

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 9 月 26 日(26.09.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/141268 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) *G03F 1/48* (2012.01)
G03F 1/24 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/057957
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 21 日(21.03.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-067142 2012 年 3 月 23 日(23.03.2012) JP
- (71) 出願人: H O Y A 株式会社(HOYA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 尾上 貴弘(ONOUE, Takahiro); 〒1618525 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP). 折原 敏彦(ORIYHARA, Toshihiko); 〒1618525 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O Y A 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 津国, 外(TSUKUNI & ASSOCIATES et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3-7-1 霞が関東急ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SUBSTRATE WITH MULTILAYER REFLECTIVE FILM, REFLECTIVE MASK BLANK FOR EUV LITHOGRAPHY, METHOD FOR PRODUCING REFLECTIVE MASK FOR EUV LITHOGRAPHY, AND METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 多層反射膜付き基板、EUV リソグラフィー用反射型マスクブランク、EUV リソグラフィー用反射型マスクの製造方法、及び半導体装置の製造方法

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide: a substrate with a multilayer reflective film, which is used for the production of a reflective mask blank for EUV lithography wherein dry etching using a Cl-based gas is carried out, and which is extremely reduced in the loss of a protective film due to the above-mentioned dry etching and wet cleaning after the dry etching; and the like. The present invention is a substrate with a multilayer reflective film, which is used for the production of a reflective mask blank for EUV lithography, and which is characterized in that: the substrate with a multilayer reflective film comprises a substrate, a multilayer reflective film that is formed on the substrate and reflects EUV light, and a protective film that is formed on the multilayer reflective film and protects the multilayer reflective film; the protective film is formed of an alloy that contains at least two kinds of metals; and the alloy is a complete solid solution.

(57) 要約: 本発明は、Cl 系ガスを使用したドライエッチングが行われる EUV リソグラフィー用反射型マスクブランクの製造に使用される多層反射膜付き基板であって、前記ドライエッチング及びその後のウェット洗浄による保護膜の減損が非常に少ない多層反射膜付き基板等を提供することを目的とする。本発明は、EUV リソグラフィー用反射型マスクブランクの製造に使用される多層反射膜付き基板であって、該多層反射膜付き基板は、基板と、該基板上に形成された、EUV 光を反射する多層反射膜と、該多層反射膜上に形成された、該多層反射膜を保護する保護膜とを有し、該保護膜は、少なくとも 2 種の金属を含む合金からなり、該合金は全率固溶体であることを特徴とする多層反射膜付き基板である。

WO 2013/141268 A1

明 細 書

発明の名称：

多層反射膜付き基板、EUVリソグラフィー用反射型マスクブランク、EUVリソグラフィー用反射型マスクの製造方法、及び半導体装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、塩素系ガスを使用したドライエッチング及びその後のウェット洗浄による保護膜の減損が非常に少ない多層反射膜付き基板、当該基板から得られるEUVリソグラフィー用反射型マスクブランク、当該マスクブランクを使用したEUVリソグラフィー用反射型マスクの製造方法、及び該製造方法により得られるEUVリソグラフィー用反射型マスクを使用した半導体装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年半導体産業において、半導体デバイスの微細化に伴い、フォトリソグラフィー法の転写限界を上回る微細パターンが必要とされている。そこで、このような微細パターンの転写を可能とするため、より波長の短い極端紫外（Extreme Ultra Violet、以下、EUVと称す）光を用いた露光技術であるEUVリソグラフィーが有望視されている。なお、ここで、EUV光とは軟X線領域又は真空紫外線領域の波長帯の光を指し、具体的には波長が0.2～100nm程度の光のことである。

[0003] このEUVリソグラフィーにおいて用いられる反射型マスクは、ガラスやシリコンなどの基板上に、EUV光を反射する多層反射膜及びEUV光を吸収する吸収体膜が順次形成され、その吸収体膜と多層反射膜との間に、吸収体膜に転写パターンを形成する際に多層反射膜を保護するための保護膜が形成された構造をとっているのが一般的である。

[0004] 前記の通り、吸収体膜には所定の転写パターンが形成されている。パターン転写を行う露光機において、反射型マスクに入射した光は、吸収体膜パタ

ーンのある部分では吸収され、吸収体膜パターンのない部分では多層反射膜により反射される。そして反射された光像が反射光学系を通してシリコンウエハ等の被転写体上に転写される。

[0005] 前記吸収体膜における転写パターンの形成には、例えば、基板上に前記多層反射膜、保護膜及び吸収体膜がこの順に形成されてなるEUV反射型マスクブランクの吸収体膜上にレジストパターンを形成し、当該レジストパターンをマスクとして吸収体膜をドライエッチング等でエッチングし、レジストパターンを除去する方法がとられる（たとえば吸収体膜がTa系材料の場合、Cl系ガスのドライエッチングで吸収体膜パターンを形成する。）。

[0006] このような方法においては、吸収体膜パターンの形成の完全を期するため、若干のオーバーエッチングを行うため、吸収体膜の下の膜もエッチングを受けることになる。そこで、エッチングによる多層反射膜表面の損傷を防止するために、一般的に多層反射膜上に保護膜が設けられているが、この保護膜として、Ruからなる保護膜が提案されている（特許文献1）。さらに、多層反射膜表層のSi層と保護膜との間での拡散層形成（多層反射膜の反射率減少につながる）を抑制する観点から、RuにZrやBを添加したRu合金からなる保護膜が提案されている（特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2002-122981号公報

特許文献2：特開2008-016821号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 通常、EUV反射型マスクの製造工程において、吸収体膜パターンを形成した後に、レジスト除去等のために酸性やアルカリ性の水溶液（薬液）を用いたウェット洗浄が行われる。また、半導体装置の製造においても、露光時に反射型マスクに付着した異物を除去するため、薬液を用いたウェット洗浄

が行われる。これらの洗浄は、反射型マスクの異物等の汚染状況に応じて、ある程度の清浄度が得られるまで複数回行われる。

[0009] ここで、特許文献 1、2 に記載の Ru 保護膜や Ru-(Zr, B) の Ru 合金保護膜は、マスク洗浄後の減膜が著しく、場合によっては保護膜すべてが消失してしまうという問題が発生する。

[0010] 本発明者らはこの保護膜の減膜又は消失について検討し、吸収体膜パターン形成時に使用する C I 系ガスにより Ru 塩化物又は Ru-(Zr, B) 塩化物が生成し、それに引き続く薬液洗浄により、前記 Ru 塩化物又は Ru-(Zr, B) 塩化物と共に、Ru 保護膜又は Ru-(Zr, B) 保護膜が減膜若しくは消失することを SEM 写真により確認した。

