

(43) 国際公開日
2006年3月30日 (30.03.2006)

PCT

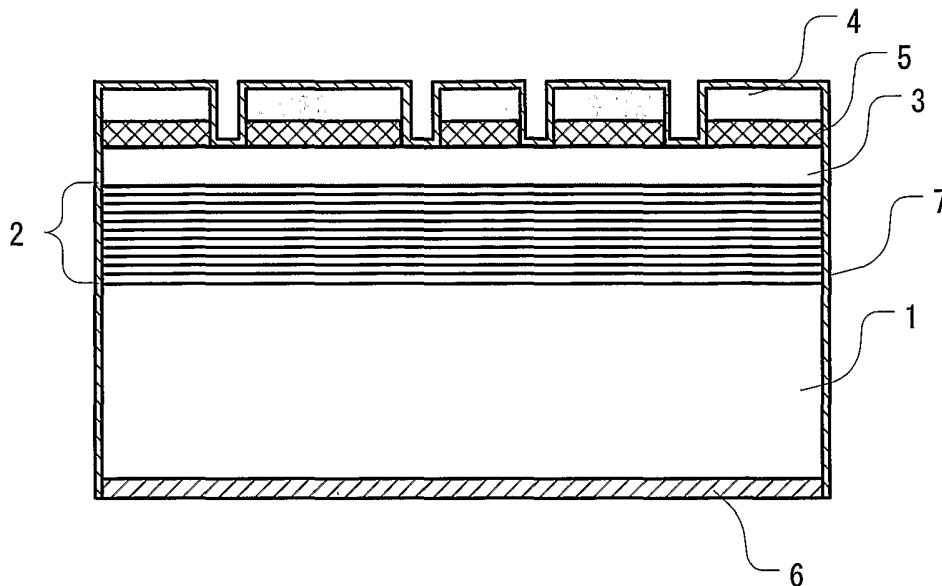
(10) 国際公開番号
WO 2006/033442 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
G03F 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/017662
- (22) 国際出願日: 2005年9月20日 (20.09.2005)
- (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2004-274591 2004年9月22日 (22.09.2004) JP
特願2005-146769 2005年5月19日 (19.05.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3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): 山本 一 (YAMAMOTO, Hajime) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 白石 雅之 (SHIRAISHI, Masayuki) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 細江 利昭 (HOSOE, Toshiaki); 〒2210822 神奈川県横浜市神奈川区西神奈川一丁目3番6号 コーポフジ 605 Kanagawa (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[続葉有]

(54) Title: REFLECTIVE MASK, REFLECTIVE MASK MANUFACTURING METHOD AND EXPOSURE APPARATUS

(54) 発明の名称: 反射型マスク、反射型マスクの製造方法及び露光装置



(57) Abstract: On a substrate (1), a reflection film (2) is formed, and on the surface of the reflection film, a capping layer (3) having a thickness not preventing reflection is formed. On the capping layer (3), a buffer layer (5) and an absorbing body (4) whereupon a pattern is formed are film-formed. On the rear plane of the substrate (1), a conductive film (6) is formed to be grounded for preventing the substrate (1) from being electrostatically charged. A conductive film (7) is formed to cover the surfaces of the substrate (1), the reflection film (2), the capping layer (3), the absorbing body (4) and the buffer layer (5). The conductive film (7) is electrically continuous to the conductive film (6) and the potential is dropped to a ground level at the time of being arranged in an EUV exposure apparatus.

[続葉有]



OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 基板1の上には、反射膜2が形成されており、その表面には反射を妨げないような厚さのキャッピング層3が形成されている。そして、キャッピング層3の上に、バッファ層5と、パターンが形成された吸収体4が成膜されている。基板1の裏面には、基板1の帯電を防止するために接地される導電膜6が形成されている。基板1、反射膜2、キャッピング層3、吸収体4、バッファ層5の表面を覆うように、導電膜7が成膜されている。導電膜7は、導電膜6と導通しており、EUV露光装置内に設置される際に、接地レベルに落とされる。

1

明 細 書

反射型マスク、反射型マスクの製造方法及び露光装置

技術分野

本発明は、EUV光（本明細書及び特許請求の範囲では、波長が150nm以下の光又は軟X線を言う。また、極端紫外線光と呼ぶこともある）を使用してマスクに形成されたパターンを、ウエハ等の感応基板上に投影するEUV露光装置に使用される反射型マスク及びその製造方法、さらにはこの反射型マスクを使用した露光装置に関するものである。

背景技術

10 近年、半導体集積回路の微細化に伴い、光の回折限界によって制限される光学系の解像力を向上させるために、従来の紫外線に代えてこれより短い波長（11～14nm）のEUV光を使用した投影リソグラフィ技術が開発されている（例えば、D.Tichenor, et al, SPIE 2437 (1995) 292 参照）。この技術は、最近ではEUV（Extreme UltraViolet）リソ
15 グラフィと呼ばれており、従来の波長190nm程度の光線を用いた光リソグラフィでは実現不可能な、70nm以下の解像力を得られる技術として期待されている。

EUV光の波長領域での物質の複素屈折率 n は、 $n = 1 - \delta - i k$ （ i は複素記号）で表わされる。この屈折率の虚部 k は極短紫外線の吸収を表す。 δ は1に比べて非常に小さいため、この領域での屈折率は1に非常に近い。又、 k は大きな値であるため、吸収率が高い。したがって
20 従来のレンズのような透過屈折型の光学素子を使用できず、反射を利用した光学系が使用される。

このようなEUV露光装置の概要を図4に示す。EUV光源31から放出されたEUV光32は、照明光学系33に入射し、コリメータミラーとして作用する凹面反射鏡34を介してほぼ平行光束となり、一对のフライアイミラー35aおよび35bからなるオプティカルインテグレータ35に入射する。一对のフライアイミラー35aおよび35bとして、たとえば特開平11-312638号公報に開示されたフライアイミラーを用いることができる。なお、フライアイミラーのさらに詳細な構成および作用については、特開平11-312638号公報に詳しく説明されているので、説明を簡略化するため、その説明を省略する。

