

(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
2010 年 9 月 30 日(30.09.2010)

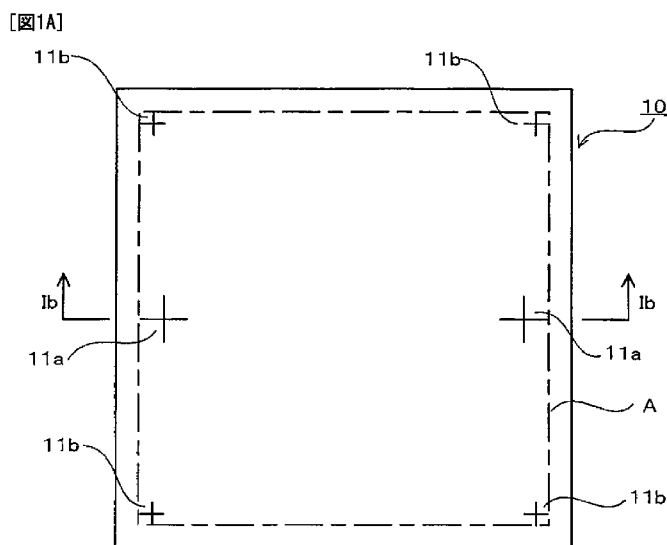
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/110237 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) G03F 1/16 (2006.01)
G03F 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054923
- (22) 国際出願日: 2010 年 3 月 23 日(23.03.2010)
- (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 2009-077362 2009 年 3 月 26 日(26.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 笑喜 勉
(SHOKI, Tsutomu) [JP/JP]; 〒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: 池田 憲保, 外 (IKEDA, Noriyasu et al.);
〒1000011 東京都千代田区内幸町 1 丁目 2 番 2
号 日比谷ダイビル 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, 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, PE, PG, PH,
PL, PT, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ,
NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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, 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 PROVIDED WITH MULTILAYER REFLECTION FILM FOR REFLECTIVE MASK, REFLECTIVE MASK BLANK, AND METHODS FOR MANUFACTURING THE SUBSTRATE AND THE MASK BLANK

(54) 発明の名称: 反射型マスク用多層反射膜付基板及び反射型マスクブランク並びにそれらの製造方法



(57) Abstract: A reference point mark having a recessed shape or a protruding shape with substantially upright side walls is formed on a substrate, and with such reference point mark, sufficient contrast can be obtained with inspection light, and the position of the reference point mark can be identified at a high accuracy, even a multilayer reflection film, an absorber film and the like are formed above the reference point mark.

(57) 要約: 基板上に、側壁が概ね直立した凹形状又は凸形状である基準点マークを形成したことにより、基準点マークの上方に多層反射膜や吸収体膜等を形成しても、検査光に対する十分なコントラストが得られて、基準点マークの位置を高い精度で識別できる。

明 細 書

発明の名称：

反射型マスク用多層反射膜付基板及び反射型マスクブランク並びにそれらの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、反射型マスク用多層反射膜付基板及び反射型マスクブランク並びにそれら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、半導体デバイスの高集積化に伴い、従来の紫外光を用いたフォトリソグラフィ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。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光（Extreme Ultra Violet；以下、EUV光と呼ぶ。）を用いた露光技術であるEUVリソグラフィ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0.2nm～100nm程度の光のことである。

[0003] このEUVリソグラフィにおいて用いられる露光用マスクとしては、基板（下地基板）上に露光光であるEUV光を反射する多層反射膜（多層膜）を有し、さらに、多層反射膜上にEUV光を吸収する吸収体膜（金属膜）がパターン状に設けられた反射型マスクが通常用いられる。

[0004] このような反射型マスクを搭載した露光機（パターン転写装置）を用いてパターン転写を行なうと、反射型マスクに入射した露光光は、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た光が反射光学系を通して例えば半導体基板（レジスト付きシリコンウエハ）上に転写される。

[0005] 一方、フォトリソグラフィ工程での微細化に対する要求が高まったことにより、半導体製造プロセスに用いられているフォトリソグラフィ工程での課

題が顕著になりつつある。その一つとして、フォトリソグラフィ工程で用いられる、パターンが形成されたフォトマスク基板の欠陥に関する問題があげられる。

[0006] 従来は、フォトマスク基板の欠陥の存在位置を、基板の端面からの距離で特定していた。このため、位置精度が低く、欠陥を避けて遮光膜にパターンニングする場合でも μm オーダーでの回避は困難であった。このため、パターンを転写する方向を変えたり、転写する位置を mm オーダーでラフにずらして欠陥を回避してきた。

[0007] このような中、光透過型マスクにおける欠陥位置の検査精度を上げることが目的に透明基板上に基準マークを形成し、これを基準位置として欠陥の位置を特定する試みがある（例えば、特開2003-248299号公報（特許文献1）参照）。この公報記載の発明では、基準マークである凹部にダストが溜まらないように非常に浅く形成（深さが $3\mu\text{m}$ 程度）されている。通常の光透過型マスクの場合、基準マークの上面に遮光膜等の薄膜が形成されるが、単層あるいは数層程度であるため、基準マークの深さが浅くても、欠陥検査の際の検査光（ $190\sim 260\text{nm}$ 程度の深紫外光等）でのコントラストが得られて基準マーク位置を認識できる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2003-248299号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、この主表面上から底部に向かって幅が縮小した断面形状の凹部である基準マークを反射型マスクブランクに適用しようとする場合、数十周期の積層膜である多層反射膜がその基準マークの上面に積層されるため、同じ膜厚の通常の遮光膜に比べて凹部の深さと幅が減少しやすく、深さが $3\mu\text{m}$ 程度では、多層反射膜が一層ずつ積層していくごとに凹部の深さと幅

が減少していき、検査光（190～260 nm程度の深紫外光等）でのコントラストが得られなくなってしまう。さらに、この多層反射膜上に、キャッピング膜、バッファ膜、吸収体膜が成膜されると、凹部の深さはさらに減少してしまう。また、特許文献1のような基準マークをYAGレーザーの照射によって形成する場合、基準マークを形成した部分のエッジラフネスが大きく、これに起因して基準マークの検出精度をより高精度にすることが難しかった。

[0010] 光透過型マスクブランクの場合、欠陥には、ガラス基板に存在する欠陥と、遮光膜に存在する欠陥がある。ガラス基板の欠陥は、ガラス基板の研磨工程が終了後の検査で欠陥の数や位置によって使用可否を選別できる。このため、遮光膜の欠陥回避の方が重要視される。遮光膜の欠陥については、回避しきれない部分にFIB等による欠陥修正することが可能である。

[0011] 一方、反射型マスクブランクの場合、EUV露光光がガラス基板を透過しないこと、ガラス基板表面の欠陥が多層反射膜に直接的に影響することから、多層反射膜の欠陥が特に問題となる。多層反射膜成膜後の基板についても欠陥検査を行うが、多層反射膜の欠陥は、基板の表面欠陥、多層反射膜成膜時のパーティクルの混入等、多くの要因があるため、光透過型マスクブランクに比べて欠陥の発生率が高く、選別基準を厳格にし過ぎると歩留まりが大幅に悪化してしまう。

[0012] このため、許容する欠陥の基準を下げ、多層反射膜の欠陥箇所を露出させないように（つまり、欠陥箇所が吸収体膜で覆われるように）転写パターンを配置して対応する必要があるが、これには欠陥の平面位置を高い精度で特定することが必須である。

[0013] 本発明は、所定の位置に基準点マークが付けられたガラス基板の上に多層反射膜が成膜された多層反射膜付基板又は、その上に吸収体膜が成膜された反射型マスクブランクにおいて、欠陥検査をする際に、基準点マーク上の多層反射膜又は吸収体膜の最表面に検査光を照射しても、基準点マークの位置とその周囲との間で十分なコントラストが得られ、基準点マークの位置を高

