏移膜。因此，嘗試藉由將相偏移膜設為氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之2層構造，而抑制由受到ArF曝光之光之重複之照射而產生的相偏移膜之透過率與相位差之變動。然而，無法充分抑制由ArF曝光之光之重複之照射所致之透過率之變動。

【0009】 一般而言，於進行氮化矽系材料之薄膜之圖案化時所進行之乾式蝕刻中使用氟系氣體。於相偏移光罩之透光性基板使用以氧化矽為主成分之玻璃材料。該透光性基板亦具有被氟系氣體蝕刻之特性。若因將氮化矽系材料之薄膜圖案化時之乾式蝕刻而透光性基板被蝕刻從而被過度刻蝕，則產生相位差之面內均一性等問題。因此，於氮化矽系材料之薄膜形成圖案時之乾式蝕刻中使用在與透光性基板之間獲得固定以上之蝕刻選擇性之SF₆等氟系氣體。然而，判明於相對於如上所述之氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之2層構造之相偏移膜利用SF₆之乾式蝕刻形成圖案之情形時，於形成於該相偏移膜之圖案之側壁，於上層與下層之間產生相對較大之階差。其原因在於，透光性基板與同系材料之氧化矽系材料之上層之蝕刻速率較氮化矽系材料之下層之蝕刻速率大幅度慢。於相偏移光罩中，若於相偏移膜之圖案之側壁存在較大之階差，則導致產生轉印精

度之降低。

【0010】 另一方面，作為半色調式相偏移光罩之光罩缺陷修正技術，有時使用藉由一面對相偏移膜之黑缺陷部分供給二氟化氙(XeF_2)氣體，一面對該部分照射電子束使該黑缺陷部分變化為揮發性之氟化物而蝕刻去除之缺陷修正技術。以下，將此種照射電子束等帶電粒子進行之缺陷修正簡稱為EB(Electron Beam，電子束)缺陷修正。於對形成有圖案之後之上述2層構造之相偏移膜進行EB缺陷修正之情形時，具有氮化矽系材料之下層之修正速率與氧化矽系材料之上層之修正速率相比較快之傾向。除此以外，於EB缺陷修正之情形時，由於對側壁露出之狀態之相偏移膜之圖案進行蝕刻，故而於圖案之側壁方向進展之蝕刻即側蝕刻尤其容易進入至含氮層。因此，存在EB缺陷修正後之相偏移膜之圖案之側壁容易成為於下層與上層之間具有階差之階差形狀的傾向。於EB缺陷修正後之相偏移光罩中，若於相偏移膜之圖案之側壁存在較大之階差，則導致產生轉印精度之降低。

【0011】 本發明係為了解決上述問題而完成者，其目的在於提供一種光罩基底，於在透光性基板上具備包含氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之相偏移膜之光罩基底中，抑制於受到ArF曝光之光之重複之照射時所產生之相偏移膜之透過率與相位差的變動。

又，本發明之目的在於提供一種光罩基底，於在透光性基板上具備包含氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之相偏移膜之光罩基底中，於對該相偏移膜進行利用氟系氣體之乾式蝕刻而形成圖案時，降低產生於相偏移膜之圖案之側壁之階差。

【0012】 進而，本發明之目的在於提供一種光罩基底，於在透光性

基板上具備包含氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之相偏移膜之光罩基底中，於對自該光罩基底製造之相偏移光罩之相偏移膜之圖案進行EB缺陷修正時，降低產生於EB缺陷修正後之相偏移膜之圖案之側壁的階差。

【0013】 本發明之目的在於提供一種使用該光罩基底製造之相偏移光罩。而且，本發明之目的在於提供使用此種相偏移光罩之半導體裝置之製造方法。

[解決問題之技術手段]

【0014】 為了解決上述問題，本發明具有以下之構成。

【0015】 (構成1)

一種光罩基底，其特徵在於：其係於透光性基板上具備相偏移膜者，且上述相偏移膜包含自上述透光性基板側按照下層、中間層及上層之順序積層之構造，上述下層由包括矽與氮之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氮之材料形成，上述中間層由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，上述上層由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，上述下層之氮含量較上述中間層之氮含量多，且上述下層之氮含量較上述上層之氮含量多，上述上層之氧含量較上述中間層之氧含量多，且上述上層之氧含量較上述下層之氧含量多，上述中間層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.15以上，上述上層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下。

【0016】 (構成2)

如構成1之光罩基底，其特徵在於上述下層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.80以下。

(構成3)

如構成1或2之光罩基底，其特徵在於上述中間層之氮含量較上述上層之氮含量多，上述中間層之氧含量較上述下層之氧含量多。

【0017】 (構成4)

如構成1至3中任一項之光罩基底，其特徵在於上述中間層係氮含量為30原子%以上，氧含量為10原子%以上。

(構成5)

如構成1至4中任一項之光罩基底，其特徵在於上述下層係氮含量為50原子%以上。

【0018】 (構成6)

如構成1至5中任一項之光罩基底，其特徵在於上述上層係氧含量為50原子%以上。

(構成7)

如構成1至6中任一項之光罩基底，其特徵在於上述下層之膜厚較上述中間層之膜厚厚，且上述下層之膜厚較上述上層之膜厚厚，上述中間層之膜厚較上述上層之膜厚厚。

【0019】 (構成8)

如構成1至7中任一項之光罩基底，其特徵在於上述相偏移膜具有如下功能：使ArF準分子雷射之曝光之光以2%以上之透過率透過；及使於空氣中僅通過與上述相偏移膜之厚度相同之距離之上述曝光之光在相對於透過上述相偏移膜之上述曝光之光之間產生150度以上200度以下之相位

差。

(構成9)

如構成1至8中任一項之光罩基底，其特徵在於在上述相偏移膜上具備遮光膜。

【0020】(構成10)

一種相偏移光罩，其特徵在於：其係於透光性基板上具備形成有轉印圖案之相偏移膜者，且上述相偏移膜包含自上述透光性基板側按照下層、中間層及上層之順序積層之構造，上述下層由包括矽及氮之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氮之材料形成，上述中間層由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，上述上層由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，上述下層之氮含量較上述中間層之氮含量多，且上述下層之氮含量較上述上層之氮含量多，上述上層之氧含量較上述中間層之氧含量多，且上述上層之氧含量較上述下層之氧含量多，上述中間層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.15以上，上述上層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下。

【0021】(構成11)

如構成10之相偏移光罩，其特徵在於上述下層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.80以下。

(構成12)

如構成10或11之相偏移光罩，其特徵在於上述中間層之氮含量較上述上層之氮含量多，上述中間層之氧含量較上述下層之氧含量多。

【0022】 (構成13)

如構成10至12中任一項之相偏移光罩，其特徵在於上述中間層係氮含量為30原子%以上，氧含量為10原子%以上。

(構成14)

如構成10至13中任一項之相偏移光罩，其特徵在於上述下層係氮含量為50原子%以上。

【0023】 (構成15)

如構成10至14中任一項之相偏移光罩，其特徵在於上述上層係氧含量為50原子%以上。

(構成16)

如構成10至15中任一項之相偏移光罩，其特徵在於上述下層之膜厚較上述中間層之膜厚厚，且上述下層之膜厚較上述上層之膜厚厚，上述中間層之膜厚較上述上層之膜厚厚。

【0024】 (構成17)

如構成10至16中任一項之相偏移光罩，其特徵在於上述相偏移膜具有如下功能：使ArF準分子雷射之曝光之光以2%以上之透過率透過；及使於空氣中僅通過與上述相偏移膜之厚度相同之距離之上述曝光之光在相對於透過上述相偏移膜之上述曝光之光之間產生150度以上200度以下之相位差。

(構成18)

如構成10至17中任一項之相偏移光罩，其特徵在於在上述相偏移膜上具備形成有遮光圖案之遮光膜。

【0025】 (構成19)

一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於具備使用如構成10至18中任一項之相偏移光罩，將轉印圖案曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜之步驟。

[發明之效果]

【0026】 本發明之光罩基底之特徵在於，其係於透光性基板上具備相偏移膜者，且相偏移膜包含自透光性基板側按照下層、中間層及上層之順序積層之構造，下層由包括矽與氮之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氮之材料形成，中間層由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，上層由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，下層之氮含量較中間層之氮含量多，且下層之氮含量較上層之氮含量多，上層之氧含量較中間層之氧含量多，且上層之氧含量較下層之氧含量多，中間層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為0.15以上，上層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下。

【0027】 藉由設為此種構造之光罩基底，可抑制受到ArF曝光之光之重複之照射時所產生之相偏移膜之透過率與相位差的變動。又，於對相偏移膜進行利用氟系氣體之乾式蝕刻而形成圖案時，可降低產生於相偏移膜之圖案之側壁之階差。進而，於對自該光罩基底製造之相偏移光罩之相偏移膜之圖案進行EB缺陷修正時，可降低產生於EB缺陷修正後之相偏移膜之圖案之側壁的階差。

【0028】 本發明之相偏移光罩之特徵在於，具有轉印圖案之相偏移膜設為與上述本發明之光罩基底之相偏移膜相同之構成。藉由設為此種相

偏移光罩，可抑制受到ArF曝光之光之重複之照射時所產生之相偏移膜之透過率與相位差的變動。又，可降低產生於相偏移膜之圖案之側壁之階差。進而，於對相偏移光罩之相偏移膜之圖案進行EB缺陷修正時，可降低產生於EB缺陷修正後之相偏移膜之圖案之側壁的階差。本發明之相偏移光罩對半導體基板上之抗蝕膜等轉印對象物進行曝光轉印時之轉印精度較高。

【圖式簡單說明】

【0029】

圖1係表示本發明之實施形態中之光罩基底之構成的剖視圖。

圖2(a)～(f)係表示本發明之實施形態中之相偏移光罩之製造步驟的剖視圖。

【實施方式】

【0030】 首先，敘述直至完成本發明之經過。本發明者們關於在將光罩基底之相偏移膜設為包含氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之構造之情形時，自於受到ArF曝光之光之重複之照射時所產生的相偏移膜之透過率與相位差之變動之觀點、對相偏移膜進行利用氟系氣體之乾式蝕刻而形成圖案時產生於相偏移膜之圖案之側壁之階差之觀點、及對相偏移光罩之相偏移膜之圖案進行EB缺陷修正時所產生之階差之觀點進行研究。

