

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-191381
(P2005-191381A)

(43) 公開日 平成17年7月14日(2005.7.14)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 21/027
G03F 7/20

F I

H01L 21/30 515D
G03F 7/20 521

テーマコード(参考)

5F046

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-432769 (P2003-432769)
(22) 出願日 平成15年12月26日(2003.12.26)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100110412
弁理士 藤元 亮輔
(72) 発明者 川島 春名
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内
Fターム(参考) 5F046 BA04 CB01 CB19 CB25

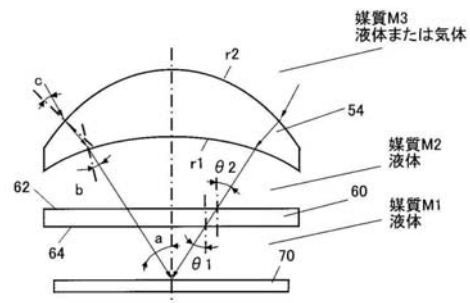
(54) 【発明の名称】 露光方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 高透過率を維持することによって結像性能の高いNA0.85以上の液浸型の露光装置及び方法を提供する。

【解決手段】 マスクのパターンを被露光体に投影する投影光学系を備え、該投影光学系の最終面及び前記被露光体の表面を液体で浸漬する露光装置において、前記投影光学系と前記被露光体との間に配置された平行平板を有し、当該平行平板は、第1の面と、当該第1の面の裏面として前記被露光体に対向する第2の面とを有し、前記第1及び第2の面の両方が液体に浸漬されていることを有することを特徴とする露光装置を提供する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マスクのパターンを被露光体に投影する投影光学系を備え、該投影光学系の最終面及び前記被露光体の表面を液体で浸漬する露光装置において、

前記投影光学系と前記被露光体との間に配置された平行平板を有し、

当該平行平板は、第 1 の面と、当該第 1 の面の裏面として前記被露光体に対向する第 2 の面とを有し、前記第 1 及び第 2 の面の両方が液体に浸漬されていることを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記投影光学系は、前記平行平板に最も近い光学素子を有し、当該光学素子の前記平行平板とは反対側の面に接触する媒質は気体であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

10

【請求項 3】

前記投影光学系は、前記平行平板に最も近い光学素子を有し、当該光学素子の前記平行平板側の面は平面であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 4】

前記光学素子への光線入射角度はブリュースター角を越えないことを特徴とする請求項 3 記載の露光装置。

【請求項 5】

前記第 1 の面から前記光学素子までの距離は、前記第 2 の面から前記被露光体までの距離よりも長いことを特徴とする請求項 3 記載の露光装置。

20

【請求項 6】

前記平行平板は、前記投影光学系の開口数に対応する角度で入射する光線に応じて設計された反射防止膜を有することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 7】

前記平行平板は、石英基板を有することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 8】

被露光体の表面及び投影光学系の最終面を液体に浸漬し、マスクに形成されたパターンを前記投影光学系により前記被露光体上に投影する露光方法であって、

前記投影光学系と前記被露光体との間に配置された平行平板の第 1 の面を液体に浸漬するステップと、

30

前記平行平板の第 1 の面の裏面として前記被露光体に対向する第 2 の面を液体に浸漬するステップと、

前記平行平板を介して前記被露光体に前記パターンを投影するステップとを有することを特徴とする露光方法。

【請求項 9】

前記投影光学系と前記被露光体との間に平行平板を挿入するステップを有することを特徴とする請求項 8 記載の露光方法。

【請求項 10】

前記投影光学系は、前記平行平板に最も近い光学素子を有し、

40

前記露光方法は、前記平行平板と前記被露光体との間を満たす液体としての第 1 の媒質と、前記平行平板と前記光学素子との間を満たす液体としての第 2 の媒質とを分離すると共に独立して循環管理するステップを更に有することを特徴とする請求項 8 記載の露光方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 7 のうちいずれか一項記載の露光装置を用いて被露光体を露光するステップと、

