(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4634992号
(P4634992)

(45)発行日　平成23年2月16日(2011.2.16)　(24)登録日　平成22年11月26日(2010.11.26)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/027	(2006.01)	H01L	21/30	514E
G03F 1/16	(2006.01)	H01L	21/30	503D
H01L 21/683	(2006.01)	H01L	21/30	541L
		H01L	21/30	531M
		G03F	1/16	A

請求項の数 9　(全 35 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2006-297770 (P2006-297770)
(22)出願日　平成18年11月1日 (2006.11.1)
(65)公開番号　特開2007-150287 (P2007-150287A)
(43)公開日　平成19年6月14日 (2007.6.14)
審査請求日　平成18年11月1日 (2006.11.1)
(31)優先権主張番号　特願2005-320299 (P2005-320299)
(32)優先日　平成17年11月4日 (2005.11.4)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　504162958
株式会社ニューフレアテクノロジー
静岡県沼津市大岡２０６８番地の３
(74)代理人　100088487
弁理士　松山　允之
(74)代理人　100119035
弁理士　池上　徹真
(72)発明者　吉武　秀介
神奈川県横浜市港北区新横浜３－２－６
新横浜ビジネスセンタービル９Ｆ　株式会社ニューフレアテクノロジー内
(72)発明者　玉虫　秀一
神奈川県横浜市港北区新横浜３－２－６
新横浜ビジネスセンタービル９Ｆ　株式会社ニューフレアテクノロジー内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】位置計測装置及び位置ずれ量計測方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
マスク基板の裏面を３点支持する３点支持部材と、マスク基板の裏面を真空チャックする真空チャック部材とを配置する配置部と、
前記配置部に配置された３点支持部材と真空チャック部材との一方を載置するステージと、
前記ステージ上に前記真空チャック部材が載置された状態で、前記真空チャック部材を介して前記基板を吸引する真空ポンプと、
前記ステージ上に載置された３点支持部材に支持された基板上に形成されたパターンの位置と真空チャック部材に真空チャックされた基板上に形成されたパターンの位置とを認識する認識部と、
を備え、
前記基板は、極端紫外露光に用いるマスクとして、転写装置で極端紫外線での露光に用いる場合に前記転写装置内で静電チャック部材に静電チャックされ、
前記配置部は、前記真空チャック部材の吸着面の面積と形状とが前記静電チャック部材の吸着面の面積と形状とに合わせて形成された前記真空チャック部材を配置することを特徴とする位置計測装置。
【請求項２】
前記真空チャック部材の材料として、前記静電チャック部材に用いる材料よりも硬い材料を用いることを特徴とする請求項１記載の位置計測装置。

【請求項３】
前記位置計測装置は、さらに、前記真空ポンプの吸引力を制御する制御装置を備えたことを特徴とする請求項１記載の位置計測装置。
【請求項４】
前記位置計測装置は、さらに、前記真空チャック部材を介して気体を供給する気体供給部を備え、
前記位置計測装置は、前記真空チャック部材から前記基板を剥がす際に、前記気体を用いて前記真空チャック部材の吸着面の圧力が外部圧力より高くなるように制御することを特徴とする請求項１記載の位置計測装置。
【請求項５】
前記真空チャック部材は、基板の位置を検知するセンサを有することを特徴とする請求項１記載の位置計測装置。
【請求項６】
前記真空チャック部材は、前記基板の裏面を真空チャックする際に前記裏面の中央部を吸引する第１の吸引機構と前記中央部の周辺部を吸引する第２の吸引機構とを有することを特徴とする請求項１記載の位置計測装置。
【請求項７】
前記配置部には、複数の真空チャック部材が配置され、
前記複数の真空チャック部材は、各々識別マークを有することを特徴とする請求項１記載の位置計測装置。
【請求項８】
ＥＵＶ用マスクに転写されたパターンがウェハ上へ転写された時に想定される位置精度を評価するために位置ずれ量を計測する際には、真空チャックを選択的に使用して前記マスク裏面を平面に矯正して計測し、
前記ＥＵＶ用マスクを描画する描画装置の状態管理の目的で前記マスク裏面の形状の補正なしに描画されたパターンの位置ずれ量を計測する際には３点支持方式を選択的に使用して前記マスク裏面の形状を平面に矯正せずに計測することを特徴とする位置ずれ量計測方法。
【請求項９】
自重の影響を排除した場合の基板裏面の３次元形状に基づいて、前記基板裏面を平面に矯正した場合における前記基板の表面にパターンを描画した場合に予測される前記パターンの位置ずれ量が補正されて描画された第１のパターンを用いて、前記基板裏面を真空チャックして前記第１のパターンの位置ずれ量を計測し、
基板裏面を平面に矯正せずに前記基板の表面にパターンを描画した場合に予測される前記パターンの位置ずれ量が補正されて描画された第２のパターンを用いて、前記基板裏面を３点支持して前記第２のパターンの位置ずれ量を計測することを特徴とする位置ずれ量計測方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、位置計測装置及び位置ずれ量計測方法に係り、例えば、電子ビームを可変成形させながら描画された極端紫外（ＥＵＶ：Ｅｘｔｒｅｍｅ　Ｕｌｔｒａ　Ｖｉｏｌｅｔ）露光に用いるマスクのパターン位置ずれ量を計測する方法及び装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、半導体の回路線幅はますます細くなり、一方で大集積化を続けている。シリコン（Ｓｉ）ウエハ上に回路を大量にかつ正確に刻むために、マスク（原画パターン或いはレチクルともいう。）上に描かれた原画を転写する露光技術も進んできている。例えば、本来のマスクパターンの周辺に転写されないような補助パターンを配置する光近接効果補正技術が検討されている。或いは、転写に使用される照明光に異方性を持たせて解像性を部

分的に向上させる変形照明技術が検討されている。或いは、対物レンズとウエハの間に空気の屈折率よりも大きな液体（例えば、水や油）などを入れて解像限界を向上させる液浸露光技術などが検討されている。これらにより、露光光源の波長である１９３ｎｍの半分である９０ｎｍ以下のパターンが生産可能となってきている。特に液浸露光技術において、水の理論的な屈折率から４５ｎｍのパターンも露光可能であることが示されている。そのため、さらに理想的な油が見つかれば３２ｎｍに近いところまで液浸技術によって達成可能と考えられている。

【０００３】

しかし、このような露光技術では、光近接効果を補正するための補助パターンが複雑になることが想定されている。補助パターンは、ウェハに本来転写されないがウェハに像が形成されるときには影響を与えるパターンとなる。この補助パターンがマスクに形成される。この補助パターンが空間像の影響が大きくなるにつれて複雑になる。また、複雑なパターンは原画を描画する際の描画時間に大きな影響を与える。さらに、どうやって描画されたパターンを検査すればよいのかという非常に大きな問題もある。

【０００４】

上記問題を解決するために、これまでのリソグラフィの歴史と同様に露光波長そのものを短波長化することも考えられている。１５７ｎｍの光は、縮小転写するためのレンズ材料の制限から断念されている。そのため、現時点で最も可能性があると考えられているのは、波長が１３．４ｎｍのＥＵＶ光である。ＥＵＶ光は、軟Ｘ線領域に区分される光で多くの物体で透過吸収されるために、もはや投影光学系を形成することが出来ない。そのため、ＥＵＶ光を用いた露光手法については反射光学系が提案されている。

【０００５】

そのため、使用される原画マスクも従来のように透過光を通すために周辺を３点または４点で保持するというような方式ではなくて、裏面のほとんどを平面でチャックすることが提案されている。さらに光の減衰を考慮して、システムそのものが真空チャンバー内に設置されるため、ＥＵＶ用のマスクの固定には静電チャックの使用を前提としている。

そして、露光される基板及び静電チャック自体が、ＳＥＭＩ規格で規定されているように厳しく仕様が定義されている（例えば、非特許文献１～３参照）。

【０００６】

さらに、ＥＵＶ用の原画マスクを作る際における反射膜を形成する工程中やパターン形成のプロセス中の基板の変形などが予測不能である。そのため、上記の非特許文献３によれば原画マスクを作るための描画装置、位置計測装置および露光装置（転写装置ともいう。）については、静電チャックによる基板の保持が不可欠とされている。

【０００７】

図２４は、従来の可変成形型電子線描画装置の動作を説明するための概念図である。

可変成形型電子線描画装置（ＥＢ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　ｂｅａｍ）描画装置）における第１のアパーチャ４１０には、電子線３３０を成形するための矩形例えば長方形の開口４１１が形成されている。また、第２のアパーチャ４２０には、第１のアパーチャ４１０の開口４１１を通過した電子線３３０を所望の矩形形状に成形するための可変成形開口４２１が形成されている。荷電粒子ソース４３０から照射され、第１のアパーチャ４１０の開口４１１を通過した電子線３３０は、偏向器により偏向される。そして、第２のアパーチャ４２０の可変成形開口４２１の一部を通過して、所定の一方向（例えば、Ｘ方向とする）に連続的に移動するステージ上に搭載された試料３４０に照射される。すなわち、開口４１１と可変成形開口４２１との両方を通過できる矩形形状が、ステージ上に搭載された試料３４０の描画領域に描画される。第１のアパーチャ４１０の開口４１１と第２のアパーチャ４２０の可変成形開口４２１との両方を通過させ、任意形状を作成する方式を可変成形方式という。

【０００８】

しかし、上述したＳＥＭＩ規格（ＳＥＭＩ　Ｐ４０－１１０３）に記載されているチャックの形状精度仕様を満足すること、そして、さらにかかる満足していることを評価する

ことも非常に困難である。また、ＥＵＶマスク製作のプロセスで許容されるパーティクルの粒径は、ＳＥＭＡＴＥＣＨのロードマップによれば３０ｎｍである。しかし、ＥＵＶマスクの裏面には静電チャックのために導電性の膜、例えばガラスとの密着性の良いＣｒなどがコーティングされている。マスクとの接触面積の大きい静電チャックのような方式だと、この裏面の導電膜が接触部分での摩擦などによって剥れて、パーティクルとなる可能性は十分に考えられる。

【０００９】

また、EUVマスクの裏面にパーティクルがあると、局所的に見ればマスクの裏面がパーティクル近辺で密着しないためにEUVマスクが変形して、必要とされるパターンの位置精度が得られない恐れがある。そのため、チャック表面を常に清浄な状態に保つ必要があるが、そのように維持・管理することが非常に難しい。

【００１０】

さらに、露光装置においては、一般にマスクは原画として、ウエハ上に像を順次縮小転写するために使用されるために、最終的な洗浄プロセスを通ってきたマスクのみが扱われる。しかし、ＥＵＶマスクを製作する段階での描画装置においては、光マスクにパターンを描画する場合と同様に、感光剤であるレジストが塗布されたＥＵＶマスクを装置に投入する必要がある。ここで述べた光マスクとしては、ＥＵＶ光以外の例えば紫外線等の光を用いて露光する場合に使用する光マスクが挙げられる。通常の光マスク同様にＥＵＶマスク上に塗布されるレジストは感光材として作用し、電子ビームで描かれた所望のパターンに対して化学的な反応を起こす。その結果として、電子ビームが照射されて変質したパターンの箇所のみが、後の現像プロセスにおいて除去される（ポジ型レジスト）か、照射されたパターンの箇所以外を除去する（ネガ型レジスト）ことによって、レジストパターンが描かれる。その後、レジストパターンを保護膜として、通常の光マスクであれば下層のクロムを、EUVマスクであれば遮光膜となるクロム系の金属あるいは、タンタル系の金属を、エッチングにより取り除くことで、取り除いた箇所だけ光を通すマスクとなる。その後、エッチングの保護膜として残されたレジストは化学的な剥離処理により取り除かれる。

【００１１】

このレジストは光マスクであっても、EUVマスクであっても、薄く均一に塗布される必要がある。一般的に、レジストは炭素を主成分とする高分子膜からなり、溶媒に溶かしたレジストを回転する基板上に所定の分量を滴下して。回転塗布するスピンコート技術等により塗布される。この時、レジストは基板の側面や裏面にも一部回り込んでいる可能性があるが、側面や裏面のレジストなどの残留物や付着物を、マスク表面の必要な箇所のレジストに影響を与えないように取り除くことは非常に困難である。なお、レジストが塗布された後には、主に感度の安定化・均一化のために、レジストの種類や条件に従って、所定の温度でベーキング（プリベーク）される。

【００１２】

しかし、ベーキング処理を行っても、高分子の膜であるレジストは、非常に傷つきやすく剥れやすいという性質を有する。描画装置においては基板を搬送したり描画中に保持したりするために、マスク表面の必要な箇所を避けて必要最小限な箇所のみを接触するようにして取り扱うが、その際に予期していない側面や裏面に回りこんだレジストが、接触部分に付着したり剥れたりして、描画装置内での発塵の大きな原因であることが容易に考えられている。さらに、EUVマスクにおいて静電チャックを使用すると、マスク裏面のほとんどが接触することになるため、側面や裏面に残っているレジストなどの付着物が剥れてパーティクルとなり、結果的に静電チャックに吸い寄せられることは十分に予想される。そのためチャック表面を清浄な状態に維持することが困難となる。その結果、静電チャック表面とマスク裏面との間にパーティクルが入り込んでしまうため、マスク裏面を理想的な平面に維持することが困難となる。

【００１３】

そこで、静電チャックを用いないで描画装置でマスクとなる基板を保持した状態で基板

の裏面形状を描画中あるいは描画前に測定して、測定された基板の裏面形状を元にパターンの位置ずれ量を算出して補正するというパターンの描画方法が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

【００１４】

しかし、特許文献１に記載の技術では基板のパターンを形成する面と対抗する裏面の高さ位置分布を測定する。このような方法を採用すると、基板の裏面測定時に自重たわみの影響を受けている上に、基板の公差に応じて基板毎にたわみの量に変化が生じたりする可能性がある。或いは、基板毎にＥＵＶマスク特有な多層膜応力の変化に伴って変形量が変わる恐れがある。そのため、基板の裏面が任意の局面または平面に矯正された状態を計算で再現するときの再現性に問題が生じる可能性がある。さらに、高さ分布の計測装置として、一般的にＥＵＶマスクの平面度を測定するために使用されるような干渉計を使用した測定器がある。しかし、この測定器を描画装置に搭載することは、装置構成の制約から非常に困難である。そのため、搭載可能な測定器の分解能が十分でない恐れがある。

