

(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2006-120878

(P2006-120878A)

(43) 公開日 平成18年5月11日(2006.5.11)

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

F I

H01L 21/30 515D

テーマコード (参考)

5F046

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2004-307528 (P2004-307528)

(22) 出願日 平成16年10月22日 (2004.10.22)

(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 100090538

弁理士 西山 恵三

(74) 代理人 100096965

弁理士 内尾 裕一

(72) 発明者 千葉 啓子

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

(72) 発明者 森 直

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

最終頁に続く

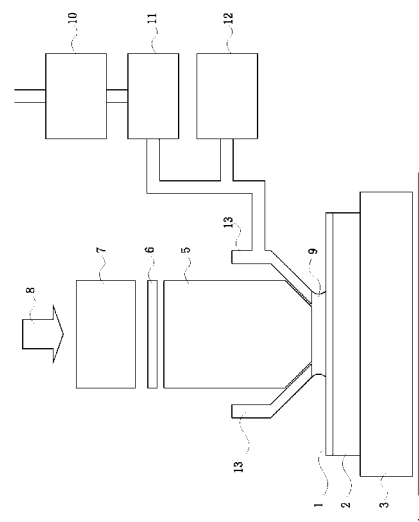
(54) 【発明の名称】 液浸露光装置及びそれを用いたデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 より長期に安定した性能を維持することが可能な液浸露光装置を提供すること。

【解決手段】 レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系と、前記投影光学系と前記基板の間の少なくとも一部に液体を供給する供給部とを備える液浸露光装置において、前記液体に還元剤を導入する装置を有することを特徴とする構成とした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系と、前記投影光学系と前記基板の間の少なくとも一部に液体を供給する供給部とを備える液浸露光装置において、
前記液体に還元剤を導入する装置を有することを特徴とする液浸露光装置。

【請求項 2】

前記液体の酸化・還元力を測定する測定器と、該測定器の測定結果に基づいて前記液体に導入する還元剤の量を決定する制御部とを有することを特徴とする請求項 1 記載の液浸露光装置。

【請求項 3】

前記基板の露光に応じて前記液体に前記還元剤を導入するための制御部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 4】

前記還元剤は、水素化合物、普通の原子価よりも低い原子価をもつ元素の酸化物、炭化水素化合物若しくは有機物又はこれらの混合物であることを特徴とする請求項 1 記載の液浸露光装置。

【請求項 5】

前記液体は、少なくとも前記投影光学系と基板との間に供給されるまで、水素水であることを特徴とする請求項 1 記載の液浸露光装置。

【請求項 6】

前記液体の酸化還元電位は、少なくとも前記投影光学系と基板との間に供給されるまで、水の標準酸化還元電位より低いことを特徴とする請求項 1 記載の液浸露光装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載の液浸露光装置を用いて基板を露光するステップと、
該露光された基板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。

【請求項 8】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系と、前記投影光学系と前記基板の間の少なくとも一部に液体を供給する供給部とを有する液浸露光装置と、
前記液体に前記還元剤を導入する装置とを備えることを特徴とする露光システム。

【請求項 9】

レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系と該基板の間の少なくとも一部に満たされた液体を介して該基板を露光する露光方法において、
前記液体に還元剤を導入するステップを有することを特徴とする露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に露光装置に関し、特に、半導体デバイスを製造する際のリソグラフィ工程において基板にデバイスパターンを露光転写するための液浸露光装置、及びそれを用いたデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体デバイスの微細化への要求はますます高くなっており、投影露光装置に対する解像力向上の要求は高くなっている。投影露光装置の解像力を向上させるために、投影レンズの高NA化と、露光光の波長の短波長化が近年ますます加速している。その短波長化はKrFエキシマレーザを光源とした248nmから、ArFエキシマレーザを光源とした193nmへと進んでいる。

