

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4196675号

(P4196675)

(45) 発行日 平成20年12月17日(2008.12.17)

(24) 登録日 平成20年10月10日(2008.10.10)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 5 F
GO 3 F 7/20 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 2 1
HO 1 L 21/683 (2006.01)	HO 1 L 21/68 P

請求項の数 32 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2002-565351 (P2002-565351)	(73) 特許権者	000004112
(86) (22) 出願日	平成14年2月13日(2002.2.13)		株式会社ニコン
(86) 国際出願番号	PCT/JP2002/001200		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(87) 国際公開番号	W02002/065519	(74) 代理人	100064908
(87) 国際公開日	平成14年8月22日(2002.8.22)		弁理士 志賀 正武
審査請求日	平成17年2月14日(2005.2.14)	(74) 代理人	100108578
(31) 優先権主張番号	特願2001-36130 (P2001-36130)		弁理士 高橋 詔男
(32) 優先日	平成13年2月13日(2001.2.13)	(74) 代理人	100101465
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(72) 発明者	萩原 恒幸
			日本国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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 保持装置、保持方法、露光装置、およびデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平板状の試料の被吸着面を保持する保持装置であって、
 前記被吸着面のうち、所定の面精度を有する第1領域に対向する第1保持部と、
 前記被吸着面のうち、前記第1領域の面精度とは異なる第2領域に対向する第2保持部と、
 前記第1保持部を介して前記第1領域を吸引すると共に、前記第2保持部を介して前記第2領域を吸引する吸引装置とを備える保持装置。

【請求項 2】

請求項1記載の保持装置であって、
 前記第1保持部は、前記第1領域を吸着し、前記第2保持部は、前記第1領域に対して、所定間隔離れた状態で、前記第2領域を吸引する。

【請求項 3】

請求項1又は請求項2記載の保持装置であって、
 前記第1保持部と前記第2保持部とは隣接して配置され、
 隣接する前記第1保持部と前記第2保持部との境界部は、少なくとも前記第1領域に配置されている。

【請求項 4】

請求項1から請求項3のいずれか一項記載の保持装置であって、
 前記第1領域は、前記試料のほぼ中央部に形成されている平面部であり、

10

20

前記第 2 領域は、前記中央部から外側に向かって前記第 2 保持部から離れる方向に形成されたテーパ部である。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項記載の保持装置であって、
前記第 2 保持部の高さ位置は、前記第 1 保持部より前記被吸着面に対して低い位置に設定されている。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項記載の保持装置であって、
前記第 1 保持部は、前記第 1 領域を吸引する第 1 吸引装置を有し、
前記第 2 保持部は、前記第 2 領域を吸引する第 2 吸引装置を有し、
前記第 1 吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量と、
前記第 2 吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量とを個別に制御する制御装置を備える。

10

【請求項 7】

請求項 6 記載の保持装置であって、
前記第 1 吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量は、前記第 2 吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量より多く設定されている。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項記載の保持装置であって、
前記第 1 保持部の前記第 1 領域に対する面積は、前記第 2 保持部の前記第 2 領域に対する面積より大きく設定されている。

20

【請求項 9】

平板状の試料の被吸着面を保持する保持装置であって、
前記試料の被吸着面を吸引し、前記試料を保持する吸着パッドを有し、
前記吸着パッドは、前記被吸着面のうち、所定の面精度を有する第 1 領域と、前記被吸着面のうち、前記第 1 領域の外側に形成され、かつ前記所定の面精度と異なる面精度を有する第 2 領域とを吸引する吸引装置とを備える。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の保持装置であって、
前記吸着パッドは、減圧領域を取り囲む隔壁と、減圧領域内に設けられた複数のピンと、減圧領域内の気体を排気する排気孔とを有する。

30

【請求項 11】

請求項 10 に記載の保持装置であって、
前記第 2 領域は、前記第 1 領域から外側に向かって前記吸着パッドから離れる方向に形成されている。

【請求項 12】

平板状の試料の被吸着面を保持する保持方法であって、
前記被吸着面のうち所定の面精度を有する第 1 領域と、前記被吸着面のうち前記第 1 領域以外の第 2 領域とのそれぞれを、第 1 保持部と第 2 保持部とによってそれぞれ個別に吸着保持する保持方法。

40

【請求項 13】

請求項 12 記載の保持方法であって、
前記第 2 保持部と前記第 2 領域との間に所定の間隔を有しつつ前記保持を行う。

【請求項 14】

請求項 12 記載の保持方法であって、
前記第 1 保持部の前記第 1 領域に対する面積を、前記第 2 保持部の前記第 2 領域に対する面積より大きく設定する。

【請求項 15】

平板状の試料の被吸着面を保持する保持方法であって、
所定の面精度を有する第 1 領域と、前記被吸着面のうち、前記第 1 領域の外側に形成さ

50

れ、かつ前記所定の面精度と異なる面精度を有する第２領域とのそれぞれを、吸着パッドで吸着する保持方法。

【請求項１６】

請求項１５に記載の保持方法であって、

前記吸着パッドは、減圧領域を取り囲む隔壁と、減圧領域内に設けられた複数のピンと、減圧領域内の気体を排気する排気孔とを有する。

【請求項１７】

請求項１６に記載の保持方法であって、

前記第２領域は、前記第１領域から外側に向かって前記吸着パッドから離れる方向に形成されている。

10

【請求項１８】

マスクホルダに保持されたマスクのパターンを基板ホルダに保持された基板に露光する露光装置であって、

前記マスクホルダと前記基板ホルダとの少なくとも一方には、請求項１から請求項１１のいずれか一項に記載の保持装置が用いられている露光装置。

【請求項１９】

リソグラフィ工程を備えるデバイス製造方法であって、

前記リソグラフィ工程で請求項１８記載の露光装置を用いるデバイス製造方法。

【請求項２０】

所定の許容範囲内で吸着面が第１の方向に向けて凸状を有するマスクを、前記第１の方向に対向して配置された一对の第１吸着保持部で保持するマスクの保持方法であって、

20

前記各第１吸着保持部における前記マスクの中心側の支持点と外側の支持点との間隔をそれぞれ l_1 、前記各第１吸着保持部のそれぞれにおける前記中心側の支持点間の間隔を l_2 、前記中心側の支持点に前記マスクが載置されたときに生じる前記外側の支持点と前記マスクとの間隔を δ 、大気圧と前記第１吸着保持部の吸着面積との積を P 、前記マスクの縦弾性係数を E 、前記マスクの断面２次モーメントを I としたとき、

$$\delta < P l_1^2 (2 l_1 + 3 l_2) / 6 E I$$

の関係式を満たすように前記マスクを保持するマスク保持方法。

【請求項２１】

請求項２０記載のマスク保持方法であって、

30

前記第１吸着保持部を用いて、前記マスクの吸着面における面精度保証領域を保持するとともに、前記面精度保証領域外を第２吸着保持部を用いて保持する。

【請求項２２】

請求項２１記載の保持方法であって、

前記第１吸着保持部を用いて前記マスクを吸着した際、前記第２吸着保持部と前記マスクとの間に所定の間隔を有するように前記マスクを保持する。

【請求項２３】

所定の許容範囲内で吸着面が第１の方向に向けて凸状を有するマスクを、前記第１の方向に対向して配置された一对の第１吸着保持部で保持するマスクの保持装置であって、

40

前記各第１吸着保持部における前記マスクの中心側の支持点と外側の支持点との間隔をそれぞれ l_1 、前記各第１吸着保持部のそれぞれにおける前記中心側の支持点間の間隔を l_2 、前記中心側の支持点に前記マスクが載置されたときに生じる前記外側の支持点と前記マスクとの間隔を δ 、大気圧と前記第１吸着保持部の吸着面積との積を P 、前記マスクの縦弾性係数を E 、前記マスクの断面２次モーメントを I としたとき、

$$\delta < P l_1^2 (2 l_1 + 3 l_2) / 6 E I$$

の関係式を満たすように前記第１吸着保持部がそれぞれ配置されているマスク保持装置。

【請求項２４】

請求項２３記載のマスク保持装置であって、

前記第１吸着保持部を用いて、前記マスクの吸着面における面精度保証領域を保持するとともに、前記面精度保証領域外を保持する第２吸着保持部をさらに有する。

50

【請求項 25】

請求項 24 記載のマスク保持装置であって、

前記第 1 吸着保持部を用いて前記マスクを吸着した際、前記第 2 吸着保持部と前記マスクとの間に所定の間隔を有するように前記マスクを保持する。

【請求項 26】

平面状の試料の被吸着面を保持する保持装置であって、

平面状の試料の周辺部を吸着保持するための保持部を有し、

前記保持部は、前記試料の被吸着面に接触して前記試料を吸着する第 1 の保持部と、前記第 1 保持部よりも前記試料の外側に配置され、前記第 1 保持部より内側の前記試料の被吸着面における歪みを抑えるように前記試料の被吸着面と微小な間隔を持って前記試料を吸着する第 2 の保持部と、を備えることを特徴とする保持装置。

10

【請求項 27】

請求項 26 記載の保持装置であって、

前記保持部は、前記第 1 の保持部と前記第 2 の保持部とを形成するための隔壁部と、前記隔壁部の内部に配置された多数のピン部材とから構成される。

【請求項 28】

請求項 26 記載の保持装置であって、

前記第 2 保持部の吸引部は、前記第 1 の保持部の吸引部よりも低く配置されている。

【請求項 29】

請求項 26 記載の保持装置であって、

前記第 2 保持部の吸引部は、前記第 1 の保持部の吸引部と繋がっており、

前記第 2 保持部の吸引部を前記第 1 保持部の吸引部とともに吸引する吸引装置をさらに有する。

20

【請求項 30】

マスクホルダに保持されたマスクのパターンを基板上に露光する露光装置であって、

前記マスクホルダとして請求項 26 から請求項 29 のいずれか一項に記載の保持装置が用いられている露光装置。

【請求項 31】

平面状の試料の被吸着面を保持する保持装置であって、

平面状の試料の周辺部を吸着保持するための保持部を有し、

前記保持部は、前記試料の被吸着面に接触して前記試料を吸着する第 1 の保持部と、前記第 1 保持部よりも前記試料の外側に配置され、前記第 1 保持部よりも吸引部が低く配置された第 2 の保持部と、を備えることを特徴とする保持装置。

30

【請求項 32】

マスクホルダに保持されたマスクのパターンを基板上に露光する露光装置であって、

前記マスクホルダとして請求項 31 記載の保持装置が用いられている露光装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、保持装置及び保持方法、並びにこの保持装置に保持されたマスクと基板とを用いてマスクのパターンを基板に露光する露光装置に関し、特に液晶表示素子や半導体素子等のデバイスを製造する際に、リソグラフィ工程で用いて好適な保持装置及び保持方法、露光装置、並びにデバイス製造方法に関する。

40

【0002】**【従来の技術】**

従来より、半導体デバイスの製造工程の 1 つであるリソグラフィ工程においては、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と称する）に形成された回路パターンをレジスト（感光剤）が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板上に転写する種々の露光装置が用いられている。例えば、半導体デバイス用の露光装置としては、近年における集積回路の高集積化に伴うパターンの最小線幅（デバイスルール）の微細化に応じて、レチクルの

50

パターンを投影光学系を用いてウエハ上に縮小転写する縮小投影露光装置が主として用いられている。

【 0 0 0 3 】

上述のような露光装置では、レチクルのパターンをウエハに転写する際、レチクルをレチクルホルダに真空吸着によって保持しているが、このようなレチクルホルダの従来例として、図 2 6 に示すようなものがある。図 2 6 はレチクルを保持するレチクルホルダを示す斜視図である。この図に示すように、レチクルホルダ 1 0 0 は、中央部に形成された開口 1 0 2 と、上面の複数位置（3 箇所）に設けられた台座部 1 0 4 と、台座部 1 0 4 の上面にそれぞれ設けられた吸着パッド 1 0 6 とを備えている。なお、レチクルホルダ 1 0 0 はベース 1 1 0 に対して X Y 方向に 2 次元移動可能に設けられている。吸引パッド 1 0 6 はレチクル R の下面と対向する位置に設けられており、不図示のコンプレッサ（吸引装置）に接続されている。そして、コンプレッサでレチクル R の下面と吸着パッド 1 0 6 との間の空間の気体を吸引して、レチクル R の下面と吸着パッド 1 0 6 との間の空間の圧力を外気圧より低くすることにより、レチクル R はレチクルホルダ 1 0 0 に吸着保持される。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、レチクル R は下面中央部にパターンを有するものであって、パターン面（すなわちレチクル R 下面中央部）にはこのパターン面を保護するためのペリクル P E が設けられている。したがって、レチクルホルダ 1 0 0 は、レチクル R 下面のうちペリクル P E が設けられている以外の部分を吸着保持することになる。

【 0 0 0 5 】

レチクルホルダ 1 0 0 がレチクル R を安定して保持するためには、レチクルホルダ 1 0 0 の吸着パッド 1 0 6 とレチクル R との接面は大きいほうが好ましい。しかしながら、上述したように、レチクル R はペリクル P E によってレチクルホルダ 1 0 0 に吸着される面の大きさ（面積）を制約されている。レチクル R 下面のうちペリクル P E 以外の部分の広い領域を吸着保持しようとする、所定の面精度を有していない、例えばレチクル R 下面の外縁部の領域（以下、「精度非保証領域」と称する）までレチクルホルダ 1 0 0 で吸着保持しなければならない。この場合、レチクル R の吸着パッド 1 0 6 に対する接面が歪んでしまうと、この歪みの影響が、レチクル R 中央部の所定の面精度を有している領域（以下、「精度保証領域」と称する）にまで及んでパターン面の面精度が低下し、精度良い露光処理を行うことができないといった問題が生じる。