【００１５】

そして、仮に、描画装置において、描画できたとしても描画されたパターンの位置を計測する位置計測装置で問題が発生する。それは、位置計測装置において計測されるマスクも最終洗浄前の基板であるため、レジストなどの残留物やプロセス過程において付着したパーティクルなどが残っている可能性がある。そのようなEUVマスクを静電チャックにより基板の保持をしたのでは、やはりパーティクルが静電チャックに吸い寄せられる。そのためチャック表面を清浄な状態に維持することが困難となる。さらに、現在の位置計測装置では、高精度な計測が必要であるため環境変動を小さくするために温度・湿度がコントロールされた恒温チャンバー内に設置される必要がある。しかし、パターンの位置計測に際しては真空中で動作させる必要性がないので、取り扱いや装置の管理が容易な大気中で使用することが望ましい。ところが、静電チャックを大気中で使用すると、環境中に存在する異物を静電気により積極的に吸いつけてしまう恐れが非常に大きい。その結果、静電チャック表面とマスク裏面との間にパーティクルが入り込んでしまう。そのため、マスク裏面を理想的な平面に維持することが困難となる。その結果、高精度な位置計測を行なうことができない恐れがある。

【特許文献１】特開２００４－２１４４１５号公報

【非特許文献１】ＳＥＭＩ　Ｐ３８－１１０３　ＳＰＥＣＩＦＩＣＡＴＩＯＮ　ＦＯＲ　ＡＢＳＯＲＢＩＮＧ　ＦＩＬＭ　ＳＴＡＣＫＳ　ＡＮＤ　ＭＵＬＴＩＬＡＹＥＲＳ　ＯＮ　ＥＸＴＲＥＭＥ　ＵＬＴＲＡＶＩＯＬＥＴ　ＬＩＴＨＯＧＲＡＰＨＹ　ＭＡＳＫ　ＢＬＡＮＫＳ

【非特許文献２】ＳＥＭＩ　Ｐ３７－１１０２　ＳＰＥＣＩＦＩＣＡＴＩＯＮ　ＦＯＲ　ＥＸＴＲＥＭＥ　ＵＬＴＲＡＶＩＯＬＥＴ　ＬＩＴＨＯＧＲＡＰＨＹ　ＭＡＳＫ　ＳＵＢＳＴＲＡＴＥＳ

【非特許文献３】ＳＥＭＩ　Ｐ４０－１１０３　ＳＰＥＣＩＦＩＣＡＴＩＯＮ　ＦＯＲ　ＭＯＵＮＴＩＮＧ　ＲＥＱＵＩＲＥＭＥＮＴＳ　ＡＮＤ　ＡＬＩＧＮＭＥＮＴ　ＲＥＦＥＲＥＮＣＥ　ＬＯＣＡＴＩＯＮＳ　ＦＯＲ　ＥＸＴＲＥＭＥ　ＵＬＴＲＡＶＩＯＬＥＴ　ＬＩＴＨＯＧＲＡＰＨＹ　ＭＡＳＫＳ

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１６】

上述したように、位置計測装置内でＥＵＶマスクの保持に静電チャックを使用するにも仕様を満たす静電チャック自体を製作することが非常に困難であるといった問題があった。また、仮に仕様を満たす静電チャックを使用することが可能となったとしても、位置計測装置においてパーティクル管理などの問題があった。また、仮に仕様を満たす静電チャックを使用することが可能となったとしても次のような問題があった。すなわち、静電チャックを用いないでデータ補正により描画したパターンについて、静電チャックではかかる描画装置の位置精度を評価することができなかった。

【００１７】
本発明は、かかる問題点を克服し、描画されたマスクのパターン位置ずれ量を高精度に計測する方法及び装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１８】
本発明の一態様の位置計測装置は、
マスク基板の裏面を３点支持する３点支持部材と、マスク基板の裏面を真空チャックする真空チャック部材とを配置する配置部と、
配置部に配置された３点支持部材と真空チャック部材との一方を載置するステージと、
ステージ上に真空チャック部材が載置された状態で、真空チャック部材を介して基板を吸引する真空ポンプと、
ステージ上に載置された３点支持部材に支持された基板上に形成されたパターンの位置と真空チャック部材に真空チャックされた基板上に形成されたパターンの位置とを認識する認識部と、
を備えたことを特徴とする。
【００１９】
配置部に３点支持部材と真空チャック部材とを配置することにより、ステージ上で使用する基板保持部材を選択することができる。そして、真空チャック部材が選択された場合には、真空ポンプにより真空チャック部材を介して基板裏面を真空引きして吸引することで基板を真空チャックすることができる。そして、認識部により３点支持部材と真空チャック部材とのうち選択された一方に保持された基板上に形成されたパターンの位置を認識することができる。
【００２０】
また、本発明において、基板は、極端紫外露光に用いるマスクとして、転写装置で極端紫外線での露光に用いる場合に転写装置内で静電チャック部材に静電チャックされ、
配置部は、真空チャック部材の吸着面の面積と形状とが静電チャック部材の吸着面の面積と形状とに合わせて形成された真空チャック部材を配置することを特徴とする。
【００２１】
かかる構成により、真空チャックで保持した場合と静電チャックで保持した場合とを同等な条件にすることができる。よって、基板裏面をＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックで保持した場合のように平面に矯正された場合と同様の位置に描画されるように補正されたパターンの位置を計測する場合には、真空チャック部材に基板を載せておけば、静電チャックした場合と同等にステージ上で真空チャックにより保持した状態で基板上の所望する位置にパターンが描画されているかどうかを確認することができる。一方、ＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックで保持した場合を想定した補正をしていないパターンの位置を計測する場合には、３点支持部材に基板を載せておけば、ステージ上で３点支持により保持した状態で基板上の所望する位置にパターンが描画されているかどうかを確認することができる。
【００２２】
さらに、真空チャック部材の材料として、静電チャック部材に用いる材料よりも硬い材料を用いることを特徴とする。
【００２３】
静電チャック部材に用いる材料よりも硬い材料を用いることにより、チャックされた場合の真空チャック部材の変形量を小さくすることができる。その結果、変形誤差を小さくすることができ、理想の平面に近づけることができる。よって、計測時の再現性を向上させることができる。
【００２４】
また、本発明における位置計測装置は、さらに、上述した真空ポンプの吸引力を制御する制御装置を備えると好適である。
【００２５】

また、位置計測装置は、さらに、真空チャック部材を介して気体を供給する気体供給部を備えると好適である。

【００２６】

そして、位置計測装置は、真空チャック部材から基板を剥がす際に、上述した気体を用いて真空チャック部材の吸着面の圧力が外部圧力より高くなるように制御すると好適である。

【００２７】

また、位置計測装置は、真空チャック部材に基板が真空チャックされていない状態で、真空チャック部材を介して気体を放出するように制御すると好適である。

【００２８】

また、真空チャック部材は、基板の位置を検知するセンサを有すると好適である。

【００２９】

そして、センサとして、静電容量式のセンサあるいは光センサを用いると好適である。

【００３０】

また、真空チャック部材は、基板の裏面を真空チャックする際に裏面の中央部を吸引する第１の吸引機構と中央部の周辺部を吸引する第２の吸引機構とを有すると好適である。

【００３１】

そして、基板の裏面を真空チャックする際に、第１の吸引機構と第２の吸引機構とで異なる吸引力を用いると好適である。

【００３２】

また、基板の裏面を真空チャックする際に、第１の吸引機構により裏面の中央部を吸引した後に、第２の吸引機構により周辺部を吸引すると好適である。

【００３３】

また、真空チャック部材は、裏面の中央部が真空チャック部材の吸着面に吸着されたことを検知するセンサを有すると好適である。

【００３４】

また、配置部には、複数の真空チャック部材が配置され、

複数の真空チャック部材は、各々識別マークを有すると好適である。

【００３５】

また、本発明の一態様の位置ずれ量計測方法は、

ＥＵＶ用マスクに転写されたパターンがウェハ上へ転写された時に想定される位置精度を評価するために位置ずれ量を計測する際には、真空チャックを選択的に使用して前記マスク裏面を平面に矯正して計測し、

前記ＥＵＶ用マスクを描画する描画装置の状態管理の目的で前記マスク裏面の形状の補正なしに描画されたパターンの位置ずれ量を計測する際には３点支持方式を選択的に使用して前記マスク裏面の形状を平面に矯正せずに計測することを特徴とする。

【００３６】

ここでも、真空チャック部材は、真空チャック部材の吸着面の面積と形状とが規格化された静電チャック部材の吸着面の面積と形状とに合わせて形成されるとよい。

【００３７】

また、真空チャック部材は、静電チャック部材に用いる低熱膨張材料よりも硬い材料で形成されとよい。

【００３８】

また、本発明の他の態様の位置ずれ量計測方法は、

自重の影響を排除した場合の基板裏面の３次元形状に基づいて、基板裏面を平面に矯正した場合における基板の表面にパターンを描画した場合に予測されるパターンの位置ずれ量が補正されて描画された第１のパターンを用いて、基板裏面を真空チャックして第１のパターンの位置ずれ量を計測する第１の位置ずれ量計測工程と、

基板裏面を平面に矯正せずに基板の表面にパターンを描画した場合に予測されるパター

ンの位置ずれ量が補正されて描画された第２のパターンを用いて、基板裏面を３点支持して第２のパターンの位置ずれ量を計測する第２の位置ずれ量計測工程と、
を備えたことを特徴とする。
【００３９】
かかる構成により、基板裏面をＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックで保持した場合のように平面に矯正された際の基板の表面の変形量を得ることができる。かかる変形量によるパターンの位置ずれ量が補正されて描画された第１のパターンを用いて、第１のパターンの位置ずれ量を計測することにより、基板裏面をＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックで保持した場合のように平面に矯正された場合と同様の位置にパターンが描画されているかどうかを真空チャックした状態で確認することができる。一方で、第２の位置ずれ量計測工程により、ＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックを用いずに基板裏面を３点支持して保持する場合のように基板裏面が平面に矯正されない場合に、所望する位置にパターンが描画されているかどうかを確認することができる。その結果、描画装置固有の位置ずれ補正量の妥当性を確認することができる。
【００４０】
ここでも、真空チャック部材は、真空チャック部材の吸着面の面積と形状とが規格化された静電チャック部材の吸着面の面積と形状とに合わせて形成されるとよい。
【００４１】
また、真空チャック部材は、静電チャック部材に用いる材料よりも硬い材料で形成されると好適である。
【発明の効果】
【００４２】
本発明によれば、静電チャックを用いない描画装置で描画されたパターン位置ずれを３点支持により確認することができると共に、静電チャックにより保持する場合を想定して補正したパターンのパターン位置ずれも確認することができる。さらに、静電チャックを用いなくともパターン位置ずれを確認することができる。また、本発明の他の態様によれば、静電チャックにより保持する場合を想定して補正したパターンと補正していないパターンとの両方の位置精度を確認することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００４３】
以下、実施の形態では、荷電粒子ビームの一例として、電子ビームを用いた構成について説明する。但し、荷電粒子ビームは、電子ビームに限るものではなく、イオンビーム等の荷電粒子を用いたビームでも構わない。
【００４４】
以下、実施の形態では、荷電粒子ビームの一例として、電子ビームを用いた構成について説明する。但し、荷電粒子ビームは、電子ビームに限るものではなく、イオンビーム等の荷電粒子を用いたビームでも構わない。
【００４５】
実施の形態１．
図１は、実施の形態１における位置計測装置の構成を示す概念図である。
図１において、位置計測装置６００は、筐体６０２、パターン位置認識部６１０、ステージ６２０、位置制御系６２２、定盤６３０、搬送ロボット６４０、配置部の一例となるホルダ６５０、ロボット制御回路６４６、計算機６６０、メモリ６６２、真空ポンプ６８０、ステージ制御回路６７４を備えている。筐体６０２内には、ＣＣＤカメラ等のパターン位置認識部６１０、ステージ６２０、位置制御系６２２、定盤６３０、搬送ロボット６４０、ホルダ６５０が配置されている。計算機６６０には、ロボット制御回路６４６、メモリ６６２、真空ポンプ６８０、ステージ制御回路６７４が接続され、計算機６６０に制御されている。
【００４６】
また、筐体６０２内は恒温化され、定盤６３０は、除振機能を有している。ホルダ６５

０には、複数段の配置場所（格納場所）が存在している。そして、複数段の配置場所には、３点支持部材２２０と３点支持部材２２０上に載置された試料１０１の第１のセット、或いは真空チャック部材２４０と真空チャック部材２４０上に載置された試料１０１の第２のセットが格納されている。また、搬送ロボット６４０は、ハンド６４２と本体６４４とを有している。そして、ロボット制御回路６４６に制御された搬送ロボット６４０は、ハンド６４２を使って、この第１のセット、或いは第２のセットをホルダ６５０から搬出してステージ６２０上に搬送する。また、搬送ロボット６４０は、ハンド６４２を使って、第１のセット、或いは第２のセットをステージ６２０上から搬出してホルダ６５０に格納する。

ここで、図１では、本実施の形態１を説明する上で必要な構成部分について記載している。その他、位置計測装置６００にとって、通常、必要なその他の構成が含まれても構わない。

【００４７】

図２は、実施の形態１における３点支持部材の構成の一例を示す概念図である。

図２に示すように、３点支持部材２２０には、３つの支持ピン２２２が配置されている。そして、かかる３つの支持ピン２２２で試料１０１の裏面を支持する。支持ピン２２２はルビーやサファイヤといった硬い材料で構成されると好適である。硬い材料で構成することで試料１０１を載置した場合の支持ピン２２２の変形を抑制することができる。その結果、誤差を小さくすることができる。よって、再現性に優れている。

【００４８】

図３は、実施の形態１における真空チャック部材の構成の一例を示す概念図である。

図３に示すように、真空チャック部材２４０は、試料１０１の外周部を除く裏面全面を吸着するように吸着面が形成されている。吸着面の仕様は、上述したＳＥＭＩ規格に規定されている静電チャックと合わせている。すなわち、真空チャック部材２４０の吸着面の面積と形状とが静電チャック部材の吸着面の面積と形状とに合わせて形成されている。

【００４９】

図４は、実施の形態１における静電チャックの断面の一例を示す概念図である。

図５は、実施の形態１における真空チャックの断面の一例を示す概念図である。

図４に示すように、静電チャック部材２３０には、ＳＥＭＩ規格に規定された所定のピッチで吸着部２３２が形成されている。そして、かかる吸着部２３２に試料１０１となる基板裏面が吸着され、平面に矯正される。試料１０１がＥＵＶ（Ｅｘｔｒｅｍｅ　Ｕｌｔｒａ　Ｖｉｏｌｅｔ）用マスクの場合には、後に転写装置で転写に用いられる。その場合には、転写装置内においてＳＥＭＩ規格で規定する静電チャック部材に静電チャックされて用いられる。よって、位置計測装置６００を使ってＥＵＶ用マスクを計測する場合には静電チャックで保持された場合と同等な状態が再現されることが望ましい。そこで、実施の形態１では、真空チャックにおいても、図５に示すように、真空チャック部材２４０では、接触面２４４と吸引部２４２をＳＥＭＩ規格に規定された所定のピッチで吸着部２３２と同様の形状と面積に形成する。チャックの仕方は、開口部となる部分が吸引部２４２となって真空チャック部材２４０内部に形成された流路を通って真空ポンプに吸引される。ここでは、図示していないが、真空チャック部材２４０がステージ６２０上に載置された状態で真空ポンプ６８０がステージ６２０内部と真空チャック部材２４０を介して基板を吸引する。このようにして試料１０１が接触面２４４に吸着される。

