

(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  
2024年10月31日(31.10.2024)



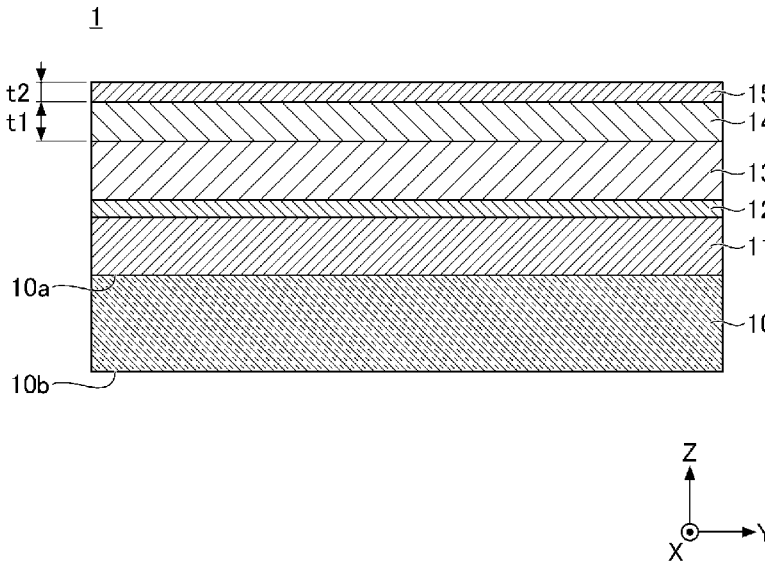
(10) 国際公開番号  
**WO 2024/225163 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*G03F 1/24* (2012.01) *H01L 21/3065* (2006.01)  
*G03F 1/80* (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/015451
- (22) 国際出願日: 2024年4月18日(18.04.2024)
- (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 2023-074391 2023年4月28日(28.04.2023) 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: 永田 裕也 (NAGATA, Yuya); 〒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). 中西 英太 (NAKANISHI, Eita); 〒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). 佐々木 健一 (SASAKI, Kenichi); 〒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: 伊東 忠重, 外 (ITOH, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16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,

(54) Title: REFLECTIVE MASK BLANK, METHOD FOR MANUFACTURING REFLECTIVE MASK BLANK, AND METHOD FOR MANUFACTURING REFLECTIVE MASK

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

[図1]



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a technology for improving precision when forming the opening pattern of a phase shift film. A reflective mask blank (1) has, in the following order: a substrate (10), a multilayer reflective film (11), a protective film (12), a phase shift film (13), a first hard mask film (14), and a second hard mask film (15). The first hard mask film (14) has higher resistance to a first etching gas, containing a fluorine-based gas, than the phase shift film (13). The second hard mask film (15) has higher resistance to a second etching gas, containing an

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, MU, 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, SC, 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, 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))

oxygen-based gas and a chlorine-based gas, than the first hard mask film (14). The selection ratio of the second hard mask film (15) and the first hard mask film (14) to the second etching gas is 5 or more.

(57) 要約: 位相シフト膜の開口パターンの加工精度を向上する技術を提供することを、目的とする。反射型マスクブランク(1)は、基板(10)と、多層反射膜(11)と、保護膜(12)と、位相シフト膜(13)と、第1ハードマスク膜(14)と、第2ハードマスク膜(15)と、をこの順番で有する。前記第1ハードマスク膜(14)は、前記位相シフト膜(13)に比べて、フッ素系ガスを含む第1エッチングガスに対する耐性が高い。前記第2ハードマスク膜(15)は、前記第1ハードマスク膜(14)に比べて、酸素系ガスと塩素系ガスを含む第2エッチングガスに対する耐性が高い。前記第2ハードマスク膜(15)と前記第1ハードマスク膜(14)は、前記第2エッチングガスに対する選択比が5以上である。

## 明 細 書

発明の名称：

反射型マスクブランク、反射型マスクブランクの製造方法、及び反射型マスクの製造方法

### 技術分野

[0001] 本開示は、反射型マスクブランク、反射型マスクブランクの製造方法、及び反射型マスクの製造方法に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの微細化に伴い、極端紫外線（EUV：Extreme Ultra-Violet）を用いた露光技術であるEUVリソグラフィー（EUVL）が開発されている。EUVとは、軟X線及び真空紫外線を含み、具体的には波長が0.2nm～100nm程度の光のことである。現時点では、13.5nm程度の波長のEUVが主に検討されている。

[0003] EUVLでは、反射型マスクが用いられる。反射型マスクは、ガラス基板などの基板と、EUV光を反射する多層反射膜と、多層反射膜を保護する保護膜と、EUV光を吸収する吸収膜と、をこの順で有する。吸収膜は、EUV光を吸収するだけでなく、EUV光の位相をシフトしてもよい。つまり、吸収膜は、位相シフト膜であってもよい。吸収膜には、開口パターンが形成される。EUVLでは、吸収膜の開口パターンを半導体基板などの対象基板に転写する。転写することは、縮小して転写することを含む。

[0004] 特許文献1に記載の反射型マスクの製造方法は、レジスト膜の開口パターンをハードマスク膜に相当するエッチングマスク膜に転写することと、エッチングマスク膜の開口パターンを吸収膜に転写することと、を有する。吸収膜は、イリジウム（Ir）及びルテニウム（Ru）から選択される少なくとも1つを含む。エッチングマスク膜は、タンタル（Ta）又はケイ素（Si）を含有し、さらに酸素（O）、窒素（N）、炭素（C）、ホウ素（B）及び水素（H）から選択される少なくとも1つを含む。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2022/065421号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 位相シフト膜の材料として、貴金属元素が検討されている。貴金属元素は、例えばIr、Pt、Pd、Ag又はAuである。これらの貴金属元素は、エッチング速度が遅い。そこで、位相シフト膜の加工時にその加工時間を確保すべく、ハードマスク膜を厚くすることが考えられる。

[0007] ハードマスク膜を厚くすると、ハードマスク膜の加工時にその加工時間が延びる。従来、ハードマスク膜の加工時に、時間の経過とともにレジスト膜の線幅が細くなることがあった。これは、ハードマスク膜の加工時に、酸素ラジカルがレジスト膜の開口の側面をエッチングするからである。

[0008] ハードマスク膜の加工時に時間の経過とともにレジスト膜の線幅が細くなると、ハードマスク膜の開口の側面が傾斜してしまう。そのような開口を有するハードマスク膜を用いて位相シフト膜を加工すると、位相シフト膜の開口の側面も傾斜してしまう。

[0009] 本開示の一態様は、位相シフト膜の開口パターンの加工精度を向上する、技術を提供する。

#### 課題を解決するための手段

[0010] 本開示の一態様に係る反射型マスクブランクは、基板と、多層反射膜と、保護膜と、位相シフト膜と、第1ハードマスク膜と、第2ハードマスク膜と、をこの順番で有する。前記多層反射膜はEUV光を反射する。前記保護膜は前記位相シフト膜の加工時に第1エッチングガスから前記多層反射膜を保護する。前記位相シフト膜はEUV光を吸収すると共にEUV光の位相をシフトする。前記第1ハードマスク膜は前記位相シフト膜の加工時に前記第1エッチングガスから前記位相シフト膜の一部を保護する。前記第2ハードマ

スク膜は前記第1ハードマスク膜の加工時に第2エッチングガスから前記第1ハードマスク膜の一部を保護する。前記第1ハードマスク膜は、前記位相シフト膜に比べて、フッ素系ガスを含む前記第1エッチングガスに対する耐性が高い。前記第2ハードマスク膜は、前記第1ハードマスク膜に比べて、酸素系ガスと塩素系ガスを含む前記第2エッチングガスに対する耐性が高い。前記第2ハードマスク膜と前記第1ハードマスク膜は、前記第2エッチングガスに対する選択比（ $ER1/ER2$ ）が5以上である。前記 $ER1$ は前記第1ハードマスク膜のエッチング速度であり、前記 $ER2$ は前記第2ハードマスク膜のエッチング速度である。

### 発明の効果

[0011] 本開示の一態様によれば、第1ハードマスク膜を基準として位相シフト膜とは反対側に第2ハードマスク膜を設ける。これにより、第1ハードマスク膜の開口パターンの加工精度を向上でき、ひいては位相シフト膜の開口パターンの加工精度を向上できる。

### 図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、一実施形態に係る反射型マスクブランクを示す断面図である。

[図2]図2は、一実施形態に係る反射型マスクブランクの製造方法を示すフローチャートである。

[図3]図3は、一実施形態に係る反射型マスクを示す断面図である。

[図4]図4は、一実施形態に係る反射型マスクの製造方法を示すフローチャートである。

[図5]図5（A）は基板の準備の実施例を示す断面図であり、図5（B）は第2ハードマスク膜の加工終了時の実施例を示す断面図であり、図5（C）は第1ハードマスク膜の加工終了時の実施例を示す断面図であり、図5（D）は位相シフト膜の加工終了時の実施例を示す断面図である。

[図6]図6（A）は基板の準備の従来例を示す断面図であり、図6（B）は第1ハードマスク膜の加工途中の従来例を示す断面図であり、図6（C）は第1ハードマスク膜の加工終了時の従来例を示す断面図であり、図6（D）は

位相シフト膜の加工途中の従来例を示す断面図であり、図6（E）は位相シフト膜の加工終了時の従来例を示す断面図である。

[図7]図7は、図3の反射型マスクで反射されるEUV光の一例を示す断面図である。

[図8]図8は、第1ハードマスク膜の加工終了時における第1ハードマスク膜の形状の一例を誇張して示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0013] 以下、本開示を実施するための形態について図面を参照して説明する。各図面において同一の又は対応する構成には同一の符号を付し、説明を省略することがある。明細書中、数値範囲を示す「～」は、その前後に記載された数値を下限値及び上限値として含むことを意味する。

[0014] 各図面において、X軸方向とY軸方向とZ軸方向は互いに直交する方向である。Z軸方向は、基板10の第1主面10aに対して垂直な方向である。X軸方向は、EUV光の入射面（入射光線と反射光線を含む面）に直交する方向である。図7に示すように、入射光線はZ軸負方向に向かうほどY軸正方向に傾斜し、反射光線はZ軸正方向に向かうほどY軸正方向に傾斜する。

[0015] 図1を参照して、一実施形態に係る反射型マスクブランク1について説明する。反射型マスクブランク1は、例えば、基板10と、多層反射膜11と、保護膜12と、位相シフト膜13と、第1ハードマスク膜14と、第2ハードマスク膜15と、をこの順番で有する。多層反射膜11と、保護膜12と、位相シフト膜13と、第1ハードマスク膜14と、第2ハードマスク膜15とは、この順番で、基板10の第1主面10aに形成される。多層反射膜11は、EUV光を反射する。保護膜12は、位相シフト膜13の加工時に第1エッチングガスから多層反射膜11を保護する。位相シフト膜13は、EUV光を吸収すると共にEUV光の位相をシフトする。第1ハードマスク膜14は、位相シフト膜13の加工時に第1エッチングガスから位相シフト膜13の一部を保護する。第2ハードマスク膜15は、第1ハードマスク膜14の加工時に第2エッチングガスから第1ハードマスク膜14の一部を