[0011] そこで本発明は、C I 系ガスを使用したドライエッチングが行われる E U V リソグラフィー用反射型マスクブランクの製造に使用される多層反射膜付き基板であって、前記ドライエッチング及びその後のウェット洗浄による保護膜の減損が非常に少ない多層反射膜付き基板を提供することを目的とする。

[0012] さらに本発明は、当該多層反射膜付き基板を使用して製造される E U V リソグラフィー用反射型マスクブランク、当該マスクブランクを利用した E U V リソグラフィー用反射型マスクの製造方法、並びに当該製造方法により得られたマスクを利用した半導体装置の製造方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明者らは上記課題を解決するために検討を行った結果、全率固溶体である合金を保護膜材料として使用すると、得られる保護膜は、C I 系ガスによるドライエッチング及びそれに引き続くウェット洗浄がなされても、その減損が非常に少ないことを見出し、本発明を完成するにいたった。

[0014] 本発明は、E U V リソグラフィー用反射型マスクブランクの製造に使用される多層反射膜付き基板であって、

該多層反射膜付き基板は、基板と、該基板上に形成された、E U V 光を反

射する多層反射膜と、該多層反射膜上に形成された、該多層反射膜を保護する保護膜とを有し、

該保護膜は、少なくとも2種の金属を含む合金からなり、該合金は全率固溶体であることを特徴とする多層反射膜付き基板を提供する。

[0015] 前記合金は、ルテニウム (Ru) とコバルト (Co) とからなる合金、ルテニウム (Ru) とレニウム (Re) とからなる合金、ニッケル (Ni) と銅 (Cu) とからなる合金、金 (Au) と銀 (Ag) とからなる合金、銀 (Ag) とスズ (Sn) とからなる合金、銀 (Ag) と銅 (Cu) とからなる合金又はゲルマニウム (Ge) とシリコン (Si) とからなる合金であることが好ましく、ルテニウム (Ru) とコバルト (Co) とからなる合金、ルテニウム (Ru) とレニウム (Re) とからなる合金、ニッケル (Ni) と銅 (Cu) とからなる合金又はゲルマニウム (Ge) とシリコン (Si) とからなる合金であることがより好ましく、ルテニウム (Ru) とコバルト (Co) とからなる合金又はルテニウム (Ru) とレニウム (Re) とからなる合金であることが特に好ましい。

[0016] 前記ルテニウム (Ru) とコバルト (Co) とからなる合金及びルテニウム (Ru) とレニウム (Re) とからなる合金において、ルテニウム (Ru) の前記合金中の含有量は、75原子%以上99.5原子%以下であることが好ましい。

[0017] 本発明は、前記多層反射膜付き基板と、当該基板における保護膜上に形成された、EUV光を吸収する吸収体膜とを有することを特徴とするEUVリソグラフィー用反射型マスクブランクを提供する。

[0018] 前記吸収体膜は、通常塩素 (Cl) 系ガスのドライエッチングでエッチング可能な材料からなり、タンタル (Ta) を含むタンタル化合物からなることが好ましい。

[0019] 本発明は、前記EUVリソグラフィー用反射型マスクブランクの前記吸収体膜を、塩素 (Cl) 系ガスによるドライエッチングでエッチングして、前記保護膜上に吸収体膜パターンを形成することを特徴とするEUVリソグラフィー用反射型マスクの製造方法を提供する。

[0020] さらに本発明は、前記EUVリソグラフィー用反射型マスクの製造方法に

より得られたEUVリソグラフィー用反射型マスクを使用して、被転写体に転写パターンを形成する工程を有することを特徴とする半導体装置の製造方法を提供する。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、C₁系ガスを使用したドライエッチングが行われるEUVリソグラフィー用反射型マスクブランクの製造に使用される多層反射膜付き基板であって、前記ドライエッチング及びその後のウェット洗浄による保護膜の減損が非常に少ない多層反射膜付き基板、当該多層反射膜付き基板を使用して製造されるEUVリソグラフィー用反射型マスクブランク、当該マスクブランクを利用したEUVリソグラフィー用反射型マスクの製造方法、並びに当該製造方法により得られたマスクを利用した半導体装置の製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の多層反射膜付き基板の模式図である。

[図2]本発明のEUVリソグラフィー用反射型マスクブランクの模式図である。

[図3]本発明のEUVリソグラフィー用反射型マスクの製造方法を示す模式図である。

[図4]パターン転写装置によりレジスト付き半導体基板にパターンを転写する工程を示す模式図である。

[図5]実施例における保護膜洗浄耐性評価の結果を示す図である。当該図における七つのバーは、それぞれ左から実施例試料1、実施例試料2、実施例試料3、実施例試料4、実施例試料5、比較例試料1及び比較例試料2の結果を示す。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明について詳細に説明する。

[0024] [多層反射膜付き基板]

<基板>

図1は、本発明の多層反射膜付き基板を示す模式図である。本発明の多層反射膜付き基板10に使用される基板1としては、露光時の熱による吸収体膜パターンの歪みを防止するため、低熱膨張係数（ $0 \pm 1.0 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ の範囲内、より好ましくは $0 \pm 0.3 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ の範囲内）を有し、平滑性及び平坦性並びに酸性やアルカリ性の水溶液に対する耐性に優れたものが好ましい。そのような基板1として、低熱膨張性のガラス、例えば $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ 系ガラス等が用いられる。その他には、 β 石英固溶体を析出した結晶化ガラスや、石英ガラス、シリコンや金属基板を用いることもできる。前記金属基板の例としては、インバー合金（Fe-Ni系合金）などが挙げられる。

[0025] 基板1は、 0.2 nm Rms 以下の平滑な表面と、 100 nm 以下の平坦度を有することが、多層反射膜付き基板10から得られるEUVリソグラフィ用反射型マスクにおいて高反射率及び高転写精度を得るために好ましい。また、基板1は、その上に形成される膜（多層反射膜2など）の膜応力による変形を防止するために、高い剛性を有していることが好ましい。特に基板1は、 65 GPa 以上の高いヤング率を有していることが好ましい。

[0026] なお、本明細書において平滑性を示す単位 Rms は、二乗平均平方根粗さであり、原子間力顕微鏡で測定することができる。また本明細書において平坦度は、TIR（Total Indicated Reading）で示される表面の反り（変形量）を表す値で、基板表面を基準として最小二乗法で定められる平面を焦平面とし、この焦平面より上にある基板表面の最も高い位置と、焦平面より下にある基板表面の最も低い位置との高低差の絶対値である。なお、本発明においては、平坦度は、 $142\text{ mm} \times 142\text{ mm}$ エリアでの測定値である。

