

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7200234号
(P7200234)

(45)発行日 令和5年1月6日(2023.1.6)

(24)登録日 令和4年12月23日(2022.12.23)

(51)国際特許分類	F I		
H 0 1 J 37/20 (2006.01)	H 0 1 J 37/20	A	
G 0 3 F 7/20 (2006.01)	G 0 3 F 7/20	5 0 4	
H 0 1 L 21/027(2006.01)	G 0 3 F 7/20	5 0 1	
H 0 1 J 37/28 (2006.01)	H 0 1 L 21/30	5 4 1 L	
	H 0 1 J 37/28	B	

請求項の数 15 (全20頁)

(21)出願番号	特願2020-518453(P2020-518453)	(73)特許権者	504151804
(86)(22)出願日	平成30年10月1日(2018.10.1)		エーエスエムエル ネザーランズ ビー .
(65)公表番号	特表2020-536350(P2020-536350		ブイ .
	A)		オランダ国 ヴェルトホーフェン 5 5 0
(43)公表日	令和2年12月10日(2020.12.10)		0 エーエイチ , ピー . オー . ボックス
(86)国際出願番号	PCT/EP2018/076571		3 2 4
(87)国際公開番号	WO2019/068601	(74)代理人	100079108
(87)国際公開日	平成31年4月11日(2019.4.11)		弁理士 稲葉 良幸
審査請求日	令和2年5月13日(2020.5.13)	(74)代理人	100109346
(31)優先権主張番号	17194665.0		弁理士 大貫 敏史
(32)優先日	平成29年10月4日(2017.10.4)	(74)代理人	100117189
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		弁理士 江口 昭彦
		(74)代理人	100134120
			弁理士 内藤 和彦
		(72)発明者	バッゲン , マーセル , コエンラード , マ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 干渉計ステージ位置決めデバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

装置であって、
 ビームを基板上に提供するように構成されたビームジェネレータと、
 支持面を備えるオブジェクトテーブルであって、前記支持面上で前記基板を支持するよ
 うに構成された前記オブジェクトテーブルと、
 前記オブジェクトテーブルを位置決めするように構成された位置決めデバイスと、
 第一軸に平行な前記オブジェクトテーブルの高さ位置を測定するように構成された位置
 センサを備える位置測定システムであって、前記第一軸が前記支持面に略直交であり、前
 記位置センサが、干渉計センサを有する干渉計測定システムを備える、前記位置測定シ
 ステムと
 を備え、
 前記干渉計センサの測定ビームが、前記オブジェクトテーブルの反射面を測定方向に照
 射するように構成され、前記測定方向が、前記第一軸に平行な第一成分と第二軸に平行な
 第二成分とを有し、前記第二軸が前記第一軸に略直交であり、
 前記干渉計センサの基準ビームによって照射されるように構成された前記干渉計センサ
 の反射基準面が、前記ビームジェネレータに配置されるか、又は前記ビームジェネレータ
 を支持するフレームに配置され、
 前記干渉計測定システムが第二干渉計センサを備え、前記第二干渉計センサの第二測定
 ビームが、前記オブジェクトテーブルの第二反射面を第二測定方向に照射するように構成

され、前記第二測定方向が、前記第一軸に平行な第三成分と、第三軸に平行な第四成分とを有し、前記第三軸が前記第一軸に略直交である、装置。

【請求項 2】

前記位置測定システムが、

前記第一軸に平行な前記基板のさらなる高さ位置を測定するように構成された第二位置センサと、

作動信号を提供するコントローラと、

前記作動信号に少なくとも部分的に基づいて前記オブジェクトテーブルの前記高さ位置を調整するように構成された少なくとも1つのアクチュエータと

10

をさらに備え、

前記装置が、前記第二位置センサを使用して前記位置センサの測定速度に比べて低い測定速度で前記基板の前記さらなる高さ位置を測定するように構成され、

前記コントローラが、マスタ制御ループとスレーブ制御ループとを有するマスタ - スレーブ構成を備え、

使用時に、前記スレーブ制御ループでは、前記位置センサが、前記基板の前記さらなる高さ位置を制御するために使用され、且つ

使用時に、前記マスタ制御ループでは、前記第二位置センサが、前記スレーブ制御ループに対するセットポイントを提供するために使用される、

請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 3】

前記反射面が、前記干渉計センサの前記測定方向に略直交に配置される、請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記測定方向と前記第二軸との間の角度が、 $2 \sim 20^\circ$ である、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 5】

