

(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
2023年7月20日(20.07.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/136183 A1

(51) 国際特許分類:
G03F 1/24 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/048684

(22) 国際出願日: 2022年12月28日(28.12.2022)

(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 2022-003847 2022年1月13日(13.01.2022) JP

(71) 出願人: A G C 株式会社 (AGC INC.) [JP/JP];
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 田 邊 容 由 (TANABE Hiroyoshi);
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁 理 士 法 人 栄 光 事 務 所 (EIKOH, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目

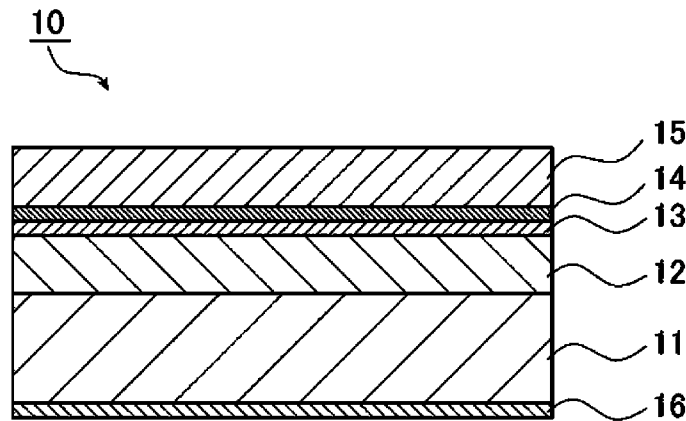
目 7 番 1 3 号 虎 ノ 門 イ ー ス ト ビ ル デ
ィ ン グ 1 0 階 Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: REFLECTION-TYPE MASK BLANK, REFLECTION-TYPE MASK, AND METHOD FOR PRODUCING REFLECTION-TYPE MASK

(54) 発明の名称: 反射型マスクブランク、反射型マスク、反射型マスクの製造方法



(57) Abstract: The present invention relates to a reflection-type mask blank comprising a substrate and a multi-layer reflection film capable of reflecting EUV light, an intermediate film, a protection film and an absorbent film provided on the substrate in this order, in which the intermediate film is at least one selected from the group consisting of a silicon nitride film, a silicon oxide film and a silicon oxynitride film, and the thickness of the intermediate film is 7 to 11 nm.

(57) 要約: 本発明は、基板上に、EUV光を反射する多層反射膜と、中間膜と、保護膜と、吸収体膜とをこの順に有する反射型マスクブランクであって、中間膜が、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜、および、シリコン酸窒化膜からなる群から選択される1種であり、中間膜の膜厚が、7～11nmである、反射型マスクブランクに関する。

[続葉有]

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：

反射型マスクブランク、反射型マスク、反射型マスクの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造の露光プロセスで使用されるEUV（Extreme Ultra Violet：極端紫外）露光に用いられる反射型マスクおよびその製造方法、ならびに、反射型マスクの原板である反射型マスクブランクに関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの更なる微細化のために、光源として中心波長13.5nm付近のEUV光を使用したEUVリソグラフィが検討されている。

[0003] EUV露光では、EUV光の特性から、反射光学系ならびに反射型マスクが用いられる。反射型マスクは、基板上にEUV光を反射する多層反射膜が形成され、多層反射膜上にEUV光を吸収する吸収体膜がパターンニングされている。多層反射膜と吸収体膜の間には、マスクパターンを形成する際のエッチングから多層反射膜を保護するための保護膜が形成されることも多い（特許文献1）。

[0004] 露光装置の照明光学系より反射型マスクに入射したEUV光は、吸収体膜の無い部分（開口部）では反射され、吸収体膜の有る部分（非開口部）では吸収される。結果として、マスクパターンが露光装置の縮小投影光学系を通してウエハ上にレジストパターンとして転写され、その後の処理が実施される。

[0005] 一方、EUV光の光源から発せられる電磁波には、EUV光以外の紫外光も含まれ得る。上記EUV光以外の紫外光波長域の光は、OOB（Out of Band）光と呼ばれている。レジストパターンの形成に用いるレジストは、EUV光だけでなく上記OOB光にも感光性を有することが多く、特に、波長150～300nmの紫外光（以下、「レジスト感光性紫外光」

ともいう。)に対する感光性が高い。

非開口部におけるレジスト感光性紫外光の反射率は、上記吸収体膜上に低反射膜を設けることで低下させることができるが、開口部においては、多層反射膜によってレジスト感光性紫外光の反射が発生し得る。図2に、非特許文献1より引用した、Ru保護膜を有する多層反射膜の波長10～400nmにおける反射率を示す。Ru保護膜を有する多層反射膜は波長13.5nm付近のEUV光で65%程度の反射率を持つ一方、EUV光以外に波長150nm以上の紫外光でも反射率が高い。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特開2006-332153号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：S. A. George他、Proc. SPIE 巻7636、763626（2010）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上記のような開口部における、多層反射膜によるレジスト感光性紫外光の反射が発生すると、レジスト感光性紫外光は、EUV光の投影露光時にウエハ上で結像しないものの、レジスト全体を露光してレジストパターンの形状を悪化させ得る。

したがって、開口部、すなわち吸収体膜が存在しない領域における、レジスト感光性紫外光の反射が抑制された反射型マスクの開発が望まれていた。

また、反射型マスクは、EUV光の反射率が高いことが求められる。

[0009] 特許文献1では、保護膜と多層反射膜との間に熱拡散抑制膜を設けた反射型マスクブランクが開示されている。上記熱拡散抑制膜の膜厚は、0.5～2.5nmが適当とされており、上記マスクブランクを用いて形成された反射型マスクでは、レジスト感光性紫外光の反射の抑制が十分でなかった。

[0010] そこで、本発明は、反射型マスクを作製した際に、EUV光の反射の低減が抑制され、かつ、レジスト感光性紫外光の反射の抑制が達成される、反射型マスクブランクの提供を課題とする。

また、本発明は、上記反射型マスクブランクを用いた反射型マスクの製造方法、および、反射型マスクの提供も課題とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者らは、上記課題について鋭意検討した結果、多層反射膜と保護膜との間に、膜厚が7～11nmである、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜、および、シリコン酸窒化膜からなる群から選択される1種の間膜を設けることにより、上記課題が達成されることを見出し、本発明を完成させるに至った。

[0012] すなわち、発明者らは、以下の構成により上記課題が解決できることを見出した。

〔1〕 基板上に、EUV光を反射する多層反射膜と、中間膜と、保護膜と、吸収体膜とをこの順に有する反射型マスクブランクであって、

上記中間膜が、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜、および、シリコン酸窒化膜からなる群から選択される1種であり、

上記中間膜の膜厚が、7～11nmである、反射型マスクブランク。

〔2〕 上記吸収体膜の上記保護膜側とは反対側にハードマスク膜を有し、

上記ハードマスク膜を構成する材料が、クロムおよびシリコンのいずれかの材料であるか、クロムと、酸素、窒素、炭素および水素からなる群から選択される1種以上の元素とを含む材料であるか、シリコンと、酸素、窒素、炭素および水素からなる群から選択される1種以上の元素とを含む材料である、〔1〕に記載の反射型マスクブランク。

〔3〕 上記吸収体膜が、ルテニウム金属単体であるか、

ルテニウム、タンタル、および、スズからなる群から選択される1種以上の元素と、クロム、金、白金、レニウム、ハフニウム、チタン、シリコン、

ニオブ、酸素、窒素、ホウ素、および、水素からなる群から選択される１種以上の元素とを含む、〔１〕に記載の反射型マスクブランク。

〔４〕 上記保護膜が、ルテニウム、および、ロジウムからなる群から選択される少なくとも１つの元素を含む、〔１〕に記載の反射型マスクブランク。

〔５〕 〔１〕～〔４〕のいずれか１つに記載の反射型マスクブランクの上記吸収体膜をパターンニングして形成される吸収体膜パターンを有する反射型マスク。

〔６〕 〔１〕～〔４〕のいずれか１つに記載の反射型マスクブランクの上記吸収体膜をパターンニングする工程を含む、反射型マスクの製造方法。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、反射型マスクを作製した際に、ＥＵＶ光の反射の低減が抑制され、かつ、レジスト感光性紫外光の反射の抑制が達成される、反射型マスクブランクを提供できる。

