



(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 I616718 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 03 月 01 日

(21)申請案號：104143242

(22)申請日：中華民國 103 (2014) 年 08 月 29 日

(51)Int. Cl. : G03F1/62 (2012.01)

G03F1/70 (2012.01)

(30)優先權：2013/08/30 日本

2013-179123

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

日本

(72)發明人：濱本和宏 HAMAMOTO, KAZUHIRO (JP)；淺川龍男 ASAKAWA, TATSUO (JP)；

笑喜勉 SHOKI, TSUTOMU (JP)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 201329612A

JP 2008-156215A

WO 2013/084978A1

審查人員：蔡宏鑫

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：6 共 53 頁

(54)名稱

反射型光罩基底、反射型光罩基底之製造方法、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

(57)摘要

本發明提供一種反射型光罩基底，其於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷檢出，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。

本發明之反射型光罩基底之特徵在於：其係於光罩基底用基板之主面上具有光罩基底用多層膜，該光罩基底用多層膜包含交替地積層有高折射率層與低折射率層之多層反射膜及吸收體膜者，且於形成有上述光罩基底用多層膜之上述反射型光罩基底表面上之 $3\mu\text{m} \times 3\mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為 0.5nm 以下，且空間頻率 $1 \sim 10\mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度為 50nm^4 以下。

指定代表圖：

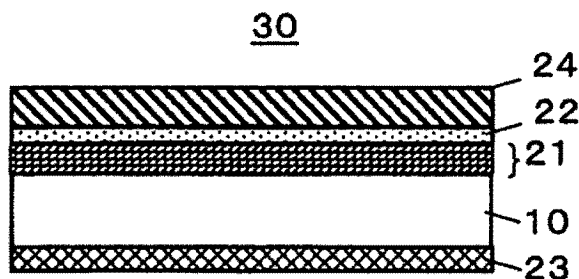


圖3

符號簡單說明：

10 . . . 光罩基底用
基板

21 . . . 多層反射膜

22 . . . 保護膜

23 . . . 背面導電膜

24 . . . 吸收體膜

30 . . . 反射型光罩
基底

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】

反射型光罩基底、反射型光罩基底之製造方法、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

【技術領域】

本發明係關於一種反射型光罩基底、反射型光罩基底之製造方法、反射型光罩及半導體裝置之製造方法，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。

【先前技術】

近年來，於半導體產業中，隨著半導體器件之高積體化，需要超過先前使用有紫外光之光微影法之轉印極限的微細圖案。為了能夠形成此種微細圖案，被視為有希望的是作為使用有極紫外(Extreme Ultra Violet：以下稱為「EUV」)光之曝光技術的EUV微影。此處，所謂EUV光係指軟X射線區域或真空紫外線區域之波長帶之光，具體而言係波長為0.2～100 nm左右之光。作為於該EUV微影中所使用之轉印用光罩，提出有反射型光罩。此種反射型光罩係於基板上形成反射曝光之光之多層反射膜，並於該多層反射膜上呈圖案狀地形成有吸收曝光之光之吸收體膜者。

該反射型光罩係藉由利用光微影法等由具有基板、形成於該基板上之多層反射膜、及形成於該多層反射膜上之吸收體膜的反射型光罩基底形成吸收體圖案而製造。

如上，因對於微影步驟中之微細化之要求變高，於該微影步驟中之問題變得明顯。其中之一係有關微影步驟中所使用之光罩基底用

基板或附多層反射膜之基板、反射型光罩基底等之缺陷資訊的問題。

就伴隨近年來之圖案之微細化之缺陷品質之提高、或對轉印用光罩所要求之光學特性的觀點而言，光罩基底用基板要求有平滑性更高之基板。

又，就伴隨近年來之圖案之微細化之缺陷品質之提高、或對轉印用光罩所要求之光學特性的觀點而言，附多層反射膜之基板亦要求有具有更高之平滑性。多層反射膜係藉由於光罩基底用基板之表面上交替地積層高折射率層及低折射率層而形成。該等各層通常藉由使用有包含該等層之形成材料之濺鍍靶的濺鍍而形成。

作為濺鍍之手法，就無須以放電製作電漿而雜質難以混入多層反射膜中之方面、或離子源獨立而條件設定相對較容易等方面而言，較佳地實施有離子束濺鍍。又，就所形成之各層之平滑性或面均勻性之觀點而言，使濺鍍粒子以相對於光罩基底用基板主面之法線(與上述主面正交之直線)較大之角度、即相對於基板主面傾斜或接近平行之角度到達，成膜高折射率層及低折射率層。

作為以此種方法製造附多層反射膜之基板之技術，於專利文獻1中記載有如下情形：當於基板上成膜EUV微影用反射型光罩基底之多層反射膜時，一面使基板以其中心軸為中心旋轉，一面將基板之法線與入射至基板之濺鍍粒子構成之角度 α 之絕對值保持為 $35^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$ 而實施離子束濺鍍。

又，作為EUV微影用反射型光罩基底，於專利文獻2中記載有如下情形：吸收EUV光之吸收體層含有Ta、B、Si、N，B之含有率為1 at%以上且未達5 at%，Si之含有率為1～25 at%，且Ta與N之組成比(Ta：N)為8：1～1：1。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特表2009-510711號公報

[專利文獻2]日本專利特開2007-311758號公報

【發明內容】

[發明所欲解決之問題]

伴隨使用有EUV(Extreme Ultra-Violet)之微影中之急速之圖案之微細化，作為反射型光罩之EUV光罩之缺陷尺寸(Defect Size)亦逐年變得微細，為了發現此種微細缺陷，缺陷檢查中使用之檢查光源波長正靠近曝光之光之光源波長。

例如，就EUV光罩、或作為其原版之EUV光罩基底、附多層反射膜之基板、及基板(substrate)之缺陷檢查裝置而言，普及或提案有檢查光源波長設為266 nm(例如，Lasertec公司製造之EUV曝光用之光罩基板/基底缺陷檢查裝置「MAGICS M7360」)、193 nm(KLA-Tencor公司製造之EUV光罩/基底缺陷檢查裝置「Teron600 Series」，例如「Teron610」)、13.5 nm的高感度缺陷檢查裝置。

又，對先前之EUV光罩中所使用之附多層反射膜之基板之多層反射膜，嘗試有藉由以例如專利文獻1中記載之方法成膜，而減少存在於基板上之凹缺陷。然而，即便可減少若干因基板之凹缺陷所引起之缺陷，亦由於上述高感度缺陷檢查裝置之檢測感度較高，故而產生如下問題：若進行多層反射膜之缺陷檢查則較多地檢測出缺陷檢測個數(缺陷檢測個數＝致命缺陷個數＋疑似缺陷個數)。

又，先前之EUV光罩中所使用之反射型光罩基底之吸收體層(吸收體膜)係藉由設為例如專利文獻2中記載般之組成比，而解決吸收體層之成膜上之問題、或者EUV光或檢查光之反射率之問題。而且，吸收體層表面之表面粗糙度亦就防止圖案之尺寸精度惡化之觀點而言，平滑化良好。然而，即便可解決若干吸收體層之成膜上之問題，亦產生如下問題：若使用上述檢測感度較高之高感度缺陷檢查裝置進行吸

收體層之缺陷檢查，則較多地檢測出缺陷檢測個數。

所謂此處提及之疑似缺陷，係指未對圖案轉印造成影響之基板表面上或多層反射膜上、吸收體層上之所容許之凹凸，且於以高感度缺陷檢查裝置檢查之情形時被誤判為缺陷者。於缺陷檢查中，若檢測出多個此種疑似缺陷，則對圖案轉印具有影響之致命缺陷被多個疑似缺陷埋沒，從而無法發現致命缺陷。例如，於現在正普及之檢查光源波長設為266 nm、193 nm之缺陷檢查裝置中，於例如132 mm×132 mm之尺寸之基板、附多層反射膜之基板及反射型光罩基底中，缺陷檢測個數超過50,000個，對檢查致命缺陷之有無帶來障礙。缺陷檢查中之致命缺陷之忽視會於其後之半導體裝置之量產過程中引起不良，從而招致無用之勞力與經濟損失。

本發明係鑒於上述問題而成者，其目的在於提供一種反射型光罩基底及其製造方法、與反射型光罩及使用有該反射型光罩之半導體裝置之製造方法，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷檢出，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。

又，本發明之目的在於提供一種反射型光罩基底及其製造方法、與反射型光罩及使用有該反射型光罩之半導體裝置之製造方法，該反射型光罩基底係即便於使用有各種波長之光之高感度缺陷檢查裝置中，包含疑似缺陷之缺陷檢出個數亦較少，尤其是達成反射型光罩基底所要求之平滑性，同時包含疑似缺陷之缺陷檢出個數較少故而可確實地檢測出致命缺陷。

[解決問題之技術手段]

為了解決上述問題，本發明者等人進行了銳意研究，結果發現，特定之空間頻率(或空間波長)成分之粗糙度對高感度缺陷檢查裝置之檢查光源波長造成影響。因此，藉由特定出形成於基板主面之膜

(例如，吸收體膜)之表面上之粗糙度(凹凸)成分中的高感度缺陷檢查裝置誤判為疑似缺陷之粗糙度成分之空間頻率，並對該空間頻率中之振幅強度進行管理，而可實現缺陷檢查中之疑似缺陷檢出之抑制、及致命缺陷之明顯化。

又，於反射型光罩基底中，先前嘗試了降低其表面粗糙度，但完全不清楚與利用高感度缺陷檢查裝置之疑似缺陷之檢出的關連。

因此，為解決上述問題，本發明具有以下構成。

本發明係以下述構成1～6為特徵之反射型光罩基底、以下述構成7～16為特徵之反射型光罩基底之製造方法、以下述構成17為特徵之反射型光罩、及以下述構成18為特徵之半導體裝置之製造方法。

(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：其係於光罩基底用基板之主面上具有該光罩基底用多層膜，該光罩基底用多層膜包含交替地積層有高折射率層與低折射率層之多層反射膜及吸收體膜的者，且於形成上述光罩基底用多層膜之上述反射型光罩基底表面上之 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為 $0.5\ \text{nm}$ 以下，且空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度為 $50\ \text{nm}^4$ 以下。

根據構成1，於反射型光罩基底之表面，將均方根粗糙度(Rms)設為 $0.5\ \text{nm}$ 以下，將於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度設為 $50\ \text{nm}^4$ 以下，藉此，可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出，從而可進一步實現致命缺陷之顯露化。

(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：上述光罩基底用多層膜進而包含與上述多層反射膜之表面中之與光罩基

底用基板為相反側之表面相接配置的保護膜。

根據構成2，反射型光罩基底於多層反射膜上具有保護膜，藉此，可抑制製造轉印用光罩(EUV光罩)時對多層反射膜表面之損傷，因此，對EUV光之反射率特性進一步良好。又，於反射型光罩基底中，可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之保護膜表面之缺陷檢查中的疑似缺陷之檢出，從而可進一步實現致命缺陷之顯露化。

(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：上述光罩基底用多層膜進而包含與上述吸收體膜之表面中之與光罩基底用基板為相反側之表面相接配置的蝕刻掩膜。

根據構成3，使用乾式蝕刻特性與吸收體膜不同之蝕刻掩膜，藉此，於在吸收體膜形成轉印圖案時，可形成高精度之轉印圖案。

(構成4)

本發明之構成4係如構成1至3中任一項之反射型光罩基底，其特徵在於：上述吸收體膜含有鉬與氮，且氮之含量為10原子%以上且50原子%以下。

根據構成4，上述吸收體膜含有鉬與氮，且氮之含量為10原子%以上且50原子%以下，藉此，吸收體膜之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度成為特定之值之範圍，進而，可抑制構成吸收體膜之結晶粒子之擴大，因此，可降低將吸收體膜圖案化時之圖案邊緣粗糙度。

(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：上述吸收體膜之膜厚為60 nm以下。

根據構成5，上述吸收體膜之膜厚為60 nm以下，藉此，可減小

陰影效應(shadowing effect)，並且可進一步減小吸收體膜之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度。其結果為，可獲得一種能夠抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出的反射型光罩基底。

(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：上述吸收體膜具有移相功能，該移相功能係使來自該吸收體膜表面之反射光、與來自未形成上述吸收體膜之上述多層反射膜或上述保護膜表面之反射光的相位差具有特定之相位差。

根據構成6，吸收體膜具有移相功能，該移相功能係來自該吸收體膜表面之反射光、與來自未形成吸收體膜之多層反射膜或保護膜表面之反射光的相位差具有特定之相位差，藉此，可獲得一種利用EUV光之轉印解像性得到提高之作為反射型光罩用之原版的反射型光罩基底。又，為了取得獲得所需之轉印解像性所必需之移相效果而必要的吸收體之膜厚可較先前更為薄膜化，因此，可獲得一種減小陰影效應之反射型光罩基底。

(構成7)