【 0 0 0 6 】

一方、レチクル R 下面のペリクル P E 以外の部分において、精度保証領域であるペリクル P E 近傍の領域（以下、「内縁領域」と称する）を吸着保持することも考えられる。しかしながら、この内縁領域をレチクルホルダ 1 0 0 が保持することは、レチクルホルダ 1 0 0 に対してレチクル R をロード・アンロードするための搬送装置とレチクルホルダ 1 0 0 とが干渉するため好ましくない。すなわち、レチクルホルダ 1 0 0 に対してレチクル R をロード・アンロードする際にはフォーク部を有する搬送装置が用いられるが、このフォーク部によってレチクル R を支持する場合、フォーク部はレチクル R 下面のペリクル P E 以外の部分を支持することになる。この搬送装置を用いてレチクルホルダ 1 0 0 に対してレチクル R をロード・アンロードする際、レチクルホルダ 1 0 0 とフォーク部との干渉を防ぐために、レチクルホルダ 1 0 0 の台座部 1 0 4 の形状や大きさ、あるいは吸着パッド 1 0 6 の位置や大きさが制約を受けることになり、レチクル R が吸着される面の位置や大きさも制約を受けることになる。

【 0 0 0 7 】

また、レチクル R 下面のうちペリクル P E 以外の部分であって、上記搬送装置との干渉が生じない領域に存在する精度保証領域のみを吸着保持することも考えられるが、レチクル R の吸着される面が小さくなるので、レチクルホルダ 1 0 0 のレチクル R に対する保持力が弱くなり、例えばこのレチクルホルダ 1 0 0 をベース 1 1 0 に対して高速で移動した際、レチクルホルダ 1 0 0 上のレチクル R が慣性力によってずれてしまうおそれが生じる

。レチクルRの吸着される面が小さい場合、コンプレッサによる吸引力を大きくして、レチクルRに対する保持力を高めることも考えられるが、レチクルRに対して局所的な力が作用されることになるので、この場合もレチクルRが歪んでしまうおそれが生じる。

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、精度保証領域の面精度を悪化させることなく、安定してレチクル（マスク）を保持することができる保持装置及び保持方法、及びこの保持装置を備えて精度良い露光処理を行うことができる露光装置、並びに、精度良くデバイスを製造することができるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様は、平板状の試料の被吸着面を保持する保持装置である。この保持装置は、前記被吸着面のうち、所定の面精度を有する第1領域に対向する第1保持部と、前記被吸着面のうち、前記第1領域の面精度とは異なる第2領域に対向する第2保持部と、前記第1保持部を介して前記第1領域を吸引する共に、前記第2保持部を介して前記第2領域を吸引する吸引装置とを備える。

【0010】

前記第1保持部は、前記第1領域を吸着し、前記第2保持部は、前記第2領域に対して、所定間隔離れた状態で、前記第1領域を吸引するようにしてもよい。

【0011】

本発明の第2の態様は、平板状の試料の被吸着面を保持する保持方法である。この保持方法は、前記被吸着面のうち所定の面精度を有する第1領域と、前記被吸着面のうち前記第1領域以外の第2領域とのそれぞれを、第1保持部と第2保持部とによってそれぞれ個別に吸着保持する。

【0012】

以上の装置および方法によれば、被吸着面のうち所定の面精度を有する第1領域と、被吸着面のうち第1領域以外の第2領域とのそれぞれを、第1保持部と第2保持部とによってそれぞれ個別に吸着保持するようにしたので、第1保持部によって試料全体の面精度を悪化させずに試料を安定して保持することができるとともに、第2保持部によって試料の吸着される面全体の大きさを大きくすることができ、安定した保持を実現することができる。

【0013】

前記第1保持部及び第2保持部のそれぞれは、被吸着面に対してそれぞれ複数位置に配置されていてもよい。この場合には、試料を安定して保持することができる。

【0014】

前記第1保持部と第2保持部とは隣接して配置され、これら第1保持部と第2保持部との境界部は、少なくとも試料の第1領域に配置されていてもよい。この場合には、試料が撓むように変形しようとしても試料と第1保持部との剥離が抑えられる。したがって、保持装置は試料を安定して保持することができる。

【0015】

前記第2保持部と試料の第2領域とが所定の間隔を有するように設定されていてもよい。この場合には、第2保持部の第2領域に対する吸引力は、第1保持部の第1領域に対する吸引力より小さくなる。したがって、第2保持部が第2領域を強い吸引力で吸引することに起因する試料の変形を抑えることができる。

【0016】

前記第1領域は、前記試料のほぼ中央部に形成されている平面部であり、前記第2領域は、前記中央部から外側に向かって前記第2保持部から離れる方向に形成されたテーパ部であってもよい。前記第2保持部の高さ位置は、前記第1保持部より前記被吸着面に対して低い位置に設定されていてもよい。前記第1保持部は、前記第1領域を吸引する第1吸引装置を有し、前記第2保持部は、前記第2領域を吸引する第2吸引装置を有し、前記第1吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量と、前記第2吸引装置による単位時間あ

10

20

30

40

50

たりの気体の吸引量とを個別に制御する制御装置を備えていてもよい。

【 0 0 1 7 】

前記第 1 吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量と、第 2 吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量とを制御してもよい。前記第 1 吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量は、前記第 2 吸引装置による単位時間あたりの気体の吸引量より多く設定されていてもよい。この場合には、第 2 保持部の第 2 領域に対する吸引力を、第 1 保持部の第 1 領域に対する吸引力より小さくでき、第 2 保持部が第 2 領域を強い吸引力で吸引することに起因する試料の変形を抑えることができる。

【 0 0 1 8 】

前記第 1 保持部の第 1 領域に対する面積を、第 2 保持部の第 2 領域に対する面積より大きく設定してもよい。この場合には、第 2 保持部の第 2 領域に対する吸引力を、第 1 保持部の第 1 領域に対する吸引力より小さくすることができるので、第 2 保持部が第 2 領域を強い吸引力で吸引することに起因する試料の変形を抑えることができる。

【 0 0 1 9 】

本発明の他の態様は、平板状の試料の被吸着面を保持する保持装置である。この保持装置は、前記試料の被吸着面を吸引し、前記試料を保持する吸着パッドを有し、前記吸着パッドは、前記被吸着面のうち、所定の面精度を有する第 1 領域と、前記被吸着面のうち、前記第 1 領域の外側に形成され、かつ前記所定の面精度と異なる面精度を有する第 2 領域とを吸引する吸引装置とを備える。

【 0 0 2 0 】

前記吸着パッドは、減圧領域を取り囲む隔壁と、減圧領域内に設けられた複数のピンと、減圧領域内の気体を排気する排気孔とを有してもよい。前記第 2 領域は、前記第 1 領域から外側に向かって前記吸着パッドから離れる方向に形成されていてもよい。

【 0 0 2 1 】

本発明の第 3 の態様は、マスクホルダに保持されたマスクのパターンを基板ホルダに保持された基板に露光する露光装置である。この装置は、マスクホルダと基板ホルダとの少なくとも一方には、前記保持装置が用いられている。

【 0 0 2 2 】

本発明の露光装置によれば、マスクあるいは基板を所定の面精度に維持した状態で安定して保持しつつ露光処理を行うことができるので、精度良い露光処理を実現することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明の他の態様は、リソグラフィ工程を備えるデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ工程で前記露光装置を用いる。

【 0 0 2 4 】

本発明のデバイス製造方法によれば、マスクあるいは基板を所定の面精度に維持した状態で精度良く安定した露光処理を行うことができる露光装置を用いたので、高品質なデバイスを製造することができる。

【 0 0 2 5 】

本発明の他の態様は、所定の許容範囲内で吸着面が第 1 の方向に向けて凸状を有するマスクを、前記第 1 の方向に対向して配置された一対の第 1 吸着保持部で保持するマスクの保持方法である。この方法では、前記各第 1 吸着保持部における前記マスクの中心側の支持点と外側の支持点との間隔をそれぞれ l_1 、前記各第 1 吸着保持部のそれぞれにおける前記中心側の支持点間の間隔を l_2 、前記中心側の支持点に前記マスクが載置されたときに生じる前記外側の支持点と前記マスクとの間隔を δ 、大気圧と前記第 1 吸着保持部の吸着面積との積を P 、前記マスクの縦弾性係数を E 、前記マスクの断面 2 次モーメントを I としたとき、

$$\delta < P l_1^2 (2 l_1 + 3 l_2) / 6 E I$$

の関係式を満たすように前記マスクを保持する。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

また、本発明の他の態様は、所定の許容範囲内で吸着面が第 1 の方向に向けて凸状を有するマスクを、前記第 1 の方向に対向して配置された一対の第 1 吸着保持部で保持するマスクの保持装置である。この装置では、前記各第 1 吸着保持部における前記マスクの中心側の支持点と外側の支持点との間隔をそれぞれ l_1 、前記各第 1 吸着保持部のそれぞれにおける前記中心側の支持点間の間隔を l_2 、前記中心側の支持点に前記マスクが載置されたときに生じる前記外側の支持点と前記マスクとの間隔を δ 、大気圧と前記第 1 吸着保持部の吸着面積との積を P 、前記マスクの縦弾性係数を E 、前記マスクの断面 2 次モーメントを I としたとき、

$$\delta < P l_1^2 (2 l_1 + 3 l_2) / 6 E I$$

の関係式を満たすように前記第 1 吸着保持部がそれぞれ配置されている。

10

【0027】

前記方法および装置によれば、第 1 吸着保持部によってマスク全体の面精度を悪化させずにマスクを安定して保持することができるとともに、マスクが吸着される面全体の大きさを大きくすることができ、安定したマスク保持を実現することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ、本発明の好適な実施例について説明する。ただし、本発明は以下の各実施例に限定されるものではなく、例えばこれら実施例の構成要素同士を適宜組み合わせてもよい。

【0029】

20

[第一実施例]

まず、本発明の保持装置及び露光装置の第一実施例について図 1 ~ 図 6 を参照しながら説明する。図 1 は露光装置の全体概略図であり、図 2 は露光装置を構成するレチクルホルダ（保持装置、マスクホルダ）を有するレチクルステージの外観斜視図である。また、図 3 はレチクルホルダの外観斜視図であり、図 4 はレチクルホルダの要部拡大図である。図 5 はレチクルホルダにレチクルが保持された状態を示す概略図であって、図 5 A は上面図、図 5 B は図 5 A の A - A 矢視断面図である。図 6 はレチクルホルダにレチクルが保持された際の要部拡大断面図である。

【0030】

図 1 に示す露光装置 1 は、光源（不図示）からの露光用照明光により平板状に形成されたレチクル（試料、マスク）R 上の矩形状（あるいは円弧状）の照明領域を均一な照度で照明する照明光学系 I U と、レチクル R を保持するレチクルホルダ 1 8 と、レチクルホルダ 1 8 を含む移動可能なレチクルステージ（マスクステージ）2 及びレチクルステージ 2 を支持するレチクル定盤 3 を含むステージ装置 4 と、レチクル R から射出される照明光をウエハ（基板、感光基板）W 上に投影する投影光学系 P L と、ウエハ W を保持するウエハホルダ（保持装置）と、ウエハホルダ 4 1 を含む移動可能なウエハステージ（基板ステージ）5 及び該ウエハステージ 5 を支持するウエハ定盤 6 を含むステージ装置 7 と、上記ステージ装置 4 及び投影光学系 P L を支持するボディ 8 とから概略構成されている。なお、ここで投影光学系 P L の光軸方向を Z 方向とし、この Z 方向と直交する方向でレチクル R とウエハ W の同期移動方向を Y 方向とし、非同期移動方向を X 方向とする。また、それぞれの軸周りの回転方向を θ_Z 、 θ_Y 、 θ_X とする。

30

【0031】

照明光学系 I U は、ボディ 8 の上面に固定された支持コラム 9 によって支持される。なお、露光用照明光としては、例えば超高圧水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）および Kr F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（DUV 光）や、Ar F エキシマレーザ光（波長 193 nm）および F₂ レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（VUV）などが用いられる。

40

【0032】

ボディ 8 は、床面に水平に載置されたベースプレート 10 上に設置されており、その上部側および下部側には、内側に向けて突出する段部 8 a および 8 b がそれぞれ形成されて

50

いる。

【 0 0 3 3 】

ステージ装置 4 のうち、レチクル定盤 3 は、各コーナーにおいてボディ 8 の段部 8 a に防振ユニット 1 1 を介してほぼ水平に支持されており（なお、紙面奥側の防振ユニットについては図示せず）、その中央部にはレチクル R に形成されたパターン像が通過する開口 3 a が形成されている。なお、レチクル定盤 3 の材料として金属やアルミナセラミックスを用いることができる。防振ユニット 1 1 は、内圧が調整可能なエアマウント 1 2 とボイスコイルモータ 1 3 とが段部 8 a 上に直列に配置された構成になっている。これら防振ユニット 1 1 によって、ベースプレート 1 0 およびボディ 8 を介してレチクル定盤 3 に伝わる微振動がマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている（G は重力加速度）。 10