【0003】

一方、光学式顕微鏡の解像力を向上させる技術のひとつに、対物レンズと観察試料間の間に高屈折率の液体を充填する液浸法がある。

【0004】

この効果を半導体デバイスの微細化のために応用する提案もされており（例えば、特許文献 1 参照。）、投影光学系の最もウエハ側のレンズ（最終レンズ）とウエハとの間を空気よりも屈折率 n の高い液体で満たすことにより、空気中での波長の $1/n$ の波長の光を露光光として使用するのと同じ効果を得ることができる液浸露光装置が提案されている（特許文献 2 参照。）。

【特許文献 1】米国特許第 5 1 2 1 2 5 6 号明細書

【特許文献 2】特開平 0 6 - 1 2 4 8 7 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

10

従来から、露光光の波長が短くなり露光光のエネルギーが大きくなると、露光光が、露光装置の硝材（レンズやミラー等）、及びその硝材に成膜された反射防止膜、硝材の周りの部材等にダメージを与えることは知られていた。

【0 0 0 6】

しかし、本発明者の検討の結果、液浸露光装置の場合には、従来の液浸法を用いないドライ系の露光装置に比べて、より大きなダメージが、特に最終レンズ、最終レンズ回りの部材、ウエハ、ウエハ回りの部材（ウエハを保持するための部材等）に発生することが判明した。そして、そのダメージは露光波長が短くなるにつれ顕著となる。

【0 0 0 7】

このようなダメージの発生により、露光装置の解像性能が若干低下したり、硝材の交換を頻繁に行わなければならないためスループットが悪化したりするという問題が発生しかねない。

20

【0 0 0 8】

そこで、本発明の例示的な目的は、より長期に安定した性能を維持することが可能な液浸露光装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 9】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての液浸露光装置は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系と、前記投影光学系と前記基板の間の少なくとも一部に液体を供給する供給部とを備える液浸露光装置において、前記液体に還元剤を導入する装置を有することを特徴とする。

30

【0 0 1 0】

また、本発明の一側面としてのデバイス製造方法は、上記液浸露光装置を用いて基板を露光するステップと、該露光された基板を現像するステップと、を有することを特徴とする。

【0 0 1 1】

更に、本発明の一側面としての露光システムは、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系と、前記投影光学系と前記基板の間の少なくとも一部に液体を供給する供給部とを有する液浸露光装置と、前記液体に前記還元剤を導入する装置とを備えることを特徴とする。

40

【0 0 1 2】

更に、本発明の一側面としての露光方法は、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系と該基板の間の少なくとも一部に満たされた液体を介して該基板を露光する露光方法において、前記液体に還元剤を導入するステップを有することを特徴とする。

【0 0 1 3】

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】

【0 0 1 4】

従来よりも、長期に安定した性能を維持することが可能な液浸露光装置を提供すること

50

ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

液浸露光装置においては、投影光学系の最も基板側の光学素子（最終レンズ）と基板との間に満たす液体（液浸用液体）として、空気よりも屈折率の高い液体を用いる。しかし、その液浸用液体として水・水溶液を採用する場合には H_2O のOとしてO（酸素元素）を含有し、有機系の液体を採用する場合でも、その構造の中にOが含有されているものが多い。また、液浸用液体自体はOを有さなくても、液浸用液体へ大気中の酸素が混入して酸素を含有している場合もある。

【0016】

従って、液浸用液体として酸素を含有する液体（Oを含有する液体を含む）を使用した場合、ウエハ露光時には、最終レンズとウエハとの間には、酸素を含有する液体と露光光が同時に存在することとなる。

【0017】

そして、本発明者の更なる鋭意検討の結果、前述した液浸露光装置において発生する最終レンズ、最終レンズ回りの部材、ウエハ又はウエハ回りの部材のダメージは、その「最終レンズとウエハとの間に酸素を含有する液体と露光光が同時に存在すること」に起因することが判明した。