[0027] <多層反射膜>

本発明の多層反射膜付き基板10においては、以上説明した基板1の上に多層反射膜2が形成されている。この膜2は、EUVリソグラフィ用反射型マスクにおいてEUV光を反射する機能を付与するものであり、屈折率の異なる元素が周期的に積層された多層膜の構成を取っている。

[0028] 多層反射膜 2 は E U V 光を反射する限りその材質は特に限定されないが、その単独での反射率は通常 65% 以上であり、上限は通常 73% である。このような多層反射膜 2 は、一般的には、重元素又はその化合物の薄膜と、軽元素又はその化合物の薄膜とが交互に 40 ～ 60 周期程度積層された多層膜である。

[0029] 例えば、波長 13 ～ 14 nm の E U V 光に対する多層反射膜 2 としては、Mo 膜と Si 膜を交互に 40 周期程度積層した Mo / Si 周期積層膜が好ましく用いられる。その他に、E U V 光の領域で使用される多層反射膜として、Ru / Si 周期多層膜、Mo / Be 周期多層膜、Mo 化合物 / Si 化合物周期多層膜、Si / Nb 周期多層膜、Si / Mo / Ru 周期多層膜、Si / Mo / Ru / Mo 周期多層膜、Si / Ru / Mo / Ru 周期多層膜などがある。

[0030] なお、多層反射膜 2 の材質や各構成膜の厚みは、露光波長により適宜選択すればよく、また前記厚みはブラッグの法則を満たすように選択される。また、多層反射膜 2 において基板 1 と接する膜をどの膜とするか、また多層反射膜 2 の上に形成される保護膜 3 と接する膜をどの膜とするかは、露光波長における反射率特性等を考慮して適宜選択される。

[0031] 多層反射膜 2 の形成方法は当該技術分野において公知であるが、例えば、マグネトロンスパッタリング法や、イオンビームスパッタ法などにより、各層を成膜することにより形成できる。上述した Mo / Si 周期多層膜の場合、例えばイオンビームスパッタ法により、まず Si ターゲットを用いて厚さ数 nm 程度の Si 膜を基板 1 上に成膜し、その後 Mo ターゲットを用いて厚さ数 nm 程度の Mo 膜を成膜し、これを一周期として、40 ～ 60 周期積層して、多層反射膜 2 を形成する。

[0032] <保護膜>

上記で形成された多層反射膜 2 の上に、E U V リソグラフィー用反射型マスクの製造工程におけるドライエッチングやウェット洗浄からの多層反射膜 2 の保護のため、保護膜 3 を形成することで、多層反射膜付き基板 10 とし

て完成する。

[0033] [発明が解決しようとする課題] にて説明したように、通常、EUV反射型マスクの製造工程及びその使用工程においては、C₁系ガスによるドライエッチング及び複数回にわたるウェット洗浄が行われる。ドライエッチングから多層反射膜を保護するための保護膜として、Ru保護膜やRu-(Zr, B)のRu合金保護膜が提案されているが、これらはマスク洗浄後の減膜が著しく、場合によっては保護膜3すべてが消失してしまい、多層反射膜2が損傷を受ける。これにより多層反射膜2の反射率や平坦性が損なわれ、反射型マスクにおいて優れた品質が達成できない。また反射型マスクはその使用工程においてもウェット洗浄を受けるので、当初の品質が優れていたとしても、それを維持することが非常に困難である。

[0034] 本発明者らは前述の通りこの保護膜の減膜又は消失について検討し、吸収体膜パターン形成時に使用するC₁系ガスにより塩化物が生成し、それに引き続く薬液洗浄により、前記塩化物と共に、Ru保護膜又はRu-(Zr, B)保護膜が減膜若しくは消失することを見出した。

[0035] そこで、ドライエッチングにより保護膜においてこのような塩化物が生成しない手段について検討を重ね、全率固溶体である、少なくとも2種の金属を含む合金を保護膜3として使用することによって、保護膜3の減損が非常に有効に抑制され、多層反射膜2の損傷を防ぐことができることを見出した。

[0036] 前記全率固溶体とは、液相状態でも固相状態でも各構成金属があらゆる濃度で溶け合う合金のことである。全率固溶体である合金は非常に安定なので、C₁系ガスを使用したドライエッチングによる塩素化を受けにくい。

[0037] 全率固溶体である合金としては、例えばルテニウム(Ru)とコバルト(Co)とからなる合金、ルテニウム(Ru)とレニウム(Re)とからなる合金、ニッケル(Ni)と銅(Cu)とからなる合金、金(Au)と銀(Ag)とからなる合金、銀(Ag)とスズ(Sn)とからなる合金、銀(Ag)と銅(Cu)とからなる合金及びゲルマニウム(Ge)とシリコン(Si)とからなる合金が挙げられる。

。

[0038] これらの合金が単独で保護膜 3 を形成していても、2 種以上の合金が併用されて保護膜 3 を形成していてもよい。

[0039] また、保護膜 3 においては、C I 系ガスを使用したドライエッチングによる塩素化を受けにくくし、ウェット洗浄による保護膜 3 の減膜若しくは消失の抑制効果が発揮される範囲で、保護膜 3 を構成する全率固溶体である合金に、酸素、窒素、水素、炭素等の元素が含まれていても構わない。

[0040] また、C I 系ガスを使用したドライエッチングによる塩素化を受けにくくし、ウェット洗浄による保護膜 3 の減膜若しくは消失の抑制効果が発揮される範囲で、保護膜 3 の極最表面に、全率固溶体である合金の酸化物、窒化物、水素化物、炭化物、酸化窒化物、酸化炭化物、酸化窒化炭化物等が形成されていても構わない。

[0041] 保護膜 3 は E U V リソグラフィー用反射型マスクにおいてその構成層として残存するため、E U V 光の吸収が低い（保護膜 3 が形成された状態において多層反射膜 2 の反射率が通常 63% 以上（通常 73% 未満）である）ことが好ましい。そのような観点からは、保護膜はルテニウム（Ru）とコバルト（Co）とからなる合金、ルテニウム（Ru）とレニウム（Re）とからなる合金、ニッケル（Ni）と銅（Cu）とからなる合金又はゲルマニウム（Ge）とシリコン（Si）とからなる合金であることがより好ましく、ルテニウム（Ru）とコバルト（Co）とからなる合金又はルテニウム（Ru）とレニウム（Re）とからなる合金であることが特に好ましい。