【0031】 於MoSi系材料之相偏移膜之情形時，作為對如下所述之問題之對策，進行藉由於表層設置氧化矽層而提高ArF耐光性。亦即，於MoSi系材料之相偏移膜之情形時，產生藉由受到ArF曝光之光之照射而激發之鉬與大氣中之氧鍵結而自相偏移膜中脫離之現象，鉬脫離。藉此，成

為大氣中之氧容易滲入至相偏移膜內之狀態。除此以外，相偏移膜中之矽亦激發，產生藉由該矽與大氣中之氧鍵結而相偏移膜產生體積膨脹之現象(所謂相偏移膜之圖案變粗之現象)。該等現象成為問題。又，向使相對於ArF曝光之光之透過率降低之方向發揮功能之鉬自相偏移膜脫離，向使相對於ArF曝光之光之透過率上升之方向發揮功能之氧與相偏移膜之矽鍵結。藉此，亦產生相偏移膜之相對於ArF曝光之光之透過率自成膜時大幅度上升的問題。又，亦產生相偏移膜之相對於ArF曝光之光之相位差亦自成膜時大幅度變動的問題。針對如以上之問題，如上所述藉由於相偏移膜之表層預先設置氧化矽層，可抑制受到ArF曝光之光之照射激發之鉬自相偏移膜脫離，亦可抑制氧滲入至相偏移膜之內部。進而，亦可將圖案變粗之現象、透過率與相位差大幅度變動之現象均降低。

【0032】氮化矽系材料之相偏移膜與MoSi系材料之相偏移膜相比，即便不於表層設置氧化矽層，受到ArF曝光之光之重複照射時之相偏移膜之圖案之粗度亦大幅度較小。又，氮化矽系材料之相偏移膜受到ArF曝光之光之重複照射時之相偏移膜之透過率與相位差之變動幅度亦較小。於進行非常微細之圖案之曝光轉印時所使用之相偏移光罩之情形時，自相偏移膜之透過率與相位差之設計值之變動之容許幅度非常小。於由氮化矽系材料之單層構成之相偏移膜之情形時，受到ArF曝光之光之重複照射之前後之透過率與相位差之變動幅度超過上述容許幅度。因此，嘗試藉由將相偏移膜設為自透光性基板側為氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之2層構造，而解決問題。其結果，上述2層構造之相偏移膜可使相位差之變動幅度為上述容許幅度以下。然而，上述2層構造之相偏移膜中之透過率之變動幅度若與氮化矽系材料之單層構造之相偏移膜相比變小，但超過上

述容許幅度。

【0033】 另一方面，藉由設為氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之2層構造之相偏移膜，而新產生2個問題。1個問題係於將相偏移膜以利用氟系氣體之乾式蝕刻圖案化時之相偏移膜之圖案之側壁，起因於較上層而下層之側蝕刻量較大而產生階差。另1個問題係於在相偏移膜形成圖案而製造相偏移光罩之後，於光罩缺陷檢查中發現相偏移膜之圖案產生黑缺陷，於利用EB缺陷修正而修正該黑缺陷之情形時，起因於較上層而下層之修正速率較慢而於EB缺陷修正後之圖案形狀產生階差。

【0034】 與設置氧化矽系材料之上層無關，相偏移膜之整體之透過率變動之理由可謂在於下層之氮化矽系材料之內部構造之穩定性與氧化矽系材料相比較低。因此，對將下層改變為氮氧化矽系材料進行研究。其理由在於，Si—O鍵與Si—N鍵相比穩定性較高。然而，氮氧化矽系材料之層與氮化矽系材料之層相比，大幅度影響相位差之光學常數即ArF曝光之光之波長(波長193 nm)之折射率 n (以下，簡稱為折射率 n)較小，大幅度影響透過率之光學常數即ArF曝光之光之波長(波長193 nm)之消光係數 k (以下，簡稱為消光係數 k)亦較小。上層之氧化矽系材料係折射率 n 及消光係數 k 與氮氧化矽系材料相比均大幅度較小。

【0035】 一般而言，相偏移膜之折射率 n 越大，則相對於透過相偏移膜內之ArF曝光之光產生特定之相位差所需要之膜厚越薄。又，相偏移膜之消光係數 k 越大，則相對於透過相偏移膜內之ArF曝光之光以特定之透過率透過所需要之膜厚越薄。因此，於氮氧化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之積層構造之相偏移膜之情形時，與氮化矽系材料之下層與氧化矽系材料之上層之積層構造之相偏移膜之情形時相比，存在用以滿足

特定之透過率與相位差之光學特性之相偏移膜之整體膜厚變厚的問題。與其相關聯，亦存在相偏移膜之設計自由度變低之問題。進而，於相偏移膜與透光性基板之表面相接而形成之情形時，氮氧化矽系材料之下層與氮化矽系材料之下層相比，亦存在與相對於利用氟系氣體之乾式蝕刻之透光性基板之間之蝕刻選擇性較低的問題。

【0036】 因此，為了解決該等問題，考慮將相偏移膜設為氮化矽系材料之下層、氮氧化矽系材料之中間層、及氧化矽系材料之上層之積層構造。

藉由設置氧化矽系材料之上層，可抑制氧自受到ArF曝光之光之重複照射時之相偏移膜之表面向內部滲入。另一方面，設置氧化矽系材料之上層成為於乾式蝕刻後之相偏移膜之圖案側壁產生階差之因素、於EB缺陷修正後之相偏移膜之圖案側壁產生階差之因素、相偏移膜之整體膜厚變厚之因素。氧化矽系材料之上層只要可保護中間層之表面之整體，則獲得抑制氧向相偏移膜之內部滲入之效果，故而上層之厚度亦可較薄。自該觀點而言，將氧化矽系材料之上層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚的比率設為0.1以下。

【0037】 中間層使用與氮化矽系材料相比於受到ArF曝光之光之重複照射時光學特性不易變化之氮氧化矽系材料。中間層係為了抑制相偏移膜之整體中之相對於曝光之光之透過率之變動而設置者。自獲得該效果之觀點而言，將氮氧化矽系材料之中間層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚的比率設為0.15以上。該中間層具有相對於利用氟系氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率較下層慢、較上層快之中間之特性。因此，將該3層構造之相偏移膜圖案化之後之圖案側壁之側蝕刻量亦成為下層與上層之中間，可使圖案

側壁之膜厚方向之形狀變化(例如，階差)變小。又，中間層具有EB缺陷修正時之修正速率亦較下層慢、較上層快之中間之特性。對該3層構造之相偏移膜之圖案進行EB缺陷修正之後之圖案側壁之膜厚方向之形狀變化(例如，階差)亦可變小。

【0038】 以上之銳意研究之結果導出本發明之光罩基底。亦即，本發明之光罩基底之特徵在於，於透光性基板上具備相偏移膜，該相偏移膜包含自透光性基板側按照下層、中間層及上層之順序積層之構造，下層由包括矽及氮之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氮之材料形成，中間層由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，上層由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，下層之氮含量較中間層之氮含量多，且下層之氮含量較上層之氮含量多，上層之氧含量較中間層之氧含量多，且上層之氧含量較下層之氧含量多，中間層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為0.15以上，上層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下。

【0039】 其次，對本發明之實施形態進行說明。本發明之光罩基底係能夠應用於用以製成相偏移光罩之光罩基底者。以後，對用以製造半色調式相偏移光罩之光罩基底進行說明。

圖1係表示本發明之實施形態之光罩基底100之構成的剖視圖。圖1所示之光罩基底100係於透光性基板1上具有相偏移膜2、遮光膜3及硬質光罩膜4按照該順序積層之構造。

【0040】 透光性基板1除了合成石英玻璃以外，可由石英玻璃、鋁

矽酸鹽玻璃、鈉鈣玻璃、低熱膨脹玻璃(SiO_2 — TiO_2 玻璃等)等玻璃材料形成。該等之中，合成石英玻璃相對於ArF準分子雷射光(波長193 nm)之透過率較高、作為形成光罩基底100之透光性基板1之材料特佳。

【0041】 相偏移膜2要求具有能夠使相偏移效果有效地發揮功能之透過率。相偏移膜2較佳為相對於ArF曝光之光之透過率為2%以上。相偏移膜2更佳為相對於ArF曝光之光之透過率為10%以上，進而更佳為15%以上。又，相偏移膜2較佳為以相對於ArF曝光之光之透過率為40%以下之方式調整，更佳為30%以下。

【0042】 近年來，作為對半導體基板(晶圓)上之抗蝕膜之曝光、顯影製程趨於使用NTD(Negative Tone Development，負顯影)，其中常使用亮場光罩(圖案開口率較高之轉印用光罩)。於亮場之相偏移光罩中，藉由將相偏移膜之相對於曝光之光之透過率設為10%以上，而透過透光部之光之0次光與1次光之平衡變得良好。若該平衡變得良好，則透過相偏移膜之曝光之光與0次光干涉而使光強度衰減之效果變得更大，抗蝕膜上之圖案解像性提高。因此，相偏移膜2之相對於ArF曝光之光之透過率較佳為10%以上。於相對於ArF曝光之光之透過率為15%以上之情形時，由相偏移效果所致之轉印像(投影光學像)之圖案邊緣強調效果更高。另一方面，若相偏移膜2之相對於ArF曝光之光之透過率超過40%，則旁瓣(side lobe)之影響變得過強，故而不佳。

【0043】 相偏移膜2為了獲得適當之相偏移效果，要求具有如下功能：於空氣中僅通過與該相偏移膜2之厚度相同之距離之光在相對於所透過之ArF曝光之光之間產生特定的相位差。又，該相位差較佳為以成為150度以上200度以下之範圍之方式調整。相偏移膜2中之上述相位差之下

限值更佳為160度以上，進而更佳為170度以上。另一方面，相偏移膜2中之相位差之上限值更佳為190度以下。

【0044】 相偏移膜2較佳為厚度為90 nm以下，更佳為80 nm以下。另一方面，相偏移膜2較佳為厚度為40 nm以上。若相偏移膜2之厚度未達40 nm，則存在無法獲得作為相偏移膜所要求之特定之透過率與相位差之虞。