【0018】

酸素を含有する液体と光とが同時に存在する場合、光により液体及び液体中の酸素が励起され、非常に酸化力の強い励起種が発生する。その励起種の酸化力により、各部材が変性し、その性能を維持できなくなったり、パーティクル発生の原因となったりするのである。

【0019】

例えば、水に光があたることにより発生した酸化力の強いイオンのひとつにヒドロキシルイオン $H_3O_2^-$ があるが、有機物、金属、などと反応し、ダメージを与える。そのため、レンズ及び、レンズ回りの部材または、ウエハ及びウエハ回りの部材が大きなダメージをうける。

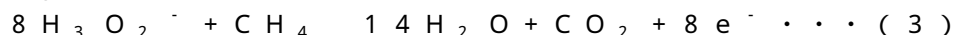
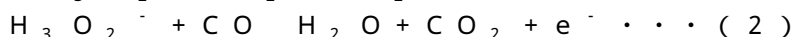
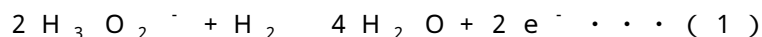
【0020】

なお、更に、酸化力の強い励起種が存在する液体が露光領域の下流（露光領域に隣接する場所）に流れることにより、ウエハを露光するための光が直接あたらない部材にもダメージを与えることも判明した。

【0021】

そこで、本実施形態では、液浸用液体中に還元剤、例えば水素、一酸化炭素若しくはメタン又はこれらの物質の混合物を導入することにより、以下の反応式（1）～（3）であらわされるようにヒドロキシルイオン $H_3O_2^-$ を還元し、酸化力を低下させることとした。

【0022】



還元剤とは、電子を与えやすい物質であり、水素、硫化水素、よう化水素などの水素化合物、一酸化炭素、亜硫酸、亜硝酸のように普通の原子価よりも低い原子価をもつ元素の酸化物、メタン、エタンなどの炭化水素化合物、シュウ酸、グルコースなどの有機物又は前記各物質の混合物などであるが、露光に悪影響を与えないものであれば、それらのものに限られることはない。

【0023】

以上のように、液浸用液体中の酸化力の強いイオン及び他の励起種を還元することにより、最終レンズ及び、最終レンズ回りの部材または、ウエハ及びウエハ回りの部材に液浸用液体によりダメージを与えることなく、長期に安定してそれらの部材の性能を維持する

10

20

30

40

50

ことができる。そのため、長期に安定し、高解像力を維持することができる液浸露光装置を提供することができる。

【 0 0 2 4 】

以下に、本発明の実施例を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例 1】

【 0 0 2 5 】

図 1、図 2 は実施例 1 の液浸露光装置を説明する図である。

【 0 0 2 6 】

図 1 において、1 はウエハやガラスプレート等である基板、2 は基板 1 を保持する基板
チャックである。3 は基板ステージで、基板 1 を X、Y、Z の各方向に平行な軸と各軸ま
わりの 6 軸の駆動軸を有する。4 はステージ定盤で、基板ステージ 3 はステージ定盤 4 に
エア浮上あるいは磁気浮上され駆動される。5 は投影光学系で 6 のレチクル（マスク）に
描かれた転写パターンを基板 1 に投影する。なお、投影光学系 5 の上部にはレチクル 6 が
あり、レチクル 6 は不図示のレチクルステージ上に搭載され、基板ステージ 3 と同期して
露光光に対してスキャン駆動される。また、さらにその上部には照明光学系 7 が配置され、
不図示の光源からの露光光でレチクル 6 を照明する。9 は液浸用液体で、液浸露光装置
では基板 1 と、投影光学系 5 の最も基板 1 に近い光学素子（最終レンズ）との間の少なく
とも一部に充填されている。なお、露光光が KrF または ArF エキシマレーザの場合、
液体 9 として空気よりも屈折率の大きい液体、主に水などが用いられる。そして、13 は
液体 9 の供給部及び回収部としての液体ノズルで、基板 1 と投影光学系 5 の最終レンズの
間の少なくとも一部への液体 9 の供給、および液体 9 の回収を行うものである。10 は純
水製造装置であり、11 は脱気装置である。12 は還元剤導入装置であり、純水製造装置
10 で製造された水が脱気装置 11 で脱気され、還元剤導入装置 12 で還元剤が導入され、
液体ノズル 13 の供給系に接続されている。なお、純水製造装置 10、脱気装置 11、
及び還元剤導入装置 12 の設置場所は、夫々、露光装置内でも、露光装置外でも構わない
。