また、本発明によれば、反射型マスクブランクを用いた反射型マスクの製造方法、および、反射型マスクも提供できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図１]図１は、本実施形態の反射型マスクブランクの態様の一例を示す模式図である。

[図２]図２は、非特許文献１から引用した多層反射膜の波長１０～４００ｎｍにおける反射率を示すグラフである。

[図３]図３は、本実施形態の反射型マスクブランクの態様の一例を示す模式図である。

[図４]図４の（ａ）～図４の（ｂ）は、本実施形態の反射型マスクブランクを用いた反射型マスクの製造工程の一例を示す模式図である

[図５]図５は、Ｒｕ保護膜、中間膜および多層反射膜を有する積層体の１８０ｎｍの紫外線の反射率をシミュレーションしたグラフである。

[図６]図６は、Ｒｕ保護膜、中間膜および多層反射膜を有する積層体のＥＵＶ

光の反射率をシミュレーションしたグラフである。

[図7]図7は、Rh保護膜、中間膜および多層反射膜を有する積層体の180nmの紫外線の反射率をシミュレーションしたグラフである。

[図8]図8は、Rh保護膜、中間膜および多層反射膜を有する積層体のEUV光の反射率をシミュレーションしたグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明について詳細に説明する。

以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様に基づいてなされる場合があるが、本発明はそのような実施態様に制限されない。

本明細書における各記載の意味を示す。

本明細書において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

本明細書において、水素、ホウ素、炭素、窒素、酸素、フッ素、シリコン、塩素、チタン、クロム、ニオブ、ルテニウム、ロジウム、スズ、ハフニウム、タンタル、白金、金等の元素は、それぞれ対応する元素記号（H、B、C、N、O、F、Si、Cl、Ti、Cr、Nb、Ru、Rh、Sn、Hf、Ta、PtおよびAu等）で表す場合がある。

[0016] <反射型マスクブランク>

本実施形態の反射型マスクブランクは、基板上に、EUV光を反射する多層反射膜と、中間膜と、保護膜と、吸収体膜とをこの順に有する。また、中間膜が、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜、および、シリコン酸窒化膜からなる群から選択される1種であり、中間膜の膜厚が、7～11nmである。

本実施形態の反射型マスクブランクについて、図面を参照しながら説明する。

[0017] 図1は、本実施形態の反射型マスクブランクの態様の一例を示す断面図である。図1に示す反射型マスクブランク10は、基板11、多層反射膜12、中間膜13、保護膜14、および、吸収体膜15をこの順に有し、基板11の多層反射膜12側とは反対側の面に、裏面導電膜16を有する。

図 1 に示す反射型マスクブランク 10 は、裏面導電膜 16 を有する態様だが、裏面導電膜 16 を有さない態様であってもよい。

また、本実施形態の反射型マスクブランク 10 a は、図 3 に示すように、基板 11、多層反射膜 12、中間膜 13、保護膜 14、吸収体膜 15、および、ハードマスク膜 17 をこの順に有し、基板 11 の多層反射膜 12 とは反対側の面に、裏面導電膜 16 を有する態様であってもよい。なお、図 3 に示す反射型マスクブランク 10 a は、裏面導電膜 16 を有する態様だが、裏面導電膜 16 を有さない態様であってもよい。

[0018] ここで、上記反射型マスクブランク 10 を用いて吸収体膜 15 をパターンニングして反射型マスクを作製した際に、保護膜 14 が露出した領域においては、レジスト感光性紫外光（波長 150～300 nm の紫外光）が反射し得る。

反射型マスクからのレジスト感光性紫外光の反射光は、露出した保護膜 14 の表面と、多層反射膜 12（主に中間膜 13 との界面）とで生じると考えられる。中間膜 13 が上記態様である場合、中間膜はレジスト感光性紫外光に対して透明であるため、上記生じたレジスト感光性紫外光の反射光同士が干渉し、反射が抑制される。また、同時に、中間膜 13 が上記態様である場合、多層反射膜 12 が有する EUV 光の反射率を維持できる。

[0019] 以下、本実施形態の反射型マスクブランクが有する構成について説明する。

なお、以下、反射型マスクを作製した際に、吸収体膜がない領域（保護膜が露出した領域）において、EUV 光の反射の低減が抑制されることを、「EUV 光の反射率に優れる」ともいう。また、反射型マスクを作製した際に、吸収体膜がない領域（保護膜が露出した領域）においてレジスト感光性紫外光の反射が抑制されることを、「レジスト感光性紫外光の低反射性に優れる」ともいう。

[0020] （基板）

本実施形態の反射型マスクブランクが有する基板は、熱膨張係数が小さい

ことが好ましい。基板の熱膨張係数が小さい方が、EUV光による露光時の熱により、吸収体膜パターンに歪みが生じることを抑制できる。

基板の熱膨張係数は、 20°C において、 $0 \pm 1.0 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ が好ましく、 $0 \pm 0.3 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ がより好ましい。

熱膨張係数が小さい材料としては、 $\text{SiO}_2\text{--TiO}_2$ 系ガラス等が挙げられるが、これに限定されず、 β 石英固溶体を析出した結晶化ガラス、石英ガラス、金属シリコン、および、金属等の基板も使用できる。

$\text{SiO}_2\text{--TiO}_2$ 系ガラスは、 SiO_2 を90～95質量%、 TiO_2 を5～10質量%含む石英ガラスを用いることが好ましい。 TiO_2 の含有量が5～10質量%であると、室温付近での線膨張係数が略ゼロであり、室温付近での寸法変化がほとんど生じない。なお、 $\text{SiO}_2\text{--TiO}_2$ 系ガラスは、 SiO_2 および TiO_2 以外の微量成分を含んでもよい。

[0021] 基板の多層反射膜が積層される側の面（以下、「第1主面」ともいう。）は、高い表面平滑性を有することが好ましい。第1主面の表面平滑性は、表面粗さで評価できる。第1主面の表面粗さは、二乗平均平方根粗さ R_q で、 0.15 nm 以下が好ましい。なお、表面粗さは、原子間力顕微鏡で測定でき、表面粗さは、JIS B0601：2013に基づく二乗平均平方根粗さ R_q として説明する。

[0022] 第1主面は、反射型マスクブランクを用いて得られる反射型マスクのパターン転写精度および位置精度を高められる点で、所定の平坦度となるように表面加工されることが好ましい。基板は、第1主面の所定の領域（例えば、 $132\text{ mm} \times 132\text{ mm}$ の領域）において、平坦度は、 100 nm 以下が好ましく、 50 nm 以下がより好ましく、 30 nm 以下がさらに好ましい。平坦度は、例えば、富士フイルム社製の平面測定用干渉計によって測定できる。

基板の大きさおよび厚さ等は、マスクの設計値等により適宜決定される。例えば、外形は6インチ（ 152 mm ）角、および、厚さは0.25インチ（ 6.3 mm ）等が挙げられる。

[0023] さらに、基板は、基板上に形成される膜（多層反射膜、吸収体膜等）の膜応力による変形を防止する点で、高い剛性を有することが好ましい。例えば、基板のヤング率は、65 GPa以上が好ましい。

[0024] （多層反射膜）

本実施形態の反射型マスクブランクが有する多層反射膜は、EUVマスクブランクの反射層として所望の特性を有する限り特に限定されない。多層反射膜は、EUV光に対して高い反射率を有することが好ましく、具体的には、EUV光が入射角 6° で多層反射膜の表面に入射した際、波長13.5 nm付近のEUV光の反射率の最大値は、60%以上が好ましく、65%以上がより好ましい。また、多層反射膜の上に、保護膜が積層されている場合でも、同様に、波長13.5 nm付近のEUV光の反射率の最大値は、60%以上が好ましく、65%以上がより好ましい。

[0025] 多層反射膜は、高いEUV光の反射率を達成できることから、通常はEUV光に対して高い屈折率を示す高屈折率層と、EUV光に対して低い屈折率を示す低屈折率層とを交互に複数回積層させた多層反射膜が用いられる。

多層反射膜は、高屈折率層と低屈折率層とを基板側からこの順に積層した積層構造を1周期として複数周期積層してもよいし、低屈折率層と高屈折率層とをこの順に積層した積層構造を1周期として複数周期積層してもよい。

[0026] 高屈折率層としては、Siを含む層を用いることができる。Siを含む材料としては、Si単体の他に、Siに、B、C、N、およびOからなる群から選択される1種以上を含むSi化合物を用いることができる。Siを含む高屈折率層を用いることによって、EUV光の反射率に優れた反射型マスクが得られる。