【 0 0 3 4 】

レチクル定盤 3 上には、レチクルステージ 2 が該レチクル定盤 3 に沿って 2 次元的に移動可能に支持されている。レチクルステージ 2 の底面には、複数のエアベアリング（気体軸受）1 4 が固定されており、これらのエアベアリング 1 4 によってレチクルステージ 2 がレチクル定盤 3 上に数ミクロン程度のクリアランスを介して浮上支持されている。また、レチクルステージ 2 の中央部には、レチクル定盤 3 の開口 3 a と連通し、レチクル R のパターン像が通過する開口 2 a が形成されている。

【 0 0 3 5 】

開口 2 a、3 a を通過したレチクル R のパターン像は投影光学系 P L に入射する。投影光学系 P L として、ここでは物体面（レチクル R）側と像面（ウエハ W）側との両方がテレセントリックで円形の投影視野を有し、石英や蛍石を光学硝材とした屈折光学素子（レンズ素子）からなる 1 / 4（または 1 / 5）縮小倍率の屈折光学系が使用されている。このため、レチクル R に照明光が照射されると、レチクル R 上の回路パターンのうち、照明光で照明された部分からの結像光束が投影光学系 P L に入射し、その回路パターンの部分倒立像が投影光学系 P L の像面側の円形視野の中央にスリット状に制限されて結像される。これにより、投影された回路パターンの部分倒立像は、投影光学系 P L の結像面に配置されたウエハ W 上の複数のショット領域のうち、1 つのショット領域表面のレジスト層に縮小転写される。 20

【 0 0 3 6 】

投影光学系 P L の鏡筒部の外周には、該鏡筒部に一体化されたフランジ 2 3 が設けられている。そして、投影光学系 P L は、ボディ 8 の段部 8 b に防振ユニット 2 4 を介してほぼ水平に支持された鋳物等で構成された鏡筒定盤 2 5 に、光軸方向を Z 方向として上方から挿入されるとともに、フランジ 2 3 が係合している。なお、鏡筒定盤 2 5 として、高剛性・低熱膨張のセラミックス材を用いてもよい。 30

【 0 0 3 7 】

フランジ 2 3 の素材としては、低熱膨張の材質、例えばインバー（Inver；ニッケル 36%、マンガン 0.25%、および微量の炭素と他の元素を含む鉄からなる低膨張の合金）が用いられている。このフランジ 2 3 は、投影光学系 P L を鏡筒定盤 2 5 に対して点と面と V 溝とを介して 3 点で支持する、いわゆるキネマティック支持マウントを構成している。このようなキネマティック支持構造を採用すると、投影光学系 P L の鏡筒定盤 2 5 に対する組み付けが容易で、しかも組み付け後の鏡筒定盤 2 5 および投影光学系 P L の振動、温度変化等に起因する応力を最も効果的に軽減できるという利点がある。 40

【 0 0 3 8 】

防振ユニット 2 4 は、鏡筒定盤 2 5 の各コーナーに配置され（なお、紙面奥側の防振ユニットについては図示せず）、内圧が調整可能なエアマウント 2 6 とボイスコイルモータ 2 7 とが段部 8 b 上に直列に配置された構成になっている。これら防振ユニット 2 4 によって、ベースプレート 1 0 およびボディ 8 を介して鏡筒定盤 2 5（ひいては投影光学系 P L）に伝わる微振動がマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている。

【 0 0 3 9 】

ステージ装置 7 は、ウエハステージ 5、このウエハステージ 5 を X Y 平面に沿った 2 次 50

元方向に移動可能に支持するウエハ定盤 6、ウエハステージ 5 と一体的に設けられウエハ W を吸着保持する試料台 S T、これらウエハステージ 5 及び試料台 S T を相対移動自在に支持する X ガイドステージ X G、X ガイドステージ X G と同期移動する同期ステージ装置を主体に構成されている。ウエハステージ 5 の底面には、非接触ベアリングである複数のエアベアリング（気体軸受）2 8 が固定されており、これらのエアベアリング 2 8 によってウエハステージ 5 がウエハ定盤 6 上に、例えば数ミクロン程度のクリアランスを介して浮上支持されている。

【 0 0 4 0 】

ウエハ定盤 6 は、ベースプレート 1 0 の上方に、防振ユニット 2 9 を介してほぼ水平に支持されている。防振ユニット 2 9 は、ウエハ定盤 6 の各コーナーに配置され（なお、紙面奥側の防振ユニットについては図示せず）、内圧が調整可能なエアマウント 3 0 とボイスコイルモータ 3 1 とがベースプレート 1 0 上に並列に配置された構成になっている。これら防振ユニット 2 9 によって、ベースプレート 1 0 を介してウエハ定盤 6 に伝わる微振動がマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている。

【 0 0 4 1 】

X ガイドステージ X G は、X 方向に沿った長尺形状を呈しており、その長さ方向両端には電機子ユニットからなる可動子 3 6、3 6 がそれぞれ設けられている。これらの可動子 3 6、3 6 に対応する磁石ユニットを有する固定子 3 7、3 7 は、ベースプレート 1 0 に突設された支持部 3 2、3 2 に設けられている。そして、これら可動子 3 6 および固定子 3 7 によってムービングコイル型のリニアモータ 3 3、3 3 が構成されており、可動子 3 6 が固定子 3 7 との間の電磁氣的相互作用により駆動されることで、X ガイドステージ X G は Y 方向に移動するとともに、リニアモータ 3 3、3 3 の駆動を調整することで θ Z 方向に回転移動する。すなわち、このリニアモータ 3 3 によって X ガイドステージ X G とほぼ一体的にウエハステージ 5（および試料台 S T、以下単にウエハステージ 5 と称する）が Y 方向および θ Z 方向に駆動されるようになっている。

【 0 0 4 2 】

また、X ガイドステージ X G の - X 方向側には、X トリムモータの可動子 3 4 a が取り付けられている。X トリムモータの固定子 3 4 b はボディ 8 に設けられている。このため、ウエハステージ 5 を X 方向に駆動する際の反力は、X トリムモータ 3 4 およびボディ 8 を介してベースプレート 1 0 に伝達される。

【 0 0 4 3 】

ウエハステージ 5 は、X ガイドステージ X G との間に Z 方向に所定量のギャップを維持する磁石およびアクチュエータからなる磁気ガイドを介して、X ガイドステージ X G に X 方向に相対移動自在に非接触で支持・保持されている。また、ウエハステージ 5 は、X ガイドステージ X G に埋設された X リニアモータ 3 5 による電磁氣的相互作用により X 方向に駆動される。なお、ウエハステージ 5 の上面には、ウエハホルダ 4 1 を介してウエハ W が真空吸着等によって固定される。

【 0 0 4 4 】

ステージ装置 7 には、試料台 S T の位置情報を検出するための試料台検出装置が配設されている。このうち、試料台検出装置は、試料台 S T 上の側縁に Y 方向に沿って延設された X 移動鏡 4 3 と、X 移動鏡 4 3 に対向配置されたレーザ干渉計（干渉計）4 4 とを備えている。レーザ干渉計 4 4 は、X 移動鏡 4 3 の反射面と投影光学系 P L の鏡筒下端に固定された参照鏡 4 2 とに向けてそれぞれレーザ光（検知光）を照射するとともに、その反射光と入射光との干渉に基づいて、X 移動鏡 4 3 と参照鏡 4 2 との相対変位を計測することにより、試料台 S T（ひいてはウエハ W）の X 方向の位置を所定の分解能、例えば 0.5 ~ 1 nm 程度の分解能でリアルタイムに検出する。同様に、図 1 には図示されていないが、試料台 S T 上の側縁に X 方向に沿って延設された Y 移動鏡と、この Y 移動鏡に対して X 方向に間隔をあけて対向配置された Y レーザ干渉計（干渉計）とが設けられており、Y レーザ干渉計は、Y 移動鏡の反射面と投影光学系 P L の鏡筒下端に固定された参照鏡（不図示）とに向けてそれぞれレーザ光（検知光）を照射するとともに、その反射光と入射光と

の干渉に基づいて、Y移動鏡と参照鏡との相対変位を計測することにより、試料台ST（ひいてはウエハW）のY方向の位置、およびθZ方向（相対移動方向と直交する軸線回り）の位置（Z軸回りの回転）を所定の分解能、例えば0.5～1nm程度の分解能でリアルタイムに検出する。

【0045】

さらに、投影光学系PLのフランジ23には、異なる3カ所に3つのレーザ干渉計45が固定されている（ただし、図1においてはこれらのレーザ干渉計のうち1つが代表的に示されている）。各レーザ干渉計45に対向する鏡筒定盤25の部分には、開口25aがそれぞれ形成されており、これらの開口25aを介して各レーザ干渉計45からZ方向のレーザビーム（測長ビーム）がウエハ定盤6に向けて照射される。ウエハ定盤6の上面の各測長ビームの対向位置には、反射面がそれぞれ形成されている。このため、上記3つのレーザ干渉計45によってウエハ定盤6の異なる3点のZ位置がフランジ23を基準としてそれぞれ計測される（ただし、図1においては、ウエハステージ5上のウエハWの中央のショット領域が投影光学系PLの光軸の直下にある状態が示されているため、測長ビームがウエハステージ5で遮られた状態になっている）。なお、試料台STの上面に反射面を形成して、この反射面上の異なる3点のZ方向位置を投影光学系PLまたはフランジ23を基準として計測する干渉計を設けてもよい。

【0046】

次に、図2～図6を参照しながらレチクルホルダ18を備えたレチクルステージ2について詳述する。

【0047】

図2～図4に示すように、レチクルステージ2は、レチクル粗動ステージ16と、このレチクル粗動ステージ16上に設けられたレチクル微動ステージとしてのレチクルホルダ（保持装置）18とを備えている（なお、図1では、これらを1つのステージとして図示している）。

【0048】

図2に示すように、レチクル粗動ステージ16には一対のYリニアモータ（ステージ駆動装置）15、15が接続されており、レチクル粗動ステージ16はレチクル定盤3上をこれらYリニアモータ15、15によってY軸方向に所定ストロークで駆動されるようになっている。各Yリニアモータ15は、レチクル定盤3上に非接触ベアリングである複数のエアベアリング19によって浮上支持されY軸方向に延びる固定子20と、この固定子20に対応して設けられ、連結部材22を介してレチクル粗動ステージ16に固定された可動子21とから構成されている。このため、運動量保存の法則により、レチクル粗動ステージ16の+Y方向の移動に応じて、固定子20は-Y方向に移動する。この固定子20の移動によりレチクル粗動ステージ16の移動に伴う反力を相殺するとともに、重心位置の変化を防ぐことができる。

【0049】

また、固定子20は、レチクル定盤3上に代えて、ボディ8に設けてもよい。固定子20をボディ8に設ける場合には、エアベアリング19を省略し、固定子20をボディ8に固定して、レチクル粗動ステージ16の移動により固定子20に作用する反力をボディ8を介して床に逃がしてもよい。

【0050】

レチクル粗動ステージ16は、レチクル定盤3の中央部に形成された上部突出部3bの上面に固定されY軸方向に延びる一対のYガイド51、51によってY軸方向に案内されるようになっている。また、レチクル粗動ステージ16は、これらYガイド51、51に対して不図示のエアベアリング（気体軸受）によって非接触で支持されている。レチクル粗動ステージ16及びYガイド51、51は、例えば金属やアルミナセラミックスによって構成されている。

【0051】

図2、図3に示すように、レチクルホルダ（レチクル微動ステージ）18には一対のX

10

20

30

40

50

ボイスコイルモータ 17 X と一対の Y ボイスコイルモータ 17 Y とが設けられている。レチクルホルダ 18 は、不図示のエアベアリングによりレチクル粗動ステージ 16 の上面 16 a に対して浮上した状態で、前記ボイスコイルモータによってレチクル粗動ステージ 16 上において X、Y、θ Z 方向に微小駆動されるようになっている。

【0052】

レチクルホルダ 18 はセラミックスによって構成されており、特にコージェライト系のセラミックスによって構成されている。このコージェライト系材料は、熱膨張率が殆ど無いため、レチクルホルダ 18 は、ステージ駆動装置としてのアクチュエータ（ボイスコイルモータ）等から発する熱に起因する膨張を抑えられている。また、レチクル粗動ステージ 16 もセラミックスによって構成されており、コージェライトまたは SiC からなるセラミックスを用いることができる。なお、レチクル粗動ステージ 16 をステンレス鋼などの金属によって構成してもよい。

【0053】

レチクルホルダ 18 の - Y 方向の端部には、コーナキューブからなる一対の Y 移動鏡 52 a、52 b が設けられており、レチクルホルダ 18 の + X 方向の端部には、Y 軸方向に延びる平面ミラーからなる X 移動鏡 53 が設けられている。そして、これら移動鏡 52 a、52 b、53 に対して測長ビームを照射する 3 つのレーザ干渉計（いずれも不図示）が各移動鏡との距離を計測することにより、レチクルステージ 2 の X、Y、θ Z（Z 軸回りの回転）方向の位置が高精度に計測される。レーザ干渉計によって計測したレチクルステージ 2（レチクルホルダ 18、レチクル粗動ステージ 16）の位置情報は制御装置に出力され、制御装置はこのレーザ干渉計の計測結果に基づいて、レチクルステージ 2 を所定の位置に移動するようにステージ駆動装置（リニアモータ 15、ボイスコイルモータ 17 X、17 Y）を駆動する。