10 こうして、第2フライアイミラー35bの反射面の近傍、すなわちオプティカルインテグレータ35の射出面の近傍には、所定の形状を有する実質的な面光源が形成される。実質的な面光源からの光は、平面反射鏡36により偏向された後、マスクM上に細長い円弧状の照明領域を形成する（円弧状の照明領域を形成するための開口板は図示を省略してい
15 る）。照明されたマスクMからの光は、複数の反射鏡（図4では例示的に6つの反射鏡M1～M6）からなる投影光学系PLを介して、ウエハW上にマスクパターンの像を形成する。

このようなEUV露光装置に使用されるマスクMは反射型のものが使用される。このようなマスクの構造の例を図5に示す。低熱膨張ガラス等からなる基板1の上には、SiとMoの薄膜を交互に重ねてできる数十層の多層薄膜からなる反射膜2が形成されており、その表面には反射を妨げないような厚さの酸化防止等の機能を有するキャッピング層3が形成されている。そして、このキャッピング層3の上に、パターンが形成されたTa₂N₅からなる吸収体4が成膜されている。図において、吸収体4
25 が切れており、キャッピング層3（反射膜2）が露出している部分がパターンの形成されている部分である。

なお、キャッピング層 3 と吸収体 4 の間には、吸収体 4 をエッチングするとき、エッチングが下層にまで到達しないようにするバッファ層 5 が設けられる場合が多い。このバッファ層 5 としては、吸収体 4 が TaN の場合は、これとエッチング選択比が異なる SiO_2 が一般的に使用される。又、実際のマスクにおいては、基板 1 と反射膜 2 の間に、両者の接着性を良くするための中間層が設けられているが、図示を省略している。基板 1 の裏面には、基板 1 の帯電を防止するために接地される導電膜 6 が形成されている。

このようなマスクに E U V 光を照射すると、吸収体 4 の部分では E U V 光が吸収されて反射せず、キャッピング層 3（反射膜 2）が露出しているパターン部分では、E U V 光が反射される。このようにして、像のコントラストが形成される。

ところが、図 5 に示すようなマスクを使用した場合、基板 1 の帯電はある程度防止することは可能なものの、吸収体 4 として絶縁体である TaN が使用される場合には、吸収体 4 が帯電し、異物付着の原因となることがあった。吸収体 4 として Mo を使用する場合は、Mo 自身が導電体であるために、吸収体 4 を接地しておけば帯電は避けられるが、バッファ層 5 として絶縁体が使用され、かつ、パターンとしてドーナツパターンのように独立した部分が存在する場合には、その部分の帯電を防止することができないという問題点があった。

発明の開示

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、マスク表面の帯電を防止でき、従って基板表面への異物の付着を低減できる反射型マスク及びその製造方法、さらには前記反射型マスクを使用した露光装置を提供することを課題とする。

前記課題を解決するための第1の手段は、EUV露光装置に用いられる反射型マスクであって、マスク基板と、入射光を反射する多層膜と、入射光束をパターン化するための吸収体とを有し、前記吸収体の表面が導電性の層で覆われていることを特徴とする反射型マスクである。

- 5 本手段においては、吸収体の表面が導電性の層で覆われているため、EUV露光装置に設置するとき、この導電性の層を接地すれば、マスク表面の帯電を防止することができる。バッファ層等、マスク表面に見える他の層が絶縁体である場合にはこれらのマスク表面に見える他の絶縁体層も導電性層で覆われていることが好ましい。また、転写されるパターンがドーナツ状となるときには吸収体パターンが島状となり、接地することが困難となる。従って、マスクの表面全体が導電性層で覆われていることが好ましい。
- 10

- マスクの表面の導電性層に接地電極を接触させてマスク表面に形成される導電性層の電位を接地電位とすることが可能である。しかし、マスクの表面側は他の部材が近接して配置される可能性が高く、接地手段を配置することが困難な場合もある。その場合は、マスク裏面に形成される導電性層とマスク表面に形成される導電性層を電氣的に接続し、マスクの裏面あるいは側面に接地電極を接触させて接地することが好ましい。なお、静電チャックにマスクを吸着させる場合に、マスクが下向きに配置されると、マスク裏面に接地電極を上側から接触させるとマスクが静電チャックで保持できなくなる等の問題が生じる場合もある。その場合にはマスク裏面から接地するよりも、マスクの側面に接地電極を接触させることが好ましい。
- 15
- 20

- マスクの表面と裏面の電氣的な接続は後述するように、マスクの側面にも導電性膜を形成することによって達成することが可能である。
- 25

また、マスクが吊り下げられるような構成でマスクステージに設置さ

れる場合には、マスクの落下防止機構が配置される可能性がある。この場合は、マスク落下防止機構の一部あるいは全体を導電性の部材で構成し、マスク落下防止機構を通してマスク表面に形成された導電性層の電位を接地電位にしても良い。

- 5 前記課題を解決するための第2の手段は、前記第1の手段であって、前記最表面を覆う層が、厚さ 0.5~100nm の Si であることを特徴とするものである。

Si は導電性が良く、かつ成膜がし易い物質である。特に反射膜が Si と他の物質（例えば Mo）とを交互に積層して形成されたようなものである場合には、同じ成膜装置（例えばスパッタ）を使用して成膜できるので、製造プロセスが簡単になる。なお、膜厚を 0.5nm 以上限定しているのは、これより膜厚を薄くすると、膜切れが発生しやすくなるためであり、100nm 以下に限定しているのは、これ以上膜厚を厚くすると、パターンからの反射光量の減少が無視できなくなるからである。

