



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202522117 A

(43)公開日：中華民國 114 (2025) 年 06 月 01 日

(21)申請案號：114105764

(22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 09 月 23 日

(51)Int. Cl. : G03F1/24 (2012.01)

(30)優先權：2019/09/26 日本

2019-175851

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

日本

(72)發明人：中川真徳 NAKAGAWA, MASANORI (JP)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 0 頁

(54)名稱

附多層反射膜之基板、反射型光罩基底、反射型光罩、及半導體裝置之製造方法

(57)摘要

本發明提供一種附多層反射膜之基板，其用於製造具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜的反射型光罩基底及反射型光罩。

附多層反射膜之基板 110 具備基板 1 及多層反射膜 5。多層反射膜 5 包含使低折射率層與高折射率層交替地積層於基板 1 之上而成之多層膜。多層反射膜 5 含有選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少 1 種添加元素。多層反射膜 5 中之添加元素之原子數密度為 0.006 atom/nm^3 以上 0.50 atom/nm^3 以下。

指定代表圖：



符號簡單說明：

1:基板

5:多層反射膜

110:附多層反射膜之基板

【圖1】

【發明摘要】

【中文發明名稱】

附多層反射膜之基板、反射型光罩基底、反射型光罩、及半導體裝置之製造方法

【中文】

本發明提供一種附多層反射膜之基板，其用於製造具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜的反射型光罩基底及反射型光罩。

附多層反射膜之基板110具備基板1及多層反射膜5。多層反射膜5包含使低折射率層與高折射率層交替地積層於基板1之上而成之多層膜。多層反射膜5含有選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少1種添加元素。多層反射膜5中之添加元素之原子數密度為0.006 atom/nm³以上0.50 atom/nm³以下。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

1:基板

5:多層反射膜

110:附多層反射膜之基板

【發明說明書】

【中文發明名稱】

附多層反射膜之基板、反射型光罩基底、反射型光罩、及半導體裝置之製造方法

【技術領域】

【0001】

本發明係關於一種用於半導體裝置之製造等之反射型光罩、以及用於製造反射型光罩之附多層反射膜之基板及反射型光罩基底。又，本發明係關於一種使用上述反射型光罩之半導體裝置之製造方法。

【先前技術】

【0002】

近年來，於半導體產業中，隨著半導體裝置之高積體化，需要超過先前之使用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，期望一種使用極紫外(Extreme Ultra Violet：以下稱為「EUV」)光之曝光技術即EUV微影法。此處，EUV光係指軟X射線區域或真空紫外線區域之波段之光，具體而言，係波長為0.2～100 nm左右之光。作為該EUV微影法中所使用之轉印用光罩，提出一種反射型光罩。此種反射型光罩於基板上形成有反射曝光之光之多層反射膜，且於該多層反射膜上圖案狀地形成有吸收曝光之光之吸收體膜。

【0003】

關於入射至設於曝光裝置之反射型光罩之光，於存在吸收體膜之部分被吸收，於不存在吸收體膜之部分由多層反射膜反射。被反射之圖像通過反射光學系統轉印至半導體基板上，藉此形成光罩圖案。作為上述多層

反射膜，例如作為反射具有13~14 nm之波長之EUV光者，已知有厚度為數nm之使Mo與Si交替地積層而成者等。

【0004】

作為製造具有此種多層反射膜之附多層反射膜之基板之技術，於專利文獻1中記載有一種整合化極紫外線坯料生產系統，其包含：用以於真空中配置基板之真空腔室、用以不自真空去除基板而沈積多層堆疊物之沈積系統、及用以於沈積為非晶質金屬層之多層堆疊物之上對層進行處理之處理系統。作為非晶質金屬層，記載有非晶質鈳，進而記載有與硼、氮或碳合金化。

【0005】

於專利文獻2中記載有一種軟X射線、真空紫外線用多層膜反射鏡，其係具有包含軟X射線、真空紫外線之高吸收層與低吸收層之交替層之多層薄膜構造者，其特徵在於：該高吸收層具有過渡金屬之硼化物、碳化物、矽化物、氮化物或氧化物中之一種以上作為主成分而成，該低吸收層具有碳、矽、硼或鈹之單質或該等之各化合物中之一種以上作為主成分而成。

【0006】

於專利文獻3中記載有一種技術，即，使多層反射膜之各層之界面氫化來防止層間擴散，並且形成光滑之界面，藉此使多層反射膜之界面及表面平滑化。

【0007】

於專利文獻4中記載有一種EUVL(Extreme Ultraviolet Lithography，EUV微影法)用附反射層之基板之製造方法，其係於基板上

形成反射EUV光之反射層者，且上述反射層為Mo/Si多層反射膜，上述製造方法包括如下步驟：於含有包含氦(He)、氬(Ar)、氖(Ne)、氪(Kr)、氙(Xe)中之至少一種之惰性氣體及氫(H₂)之環境中，藉由濺鍍法形成上述Mo/Si多層反射膜，將形成後之上述Mo/Si多層反射膜於120～160℃之溫度下進行加熱處理。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0008】

[專利文獻1]日本專利特表2016-519329號公報

[專利文獻2]日本專利特公平7-97159號

[專利文獻3]日本專利特開平5-297194號

[專利文獻4]日本專利特開2013-122952號

【發明內容】

【0009】

[發明所欲解決之問題]

就近年來圖案之微細化所伴隨之缺陷品質之提高、或反射型光罩所要求之光學特性(多層反射膜之表面反射率等)之觀點而言，要求多層反射膜之各層之界面及/或多層反射膜之表面具有更高之平滑性。使作為缺陷檢查對象之附多層反射膜之基板之表面、即多層反射膜之各層之界面及/或多層反射膜之表面平滑化，減少多層反射膜之各層之界面之粗糙度及/或多層反射膜之表面之粗糙度所導致之雜訊(背景雜訊)，藉此能夠更確實地檢測出附多層反射膜之基板所存在之微小缺陷(缺陷訊號)。

【0010】

又，於使用反射型光罩進行曝光時，曝光之光由圖案狀地形成之吸收體膜吸收，於多層反射膜露出之部分，曝光之光由多層反射膜反射。於曝光時，為了獲得較高之對比度，較理想為多層反射膜對曝光之光之反射率較高。

【0011】

為了提高多層反射膜對曝光之光之反射率，考慮提高構成多層反射膜之各層之結晶性(增大晶粒尺寸)。然而，若增大晶粒尺寸，則會產生缺陷檢查時之雜訊(背景水準：BGL)變高，缺陷檢查所需時間增加之問題。其原因在於：在缺陷檢查時之背景水準過高之情形時，雜訊被檢測為缺陷，從而需要較長時間來判別有助於轉印之真缺陷與不利於轉印之偽缺陷。又，由於缺陷檢查時之背景水準變高，亦會產生有助於轉印之真缺陷被誤判為雜訊而未檢測出之問題。認為產生背景水準變高之問題之原因在於：晶粒粗大化，從而多層反射膜之各層之界面及/或多層反射膜之表面之平滑性變差。認為由於多層反射膜之各層之界面及/或多層反射膜表面之平滑性變差，而缺陷檢查中所照射之檢查光之散射增加，導致缺陷檢查時之背景水準增加。

【0012】

因此，本發明之目的在於提供一種具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜的反射型光罩基底及反射型光罩。又，本發明之目的在於提供一種附多層反射膜之基板，其用於製造具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜的反射型光罩基底及反射型光罩。進而，本發明之目的在於提供一種使用上述反射型光罩之半導體裝置之製造方法。

【0013】

又，本發明之目的在於獲得一種可更確實地檢測出有助於轉印之真缺陷的附多層反射膜之基板、反射型光罩基底及反射型光罩。

[解決問題之技術手段]

【0014】

本發明為了解決上述問題，具有以下之構成。

【0015】

(構成1)