【0054】

同様に、ウエハステージ 5 用リニアモータ 33、35 の駆動も、不図示の制御装置により統括的に制御される。

【0055】

図 3 に示すように、レチクルホルダ 18 は、Z 方向に突出するように複数の所定位置にそれぞれ設けられた台座部 60（60 A、60 B、60 C）と、台座部 60 の上面にそれぞれ設けられた吸着パッド 62 とを備えている。本実施例においては、台座部 60 及び吸着パッド 62 はそれぞれ 3 つずつ設けられている。レチクルホルダ 18 の中央部には、前述したように、レチクル R のパターン像が通過可能な開口 2 a が形成されている。同様に、レチクル粗動ステージ 16 の中央部にも開口 2 a が形成されている。

【0056】

図 4、図 5 に示すように、台座部 60 に設けられている吸着パッド 62 のそれぞれは、Y 方向にのびるように形成された環状溝部 61 と、この環状溝部 61 の内側に形成されている境界部 65 と、環状溝部 61 に連続する第 1 細孔（第 1 吸引装置）70 a 及び第 2 細孔（第 2 吸引装置）70 b とを備えている。図 4 に示すように、細孔 70 a、70 b のそれぞれは吸引通路 71 を介してコンプレッサ（吸引装置）72 に接続されている。細孔 70 a は、環状溝部 61 のうち、開口 2 a 側の直線部分である第 1 吸引部（第 1 保持部）63 に配置されており、細孔 70 b は、環状溝部 61 のうち、開口 2 a と反対側の直線部分である第 2 吸引部（第 2 保持部）64 に配置されている（第 1 吸引部 63 及び第 2 吸引部 64 は図 5 A の斜線部分参照）。すなわち、第 1 吸引部 63 及び第 2 吸引部 64 のそれぞれは、レチクル R の下面 R a に対してそれぞれ複数位置（3 箇所）に配置されており、第 1 吸引部 63 と第 2 吸引部 64 とは、境界部 65 を挟んで隣接して配置された構成となっている。

【0057】

吸引通路 71 のそれぞれには、細孔 70 a、70 b から吸引する単位時間あたりの気体の吸引量を調整可能なバルブ 71 a が設けられている。このバルブ 71 a の動作は制御装置 CONT によってそれぞれ個別に制御されるようになっている。すなわち、第 1 細孔 7

10

20

30

40

50

0 aによる単位時間あたりの気体の吸引量と、第2細孔70 bによる単位時間あたりの気体の吸引量とは制御装置CONTによってそれぞれ個別に制御可能となっている。なお、図4には台座部60 A、60 Bに設けられている吸着パッド62のみが示されているが、台座部60 Cに設けられている吸着パッドも同様の構成を有している。

【0058】

図3、図5 B、図6に示すように、レチクルRは、下面(被吸着面)Raの中央部にパターンが形成されたパターン領域PAを保護するためのペリクルPEを備えている。レチクルホルダ18の台座部60は、レチクルRの下面のうち、ペリクルPEが設けられている以外の部分である保持可能領域CAを保持するようになっている。レチクルRは、パターン領域PAを含む所定の面精度を有する精度保証領域(第1領域)AR1と、下面Raのうち精度保証領域AR1以外の精度非保証領域AR2とを有している。すなわち、レチクルRの下面Raは、全面が所定の面精度を有するようには加工されておらず、外縁部では所定の面精度が保証されていない。

【0059】

図5 B、図6に示すように、レチクルRの下面Raにおいて、中央部は平面部となっており、中央部の外側は、中央側から外側に向かって台座部60から離れる方向に形成されたテーパ部となっている。そして、レチクルRの下面の中央部に形成されている平面部が精度保証領域AR1となっており、テーパ部が精度非保証領域AR2となっている。なお、レチクルRのテーパ形状は、研磨装置によってレチクルRの下面Raの外縁部を研磨することにより形成可能である。レチクルRの保持可能領域CAが台座部60に載置される際、吸着パッド62の第1吸引部63は、レチクルRの下面Raのうち精度保証領域AR1に対向して配置されるように設定されている。また、吸着パッド62の第2吸引部64は、レチクルRの下面Raのうち精度非保証領域AR2に対向して配置されるように設定されている。そして、吸引装置72は、レチクルRの下面Raの精度保証領域AR1と第1吸引部63との間の空間の気体を、細孔(第1吸引装置)70 aを介して吸引し、レチクルRの下面Raの精度非保証領域AR2と第2吸引部64との間の空間の気体を、細孔(第2吸引装置)70 bを介して吸引するようになっている。

【0060】

このとき、図6に示すように、隣接する第1吸引部63と第2吸引部64との境界部65は、少なくとも、レチクルRの下面Raのうち精度保証領域AR1に配置されるように設定されている。

【0061】

なお、精度保証領域AR1と第1吸引部63との間の空間の気体と、精度非保証領域AR2と第2吸引部64との間の空間の気体とを、細孔70 aと細孔70 bとを介してそれぞれ独立して吸引するように説明しているが、本実施例においては、第1吸引部63と第2吸引部64とはつながっているため、細孔70 aを介して吸引する気体は、精度非保証領域AR2と第2吸引部64との間の空間の気体の一部を含み、細孔70 bを介して吸引する気体は、精度保証領域AR1と第1吸引部63との間の空間の気体の一部を含んでいる。

【0062】

図6に示すように、第1吸引部63の上端面と第2吸引部64の上端面とは同じ高さ位置に形成されている。すなわち、吸着パッド62の上面は面一となっている。

【0063】

そして、第1吸引部63と平面部である精度保証領域AR1とは接しており、第2吸引部64とテーパ部である精度非保証領域AR2とは所定の間隔Hを有している。すなわち、第1細孔70 aからの単位時間あたりの気体の吸引量と、第2細孔70 bからの単位時間あたりの気体の吸引量とは同じ値に設定されているが、間隔Hを設けることにより、第1吸引部63によって吸着されるレチクルRの下面Raの面積が第2吸引部64によって吸着される面積よりも大きくなるため、すなわち、図6の紙面と垂直な方向の長さが同一と仮定すると、Ra AがRa Bよりも大きくなるため、第2吸引部64のレチクルRに

対する吸引力が、第 1 吸引部 6 3 のレチクル R に対する吸引力より弱くなる。そして、この間隔 H は、精度非保証領域 A R 2 が第 2 吸引部 6 4 で吸着されることによってレチクル R が歪まない程度に、且つ、第 2 吸引部 6 4 と第 1 吸引部 6 3 とによってレチクル R を安定して保持可能な程度に設定されている。

【 0 0 6 4 】

次に、上述したような構成を備えるレチクルホルダ 1 8 によってレチクル R を保持する方法について説明する。

【 0 0 6 5 】

所定のレチクル R が、不図示のレチクル搬送装置によってレチクルホルダ 1 8 にロードされる。レチクルホルダ 1 8 に対してレチクル R をロードするに際し、レチクル R の保持可能領域 C A のうち、精度保証領域 A R 1 と第 1 吸引部 6 3 とが対向するように、且つ、精度非保証領域 A R 2 と第 2 吸引部 6 4 とが対向するように位置合わせを行いつつ、ロードする。このとき、吸着パッド 6 2 のうち、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 との境界部 6 5 が少なくとも精度保証領域 A R 1 に配置されるように位置合わせする。

【 0 0 6 6 】

レチクルホルダ 1 8 にレチクル R がロードされたら、制御装置 C O N T は、吸引装置 7 2 を駆動するとともに、吸引通路 7 1 にそれぞれ設けられているバルブ 7 1 a を制御して、第 1 細孔 7 0 a による単位時間あたりの気体の吸引量と、第 2 細孔 7 0 b による単位時間あたりの気体の吸引量とを予め設定されている設定値に設定する。本実施例では、制御装置 C O N T は、第 1 細孔 7 0 a からの単位時間あたりの気体の吸引量と、第 2 細孔 7 0 b からの単位時間あたりの気体の吸引量とを同じ値に設定する。

【 0 0 6 7 】

レチクル R は、精度保証領域 A R 1 と精度非保証領域 A R 2 とのそれぞれを、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 とによってそれぞれ吸着保持される。このように、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 とを用いて、レチクル R の保持可能領域 C A の広い範囲を保持するようにしたことにより、レチクル R はレチクルホルダ 1 8 に安定して保持され、レチクルステージ 2 が高速で移動しても、慣性力によってレチクル R とレチクルホルダ 1 8 とがずれてしまうようなことがない。

【 0 0 6 8 】

また、レチクル R のうち精度保証領域 A R 1 を第 1 吸引部 6 3 によって保持し、精度非保証領域 A R 2 を第 2 吸引部 6 4 によって個別に保持するようにしたことにより、レチクルホルダ 1 8 はレチクル R を変形させることなく安定して保持する。すなわち、レチクル R の精度非保証領域 A R 2 をテーパ形状として、第 2 吸引部 6 4 と精度非保証領域 A R 2 との間に間隔 H を設けたことによって、第 1 吸引部 6 3 によって吸着されるレチクル R の下面 R a の面積が第 2 吸引部 6 4 によって吸着される面積よりも大きくなるため、第 2 吸引部 6 4 のレチクル R に対する吸引力は、第 1 吸引部 6 3 のレチクル R に対する吸引力より弱くなるように設定される。したがって、精度非保証領域 A R 2 を吸着保持した際に、精度非保証領域 A R 2 を吸着保持したことに起因するレチクル R 全体の歪みを抑えることができる。

【 0 0 6 9 】

このとき、間隔 H からのリーク量（すなわち間隔 H ）は、レチクル R を歪ませない程度に、且つ、レチクル R に対する安定した保持力を低下させない程度に設定されている。すなわち、レチクルステージ 2 が高速で移動しても、慣性力によってレチクル R とレチクルホルダ 1 8 とがずれてしまうようなことがない程度に設定されている。

【 0 0 7 0 】

そして、このレチクルホルダ 1 8 に保持されたレチクル R に照明光学系 I U より露光光を照射することにより、レチクル R に形成されたパターンを投影光学系 P L を介してウエハ W に精度良く露光することができる。

【 0 0 7 1 】

次に、レチクル R のうち精度保証領域 A R 1 を第 1 吸引部 6 3 によって保持し、精度非

10

20

30

40

50

保証領域 A R 2 を第 2 吸引部 6 4 によって保持するようにしたことにより、レチクルホルダ 1 8 はレチクル R を変形することなく安定して保持できる理由について図 7 A ~ 図 7 D、図 8、図 9 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 2 】

図 7 A ~ 図 7 D は、レチクル R のテーパ部の領域、すなわち、レチクル R の精度非保証領域 A R 2 のサイズ L をそれぞれ異なる値に設定し、これらレチクル R のそれぞれを第 1 吸引部 6 3 及び第 2 吸引部 6 4 によって吸着保持した際の、レチクル R の形状（変形）をシミュレーションした結果を模式的に示した図である。図 7 A は、精度非保証領域のサイズ L を 5 . 5 mm に設定した際の図であり、図 7 B はサイズ L を 7 . 5 mm に設定した際の図であり、図 7 C はサイズ L を 9 . 0 mm に設定した際の図であり、図 7 D はサイズ L を 1 0 . 5 mm に設定した際の図である。ここで、図 7 A ~ 図 7 D のそれぞれにおいて、第 2 吸引部 6 3 と精度非保証領域 A R 2 との間隔の最大値 H は同一値（ 0 . 5 μ m ）に設定されており、レチクルホルダ 1 8 （吸着パッド 6 2 ）は同一のものをを用いている。

【 0 0 7 3 】

図 7 A は、精度非保証領域 A R 2 のサイズ L を 5 . 5 mm に設定した際のシミュレーション結果図である。この図において、精度保証領域 A R 1 は第 1 吸引部 6 3 に保持され、精度非保証領域 A R 2 は第 2 吸引部 6 4 に保持されている。このとき、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 との境界部 6 5 は精度保証領域 A R 1 に配置されている。

【 0 0 7 4 】

この状態において、第 1 吸引部 6 3 及び第 2 吸引部 6 4 によってレチクル R を吸引すると、図 7 A に示すように、点 C まわりのモーメント M 1、M 2 が発生する。なお、この点 C は精度保証領域 A R 1 上の点である。このとき、前述したように、間隔 H によって第 2 吸引部 6 4 による精度非保証領域 A R 2 に対する吸引力のほうが第 1 吸引部 6 3 による精度保証領域 A R 1 に対する吸引力より弱くなっており、また、第 1 吸引部 6 3 の精度保証領域 A R 1 に対する面積が、第 2 吸引部 6 4 の精度非保証領域 A R 2 に対する面積より大きくなっているため、M 1 > M 2 となり、第 1 吸引部 6 3 と精度保証領域 A R 1 とを剥離するような力がレチクル R に対して生じない。したがって、この状態においては、レチクル R はレチクルホルダ 1 8 に安定して保持されている。

【 0 0 7 5 】

図 7 B は、精度非保証領域 A R 2 のサイズ L を 7 . 5 mm に設定した際のシミュレーション結果図である。この図において、精度保証領域 A R 1 は第 1 吸引部 6 3 に保持され、精度非保証領域 A R 2 は第 2 吸引部 6 4 に保持されている。このとき、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 との境界部 6 5 は精度非保証領域 A R 2 側に配置されている。