- 15 前記課題を解決するための第3の手段は、前記第1の手段であって、前記最表面を覆う層が、厚さ 0.5~100nm の Ti、Ru、又は Mo であることを特徴とするものである。

Ti、Ru、又は Mo を使用した場合、反射膜の反射率の低下を少なくできる。又、これらの物質は導電性があり、成膜が容易である等の長所を有するので好ましい。特に反射膜が Si と Mo の積層構造で形成される場合、Mo を使用すると同じ成膜装置（例えばスパッタ）を使用して成膜できるので、製造プロセスが簡単になる。なお、膜厚の限定理由は、前記第2の手段における限定理由と同じである。

- 25 前記課題を解決するための第4の手段は、前記第1の手段から第3の手段のいずれかであって、前記反射型マスクの前記吸収体が形成される面とは反対側の面に導電性層がさらに形成され、前記吸収体の表面に形

6

成された導電層とマスクの反対側面に形成された前記導電性層とが電氣的に接続されていることを特徴とするものである。

本手段においては、簡易な方法でマスク表面の導電性層の電位を接地電位にすることが可能である。又、本手段によれば、マスク裏面からマスクの前面の電位を接地電位とすることが可能となり、マスク保持機構等の構成を複雑にしないで済む。

前記課題を解決するための第5の手段は、EUV露光装置に用いられる反射型マスクであって、マスク基板と、入射光を反射する多層膜と、入射光束をパターン化するための吸収体とを有し、かつ、前記反射型マスクの前記吸収体が形成される面とは反対側の面に導電性層がさらに形成され、前記導電層と前記吸収体とが電氣的に接続されていることを特徴とする反射型マスクである。

前記第1の手段から第4の手段においては、吸収体の表面を導電性の薄膜で覆っていた。これは、吸収体が導電性でない場合、あるいは、導電性の吸収体の一部が隔離状態にあり、他の部分と電氣的に接続されていない場合には必要であったが、吸収体が導電体であり、各部が電氣的につながっている場合には、あえて導電膜をその表面に形成する必要がない。単に、反対面に形成された導電層と電氣的に接続するのみで、前記第4の手段と同等の作用効果を奏する。

前記課題を解決するための第6の手段は、前記第4の手段又は第5の手段であって、前記電氣的な接続が、前記反射型マスクの側面に形成された導電性薄膜によりなされていることを特徴とするものである。

本手段においては、反射型マスクの側面に形成された導電性薄膜によって、表裏面の導電層の電氣的接続がなされているので、配線等による接続に比べて安定した電氣的接続を行うことができる。又、接地をとる場合に、接地電極と導電膜の接する場所において発塵が発生するので、

接地点を表裏面とすると、発生した塵埃がパターン面に付着してパターン形状を乱したり、静電チャック面に付着して、レチクルステージにチャッキングされた場合、レチクルの姿勢が乱れたりレチクルを変形させたりする恐れがあるが、側面に形成された導電膜に接地電極を接触させれば、このような問題の発生を少なくすることができる。

前記課題を解決するための第7の手段は、前記第6の手段であって、前記導電性薄膜は、前記反射型マスクの側面の一部にのみ形成されていることを特徴とするものである。

本手段においては、導電性薄膜を、前記反射型マスクの側面の一部にのみ形成するようにしているので、製造が容易である。

前記課題を解決するための第8の手段は、EUV露光装置に用いられる反射型マスクであって、2種類の物質を交互に重ねて形成される反射膜を基板の表面に有し、その上に、キャッピング層を形成し、さらにその上にパターンが形成された吸収体を製造する方法であって、前記キャッピング層を導電性物質で形成し、当該キャッピング層の層厚を設計厚さより薄く成膜し、その上に、前記パターンが形成された吸収体を成膜した後、さらにその上に、前記キャッピング層を形成している導電性物質を、前記設計厚さより厚さが少なかった分だけ成膜する過程を有することを特徴とする反射型マスクの製造方法である。

本手段においては、吸収体の成膜後に行われる導電性物質の成膜の結果、反射膜の最上層を形成しているキャッピング層の厚さが目標値となる。なお、吸収体の上に導電物質が成膜されることになるが、このようなことが起こっても、吸収体の吸収特性にはほとんど影響を与えない。なお、キャッピング層として、反射層を構成する多層膜の一方の層（例えば、モリブデン(Mo)とシリコン(Si)の交互層を用いる場合にはSi層）と同じ物質を用いても良い。この場合は多層膜としての最上層はモ

リブデン層となり、その上にキャッピング層として導電性のシリコン層が形成される。

前記課題を解決するための第 9 の手段は、E U V 露光装置に用いられる反射型マスクの製造方法であって、反射膜を基板の表面に形成した後、
5 その上にパターンが形成された吸収体を成膜し、さらにその上に直接、キャッピング機能を有する導電体を成膜する過程を有することを特徴とするものである。

本手段においては、反射膜の表面に形成される酸化防止等の目的の為のキャッピング層を導電体としての機能を兼ねた層としている。よって、
10 膜厚構成が簡単になり、その分製造プロセスが簡単になる。酸化防止機能を有する導電体としては、例えば、Ru がある。

前記課題を解決するための第 10 の手段は、前記第 8 の手段又は第 9 の手段であって、前記吸収体に形成されたパターンの線幅は、目標線幅より、前記吸収体の上に成膜される前記導電物質の厚さの 2 倍だけ広く
15 されていることを特徴とするものである。

前記吸収体の上に成膜される前記導電物質の厚さは薄いので、通常は問題にならないが、パターン状に形成された吸収体の側面にも導電物質が形成される。この場合、E U V 光に作用する厚さは、パターンの深さに相当するものとなり、かなりの E U V 光を吸収して、パターンが狭く
20 なっているのと同じ効果を生じる場合がある。そこで、本手段においては、この分を見越して、予めパターンの幅（吸収体に形成される溝の幅）を、目標線幅より大きくしているので、露光転写する場合に、目標線幅に近い線幅のパターンが得られる。