当該露光された被露光体を現像するステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般には、IC、LSIなどの半導体チップ、液晶パネルなどの表示素子、磁気ヘッドなどの検出素子、CCDなどの撮像素子といった各種デバイス、マイクロメカニクスで用いる微細パターン製造に用いられる露光方法及び装置に係り、特に、投影光学系の最終面と被露光体の表面を液体に浸漬して当該液体を介して被露光体を露光するいわゆる液浸型の露光装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子又は液晶表示素子等の製造に使用される投影露光装置では、高解像力を得るために投影光学系の開口数(NA)の増加と露光光の短波長化が求められ、2000年においてはKrF(=約248nm)ステッパーでNA0.65が用いられるようになった。更に、ステッパーに代わり高NAの投影レンズが製造可能であるKrF、ArF(=約193nm)のスキャナが投影露光装置の主流となってきている。現在のスキャナは、KrF、ArFなどの光源と共に0.8までのNAを使用している。数年内にはKrF、ArFにF₂(=約157nm)を加えて、NA=0.85の投影露光光学系を搭載したスキャナが市場に供給されることが期待されている。更に、究極のフォトリソグラフィ用投影光学系としてドライ系(レンズ間の媒質を気体とする)で0.95までのNAを有する投影光学系が開発可能かどうか議論されている。

10

【0003】

このような投影光学系の進歩に伴い、光学部品に用いられる反射防止膜も進歩してきた。1990年に入りKrF、ArFのエキシマレーザーを光源とする投影露光装置が出現してくると、反射防止膜に用いる膜物質は、Low Index材としてSiO₂、MgF₂など(屈折率は1.45乃至1.55程度)、Middle Index材としてAl₂O₃、LaF₃など(屈折率は1.65乃至1.75程度)に限られて設計難易度が上がると共に、膜吸収、基板汚染などによる透過損失の軽減、あるいは、従来無視していた膜層内で生じる散乱による透過損失の低減が鋭意検討されてきた。

20

【0004】

このような中で、ArFレーザやF₂レーザの光源を用いながら、更に解像度をあげる方法として、液浸露光が着目されている(例えば、特許文献1参照)。液浸露光は、投影光学系のウェハ側の媒質を液体にすることによって高NA化をさらに進めるものである。つまり投影光学系のNAは媒質の屈折率をnとすると、 $NA = n \cdot \sin$ であるので、空気の屈折率よりも高い屈折率($n > 1$)の媒質を満たすことでNAはnまで大きくすることができる。例えば、液体を純水(屈折率 $n = 1.33$)とすると、ウェハに結像する光線の最大入射角度が、ドライ系とウェット系で等しい場合、ウェット系の解像力は1.33倍に向上する。即ち、ウェット系のNAはドライ系のNAの1.33倍に相当する。よって、ウェハに結像する光線入射角度の装置限界が70度であったとすると、ドライ系ではNA=0.94が限界であるが、ウェット系ではNA=1.25(ドライ系換算)の高NAの投影光学系が達成される。しかし、液浸の投影光学系では、投影レンズ最終面の液浸面に汚染が生じた場合、液浸部分の光学素子を容易に交換できる構造とする必要がある。このため、特許文献1は、投影レンズ最終面に平行平板を持つ構造を提案している。

30

40

【特許文献1】特開平10-303114号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明者が特願2003-135578に記載しているように、高NAの投影光学系においては、空気層から反射防止膜に光が入射する場合の反射率は、図7に示すように、反射防止膜最終層(空気側)のindexより決まるブリュースター角を越えると急にP偏光反射率が高くなる。一般に、入射角度の広い範囲で反射率を抑えた設計値とするために

50

空気と接する反射防止膜の最終層は低屈折率材が用いられるのが普通である。図8に示すように膜の基本設計を変更しようとも空気と接する最終層の物質が同じであれば入射角度が大きくなるにつけその反射率は同様の値となってくるものである。また、位相の観点から見ても、P、S偏光とも反射防止膜最終層のindexより決まるプリュースター角を越えない範囲では位相変化を無視できるが、プリュースター角を越えると透過位相の変化が共に大きくなるため、投影結像系の収差にも影響が無視できなくなってくる。

【0006】

そのため、使用できる膜物質の限られるF₂、ArF、KrFの反射防止膜では、反射防止膜最終層(空気側)のindexより決まるプリュースター角を越えるNA=0.85(58度)あたりから、投影光学系の透過率及び結像性能共に反射防止膜の限界により特性劣化が問題となる。ウェット系の投影光学系においても反射防止膜の限界を考慮しなければならない。また、特許文献1の液浸型露光装置においては、投影光学系の最終光学素子を平行平板とし交換容易性を達成しているものの、平行平板のウェハ側のみを液浸としているため、投影光学系のNAが1.0を越えた場合に、平行平板から投影光学系側の空気層への境界面で全反射を起こしてしまう問題がある。