い精度で識別できるものを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0014] 従来の基準点マークは、基板主表面にレーザーで物理的に断面形状が緩やかなカーブを持った凹形状を形成した構成であったため、基板主表面上でも主表面と側壁との境界部分であるエッジのコントラストは得にくく、主表面上に膜が形成されたマスクブランクの状態では、さらにエッジのコントラストは得にくいものであった。このため、欠陥検査装置は、膜面の基準点マークが形成されていない部分と凹形状の深い部分とのコントラストで基準点マークを検出している。しかし、前記のとおり、反射型マスクブランクの場合、多層反射膜、キャッピング膜、バッファ膜、吸収体膜等が積層する構造のため、深さ $3\text{ }\mu\text{m}$ 程度では吸収体膜面上でコントラストを得ることは困難であった。また基準マークのエッジラフネスが大きく、高精度なマーク検出が困難であった。
- [0015] そこで、上記目的を達成するために、本発明者は、基準点マークのエッジ部分でコントラストが得られるようにするために、基板表面にマークパターンの側壁が概ね直立した凹形状または凸形状とすることで、十分なコントラストが得られる基準点マークを考えた。また、このような溝形状の基準点マークとした場合、その凹形状である場合の深さまたは凸形状である場合の高さが 30 nm よりも大きくすれば、十分なコントラストが得られることを見出した。
- [0016] つまり本発明に係る反射型マスク用多層反射膜付基板は、基板と、前記基板の主表面上に、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した構造の多層反射膜を有する反射型マスク用多層反射膜付基板であって、前記基板の多層反射膜が形成される側の主表面におけるパターン形成領域の外側の領域に、側壁が概ね直立した凹形状または凸形状である基準点マークが形成されていることを特徴とする。さらに、多層反射膜は、基準点マークが形成された部分を含む主表面上に前記多層反射膜が形成されていることを特徴とする。このようにすると、多

層反射膜を形成する工程については、従来と変える必要がないというメリットがある。

[0017] 逆に、多層反射膜を少なくとも前記基準点マークが形成された部分の主表面上を除いて形成するようにしてもよい。このようにすると、基準点マークの走査に電子線を用いた場合、熱ダメージ等によって影響を与えることを抑制することができる。

[0018] 上記反射型マスク用多層反射膜付基板においては、基準点マークを電子線による走査で検出可能な深さとすることもできる。電子線による走査の場合、従来の欠陥検査で用いられる検査光による走査に比べて、基準点マークとその周囲との高低差が小さくても検出が可能である。また、走査する電子線の線幅が小さいため、より高精度の位置検出が可能となる。

[0019] 上記反射型マスク用多層反射膜付基板においては、基準点マークを、側壁が概ね直立した凹形状または凸形状としたことから、エッジ部分のコントラストが得られやすくなるので、凹形状の深さまたは凸形状の高さを30nmよりも大きくする程度でも、基準点マークとして十分に機能する。なお、電子線による走査の場合で、より確実な検出が求められる場合には、凹形状の深さまたは凸形状の高さを40nm以上とするとよい。さらに、従来の欠陥検査で用いられる検査光による走査の場合においてもより確実な検出が求められる場合には、50nmよりも大きくするとよい。

[0020] 上記反射型マスク用多層反射膜付基板においては、基板と多層反射膜との間にマーク形成用薄膜を備え、基準点マークは、マーク形成用薄膜に形成される凹形状、またはマーク形成用薄膜から基板にわたって形成される凹形状としてもよい。この場合、マーク形成用薄膜上に凹形状のパターンを有するレジストパターン形成し、それをマスクとするドライエッチングによって、マーク形成用薄膜に凹形状を形成し、あるいは、さらに、そのまま基板もドライエッチングし、マーク形成用薄膜から基板にわたって凹形状を形成して基準点マークとする。これにより、基準点マークを形成後、マーク形成用薄膜を剥離する必要がなくなる。

- [0021] また、マーク形成用薄膜を、基板をエッチングするエッチングガスに対して耐性を有する材料で形成してもよい。この場合、マーク形成用薄膜上に凹形状のパターンを有するレジストパターン形成し、それをマスクとするドライエッチングによって、マーク形成用薄膜に凹形状を形成し、あるいは、さらに凹形状のパターンが転写されたマーク形成用薄膜であるエッチングマスクパターンをマスクとして、基板をドライエッチングし、マーク形成用薄膜から基板にわたって凹形状を形成して基準点マークとする。これによっても、基準点マークを形成後、マーク形成用薄膜を剥離する必要がなくなる。さらに、レジストパターンの膜厚を薄くすることができる。
- [0022] マーク形成用薄膜が導電性を有する材料からなる場合は、以下の効果も奏する。この多層反射膜付基板上に、キャッピング膜、バッファ膜、吸収体膜等を形成して反射型マスクブランクを製造し、これを基に反射型マスクを作製した場合、反射型マスクにEUV露光光を照射し続けると、多層反射膜に徐々に帯電していく。このときマーク形成用薄膜が導電性を有する材料であると、そこから電子を逃がすことが可能になる。特に、反射型マスクが位相シフト効果を利用するタイプのものであり、ブラインドエリアの多層反射膜が除去された構成の場合、ブラインドエリアの内側の多層反射膜に帯電した電子をマーク形成用薄膜から逃がすことができ、より有効である。
- [0023] 凸形状の基準点マークの場合において、基板を形成する材料とは異なる材料で形成してもよい。この場合、基板の主表面上に基板がエッチングされ難いエッチングガスでエッチング可能な材料からなるマーク形成用薄膜を形成し、マーク形成用薄膜上に凸形状のパターンを有するレジストパターンを形成し、それをマスクとするドライエッチングによって、マーク形成用薄膜で凸形状を形成し、これを基準点マークとする。これにより、凸形状が形成される部分以外の基板主表面の表面粗さや平坦度の悪化を確実に抑制できる。この場合におけるマーク形成用薄膜の材料としては、基板にはガラス系材料が用いられることが多いことから、ガラス系材料がエッチングされ難いエッチングガスである塩素系ガスや、塩素系ガスと酸素の混合ガスでエッチング

される材料が好ましい。塩素系ガスでエッチング可能な材料としては、酸素を実質的に含有しないタンタル系材料（例えば、Ta、TaB、TaC、TaN、TaBN、TaCN、TaBCN等）や、タンタル系合金材料（TaHf、TaZr等）が挙げられる。塩素系ガスと酸素の混合ガスでエッチング可能な材料としては、クロム系材料（例えば、Cr、CrN、CrC、CrO、CrON、CrCN、CrOC、CrOCN等）やルテニウム系材料等が挙げられる。

[0024] 上記反射型マスク用多層反射膜付基板においては、前記基準点マークが形成される位置が、反射型マスクのパターン形成領域の外側であり、さらには、前記基板の外縁から所定の幅だけ内側であると好適である。また、基準点マークは基板の主表面側から見た形状が十字状であると良い。また、前記基準点マークを3つ以上有し、前記3つ以上の基準点マークが一直線上に並ばない位置に形成されていると、さらに好適である。

[0025] また、本発明に係る反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法は、基板と、前記基板の主表面上に、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した構造の多層反射膜を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法であって、前記基板の主表面上に、基準点マークのパターンを有するレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクとし、前記基板をドライエッチングし、側壁が概ね直立した凹形状又は凸形状である基準点マークを形成する工程と、を有することを特徴とする。この場合、基板主表面の表面粗さや平坦度の悪化の恐れがなく、基準点マークを形成に伴う欠陥数の増加も抑制できる。