低屈折率層としては、Mo、Ru、Rh、およびPtからなる群から選択される金属、またはこれらの合金を含む層を用いることができる。

上記高屈折率層には、Siが広く使用され、低屈折率層にはMoが広く使用される。すなわち、Mo/Si多層反射膜が最も一般的である。但し、多層反射膜はこれに限定されず、Ru/Si多層反射膜、Mo/Be多層反射

膜、Mo化合物/Si化合物多層反射膜、Si/Mo/Ru多層反射膜、Si/Mo/Ru/Mo多層反射膜、Si/Ru/Mo/Ru多層反射膜も使用できる。

[0027] 多層反射膜を構成する各層の膜厚および層の繰り返し単位の数、使用する膜材料および反射層に要求されるEUV光の反射率に応じて適宜選択できる。Mo/Si多層反射膜を例にとると、EUV光の反射率の最大値が60%以上の多層反射膜とするには、膜厚 2.3 ± 0.1 nmのMo膜と、膜厚 4.5 ± 0.1 nmのSi膜とを繰り返し単位数が30～60になるように積層させればよい。

[0028] なお、多層反射膜を構成する各層は、マグネトロンスパッタリング法、イオンビームスパッタリング法等、公知の成膜方法を用いて所望の厚さになるように成膜できる。例えば、イオンビームスパッタリング法を用いて多層反射膜を作製する場合、高屈折率材料のターゲットおよび低屈折率材料のターゲットに対して、イオン源からイオン粒子を供給して行う。多層反射膜がMo/Si多層反射膜である場合、イオンビームスパッタリング法により、例えば、まずSiターゲットを用いて、所定の膜厚のSi層を基板上に成膜する。その後、Moターゲットを用いて、所定の膜厚のMo層を成膜する。このSi層およびMo層を1周期として、30～60周期積層させることにより、Mo/Si多層反射膜が成膜される。

[0029] 多層反射膜の中間膜と接する層は、酸化されにくい材料からなる層が好ましい。酸化されにくい材料からなる層は、多層反射膜のキャップ層として機能する。酸化されにくい材料からなる層としては、Si層が挙げられる。多層反射膜がSi/Mo多層反射膜である場合、中間膜と接する層をSi層とすると、中間膜と接する層がキャップ層として機能する。その場合キャップ層の膜厚は、 11 ± 2 nmが好ましい。

[0030] (中間膜)

本実施形態の反射型マスクブランクが有する中間膜は、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜、および、シリコン酸窒化膜からなる群から選択される1種

であり、中間膜の膜厚は、7～11 nmである。

[0031] 中間膜がシリコン窒化膜である場合、中間膜は、SiとNとを含む膜であることを意味し、SiとNとからなる膜が好ましい。シリコン窒化膜としては、 Si_3N_4 膜、 $\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜（Siと Si_3N_4 との混合物膜）、および、 SiN_x 膜（ SiN_x 組成の均一膜、 $x=0.1\sim1.3$ ）が挙げられる。

$\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜におけるSiに対する Si_3N_4 のモル比は、0.25～4.00が好ましく、0.43～1.50がより好ましい。

SiN_x 膜におけるxは、0.1～1.0が好ましく、0.2～0.5がより好ましい。

なお、シリコン窒化膜は、Oを除く、SiおよびN以外の元素を含んでもよい。

[0032] 中間膜がシリコン酸化膜である場合、中間膜は、SiとOとを含む膜であることを意味し、SiとOとからなる膜が好ましい。シリコン酸化膜としては、 SiO_2 膜、 SiO 膜、 $\text{Si}-\text{SiO}_2$ 膜（Siと SiO_2 との混合物膜）、 $\text{Si}-\text{SiO}$ 膜（Siと SiO との混合物膜）、および、 SiO_x 膜（ SiO_x 組成の均一膜、 $x=0.1\sim1.9$ ）が挙げられる。

$\text{Si}-\text{SiO}_2$ 膜におけるSiに対する SiO_2 のモル比は、0.67～9.00が好ましく、1.50～4.00がより好ましい。

SiO_x 膜におけるxは、0.4～1.6が好ましく、0.7～1.3がより好ましい。

なお、シリコン酸化膜は、Nを除く、SiおよびO以外の元素を含んでもよい。

[0033] 中間膜がシリコン酸窒化膜である場合、中間膜は、SiとOとNとを含む膜であることを意味し、SiとOとNとからなる膜が好ましい。シリコン酸窒化膜としては、 $\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ 膜、 $\text{Si}-\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ 膜（Siと $\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ との混合物膜）、および、 SiO_xN_y 膜（ SiO_xN_y 組成の均一膜、 $x=0.1\sim1.9$ 、 $y=0.1\sim1.3$ ）が挙げられる。

$\text{Si}-\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ 膜における Si に対する $\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$ のモル比は、 $0.25 \sim 4.00$ が好ましく、 $0.43 \sim 2.33$ がより好ましい。

SiO_xN_y 膜における x は、 $0.05 \sim 0.3$ が好ましく、 $0.1 \sim 0.2$ がより好ましい。 SiO_xN_y 膜における y は、 $0.1 \sim 0.6$ が好ましく、 $0.2 \sim 0.5$ がより好ましい。

なお、シリコン酸窒化膜は、 Si 、 O および N 以外の元素を含んでいてもよい。

[0034] また、中間膜の膜厚は、 $7 \sim 11 \text{ nm}$ である。中間膜の膜厚が $7 \sim 11 \text{ nm}$ であることで、 EUV 光の反射の低減を抑制しつつ、かつ、レジスト感光性紫外光の反射を抑制できる。中間膜の膜厚は、 $7.5 \sim 10.5 \text{ nm}$ が好ましく、 $8 \sim 10 \text{ nm}$ がより好ましい。

中間膜の膜厚は、反射型マスクブランクの断面を作製し、その断面を走査型透過電子顕微鏡－エネルギー分散型X線分光（ STEM-EDS ）法によって分析して求めることができる。

[0035] 中間膜は、レジスト感光性紫外光の低反射性に優れる点で、レジスト感光性紫外光に対して透明であることが好ましい。中間膜がレジスト感光性紫外光に対して透明である場合、多層反射膜および保護膜からのそれぞれのレジスト感光性紫外光を干渉させることができ、レジスト感光性紫外光の低反射性に優れる。なお、上記「レジスト感光性紫外光に対して透明である」とは、レジスト感光性紫外光の透過率が 30% 以上であることをいい、透過率は、 50% 以上が好ましく、 70% 以上がより好ましい。

また、中間膜は、多層反射膜が示す高い EUV 光の反射率の低下させないことが好ましい。この点で、中間膜は、 EUV 光の透過率が高いことが好ましい。 EUV 光の透過率が高い点で、中間膜としては、シリコン窒化膜またはシリコン酸窒化膜が好ましく、シリコン窒化膜がより好ましい。

[0036] 中間膜の結晶状態は、結晶性であっても、非結晶性であってもよく、非結晶性が好ましい。

[0037] 中間膜は、マグネトロンスパッタリング法、イオンビームスパッタリング

法等、公知の成膜方法を用いて所望の厚さになるように成膜できる。例えば、イオンビームスパッタリング法を用いてシリコン窒化膜の中間膜を作製する場合、Siのターゲットに対して、イオン源からイオン粒子を供給し、製膜雰囲気中に窒素ガスを含有させて行う。上記製膜雰囲気に含むガスの種類を変更すると、シリコン酸化膜またはシリコン酸窒化膜の中間膜を製膜できる。また、上記製膜雰囲気に含むガスの量および比を変更すると、中間膜に含まれる各元素の比率を調整できる。

[0038] (保護膜)

本実施形態の反射型マスクブランクが有する保護膜は、エッチングプロセス（通常はドライエッチングプロセス）により吸収体膜にパターン形成する際に、多層反射膜がエッチングプロセスによるダメージを受けないよう、多層反射膜を保護する目的で設けられる。

[0039] 上記目的を達成できる材料としては、Ru、および、Rhからなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む材料が挙げられる。すなわち、保護膜は、Ru、および、Rhからなる群から選択される少なくとも1つの元素を含むことが好ましい。