本發明之構成7係一種反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：該反射型光罩基底係於光罩基底用基板之主面上具有該光罩基底用多層膜，該光罩基底用多層膜包含交替地積層有高折射率層與低折射率層之多層反射膜及吸收體膜者；且該反射型光罩基底之製造方法包含如下步驟：於上述光罩基底用基板之主面上形成上述多層反射膜；及於上述多層反射膜上形成上述吸收體膜；且以如下方式形成上述吸收體膜，即上述反射型光罩基底之表面於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm以下，且

空間頻率 $1 \sim 10 \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度成為 50 nm^4 以下。

根據構成7，於反射型光罩基底之表面，將Rms設為 0.5 nm 以下，將於 $3 \mu\text{m} \times 3 \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10 \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度設為 50 nm^4 以下，藉此，可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出，可製造一種能夠進一步實現致命缺陷之顯露化的反射型光罩基底。

(構成8)

本發明之構成8係如構成7之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：於形成上述多層反射膜之步驟中，上述多層反射膜係對高折射率材料之濺鍍靶及低折射率材料之濺鍍靶交替地照射離子束，藉由離子束濺鍍法而形成。

根據構成8，於形成多層反射膜之步驟中，以特定之離子束濺鍍法形成多層反射膜，藉此，可確實地獲得對EUV光之反射率特性良好之多層反射膜。

(構成9)

本發明之構成9係如構成7或8之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：於形成上述吸收體膜之步驟中，上述吸收體膜係藉由使用吸收體膜材料之濺鍍靶之反應性濺鍍法而形成，以含有反應性濺鍍時之環境氣體中所含之成分之方式形成上述吸收體膜，且以上述均方根粗糙度(Rms)為 0.5 nm 以下且上述功率譜密度成為 50 nm^4 以下之方式控制環境氣體之流量。

根據構成9，於形成吸收體膜之步驟中，藉由反應性濺鍍法形成吸收體膜，藉此，可獲得具有特定之組成之吸收體膜。於利用反應性濺鍍法之成膜時，藉由調節環境氣體之流量，而可調節為包含吸收體膜之光罩基底用多層膜之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3 \mu\text{m} \times 3 \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10 \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅

強度的功率譜密度成為特定之值之範圍。

(構成10)

本發明之構成10係如構成9之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：上述環境氣體係含有惰性氣體、與氮氣之混合氣體。

根據構成10，利用反應性濺鍍法形成吸收體膜時之環境氣體為含有惰性氣體、與氮氣之混合氣體，藉此，可調節氮氣之流量，從而可獲得具有適當之組成之吸收體膜。其結果為，可確實地獲得於光罩基底用多層膜之表面具有適當之均方根粗糙度(Rms)及功率譜密度之吸收體膜。

(構成11)

本發明之構成11係如構成7至10中任一項之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：上述吸收體膜係使用包含鉍之材料之濺鍍靶而形成。

根據構成11，於利用反應性濺鍍法形成吸收體膜時，使用包含鉍之材料之濺鍍靶而形成，藉此，可形成包含鉍且具有適當之吸收之吸收體膜。又，可更確實地獲得於光罩基底用多層膜之表面具有適當之均方根粗糙度(Rms)及功率譜密度之吸收體膜。

(構成12)

本發明之構成12係如構成7或8之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：於形成上述吸收體膜之步驟中，上述吸收體膜係藉由使用吸收體膜材料之濺鍍靶之濺鍍法而形成，且以上述吸收體膜表面之上述均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm以下且空間頻率 $1 \sim 10 \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度成為 50 nm^4 以下的方式選定上述吸收體膜之材料與膜厚。

根據構成12，於形成吸收體膜之步驟中，選定吸收體膜之材料、膜厚，藉此，可調節為包含吸收體膜之光罩基底用多層膜之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3 \mu\text{m} \times 3 \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻

率 $1 \sim 10 \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度成為特定之值之範圍。

(構成13)

本發明之構成13係如構成12之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：將上述吸收體膜之材料設為包含氮之材料，且將上述吸收體膜之膜厚設為60 nm以下。

根據構成13，將上述吸收體膜之材料設為包含氮之材料，且將上述吸收體膜之膜厚設為60 nm以下，藉此，可減小陰影效應，並且可進一步減小吸收體膜之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3 \mu\text{m} \times 3 \mu\text{m}$ 之區域內檢測出之空間頻率 $1 \sim 10 \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度，從而可獲得一種能夠抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出的反射型光罩基底。

(構成14)

本發明之構成14係如構成7至13中任一項之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於進而包含如下步驟：形成與上述多層反射膜之表面相接配置之保護膜。

根據構成14，進而包含形成保護膜之步驟，藉此，可抑制製造轉印用光罩(EUV光罩)時對多層反射膜表面之損傷，因此，對EUV光之反射率特性進一步良好。又，於所製造之反射型光罩基底中，可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之保護膜表面之缺陷檢查中的疑似缺陷之檢出，從而可進一步實現致命缺陷之顯露化。

(構成15)

本發明之構成15係如構成14之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：上述保護膜係藉由對保護膜材料之濺鍍靶照射離子束之離子束濺鍍法而形成。

根據構成15，於形成吸收體膜之步驟中，使用保護膜材料之濺

鍍靶，藉由離子束濺鍍法形成保護膜，藉此，可獲得保護膜表面之平滑化，因此，可使形成於保護膜上之吸收體膜、或進而形成於吸收體膜上之蝕刻掩膜之表面平滑化，故而較佳。

(構成16)

本發明之構成16係如構成7至15中任一項之反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於進而包含如下步驟：形成與上述吸收體膜之表面相接配置之蝕刻掩膜。

根據構成16，形成乾式蝕刻特性與吸收體膜不同之蝕刻掩膜，藉此，於在吸收體膜形成轉印圖案時，可形成高精度之轉印圖案。

(構成17)

本發明之構成17係一種反射型光罩，其特徵在於：於上述多層反射膜上具有將如構成1至6中任一項之反射型光罩基底、或藉由如構成7至16中任一項之製造方法所獲得之反射型光罩基底之上述吸收體膜圖案化而成的吸收體圖案。

根據構成17之反射型光罩，可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出，從而可進一步實現致命缺陷之顯露化。

(構成18)

本發明之構成18係一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於具有如下步驟：使用如構成17之反射型光罩，進行使用有曝光裝置之微影製程，於被轉印體形成轉印圖案。

根據構成18之半導體裝置之製造方法，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，可使用已排除異物或損傷等致命缺陷之反射型光罩，因此，可製造轉印至形成於半導體基板等被轉印體上之抗蝕劑膜的電路圖案等轉印圖案中無缺陷而具有微細且高精度之轉印圖案的半導體裝置。

[發明之效果]

根據上述本發明之反射型光罩基底及反射型光罩，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷之檢出，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。尤其是於用於EUV微影之反射型光罩基底及反射型光罩中，抑制疑似缺陷，並且形成於基板主面上之多層反射膜可獲得較高之反射率。又，根據上述本發明之反射型光罩基底之製造方法，可確實地製造上述反射型光罩基底。

又，根據上述半導體裝置之製造方法，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，可使用已排除異物或損傷等致命缺陷之反射型光罩，因此，可製造形成於半導體基板等被轉印體上之電路圖案等轉印圖案中無缺陷而具有微細且高精度之轉印圖案的半導體裝置。

【圖式簡單說明】

圖1(a)係表示本發明之一實施形態之光罩基底用基板之立體圖。
圖1(b)係表示本實施形態之光罩基底用基板之剖面模式圖。

圖2係表示本發明之一實施形態之附多層反射膜之基板之構成之一例的剖面模式圖。

圖3係表示本發明之一實施形態之反射型光罩基底之構成之一例的剖面模式圖。

圖4係表示本發明之一實施形態之反射型光罩之一例的剖面模式圖。

圖5係表示本發明之一實施形態之反射型光罩基底之構成之另一例的剖面模式圖。

圖6係表示對本發明之實施例試樣1、比較例試樣1之反射型光罩基底之吸收體膜表面進行功率譜解析所得之結果的圖表。

【實施方式】

本發明係於光罩基底用基板之主面上具有包含交替地積層有高折射率層與低折射率層之多層反射膜及吸收體膜的光罩基底用多層膜之反射型光罩基底。

圖5係表示本發明之反射型光罩基底30之一例之模式圖。本發明之反射型光罩基底30係於光罩基底用基板10之主面上具有光罩基底用多層膜26。於本說明書中，所謂光罩基底用多層膜26係於反射型光罩基底30中，積層於光罩基底用基板10之主面上所形成的包含多層反射膜21及吸收體膜24之複數層膜。光罩基底用多層膜26可進而包含形成於多層反射膜21及吸收體膜24之間之保護膜22、及/或形成於吸收體膜24之表面之蝕刻掩膜25。於圖5所示之反射型光罩基底30之情形時，光罩基底用基板10之主面上之光罩基底用多層膜26具有多層反射膜21、保護膜22、吸收體膜24及蝕刻掩膜25。再者，於下述之說明中，針對蝕刻掩膜25，於在吸收體膜24形成轉印圖案後將蝕刻掩膜25剝離。然而，於未形成蝕刻掩膜25之反射型光罩基底30中，亦可設為如下反射型光罩基底30：藉由將吸收體膜24設為複數層之積層構造，且使構成該等複數層之材料為具有互不相同之蝕刻特性之材料，而形成具有蝕刻光罩功能之吸收體膜24。

於本說明書中，所謂「於光罩基底用基板10之主面上具有光罩基底用多層膜26」，意指光罩基底用多層膜26與光罩基底用基板10之表面相接配置，除該情形外，亦包含意指於光罩基底用基板10、與光罩基底用多層膜26之間具有其他膜的情形。又，於本說明書中，例如所謂「膜A與膜B之表面相接配置」，意指於膜A與膜B之間不介隔其他膜而是膜A與膜B以直接相接之方式配置。

圖3係表示本發明之反射型光罩基底30之另一例之模式圖。於圖3之反射型光罩基底30之情形時，光罩基底用多層膜26具有多層反射膜21、保護膜22及吸收體膜24，但不具有蝕刻掩膜25。

本發明之反射型光罩基底30之特徵在於：於形成有光罩基底用多層膜26之反射型光罩基底30表面上之 $3\text{ }\mu\text{m}\times 3\text{ }\mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為 0.5 nm 以下，且空間頻率 $1\sim 10\text{ }\mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度為 50 nm^4 以下。

根據本發明之反射型光罩基底30，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷之檢出，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。

其次，以下對作為表示形成有光罩基底用多層膜26之反射型光罩基底30之主面之表面形態之參數的表面粗糙度(Rmax、Rms)及功率譜密度(Power Spectrum Density：PSD)進行說明。

首先，作為代表性表面粗糙度之指標之Rms(Root means square)係均方根粗糙度，且係將平均線至測定曲線之偏差之平方進行平均所得之值的平方根。Rms由下式(1)表示。

[數1]

$$Rms = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l Z^2(x) dx} \cdots (1)$$

於式(1)中， l 為基準長度， Z 為平均線至測定曲線之高度。

相同地，作為代表性表面粗糙度之指標之Rmax係表面粗糙度之最大高度，且係粗糙度曲線之峰之高度之最大值與谷之深度之最大值的絕對值之差(最高之峰、與最深之谷之差)。

Rms及Rmax係自先前起被用於光罩基底用基板10之表面粗糙度之管理，於可以數值掌握表面粗糙度之方面較為優異。然而，該等Rms及Rmax均為高度之資訊，不含有關微細之表面形狀之變化之資訊。

針對此種情況，將所獲得之表面之凹凸變換為空間頻率區域，

藉此，以空間頻率下之振幅強度表示之功率譜解析可將微細之表面形狀數值化。若將 $Z(x, y)$ 設為 x 座標、 y 座標中之高度之資料，則其傅立葉變換由下式(2)所提供。

[數2]

$$F(u, v) = \frac{1}{N_x N_y} \sum_{u=0}^{N_x-1} \sum_{v=0}^{N_y-1} Z(x, y) \exp \left[-i2\pi \left(\frac{ux}{N_y} + \frac{vy}{N_y} \right) \right] \quad \cdots (2)$$

此處， N_x 、 N_y 為 x 方向與 y 方向之資料之數。 $u = 0, 1, 2 \cdots N_x - 1$ 、 $v = 0, 1, 2 \cdots N_y - 1$ ，此時空間頻率 f 由下式(3)所提供。

[數3]

$$f = \left\{ \left[\frac{u}{(N_x - 1)d_x} \right]^2 + \left[\frac{v}{(N_y - 1)d_y} \right]^2 \right\}^{1/2} \quad \cdots (3)$$

此處，於式(3)中， dx 為 x 方向之最小分解能， dy 為 y 方向之最小分解能。

此時之功率譜密度PSD由下式(4)所提供。

[數4]

$$P(u, v) = |F(u, v)|^2 \quad \cdots (4)$$

該功率譜解析不僅將反射型光罩基底30之光罩基底用多層膜26之表面狀態之變化設為單純之高度變化，而且可以其空間頻率下之變化之形式掌握，於該等方面較為優異，係解析原子能階下之微觀反應等對表面造成之影響的手法。

