(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3918202号
(P3918202)
(45)発行日　平成19年5月23日(2007.5.23)　(24)登録日　平成19年2月23日(2007.2.23)

(51)Int.Cl.　F I
H01L 21/027 (2006.01)　H01L 21/30 503D
G03F 7/20 (2006.01)　H01L 21/30 515F
H01L 21/30 516F
H01L 21/30 518
G03F 7/20 521

請求項の数 3　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平8-93145
(22)出願日　平成8年3月22日(1996.3.22)
(65)公開番号　特開平9-260271
(43)公開日　平成9年10月3日(1997.10.3)
審査請求日　平成15年3月5日(2003.3.5)

(73)特許権者　000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号
(72)発明者　荒木　康雄
東京都千代田区丸の内３丁目２番３号　株式会社ニコン内

審査官　新井　重雄

(56)参考文献　特開平０４－０２７９３１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－００８１７３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１９４３３１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３０７２８５（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】露光装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して感光基板上に転写露光する露光装置において、
前記マスクが載置されたマスク保持部材と；
前記マスクの上面と前記マスク保持部材との間に密閉空間を形成する密閉手段と；
前記マスクが前記保持部材に対して固定されるように、前記密閉空間の気圧を当該空間の外部の気圧より高くする気圧調整手段とを備えたことを特徴とする露光装置。
【請求項２】
前記マスクを前記保持部材に対して吸着する吸着手段を更に備えることを特徴とする請求項１に記載の露光装置。
【請求項３】
前記マスクの保持力をコントロール可能であることを特徴とする請求項１または請求項２に記載の露光装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、マスク上に形成されたパターンの像を感光基板上に転写する露光装置に関し、特に、マスクと感光基板とを同期して相対移動する走査型の露光装置に最適なマスクの保持機構に関する。

【０００２】
【従来の技術】
半導体集積回路や液晶表示用基板を製造するために使用される投影露光装置は、照明光学系から射出された照明光をマスクに照射して該マスクのパターン像を投影光学系を介して感光基板上に結像する。この種の装置は、基板上の同一領域に複数のパターンを重ね合わせて露光するため、露光処理する層と前回露光処理された層との間で高い重ね合わせ精度が要求される。
【０００３】
投影露光装置として現在では、露光用の照明光に対してマスクと感光基板とを同期して相対的に走査しながら露光を行うステップ・アンド・スキャン方式の露光装置が提案、実用化されている。このようなステップ・アンド・スキャン方式の露光装置においては、マスクホルダに保持されたマスクを移動可能なマスクステージ上に搭載し、感光基板を移動可能な基板ステージ上に搭載する。マスクステージ上のマスクは、その外周の一部をマスクホルダに真空吸着によって固定されている。そして、マスクステージと基板ステージとを同期して移動することによって、マスクに形成された転写パターンを感光基板上に投影する。このようなステップ・アンド・スキャン方式の露光装置においては、処理能力（スループット）の向上のために、マスクを搭載したマスクステージ及び感光基板を搭載した基板ステージの高速移動、及び高加速度化が必要となってきている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
ところが、マスクステージを高速で駆動すると、マスクホルダ上でマスクの位置がずれる可能性がある。すなわち、マスクステージの加速時又は減速時に慣性力によってマスクがマスクホルダー上を滑ることがある。特に、縮小投影型の露光装置においては、マスクの移動距離が感光基板に比べて縮小倍率分だけ長いため、マスクの位置ずれの問題は顕著になる。ここで、マスクの位置は、例えば、マスクステージ上の干渉計移動鏡を利用した移動鏡システムによって計測されるため、マスクホルダ上でマスクの位置がずれると、干渉計移動鏡に対するマスクの位置が変化してしまう。この様なマスクの位置ずれは、マスクステージ上だけの問題だけではなく、結局、感光基板上でのマスクパターンの重ね合わせ精度の悪化につながる。
【０００５】
本発明は、上記のような状況に鑑みて成されたものであり、マスクの位置ずれを防止できる露光装置を提供することを目的とする。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、本発明は、マスク（１２）に形成されたパターンの像を投影光学系（１４）を介して感光基板（１６）上に転写露光する露光装置において、マスク（１２）が載置されたマスク保持部材（１８）と；マスク（１２）の上面とマスク保持部材（１８）との間に密閉空間（７２）を形成する密閉手段（３０，６８，７０）と；マスク（１２）が保持部材（１８）に対して固定されるように、密閉空間（７２）の気圧を当該空間の外部の気圧より高くする気圧調整手段（７８）とを備える。
【０００７】
上記構成において、マスク（１２）を保持部材（１８，６２）に対して吸着する吸着手段（６４，６６）を併用しても良い。また、マスク（１２）の保持力をコントロールできるように構成しても良い。
【０００８】
【作用】
本発明においては、マスク（１２）の上面とマスク保持部材（１８）との間に密閉空間（７２）を形成し、その密閉空間（７２）の気圧を当該空間の外部の気圧より高くすることによって、マスク（１２）が保持部材（１８）に対して固定されるように構成している。つまり、マスク（１２）が密閉空間の圧力によってマスク保持部材（１８）に押し付け