保護する。

[0016] 反射型マスクブランク 1 は、図 1 に図示しない機能膜を更に有してもよい。例えば、反射型マスクブランク 1 は、基板 10 を基準として、多層反射膜 11 とは反対側に、導電膜を有してもよい。導電膜は、基板 10 の第 2 主面 10b に形成される。第 2 主面 10b は、第 1 主面 10a とは反対向きの面である。導電膜は、例えば反射型マスク 2 を露光装置の静電チャックに吸着するのに用いられる。反射型マスクブランク 1 は、多層反射膜 11 と保護膜 12 の間に、不図示の拡散バリア膜を有してもよい。拡散バリア膜は、保護膜 12 に含まれる金属元素が多層反射膜 11 に拡散するのを抑制する。

[0017] 反射型マスクブランク 1 は、図示しないが、保護膜 12 と位相シフト膜 13 の間にバッファ膜を有してもよい。バッファ膜は、位相シフト膜 13 に開口パターン 13a を形成する第 1 エッチングガスから、保護膜 12 を保護する。バッファ膜は、位相シフト膜 13 よりも緩やかにエッチングされる。バッファ膜は、保護膜 12 とは異なり、最終的に位相シフト膜 13 の開口パターン 13a と同一の開口パターンを有することになる。

[0018] 次に、図 2 を参照して、一実施形態に係る反射型マスクブランク 1 の製造方法について説明する。反射型マスクブランク 1 の製造方法は、例えば、図 2 に示すステップ S101～S106 を有する。ステップ S101 では、基板 10 を準備する。ステップ S102 では、基板 10 の第 1 主面 10a に多層反射膜 11 を形成する。ステップ S103 では、多層反射膜 11 の上に保護膜 12 を形成する。ステップ S104 では、保護膜 12 の上に位相シフト膜 13 を形成する。ステップ S105 では、位相シフト膜 13 の上に第 1 ハードマスク膜 14 を形成する。ステップ S106 では、第 1 ハードマスク膜 14 の上に第 2 ハードマスク膜 15 を形成する。なお、反射型マスクブランク 1 の製造方法は、図 2 に図示しない機能膜を形成するステップを更に有してもよい。

[0019] 次に、図 3 を参照して、一実施形態に係る反射型マスク 2 について説明する。反射型マスク 2 は、例えば、図 1 に示す反射型マスクブランク 1 を用い

て作製され、位相シフト膜13に開口パターン13aを含む。EUVLでは、位相シフト膜13の開口パターン13aを半導体基板などの対象基板に転写する。転写することは、縮小して転写することを含む。なお、図1に示す第1ハードマスク膜14と第2ハードマスク膜15は、反射型マスク2に含まれない。

[0020] 次に、図4及び図5を参照して、一実施形態に係る反射型マスク2の製造方法について説明する。反射型マスク2の製造方法は、図4に示すステップS201～S205を有する。ステップS201では、図5(A)に示すように、反射型マスクブランク1を準備する。反射型マスクブランク1は、図5(A)に示すようにレジスト膜16を含む。レジスト膜16は、第2ハードマスク膜15の上に形成される。レジスト膜16には、位相シフト膜13に転写する予定の開口パターンが形成されている。

[0021] ステップS202では、図5(B)に示すように、開口パターンを有するレジスト膜16を用いて、第2ハードマスク膜15を加工する。レジスト膜16の開口において、第2ハードマスク膜15が第3エッチングガスに曝され、第3エッチングガスが第2ハードマスク膜15をエッチングする。ステップS202の終了時に、レジスト膜16は残る。その結果、レジスト膜16の開口パターンが第2ハードマスク膜15に転写される。

[0022] 第3エッチングガスは、フッ素系ガスを含む。フッ素系ガスは、例えば $\text{CF}_4$ ガス、 $\text{CHF}_3$ ガス、 $\text{C}_2\text{F}_6$ ガス、 $\text{C}_3\text{F}_8$ ガス、 $\text{C}_4\text{F}_6$ ガス、 $\text{C}_4\text{F}_8$ ガス、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ ガス、 $\text{CHF}_2$ ガス、 $\text{C}_3\text{F}_8$ ガス、 $\text{F}_2$ ガス、 $\text{SF}_6$ ガス及び $\text{NF}_3$ ガスから選択される少なくとも1つを含む。第3エッチングガスは、フッ素系ガスに加えて、不活性ガスを含んでもよい。不活性ガスは、例えば $\text{N}_2$ ガス、 $\text{He}$ ガス及び $\text{Ar}$ ガスから選択される少なくとも1つを含む。第3エッチングガスは、レジスト膜16の線幅 $W$ が細くなるのを抑制すべく、第2エッチングガスとは異なり、酸素系ガスを実質的に含まないことが好ましい。酸素系ガスは、 $\text{O}_2$ ガス、 $\text{O}_3$ ガス又はこれらの混合ガスである。第3エッチングガスにおける酸素系ガスの含有量は、好ましくは0.5体積%以下である。

。第3エッチングガスは、プラズマ化したものであることが好ましい。

[0023] ステップS203では、図5(C)に示すように、開口パターンを有する第2ハードマスク膜15を用いて、第1ハードマスク膜14を加工する。第2ハードマスク膜15の開口において、第1ハードマスク膜14が第2エッチングガスに曝され、第2エッチングガスが第1ハードマスク膜14をエッチングする。第2ハードマスク膜15は、第1ハードマスク膜14に比べて、第2エッチングガスに対する耐性が高い。ステップS203の終了時に、第2ハードマスク膜15は残る。その結果、第2ハードマスク膜15の開口パターンが第1ハードマスク膜14に転写される。

[0024] 第2エッチングガスは、塩素系ガスと酸素系ガスとを含む。塩素系ガスは、例えば $\text{Cl}_2$ ガス、 $\text{SiCl}_4$ ガス、 $\text{CHCl}_3$ ガス、 $\text{CCl}_4$ ガス及び $\text{BCl}_3$ ガスから選択される少なくとも1つを含む。酸素系ガスは、例えば $\text{O}_2$ ガス及び $\text{O}_3$ ガスから選択される少なくとも1つを含む。第2エッチングガスは、塩素系ガスと酸素系ガスに加えて、不活性ガスを含んでもよい。不活性ガスは、例えば $\text{N}_2$ ガス、 $\text{He}$ ガス及び $\text{Ar}$ ガスから選択される少なくとも1つを含む。第2エッチングガスは、プラズマ化したものであることが好ましい。

[0025] ステップS203の後、ステップS204の前に、第2ハードマスク膜15を除去してもよい。第2ハードマスク膜15の除去には、第3エッチングガスと同様に、例えばフッ素系ガスが用いられる。フッ素系ガスは、例えば $\text{CF}_4$ ガス、 $\text{CHF}_3$ ガス、 $\text{C}_2\text{F}_6$ ガス、 $\text{C}_3\text{F}_6$ ガス、 $\text{C}_4\text{F}_6$ ガス、 $\text{C}_4\text{F}_8$ ガス、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ ガス、 $\text{CH}_3\text{F}$ ガス、 $\text{C}_3\text{F}_8$ ガス、 $\text{F}_2$ ガス、 $\text{SF}_6$ ガス及び $\text{NF}_3$ ガスから選択される少なくとも1つを含む。フッ素系ガスは、さらに不活性ガスを含んでもよい。フッ素系ガスは、プラズマ化したものであることが好ましい。第2ハードマスク膜15の除去には、薬液が用いられてもよい。

[0026] ステップS204では、図5(D)に示すように、開口パターンを有する第1ハードマスク膜14を用いて、位相シフト膜13を加工する。第1ハードマスク膜14の開口において、位相シフト膜13が第1エッチングガスに

曝され、第1エッチングガスが位相シフト膜13をエッチングする。第1ハードマスク膜14は、位相シフト膜13に比べて、第1エッチングガスに対する耐性が高い。ステップS204の終了時に、第1ハードマスク膜14は残る。その結果、第1ハードマスク膜14の開口パターンが位相シフト膜13に転写される。

[0027] 第1エッチングガスは、フッ素系ガスを含む。フッ素系ガスは、例えば $\text{CF}_4$ ガス、 $\text{CHF}_3$ ガス、 $\text{C}_2\text{F}_6$ ガス、 $\text{C}_3\text{F}_8$ ガス、 $\text{C}_4\text{F}_6$ ガス、 $\text{C}_4\text{F}_8$ ガス、 $\text{CH}_2\text{F}_2$ ガス、 $\text{CH}_3\text{F}$ ガス、 $\text{C}_3\text{F}_8$ ガス、 $\text{F}_2$ ガス、 $\text{SF}_6$ ガス及び $\text{NF}_3$ ガスから選択される少なくとも1つを含む。第1エッチングガスは、フッ素系ガスに加えて、活性ガス又は不活性ガスを含んでもよい。活性ガスは、例えば $\text{O}_2$ ガスを含む。不活性ガスは、例えば $\text{N}_2$ ガス、 $\text{He}$ ガス及び $\text{Ar}$ ガスから選択される少なくとも1つを含む。第1エッチングガスは、プラズマ化したものであることが好ましい。

[0028] ステップS205では、図示しないが、第1ハードマスク膜14を除去する。第1ハードマスク膜14の除去には、例えば第4エッチングガスが用いられる。第4エッチングガスは、第2エッチングガスと同様に、塩素系ガスと酸素系ガスとを含む。第4エッチングガスは、さらに不活性ガスを含んでもよい。第4エッチングガスは、プラズマ化したものであることが好ましい。第1ハードマスク膜14の除去には、薬液が用いられてもよい。

[0029] 次に、図6を参照して、従来例の反射型マスクブランク1の加工手順について説明する。従来例の反射型マスクブランク1は、図6(A)に示すように、基板10と、多層反射膜11と、保護膜12と、位相シフト膜13と、第1ハードマスク膜14と、レジスト膜16と、をこの順番で有する。従来例の反射型マスクブランク1は、第1ハードマスク膜14とレジスト膜16の間に第2ハードマスク膜15を有しない。

[0030] 位相シフト膜13は、貴金属元素を含むことが好ましい。貴金属元素は、例えば $\text{Ir}$ 、 $\text{Pt}$ 、 $\text{Pd}$ 、 $\text{Ag}$ 又は $\text{Au}$ である。これらの貴金属元素は、比較的小さな屈折率を有するので、位相差を確保しつつ、位相シフト膜13の

膜厚を小さくできる。但し、これらの貴金属元素は、エッチング速度が遅い。そこで、位相シフト膜13の加工時にその加工時間を確保すべく、第1ハードマスク膜14を厚くすることが考えられる。

[0031] 第1ハードマスク膜14を厚くすると、第1ハードマスク膜14の加工時にその加工時間が延びる。従来、図6(B)に示すように、第1ハードマスク膜14の加工時に、時間の経過とともにレジスト膜16の線幅Wが細くなることがあった。これは、第1ハードマスク膜14の加工時に、酸素ラジカルがレジスト膜16の開口の側面をエッチングするからである。

[0032] 図6(B)及び図6(C)に示すように第1ハードマスク膜14の加工時に時間の経過とともにレジスト膜16の線幅Wが細くなることで、第1ハードマスク膜14の開口の側面が傾斜してしまう。そのような開口を有する第1ハードマスク膜14を用いて位相シフト膜13を加工すると、図6(D)及び図6(E)に示すように位相シフト膜13の開口の側面も傾斜してしまう。