10

20

【 0 0 2 7 】

本実施例では、還元剤導入装置 12 内で、還元剤としての水素を水素ガスボンベが接続
された不図示のガス導入用の膜モジュールを介して液浸用液体としての水の中に導入した
。なお、水素は、本実施例のように水素ガスボンベで供給してもよいし、水を電気分解し
て得られたものを供給しても構わない。更には、電気分解した際にできた水素含有量の高
い方の水をそのまま液浸用液体として用いてもよい。還元剤導入装置 12 では、還元剤が
、気体、液体若しくは固体かに応じて、膜モジュールの使用、滴下、攪拌など様々な手法
がとられるが、液浸用液体に還元剤が導入されるのであれば、そのいずれの方法を採用し
ても構わない。

30

【 0 0 2 8 】

図 1 の液浸露光装置の液体 9 の周りを拡大したものが図 2 である。

【 0 0 2 9 】

16 は投影光学系 5 の最終レンズである。17 は最終レンズのレンズ保持部材である。
レンズ保持部材 17 は高精度に加工されている。さらに、レンズ保持部材 17 と最終レン
ズ 16 との間には、接着剤または、Oリングのようなシール材 18 が用いられる場合があ
る。

40

【 0 0 3 0 】

基板 1 の外周には、基板 1 とその表面が同面の液浸用液体 9 を保持するための液浸液保
持板 19 が設けられる。そして、その中に投影光学系 5 の焦点位置を検出するために、マ
ーク 20 及びそのマーク 20 を介した光の光量を検出するためのセンサー 22 が設けられ
る。その際も、接着剤または、Oリングのようなシール材 18 が用いられる場合がある。

【 0 0 3 1 】

シール材 18 は、接着剤や Oリングのように有機物を用いた方が作業性の点で有利であ
る。しかし、前述したように液体 9 と光 8 の相互作用により発生した酸化力の強い励起種

50

が存在した場合、シール材 18 が酸化分解される等して変性し、ヤング率などの物性値がかわったり、パーティクルの原因となったりしていた。本実施例では、液浸用液体に還元剤として水素を混ぜることにより、最終レンズ 16 と基板 1 の間に導入される時点では、ORP 計（酸化還元電位計）で測定したところ酸化還元電位を -100 mV に下げることができた（通常の水の酸化還元電位は $+250\text{ mV}$ ）。酸化力を低減させたため、接着剤やリングなどの有機物も長期に安定して用いることができた。そのため、作業性よく製造された長期に安定した液浸露光装置を提供することができた。

【実施例 2】

【0032】

実施例 2 の液浸露光装置も、図 1、図 2 を用いて説明する。

10

【0033】

図 1 の液浸露光装置の構成としては、実施例 1 とほぼ同じであるため、以下には実施例 1 と異なる部分について主に説明する。なお、実施例 1 と同様の部材については同じ番号を付している。本実施例では、液浸用液体として水、還元剤としてメタンを用いた。メタンなどの炭化水素化合物は、還元剤として作用した際、 CO_2 を発生させる。そして、その CO_2 は水に溶けるので、液浸用液体に導電性をもたせることができ、本出願人が特願 2003-422932 に記載しているように基板 1 上に発生する静電気を抑制することが可能となり、静電気によるデバイスの不良の発生を抑えることが可能となる。なお、還元剤として一酸化炭素を用いても同様に CO_2 を発生させることもできる。