10

【0007】

そこで、本発明は、高透過率を維持することによって結像性能の高いNA0.85以上の液浸型の露光装置及び方法を提供することを例示的な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面としての露光装置は、マスクのパターンを被露光体に投影する投影光学系を備え、該投影光学系の最終面及び前記被露光体の表面を液体で浸漬する露光装置において、前記投影光学系と前記被露光体との間に配置された平行平板を有し、当該平行平板は、第1の面と、当該第1の面の裏面として前記被露光体に対向する第2の面とを有し、前記第1及び第2の面の両方が液体に浸漬されていることを有することを特徴とする。前記投影光学系は、前記平行平板に最も近い光学素子を有し、当該光学素子の前記平行平板とは反対側の面に接触する媒質は気体であってもよい。前記投影光学系は、前記平行平板に最も近い光学素子を有し、当該光学素子の前記平行平板側の面は平面であることが好ましい。前記光学素子への光線入射角度はプリュースター角を越えないことが好ましい。前記第1の面から前記光学素子までの距離は、前記第2の面から前記被露光体までの距離よりも長いことが好ましい。前記平行平板は、前記投影光学系の開口数に対応する角度で入射する光線に応じて設計された反射防止膜を有してもよい。前記平行平板は、石英基板を有してもよい。

20

30

【0009】

本発明の別の側面としての露光方法は、被露光体の表面及び投影光学系の最終面を液体に浸漬し、マスクに形成されたパターンを前記投影光学系により前記被露光体上に投影する露光方法であって、前記投影光学系と前記被露光体との間に配置された平行平板の第1の面を液体に浸漬するステップと、前記平行平板の第1の面の裏面として前記被露光体に対向する第2の面を液体に浸漬するステップと、前記平行平板を介して前記被露光体に前記パターンを投影するステップとを有することを特徴とする。前記投影光学系と前記被露光体との間に平行平板を挿入するステップを有することも可能である。前記投影光学系は、前記平行平板に最も近い光学素子を有し、前記露光方法は、前記平行平板と前記被露光体との間を満たす液体としての第1の媒質と、前記平行平板と前記光学素子との間を満たす液体としての第2の媒質とを分離すると共に独立して循環管理するステップを更に有してもよい。

40

【0010】

上述の露光装置を用いて前記被露光体を露光するステップと、露光された前記被露光体を現像するステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法も本発明の一側面を構成する。上述の露光装置の作用と同様の作用を奏するデバイス製造方法の請求項は、中間及び最終結果物であるデバイス自体にもその効力が及ぶ。また、かかるデバイスは、LS

50

IやVLSIなどの半導体チップ、CCD、LCD、磁気センサ、薄膜磁気ヘッドなどを
含む。

【0011】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付の図面を参照して説明される好ましい実施例等によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、高透過率を維持することによって結像性能の高いNA0.85以上の液浸型の露光装置及び方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の一実施形態の露光装置1を図1及び図2を参照して説明する。ここで、図1は投影露光装置(スキャナー)1の概略ブロック図である。同図において、10はエキシマレーザーなどの光源(他の連続発振レーザ、Hgランプなどでも構わない)20は照明光学系、30はレチクル(マスク)でありレチクルステージ32上に載置されている。50は投影光学系でありレチクル30上の回路パターンをウェハステージ72上に載置されたレジストが塗布されたウェハ70上に転写する。50の投影光学系は、内部に開口絞り52を持ち、レチクル30上の回路パターンからの回折光を所定の開口内の光束のみをレジストが塗布されたウェハ70上に縮小投影する。投影光学系50とウェハ70との間には、汚染が生じても交換可能な平行平板60を構成している。この平行平板は石英基板又は蛍石基板で構成されている。石英基板を使用した場合には、レーザーの照射による材質の劣化があるのでその基板の交換が容易な構成にすることが好ましく、蛍石の場合には潮解性があるのでそれを防止するためのコーティングを基板表面に施すことが好ましい。なお、レチクル直下に構成された2枚のシートガラス40、42は収差調整に使用される。2枚のトータル厚みで球面収差、2枚一緒に傾けて軸上アス、2枚をクサビ状に角度をつけて軸上コマ収差の補正を行う。

【0014】

本実施形態では、NA1.0(ドライ系換算)以上のウエット系の投影光学系50を実現するために、平行平板60のウェハ70及び投影光学系50の両側(即ち、以下に説明する図2における面62及び面64)を液浸としている。