より具体的には、上記材料として、Ru金属単体、Ruと、Si、Ti、Nb、Rh、Ta、および、Zrからなる群から選択される1種以上の金属とを含むRu合金、上記Ru合金と窒素とを含むRu含有窒化物等のRu系材料、ならびに、Rh金属単体、Rhと、Si、Ti、Nb、Rh、Ta、および、Zrからなる群から選択される1種以上の金属とを含むRh合金、上記Rh合金と窒素とを含むRh含有窒化物等のRh系材料が挙げられる。

また、上記目的を達成できる材料として、Cr、Al、Taおよびこれらの金属と窒素とを含む窒化物、ならびに、 Al_2O_3 等も例示される。

なかでも、上記目的を達成できる材料としては、Ru系材料またはRh系材料が好ましく、Ru金属単体、Ru合金、Rh金属単体、または、Rh合金がより好ましい。Ru合金としては、Ru-Si合金が好ましく、Rh合金としては、Rh-Si合金が好ましい。

[0040] 保護膜がRu合金で形成される場合、Ru合金中のRu含有量は、30at%以上100at%未満が好ましい。

保護膜がRh合金で形成される場合、Rh合金中のRh含有量は、30at%以上100at%未満が好ましい。

Ru含有量またはRh含有量が上記範囲内であれば、保護膜は、EUV光の反射率を十分確保しながら、吸収体膜をエッチング加工した際のエッチングストッパとして機能し得る。さらに、反射型マスクに洗浄耐性を付与するとともに、多層反射膜の経時的劣化を防止できる。

[0041] 保護膜の膜厚は、保護膜としての機能を果たすことができる限り特に制限されない。多層反射膜で反射されたEUV光の反射率を保つ点から、保護膜の膜厚は、1～10nmが好ましく、1.5～6nmがより好ましく、2～5nmがさらに好ましい。

保護膜の材料が、Ru金属単体、Ru合金、Rh金属単体、または、Rh合金であって、保護膜の膜厚が上記好ましい膜厚であることも好ましい。

保護膜の膜厚は、反射型マスクブランクの断面を作製し、その断面を走査型透過電子顕微鏡－エネルギー分散型X線分光（STEM－EDS）法によって分析して求めることができる。

[0042] 保護膜は、マグネトロンスパッタリング法、イオンビームスパッタリング法等の周知の成膜方法を用いて成膜できる。マグネトロンスパッタリング法によりRu膜を成膜する場合、ターゲットとしてRuターゲットを用い、スパッタガスとしてArガスを使用して成膜することが好ましい。

[0043] （吸収体膜）

本実施形態の反射型マスクブランクが有する吸収体膜は、吸収体膜をパターン化した際に、多層反射膜で反射されるEUV光と、吸収体膜でEUV光とのコントラストが高いことが求められる。

パターン化された吸収体膜（吸収体膜パターン）は、EUV光を吸収してバイナリマスクとして機能してもよく、EUV光を反射しつつ多層反射膜からのEUV光と干渉してコントラストを生じせしめる位相シフトマスクとし

て機能してもよい。

[0044] 吸収体膜の態様としては、例えば、吸収体膜がRu金属単体であるか、Ru、Ta、および、Snからなる群から選択される1種以上の元素と、Cr、Au、Pt、Re、Hf、Ti、Si、Nb、O、N、B、および、Hからなる群から選択される1種以上の元素とを含む態様が挙げられる。上記態様は後述する吸収体膜パターンをバイナリマスクあるいは位相シフトマスクとして用いることができる。

[0045] 吸収体膜パターンをバイナリマスクとして用いる場合には、吸収体膜がEUV光を吸収し、EUV光の反射率が低い必要がある。具体的には、EUV光が吸収体膜の表面に照射された際の、波長13.5nm付近のEUV光の反射率の最大値は、2%以下が望ましい。

吸収体膜は、Ta、Ti、SnおよびCrからなる群から選択される1種以上の元素と、O、N、B、Hf、および、Hからなる群から選択される1種以上の元素とを含んでいてもよい。これらの中でも、NまたはBを含むことが好ましい。NまたはBを含むことで、吸収体膜の結晶状態をアモルファスまたは微結晶の構造にできる。

吸収体膜の結晶状態は、アモルファスが好ましい。これにより、吸収体膜の平滑性および平坦度を高められる。また、吸収体膜の平滑性および平坦度が高くなると、吸収体膜パターンのエッジラフネスが小さくなり、吸収体膜パターンの寸法精度を高くできる。

[0046] 吸収体膜パターンを位相シフトマスクとして用いる場合には、吸収体膜のEUV光の反射率は2%以上が好ましい。位相シフト効果を十分に得るためには、吸収体膜の反射率は9～15%が好ましい。位相シフトマスクとして吸収体膜を用いると、ウエハ上の光学像のコントラストが向上し、露光マージンが増加する。

位相シフトマスクを形成する材料としては、例えば、Ru金属単体、RuとCr、Au、Pt、Re、Hf、TiおよびSiからなる群から選択される1種以上の金属とを含むRu合金、TaとNbとの合金、Ru合金または

T a N b 合金と酸素とを含む酸化物、R u 合金またはT a N b 合金と窒素とを含む窒化物、R u 合金またはT a N b 合金と酸素と窒素とを含む酸窒化物等が例示される。

ただし、位相シフトマスクを形成する材料は、上記保護膜を形成する材料とは異なる材料を選択する。

[0047] 吸収体膜は、単層の膜でもよいし、複数の膜からなる多層膜でもよい。吸収体膜が単層膜である場合は、マスクブランク製造時の工程数を削減できて生産効率を向上できる。吸収体膜が多層膜である場合、吸収体膜の保護膜側とは反対側に配置される層は、検査光（例えば、波長193～248nm）を用いて吸収体膜パターン検査する際の反射防止膜であってもよい。

[0048] 吸収体膜は、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リング法等の公知の成膜方法を用いて形成できる。例えば、吸収体膜として、マグネトロンスパッタリング法を用いて酸化R u 膜を形成する場合、R u ターゲットを用い、A r ガスおよび酸素ガスを含むガスを供給してスパッタリングを行い、吸収体膜を成膜できる。

[0049] （裏面導電膜）

本実施形態の反射型マスクブランクは、基板の上記第1主面とは反対側の面（第2主面）に、裏面導電膜を有していてもよい。裏面導電膜を備えることにより、反射型マスクブランクは、静電チャックによる取り扱いが可能となる。

裏面導電膜は、シート抵抗値が低いことが好ましい。裏面導電膜のシート抵抗値は、例えば、200Ω/□以下が好ましく、100Ω/□以下がより好ましい。

裏面導電膜の構成材料としては、公知の文献に記載されているものから広く選択できる。例えば、日本国特表2003-501823号公報に記載の高誘電率のコーティング、具体的には、S i、M o、C r、C r O N、または、T a S i からなるコーティングを適用できる。また、裏面導電膜の構成材料は、C r と、B、N、O、およびCからなる群から選択される1種以上

とを含むC r化合物、または、T aと、B、N、O、およびCからなる群から選択される1種以上をと含むT a化合物であってもよい。

裏面導電膜の厚さは、10～1000nmが好ましく、10～400nmがより好ましい。

また、裏面導電膜は、反射型マスクブランクの第2主面側の応力調整の機能を備えていてもよい。すなわち、裏面導電膜は、第1主面側に形成された各種膜からの応力とバランスをとって、反射型マスクブランクを平坦にするように調整できる。

裏面導電膜は、公知の成膜方法、例えば、マグネトロンスパッタリング法、イオンビームスパッタリング法といったスパッタリング法、CVD法、真空蒸着法、電解メッキ法を用いて形成できる。

[0050] (その他の膜)

本実施形態の反射型マスクブランクは、その他の膜を有していてもよい。その他の膜としては、ハードマスク膜が挙げられる。ハードマスク膜は、吸収体膜の保護膜側とは反対側に配置されることが好ましい。

ハードマスク膜としては、C r系膜およびS i系膜等、ドライエッチングに対して耐性の高い材料が用いられることが好ましい。ハードマスク膜の材料として、具体的には、クロム(C r)およびシリコン(S i)のいずれかの材料、C rと、O、N、CおよびHからなる群から選択される1種以上の元素とを含む材料、または、S iと、O、N、C、およびHからなる群から選択される1種以上の元素とを含む材料等が挙げられる。より具体的には、C rO、C rN、S iO₂、S iON、S iN、S iO、S i、S iC、S iCO、S iCN、およびS iCON等が挙げられる。