られるような状態となる。

【０００９】

ここで、マスク（１２）の移動時の慣性力をＦｋ、マスク（１２）の摩擦によるマスク保持部材（１８）への保持力をＦｈ、マスク（１２）の質量をｍ、マスク（１２）に働く垂直抗力をＮ、マスク（１２）の移動時の加速度をａ、マスク（１２）とマスク保持部材（１８）との摩擦係数をμすると、以下の式（Ａ），式（Ｂ）が成り立つ。

$$Fk = ma \quad \cdots\cdots (A)$$

$$Fh = N\mu \quad \cdots\cdots (B)$$

【００１０】

また、マスク（１２）が移動時の慣性力で動かないためには、以下の式（Ｃ）の条件を満たす必要がある。

$$Fk < Fh \quad \cdots\cdots (C)$$

そして、上記の式（Ａ）、式（Ｂ）及び式（Ｃ）より、以下の式（Ｄ）が導き出される。

$$a < N\mu / m \quad \cdots\cdots (D)$$

【００１１】

ここで、マスク（１２）の質量ｍと、マスク（１２）とマスク保持部材（１８）との間の摩擦係数μは、ほぼ一定値であるので、加速度ａを大きくするためには、Ｎを大きくすればよいことがわかる。また、マスク（１２）を真空吸着によりマスク保持部材（１８）に保持する場合、吸着面積をＳ、外気圧をＰｏ、真空圧をＰｖとすると、以下の式（Ｅ）が成り立つ。

$$N = S(Po - Pv) \quad \cdots\cdots (E)$$

【００１２】

本発明においては、マスク（１２）のマスク保持部材（１８）に対する吸着面積Ｓをマスク（１２）の面積より一回り小さい面積にまで拡大したのと等価と見ることができる。その結果、式（Ｄ）、式（Ｅ）より、マスク（１２）移動時の加速度ａを大きくすることが可能となる。

【００１３】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を以下に示す実施例に基づいて説明する。なお、これから説明する各実施例は、半導体デバイス製造用の走査型投影露光装置に本発明を適用したものである。

【００１４】

【実施例】

図１は本発明の第１実施例にかかる投影露光装置全体の構成を示し、図２は当該投影露光装置のレチクルステージ周辺の構成を示す。本実施例の投影露光装置は、照明光学系から射出される露光用の光をコンデンサレンズ１０を介してレチクル１２に照射し、レチクル１２上に形成された所定のパターンの像を、投影光学系１４を介してウエハ１６上に転写するものである。投影光学系１４は、架台１７によって装置に対して固定されており、所定の縮小倍率（１／４，１／５等）でレチクル１２のパターンの像をウエハ１６上に投影するようになっている。