【0015】

更に、図2を参照して、投影光学系50の液浸部分の詳しく説明する。ここで、図2は、投影光学系50の液浸部分の概略拡大断面図である。54は投影光学系1の最終レンズ54であり、最終レンズ54とウェハ70との間に平行平板60を配置する。ウェハ70と平行平板60の間は媒質M1で満たされ、平行平板60と最終レンズ54の間は媒質M2で満たされ、最終レンズ54と不図示の次のレンズの間は媒質M3で満たされる。

【0016】

NA1.0(ドライ系換算)以上のウエット系の投影光学系を実現するための必要条件は、平行平板60を挟む媒質1及び媒質2を液体とすることである。また、十分条件は、本発明者が特願2003-135578に記載しているように、反射防止膜特性の限界から、投影光学系を構成する光学素子に対する光の入射角、出射角をプリュースター角を越えない範囲とすることが望ましい。プリュースター角 θ_{bs} (θ_{bs} はプリュースターの意) は、一般に媒質M1から媒質M2に光が進む場合、媒質1の屈折率を n_1 、媒質2の屈折率を n_2 とすると、次式を満足する。

【0017】

【数1】

$$\theta_{bs} = \arctan \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

【0018】

10

20

30

40

50

ここで、平行平板60には反射防止膜が施されているものとする。媒質M2を空気($n_1 = 1.0$)、媒質M2側の反射防止膜最終層を SiO_2 ($n_2 = 1.56$)とすると、 θ_{bs} (ドライ系)は 57° となる。反射防止膜最終層のインデックスは、波長、物質で若干異なるが、 Krf 、 ArF 、 F_2 においては、ほぼ同程度のインデックスとなるためプリュースター角も $\text{NA} = 0.85$ の最大光線角度 58° に略等しい値となる。図2において θ_2 が θ_{bs} (ドライ系)より小さくあるためには、媒質M1を純水(屈折率 1.33)とすると次式を満足しなければならない。

【0019】

【数2】

$$\theta_1 < \arcsin \left(\frac{\sin 57^\circ}{1.33} \right) = 39^\circ$$

10

【0020】

この時の液浸での θ_1 をドライ系換算の $1.33 \cdot \sin \theta_1$ で考えると、略 $\text{NA} 0.85$ となる。即ち、 NA が 0.85 乃至 1.0 未満のウエット系投影光学系では、平行平板60を挟む媒質M1のみ液体、媒質M2を気体とした場合は、平行平板60と媒質M2(気体)の境界面での光線入射角度がプリュースター角を越えるために透過率減衰が生じ得る。この問題を解決するために、本実施形態は、媒質M2を液体(純水)とした。液浸の場合の反射防止膜の構成としては、レンズ硝材のインデックスは 1.5 乃至 1.6 であるので、純水とレンズ硝材のindex差が約 0.2 乃至 0.3 と小さいため、単層コートで十分であり反射防止膜のindexは純水とレンズ硝材の間であることが望ましい。このような物質の例としては、 MgF_2 が想定されるので媒質M2の屈折率を $n_2 = 1.4$ とすると液浸の場合のプリュースター角は、 θ_{bs} (ウエット系) = 46.5° となる。よって、次式が成立する。

20

【0021】

【数3】

$$\theta_1 = \theta_2 < \theta_{bs} \quad (\text{ウエット系}) = 46.5^\circ$$

【0022】

この時の液浸での θ_1 をドライ系換算の $1.33 \cdot \sin \theta_1$ で考えると、略 $\text{NA} 0.96$ となる。即ち、 NA が 0.96 までのウエット系投影光学系では、平行平板60の両側、即ち、面62及び面64を液浸とすれば、光線入射角度および射出角度がプリュースター角を越えることはない。面62と面64は表裏の関係にあり、面64はウエハ70に対向している。

30

【0023】

一方、媒質M2および媒質M1を液浸にただけでは、 $\text{NA} 0.96$ 以上の高 NA で、光線入射角度及び射出角度がプリュースター角を越えるおそれがあるが、本発明者は、液浸の反射防止膜を最適化すればかかる問題を解決することができることを発見した。