【0045】 相偏移膜2具備自透光性基板1側積層有氮化矽系材料之下層21、氮氧化矽系材料之中間層22、及氧化矽系材料之上層23之構造。相偏移膜2只要為可獲得本發明之效果之範圍，亦可具備下層21、中間層22、及上層23以外之層。

【0046】 下層21較佳為由包括矽及氮之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氮之材料形成。下層21除了矽以外，亦可含有任一半金屬元素。該半金屬元素之中，若含有選自硼、銻、銻及碲之1種以上之元素，則可期待提高用作濺鍍靶之矽之導電性，故而較佳。

【0047】 下層21除了氮以外，亦可含有任一非金屬元素。該情形時之非金屬元素係指包含狹義之非金屬元素(氮、碳、氧、磷、硫磺、硒)、鹵素及惰性氣體者。該非金屬元素之中，較佳為含有選自碳、氟及氫之1種以上之元素。下層21較佳為氧含量未達10原子%，更佳為5原子%以下，進而更佳為不積極地含有氧(於進行X射線光電子分光分析等之組成分析時檢測下限值以下)。若下層21之氧含量較多，則於與中間層22及上層23之間光學特性之差變小，相偏移膜2之設計自由度變小。又，相對於利用氟系氣體之乾式蝕刻之下層21與透光性基板1之間之蝕刻選擇性降低。

【0048】 下層21亦可含有惰性氣體。惰性氣體係藉由於利用反應性濺鍍成膜下層21時存在於成膜室內而使成膜速度變大，可提高生產性之元素。將該惰性氣體電漿化，藉由與靶碰撞而靶構成元素自靶飛出，中途取入反應性氣體，且於透光性基板1上形成下層21。該靶構成元素自靶飛出，於附著於透光性基板1為止之期間將成膜室中之惰性氣體稍微取入。至於作為該反應性濺鍍所需要之惰性氣體較佳者，可列舉氫、氮、氬。又，為了緩和及下層21之應力，可使原子量較小之氫、氮積極地取入至下層21。

【0049】 矽系膜係折射率 n 非常小，消光係數 k 較大。存在隨著矽系膜中之氮含量變多，而折射率 n 變大，消光係數 k 變小之傾向。為了確保相偏移膜2所要求之特定之透過率，且以更薄之厚度確保相位差，下層21較佳為由折射率 n 最大、且消光係數 k 較大之材料形成。因此，下層21較佳為氮含量較中間層22之氮含量多且較上層23之氮含量多。

【0050】 又，根據上述理由，下層21較佳為氮含量設為50原子%以上，更佳為51原子%以上，進而更佳為52原子%以上。又，下層21較佳為氮含量為57原子%以下，更佳為56原子%以下。下層21若較 Si_3N_4 之混合比更多地含有氮，則難以使下層21為非晶或微晶構造。又，下層21之表面粗糙度大幅度惡化。

【0051】 下層21較佳為矽含量為35原子%以上，更佳為40原子%以上，進而更佳為45原子%以上。下層21較佳為由包括矽及氮之材料形成。再者，該情形時之包括矽及氮之材料可視為亦包含含有惰性氣體之材料。下層21較佳為矽及氮之合計含量為95原子%以上，更佳為96原子%以上，進而更佳為98原子%以上。

【0052】 下層21之膜厚相對於相偏移膜2之整體膜厚之比率較佳為0.80以下，更佳為0.70以下，進而更佳為0.60以下。於該下層21之膜厚之比率大於0.80之情形時，為了滿足相偏移膜2之整體所要求之特定之透過率與相位差之條件，而中間層22之膜厚之比率大幅度變小。若中間層22之膜厚之比率大幅度變小，則相偏移膜2受到ArF曝光之光之重複照射時光學特性不易變化之相偏移膜2之區域相對於相偏移膜2之整體區域的比率變小，難以抑制相偏移膜2之透過率與相位差之變動。又，於對相偏移膜2以利用氟系氣體之乾式蝕刻圖案化之情形時與利用EB缺陷修正對黑缺陷進行修正之情形時，成為下層21與上層23之中間之側蝕刻量之中間層22之區域相對於相偏移膜2之整體區域的比率變小，故而對相偏移光罩之曝光轉印時之轉印精度帶來之影響變大。

【0053】 另一方面，下層21之膜厚相對於相偏移膜2之整體膜厚之比率較佳為0.10以上，更佳為0.20以上，進而更佳為0.30以上。下層21較中間層22及上層23，折射率n較大，消光係數k亦較大，故而於提高相偏移膜2之設計自由度之情形時，較佳為確保特定以上之膜厚之比率。

【0054】 中間層22較佳為由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成。中間層22除了矽以外，亦可含有任一半金屬元素。該半金屬元素之中，若含有選自硼、鋳、銻及碲之1種以上之元素，則可期待提高用作濺鍍靶之矽之導電性，故而較佳。

【0055】 中間層22除了氮及氧以外，亦可含有任一非金屬元素。該情形時之非金屬元素係指包含狹義之非金屬元素(氮、碳、氧、磷、硫、矽、硒)、鹵素及惰性氣體者。該非金屬元素之中，較佳為含有選自碳、

氟及氬之1種以上之元素。中間層22與下層21相同，亦可含有惰性氣體。

【0056】 中間層22較下層21更要求於受到ArF曝光之光之重複照射時光學特性不易變化。又，中間層22亦要求具有相對於利用氟系氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率較下層21慢、較上層23快之中間之特性。進而，中間層22要求具有EB缺陷修正時之修正速率亦較下層21慢、較上層23快之中間之特性。為了確保相偏移膜2所要求之特定之透過率，且以更薄之厚度確保相位差，中間層22較佳為由較上層23折射率 n 較大且消光係數 k 較大之材料形成。因此，中間層22較佳為氮含量較上層23之氮含量多，氧含量較下層21之氧含量多。

【0057】 又，根據上述理由，中間層22較佳為氮含量為30原子%以上，更佳為35原子%以上，進而更佳為40原子%以上。又，中間層22較佳為氮含量未達50原子%，更佳為45原子%以下。另一方面，中間層22較佳為氧含量為10原子%以上，更佳為15原子%以上。又，中間層22較佳為氧含量為30原子%以下，更佳為25原子%以下。

【0058】 中間層22較佳為矽含量為35原子%以上，更佳為40原子%以上，進而更佳為45原子%以上。中間層22較佳為由包括矽、氮及氧之材料形成。再者，該情形時之包括矽、氮及氧之材料可視為亦包含含有惰性氣體之材料。中間層22較佳為矽、氮及氧之合計含量為95原子%以上，更佳為96原子%以上，進而更佳為98原子%以上。中間層22較佳為將氮含量[原子%]除以氧含量[原子%]所得之比率為1.0以上，更佳為1.1以上，進而更佳為1.2以上。中間層22較佳為將氮含量[原子%]除以氧含量[原子%]所得之比率未達5.0，更佳為4.8以下，進而更佳為4.5以下，進一步較佳為4.0以下。

【0059】 中間層22之膜厚相對於相偏移膜2之整體膜厚之比率較佳為0.15以上，更佳為0.20以上，進而更佳為0.30以上。若該中間層22之膜厚之上述比率小於0.15，則相偏移膜2受到ArF曝光之光之重複照射時光學特性不易變化之相偏移膜2之區域相對於相偏移膜2之整體區域的比率變小，難以抑制相偏移膜2之透過率與相位差之變動。又，於對相偏移膜2以利用氟系氣體之乾式蝕刻圖案化之情形時與利用EB缺陷修正對黑缺陷進行修正之情形時，成為下層21與上層23之中間之側蝕刻量之中間層22之區域相對於相偏移膜2之整體區域的比率變小，故而對相偏移光罩之曝光轉印時之轉印精度帶來之影響變大。

【0060】 另一方面，中間層22之膜厚相對於相偏移膜2之整體膜厚之比率較佳為0.80以下，更佳為0.70以下，進而更佳為0.60以下。於該中間層22之膜厚之上述比率大於0.80之情形時，為了滿足相偏移膜2之整體所要求之特定之透過率與相位差之條件，下層21之膜厚之比率大幅度變小。下層21較中間層22及上層23，折射率 n 較大，且消光係數 k 亦較大，故而於提高相偏移膜2之設計自由度之情形時，較佳為確保特定以上之膜厚之比率。

【0061】 上層23較佳為由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成。上層23除了矽以外，亦可含有任一半金屬元素。該半金屬元素之中，若含有選自硼、銻、銻及碲之1種以上之元素，則可期待提高用作濺鍍靶之矽之導電性，故而較佳。

【0062】 上層23除了氧以外，亦可含有任一非金屬元素。該情形時之非金屬元素係指包含狹義之非金屬元素(氮、碳、氧、磷、硫、矽、硒)、

鹵素及惰性氣體者。該非金屬元素之中，較佳為含有選自碳、氟及氫之1種以上之元素。上層23與下層21相同，亦可含有惰性氣體。

【0063】 上層23要求於受到ArF曝光之光之重複照射時較中間層22及下層21光學特性不易變化之穩定之內部構造。又，上層23要求具有抑制大氣中之氧自中間層22之表面滲入至內部之功能。因此，上層23較佳為氧含量較下層21之氧含量多且較中間層22之氧含量多。其原因在於，Si－O鍵與Si－N鍵相比構造之穩定性較高。又，若於上層23中較多存在Si－Si鍵或不與其他原子鍵結之Si，則該Si與氧鍵結導致光學特性大幅度變化，故而不佳。

【0064】 又，根據上述理由，上層23較佳為氧含量為50原子%以上，更佳為55原子%以上，進而更佳為60原子%以上。又，上層23較佳為氧含量為66原子%以下。若於上層23較SiO₂之混合比多地含有氧，則難以使上層23為非晶或微晶構造，又，上層23之表面粗糙度大幅度惡化。另一方面，上層23較佳為氮含量為10原子%以下，更佳為5原子%以下，進而更佳為不積極地含有氮(於進行X射線光電子分光分析等之組成分析時檢測下限值以下)。若上層23之氮含量較多，則於受到ArF曝光之光之重複照射時光學特性容易變化，保護中間層22免受大氣中之氧之影響之功能亦降低。

【0065】 上層23較佳為矽含量為33原子%以上，更佳為35原子%以上，進而更佳為40原子%以上。上層23較佳為由包括矽及氧之材料形成。再者，該情形時之包括矽及氧之材料可視為亦包含含有惰性氣體之材料。上層23較佳為矽及氧之合計含量為95原子%以上，更佳為96原子%以上，進而更佳為98原子%以上。