一種附多層反射膜之基板，其特徵在於：其係具備基板及多層反射膜者，該多層反射膜包含使低折射率層與高折射率層交替地積層於該基板之上而成之多層膜，用以反射曝光之光，且

上述多層反射膜含有選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少一種添加元素，

上述多層反射膜中之上述添加元素之原子數密度為 0.006 atom/nm^3 以上 0.50 atom/nm^3 以下。

【0016】

(構成2)

如構成1所記載之附多層反射膜之基板，其特徵在於上述多層反射膜中之上述添加元素之原子數密度為 0.10 atom/nm^3 以下。

【0017】

(構成3)

如構成1或2所記載之附多層反射膜之基板，其特徵在於上述添加元素為氘(D)。

【0018】

(構成4)

如構成1至3中任一項所記載之附多層反射膜之基板，其特徵在於上述多層反射膜之上具備保護膜。

【0019】

(構成5)

一種反射型光罩基底，其特徵在於：在如構成1至3中任一項所記載之附多層反射膜之基板之上述多層反射膜之上、或如構成4所記載之附多層反射膜之基板之上述保護膜之上具備吸收體膜。

【0020】

(構成6)

一種反射型光罩，其特徵在於具備將如構成5所記載之反射型光罩基底之上述吸收體膜進行圖案化所得之吸收體圖案。

【0021】

(構成7)

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6所記載之反射型光罩，進行使用曝光裝置之微影製程，於被轉印體形成轉印圖案。

[發明之效果]

【0022】

根據本發明，可提供一種具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜的反射型光罩基底及反射型光罩。又，根據本發明，可提供一種附多層反射膜之基板，其用於製造具有對曝光之光

之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜的反射型光罩基底及反射型光罩。進而，根據本發明，可提供一種使用上述反射型光罩之半導體裝置之製造方法。

【0023】

又，根據本發明，可提供一種能夠更確實地檢測出有助於轉印之真缺陷的附多層反射膜之基板、反射型光罩基底及反射型光罩。

【圖式簡單說明】

【0024】

圖1係附多層反射膜之基板之一例之剖視模式圖。

圖2係附多層反射膜之基板之另一例之剖視模式圖。

圖3係反射型光罩基底之一例之剖視模式圖。

圖4(a)～(e)係以剖視模式圖示出反射型光罩之製造方法之步驟圖。

【實施方式】

【0025】

以下，一面參照圖式，一面對本發明之實施方式具體地進行說明。再者，以下之實施方式係為了對本發明具體地進行說明之形態，並不限定本發明之範圍。

【0026】

圖1示出本發明之實施方式之附多層反射膜之基板110之一例的剖視模式圖。如圖1所示，本實施方式之附多層反射膜之基板110於基板1之上具備多層反射膜5。多層反射膜5係用以反射曝光之光之膜，包含使低折射率層與高折射率層交替地積層而成之多層膜。本實施方式之附多層反射膜之基板110可於基板1之背面(與形成有多層反射膜5之主表面相反側之主表

面)包含背面導電膜2。

【0027】

圖2示出本實施方式之附多層反射膜之基板110之另一例的剖視模式圖。於圖2所示之例中，附多層反射膜之基板110包含保護膜6。

【0028】

可使用本實施方式之附多層反射膜之基板110來製造反射型光罩基底100。圖3示出反射型光罩基底100之一例之剖視模式圖。反射型光罩基底100進而包含吸收體膜7。

【0029】

具體而言，本實施方式之反射型光罩基底100於附多層反射膜之基板110之最表面(例如多層反射膜5或保護膜6之表面)之上具有吸收體膜7。藉由使用本實施方式之反射型光罩基底100，可獲得具有對EUV光之反射率較高之多層反射膜5之反射型光罩200。

【0030】

於本說明書中，「附多層反射膜之基板110」係指於特定之基板1之上形成有多層反射膜5者。圖1及圖2示出附多層反射膜之基板110之剖視模式圖之一例。再者，「附多層反射膜之基板110」包含形成有多層反射膜5以外之薄膜、例如保護膜6及/或背面導電膜2者。於本說明書中，「反射型光罩基底100」係指於附多層反射膜之基板110之上形成有吸收體膜7者。再者，「反射型光罩基底100」包含進而形成有吸收體膜7以外之薄膜(例如蝕刻光罩膜及抗蝕膜8等)者。

【0031】

於本說明書中，「於多層反射膜5之上配置(形成)吸收體膜7」不僅包

括吸收體膜7與多層反射膜5之表面相接而配置(形成)之情形，亦包括於多層反射膜5與吸收體膜7之間存在其他膜之情形。關於該其他膜亦相同。又，於本說明書中，例如「膜A與膜B之表面相接而配置」意指膜A與膜B以直接相接之方式進行配置，而於膜A與膜B之間不介隔其他膜。

【0032】

<附多層反射膜之基板110>

以下，對構成本實施方式之附多層反射膜之基板110之基板1及各薄膜進行說明。

【0033】

<<基板1>>

本實施方式之附多層反射膜之基板110中之基板1較佳為EUV曝光時之熱所導致之吸收體圖案之應變較小者。因此，作為基板1，可較佳地使用具有 $0 \pm 5 \text{ ppb}/^\circ\text{C}$ 之範圍內之低熱膨脹係數者。作為具有該範圍之低熱膨脹係數之原材料，例如可使用 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 系玻璃、多成分系玻璃陶瓷等。

【0034】

要想至少獲得圖案轉印精度、位置精度，基板1之形成有轉印圖案(下述吸收體膜7構成該轉印圖案)之側之第1主表面以成為特定之平坦度之方式進行表面加工。於EUV曝光之情形時，於基板1之形成有轉印圖案之側之主表面之 $132 \text{ mm} \times 132 \text{ mm}$ 之區域中，平坦度較佳為 $0.1 \text{ }\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.05 \text{ }\mu\text{m}$ 以下，進而較佳為 $0.03 \text{ }\mu\text{m}$ 以下。又，與形成有吸收體膜7之側相反側之第2主表面(背面)係設置於曝光裝置時靜電吸附之表面。第2主表面於 $142 \text{ mm} \times 142 \text{ mm}$ 之區域中，平坦度較佳為 $0.1 \text{ }\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $0.05 \text{ }\mu\text{m}$ 以下，進而較佳為 $0.03 \text{ }\mu\text{m}$ 以下。

【0035】

又，基板1之表面平滑性之程度亦較為重要。形成有吸收體圖案7a之第1主表面之表面粗糙度較佳為以均方根粗糙度(Rms)計為0.15 nm以下，更佳為以Rms計為0.10 nm以下。再者，表面平滑性可利用原子力顯微鏡進行測定。

【0036】

基板1進而較佳為具有高剛性者，以防止形成於基板1之上之膜(多層反射膜5等)之膜應力所導致之變形。基板1尤佳為楊氏模數較高為65 GPa以上者。

【0037】

<<基底膜>>

本實施方式之附多層反射膜之基板110可具有與基板1之表面相接之基底膜3。基底膜3係形成於基板1與多層反射膜5之間之薄膜。基底膜3可為具有對應於目的之功能之膜。例如基底膜3可為防止利用電子束進行光罩圖案缺陷檢查時之充電之導電性層。基底膜3可為改善基板1之表面之平坦性之平坦化層。基底膜3亦可為改善基板1之表面之平滑性之平滑化層。

【0038】

作為上述具有導電性功能之基底膜之材料，可較佳地使用含有鈺或鉭作為主成分之材料。例如可為Ru金屬單質、Ta金屬單質，亦可為於Ru或Ta中含有選自鈦(Ti)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鋯(Zr)、釔(Y)、硼(B)、鐳(La)、鈷(Co)及銻(Re)中之至少一種金屬之Ru合金或Ta合金。基底膜之膜厚例如較佳為1 nm～10 nm之範圍。