【 0 0 7 6 】

この状態において、第 1 吸引部 6 3 及び第 2 吸引部 6 4 によってレチクル R を吸引すると、図 7 B に示すように、点 C まわりのモーメント M 3、M 4 が発生する。この場合、第 1 吸引部 6 3 の精度保証領域 A R 1 に対する面積は、第 2 吸引部 6 4 の精度非保証領域 A R 2 に対する面積より小さくなっており、第 2 吸引部 6 4 による精度非保証領域 A R 2 に対する吸引力のほうが第 1 吸引部 6 3 による精度保証領域 A R 1 に対する吸引力より強くなって、M 4 > M 3 となる。すると、第 1 吸引部 6 3 と精度保証領域 A R 1 とを剥離するような力がレチクル R に作用し、破線 R ' に示すように、レチクル R は、中央部（パターン領域）を盛り上げるような変形を生じる。このように、パターン領域を有する精度保証領域 A R 1 までもが歪んでしまうため、第 1 吸引部 6 3 の精度非保証領域 A R 1 に対する面積を、第 2 吸引部 6 4 の精度保証領域 A R 2 に対する面積より小さく設定することは望ましくない。

【 0 0 7 7 】

なお、この場合、図 7 B の台座部を 6 0 A（あるいは 6 0 B）とすると、反対側にある台座部 6 0 C の第 1 吸引部 6 3 及び第 2 吸引部 6 4 によってもレチクル R に対する吸引動作が行われているため、レチクル R には図 7 B に示すように、曲げに対する反力 M 3 ' が作用し、また、モーメントの中心 C は境界部 6 5 上にあるため、点 C まわりのモーメント

は釣り合って、第 1 吸引部 6 3 と精度保証領域 A R 1 とは剥離するまでには至らない。

【 0 0 7 8 】

図 7 C は、精度非保証領域 A R 2 のサイズ L を 9 . 0 m m に設定した際のシミュレーション結果図である。この図において、精度保証領域 A R 1 と精度非保証領域 A R 2 の一部とが第 1 吸引部 6 3 に保持され、精度非保証領域 A R 2 は第 2 吸引部 6 4 に保持されている。このとき、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 との境界部 6 5 は完全に精度非保証領域 A R 2 側に配置されている。

【 0 0 7 9 】

この状態において、第 1 吸引部 6 3 及び第 2 吸引部 6 4 によってレチクル R を吸引すると、図 7 C に示すように、点 C まわりのモーメント M 5 が発生する。この場合、第 1 吸引部 6 3 の精度保証領域 A R 1 に対する面積は、第 2 吸引部 6 4 の精度非保証領域 A R 2 に対する面積より小さくなっている。この場合、レチクル R は、破線 R ' で示すように中央部（パターン領域）を盛り上げるような変形を生じるとともに、第 1 吸引部 6 3 と精度保証領域 A R 1 とは完全に剥離する。

10

【 0 0 8 0 】

そして、図 7 C の台座部を 6 0 A（あるいは 6 0 B）とすると、反対側にある台座部 6 0 C の第 1 吸引部 6 3 及び第 2 吸引部 6 4 によってレチクル R に対して行われている吸引動作によって、レチクル R には図 7 C に示すように、曲げに対する反力 M 5 ' が作用する。レチクル R の変形は、レチクル R の変形が進行してレチクル R の点 C 1 が境界部 6 5 に接し、この点 C 1 まわりのモーメントが反力 M 5 ' と釣り合った時点で終了する。

20

【 0 0 8 1 】

図 7 D は、精度非保証領域 A R 2 のサイズ L を 1 0 . 5 m m に設定した際のシミュレーション結果図である。この図において、精度保証領域 A R 1 は第 1 , 第 2 吸引部 6 3 , 6 4 のいずれにも保持されておらず、精度非保証領域 A R 2 は第 1 , 第 2 吸引部 6 3 , 6 4 に保持されている。そして、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 との境界部 6 5 は精度非保証領域 A R 2 側に配置されている。

【 0 0 8 2 】

この状態において、第 1 吸引部 6 3 及び第 2 吸引部 6 4 によってレチクル R を吸引すると、図 7 D に示すように、点 C まわりのモーメント M 6 が発生する。この場合、第 1 吸引部 6 3 の精度保証領域 A R 1 に対する面積はほぼ無い状態である。レチクル R は、破線 R ' で示すように中央部（パターン領域）を盛り上げるような変形を生じるとともに、第 1 吸引部 6 3 と精度保証領域 A R 1 とは完全に剥離する。

30

【 0 0 8 3 】

そして、レチクル R の変形は、破線 R ' で示すように、精度非保証領域 A R 2 が第 1 吸引部 6 3 及び第 2 吸引部 6 4 に接した時点で終了する。

【 0 0 8 4 】

以上説明したように、図 7 A で示される状態のように、サイズ L を 5 . 5 m m 以下として、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 との境界部 6 5 がレチクル R の精度保証領域 A R 1 に配置されるようにし、第 1 吸引部 6 3 の精度保証領域 A R 1 に対する面積が、第 2 吸引部 6 4 の精度非保証領域 A R 2 に対する面積より大きくなるように設定することにより、第 1 吸引部 6 3 と精度保証領域 A R 1 との剥離の発生が抑えられ、レチクル R の歪みの発生を防止することができる。

40

【 0 0 8 5 】

図 8 は、精度非保証領域 A R 2 のサイズ L と、第 2 吸引部 6 4 と精度非保証領域 A R 2 との最大間隔 H とをそれぞれ変化させた際の、レチクル R のたわみ最大値を求めたシミュレーション結果である。また、図 9 は図 8 の表をグラフ化したものであって、縦軸はレチクル R のたわみ最大値、横軸は精度非保証領域 A R 2 のサイズ L である。ここで、レチクル R のたわみ最大値とは、レチクル R の端部と持ち上がり変形した際のレチクル R の中央部との Z 方向の距離である。

【 0 0 8 6 】

50

これらの図から、サイズLが2.5mm、5.5mm、7.5mmのところで、レチクルRのたわみ最大値が飛躍的に増大していることが分かる。このことから、レチクルRの変形は、精度非保証領域AR2のサイズL、すなわち、第1吸引部63によって精度非保証領域AR2を吸引するかどうかに大きく依存する。

【0087】

次に、本発明の保持装置の他の実施例について説明する。ここで、以下の図面を用いた説明において、前述した実施例と同一又は同等の構成部分については同一の符号を用いるとともに、その説明を簡略又は省略するものとする。

【0088】

レチクルRの精度非保証領域AR2の形状は、テーパ形状に限らず、レチクルRの精度非保証領域AR2を吸着保持する第2吸引部64の形状に応じて、第2吸引部64とレチクルRの精度非保証領域AR2との間に、所定の間隔Hを有するように設定されていればよい。例えば、図10に示すように、精度非保証領域AR2は第2吸引部64から離れる方向に形成された段部であってもよい。

【0089】

本実施例においては、吸引装置72に吸引通路71を介して接続された細孔は、吸着パッド62にY方向にのびるように形成された環状溝部61のうち、直線部分である第1吸引部63及び第2吸引部64のそれぞれに設けられた構成であるが、環状溝部61に設ける細孔を、図11に示すように、1つとすることも可能である。この場合、第1吸引部63と第2吸引部64とは環状溝部61の一部であるので連続しており、細孔70が1つであっても吸引動作を安定して行うことができる。また、環状溝部61の任意の複数位置に細孔70をそれぞれ設ける構成とすることも可能である。この場合、複数の細孔のそれぞれに吸引通路71を接続し、吸引装置72によって吸引動作を行えばよい。

【0090】

本実施例においては、第1細孔70aからの単位時間あたりの気体の吸引量と、第2細孔70bからの単位時間あたりの気体の吸引量とは同じ値になるように設定されているが、それぞれの吸引量を異なるように設定してもよい。この場合、図4に示したように、制御装置CONTは複数の接続通路71にそれぞれ設けられたバルブ71aをそれぞれ個別に制御すればよい。あるいは、バルブ71aによる制御のほかに、吸引通路71のそれぞれに対してそれぞれ個別に吸引装置72を設け、制御装置CONTがこの吸引装置72のそれぞれの出力を個別に制御するようにしてもよい。

【0091】

本実施例においては、第2吸引部64と精度非保証領域AR2との間に間隔Hを設けることにより、第2吸引部64の精度非保証領域AR2に対する吸引力が、第1吸引部63の精度保証領域AR1に対する吸引力より弱くなるように設定されているが、第1細孔70aからの単位時間あたりの気体の吸引量が、第2細孔70bからの単位時間あたりの気体の吸引量より多くなるように設定することによって、第2吸引部64の精度非保証領域AR2に対する吸引力が、第1吸引部63の精度保証領域AR1に対する吸引力より弱くなるように設定してもよい。

【0092】

本実施例においては、吸着パッド62にY方向にのびるように形成された環状溝部61のうち、直線部分のそれぞれを第1吸引部63及び第2吸引部64としているが、図12に示すように、吸着パッド62に第1吸引部63と第2吸引部64とをそれぞれ独立して設けてもよい。そして、第1吸引部63及び第2吸引部64のそれぞれに細孔70を設け、それぞれ個別に吸引装置72に接続することによって、第1吸引部63及び第2吸引部64により吸引動作が可能となる。この場合、それぞれの吸引装置72の出力を個別に制御することにより、第1吸引部63の精度保証領域AR1に対する吸引力と、第2吸引部64の精度非保証領域AR2に対する吸引力とをそれぞれ独立して制御することができる。

【0093】

本実施例においては、第 1 吸引部 6 3 の高さ位置と第 2 吸引部 6 4 の高さ位置とは同じに設定されているが、図 1 3 A に示すように、第 2 吸引部 6 4 の高さ位置が、第 1 吸引部 6 3 よりレチクル R の下面 R a に対して低い位置になるように設定されてもよい。こうすることにより、レチクル R にテーパ部が形成されていなくても、第 2 吸引部 6 4 とレチクル R の精度非保証領域 A R 2 との間に所定の間隔 H を形成することができる。

【 0 0 9 4 】

一方、図 1 3 B に示すように、第 2 吸引部 6 4 の高さ位置が、第 1 吸引部 6 3 よりレチクル R の下面 R a に対して高い位置になるように設定されてもよい。こうすることにより、レチクル R の精度非保証領域 A R 2 が吸着パッド 6 2 から大きく離れる方向に形成されているような場合であっても、第 2 吸引部 6 4 と精度非保証領域 A R 2 との間に所定の間隔 H を形成することができる。

10

【 0 0 9 5 】

すなわち、第 2 吸引部 6 4 の高さ位置は、レチクル R の下面 R a の形状に応じて設定される。

【 0 0 9 6 】

更に、第 1 吸引部 6 3 が設けられる台座部と、第 2 吸引部 6 4 が設けられる台座部とを独立して設け、2 つの台座部のうちいずれか一方を Z 方向に移動可能な支持装置で支持し、この移動可能に支持されたほうの台座部を Z 方向に移動して、第 1 吸引部 6 3 又は第 2 吸引部 6 4 の高さ位置を制御するようにしてもよい。このとき、各台座部は X 方向に並べて配置してもよいし、Y 方向に離して配置してもよい。

20

【 0 0 9 7 】

また、図 3 に示す台座部 6 0 A、6 0 B、6 0 C のそれぞれを開口 2 a に対して接近・離間する方向（すなわち X 方向）に移動可能な支持装置で支持し、載置されるべきレチクル R の精度非保証領域 A R 2 のサイズ L に応じて、それぞれの台座部に設けられている第 2 吸引部 6 4 が精度非保証領域 A R 2 を保持するように、この台座部を移動するようにしてもよい。

【 0 0 9 8 】

第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 との大きさは同じにする必要はなく、異なる大きさ（面積）を有していてもよい。例えば、第 2 吸引部 6 4 の幅（X 方向のサイズ）を第 1 吸引部 6 3 の幅（X 方向のサイズ）に対して小さく設定してもよい。あるいは、図 1 4 に示すように、第 1 吸引部 6 3 の Y 方向のサイズと第 2 吸引部 6 4 の Y 方向のサイズとをそれぞれ異なるように設定してもよい。図 1 4 に示す吸着パッド 6 2 のそれぞれは、1 つの第 1 保持部 6 3 と、この第 1 保持部 6 3 より小さい 3 つの第 2 保持部 6 4 とを備えている。このとき、3 つの第 2 保持部 6 4 のそれぞれの大きさ（面積）の総計は第 1 保持部 6 3 より小さくなるように設定されている。そして、第 2 保持部 6 4 どうしの間には、吸引機能を有さない台座部 6 3 の上面が露出している。このような構成によっても、第 2 吸引部 6 4 の精度非保証領域 A R 2 に対する吸引力を第 1 吸引部 6 3 の精度保証領域 A R 1 に対する吸引力より小さくすることができ、レチクルホルダ 1 8 はレチクル R を歪ませることなく安定して保持することができる。

30

【 0 0 9 9 】

本実施例においては、吸着パッド 6 2 を有する台座部は 3 つであるが、この吸着パッド 6 2 を有する台座部を任意の複数箇所に設けることができる。また、本実施例においては、吸着パッド 6 2 のそれぞれは、第 1 吸引部 6 3 と第 2 吸引部 6 4 とを有しているが、複数の台座部のそれぞれに設けられた吸着パッド 6 2 のうち、いずれかの吸着パッドには第 1 吸引部 6 3 のみが設けられ第 2 吸引部 6 4 は設けられていない構成とすることができる。

40

【 0 1 0 0 】

吸着パッド 6 2 を備えた台座部 6 0 を複数設けた際、全ての吸着パッド 6 2 でレチクル R に対する吸着動作を行う必要はない。例えば、複数箇所に設けられた吸着パッド 6 2 のうち、いずれか任意の吸着パッド 6 2 を用いてレチクル R に対する吸着動作を行い、他の