【0066】 上層23之膜厚相對於相偏移膜2之整體膜厚之比率較佳為0.10以下，更佳為0.08以下，進而更佳為0.06以下。若該上層23之膜厚之比率大於0.10，則對相偏移膜2之整體之光學特性帶來之影響變大，相偏移膜2之整體膜厚變厚。又，於對相偏移膜2以利用氟系氣體之乾式蝕刻圖案化之情形時或利用EB缺陷修正對黑缺陷進行修正之情形時，上層23之部分之階差對相偏移光罩之曝光轉印時之轉印精度帶來之影響變大。

【0067】 另一方面，上層23之膜厚相對於相偏移膜2之整體膜厚之比率較佳為0.01以上，更佳為0.02以上。若該上層23之膜厚之比率小於0.01，則難以發揮抑制大氣中之氧自中間層22之表面滲入至內部之功能。

【0068】 較佳為，下層21之膜厚較中間層22之膜厚厚，且下層21之膜厚較上層23之膜厚厚，中間層22之膜厚較上層23之膜厚厚。此種構成之相偏移膜2係透過率與相位差之設計自由度較高。

【0069】 下層21、中間層22及上層23根據於利用蝕刻形成圖案時之圖案邊緣粗糙度變得良好等理由最佳為非晶構造。於下層21、中間層22及上層23為難以設為非晶構造之組成之情形時，較佳為非晶構造與微晶構造混合存在之狀態。

【0070】 下層21較佳為折射率 n 為2.5以上，更佳為2.55以上。又，下層21較佳為消光係數 k 為0.35以上，更佳為0.40以上。另一方面，下層21較佳為折射率 n 為3.0以下，更佳為2.8以下。又，下層21較佳為消光係數 k 為0.5以下，更佳為0.45以下。

【0071】 中間層22較佳為折射率 n 為1.9以上，更佳為2.0以上。又，中間層22較佳為消光係數 k 為0.1以上，更佳為0.15以上。另一方面，中間層22較佳為折射率 n 為2.45以下，更佳為2.4以下。又，中間層22較佳為消

光係數 k 為0.3以下，更佳為0.25以下。

【0072】 上層23較佳為折射率 n 為1.5以上，更佳為1.55以上。又，上層23較佳為消光係數 k 為0.15以下，更佳為0.1以下。另一方面，上層23較佳為折射率 n 為1.8以下，更佳為1.7以下。又，上層23較佳為消光係數 k 為0以上。

【0073】 薄膜之折射率 n 及消光係數 k 並非僅由該薄膜之組成而決定。該薄膜之膜密度及結晶狀態等亦為左右折射率 n 及消光係數 k 之要素。因此，調整利用反應性濺鍍成膜薄膜時之諸多條件，以該薄膜成為所期望之折射率 n 及消光係數 k 之方式成膜。使薄膜為所期望之折射率 n 及消光係數 k 之範圍之成膜條件並不僅限定於在利用反應性濺鍍成膜薄膜時，調整惰性氣體與反應性氣體之混合氣體之比率。上述成膜條件涉及利用反應性濺鍍成膜薄膜時之成膜室內之壓力、施加至靶之電力、靶與透光性基板之間之距離等之位置關係等多方面。又，該等成膜條件係成膜裝置固有者，且係以所形成之薄膜成為所期望之折射率 n 及消光係數 k 之方式適當調整者。

【0074】 下層21、中間層22及上層23係藉由濺鍍而形成，但亦能夠應用DC(direct current，直流)濺鍍、RF(radio frequency，射頻)濺鍍及離子束濺鍍等任一濺鍍。於使用導電性較低之靶(矽靶、不含有半金屬元素或含量較少之矽化合物靶等)之情形時，較佳為應用RF濺鍍或離子束濺鍍，但若考慮成膜速率，則更佳為應用RF濺鍍。

【0075】 若相偏移膜2之膜應力較大，則產生自光罩基底製造相偏移光罩時形成於相偏移膜2之轉印圖案之位置偏移變大之問題。相偏移膜2之膜應力較佳為275 MPa以下，更佳為165 MPa以下，進而更佳為110

MPa以下。利用上述濺鍍形成之相偏移膜2具有相對較大之膜應力。因此，較佳為對利用濺鍍形成之後之相偏移膜2，進行加熱處理或閃光燈等之光照射處理等，而使相偏移膜2之膜應力降低。

【0076】 較佳為，於光罩基底100中，於相偏移膜2上具備遮光膜3。一般而言，於相偏移光罩200(參照圖2(f))中，形成轉印圖案之區域(轉印圖案形成區域)之外周區域要求確保特定值以上之光學濃度(OD)，以使抗蝕膜不受由在使用曝光裝置曝光轉印至半導體晶圓上之抗蝕膜時透過外周區域之曝光之光所致的影響。於相偏移光罩200之外周區域中，至少要求光學濃度大於2.0。

【0077】 如上所述，相偏移膜2具有以特定之透過率使曝光之光透過之功能，僅利用相偏移膜2難以確保上述光學濃度。因此，於製造光罩基底100之階段中於相偏移膜2之上，為了確保不足之光學濃度而期望積層遮光膜3。藉由設為此種光罩基底100之構成，若於製造相偏移光罩200之中途，將使用相偏移效果之區域(基本而言為轉印圖案形成區域)之遮光膜3去除，則可製造於外周區域確保上述光學濃度之相偏移光罩200。再者，光罩基底100較佳為相偏移膜2與遮光膜3之積層構造中之光學濃度為2.5以上，更佳為2.8以上。又，為了遮光膜3之薄膜化，較佳為相偏移膜2與遮光膜3之積層構造中之光學濃度為4.0以下。

【0078】 遮光膜3能夠應用單層構造及2層以上之積層構造之任一者。又，單層構造之遮光膜3及2層以上之積層構造之遮光膜3之各層可為於膜或層之厚度方向大致相同之組成之構成，亦可為於層之厚度方向組成傾斜之構成。

【0079】 遮光膜3於與相偏移膜2之間不介置其他膜之情形時，必須

應用相對於在相偏移膜2形成圖案時所使用之蝕刻氣體具有充分之蝕刻選擇性之材料。於該情形時，遮光膜3較佳為由含有鉻之材料形成。作為形成該遮光膜3之含有鉻之材料，除了鉻金屬以外，還可列舉於鉻含有選自氧、氮、碳、硼及氟之1種以上之元素之材料。

【0080】一般而言，鉻系材料係利用氟系氣體與氧氣之混合氣體蝕刻，但鉻金屬相對於該蝕刻氣體之蝕刻速率並不怎麼高。若考慮提高相對於氟系氣體與氧氣之混合氣體之蝕刻速率之方面，則作為形成遮光膜3之材料，較佳為使用在鉻中含有選自氧、氮、碳、硼及氟之1種以上之元素之材料。又，亦可於形成遮光膜3之含有鉻之材料中含有鉬及錫中1種以上之元素。藉由含有鉬及錫中1種以上之元素，可更加提高相對於氟系氣體與氧氣之混合氣體之蝕刻速率。

【0081】另一方面，於光罩基底100中，於設為在遮光膜3與相偏移膜2之間介置其他膜之構成之情形時，較佳為設為由上述含有鉻之材料形成上述其他膜(蝕刻終止層兼蝕刻光罩膜)，由含有矽之材料形成遮光膜3之構成。含有鉻之材料係藉由氟系氣體與氧氣之混合氣體而蝕刻，但由有機系材料形成之抗蝕膜容易被該混合氣體蝕刻。含有矽之材料一般而言由氟系氣體或氯系氣體蝕刻。該等蝕刻氣體基本上不含有氧，故而與藉由氟系氣體與氧氣之混合氣體而蝕刻之情形時相比，可降低由有機系材料形成之抗蝕膜之減膜量。因此，可降低抗蝕膜之膜厚。

【0082】於形成遮光膜3之含有矽之材料中亦可含有過渡金屬，亦可含有過渡金屬以外之金屬元素。其原因在於，於自該光罩基底100製作相偏移光罩200之情形時，由遮光膜3形成之圖案基本上係外周區域之遮光帶圖案，與轉印圖案形成區域相比照射ArF曝光之光之累計量較少，或

該遮光膜3以微細圖案殘留之情況較為稀少，即便ArF耐光性較低亦不易產生實質上之問題。又，其原因在於，若使遮光膜3含有過渡金屬，則與不含有過渡金屬之情形時相比遮光性能大幅度提高，能夠使遮光膜3之厚度變薄。作為含於遮光膜3之過渡金屬，可列舉鉬(Mo)、鉭(Ta)、鎢(W)、鈦(Ti)、鉻(Cr)、鈦(Hf)、鎳(Ni)、釩(V)、鋯(Zr)、鈷(Ru)、銠(Rh)、銱(Nb)、鈀(Pd)等任一個金屬或該等金屬之合金。

【0083】 另一方面，作為形成遮光膜3之含有矽之材料，亦可應用包括矽及氮之材料、或於包括矽及氮之材料中含有選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素之材料。

【0084】 於積層在上述相偏移膜2且具備遮光膜3之光罩基底100中，更佳為設為於遮光膜3之上進而積層由相對於蝕刻遮光膜3時所使用之蝕刻氣體具有蝕刻選擇性之材料形成之硬質光罩膜4之構成。遮光膜3由於必須確保特定之光學濃度之功能，故而降低其厚度存在極限。硬質光罩膜4於在其正下方之遮光膜3形成圖案之乾式蝕刻結束為止之期間，只要為僅可作為蝕刻光罩發揮功能之膜厚則充分，基本上不受光學上之限制。因此，硬質光罩膜4之厚度與遮光膜3之厚度相比可大幅度變薄。而且，有機系材料之抗蝕膜於在該硬質光罩膜4形成圖案之乾式蝕刻結束為止之期間，只要為僅可作為蝕刻光罩發揮功能之膜之厚度則充分，故而與先前相比可使抗蝕膜之厚度大幅度變薄。

【0085】 該硬質光罩膜4於遮光膜3由含有鉻之材料形成之情形時，較佳為由上述含有矽之材料形成。再者，該情形時之硬質光罩膜4由於存在與有機系材料之抗蝕膜之密接性較低之傾向，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，使表