[0026] また、本発明に係る反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法は、基板と、前記基板の主表面上に、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した構造の多層反射膜を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法であって、前記基板の主表面上に、マーク形成用薄膜を形成する工程と、前記マーク形成用薄膜の上面に、基準点マークのパターンを有するレジストパターンを形成する工程と

、前記レジストパターンをマスクとし、前記マーク形成用薄膜をドライエッチングして側壁が概ね直立した凹形状又は凸形状である基準点マークを形成する工程と、を有することを特徴とする。

[0027] この場合、マーク形成用薄膜に基準点マークが形成されるため、基板をドライエッチングする工程、マーク形成用薄膜を剥離する工程を行う必要がないメリットがある。また、レジストパターンの薄膜化が図れる。特に、凸形状の基準点マークを形成する場合には、基板の平坦度や表面粗さの悪化を抑制できる。

[0028] 本発明に係る反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法は、基板と、前記基板の主表面上に、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した構造の多層反射膜を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法であって、前記基板の主表面上に、基板をエッチングするエッチングガスに対して耐性を有するマーク形成用薄膜を形成する工程と、前記マーク形成用薄膜の上面に、基準点マークのパターンを有するレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクとし、前記マーク形成用薄膜をドライエッチングして、エッチングマスクパターンを形成する工程と、前記エッチングマスクパターンをマスクとして前記基板をドライエッチングし、側壁が概ね直立した凹形状または凸形状である基準点マークを形成する工程と、を有することを特徴とする。

[0029] この場合、マーク形成用薄膜と基板に形成された凹形状で基準点マークを形成するため、マーク形成用薄膜の膜厚をより薄くすることができ、膜応力をより小さくすることができる。

[0030] 上記反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法においては、基板に基準点マークを形成後、マーク形成用薄膜を剥離する工程を有しても良い。多層反射膜を少なくとも前記基準点マークが形成された部分の主表面上を除いて形成するようにしてもよい。マーク形成用薄膜は、Crを主成分とする材料で構成されていると好適である。Crを主成分とする材料としては、たとえば、Cr、CrN、CrC、CrO、CrON、CrCN、CrOC、CrOCNなどが挙げられる。クロ

ム系材料は、塩素系ガスと酸素の混合ガスでエッチングされる材料であり、フッ素系ガスに対するエッチング耐性が非常に高い。ガラス系材料の基板は、フッ素系ガスでエッチングされやすく、塩素系ガスと酸素の混合ガスに対するエッチング耐性が高い。このため、クロム系材料は、ガラス系材料の基板に対して、非常に高いエッチング選択性が得られ、マーク形成用薄膜を剥離する場合の基板主表面の表面粗さや平坦度の悪化を確実に抑制できる。

[0031] この他にガラス系材料の基板に対するエッチング選択性の高い材料としては、塩素系ガスでエッチング可能な材料である、酸素を実質的に含有しないタンタル系材料（例えば、Ta、TaB、TaC、TaN、TaBN、TaCN、TaBCN等）や、タンタル系合金材料（TaHf、TaZr等）が挙げられる。また、塩素系ガスと酸素の混合ガスでエッチング可能な材料としては、ルテニウム系材料等が挙げられる。なお、マーク形成用薄膜を剥離しない場合で、レジストパターンをマスクとしてマーク形成用薄膜だけに基準マークを形成する構成や、レジストパターンだけをマスクとしてマーク形成用薄膜と基板に基準マークを形成する構成の場合は、フッ素系ガスでエッチング可能な材料を用いても問題なく基準マークを形成できる。

[0032] 本発明に係る反射型マスクブランクは、上記反射型マスク用多層反射膜付基板の前記多層反射膜の上に露光光を吸収する吸収体膜を有することを特徴とする。前記多層反射膜と前記吸収体膜との間にCrを主成分とするバッファ膜又は、Ruを主成分とするキャッピング膜を有すると良い。

[0033] 本発明に係る反射型マスクブランクの製造方法は、上記反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法により製造された反射型マスク用多層反射膜付基板の多層反射膜の上に露光光を吸収する吸収体膜を形成する工程を有することを特徴とする。また、吸収体膜を形成する工程前に、前記多層反射膜の上にCrを主成分とするバッファ膜又はRuを主成分とするキャッピング膜を形成する工程を有しても良い。

[0034] 本発明に係る反射型マスクの製造方法は、上記反射型マスクブランクの前記吸収体膜を所定の形状にパターニングする工程を有することを特徴とする

。

発明の効果

- [0035] 本発明に係る多層反射膜付基板では、基板上に側壁が概ね直立した凹形状又は凸形状である基準点マークを形成したことにより、基準点マークの上に多層反射膜を形成しても、欠陥検査の検査光や電子線での走査に対する十分なコントラストが得られて、基準点マークの位置を高い精度で識別できる。これにより、欠陥の位置を、基準点マークを基準に μm オーダーの精度で特定できる多層反射膜付基板が得られる。さらに、この多層反射膜付基板の上面に吸収体膜等を形成して反射型マスクブランクを作製した場合であっても、吸収体膜の上から検査光を照射しても基準点マークとその周囲との間で十分なコントラストが得られる。欠陥の位置を μm オーダーの精度で特定できるので、吸収体膜への転写パターンのパターニングの際、欠陥を精度よく回避でき、欠陥フリーの反射型マスクを作製することができる。

図面の簡単な説明

- [0036] [図1A]本発明の実施の形態における反射型マスクブランクを説明するための平面図である。
- [図1B]本発明の実施の形態における反射型マスクブランクを説明するための断面図であり、図1AのI b-I b断面図である。
- [図2A]本発明の実施の形態における基準点マークを説明するための図であり、基準点マークの断面の拡大図である。
- [図2B]本発明の実施の形態における基準点マークを説明するための図であり、基板主表面の上方から見た（平面視）図の拡大図である。
- [図3]本発明の実施の形態における基準点マークを説明するための図である。

発明を実施するための形態

- [0037] 以下に、本発明の実施の形態を図、実施例等を使用して説明する。なお、これらの図、実施例等および説明は本発明を例示するものであり、本発明の範囲を制限するものではない。本発明の趣旨に合致する限り他の実施の形態も本発明の範疇に属し得ることは言うまでもない。

[0038] 本発明の実施の形態に係る反射型マスクブランクを説明するための図を図 1 に示す。図 1 A が反射型マスクブランクの平面図であり、図 1 B が図 1 A の I b - I b 断面における断面図である。

[0039] 本発明の実施の形態に係る反射型マスクブランク 10 は図 1 A に示すとおり、反射型マスクブランク 10 の上にコースアライメント用のサイズの比較的大きな 2 つの基準点マーク 11 a とサイズの小さい基準マーク 11 b とを有する。同図においては、一例として 2 つのコースアライメント用基準マーク 11 a と、4 つの基準点マーク 11 b を有する例を示す。基準点マークを形成する領域としては、反射型マスクブランク 10 の基板主表面の平坦度が良好な領域が好ましいが、基板主表面の研磨工程における研磨特性上、基板主表面の外周縁側は平坦度が悪化しやすい。しかし、主表面の中央側（例えば、基板中心を基準とした 132 mm 角の領域の内側）は、反射型マスクを作製する際のパターン形成領域となるため、基準マーク 11 a、11 b を設ける部分は、外周縁側にできる限り近い方がよい。これらのことを考慮すると、基準マーク 11 a、11 b は、図 1 A の一点鎖線 A で示すような、所定の平坦度を確保できる領域（例えば、152 mm 角基板の場合、基板中心を基準とした 134 mm 角の領域）の内側であり、その領域の境界近傍に配置するようにするとよい。また、基板主表面の平坦度をより良好にすることができるとにおいては、基準点マーク 11 a、11 b を、基板主表面の 142 mm 角の内側の領域に設けてもよく、さらに基板主表面の平坦度が高い場合は、146 mm 角の内側の領域としてもよい。