[0042] 本発明の多層反射膜付き基板から得られる E U V リソグラフィー用反射型マスクにおける E U V 光に対する高反射率の観点（反射率 63% 以上）から、前記ルテニウム（Ru）とコバルト（Co）とからなる合金又はルテニウム（Ru）とレニウム（Re）とからなる合金においては、Ru の前記合金中の含有量は、75 原子% 以上 99.5 原子% 以下であることが好ましく、90 原子% 以上 99.5% 以下であることがより好ましく、95 原子% 以上 99.5 原子% 以下であることが特に好ましい。この原子組成は、オージェ電子分光法に

より測定することができる。

[0043] 本発明は、保護膜3として少なくとも2種の金属を含む合金であって、全率固溶体であるものを使用するものであるが、当該合金からなる保護膜3の形成方法としては、従来公知の保護膜の形成方法と同様のものを特に制限なく採用することができる。そのような形成方法の例としては、マグネトロンスパッタリング法及びイオンビームスパッタ法が挙げられる。

[0044] そして、例えばこれらのスパッタリング法に用いられるスパッタリングターゲットの種類、組成を変更することによって、前記合金中の各構成金属の含有量を所望の値に調整することができる。

[0045] 保護膜3の厚みは特に制限されないが、多層反射膜2の反射率に大きく影響を与えず、かつドライエッチング及びそれに引き続くウェット洗浄から多層反射膜2を保護することができるように適宜設定され、例えば1～5 nmの範囲である。前記保護膜3の厚みは、スパッタリング法等におけるスパッタ量等により調整することができる。

[0046] 本発明の多層反射膜付き基板10においては、多層反射膜2が形成されている側とは反対側の基板1の主表面上に裏面導電膜を形成してもよい。裏面導電膜は、マスクブランク製造の際に多層反射膜付き基板10の支持手段として使用される静電チャックや、後述する本発明のEUVリソグラフィ用反射型マスクブランクのパターンプロセス時や露光時のマスクハンドリングの支持手段として使用される静電チャックに、多層反射膜付き基板又はマスクブランクを吸着させる目的や、多層反射膜2の応力補正の目的で形成される。

[0047] また、本発明の多層反射膜付き基板10においては、基板1と多層反射膜2との間に下地膜を形成してもよい。下地膜は、基板1の表面の平滑性向上の目的、欠陥低減の目的、多層反射膜2の光反射増強の目的、並びに多層反射膜2の応力補正の目的で形成される。

[0048] また、本発明の多層反射膜付き基板10としては、多層反射膜2や保護膜3上に、基板1や多層反射膜付き基板10の欠陥存在位置の基準となる基準

マークを、フォトリソグラフィーで形成する場合において、多層反射膜 2 や保護膜 3 上にレジスト膜を形成した態様も含まれる。

[0049] [EUVリソグラフィー用反射型マスクブランク]

図 2 は、本発明の EUV リソグラフィー用反射型マスクブランク 12 の模式図である。上述の本発明の多層反射膜付き基板 10 の保護膜 3 上に EUV 光を吸収する吸収体膜 4 を形成することによって、本発明のマスクブランク 12 が得られる。

[0050] これにドライエッチングを施すことにより所定の吸収体膜パターンを得て、光（本発明においては EUV 光）を反射する部分（保護膜 3 及びその下の多層反射膜 2 が露出している部分）及び光を吸収する部分（吸収体膜パターン）を有する EUV リソグラフィー用反射型マスクが得られる。

[0051] なお、多層反射膜付き基板 10 において、基板 1 の多層反射膜 2 と接する面と反対側の面には、前述の通り静電チャックの目的のために裏面導電膜を形成してもよい。裏面導電膜に求められる電気的特性は通常 $100\ \Omega/\square$ 以下である。裏面導電膜の形成方法は公知であり、例えばマグネトロンスパッタリング法やイオンビームスパッタ法により、クロム（Cr）、タンタル（Ta）等の金属や合金のターゲットを使用して形成することができる。裏面導電膜の厚みは前記目的を達成する限り特に限定されないが、通常 $10\sim 200\text{ nm}$ である。

[0052] 前記の EUV 光を吸収する機能を有し、エッチング等により除去が可能（好ましくは塩素（Cl）系ガスのドライエッチングでエッチング可能）である限り、吸収体膜 4 の構成材料は特に限定されない。そのような機能を有するものとして、タンタル（Ta）単体又は Ta を主成分として含むタンタル化合物を好ましく用いることができる。

[0053] 前記タンタル化合物は、通常 Ta の合金である。このような吸収体膜 4 の結晶状態は、平滑性及び平坦性の点から、アモルファス状又は微結晶の構造であることが好ましい。吸収体膜 4 表面が平滑・平坦でないと、吸収体膜パターンのエッジラフネスが大きくなり、パターンの寸法精度が悪くなること

がある。吸収体膜4の好ましい表面粗さは0.5nmRms以下であり、更に好ましくは0.4nmRms以下、0.3nmRms以下であれば更に好ましい。

[0054] 前記タンタル化合物としては、TaとBとを含む化合物、TaとNとを含む化合物、TaとBとを含み、更にOとNの少なくとも何れかを含む化合物、TaとSiとを含む化合物、TaとSiとNとを含む化合物、TaとGeとを含む化合物、TaとGeとNとを含む化合物、等を用いることが出来る。

[0055] TaはEUV光の吸収係数が大きく、また塩素系ガスで容易にドライエッチングすることが可能な材料であるため、吸光性と加工性に優れた吸収体膜材料である。さらにTaにBやSi、Ge等を加えることにより、アモルファス状の材料が容易に得られ、吸収体膜4の平滑性を向上させることができる。また、TaにNやOを加えれば、吸収体膜4の酸化に対する耐性が向上するため、経時的な安定性を向上させることが出来るという効果が得られる。

[0056] 一方吸収体膜4の成膜時の基板加熱温度や、成膜時のスパッタリングガス圧力を調整することにより吸収体膜材料を微結晶化することができる。

[0057] 以上説明した吸収体膜4は、露光光の波長に対し、吸収係数が0.025以上、更には0.030以上（通常0.080以下）であると、吸収体膜4の膜厚を小さくできる点で好ましい。

[0058] なお、吸収体膜4の膜厚は、露光光であるEUV光が十分に吸収できる厚みであればよいが、通常30～100nm程度である。

[0059] また、前記吸収体膜4は、マグネトロンスパッタリングなどのスパッタ法といった公知の方法で形成することが出来る。例えば、タンタルとホウ素を含むターゲットを用い、酸素或いは窒素を添加したアルゴンガスを用いたスパッタリング法で吸収体膜4を保護膜3上に成膜することができる。