【0024】

図3に液浸の反射防止膜の反射率を横軸 NA (ドライ系相当)に対してプロットした。同図において、点線で示すプロットは、垂直入射の光線に対して反射率が最小となるように膜厚を設定したものであり、実線のプロットは、 $\text{NA} = 1.25$ の光線に対して反射率が Min となるように膜厚を設定したものである。同図に点線で示したウエット系のプロットは、プリュースター角(略 $\text{NA} 0.96$)を越えた場合の反射率の増加傾向が、図8で示したドライ系(プリュースター角は略 58°)よりも緩やかであることが理解される。更に、ウエット系では図3に実線で示したように、 $\text{NA} = 1.25$ の光線に対して反射率が最小となる反射防止膜でも NA が 1.0 までは反射率は 1% 未満の低い値に抑えられることが理解される。

40

【0025】

このように、ウエット系の場合は反射防止膜最終層と液浸媒質の屈折率差がドライ系に比べて半分以下と小さいため、ドライ系の限界を $\text{NA} 0.85$ とすればウエット系におい

50

てはNA1.28まで十分使用することが可能と考えられる。従って、NAが1.28（高NA化の装置限界）までのウェット系投影光学系においても、平行平板60の両側を液浸とすること、及び、平行平板の反射防止膜を最適化することを満足すれば、光線の入射角度及び出射角度が大きくなっても透過率の減衰は問題とならない。

【0026】

再び図2を参照するに、投影光学系50の最終レンズ54は、ウェハ70及び最終レンズ54の表裏のr面への法線を一点鎖線で示している。図中の矢印は、投影光学系50が透過する最大開口（NA）の光線を示している。この最大開口の光線は、ウェハ70、最終レンズ54のr1面で、それぞれa、cの入射角度を持ち、最終レンズ54のr2面でbの射出角度を持つ。レンズ54は、 $a > 39$ 度（ドライ系換算NA=0.85）、 $c < b$ 、r2面の反射防止膜最終層（液体側）より定まるブリュースター角、 $c < r1$ 面の反射防止膜最終層（液体側または気体側）より定まるブリュースター角を満足するメニスカスレンズを少なくとも1枚含む。

10

【0027】

液浸の反射防止膜の特性がドライ系よりも反射率が低いとはいえ、図3に示したように、点線の垂直入射の光線に対して反射率が最小となるように設計された膜の方が実線のものより遙かに良い特性である。そのため、入射角度及び出射角度がブリュースター角を越える面は必要最低限の平行平板60のみとした方が望ましい。

【0028】

また、最終レンズとその上の空間を純水（液浸）とするか、空気（乾燥）とするかについては、N番目のレンズの光線入射角度をN（N番目が最終レンズの時は、図5のc）とすると、 b_s （ドライ系） $< N$ の場合は媒質を液体（ウェット系）として、 $N < b_s$ （ドライ系）の場合は媒質を気体（ドライ系）として決定すればよい。

20

【0029】

以下、図4を参照して、本発明の別の実施形態について説明する。空気の屈折率の温度係数は、 $-9 \times 10^{-7} /$ であるのに対して、純水の屈折率の温度係数は、 $-8 \times 10^{-5} /$ であり、純水の方が100倍近く温度敏感度が高いことが知られている。そのため、液浸にする部分は最低限の箇所にするのが望ましい。本実施形態は、液浸部分を平行平板60の両側のみに限定している。従って、媒質M4は気体である。また、本実施形態はr1面を平面とし、投影光学系50の平凸レンズの最終レンズ54Aを有する。図2のようなメニスカス形状の最終レンズ54とすると、媒質2の液体が露光光により温度上昇を起こし、周囲より高温となった液体はr1面の頂点部に溜まり結像性能への影響が生じ得る。このような周囲より高音となった液体の溜まりを生じさせないように最終レンズ54Aを平凸レンズとしている。最終レンズ54Aは、図4において、 $a > 39$ 度（ドライ系換算NA=0.85）、 $c < b$ 、 $c < r1$ 面の反射防止膜最終層（気体側）より定まるブリュースター角の関係をもつ平凸レンズを最終レンズに含む。このように、本実施形態は、入射角度及び出射角度がブリュースター角を越える面を平行平板60の両平面及び平凸レンズ540の平面側のみに限定し、液浸とする部分を平行平板60の両側のみに限定している。

30

【0030】

図2において、ウェハ70と接する媒質M1は媒質M2又はM3とは混じり合わないように構成されている。各媒質はそれぞれ閉じた循環系として循環管理されており、液体の腐食や、溶け込んだ不純物が溜まることが防止される。更に、各媒質の露光光等による温度上昇を抑えるために、夫々の循環系において温度管理がなされることが望ましい。