[0040] なお、反射型マスクブランク 10 の基準点マークを形成する側（多層反射膜を形成する側）の主表面の形状は、例えば 152 mm 角基板の場合においては、142 mm 角の内側のエリアでの平坦度が 0.3 μ m 以下であり、かつ、その形状が中央部で相対的に高く、周縁部で相対的に低くなる凸形状であることが望ましい。

[0041] 本発明の実施の形態に係る反射型マスクブランク 10 は、図 1 B に示すとおり、基板 12 と、その主表面上に形成された多層反射膜 13 と、その上に

形成されたバッファ膜 14 と、さらにその上に形成された吸収体膜 15 を有し、基板 12 の裏面に導電膜 16 を少なくとも有する。多層反射膜 13 は、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した構造を有する。必要に応じて、バッファ膜 14 に代えて、あるいは多層反射膜 13 とバッファ層の間にキャッピング膜を有していても良い。

[0042] なお、バッファ膜 14、吸収体膜 15 及び導電膜 16 を形成する前の、基板 12 の上に多層反射膜 13 が形成された状態のものを多層反射膜付基板と呼ぶ。

[0043] 次に図 2 を用いて、基準点マーク 11b の形状を説明する。図 2A は、基板 12 に形成された基準点マーク 11b の断面の拡大図であり、図 2B は、基板主表面の上方から見た（平面視）図の拡大図である。基準点マーク 11b の断面は、図 2B に示すように側壁が概ね直立した溝形状の凹部 21 となっている。また、基準点マーク 11b の、基板主表面の上方から見た形状（平面視）は、図 2B に示すように十字形状である。サイズは、幅（図 2A に W_E で示す）が $4\ \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。ただし、基準点マーク 11b を電子線で走査する場合には、この幅よりも小さくても検出は可能である。また、深さ（図 2A に D_E で示す）は $30\ \text{nm}$ よりも大きくする必要がある。電子線を用いた走査の場合で、より確実な検出を求められる場合には、 $40\ \text{nm}$ 以上とするとよい。従来の欠陥検査で用いられている検査光による走査の場合においては、 $50\ \text{nm}$ よりも大きくするとよい。特に、基準点マーク 11b を電子線で走査する場合においては、基準点マーク 11b の深さが $200\ \text{nm}$ よりも大きいと検出の再現性が低下する傾向がある。基準点マーク 11b の深さは、少なくとも $200\ \text{nm}$ 以下とすると再現性が得られやすくなり、 $150\ \text{nm}$ 以下とするとさらに再現性が向上し、 $150\ \text{nm}$ 未満（例えば $140\ \text{nm}$ 以下、 $130\ \text{nm}$ 以下等）とすると好適である。なお、長さ（図 2B に L_E で示す）は $100\ \mu\text{m}$ 以上あれば良く、 $400\ \mu\text{m}$ 以上あればより好ましい。ここで、側壁が概ね直立した溝形状とは、垂直方向（底面に

対して 90°)に限定されず、底面に対して、 $80^\circ \sim 100^\circ$ 程度の傾斜角度であれば、基準点マークとして十分に機能する。

[0044] 基準点マークの検査光や電子線での走査を行う時点においては、基準点マークがある位置の吸収体膜 15 上にレジスト膜がない場合（吸収体膜 15 の全面にレジスト膜が形成されていない場合と基準点マークがある位置を含む外周を除く領域にレジスト膜が形成されている場合を含む）、レジスト膜が形成されている場合、レジスト膜が形成され、さらにその上層に電子線描画時の導電性確保のための導電性コート膜が形成されている場合がある。いずれの場合においても、上記の条件であれば、基準点マークは十分に機能する。

[0045] 基準マーク 11 b はサイズが小さく、目視で位置の目安を付けることは困難である。また、検査光や電子線でいきなり基準マーク 11 b を走査する方法もあるが、検出に時間が掛かることや、基準点マーク 11 b の上にレジスト膜が形成されている場合においては、走査時の検査光によってレジスト感度に変化してしまう部分が発生する恐れがあり、特に電子線による走査では、レジストを感光させてしまう部分が発生する恐れがあるため好ましくない。このため、基準マーク 11 b よりもサイズの大きなコースアライメント用の基準マーク 11 a を設けることが望ましい。基準点マーク 11 a の幅 W_E や深さ D_E については、基準マーク 11 b と同程度以上の大きさであれば十分に検出可能である。また、長さ L_E については、基準マーク 11 a の 10 倍以上（ $1000\mu m$ 以上、より好ましくは $4000\mu m$ 以上）あればよい。また、図 1 A では、基準マーク 11 a を 2 か所設ける構成としたが、3 か所あるいは 4 か所以上としてもよい。また、基準マーク 11 b についても、図 1 A では 4 隅に 1 か所ずつとしたが、各隅に 2 か所以上設けてもよい。

[0046] なお、基準点マーク 11 a、11 b としては、上記のような平面視で十字形状の構成の他に、図 3 に示すように、基準点マークの中心としたい中心点に対して、上下左右等間隔に矩形状の凹部 31 を設け、これを基準点マーク 11 a、11 b とした構成が考えられる。幅（ W_E ）、深さ（ D_E ）、長さ（

L_E)等のサイズは、図2Bに示す十字形状と同様で良い。

[0047] 次に、基板12に基準点マーク11a、11bを形成する方法を説明する。基準点マーク11a、11bは、以下に示すような工程により、ドライエッチングにより、形成することができる。なお、ここでは基板12の一例としてガラス基板を用いた例を示す。

[0048] <基準点マーク形成プロセス>

(1) 基板12上面に、マーク形成用薄膜として、Cr系膜(CrN、CrO、CrC、CrON、CrCN、CrOC、CrOCN等があげられるが、低膜応力の観点から考慮すると、CrOCNが最適である)を成膜する。

(2) 上記Cr系膜の上面に電子線描画用レジスト膜(富士フィルムFEP-171等)を形成する。

(3) 上記レジスト膜に、基準点マーク11のパターンを電子線描画し、現像処理を行い、基準点マーク11以外の部分に現像後のレジスト膜が残るようなパターンを形成する。

(4) Cl₂ガスとO₂ガスの混合ガスでCr系膜をドライエッチング(あるいは、硫酸第2セリウムアンモニウムと過塩素酸の混合液等のウェットエッチング液でウェットエッチング)し、Cr系膜に基準点マークのエッチングマスクパターンを転写する。

(5) レジスト膜を剥離する。

(6) CF₄ガス等のフッ素系ガスとHeガスの混合ガスでガラス基板をドライエッチングし、ガラス基板に基準点マーク11を形成する。なお、Cr系膜はこの混合ガスに対して耐性を有するので、エッチングマスクとして機能する。

(7) Cr系膜をウェットエッチング液でウェットエッチングにより剥離、あるいはCl₂ガスとO₂ガスの混合ガスでドライエッチングにより剥離する。

上記のプロセスにより、ガラス基板に基準点マーク11を形成することができる。

なお、凹形状の基準点マーク 11 を形成後、マーク形成用薄膜を剥離したことによって基板主表面の表面欠陥が増加する場合がある。表面欠陥の増加を確実に抑制したい場合には、基準点マーク 11 を形成後、基板主表面のごく表層（例えば、5～10 nm 程度）を研磨によって除去し、従来と同様の洗浄を行うことが望ましい。この場合の研磨としては、コロイダルシリカ等の研磨砥粒を用いた非接触研磨、磁性流体を用いた MRF 研磨、CMP、コロイダルシリカを用いた遊星歯車運動による短時間研磨などが挙げられる。また、この場合、基準点マーク 11 の深さは、識別可能な深さに前記の研磨取り代分を加算した深さとするといよい。

