

(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2005-123305

(P2005-123305A)

(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/027

G03F 7/20

F I

H01L 21/30 515D

G03F 7/20 521

H01L 21/30 516E

テーマコード(参考)

5F046

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-354931(P2003-354931)

(22) 出願日 平成15年10月15日(2003.10.15)

(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 100066061

弁理士 丹羽 宏之

(74) 代理人 100094754

弁理士 野口 忠夫

(72) 発明者 宮崎 恭一

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 BA03 CB01 CB12 CB25 CC01

CC08 DA26 DB02 DC10

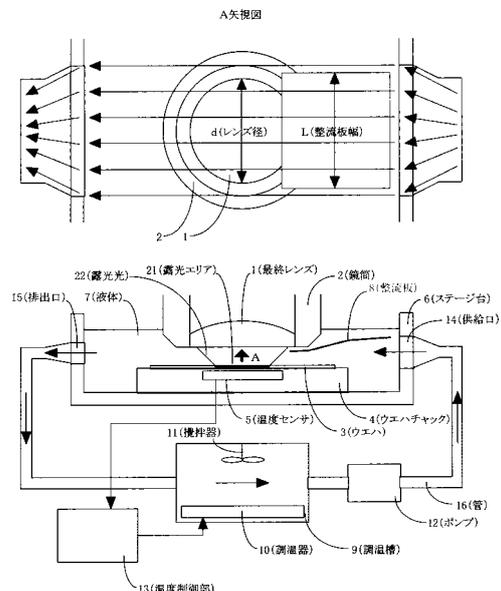
(54) 【発明の名称】 液浸型露光装置

(57) 【要約】

【課題】 液浸型露光装置において、投影光学系最下部とウエハ間に整流板を用いて液体を流すことで温度分布を一定にし、屈折率分布を無くすことで露光性能の安定を得る。

【解決手段】 投影光学系と、ウエハ、ウエハステージ、ウエハステージ台、整流板からなるウエハステージ部と、ポンプ、液体の調温槽、温度の制御部等からなる液の循環部において、ウエハステージ部に溜められた液体に流れを作り、整流板によって流れを整え、最終レンズ下の流速分布を一定に近づける事を特徴とする液浸露光装置。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

投影光学系と、ウエハ、ウエハステージ、ウエハステージ台、整流板からなるウエハステージ部と、ポンプ、液体の調温槽、温度の制御部等からなる液の循環部において、ウエハステージ部に溜められた液体に流れを作り、整流板によって流れを整え、最終レンズ下の流速分布を一定に近づける事を特徴とする液浸露光装置。

## 【請求項 2】

前記整流板は、1枚ないしは2枚の薄型の板から成り、最終レンズ径よりも幅が広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 3】

前記整流板は、ウエハおよびステージ台の移動に係らず、固定されてい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 4】

前記整流板は、液体の流れを絞り込むように配置されてい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】

前記最終レンズ下の液の流速分布は、ウエハステージの移動速度よりも十分大きい事を特徴とする請求項 1 記載の液浸露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は液浸型露光装置、特に半導体ウエハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ用のガラス基板等の被処理体に投影露光する液浸型露光装置に関わる。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年の電子機器の小型化及び薄型化の要請から、電子機器に搭載される半導体素子の微細化への要求はますます高くなっている。例えばマスクパターンに対するデザインルールは、ラインアンドスペース(L & S) 0.1  $\mu\text{m}$ 以下の線幅を広範囲に形成する事が要求され、今後は更に80 nm以下の回路パターン形成に移行する事が予想されている。なお、L & Sは露光においてラインとスペースが等しい状態でウエハ上に投影された像であり、露光の解像度を示す尺度である。

## 【0003】

半導体製造用の代表的な露光装置である投影光学系は、レチクルまたはマスク上に描画された回路パターンからの回折光をウエハ上に縮小して結像させるものであり、解像度を向上させる為には光源の波長を短くする事、投影光学系の開口数(NA)を上げる事が有効であり、それと同時に、投影光学系の収差を極めて小さく抑えることが必要である。

## 【0004】

そこで、上記開口数(NA)を上げる手段として、最終レンズとウエハ間を液体で満たし、露光を行う液浸型の露光装置が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

## 【0005】

ここで、従来型の液浸型でない露光装置についての説明を行う。

## 【0006】

半導体露光装置は、数多くの異なる種類のパターンを有する原版(レチクル)をシリコンウエハ(基板)に転写する装置である。高集積度の回路を作成するためには、解像性能の向上が不可欠である。