面之密接性提高。再者，該情形時之硬質光罩膜4更佳為由SiO₂、SiN、SiON等形成。又，作為遮光膜3由含有鉻之材料形成之情形時之硬質光罩膜4之材料，除了上述以外，還能夠應用含有鉭之材料。作為該情形時之含有鉭之材料，除了鉭金屬以外，還可列舉於鉭中含有選自氮、氧、硼及碳之1種以上之元素之材料等。作為該材料，例如，可列舉Ta、TaN、TaON、TaBN、TaBON、TaCN、TaCON、TaBCN、TaBOCN等。另一方面，該硬質光罩膜4於遮光膜3由含有矽之材料形成之情形時，較佳為由上述含有鉻之材料形成。

【0086】較佳為，於光罩基底100中，與上述硬質光罩膜4之表面相接，將利用有機系材料之抗蝕膜以100 nm以下之膜厚形成。於應對DRAM hp32 nm一代之微細圖案之情形時，有時於應形成於硬質光罩膜4之轉印圖案(相偏移圖案)設置線寬為40 nm之SRAF(Sub-Resolution Assist Feature，亞分辨率輔助特徵)。然而，即便於該情形時，抗蝕圖案之剖面縱橫比亦低為1：2.5，故而於抗蝕膜之顯影時，於沖洗時等可抑制抗蝕圖案倒塌或脫離。再者，抗蝕膜膜厚更佳為80 nm以下。

【0087】圖2表示自作為本發明之實施形態之光罩基底100製造相偏移光罩200之步驟之剖面模式圖。

【0088】本發明之相偏移光罩200係於透光性基板1上具備形成有轉印圖案之相偏移膜2，相偏移膜2(相偏移圖案2a)包含自透光性基板1側按照下層21、中間層22及上層23之順序積層之構造，下層21由包括矽及氮之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氮之材料形成，中間層22由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，上層23由包括

矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，下層21之氮含量較中間層22之氮含量多，且下層21之氮含量較上述上層23之氮含量多，上層23之氧含量較中間層22之氧含量多，且上層23之氧含量較下層21之氧含量多，中間層22之膜厚相對於相偏移膜2之整體膜厚之比率為0.15以上，上層23之膜厚相對於相偏移膜2之整體膜厚之比率為0.10以下。

【0089】 該相偏移光罩200具有與光罩基底100相同之技術性特徵。關於與相偏移光罩200中之透光性基板1、相偏移膜2及遮光膜3相關之事項，如參照圖1所說明。此種相偏移光罩200可抑制受到ArF曝光之光之重複之照射時所產生之相偏移膜2(相偏移圖案2a)之透過率與相位差的變動。又，可降低產生於相偏移膜2(相偏移圖案2a)之圖案之側壁之階差。進而，於對相偏移膜2(相偏移圖案2a)之圖案進行EB缺陷修正時，可降低產生於EB缺陷修正後之相偏移膜2(相偏移圖案2a)之圖案之側壁的階差。

【0090】 以下，根據圖2所示之製造步驟，對相偏移光罩200之製造方法之一例進行說明。再者，於該例中，遮光膜3應用含有鉻之材料，硬質光罩膜4應用含有矽之材料。

【0091】 首先，與光罩基底100中之硬質光罩膜4相接，藉由旋轉塗佈法而形成抗蝕膜。其次，對抗蝕膜，曝光描畫應形成於相偏移膜2之轉印圖案(相偏移圖案)即第1圖案。進而，進行顯影處理等特定之處理，形成具有相偏移圖案之第1抗蝕圖案5a(參照圖2(a))。繼而，將第1抗蝕圖案5a作為遮罩，進行使用氟系氣體之乾式蝕刻，於硬質光罩膜4形成第1圖案(硬質光罩圖案4a)(參照圖2(b))。

【0092】 其次，將第1抗蝕圖案5a去除後，將硬質光罩圖案4a作為

遮罩，進行使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於遮光膜3形成第1圖案(遮光圖案3a)(參照圖2(c))。繼而，將遮光圖案3a作為遮罩，進行使用氟系氣體之乾式蝕刻，於相偏移膜2形成第1圖案(相偏移圖案2a)，且同時亦將硬質光罩圖案4a去除(參照圖2(d))。

【0093】 其次，於光罩基底100上藉由旋轉塗佈法而形成抗蝕膜。其次，對抗蝕膜，曝光描畫應形成於遮光膜3之圖案(遮光圖案)即第2圖案。進而，進行顯影處理等特定之處理，形成具有遮光圖案之第2抗蝕圖案6b。繼而，將第2抗蝕圖案6b作為遮罩，進行使用氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻，於遮光膜3形成第2圖案(遮光圖案3b)(參照圖2(e))。進而，將第2抗蝕圖案6b去除，經過洗淨等特定之處理，獲得相偏移光罩200(參照圖2(f))。

【0094】 作為上述乾式蝕刻中所使用之氯系氣體，只要包含Cl則並不特別限制。例如，作為氯系氣體，可列舉 Cl_2 、 SiCl_2 、 CHCl_3 、 CH_2Cl_2 、 CCl_4 、 BCl_3 等。又，作為上述乾式蝕刻中所使用之氟系氣體，只要包含F則並不特別限制。例如，作為氟系氣體，可列舉 CHF_3 、 CF_4 、 C_2F_6 、 C_4F_8 、 SF_6 等。尤其，不包含C之氟系氣體由於相對於玻璃材料之透光性基板1之蝕刻速率相對較低，故而可使對透光性基板1之損傷更小。

【0095】 進而，本發明之半導體裝置之製造方法之特徵在於，利用使用上述光罩基底100製造之相偏移光罩200，將圖案曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜。本發明之光罩基底100及使用該光罩基底100製造之相偏移光罩200具有如上所述之效果，故而於在將ArF準分子雷射設為曝光之光之曝光裝置之光罩台設置相偏移光罩200，將相偏移圖案2a曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜時，亦可以充分滿足設計規格之精度將圖案轉印

至半導體基板上之抗蝕膜。

【0096】 另一方面，作為與本發明關聯之其他實施形態，可列舉以下之構成之光罩基底。亦即，其他實施形態之光罩基底之特徵在於，於透光性基板上具備相偏移膜，相偏移膜包含自透光性基板側按照下層及上層之順序積層之構造，下層由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，上層由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，下層之氮含量較上層之氮含量多，上層之氧含量較下層之氧含量多，下層氮含量為30原子%以上，氧含量為10原子%以上，上層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下。

【0097】 該其他實施形態之光罩基底於相對於ArF曝光之光之透過率相對較高，例如，透過率為20%以上之相偏移膜之情形時，為特佳之構成。該其他實施形態之相偏移膜之下層設為與上述本發明之實施形態之相偏移膜之中間層相同之構成。但是，該其他實施形態中之下層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率較佳為0.90以上，更佳為0.95以上。又，該其他實施形態之下層之膜厚之比率較佳為0.99以下，更佳為0.97以下。再者，關於與該其他實施形態之光罩基底相關之其他事項，與上述本發明之實施形態之光罩基底相同。

【0098】 該其他實施形態之光罩基底係相偏移膜之下層由氮氧化矽系材料形成，與氮化矽系材料相比，受到ArF曝光之光之重複照射時光學特性不易變化。又，氮氧化矽系材料之下層具有相對於氟系氣體之乾式蝕刻之蝕刻速率較氮化矽系材料之薄膜慢，較氧化矽系材料之上層快之中間之特性。進而，氮氧化矽系材料之下層具有EB缺陷修正時之修正速率較

氮化矽系材料之薄膜慢，較氧化矽系材料之上層快之中間之特性。藉由設為具備此種相偏移膜之光罩基底，可抑制受到ArF曝光之光之重複之照射時所產生之相偏移膜之透過率與相位差的變動。又，於對相偏移膜進行利用氟系氣體之乾式蝕刻而形成圖案時，可降低產生於相偏移膜之圖案之側壁之階差。進而，於對自該光罩基底製造之相偏移光罩之相偏移膜之圖案進行EB缺陷修正時，可降低產生於EB缺陷修正後之相偏移膜之圖案之側壁的階差。

【0099】 又，亦可列舉具備與上述其他實施形態之光罩基底相同之特徵之其他實施形態之相偏移光罩。亦即，其他實施形態之相偏移光罩之特徵在於，於透光性基板上具備形成有轉印圖案之相偏移膜，相偏移膜包含自透光性基板側按照下層及上層之順序積層之構造，下層由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，上層由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，下層之氮含量較上層之氮含量多，上層之氧含量較下層之氧含量多，下層氮含量為30原子%以上，氧含量為10原子%以上，上層之膜厚相對於相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下。

【0100】 與上述其他實施形態之光罩基底之情形時相同，該其他實施形態之相偏移光罩可抑制受到ArF曝光之光之重複之照射時所產生之相偏移膜之透過率與相位差的變動。又，於對相偏移膜進行利用氟系氣體之乾式蝕刻而形成圖案時，可降低產生於相偏移膜之圖案之側壁之階差。進而，於對自該其他實施形態之光罩基底製造之其他實施形態之相偏移光罩中之相偏移膜之圖案進行EB缺陷修正時，可降低產生於EB缺陷修正後之

相偏移膜之圖案之側壁的階差。又，於在將ArF準分子雷射設為曝光之光之曝光裝置之光罩台設置該其他實施形態之相偏移光罩，將相偏移圖案曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜時，亦可以充分滿足設計規格之精度將圖案轉印至半導體基板上之抗蝕膜。

[實施例]

【0101】 以下，藉由幾個實施例，對本發明之實施形態進而具體地進行說明。

(實施例1)

[光罩基底之製造]

準備主表面之尺寸為約152 mm×約152 mm、厚度為約6.25 mm之包括合成石英玻璃之透光性基板1。該透光性基板1係端面及主表面被研磨為特定之表面粗糙度，然後，實施有特定之洗淨處理及乾燥處理者。

【0102】 其次，於透光性基板1上，按照以下之順序形成積層有下層21、中間層22及上層23之3層構造之相偏移膜2。首先，於透光性基板1上，將包括矽及氮之下層21(SiN層Si：N=49.5原子%：50.5原子%)以51 nm之厚度形成。下層21係將透光性基板1設置於單片式RF濺鍍裝置內，使用矽(Si)靶，將氬(Kr)、氦(He)及氮(N₂)之混合氣體作為濺鍍氣體，藉由利用RF電源之反應性濺鍍(RF濺鍍)而形成。