而且，於本發明之反射型光罩基底30中，為了達成上述目的，對光罩基底用多層膜26之表面使用上述表面粗糙度(Rms)、功率譜密度，利用原子力顯微鏡測定 $3 \mu\text{m} \times 3 \mu\text{m}$ 之區域所得之均方根粗糙度

(Rms)為0.5 nm以下，且空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度成為 $50\ \text{nm}^4$ 以下。

於本發明中，上述 $3\ \mu\text{m}\times 3\ \mu\text{m}$ 之區域為轉印圖案形成區域之任意部位即可。轉印圖案形成區域係於光罩基底用基板10為6025尺寸($152\ \text{mm}\times 152\ \text{mm}\times 6.35\ \text{mm}$)之情形時，例如，可設為將反射型光罩基底30之表面之周緣區域除外之 $142\ \text{mm}\times 142\ \text{mm}$ 之區域、或 $132\ \text{mm}\times 132\ \text{mm}$ 之區域、 $132\ \text{mm}\times 104\ \text{mm}$ 之區域、又，關於上述任意部位，例如可設為反射型光罩基底30之表面之中心之區域。

又，於本發明中，上述 $3\ \mu\text{m}\times 3\ \mu\text{m}$ 之區域可設為光罩基底用多層膜26之膜表面之中心之區域。例如，於將反射型光罩基底30之光罩基底用多層膜26之膜表面設為長方形之形狀之情形時，所謂上述中心係上述長方形之對角線之交點。即，上述交點與上述區域中之中心(區域之中心亦與上述膜表面之中心同樣)一致。

又，關於上述中說明之 $3\ \mu\text{m}\times 3\ \mu\text{m}$ 之區域、轉印圖案形成區域、任意部位，視情形於光罩基底用基板10及附多層反射膜之基板20中亦可應用。

又，於使用高感度缺陷檢查裝置進行反射型光罩基底30之表面之缺陷檢查之情形時，較理想為於上述表面，可將利用原子力顯微鏡測定 $3\ \mu\text{m}\times 3\ \mu\text{m}$ 之區域所得之空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度設為 $50\ \text{nm}^4$ 以下，較佳為將空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度設為 $45\ \text{nm}^4$ 以下，更佳為將空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度設為 $40\ \text{nm}^4$ 以下，進而較佳為將空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度設為 $35\ \text{nm}^4$ 以下，進而較佳為將空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度設為 $30\ \text{nm}^4$ 以下，且上述高感度缺陷檢查裝置使用 $150\ \text{nm}\sim 365\ \text{nm}$ 之波長區域之檢查光，例如使用 $266\ \text{nm}$ 之UV雷射或 $193\ \text{nm}$ 之ArF準分子雷射作為檢查光源波長。

又，較理想為上述均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm以下、較佳為0.45 nm以下、更佳為0.40 nm以下、進而較佳為0.35 nm以下、進而較佳為0.30 nm以下、進而較佳為0.25 nm以下。又，較理想為最大高度(Rmax)較佳為5 nm以下、進而較佳為4.5 nm以下、進而較佳為4 nm以下、進而較佳為3.5 nm以下、進而較佳為3 nm以下、進而較佳為2.5 nm以下。

又，於本發明之反射型光罩基底30中，為了達成上述目的，對光罩基底用多層膜26之表面以原子力顯微鏡測定 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域所得之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度的積分值I進而較佳為設為 $800 \times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。較理想為上述積分值I進而較佳為設為 $650 \times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。較理想為上述積分值I進而較佳為設為 $500 \times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。較理想為上述積分值I尤佳為設為 $450 \times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。

根據本發明之反射型光罩基底30，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷之檢出，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。

其次，對本發明之反射型光罩基底30具體進行說明。

[光罩基底用基板10]

首先，以下對可用於本發明之反射型光罩基底30之製造之光罩基底用基板10進行說明。

圖1(a)係表示可用於本發明之反射型光罩基底30之製造之光罩基底用基板10之一例的立體圖。圖1(b)係圖1(a)所示之光罩基底用基板10之剖面模式圖。

光罩基底用基板10(或者有簡稱為基板10之情形)係矩形狀之板狀體，具有2個對向主面2與端面1。2個對向主面2係該板狀體之上表面及下表面，且以互相對向之方式形成。又，2個對向主面2之至少一者係理應形成轉印圖案之主面。

端面1係該板狀體之側面，且與對向主面2之外緣鄰接。端面1具有平面狀之端面部分1d、及曲面狀之端面部分1f。平面狀之端面部分1d係將一對向主面2之邊、與另一對向主面2之邊連接之面，且包含側面部1a、及倒角斜面部1b。側面部1a係平面狀之端面部分1d中與對向主面2大致垂直之部分(T面)。倒角斜面部1b係側面部1a與對向主面2之間之經倒角之部分(C面)，且形成於側面部1a與對向主面2之間。

曲面狀之端面部分1f係於俯視基板10時與基板10之角部10a附近鄰接之部分(R部)，且包含側面部1c及倒角斜面部1e。此處，所謂俯視基板10係例如自與對向主面2垂直之方向起觀察基板10。又，所謂基板10之角部10a係例如對向主面2之外緣中之2邊之交點附近。所謂2邊之交點，可為2邊之各自之延長線之交點。於本例中，曲面狀之端面部分1f係藉由將基板10之角部10a弧化而形成為曲面狀。

為了更確實地達成本發明之目的，較佳為用於本發明之反射型光罩基底30的光罩基底用基板10之主面、及附多層反射膜之基板20之多層反射膜21之表面與本發明之反射型光罩基底30之表面同樣地具有特定之表面粗糙度、及特定之功率譜密度(Power Spectrum Density: PSD)。

又，光罩基底用基板10之主面較佳設為藉由觸媒基準蝕刻進行表面加工而成之表面。所謂觸媒基準蝕刻(Catalyst Referred Etching: 以下亦稱為CARE)，係將被加工物(光罩基底用基板)與觸媒配置於處理液中，或者於被加工物與觸媒之間供給處理液，使被加工物與觸媒接觸，並藉由由此時吸附於觸媒上之處理液中之分子所產生之活性物質而對被加工物進行加工的表面加工方法。再者，於被加工物包含玻璃等固體氧化物之情形時係如下者：藉由將處理液設為水，於水之存在下使被加工物與觸媒接觸，使觸媒與被加工物表面相對運動等，而將利用水解之分解生成物自被加工物表面去除並進行加工。

光罩基底用基板10之主面藉由觸媒基準蝕刻，自與作為基準面之觸媒表面接觸之凸部選擇性地進行表面加工。因此，構成主面之凹凸(表面粗糙度)一面維持非常高之平滑性，一面成為非常整齊之表面形態，而且成為相對於基準面而言構成凹部之比率多於構成凸部之比率的表面形態。因此，於在上述主面上積層複數層薄膜之情形時，成為主面之缺陷尺寸變小之傾向，因此，於缺陷品質方面較佳為藉由觸媒基準蝕刻進行表面處理。尤其是於在上述主面上形成下述多層反射膜21之情形時尤其發揮效果。又，藉由如上所述對主面進行利用觸媒基準蝕刻之表面處理，而可相對較容易地形成上述特定之範圍之表面粗糙度、及特定之功率譜密度之表面。

再者，於基板10之材料為玻璃材料之情形時，作為觸媒，可使用選自由鉑、金、過渡金屬及包含該等中之至少一者之合金所組成之群中的至少一種材料。又，作為處理液，可使用選自由純水、臭氧水或氫水等功能水、低濃度之鹼性水溶液、低濃度之酸性水溶液所組成之群中的至少一種處理液。

藉由如上所述將主面之表面粗糙度、及功率譜密度設為上述範圍，例如於利用Lasertec公司製造之EUV曝光用之光罩基板/基底缺陷檢查裝置「MAGICS M7360」(檢查光源波長：266 nm)、或KLA-Tencor公司製造之光罩、光學光罩/基底及EUV光罩/基底缺陷檢查裝置「Teron610」(檢查光源波長：193 nm)之缺陷檢查中，可大幅抑制疑似缺陷之檢出。

再者，上述檢查光源波長並不限定於266 nm及193 nm。作為檢查光源波長，亦可使用532 nm、488 nm、364 nm或257 nm。

就至少獲得圖案轉印精度、位置精度之觀點而言，用於本發明之反射型光罩基底30之光罩基底用基板10的形成有轉印圖案之側之主面較佳為以成為高平坦度之方式進行表面加工。於EUV之反射型光罩

基底用基板10之情形時，於基板10之形成有轉印圖案之側之主面之132 mm×132 mm之區域、或142 mm×142 mm之區域內，平坦度較佳為0.1 μm以下、尤佳為0.05 μm以下。進而較佳為於基板10之形成有轉印圖案之側之主面132 mm×132 mm之區域內，平坦度為0.03 μm以下。又，與形成有轉印圖案之側為相反側之主面係設置於曝光裝置時之供靜電吸附之面，於142 mm×142 mm之區域內，平坦度為1 μm以下、尤佳為0.5 μm以下。

作為EUV曝光用之反射型光罩基底用基板10之材料，只要具有低熱膨脹之特性便可為任意者。例如，可使用具有低熱膨脹之特性之SiO₂-TiO₂系玻璃(2元系(SiO₂-TiO₂)及3元系(SiO₂-TiO₂-SnO₂等))、例如SiO₂-Al₂O₃-Li₂O系之結晶化玻璃等所謂之多成分系玻璃。又，除上述玻璃以外亦可使用矽或金屬等之基板。作為上述金屬基板之例，可列舉鎳鋼合金(Fe-Ni系合金)等。

如上所述，於EUV曝光用之光罩基底用基板10之情形時，對基板要求有低熱膨脹之特性，故而使用多成分系玻璃材料。然而，多成分系玻璃材料與合成石英玻璃相比有難以獲得較高之平滑性之問題。為了解決該問題，於包含多成分系玻璃材料之基板上形成包含金屬或合金之薄膜、或包含金屬及合金之任一者中含有氧、氮、碳之至少一者之材料的薄膜。然後，藉由對此種薄膜表面進行鏡面研磨、表面處理，而可相對較容易地形成上述範圍之表面粗糙度、功率譜密度之表面。

作為上述薄膜之材料，例如較佳為Ta(鉭)或含有Ta之合金、或者Ta及含有Ta之合金之任一者中含有氧、氮、碳之至少一者之Ta化合物。作為Ta化合物，例如，可應用選自TaB、TaN、TaO、TaON、TaCON、TaBN、TaBO、TaBON、TaBCON、TaHf、TaHfO、TaHfN、TaHfON、TaHfCON、TaSi、TaSiO、TaSiN、TaSiON、及TaSiCON等

者。該等Ta化合物中，更佳為使用選自含有氮(N)之TaN、TaON、TaCON、TaBN、TaBON、TaBCON、TaHfN、TaHfON、TaHfCON、TaSiN、TaSiON及TaSiCON者。再者，上述薄膜較理想為就薄膜表面之高平滑性之觀點而言，較佳設為非晶結構。薄膜之晶體結構可藉由X射線繞射裝置(XRD)進行測定。

再者，於本發明中，用以獲得上述中規定之表面粗糙度、功率譜密度之加工方法並無特別限定。本發明係於管理反射型光罩基底30之表面粗糙度、功率譜密度之方面具有特徵，例如，可藉由下述實施例中例示般之加工方法而實現。

[附多層反射膜之基板20]

其次，以下對可用於本發明之反射型光罩基底30之附多層反射膜之基板20進行說明。

圖2係表示可用於反射型光罩基底30之附多層反射膜之基板20之一例的模式圖。

本實施形態之附多層反射膜之基板20係設為如下構造：於上述說明之光罩基底用基板10之形成有轉印圖案之側之主面上具有多層反射膜21。該多層反射膜21係於EUV微影用反射型光罩40中賦予反射EUV光之功能者，且採用週期性地積層有折射率不同之元素之多層反射膜21之構成。

多層反射膜21只要反射EUV光則其材質並無特別限定。多層反射膜21單獨時之反射率通常為65%以上，上限通常為73%。此種多層反射膜21通常可設為包含高折射率之材料之薄膜(高折射率層)、與包含低折射率之材料之薄膜(低折射率層)交替地積層40～60週期左右而成的多層反射膜21。

例如，作為針對波長13～14 nm之EUV光之多層反射膜21，較佳設為將Mo膜與Si膜交替地積層40週期左右而成之Mo/Si週期多層膜。

此外，作為於EUV光之區域內使用之多層反射膜21，可使用選自Ru/Si週期多層膜、Mo/Be週期多層膜、Mo化合物/Si化合物週期多層膜、Si/Nb週期多層膜、Si/Mo/Ru週期多層膜、Si/Mo/Ru/Mo週期多層膜、及Si/Ru/Mo/Ru週期多層膜等者。