【0039】

又，作為上述改善平坦性或改善平滑性之基底膜之材料，可較佳地使用矽、或含有矽作為主成分之材料。基底膜之材料例如可為矽(Si)單質，亦可為於Si中含有氧(O)、氮(N)之 SiO_2 、 $\text{SiO}_x(x < 2)$ 、 SiON 、 Si_3N_4 、 $\text{Si}_x\text{N}_y(x : 3、y : 4 \text{以外之自然數})$ 即矽化合物。與上述相同，基底膜之膜厚例如較佳為1 nm～10 nm之範圍。

【0040】

<<多層反射膜5>>

多層反射膜5係於反射型光罩200中賦予反射EUV光之功能者。多層反射膜5係以折射率不同之元素作為主成分之各層週期性地積層而成之多層膜。

【0041】

一般而言，作為多層反射膜5，可使用如下多層膜，該多層膜係作為高折射率材料之輕元素或其化合物之薄膜(高折射率層)、與作為低折射率材料之重元素或其化合物之薄膜(低折射率層)交替地積層40至60週期(對)左右而成。

【0042】

用作多層反射膜5之多層膜包含自基板1側將高折射率層與低折射率層依序積層而成之「高折射率層/低折射率層」之積層構造。可將一對「高折射率層/低折射率層」作為1個週期，將該積層構造積層複數個週期。或者，用作多層反射膜5之多層膜包含自基板1側將低折射率層與高折射率層依序積層而成之「低折射率層/高折射率層」之積層構造。可將一對「低折射率層/高折射率層」作為1個週期，將該積層構造積層複數個週期。再者，多層反射膜5之最表面之層、即與基板1側相反側之多層反射膜

5之表面層較佳為高折射率層。於上述多層膜中，於自基板1側將高折射率層與低折射率層依序積層之情形時，最上層為低折射率層。於此情形時，低折射率層成為多層反射膜5之最表面，因此多層反射膜5之最表面容易氧化，從而反射型光罩200之反射率降低。因此，較佳為於最上層之低折射率層之上進而形成高折射率層。另一方面，於上述多層膜中，於自基板1側將低折射率層與高折射率層依序積層之情形時，最上層為高折射率層。因此，於此情形時，無需進一步形成高折射率層。

【0043】

作為高折射率層，例如可使用含有矽(Si)之材料。作為含有Si之材料，除Si單質以外，亦可使用於Si中含有選自硼(B)、碳(C)、鋯(Zr)、氮(N)及氧(O)中之至少一種元素之Si化合物。藉由使用含有Si之高折射率層，可獲得EUV光之反射率優異之反射型光罩200。

【0044】

作為低折射率層，例如可使用選自鉬(Mo)、鈦(Ru)、銻(Rh)及鉑(Pt)中之至少1種金屬單質、或該等之合金。

【0045】

於本實施方式之附多層反射膜之基板110中，較佳為低折射率層為含有鉬(Mo)之層，且高折射率層為含有矽(Si)之層。例如作為用以反射波長13 nm至14 nm之EUV光之多層反射膜5，可較佳地使用將含有Mo之層與含有Si之層交替地積層40至60週期左右而成之Mo/Si週期積層膜。

【0046】

再者，於作為多層反射膜5之最上層之高折射率層為含有矽(Si)之層之情形時，可於最上層(含有Si之層)與保護膜6之間形成含有矽及氧之矽

氧化物層。於此情形時，可提高光罩耐洗淨性。

【0047】

本實施方式之多層反射膜5含有選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少一種添加元素。藉由多層反射膜5包含選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少一種添加元素，能夠降低多層反射膜5所含之各層之界面之粗糙度及/或多層反射膜5之表面之粗糙度，提高平滑性。藉此，可獲得對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜5。結果能夠更高程度地檢測出附多層反射膜之基板110所存在之微小缺陷(缺陷訊號)。

【0048】

如上所述，多層反射膜5包含低折射率層及高折射率層積層而成之多層膜。選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少一種添加元素可僅含於低折射率層，可僅含於高折射率層，亦可含於該等兩者。但是，於選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少一種添加元素含於高折射率層中相對多於低折射率層之情形時，降低缺陷檢查時之背景位準之效果更提高。

【0049】

本發明人發現多層反射膜5所含之上述添加元素之原子數密度(atom/nm³)與缺陷檢查時之背景水準有關聯，從而將本實施方式之附多層反射膜之基板110之多層反射膜5所含之添加元素之原子數密度設為特定範圍。本實施方式之多層反射膜5所含之上述添加元素之原子數密度為0.006 atom/nm³以上0.50 atom/nm³以下。添加元素之原子數密度例如可藉由動態SIMS(secondary ion mass spectrometry，二次離子質譜法)進行測定。

【0050】

於多層反射膜5所含之添加元素之原子數密度未達0.006 atom/nm³之

情形時，多層反射膜5所含之添加元素之密度過小，因此無法充分獲得降低多層反射膜5所含之各層之界面之粗糙度及/或多層反射膜5之表面之粗糙度而提高平滑性的效果。因此，無法獲得缺陷檢查時之背景水準充分低之多層反射膜5。另一方面，於添加元素之原子數密度大於 0.50 atom/nm^3 之情形時，多層反射膜5所含之添加元素之密度過大，因此多層反射膜5對EUV光之反射率降低。結果有曝光時由反射型光罩所形成之轉印圖案之圖像之對比度降低至無法容許之程度之虞。多層反射膜5所含之上述添加元素之原子數密度較佳為 0.007 atom/nm^3 以上，更佳為 0.008 atom/nm^3 以上。又，上述添加元素之原子數密度較佳為 0.10 atom/nm^3 以下，更佳為 0.07 atom/nm^3 以下，進而較佳為 0.04 atom/nm^3 以下。

【0051】

藉由使用本實施方式之附多層反射膜之基板110，可製造具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜5的反射型光罩基底100及反射型光罩200。藉由缺陷檢查時之背景水準較低，能夠於相對較短時間內進行缺陷檢查，又，可更確實地檢測出有助於轉印之真缺陷。

【0052】

再者，一般而言，僅從某元素之原子比率(at%)之資訊難以算出該元素之原子數密度(atom/nm^3)，多層反射膜5所含之上述添加元素之原子數密度(atom/nm^3)與多層反射膜5所含之上述添加元素之原子比率(at%)無直接關聯。因此，即便於某公知文獻中記載有上述添加元素之原子比率(at%)，根據該記載，亦無動機將上述添加元素之原子數密度調整至特定範圍。

【0053】

本實施方式之附多層反射膜之基板110較佳為於藉由缺陷檢查裝置進行多層反射膜5表面之缺陷檢查時之背景水準(BGL)未達400。缺陷檢查時之背景水準(BGL)例如意指於藉由使用EUV光作為檢查光之光罩基底缺陷檢查裝置(ABI：Actinic Blank Inspection)進行多層反射膜5之表面之缺陷檢查時，被觀測為信號之雜訊的背景之值。於使用EUV光之光罩基底缺陷檢查裝置之情形時，背景水準(BGL)基於測定信號自動算出。

【0054】

本實施方式之多層反射膜5單獨對EUV光之反射率通常較佳為67%以上。藉由多層反射膜5之反射率為67%以上，可較佳地用作用以製造半導體裝置之反射型光罩200。反射率之上限通常較佳為73%。再者，構成多層反射膜5之低折射率層及高折射率層之膜厚及週期數(對數)可根據曝光波長適當選擇。具體而言，構成多層反射膜5之低折射率層及高折射率層之膜厚及週期數(對數)可以滿足布勒格反射定律之方式進行選擇。於多層反射膜5中，高折射率層及低折射率層分別存在複數層，高折射率層彼此之膜厚、或低折射率層彼此之膜厚可不一定相同。又，多層反射膜5之最表面(例如Si層)之膜厚可於不使反射率降低之範圍內進行調整。最表面之高折射率層(例如Si層)之膜厚例如為3 nm至10 nm。