40

【0031】

更に、高速に駆動するウェハ70と接する媒質M1の液浸部は、露光光の吸収による温度上昇に加えて、駆動に伴う熱発生による温度上昇が生じるものと思われる。液体の屈折率変化が結像性能に与える影響は、液体の温度上昇及び液中の光路長に比例するものと考えられる。そのため、媒質M1の距離をd1と媒質M2の距離をd2の関係をもつ $d1 < d2$ として極力液体の温度上昇が生じにくい構成とすることが望ましい。これは、ウェハ側の

50

ほうがステージの駆動機構等からの熱の影響が大きい等の理由からである。例えば、投影光学系1のバックフォーカスは20mm程度のものが多い。更に、平行平板は自重変形による面たわみの影響をなくするために最低でも5mmの厚みは必要である。するとd1及びd2の最適な距離としては $d2 = 10\text{mm}$ 以上、 $d1 = 5\text{mm}$ 以下とするのが望ましい。

【0032】

次に、図5及び図6を参照して、上述の露光装置を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図5は、デバイス(ICやLSIなどの半導体チップ、LCD、CCD等)の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ1(回路設計)では、デバイスの回路設計を行う。ステップ2(マスク製作)では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3(ウェハ製造)では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ4(ウェハプロセス)は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いて本発明のリソグラフィー技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ5(組み立て)は、後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)では、ステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、それが出荷(ステップ7)される。

10

【0033】

図6は、ステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11(酸化)では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ14(イオン打ち込み)では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では、上述の露光装置によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17(現像)では、露光したウェハを現像する。ステップ18(エッチング)では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本発明のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品質のデバイスを製造することができる。このように、本発明のリソグラフィー技術を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。また、本発明は、かかるデバイス製造方法の中間及び最終結果物であるデバイス自体もカバーする趣旨である。また、かかるデバイスは、例えば、LSIやVLSIなどの半導体チップ、CCD、LCD、磁気センサ、薄膜磁気ヘッドなどを含む。

20

30

【0034】

以上、本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、その要旨の範囲内において様々な変形及び変更が可能である。例えば、本実施形態では、平行平板60は投影光学系50とは別部材であるとしたが、投影光学系の一部であってもよい。

40

【0035】

本実施形態の $NA0.85$ 以上の液浸型露光装置は、瞳の中心から周辺まで高透過率の投影光学系を提供することができ、投影光学系の瞳周辺に回折光が飛ぶ変形照明の照度効率が向上し、限界解像パターンのコントラスト、対称性が向上する。また、 $NA0.85$ 以上のウェット系投影露光装置を用いてフォトリソグラフィーの限界解像パターンを有する半導体素子を高歩留まりで生産することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の一実施形態としての露光装置の概略ブロック図である。

【図2】図1に示す投影光学系の液浸部分の概略拡大断面図である。

50

【図3】最大入射角度における液浸用反射防止膜の反射率

【図4】本発明の液浸高NA投影光学系の部分説明図

【図5】本発明の露光装置を有するデバイス製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図6】図5に示すステップ4の詳細なフローチャートである。