【００５０】

以上のように、真空チャック部材２４０の吸着面の面積と形状をＳＥＭＩ規格に規定された静電チャック部材の吸着面の面積と形状に合わせて形成することで、真空チャックにより保持した場合でも静電チャックにより保持した場合と同様な条件にすることができる。よって、試料１０１となる基板裏面をＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックで保持した場合のように平面に矯正された場合と同様の位置に描画されるように補正されたパターンの位置を計測する場合には、真空チャック部材２３０に基板を載せておけばよい。これにより、静電チャックした場合と同等にステージ６２０上で真空チャックにより保持した状

態で基板上の所望する位置にパターンが描画されているかどうかを確認することができる。一方、ＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックで保持した場合を想定した補正をしていないパターンの位置を計測する場合には、３点支持部材２２０に基板を載せておけばよい。これにより、ステージ６２０上で３点支持により保持した状態で基板上の所望する位置にパターンが描画されているかどうかを確認することができる。

【００５１】

ここで、発明者等は、以下に説明するように描画位置において描画位置を補正することで、描画装置内で静電チャックを用いなくても静電チャックを用いた場合と同様なパターン位置に描画する補正ができることを見出した。以下、図面を用いて説明する。

【００５２】

まず、ＥＵＶマスクを描画する際に描画ＪＯＢ登録前に以下のように測定する。すなわち、予めＥＵＶマスク基板裏面の３次元形状をマスク自重の影響を排除して、平面度測定器により基板に固有な裏面の形状のみを測定する。さらに、測定に際しては描画装置に組み込み不可能な干渉計を使った高精度な計測装置を利用する。これにより、精度良くマスク裏面の形状を計測することができる。

【００５３】

図６は、実施の形態１における平面度測定器で基板裏面の３次元形状を計測する手法を説明するための概念図である。

まず描画ＪＯＢ登録前に基板裏面の３次元形状を測定するには、例えば、図６に示されるような試料１０１となる基板を縦にした状態で基台５２０に載置する。そして、干渉原理を使用して干渉計５１０を用いて対向する面全体を計測する。これにより高精度に計測することが可能である。これにより、マスク基板の自重の影響を排除して、基板に固有な裏面の形状のみを再現性良く測定することが可能となる。

【００５４】

この計測された基板固有の裏面形状情報を元にパターンの位置ずれ量を算出する。そして、描画登録時に基板固有のパラメータの一つとして求めた位置ずれ量を読み込む。そして、求めた位置ずれ量に基づいて描画パターンの座標系を変換する。これにより、あたかも理想的な平面にチャッキングされたときの座標系でパターンを描画するように、描画パターンの位置を補正することができる。すなわち、位置ずれ量を補正することができる。そして、基板の保持手法については、既に確立された技術として再現性良く基板を保持することが可能な、機械的な３点保持方式を使用する。

【００５５】

図７は、実施の形態１における基板裏面の３次元形状の一例を示す図である。

図７に示すように、基板裏面は、自重によるたわみだけではなく、表面を磨く加工の不完全さによる固有の形状を有することがわかる。

【００５６】

そして、近時演算工程として、描画装置は、平面度測定器により測定された基板裏面の高さ分布等の形状分布データを入力する。そして、かかる基板固有の裏面形状情報となるかかる基板裏面の形状分布データを例えば４次の多項式でフィッティング（近似）する。

【００５７】

そして、傾き演算工程として、近似した４次の多項式の微分値から、局所的な傾きを求める。

【００５８】

次に、位置ずれ量演算工程として、基板裏面の３次元形状に基づいて、基板裏面を平面に矯正した場合における基板の表面にパターンを描画した場合のパターンの位置ずれ量（第１の位置ずれ量）を演算する。

図８は、実施の形態１における基板裏面のフィッティングされた３次元形状の一例を示す図である。

図７で示した基板裏面の３次元形状分布を４次の多項式でフィッティングする。そして、さらに直交するＸとＹについてそれぞれ偏微分する。これらにより、Ｘ方向とＹ方向と

における局所的な傾きの分布が得られる。図８では、得られた分布を示している。

【００５９】

図９は、実施の形態１における位置ずれ量を算出する手法を説明するための概念図である。

図９では、局所的な部分を取り出して説明する。試料１０１となる基板の厚さをＴとして伸び縮みのない中立面を基板の中央の面とする。このとき、傾き演算部４５４により局所的な傾きθが得られた場合、裏面を静電チャックでチャックする場合のように裏面を平面に矯正すると基板表面ではその分の位置ずれδ（ｘ，ｙ）が生じることになる。ただし、マスクが静電チャックに密着する場合には、マスクと静電チャックとの間の摩擦力が発生するため、中立面が基板の中央ではなく、力の釣り合いから静電チャック面側にずれる可能性がある。その場合に、局所的な傾きΔθに、基板の厚さＴと比例係数ｋを掛け合わせることで、マスク表面でのパターン位置ずれ量δを求めることができる。このようにして、試料１０１となる基板の表面にパターンを描画した場合のパターンの位置ずれ量の分布を得ることができる。

【００６０】

図１０は、実施の形態１における基板の表面のパターンの位置ずれ量分布の一例を示す図である。

図１０に示すように、上述した演算により基板に固有な裏面の形状のみから生じる基板表面のパターン位置ずれ量の分布を得ることができる。

【００６１】

そして、係数演算工程として、得られた位置ずれ量に基づいて、かかる位置ずれ量を補正するための位置ずれ補正量を示す近似式（第１の近似式）の係数（第１の係数）を演算する。実施の形態１における位置ずれ補正量の近似式は、以下の式（１－１）及び式（１－２）により示すことができる。

【００６２】

【数１】

$$(1\text{-}1)\quad x_1 = a_{10}+a_{11}x+a_{12}y+a_{13}x^2+a_{14}xy+a_{15}y^2+a_{16}x^3+a_{17}x^2y+a_{18}xy^2+a_{19}y^3$$

$$(1\text{-}2)\quad y_1 = b_{10}+b_{11}x+b_{12}y+b_{13}x^2+b_{14}xy+b_{15}y^2+b_{16}x^3+b_{17}x^2y+b_{18}xy^2+b_{19}y^3$$

【００６３】

図１０で得られた位置ずれ量分布の位置ずれ量を元に、３次多項式のフィッティングで描画されるグリッド補正量（位置ずれ補正量）を求める。そして、Ｘ方向とＹ方向の３次多項式を近似する場合に必要な式（１－１）に示すＸ方向の係数（a_{10}、a_{11}、・・・a_{19}）と式（１－２）に示すＹ方向の係数（b_{10}、b_{11}、・・・b_{19}）を演算により求める。かかる係数をパラメータとすれば、描画装置において自重を排除した基板固有の変形量に基づいた位置ずれ量を補正することができる。ここで得られる多項式の係数を、後述するように通常の裏面補正無しの場合に使用されている３次多項式の係数に加えたものを、該当基板の描画に使用する。

【００６４】

ここで、描画装置では、後述するような３箇所をクランプする３点保持による基板保持をする場合、マスク基板である試料１０１の自重によるたわみによる変形によって生じるパターン描画した際の位置ずれやＸＹステージの走りや位置測長用のミラー誤差等のシステムがもつ座標系固有の位置ずれが生じる。そこで、予め、かかるシステムがもつ座標系固有の位置ずれを補正する位置ずれ補正量を示す近似式（第２の近似式）の係数（第２の係数）がデフォルト値として用意されている。このシステム固有の位置ずれ補正量の近似式は、以下の式（２－１）及び式（２－２）で示すことができる。

【００６５】

【数２】

$$(2\text{-}1)\quad x_0 = a_{S0}+a_{S1}x+a_{S2}y+a_{S3}x^2+a_{S4}xy+a_{S5}y^2+a_{S6}x^3+a_{S7}x^2y+a_{S8}xy^2+a_{S9}y^3$$

$$(2\text{-}2)\quad y_0 = b_{S0}+b_{S1}x+b_{S2}y+b_{S3}x^2+b_{S4}xy+b_{S5}y^2+b_{S6}x^3+b_{S7}x^2y+b_{S8}xy^2+b_{S9}y^3$$

【００６６】

このように、描画装置では、静電チャックを使用せずに３箇所のクランプにより試料１０１となるＥＵＶ用マスク基板を水平方向に保持するため、描画マスク基板である試料１０１の自重によるたわみによる変形によって生じるパターン描画した際の位置ずれが生じる。そして、その他にも上述したようなシステム固有の位置ずれ等が生じる。よって、かかる位置ずれを補正するため、式（２－１）及び式（２－２）３次多項式のフィッティングで描画されるグリッド補正量（位置ずれ補正量）を予め求めておく。そして、Ｘ方向とＹ方向の３次多項式を近似する場合に必要な式（２－１）に示すＸ方向の係数（a_{s0}、a_{s1}、・・・a_{s9}）と式（２－２）に示すＹ方向の係数（b_{s0}、b_{s1}、・・・b_{s9}）を演算により求めておく。かかる位置ずれ補正量を示す近似式（第２の近似式）の係数（第２の係数）がデフォルト値として格納されている。

【００６７】

このように、式（２－１）及び式（２－２）に示す近似式は、基板裏面を平面に矯正せずに基板の表面にパターンを描画した場合のパターンの位置ずれ量（第２の位置ずれ量）を補正するための位置ずれ補正量を示す。

【００６８】

そして、加算工程として、式（２－１）及び式（２－２）に示す近似式（第２の近似式）の係数（第２の係数）を用いて、第２の係数に第１の係数を加算する。加算された後の位置ずれ補正量の近似式は、以下の式（３－１）及び式（３－２）で示すことができる。

【００６９】

【数３】

$$(3\text{-}1)\quad X_1 = (a_{s0}+a_{10})+(a_{s1}+a_{11})x+(a_{s2}+a_{12})y+(a_{s3}+a_{13})x^2+(a_{s4}+a_{14})xy+(a_{s5}+a_{15})y^2+(a_{s6}+a_{16})x^3+(a_{s7}+a_{17})x^2y+(a_{s8}+a_{18})xy^2+(a_{s9}+a_{19})y^3$$

$$(3\text{-}2)\quad Y_1 = (b_{s0}+b_{10})+(b_{s1}+b_{11})x+(b_{s2}+b_{12})y+(b_{s3}+b_{13})x^2+(b_{s4}+b_{14})xy+(b_{s5}+b_{15})y^2+(b_{s6}+b_{16})x^3+(b_{s7}+b_{17})x^2y+(b_{s8}+b_{18})xy^2+(b_{s9}+b_{19})y^3$$

【００７０】

式（３－１）及び式（３－２）に示す近似式により、３次多項式の各係数を加算して、システム固有の位置ずれ補正量に自重を排除した基板固有の位置ずれ補正量をも加味した位置ずれ補正量を得ることができる。

なお、この実施の形態１においては、電子ビーム描画装置のシステムが持つ座標系固有の位置ずれを補正するための位置ずれ補正量を示す近似式として、３次多項式が使われている場合を例として述べたが、４次以上の次数を持つ多項式を使用しても構わない。その時は、描画装置のシステムが持つ座標系固有の位置ずれ量を補正するための位置ずれ補正量を示す近似式の次数に合わせて、ＥＵＶマスクの裏面形状を表す３次元形状分布をフィッティングする多項式は、＋１の次数、即ち描画装置のシステムが持つ座標系固有の位置ずれ量を補正するための位置ずれ補正量を示す近似式が４次多項式である場合は、５次の多項式で近似することが好ましい。

【００７１】

図１１は、実施の形態１における描画装置の構成を示す概念図である。

図１１において、荷電粒子ビーム描画装置の一例である可変成形型ＥＢ描画装置１００は、描画部１５０を構成する電子鏡筒１０２、描画室１０３、ＸＹステージ１０５、電子銃２０１、照明レンズ２０２、第１のアパーチャ２０３、投影レンズ２０４、偏向器２０

５、第２のアパーチャ２０６、対物レンズ２０７、偏向器２０８を備え、制御部として、描画データ処理回路３２２、偏向制御回路３２０、計算機４５０、メモリ４６２、メモリ３２４、磁気ディスク装置の一例となるハードディスク（ＨＤ）装置３２６を備えている。描画データ処理回路３２２には、偏向制御回路３２０、計算機４５０、メモリ３２４、ＨＤ装置３２６が接続される。また、計算機４５０には、メモリ４６２が接続される。ＨＤ装置３２６には、式（２－１）及び式（２－２）の近似式の係数が上述したデフォルト値３２８として格納されている。式（２－１）及び式（２－２）の近似式は、マスク基板である試料１０１の自重によるたわみによる変形によって生じるパターン描画した際の位置ずれやＸＹステージ１０５の走りや図示していない位置測長用のミラー誤差等のシステムがもつ座標系固有の位置ずれを補正する位置ずれ補正量を示す。

【００７２】

そして、電子鏡筒１０２内には、電子銃２０１、照明レンズ２０２、第１のアパーチャ２０３、投影レンズ２０４、偏向器２０５、第２のアパーチャ２０６、対物レンズ２０７、偏向器２０８が配置されている。描画室１０３内には、ＸＹステージ１０５が配置されている。ＸＹステージ１０５上には、クランプ２１０により３箇所で試料１０１が挟まれ保持されている。また、描画室１０３には、アライメントチャンバ１０４が接続され、描画室１０３に搬送される前に試料１０１のアライメント（位置合わせ）と恒温化処理が行なわれる。

【００７３】

計算機４５０内では、近時演算部４５２、傾き演算部４５４、位置ずれ量演算部４５６、係数演算部４５８、加算部４６０といった各機能を有している。計算機４５０には、外部装置となる平面度測定器５００からマスク裏面の形状分布データが入力される。また、描画データ処理回路３２２には、ＥＵＶマスク用或いはＥＵＶ以外の通常の光マスク用なのかを示すデータが含まれる情報が入力される。

【００７４】

図１１では、本実施の形態１を説明する上で必要な構成部分について記載している。可変成形型ＥＢ描画装置１００にとって、通常、必要なその他の構成が含まれても構わない。また、図１１では、コンピュータの一例となる計算機４５０で、近時演算部４５２、傾き演算部４５４、位置ずれ量演算部４５６、係数演算部４５８、加算部４６０といった各機能の処理を実行するように記載しているがこれに限るものではない。電気的な回路によるハードウェアにより実施させても構わない。或いは、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせにより実施させても構わない。或いは、かかるハードウェアとファームウェアとの組み合わせでも構わない。