【００１５】

レチクル１２は、その外周部４カ所においてレチクルホルダ１８に真空吸着によって固定された状態でレチクルステージ２０上に載置されている。レチクルステージ２０は、レチクルステージ駆動系２４によって走査方向（Ｙ方向）に所定の速度で移動可能になっている。レチクルステージ２０上には、レチクル干渉計２６から出力されるレーザ光を反射する移動鏡２８が固定配置されており、レチクル干渉計２６によってレチクルステージ２０の位置を常時モニターできるようになっている。なお、図１においては、走査方向（Ｙ方向）の位置を計測するレチクル干渉計２６及び移動鏡２８のみ示しているが、実際には、非走査方向（Ｘ方向）の位置を計測する干渉計及び移動鏡も備えられている。

【００１６】
レチクルホルダ１８の底部には、アパーチャガラス３０が取り付けられ、レチクルホルダ１８と、レチクル１２と、このアパーチャガラス３０とによって、レチクル１２の下側に外気と遮断された密閉空間３２を形成している。なお、密閉空間３２を形成するために、アパーチャガラス３０を用いたのは、照明光を透過させるためである。密閉空間３２には、バキューム配管３４を介してバキュームソース３６が接続されている。そして、バキュームソース３６によって密閉空間３２の気圧を外気圧より低くすることにより、レチクル１２をレチクルホルダ１８に強く保持できるようになっている。この時、レチクル１２は密閉空間３２と外気との気圧差によって変形が生じることがあるが、その変形に起因するレチクルパターンの投影像の結像誤差は、制御部３８がレンズコントローラ４０を介して投影光学系１４の結像状態を調整することによってキャンセルするようになっている。
【００１７】
投影光学系１４の下方に配置されたウエハ１６は、ウエハホルダ４２に真空吸着された状態で、ウエハステージ４４上に載置されている。ウエハステージ４４は、ウエハステージ駆動系４６によって、投影光学系１４の光軸に垂直な面内（ＸＹ面内）で移動可能に構成され、ウエハ１６がレチクル１２の走査と同期して移動するように駆動される。ウエハステージ４４上には、ウエハ干渉計４８から出力されるレーザ光を反射する移動鏡５０が固定されており、この移動鏡５０からの反射光と投影光学系１４の下端に設置された固定鏡（図示せず）からの反射光とからなる干渉光によって、ウエハステージ４４の位置を常時モニターできるようになっている。なお、図１においては、Ｙ方向の位置を計測するウエハ干渉計４８及び移動鏡５０のみ示しているが、実際には、Ｘ方向の位置を計測する干渉計及び移動鏡も備えられている。
【００１８】
次に、以上のような構成の第１実施例の動作及び原理について説明する。コンデンサレンズ１０を通って集光された均一な照明光でレチクル１２が照明されると、レチクル１２上の照明領域に対してレチクルステージ２０が走査方向（Ｙ方向）に移動し、これと同期してウエハ１６を搭載したウエハステージ４４がレチクルステージ２０の移動方向と逆方向に移動する。この時、レチクル１２とウエハ１６の相対的な位置はレチクル干渉計２６、及びとウエハ干渉計４８によりそれぞれモニタされる。
【００１９】
ここで、レチクル１２の移動時の慣性力をＦｋ、レチクル１２の摩擦によるレチクルホルダ１８への保持力をＦｈ、レチクル１２の質量をｍ、レチクル１２に働く垂直抗力をＮ、レチクル１２の移動時の加速度をａ、レチクル１２とレチクルホルダ１８との摩擦係数をμすると、以下の式（１），式（２）が成り立つ。

$$Fk = ma \qquad \cdots\cdots (1)$$

$$Fh = N\mu \qquad \cdots\cdots (2)$$

【００２０】
また、レチクル１２が移動時の慣性力で動かないためには、以下の式（３）の条件を満たす必要がある。

$$Fk < Fh \qquad \cdots\cdots (3)$$

【００２１】
そして、上記の式（１）、式（２）及び式（３）より、以下の式（４）が導き出される。

$$a < N\mu / m \qquad \cdots\cdots (4)$$

【００２２】
ここで、レチクル１２の質量ｍと、レチクル１２とレチクルホルダ１８との間の摩擦係数μは、ほぼ一定値であるので、加速度ａを大きくするためには、Ｎを大きくすればよいことがわかる。また、レチクル１２を真空吸着によりレチクルホルダ１８に保持する場合、吸着面積をＳ、外気圧をＰｏ、真空圧をＰｖとすると、以下の式（５）が成り立つ。