【図7】反射防止膜の入射角度に対する反射率変化とプリユースター角

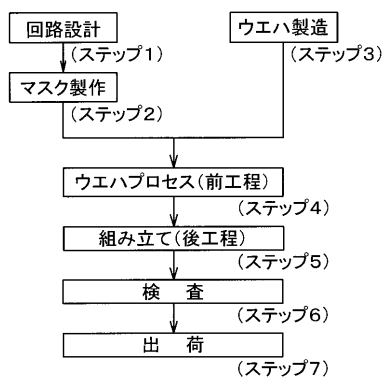
【図8】反射防止膜の入射角度に対する反射率変化

【符号の説明】

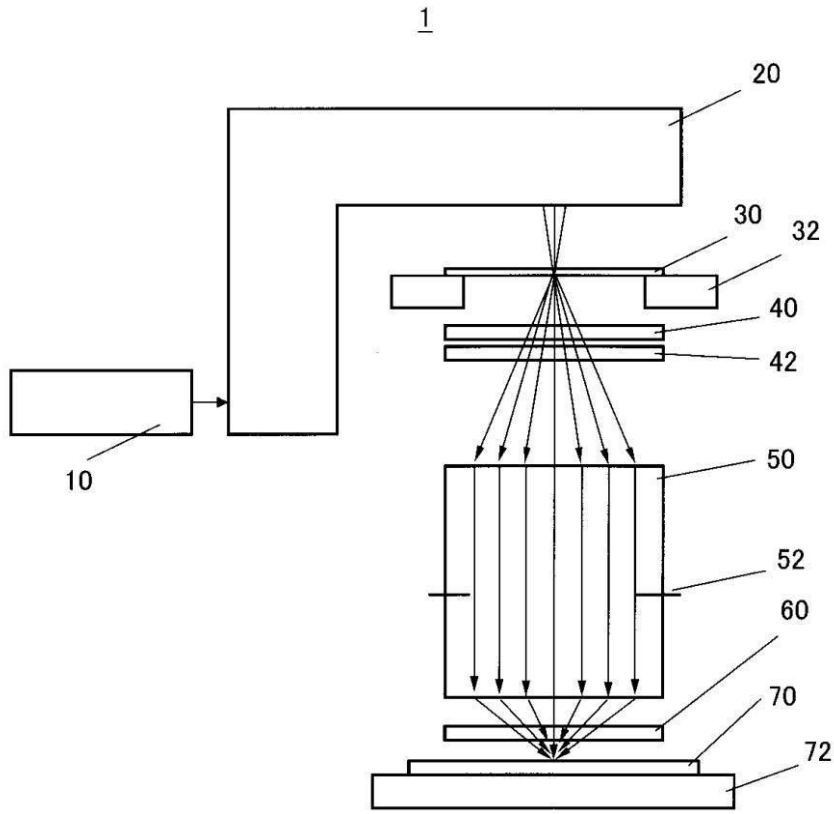
【0037】

- 1 露光装置
- 5 0 投影光学系
- 6 0 平行平面板
- 7 0 ウェハ

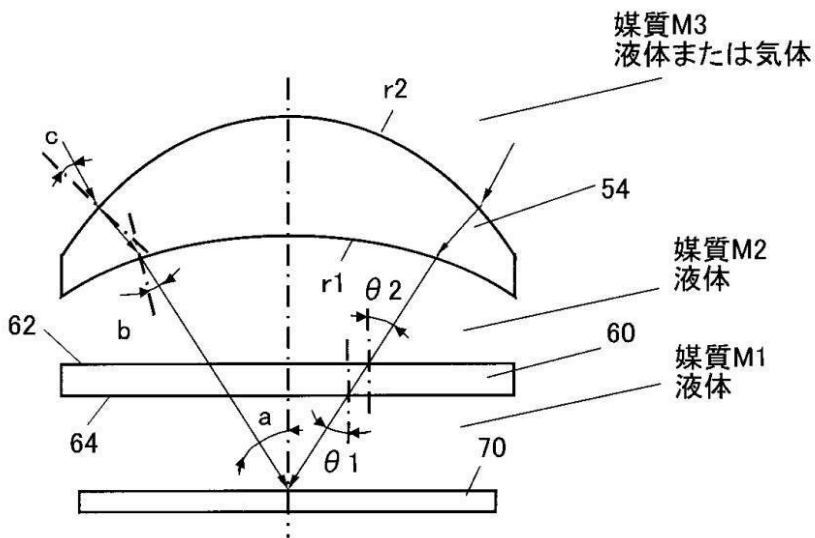
【図6】