【0103】 其次，於下層21之上，將包括矽、氮及氧之中間層22(SiON層Si：O：N=41.9原子%：24.5原子%：33.6原子%)以11.6 nm之厚度形成。中間層22係將形成有下層21之透光性基板1設置於單片式RF濺鍍裝置內，使用矽(Si)靶，將氬(Kr)、氦(He)、氧(O₂)、及氮(N₂)之混合氣體作為濺鍍氣體，藉由利用RF電源之反應性濺鍍(RF濺鍍)而形成。

【0104】 繼而，於中間層22之上，將包括矽及氧之上層23(SiO層 Si：O=35.0原子%：65.0原子%)以4.1 nm之厚度形成。上層23係將形成有下層21及中間層22之透光性基板1設置於單片式RF濺鍍裝置內，使用二氧化矽(SiO₂)靶，將氬(Ar)氣體作為濺鍍氣體，藉由利用RF電源之反應性濺鍍(RF濺鍍)而形成。再者，下層21、中間層22、及上層23之組成係藉由利用X射線光電子分光法(XPS)之測定而獲得之結果。以下，關於其他膜、層亦相同。

【0105】 其次，對形成有該相偏移膜2之透光性基板1，進行用以降低相偏移膜2之膜應力之加熱處理。對加熱處理後之相偏移膜2，利用相偏移量測定裝置(Lasertec公司製造MPM-193)測定ArF準分子雷射之光之波長(約193 nm)中之透過率及相位差。其結果，該相偏移膜2之透過率為19.17%，相位差為180.50度(deg)。進而，使用光譜式橢圓儀(J.A.Woollam公司製造M-2000D)測定該相偏移膜2之光學特性。其結果，下層21係折射率n為2.63，消光係數k為0.43，中間層22係折射率n為2.24，消光係數k為0.13，上層23係折射率n為1.56，消光係數k為0.00。

【0106】 其次，於其他透光性基板之主表面上，以與上述實施例1之相偏移膜2相同之成膜條件形成其他相偏移膜，進而以相同之條件進行加熱處理。對該加熱處理後之其他透光性基板與相偏移膜，進行以累計照射量20 kJ/cm²間歇照射ArF準分子雷射光之處理。對該間歇照射之處理後之相偏移膜，利用相同之相偏移量測定裝置測定ArF準分子雷射之光之波長(約193 nm)中之透過率及相位差。其結果，該相偏移膜之透過率為20.07%，相位差為179.85度(deg)。該間歇照射之處理之前後之相偏移膜之透過率之變化量為+0.9%，相位差之變化量為-0.65度(deg)，透過率及

相位差之任一變化量均可充分地抑制。

【0107】 其次，與相偏移膜2之表面相接，將包括CrOC之遮光膜3以56 nm之厚度形成。遮光膜3係將形成有加熱處理後之相偏移膜2之透光性基板1設置於單片式DC濺鍍裝置內，使用鉻(Cr)靶，將氬(Ar)、二氧化碳(CO₂)、及氦(He)之混合氣體(流量比Ar：CO₂：He=18：33：28，壓力=0.15Pa)作為濺鍍氣體，將DC電源之電力設為1.8 kW，藉由反應性濺鍍(DC濺鍍)而形成。

【0108】 進而，於遮光膜3上，將包括矽及氧之硬質光罩膜4以5 nm之厚度形成。硬質光罩膜4係將積層有相偏移膜2及遮光膜3之透光性基板1設置於單片式RF濺鍍裝置內，使用二氧化矽(SiO₂)靶，將氬(Ar)氣體(壓力=0.03Pa)作為濺鍍氣體，將RF電源之電力設為1.5 kW，藉由RF濺鍍而形成。藉由以上之順序，製造具備於透光性基板1上積層有相偏移膜2、遮光膜3及硬質光罩膜4之構造之光罩基底100。

【0109】

[相偏移光罩之製造]

其次，使用該實施例1之光罩基底100，按照以下之順序製造實施例1之相偏移光罩200。首先，對硬質光罩膜4之表面實施HMDS處理。繼而，藉由旋轉塗佈法，與硬質光罩膜4之表面相接，將包括電子束描畫用化學增幅型抗蝕劑之抗蝕膜以膜厚80 nm形成。其次，對該抗蝕膜，電子束描畫應形成於相偏移膜2之相偏移圖案即第1圖案。進而，進行特定之顯影處理及洗淨處理，形成具有第1圖案之第1抗蝕圖案5a(參照圖2(a))。再者，此時，於電子束描畫之第1抗蝕圖案5a，以於相偏移膜2形成黑缺陷之方式，除了本來應形成之轉印圖案以外添加程式缺陷。

【0110】 其次，將第1抗蝕圖案5a作為遮罩，進行使用CF₄氣體之乾式蝕刻，於硬質光罩膜4形成第1圖案(硬質光罩圖案4a)(參照圖2(b))。

【0111】 其次，將第1抗蝕圖案5a去除。繼而，將硬質光罩圖案4a作為遮罩，進行使用氯與氧之混合氣體(氣體流量比Cl₂：O₂=4：1)之乾式蝕刻，於遮光膜3形成第1圖案(遮光圖案3a)(參照圖2(c))。

【0112】 其次，將遮光圖案3a作為遮罩，進行使用氟系氣體(SF₆與He之混合氣體)之乾式蝕刻，於相偏移膜2形成第1圖案(相偏移圖案2a)，且同時將硬質光罩圖案4a去除(參照圖2(d))。

【0113】 其次，於遮光圖案3a上，藉由旋轉塗佈法，將包括電子束描畫用化學增幅型抗蝕劑之抗蝕膜以膜厚150 nm形成。其次，對抗蝕膜，曝光描畫應形成於遮光膜3之圖案(遮光圖案)即第2圖案。進而，進行顯影處理等特定之處理，形成具有遮光圖案之第2抗蝕圖案6b。繼而，將第2抗蝕圖案6b作為遮罩，進行使用氯與氧之混合氣體(氣體流量比Cl₂：O₂=4：1)之乾式蝕刻，於遮光膜3形成第2圖案(遮光圖案3b)(參照圖2(e))。進而，將第2抗蝕圖案6b去除，經過洗淨處理，獲得相偏移光罩200(參照圖2(f))。

【0114】 對所製造之實施例1之相偏移光罩200藉由光罩檢查裝置而進行光罩圖案之檢查。其結果，於配置有程式缺陷之部位之相偏移圖案2a確認到黑缺陷之存在。藉由EB缺陷修正而將該黑缺陷去除。

【0115】 另一方面，按照相同之順序另外製造實施例1之相偏移光罩200，藉由EB缺陷修正而將黑缺陷(程式缺陷)去除。利用剖面TEM(Transmission Electron Microscope，透射電子顯微鏡)觀察將黑缺陷去除之後之相偏移光罩200之相偏移圖案2a。其結果，將黑缺陷去除之部

位之相偏移圖案2a係藉由設為下層21、中間層22及上層23之積層構造，而大幅度降低側壁形狀之階差。進而，利用剖面TEM觀察將黑缺陷去除之部位以外之相偏移圖案2a。其結果，相偏移圖案2a係藉由設為下層21、中間層22及上層23之積層構造，而大幅度降低側壁形狀之階差。

【0116】 對所製造之實施例1之半色調式相偏移光罩200之相偏移圖案2a，進行以累計照射量20 kJ/cm²間歇照射ArF準分子雷射光之處理。其次，對利用ArF準分子雷射光之累計照射處理後之實施例1之相偏移光罩200，使用AIMS193(Carl Zeiss公司製造)，進行以波長193 nm之曝光之光曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜時之轉印像之模擬。對該模擬之曝光轉印像進行驗證，結果充分滿足設計規格。根據該結果，即便於將利用ArF準分子雷射光之累計照射處理後之實施例1之相偏移光罩200設置於曝光裝置之光罩台，曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜之情形時，亦可謂最終可於半導體基板上以高精度形成電路圖案。

【0117】

(實施例2)

[光罩基底之製造]

實施例2之光罩基底100係關於相偏移膜2以外，按照與實施例1相同之順序製造。具體而言，按照與實施例1相同之順序，於透光性基板1上，將包括矽及氮之下層21(SiN層Si：N=48.5原子%：51.5原子%)以40.6 nm之厚度形成。其次，於下層21之上，將包括矽、氮及氧之中間層22(SiON層Si：O：N=41.9原子%：24.5原子%：33.6原子%)以24.6 nm之厚度形成。其次，於中間層22之上，將包括矽及氧之上層23(SiO層Si：O=35.0原子%：65.0原子%)以4.3 nm之厚度形成。

【0118】 利用與實施例1相同之處理條件，對該實施例2之相偏移膜2亦進行加熱處理。使用與實施例1相同之相偏移量測定裝置，測定該相偏移膜2之相對於波長193 nm之光之透過率與相位差。其結果，該相偏移膜2之透過率為28.07%，相位差為178.86度(deg)。使用與實施例1相同之光譜式橢圓儀測定該實施例2之相偏移膜2之光學特性。其結果，下層21係折射率n為2.58，消光係數k為0.35，中間層22係折射率n為2.24，消光係數k為0.13，上層23係折射率n為1.56，消光係數k為0.00。

【0119】 與實施例1相同地，於其他透光性基板之主表面上，利用與實施例2之相偏移膜2相同之成膜條件形成其他相偏移膜，進而利用相同之條件進行加熱處理。對該加熱處理後之其他透光性基板與相偏移膜，進行以累計照射量20 kJ/cm²間歇照射ArF準分子雷射光之處理。對該間歇照射之處理後之相偏移膜，利用相同之相偏移量測定裝置測定ArF準分子雷射之光之波長(約193 nm)中之透過率及相位差。其結果，該相偏移膜之透過率為28.59%，相位差為177.93度(deg)。該間歇照射之處理之前後之相偏移膜之透過率之變化量為+0.52%，相位差之變化量為-0.93度(deg)，透過率及相位差之任一變化量均可充分地抑制。