前記課題を解決するための第 11 の手段は、前記第 1 の手段から第 7
25 の手段のいずれかの反射型マスクを用いて、反射型マスクに形成されたパターンを感応基板上に転写する露光装置であって、前記吸収体層の表

面に形成された導電性層を電氣的に接地させる接地手段を有することを特徴とする露光装置である。

- 本手段においては、露光装置に用いるマスク表面の導電性層の電位を接地電位とすることができるため、マスクに異物が付着することが低減
5 される。そのため、パターン転写を良好に行うことが可能である。

前記課題を解決するための第 1 2 の手段は、反射型マスクの裏面を吸着保持するマスクステージを備えた露光装置において、前記反射型マスクの側面と接続される導電性の接地手段を有することを特徴とする露光装置である。

- 10 本手段においては、反射型マスクの側面から接地をとることができるため、マスクの表裏面を接地点とする場合に比べて、発生した塵埃がパターン面に付着したり、静電チャックによる吸着時にレチクルの姿勢を乱したりレチクルを変形させる等の問題の発生を少なくすることができる。

- 15 なお、本発明で言う反射型マスクの側面とは、例えば図 2 に示すマスクのパターンが形成される面（ $x-y$ 平面と平行な面）と垂直な面（ $y-z$ 平面と平行な面）であるが、この面は、垂直な面である必要はなく、斜めに配置されていてもよい。又、平面ではなく、球面等、他の形状の面でもよい。さらに、一つの面のみではなく、複数の面から構成されて
20 いてもよい。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態の 1 例である E U V 露光装置用反射型マスクの概要を示す図である。

- 25 図 2 は、マスクステージに設けられた接地電極を反射型マスクの側面に接触させる例を示す図である。

図 3 は、本発明の実施の形態である反射型マスクの製造方法の一例を示す図である。

図 4 は、EUV 露光装置の概要を示す図である。

図 5 は、EUV 露光用反射型マスクの例を示す図である。

5

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態の例を、図を用いて説明する。図 1 は、本発明の実施の形態の 1 例である EUV 露光装置用反射型マスクの概要を示す図である。低熱膨張ガラス等からなる基板 1 の上には、Si と Mo の
10 薄膜を交互に重ねてできる数十層の多層薄膜からなる反射膜 2 が形成されており、その表面には反射を妨げないような厚さの酸化防止等の機能を有するキャッピング層 3 が形成されている。

そして、このキャッピング層 3 の上に、パターンが形成された TaN からなる吸収体 4 が成膜されている。図において、吸収体 4 が切れており、
15 キャッピング層 3（反射膜 2）が露出している部分がパターンの形成されている部分である。なお、キャッピング層 3 と吸収体 4 の間には、吸収体 4 をエッチングするとき、エッチングが下層にまで到達しないようにするバッファ層 5 が設けられる場合が多い。このバッファ層 5 としては、吸収体 4 が TaN の場合は、これとエッチング選択比が異なる Si
20 O₂ が一般的に使用される。又、実際のマスクにおいては、基板 1 と反射膜 2 の間に、両者の接着性を良くするための中間層が設けられているが、図示を省略している。基板 1 の裏面には、基板 1 の帯電を防止するために接地される導電膜 6 が形成されている。この構造は、図 5 に示した従来の反射型マスクと同じである。

25 本実施の形態においては、基板 1、反射膜 2、キャッピング層 3、吸収体 4、バッファ層 5 の表面を覆うように、Si からなる導電膜 7 が成膜

されている。この導電膜 7 は、基板 1 の側面を覆うようにされており、これにより導電膜 6 と導通しており、EUV 露光装置内に設置される際に、接地レベルに落とされるようになっている。なお、導電膜の厚さは、0.5~100nm とされている。

- 5 この実施の形態においては、導電膜 7 として Si を使用しているが、他に、Ti、Ru、又は Mo であってもよく、その他、導電性があり、100nm 以下の厚さでの成膜が容易であり、かつ、反射膜 2 の反射率を問題になるほど低下させないような材料であれば任意のものを使用できる。

- 又、図 1 においては、導電膜は基板 1、反射膜 2、キャッピング層 3、
10 バッファ層 5 の表面をも覆っているが、吸収体 4 とキャッピング層 3 のパターン部を覆うようにすれば、それで十分である。反射膜 2 のパターン部は必ずしも覆う必要がなく、かえって覆わない方がよいものであるが、吸収体 4 がパターン部で切られて他の吸収体の部分と電氣的につながっていないような場合（ドーナツパターン等）には、この部分を通じ
15 て導通があるようにすることが必要である。

- 又、吸収体 4 が Mo 等の導電体であり、かつ、バッファ層 5 が無かったり、バッファ層 5 も導電体である場合には、導電膜 7 は、キャッピング層 3 と導電膜 6 を電氣的に接続するものであれば十分である。さらに、吸収体 4 にドーナツパターン等のように隔離された部分が無い場合には、
20 導電膜 7 は、吸収体 4 と導電膜 6 を電氣的に接続するものであれば十分である。

- 又、上述した理由により、このような反射型マスクの吸収体 4 と導電膜 6 とを接地するときは、反射型マスクの側面に形成された導電膜 7 に、例えばマスクステージに設けられた接地電極を接触させることにより接
25 地することが好ましい。導電性膜 7 のうち、反射型マスクの側面の部分に設けられたものは、単に、表裏面の電氣的接続をとるためのもので