$$N = S(Po - Pv) \qquad \cdots\cdots (5)$$

【００２３】
本実施例においては、レチクル１２の下側の密閉空間３２の気圧を外気圧より低く設定しているため、レチクル１２のレチクルホルダ１８に対する吸着面を転写パターンが形成された領域を含む広い範囲まで拡大することができる。すなわち、吸着面積Ｓをレチクル１２の面積より一回り小さい面積にまで拡大したのと等価と見ることができる。その結果、式（４）、式（５）より、レチクル１２移動時の加速度ａを大きくすることが可能となる。また、レチクル１２のパタンーン面が外気と遮断されているので、レチクル１２の汚染を防止できるという利点もある。
【００２４】
図３は、本発明の第２実施例にかかる投影露光装置のレチクルステージ（２０）周辺の構造を示す。なお、本実施例の投影露光装置のレチクルステージ周辺以外の構成については、図１に示した第１実施例と同様であるため、本実施例においては図示及びその説明を省略する。また、図３中、上記第１実施例と同一又は対応する構成要素に関しては、同一の符号を付し、ここでは重複した説明を省略する。図において、レチクルホルダ１８の底面付近にはアパーチャガラス３０が配置され、上記第１実施例と同様に、レチクル１２，レチクルホルダ１８，アパーチャガラス３０とによって第１密閉空間３２が形成されている。レチクル１２の上部には、隔壁５４が設けられ、隔壁５４の天井部分にはアパーチャガラス５６が設置されている。そして、レチクル１２の上面と、これら隔壁５４及びアパーチャガラス５６によって、第２密閉空間５８が形成される。
【００２５】
第１及び第２密閉空間３２，５８には、バキューム配管６０が接続され、バキュームソース３６によって第１及び第２密閉空間３２，５８の気圧を外気圧より低く調整するようになっている。これによって、レチクル１２をレチクルホルダ１８に強く保持することができる。この場合、レチクル１２の下側の第１密閉空間３２とレチクル１２の上側の密閉空間５８とをバキューム配管６０で互いに連結し、両密閉空間３２，５８の圧力を同じにすることにより、レチクル１２の上面と下面にかかる圧力差によってレチクル１２に変形が生じることを防止できる。
【００２６】
本実施例においても、レチクル１２の上下の密閉空間３２，５８の気圧を外気圧より低く設定しているため、レチクル１２のレチクルホルダ１８に対する吸着面を転写パターンが形成された領域を含む広い範囲まで拡大することができる。すなわち、吸着面積Ｓをレチクル１２の面積より一回り小さい面積にまで拡大したのと等価と見ることができる。その結果、式（４）、式（５）より、レチクル１２移動時の加速度ａを大きくすることが可能となる。
【００２７】
図４は、本発明の第３実施例にかかる投影露光装置のレチクルステージ（２０）周辺の構造を示す。なお、本実施例の投影露光装置のレチクルステージ周辺以外の構成については、図１に示した第１実施例と同様であるため、本実施例においては図示及びその説明を省略する。また、図４中、上記第１及び第２実施例と同一又は対応する構成要素に関しては、同一の符号を付し、ここでは重複した説明を省略する。図において、レチクル１２が載置されるレチクルホルダ６２の上面には、吸着用の穴（図示せず）が形成されており、バキューム配管６４を介してバキュームソース６６によって、レチクル１２を真空吸着で固定するようになっている。
【００２８】
また、レチクルホルダ６２の底面にはアパーチャガラス３０が配置され、上記第１及び第２実施例と同様に、レチクル１２，レチクルホルダ６２，アパーチャガラス３０とによって第１密閉空間６７が形成されている。レチクル１２の上部には、隔壁６８が設けられ、隔壁６８の天井部分にはアパーチャガラス７０が設置されている。そして、レチクル１２の上面と、これら隔壁６８及びアパーチャガラス７０によって、第２密閉空間７２が形成される。第２密閉空間７２は、エア配管７４及びレギュレータ７６を介してコンプレッ