## 【0007】

図5を使用し、従来型の投影露光装置の要部を説明する。

## 【0008】

図5において、不図示の露光光源から射出された照明光ILは整形光学系、コンデンサレンズ、視野絞り等を経た後、コンデンサレンズ51を介してマスクとしてのレチクル5

10

20

30

40

50

2のパターン面を照射する。照明光ILとしては、水銀ランプのi線、KrFもしくはArF等のエキシマレーザー光、F<sub>2</sub>レーザー光等が使用できる。照明光ILのもとでレチクル52のパターンの像が投影光学系50を介して投影倍率（例えば1/4、1/5）で基板としてのレジストが塗布されたウエハ54の表面に投影露光される。

【0009】

レチクル52およびウエハ54はそれぞれレチクルステージ53およびウエハステージ55上に保持されている。そして、レチクルステージ53は、投影光学系50の光軸AXに垂直な平面内でレチクル52の位置決めを行い、ウエハステージ55は光軸AXに垂直な平面内でウエハ54のステップ移動および位置決めを行うと共に、ウエハ54の表面が投影光学系50の像面に合致した状態で露光が行われるように、オートフォーカス方式でウエハ54の光軸AXに平行な方向の位置（フォーカス位置）の制御を行う。露光時には、ウエハ54上の一つのショット領域への露光が終わると、ウエハステージ55のステップ移動によって次のショット領域が投影光学系50の露光領域に移動して、レチクル52のパターン像の露光を行うという動作がステップ・アンド・リピート方式で繰り返される。

10

【0010】

液浸型の露光装置は図5における投影光学系50の最下部とウエハ54の間を液体で満たしたものである。

【0011】

その一例を図6に示す。

20

【0012】

図6においてLE1が投影光学系の最下部のレンズ素子であり、それを支える鏡筒の縁部114は液体LQがスムーズに流れるよう、丸くなっているのと共に、同じ目的で、レンズ素子LE1の下面Peと鏡筒の下面は同一平面になっている。

【0013】

一方、ウエハWは、配管112を介して吸着面113に真空吸着され、その状態で露光が行われる。

【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】

30

【0014】

従来の技術で説明したように、液浸型の露光装置で露光を行うと、図6に示すレンズ素子LE1を通して露光光がウエハWに到達するが、その際、ウエハWにおいては露光光が当たった部分にのみ露光エネルギーが蓄積され、それが熱となって発生する。また、レンズ素子LE1の下面PeとウエハW間の液体部分においても、露光光が通る部分だけエネルギーが蓄積され、その部分においても熱が発生する。

【0015】

屈折率の温度係数は液体と気体で大きく異なり、例えば空気では $-9 \times 10^{-7} /$  であるのに対し、水では $-8 \times 10^{-5} /$  であるので、温度に対する屈折率の敏感度が水を使用する方が100倍程度敏感になり、温度分布による収差発生量も空気の場合と桁違いに大きくなってしまふ。

40

【0016】

よって、露光光によって発生する熱は、何らかの方法で除去し、液体の温度を0.01程度の温度分布で一定にする事が必要となる。

【0017】

このような課題に対し、上記特許文献1では、図6において、液体管理された液体LQを使用しているが、液体の温度管理がなされるのは、露光と次の露光の間だけであり、露光中は、液体LQは壁部LBで囲まれた部分に溜まっているだけである。

【0018】

そのため、露光中、露光光が照射されているウエハの一部、露光光が透過している液

50

体の部分の温度が上昇し、しかもウエハと液体の温度の上昇率が異なるので、最終レンズ下の液体の部分で、縦方向、横方向共に温度分布が発生し、屈折率が部分的に変化するので露光性能が安定しないという課題が発生していた。

【0019】

本発明は、上記問題点に着目して成されたものであって、投影光学系最下部とウエハ間に整流板を用いて液体を流すことで温度分布を一定にし、屈折率分布を無くすことで露光性能の安定を得ることのできる液浸型露光装置の提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記課題を解決するため、本発明に係る第1の発明は、投影光学系最終レンズとウエハ間の液体部分に流れを作る際、整流板を1枚配置する事で、渦や淀み等を排除しつつ最終レンズ下面部分にも流れを作り、液体部分の温度を一定に保つものである。

10

【0021】

さらに本発明に係る第2の発明は、投影光学系最終レンズとウエハ間の液体部分に流れを作る際、整流板を2枚上下対向する位置に配置する事で、渦や淀み等を排除しつつ、さらに流れを絞り込む事で上記最終レンズ - ウエハ間の流速を一定にし、温度を一定に保つものである。