吸収体膜上にハードマスク膜を形成すると、吸収体膜パターンの最小線幅が小さくなっても、ドライエッチングを実施できる。そのため、吸収体膜パターンの微細化に対して有効である。

[0051] <反射型マスクの製造方法および反射型マスク>

反射型マスクは、反射型マスクブランクが有する吸収体膜をパターンニング

して得られる。すなわち、本実施形態の反射型マスクブランクは、本実施形態の反射型マスクブランクの吸収体膜をパターンニングして形成される吸収体膜パターンを有する。

[0052] 反射型マスクの製造方法の一例を、図4の(a)～図4の(b)を参照しながら説明する。

図4の(a)は、裏面導電膜16、基板11、多層反射膜12、中間膜13、保護膜14、および、吸収体膜15をこの順に有する反射型マスクブランク上に、レジストパターン18を形成した状態を示す。レジストパターン18の形成方法は公知の方法を用いることができ、例えば、反射型マスクブランクの吸収体膜15上にレジストを塗布し、露光および現像を行ってレジストパターン18を形成する。なお、レジストパターン18は、反射型マスクを用いてウエハ上に形成するパターンに対応する。

その後、図4の(a)のレジストパターン18をマスクとして、吸収体膜15をエッチングしてパターンニングし、レジストパターン18を除去して、図4の(b)に示す吸収体膜パターン15aを有する積層体を得る。

次いで、図4の(c)に示すように、図4の(b)の積層体上に露光領域の枠に対応するレジストパターン19を形成し、図4の(c)のレジストパターン19をマスクとしてドライエッチングを行う。ドライエッチングは、基板11に到達するまで実施する。ドライエッチング後、レジストパターン19を除去し、図4の(d)に示す反射型マスクを得る。

[0053] 吸収体膜パターン15aを形成する際のドライエッチングは、例えば、C1系ガスを用いたドライエッチング、および、F系ガスを用いたドライエッチングが挙げられる。

レジストパターン18または19の除去は、公知の方法で行えばよく、洗浄液による除去が挙げられる。洗浄液としては、硫酸一過酸化水素水溶液(SPM)、硫酸、アンモニア水、アンモニア一過酸化水素水溶液(APM)、OHラジカル洗浄水、および、オゾン水等が挙げられる。

[0054] 本実施形態の反射型マスクブランクの吸収体膜をパターンニングして得られ

る反射型マスクは、EUV光による露光に用いられる反射型マスクとして好適に適用できる。本実施形態の反射型マスクは、吸収体膜パターンの開口部（吸収体膜が存在しない領域）からのレジスト感光性紫外光の反射が抑制され、かつ、高いEUV光の反射率を有するため、ウエハ上に設けられるレジストパターンの形状を悪化させることなくウエハ上にレジストパターンを形成できる。

[0055] 以上説明したように、本明細書には以下の構成が開示されている。

<1> 基板上に、EUV光を反射する多層反射膜と、中間膜と、保護膜と、吸収体膜とをこの順に有する反射型マスクブランクであって、

上記中間膜が、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜、および、シリコン酸窒化膜からなる群から選択される1種であり、

上記中間膜の膜厚が、7～11nmである、反射型マスクブランク。

<2> 上記吸収体膜の上記保護膜側とは反対側にハードマスク膜を有し、

上記ハードマスク膜を構成する材料が、クロムおよびシリコンのいずれかの材料であるか、クロムと、酸素、窒素、炭素および水素からなる群から選択される1種以上の元素とを含む材料であるか、シリコンと、酸素、窒素、炭素および水素からなる群から選択される1種以上の元素とを含む材料である、<1>に記載の反射型マスクブランク。

<3> 上記吸収体膜が、ルテニウム金属単体であるか、

ルテニウム、タンタル、および、スズからなる群から選択される1種以上の元素と、クロム、金、白金、レニウム、ハフニウム、チタン、シリコン、ニオブ、酸素、窒素、ホウ素、および、水素からなる群から選択される1種以上の元素とを含む、<1>または<2>に記載の反射型マスクブランク。

<4> 上記保護膜が、ルテニウム、および、ロジウムからなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む、<1>～<3>のいずれか1つに記載の反射型マスクブランク。

<5> <1>～<4>のいずれか1つに記載の反射型マスクブランクの

上記吸収体膜をパターンニングして形成される吸収体膜パターンを有する反射型マスク。

<6> <1>~<4>のいずれか1つに記載の反射型マスクブランクの上記吸収体膜をパターンニングする工程を含む、反射型マスクの製造方法。

実施例

[0056] 以下に実施例に基づいて本発明をさらに詳細に説明する。

以下の実施例に示す材料、使用量、および、割合等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更できる。したがって、本発明の範囲は以下に示す実施例により限定的に解釈されるべきではない。

[0057] <シミュレーションの実施>

下記に示す条件でシミュレーションを実施した。

なお、EUV光領域の複素屈折率は、CXRO (The Center for X-Ray Optics) 提供のデータベース (https://henke.lbl.gov/optical_constants) から引用した。紫外光領域の複素屈折率は、Angstrom Sun Technologies社提供のデータベース (<http://www.angstec.com/database>)、および、Refractive Index.INFOのデータベース (<https://refractiveindex.info/>) から引用した。

[0058] (Ru保護膜)

多層反射膜として3.09nmのMo層と、3.95nmのSi層とを交互に40層ずつ積層した多層反射膜を設定した。多層反射膜上に、中間膜を設け、中間膜上に保護膜をさらに設けた系を設定した。多層反射膜、中間膜、および、保護膜を有する系は、反射型マスクにおける吸収体膜パターンの開口部（吸収体膜が存在しない領域）に相当する。なお、多層反射膜の終端、すなわち、多層反射膜の中間膜に接する層は、Mo層とした。

保護膜の材料をRu金属単体、保護膜の膜厚を2.4nmとし、中間膜をSi膜、Si₃N₄膜、および、Si-Si₃N₄膜 (SiとSi₃N₄との混合

物膜、 Si に対する Si_3N_4 のモル比は1.00)とした場合の、中間膜の膜厚に対する波長180nmの紫外光の反射率依存性を図5に示す。中間膜が Si 膜の場合が例1、 Si_3N_4 膜の場合が例2、 $\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜の場合が例3であり、例1が比較例、例2および例3が実施例である。

また、中間膜の膜厚に対する波長13.5nmのEUV光の反射率依存性を図6に示す。なお、波長180nmの紫外光は、レジスト感光性紫外光に含まれる。

[0059] 図5から、中間膜の膜厚を7~11nmとし、中間膜が Si_3N_4 膜、および、 $\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜の場合には、波長180nmの紫外光の反射が抑制されることがわかる。また、中間膜が Si_3N_4 膜の場合、波長180nmの紫外光の反射がより抑制されることがわかる。一方、中間膜が Si 膜の場合、波長180nmの紫外光の反射を抑制できない。

図6から、EUV光の反射率は、中間膜の種類によらず、中間膜の膜厚が7~11nmの領域（好ましくは8~10nmの領域）において極大値を取ることがわかる。中間膜が $\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜の場合、EUV光の反射率がより高くなることがわかる。

したがって、図5および6から、本実施形態の反射型マスクブランクは、反射型マスクを作製した際に、EUV光の反射の低減が抑制され、レジスト感光性紫外光の反射の抑制が達成されるといえる。

[0060] (Rh保護膜)

上記Ru保護膜の場合の系において、保護膜の材料をRh金属単体、保護膜の膜厚を2.5nmとして、上記と同様のシミュレーションを行った。

中間膜を Si 膜、 Si_3N_4 膜、および、 $\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜とした場合の、中間膜の膜厚に対する波長180nmの紫外光の反射率依存性を図7に示す。中間膜が Si 膜の場合が例4、 Si_3N_4 膜の場合が例5、 $\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜の場合が例6であり、例4が比較例、例5および例6が実施例である。

また、中間膜の膜厚に対する波長13.5nmのEUV光の反射率依存性を図8に示す。

[0061] 図7から、中間膜の膜厚を7～11nmとし、中間膜が Si_3N_4 膜、および、 $\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜の場合には、波長180nmの紫外光の反射が抑制されることがわかる。また、中間膜が Si_3N_4 膜の場合、波長180nmの紫外光の反射がより抑制されることがわかる。一方、中間膜がSi膜の場合、波長180nmの紫外光の反射を抑制できない。