【００７５】

電子銃２０１から射出した荷電粒子ビームの一例となる電子ビーム２００は、照明レンズ２０２により矩形例えば長方形の穴を持つ第１のアパーチャ２０３全体を照明する。ここで、電子ビーム２００をまず矩形例えば長方形に成形する。そして、第１のアパーチャ２０３を通過した第１のアパーチャ像の電子ビーム２００は、投影レンズ２０４により第２のアパーチャ２０６上に投影される。かかる第２のアパーチャ２０６上での第１のアパーチャ像の位置は、偏向器２０５によって制御される。これにより、ビーム形状と寸法を変化させることができる。そして、第２のアパーチャ２０６を通過した第２のアパーチャ像の電子ビーム２００は、一方で対物レンズ２０７により焦点を合わせる。そして、他方で偏向器２０８により偏向される。そして、移動可能に配置されたＸＹステージ１０５上の試料１０１の所望する位置に照射される。偏向器２０８の偏向電圧は、偏向制御回路３２０によって制御される。

【００７６】

図１２は、実施の形態１における基板保持の状態の一例を示す概念図である。

図１２に示すように、ＸＹステージ１０５上では、クランプ２１０により基板となる試料１０１の３箇所をクランプして挟み保持している。

図１３は、実施の形態１における基板保持の状態の一例を示す断面概念図である。

クランプ２１０は、上面基準片２１２とクランプピン２１４を備えている。そして、試料１０１の表面側から上面基準片２１２で、試料１０１の裏面側からクランプピン２１４で同一軸を上下から点接触でクランプして挟む構造になっている。試料１０１を３箇所でクランプすることにより基板との接触が限定された最小限の箇所で済み、静電チャックのようなパーティクルの集塵を防ぐことができる。よって、クランプ点のクリーン度を維持することができる。また、基板裏面において３点で保持することで、静電チャックのように面で保持する場合に比べ、基板裏面の誤差の影響を受けにくくすることができる。その結果、誤差が小さく再現性に優れている。

【００７７】

しかしながら、ＥＵＶ用マスクを試料１０１とした場合に、かかる状態で試料１０１にパターンを描画したのでは、ＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックでチャックした場合のような基板裏面を平面に矯正した状態ではない。そのため、静電チャックでチャックする露光装置にかかる試料１０１をマスクとして用いるとウエハ等に露光されるパターンの位置がずれてしまう。例えば、試料１０１となる基板の大きさが１５２．４ｍｍ角である場合に、その中央部の少なくとも１４２ｍｍ角の領域を静電チャックでは吸着する。すなわち、基板裏面において中央部の少なくとも１４２ｍｍ角の領域が平面に矯正される。よって、上述したように補正位置ずれ量を演算して、デフォルト値に加算した係数をパラメータとして用いることで、かかる試料１０１にパターンを描画する場合、ＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックでチャックした場合のような基板裏面を平面に矯正した状態での所定の位置にパターンが描画されるように電子ビーム２００を照射する位置を補正することができる。

【００７８】

近時演算部４５２、傾き演算部４５４、位置ずれ量演算部４５６、係数演算部４５８、加算部４６０といった各機能の処理を以下に説明する。

【００７９】

まず、上述した近時演算工程として、計算機４５０は、平面度測定器により測定された基板裏面の高さ分布等の形状分布データを入力する。入力された形状分布データは、メモリ４６２に格納しておけばよい。そして、近時演算部４５２は、基板固有の裏面形状情報となるかかる基板裏面の形状分布データをメモリ４６２から読み出し、形状分布を例えば４次の多項式でフィッティング（近似）する。

【００８０】

次に、上述した傾き演算工程として、傾き演算部４５４は、近似した４次の多項式の微分値から、局所的な傾きを求める。

【００８１】

次に、上述した位置ずれ量演算工程として、位置ずれ量演算部４５６は、基板裏面の３次元形状に基づいて、基板裏面を平面に矯正した場合における基板の表面にパターンを描画した場合のパターンの位置ずれ量（第１の位置ずれ量）を演算する。

【００８２】

次に、上述した係数演算工程として、係数演算部４５８は、得られた位置ずれ量に基づいて、かかる位置ずれ量を補正するための位置ずれ補正量を示す近似式（第１の近似式）の係数（第１の係数）を演算する。

【００８３】

次に、上述した加算工程として、加算部４６０は、式（２－１）及び式（２－２）で示す近似式の係数（第２の係数）に式（１－１）及び式（１－２）で示す近似式の第１の係数を加算する。上述したように、式（２－１）及び式（２－２）で示す近似式（第２の近似式）は、基板裏面を平面に矯正せずに基板の表面にパターンを描画した場合のパターンの位置ずれ量（第２の位置ずれ量）を補正するための位置ずれ補正量を示している。かかる第２の係数となる係数パラメータは、描画装置のデフォルト値３２８としてＨＤ装置３２６に格納されている。よって、加算部４６０は、描画データ処理回路３２２を介してＨＤ装置３２６からデフォルト値３２８を読み出し、係数演算部４５８により得られた係数

（第１の係数）を加算する。

【００８４】

そして、描画工程として、描画部１５０は、加算された結果得られた加算値（第３の係数）を用いた位置ずれ補正量を示す式（３－１）及び式（３－２）の近似式（第３の近似式）によって得られる位置ずれ補正量に基づいて、電子ビーム２００を用いて試料１０１となる基板の表面にパターンを描画する。すなわち、描画データ処理回路３２２では、加算された結果得られた係数を用いた位置ずれ補正量を示す近似式によって得られる位置ずれ補正量の情報を偏向制御回路３２０に出力する。そして、かかる偏向制御回路３２０によって制御された偏向電圧が偏向器２０８に印加され、電子ビーム２００を偏向して所定の位置に照射する。

【００８５】

図１４は、実施の形態１における自重を排除した場合の変形を補正する位置ずれ補正量分布の一例を示す図である。

図１５は、実施の形態１における位置ずれ補正を行なって描画されたＥＵＶ用マスクのパターン位置分布の一例を示す図である。

図１６は、図１４に示す分布と図１５に示す分布とを差分した分布を示す図である。

図１６に示すように、分布が広がり或いは狭まるといった変形を示さず正方形に近い形になっていることから図１４に示す予測した位置ずれ補正量が合っており、実施の形態１における位置ずれ補正が有効であることがわかる。

【００８６】

以上のように、デフォルト値３２８に係数演算部４５８により得られた係数（第１の係数）を加算することで、静電チャックを使用せずに描画される場合でも静電チャックを使用した場合の位置に補正することができる。言い換えれば、３箇所のクランプ２１０により試料１０１となるＥＵＶ用マスク基板を水平方向に保持した状態で可変成形型ＥＢ描画装置１００により描画される場合でも静電チャックを使用した場合の位置に補正することができる。

【００８７】

以上のように、描画装置において、静電チャックを用いなくても静電チャックを使用した場合の位置に補正することができることを発明者等は見出した。そのため、かかる描画装置の位置精度、及び露光装置において静電チャックで保持されたウエハ上でのパターン形状の位置精度を本実施の形態１における位置計測装置で評価する。

【００８８】

かかる位置計測装置において、ＥＵＶ用マスクに設けられたパターンがウエハ上へ転写された時に想定される位置を計測する際には、真空チャックを選択的に使用して計測し、ＥＵＶ用マスクを描画する描画装置の状態管理や描画精度管理の目的で描画されたパターンの位置を計測する際には通常の３点支持方式を選択的に使用して計測する。

【００８９】

ＥＵＶ用マスクに設けられたパターンがウエハ上へ転写された時に想定される位置を計測する場合の位置計測装置６００の動作を説明する。まず、搬送ロボット６４０がハンド６４２を使って、上述した真空チャックによる第２のセットをホルダ６５０から搬出してステージ６２０上に搬送する。そして、ステージ６２０上に第２のセットを載置する。そして、ステージ６２０上に真空チャック部材２４０が載置された状態で、真空ポンプ６８０によりステージ６２０を介して真空チャック部材２４０を真空引きして吸引する。これにより、真空チャック部材２４０を介して真空チャック部材２４０上に載置された試料１０１が吸引され、真空チャック部材２４０に吸着されてチャックされる。かかる状態で、ステージ６２０がステージ制御回路６７４によってＸＹ方向に移動しながらパターン位置認識部６１０によりＥＵＶ用マスクに設けられたパターンが認識され、そして撮像される。そして、撮像された画像が位置制御系６２２によって制御された位置情報と共に計算機６６０に送られる。そして、かかる撮像した画像と位置情報からＥＵＶ用マスクに設けられたパターンの位置を計測する。ＥＵＶ用マスクに設けられたパターンの位置を計測する

ことで、静電チャックでチャックする場合と同様な条件で所望する位置からの位置ずれ量を計測することができる。

【００９０】

次に、ＥＵＶ用マスクを描画する描画装置の状態管理や描画精度管理の目的で描画されたパターンの位置を計測する場合の位置計測装置６００の動作を説明する。搬送ロボット６４０がハンド６４２を使って、３点支持による第１のセットをホルダ６５０から搬出してステージ６２０上に搬送する。そして、ステージ６２０上に第１のセットを載置する。３点支持部材２２０では、単に３点支持部材２２０上に試料１０１を載せているだけなので、その状態で、ステージ６２０がステージ制御回路６７４によってＸＹ方向に移動しながらパターン位置認識部６１０によりＥＵＶ用マスクに設けられたパターンが認識され、そして撮像される。そして、撮像された画像が位置制御系６２２によって制御された位置情報と共に計算機６６０に送られる。そして、かかる撮像した画像と位置情報からＥＵＶ用マスクに設けられたパターンの位置を計測する。このＥＵＶマスクに設けられたパターンが描画装置の状態管理や描画精度管理の目的で裏面形状の補正なしに描画されているのであれば、そのパターンの位置を計測することで、可変成形型ＥＢ描画装置１００のクランプ２１０で３箇所クランプした場合に所望する位置からの位置ずれ量を計測することができる。すなわち、ここでは、描画装置の精度を評価することができる。

【００９１】

このように、ホルダ６５０に３点支持部材２２０と真空チャック部材２４０とを配置することにより、ステージ６２０上で使用する基板保持部材を選択することができる。そして、真空チャック部材２４０が選択された場合には、真空ポンプ６８０により真空チャック部材２４０を介して基板裏面を真空引きして吸引することで基板を真空チャックすることができる。そして、パターン位置認識部６１０により３点支持部材２２０と真空チャック部材２４０とのうち選択された一方に保持された基板上に形成されたパターンの位置を認識することができる。

【００９２】

以上のように、ＥＵＶ用マスクに設けられたパターンがウエハ上へ転写された時に想定される位置精度を評価する際には、真空チャックを使用することで、描画装置において実施した裏面形状補正が正確に機能しているかどうかを評価することができる。また、基板保持の再現性に優れていてかつ異物の付着の恐れが少ない通常の３点支持方式を使用することで、描画装置において実施した裏面形状補正どおりに描画されているかどうかを描画装置と同じ保持条件で計測することができる。その結果、ＥＵＶマスクを描画するマスク描画装置の精度評価を行なうことができる。

【００９３】

また、位置ずれ量計測方法として、裏面形状補正を行なったパターンと行なっていないパターンとで選択的に真空チャックと３点支持方式とを使い分けても好適である。

言い換えれば、第１の位置ずれ量計測工程として、自重の影響を排除した場合の基板裏面の３次元形状に基づいて、基板裏面をＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックで保持した場合のように基板裏面を平面に矯正した場合における基板の表面にパターンを描画した場合に予測されるパターンの位置ずれ量が補正されて描画された第１のパターンを用いて、基板裏面を真空チャックして第１のパターンの位置ずれ量を計測する。

【００９４】

そして、第２の位置ずれ量計測工程として、基板裏面を平面に矯正せずに基板の表面にパターンを描画した場合に予測されるパターンの位置ずれ量が補正されて描画された第２のパターンを用いて、基板裏面を３点支持して第２のパターンの位置ずれ量を計測する。

【００９５】

以上のように計測することで、基板裏面をＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックで保持した場合のように平面に矯正された場合と同様の位置にパターンが描画されているかどうかを真空チャックした状態で確認することができる。その結果、静電チャックで保持した場合と同様に保持されながらクリーンに維持された状態で補正した補正量の妥当性を確認

することができる。一方で、ＳＥＭＩ規格で規定する静電チャックを用いずに基板裏面を３点支持して保持する場合のように基板裏面が平面に矯正されない場合に、所望する位置にパターンが描画されているかどうかを確認することができる。その結果、描画装置固有の位置ずれ補正量となる上述したデフォルト値の係数の妥当性を確認することができる。このように、静電チャックにより保持する場合を想定して補正したパターンと補正していないパターンとの両方の位置精度を確認することができる。

【００９６】

ここで、真空チャック部材２４０の材料として、ＳＥＭＩ規格で規定する静電チャック部材に用いる材料よりも硬い材料、例えば、ＳｉＣ（炭化珪素）材を用いることが望ましい。即ち、SEMI規格（SEMI P40-1103）によれば、静電チャック材料としては、低熱膨張材料を用いることを規定している。例えば、低熱膨張ガラスセラミック材であるゼロデュアを用いることが知られている。かかる材料よりも硬い材料を用いることで試料１０１をチャックした場合の変形量を静電チャックでチャックした場合より小さくすることができる。変形量を小さくすることができるので、チャックした状態で基板裏面をいつも理想の平面形状に近づけることができ、静電チャックでチャックした場合より再現性を向上させることができる。

【００９７】

以上のように本実施の形態によれば、静電チャックを用いない描画装置で描画されたパターン位置ずれを３点支持により確認することができると共に、静電チャックにより保持する場合を想定して補正したパターンのパターン位置ずれも確認することができる。さらに、静電チャックを用いなくともパターン位置ずれを確認することができる。よって、静電チャックを用いる場合よりも位置計測の再現性を向上させることができる。

【００９８】

実施の形態２.

図１７は、実施の形態２における位置計測装置の構成を示す概念図である。

図１７において、位置計測装置６００は、筐体６０２、パターン位置認識部６１０、ステージ６２０、位置制御系６２２、定盤６３０、搬送ロボット６４０、配置部の一例となるホルダ６５０、ロボット制御回路６４６、計算機６６０、メモリ６６２、真空ポンプ６８０、ステージ制御回路６７４、圧力制御装置６８１を備えている。真空ポンプ６８０の１次側、すなわち、吸気口側に圧力制御装置６８１を設置した点以外は、図１と同様である。圧力制御装置６８１には、圧力センサ６８３と流量センサ６８５とを有している。

【００９９】

そして、制御装置の一例としての圧力制御装置６８１は、真空ポンプ６８０の吸引力を制御する。例えば、弁の開閉角度で調整することができる。そして、圧力センサ６８３で圧力制御装置６８１の１次側、すなわち、真空チャック側の圧力を計測する。また、真空ポンプ６８０で吸引する流量を流量センサ６８５で計測する。真空ポンプ６８０の吸引力を制御して、試料１０１となる基板裏面の吸着力を調整することで、過度の吸引による基板裏面の変形を抑制することができる。結果として、基板裏面を理想的な平面により近づけることができる。

【０１００】

実施の形態３.