【0022】

こうすることで、投影光学系の最終レンズとウエハ間の液体部分における温度分布を一定に保つ事ができるので、屈折率が一定となり、安定した露光性能を得る事が可能となる

20

【0023】

以上の構成を、改めて以下(1)~(5)に整理して示す。

【0024】

(1) 投影光学系と、ウエハ、ウエハステージ、ウエハステージ台、整流板からなるウエハステージ部と、ポンプ、液体の調温槽、温度の制御部等からなる液の循環部において、ウエハステージ部に溜められた液体に流れを作り、整流板によって流れを整え、最終レンズ下の流速分布を一定に近づける事を特徴とする液浸露光装置。

【0025】

(2) 前記整流板は、1枚ないしは2枚の薄型の板から成り、最終レンズ径よりも幅が広いことを特徴とする前項(1)記載の液浸露光装置。

30

【0026】

(3) 前記整流板は、ウエハおよびステージ台の移動に係らず、固定されていることを特徴とする前項(1)記載の液浸露光装置。

【0027】

(4) 前記整流板は、液体の流れを絞り込むように配置されていることを特徴とする前項(1)記載の液浸露光装置。

【0028】

(5) 前記最終レンズ下の液の流速分布は、ウエハステージの移動速度よりも十分大きい事を特徴とする前項(1)記載の液浸露光装置。

40

【発明の効果】

【0029】

液浸型露光装置の液体供給部に整流板を配置し、また温度制御をすることにより、投影光学系の最下面とウエハの間に露光熱が留まることなく一定の温度の液体を供給する事ができるので、液体の屈折率が一定になり、投影光学系による安定した露光性能が得られる。

【0030】

また、整流板を配置する事で、供給された液体の流れが鏡筒やウエハチャック等にぶつかる事がないので、急激な圧力変化によるキャビテーションも無くなり、マイクロバブルの発生を抑制するという効果もある。

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0031】

以下に、本発明を実施するための最良の形態を、実施例に基づいて図面を参照しながら説明する。

## 【実施例】

## 【0032】

(実施例1)

図1を用いて、第一の実施例を説明する。

## 【0033】

図1において1が投影光学系の最終レンズ、2がその最終レンズ1を保持する鏡筒、3がウエハ、4がウエハ3を保持するウエハチャック、5がウエハチャック4に埋め込まれた温度センサ、6がウエハ3と共に移動するステージ台、7が液体、8が一枚の整流板、9が液体7の調温槽、10が調温槽9内部に配置される調温器、11が調温槽9内部に配置される攪拌器、12が液体7を循環させるポンプ、13が温度制御部、14がステージ台6内に液体7を供給する供給口、15が同じく液体7を排出する排出口、16が液体7を循環させる管、21が最終レンズ1を透過し、ウエハ3上に到達する露光エリア、22が露光光、dが最終レンズ1の直径、Lが整流板8の幅を示す。

10

## 【0034】

図1において、露光光22は投影光学系を透過し、最終レンズ1を経てウエハ3上に到達する。ウエハ3はウエハチャック4上に搭載され固定される。ウエハチャック4はステージ台6に取り付けられており、不図示のアライメント系の光学系により、最終レンズ1とウエハ3との適当な間隔を保ちつつ、一括露光&リピートもしくはスキャン&リピート方式で1箇所の露光が完了すると、ステージ台6が移動し、最終レンズ1の下にウエハ3の未露光の部分を持って来て、次の露光をする。そしてこれが繰り返され、ウエハ3の全面に回路パターンが露光される。さらに、ステージ台6は上記働きに加え、液体7を溜める働きもしている。液体7は水もしくはフロンブリングリスを使用する。

20

## 【0035】

ステージ6には管16にて調温槽9、ポンプ12が連結されており、ポンプ12の働きで、液体7はステージ台6の排出口15から排出、供給口14から供給され、循環している。

30

## 【0036】

調温槽9は液体7の温度を一定にする役割がある。まず、ウエハチャック4に埋め込まれた温度センサ5にて露光エリア21付近の温度を測定し、その信号が温度制御部13に入り、そのフィードバックの信号を調温槽9内の調温器10に伝え、調温槽9内部で液体7の温度が一定になるよう制御する。調温槽9内部の攪拌器11は、調温槽9内の液体7をかき混ぜて温度分布を一定にする働きをしている。