[0060] [EUVリソグラフィー用反射型マスクの製造方法]

以上説明した本発明のEUVリソグラフィー用反射型マスクブランクを使

用して、EUVリソグラフィー用反射型マスクを製造することができる。その製造方法の模式図を図3に示す。

[0061] まず、前記マスクブランク12（図3（a））の吸収体膜4上にレジスト膜を形成し、これに所望のパターンを描画（露光）し、さらに現像・リンスすることによって、所定のレジストパターン5aを形成する。

[0062] このレジストパターン5aをマスクとして使用して、塩素系ガスによるドライエッチングを実施することにより、吸収体膜4のレジストパターン5aで被覆されていない部分がエッチングされ、吸収体膜パターン4aが保護膜3上に形成される（図3（b））。

[0063] この際、吸収体膜パターン4aの形成の完全を期すために、通常オーバーエッチングが行われて保護膜3もドライエッチングされるが、本発明においては全率固溶体である特定の合金を保護膜材料として使用しているため、保護膜3はエッチングガスに対して非常に安定で、その後のウェット洗浄（反射型マスクの使用工程におけるウェット洗浄を含む）で減膜若しくは消失がほとんどなく、つまり減損が非常に少ない。そのため保護膜3の下の多層反射膜2がダメージを受けるということがなく、優れた反射率が達成・維持される。

[0064] なお、前記塩素系ガスとしては、塩素単独のガス、塩素及び酸素を所定の割合で含む混合ガス、塩素及びヘリウムを所定の割合で含む混合ガス、塩素及びアルゴンを所定の割合で含む混合ガス、並びに塩素及び三塩化ホウ素を所定の割合で含む混合ガスが挙げられる。

[0065] そして、例えば、レジスト剥離液によりレジストパターン5aを除去した後、酸性やアルカリ性の水溶液を用いたウェット洗浄を行い、多層反射膜2がドライエッチング及び前記洗浄によりダメージを受けておらず、高い反射率を達成したEUVリソグラフィー用反射型マスク20が得られる（図3（c））。

[0066] この得られたEUVリソグラフィー用反射型マスク20については、通常、パターンの検査、修正が行われる。パターンの検査、修正後にも通常、上

述のウェット洗浄が行われる。ウェット洗浄の方法は除去する対象によって適宜選定する。ウェット洗浄としては、例えば、硫酸過水（S P M）、アンモニア過水（A P M）を使用した酸・アルカリ洗浄や、オゾン水、アンモニア添加水素水などを使用した機能水洗浄、スクラブ洗浄やMHzオーダーの超音波を利用したメガソニック洗浄などが挙げられる。

[0067] [半導体装置の製造方法]

以上説明した反射型マスクを使用したリソグラフィー技術により、半導体基板等の被転写体に前記マスクの吸収体膜パターンに基づく転写パターンを形成し、その他種々の工程を経ることで、半導体基板上に種々のパターン等が形成された半導体装置を製造することができる。

[0068] より具体的な例として、図4に示すパターン転写装置50により、EUVリソグラフィー用反射型マスク20を用いてレジスト付き半導体基板33にEUV光によってパターンを転写する方法を説明する。

[0069] 反射型マスク20を搭載したパターン転写装置50は、レーザープラズマX線源31、反射型マスク20、縮小光学系32等から概略構成される。縮小光学系32としては、X線反射ミラーを用いている。

[0070] 縮小光学系32により、反射型マスク20で反射されたパターンは通常1／4程度に縮小される。例えば、露光波長として13～14nmの波長帯を使用し、光路が真空になるように予め設定する。このような状態で、レーザープラズマX線源31から得られたEUV光を反射型マスク20に入射させ、ここで反射された光を縮小光学系32を通してレジスト付き半導体基板33上に転写する。

[0071] 反射型マスク20に入射した光は、吸収体膜パターン4aのある部分では、吸収体膜に吸収されて反射されず、一方、吸収体膜パターン4aのない部分に入射した光は多層反射膜2により反射される。このようにして、反射型マスク20から反射される光により形成される像が縮小光学系32に入射する。縮小光学系32を経由した露光光は、レジスト付き半導体基板33上のレジスト層に転写パターンを形成する。そして、この露光済レジスト層を現

像することによってレジスト付き半導体基板 3 3 上にレジストパターンを形成することができる。

[0072] そして前記レジストパターンをマスクとして使用してエッチング等を実施することにより、例えば半導体基板上に所定の配線パターンを形成することができる。

このような工程その他の必要な工程を経ることで、半導体装置が製造される。

実施例

[0073] [保護膜洗浄耐性評価]

(比較例試料 1)

大きさが 1 5 2 mm × 1 5 2 mm の $\text{TiO}_2\text{-SiO}_2$ ガラス (低熱膨張ガラス) 基板の両主表面を、コロイダルシリカの研磨砥粒を含む研磨液を使用して精密研磨・洗浄し、平坦度 0. 0 5 μm 、表面粗さ R_{ms} (二乗平均平方根粗さ) 0. 1 2 nm の基板を得た。この基板の主表面上に、マグネトロンスパッタリング法により Ru 保護膜を形成した。

[0074] 保護膜形成条件: Ru ターゲット、Ar ガス雰囲気にてスパッタリング、膜厚 1 4 nm。

[0075] (実施例試料 1)

比較例試料 1 と同様にして RuCo (Ru : 9 7 原子%、Co : 3 原子%) 保護膜を基板の主表面上に形成した。Ru 9 7 Co 3 ターゲット (数値は原子%割合) を使用した以外は、保護膜形成条件は比較例試料 1 と同じである。なお、保護膜を構成する各元素の組成は、オージェ電子分光分析法により測定された値である。以下、実施例試料 2 ~ 5、比較例試料 2 も同様である。

[0076] (実施例試料 2)

比較例試料 1 と同様にして RuCo (Ru : 9 0 原子%、Co : 1 0 原子%) 保護膜を基板の主表面上に形成した。Ru 9 0 Co 1 0 ターゲット (数値は原子%割合) を使用した以外は、保護膜形成条件は比較例試料 1 と同じ

である。

[0077] (実施例試料3)

比較例試料1と同様にしてRuCo (Ru : 75原子%、Co : 25原子%) 保護膜を基板の主表面上に形成した。Ru75Co25ターゲット (数値は原子%割合) を使用した以外は、保護膜形成条件は比較例試料1と同じである。

[0078] (実施例試料4)