多層反射膜21之形成方法於該技術領域中眾所周知。例如，可藉由利用磁控濺鍍法、或離子束濺鍍法等成膜多層反射膜21之各層而形成。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靶使厚度數nm左右之Si膜於基板10上成膜，其後使用Mo靶使厚度數nm左右之Mo膜成膜，將其設為一週期，並積層40～60週期而形成多層反射膜21。

於製造本發明之反射型光罩基底30時，多層反射膜21較佳為對高折射率材料之濺鍍靶及低折射率材料之濺鍍靶交替地照射離子束，藉由離子束濺鍍法而形成。藉由利用特定之離子束濺鍍法形成多層反射膜21，可確實地獲得對EUV光之反射率特性良好之多層反射膜21。

本發明之反射型光罩基底30之光罩基底用多層膜26較佳為進而包含與多層反射膜21之表面中之與光罩基底用基板10為相反側之表面相接配置的保護膜22。

於如上所述形成之多層反射膜21上，亦可形成用以保護多層反射膜21遠離EUV微影用反射型光罩40之製造步驟中之乾式蝕刻或濕式洗淨的保護膜22(參照圖3)。如此，於光罩基底用基板10上具有多層反射膜21、與保護膜22之形態亦可設為本發明中之附多層反射膜之基板20。

再者，作為上述保護膜22之材料，例如可使用選自Ru、Ru-(Nb、Zr、Y、B、Ti、La、Mo)、Si-(Ru、Rh、Cr、B)、Si、Zr、Nb、La、及B等中之材料。若應用該等材料中包含鈦(Ru)之材料，則多層反射膜21之反射率特性更良好。具體而言，保護膜22之材料較佳

為Ru、Ru-(Nb、Zr、Y、B、Ti、La、Mo)。此種保護膜22尤其是於將吸收體膜24設為Ta系材料並以Cl系氣體之乾式蝕刻將該吸收體膜24圖案化的情形時較為有效。

再者，於上述附多層反射膜之基板20中，較理想為於多層反射膜21或保護膜22之表面，可將利用原子力顯微鏡測定 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域所得之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度設為 $25\ \text{nm}^4$ 以下，較佳設為 $22.5\ \text{nm}^4$ 以下，更佳為設為 $20\ \text{nm}^4$ 以下。藉由設為此種構成，於以使用 $150\ \text{nm} \sim 365\ \text{nm}$ 之波長區域之檢查光之高感度缺陷檢查裝置、例如上述列舉之使用 $266\ \text{nm}$ 之UV雷射或 $193\ \text{nm}$ 之ArF準分子雷射作為檢查光源波長之高感度缺陷檢查裝置進行附多層反射膜之基板20之缺陷檢查的情形時，可大幅抑制疑似缺陷之檢出，從而可進一步實現致命缺陷之顯露化。

又，除可大幅抑制使用上述高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出的效果外，為了使作為附多層反射膜之基板20所必要之反射特性良好，較理想為於上述附多層反射膜之基板20中，於多層反射膜21或保護膜22之表面，將利用原子力顯微鏡測定 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域所得之均方根粗糙度(Rms)設為 $0.25\ \text{nm}$ 以下、較佳為 $0.20\ \text{nm}$ 以下、更佳為 $0.15\ \text{nm}$ 以下。

為了保持上述範圍之基板10之表面形態，且使多層反射膜21或保護膜22之表面為上述範圍之功率譜密度，可藉由以相對於基板10之主面之法線傾斜地堆積高折射率層與低折射率層之方式，並利用濺鍍法進行成膜而獲得多層反射膜21。更具體而言，Mo等用以成膜低折射率層之濺鍍粒子之入射角度、及Si等用以成膜高折射率層之濺鍍粒子之入射角度係設為超過 0° 且 45° 以下進行成膜即可。較理想為更佳為超過 0° 且 40° 以下、進而較佳為超過 0° 且 30° 以下。進而較佳為，形成於多層反射膜21上之保護膜22亦於多層反射膜21之成膜後，

連續地以保護膜22相對於基板10之主面之法線傾斜地堆積之方式並藉由離子束濺鍍法而形成。

又，於附多層反射膜之基板20中，於與基板10之與多層反射膜21相接之面為相反側之面，為了靜電吸附之目的而亦可形成背面導電膜23(參照圖3)。如此，於光罩基底用基板10上之形成有轉印圖案之側具有多層反射膜21與保護膜22、於與和多層反射膜21相接之面為相反側之面具有背面導電膜23的形態亦可設為本發明中之附多層反射膜之基板20。再者，對背面導電膜23所要求之電氣特性(薄片電阻)通常為 $100\ \Omega/\square$ 以下。背面導電膜23之形成方法眾所周知，例如，可藉由磁控濺鍍法或離子束濺鍍法，使用Cr、Ta等金屬或合金之靶而形成。

又，作為本實施形態之附多層反射膜之基板20，亦可於基板10與多層反射膜21之間形成基底層。基底層可以提高基板10之主面之平滑性之目的、減少缺陷之目的、多層反射膜21之反射率增強效果之目的、與多層反射膜21之應力修正之目的形成。

[反射型光罩基底30]

其次，對本發明之反射型光罩基底30進行說明。

圖3係表示本發明之反射型光罩基底30之一例之模式圖。

本發明之反射型光罩基底30設為如下構成：於上述說明之附多層反射膜之基板20之保護膜22上形成有成為轉印圖案之吸收體膜24。

上述吸收體膜24係具有吸收作為曝光之光之EUV光之功能者，且只要為於使用反射型光罩基底30製作之反射型光罩40中，於利用上述多層反射膜21、保護膜22之反射光、與利用吸收體圖案27之反射光之間具有所需之反射率差者即可。

例如，對EUV光之吸收體膜24之反射率被設定於0.1%以上且40%以下之間。又，亦可為除上述反射率差以外，於利用上述多層反射膜21、保護膜22之反射光、與利用吸收體圖案27之反射光之間具有所需

之相位差者。再者，於在此種反射光間具有所需之相位差之情形時，有將反射型光罩基底30中之吸收體膜24稱為移相膜之情形。於在上述反射光間設置所需之相位差，提高所獲得之反射型光罩之反射光之對比度的情形時，相位差較佳為設定為 $180^\circ \pm 10^\circ$ 之範圍，吸收體膜24之反射率以絕對反射率計較佳為設定為1.5%以上且30%以下，吸收體膜24對多層反射膜21及/或保護膜22之表面之反射率較佳為設定為2%以上且40%以下。

上述吸收體膜24可為單層亦可為積層構造。於積層構造之情形時，同一材料之積層膜、異種材料之積層膜之任一者均可。積層膜可設為材料或組成於膜厚方向上階段性及/或連續性地變化者。

上述吸收體膜24之材料並無特別限定。例如為具有吸收EUV光之功能者，且較佳為使用Ta(鉭)單質、或以Ta為主成分之材料。以Ta為主成分之材料通常為Ta之合金。就平滑性、平坦性之方面而言，此種吸收體膜24之結晶狀態較佳為具有非晶狀或微晶之結構者。作為以Ta為主成分之材料，例如，可使用選自包含Ta與B之材料、包含Ta與N之材料、包含Ta與B、進而包含O與N之至少任一者之材料、包含Ta與Si之材料、包含Ta、Si及N之材料、包含Ta與Ge之材料、以及包含Ta、Ge及N之材料等中的材料。又，例如，藉由於Ta中添加選自B、Si及Ge等中之至少一者而容易獲得非晶結構，從而可提高平滑性。進而，若於Ta中添加N及/或O，則提高對氧化之耐性，故而可提高經時穩定性。為了保持上述範圍之基板10、或附多層反射膜之基板20之表面形態，並且使吸收體膜24之表面為上述範圍之功率譜密度，較佳為使吸收體膜24為微晶結構、或非晶結構。關於晶體結構，可藉由X射線繞射裝置(XRD)進行確認。

具體而言，作為形成吸收體膜24之含有鉭之材料，例如可列舉：鉭金屬；鉭中含有選自氮、氧、硼及碳中的一種以上之元素且實

質上不含氮之材料等。例如可列舉：Ta、TaN、TaON、TaBN、TaBON、TaCN、TaCON、TaBCN及TaBOCN等。關於上述材料，於可獲得本發明之效果之範圍內，亦可含有鈮以外之金屬。若於形成吸收體膜24之含有鈮之材料中含有硼，則易於將吸收體膜24以成為非晶結構(非晶)之方式控制。

光罩基底之吸收體膜24較佳為由含有鈮與氮之材料所形成。吸收體膜24中之氮含量較佳為50原子%以下，較佳為30原子%以下，更佳為25原子%以下，進而較佳為20原子%以下。吸收體膜24中之氮含量較佳為5原子%以上。

於本發明之反射型光罩基底30中，較理想為吸收體膜24含有鈮與氮，且氮之含量較佳為10原子%以上且50原子%以下，更佳為15原子%以上且50原子%以下，進而較佳為30原子%以上且50原子%以下。吸收體膜24含有鈮與氮，且氮之含量為10原子%以上且50原子%以下，藉此，吸收體膜24之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度成為特定之值之範圍，進而可抑制構成吸收體膜之結晶粒子之擴大，因此，可降低將吸收體膜圖案化時之圖案邊緣粗糙度。

於本發明之反射型光罩基底30中，為了設為於利用多層反射膜21、保護膜22之反射光、與利用吸收體圖案27之反射光之間具有所需之反射率差者，吸收體膜24之膜厚係設定為必要之膜厚。為了減小陰影效應，吸收體膜24之膜厚較佳為60 nm以下。吸收體膜24之膜厚為60 nm，藉此，可進一步減小吸收體膜24之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度，從而可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出。

又，於本發明之反射型光罩基底30中，上述吸收體膜24可具有移相功能，該移相功能係使利用上述多層反射膜21、保護膜22之反射光、與利用吸收體圖案27之反射光之間具有所需之相位差。該情形時，可獲得利用EUV光之轉印解像性得到提高之作為反射型光罩用之原版的反射型光罩基底。又，為了實現獲得所需之轉印解像性所必需之移相效果而必要的吸收體之膜厚可較先前更為薄膜化，因此，可獲得一種減小陰影效應之反射型光罩基底。

具有移相功能之吸收體膜24之材料並無特別限定。例如，可設為上述中列舉之Ta單質、或以Ta為主成分之材料，或者亦可為其以外之材料。作為Ta以外之材料，可列舉Ti、Cr、Nb、Mo、Ru、Rh、及W。又，可使用包含Ta、Ti、Cr、Nb、Mo、Ru、Rh、及W中之2種以上之元素的合金作為材料，從而可設為以該等元素為材料之層之積層膜。又，該等材料中亦可含有選自氮、氧、及碳中之一種以上之元素。其中，藉由設為包含氮之材料，而可減小吸收體膜之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內檢測出之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度，從而可獲得一種能夠抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出的反射型光罩基底，故而較佳。再者，於將吸收體膜24設為積層膜之情形時，設為同一材料之層之積層膜、或異種材料之層之積層膜均可。於將吸收體膜24設為異種材料之層之積層膜之情形時，亦可設為使構成該等複數層之材料為具有互不相同之蝕刻特性之材料而具有蝕刻光罩功能的吸收體膜24。

於本發明之反射型光罩基底30之最表面為吸收體膜24之情形時，於吸收體膜24之表面上之 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)、及空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度成為特定之範圍之值。根據具有此種構造之本發明之反射型光罩

基底30，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷之檢出，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。

再者，本發明之反射型光罩基底30並不限定於圖3所示之構成。例如，亦可於上述吸收體膜24上形成成為用以將吸收體膜24圖案化之光罩之抗蝕劑膜，附抗蝕劑膜之反射型光罩基底30亦可設為本發明之反射型光罩基底30。再者，形成於吸收體膜24上之抗蝕劑膜可為正型亦可為負型。又，可為電子束繪圖用亦可為雷射繪圖用。進而，亦可於吸收體膜24與上述抗蝕劑膜之間形成所謂之硬罩膜(蝕刻掩膜)，該態樣亦可設為本發明中之反射型光罩基底30。

本發明之反射型光罩基底30較佳為，光罩基底用多層膜26進而包含與吸收體膜24之表面中之與光罩基底用基板10為相反側之表面相接配置的蝕刻掩膜25。於圖5所示之反射型光罩基底30之情形時，光罩基底用基板10之主面上之光罩基底用多層膜26除多層反射膜21、保護膜22及吸收體膜24以外，進而具有蝕刻掩膜25。本發明之反射型光罩基底30可於圖5所示之反射型光罩基底30之光罩基底用多層膜26之最表面進而具有抗蝕劑膜。