図8から、EUV光の反射率は、中間膜の種類によらず、中間膜の膜厚が7～11nmの領域（好ましくは8～10nmの領域）において極大値を取ることがわかる。また、中間膜が $\text{Si}-\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜の場合、EUV光の反射率がより高くなることがわかる。

したがって、図7および8から、本実施形態の反射型マスクブランクは、反射型マスクを作製した際に、EUV光の反射の低減が抑制され、レジスト感光性紫外光の反射の抑制が達成されるといえる。

[0062] 以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。なお、本出願は、2022年1月13日出願の日本特許出願（特願2022-003847）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照として援用される。

符号の説明

[0063] 10, 10a 反射型マスクブランク

11 基板

12 多層反射膜

13 中間膜

14 保護膜

15 吸収体膜

15a 吸収体膜パターン

16 裏面導電膜

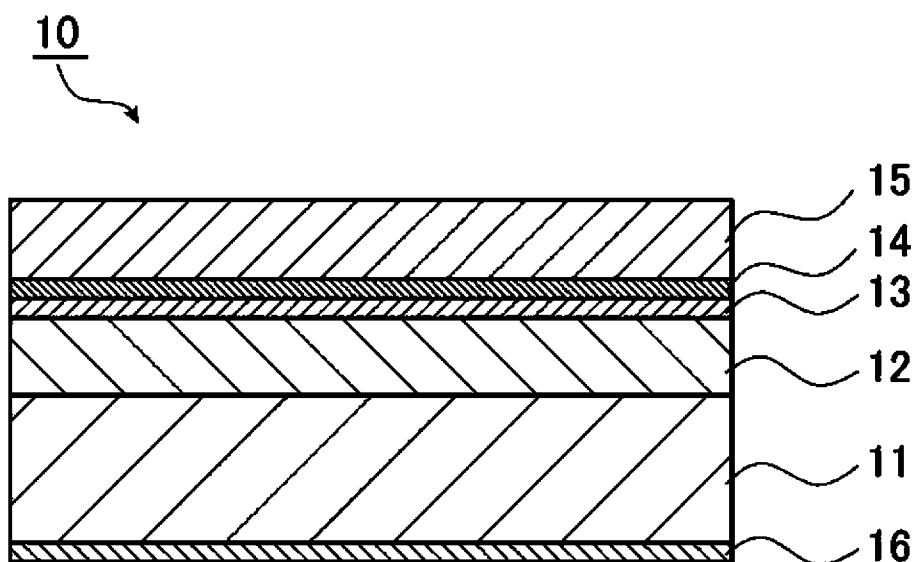
17 ハードマスク膜

18, 19 レジストパターン

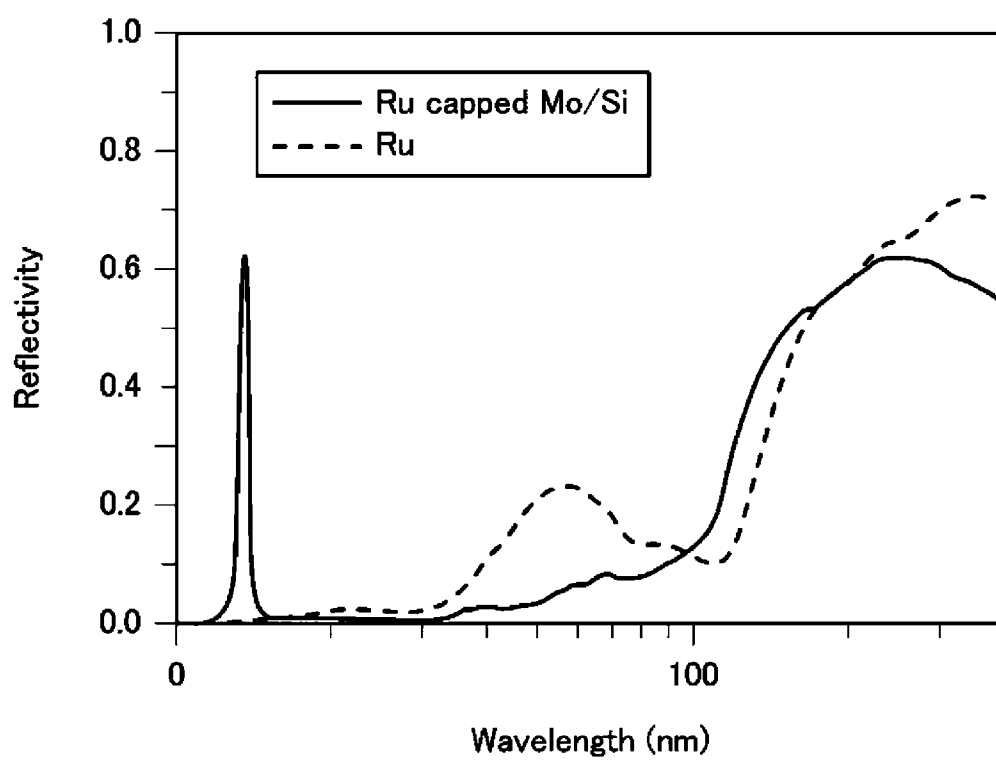
請求の範囲

- [請求項1] 基板上に、EUV光を反射する多層反射膜と、中間膜と、保護膜と、吸収体膜とをこの順に有する反射型マスクブランクであって、
前記中間膜が、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜、および、シリコン酸窒化膜からなる群から選択される1種であり、
前記中間膜の膜厚が、7～11nmである、反射型マスクブランク。
- [請求項2] 前記吸収体膜の前記保護膜側とは反対側にハードマスク膜を有し、
前記ハードマスク膜を構成する材料が、クロムおよびシリコンのいずれかの材料であるか、クロムと、酸素、窒素、炭素および水素からなる群から選択される1種以上の元素とを含む材料であるか、シリコンと、酸素、窒素、炭素および水素からなる群から選択される1種以上の元素とを含む材料である、請求項1に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項3] 前記吸収体膜が、ルテニウム金属単体であるか、
ルテニウム、タンタル、および、スズからなる群から選択される1種以上の元素と、クロム、金、白金、レニウム、ハフニウム、チタン、シリコン、ニオブ、酸素、窒素、ホウ素、および、水素からなる群から選択される1種以上の元素とを含む、請求項1に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項4] 前記保護膜が、ルテニウム、および、ロジウムからなる群から選択される少なくとも1つの元素を含む、請求項1に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項5] 請求項1～4のいずれか1項に記載の反射型マスクブランクの前記吸収体膜をパターンングして形成される吸収体膜パターンを有する反射型マスク。
- [請求項6] 請求項1～4のいずれか1項に記載の反射型マスクブランクの前記吸収体膜をパターンングする工程を含む、反射型マスクの製造方法。

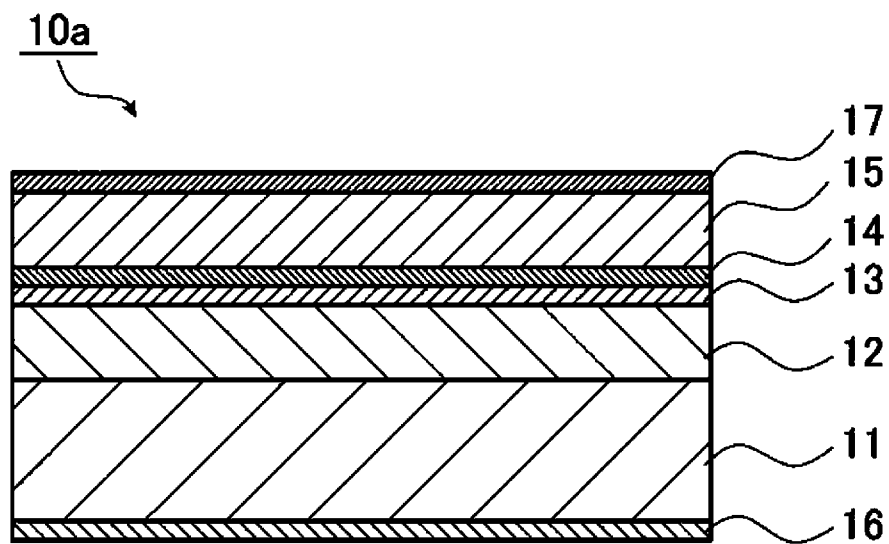
[図1]