比較例試料1と同様にしてRuCo (Ru : 50原子%、Co : 50原子%) 保護膜を基板の主表面上に形成した。Ru50Co50ターゲット (数値は原子%割合) を使用した以外は、保護膜形成条件は比較例試料1と同じである。

[0079] (実施例試料5)

比較例試料1と同様にしてRuRe (Ru : 97原子%、Re : 3原子%) 保護膜を基板の主表面上に形成した。Ru97Re3ターゲット (数値は原子%割合) を使用した以外は、保護膜形成条件は比較例試料1と同じである。

[0080] (比較例試料2)

比較例試料1と同様にしてRuZr (Ru : 80原子%、Zr : 20原子%) 保護膜 (RuZrは全率固溶体でない) を基板の主表面上に形成した。Ru80Zr20ターゲット (数値は原子%割合) を使用した以外は、保護膜形成条件は比較例試料1と同じである。

[0081] <評価方法>

上記比較例試料1～2、実施例試料1～5の保護膜表面に対して、Cl₂ガスによる全面スパッタエッチングを行った。全面スパッタエッチング条件は、ガス圧力 : 4 m Torr、処理時間15秒とした。

[0082] その後、各試料についてXRR (X線反射率測定) により保護膜の膜厚を測定した後、硫酸過水、アンモニア過水を使用してエッチング表面のウェット洗浄を行った。

尚、硫酸過水の洗浄条件は、硫酸（98質量%）と過酸化水素（30質量%）を混合比率4：1とした硫酸過水を使用し、温度90℃、時間20分とした。また、アンモニア過水の洗浄条件は、アンモニア（29質量%）と過酸化水素（30質量%）と水を混合比率1：1：5としたアンモニア過水を使用し、温度70℃、時間20分とした。

[0083] 次に、上記ウェット洗浄後の保護膜の膜厚をXRRにより測定して、ウェット洗浄による膜厚変化を測定し、各試料の保護膜洗浄耐性を評価した。

[0084] <評価結果>

比較例試料1及び2について、塩素ガスで全面スパッタエッチングした保護膜表面に塩化物生成層による膜厚増加を確認し、ウェット洗浄により、比較例試料1についてはRu保護膜が全部消失し（膜厚変化-14nm）、比較例試料2については膜厚変化は-6.0nmであった。

[0085] 一方実施例試料1～5の全率固溶体のRuCo、RuRe合金の場合、ウェット洗浄による実施例試料1～5の膜厚変化量は、実施例試料1（-1.0nm）、実施例試料2（-2.3nm）、実施例試料3（-2.9nm）、実施例試料4（-3.2nm）、実施例試料5（-1.8nm）であった。以上の結果を図5にまとめて示す。このように、実施例試料1～5の全率固溶体のRuCo、RuRe合金の場合では、膜厚変化は約3nm以下に抑えることができ、良好な結果が得られた。

[0086] [実施例1] 多層反射膜付き基板の作製

大きさが152mm×152mmのTiO₂-SiO₂ガラス（低熱膨張ガラス）基板の両主表面を、コロイダルシリカの研磨砥粒を含む研磨液を使用して精密研磨・洗浄し、平坦度0.05μm、表面粗さRms（二乗平均平方根粗さ）0.12nmの基板を得た。この基板の主表面上に、イオンビームスパッタリング法（Moターゲット、Siターゲット）により多層反射膜を形成した。

[0087] 多層反射膜：Si（4.2nm）/Mo（2.8nm）を1周期として40周期（Si）膜が基板の主表面に接している：総膜厚280nm

[0088] 形成された多層反射膜上に、実施例試料1のRuCo保護膜（Ru：97原子%、Co：3原子%）をマグネトロンスパッタリング法により形成し、多層反射膜付き基板を得た。なお、保護膜の膜厚は2.5nmであった。

[0089] この多層反射膜付き基板についてEUV光（波長13.5nm）の反射率をEUV反射率測定装置により測定したところ、反射率は66%と高反射率であった。

[0090] [実施例2]

保護膜をRuCo（Ru：90原子%、Co：10原子%）、膜厚2.5nmとした以外は、実施例1と同様にして多層反射膜付き基板を形成した。そのEUV光の反射率は65%であった。

[0091] [実施例3]

保護膜をRuCo（Ru：75原子%、Co：25原子%）、膜厚2.5nmとした以外は、実施例1と同様にして多層反射膜付き基板を形成した。そのEUV光の反射率は64%であった。

[0092] [実施例4]

保護膜をRuRe（Ru：97原子%、Re：3原子%）、膜厚2.5nmとした以外は、実施例1と同様にして多層反射膜付き基板を形成した。そのEUV光の反射率は65%であった。

[0093] [実施例5] 反射型マスクブランクの作製

実施例1～4で作製された多層反射膜付き基板の、多層反射膜が形成された側と反対側の基板主表面上に、裏面導電膜をマグネトロンスパッタリング法により形成した。

裏面導電膜形成条件：Crターゲット、Ar+N₂ガス雰囲気（Ar：N₂=90%：10%）、膜組成（Cr：90原子%、N：10原子%）、膜厚20nm。

[0094] 続いて保護膜上に吸収体膜（TaBN膜）をマグネトロンスパッタリング法により形成し、反射型マスクブランクを得た。

TaBN膜形成条件：TaBターゲット（Ta：B=80：20）、Xe+

N₂雰囲気 (Xe : N₂ = 90% : 10%)、膜組成 (Ta : 80原子%、B : 10原子%、N : 10原子%)、膜厚 65 nm

[0095] [実施例 6] 反射型マスクの作製

実施例 5 で得られた反射型マスクブランクの吸収体膜上に、スピンコート法によりレジストを塗布、加熱・冷却してレジスト膜 (膜厚 120 nm) を形成した。

[0096] レジスト膜に所定のパターンを描画・現像して、レジストパターンを形成した。このレジストパターンをマスクにして、Cl₂ガスによるドライエッチングにより、TaBN膜である吸収体膜をパターンニングした。レジスト剥離液によるレジスト膜の除去後、上述のウェット洗浄を行い、反射型マスクを作製した。

[0097] 実施例 1 ～ 4 の多層反射膜付き基板から作製した反射型マスクのいずれも、保護膜の消失は確認されず、EUV光の反射率もすべて64%以上と高反射率を維持していた。ウェット洗浄を3回繰り返しても反射率について同じ結果が得られた。

従って、この実施例 1 ～ 4 の反射型マスクを使用して、パターン転写装置を使用したリソグラフィプロセスを行った場合、多層反射膜を構成する各膜表面および保護膜表面におけるEUV光の反射と、吸収体膜パターンにおけるEUV光の吸収との間で高いコントラストを維持できるので、例えば所望の回路パターンを有する半導体装置を作製することができる。