あるので、側面全体に設ける必要はなく、その一部に設ければよい。

図 2 に、マスクステージに設けられた接地電極を反射型マスクの側面に接触させる例を示す。マスクステージの静電チャック 8 には電極 8 a が設けられており、D C 電源により電極 8 a に電圧をかけることにより、
5 図 1 に示すような反射型マスクを静電的にチャック（吸着）する。静電チャック 8 の側面には、接地電極 9 が設けられて接地されている。反射型マスクが静電チャックにチャックされたとき、接地電極 9 が反射型マスクの側面の導電膜 7 に接触することにより、反射型マスクの吸収体 4 と導電膜 6 とを接地する。

- 10 また、図 1 から分かるように、パターン幅（溝の幅）は、導電膜 7 の厚さを d とすると、当初のパターン幅より $2d$ だけ広がっている。一般に厚さ d は微小なので、それだけでは問題にならないが、パターン（溝）部分の側壁では、照射される E U V 光に対しては、パターン深さだけの厚みを有することになって、その影響が無視できなくなる場合がある。
- 15 このような場合には、もともと形成されるパターン線幅を、目標値より $2d$ だけ広くしておくことにより、導電膜 7 を形成したことにより、実質的なパターン線幅が細くなることを防ぐことができる。

- このような反射型マスクは、従来の方法により反射型マスクを製造した後、スパッタリングや蒸着により、その表面に導電膜 7 を成膜すること
20 とで容易に製造できる。その際に、パターンの側壁に導電膜 7 を成膜することが困難な場合は、斜め方向からスパッタリングや蒸着を行うようにすることが好ましい。

- 図 3 に、本発明の実施の形態である反射型マスクの製造方法の一例を示す。まず、従来公知の方法により、低熱膨張ガラス等からなる基板 1
25 に、スパッタリングにより、Si 薄膜 2 1 と Mo 薄膜 2 2 を交互に積層して、反射膜 2 を製造する。その上に形成する R u からなるキャッピング

13

層 3 a の厚さを、後に形成する導電膜の厚さ分だけ、目標厚さより薄く成膜する。その後、バッファ層 5 として SiO_2 を、吸収体 4 として TaN を、スパッタリングにより、それぞれ順に成膜し、その上にレジストを塗布して、露光装置により所定のパターンに感光させ、レジストを現像した後、残ったレジストをマスクとして吸収体 4 をエッチングして所定のパターンを形成し、(a) に示すような中間製品を製造する。

その後、スパッタリングにより、導電膜としての Ru を表面に成膜する。すると、導電膜としての Ru と、前述のキャッピング層 3 a の Ru は一体化した Ru 薄膜 3 b となり、その厚さは、キャッピング層としての性能を発揮するための設計厚さになる。この Ru 層は、吸収体 4 を包み込むように形成されるので (b)、この部分を接地することにより、反射型マスクの表面の帯電を防止することができる。

なお、図 1, 図 3 においては、基板 1 と反射膜 2 との間に中間層がなく、吸収体 4 の下にバッファ層 5 がある場合を示しているが、これらが無い場合でも、導電膜の構成や製造方法が変わることはない。

また、図 1 に示す構成において、導電膜 7 として Ru 等の酸化防止機能と導電性の双方を有する材料を使用すると、特別のキャッピング層を成膜する必要が無くなる。

請 求 の 範 囲

1. EUV露光装置に用いられる反射型マスクであって、マスク基板と、入射光を反射する多層膜と、入射光束をパターン化するための吸収体とを有し、前記吸収体の表面が導電性の層で覆われていることを特徴とする反射型マスク。
5
2. 請求の範囲第1項に記載の反射型マスクであって、前記最表面を覆う層が、厚さ0.5～100nmのSiであることを特徴とする反射型マスク。
3. 請求の範囲第1項に記載の反射型マスクであって、前記最表面を覆う層が、厚さ0.5～100nmのTi、Ru、又はMoであることを特徴とする反射型マスク。
10
4. 請求の範囲第1項に記載の反射型マスクであって、前記反射型マスクの前記吸収体が形成される面とは反対側の面に導電性層がさらに形成され、前記吸収体の表面に形成された導電層とマスクの反対側面に形成された前記導電性層とが電氣的に接続されていることを特徴とする反射型マスク。
15
5. 請求の範囲第4項に記載の反射型マスクであって、前記電氣的な接続が、前記反射型マスクの側面に形成された導電性薄膜によりなされていることを特徴とする反射型マスク。
6. 請求の範囲第5項に記載の反射型マスクであって、前記導電性薄膜は、前記反射型マスクの側面の一部にのみ形成されていることを特徴とする反射型マスク。
20
7. EUV露光装置に用いられる反射型マスクであって、マスク基板と、入射光を反射する多層膜と、入射光束をパターン化するための吸収体とを有し、かつ、前記反射型マスクの前記吸収体が形成される面とは反対側の面に導電性層がさらに形成され、前記導電層と前記吸収体とが
25

電氣的に接続されていることを特徴とする反射型マスク。

8. 請求の範囲第7項に記載の反射型マスクであって、前記電氣的な接続が、前記反射型マスクの側面に形成された導電性薄膜によりなされていることを特徴とする反射型マスク。

5 9. 請求の範囲第8項に記載の反射型マスクであって、前記導電性薄膜は、前記反射型マスクの側面の一部にのみ形成されていることを特徴とする反射型マスク。

10 10. EUV露光装置に用いられる反射型マスクであって、2種類の物質を交互に重ねて形成される反射膜を基板の表面に有し、その上に、
10 キャッピング層を形成し、さらにその上にパターンが形成された吸収体を製造する方法であって、前記キャッピング層を導電性物質で形成し、
当該キャッピング層の層厚を設計厚さより薄く成膜し、その上に、前記
パターンが形成された吸収体を成膜した後、さらにその上に、前記キャ
ッピング層を形成している導電性物質を、前記設計厚さより厚さが少な
15 かった分だけ成膜する過程を有することを特徴とする反射型マスクの製造方法。