[0049] （実施例 1～8、比較例 1）

以下、実施例 1～8 および比較例 1 として、図 2 A、図 2 B に示す形状の基準点マークを付けたガラス基板を用いて反射型マスクブランクを作製し、基準点マークの識別の良否を調べた結果を示す。まず、基板としては、6 インチ角（約 152 mm×152 mm×6.35 mm）のガラス基板を用い、基準点マーク 11 a、11 b を、基板主表面の中心を基準とした 134 mm 角の内側のエリアであって、基準点マーク 11 a、11 b の外周縁側がそのエリアの境界に接するよう、図 1 A に示す位置にそれぞれ（基準点マーク 11 a を 2 か所、基準点マーク 11 b を 4 か所）設けた。

[0050] 基準点マークは、上記で説明したドライエッチングを用いたプロセスで、凹部を形成した。ドライエッチングの条件等を変えることにより、基準点マーク 11 b のサイズが異なる数種類のガラス基板を用意した。

[0051] 基準点マーク 11 a、11 b の形成は、最初に、基板の主表面に、CrO₂CN（Cr：O：C：N＝33：36：20：11 原子%比）からなるマーク形成用薄膜を 10 nm の膜厚で低応力になるように成膜した。次に、レジスト膜として、マーク形成用薄膜の上面に電子線描画用化学増幅型レジスト（FEP-171：富士フィルムエレクトロニクスマテリアルズ社製）を 300 nm の膜厚で形成した。そして、レジスト膜に基準点マークのパターンを電子線描画し、続いて現像処理を行うことにより、基準点マークのレジ

ストパターンを形成した。このとき、基準点マーク 1 1 b のレジストパターンは、深さ D_E を $100\text{ nm} \sim 30\text{ nm}$ の数種類、幅 W_E を $4\text{ }\mu\text{ m} \sim 1\text{ }\mu\text{ m}$ の数種類とし、十字形状の長さ L_E を $400\text{ }\mu\text{ m}$ とした。なお、基準点マーク 1 1 a については、基準点マーク 1 1 b よりもサイズが大きいため比較対象とはせず、レジストパターンを、深さ D_E が 100 nm 、幅 W_E が $4\text{ }\mu\text{ m}$ 、長さ L_E が $4000\text{ }\mu\text{ m}$ の固定とした。

[0052] 次に、このレジストパターンをマスクとして、 Cl_2 ガスと O_2 ガスの混合ガスでマーク形成用薄膜をドライエッチングし、マーク形成用薄膜に基準点マークのパターンを転写した。さらに、マーク形成用薄膜のパターン（エッチングマスクパターン）をマスクとして、 CF_4 ガスと He ガスの混合ガスでガラス基板を、主表面からの深さ D_E が $100\text{ nm} \sim 30\text{ nm}$ になるようドライエッチングした。最後に、残っているエッチングマスク膜を、 Cl_2 ガスと O_2 ガスの混合ガスでドライエッチングして剥離した。

[0053] 以上のプロセスにより、ガラス基板に、基準点マーク 1 1 a、1 1 b を形成した。

[0054] 次に、ガラス基板の基準点マーク 1 1 a、1 1 b を形成した主表面上（基準点マークを形成した部分を含む）に多層反射膜を形成して多層反射膜付基板を製造した。多層反射膜付基板の製造は、まず上記基板上に、イオンビームスパッタリングにより、EUV 露光光の波長である $13 \sim 14\text{ nm}$ の領域の反射膜として適した Si 層（低屈折率層）と Mo 層（高屈折率層）とを積層して、合計厚さ 291 nm の多層反射膜（最初に Si 層を 4.2 nm 成膜し、次に Mo 層を 2.8 nm 成膜し、これを 1 周期として 40 周期積層した後、最後に Si 膜を 11 nm 成膜）を形成した。 Mo 層の成膜については、 Mo ターゲットからの飛散粒子が基板の垂直方向に対して 63° 傾斜して入射（斜入射成膜）するようにした。また、 Si 層の成膜については、 Si ターゲットからの飛散粒子が基板の垂直方向に入射（直入射成膜）するようにした。

[0055] 次に、この多層反射膜付基板を基に、反射型マスクブランクを製造した。

上記多層反射膜の上面に、窒化クロム（CrN：N＝10原子％）からなるバッファ膜を形成した。成膜は、DCマグネトロンスパッタリング装置により行い、膜厚は10nmとした。さらにその上に、タンタルホウ素窒化物（TaBN）からなる吸収体膜を、膜の厚さが50nmで成膜した。成膜は、DCマグネトロンスパッタリング装置により行い、TaB合金ターゲット（Ta：B＝80：20原子％比）で、スパッタガスとして、キセノン（Xe）ガスと窒素ガス（N₂）の混合ガス（Xe：N₂＝12.9：6 流量比）を用いて行った。

[0056] また、ガラス基板の裏側には、窒化クロム（CrN：N＝10原子％）からなる導電膜を膜厚70nmで形成した。成膜は、DCマグネトロンスパッタリング装置により行った。

[0057] 上記のような方法で製造した、基準点マーク11bの形状（幅W_E及び深さD_E）の異なる数種類の反射型マスクブランクについて、基準点マークの認識の良否を確認した。基準点マークの認識の良否は、従来から用いられている検査光による欠陥検査機の1つであるKLA-Tencor社製のマスク検査機 KLA-5 Seriesを用いた場合と、電子線を用いた場合とのそれぞれの検出方法で、様々な幅および深さの基準点マークについて確認した。その結果を表1に示す。

[0058]

[表1]

	基準点マーク の幅 W_E (μm)	基準点マーク の深さ D_E (nm)	検査光による 基準点マーク の識別良否	電子線による 基準点マーク の識別良否
実施例 1	4	100	良好	良好
実施例 2	4	60	良好	良好
実施例 3	4	50	識別難	良好
実施例 4	4	40	識別不良	良好
実施例 5	4	35	識別不良	良好
比較例 1	4	30	識別不良	識別難
実施例 6	3	60	良好	良好
実施例 7	2	60	良好	良好
実施例 8	1	60	良好	良好

[0059] 表 1 からわかるように、従来の検査光を用いた基準点マーク検出の場合では、基準点マーク 11b の深さ D_E が 60 nm 以上のもの（実施例 1、2）については、基準点マーク 11b が良好に認識できたが、深さ D_E が 50 nm 以下のもの（実施例 3、4、5、比較例 1）については、基準点マーク 11b が良好には認識できなかった。また、基準点マーク 11b の深さ D_E が 60 nm であり、幅 W_E を $4 \mu m \sim 1 \mu m$ と幅を狭くしていても（実施例 2、6、7、8）良好に識別することができ、違いはなかった。

[0060] また、電子線を用いた基準点マーク検出の場合では、基準点マーク 11b の深さ D_E が 35 nm 以上のもの（実施例 1、2、3、4、5）については、基準点マーク 11b が良好に認識できたが、深さ D_E が 35 nm 未満のもの（比較例 1）については、基準点マーク 11b が良好には認識できなかった。また、基準点マーク 11b の深さ D_E が 60 nm であり、幅 W_E を $4 \mu m \sim 1 \mu m$ と幅を狭くしていても（実施例 2、6、7、8）良好に識別することができ、違いはなかった。

[0061] （実施例 9～16、比較例 2）

以下、実施例 9～16 および比較例 2 として、図 2B に示す形状の基準点

マーク 1 1 a、1 1 b を付けたガラス基板を用いて反射型マスクブランクを作製し、基準点マークの識別の良否を調べた結果を示す。実施例 1 ～ 8 および比較例 1 と異なる点は、実施例 9 ～ 1 6 および比較例 2 においては、基準点マークが付された部分には、反射多層膜を形成しない点である。