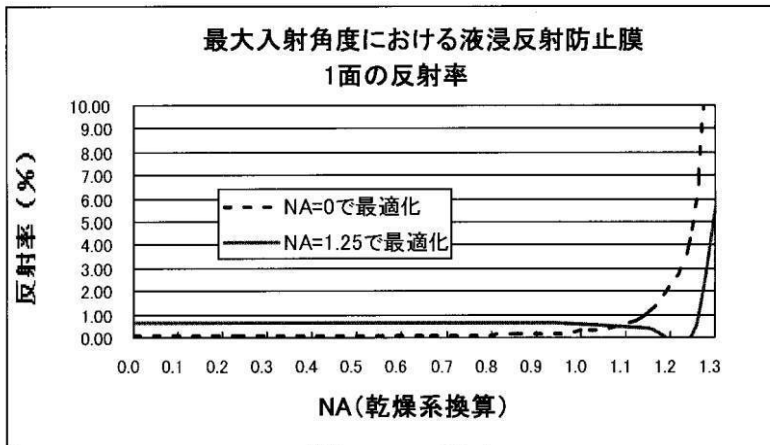
【 図 1 】



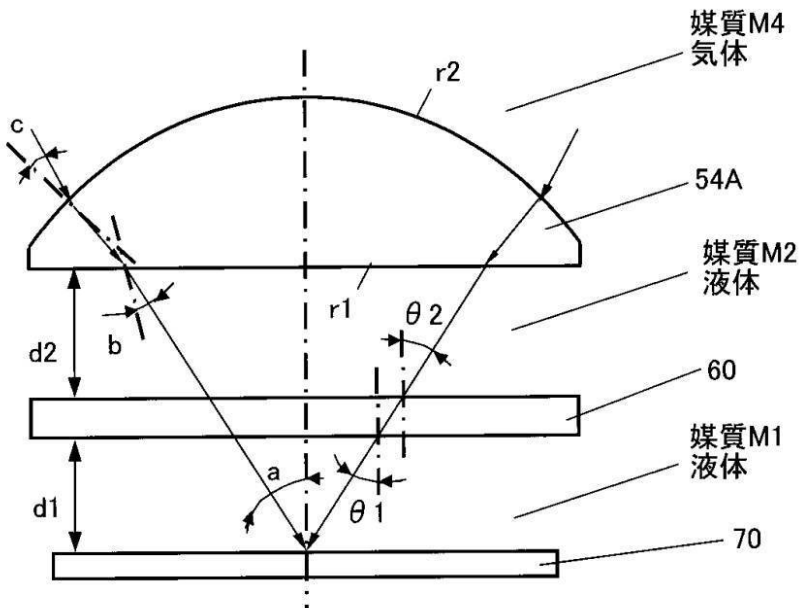
【 図 2 】



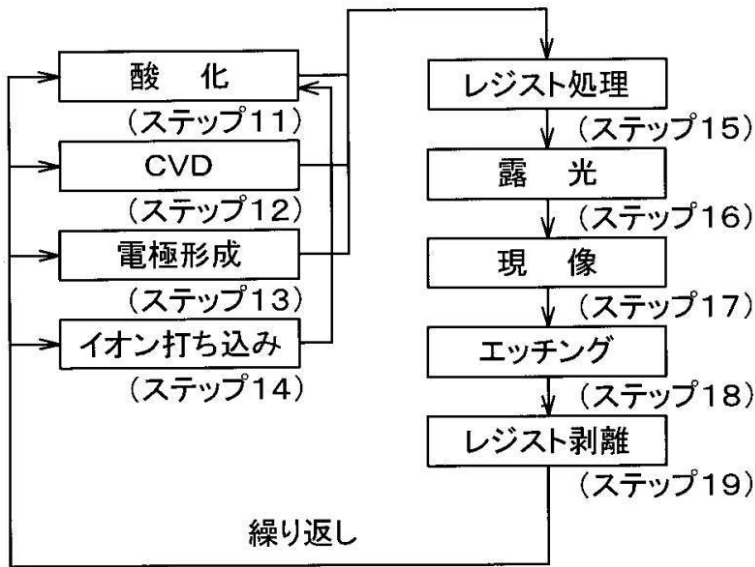
【 図 3 】



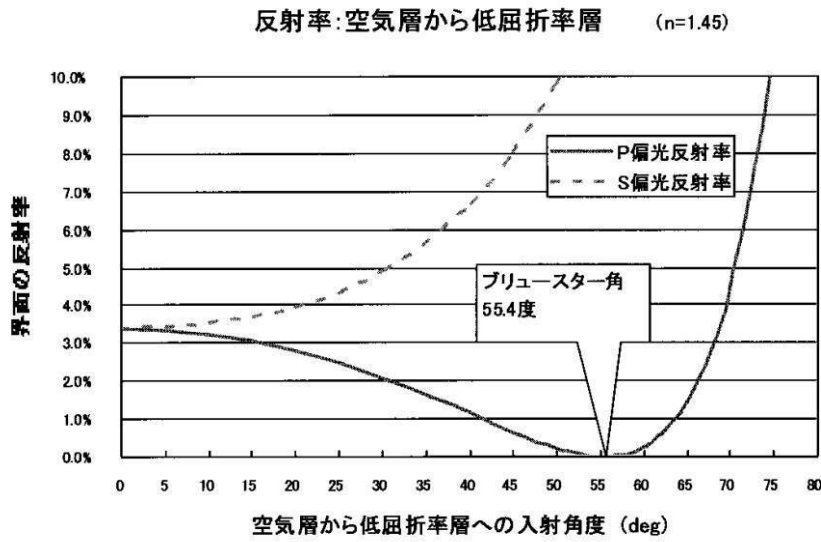
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 8 】