11. 請求の範囲第10項に記載の反射型マスクの製造方法であって、
前記吸収体に形成されたパターンの線幅は、目標線幅より、前記吸収体
の上に成膜される前記導電物質の厚さの2倍だけ広くされていることを
20 特徴とする反射型マスクの製造方法。

12. EUV露光装置に用いられる反射型マスクの製造方法であって、
反射膜を基板の表面に形成した後、その上にパターンが形成された吸収
体を成膜し、さらにその上に直接、酸化防止機能を有する導電物質を成
膜する過程を有することを特徴とする反射型マスクの製造方法。

25 13. 請求の範囲第12項に記載の反射型マスクの製造方法であって、
前記吸収体に形成されたパターンの線幅は、目標線幅より、前記吸収体

16

の上に成膜される前記導電物質の厚さの2倍だけ広くされていることを特徴とする反射型マスクの製造方法。

14. 請求の範囲第1項に記載の反射型マスクを用いて、反射型マスクに形成されたパターンを感応基板上に転写する露光装置であって、前記吸収体層の表面に形成された導電性層を電氣的に接地させる接地手段を有することを特徴とする露光装置。

15. 反射型マスクの裏面を吸着保持するマスクステージを備えた露光装置において、前記反射型マスクの側面と接続される導電性の接地手段を有することを特徴とする露光装置。