[0062] 本実施例では、実施例 1 ～ 8 および比較例 1 の場合と同様の基板を用いて、同様の方法でサイズの異なる基準点マーク 1 1 a、1 1 b を形成して、数種類の基板を用意した。

[0063] 次に実施例 1 ～ 8 および比較例 1 の場合と同様の方法で、ガラス基板の基準点マークを形成した主表面上に多層反射膜を形成して多層反射膜付基板を製造した。ただし、本実施例では、基準点マークを形成した部分には、多層反射膜を形成しなかった。

[0064] 次に、実施例 1 ～ 8 および比較例 1 の場合と同様に、この多層反射膜付基板の上面にバッファ膜、吸収体膜を形成し、基板の反対側の主表面に導電膜を形成し、反射型マスクブランクを製造した。この際、バッファ膜、吸収体膜は、多層反射膜を形成しなかった部分（基準点マークを形成した部分を含む領域）にも形成するようにした。

[0065] 上記のような方法で製造した、基準点マーク 1 1 b のサイズ（幅 W_E 及び深さ D_E ）の異なる数種類の反射型マスクブランクについて、基準点マークの認識の良否を、実施例 1 ～ 8 と同様の方法で確認した。その結果を表 2 に示す。

[0066]

[表2]

	基準点マーク の幅 W_E (μm)	基準点マーク の深さ D_E (nm)	検査光による 基準点マーク の識別良否	電子線による 基準点マーク の識別良否
実施例 9	4	100	良好	良好
実施例 10	4	60	良好	良好
実施例 11	4	50	識別難	良好
実施例 12	4	40	識別不良	良好
実施例 13	4	35	識別不良	良好
比較例 2	4	30	識別不良	識別難
実施例 14	3	60	良好	良好
実施例 15	2	60	良好	良好
実施例 16	1	60	良好	良好

[0067] 表2からわかるように、従来の検査光を用いた基準点マーク検出の場合では、基準点マーク11bの深さ D_E が60nm以上のもの（実施例9、10）については、基準点マーク11bが良好に認識できたが、深さ D_E が50nm以下のもの（実施例11、12、13、比較例2）については、基準点マーク11bが良好には認識できなかった。また、基準点マーク11bの深さ D_E が60nmであり、幅 W_E を4 μm ～1 μm と幅を狭くしても（実施例10、14、15、16）良好に識別することができ、違いはなかった。

[0068] また、電子線を用いた基準点マーク検出の場合では、基準点マーク11bの深さ D_E が35nm以上のもの（実施例9、10、11、12、13）については、基準点マーク11bが良好に認識できたが、深さ D_E が35nm未満のもの（比較例2）については、基準点マーク11bが良好には認識できなかった。また、基準点マーク11bの深さ D_E が60nmであり、幅 W_E を4 μm ～1 μm と幅を狭くしても（実施例10、14、15、16）良好に識別することができ、違いはなかった。

[0069] 以上の結果からは、基準点マーク11bの上に多層反射膜を形成した場合と、形成しない場合との間では、基準点マーク11bの検出に関しては特に差は生じなかった。

- [0070] なお、本発明に係る反射型マスクブランクを用いて反射型マスクを製造するには、基準点マークを良好に認識できるので、反射型マスクブランク内の欠陥の位置を精度よく特定することができ、吸収体膜への転写パターンのパターニングの際に、欠陥を精度よく回避した上でパターニングすることで、欠陥の少ない反射型マスクを製造することができる。
- [0071] なお、本発明は上記実施の形態に限定されず、適宜変更して実施することができる。例えば、上記実施の形態では、基準点マークを、側壁が概ね直立した凹形状としたが、これには限定されず、側壁が概ね直立した凸形状でも同様の効果が得られた。また、多層反射膜と吸収体膜との間に窒化クロムからなるバッファ膜を形成したが、多層反射膜と吸収体膜との間にRuを主成分とするキャッピング膜を形成しても良い。このキャッピング膜の膜厚は、2 nmから5 nm程度の範囲とするとよい。
- [0072] さらに、吸収体層の上面にタンタルホウ素酸化物(TaBO)からなる低反射層を形成しても良い。層の厚さを15 nmとすれば好適であり、成膜は、DCマグネトロンスパッタリング装置により行い、TaB合金ターゲット(Ta : B = 80 : 20 原子%比)で、スパッタガスとして、アルゴン(Ar)ガスと酸素ガス(O₂)の混合ガス(Ar : O₂ = 58 : 32.5 流量比)を用いて行うことができる。
- [0073] また、上記実施の形態における材料、サイズ、処理手順などは一例であり、本発明の効果を発揮する範囲内において種々変更して実施することが可能である。その他、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施することが可能である。

請求の範囲

- [請求項1] 基板と、前記基板の主表面上に、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した構造の多層反射膜を有する反射型マスク用多層反射膜付基板であって、前記基板の多層反射膜が形成される側の主表面におけるパターン形成領域の外側の領域に、側壁が概ね直立した凹形状又は凸形状である基準点マークが形成されている反射型マスク用多層反射膜付基板。
- [請求項2] 前記多層反射膜は、前記基準点マークが形成された部分を含む主表面上に前記多層反射膜が形成されている請求項1記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。
- [請求項3] 前記多層反射膜は、少なくとも前記基準点マークが形成された部分の主表面上を除いて形成されている請求項1記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。
- [請求項4] 前記基準点マークは、電子線走査で検出可能な深さの凹形状または電子線走査で検出可能な高さの凸形状を有する請求項1乃至3のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。
- [請求項5] 前記基準点マークは、凹形状の深さまたは凸形状の高さが30nmより大きい請求項1乃至3のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。
- [請求項6] 前記基板と前記多層反射膜との間にマーク形成用薄膜を備え、前記基準点マークは、前記マーク形成用薄膜に形成された凹形状、又は前記マーク形成用薄膜から基板にわたり形成された凹形状からなる請求項1乃至5のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。
- [請求項7] 前記マーク形成用薄膜は、基板をエッチングするエッチングガスに対して耐性を有する材料で形成されている請求項6記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。
- [請求項8] 前記基準点マークは、凸形状であって基板を形成する材料とは異なる材料で形成される請求項1乃至5のいずれか記載の反射型マスク用

多層反射膜付基板。

[請求項9] 前記基準点マークが形成される位置が、前記基板の外縁から所定の幅だけ内側である請求項 1 乃至 8 のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。

[請求項10] 前記基準点マークは基板の主表面側から見た形状が十字状である請求項 1 乃至 9 のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。

[請求項11] 前記基準点マークを 3 つ以上有し、前記 3 つ以上の基準点マークが一直線上に並ばない位置に形成されている請求項 1 乃至 10 のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板。

[請求項12] 基板と、前記基板の主表面上に、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した構造の多層反射膜を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法であって、前記基板の主表面上に、基準点マークのパターンを有するレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクとして前記基板をドライエッチングし、側壁が概ね直立した凹形状又は凸形状である基準点マークを形成する工程と、を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法。

[請求項13] 基板と、前記基板の主表面上に、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した構造の多層反射膜を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法であって、前記基板の主表面上に、マーク形成用薄膜を形成する工程と、前記マーク形成用薄膜の上面に、基準点マークのパターンを有するレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクとし、前記マーク形成用薄膜をドライエッチングして側壁が概ね直立した凹形状又は凸形状である基準点マークを形成する工程と、を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法。