【0120】 藉由以上之順序，製造具備於透光性基板1上積層有包括下層21、中間層22及上層23之相偏移膜2、遮光膜3及硬質光罩膜4之構造之實施例2之光罩基底100。

【0121】

[相偏移光罩之製造]

其次，使用該實施例2之光罩基底100，利用與實施例1相同之順序，製造實施例2之相偏移光罩200。對所製造之實施例2之相偏移光罩200藉

由光罩檢查裝置而進行光罩圖案之檢查。其結果，於配置有程式缺陷之部位之相偏移圖案2a確認到黑缺陷之存在。藉由EB缺陷修正而將該黑缺陷去除。

【0122】 另一方面，利用與實施例1相同之順序另外製造實施例2之相偏移光罩200，藉由EB缺陷修正而將黑缺陷(程式缺陷)去除。利用剖面TEM(Transmission Electron Microscope)觀察將黑缺陷去除之後之相偏移光罩200之相偏移圖案2a。其結果，將黑缺陷去除之部位之相偏移圖案2a係藉由設為下層21、中間層22及上層23之積層構造，而大幅度降低側壁形狀之階差。進而，利用剖面TEM觀察將黑缺陷去除之部位以外之相偏移圖案2a。其結果，相偏移圖案2a係藉由設為下層21、中間層22及上層23之積層構造，而大幅度降低側壁形狀之階差。

【0123】 對所製造之實施例2之半色調式相偏移光罩200之相偏移圖案2a，進行以累計照射量20 kJ/cm²間歇照射ArF準分子雷射光之處理。其次，對利用ArF準分子雷射光之累計照射處理後之實施例2之相偏移光罩200，使用AIMS193(Carl Zeiss公司製造)，進行以波長193 nm之曝光之光曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜時之轉印像之模擬。對該模擬之曝光轉印像進行驗證，結果充分滿足設計規格。根據該結果，即便於將利用ArF準分子雷射光之累計照射處理後之實施例2之相偏移光罩200設置於曝光裝置之光罩台，曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜之情形時，亦可謂最終可於半導體基板上以高精度形成電路圖案。

【0124】

(比較例1)

[光罩基底之製造]

比較例1之光罩基底關於相偏移膜以外，按照與實施例1相同之順序製造。具體而言，於透光性基板上，將包括矽及氮之單層構造之相偏移膜(SiN膜Si：N=48.5原子%：51.5原子%)以61.3 nm之厚度形成。該相偏移膜係將透光性基板設置於單片式RF濺鍍裝置內，使用矽(Si)靶，將氪(Kr)、氦(He)及氮(N₂)之混合氣體作為濺鍍氣體，藉由利用RF電源之反應性濺鍍(RF濺鍍)而形成。

【0125】 利用與實施例1相同之處理條件，對該比較例1之相偏移膜亦進行加熱處理。使用與實施例1相同之相偏移量測定裝置，測定相偏移膜相對於波長193 nm之光之透過率與相位差。其結果，該相偏移膜之透過率為18.56%，相位差為177.28度(deg)。使用與實施例1相同之光譜式橢圓儀測定該比較例1之相偏移膜之光學特性。其結果，折射率n為2.60，消光係數k為0.36。

【0126】 與實施例1相同地，於其他透光性基板之主表面上，利用與比較例1之相偏移膜相同之成膜條件形成其他相偏移膜，進而利用相同之條件進行加熱處理。對該加熱處理後之其他透光性基板與相偏移膜，進行以累計照射量20 kJ/cm²間歇照射ArF準分子雷射光之處理。對該間歇照射之處理後之相偏移膜，利用相同之相偏移量測定裝置測定ArF準分子雷射之光之波長(約193 nm)中之透過率及相位差。其結果，該相偏移膜之透過率為20.05%，相位差為175.04度(deg)。該間歇照射之處理之前後之相偏移膜之透過率之變化量為+1.49%，相位差之變化量為-2.24度(deg)，透過率及相位差之任一變化量均無法充分地抑制。

【0127】 藉由以上之順序，製造具備於透光性基板上積層有單層構造之相偏移膜、遮光膜及硬質光罩膜之構造之比較例1之光罩基底。

【0128】**[相偏移光罩之製造]**

其次，使用該比較例1之光罩基底，利用與實施例1相同之順序，製造比較例1之相偏移光罩。對所製造之比較例1之相偏移光罩藉由光罩檢查裝置而進行光罩圖案之檢查，結果於配置有程式缺陷之部位之相偏移圖案確認到黑缺陷之存在。藉由EB缺陷修正而將該黑缺陷去除。

【0129】 另一方面，利用與實施例1相同之順序另外製造比較例1之相偏移光罩，藉由EB缺陷修正而將黑缺陷(程式缺陷)去除。利用剖面TEM(Transmission Electron Microscope)觀察將黑缺陷去除之後之相偏移光罩之相偏移圖案。其結果，將黑缺陷去除之部位之相偏移圖案成為良好之側壁形狀。進而，利用剖面TEM(Transmission Electron Microscope)觀察將黑缺陷去除之部位以外之相偏移圖案2a。其結果，相偏移圖案成為良好之側壁形狀。

【0130】 對所製造之比較例1之半色調式相偏移光罩之相偏移圖案，進行以累計照射量20 kJ/cm²間歇照射ArF準分子雷射光之處理。其次，對利用ArF準分子雷射光之累計照射處理後之比較例1之相偏移光罩，使用AIMS193(Carl Zeiss公司製造)，進行以波長193 nm之曝光之光曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜時之轉印像之模擬。對該模擬之曝光轉印像進行驗證，結果微細之圖案之部分無法滿足設計規格。根據該結果，於將利用ArF準分子雷射光之累計照射處理後之比較例1之相偏移光罩設置於曝光裝置之光罩台，曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜之情形時，可謂最終難以於半導體基板上以高精度形成電路圖案。

【0131】

(比較例2)

[光罩基底之製造]

比較例2之光罩基底關於相偏移膜以外，利用與實施例1相同之順序製造。具體而言，於透光性基板上，將包括矽及氮之相偏移膜之下層(SiN層Si：N=48.5原子%：51.5原子%)以59.5 nm之厚度形成。該下層係將透光性基板設置於單片式RF濺鍍裝置內，使用矽(Si)靶，將氪(Kr)、氦(He)及氮(N₂)之混合氣體作為濺鍍氣體，藉由利用RF電源之反應性濺鍍(RF濺鍍)而形成。繼而，於上述下層之上，將包括矽及氧之相偏移膜之上層(SiO層Si：O=35.0原子%：65.0原子%)以6.5 nm之厚度形成。該上層係將形成有下層之透光性基板設置於單片式RF濺鍍裝置內，使用二氧化矽(SiO₂)靶，將氬(Ar)氣體作為濺鍍氣體，藉由利用RF電源之反應性濺鍍(RF濺鍍)而形成。

【0132】 利用與實施例1相同之處理條件，對該比較例2之相偏移膜亦進行加熱處理。其次，使用與實施例1相同之相偏移量測定裝置，測定該相偏移膜相對於波長193 nm之光之透過率與相位差。其結果，該相偏移膜之透過率為20.34%，相位差為177.47度(deg)。繼而，使用與實施例1相同之光譜式橢圓儀測定該比較例2之相偏移膜之光學特性。其結果，下層係折射率n為2.60，消光係數k為0.36，上層係折射率n為1.56，消光係數k為0.00。

【0133】 與實施例1相同地，於其他透光性基板之主表面上，利用與比較例2之相偏移膜相同之成膜條件形成其他相偏移膜，進而利用相同之條件進行加熱處理。對該加熱處理後之其他透光性基板與相偏移膜，進行以累計照射量20 kJ/cm²間歇照射ArF準分子雷射光之處理。對該間歇照

射之處理後之相偏移膜，利用相同之相偏移量測定裝置測定ArF準分子雷射之光之波長(約193 nm)中之透過率及相位差。其結果，該相偏移膜之透過率為21.59%，相位差為176.70度(deg)。該間歇照射之處理之前後之相偏移膜之透過率之變化量為+1.25%，相位差之變化量為-0.77度(deg)，無法充分抑制透過率之變化量。

【0134】 藉由以上之順序，製造具備於透光性基板上積層有具有下層與上層之相偏移膜、遮光膜及硬質光罩膜之構造之比較例2之光罩基底。

【0135】

[相偏移光罩之製造]

其次，使用該比較例2之光罩基底，利用與實施例1相同之順序，製造比較例2之相偏移光罩。對所製造之比較例2之相偏移光罩藉由光罩檢查裝置而進行光罩圖案之檢查。其結果，於配置有程式缺陷之部位之相偏移圖案確認到黑缺陷之存在。藉由EB缺陷修正而將該黑缺陷去除。

【0136】 另一方面，利用與實施例1相同之順序另外製造比較例2之相偏移光罩，藉由EB缺陷修正而將黑缺陷(程式缺陷)去除。利用剖面TEM(Transmission Electron Microscope)觀察將黑缺陷去除之後之相偏移光罩之相偏移圖案。其結果，將黑缺陷去除之部位之相偏移圖案由於為SiN之下層與SiO之上層之積層構造，因此側壁形狀之階差較大，無法成為良好之側壁形狀。進而，利用剖面TEM觀察將黑缺陷去除之部位以外之相偏移圖案。其結果，相偏移圖案由於為SiN之下層與SiO之上層之積層構造，因此側壁形狀之階差較大，無法成為良好之側壁形狀。

【0137】 對所製造之比較例2之半色調式相偏移光罩之相偏移圖

案，進行以累計照射量20 kJ/cm²間歇照射ArF準分子雷射光之處理。其次，對利用ArF準分子雷射光之累計照射處理後之比較例2之相偏移光罩，使用AIMS193(Carl Zeiss公司製造)，進行以波長193 nm之曝光之光曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜時之轉印像之模擬。對該模擬之曝光轉印像進行驗證，結果微細之圖案之部分無法滿足設計規格。根據該結果，於將利用ArF準分子雷射光之累計照射處理後之比較例2之相偏移光罩設置於曝光裝置之光罩台，曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜之情形時，可謂最終難以於半導體基板上以高精度形成電路圖案。