サ７８に接続されている。そして、コンプレッサ７８によって、レチクル１２の上下の第１及び第２密閉空間６７，７２の圧力を大気圧よりも高く設定する。これにより、レチクル１２がレチクルホルダ６２に対して押し付けられるような状態になり、レチクル１２のレチクルホルダ６２に対する保持力が強くなる。この場合、レギュレータ７６を用いて、レチクル１２の上下の第１及び第２密閉空間６７，７２の圧力をコントロールすることにより、その保持力をコントロールすることができる。例えば、レチクル１２の上側の第２密閉空間７２内の気圧を下側の第１密閉空間６７内の気圧より若干大きく設定する。

【００２９】

本実施例においては、レチクル１２の上下の密閉空間６７，７２の気圧を外気圧より高く設定するとともに、レチクル１２とレチクルステージ６２との接触面をバキューム吸着することにより、圧力差（Ｐｏ－Ｐｖ）を大きくすることができ。その結果、式（４）、式（５）より、レチクル１２移動時の加速度ａを大きくすることが可能となる。

【００３０】

図５は、本発明の第４実施例にかかる投影露光装置のレチクルステージ（２０）周辺の構造を示す。なお、本実施例の投影露光装置のレチクルステージ周辺以外の構成については、図１に示した第１実施例と同様であるため、本実施例においては重複する図示及びその説明を省略する。また、図５中、上記第１，第２及び第３実施例と同一又は対応する構成要素に関しては、同一の符号を付すものとする。図において、レチクル１２が載置されるレチクルホルダ８０の両側には、電磁石８２ａ，８２ｂが固定配置されている。電磁石８２ａ，８２ｂの側部には、それぞれ支持ブロック８４ａ，８４ｂが設置されている。

【００３１】

支持ブロック８４ａ，８４ｂには、ヒンジ８６ａ，８６ｂを介してレチクル押さえ部材８８ａ，８８ｂがそれぞれ取り付けられ、レチクル押え部材８８ａ，８８ｂの下面には、それぞれ永久磁石９０ａ，９０ｂが取り付けてある。電磁石８２ａ，８２ｂには、磁力発生用の電流供給部９２ａ，９２ｂがそれぞれ接続されている。そして、電流制御部９４の制御により、電流供給部９２ａ，９２ｂより電磁石８２ａ，８２ｂに電流が供給されると、電磁石８２ａ，８２ｂの上部に磁界が発生するようになっている。

【００３２】

上記のような実施例において、電流制御部９４は、レチクル１２の交換時においては、電磁石８２ａ，８２ｂに対して、永久磁石９０ａ，９０ｂと反発し合うような方向の磁力が発生するように、電流供給部９２ａ，９２ｂを制御する。そして、電磁石８２ａ，８２ｂと永久磁石９０ａ，９０ｂの反発力によって、レチクル押え部材８８ａ，８８ｂが上方に退避する。レチクル押さえ部材８８ａ，８８ｂが開放（退避）している状態で、レチクル１２をレチクルホルダ８０上に載置した後は、電流制御部９４により、電磁石８２ａ，８２ｂに対して、永久磁石９０ａ，９０ｂと引き合うような方向の磁力が発生するように、電流供給部９２ａ，９２ｂを制御する。そして、レチクル押え部材８８ａ，８８ｂが電磁石８２ａ，８２ｂと永久磁石９０ａ，９０ｂの吸引力により、レチクル１２をレチクルホルダ８０に対して押し付ける。これによって、レチクル１２がレチクルホルダ８０に対して固定される。この場合、電磁石８２ａ，８２ｂに流す電流値を調整することにより、レチクル１２の保持力をコントロールすることができる。また、電磁石８２ａ，８２ｂと永久磁石９０ａ，９０ｂとの間隔を小さくすれば、少ない電流値で大きな保持力が得られる。