具體而言，本發明之反射型光罩基底30較佳為成為如下構造：於吸收體膜24之材料使用Ta單質、或以Ta為主成分之材料之情形時，於吸收體膜24上形成有包含含有鉻之材料之蝕刻掩膜25。藉由設為此種構造之反射型光罩基底30，即便於在吸收體膜24形成轉印圖案後，將蝕刻掩膜25以使用有氯系氣體與氧氣之混合氣體之乾式蝕刻進行剝離，亦可製作吸收體膜24圖案之光學特性良好之反射型光罩40。又，可製作形成於吸收體膜24之轉印圖案之線邊緣粗糙度良好之反射型光罩40。

作為形成蝕刻掩膜25之含有鉻之材料，例如可列舉：鉻中含有

選自氮、氧、碳及硼中之一種以上之元素的材料等。例如可列舉：CrN、CrON、CrCN、CrCON、CrBN、CrBON、CrBCN及CrBOCN等。關於上述材料，於可獲得本發明之效果之範圍內，亦可含有鉻以外之金屬。就獲得作為於吸收體膜24精度良好地形成轉印圖案之蝕刻光罩之功能的觀點而言，蝕刻掩膜25之膜厚較理想為3 nm以上。又，就使抗蝕劑膜之膜厚變薄之觀點而言，蝕刻掩膜25之膜厚較理想為15 nm以下。

於本發明之反射型光罩基底30之最表面為蝕刻掩膜25之情形時，與反射型光罩基底30之最表面為吸收體膜24之情形同樣地，於蝕刻掩膜25之表面上之 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)、及空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度成為特定之範圍之值。根據具有此種構造之本發明之反射型光罩基底30，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷之檢出，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。

其次，對本發明之反射型光罩基底30之製造方法進行說明。

本發明係於光罩基底用基板10之主面上具有包含交替地積層有高折射率層與低折射率層之多層反射膜21及吸收體膜24之光罩基底用多層膜26的反射型光罩基底30之製造方法。本發明之反射型光罩基底30之製造方法包含如下步驟：於光罩基底用基板10之主面上形成多層反射膜21；及於多層反射膜21上形成吸收體膜24。於本發明之反射型光罩基底30之製造方法中，以如下方式形成吸收體膜24：反射型光罩基底30之表面於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm以下，且空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度成為 $50\ \text{nm}^4$ 以下。

於本發明之反射型光罩基底30之表面，將Rms設為0.5 nm以下(較

佳為0.45 nm以下、更佳為0.40 nm以下、進而較佳為0.35 nm以下)，將於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度設為 $50\ \text{nm}^4$ 以下(較佳為 $45\ \text{nm}^4$ 以下、更佳為 $40\ \text{nm}^4$ 以下、進而較佳為 $35\ \text{nm}^4$ 以下)，藉此，可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出，從而可製造一種能夠進一步實現致命缺陷之顯露化的反射型光罩基底30。

於本發明之反射型光罩基底30之製造方法中，於形成吸收體膜24之步驟中，吸收體膜24較佳為藉由使用包含吸收體膜24中所含之材料之濺鍍靶的反應性濺鍍法而形成，且以含有反應性濺鍍時之環境氣體中所含之成分的方式形成吸收體膜24。於利用反應性濺鍍法之成膜時，藉由調節環境氣體之流量，而可調節為包含吸收體膜24之光罩基底用多層膜26之表面之均方根粗糙度(Rms)、及於 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內可檢測出之空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之全部粗糙度成分之振幅強度的功率譜密度成為特定之值之範圍。

於藉由反應性濺鍍法形成吸收體膜24之情形時，環境氣體較佳為含有惰性氣體、與氮氣之混合氣體。於該情形時，可調節氮氣之流量，故而可獲得具有適當組成之吸收體膜24。其結果為，可確實地獲得於光罩基底用多層膜26之表面具有適當之均方根粗糙度(Rms)及功率譜密度之吸收體膜24。

於本發明之反射型光罩基底30之製造方法中，吸收體膜24較佳為使用包含鉬之材料之濺鍍靶形成。其結果為，可形成包含鉬且具有適當之曝光之光的吸收之吸收體膜24。

於本發明之反射型光罩基底30之製造方法中，於形成吸收體膜24之步驟中，吸收體膜24係藉由使用吸收體膜材料之濺鍍靶之濺鍍法而形成，且以吸收體膜24之表面之均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm以下且空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度成為 $50\ \text{nm}^4$ 以下的方式選定材料

與膜厚。上述吸收體膜24之材料係自上述中列舉之材料中選定，吸收體膜24之膜厚係以設為於利用多層反射膜21、保護膜22之反射光、與利用吸收體圖案27之反射光之間具有所需之反射率差者所必需的膜厚設定。吸收體膜24之膜厚較佳為於60 nm以下之範圍內設定。

本發明之反射型光罩基底30之製造方法較佳為進而包含如下步驟：形成與多層反射膜21之表面相接配置之保護膜22。藉由形成保護膜22，可抑制製造轉印用光罩(EUV光罩)時對多層反射膜21之表面之損傷，因此，對EUV光之反射率特性進一步良好。又，於所製造之反射型光罩基底30中，可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之保護膜22之表面之缺陷檢查中的疑似缺陷之檢出，從而可進一步實現致命缺陷之顯露化。

保護膜22較佳為藉由對保護膜22材料之濺鍍靶照射離子束之離子束濺鍍法而形成。藉由離子束濺鍍法而可獲得保護膜表面之平滑化，因此，可使形成於保護膜上之吸收體膜、或進而形成於吸收體膜上之蝕刻掩膜之表面平滑化。

本發明之反射型光罩基底30之製造方法較佳為進而包含如下步驟：形成與吸收體膜24之表面相接配置之蝕刻掩膜25。藉由形成乾式蝕刻特性與吸收體膜24不同之蝕刻掩膜25，而於在吸收體膜24形成轉印圖案時，可形成高精度之轉印圖案。

[反射型光罩40]

其次，以下對本發明之一實施形態之反射型光罩40進行說明。

圖4係表示本實施形態之反射型光罩40之模式圖。

本發明之反射型光罩40係如下構成：將上述反射型光罩基底30中之吸收體膜24圖案化，於上述多層反射膜21上或上述保護膜22上形成吸收體圖案27。關於本實施形態之反射型光罩40，若以EUV光等曝光之光進行曝光，則於在光罩表面具有吸收體膜24之部分吸收曝光之

光，於其以外之去除吸收體膜24後之部分以露出之保護膜22及多層反射膜21反射曝光之光，藉此，可用作微影用之反射型光罩40。藉由本發明之反射型光罩40，可抑制使用高感度缺陷檢查裝置之缺陷檢查中之疑似缺陷之檢出，從而可進一步實現致命缺陷之顯露化。

[半導體裝置之製造方法]

藉由利用使用有以上說明之反射型光罩40、及曝光裝置之微影製程，將基於反射型光罩40之吸收體圖案27之電路圖案等轉印圖案轉印至形成於半導體基板等被轉印體上之抗蝕劑膜，並經過其他各種步驟，而可製造一種於半導體基板等被轉印體上形成有各種轉印圖案等之半導體裝置。

根據本發明之半導體裝置之製造方法，於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，可使用已排除異物或損傷等致命缺陷之反射型光罩40，因此，可製造轉印至形成於半導體基板等被轉印體上之抗蝕劑膜的電路圖案等轉印圖案中無缺陷而具有微細且高精度之轉印圖案之半導體裝置。

再者，於上述光罩基底用基板10、附多層反射膜之基板20、反射型光罩基底30形成基準標記，從而可對該基準標記、及以上述高感度缺陷檢查裝置檢測出之致命缺陷之位置進行座標管理。當基於所獲得之致命缺陷之位置資訊(缺陷資料)製作反射型光罩40時，根據上述缺陷資料與被轉印圖案(電路圖案)資料，以於存在致命缺陷之部位形成吸收體圖案27之方式修正繪圖資料，從而可減少缺陷。

[實施例]

其次，以製造本實施形態之反射型光罩基底30及反射型光罩40之例為實施例進行說明。

首先，於EUV曝光用之光罩基底用基板10之表面，以如下所述之方式成膜多層反射膜21及吸收體膜24，製造實施例試樣1～5及比較例

試樣1~4之附多層反射膜之基板20。

<光罩基底用基板10之製作>

準備大小為152 mm×152 mm、厚度為6.35 mm之SiO₂-TiO₂系之玻璃基板作為光罩基底用基板10，使用雙面研磨裝置，將該玻璃基板之正面背面藉由氧化鈾研磨粒或膠體二氧化矽研磨粒階段性地研磨後，以低濃度之矽氟酸進行表面處理。以原子力顯微鏡測定藉此所獲得之玻璃基板表面之表面粗糙度，結果均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm。

以使用有波長調變雷射之波長偏移干涉儀測定該玻璃基板之正面背面上之148 mm×148 mm之區域的表面形狀(表面形態、平坦度)、TTV(板厚不均)。其結果為，玻璃基板之正面背面之平坦度為290 nm(凸形狀)。玻璃基板表面之表面形狀(平坦度)之測定結果係以相對於位於每個測定點之基準面的高度之資訊保存於電腦中，並且與玻璃基板所必需之正面平坦度之基準值50 nm(凸形狀)、背面平坦度之基準值50 nm相比，以電腦計算其差分(必要去除量)。

接著，於玻璃基板面內對每個加工點形狀區域設定對應於必要去除量之局部表面加工之加工條件。事先使用虛設基板，使虛設基板並非如實際加工般使基板移動固定時間而是點對虛設基板進行加工，利用與測定上述正面背面之表面形狀之裝置相同之測定機測定虛設基板之形狀，算出平均單位時間之點之加工體積。然後，根據由點之資訊與玻璃基板之表面形狀之資訊所獲得之必要去除量，決定對玻璃基板進行光柵掃描時之掃描速度。

根據設定之加工條件，使用利用磁流體之基板拋光裝置，藉由磁黏彈性流體研磨(Magneto Rheological Finishing: MRF)加工法，以玻璃基板之正面背面平坦度成為上述基準值以下之方式進行局部表面加工處理而調整表面形狀。再者，此時使用之磁黏彈性流體包含鐵成分，研磨漿料使用有包含約2 wt%作為研磨劑之氧化鈾之鹼性水溶

液。其後，將玻璃基板浸漬於加入有濃度約10%之鹽酸水溶液(溫度約25℃)之洗淨槽中約10分鐘後，進行利用純水之沖洗、異丙醇(IPA)乾燥。

再者，本發明中之光罩基底用基板10之局部加工方法並不限定於上述磁黏彈性流體研磨加工法。亦可為使用有氣體團簇離子束(Gas Cluster Ion Beams：GCIB)或局部電漿之加工方法。

其後，作為局部表面加工處理之拋光研磨，於以改善表面粗糙度為目的，進行使用有膠體二氧化矽研磨粒之雙面觸控研磨後，進行利用觸媒基準蝕刻法(CARE：Catalyst Referred Etching)之表面加工。該CARE係以如下加工條件進行。

加工液：純水

觸媒：鉑

基板轉數：10.3轉/分鐘

觸媒壓盤轉數：10轉/分鐘

加工時間：50分鐘

加工壓力：250 hPa

其後，將玻璃基板之端面擦除洗淨後，使該基板浸漬於加入有王水(溫度約65℃)之洗淨槽中約10分鐘，其後，進行利用純水之沖洗、乾燥。再者，利用王水之洗淨係進行複數次，直至於玻璃基板之正面背面無作為觸媒之鉑之殘留物為止。

於以上述方式所獲得之EUV曝光用之光罩基底用基板10之主面，以原子力顯微鏡測定轉印圖案形成區域(132 mm×132 mm)之任意部位之1 μm ×1 μm 之區域，結果均方根粗糙度(Rms)為0.040 nm，最大高度(Rmax)為0.40 nm。

將以上述方式所獲得之EUV曝光用之光罩基底用基板10之主面上之1 μm ×1 μm 之區域利用原子力顯微鏡測定所得之空間頻率1 μm^{-1} 以

上且 $10 \mu\text{m}^{-1}$ 以下的功率譜密度之最大值為 5.29 nm^4 、最小值為 1.15 nm^4 。又，空間頻率 $10 \mu\text{m}^{-1}$ 以上且 $100 \mu\text{m}^{-1}$ 以下之功率譜密度之最大值為 1.18 nm^4 、最小值為 0.20 nm^4 。因此，可謂上述光罩基底用基板 10 之主面之空間頻率 $1 \mu\text{m}^{-1}$ 以上、及空間頻率 $1 \mu\text{m}^{-1}$ 以上且 $10 \mu\text{m}^{-1}$ 以下之功率譜密度為 10 nm^4 以下。