1/4

图 1

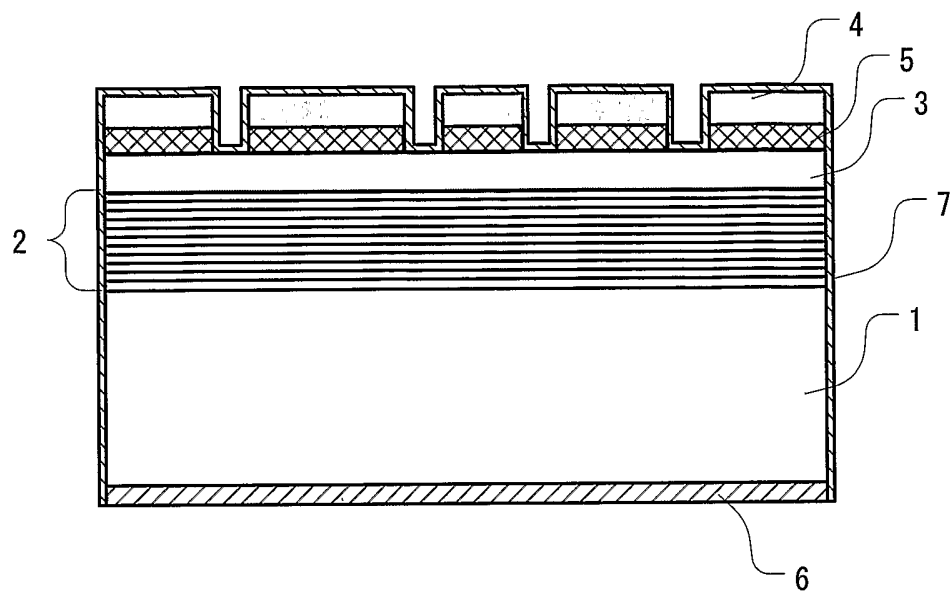


图 2

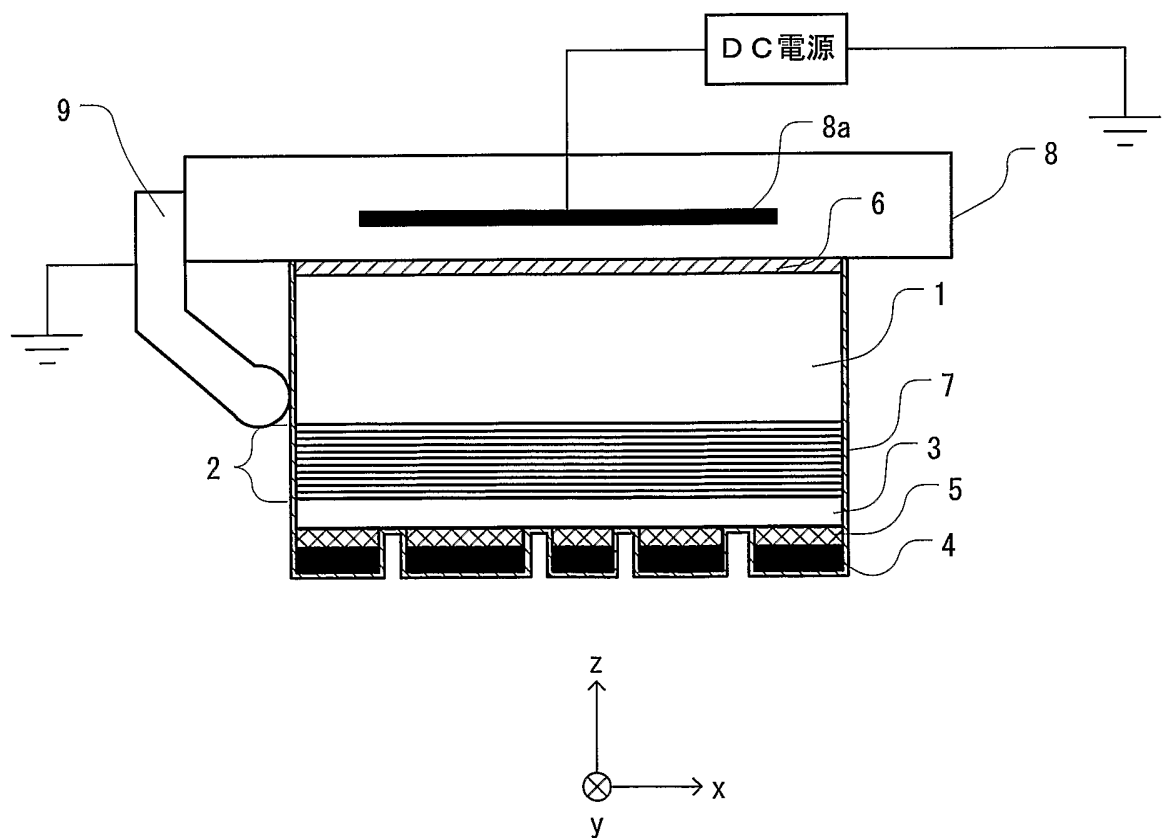


図 3

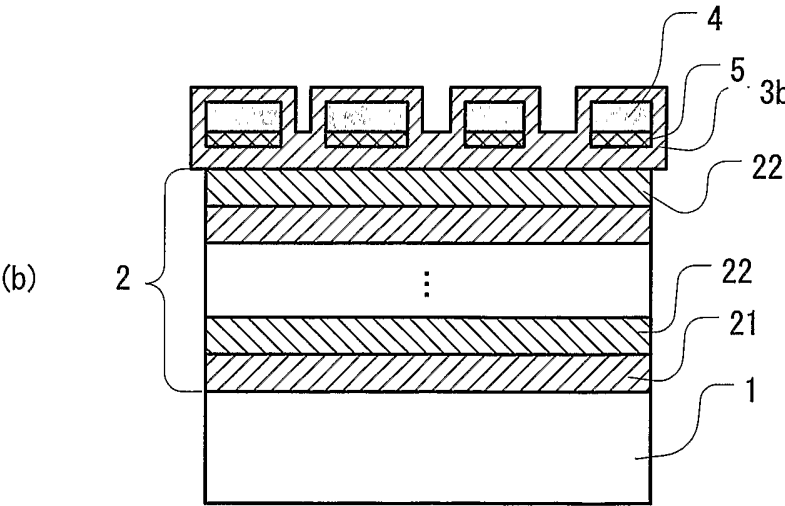
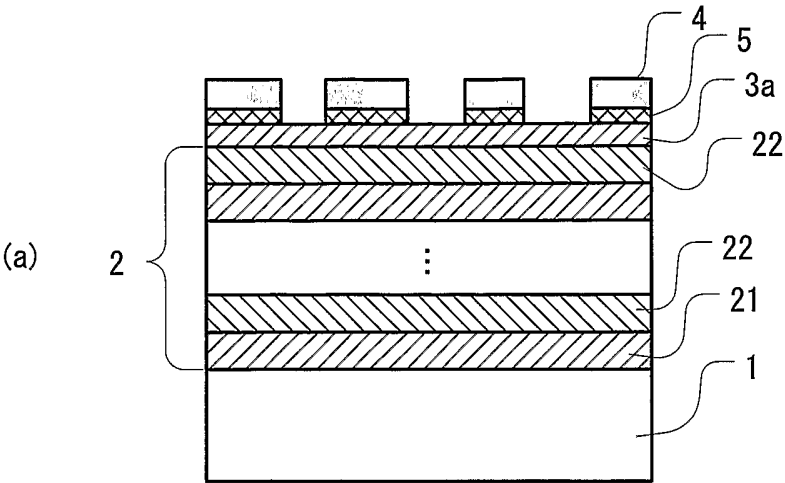
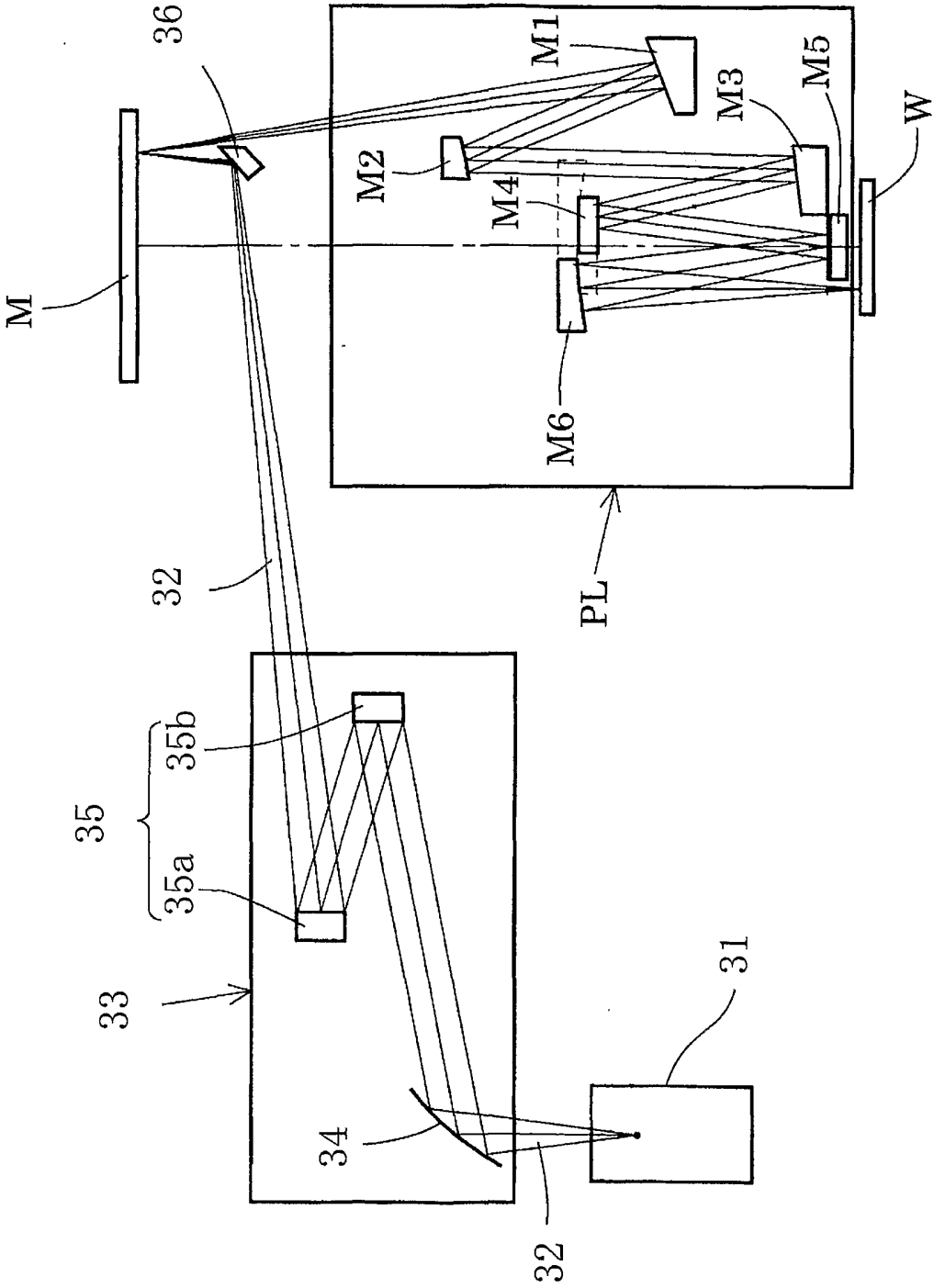
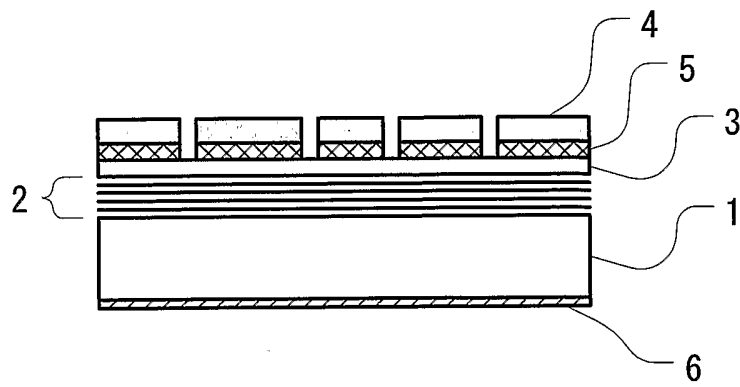