[0033] これは、図6(C)に示すように、第1ハードマスク膜14が台形の断面形状を有するからである。第1ハードマスク膜14の膜厚が小さい位置では、第1ハードマスク膜14の膜厚が大きい位置に比べて、図6(D)に示すように、第1ハードマスク膜14の消失が早く、位相シフト膜13のエッチングが早く始まる。その結果、位相シフト膜13の開口の側面も傾斜してしまう。

[0034] 次に、図5を再度参照して、実施例の反射型マスクブランク1の加工手順について説明する。実施例の反射型マスクブランク1は、図5(A)に示すように、第1ハードマスク膜14とレジスト膜16の間に第2ハードマスク膜15を有する。第2ハードマスク膜15は、図5(B)に示すように、開口パターンを有するレジスト膜16を用いて加工する。

[0035] レジスト膜16の開口において、第2ハードマスク膜15が第3エッチングガスに曝され、第3エッチングガスが第2ハードマスク膜15をエッチングする。第3エッチングガスは酸素系ガスを実質的に含まないので、酸素ラ

ジカルがレジスト膜16の開口の側面をエッチングすることがない。

[0036] よって、第2ハードマスク膜15の加工時に、時間の経過とともにレジスト膜16の線幅Wが細くなることを抑制でき、第2ハードマスク膜15の開口の側面が傾斜することを抑制できる。よって、図5(C)に示すように側面が垂直な開口を有する第2ハードマスク膜15を用いて第1ハードマスク膜14を加工でき、第1ハードマスク膜14の開口の側面が傾斜することを抑制できる。

[0037] 第2ハードマスク膜15は、第1ハードマスク膜14に比べて、第2エッチングガスに対する耐性が高い。第2ハードマスク膜15と第1ハードマスク膜14は、第2エッチングガスに対する選択比( $ER1/ER2$ )が好ましくは5以上である。ER1は第1ハードマスク膜14のエッチング速度であり、ER2は第2ハードマスク膜15のエッチング速度である。選択比( $ER1/ER2$ )は、より好ましくは10以上であり、さらに好ましくは20以上であり、特に好ましくは30以上であり、最も好ましくは50以上である。選択比( $ER1/ER2$ )は、好ましくは1000以下であり、より好ましくは500以下であり、さらに好ましくは200以下である。

[0038] ここで、第2エッチングガスは、特に限定されないが、例えば、 $Cl_2$ ガスを50体積%~99体積%含み、 $O_2$ ガスを1体積%~50体積%含む。この組成範囲において、選択比( $ER1/ER2$ )が5以上になる組成が少なくとも1つ存在すればよい。第2エッチングガスは、第3エッチングガスとは異なり、酸素系ガスを含む。

[0039] 選択比( $ER1/ER2$ )が5以上であれば、第1ハードマスク膜14の加工時に時間の経過とともに第2ハードマスク膜15の線幅が細くなることを抑制でき、第1ハードマスク膜14の開口の側面が傾斜することを抑制できる。

[0040] 第1ハードマスク膜14の加工終了時における第1ハードマスク膜14の形状の一例を誇張して図8に示す。図8に示すテーパ角 $\alpha$ とサイドエッチング量Eで、第1ハードマスク膜14の形状を評価できる。なお、サイドエ

ツチング量は、アンダーカット量とも呼ばれる。

- [0041] テーパー角 $\alpha$ は、第1ハードマスク膜14と位相シフト膜13の境界線と、第1ハードマスク膜14の開口の側面とのなす角である。テーパー角 $\alpha$ は、好ましくは $70^\circ \sim 90^\circ$ であり、より好ましくは $80^\circ \sim 90^\circ$ である。テーパー角 $\alpha$ は、大きいほど好ましく、 $90^\circ$ であってもよい。
- [0042] サイドエッチング量Eは、第2ハードマスク膜15と第1ハードマスク膜14の境界線における、第2ハードマスク膜15の開口の側面に対する、第1ハードマスク膜14の開口の側面のシフト量である。サイドエッチング量Eは、好ましくは $0\text{ nm} \sim 10\text{ nm}$ であり、より好ましくは $0\text{ nm} \sim 5\text{ nm}$ である。サイドエッチング量Eは、小さいほど好ましく、 $0\text{ nm}$ であってもよい。
- [0043] 本実施形態によれば、図5(D)に示すように側面が垂直な開口を有する第1ハードマスク膜14を用いて位相シフト膜13を加工でき、位相シフト膜13の開口の側面が傾斜することを抑制できる。従って、位相シフト膜13の開口パターンの加工精度を向上できる。
- [0044] 第1ハードマスク膜14は、位相シフト膜13に比べて、第1エッチングガスに対する耐性が高い。第1ハードマスク膜14と位相シフト膜13は、第1エッチングガスに対する選択比( $ER3/ER4$ )が2以上である。ER3は位相シフト膜13のエッチング速度であり、ER4は第1ハードマスク膜14のエッチング速度である。選択比( $ER3/ER4$ )は、より好ましくは3以上であり、さらに好ましくは4以上である。選択比( $ER3/ER4$ )は、好ましくは1000以下である。
- [0045] ここで、第1エッチングガスは、特に限定されないが、例えば、 $CF_4$ ガスを50体積%~99体積%含み、 $O_2$ ガスを1体積%~50体積%含む。この組成範囲において、選択比( $ER3/ER4$ )が2以上になる組成が少なくとも1つ存在すればよい。第1エッチングガスは、第3エッチングガスとは異なり、酸素系ガスを含んでもよい。
- [0046] 選択比( $ER3/ER4$ )が2以上であれば、位相シフト膜13の加工時

に時間の経過とともに第1ハードマスク膜14の線幅が細くなることを抑制でき、位相シフト膜13の開口の側面が傾斜することを抑制できる。

[0047] 第1ハードマスク膜14は、金属元素として、価数が4以下であるフッ化物の融点 $T_1$ が $250^{\circ}\text{C}$ 以上である元素X1を含むことが好ましい。融点 $T_1$ が $250^{\circ}\text{C}$ 以上であれば、第1ハードマスク膜14のエッチング速度 $ER_4$ が遅く、選択比( $ER_3/ER_4$ )が十分に大きく、位相シフト膜13の加工が容易である。融点 $T_1$ は、好ましくは $3000^{\circ}\text{C}$ 以下である。表1に、大気圧下におけるフッ化物の融点を示す。

[0048] [表1]

純物質	化合物		
	化学式	価数	融点 [ $^{\circ}\text{C}$ ]
Ru	$\text{RuF}_3$	3	>650
	$\text{RuF}_4$	4	>280
Cr	$\text{CrF}_2$	2	894
	$\text{CrF}_3$	3	1425
	$\text{CrF}_4$	4	277
Hf	$\text{HfF}_4$	4	310
Al	$\text{AlF}_3$	3	1291
Mo	$\text{MoF}_3$	3	>600

表1に示すように、Cr、Ru、Al及びHfは、融点 $T_1$ が $250^{\circ}\text{C}$ 以上である。そこで、元素X1は、Cr、Ru、Al及びHf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。これらの元素を含む第1ハー

ドマスク膜14のエッチング速度 $ER_4$ は遅く、選択比( $ER_3/ER_4$ )が十分に大きく、位相シフト膜13の加工が容易である。

[0049] 第1ハードマスク膜14は、元素X1の化合物を含んでもよい。元素X1の化合物は、例えばO、N、C及びBから選択される少なくとも1つの元素を含む。O、N、C及びBから選択される少なくとも1つの元素を添加することで、第1ハードマスク膜14の結晶化を抑制でき、第1ハードマスク膜14の開口側面のラフネスを小さくできる。

[0050] 元素X1としてのCrは、サイドエッチング量Eの増大を招くので、Cr以外の金属元素又は非金属元素を含むCr化合物として使用することが好ましい。

[0051] ステップS201において、第1ハードマスク膜14の膜厚 $t_1$ は、好ましくは5nm~40nmである。第1ハードマスク膜14の膜厚 $t_1$ が5nm以上であれば、位相シフト膜13の加工終了時に第1ハードマスク膜14が十分に残る。第1ハードマスク膜14の膜厚 $t_1$ が40nm以下であれば、第1ハードマスク膜14の開口に第1エッチングガスが入り込みやすく、位相シフト膜13がエッチングされやすい。

[0052] 第2ハードマスク膜15は、金属元素又は半金属元素として、酸化物の融点 $T_2$ が1000℃以上である元素X2を含むことが好ましい。融点 $T_2$ が1000℃以上であれば、第2ハードマスク膜15のエッチング速度 $ER_2$ が遅く、選択比( $ER_1/ER_2$ )が十分に大きく、第1ハードマスク膜14の加工が容易である。融点 $T_2$ は、好ましくは3000℃以下である。表2に、大気圧下における酸化物の融点を示す。

[0053]

[表2]

純物質	化合物	
	化学式	融点 [°C]
W	WO <sub>2</sub>	1500~1600
	WO <sub>3</sub>	1473
Hf	HfO <sub>2</sub>	2800
Ti	TiO	1770
	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1842
	TiO <sub>2</sub>	1843
Nb	NbO	1937
	NbO <sub>2</sub>	1901
	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1500
Ta	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1875
Si	SiO <sub>2</sub>	1722
Sn	SnO	1080
	SnO <sub>2</sub>	1630

表2に示すように、Ta、Si、Ti、W、Sn及びNbは、融点T<sub>2</sub>が250°C以上である。そこで、元素X<sub>2</sub>は、Ta、Si、Ti、W、Sn及びNb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。これらの元素を含む第2ハードマスク膜15のエッチング速度ER<sub>2</sub>は遅く、選択比(ER<sub>1</sub>/ER<sub>2</sub>)が十分に大きく、第1ハードマスク膜14の加工が容

易である。また元素X2は、Ta、Ti、W、Sn及びNbから選択される少なくとも1つの元素を含むことがより好ましい。

[0054] 第2ハードマスク膜15は、元素X2の化合物を含んでもよい。元素X2の化合物は、例えばO、N、C及びBから選択される少なくとも1つの元素を含む。O、N、C及びBから選択される少なくとも1つの元素を添加することで、第2ハードマスク膜15の結晶化を抑制でき、第2ハードマスク膜15の開口側面のラフネスを小さくできる。

[0055] 第2エッチングガスの化学組成（体積比）と、第1ハードマスク膜14の化学組成（モル比）と、第2ハードマスク膜15の化学組成（モル比）と、選択比（ $E_{R1} / E_{R2}$ ）の関係の一例を表3に示す。

[0056]

[表3]

第2 エッチング ガス	第1ハードマスク膜			第2ハードマスク膜			選択比
	膜種	組成	ER1 [nm/min]	膜種	組成	ER2 [nm/min]	
Cl <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =50:50	Ru	-	59.7	TaON	Ta:O:N= 38:55:7	0.3	ER1/ER2
	RuCr	Ru:Cr=80:20	24.7				
	RuCr	Ru:Cr=60:40	21.4				
	RuCr	Ru:Cr=40:60	15.3				
Cl <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =80:20	CrN	Cr:N=90:10	31.2				104
	CrO	Cr:O=40:60	64.8				216