【0055】

於本實施方式之附多層反射膜之基板110中，將1對低折射率層及高折射率層作為1週期(對)，多層反射膜5較佳為具備30～60週期(對)，更佳為具備35～55週期(對)，進而較佳為具備35～45週期(對)。雖然週期數(對數)越多，能獲得越高之反射率，但是多層反射膜5之形成時間會變

長。藉由將多層反射膜5之週期設為適當範圍，可於相對較短時間內獲得相對較高反射率之多層反射膜5。

【0056】

本實施方式之多層反射膜5可藉由離子束濺鍍法、或DC(direct-current，直流)濺鍍法及RF(radio frequency，射頻)濺鍍法等磁控濺鍍法成膜。要想使多層反射膜5中不易混入雜質、或離子源容易獨立設定條件等，較佳為藉由離子束濺鍍法形成多層反射膜5。若藉由使用稀有氣體(Ar氣、Kr氣、Xe氣等)、及含有添加元素之氣體(H₂氣、D₂氣、He氣等)作為處理氣體之離子束濺鍍形成多層反射膜5，則可獲得含有上述添加元素之多層反射膜5。再者，含有添加元素之氣體較佳為僅於高折射率層成膜時導入。藉此，可形成高折射率層較低折射率層含有更多上述添加元素之多層反射膜5。

【0057】

又，本實施方式之多層反射膜5亦可使用稀有氣體、及含有上述添加元素之靶作為處理氣體來成膜。藉由改變靶所含之添加元素之比率，可容易地調整多層反射膜5所含之添加元素之原子數密度。

【0058】

本實施方式之多層反射膜5較佳為低折射率層含有鉬(Mo)。此時，含有Mo之低折射率層之利用面內測定法所測得之X射線繞射中之峰強度較佳為滿足以下之式(1)。

$$I_{(110)}/(I_{(110)} + I_{(200)}) \leq 0.88 \quad (1)$$

(於式(1)中，I₍₁₁₀₎表示Mo之(110)面之峰強度；I₍₂₀₀₎表示Mo之(200)面之峰強度)

【0059】

含有Mo之低折射率層之X射線繞射中之峰強度例如可使用X射線繞射裝置SmartLab(RIGAKU股份有限公司製造)進行測定。測定條件例如可設為下述實施例所記載之條件。

【0060】

藉由多層反射膜5所含之低折射率層之X射線繞射中之峰強度滿足上述式(1)，可更確實地製造具備對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜5的附多層反射膜之基板110。

【0061】

<<保護膜6>>

於本實施方式之附多層反射膜之基板110中，如圖2所示，較佳為於多層反射膜5上形成保護膜6。藉由於多層反射膜5上形成有保護膜6，可抑制使用附多層反射膜之基板110製造反射型光罩200時對多層反射膜5表面之損傷。結果所得之反射型光罩200對EUV光之反射率特性良好。

【0062】

保護膜6可於下述反射型光罩200之製造步驟中，保護多層反射膜5不會因乾式蝕刻及洗淨而受到損傷。又，保護膜6亦可於使用電子束(EB)修正光罩圖案之黑點缺陷時保護多層反射膜5。

【0063】

圖2示出保護膜6為1層之情形。保護膜6亦可為2層之積層構造。或保護膜6亦可為3層以上之積層構造。於保護膜6為3層以上之情形時，最下層及最上層例如可為包含含有Ru之物質之層。最下層與最上層之間之層可為含有Ru以外之金屬或其合金之層。

【0064】

保護膜6例如由含有鈦作為主成分之材料形成。作為含有鈦作為主成分之材料，可列舉：Ru金屬單質、於Ru中含有選自鈦(Ti)、鈮(Nb)、鉬(Mo)、鋯(Zr)、釔(Y)、硼(B)、鐳(La)、鈷(Co)及銻(Re)中之至少一種金屬之Ru合金、及於該等中含有氮之材料。

【0065】

保護膜6較佳為由含有Ti之Ru系材料形成。於多層反射膜5含有矽之情形時，藉由使用包含含有Ti之Ru系材料之保護膜6，可抑制矽自多層反射膜5之表面向保護膜6擴散之現象。結果光罩洗淨時之表面粗糙度變小，亦不易發生膜剝離。藉由降低表面粗糙度，可防止多層反射膜5對EUV曝光之光之反射率降低。因此，降低表面粗糙度對改善EUV曝光效率、及提高產出量而言較為重要。

【0066】

用於保護膜6之Ru合金之含Ru比率為50原子%以上且未達100原子%，較佳為80原子%以上且未達100原子%，更佳為95原子%以上且未達100原子%。尤其於Ru合金之含Ru比率為95原子%以上且未達100原子%之情形時，能夠抑制多層反射膜5之構成元素(例如矽)向保護膜6擴散。又，於此情形時，保護膜6可充分地確保EUV光之反射率。又，於此情形時，保護膜6可提高光罩耐洗淨性。進而，保護膜6可作為對吸收體膜7進行蝕刻加工時之蝕刻終止層發揮作用。進而，保護膜6可防止多層反射膜5之經時變化。

【0067】

於EUV微影法中，由於對曝光之光透明之物質較少，故而技術上難

以製造防止異物附著於光罩圖案面之光罩護膜。因此，不使用光罩護膜之無光罩護膜運用成為主流。又，於EUV微影法中，由於EUV曝光而發生於反射型光罩200上沈積碳膜、或氧化膜生長等曝光污染。因此，於將反射型光罩200用於半導體裝置之製造之階段，需要進行多次洗淨來去除反射型光罩200上之異物或污染物。由此，EUV反射型光罩200比光微影法用透過型光罩格外要求光罩耐洗淨性。若使用包含含有Ti之Ru系材料之保護膜6，則對硫酸、硫酸過氧化氫混合物(SPM)、氨、氨水過氧化氫混合物(APM)、OH自由基洗淨水、及濃度為10 ppm以下之臭氧水等洗淨液之耐洗淨性變得尤其高，從而能夠滿足光罩耐洗淨性之要求。

【0068】

保護膜6之膜厚並無特別限制，只要可發揮保護膜6之功能即可。就EUV光之反射率之觀點而言，保護膜6之膜厚較佳為1.0 nm至8.0 nm，更佳為1.5 nm至6.0 nm。

【0069】

作為保護膜6之形成方法，可無特別限制地採用公知之膜形成方法。作為具體例，可列舉濺鍍法及離子束濺鍍法作為保護膜6之形成方法。

【0070】

<反射型光罩基底100>

對本實施方式之反射型光罩基底100進行說明。藉由使用本實施方式之反射型光罩基底100，可製造具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜5的反射型光罩200。

【0071】

<<吸收體膜7>>

反射型光罩基底100於上述附多層反射膜之基板110之上具有吸收體膜7。即，吸收體膜7形成於多層反射膜5之上(於形成有保護膜6之情形時，形成於保護膜6之上)。吸收體膜7之基本功能為吸收EUV光。吸收體膜7可為用以吸收EUV光之吸收體膜7，亦可為亦考慮到EUV光之相位差之具有相位偏移功能之吸收體膜7。具有相位偏移功能之吸收體膜7，係指吸收EUV光，並且反射一部分EUV光，而使相位偏移者。即，於具有相位偏移功能之吸收體膜7經圖案化之反射型光罩200中，形成有吸收體膜7之部分吸收EUV光而消光，並且以不會對圖案轉印造成不良影響之水準反射一部分光。又，於未形成有吸收體膜7之區域(場部)，EUV光經由保護膜6自多層反射膜5反射。因此，於來自具有相位偏移功能之吸收體膜7之反射光與來自場部之反射光之間具有所需相位差。具有相位偏移功能之吸收體膜7係以來自吸收體膜7之反射光與來自多層反射膜5之反射光之相位差成為170度至190度的方式形成。藉由180度附近之反轉之相位差之光彼此於圖案邊緣部相互干涉，投影光學圖像之圖像對比度提高。隨著該圖像對比度提高，從而解像度提高，可增大曝光量裕度、焦點裕度等與曝光相關之各種裕度。