前記基準ビームの基準ビーム方向が、前記測定ビームに略平行であるか、又は前記第二軸に略平行である、請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 6】

30

前記基板を支持しない前記オブジェクトテーブルの面である前記オブジェクトテーブルの側面が、前記オブジェクトテーブルの前記反射面を形成するように構成されるか、又は前記オブジェクトテーブルの前記側面に装着された反射面要素が、前記オブジェクトテーブルの前記反射面を形成するように構成される、請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 7】

前記コントローラが、前記オブジェクトテーブルの前記反射面の異なる箇所における反射挙動の差異を補正するように構成された、前記オブジェクトテーブルの前記反射面の補正マップを備える、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 8】

前記位置測定システムが、前記オブジェクトテーブルの前記反射面の異なる箇所における反射挙動の差異を補正するように構成された、前記オブジェクトテーブルの前記反射面の補正マップを備える、請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の装置。

40

【請求項 9】

前記位置センサが、前記第二軸に平行な前記オブジェクトテーブルの位置を測定するように構成される、請求項 1 ~ 8 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 10】

前記位置センサが、3 自由度又は 6 自由度における前記オブジェクトテーブルの位置を測定するように構成される、請求項 1 ~ 9 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 11】

前記反射面及び前記第二反射面が、前記第一軸に対して前記オブジェクトテーブルの両

50

側に配置され、並びに前記測定方向の前記第一成分と前記第二測定方向の前記第三成分とが、同じ方向を有し、且つ前記測定方向の前記第二成分と前記第二測定方向の前記第四成分とが、反対方向を有する、請求項 1 ~ 10 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 12】

前記基準ビーム及び前記第二干渉計センサの第二基準ビームが、略等しい長さを有する、請求項 1 ~ 11 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 13】

前記測定ビームの前記測定方向と前記第二測定ビームの前記第二測定方向とが、前記基板上のターゲット位置で交差する、請求項 1 ~ 12 の何れか一項に記載の装置。

【請求項 14】

前記基準ビーム方向と前記第二基準ビームの第二基準ビーム方向とが、前記ビームジェネレータ上の第二ターゲット位置で交差する、請求項 12 に記載の装置。

【請求項 15】

前記装置が、粒子ビーム装置、電子ビーム装置、電子ビーム検査装置、リソグラフィ装置、メトロロジ装置、又は真空装置である、請求項 1 ~ 14 の何れか一項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年10月4日に出願された欧州特許出願公開第17194665.0号の優先権を主張するものであり、その全体が参照によって本明細書に組み込まれる。

【0002】

[0002] 本説明は、半導体デバイスなどの試料を検査するように構成された電子ビーム検査装置用のステージ位置決めデバイスに関する。

【背景技術】

【0003】

[0003] 半導体プロセスでは、欠陥が不可避免的に発生する。そのような欠陥は、デバイス性能に影響を及ぼし、さらには故障につながる場合がある。したがって、デバイスの歩留まりに影響を及ぼし、その結果、コスト上昇をもたらされる。半導体プロセスの歩留まりを制御するために、欠陥のモニタリングが重要である。欠陥のモニタリングに有用な1つのツールは、1つ又は複数の電子ビームを使用して試料のターゲット部分をスキャンするSEM(走査電子顕微鏡)である。

【0004】

[0004] 欠陥を確実にモニタリングするために、ターゲット部分での1つ又は複数の電子ビームの正確な位置決めが必要となる。よりはるかに小さな欠陥をモニタリングするために、位置決め要件をさらに強化する必要がある場合がある。同時に、一般に、試料の移動の加速及び減速のみならず、試料の移動速度の増加を必要とする高いスループットが望ましい。また、試料の移動が停止した後に検査装置を静置させ得る静置時間を短縮する必要がある場合がある。全体として、上記によって、試料の位置決め精度及び動態に関する要件の強化をもたらされることがある。

【0005】

[0005] 電子ビーム検査ツールの既知の実施形態では、光学センサは、オブジェクトテーブル上に支持された基板の垂直高さ位置を基板のターゲットエリア又はその付近で測定するために使用される。この光学センサは、この箇所における基板の高さ位置を高精度で測定することが可能である。しかしながら、光学センサは、測定速度が約130Hzに制限される。このことは、光学センサが、比較的正確であるが、低い測定速度を有することを意味する。