使用檢查光源波長 193 nm 之高感度缺陷檢查裝置(KLA-Tencor公司製造「Teron610」)，於可以球當量直徑 SEVD(Sphere Equivalent Volume Diameter)檢測出 21.5 nm 之缺陷之檢查感度條件下，對上述 EUV 曝光用之光罩基底用基板 10 之主面上之 $132 \text{ mm} \times 132 \text{ mm}$ 之區域進行缺陷檢查。其結果為，包含疑似缺陷之缺陷檢出個數為合計 370 個，與先前之缺陷檢出個數超過 50,000 個相比而大幅抑制疑似缺陷。若為合計 370 個左右之缺陷檢出個數，則可容易檢查異物或損傷等致命缺陷之有無。

又，使用檢查光源波長 266 nm 之高感度缺陷檢查裝置(Lasertec公司製造之「MAGICS M7360」)，於最高之檢查感度條件下，對上述 EUV 曝光用之光罩基底用基板 10 之主面上之 $132 \text{ mm} \times 132 \text{ mm}$ 之區域進行缺陷檢查，結果缺陷檢出個數之合計均低於 50,000 個，從而可檢查致命缺陷。

< 實施例試樣 1~5 及比較例試樣 1~4 之製作 >

使用 Mo 靶及 Si 靶，藉由離子束濺鍍將 Mo 層(低折射率層、厚度 2.8 nm)及 Si 層(高折射率層、厚度 4.2 nm)交替積層(積層數 40 對)，於上述玻璃基板上形成多層反射膜 21。於利用離子束濺鍍法之多層反射膜 21 之成膜時，Mo 及 Si 濺鍍粒子相對於離子束濺鍍中之玻璃基板之主面之法線の入射角度為 30° ，離子源之氣體流量係設為 8 sccm 。

於多層反射膜 21 之成膜後，進而連續地於多層反射膜 21 上藉由離子束濺鍍成膜 Ru 保護膜 22(膜厚 2.5 nm)，製成附多層反射膜之基板

20。於利用離子束濺鍍法之Ru保護膜22之成膜時，Ru濺鍍粒子相對於基板之主面之法線的入射角度為40度，離子源之氣體流量係設為8 sccm。

其次，於上述光罩基底用基板10之主面上，藉由DC(Direct Current，直流)磁控濺鍍法成膜吸收體膜24。於實施例試樣1～4及比較例試樣1～3之情形時，如表1所示，將單層之Ta₂N₅膜設為吸收體膜24。於實施例試樣5及比較例試樣4之情形時，如表2所示，將包含作為吸收層之TaBN膜及作為低反射層之TaBO膜之二層的積層膜設為吸收體膜24。

實施例試樣1～4及比較例試樣1～3之吸收體膜24(Ta₂N₅膜)之成膜方法如下。即，於上述光罩基底用基板10之主面上，藉由DC磁控濺鍍法成膜Ta₂N₅膜。具體而言，使Ta靶(多軸壓延靶)與光罩基底用基板10之主面對向，於Ar氣體及N₂氣體之混合氣體環境中進行反應性濺鍍。表1中表示成膜實施例試樣1～4及比較例試樣1～3之Ta₂N₅膜時之Ar氣體及N₂氣體之流量等成膜條件。成膜後，藉由X射線光電子分光法(XPS法)測定Ta₂N₅膜之元素組成。表1中，將藉由XPS法測定所得之實施例試樣1～4及比較例試樣1～3之Ta₂N₅膜之元素組成與Ta₂N₅膜之膜厚一起表示。再者，藉由X射線繞射裝置(XRD)測定上述Ta₂N₅膜之晶體結構，結果為微晶結構。以如上方式，成膜實施例試樣1～4及比較例試樣1～3之吸收體膜24(Ta₂N₅膜)。

實施例試樣5及比較例試樣4之吸收體膜24(包含作為吸收層之TaBN膜及作為低反射層之TaBO膜之二層的積層膜)之成膜方法係如下。即，於上述附多層反射膜之基板20之保護膜22表面，藉由DC磁控濺鍍法成膜作為吸收層之TaBN膜。該TaBN膜係使TaB混合燒結靶(Ta：B=80：20，原子比)與附多層反射膜之基板20對向，於Ar氣體及N₂氣體之混合氣體環境中進行反應性濺鍍。表2中表示成膜實施例

試樣5及比較例試樣4之TaBN膜時之Ar氣體及N₂氣體之流量等成膜條件。成膜後，藉由X射線光電子分光法(XPS法)測定TaBN膜之元素組成。表2中，將藉由XPS法測定所得之實施例試樣5及比較例試樣4之TaBN膜之元素組成與TaBN膜之膜厚一起表示。再者，藉由X射線繞射裝置(XRD)測定上述TaBN膜之晶體結構，結果為非晶結構。

於實施例試樣5及比較例試樣4中，其次，於TaBN膜上進而藉由DC磁控濺鍍法形成包含Ta、B及O之TaBO膜(低反射層)。該TaBO膜係與第1膜之TaBN膜同樣地，使TaB混合燒結靶(Ta：B = 80：20，原子比)與附多層反射膜之基板20對向，於Ar及O₂之混合氣體環境中進行反應性濺鍍。表2中表示成膜實施例試樣5及比較例試樣4之TaBO膜時之Ar氣體及O₂氣體之流量等成膜條件。成膜後，藉由X射線光電子分光法(XPS法)測定TaBO膜之元素組成。表2中，將藉由XPS法測定所得之實施例試樣5及比較例試樣4之TaBO膜之元素組成與TaBO膜之膜厚一起表示。再者，藉由X射線繞射裝置(XRD)測定上述TaBO膜之晶體結構，結果為非晶結構。以如上方式，成膜實施例試樣5及比較例試樣4之吸收體膜24(積層膜)。

[表1]

		實施例 試樣1	實施例 試樣2	實施例 試樣3	實施例 試樣4	比較例 試樣1	比較例 試樣2	比較例 試樣3
靶材料		Ta	Ta	Ta	Ta	Ta	Ta	Ta
成膜氣體	Ar(sccm)	20	39	30	20	20	1	40
	N ₂ (sccm)	33	8	20	33	33	60	5
膜組成(XPS法)		TaN膜	TaN膜	TaN膜	TaN膜	TaN膜	TaN膜	TaN膜
	Ta(原子%)	50	85	70	50	50	42	92
	N(原子%)	50	15	30	50	50	58	8
膜厚(nm)		100	100	100	50	200	100	100
Rms(nm)		0.365	0.334	0.293	0.272	0.553	1.062	0.473
PSD之最大值(1~10 μm ⁻¹ 之範圍)(nm ⁴)		39.0	36.2	31.5	29.8	114.7	197.4	53.9
PSD之積分值(1~10 μm ⁻¹ 之範圍)		497.34	475.03	452.86	439.29	1945.54	3020.11	968.72
缺陷檢出個數(個)		13204	10508	9878	7014	>100000	>100000	71372

[表2]

		實施例試樣5	比較例試樣4
吸收層	靶材料	TaB混合燒結靶(Ta : B = 80 : 20, 原子比)	TaB混合燒結靶(Ta : B = 80 : 20, 原子比)
	成膜 Ar(sccm)	12.4	12.4
	氣體 N ₂ (sccm)	6.0	6.0
	膜組成(XPS法)	TaBN層	TaBN層
	Ta(原子%)	74.7	74.1
	B(原子%)	12.1	12.2
	N(原子%)	13.2	13.7
	膜厚(nm)	56	186
低反射層	靶材料	(與第1膜相同)	(與第1膜相同)
	成膜 Ar(sccm)	57.0	57.0
	氣體 O ₂ (sccm)	28.6	28.6
	膜組成(XPS法)	TaBO層	TaBO層
	Ta(原子%)	40.7	40.6
	B(原子%)	6.3	6.2
	O(原子%)	53.0	53.2
	膜厚(nm)	14	14
合計膜厚(nm)		70	200
Rms(nm)		0.496	0.536
PSD之最大值(1~10 μm^{-1} 之範圍)(nm ⁴)		46.3	44.6
PSD之積分值(1~10 μm^{-1} 之範圍)($\times 10^{-3}$ nm ³)		752.29	875.64
缺陷檢出個數(個)		18572	58113

針對以實施例試樣1~5及比較例試樣1~4所獲得之EUV曝光用之光罩基底用基板10之吸收體膜24之表面，以原子力顯微鏡測定轉印圖案形成區域(132 mm×132 mm)之任意部位(具體而言，轉印圖案形成區域之中心)之3 μm ×3 μm 之區域。表1及表2中表示藉由利用原子力顯微鏡之測定所獲得之表面粗糙度(均方根粗糙度、Rms)、及根據表面粗糙度之功率譜解析而求出之空間頻率1~10 μm^{-1} 之功率譜密度(PSD)之最大值。

為了參考，圖6中表示實施例試樣1及比較例試樣1之功率譜解析所得之結果。如圖6所示，利用原子力顯微鏡測定實施例試樣1之TaBN膜表面上之3 μm ×3 μm 之區域所得之空間頻率1~10 μm^{-1} 之功率譜密

度的最大值為 39.0 nm^4 、最小值為 11.4 nm^4 。另一方面，如圖6所示，利用原子力顯微鏡測定比較例試樣1之TaN膜表面上之 $3 \text{ }\mu\text{m} \times 3 \text{ }\mu\text{m}$ 之區域所得之空間頻率 $1 \sim 10 \text{ }\mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度的最大值為 114.7 nm^4 、最小值為 34.0 nm^4 。

如表1及表2所示，於實施例試樣1～5之吸收體膜24之表面之 $3 \text{ }\mu\text{m} \times 3 \text{ }\mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為 0.5 nm 以下。另一方面，於比較例試樣1、2及4之吸收體膜24之表面之 $3 \text{ }\mu\text{m} \times 3 \text{ }\mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)大於 0.5 nm 。

如表1及表2所示，實施例試樣1～5之吸收體膜24之表面之空間頻率 $1 \sim 10 \text{ }\mu\text{m}^{-1}$ 中之功率譜密度之最大值為 50 nm^4 以下。另一方面，比較例試樣1～3之吸收體膜24之表面之空間頻率 $1 \sim 10 \text{ }\mu\text{m}^{-1}$ 中之功率譜密度之最大值大於 50 nm^4 。

使用檢查光源波長 193 nm 之高感度缺陷檢查裝置(KLA-Tencor公司製造之「Teron610」)，於可以球當量直徑SEVD(Sphere Equivalent Volume Diameter)檢測出 21.5 nm 之缺陷之檢查感度條件下，對實施例試樣1～5及比較例試樣1～4之吸收體膜24之表面上之 $132 \text{ mm} \times 132 \text{ mm}$ 之區域進行缺陷檢查。再者，球當量直徑SEVD係於將缺陷之面積設為(S)、將缺陷之高度設為(h)時，可藉由 $\text{SEVD} = 2(3S/4\pi h)^{1/3}$ 之式算出。缺陷之面積(S)、缺陷之高度(h)可藉由原子力顯微鏡(AFM)進行測定。

表1及表2中表示利用球當量直徑SEVD之測定的實施例試樣1～5及比較例試樣1～4之吸收體膜24之表面之包含疑似缺陷之缺陷檢出個數。於實施例試樣1～5中，缺陷檢出個數最大為合計18,572個(實施例試樣5)，與先前之缺陷檢出個數超過50,000個相比而大幅抑制疑似缺陷。若為合計18,572個左右之缺陷檢出個數，則可容易檢查異物或

損傷等致命缺陷之有無。相對於此，於比較試樣1～4中，缺陷檢出個數最低為合計58,113個(比較試樣4)，從而無法檢查異物或損傷等致命缺陷之有無。

<反射型光罩基底30之製作：實施例1及2與比較例1及2>

於如表3所示之條件下製作實施例1及2與比較例1及2之反射型光罩基底30。即，與實施例試樣1～5及比較例試樣1～4之情形同樣地，於EUV曝光用之光罩基底用基板10之表面成膜多層反射膜21。其後，於多層反射膜21之表面成膜保護膜22，於保護膜22上成膜表3所示之吸收體膜24。進而於光罩基底用基板10之背面成膜背面導電膜23，藉此，製造實施例1及2與比較例1及2之反射型光罩基底30。

[表3]

	實施例1	實施例2	比較例1	比較例2
吸收體膜	與實施例試樣3相同(TaN膜)	與實施例試樣5相同(TaBN層/TaBO層)	與比較例試樣2相同(TaN膜)	與比較例試樣3相同(TaN膜)
吸收體膜之膜厚(nm)	85	85	85	85
背面導電膜	CrN膜	CrN膜	CrN膜	CrN膜
背面導電膜之膜厚(nm)	20	20	20	20
Rms(nm)	0.285	0.498	0.98	0.459
PSD之最大值(1～10 μm^{-1} 之範圍)(nm^4)	30.7	46.9	178.2	52.1
PSD之積分值(1～10 μm^{-1} 之範圍)($\times 10^{-3} \text{ nm}^3$)	450.56	768.21	2547.30	939.48
缺陷檢出個數(個)	8570	19986	>100000	69950