【0072】

吸收體膜7可為單層之膜，亦可為包含複數層膜之多層膜。於單層膜之情形時，可減少光罩基底製造時之步驟數，因此提高生產效率。於多層膜之情形時，可使上層之吸收體膜作為使用光之光罩圖案檢查時之抗反射膜發揮作用。於此情形時，需要適當設定上層之吸收體膜之光學常數及膜厚。藉此，使用光之光罩圖案檢查時之檢查感度提高。又，作為上層之吸收體膜，可使用添加有能夠提高耐氧化性之氧(O)及氮(N)等之膜。藉此，

吸收體膜之經時穩定性提高。如此，藉由使用包含多層膜之吸收體膜7，能夠對吸收體膜7附加各種功能。於吸收體膜7具有相位偏移功能之情形時，藉由使用包含多層膜之吸收體膜7，可增大光學面之調整範圍。藉此，容易獲得所需反射率。

【0073】

作為吸收體膜7之材料，並無特別限定，只要具有吸收EUV光之功能，且能夠藉由蝕刻等進行加工(較佳為能夠利用氯(Cl)或氟(F)系氣體之乾式蝕刻進行蝕刻)即可。作為具有此種功能者，可較佳地使用鉭(Ta)單質、或含有Ta作為主成分之鉭化合物。

【0074】

上述鉭及鉭化合物等之吸收體膜7可藉由DC濺鍍法及RF濺鍍法等磁控濺鍍法形成。例如可藉由使用含有鉭及硼之靶，且使用添加了氧或氮之氬氣的反應性濺鍍法，來形成吸收體膜7。

【0075】

用以形成吸收體膜7之鉭化合物含有Ta之合金。於吸收體膜7為Ta之合金之情形時，就平滑性及平坦性之方面而言，吸收體膜7之結晶狀態較佳為非晶質或微晶結構。若吸收體膜7之表面不平滑、不平坦，則存在吸收體圖案7a之邊緣粗糙度變大，圖案之尺寸精度變差之情形。吸收體膜7之表面粗糙度以均方根粗糙度(Rms)計，較佳為0.5 nm以下，更佳為0.4 nm以下，進而較佳為0.3 nm以下。

【0076】

作為用以形成吸收體膜7之鉭化合物，可使用含有Ta及B之化合物；含有Ta及N之化合物；含有Ta、O及N之化合物；含有Ta及B且進而含有O

及N中之至少任一者之化合物；含有Ta及Si之化合物；含有Ta、Si及N之化合物；含有Ta及Ge之化合物；及含有Ta、Ge及N之化合物等。

【0077】

Ta之EUV光之吸收係數較大。又，Ta係能夠利用氯系氣體或氟系氣體容易地進行乾式蝕刻之材料。因此，Ta可調為加工性優異之吸收體膜7之材料。藉由進而向Ta中加入B、Si及/或Ge等，可容易地獲得非晶狀材料。結果可提高吸收體膜7之平滑性。又，若向Ta中加入N及/或O，則吸收體膜7對氧化之耐性提高，因此可提高吸收體膜7之經時穩定性。

【0078】

又，作為吸收體膜7之材料，除鈹或鈹化合物以外，亦可較佳地使用選自鈀(Pd)、銀(Ag)、鉑(Pt)、金(Au)、銥(Ir)、鎢(W)、鉻(Cr)、鈷(Co)、錳(Mn)、錫(Sn)、釩(V)、鎳(Ni)、鈦(Hf)、鐵(Fe)、銅(Cu)、碲(Te)、鋅(Zn)、鎂(Mg)、鍺(Ge)、鋁(Al)、銠(Rh)、鈳(Ru)、鉬(Mo)、鈮(Nb)、鈦(Ti)、鋯(Zr)、釷(Y)及矽(Si)中之至少一種金屬、或該等之化合物。

【0079】

<<背面導電膜2>>

於基板1之第2主表面(背面)之上(多層反射膜5之相反側之面之上；於在基板1形成有氫滲透抑制膜等中間層之情形時，為中間層之上)形成有靜電吸附用背面導電膜2。背面導電膜2之薄片電阻通常為 $100\ \Omega/\square$ 以下。背面導電膜2例如可藉由使用鉻或鈹等金屬、或該等之合金之靶的磁控濺鍍法或離子束濺鍍法形成。用以形成背面導電膜2之含有鉻(Cr)之材料較佳為於Cr中含有選自硼、氮、氧及碳中之至少一者之Cr化合物。作為Cr

化合物，例如可列舉：CrN、CrON、CrCN、CrCON、CrBN、CrBON、CrBCN及CrBOCN等。用以形成背面導電膜2之含有鉭(Ta)之材料較佳為Ta(鉭)、含有Ta之合金、或於該等之任一者中含有選自硼、氮、氧及碳中之至少一者之Ta化合物。作為Ta化合物，例如可列舉：TaB、TaN、TaO、TaON、TaCON、TaBN、TaBO、TaBON、TaBCON、TaHf、TaHfO、TaHfN、TaHfON、TaHfCON、TaSi、TaSiO、TaSiN、TaSiON及TaSiCON等。

【0080】

背面導電膜2之膜厚並無特別限定，通常為10 nm至200 nm。背面導電膜2可調整光罩基底100之第2主表面側之應力。即，背面導電膜2可使由形成於第1主表面側之各種膜所產生之應力與第2主表面側之應力保持平衡。藉由使第1主表面側與第2主表面側之應力保持平衡，能夠將反射型光罩基底100調整為平坦。

【0081】

再者，可於形成上述吸收體膜7之前，於附多層反射膜之基板110形成背面導電膜2。於此情形時，可獲得如圖2所示之具備背面導電膜2之附多層反射膜之基板110。

【0082】

<其他薄膜>

藉由本實施方式之製造方法所製造之附多層反射膜之基板110及反射型光罩基底100可於吸收體膜7上具備蝕刻用硬光罩膜(亦稱為「蝕刻光罩膜」)及/或抗蝕膜8。作為蝕刻用硬光罩膜之代表性材料，可列舉：矽(Si)、以及向矽中加入選自氧(O)、氮(N)、碳(C)及氫(H)中之至少一種元

素而成之材料、或鉻(Cr)、以及向鉻中加入選自氧(O)、氮(N)、碳(C)及氫(H)中之至少一種元素而成之材料等。具體而言，可列舉：SiO₂、SiON、SiN、SiO、Si、SiC、SiCO、SiCN、SiCON、Cr、CrN、CrO、CrON、CrC、CrCO、CrCN及CrOCN等。但是，於吸收體膜7為含有氧之化合物之情形時，就耐蝕刻性之觀點而言，較佳為蝕刻用硬光罩膜避免使用含有氧之材料(例如SiO₂)。於形成蝕刻用硬光罩膜時，能夠使抗蝕膜8之膜厚較薄，而有利於圖案之微細化。

【0083】

本實施方式之附多層反射膜之基板110及反射型光罩基底100較佳為於作為該等基板1之玻璃基板與含有鉬或鉻之背面導電膜2之間具備抑制氫自基板1向背面導電膜2滲透之氫滲透抑制膜。藉由存在氫滲透抑制膜，可抑制氫被引入至背面導電膜2中，可抑制背面導電膜2之壓縮應力之增大。