## 【0037】

次に整流板8について記す。

## 【0038】

整流板8は、図1に示すとおり、ステージ台6の供給口14付近に配置されており、供給口14から供給される液体7を滑らかに最終レンズ1の下面に導く働きをしている。その形状は、図に示すように、流れを絞り込ませるような滑らかな曲線で成り立っており、紙面垂直方向には、A矢視図で示すとおり、その幅Lが最終レンズ1の直径dよりも大きくなるようにしてある。こうする事で、最終レンズ1の下面下全ての部分において液体7の流れを滑らか、かつ一定の流速に近づける事が可能となる。さらに、整流板8が存在する事により、供給口14から供給された液体7が鏡筒2に直接ぶつかることがなくなるので、直接ぶつかる事で懸念されるキャビテーションによるマイクロバブルの発生をも抑制する事が可能となる。

40

## 【0039】

また、整流板8はウエハ3及びステージ台6が移動しても、最終レンズ1との相対位置

50

が移動しないように固定されている。固定方法は示していないが、例えば鏡筒 2 もしくは、その他、固定された部材に固定している。そのため、整流板 8 の位置は、ステージ台 6 が移動しても干渉しない位置に、さらには、露光光 2 2 に影響を与えないぎりぎり近づけた位置に配置してある。

【0040】

次に、図 2 を用いて液体 7 の流速について説明する。

【0041】

図 2 において、26 は、ウエハ 3 がウエハチャック 4 に固定され、移動したときの速度ベクトル（ウエハチャック移動速度）、27 がその移動により引っ張られて発生する液体 7 の流速分布（移動速度分布）を示す。また、整流板 8 によって最終レンズ 1 下面に導入された液体 7 の流速分布を 28 に、さらに、流速分布 27 によって変化した液体 7 の流速分布を 28' に示す。

10

【0042】

図 2 に示すとおり、仮に液体 7 が溜められたままで動きが無い場合を考えてみると、上記のとおり、ウエハチャック 4 の移動により、液体 7 は 27 に示すような流速分布を示す。すなわち、最終レンズ 1 の下面付近が最も流れの弱い部分であり、露光光がそこを通過すると、下面付近の温度が上昇し、そのままその場に蓄積され、温度分布が発生してしまう。その熱を排除する目的で液体 7 を循環させた場合の流速分布を示したのが 28 であり、整流板 8 にて液体 7 の流れを絞り込ませているので、最終レンズ 1 の下面付近にも流れを作る事が可能となる。流速分布 28 の大きさは、ウエハチャック 4 の移動によってできる流速分布 27 の大きさと比較して十分に大きい事が望ましい。何故ならば、流速分布 27 による循環させる液体 7 の流速分布 28 への影響を小さくする事が必要だからである。そうすることで、最終レンズ 1 下面の流れの下流側の流速分布 28' は上流側の流速分布 28 と大きな違いが無くなる。よって、最終的にレンズ 1 下面において同一方向への安定した流れを供給する事が可能となる。

20

【0043】

以上のとおり、整流板 8 と上記の構成を用いる事で、一定の温度の安定した流れを最終レンズ 1 の下面とウエハ 3 の間に作る事が可能となるので、液体 7 の屈折率が一定になり、投影光学系による安定した露光が可能となる。

【0044】

（実施例 2）

次に、図 3 を用いて第 2 の実施例を説明する。図 3 において実施例 1 を示した図 1 と異なっているのは、整流板の形だけである。

30

【0045】

まずは整流板 18 について説明する。

【0046】

整流板 18 は、図 3 に示すとおり、ステージ台 6 の供給口 14 付近に配置されており、供給口 14 から供給される液体 7 を滑らかに最終レンズ 1 の下面に導く働きをしている。その形状は、図に示すように、上下対称な形状で 2 枚の板から成り、流れを絞り込ませるような滑らかな曲線で成り立っている。紙面垂直方向には、A 矢視図で示すとおり、その幅 L が最終レンズ 1 の直径 d よりも大きくなるようにしてある。こうする事で、最終レンズ 1 の下面下全ての部分において液体 7 の流れを滑らか、かつ一定の流速に近づける事が可能となる。さらに、整流板 18 が存在する事により、供給口 14 から供給された液体 7 が鏡筒 2、さらにはウエハステージ 4 の端面に直接ぶつかることがなくなるので、直接ぶつかる事で懸念されるキャビテーションによるマイクロバブルの発生をも抑制する事が可能となる。