【0006】

[0006] 電子ビーム検査ツールの性能への要求が高まるほど、光学センサのこの性能に

10

20

30

40

50

よって位置決めデバイスの帯域幅が制限される。

【発明の概要】

【0007】

[0007] 本発明の目的は、電子ビーム源に対するオブジェクトテーブル上に支持された基板の比較的迅速で且つ十分に正確な位置決めを可能にする電子ビーム検査ツールを提供することである。特に、本発明の目的は、オブジェクトテーブル上に支持された基板の高さ位置の比較的迅速で且つ十分に正確な決定を可能にする位置測定システムを提供することである。

【0008】

[0008] 本発明の態様によれば、ステージ装置であって、
支持面を備えるオブジェクトテーブルであって、支持面上で基板を支持するように構成されたオブジェクトテーブルと、

オブジェクトテーブルを位置決めするように構成された位置決めデバイスと、
第一軸に平行なオブジェクトテーブルの高さ位置を測定するように構成された位置センサを備える位置測定システムであって、第一軸が支持面に略直交であり、位置センサが、干渉計センサを有する干渉計測定システムを備える、位置測定システムとを備え、

干渉計センサの測定ビームが、オブジェクトテーブルの反射面を測定方向に照射するように構成され、測定方向が、第一軸に平行な第一成分と第二軸に平行な第二成分とを有し、第二軸が第一軸に略直交である、
ステージ装置が提供される。

【0009】

[0009] 本発明のさらなる態様は、粒子ビーム装置、電子ビーム装置、電子ビーム検査装置、リソグラフィ装置、メトロロジ装置、又は真空装置によって具現化されてもよい。

【0010】

[0010] 本発明は、類似の参照符号が類似の構造要素を表す、添付の図面と併せて、以下の詳細な説明によって容易に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1A】[0011]図1Aは、本発明の実施形態による電子ビーム検査ツールの概略図である。

【図1B】[0011]図1Bは、本発明の実施形態による電子ビーム検査ツールの概略図である。

【図2】[0012]図2は、本発明の実施形態に適用できる電子光学システムの概略図である。

【図3】[0012]図3は、本発明の実施形態に適用できる電子光学システムの概略図である。

【図4】[0013]図4は、本発明の実施形態によるEBIシステムの可能な制御アーキテクチャを概略的に描く。

【図5】[0014]図5は、本発明の実施形態による電子ビーム検査ツールの第一実施形態を概略的に描く。

【図6】[0015]図6は、本発明によるオブジェクトテーブル上に支持された基板の高さを制御するための制御方式を概略的に描く。

【図7】[0016]図7は、本発明の実施形態による電子ビーム検査ツールの第二実施形態を概略的に描く。

【図8】[0017]図8は、本発明の実施形態による電子ビーム検査ツールの第三実施形態を概略的に描く。

【図9】[0018]図9は、本発明の実施形態による電子ビーム検査ツールの第四実施形態を概略的に描く。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

[0019] ここで、本発明のいくつかの例示の実施形態を示す、添付の図面を参照しながら、本発明の種々の例示の実施形態をより完全に説明する。図面では、分かり易くするために、層及び領域の厚さが誇張されている場合がある。

【 0 0 1 3 】

[0020] 本明細書では、本発明の詳細な例示の実施形態が開示される。しかしながら、本明細書が開示する特定の構造的且つ機能的詳細は、単に本発明の例示の実施形態を説明する目的で示すにすぎない。本発明は、しかしながら、多くの代替形態で具現化されてもよく、本明細書に記載の実施形態のみに限定されるものと解釈されるべきではない。

【 0 0 1 4 】

[0021] よって、本発明の例示の実施形態は、種々の修正及び代替形態を受け入れる余地があるが、これらの実施形態は、図面中に例として示され、本明細書で詳細に説明されるであろう。しかしながら、本発明の例示の実施形態を開示の特定の形態に限定する意図はなく、それどころか、本発明の例示の実施形態が、本明細書の範囲内に含まれる全ての修正、同等物、及び代替案を網羅するものであることを理解されたい。類似の番号は、図の説明全体を通して類似の要素を指す。

【 0 0 1 5 】

[0022] 本明細書で使用される場合、「試料」という用語は、概して、対象とする欠陥(DOI)が存在し得るウェーハ又は他の任意の試料を指す。「試料」及び「サンプル」という用語は本明細書では交換可能に使用されるが、ウェーハに関して本明細書で説明する実施形態が他の任意の試料(例えば、レクチル、マスク、又はフォトマスク)用に構成及び/又は使用され得ることを理解されたい。