[請求項14] 基板と、前記基板の主表面上に、高屈折率材料を主成分とする高屈折率層と低屈折率材料を主成分とする低屈折率層とが交互に積層した

構造の多層反射膜を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法であって、前記基板の主表面上に、基板をエッチングするエッチングガスに対して耐性を有するマーク形成用薄膜を形成する工程と、前記マーク形成用薄膜の上面に、基準点マークのパターンを有するレジストパターンを形成する工程と、前記レジストパターンをマスクとし、前記マーク形成用薄膜をドライエッチングして、エッチングマスクパターンを形成する工程と、前記エッチングマスクパターンをマスクとして前記基板をドライエッチングし、側壁が概ね直立した凹形状又は凸形状である基準点マークを形成する工程と、を有する反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法。

[請求項15] 基板に基準点マークを形成後、マーク形成用薄膜を剥離する工程を有する請求項 1 4 記載の反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法。

[請求項16] 多層反射膜を形成する工程では、少なくとも基準点マークが形成された部分の主表面上を除いて形成する請求項 1 2 乃至 1 5 のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法。

[請求項17] 前記マーク形成用薄膜は、Cr を主成分とする材料で構成されている請求項 1 3 乃至 1 6 のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法。

[請求項18] 請求項 1 乃至 1 1 のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板の前記多層反射膜の上に露光光を吸収する吸収体膜を有する反射型マスクブランク。

[請求項19] 前記多層反射膜と前記吸収体膜との間にCr を主成分とするバッファ膜を有する請求項 1 8 記載の反射型マスクブランク。

[請求項20] 前記多層反射膜と前記吸収体膜との間にRu を主成分とするキャッピング膜を有する請求項 1 8 記載の反射型マスクブランク。

[請求項21] 請求項 1 2 乃至 1 7 のいずれか記載の反射型マスク用多層反射膜付基板の製造方法により製造された反射型マスク用多層反射膜付基板の

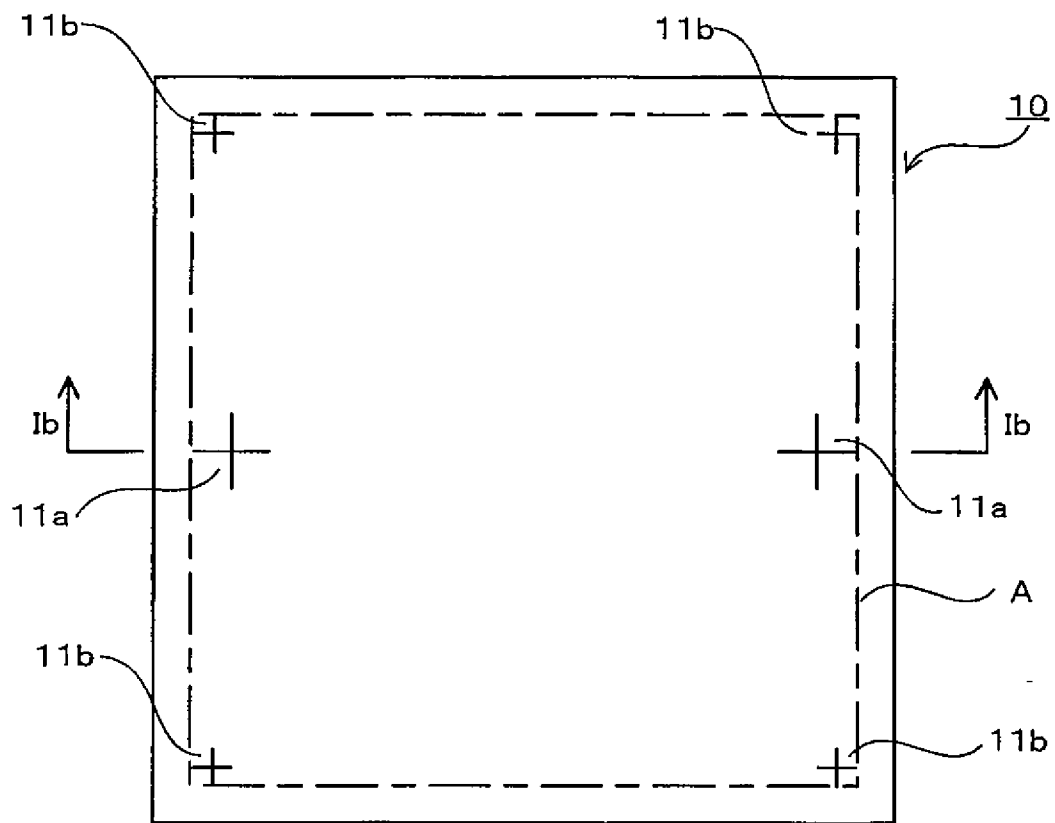
多層反射膜の上に露光光を吸収する吸収体膜を形成する工程を有する反射型マスクブランクの製造方法。

[請求項22] 前記吸収体膜を形成する工程前に、前記多層反射膜の上にCrを主成分とするバッファ膜を形成する工程を有する請求項21記載の反射型マスクブランクの製造方法。

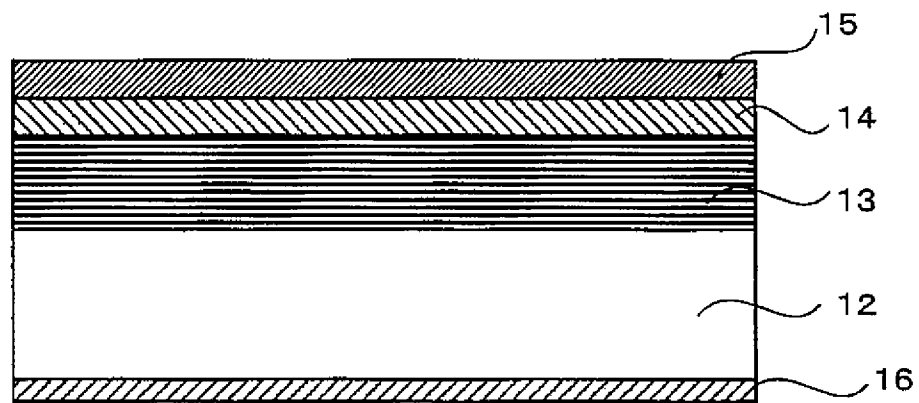
[請求項23] 前記吸収体膜を形成する工程前に、前記多層反射膜の上にRuを主成分とするキャッピング膜を形成する工程を有する請求項21記載の反射型マスクブランクの製造方法。

[請求項24] 請求項18乃至20のいずれか記載の反射型マスクブランクの前記吸収体膜を所定の形状にパターンニングする工程を有する反射型マスクの製造方法。

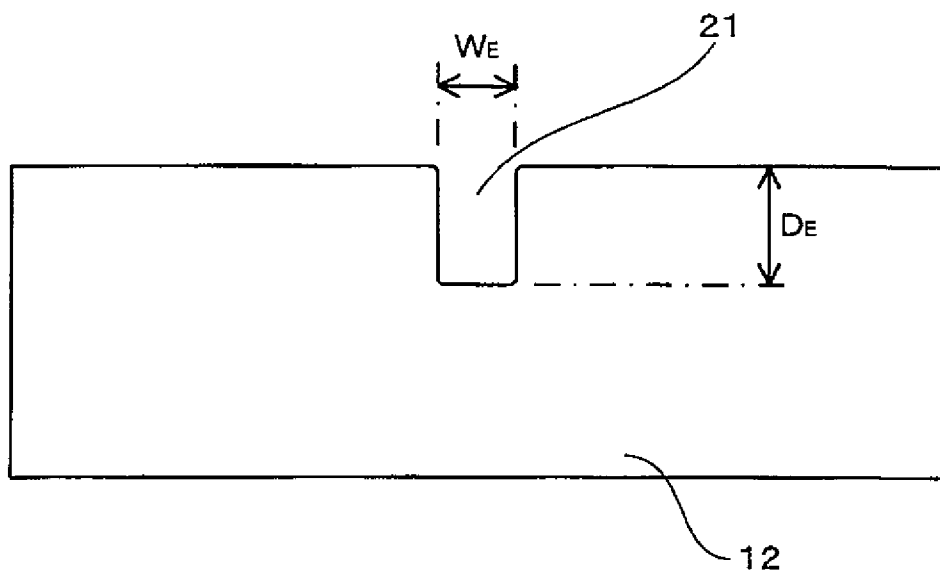
[図1A]