【0084】

氫滲透抑制膜之材料可為任意材料，只要為不易使氫透過，且可抑制氫自基板1向背面導電膜2滲透之材料即可。作為氫滲透抑制膜之材料，具體而言，例如可列舉：Si、SiO₂、SiON、SiCO、SiCON、SiBO、SiBON、Cr、CrN、CrON、CrC、CrCN、CrCO、CrCON、Mo、MoSi、MoSiN、MoSiO、MoSiCO、MoSiON、MoSiCON、TaO及TaON等。氫滲透抑制膜可為該等材料之單層。或者，氫滲透抑制膜可為該等材料之多層，亦可為梯度組成膜。

【0085】

<反射型光罩200>

藉由使上述反射型光罩基底100之吸收體膜7圖案化，可獲得於多層

反射膜5上具有吸收體圖案7a之反射型光罩200。藉由使用本實施方式之反射型光罩基底100，可獲得具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜5的反射型光罩200。

【0086】

使用本實施方式之反射型光罩基底100，製造反射型光罩200。此處僅進行大致說明，之後於實施例中一面參照圖式一面詳細地進行說明。

【0087】

準備反射型光罩基底100，於其第1主表面之最表面(如以下之實施例所述，為吸收體膜7之上)形成抗蝕膜8(於反射型光罩基底100具備抗蝕膜8之情形時則不需要)。於該抗蝕膜8繪製(曝光)電路圖案等所需圖案，進而進行顯影、沖洗，藉此形成特定抗蝕圖案8a。

【0088】

使用該抗蝕圖案8a作為光罩，對吸收體膜7進行乾式蝕刻，藉此形成吸收體圖案7a。再者，作為蝕刻氣體，可使用選自如下氣體者： Cl_2 、 SiCl_4 及 CHCl_3 等氯系氣體；以特定比率含有氯系氣體與 O_2 之混合氣體；以特定比率含有氯系氣體與 He 之混合氣體；以特定比率含有氯系氣體與 Ar 之混合氣體； CF_4 、 CHF_3 、 C_2F_6 、 C_3F_6 、 C_4F_6 、 C_4F_8 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、 C_3F_8 、 SF_6 、 F_2 等氟系氣體；以及以特定比率含有氟系氣體與 O_2 之混合氣體等。此處，若於蝕刻之最終階段蝕刻氣體中含有氧，則Ru系保護膜6產生表面粗糙。因此，於Ru系保護膜6暴露於蝕刻之過蝕刻階段，較佳為使用不含氧之蝕刻氣體。

【0089】

其後，藉由灰化或抗蝕剝離液去除抗蝕圖案8a，製作形成有所需電

路圖案之吸收體圖案7a。

【0090】

藉由以上之步驟，可獲得本實施方式之反射型光罩200。

【0091】

<半導體裝置之製造方法>

【0092】

本實施方式之半導體裝置之製造方法具有如下步驟：使用上述反射型光罩200，進行使用曝光裝置之微影製程，於被轉印體形成轉印圖案。

【0093】

於本實施方式中，可將具有對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準較低之多層反射膜5的反射型光罩200用於製造半導體裝置。結果，可提高製造半導體裝置時之產出量。進而，由於使用多層反射膜5上不存在有助於轉印之真缺陷之反射型光罩200來製造半導體裝置，故而可抑制多層反射膜5之缺陷所導致之半導體裝置之良率降低。

【0094】

具體而言，藉由使用本實施方式之反射型光罩200來進行EUV曝光，可於半導體基板上形成所需轉印圖案。除該微影步驟以外，亦經過被加工膜之蝕刻、絕緣膜、導電膜之形成、摻雜劑之導入、或者退火等各種步驟，藉此能夠以較高之良率製造形成有所需電子電路之半導體裝置。

[實施例]

【0095】

以下，一面參照圖式一面對實施例及比較例進行說明。再者，於實施例中，對相同之構成要素使用相同之符號，簡化或省略說明。

【0096】

如圖1所示，實施例之附多層反射膜之基板110具有基板1及多層反射膜5。

【0097】

首先，準備第1主表面及第2主表面經研磨之6025尺寸(約152 mm×152 mm×6.35 mm)之基板1。該基板1係包含低熱膨脹玻璃(SiO_2 - TiO_2 系玻璃)之基板。基板1之主表面藉由粗研磨加工步驟、精密研磨加工步驟、局部加工步驟及接觸研磨加工步驟進行研磨。

【0098】

繼而，於基板1之主表面(第1主面)上形成多層反射膜5。形成於基板1上之多層反射膜5採用包含Mo及Si之週期多層反射膜5，以適於波長13.5 nm之EUV光。多層反射膜5係使用Mo靶及Si靶，藉由利用特定處理氣體及特定靶之離子束濺鍍法，將Mo膜及Si膜交替地積層於基板1上而形成。首先，以4.2 nm之厚度形成Si膜，繼而，以2.8 nm之厚度形成Mo膜。將其作為1週期，以同樣之方式積層40週期，最後以4.0 nm之厚度形成Si膜，形成多層反射膜5。

【0099】

本實施例之多層反射膜5係以H、D或He成為特定原子數密度之方式調整處理氣體之氣體流量及/或氣壓而形成。於表1、表2及表3中示出形成實施例及比較例之多層反射膜5時所用之處理氣體。於實施例1～6、9～11及比較例2中，於形成多層反射膜5時，除Kr氣體以外，亦使用 H_2 氣體，藉此向多層反射膜5導入氫(H_2)。於實施例7中，於形成多層反射膜5時，除Kr氣體以外，亦使用 D_2 氣體，藉此向多層反射膜5導入氘(D_2)。於

實施例8中，於形成多層反射膜5時，除Kr氣體以外，亦使用He氣體，藉此向多層反射膜5導入氦(He)。於比較例1中，於形成多層反射膜5時，僅使用Kr氣體。

【0100】

<<原子數密度>>

藉由動態SIMS(四極型二次離子質譜裝置：PHI ADEPT-1010TM，ULVAC-PHI股份有限公司製造)測定實施例1～11及比較例1、2中所得之附多層反射膜之基板110之多層反射膜5所含之添加元素(H、D或He)的原子數密度(atom/nm³)。關於測定條件，將一次離子種設為Cs⁺，將一次加速電壓設為1.0 kV，將一次離子照射區域設為90 μm見方，將二次離子極性設為正，將檢測二次離子種設為[Cs-H]⁺、[Cs-D]⁺或[Cs-He]⁺。又，將標準試樣設為Si。將測定結果示於表1、表2及表3。

【0101】

<<背景水準(BGL)>>

對實施例1～11及比較例1、2中所得之附多層反射膜之基板110進行缺陷檢查，測定多層反射膜5之背景水準(BGL)。背景水準(BGL)可藉由用以檢查多層反射膜5之缺陷的缺陷檢查裝置自動測定。作為缺陷檢查裝置，利用使用EUV光作為檢查光之光罩基底缺陷檢查裝置(Actinic Blank Inspection)。將BGL之測定結果示於表1、表2及表3。

【0102】

<<反射率>>

測定實施例1～11及比較例1、2之附多層反射膜之基板110之多層反射膜5對波長13.5 nm之EUV光的反射率。將反射率之測定結果示於表1、

表2及表3。

【0103】

如表1、表2及表3所示，於多層反射膜5中含有選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少一種添加元素之實施例1～11之附多層反射膜之基板110的反射率高達67%以上，且缺陷檢查時之背景水準未達400，背景水準充分低。

另一方面，於多層反射膜5中不含添加元素之比較例1之附多層反射膜之基板110雖然反射率高達67%以上，但是缺陷檢查時之背景水準超過400。又，含有較多添加元素之比較例2之附多層反射膜之基板110雖然缺陷檢查時之背景水準未達400，但是反射率較低為未達67%。