【0034】

20

図 2 において、レンズ保持部材 17 は、セラミックスなどを用いることもできるが、金属で構成できれば、加工精度の点で有利であり、SUS などが用いられる場合がある。また、マーク 20 も、石英などのガラス材上に金属パターンで形成されている場合が多い。Cr などは、レチクルと同等の加工で作製できるため、よく用いられる。

【0035】

しかし、水と光の相互作用により発生した酸化力の強い励起種が存在した場合、保持部材 17 の材料である金属が酸化されたりなどして、変性し、汚染物質（不純物）として水中に溶け出したり、パーティクルの原因となったりしていた。また、位置合わせマーク 20 の金属は酸化物に変化し、マークとして必要な光学特性を維持することができなくなったりしていた。本実施例では、液浸水に還元剤としてメタンなどの炭化水素化合物または、一酸化炭素を混ぜることにより、酸化力を低減させ、金属の部材でも長期に安定して用いるものである。そのため、加工精度よく製造された長期に安定した液浸露光装置を提供することができる。

30

【0036】

更に、 CO_2 を同時発生させることにより、純水に導電性をもたせることができ、静電気によるデバイス不良の発生を抑制することもできる。

【実施例 3】

【0037】

実施例 3 の液浸露光装置を、図 3 を用いて説明する。

【0038】

40

液浸露光装置の構成は実施例 1 とほぼ同じであり、実施例 1 と同様の部材については同じ番号を付している。

【0039】

本実施例では、還元剤導入装置 12 が、液浸露光装置の制御部 15 と連動しており、基板 1 の露光に応じて液体 9 に還元剤を導入する。ここでは、露光光 8 が実際に照射される液浸用液体 9 にのみ、還元剤が導入されるよう制御されている。つまり、基板 1 上の各露光領域（ショット）を露光光 8 でスキャンする際に基板 1 と投影光学系 5 の間に注入される液浸用液体には還元剤を導入し、各露光領域間をステップ移動する際に基板 1 と投影光学系 5 の間に注入される液浸用液体には還元剤を導入しない。これにより、還元剤の使用量を減らすことができ、コストを削減することができる。

50

【実施例 4】

【0040】

実施例 4 の液浸露光装置を、図 4 を用いて説明する。

【0041】

液浸露光装置の構成は実施例 1 とほぼ同じであり、実施例 1 と同様の部材については同じ番号を付している。

【0042】

本実施例では、液体ノズル 13 で回収された液浸用液体の酸化・還元力を測定器 14 で測定する。測定手段としては、酸化還元電位を測定してもよいし、その他、酸化・還元力を測定できる装置ならば、何を用いても構わない。測定器 14 の測定結果が制御部 15 に送られる。12 の還元剤導入装置が、液浸露光装置の制御部 15 と連動しており、測定値にあわせて、還元剤の量が調整され、液浸用液体に導入されるよう制御されている。これにより、還元剤の使用量を適正なものとし、コストを削減することができる。

10

【実施例 5】

【0043】

次に、上述の液浸露光装置を利用した半導体デバイス（半導体素子）の製造方法の実施例を説明する。

【0044】

図 5 は半導体デバイス（IC や LSI 等の半導体チップ、或いは液晶パネルや CCD 等）の製造のフローチャートである。本実施例において、ステップ 1（回路設計）では、半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ 2（レチクル製作）では設計した回路パターンを形成したレチクル（マスク）を製作する。一方、ステップ 3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハ製造する。ステップ 4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、前記用意した半導体露光装置によってウエハ上に実際の回路を形成する。

20

【0045】

次のステップ 5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって製作されたウエ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。

【0046】

ステップ 6（検査）ではステップ 5 で製作された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ 7）される。