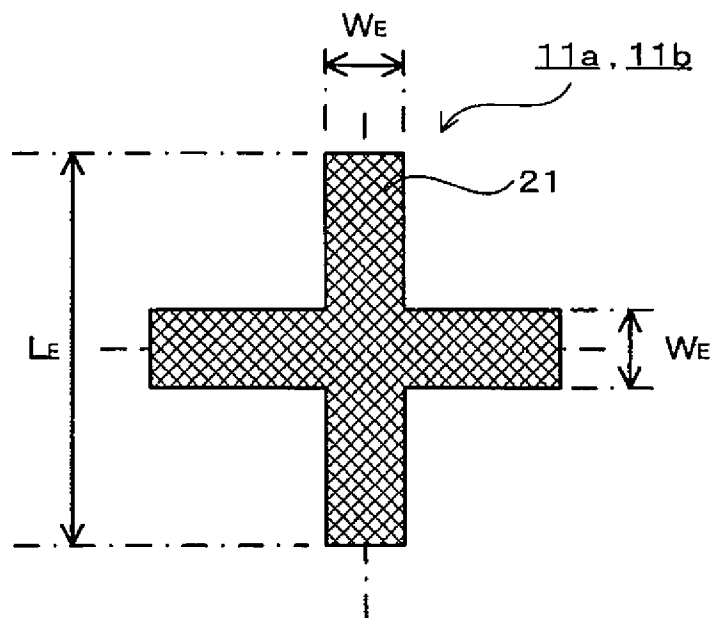
[図1B]



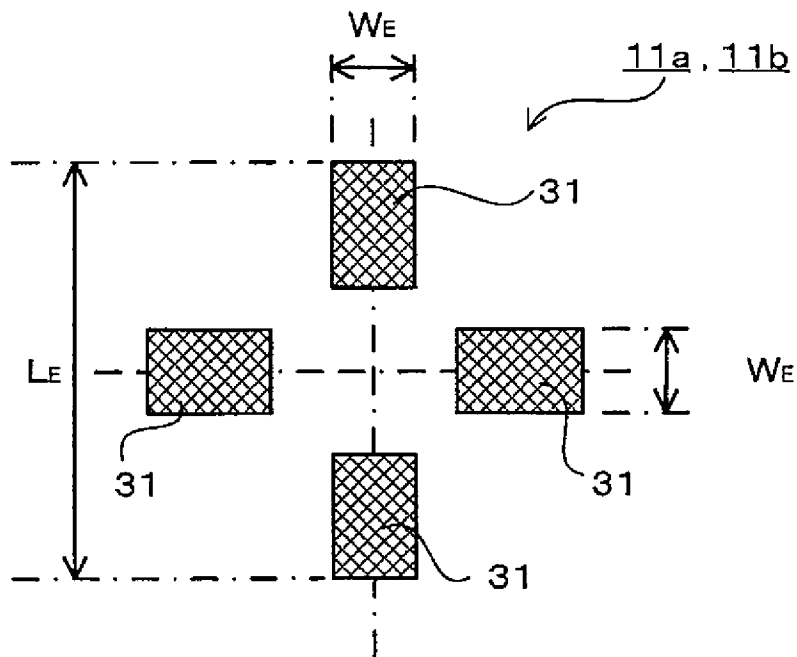
[図2A]



[図2B]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01) i, G03F1/08(2006.01) i, G03F1/16(2006.01) 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, G03F1/08, G03F1/16

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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.
X	JP 2004-193269 A (Hitachi, Ltd.), 08 July 2004 (08.07.2004),	1-5, 8-12, 16, 18, 21, 24
Y	entire text; all drawings (particularly, paragraph [0021]; fig. 9) (Family: none)	6, 7, 13-15, 17, 19, 20, 22, 23
Y	JP 2008-041740 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0045] to [0048], [0097]; fig. 1, 2) (Family: none)	6, 7, 13-15, 17



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

15 June, 2010 (15.06.10)

Date of mailing of the international search report

29 June, 2010 (29.06.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054923

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-195291 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 July 2006 (27.07.2006), entire text; all drawings (particularly, paragraph [0029]) (Family: none)	6, 7, 13-15, 17
Y	JP 2007-273678 A (Hoya Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text; all drawings (particularly, paragraph [0047]) (Family: none)	19, 20, 22, 23
Y	WO 2007/043488 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 19 April 2007 (19.04.2007), entire text; all drawings (particularly, page 31, lines 2 to 10; page 45, line 22 to page 46, line 16) & US 2007/077499 A1 & JP 2009-510711 A	19, 20, 22, 23
A	JP 2001-033941 A (Toshiba Corp.), 09 February 2001 (09.02.2001), entire text; all drawings (particularly, paragraph [0058]) & US 6765673 B1	1-24
A	JP 05-158218 A (Hitachi, Ltd.), 25 June 1993 (25.06.1993), entire text; all drawings (particularly, paragraph [0010]; fig. 6(b)) (Family: none)	1-24
A	JP 2003-248299 A (Toshiba Corp.), 05 September 2003 (05.09.2003), entire text; all drawings & US 2003/184721 A1	1-24

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, G03F1/08(2006.01)i, G03F1/16(2006.01)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, G03F1/08, G03F1/16			
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 0 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 0 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 0 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	
X	JP 2004-193269 A (株式会社日立製作所) 2004.07.08, 全文全図（特に段落【0021】，図9参照）（ファミリーなし）	1-5, 8-12, 16, 18, 21, 24	
Y		6, 7, 13-15, 17, 19, 20, 22, 23	
Y	JP 2008-041740 A (凸版印刷株式会社) 2008.02.21, 全文全図（特に段落【0045】 - 【0048】，【0097】，図1, 2参照）（ファミリーなし）	6, 7, 13-15, 17	
☒ 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 1 5 . 0 6 . 2 0 1 0		国際調査報告の発送日 2 9 . 0 6 . 2 0 1 0	
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） 佐藤 海 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4	2 M 3 8 0 6

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
Y	JP 2006-195291 A (松下電器産業株式会社) 2006.07.27, 全文全図 (特に段落【0029】参照) (ファミリーなし)	6, 7, 13-15, 17
Y	JP 2007-273678 A (HOYA株式会社) 2007.10.18, 全文全図 (特に段落【0047】参照) (ファミリーなし)	19, 20, 22, 23
Y	WO 2007/043488 A1 (旭硝子株式会社) 2007.04.19, 全文全図 (特に第31頁第2行一同第10行、第45頁第22行一同第46頁第16行参照) & US 2007/077499 A1 & JP 2009-510711 A	19, 20, 22, 23
A	JP 2001-033941 A (株式会社東芝) 2001.02.09, 全文全図 (特に段落【0058】参照) & US 6765673 B1	1-24
A	JP 05-158218 A (株式会社日立製作所) 1993.06.25, 全文全図 (特に段落【0010】, 図6(b)参照) (ファミリーなし)	1-24
A	JP 2003-248299 A (株式会社東芝) 2003.09.05, 全文全図 & US 2003/184721 A1	1-24