表3に示す選択比（ER1 / ER2）は、いずれも、10以上である。

[0057] ステップS201において、第2ハードマスク膜15の膜厚t2は、好ましくは2nm～20nmである。第2ハードマスク膜15の膜厚t2が2n

m以上であれば、第1ハードマスク膜14の加工終了時に第2ハードマスク膜15が十分に残る。第2ハードマスク膜15の膜厚 $t_2$ が20nm以下であれば、第2ハードマスク膜15の開口に第2エッチングガスが入り込みやすく、第1ハードマスク膜14がエッチングされやすい。

[0058] ステップS201において、第2ハードマスク膜15の膜厚( $t_2$ )に対する第1ハードマスク膜14の膜厚( $t_1$ )の比( $t_1/t_2$ )が1~40であることが好ましい。比( $t_1/t_2$ )が1以上であれば、第2ハードマスク膜15の膜厚( $t_2$ )が十分に薄く、第2ハードマスク膜15の加工時にその加工時間が短くて済む。比( $t_1/t_2$ )が40以下であれば、第1ハードマスク膜14の膜厚( $t_1$ )が十分に薄く、第1ハードマスク膜14の加工時にその加工時間を短くでき、第2ハードマスク膜15のパターン端部が削れる懸念が小さい。比( $t_1/t_2$ )は、より好ましくは2~10であり、さらに好ましくは2.5~10であり、特に好ましくは3~10である。

[0059] 次に、図1を再度参照して、基板10、多層反射膜11、保護膜12、及び位相シフト膜13について、この順番で説明する。なお、第1ハードマスク膜14、第2ハードマスク膜15は、上記の通りである。

[0060] 基板10は、例えばガラス基板である。基板10の材質は、 $TiO_2$ を含有する石英ガラスが好ましい。石英ガラスは、一般的なソーダライムガラスに比べて、線膨張係数が小さく、温度変化による寸法変化が小さい。石英ガラスは、 $SiO_2$ を80質量%~95質量%、 $TiO_2$ を4質量%~17質量%含んでよい。 $TiO_2$ 含有量が4質量%~17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。石英ガラスは、 $SiO_2$ 及び $TiO_2$ 以外の第三成分又は不純物を含有してもよい。なお、基板10の材質は、 $\beta$ 石英固溶体を析出した結晶化ガラス、シリコン、又は金属等であってもよい。

[0061] 基板10は、第1主面10aと、第1主面10aとは反対向きの第2主面10bと、を有する。第1主面10aには、多層反射膜11などが形成され

る。平面視（Z軸方向視）にて基板10のサイズは、例えば縦152mm、横152mmである。縦寸法及び横寸法は、152mm以上であってもよい。第1主面10aと第2主面10bは、各々の中央に、例えば正方形の品質保証領域を有する。品質保証領域のサイズは、例えば縦142mm、横142mmである。第1主面10aの品質保証領域は、0.15nm以下の二乗平均平方根粗さ（Rq）と、100nm以下の平坦度と、を有することが好ましい。また、第1主面10aの品質保証領域は、位相欠陥を生じさせる欠点を有しないことが好ましい。

[0062] 多層反射膜11は、EUV光を反射する。多層反射膜11は、例えば高屈折率層と低屈折率層とを交互に積層したものである。高屈折率層の材質は例えばシリコン（Si）であり、低屈折率層の材質は例えばモリブデン（Mo）であり、Mo/Si多層反射膜が用いられる。なお、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、Si/Ru/Mo多層反射膜なども、多層反射膜11として使用可能である。

[0063] 多層反射膜11を構成する各層の膜厚及び層の繰り返し単位の数は、各層の材質、及びEUV光に対する反射率に応じて適宜選択できる。多層反射膜11は、Mo/Si多層反射膜である場合、入射角 $\theta$ （図7参照）が $6^\circ$ であるEUV光に対して60%以上の反射率を達成するには、膜厚 $2.3 \pm 0.1$ nmのMo層と、膜厚 $4.5 \pm 0.1$ nmのSi層とを繰り返し単位数が30以上60以下になるように積層すればよい。多層反射膜11は、入射角 $\theta$ が $6^\circ$ であるEUV光に対して60%以上の反射率を有することが好ましい。反射率は、より好ましくは65%以上である。

[0064] 多層反射膜11を構成する各層の成膜方法は、例えば、DCスパッタリング法、マグネトロンスパッタリング法、又はイオンビームスパッタリング法などである。イオンビームスパッタリング法を用いてMo/Si多層反射膜を形成する場合、Mo層とSi層の各々の成膜条件の一例は下記の通りであ

る。

<Si層の成膜条件>

ターゲット：Siターゲット、

スパッタガス：Arガス、

ガス圧： $1.3 \times 10^{-2} \text{ Pa} \sim 2.7 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 、

イオン加速電圧：300V～1500V、

成膜速度： $0.030 \text{ nm/sec} \sim 0.300 \text{ nm/sec}$ 、

Si層の膜厚： $4.5 \pm 0.1 \text{ nm}$ 。

<Mo層の成膜条件>

ターゲット：Moターゲット、

スパッタガス：Arガス、

ガス圧： $1.3 \times 10^{-2} \text{ Pa} \sim 2.7 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 、

イオン加速電圧：300V～1500V、

成膜速度： $0.030 \text{ nm/sec} \sim 0.300 \text{ nm/sec}$ 、

Mo層の膜厚： $2.3 \pm 0.1 \text{ nm}$ 。

<Si層とMo層の繰り返し単位>

繰り返し単位数：30～60（好ましくは40～50）。

[0065] 保護膜12は、多層反射膜11と位相シフト膜13の間に形成され、多層反射膜11を保護する。保護膜12は、位相シフト膜13の加工時、つまりステップS204において、第1エッチングガスから多層反射膜11を保護する。保護膜12は、第1エッチングガスに曝されても除去されずに、多層反射膜11の上に残る。

[0066] 保護膜12は、例えばRu、Rh及びSiから選択される少なくとも1つの元素を含有する。保護膜12は、Rhを含有する場合、Rhのみを有してもよいが、Rh化合物を有してもよい。Rh化合物は、Rhに加えて、Ru、Nb、Mo、Ta、Ir、Pd、Zr、Y及びTiから選択される少なくとも1つの元素Z1を含有してもよい。

[0067] Rhに対してRu、Nb、Mo、Zr、Y又はTiを添加することで、屈

折率の増大を抑制しつつ、消衰係数を小さくでき、EUV光に対する反射率を向上できる。また、Rhに対してTa、Ir、Pd又はYを添加することで、第1エッチングガスに対する耐性を向上できる。

[0068] Rh化合物は、Rhに加えて、N、O、C及びBから選択される少なくとも1つの元素Z2を含有してもよい。元素Z2は、保護膜12の第1エッチングガスに対する耐性を低下させてしまう反面、保護膜12の結晶性を低下させることで保護膜12の平滑性を向上する。元素Z2を含有するRh化合物は、非結晶構造、又は微結晶構造を有する。Rh化合物が非結晶構造、又は微結晶構造を有する場合、Rh化合物のX線回折プロファイルは明瞭なピークを有しない。

[0069] 保護膜12は単一の層からなる膜でもよいし、下層及び上層を有する多層膜であってもよい。保護膜12の下層は、多層反射膜11の最上面に接触して形成された層である。保護膜12の上層は、位相シフト膜13の最下面に接触している。このように、保護膜12を複数層構造とすることで、所定の機能に優れた材料を各層に使用できるので、保護膜12全体の多機能化を図ることができる。

[0070] 保護膜12の上層は、Rhを含むことが好ましく、Rh化合物を含むことがより好ましい。保護膜12の下層は、Ru、Nb、Mo、Zr、Y、C及びB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く、Ruを含むことがより好ましい。また、保護膜12が多層膜である場合、下記の保護膜12の厚みとは多層膜の合計膜厚を意味する。

[0071] 保護膜12の厚みは、好ましくは1.0nm~4.0nmであり、より好ましくは2.0nm~3.5nmであり、さらに好ましくは2.5nm~3.0nmである。保護膜12の厚みが1.0nm以上であれば、エッチング耐性が良好である。また、保護膜12の厚みが4.0nm以下であれば、EUV光に対する反射率が良好である。

[0072] 保護膜12の密度は、好ましくは10.0g/cm<sup>3</sup>~14.0g/cm<sup>3</sup>である。保護膜12の密度が10.0g/cm<sup>3</sup>以上であれば、エッチング耐

性が良い。また、保護膜12の密度が $1.4 \text{ g/cm}^3$ 以下であれば、EUV光に対する反射率の低下を抑制できる。

[0073] 保護膜12の上面、すなわち保護膜12の位相シフト膜13が形成される表面は、二乗平均平方根粗さ $R_q$ が好ましくは $0.20 \text{ nm}$ 以下であり、より好ましくは $0.17 \text{ nm}$ 以下である。二乗平均平方根粗さ $R_q$ が $0.20 \text{ nm}$ 以下であれば、保護膜12の上に位相シフト膜13などを平滑に形成できる。また、EUV光の散乱を抑制でき、EUV光に対する反射率を向上できる。二乗平均平方根粗さ $R_q$ は、好ましくは $0.05 \text{ nm}$ 以上である。

[0074] 保護膜12の成膜方法は、例えば、DCスパッタリング法、マグネトロンスパッタリング法、又はイオンビームスパッタリング法などである。DCスパッタリング法を用いてRh膜を形成する場合、成膜条件の一例は下記の通りである。

<Rh膜の成膜条件>

ターゲット：Rhターゲット、

スパッタガス：Arガス、

ガス圧： $1.0 \times 10^{-2} \text{ Pa} \sim 1.0 \times 10^0 \text{ Pa}$ 、

ターゲットの出力密度： $1.0 \text{ W/cm}^2 \sim 8.5 \text{ W/cm}^2$ 、

成膜速度： $0.020 \text{ nm/sec} \sim 1.000 \text{ nm/sec}$ 、

膜厚： $1 \text{ nm} \sim 10 \text{ nm}$ 。

[0075] 位相シフト膜13は、開口パターン13aが形成される予定の膜である。開口パターン13aは、反射型マスクブランク1の製造工程では形成されずに、反射型マスク2の製造工程で形成される。位相シフト膜13は、図7に示す第1EUV光L1に対して、第2EUV光L2の位相をシフトさせる。

[0076] 第1EUV光L1は、位相シフト膜13を透過することなく開口パターン13aを通過し、多層反射膜11で反射され、再び位相シフト膜13を透過することなく開口パターン13aを通過した光である。第2EUV光L2は、位相シフト膜13に吸収されながら位相シフト膜13を透過し、多層反射膜11で反射され、再び位相シフト膜13に吸収されながら位相シフト膜1

3を透過した光である。

[0077] 第1 EUV光L1と第2 EUV光L2の位相差 ( $\geq 0$ ) は、例えば  $170^\circ \sim 250^\circ$  である。第1 EUV光L1の位相が、第2 EUV光L2の位相よりも、進んでいてもよいし、遅れていてもよい。位相シフト膜13は、第1 EUV光L1と第2 EUV光L2の干渉を利用して、転写像のコントラストを向上する。転写像は、位相シフト膜13の開口パターン13aを対象基板に転写した像である。