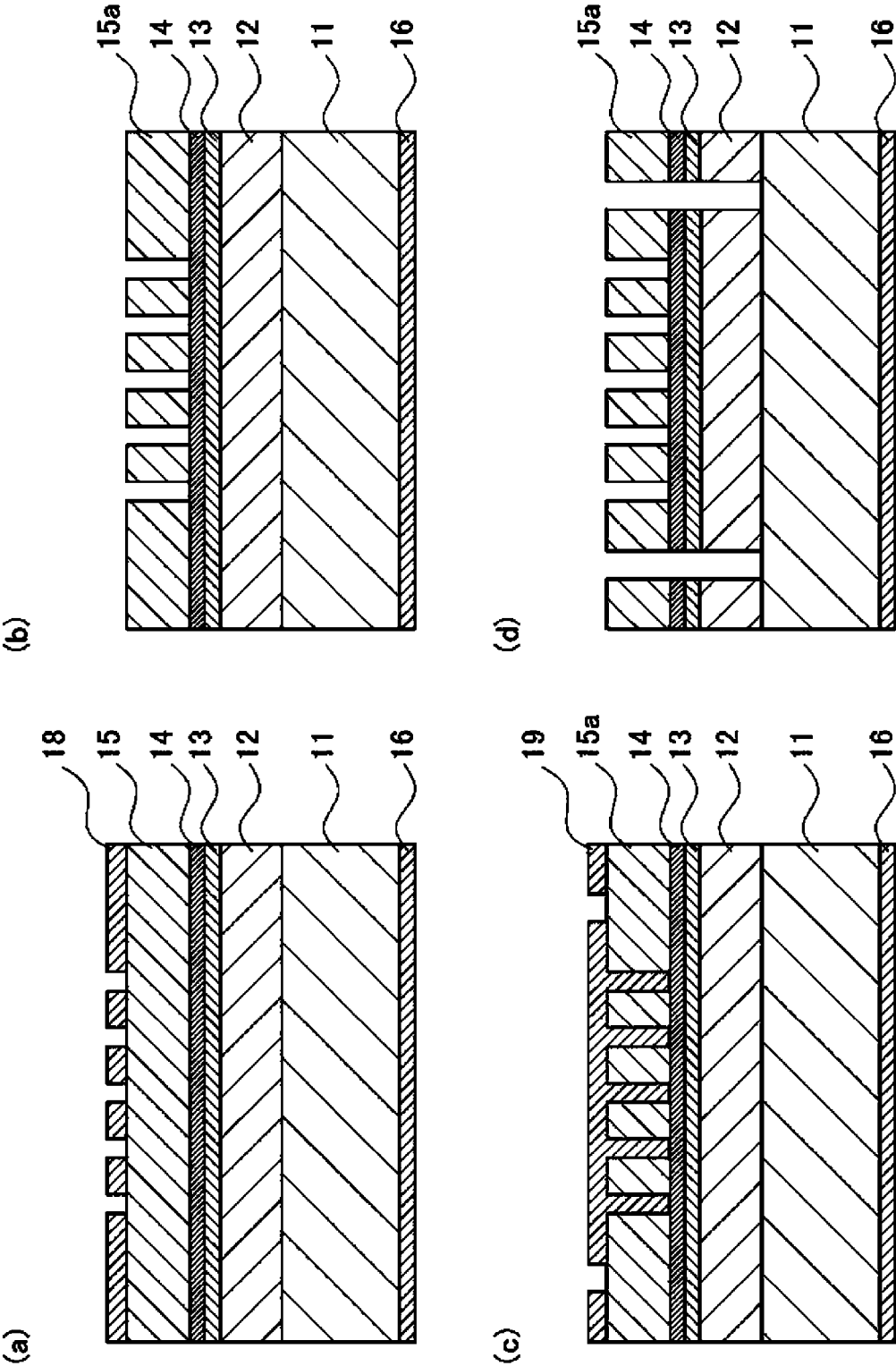
[図2]



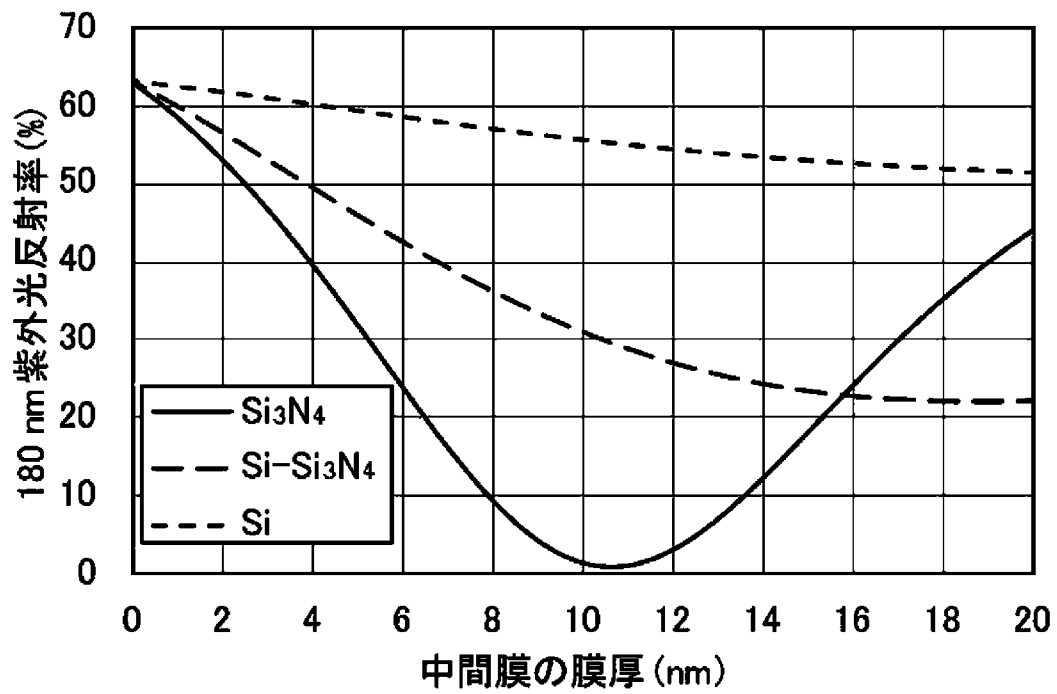
[図3]



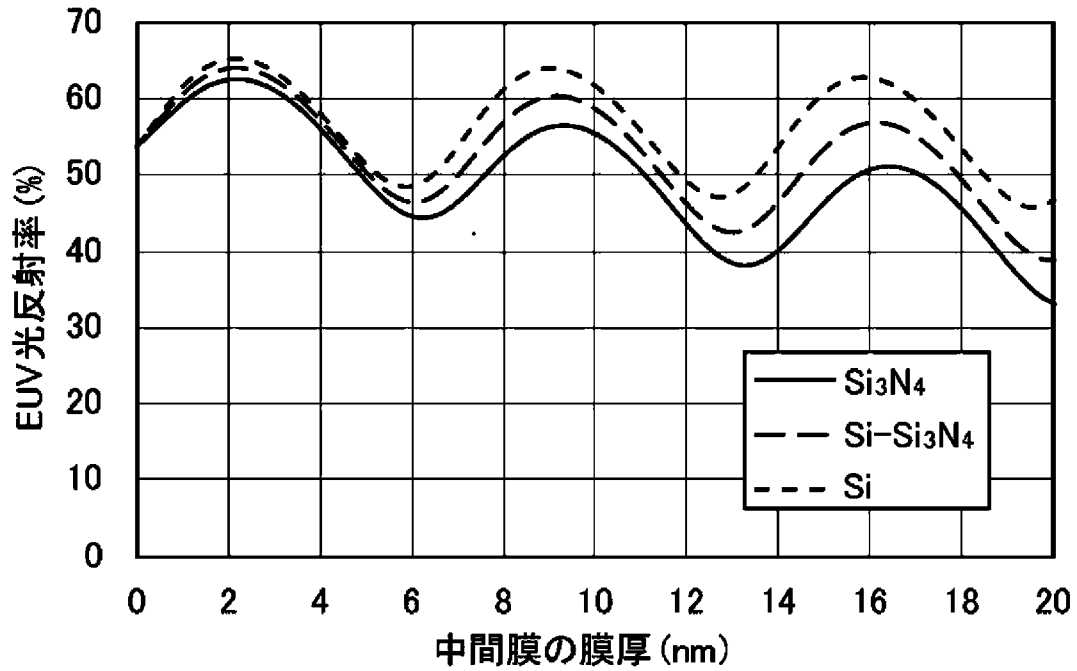
[図4]