[0098] [比較例 1]

実施例 6 において、保護膜として比較例試料 1 及び 2 を用いてそれぞれ反射型マスクを作製したところ、マスクにおいて保護膜はすべて消失しており、マスクのEUV光の反射率も、多層反射膜へのダメージにより、60%に低下していた。

符号の説明

- [0099] 1 基板
2 多層反射膜

- 3 保護膜
- 4 吸収体膜
- 4 a 吸収体膜パターン
- 5 a レジストパターン
- 1 0 多層反射膜付き基板
- 1 2 E U V リソグラフィー用反射型マスクブランク
- 2 0 反射型マスク
- 3 1 レーザープラズマ X 線源
- 3 2 縮小光学系
- 3 3 レジスト付き半導体基板
- 5 0 パターン転写装置

請求の範囲

[請求項1] E U V リソグラフィー用反射型マスクブランクの製造に使用される多層反射膜付き基板であって、

該多層反射膜付き基板は、基板と、該基板上に形成された、E U V 光を反射する多層反射膜と、該多層反射膜上に形成された、該多層反射膜を保護する保護膜とを有し、

該保護膜は、少なくとも2種の金属を含む合金からなり、該合金は全率固溶体であることを特徴とする多層反射膜付き基板。

[請求項2] 前記合金は、

ルテニウム (Ru) とコバルト (Co) とからなる合金、ルテニウム (Ru) とレニウム (Re) とからなる合金、ニッケル (Ni) と銅 (Cu) とからなる合金、金 (Au) と銀 (Ag) とからなる合金、銀 (Ag) とスズ (Sn) とからなる合金、銀 (Ag) と銅 (Cu) とからなる合金又はゲルマニウム (Ge) とシリコン (Si) とからなる合金であることを特徴とする請求項1に記載の多層反射膜付き基板。

[請求項3] 前記合金は、

ルテニウム (Ru) とコバルト (Co) とからなる合金、ルテニウム (Ru) とレニウム (Re) とからなる合金、ニッケル (Ni) と銅 (Cu) とからなる合金又はゲルマニウム (Ge) とシリコン (Si) とからなる合金であることを特徴とする請求項1又は2に記載の多層反射膜付き基板。

[請求項4] 前記ルテニウム (Ru) とコバルト (Co) とからなる合金及びルテニウム (Ru) とレニウム (Re) とからなる合金において、ルテニウム (Ru) の前記合金中の含有量が、75原子%以上99.5原子%以下であることを特徴とする請求項2又は3に記載の多層反射膜付き基板。

[請求項5] 前記合金は、

ルテニウム (Ru) とコバルト (Co) とからなる合金又はルテニウム (Ru) とレニウム (Re) とからなる合金であることを特徴とする請求

項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の多層反射膜付き基板。

[請求項6] 請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の多層反射膜付き基板と、当該基板における保護膜上に形成された、EUV 光を吸収する吸収体膜とを有することを特徴とする EUV リソグラフィー用反射型マスクブランク。

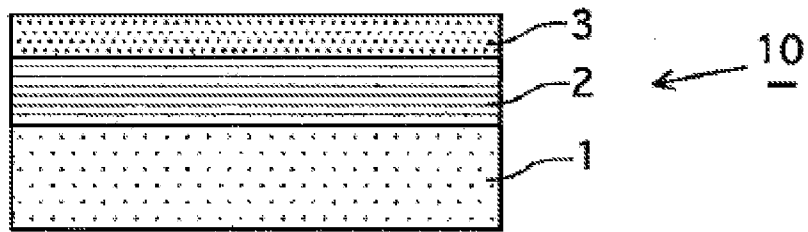
[請求項7] 前記吸収体膜は、塩素 (Cl) 系ガスのドライエッチングでエッチング可能な材料からなることを特徴とする請求項 6 に記載の EUV リソグラフィー用反射型マスクブランク。

[請求項8] 前記吸収体膜は、タンタル (Ta) を含むタンタル化合物からなることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の EUV リソグラフィー用反射型マスクブランク。

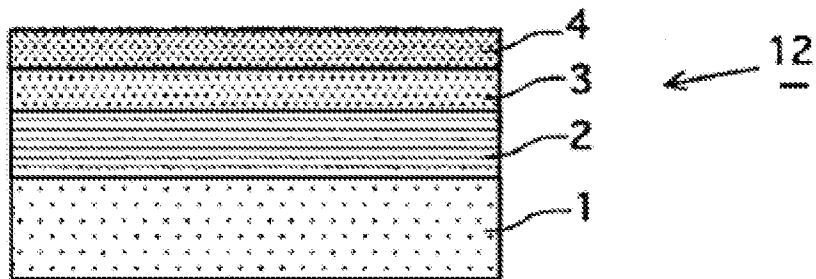
[請求項9] 請求項 6 乃至 8 の何れか一項に記載の EUV リソグラフィー用反射型マスクブランクの前記吸収体膜を、塩素 (Cl) 系ガスによるドライエッチングでエッチングして、前記保護膜上に吸収体膜パターンを形成することを特徴とする EUV リソグラフィー用反射型マスクの製造方法。

[請求項10] 請求項 9 に記載の EUV リソグラフィー用反射型マスクの製造方法により得られた EUV リソグラフィー用反射型マスクを使用して、被転写体に転写パターンを形成する工程を有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

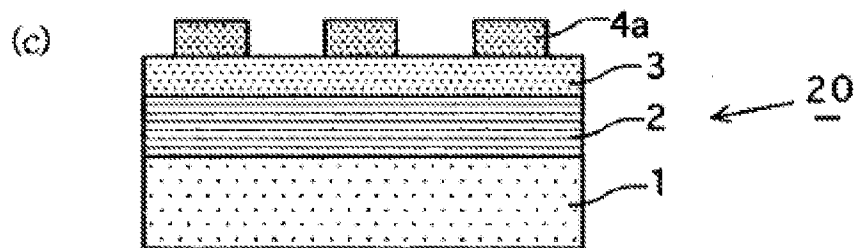
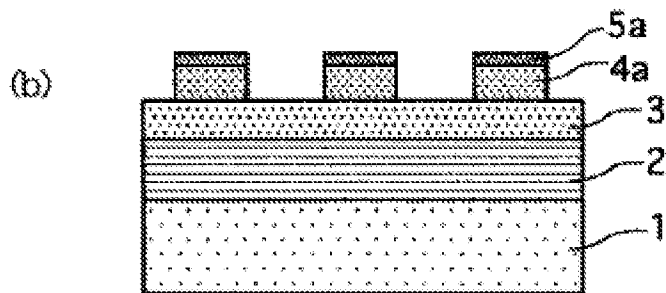
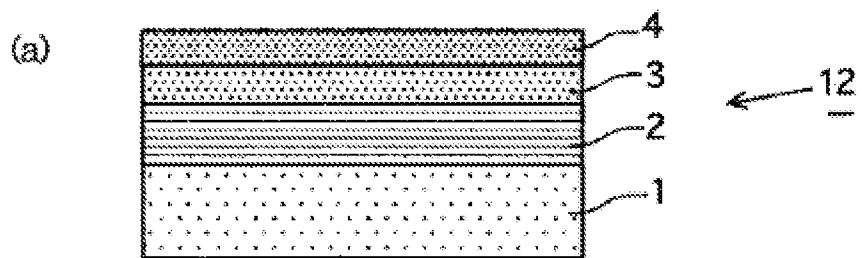
[図1]