[0078] EUVLでは、いわゆる射影効果（シャドーイング効果）が生じる。シャドーイング効果とは、EUV光の入射角 $\theta$ が $0^\circ$ ではない（例えば $6^\circ$ である）ことに起因して、開口パターン13aの側壁付近に、側壁によってEUV光を遮る領域が生じ、転写像の位置ずれ又は寸法ずれが生じることをいう。シャドーイング効果を低減するには、開口パターン13aの側壁の高さを低くすることが有効であり、位相シフト膜13の薄化が有効である。

[0079] 位相シフト膜13の膜厚は、シャドーイング効果を低減すべく、例えば60nm以下であり、好ましくは50nm以下である。位相シフト膜13の膜厚は、第1 EUV光L1と第2 EUV光L2の位相差を確保すべく、好ましくは20nm以上であり、より好ましくは30nm以上である。

[0080] 第1 EUV光L1と第2 EUV光L2の位相差を確保しつつ、シャドーイング効果を低減すべく位相シフト膜13の膜厚を小さくするには、位相シフト膜13の屈折率 $n$ を小さくすることが有効である。また、EUV光に対する反射率を小さくするには、位相シフト膜13の消衰係数 $k$ を大きくすることが有効である。このように、位相シフト膜13は、光学特性に優れていることが求められる。

[0081] 位相シフト膜13の屈折率 $n$ は、好ましくは0.940以下であり、より好ましくは0.930以下であり、さらに好ましくは0.929以下であり、特に好ましくは0.925以下であり、より特に好ましくは0.920以下であり、さらに特に好ましくは0.918以下であり、さらに一層好ましくは0.910以下であり、最も好ましくは0.900以下である。位相シ

フト膜13の屈折率 $n$ が小さいほど、位相シフト膜13を薄化できる。なお、位相シフト膜13の屈折率 $n$ は、好ましくは0.885以上である。本明細書において、屈折率は、EUV光（例えば波長13.5nmの光）に対する屈折率である。

[0082] 位相シフト膜13の消衰係数 $k$ は、好ましくは0.030以上であり、より好ましくは0.034以上であり、さらに好ましくは0.036以上、特に好ましくは0.038以上である。位相シフト膜13の消衰係数 $k$ が大きいほど、薄い膜厚で所望の反射率を得ることが容易である。なお、位相シフト膜13の消衰係数 $k$ は、好ましくは0.065以下である。本明細書において、消衰係数は、EUV光（例えば波長13.5nmの光）に対する消衰係数である。

[0083] 位相シフト膜13の光学特性（屈折率 $n$ と消衰係数 $k$ ）は、Center for X-Ray Optics, Lawrence Berkeley National Laboratoryのデータベースの値、又は後述する反射率の「入射角の依存性」から算出した値を用いる。

[0084] EUV光の入射角 $\theta$ と、EUV光に対する反射率 $R$ と、位相シフト膜13の屈折率 $n$ と、位相シフト膜13の消衰係数 $k$ とは、下記の式(1)を満たす。

$$R = \left| \frac{\sin \theta - \left( (n + ik)^2 - \cos^2 \theta \right)^{1/2}}{\sin \theta + \left( (n + ik)^2 - \cos^2 \theta \right)^{1/2}} \right| \cdots (1)$$

入射角 $\theta$ と反射率 $R$ の組み合わせを複数測定し、複数の測定データと式(1)との誤差が最小になるように、最小二乗法で屈折率 $n$ と消衰係数 $k$ を算出する。

[0085] 位相シフト膜13は、貴金属元素を含むことが好ましい。貴金属元素は、例えばIr、Pt、Pd、Ag又はAuである。これらの貴金属元素は、比較的小さな屈折率を有するので、位相差を確保しつつ、位相シフト膜13の膜厚を小さくできる。但し、これらの貴金属元素は、エッチング速度が遅い。そこで、本実施形態では、位相シフト膜13の上に第1ハードマスク膜14と第2ハードマスク膜15がこの順番で形成される。

[0086] 位相シフト膜13は、好ましくはIr系材料からなる層を有する。位相シフト膜13は、本実施形態では単層であるが、複数層であってもよい。いずれにしても、位相シフト膜13を構成する少なくとも一層がIr系材料からなることが好ましい。Ir系材料は、Irを主成分として含む材料である。Ir系材料は、Irを25at%~100at%含有することが好ましく、Irを30at%~100at%含有することがより好ましく、Irを40at%~100at%含有することがさらに好ましく、Irを50at%~100at%含有することが特に好ましい。Ir系材料は、Ir単体であってもよいが、Ir化合物であることが好ましい。

[0087] Ir化合物は、O、B、C及びN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。O、B、C及びNから選択される少なくとも1つの元素を添加することで、光学特性の低下を抑制しつつ結晶化を抑制でき、開口パターン13aの側面のラフネスを小さくできる。Ir化合物は、Oを含むことが好ましく、OとNを含むことがより好ましい。

[0088] ところで、EUV露光装置の内部で、反射型マスク2は、水素ガスに曝されることがある。水素ガスは、例えばカーボンのコンタミを低減する目的で使用される。従って、位相シフト膜13が、水素ガスに曝されることがある。

[0089] Ir化合物に含まれるO、B、C又はNは、水素ガスと反応し、水素化物（例えば $H_2O$ ）を生成しうる。水素化物が生成されると、水素化物は揮発性が高く、O、B、C又はNがIr化合物から脱離し、位相シフト膜13の膜厚が小さくなってしまふ。膜厚の変化は、位相差の変化につながる。

[0090] そこで、Ir化合物は、Ta、Cr、Mo、W、Re及びSi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。これらの元素を添加することで、水素耐性を向上できる。これらの元素の中でも、Ta、Cr、W及びReは、光学特性の低下を抑制しつつ、水素耐性を向上できる。また、Mo及びSiは、水素耐性をより向上できる。

[0091] 位相シフト膜13の成膜方法は、例えば、DCスパッタリング法、マグネ

トロンスパッタリング法、又はイオンビームスパッタリング法などである。スパッタガス中の $O_2$ ガスの含有量で、位相シフト膜13の酸素含有量を制御可能である。また、スパッタガス中の $N_2$ ガスの含有量で、位相シフト膜13の窒素含有量を制御可能である。

[0092] 反応性スパッタリング法を用いてIrTaON膜を形成する場合、成膜条件の一例は下記の通りである。

<IrTaON膜の成膜条件>

ターゲット：IrターゲットおよびTaターゲット（またはIrTaターゲット）、

Irターゲットの出力密度： $1.0\text{ W/cm}^2 \sim 8.5\text{ W/cm}^2$ 、

Taターゲットの出力密度： $1.0\text{ W/cm}^2 \sim 8.5\text{ W/cm}^2$ 、

スパッタガス：Arガスと $O_2$ ガスと $N_2$ ガスの混合ガス、

スパッタガス中の $O_2$ ガスの体積比（ $O_2 / (Ar + O_2 + N_2)$ ）： $0.01 \sim 0.25$ 、

スパッタガス中の $N_2$ ガスの体積比（ $N_2 / (Ar + O_2 + N_2)$ ）： $0.01 \sim 0.25$ 、

成膜速度： $0.020\text{ nm/sec} \sim 0.060\text{ nm/sec}$ 、

膜厚： $20\text{ nm} \sim 60\text{ nm}$ 。

[0093] 保護膜12は、位相シフト膜13に比べて、第1エッチングガスに対する耐性が高い。保護膜12と位相シフト膜13は、第1エッチングガスに対する選択比（ $ER3 / ER5$ ）が好ましくは5以上である。ER3は位相シフト膜13のエッチング速度であり、ER5は保護膜12のエッチング速度である。選択比（ $ER3 / ER5$ ）が大きいほど、位相シフト膜13の加工性が良い。選択比（ $ER3 / ER5$ ）は、好ましくは5.0以上であり、より好ましくは10以上であり、さらに好ましくは30以上である。選択比（ $ER3 / ER5$ ）は、好ましくは200以下であり、より好ましくは100以下である。

**実施例**

[0094] 以下、実験データについて説明する。例1及び例2では、図5(A)に示すように第1ハードマスク膜14とレジスト膜16の間に第2ハードマスク膜15を有する反射型マスクブランク1を準備し、第2ハードマスク膜15の加工(ステップS202)と第1ハードマスク膜14の加工(ステップS203)を実施した。一方、例3では、図6(A)に示すように第2ハードマスク膜15を有しない反射型マスクブランク1を準備し、第1ハードマスク膜14の加工(ステップS203)を実施した。ステップS203の後、ステップS204の前に、SEM(Scanning Electron Microscope)で断面を観察し、サイドエッチング量Eとテーパ角 $\alpha$ を測定した。例1及び例2が実施例であり、例3が比較例である。例1～例3では、基板10と、多層反射膜11と、保護膜12と、位相シフト膜13と、レジスト膜16とは、同一の構成であった。

[0095] 基板10としては、 $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ 系のガラス基板(外形6インチ(152mm)角、厚さが6.3mm)を準備した。このガラス基板は、 $20^\circ\text{C}$ における熱膨張係数が $0.02 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ であり、ヤング率が67GPaであり、ポアソン比が0.17であり、比剛性は $3.07 \times 10^7 \text{m}^2/\text{s}^2$ であった。基板10の第1主面10aの品質保証領域は、研磨によって0.15nm以下の二乗平均平方根粗さ(Rq)と、100nm以下の平坦度と、を有していた。基板10の第2主面10bには、マグネトロンスパッタリング法を用いて厚さ100nmのCr膜を成膜した。Cr膜のシート抵抗は $100\Omega/\square$ であった。

[0096] 多層反射膜11としては、Mo/Si多層反射膜を形成した。Mo/Si多層反射膜は、イオンビームスパッタリング法を用いてSi層(膜厚4.5nm)とMo層(膜厚2.3nm)を成膜することを40回繰り返すことにより形成した。Mo/Si多層反射膜の合計膜厚は $272\text{nm}((4.5\text{nm}+2.3\text{nm}) \times 40)$ であった。

[0097] 保護膜12としては、Rh膜(膜厚5nm)を形成した。Rh膜は、イオンビームスパッタリング法を用いて形成した。

[0098] 位相シフト膜13としては、IrTaON膜（膜厚35nm）を形成した。IrTaON膜は、2元スパッタリング法を用いて形成した。IrTaON膜の化学組成は、アルバック・ファイ社製X線光電子分光装置（PHI 5000 VersaProbe）を用いて測定した。IrTaON膜の化学組成（モル比）は、Ir：Ta：O：Nが71.4：6.1：20.5：2.0であった。

[0099] 例1及び例3では、第1ハードマスク膜14として、Cr膜を形成した。Cr膜は、マグネトロンスパッタリング法を用いて形成した。例1のCr膜の膜厚は25nmであり、例3のCr膜の膜厚は20nmであった。一方、例2では、第1ハードマスク膜14として、RuCr膜を形成した。RuCr膜は、2元スパッタリング法を用いて形成した。RuCr膜の化学組成（モル比）は、Ru：Crが60：40であった。RuCr膜の膜厚は25nmであった。

[0100] 例1及び例2では、例3とは異なり、第2ハードマスク膜15として、TaON膜（膜厚5nm）を形成した。TaON膜は、反応性スパッタリング法を用いて形成した。TaON膜の化学組成は、アルバック・ファイ社製X線光電子分光装置（PHI 5000 VersaProbe）を用いて測定した。TaON膜の化学組成（モル比）は、Ta：O：Nが38：55：7であった。