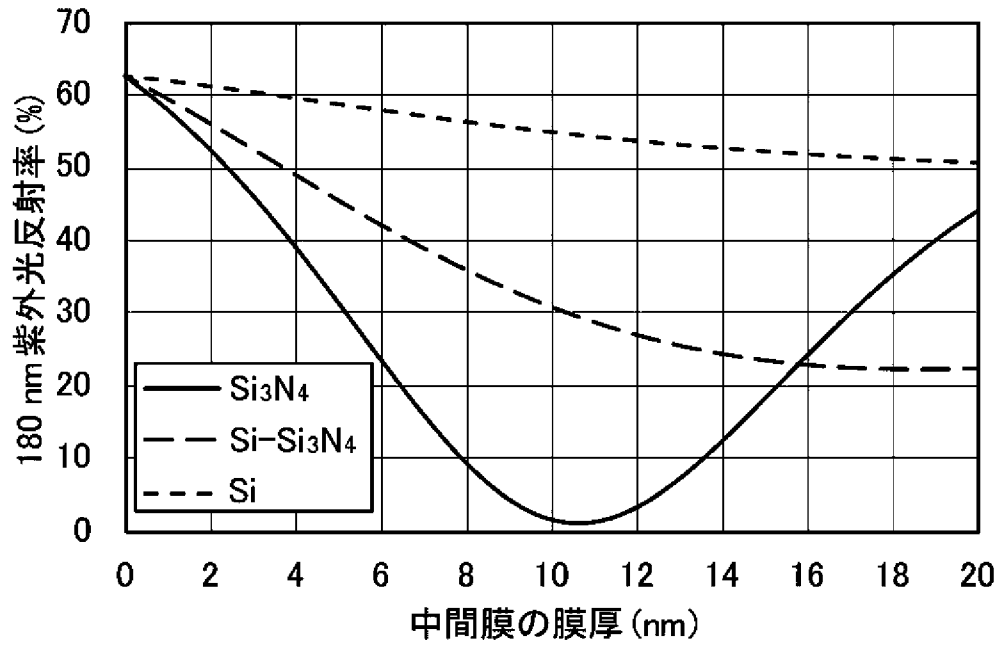
[図5]



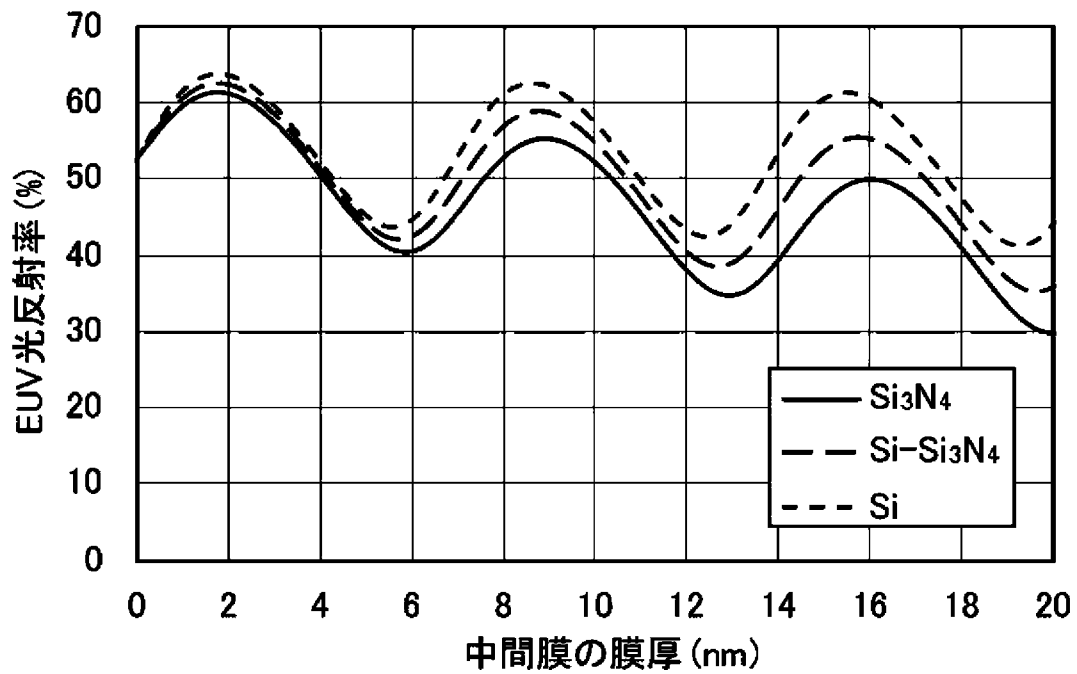
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/048684

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G03F 1/24**(2012.01)i

FI: G03F1/24

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)

G03F1/24

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	US 2021/0397075 A1 (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 23 December 2021 (2021-12-23) claim 1, paragraphs [0039]-[0047], fig. 2	1-6
A	JP 2004-246366 A (CARL-ZEISS-STIFTUNG) 02 September 2004 (2004-09-02) paragraphs [0064]-[0067], fig. 2	1-6
A	JP 2004-6799 A (HOYA CORP.) 08 January 2004 (2004-01-08) paragraphs [0015]-[0052], fig. 1-3	1-6
A	JP 2001-291661 A (FUJITSU LTD.) 19 October 2001 (2001-10-19) claim 1, paragraphs [0026]-[0028], fig. 3	1-6



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

22 February 2023

Date of mailing of the international search report

07 March 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)**3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915****Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/048684

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2021/0397075	A1	23 December 2021	CN	113359383	A	
				TW	202201113	A	
JP	2004-246366	A	02 September 2004	US	2004/0159538	A1	
				paragraphs [0093]-[0097], fig. 2			
				DE	102004006586	A1	
				KR	10-2004-0073400	A	
				CN	1523444	A	
				TW	200420736	A	
JP	2004-6799	A	08 January 2004	US	2005/0208389	A1	
				paragraphs [0305]-[0484], fig. 14-16			
				WO	2003/085709	A1	
				EP	1498936	A1	
				KR	10-0815671	B1	
JP	2001-291661	A	19 October 2001	US	2002/0014403	A1	
				paragraphs [0064]-[0068], fig. 3			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G03F 1/24(2012.01)i FI: G03F1/24										
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（IPC）） G03F1/24 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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	US 2021/0397075 A1 (TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO., LTD.) 23.12.2021 (2021 - 12 - 23) [請求項1]、段落 [0039] - [0047]、図2	1-6								
A	JP 2004-246366 A (カールーツアイスーシュティフツンク) 02.09.2004 (2004 - 09 - 02) 段落 [0064] - [0067]、図2	1-6								
A	JP 2004-6799 A (HOYA株式会社) 08.01.2004 (2004 - 01 - 08) 段落 [0015] - [0052]、図1-3	1-6								
A	JP 2001-291661 A (富士通株式会社) 19.10.2001 (2001 - 10 - 19) [請求項1]、段落 [0026] - [0028]、図3 &	1-6								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 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抵触するものではなく、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						
* 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抵触するものではなく、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 22.02.2023	国際調査報告の発送日 07.03.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 植木 隆和 2G 3706 電話番号 03-3581-1101 内線 3226									

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/048684

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2021/0397075	A1	23.12.2021	CN	113359383	A	
				TW	202201113	A	
JP	2004-246366	A	02.09.2004	US	2004/0159538	A1	
				段落 [0 0 9 3] - [0 0 9 7]、図 2			
				DE	102004006586	A1	
				KR	10-2004-0073400	A	
				CN	1523444	A	
				TW	200420736	A	
JP	2004-6799	A	08.01.2004	US	2005/0208389	A1	
				段落 [0 3 0 5] - [0 4 8 4]、図 1 4 - 1 6			
				WO	2003/085709	A1	
				EP	1498936	A1	
				KR	10-0815671	B1	
JP	2001-291661	A	19.10.2001	US	2002/0014403	A1	
				段落 [0 0 6 4] - [0 0 6 8]、図 3			