図１８は、実施の形態３における位置計測装置の構成を示す概念図である。

図１８において、位置計測装置６００は、筐体６０２、パターン位置認識部６１０、ステージ６２０、位置制御系６２２、定盤６３０、搬送ロボット６４０、配置部の一例となるホルダ６５０、ロボット制御回路６４６、計算機６６０、メモリ６６２、真空ポンプ６８０、ステージ制御回路６７４を備えている。図１８では、真空チャック部材２４０に識別マーク２４１を設けた点以外は、図１と同様である。

【０１０１】

配置部となるホルダ６５０に複数の保持部材、特に、複数の真空チャック部材２４０を格納する場合に、識別マーク２４１で各真空チャック部材２４０を識別することができる

。

【０１０２】

ここで、露光装置において使用される静電チャック部材のチャック面は、必ずしも理想的な平面に形成されているとは限らない。かかる平面からずれた静電チャック部材のチャック面で試料１０１がチャックされると静電チャック部材のチャック面の形状の影響を試料１０１となる基板の表面が受けその分だけ変形することになる。よって、使用する複数の静電チャック部材が存在する場合には、各静電チャック部材のチャック面の形状に合わせてそれぞれ真空チャック部材２４０を製作する。そして、各真空チャック部材２４０を識別マーク２４１で識別することができれば、静電チャック部材のチャック面基準でのパターン位置計測を行なうことができる。

【０１０３】

実施の形態４.

上述した各実施の形態における真空チャック部材２４０は、吸着面の平面精度が高いので試料１０１となる基板を取り外そうとしても剥がれず取り外しにくい。そこで、実施の形態４では、基板の取り外しがし易い構成について説明する。

【０１０４】

図１９は、実施の形態４における位置計測装置の構成を示す概念図である。

図１９において、位置計測装置６００は、図１の構成の他に、さらに、気体供給部の一例となるコンプレッサ６８２、バルブ６８４，６８６、バルブ制御回路６８８、吸気ライン６９４、フィルタ６７６を備えている。また、ホルダ６５０には、真空チャック部材２５２が配置されている。図１９では、コンプレッサ６８２、バルブ６８４，６８６、バルブ制御回路６８８、吸気ライン６９４、フィルタ６７６を設けた点、及び真空チャック部材２４０を真空チャック部材２５２に代えた点以外は、図１と同様である。また、図１９において、バルブ６８４は、ステージ６２０から真空ポンプ６８０へと接続される排気ライン６９２の途中に配置されている。他方、バルブ６８６は、コンプレッサ６８２からステージ６２０へと接続される吸気ライン６９４の途中に配置されている。バルブ６８４は、排気ライン６９２の開閉を行なう。そして、バルブ６８６は、吸気ライン６９４の開閉を行なう。バルブ６８４とバルブ６８６は、バルブ制御回路６８８によって制御される。フィルタ６７６は、コンプレッサ６８２からステージ６２０へと接続される吸気ライン６９４の途中に配置されている。ここでは、バルブ６８６の２次側に配置されているが、１次側でも構わない。また、バルブ制御回路６８８とコンプレッサ６８２の制御部分は計算機６６０に接続され、計算機６６０によって両者は制御される。また、ステージ６２０の内部では、真空チャック部材２５２が配置された際に排気ライン６９２から真空チャック部材２５２の排気ラインへとつながる図示していない空洞が形成されている。同様に、ステージ６２０の内部では、真空チャック部材２５２が配置された際に吸気ライン６９４から真空チャック部材２５２の吸気ラインへとつながる図示していない空洞が形成されている。

【０１０５】

図２０は、実施の形態４における真空チャック部材の断面の一例を示す概念図である。

図２０に示すように、真空チャック部材２５２をＳＥＭＩ規格に規定された所定のピッチで接触面２４４が図４に示す静電チャックの吸着部２３２と同様の形状と面積で形成する。チャックの仕方は、開口部となる部分が吸引部２４２となって真空チャック部材２５２内部に形成された密閉空間のバッファ２４３を介して排気ラインとなる流路２６２を通って真空ポンプ６８０に吸引される。ここでは、図示していないが、真空チャック部材２５２がステージ６２０上に載置された状態で真空ポンプ６８０がステージ６２０内部と真空チャック部材２５２を介して試料１０１となる基板を吸引する。このようにして試料１０１が接触面２４４に吸着される。また、バッファ２４３には、流路２６２の他に、吸気ラインとなる流路２６４が形成されている。そして、流路２６４は、フィルタ６７６とバルブ６８６を介してコンプレッサ６８２に接続されている。ここでは、図示していないが、真空チャック部材２５２がステージ６２０上に載置された状態でコンプレッサ６８２が

ステージ６２０内部と真空チャック部材２５２を介して試料１０１となる基板に気体を供給する。よって、図１９及び図２０の構成によりバッファ２４３内を真空状態或いは加圧状態にすることができる。

【０１０６】

また、上述した部分的な密閉空間となるバッファ２４３内が、真空ポンプ６８０によって真空引きされることにより陰圧となっても、或いはコンプレッサ６８２により清浄な窒素（N_2）あるいは空気が供給されて陽圧となっても、チャック部分の隙間が無ければ密閉性を維持することが可能な構造となっている。気体内の不純物はフィルタ６７６により除去することができる。そして、上述したように接触面２４４は平面精度が高いため一度吸着された後に基板を取り外そうとしても剥がれず取り外しにくい。そこで、位置計測装置６００では、真空チャック部材２５２から基板を剥がす際に、窒素（N_2）や空気といった気体を用いて真空チャック部材の吸着面の圧力が外部圧力より高くなるように制御する。これにより基板を容易に剥がすことができる。

【０１０７】

また、位置計測装置６００は、真空チャック部材２５２に基板が真空チャックされていない状態で、コンプレッサ６８２により真空チャック部材２５２を介して気体をバッファ２４３外部（装置の筐体６０２内）に放出するように制御する。基板が真空チャック部材２５２の接触面２４４に置かれていない時には、清浄な窒素あるいは空気を接触面２４４の吸引部２４２から常時流すことにより、基板吸着面を清浄に保つことが可能となる。また、ステージ６２０上に基板が載っていない真空チャック部材２５２が配置されていて、その状態から基板が真空チャック部材２５２の接触面２４４に置かれるような場合、基板が置かれた時の衝撃を、常時流されることにより発生する清浄な窒素あるいは空気の圧力により緩和することが可能となる。

【０１０８】

また、真空チャック部材２５２は、基板の位置を検知するセンサ２４６を有している。このセンサ２４６は、近接センサであり、吸着面の中央部分に埋設されていると好適である。そして、センサ２４６の出力信号は計算機６６０に送信される。このセンサ２４６により吸着面と基板との間の距離を計測することで、基板が吸着面に接しているか否かを検出することが可能となる。このセンサ２４６としては、例えば、静電容量式のセンサか、或いは、基板の裏面で反射する光を検知する光センサが好適である。これらのセンサを用いることで、非金属である石英基板あるいは低熱膨張ガラスを主構成要素とする基板の位置を高精度に検出することができる。また、基板が接したか接していないかの条件は、例えばＥＵＶ用マスクで要求されている基板裏面フラットネスである５０ｎｍ以下であれば、吸着面に接していると判断しても良いと考える。

【０１０９】

真空チャック部材２５２に基板が真空チャックされているかどうかは、このセンサ２４６の出力信号で判断すればよい。また、真空チャック部材２５２から基板を剥がす際のバッファ２４３内に供給する気体の供給量および供給圧力と、真空チャック部材２５２に基板が真空チャックされていない状態で供給する気体の供給量および供給圧力とは、同じでも異なっていても構わない。

【０１１０】

実施の形態５.

実施の形態５では、上述した各実施の形態よりもさらに高精度な平面で基板が真空チャック部材に吸着可能な構成について説明する。

【０１１１】

図２１は、実施の形態５における位置計測装置の構成を示す概念図である。

図２１において、位置計測装置６００は、図１９の構成の他に、さらに、バルブ６８５，６８７、吸気ライン６９５、フィルタ６７８、排気ライン６９３を備えている。また、ホルダ６５０には、真空チャック部材２５４が配置されている。図２１では、バルブ６８５，６８７、吸気ライン６９５、フィルタ６７８、排気ライン６９３を設けた点、及び真

空チャック部材２５２を真空チャック部材２５４に代えた点以外は、図１９と同様である。また、図２１において、バルブ６８５は、ステージ６２０から真空ポンプ６８０へと接続される排気ライン６９３の途中に配置されている。また、排気ライン６９３と排気ライン６９２は、最終的にはつながって真空ポンプ６８０に接続される。他方、バルブ６８７は、コンプレッサ６８２からステージ６２０へと接続される吸気ライン６９５の途中に配置されている。吸気ライン６９４と吸気ライン６９５は、コンプレッサ６８２へはつながって接続される。バルブ６８５は、排気ライン６９３の開閉を行なう。そして、バルブ６８７は、吸気ライン６９５の開閉を行なう。バルブ６８５とバルブ６８７は、バルブ６８４とバルブ６８６と同様、バルブ制御回路６８８によって制御される。フィルタ６７８は、コンプレッサ６８２からステージ６２０へと接続される吸気ライン６９５の途中に配置されている。ここでは、バルブ６８７の２次側に配置されているが、１次側でも構わない。コンプレッサ６８２から供給される気体内の不純物はフィルタ６７６とフィルタ６７８とにより除去することができる。

【０１１２】

また、ステージ６２０の内部では、真空チャック部材２５４が配置された際に排気ライン６９２から真空チャック部材２５４の排気ラインへとつながる図示していない第１の排気用空洞が形成されている。さらに、ステージ６２０の内部では、真空チャック部材２５４が配置された際に、排気ライン６９３から真空チャック部材２５４の排気ラインへとつながる図示していない第２の排気用空洞が形成されている。同様に、ステージ６２０の内部では、真空チャック部材２５２が配置された際に吸気ライン６９４から真空チャック部材２５４の吸気ライン６９４へとつながる図示していない第１の吸気用空洞が形成されている。さらに、ステージ６２０の内部では、真空チャック部材２５４が配置された際に吸気ライン６９５から真空チャック部材２５４の吸気ラインへとつながる図示していない第２の吸気用空洞が形成されている。

【０１１３】

図２２は、実施の形態５における真空チャック部材の断面の一例を示す概念図である。

図２３は、実施の形態５における真空チャック部材の上面の一例を示す概念図である。

図２２及び図２３において、真空チャック部材２５４は、接触面２４４の中央部に設けられた吸引部２４２とつながるバッファ２４３とその周辺部に設けられた吸引部２４２とつながるバッファ２４５とに内部に形成された密閉空間を分けている。そして、図２２及び図２３においてＡで示すバッファ２４３には、流路２６４と流路２６２が設けられている。そして、図２２及び図２３においてＢで示すバッファ２４５には、流路２６５と流路２６３が設けられている。そして、流路２６２には、排気ライン６９２がステージ６２０を介して接続される。流路２６３には、排気ライン６９３がステージ６２０を介して接続される。流路２６４には、吸気ライン６９４がステージ６２０を介して接続される。流路２６５には、吸気ライン６９５がステージ６２０を介して接続される。

【０１１４】

また、真空チャック部材２５４は、吸着面の中央部分に埋設されたセンサ２４６と、吸着面の周辺部分に埋設されたセンサ２４７とを設けている。両センサとも、基板の位置を検知する近接センサである。センサ２４６と同様、センサ２４７の出力信号は計算機６６０に送信される。センサ２４６により吸着面と基板との間の距離を計測することで、中央部分における基板が吸着面に接しているか否かを検出することが可能となる。センサ２４７により吸着面と基板との間の距離を計測することで、周辺部分における基板が吸着面に接しているか否かを検出することが可能となる。センサ２４７も、センサ２４６と同様、例えば、静電容量式のセンサか、或いは、基板の裏面で反射する光を検知する光センサが好適である。その他は、図２０と同様である。

【０１１５】

チャックの仕方は、試料１０１となる基板が接触面２４４の中央部に設けられた複数の吸引部２４２からバッファ２４３を介して排気ラインとなる流路２６２を通って真空ポンプ６８０に吸引される。このようにして試料１０１の中央部が接触面２４４に吸着される

。また、基板が接触面２４４の周辺部に設けられた複数の吸引部２４２からバッファ２４５を介して排気ラインとなる流路２６３を通って真空ポンプ６８０に吸引される。このようにして試料１０１の周辺部が接触面２４４に吸着される。このように、真空チャック部材２５４は、基板の裏面を真空チャックする際に裏面の中央部を吸引する第１の吸引機構と中央部の周辺部を吸引する第２の吸引機構とを有している。

【０１１６】

また、真空チャック部材２５４がステージ６２０上に載置された状態で、コンプレッサ６８２がステージ６２０内部とバッファ２４３を介して試料１０１に気体を供給する。これにより接触面２４４の中央部に設けられた複数の吸引部２４２から試料１０１の中央部に気体が供給される。同様に、コンプレッサ６８２がステージ６２０内部とバッファ２４５を介して試料１０１に気体を供給する。これにより接触面２４４の周辺部に設けられた複数の吸引部２４２から試料１０１の周辺部に気体が供給される。よって、図２１～図２３の構成によりバッファ２４３内およびバッファ２４５内を真空状態或いは加圧状態にすることができる。

【０１１７】

次に、基板の吸着及び取り外しの手順について説明する。まずセンサ２４６とセンサ２４７からの情報から、基板が吸着面に置かれていない時には、バルブ６８６及びバルブ６８７を開けて吸気ライン６９４，６９５を通して清浄な窒素あるいは空気を吸引部２４２から流す。これにより、吸着面への付着物を抑制することができる。よって、接触面２４４を清浄に保つことができる。このとき、バルブ６８４及びバルブ６８５は閉じられている。