【0104】

<<X射線繞射峰強度測定>>

對實施例1～8及比較例1中所得之附多層反射膜之基板110之多層反射膜5，利用面內測定法進行X射線繞射測定。具體而言，使用X射線繞射裝置SmartLab(RIGAKU股份有限公司製造)，對試樣照射由電壓45 kV、電流200 mA所產生之CuK α 之特性X射線，測定繞射X射線之強度及繞射角度(2 θ)，藉此獲得對應於低折射率層所含之Mo之(110)面及(200)面之繞射X射線之繞射峰。藉由測定峰之面積，測定Mo之(110)面之峰強度 $I_{(110)}$ 、及(200)面之峰強度 $I_{(200)}$ 。此時，使用測定裝置附帶之軟體，進行去除特定背景等處理。將峰強度之測定結果示於表1及表2。

【0105】

如表1及表2所示，實施例1～8之附多層反射膜之基板110之峰強度 $I_{(110)}$ 、 $I_{(200)}$ 滿足 $I_{(110)}/(I_{(110)}+I_{(200)})\leq 0.88$ 。另一方面，比較例1之附多層

反射膜之基板110之峰強度 $I_{(110)}$ 、 $I_{(200)}$ 為 $I_{(110)}/(I_{(110)} + I_{(200)}) = 0.891$ ，不滿足上述式(1)。

【0106】

再者，於上述實施例1～8中，示出多層反射膜5包含將Mo與Si週期性地積層而成之多層膜之例，但於多層反射膜5包含含有Mo及Si以外之元素之多層膜之情形時，亦可獲得上述作用效果。即，於多層反射膜5包含含有Mo及Si以外之其他元素之多層膜之情形時，藉由多層反射膜5含有選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少一種添加元素，亦可獲得對曝光之光之反射率較高且缺陷檢查時之背景水準未達400的附多層反射膜之基板110。又，於多層反射膜5包含含有Mo及Si以外之其他元素之多層膜之情形時，亦可獲得低折射率層所含之Mo於X射線繞射中之峰強度比滿足 $I_{(110)}/(I_{(110)} + I_{(200)}) \leq 0.88$ 之附多層反射膜之基板110。

【0107】

<反射型光罩基底100>

上述實施例1～8及比較例1之附多層反射膜之基板110具有對作為曝光之光之波長13.5 nm之EUV光之反射率較高為67%以上的多層反射膜5。但是，上述比較例1之附多層反射膜之基板110由於缺陷檢查時之背景水準高達400以上，因此缺陷檢查所需之時間較長。又，由於缺陷檢查時之背景水準高達400以上，故而存在判定不含有助於轉印之真缺陷之附多層反射膜之基板110含有真缺陷的風險。

因此，可使用反射率較高(67%以上)且背景水準較低(未達400)之實施例1～8之附多層反射膜之基板110製造反射型光罩基底100。以下，對使用實施例1～8之附多層反射膜之基板110之反射型光罩基底100之製造

方法進行說明。

【0108】

於實施例1～8之附多層反射膜之基板110之表面形成保護膜6。於Ar氣體環境中，藉由使用Ru靶之DC濺鍍法，以2.5 nm之膜厚形成包含Ru之保護膜6。

【0109】

繼而，藉由DC濺鍍法，形成作為吸收體膜7之膜厚62 nm之TaBN膜。TaBN膜係使用TaB混合燒結靶，於Ar氣體與N₂氣體之混合氣體環境下利用反應性濺鍍法形成。

【0110】

關於TaBN膜之元素比率，Ta為75原子%，B為12原子%，N為13原子%。TaBN膜於波長13.5 nm下之折射率n為約0.949，消光係數k為約0.030。

【0111】

繼而，藉由磁控濺鍍(反應性濺鍍)法於下述條件下於基板1之第2主表面(背面)形成包含CrN之背面導電膜2。

背面導電膜2之形成條件：Cr靶、Ar與N₂之混合氣體環境(Ar：90原子%、N：10原子%)、膜厚20 nm。

【0112】

如上所述，製造多層反射膜5之反射率較高且多層反射膜5之缺陷檢查時之背景水準較低的反射型光罩基底100。

【0113】

<反射型光罩200>

繼而，使用上述反射型光罩基底100，製造反射型光罩200。參照圖4，對反射型光罩200之製造方法進行說明。

【0114】

首先，如圖4(b)所示，於反射型光罩基底100之吸收體膜7之上形成抗蝕膜8。然後，於該抗蝕膜8繪製(曝光)電路圖案等所需圖案，進而進行顯影、沖洗，藉此形成特定抗蝕圖案8a(圖4(c))。繼而，將抗蝕圖案8a設為光罩，使用Cl₂氣體對吸收體膜7(TaBN膜)進行乾式蝕刻，藉此形成吸收體圖案7a(圖4(d))。包含Ru之保護膜6對Cl₂氣體之乾式蝕刻耐性極高，成為充分之蝕刻終止層。其後，利用灰化或抗蝕剝離液等去除抗蝕圖案8a(圖4(e))。

【0115】

<半導體裝置之製造>

將以上述方式製造之反射型光罩200設置於EUV掃描器，對半導體基板上形成有被加工膜及抗蝕膜之晶圓進行EUV曝光。然後，對該經曝光過之抗蝕膜進行顯影，藉此於形成有被加工膜之半導體基板上形成抗蝕圖案。

【0116】

將該抗蝕圖案藉由蝕刻而轉印至被加工膜，又，經過絕緣膜、導電膜之形成、摻雜劑之導入、或者退火等各種步驟，藉此能夠以較高之良率製造具有所需特性之半導體裝置。

【0117】

[表1]

	處理氣體	多層反射膜所含之H之原子數密度 (atom/nm ³)	BGL	反射率 (%)	I ₍₁₁₀₎	I ₍₂₀₀₎	I ₍₁₁₀₎ /(I ₍₁₁₀₎ + I ₍₂₀₀₎)
實施例1	Kr、H ₂	0.0237	285	68.98	1025	453	0.694
實施例2	Kr、H ₂	0.0152	326	68.98	1246	349	0.781
實施例3	Kr、H ₂	0.0138	336	68.97	1245	319	0.796
實施例4	Kr、H ₂	0.0093	358	69.00	1322	281	0.825
實施例5	Kr、H ₂	0.0083	371	68.98	1396	230	0.859
實施例6	Kr、H ₂	0.0073	385	68.98	1421	224	0.864
比較例1	Kr	0.0058	407	68.99	1551	189	0.891

【0118】

[表2]

	處理氣體	多層反射膜所含之D或He之原子數密度 (atom/nm ³)	BGL	反射率 (%)	I ₍₁₁₀₎	I ₍₂₀₀₎	I ₍₁₁₀₎ /(I ₍₁₁₀₎ + I ₍₂₀₀₎)
實施例7	Kr、D ₂	0.0242	281	68.97	1011	467	0.684
實施例8	Kr、He	0.0080	364	69.00	1345	275	0.830

【0119】

[表3]

	處理氣體	多層反射膜所含之H之原子數密度	BGL	反射率(%)
實施例9	Kr、H ₂	0.0424	238	68.78
實施例10	Kr、H ₂	0.0651	198	68.70
實施例11	Kr、H ₂	0.0970	176	68.52
比較例2	Kr、H ₂	0.610	102	66.87