【００３３】

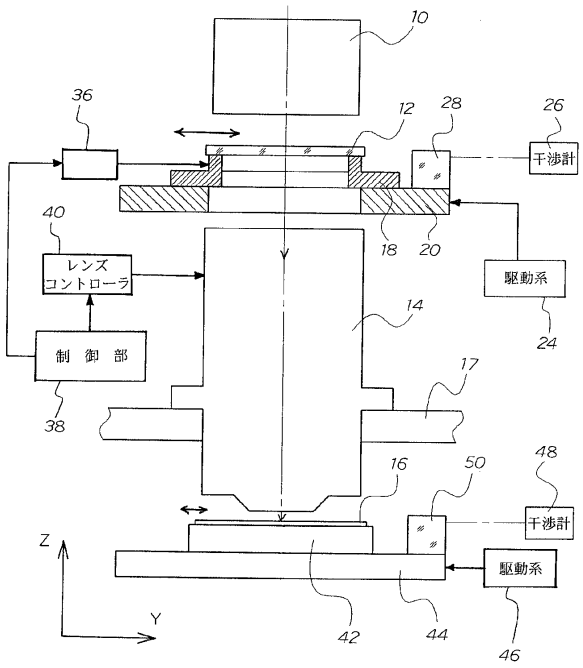
本実施例においては、磁力によりレチクル１２をレチクルホルダ８０に押し付けることにより垂直抗力をＮを大きくすることができ、式（４）より、レチクル移動時の加速度ａを大きくすることが可能となる。

【００３４】

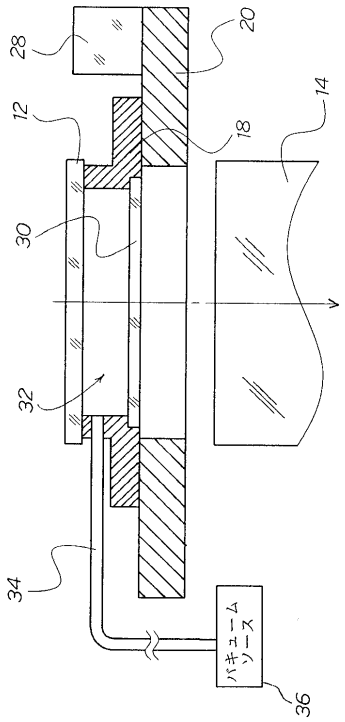
以上、本発明の実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示された本発明の技術的思想としての要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【００３５】
【発明の効果】
本発明によれば、マスク（１２）の上面とマスク保持部材（１８）との間に密閉空間（７２）を形成し、その密閉空間（７２）の気圧を外部の気圧より高くすることによって、マスク（１２）を保持部材（１８）に対して固定しているため、マスク（１２）を高加速度で駆動した場合にも位置ずれを生じることが無い。
【図面の簡単な説明】
【図１】　図１は、本発明の第１実施例にかかる投影露光装置の構成を示す概念図（正面図）である。
【図２】　図２は、第１実施例の要部であるレチクルステージ周辺の構成を示す一部断面による正面図である。
【図３】　図３は、本発明の第２実施例の要部であるレチクルステージ周辺の構成を示す一部断面による正面図である。
【図４】　図４は、本発明の第３実施例の要部であるレチクルステージ周辺の構成を示す一部断面による正面図である。
【図５】　図５は、本発明の第４実施例の要部であるレチクルステージ周辺の構成を示す一部断面による正面図である。
【符号の説明】
１２・・・レチクル
１４・・・投影光学系
１６・・・ウエハ
１８，６２，８０・・・レチクルホルダ
２０・・・レチクルステージ
３０，５６，７０・・・アパーチャガラス
３２・・・密閉空間
３４，６４・・・バキューム配管
３６，６６・・・バキュームソース
３８・・・制御部
４０・・・レンズコントローラ
５４，６８・・・隔壁
５６・・・アパーチャガラス
５８・・・第２密閉空間
６０・・・バキューム配管
６７・・・第１密閉空間
７２・・・第２密閉空間
７４・・・エア配管
７６・・・レギュレータ
７８・・・コンプレッサ
８２ａ，８２ｂ・・・電磁石
８４ａ，８４ｂ・・・ブロック
８６ａ，８６ｂ・・・ヒンジ
８８ａ，８８ｂ・・・レチクル押さえ部材
９０ａ，９０ｂ・・・永久磁石
９２ａ，９２ｂ・・・電流供給部
９４・・・電流制御部