再者，針對實施例1及2與比較例1及2中使用之附多層反射膜之基板20之保護膜22及多層反射膜21，於轉印圖案形成區域(132 mm×132 mm)之外側4處，藉由集束離子束而形成用以對上述缺陷之位置進行座標管理之基準標記。

背面導電膜23係如下般形成。即，於實施例1及2與比較例1及2中使用之附多層反射膜之基板20的未形成多層反射膜21之背面，藉由DC磁控濺鍍法形成背面導電膜23。該背面導電膜23係使Cr靶與附多層反射膜之基板20之背面對向，於Ar及N₂之混合氣體(Ar：N₂＝

90%：10%)環境中進行反應性濺鍍。藉由拉塞福逆散射譜法測定背面導電膜23之元素組成，結果為Cr：90原子%、N：10原子%。又，背面導電膜23之膜厚為20 nm。以如上方式，製造實施例1及2與比較例1及2之反射型光罩基底30。

針對實施例1及2與比較例1及2之反射型光罩基底30之吸收體膜24之表面，以原子力顯微鏡測定轉印圖案形成區域(132 mm×132 mm)之任意部位(具體而言，轉印圖案形成區域之中心)之3 μm×3 μm之區域。表3中表示藉由利用原子力顯微鏡之測定所獲得之表面粗糙度(均方根粗糙度、Rms)、及根據表面粗糙度之功率譜解析而求出之空間頻率1~10 μm⁻¹之功率譜密度(PSD)之最大值。

如表3所示，於實施例1及2之反射型光罩基底30之吸收體膜24之表面之3 μm×3 μm之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm以下。另一方面，於比較例1之反射型光罩基底30之吸收體膜24之表面之3 μm×3 μm之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)大於0.5 nm。

如表3所示，實施例1及2之吸收體膜24之表面之空間頻率1~10 μm⁻¹中之功率譜密度之最大值為50 nm⁴以下。另一方面，比較例1及2之吸收體膜24之表面之空間頻率1~10 μm⁻¹中之功率譜密度之最大值大於50 nm⁴。

使用檢查光源波長193 nm之高感度缺陷檢查裝置(KLA-Tencor公司製造之「Teron610」)，於可以球當量直徑SEVD(Sphere Equivalent Volume Diameter)檢測出21.5 nm之缺陷之檢查感度條件下，對實施例試樣1~5及比較例試樣1~4之吸收體膜24之表面上之132 mm×132 mm之區域進行缺陷檢查。再者，球當量直徑SEVD係於將缺陷之面積設為(S)、將缺陷之高度設為(h)時，可藉由 $SEVD = 2(3S/4\pi h)^{1/3}$ 之式算出。缺陷之面積(S)、缺陷之高度(h)可藉由原子力顯微鏡(AFM)進行

測定。

表3中表示利用球當量直徑SEVD之測定的實施例1及2與比較例1及2之吸收體膜24之表面之包含疑似缺陷之缺陷檢出個數。於實施例1及2中，缺陷檢出個數最大為合計19,986個(實施例2)，與先前之缺陷檢出個數超過50,000個相比而大幅抑制疑似缺陷。若為合計19,986個左右之缺陷檢出個數，則可容易檢查異物或損傷等致命缺陷之有無。相對於此，於比較例1及2中，缺陷檢出個數最低為合計69,950個(比較例2)，從而無法檢查異物或損傷等致命缺陷之有無。

< 反射型光罩40之製作 >

於實施例1及2與比較例1及2之反射型光罩基底30之吸收體膜24之表面，藉由旋轉塗佈法塗佈光阻劑，並經過加熱及冷卻步驟，成膜膜厚150 nm之抗蝕劑膜25。接著，經過所需之圖案之繪圖及顯影步驟，形成抗蝕圖案。以該抗蝕圖案為光罩，藉由特定之乾式蝕刻，進行吸收體膜24之圖案化，於保護膜22上形成吸收體圖案27。再者，於吸收體膜24為TaBN膜之情形時，可藉由Cl₂及He之混合氣體進行乾式蝕刻。又，於吸收體膜24為包含TaBN膜及TaBO膜之二層之積層膜之情形時，可藉由氯氣(Cl₂)及氧氣(O₂)之混合氣體(氯氣(Cl₂)及氧氣(O₂)之混合比(流量比)為8：2)進行乾式蝕刻。

其後，去除抗蝕劑膜25，進行與上述同樣之藥液洗淨，製作實施例1及2與比較例1及2之反射型光罩40。再者，於上述繪圖步驟中，基於根據上述基準標記製作而成之缺陷資料，根據缺陷資料與被轉印圖案(電路圖案)資料，以於存在致命缺陷之部位配置吸收體圖案27之方式修正繪圖資料，製作反射型光罩40。對所獲得之實施例1及2與比較例1及2之反射型光罩40使用高感度缺陷檢查裝置(KLA-Tencor公司製造之「Teron610」)進行缺陷檢查。

於利用高感度缺陷檢查裝置之測定中，於實施例1及2之反射型

光罩40之情形時，未確認到缺陷。另一方面，於比較例1及2之反射型光罩40之情形時，藉由利用高感度缺陷檢查裝置之測定而檢測出多個缺陷。

<形成有具有移相功能之吸收體膜之反射型光罩基底30之製作：實施例3～5>

於如表4所示之條件下製作實施例3～5之反射型光罩基底30。與實施例試樣1～5及比較例試樣1～4之情形同樣地，於EUV曝光用之光罩基底用基板10之表面成膜多層反射膜21。其後，於多層反射膜21之表面成膜保護膜22，於保護膜22上成膜表4所示之吸收體膜24。具體而言，藉由利用DC濺鍍將氮化鉭膜(TaN膜)、與氮氧碳化鉻膜(CrCON膜)積層而形成吸收體膜24。Ta_N膜係如下般形成。即，使用鉭靶，利用設為Ar氣體與N₂氣體之混合氣體環境之反應性濺鍍法，形成表4中記載之膜厚之Ta_N膜(Ta：85原子%、N：15原子%)。CrCON膜係如下般形成。即，使用鉻靶，利用設為Ar氣體、CO₂氣體及N₂氣體之混合氣體環境之反應性濺鍍法，形成表4中記載之膜厚之CrCON膜(Cr：45原子%、C：10原子%、O：35原子%、N：10原子%)。進而，與實施例1及2同樣地，於光罩基底用基板10之背面成膜背面導電膜23，藉此，製造實施例3～5之反射型光罩基底30。

[表4]

		實施例3	實施例4	實施例5
吸收體膜下層(膜厚)		TaN(54.3 nm)	TaN(48.9 nm)	TaN(33.4 nm)
吸收體膜上層(膜厚)		CrCON(5 nm)	CrCON(10 nm)	CrCON(25 nm)
吸收體膜合計膜厚(nm)		59.3	58.9	58.4
EUV絕對反射率(%)		2.4	2.9	3.6
RMS(nm)		0.242	0.236	0.355
PSD之最大值(nm ⁴)	1~10(μm ⁻¹)之範圍	28.9	44.4	33.4
PSD之積分值(×10 ⁻³ nm ³)	1~10(μm ⁻¹)之範圍	433.2	467.9	555.4
缺陷檢出個數(個)		6254	10094	25212

針對實施例3～5之反射型光罩基底30之吸收體膜24之表面，與

實施例1及2同樣地，以原子力顯微鏡測定轉印圖案形成區域之中心之 $3\ \mu\text{m}\times 3\ \mu\text{m}$ 之區域。表4中表示藉由利用原子力顯微鏡之測定所獲得之表面粗糙度(均方根粗糙度、Rms)、及根據表面粗糙度之功率譜解析而求出之空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度(PSD)之最大值。

如表4所示，於實施例3～5之反射型光罩基底30之吸收體膜24之表面之 $3\ \mu\text{m}\times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)良好，為0.5 nm以下。

又，實施例3～5之吸收體膜24之表面之空間頻率數 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度(PSD)之最大值良好，為 $50\ \text{nm}^4$ 以下，積分值亦良好，為 $800\times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。

其次，與實施例1及2同樣地，使用檢查光源波長193 nm之高感度缺陷檢查裝置(KLA-Tencor公司製造之「Teron610」)，於可以球當量直徑SEVD(Sphere Equivalent Volume Diameter)檢測出21.5 nm之缺陷之檢查感度條件下，對實施例3～5之吸收體膜24之表面上之 $132\ \text{mm}\times 132\ \text{mm}$ 之區域進行缺陷檢查。

其結果為，實施例3之吸收體膜24之表面之缺陷檢出個數最少，為6,254個，接著，實施例4之吸收體膜24成為10,094個，實施例5之吸收體膜24成為25,212個，為可容易檢查異物或損傷等致命缺陷之有無之水平之缺陷檢出個數。

<半導體裝置之製造方法>

若使用上述實施例1至4、與比較例1及2之反射型光罩40，使用曝光裝置，於作為半導體基板之被轉印體上之抗蝕劑膜進行圖案轉印，其後，將配線層圖案化，製作半導體裝置，則可製作無圖案缺陷之半導體裝置。

再者，於上述附多層反射膜之基板20、及反射型光罩基底30之製作中，於在光罩基底用基板10之形成有轉印圖案之側之主面成膜多

層反射膜21及保護膜22後，於與上述主面為相反側之背面形成背面導電膜23，但不限於此。亦可於光罩基底用基板10之與形成有轉印圖案之側之主面相反型的主面形成背面導電膜23後，於形成有轉印圖案之側之主面成膜多層反射膜21、或進而成膜保護膜22而製作附多層反射膜之基板20，進而於保護膜22上成膜吸收體膜24而製作反射型光罩基底30。

【符號說明】

1	端面
1a	側面部
1b	倒角斜面部
1c	側面部
1d	平面狀之端面部分
1e	倒角斜面部
1f	曲面狀之端面部分
2	對向主面
10	光罩基底用基板
10a	角部
20	附多層反射膜之基板
21	多層反射膜
22	保護膜
23	背面導電膜
24	吸收體膜
25	蝕刻掩膜
26	光罩基底用多層膜
27	吸收體圖案
30	反射型光罩基底
40	反射型光罩

發明摘要

※ 申請案號：104143242(由103130025分割)

※ 申請日：103/08/29

※IPC 分類：**G03F 1/62** (2012.01)
G03F 1/70 (2012.01)

【發明名稱】

反射型光罩基底、反射型光罩基底之製造方法、反射型光罩及半導體裝置之製造方法

【中文】

本發明提供一種反射型光罩基底，其於使用有高感度之缺陷檢查裝置之缺陷檢查中，抑制因基板或膜之表面粗糙度所引起之疑似缺陷檢出，從而可容易地發現異物或損傷等致命缺陷。

本發明之反射型光罩基底之特徵在於：其係於光罩基底用基板之主面上具有光罩基底用多層膜，該光罩基底用多層膜包含交替地積層有高折射率層與低折射率層之多層反射膜及吸收體膜者，且於形成有上述光罩基底用多層膜之上述反射型光罩基底表面上之 $3\ \mu\text{m} \times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm以下，且空間頻率 $1 \sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度為 $50\ \text{nm}^4$ 以下。