30

【0047】

図 6 は上記ステップ 4 のウエハプロセスの詳細なフローチャートである。まず、ステップ 11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ 12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0048】

ステップ 13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ 14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ 15（レジスト処理）ではウエハにレジストを塗布する。

40

【0049】

ステップ 16（露光）では前述した液浸露光装置を用いてレチクルの回路パターンをウエハに焼付け露光する。ウエハをローディングしてウエハをレチクルと対向させ、還元剤の導入された液浸用液体を供給回収しながら、露光を行う。露光終了後、ウエハは次のショットへステップ移動し、動作を繰り返す。

【0050】

ステップ 17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ 18（エッチング）では、現像したレジスト以外の部分を削り取る。これらのステップを繰り返し行うことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

50

【 0 0 5 1 】

尚、本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスの量産に対応することが出来る。

【 0 0 5 2 】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 3 】

【 図 1 】 実施例 1 の液浸露光装置の概略図である。

【 図 2 】 図 1 の液浸露光装置の一部分の拡大図である。

10

【 図 3 】 実施例 3 の液浸露光装置の概略図である。

【 図 4 】 実施例 4 の液浸露光装置の概略図である。

【 図 5 】 実施例 5 のデバイス製造方法のフローを表す図である。

【 図 6 】 実施例 5 のデバイス製造フロー中のウエハプロセスの詳細なフローを表す図である。

【 符号の説明 】

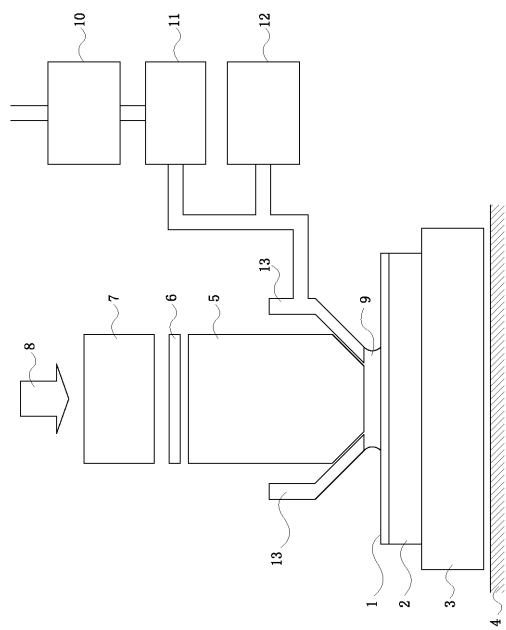
【 0 0 5 4 】

- 1 基板
- 2 基板チャック
- 3 基板ステージ
- 4 ステージ定盤
- 5 投影光学系
- 6 レチクル
- 7 照明光学系
- 8 露光光
- 9 液体
- 10 純水製造装置
- 11 脱気装置
- 12 還元剤導入装置
- 13 液体ノズル（供給部、回収部）
- 14 測定器
- 15 制御部
- 16 最終レンズ
- 17 レンズ保持部材
- 18 シール材
- 19 液浸液保持板
- 20 マーク
- 22 センサー（CCD等）