図 4



4/4

図 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/017662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01), **G03F1/16**(2006.01), **G03F7/20**(2006.01)

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(2006.01), **G03F1/16**(2006.01), **G03F7/20**(2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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 Y	JP 2003-133205 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 09 May, 2003 (09.05.03), Second mode of embodiments (Family: none)	1, 4, 5, 7, 8, 12, 13 14
X Y	JP 08-293450 A (Nikon Corp.), 05 November, 1996 (05.11.96), Full text; all drawings (particularly, example 1) (Family: none)	1, 2, 12 4-9, 14
X Y A	JP 2003-318104 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 07 November, 2003 (07.11.03), Full text; all drawings &US 2003/198874 A1	1, 3, 12 4-9, 14 10, 11

☒ 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
09 December, 2005 (09.12.05)Date of mailing of the international search report
20 December, 2005 (20.12.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/017662

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-243292 A (Nikon Corp.), 29 August, 2003 (29.08.03), Second mode of embodiments & EP 1333323 A2 & US 2003/147058 A1	1, 12
X Y	JP 09-306834 A (Canon Inc.), 28 November, 1997 (28.11.97), Second example & US 6084938 A & US 6310934 B1 & US 2002/006180 A1 & US 2002/101956 A1 & US 6668037 B2 & US 2004/071260 A1 & US 6836531 B2 & US 6584168 B2	15 4-9, 14
A	JP 2002-075839 A (Canon Inc.), 15 March, 2002 (15.03.02), 6th, and 7th examples (Family: none)	7-9
A	JP 2003-257824 A (Hoya Corp.), 12 September, 2003 (12.09.03), Full text; all drawings & US 2003/162005 A1 & US 6797368 B2	7-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. **H01L21/027** (2006.01), **G03F1/16** (2006.01), **G03F7/20** (2006.01)

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))
 Int.Cl. **H01L21/027** (2006.01), **G03F1/16** (2006.01), **G03F7/20** (2006.01)

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号
X Y	JP 2003-133205 A (沖電気工業株式会社) 2003.05.09, 第2の実施の形態 (ファミリーなし)	1, 4, 5, 7, 8, 12 , 13 14
X Y	JP 08-293450 A (株式会社ニコン) 1996.11.05, 全文全図 (特に実施例1) (ファミリーなし)	1, 2, 12 4-9, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献
---	---

国際調査を完了した日
09.12.2005

国際調査報告の発送日
20.12.2005

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 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)	2M	3011
多田 達也		
電話番号 03-3581-1101 内線	3274	

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 請求の範囲の番号
X Y A	JP 2003-318104 A (三星電子株式会社) 2003. 11. 07, 全文全図 & US 2003/198874 A1	1, 3, 12 4-9, 14 10, 11
X	JP 2003-243292 A (株式会社ニコン) 2003. 08. 29, 第2の実施の形態 & EP 1333323 A2 & US 2003/147058 A1	1, 12
X Y	JP 09-306834 A (キヤノン株式会社) 1997. 11. 28, 第2実施例 & US 6084938 A & US 6310934 B1 & US 2002/006180 A1 & US 2002/101956 A1 & US 6668037 B2 & US 2004/071260 A1 & US 6836531 B2 & US 6584168 B2	15 4-9, 14
A	JP 2002-075839 A (キヤノン株式会社) 2002. 03. 15, 第6, 7の実施例 (ファミリーなし)	7-9
A	JP 2003-257824 A (HOYA株式会社) 2003. 09. 12, 全文全図 & US 2003/162005 A1 & US 6797368 B2	7-9