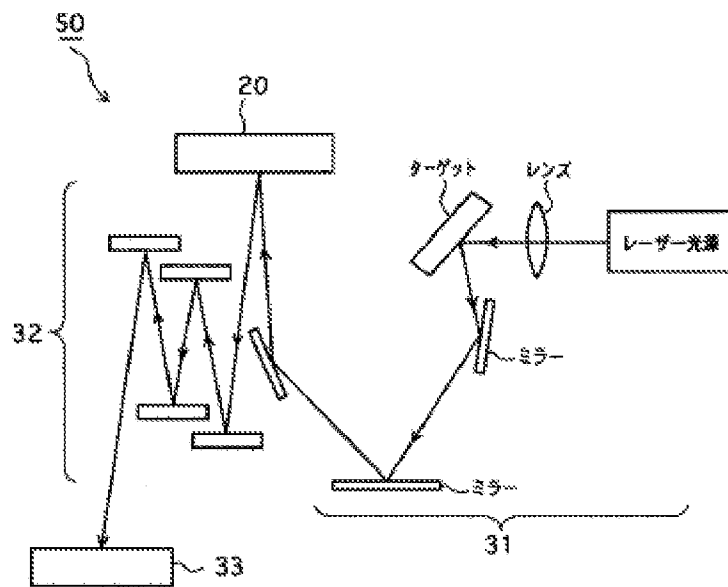
[図2]



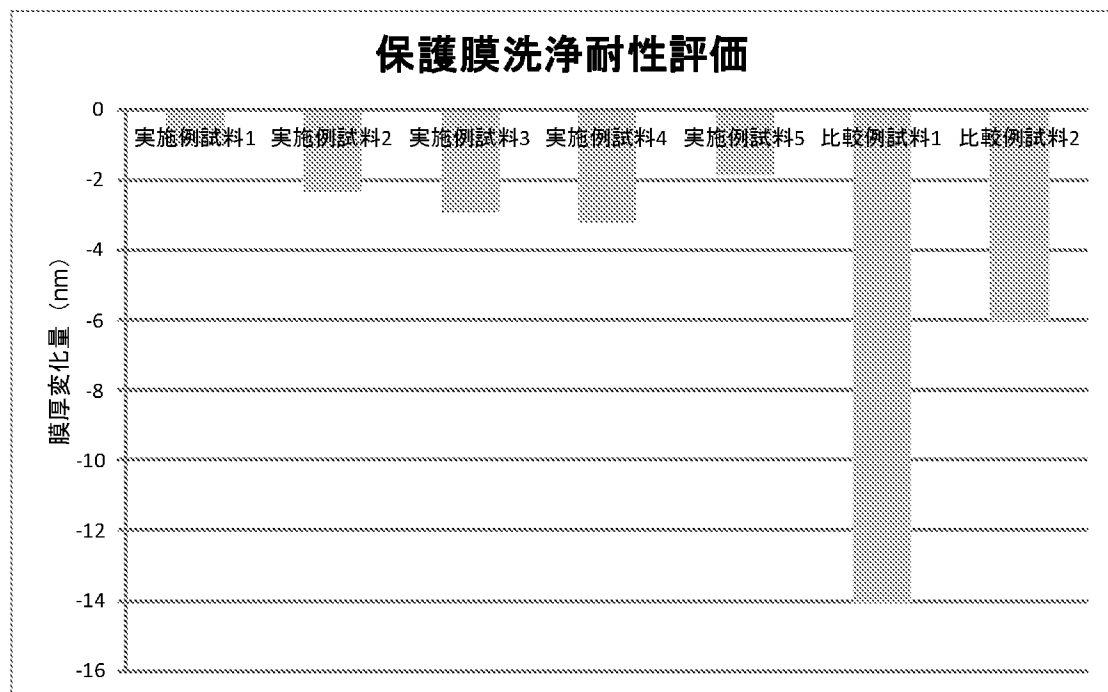
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/057957

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, G03F1/24(2012.01)i, G03F1/48(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L21/027, G03F1/24, G03F1/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-192693 A (Hoya Corp.), 29 September 2011 (29.09.2011), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0093] to [0095]) (Family: none)	1-10
A	JP 2004-171034 A (Hoya Corp.), 17 June 2004 (17.06.2004), entire text; all drawings (particularly, claims 1, 4; paragraph [0025]) (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 June, 2013 (05.06.13)Date of mailing of the international search report
18 June, 2013 (18.06.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/057957

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-294840 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), entire text; all drawings (particularly, claim 1; paragraph [0030]) & US 2009/0042110 A1 & EP 2015139 A1 & WO 2007/116562 A1 & KR 10-2008-0104267 A & CN 101336394 A	1-10
A	JP 2002-353123 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 06 December 2002 (06.12.2002), entire text; all drawings (particularly, claims 1 to 2) (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/027 (2006.01)i, G03F1/24 (2012.01)i, G03F1/48 (2012.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/027, G03F1/24, G03F1/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-192693 A (HOYA株式会社) 2011.09.29, 全文全図（特に【0093】-【0095】）（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2004-171034 A (HOYA株式会社) 2004.06.17, 全文全図（特に【請求項1】、【請求項4】及び【0025】）（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2007-294840 A (凸版印刷株式会社) 2007.11.08, 全文全図（特に【請求項1】、【0030】） & US 2009/0042110 A1 & EP 2015139 A1 & WO 2007/116562 A1 & KR 10-2008-0104267 A & CN 101336394 A	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

関口 英樹

2 M

4 8 4 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-353123 A (凸版印刷株式会社) 2002. 12. 06, 全文全図 (特に【請求項 1】－【請求項 2】) (ファミリーなし)	1-10