[0101] 例1～例3の実験条件と実験結果を表4に示す。

[0102]

[表4]

		例1	例2	例3
第1ハードマスク膜	膜種	Cr	RuCr	Cr
	膜組成	-	Ru:Cr=60:40	-
	膜厚 [nm]	25	25	20
第2エッチングガス		Cl <sub>2</sub> +O <sub>2</sub>		
ER1/ER2		104	71	-
第2ハードマスク膜	膜種	TaON		-
	膜組成	Ta:O:N=38:55:7		
	膜厚 [nm]	5		
第3エッチングガス		CF <sub>4</sub> +CHF <sub>3</sub>		
E [nm]		5.7	3.4	-
$\alpha$ [°]		87	81	39
t1/t2		5		-

表4において、例1～例2と例3を比較すれば、第2ハードマスク膜15を設けることで、第1ハードマスク膜14の開口の側面を垂直にでき、テーパ角 $\alpha$ を大きくできることが分かる。また、表4において、例1と例2を比較すれば、第1ハードマスク膜14をCr単体ではなくCr化合物で構成すれば、サイドエッチング量Eを小さくできることが分かる。

[0103] 以上、本開示に係る反射型マスクブランク、反射型マスクブランクの製造方法、及び反射型マスクの製造方法について説明したが、本開示は上記実施形態などに限定されない。特許請求の範囲に記載された範囲内において、各種の変更、修正、置換、付加、削除、及び組み合わせが可能である。それらについても当然に本開示の技術的範囲に属する。

[0104] 本出願は、2023年4月28日に日本国特許庁に出願した特願2023-074391号に基づく優先権を主張するものであり、特願2023-074391号の全内容を本出願に援用する。

### 符号の説明

- [0105] 1 反射型マスクブランク  
2 反射型マスク  
10 基板  
11 多層反射膜  
12 保護膜  
13 位相シフト膜  
14 第1ハードマスク膜  
15 第2ハードマスク膜

## 請求の範囲

[請求項1] 基板と、多層反射膜と、保護膜と、位相シフト膜と、第1ハードマスク膜と、第2ハードマスク膜と、をこの順番で有する、反射型マスクブランクであって、

前記多層反射膜はEUV光を反射し、前記保護膜は前記位相シフト膜の加工時に第1エッチングガスから前記多層反射膜を保護し、前記位相シフト膜はEUV光を吸収すると共にEUV光の位相をシフトし、前記第1ハードマスク膜は前記位相シフト膜の加工時に前記第1エッチングガスから前記位相シフト膜の一部を保護し、前記第2ハードマスク膜は前記第1ハードマスク膜の加工時に第2エッチングガスから前記第1ハードマスク膜の一部を保護し、

前記第1ハードマスク膜は、前記位相シフト膜に比べて、フッ素系ガスを含む前記第1エッチングガスに対する耐性が高く、

前記第2ハードマスク膜は、前記第1ハードマスク膜に比べて、酸素系ガスと塩素系ガスを含む前記第2エッチングガスに対する耐性が高く、

前記第2ハードマスク膜と前記第1ハードマスク膜は、前記第2エッチングガスに対する選択比（ $ER1/ER2$ ）が5以上であり、

前記 $ER1$ は前記第1ハードマスク膜のエッチング速度であり、前記 $ER2$ は前記第2ハードマスク膜のエッチング速度である、反射型マスクブランク。

[請求項2] 前記第1ハードマスク膜は、金属元素として、価数が4以下であるフッ化物の融点が $250^{\circ}\text{C}$ 以上である元素X1を含む、請求項1に記載の反射型マスクブランク。

[請求項3] 前記元素X1は、Cr、Ru、Al及びHfから選択される少なくとも1つの元素を含む、請求項2に記載の反射型マスクブランク。

[請求項4] 前記第2ハードマスク膜は、金属元素又は半金属元素として、酸化物の融点が $1000^{\circ}\text{C}$ 以上である元素X2を含む、請求項1～3のい

ずれか1項に記載の反射型マスクブランク。

- [請求項5] 前記元素X2は、Ta、Si、Ti、W、Sn及びNbから選択される少なくとも1つの元素を含む、請求項4に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項6] 前記元素X2は、Ta、Ti、W、Sn及びNbから選択される少なくとも1つの元素を含む、請求項4に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項7] 前記第2ハードマスク膜は前記元素X2の化合物を含み、前記元素X2の化合物はO、N、C及びBから選択される少なくとも1つの元素を含む、請求項4に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項8] 前記第1ハードマスク膜の膜厚は5nm～40nmである、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項9] 前記第2ハードマスク膜の膜厚は2nm～20nmである、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項10] 前記第2ハードマスク膜の膜厚(t2)に対する前記第1ハードマスク膜の膜厚(t1)の比(t1/t2)が1～40である、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項11] 前記第1ハードマスク膜と前記位相シフト膜は、前記第1エッチングガスに対する選択比(ER3/ER4)が2以上であり、  
前記ER3は前記位相シフト膜のエッチング速度であり、前記ER4は前記第1ハードマスク膜のエッチング速度である、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項12] 前記位相シフト膜は、Ir、Pt、Pd、Ag及びAuから選択される少なくとも1つの元素を含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項13] 前記位相シフト膜は、Irを主成分として含む、請求項11に記載の反射型マスクブランク。
- [請求項14] 前記保護膜は、Ru、Rh及びSiから選択される少なくとも1つ

の元素を含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。

[請求項15] 前記保護膜は、Rhを含有する、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。

[請求項16] 前記保護膜は下層及び上層を有する多層膜であって、上層はRhを含む、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。

[請求項17] 前記保護膜と前記位相シフト膜の間に、バッファ膜を有する、請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランク。

[請求項18] 基板の上に多層反射膜と保護膜と位相シフト膜と第1ハードマスク膜と第2ハードマスク膜とをこの順番で成膜することを有し、

前記多層反射膜はEUV光を反射し、前記保護膜は前記位相シフト膜の加工時に第1エッチングガスから前記多層反射膜を保護し、前記位相シフト膜はEUV光を吸収すると共にEUV光の位相をシフトし、前記第1ハードマスク膜は前記位相シフト膜の加工時に前記第1エッチングガスから前記位相シフト膜の一部を保護し、前記第2ハードマスク膜は前記第1ハードマスク膜の加工時に第2エッチングガスから前記第1ハードマスク膜の一部を保護し、

前記第1ハードマスク膜は、前記位相シフト膜に比べて、フッ素系ガスを含む前記第1エッチングガスに対する耐性が高く、

前記第2ハードマスク膜は、前記第1ハードマスク膜に比べて、酸素系ガスと塩素系ガスを含む前記第2エッチングガスに対する耐性が高く、

前記第2ハードマスク膜と前記第1ハードマスク膜は、前記第2エッチングガスに対する選択比（ $ER1/ER2$ ）が5以上であり、

前記 $ER1$ は前記第1ハードマスク膜のエッチング速度であり、前記 $ER2$ は前記第2ハードマスク膜のエッチング速度である、反射型マスクブランクの製造方法。

[請求項19] 請求項1～3のいずれか1項に記載の反射型マスクブランクを準備

することと、

前記位相シフト膜に開口パターンを形成することと、  
を有する、反射型マスクの製造方法。

[請求項20]

フッ素系ガスを含む第3エッチングガスを用いて、前記第2ハードマスク膜の上に予め形成したレジスト膜の開口パターンを、前記第2ハードマスク膜に転写することと、

前記第2エッチングガスを用いて、前記第2ハードマスク膜の開口パターンを前記第1ハードマスク膜に転写することと、

前記第1エッチングガスを用いて、前記第1ハードマスク膜の開口パターンを前記位相シフト膜に転写することと、を有する、請求項19に記載の反射型マスクの製造方法。

[請求項21]

前記第2ハードマスク膜の開口パターンを前記第1ハードマスク膜に転写した後、前記第1ハードマスク膜の開口パターンを前記位相シフト膜に転写する前に、前記第2ハードマスク膜を除去することを有する、請求項20に記載の反射型マスクの製造方法。

[請求項22]

前記第2ハードマスク膜の除去には、フッ素系ガスを含むガスを用いる、請求項21に記載の反射型マスクの製造方法。

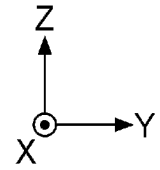
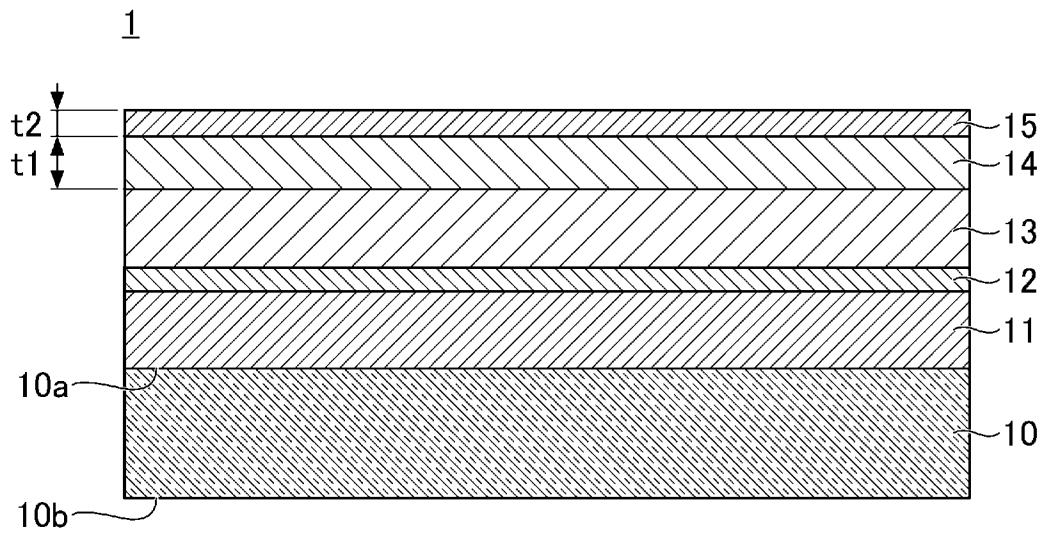
[請求項23]