【０１１８】

そして、センサ２４６或いはセンサ２４７において、基板が吸着面に置かれたことを検知すると、まずバルブ６８６及びバルブ６８７を閉じる。続いて、バルブ６８４を開くことにより、排気ライン６９２を通して、中央部分のバッファ２４３を真空にする。これにより基板の中央部分を接触面２４４に吸着させることができる。センサ２４６により中央部分が吸着されたことを確認した後、バルブ６８５を開くことにより、排気ライン６９３を通して、周辺部分のバッファ２４５を真空にする。これにより基板の周辺部分を接触面２４４に吸着させることができる。そして、センサ２４７により周辺部分が吸着されたことを確認する。このように、基板の裏面を真空チャックする際に、上述した第１の吸引機構により裏面の中央部を吸引した後に、上述した第２の吸引機構により周辺部を吸引する。このように、実施の形態５では、中央部分と周辺部分とで、独立にチャック力を発生できるような構造とした。

【０１１９】

ここで、吸着される基板は、表面に設けられた多層膜により表面側に凸形状になっており、中央部分で吸着面との間に１ミクロン程度の隙間がある。従って、吸着面に基板をＥＵＶ露光用マスクのフラットネスの仕様値である５０ｎｍ以下の隙間で吸着させるためには、まず中央部分を吸着させる必要がある。これは、吸着面全面に同時に吸着力を発生させると、接触している周辺部分が先に吸着してしまう。そのため、中央部分が吸着するときには周辺部分の吸着力と摩擦力に打ち勝つ必要が生じてしまう。従って、高精度な平面でチャックするには、最初に中央部分を吸着させるように制御することが望ましい。

【０１２０】

ここで、最初に中央部分を吸着させるように制御するには、この中央部分の面積はできるだけ小さいことが望まれる。しかし、チャック力は真空ポンプ６８０の排気能力が同じであれば面積に比例するため、最終的な吸着力が均一になるように中央部分と周辺部分の吸着面積が同じになるように分割されていることが望ましい。

【０１２１】

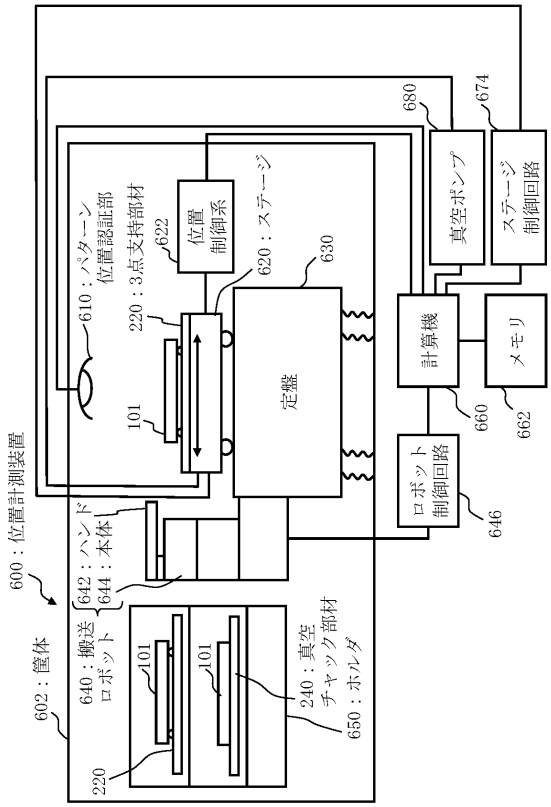
ここで、図２２及び図２３では、中央部と周辺部との２つにバッファを分けたが、これに限るものではない。３つ以上に分けても構わない。密閉された空間が３つ以上に分けられた真空チャックにおいても、最終的な吸着力が均一になるようにそれぞれの密閉空間に

つながる吸着面がそれぞれ同じ面積に分けられることが望ましい。
【０１２２】
また、基板の裏面を真空チャックする際に、第１の吸引機構と第２の吸引機構とで異なる吸引力になるように構成してもよい。例えば、発生する単位面積当たりに発生する力が異なるようにしてもよい。最終的な吸着力が均一になるように中央部分と周辺部分の吸着面積を調整すればよい。
【０１２３】
また、チャック動作の結果、センサ２４６或いはセンサ２４７において、吸着面となる接触面２４４に基板が吸着していないことが検知された場合には、バルブ６８６及びバルブ６８７を閉じた後の動作を繰り返すと効果的である。
【０１２４】
以上の説明において、「～部」或いは「～工程」と記載したものの処理内容或いは動作内容は、コンピュータで動作可能なプログラムにより構成してもよい。或いは、ソフトウェアとなるプログラムだけではなく、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせにより実施させても構わない。或いは、ファームウェアとの組み合わせでも構わない。また、プログラムにより構成される場合、プログラムは、磁気ディスク装置、磁気テープ装置、ＦＤ、或いはＲＯＭ（リードオンリメモリ）等の記録媒体に記録される。
【０１２５】
また、図１１におけるコンピュータとなる計算機４５０、或いは図１、図１７、図１８、図１９、図２１におけるコンピュータとなる計算機６６０は、さらに、図示していないバスを介して、記憶装置の一例となるＲＡＭ（ランダムアクセスメモリ）、ＲＯＭ、磁気ディスク（ＨＤ）装置、入力手段の一例となるキーボード（Ｋ／Ｂ）、マウス、出力手段の一例となるモニタ、プリンタ、或いは、入力出力手段の一例となる外部インターフェース（Ｉ／Ｆ）、ＦＤ、ＤＶＤ、ＣＤ等に接続されていても構わない。
【０１２６】
以上、具体例を参照しつつ実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。
【０１２７】
また、装置構成や制御手法等、本発明の説明に直接必要しない部分等については記載を省略したが、必要とされる装置構成や制御手法を適宜選択して用いることができる。例えば、可変成形型ＥＢ描画装置１００を制御する制御部構成については、記載を省略したが、必要とされる制御部構成を適宜選択して用いることは言うまでもない。
【０１２８】
その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全ての荷電粒子ビーム描画方法、荷電粒子ビーム描画装置、位置ずれ量計測方法及び位置計測装置は、本発明の範囲に包含される。
【図面の簡単な説明】
【０１２９】
【図１】実施の形態１における位置計測装置の構成を示す概念図である。
【図２】実施の形態１における３点支持部材の構成の一例を示す概念図である。
【図３】実施の形態１における真空チャック部材の構成の一例を示す概念図である。
【図４】実施の形態１における静電チャックの断面の一例を示す概念図である。
【図５】実施の形態１における真空チャックの断面の一例を示す概念図である。
【図６】実施の形態１における平面度測定器で基板裏面の３次元形状を計測する手法を説明するための概念図である。
【図７】実施の形態１における基板裏面の３次元形状の一例を示す図である。
【図８】実施の形態１における基板裏面のフィッティングされた３次元形状の一例を示す図である。
【図９】実施の形態１における位置ずれ量を算出する手法を説明するための概念図である。

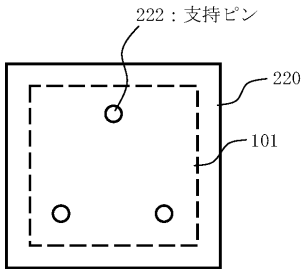
【図１０】実施の形態１における基板の表面のパターンの位置ずれ量分布の一例を示す図である。
【図１１】実施の形態１における描画装置の構成を示す概念図である。
【図１２】実施の形態１における基板保持の状態の一例を示す概念図である。
【図１３】実施の形態１における基板保持の状態の一例を示す断面概念図である。
【図１４】実施の形態１における自重を排除した場合の変形を補正する位置ずれ補正量分布の一例を示す図である。
【図１５】実施の形態１における位置ずれ補正を行なって描画されたＥＵＶ用マスクのパターン位置分布の一例を示す図である。
【図１６】図１４に示す分布と図１５に示す分布とを差分した分布を示す図である。
【図１７】実施の形態２における位置計測装置の構成を示す概念図である。
【図１８】実施の形態３における位置計測装置の構成を示す概念図である。
【図１９】実施の形態４における位置計測装置の構成を示す概念図である。
【図２０】実施の形態４における真空チャック部材の断面の一例を示す概念図である。
【図２１】実施の形態５における位置計測装置の構成を示す概念図である。
【図２２】実施の形態５における真空チャック部材の断面の一例を示す概念図である。
【図２３】実施の形態５における真空チャック部材の上面の一例を示す概念図である。
【図２４】従来の可変成形型電子線描画装置の動作を説明するための概念図である。
【符号の説明】
【０１３０】
１００　可変成形型ＥＢ描画装置
１０１，３４０　試料
１０２　電子鏡筒
１０３　描画室
１０４　アライメントチャンバ
１０５　ＸＹステージ
１５０　描画部
２００　電子ビーム
２０１　電子銃
２０２　照明レンズ
２０３，４１０　第１のアパーチャ
２０４　投影レンズ
２０５，２０８　偏向器
２０６，４２０　第２のアパーチャ
２０７　対物レンズ
２１０　クランプ
２１２　上面基準片
２１４　クランプピン
２２０　３点支持部材
２２２　支持ピン
２３０　静電チャック部材
２３２　吸着部
２４０　真空チャック部材
２４２　吸引部
２４４　接触面
２４１　マーク
３２０　偏向制御回路
３２２　描画データ処理回路
３２４，４６２　メモリ
３２６　ＨＤ装置

３３０　電子線
４１１　開口
４２１　可変成形開口
４３０　荷電粒子ソース
４５０　計算機
４５２　近時演算部
４５４　傾き演算部
４５６　位置ずれ量演算部
４５８　係数演算部
４６０　加算部
５００　平面度測定器
５１０　干渉計
５２０　基台
６００　位置計測装置
６０２　筐体
６１０　パターン位置認識部
６２０　ステージ
６２２　位置制御系
６３０　定盤
６４０　搬送ロボット
６４２　ハンド
６４４　本体
６４６　ロボット制御回路
６５０　ホルダ
６６０　計算機
６６２　メモリ
６７４　ステージ制御回路
６８０　真空ポンプ
６８１　圧力制御装置
６８３　圧力センサ
６８５　流量センサ