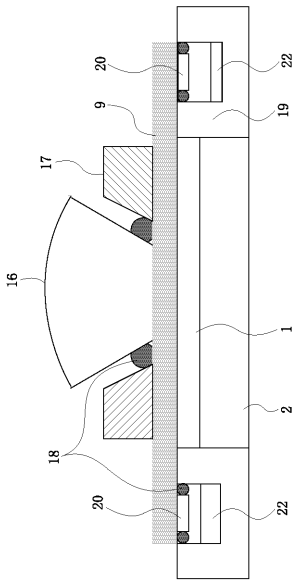
20

30

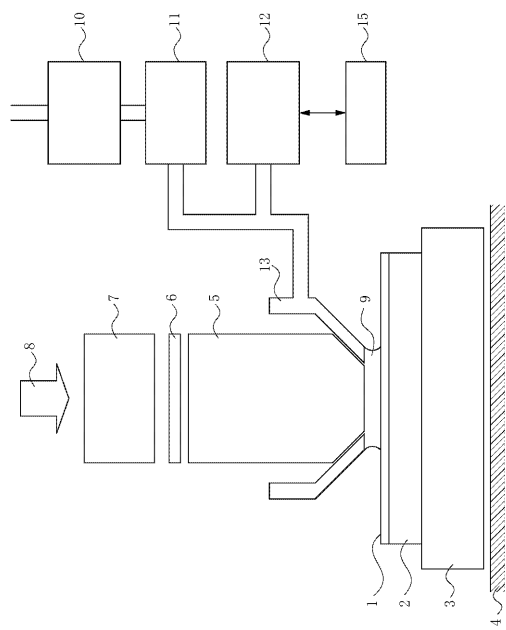
【図 1】



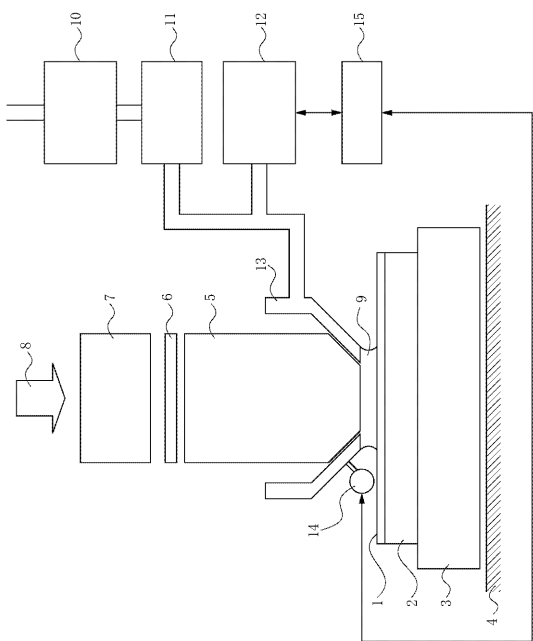
【図 2】



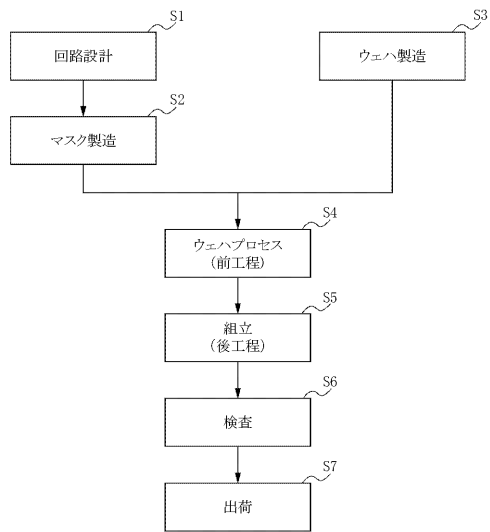
【図 3】



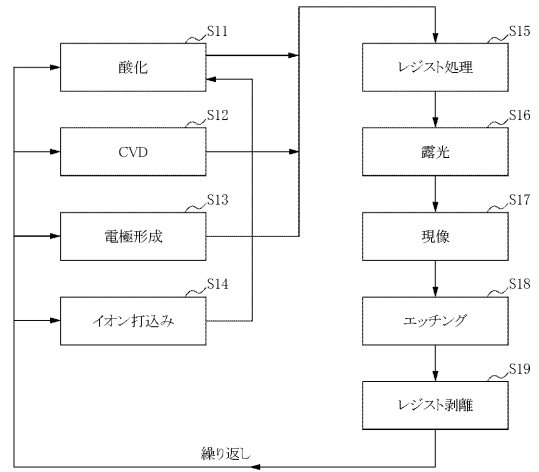
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 坂野 溪帥

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

Fターム(参考) 5F046 BA04 DA07 DA27