【英文】

無

圖式

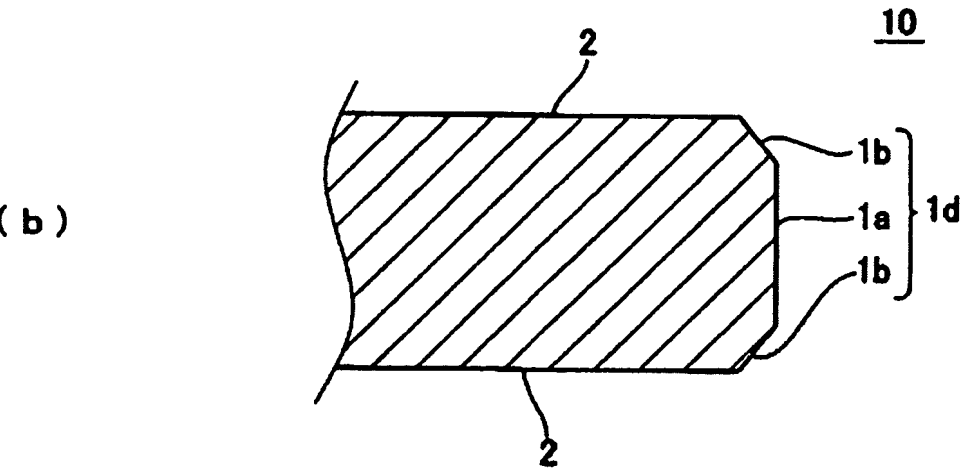
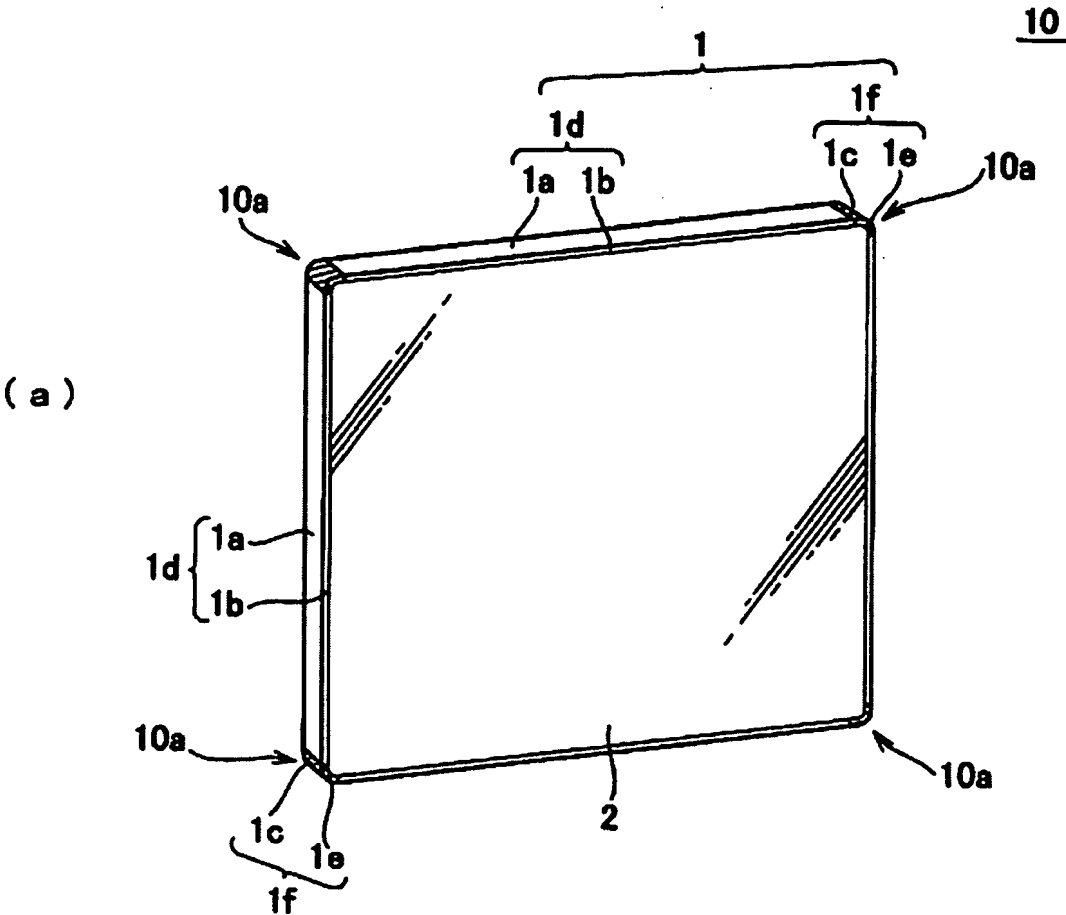


圖1

20

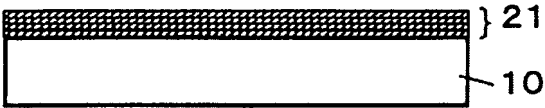


圖2

30

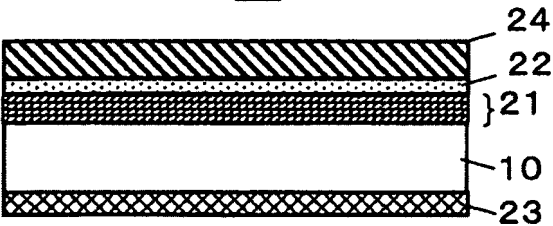


圖3

40

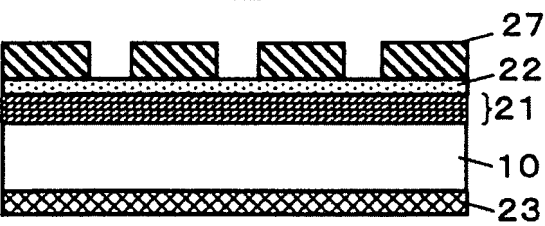


圖4

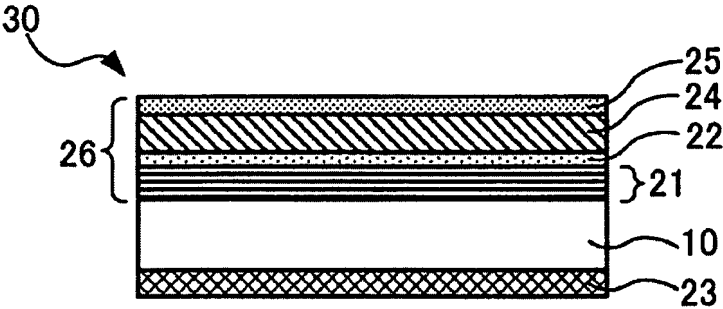


圖5



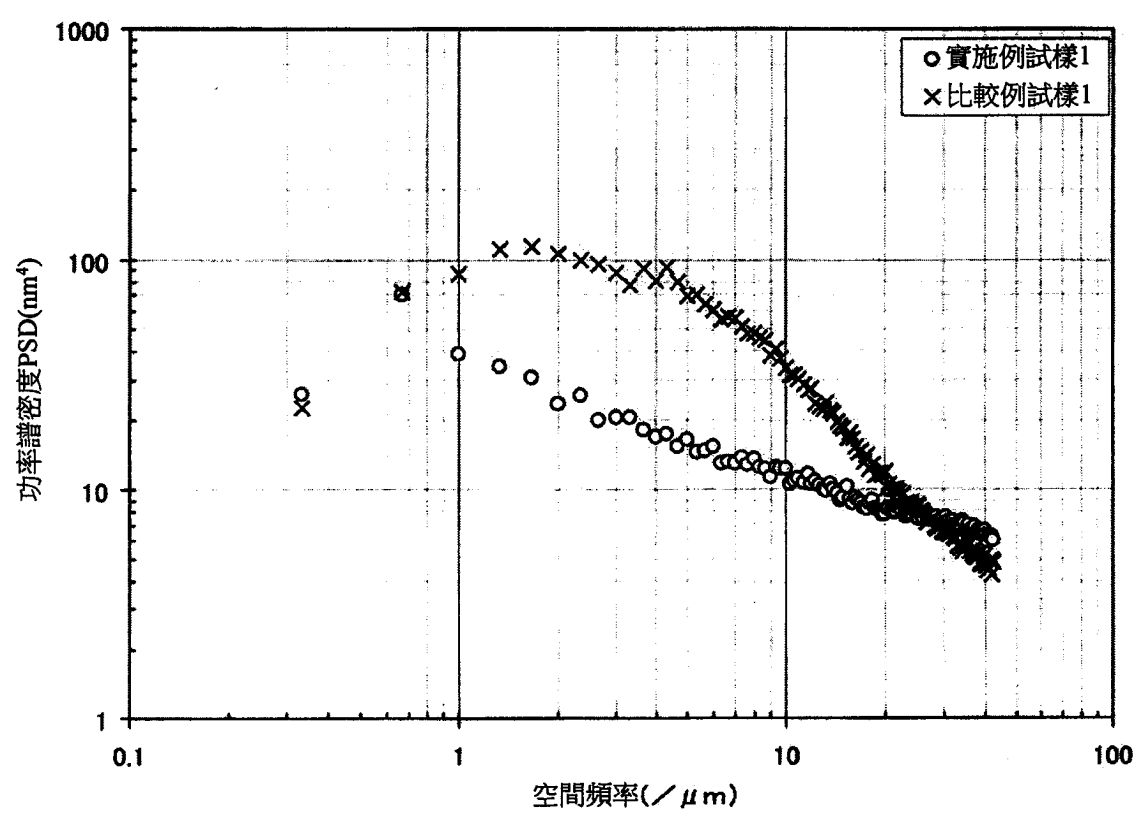


圖6

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（3）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10 光罩基底用基板

21 多層反射膜

22 保護膜

23 背面導電膜

24 吸收體膜

30 反射型光罩基底

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種反射型光罩基底，其特徵在於：其係於光罩基底用基板之主面上具有光罩基底用多層膜，該光罩基底用多層膜包含交替地積層有高折射率層與低折射率層之多層反射膜及吸收體膜者，且

於形成上述光罩基底用多層膜之上述反射型光罩基底表面上之 $3\ \mu\text{m}\times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為 $0.5\ \text{nm}$ 以下，且空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度之積分值為 $800\times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。

2. 如請求項1之反射型光罩基底，其中上述功率譜密度之積分值為 $650\times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。
3. 如請求項1之反射型光罩基底，其中上述光罩基底用多層膜進而包含與上述多層反射膜之表面中之與光罩基底用基板為相反側之表面相接配置的保護膜。
4. 如請求項1之反射型光罩基底，其中上述光罩基底用多層膜進而包含與上述吸收體膜之表面中之與光罩基底用基板為相反側之表面相接配置的蝕刻掩膜。
5. 如請求項1之反射型光罩基底，其中上述吸收體膜含有鉬與氮，且氮之含量為10原子%以上且50原子%以下。
6. 如請求項1之反射型光罩基底，其中上述吸收體膜之膜厚為 $60\ \text{nm}$ 以下。
7. 如請求項1之反射型光罩基底，其中上述吸收體膜具有移相功能，該移相功能係使來自該吸收體膜表面之反射光、與來自未形成上述吸收體膜之上述多層反射膜或上述保護膜表面之反射光的相位差具有特定之相位差。

8. 一種反射型光罩基底之製造方法，其特徵在於：該反射型光罩基底係於光罩基底用基板之主面上具有光罩基底用多層膜，該光罩基底用多層膜包含交替地積層有高折射率層與低折射率層之多層反射膜及吸收體膜者；且該反射型光罩基底之製造方法包含如下步驟：

於上述光罩基底用基板之主面上形成上述多層反射膜；及

於上述多層反射膜上形成上述吸收體膜；且

以如下方式形成上述吸收體膜，即，於上述反射型光罩基底之表面 $3\ \mu\text{m}\times 3\ \mu\text{m}$ 之區域內，利用原子力顯微鏡測定所得之均方根粗糙度(Rms)為 $0.5\ \text{nm}$ 以下，且空間頻率 $1\sim 10\ \mu\text{m}^{-1}$ 之功率譜密度之積分值成為 $800\times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。

9. 如請求項8之反射型光罩基底之製造方法，其中上述功率譜密度之積分值為 $650\times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下。
10. 如請求項8之反射型光罩基底之製造方法，其中於形成上述多層反射膜之步驟中，上述多層反射膜係對高折射率材料之濺鍍靶及低折射率材料之濺鍍靶交替地照射離子束，藉由離子束濺鍍法而形成。
11. 如請求項8之反射型光罩基底之製造方法，其中於形成上述吸收體膜之步驟中，上述吸收體膜係藉由使用吸收體膜材料之濺鍍靶之反應性濺鍍法而形成，以含有反應性濺鍍時之環境氣體中所含之成分之方式形成上述吸收體膜，且以上述均方根粗糙度(Rms)為 $0.5\ \text{nm}$ 以下且上述功率譜密度之積分值成為 $800\times 10^{-3}\ \text{nm}^3$ 以下之方式控制環境氣體之流量。
12. 如請求項11之反射型光罩基底之製造方法，其中上述環境氣體係含有惰性氣體與氮氣之混合氣體。
13. 如請求項8之反射型光罩基底之製造方法，其中上述吸收體膜係

使用包含鈹之材料之濺鍍靶而形成。

14. 如請求項8之反射型光罩基底之製造方法，其中於形成上述吸收體膜之步驟中，上述吸收體膜係藉由使用吸收體膜材料之濺鍍靶之濺鍍法而形成，且以上述吸收體膜表面之上述均方根粗糙度(Rms)為0.5 nm以下且上述功率譜密度之積分值成為 $800 \times 10^{-3} \text{ nm}^3$ 以下的方式選定上述吸收體膜之材料與膜厚。
15. 如請求項14之反射型光罩基底之製造方法，其中將上述吸收體膜之材料設為包含氮之材料，且將上述吸收體膜之膜厚設為60 nm以下。
16. 如請求項8之反射型光罩基底之製造方法，其進而包含如下步驟：形成與上述多層反射膜之表面相接配置之保護膜。
17. 如請求項16之反射型光罩基底之製造方法，其中上述保護膜係藉由對保護膜材料之濺鍍靶照射離子束之離子束濺鍍法而形成。
18. 如請求項8之反射型光罩基底之製造方法，其進而包含如下步驟：形成與上述多層反射膜之表面相接配置之蝕刻掩膜。
19. 一種反射型光罩，其特徵在於：於上述多層反射膜上具有將請求項1至7中任一項之反射型光罩基底、或藉由請求項8至18中任一項之製造方法所獲得之反射型光罩基底之上述吸收體膜圖案化而成的吸收體圖案。
20. 一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於包含如下步驟：使用請求項19之反射型光罩，進行使用有曝光裝置之微影製程，於被轉印體形成轉印圖案。