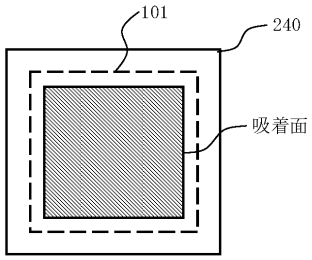
【図１】



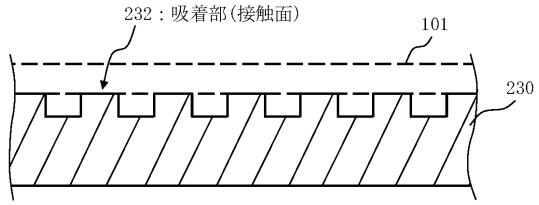
【図２】



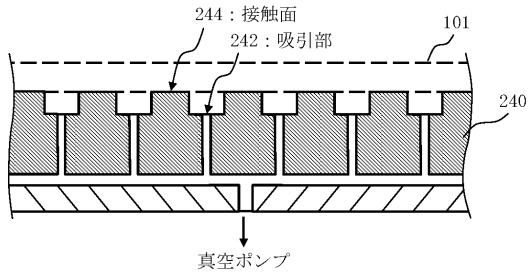
【図３】



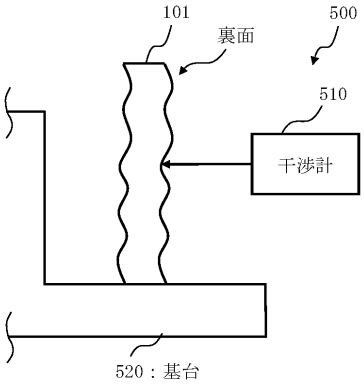
【図４】



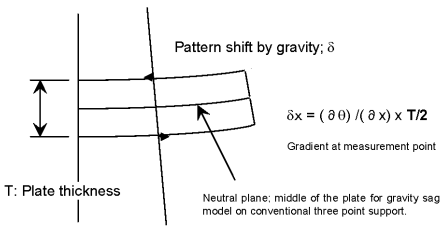
【図５】



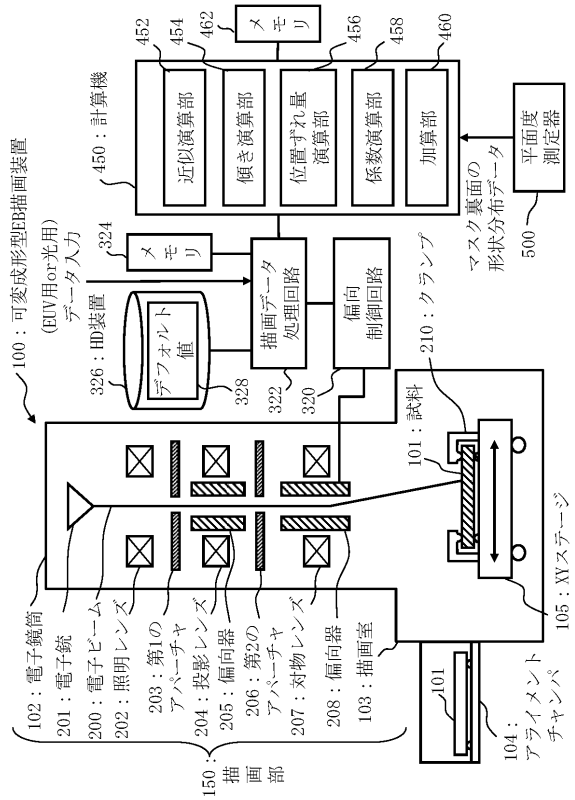
【図６】



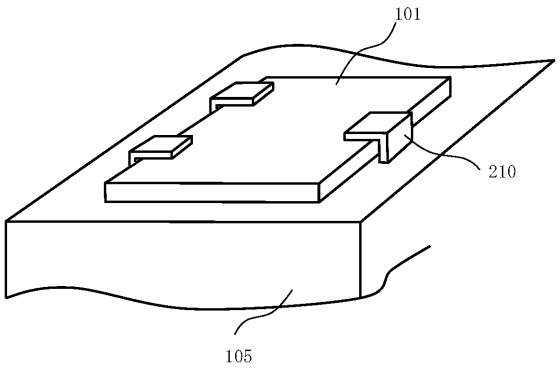
【図９】



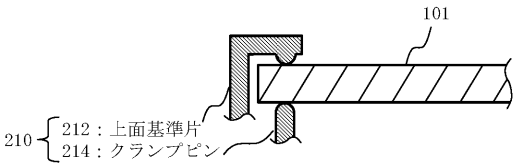
【図１１】



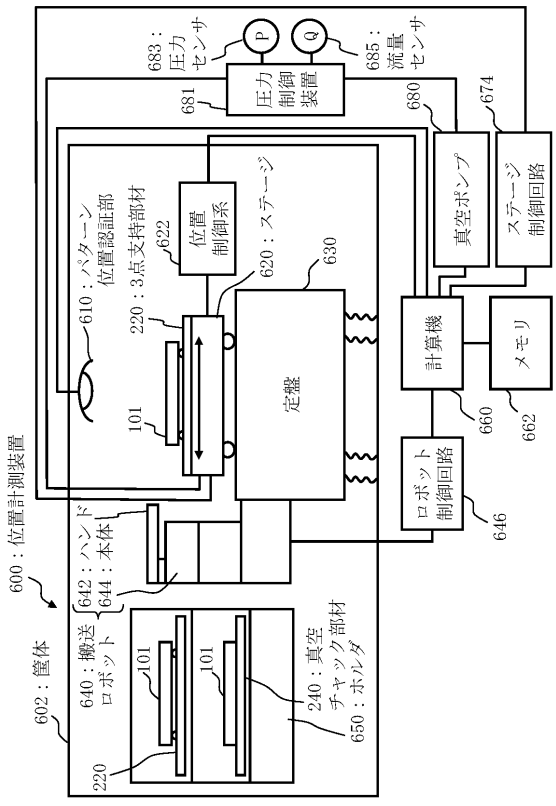
【図１２】



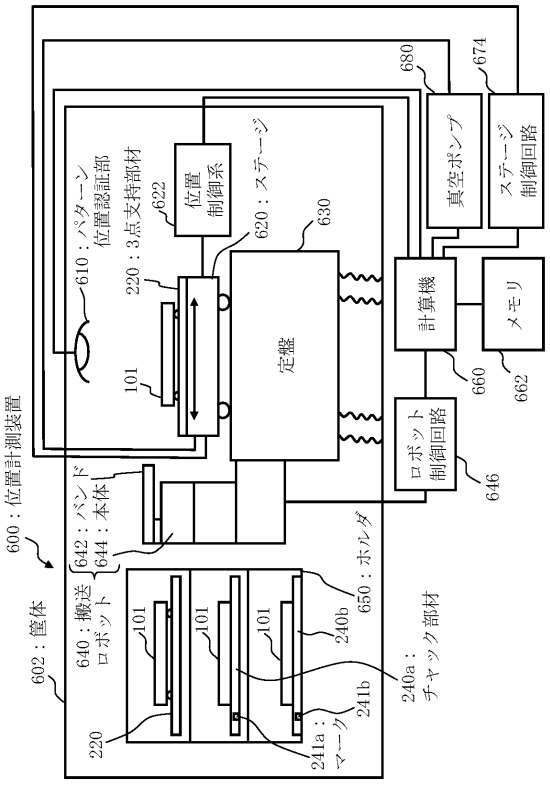
【図１３】



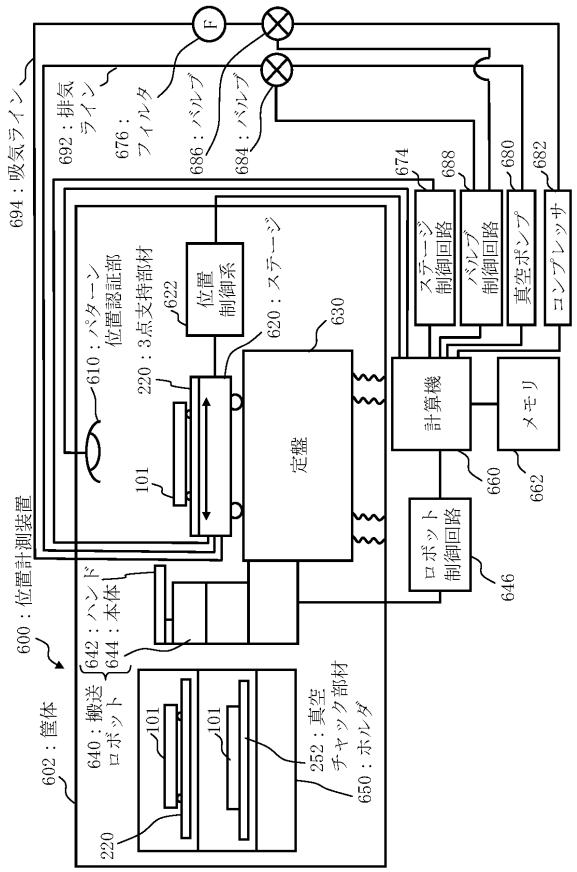
【図１７】



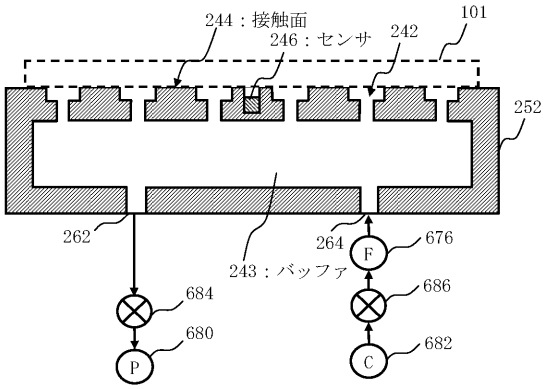
【図１８】



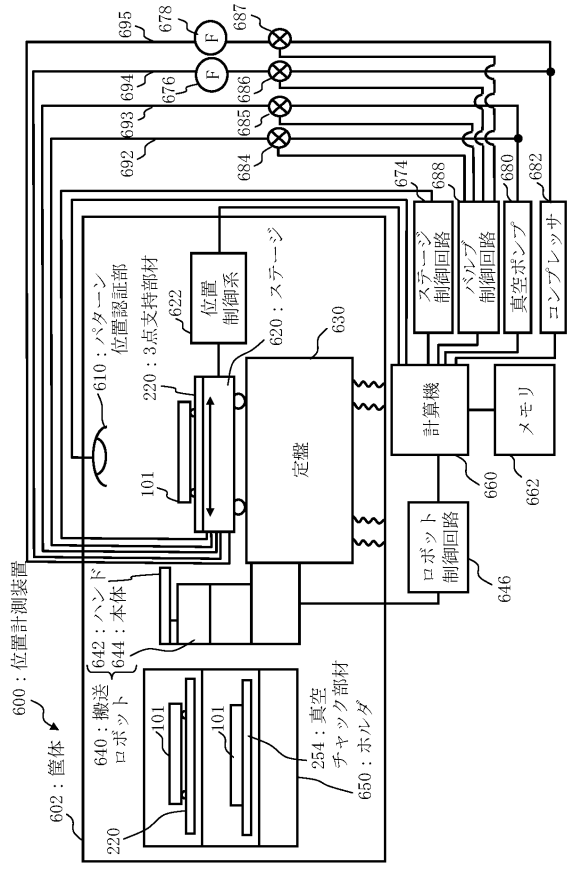
【図１９】



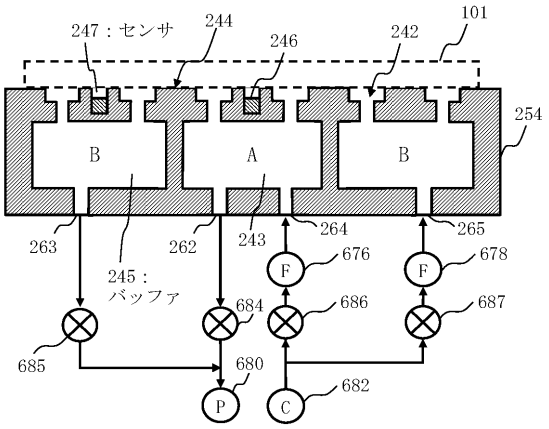
【図２０】



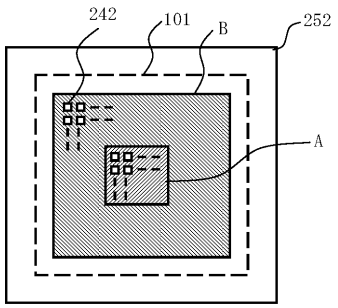
【図２１】



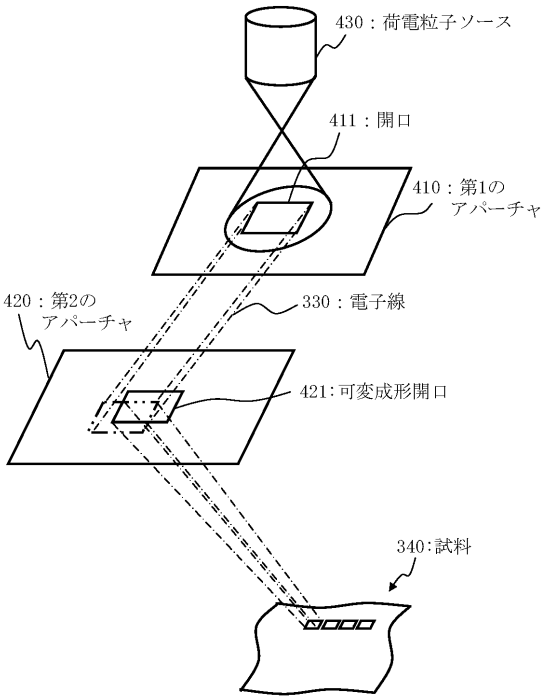
【図２２】



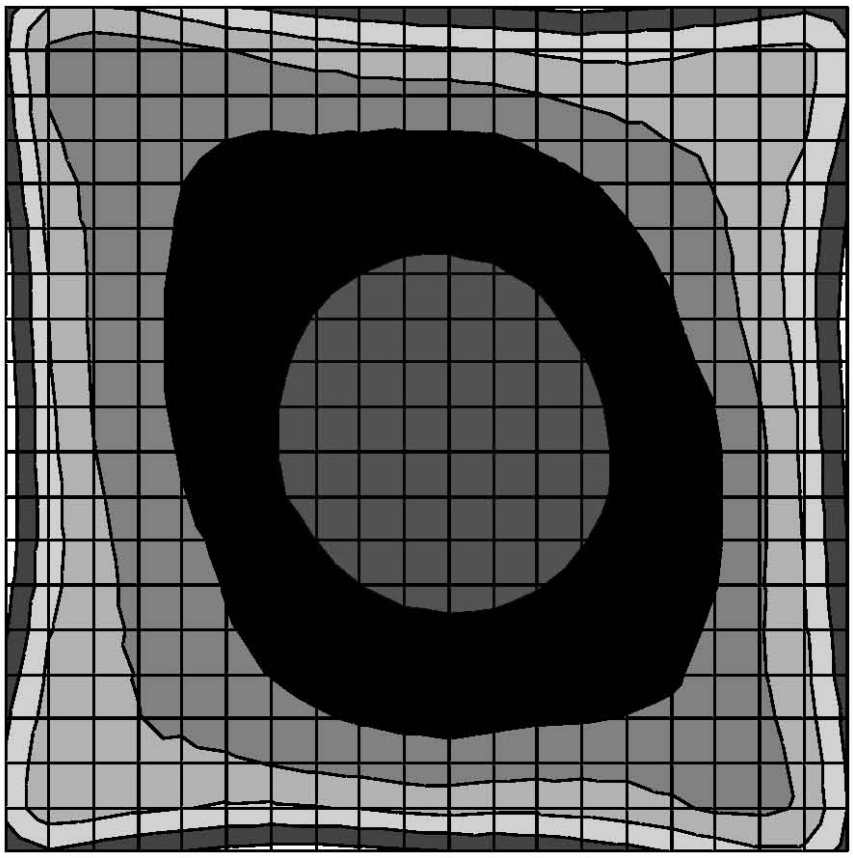
【図２３】



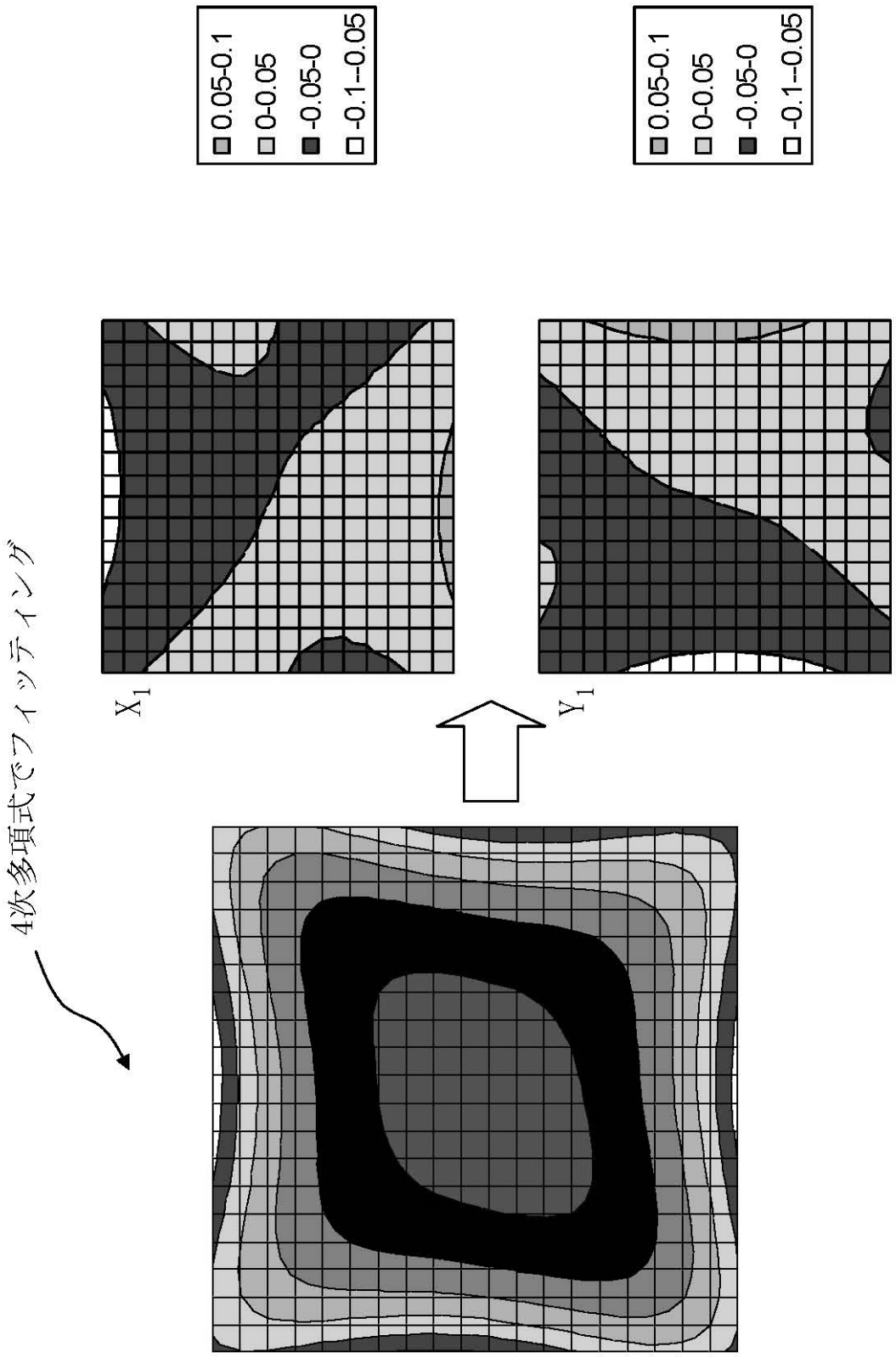