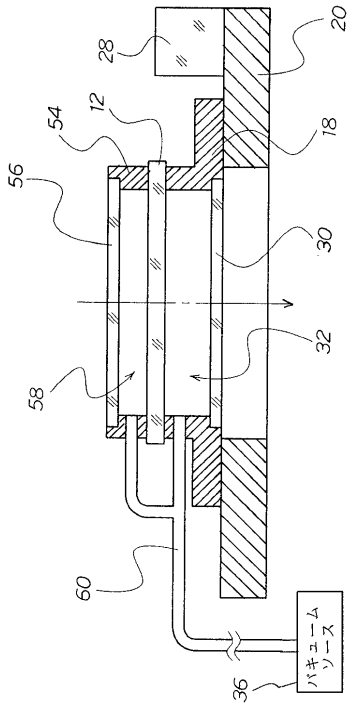
【図１】


10
36
12
28
26
干渉計
40
18
20
レンズ
コントローラ
駆動系
14
24
制 御 部
17
38
16
50
48
干渉計
Z
Y
駆動系
42
44
46

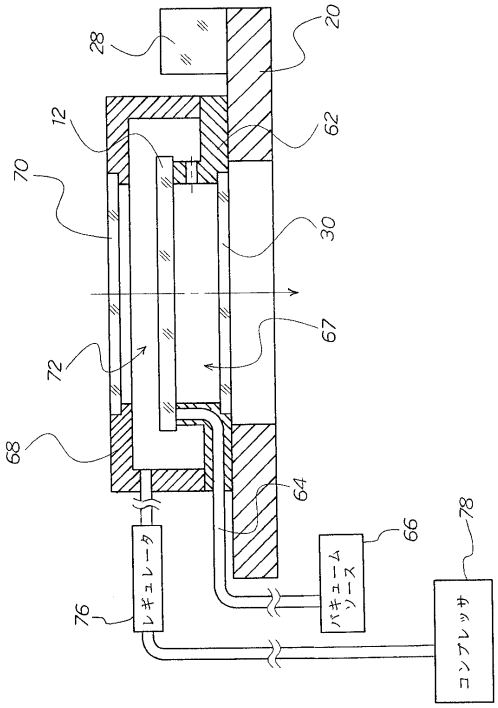
【図２】


28
20
12
18
14
30
32
34
バキューム
ソース
36

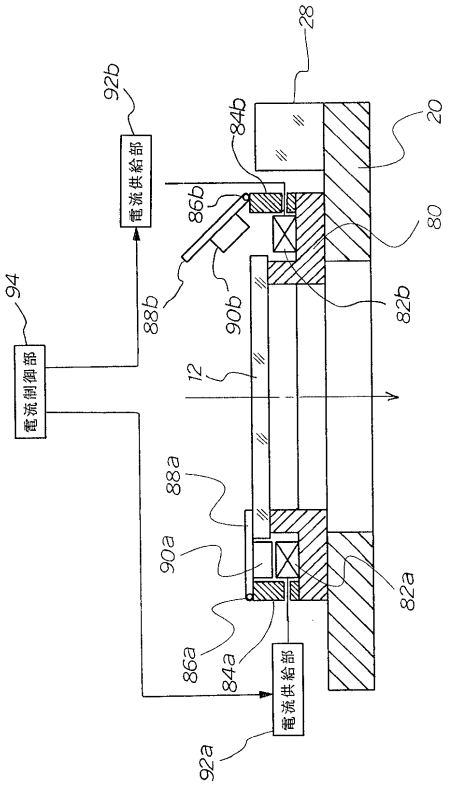
【図３】


28
20
54
12
18
56
30
32
58
60
バキューム
ソース
36

【図４】


28
20
12
62
70
30
67
72
68
64
66
78
レギュレータ
バキューム
ソース
76
コンプレッサ

【図５】


28
92b
84b
20
電流供給部
86b
80
94
88b
90b
82b
電流制御部
12
88a
90a
82a
86a
84a
電流供給部
92a

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
H01L 21/027
G03F 7/20