前記第1ハードマスク膜の開口パターンを前記位相シフト膜に転写した後、前記第1ハードマスク膜を除去することを有する、請求項20に記載の反射型マスクの製造方法。

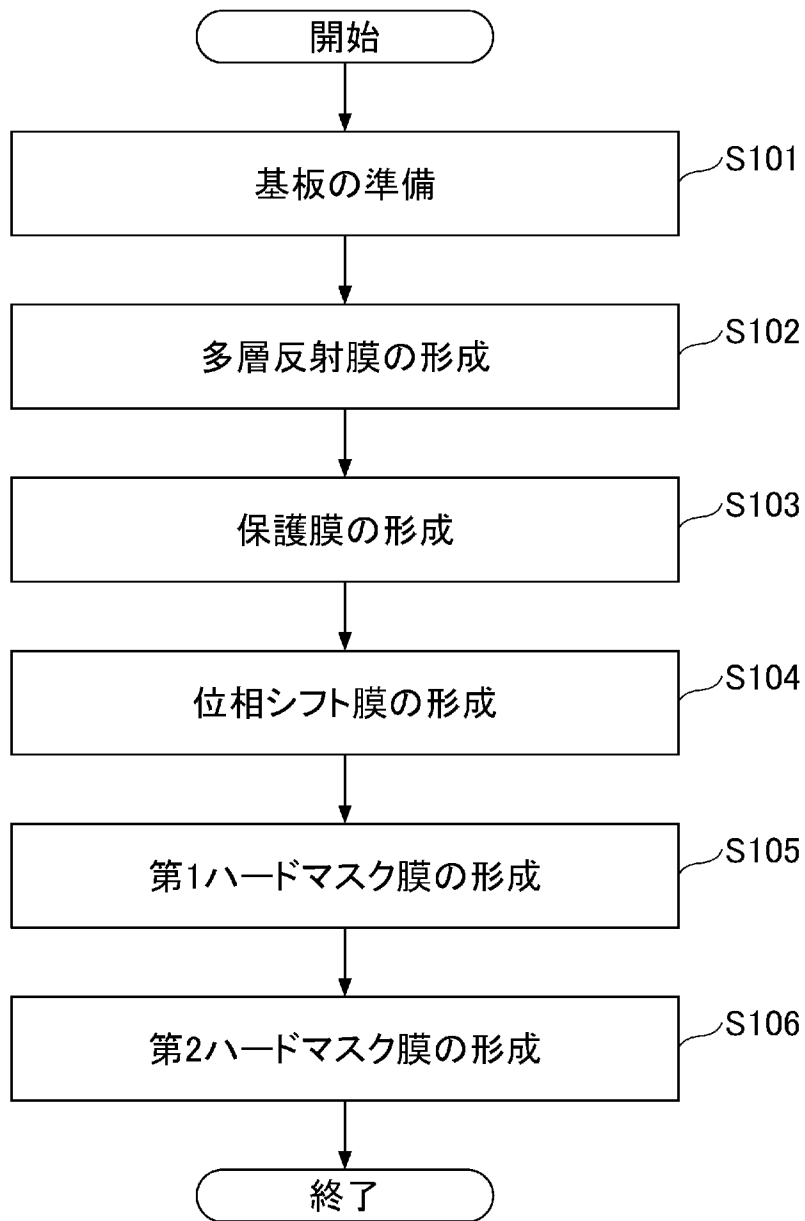
[請求項24]

前記第1ハードマスク膜の除去には、塩素系ガスと酸素系ガスとを含むガスを用いる、請求項23に記載の反射型マスクの製造方法。

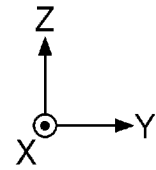
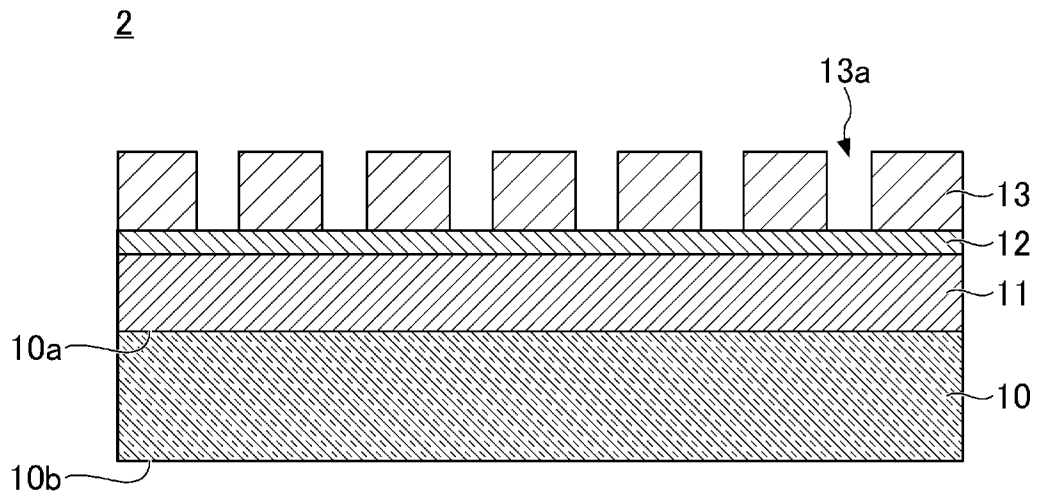
[図1]



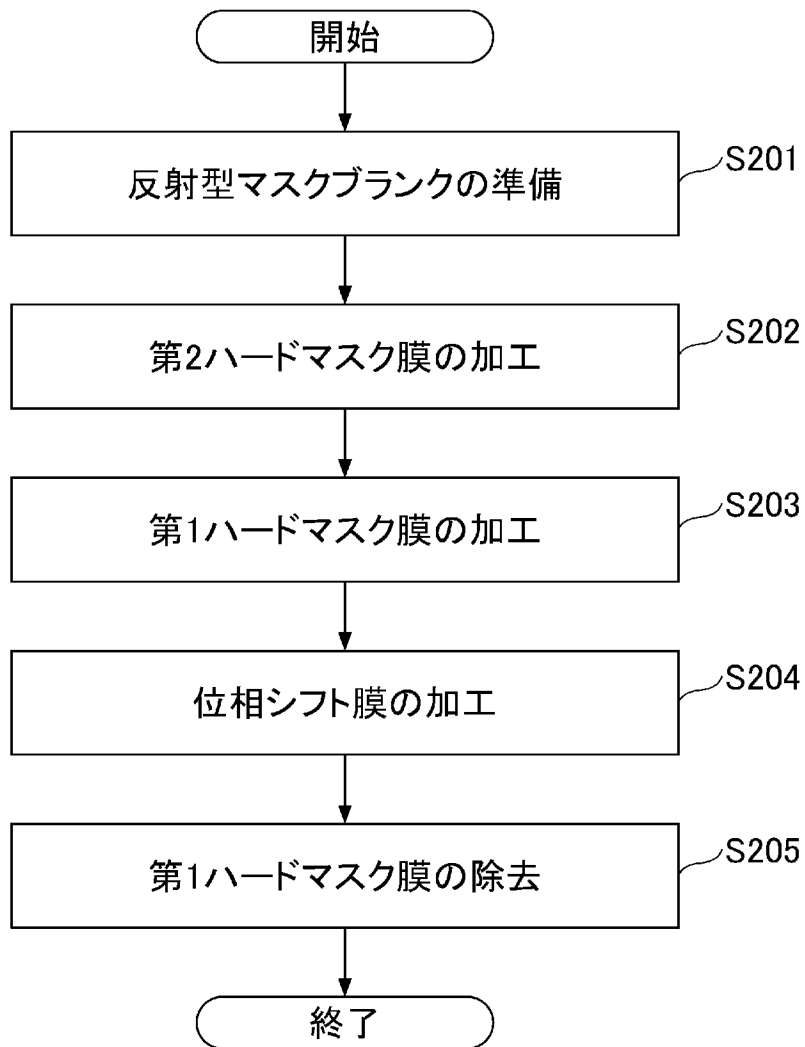
[図2]



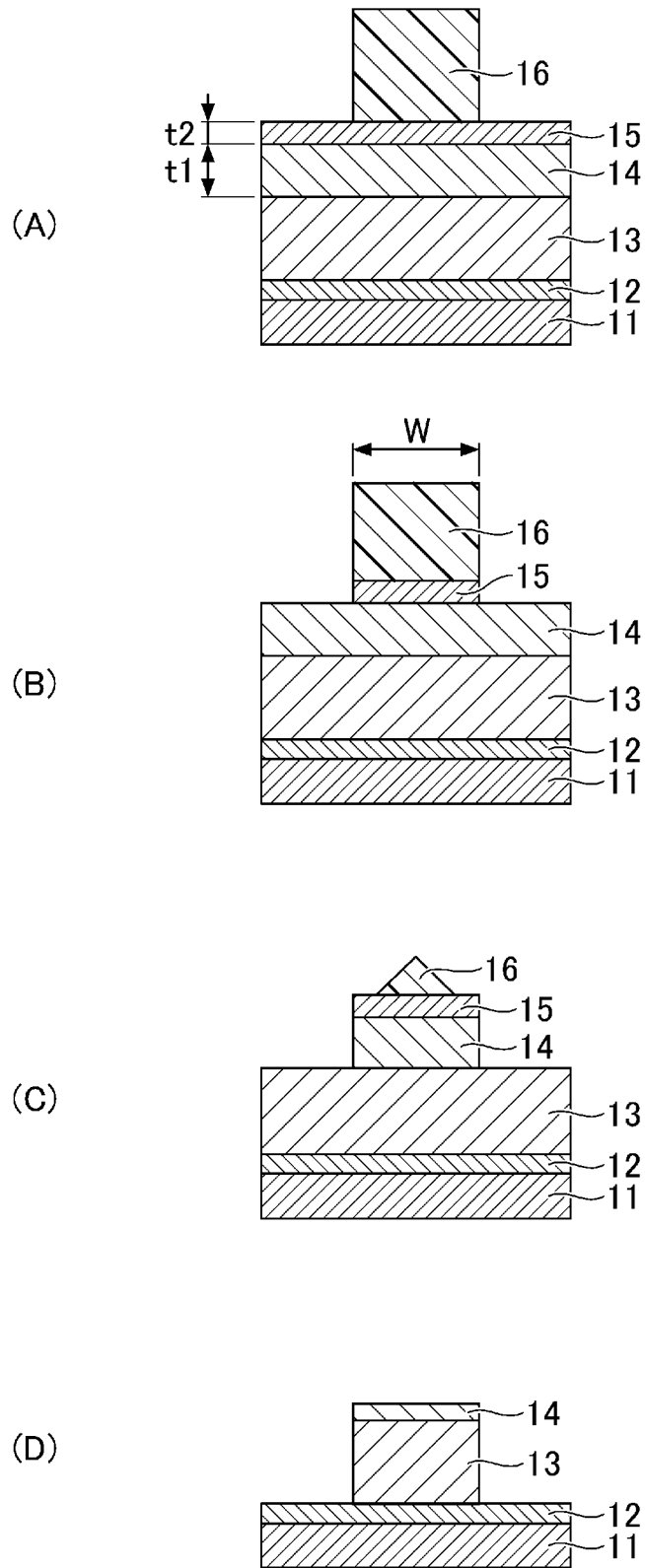
[図3]