【図２４】


430：荷電粒子ソース
411：開口
410：第1の
アパーチャ
420：第2の
アパーチャ
330：電子線
421:可変成形開口
340:試料

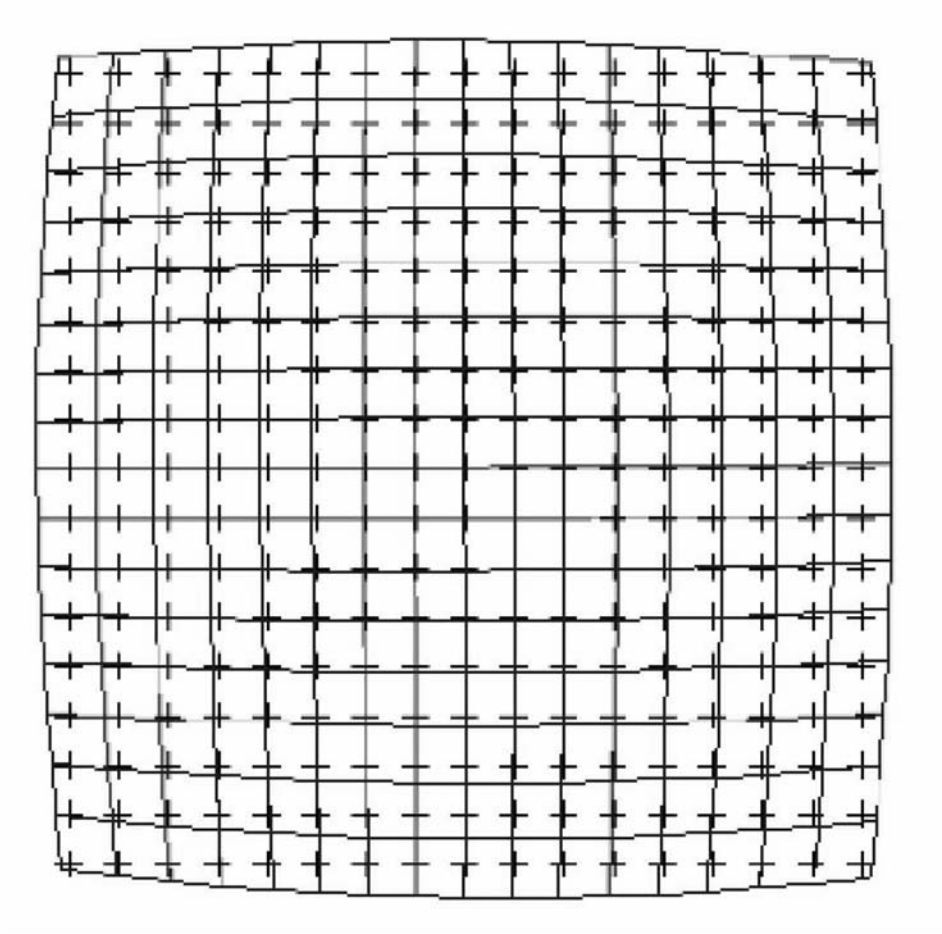
【図７】



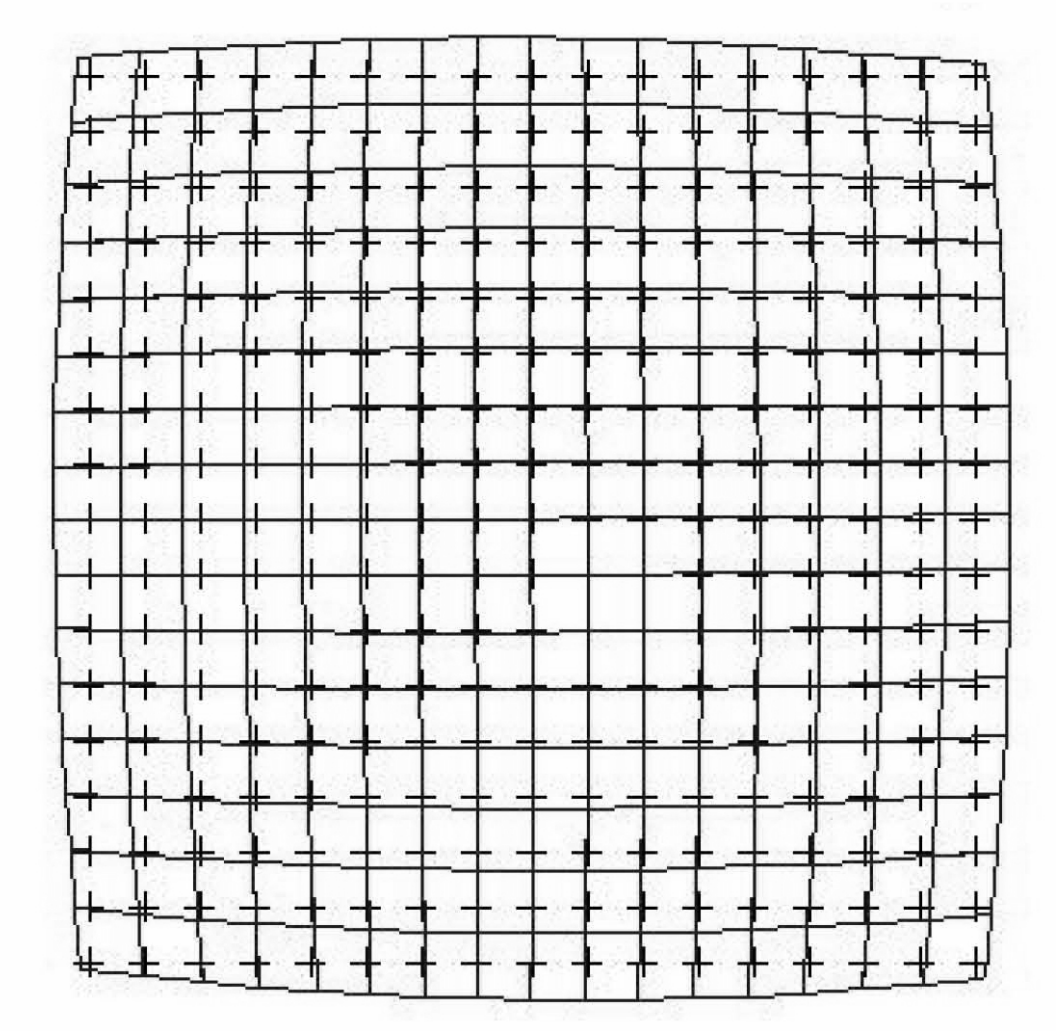
【図８】


0.05-0.1
0-0.05
-0.05-0
-0.1--0.05
0.05-0.1
0-0.05
-0.05-0
-0.1--0.05
X1
Y1
4次多項式でフィッティング

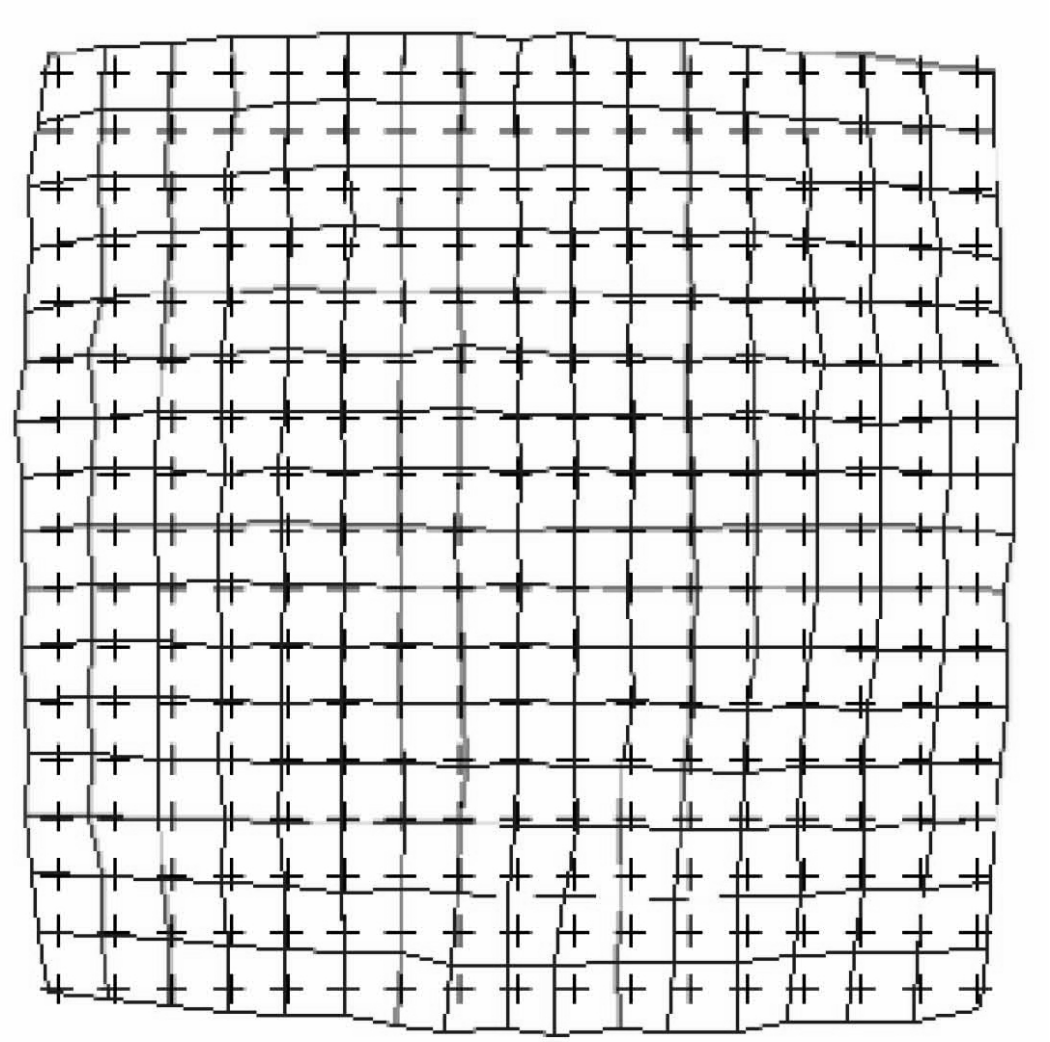
【図１０】



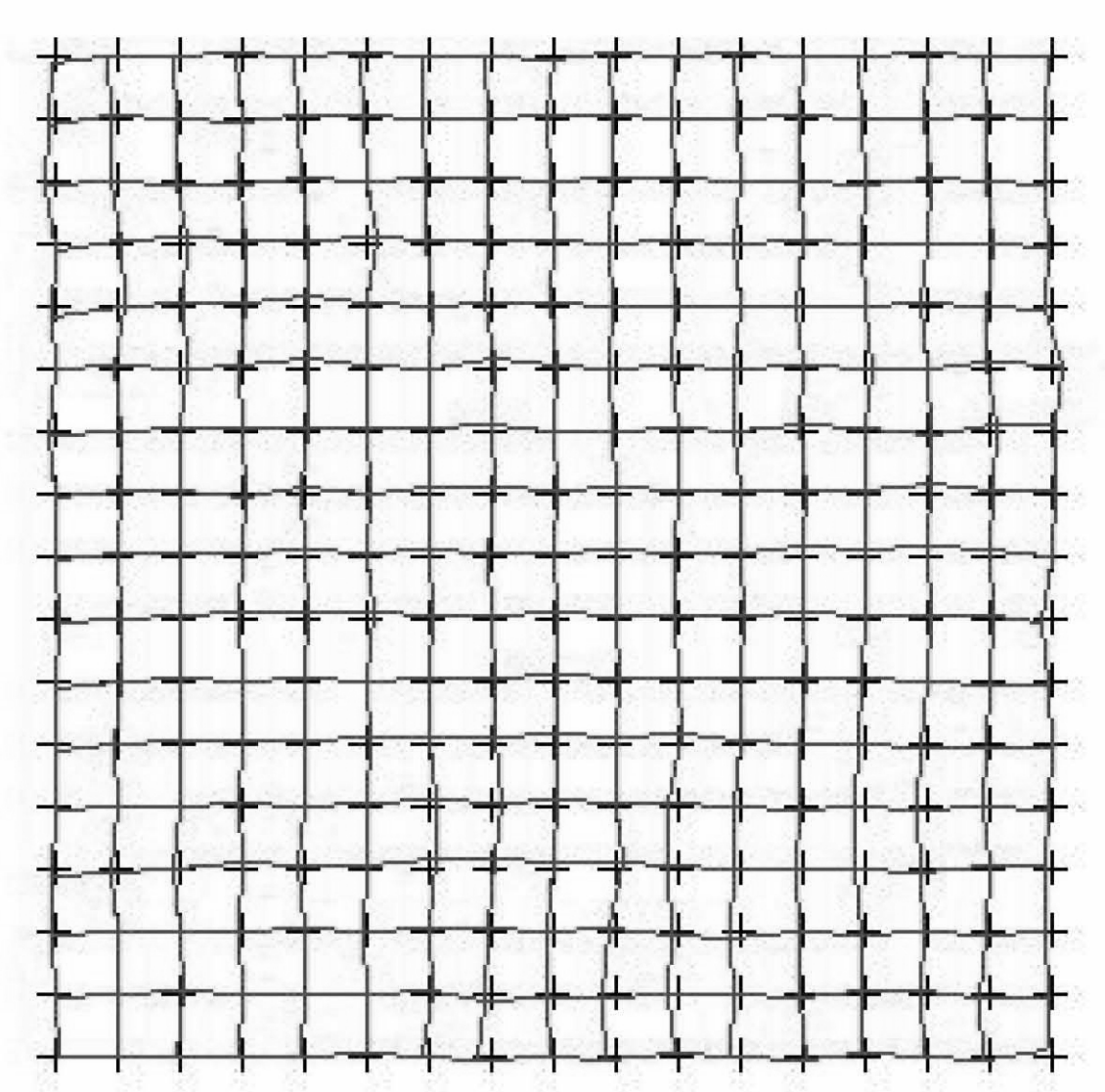
【図１４】



【図１５】



【図１６】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
H01L 21/68 P

審査官 赤尾 隼人

(56)参考文献 特開２００４－２３５２２１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０６１１５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２１４４１５（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２７４９５３（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１６６７７８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２５０３９４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ２１／０２７
Ｇ０３Ｆ ７／２０－７／２４
Ｈ０１Ｌ ２１／６７－２１／６８３