50

吸着パッド 6 2 では吸着動作を行わないようにする構成としてもよい。すなわち、複数設けられた吸着パッド 6 2 の吸着動作を切り替えるようにする構成とすることができる。

【 0 1 0 1 】

第 2 吸引部 6 4 に設けられた細孔 7 0 b からの単位時間あたりの気体の吸引量（すなわち、第 2 吸引部 6 4 の精度非保証領域 A R 2 に対する吸引力）、あるいは、第 2 吸引部 6 4 のレチクル R に対する吸引位置は、レチクル R の形状（変形の度合い）に応じて設定することができる。すなわち、精度良い露光処理が行えるよう、レチクルホルダ 1 8 に保持されたレチクル R がフラットになるように、細孔 7 0 b からの単位時間あたりの気体の吸引量を制御したり、前述したように第 2 吸引部 6 4 を移動可能に設けた場合にはその位置を制御する。

10

【 0 1 0 2 】

細孔 7 0 b からの単位時間あたりの気体吸引量の設定や第 2 吸引部 6 4 の位置の設定は、例えば、レチクル R の形状（変形量）を形状計測装置（光学式形状センサなど）によって計測し、この計測結果に基づいて、レチクル R の形状が所望の形状になるように行えばよい。

【 0 1 0 3 】

本実施例においては、レチクル R のテーパ部を精度非保証領域 A R 2 としているが、テーパ部の一部が精度保証領域を含んでいてもよい。

【 0 1 0 4 】

レチクルホルダ 1 8 によるレチクル R に対する吸着保持力が十分でない場合には、例えば、所定の押圧装置によって、レチクル R のレチクルホルダ 1 8 に保持されている位置に対応した上面側の部分を上方から下方に向かって押圧することによって保持力を向上することができる。

20

【 0 1 0 5 】

本実施例においては、第 2 保持部 6 4 とレチクル R の精度非保証領域 A R 2 との間に間隔 H を設けているが、この間隔 H は例えば 5 μ m 程度であるので、気体（空気）の粘性により、第 2 保持部 6 4 はレチクル R に対する吸引動作を行うことができる。

【 0 1 0 6 】

本実施例においては、本発明の保持装置をレチクルホルダに適用しているが、ウエハ W を保持するためのウエハホルダ 4 1 に適用することもできる。

30

【 0 1 0 7 】

また、本発明の保持装置は、露光装置以外にも、例えばレチクルの検査装置や、レチクル上に回路パターンを形成する装置等にも適用できる。

【 0 1 0 8 】

上記実施例の基板としては、半導体デバイス用の半導体ウエハ W のみならず、液晶ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ等が適用される。

【 0 1 0 9 】

露光装置 1 としては、レチクル R とウエハ W とを同期移動してレチクル R のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキヤニング・ステッパ； USP5,473,410 ）の他に、レチクル R とウエハ W とを静止した状態でレチクル R のパターンを露光し、ウエハ W を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。

40

【 0 1 1 0 】

露光装置 1 の種類としては、ウエハ W に半導体デバイスパターンを露光する半導体デバイス製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレチクルなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【 0 1 1 1 】

また、露光用照明光の光源としては、超高圧水銀ランプから発生する輝線（g 線（4 3

50

6 nm)、h線(404.7 nm)、i線(365 nm)、KrFエキシマレーザ(248 nm)、ArFエキシマレーザ(193 nm)、F₂レーザ(157 nm)のみならず、X線や電子線などの荷電粒子線を用いることができる。例えば、電子線を用いる場合には電子銃として、熱電子放射型のランタンヘキサボライト(LaB₆)、タンタル(Ta)を用いることができる。さらに、電子線を用いる場合は、レチクルRを用いる構成としてもよいし、レチクルRを用いずに直接ウエハ上にパターンを形成する構成としてもよい。また、YAGレーザや半導体レーザ等の高周波などを用いてもよい。

【0112】

投影光学系PLの倍率は、縮小系のみならず等倍系および拡大系のいずれでもよい。また、投影光学系PLとしては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F₂レーザやX線を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にし(レチクルRも反射型タイプのものを用いる)、また電子線を用いる場合には光学系として電子レンズおよび偏向器からなる電子光学系を用いればよい。なお、電子線が通過する光路は、真空状態にすることはいうまでもない。また、投影光学系PLを用いることなく、レチクルRとウエハWとを密接させてレチクルRのパターンを露光するプロキシミティ露光装置にも適用可能である。

【0113】

ウエハステージ5やレチクルステージ2にリニアモータ(USP5,623,853またはUSP5,528,118参照)を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージ2、5は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

【0114】

各ステージ2、5の駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニット(永久磁石)と、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージ2、5を駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージ2、5に接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージ2、5の移動面側(ベース)に設ければよい。

【0115】

以上のように、本願実施例の露光装置1は、本願請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0116】

半導体デバイスは、図25に示すように、デバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク(レチクル)を製作するステップ202、シリコン材料からウエハを製造するステップ203、前述した実施例の露光装置1によりレチクルのパターンをウエハに露光するウエハ処理ステップ204、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)205、検査ステップ206等を経て製造される。

【0117】

[第二実施例]

図15～図21は、本発明の第二実施例の説明図である。この実施例では、レチクルホ

10

20

30

40

50

ルダ 90 として、いわゆるピンチャックホルダを使用したことを特徴としている。装置の他の構成は、先に説明した第 1 実施例と同様でよい。

【0118】

図 15 は、レチクルホルダ 90 の斜視図である。このレチクルホルダ 90 の中央部には矩形状の開口 2a が形成され、レチクルホルダ 90 の上面において開口 2a の両側には、辺に沿って一列ずつ、長細い矩形状をなす吸着パッド 91 が形成されている。

【0119】

これら吸着パッド 91 は、真空度を保つために矩形状の減圧領域 95 を取り囲む隔壁 92 と、減圧領域 95 内に互いに間隔を空けて多数形成されたピン 96 と、減圧領域 95 内に開口する排気孔 94 とを有する。隔壁 92 の幅と高さは全周に亘って一定であり、隔壁 92 とピン 96 は、ホルダ上面から正確に同じ高さを有するように上端面を研磨されている。隔壁 92 とピン 96 の高さの誤差は通常、50 nm 以下に抑えることが可能である。レチクルホルダ 90 の材質としては、セラミックなどが最適である。排気孔 94 はそれぞれ、図示しない真空配管に接続され、減圧領域 95 内の気体を排気できる。

【0120】

図 16 は、レチクルホルダ 90 にレチクル R を吸着した状態を示しており、レチクル R との接触部分は斜線で図示されている。

【0121】

このようなレチクルホルダ 90 を用いた場合にも、前述した実施例と同様の効果が得られる。この点を図 17 ~ 図 21 を用いて説明する。

【0122】

図 17 は、端部がテーパ加工されていないレチクル R をレチクルホルダ 90 に吸着した場合を示す断面拡大図であり、隔壁 92 の上端面（吸着面）は、レチクル R の端縁から 1 ~ 2.5 mm 及び 10.5 ~ 12 mm の位置に配置され、シール部を形成している。

図 18 は、本発明の実施例として、レチクル R の端縁から 5.5 mm の位置より外側がテーパ加工されている場合を示す。レチクルホルダ 90 の各吸着パッド 91 の隔壁 92 間の中心は、レチクル R の端縁から 6.5 mm に位置している。この場合、テーパの開始点 P1 は、レチクルホルダ 90 の各吸着パッド 91 の隔壁 92 間の中心より外側に位置する。したがって、減圧領域 95 の減圧によって生じる点 P1 回りのモーメント M2 は、逆回りのモーメント M1 より大きいので、点 P1 よりレチクル内側の部分 G を吸着パッド 91 から剥離させるモーメントは発生しない。

【0123】

一方、図 19 に示すように、レチクル R のテーパ開始点 P2 がレチクル端縁から 7.5 mm の位置に設定された場合、減圧領域 95 の減圧によって生じる点 P2 回りのモーメント M4 は、逆回りのモーメント M3 より小さくなり、点 P2 よりレチクル内側の部分 G4 を吸着パッド 91 から剥離させるモーメントが発生する。しかし、もう一方の吸着パッド 91 によってレチクル R の他端部が吸着されているため、レチクル R には曲げモーメントが働き、この曲げモーメントに対する反モーメント M41 が発生する。その結果、モーメント M41, M4, M3 がつりあった状態となり、レチクル R は歪んでしまう。

【0124】

図 20 に示すように、テーパ開始点 P3 がレチクル端縁から 9 mm の位置に設定された場合は、レチクル R を歪ませる方向のモーメント M3 がさらに大きくなり、図 21 に示すように、テーパ開始点 P4 が内側の隔壁 92 の上端面に位置する場合に、レチクル R の歪み量が最大になる。

【0125】

以上のように、第二実施例では、ピンチャック型レチクルホルダ 90 を用いているため、レチクル R のテーパ開始点は、図 18 のテーパ開始点 P1 のように吸着パッド 91 の幅方向中央より外側にあればよい。例えば、レチクルホルダ 90 の各吸着パッド 91 の隔壁 92 間の中心がレチクル R の端縁から 6.5 mm に位置している場合には、端縁から 6 mm よりも外側からテーパが開始するレチクルと組み合わせることにより、吸着された

レチクルの変形を最小限度にとどめることが可能となる。また、多数のピン 96 がレチクルに接触することによって、レチクルホルダ 90 とレチクルとの間の静止摩擦力を増大させる効果も得られる。

【0126】

[第三実施例]

本発明では、レチクル R の端部にテーパ部を形成する代わりに、図 23 および図 24 に示すようにレチクル R の端部を湾曲させておくことにより、前記同様の効果を得ることもできる。以下、この点について説明する。

【0127】

なお、以下の説明においては、図 23 及び図 24 中、丸の中に 1 が示されているものを、〔1〕(〔1〕')、と記載する。同様に、丸の中に 2 が示されているものを、〔2〕(〔2〕')、と記載し、丸の中に 3 が示されているものを、〔3〕(〔3〕')、と記載する。

10

【0128】

図 22 に示すように、厚さが一定で平坦なレチクル R の両端部に、レチクル上面に対して垂直な応力 P がかった場合には、レチクル R の一端部から距離：x の位置において、以下の式で表される応力、剪断力、曲げモーメント、および撓みが生じる。なお、レチクルホルダの吸着保持部（第 1 吸着保持部）におけるレチクル R の中心側の支持点と外側の支持点との間隔をそれぞれ l_1 、吸着保持部のそれぞれにおける中心側の支持点間の間隔を l_2 、中心側の支持点にレチクル R が載置されたときに生じる前記外側の支持点と前記レチクル R との間隔を δ 、大気圧と前記吸着保持部の吸着面積との積を P、前記レチクル R の縦弾性係数を E、前記レチクル R の断面 2 次モーメントを I と表記する。

20

【0129】

【数 1】

(反力： R_1 , R_2)

$$R_1 = R_2 = P$$

(剪断力：Q)

$$0 < x < l_1 \text{ の場合 } Q = -P_1$$

30

$$l_1 < x < l_1 + l_2 \text{ の場合 } Q = 0$$

$$l_1 + l_2 < x < 2l_1 + l_2 \text{ の場合 } Q = P_1$$

(曲げモーメント：M)

$$0 < x < l_1 \text{ の場合 } M = -Px$$

$$(x = 0 \text{ の場合 } M = 0, x = l_1 \text{ の場合 } M = -Pl_1)$$

$$l_1 < x < l_1 + l_2 \text{ の場合 } M = -Px + P(x - l_1) = -Pl_1$$

$$l_1 + l_2 < x < 2l_1 + l_2 \text{ の場合 } M = -P(2l_1 + l_2 - x)$$

40

$$(x = l_1 + l_2 \text{ の場合 } M = -Pl_1, x = 2l_1 + l_2 \text{ の場合 } M = 0)$$

【0130】

【数 2】

(撓み)

$$0 \leq x \leq l_1 \text{ に対して } \frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{EI} = \frac{Px}{EI} \quad (1)$$

$$\therefore \frac{dy}{dx} = \frac{Px^2}{2EI} + C_1 \quad (2)$$

$$\therefore y = \frac{Px^3}{6EI} + C_1 x + C_2 \quad (3)$$

10

$$l_1 \leq x \leq l_1 + l_2 \text{ に対して } \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{Pl_1}{EI} \quad (4)$$

$$\therefore \frac{dy}{dx} = \frac{Pl_1}{2EI} x + C_3 \quad (5)$$

$$\therefore y = \frac{Pl_1}{2EI} x^2 + C_3 x + C_4 \quad (6)$$

20

$l_1 + l_2 \leq x \leq 2l_1 + l_2$ に対して $M = -P(2l_1 + l_2 - x)$ だから
 $x' = 2l_1 + l_2 - x$ とすると $M = -Px'$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{d^2 y}{dx'^2} = \frac{Px'}{EI} \quad (7)$$

$$\therefore \frac{dy}{dx'} = \frac{Px'^2}{2EI} + C_5 \quad (8)$$

$$\therefore y = \frac{Px'^3}{6EI} + C_5 x' + C_6 \quad (9)$$

30

境界条件は

$$[equ.(2)]_{x=l_1} = [equ.(5)]_{x=l_1} \quad (10)$$

$$[equ.(3)]_{x=l_1} = 0 \quad (11)$$

$$[equ.(6)]_{x=l_1} = 0 \quad (12)$$

反対側も対称なので

$$[equ.(5)]_{x=l_1+\frac{l_2}{2}} = 0 \quad (13)$$

40

$$C_1 = C_5 \quad (14)$$

$$C_2 = C_6 \quad (15)$$

【 0 1 3 1 】

【 数 3 】

以上により

$0 \leq x \leq l_1$ の場合

$$y = \frac{Px^3}{6EI} - \frac{Pl_1(l_1+l_2)}{2EI}x + \frac{Pl_1^2(2l_1+3l_2)}{6EI} \quad (16)$$