【符號說明】

【0120】

- 1:基板
- 2:背面導電膜
- 3:基底膜
- 5:多層反射膜
- 6:保護膜

7:吸收體膜

7a:吸收體圖案

8:抗蝕膜

8a:抗蝕圖案

100:反射型光罩基底

110:附多層反射膜之基板

200:反射型光罩

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種附多層反射膜之基板，其特徵在於：

其係具備基板及多層反射膜者，該多層反射膜包含使低折射率層與高折射率層交替地積層於該基板之上而成之多層膜，用以反射曝光之光，且

上述多層反射膜含有選自氫(H)、氘(D)及氦(He)中之至少1種添加元素，

上述低折射率層含有鉬(Mo)，

上述多層反射膜之利用面內測定法所測得之X射線繞射中之峰強度滿足 $I_{(110)}/(I_{(110)} + I_{(200)}) \leq 0.88$ ，

其中 $I_{(110)}$ 表示Mo之(110)面之峰強度， $I_{(200)}$ 表示Mo之(200)面之峰強度。

【請求項2】

如請求項1之附多層反射膜之基板，其中上述高折射率層含有矽(Si)。

【請求項3】

如請求項1或2之附多層反射膜之基板，其中上述添加元素為氘(D)。

【請求項4】

如請求項1或2之附多層反射膜之基板，其於上述多層反射膜之上具備保護膜。

【請求項5】

一種反射型光罩基底，其特徵在於：在如請求項1至3中任一項之附

多層反射膜之基板之上述多層反射膜之上、或如請求項4之附多層反射膜之基板之上述保護膜之上具備吸收體膜。

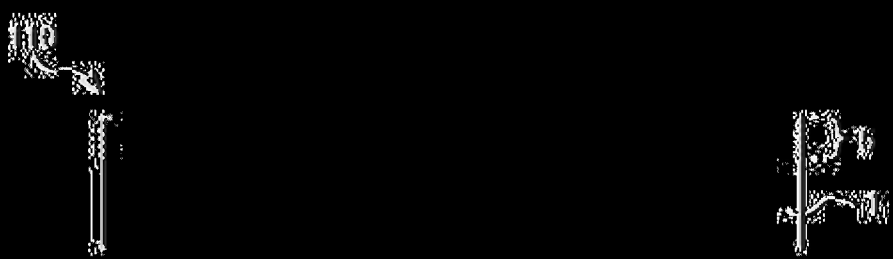
【請求項6】

一種反射型光罩，其特徵在於具備將如請求項5之反射型光罩基底之上述吸收體膜進行圖案化所得之吸收體圖案。

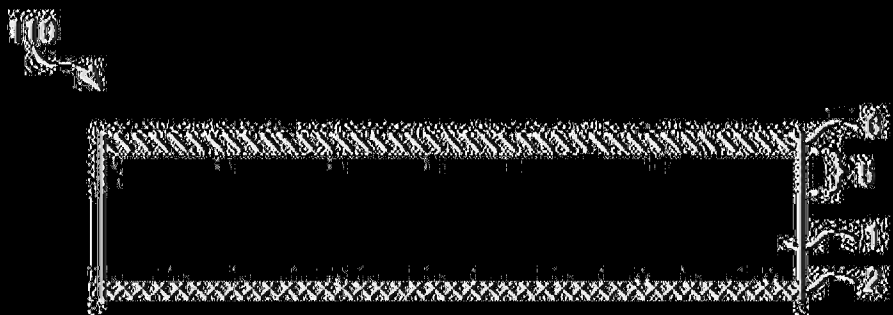
【請求項7】

一種半導體裝置之製造方法，其特徵在於具有使用如請求項6之反射型光罩，進行使用曝光裝置之微影製程，於被轉印體形成轉印圖案之步驟。

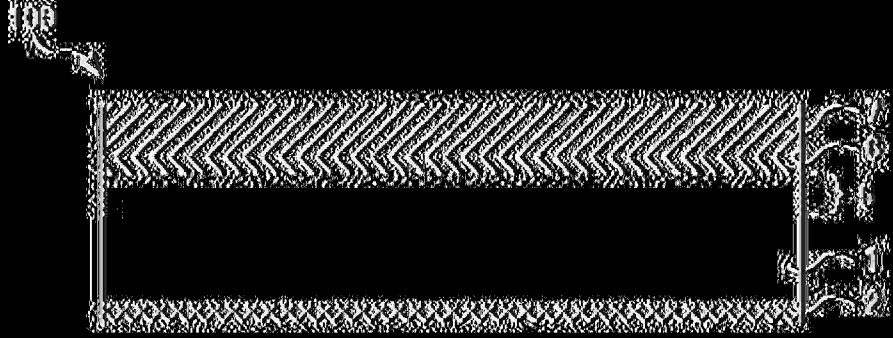
|(發明圖式)|



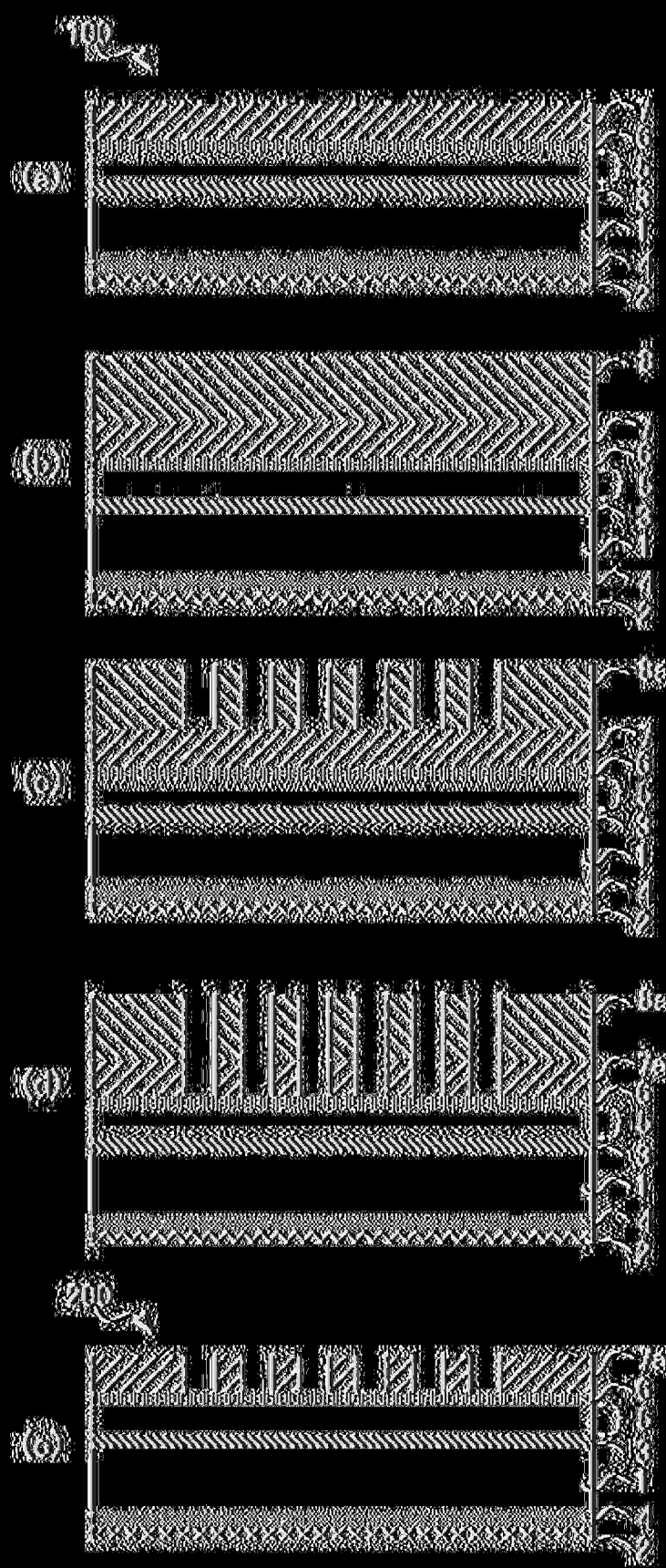
|(圖1)|



|(圖2)|



|(圖3)|



(圖4)