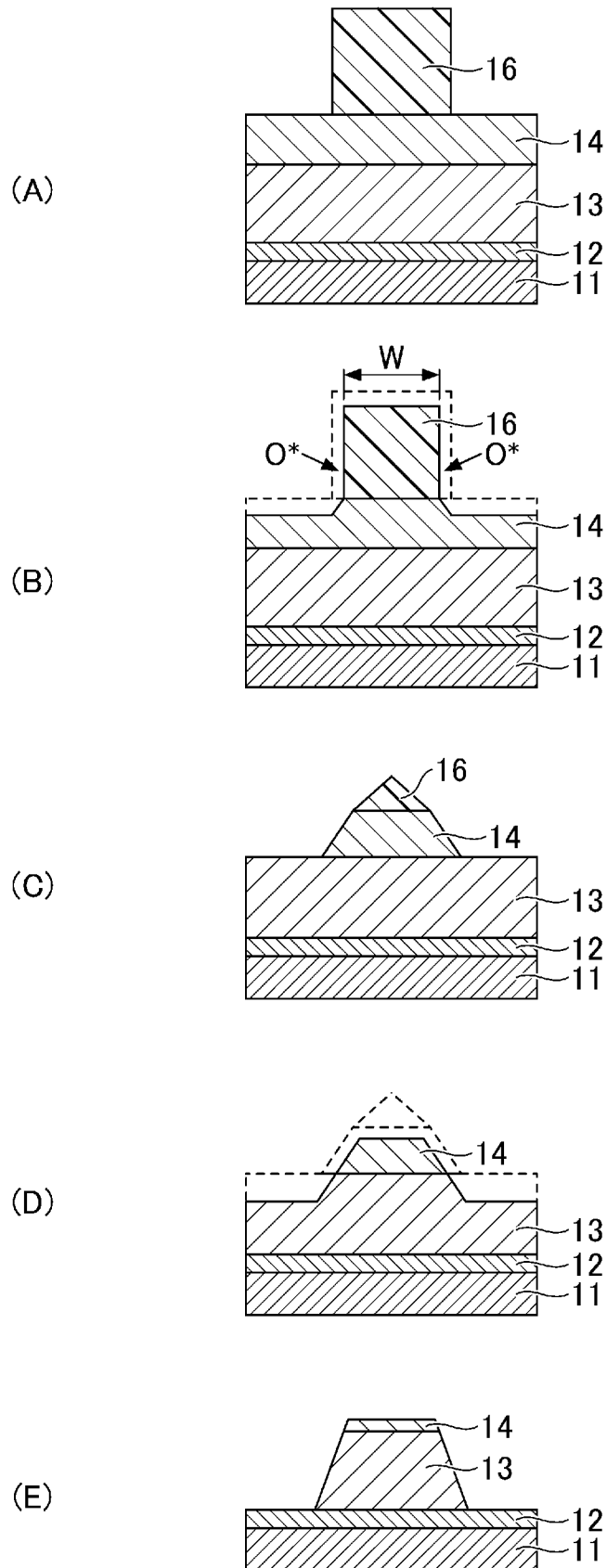
[図4]



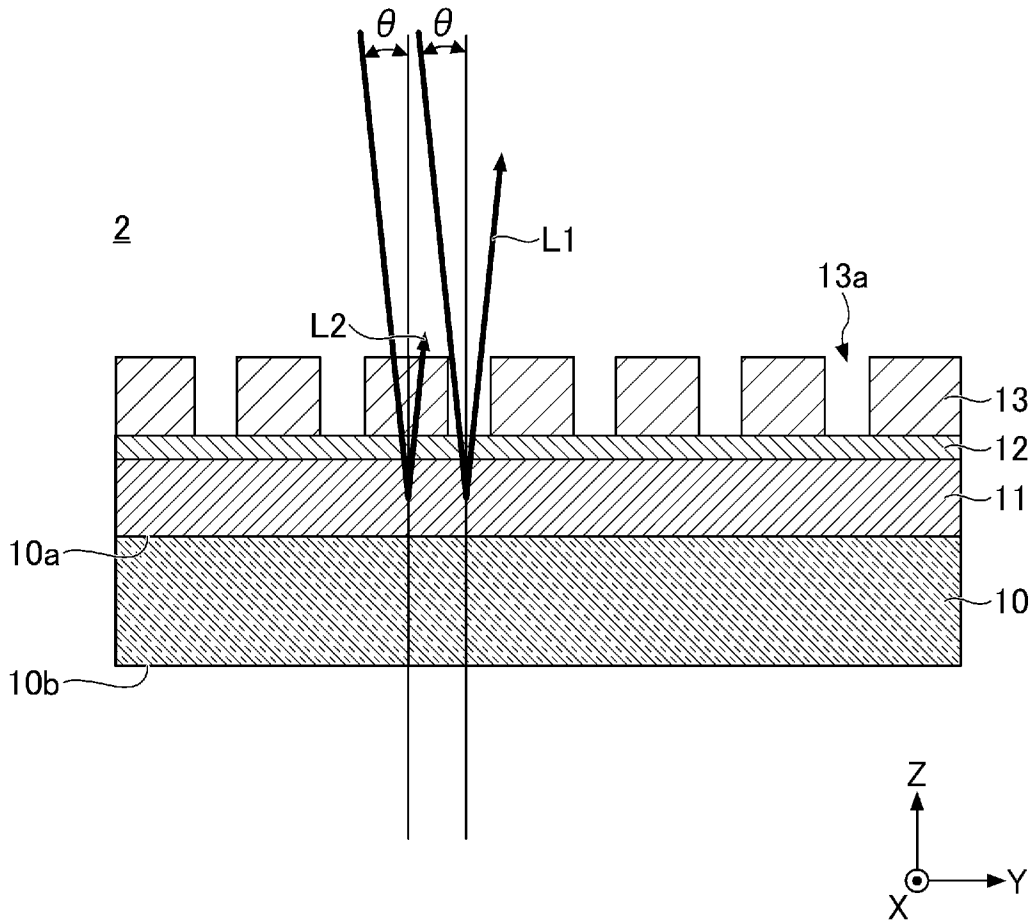
[図5]



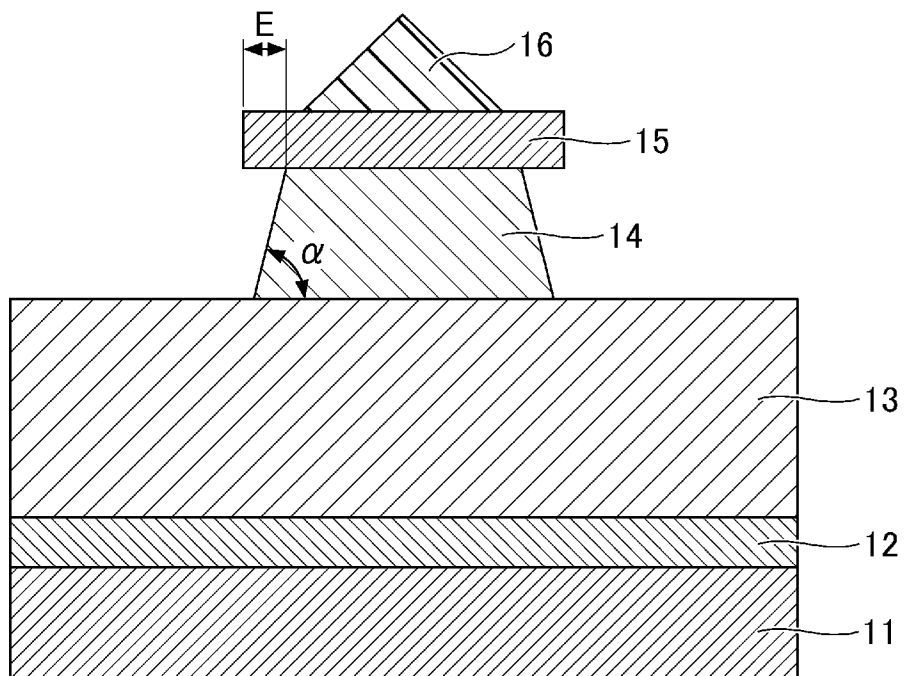
[図6]



[図7]



[図8]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/015451

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G03F 1/24</i> (2012.01)i; <i>G03F 1/80</i> (2012.01)i; <i>H01L 21/3065</i> (2006.01)i FI: G03F1/24; G03F1/80; H01L21/302 105A		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-148928 A (HOYA CORPORATION) 27 September 2021 (2021-09-27) paragraphs [0044], [0060], [0064], [0066], [0074]-[0075]	1-24
Y	US 2005/0064299 A1 (LU, Bing) 24 March 2005 (2005-03-24) paragraphs [0031]-[0034]	1-24
Y	JP 2003-37058 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 07 February 2003 (2003-02-07) paragraph [0100]	1-24
Y	US 2013/0337652 A1 (SUN, Jun-Hyeub) 19 December 2013 (2013-12-19) paragraph [0025]	1-24
A	KR 10-2015-0056435 A (S&STECH CO., LTD.) 26 May 2015 (2015-05-26) entire text, all drawings	1-24
A	JP 2022-87344 A (HOYA CORPORATION) 09 June 2022 (2022-06-09) entire text, all drawings	1-24
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 <b>04 June 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>18 June 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2024/015451**

<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-146945 A (HOYA CORPORATION) 20 September 2018 (2018-09-20) entire text, all drawings	1-24
-----		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2024/015451</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-148928	A	27 September 2021	(Family: none)	
US	2005/0064299	A1	24 March 2005	(Family: none)	
JP	2003-37058	A	07 February 2003	US 5677090	A
				no relevant description	
				JP 8-51066	A
US	2013/0337652	A1	19 December 2013	US 2014/0326408	A1
				KR 10-2013-0141230	A
				CN 103515199	A
KR	10-2015-0056435	A	26 May 2015	TW 201518855	A
JP	2022-87344	A	09 June 2022	US 2023/0072220	A1
				entire text, all drawings	
				TW 202205004	A
				KR 10-2022-0161258	A
JP	2018-146945	A	20 September 2018	US 2019/0384158	A1
				entire text, all drawings	
				TW 201842396	A
				KR 10-2019-0117755	A

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; G03F 1/80(2012.01)i; H01L 21/3065(2006.01)i FI: G03F1/24; G03F1/80; H01L21/302 105A		
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 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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
Y	JP 2021-148928 A (HOYA株式会社) 27.09.2021 (2021 - 09 - 27) [0044] 段落、 [0060] 段落、 [0064] 段落、 [0066] 段落、 [0074] - [0075] 段落	1-24
Y	US 2005/0064299 A1 (LU BING) 24.03.2005 (2005 - 03 - 24) [0031]-[0034]段落	1-24
Y	JP 2003-37058 A (三菱電機株式会社) 07.02.2003 (2003 - 02 - 07) [0100]段落	1-24
Y	US 2013/0337652 A1 (SUN JUN-HYEUB) 19.12.2013 (2013 - 12 - 19) [0025]段落	1-24
A	KR 10-2015-0056435 A (S&STECH CO., LTD.) 26.05.2015 (2015 - 05 - 26) 全文、全図	1-24
A	JP 2022-87344 A (HOYA株式会社) 09.06.2022 (2022 - 06 - 09) 全文、全図	1-24
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な技術水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 04.06.2024	国際調査報告の発送日 18.06.2024	
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） 今井 彰 2G 5703 電話番号 03-3581-1101 内線 3225	



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/JP2024/015451

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-148928 A	27.09.2021	(ファミリーなし)	
US 2005/0064299 A1	24.03.2005	(ファミリーなし)	
JP 2003-37058 A	07.02.2003	US 5677090 A 該当記載箇所なし	
		JP 8-51066 A	
US 2013/0337652 A1	19.12.2013	US 2014/0326408 A1 KR 10-2013-0141230 A CN 103515199 A	
KR 10-2015-0056435 A	26.05.2015	TW 201518855 A	
JP 2022-87344 A	09.06.2022	US 2023/0072220 A1 全文、全図 TW 202205004 A KR 10-2022-0161258 A	
JP 2018-146945 A	20.09.2018	US 2019/0384158 A1 全文、全図 TW 201842396 A KR 10-2019-0117755 A	