$l_1 \leq x \leq l_1+l_2$ の場合

$$y = \frac{Pl_1}{2EI}x^2 - \frac{Pl_1(2l_1+l_2)}{2EI}x + \frac{Pl_1^2(l_1+l_2)}{2EI} \quad (17)$$

$l_1+l_2 \leq x \leq 2l_1+l_2$ の場合

$$y = \frac{P}{6EI}(2l_1+l_2-x)^3 - \frac{Pl_1(l_1+l_2)}{2EI}(2l_1+l_2-x) + \frac{Pl_1^2(2l_1+3l_2)}{6EI} \quad (18)$$

$x=0$ の時の切片が撓み量だから

$0 \leq x \leq l_1$ の場合

$$\delta = \frac{Pl_1^2(2l_1+3l_2)}{6EI}$$

$$\therefore P = \frac{6EI\delta}{l_1^2(2l_1+3l_2)} \quad (20)$$

(20) 式および (16) 式から

$$y = \frac{\delta}{l_1^2(2l_1+3l_2)}x^3 + \frac{3\delta(l_1+l_2)}{l_1^2(2l_1+3l_2)}x + \delta \quad (21)$$

$l_1 \leq x \leq l_1+l_2$ の場合

(20) 式および (17) 式から

$$y = \frac{3\delta}{l_1(2l_1+3l_2)}x^2 + \frac{3\delta(2l_1+l_2)}{l_1(2l_1+3l_2)}x + \frac{3\delta(l_1+l_2)}{2l_1+3l_2} \quad (22)$$

$l_1+l_2 < x < 2l_1+l_2$ の場合

(20) 式および (18) 式から

$$y = \frac{\delta}{l_1^2(2l_1+3l_2)}(2l_1+l_2-x)^3 + \frac{3\delta(l_1+l_2)}{l_1(2l_1+3l_2)}(2l_1+l_2-x) + \delta \quad (23)$$

【0132】

(21) 式, (22) 式, および (23) 式が応力 P によるレチクル変形を示している。したがって、応力がかかっていない状態でのレチクルの形状が (21) 式、(22) 式、あるいは (23) 式の形状であれば、図 23 のように反対側に応力 P をかけることにより完全な平面に矯正することが可能である。

【0133】

また、図 23 に示すように、支持部〔1〕、〔1〕' と〔2〕、〔2〕' を設けた場合には、レチクルの被吸着面と支持部〔1〕、〔1〕' と〔2〕、〔2〕' が接した時点で変形は終了するので、必ずしも (20) 式を満たす必要はなく、以下の (24) 式の関係を満たせばよい。ただし、 δ は (21)、(22)、(23) の形状である必要がある。

【0134】

【数 4】

10

20

30

40

50

$$\delta < \frac{Pl_1^2(2l_1 + 3l_2)}{6EI} \quad (24)$$

【0135】

通常、レチクルの保持にはバキュームチャックを用いるため、応力 P は大気圧に吸着面積を乗じた値となる。通常支持点の間 l_1 の領域が吸着領域となる。

【0136】

さらに走査型露光装置用のレチクルホルダでは摩擦力が重要であるから、大きな吸着面積となるように設計される。この場合の好適な設計例を図 24 に示す。支持点〔2〕、〔2〕' よりも外側に支持点〔3〕、〔3〕' が設けられており、吸着領域が〔2〕から〔3〕および〔2〕' から〔3〕' までの領域 l_3 だけそれぞれ増加するので、より大きな吸着力および摩擦力が得られる。

10

【0137】

領域 l_3 のようなレチクル周辺部は一般に平坦度が悪く、これら領域 l_3 に支持点を接触させると、レチクル R が大きく撓むため、避ける必要がある。例えば図 24 中の点線で示すレチクル形状のように、レチクル R の端部にテーパを設け、実線で示す吸着後のレチクルの被吸着面が支持点〔3〕、〔3〕' から離れているように加工しておけばよい。この離間量（後退量）h は $5\mu\text{m}$ 以下が望ましい。領域 l_3 の面精度は、領域 l_2 の面精度（通常、 500nm 以下）に比べずっと粗いため、領域 l_3 の加工は容易である。

20

【0138】

図 24 の状態を一般式で説明すると、レチクル吸着面の精度保証領域 l_4 の形状は（21）式、（22）式、（23）式、および（24）式の関係を満たし、支持点〔3〕、〔3〕' では以下の（25）式を満たせばよい。

【0139】

【数 5】

$$\begin{aligned} -l_3 &= x \quad \text{あるいは} \\ x &= 2l_1 + l_2 + l_3 \quad \text{の場合} \\ y &< \frac{\delta}{l_1^2(2l_1 + 3l_2)}(-l_3)^3 + \frac{3\delta(l_1 + l_2)}{l_1(2l_1 + 3l_2)}(-l_3) + \delta \end{aligned} \quad (25)$$

30

【0140】

なお、レチクルの被吸着面の領域 l_3 を後退させる代わりに、レチクルホルダの支持点〔3〕、〔3〕' に相当する部分の深さ $5\mu\text{m}$ 程度を削っておくことにより、同様の目的を達することもできるし、レチクルの被吸着面の領域 l_3 およびレチクルホルダの支持点〔3〕、〔3〕' に相当する部分の両者をそれぞれ後退させておくことも可能である。

【0141】

40

なお、上記第 1、第 2 実施例において、レチクルを吸着保持した後に、重力（レチクルの自重）によってレチクルのパターン面が微量撓むが、この量を予め計算によって求めることができるため、投影光学系の可動レンズ群を駆動することにより、レチクルのパターン面の撓みによって生じる像面湾曲を補正することができる。

【0142】

【発明の効果】

本発明の保持方法によれば、被吸着面のうち所定の面精度を有する第 1 領域と、被吸着面のうち第 1 領域以外の第 2 領域とのそれぞれを、第 1 保持部と第 2 保持部とによってそれぞれ個別に吸着保持するようにしたので、第 1 保持部によって試料全体の面精度を悪化させずに試料を安定して保持することができるとともに、第 2 保持部によって試料の吸着

50

される面全体を大きくすることができ、安定した保持が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の保持装置を備えた露光装置の一実施例を示す全体概略図である。

【図 2】露光装置を構成する保持装置を有するステージ装置の外観斜視図である。

【図 3】本発明の保持装置の外観斜視図である。

【図 4】本発明の保持装置の一実施例を示す要部拡大斜視図である。

【図 5】本発明の保持装置にマスクが保持されている状態を示す概略図であって、図 5 A は上面図、図 5 B は図 5 A の A - A 矢視断面図である。

【図 6】本発明の保持装置にマスクが保持された際の要部拡大断面図である。

【図 7】保持装置に保持されるマスクの形状と変形との関係を説明するための図である。

10

【図 8】第 2 領域の大きさ及び間隔とマスクのたわみ最大量との関係を示す表である。

【図 9】図 8 の表をグラフにしたものである。

【図 10】本発明のマスクの他の実施例を示す断面図である。

【図 11】本発明の保持装置の他の実施例の要部を示す拡大斜視図である。

【図 12】本発明の保持装置の他の実施例の要部を示す拡大斜視図である。

【図 13】本発明の保持装置の他の実施例の要部を示す拡大斜視図である。

【図 14】本発明の保持装置の他の実施例の要部を示す拡大斜視図である。

【図 15】本発明の保持装置の他の実施例を示す斜視図である。

【図 16】同実施例でレチクルを吸着した状態を示す斜視図である。

【図 17】保持装置にマスクが保持された際の要部拡大断面図である。

20

【図 18】保持装置にマスクが保持された際の要部拡大断面図である。

【図 19】保持装置にマスクが保持された際の要部拡大断面図である。

【図 20】保持装置にマスクが保持された際の要部拡大断面図である。

【図 21】保持装置にマスクが保持された際の要部拡大断面図である。

【図 22】本発明の他の実施例の効果を説明するためのレチクルの断面図である。

【図 23】本発明の他の実施例の効果を説明するためのレチクルの断面図である。

【図 24】本発明の他の実施例の効果を説明するためのレチクルの断面図である。

【図 25】半導体デバイス製造工程の一例を示すフローチャートである。

【図 26】従来の保持装置を示す外観斜視図である。

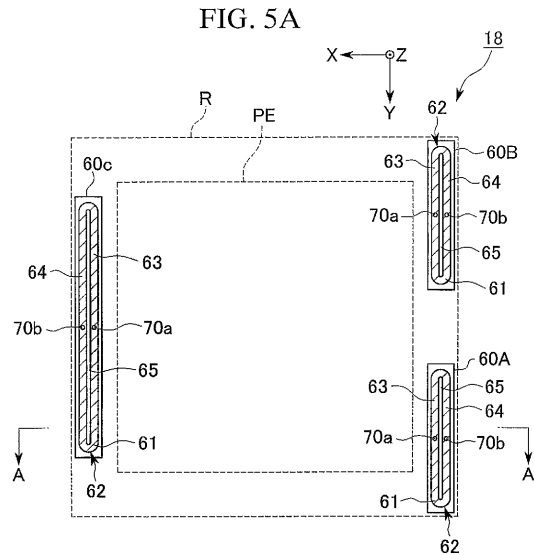
【符号の説明】

30

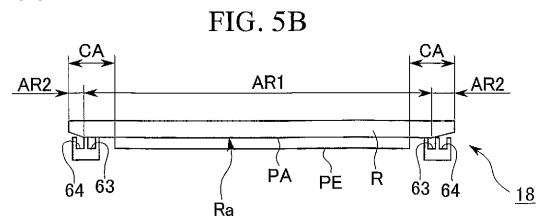
1 ... 露光装置、18 ... レチクルホルダ（保持装置）、41 ... ウエハホルダ（基板ホルダ）、63 ... 第 1 吸引部（第 1 保持部）、64 ... 第 2 吸引部（第 2 保持部）、70 a ... 第 1 細孔（第 1 吸引装置）、70 b ... 第 2 細孔（第 2 吸引装置）、72 ... 吸引装置（第 1 吸引装置、第 2 吸引装置）、AR 1 ... 精度保証領域（第 1 領域、平面部）、AR 2 ... 精度非保証領域（第 2 領域、テーパ部）、CA ... 保持可能領域（被吸着面）、CONT ... 制御装置、H ... 間隔、PA ... パターン領域、R ... レチクル（試料、マスク）、Ra ... レチクル下面（被吸着面）、W ... ウエハ（基板）

[illegible]

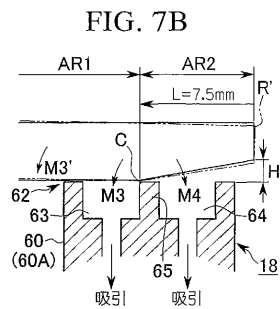
【図 5 A】



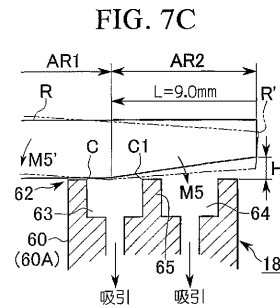
【図 5 B】



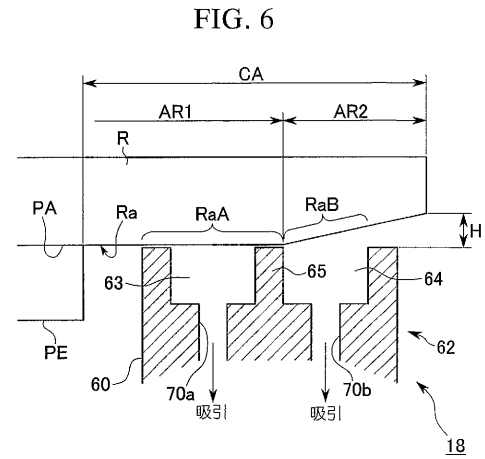
【図 7 B】



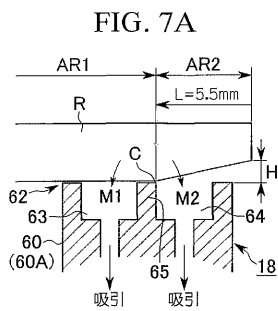
【図 7 C】



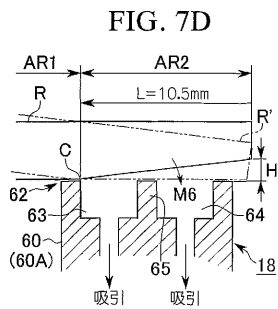
【図 6】



【図 7 A】



【図 7 D】



【図 8】

FIG. 8

L(mm)	H=4 μ m	H=3 μ m	H=2 μ m	H=1 μ m
11	2.54×10^{-3}	2.52×10^{-3}	2.11×10^{-3}	1.89×10^{-3}
10	1.94×10^{-3}	1.94×10^{-3}	1.94×10^{-3}	1.94×10^{-3}
9	1.94×10^{-3}	1.94×10^{-3}	1.94×10^{-3}	1.78×10^{-3}
8	1.94×10^{-3}	1.91×10^{-3}	1.44×10^{-3}	8.92×10^{-4}
7	5.16×10^{-4}	5.16×10^{-4}	5.16×10^{-4}	5.16×10^{-4}
6	5.15×10^{-4}	5.15×10^{-4}	5.15×10^{-4}	5.15×10^{-4}
5	8.49×10^{-5}	8.59×10^{-5}	8.59×10^{-5}	8.59×10^{-5}
4	8.49×10^{-5}	8.59×10^{-5}	8.59×10^{-5}	8.46×10^{-5}
3	8.50×10^{-5}	8.59×10^{-5}	8.59×10^{-5}	8.46×10^{-5}
2	3.49×10^{-6}	5.59×10^{-6}	2.10×10^{-6}	2.10×10^{-6}