40

【0047】

また、整流板 18 はウエハ 3、ステージ台 6 が移動しても、最終レンズ 1 との相対位置が移動しないように固定されている。固定方法は示していないが、例えば鏡筒 2 もしくは、その他、固定された部材に固定している。そのため、整流板 18 の位置は、ステージ

50

6が移動しても干渉しない位置に、さらには、露光光22に影響を与えないぎりぎり近づけた位置に配置してある。

【0048】

以上のとおり、実施例1と異なるのは、整流板18が2枚構成になり、上下対称な形状で対向されて配置される事になる。このように配置することで、ステージ台6に溜められた液体7の底の方の流れをも最終レンズ1下面とウエハ3の間に導く事ができるので、実施例1よりも安定した流速を達成する事が可能となる。

【0049】

次に、図4を用いて液体7の流速について説明する。

【0050】

図4において、26は、ウエハ3がウエハチャック4に固定され、移動したときの速度ベクトル、27がその移動により引っ張られて発生する液体7の流速分布(移動速度分布)を示す。また、整流板18によって最終レンズ1下面に導入された液体7の流速分布を29に、さらに、流速分布27によって変化した液体7の流速分布を29'に示す。

10

【0051】

本実施例においては、整流板18を2枚の対称形状の板を対向して配置し、液体7の流れを滑らかに絞り込んでいるので、流速分布29はほぼ一定の流速となる。ウエハチャック4の移動で作られる流速分布7との大きさの関係は実施例1と同様であり、流速分布29の方が流速分布27よりも十分大きいので、最終レンズ1の下流側の流速分布29'も流速分布29と比較して大きく変化する事は無い。よって、最終的にレンズ1下面において同一方向への安定した流れを供給する事が可能となる。

20

【0052】

整流板18以外の構成および働きについては実施例1と同様であるので省略する。

【0053】

以上のとおり、整流板18と上記の構成を用いる事で、一定の温度の安定した流れを最終レンズ1の下面とウエハ3の間に作る事が可能となるので、液体の屈折率が一定になり、投影光学系による安定した露光が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明の第1の実施例を表す図

30

【図2】第1の実施例における流速分布を説明する図

【図3】本発明の第2の実施例を表す図

【図4】第2の実施例における流速分布を説明する図

【図5】従来例の露光装置全体構成を説明する図

【図6】従来例の液浸部分詳細を説明する図

【符号の説明】

【0055】

1 最終レンズ

2 鏡筒

3 ウエハ

4 ウエハチャック

5 温度センサ

6 ステージ台

7 液体

8, 18 整流板

9 調温槽

10 調温器

11 攪拌器

12 ポンプ

13 温度制御部

40

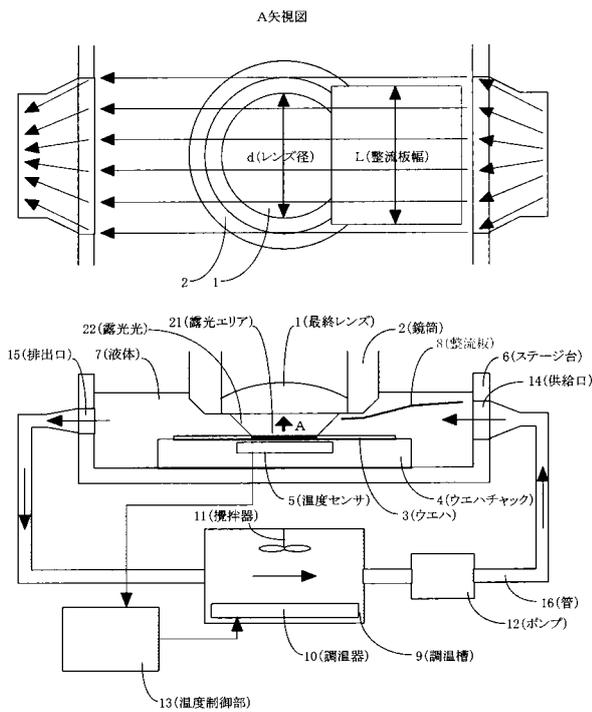
50

- 1 4 供給口
- 1 5 排出口
- 1 6 管
- 2 1 露光エリア
- 2 2 露光光
- 2 6 ウエハチャック移動速度
- 2 7 液体移動速度分布 (流速分布)
- 2 8 , 2 8 ' 流速分布
- 2 9 , 2 9 ' 流速分布
- I L 照明光
- A X 光軸
- 5 0 投影光学系
- 5 1 コンデンサレンズ
- 5 2 レチクル
- 5 3 レチクルステージ
- 5 4 ウエハ
- 5 5 ウエハステージ
- L E 1 最下部のレンズ素子
- L Q 液体
- P e レンズ素子の下面
- 1 1 2 配管
- 1 1 3 吸着面
- 1 1 4 鏡筒の縁部