本申請案係以2018年3月26日申請之日本專利申請案第2018-058004號之優先權為基礎，主張其利益，且其揭示整體上作為參考文獻併入此處。

【符號說明】

【0138】

- 1 透光性基板
- 2 相偏移膜
- 2a 相偏移圖案
- 3 遮光膜
- 3a 遮光圖案
- 3b 遮光圖案
- 4 硬質光罩膜
- 4a 硬質光罩圖案
- 5a 第1抗蝕圖案
- 6b 第2抗蝕圖案

- 21 下層
- 22 中間層
- 23 上層
- 100 光罩基底
- 200 相偏移光罩

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種光罩基底，其特徵在於：其係於透光性基板上具備相偏移膜者，且

上述相偏移膜包含自上述透光性基板側按照下層、中間層及上層之順序積層之構造，

上述下層由包括矽與氮之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氮之材料形成，

上述中間層由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，

上述上層由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，

上述下層之氮含量較上述中間層之氮含量多，且上述下層之氮含量較上述上層之氮含量多，

上述上層之氧含量較上述中間層之氧含量多，且上述上層之氧含量較上述下層之氧含量多，

上述中間層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.15以上，

上述上層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下，

上述中間層係氮含量為30原子%以上，且氧含量為20原子%以上30原子%以下。

【第2項】

如請求項1之光罩基底，其中上述下層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.80以下。

【第3項】

如請求項1或2之光罩基底，其中上述中間層之氮含量較上述上層之氮含量多，上述中間層之氧含量較上述下層之氧含量多。

【第4項】

如請求項1或2之光罩基底，其中上述下層係氮含量為50原子%以上。

【第5項】

如請求項1或2之光罩基底，其中上述上層係氧含量為50原子%以上。

【第6項】

如請求項1或2之光罩基底，其中上述下層之膜厚較上述中間層之膜厚厚，上述下層之膜厚較上述上層之膜厚厚，且上述中間層之膜厚較上述上層之膜厚厚。

【第7項】

如請求項1或2之光罩基底，其中上述相偏移膜具有如下功能：使ArF準分子雷射之曝光之光以2%以上之透過率透過；及使於空氣中僅通過與上述相偏移膜之厚度相同之距離之上述曝光之光在相對於透過上述相偏移膜之上述曝光之光之間產生150度以上200度以下之相位差。

【第8項】

如請求項1或2之光罩基底，其中於上述相偏移膜上具備遮光膜。

【第9項】

一種相偏移光罩，其特徵在於：其係於透光性基板上具備形成有轉印圖案之相偏移膜者，且

上述相偏移膜包含自上述透光性基板側按照下層、中間層及上層之順序積層之構造，

上述下層由包括矽及氮之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氮之材料形成，

上述中間層由包括矽、氮及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽、氮及氧之材料形成，

上述上層由包括矽及氧之材料、或包括選自半金屬元素及非金屬元素之1種以上之元素、矽及氧之材料形成，

上述下層之氮含量較上述中間層之氮含量多，且上述下層之氮含量較上述上層之氮含量多，

上述上層之氧含量較上述中間層之氧含量多，且上述上層之氧含量較上述下層之氧含量多，

上述中間層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.15以上，

上述上層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.10以下，

上述中間層係氮含量為30原子%以上且氧含量為20原子%以上30原子%以下。

【第10項】

如請求項9之相偏移光罩，其中上述下層之膜厚相對於上述相偏移膜之整體膜厚之比率為0.80以下。

【第11項】

如請求項9或10之相偏移光罩，其中上述中間層之氮含量較上述上層之氮含量多，上述中間層之氧含量較上述下層之氧含量多。

【第12項】

如請求項9或10之相偏移光罩，其中上述下層係氮含量為50原子%以上。

【第13項】

如請求項9或10之相偏移光罩，其中上述上層係氧含量為50原子%以上。

【第14項】

如請求項9或10之相偏移光罩，其中上述下層之膜厚較上述中間層之膜厚厚，上述下層之膜厚較上述上層之膜厚厚，且上述中間層之膜厚較上述上層之膜厚厚。

【第15項】

如請求項9或10之相偏移光罩，其中上述相偏移膜具有如下功能：使ArF準分子雷射之曝光之光以2%以上之透過率透過；及使於空氣中僅通過與上述相偏移膜之厚度相同之距離之上述曝光之光在相對於透過上述相偏移膜之上述曝光之光之間產生150度以上200度以下之相位差。

【第16項】

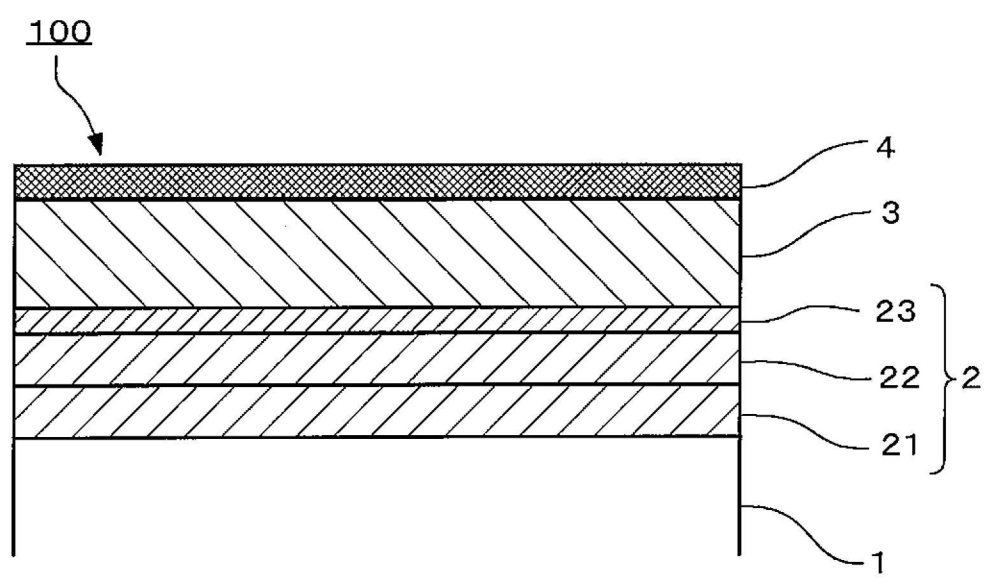
如請求項9或10之相偏移光罩，其中於上述相偏移膜上具備形成有遮光圖案之遮光膜。

【第17項】

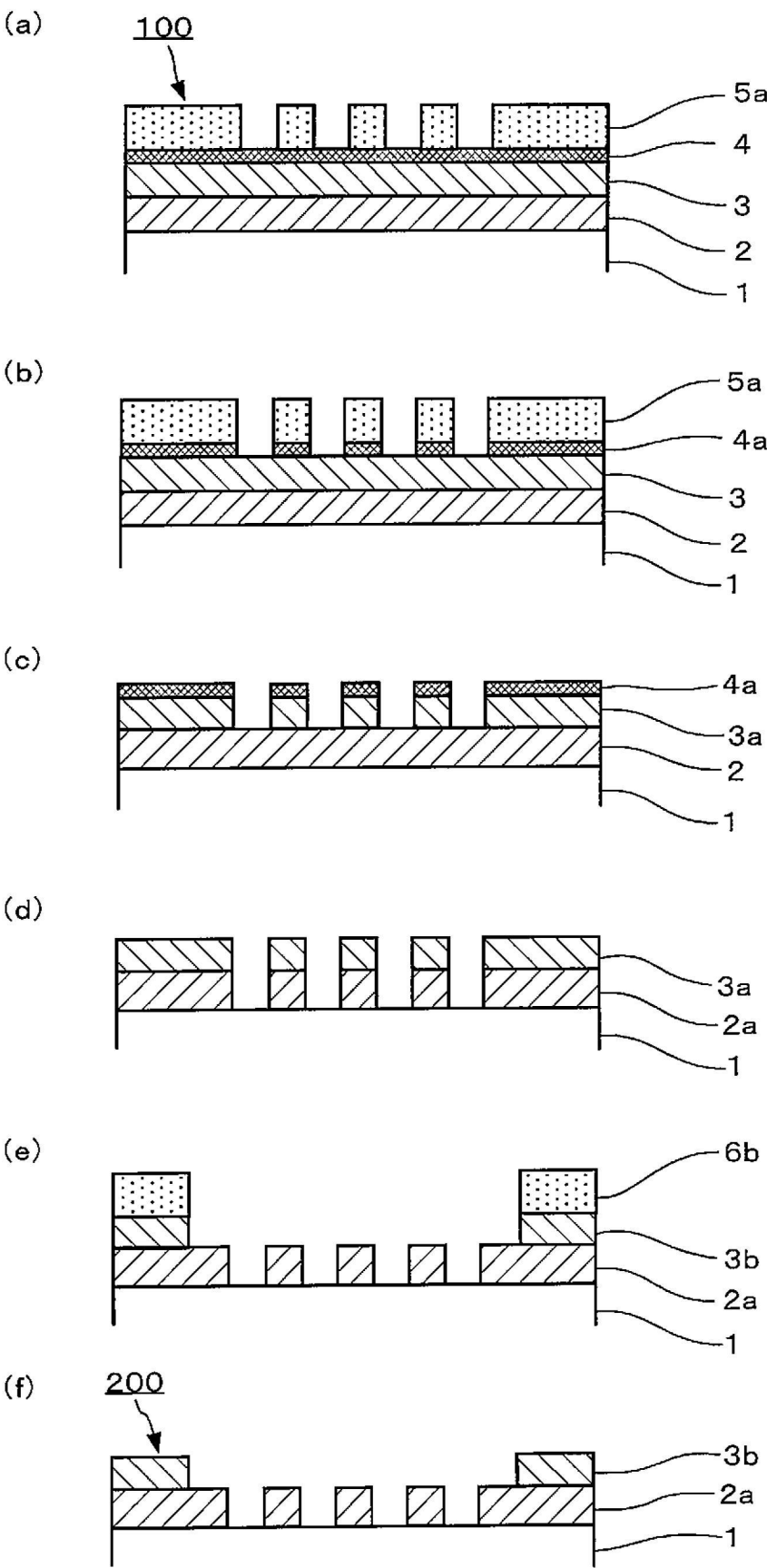
一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於具備如下步驟，即，使用

如請求項9至16中任一項之相偏移光罩，將轉印圖案曝光轉印至半導體基板上之抗蝕膜。

【發明圖式】



【圖1】



【圖2】