【 図 1 0 】

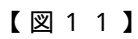
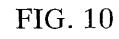
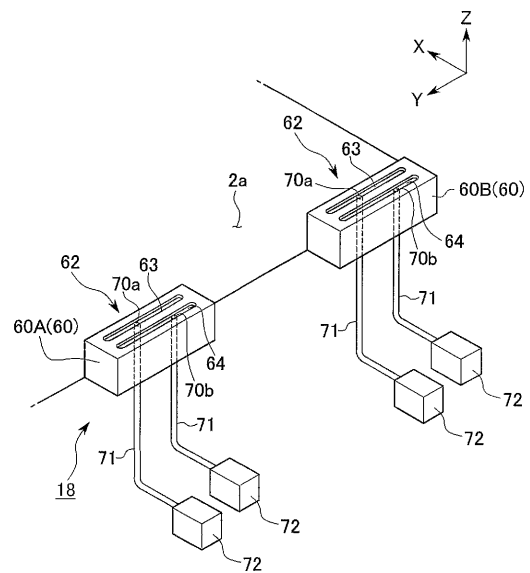
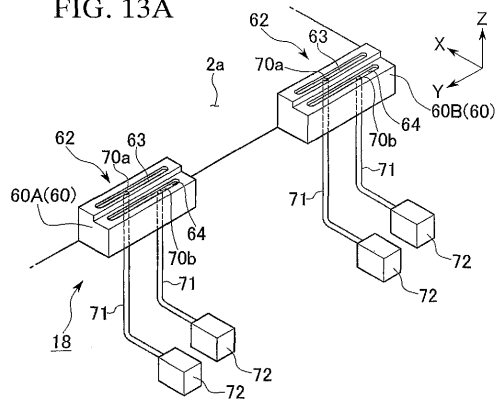


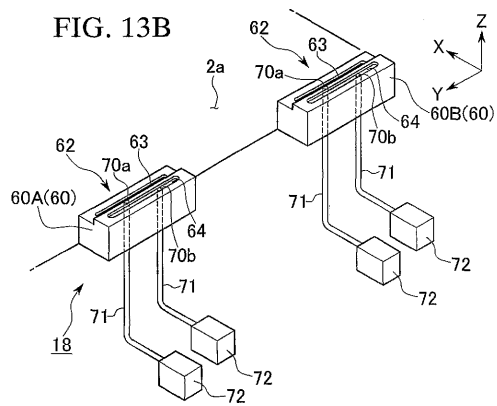
FIG. 12



【図 13 A】
FIG. 13A

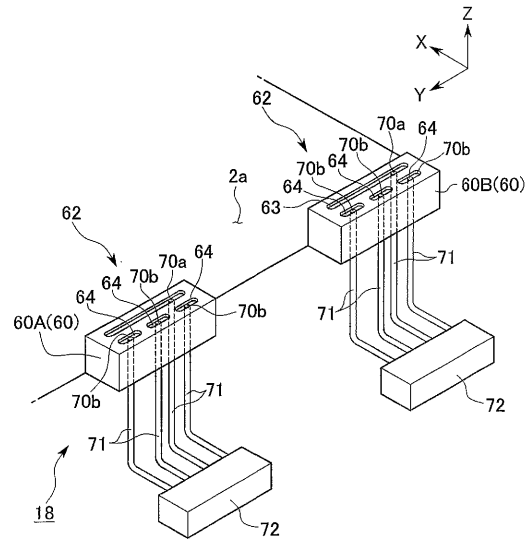


【図 13 B】
FIG. 13B



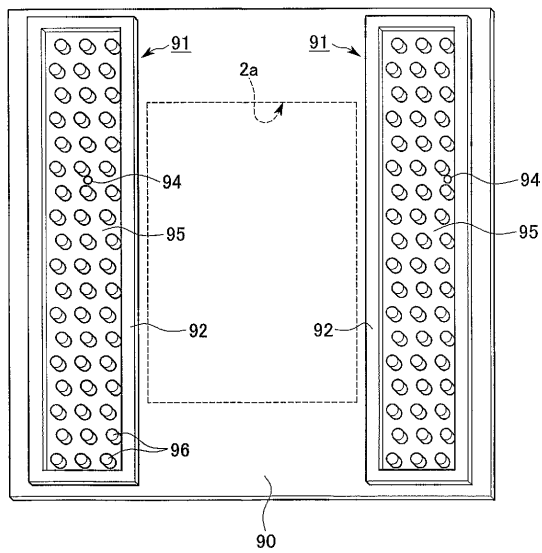
【図 14】

FIG. 14



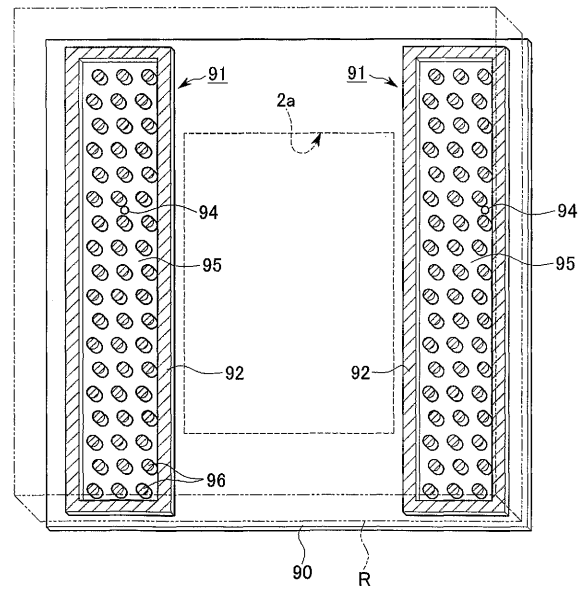
【図 15】

FIG. 15



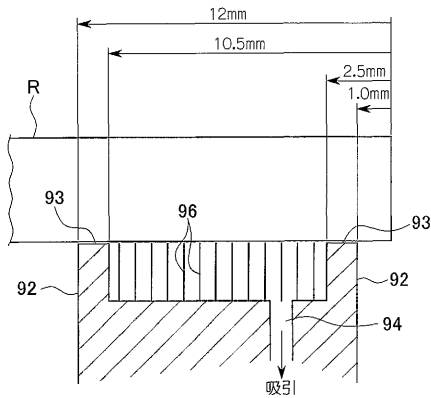
【図 16】

FIG. 16



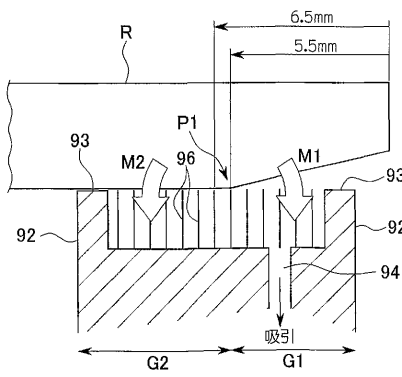
【図 17】

FIG. 17



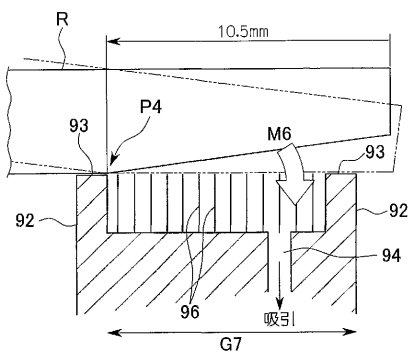
【図 18】

FIG. 18



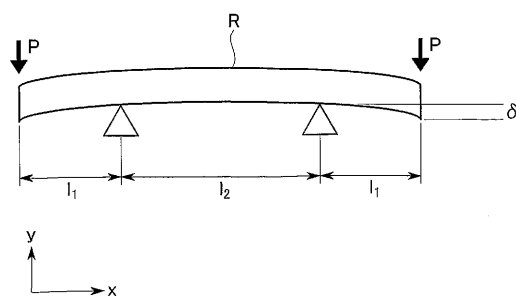
【図 21】

FIG. 21



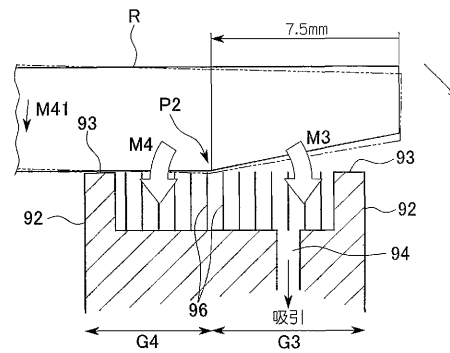
【図 22】

FIG. 22



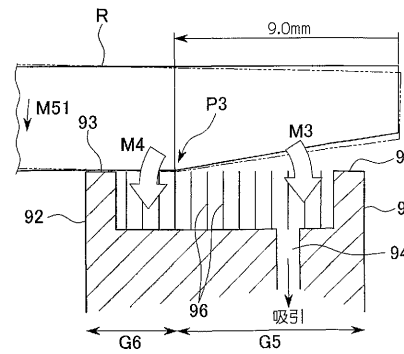
【図 19】

FIG. 19



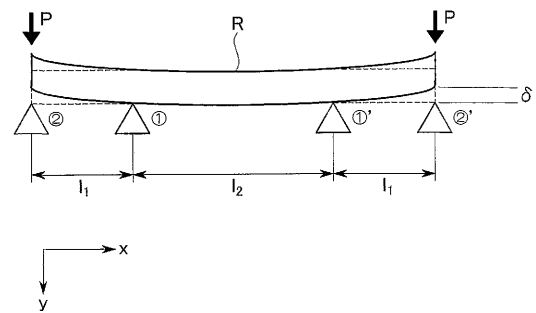
【図 20】

FIG. 20



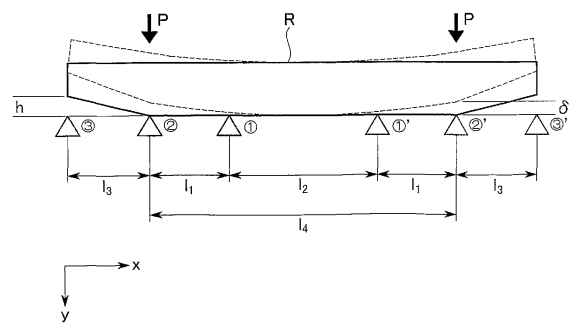
【図 23】

FIG. 23



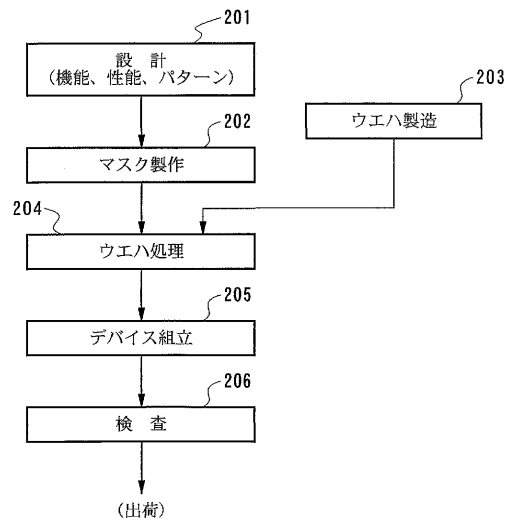
【図 24】

FIG. 24



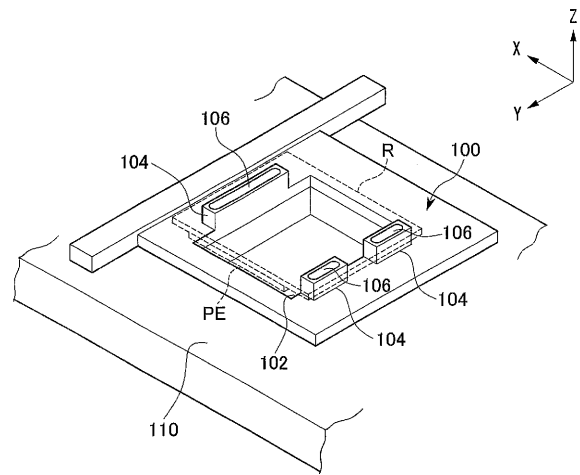
【図 25】

FIG. 25



【図 26】

FIG. 26



フロントページの続き

- (72)発明者 吉元 宏充
日本国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
- (72)発明者 堀川 浩人
日本国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
- (72)発明者 水谷 英夫
日本国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 南 宏輔

- (56)参考文献 特開平09-082606(JP,A)
特開平11-135412(JP,A)
特開平04-289864(JP,A)
特開平11-040657(JP,A)
特開平10-097985(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
H01L 21/67
G03F 1/14
G03F 9/00