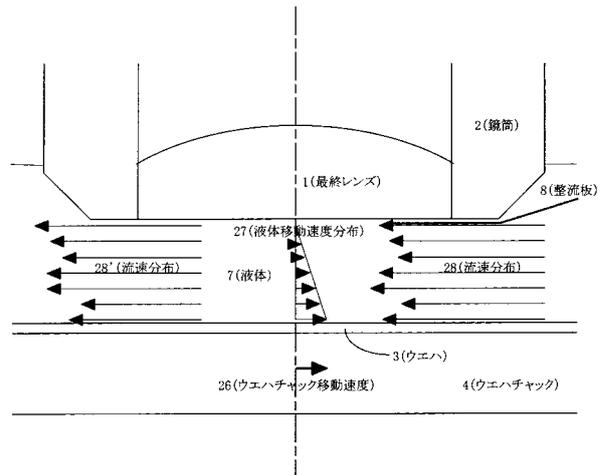
10

20

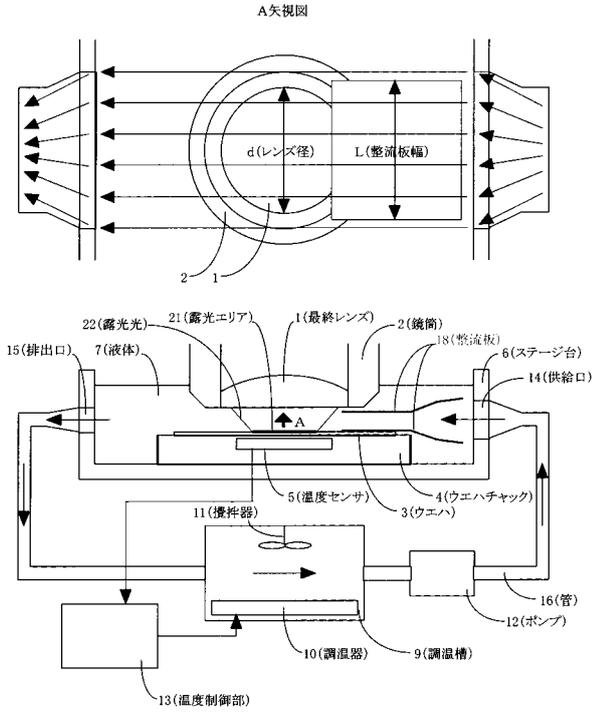
【 図 1 】



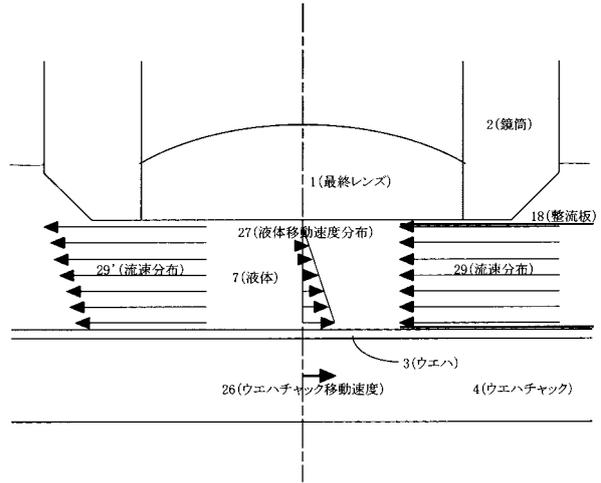
【 図 2 】



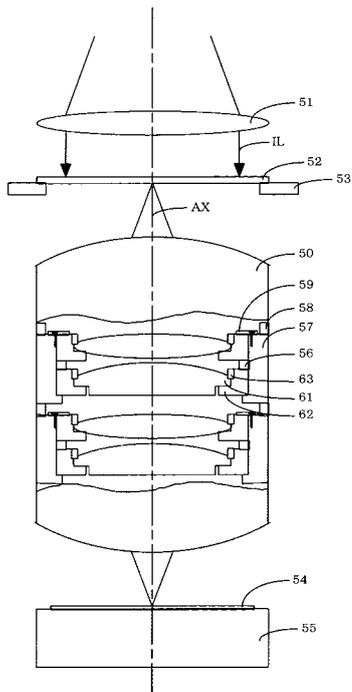
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