【 0 0 1 6 】

[0023] 本明細書で使用される場合、「ウェーハ」という用語は、概して、半導体又は非半導体材料で形成された基板を指す。そのような半導体又は非半導体材料の例としては、限定されるものではないが、単結晶シリコン、ヒ化ガリウム、及びリン化インジウムが挙げられる。そのような基板は、一般的に、半導体製造設備内で見られ、及び/又は処理される。

【 0 0 1 7 】

[0024] 本発明では、「軸方向」とは、「装置、コラム、又はレンズなどのデバイスの光軸方向」を意味し、その一方で、「半径方向」とは「光軸に直交する方向」を意味する。通常、光軸は、カソードから始まり、試料において終端する。全ての図面において、光軸は常にz軸を指す。

【 0 0 1 8 】

[0025] 交差点という用語は、電子ビームの焦点が合わせられる点を指す。

【 0 0 1 9 】

[0026] 仮想光源という用語は、カソードから放出された電子ビームを「仮想」光源まで後方に辿ることができることを意味する。

【 0 0 2 0 】

[0027] 本発明による検査ツールは、荷電粒子源、特にSEM、電子ビーム検査ツール、又はEBDWに適用できる電子ビーム源に関する。電子ビーム源は、当技術分野では、e銃(電子銃)と称されることもある。

【 0 0 2 1 】

[0028] 図面に関して、図が一定の縮尺で描かれていないことに留意されたい。特に、図のいくつかの要素の縮尺は、要素の特徴を強調するために大きく誇張されている場合がある。また、図が同じ縮尺で描かれていないことにも留意されたい。同様に構成され得る、2つ以上の図に示す要素は、同じ参照符号を使用して示される。

【 0 0 2 2 】

[0029] 図面では、分かり易くするために、各コンポーネントの及び全てのコンポーネント間の相対的寸法が誇張されている場合がある。以下の図面の説明では、同じ又は類似

10

20

30

40

50

の参照番号は、同じ若しくは類似のコンポーネント又はエンティティを指し、且つ個々の実施形態に関する相違のみを説明する。

【0023】

[0030] よって、本発明の例示の実施形態は、種々の修正及び代替形態を受け入れる余地があるが、これらの実施形態は、図面中に例として示され、本明細書で詳細に説明されるであろう。しかしながら、本発明の例示の実施形態を開示の特定の形態に限定する意図はなく、それどころか、本発明の例示の実施形態が、本明細書の範囲内に含まれる全ての修正、同等物、及び代替案を網羅するものであることを理解されたい。

【0024】

[0031] 図1A及び図1Bは、本発明の実施形態による電子ビーム(eビーム)検査(EBI)システム100の上面図及び断面図を概略的に描く。図示の実施形態は、筐体110と、検査すべきオブジェクトを受け入れて検査されたオブジェクトを出力するためのインターフェースとしての役割を果たす1対のロードポート120とを備える。図示の実施形態は、ロードポートに/ロードポートからオブジェクトを搬送及び/又は移送するように構成された、EFEM、機器フロントエンドモジュール130と称される、オブジェクト移送システムをさらに備える。図示の実施形態では、EFEM130は、EBIシステム100のロードポートとロードロック150との間でオブジェクトを移送するように構成されたハンドラロボット140を備える。ロードロック150は、筐体110の外側及びEFEM内で生じる大気条件と、EBIシステム100の真空チャンバ160内で生じる真空条件との間のインターフェースである。図示の実施形態では、真空チャンバ160は、検査すべきオブジェクト、例えば半導体基板又はウェーハ上に電子ビームを投影するように構成された電子光学システム170を備える。EBIシステム100は、電子光学システム170によって生成された電子ビームに対してオブジェクト190を変位させるように構成される位置決めデバイス180をさらに備える。

10

20

【0025】

[0032] 実施形態では、位置決めデバイスは、オブジェクトを略水平面に位置決めするためのXYステージ、及びオブジェクトを垂直方向に位置決めするためのZステージなどの、縦続形配置の複数のポジションを備えてもよい。

【0026】

[0033] 実施形態では、位置決めデバイスは、比較的長い距離にわたってオブジェクトの粗動位置決めを行うように構成された、粗動ポジションと、比較的短い距離にわたってオブジェクトの微動位置決めを行うように構成された、微動ポジションとの組み合わせを備えてもよい。

30

【0027】

[0034] 実施形態では、位置決めデバイス180は、EBIシステム100によって行われる検査プロセス中に支持面上にオブジェクトを保持するためのオブジェクトテーブルをさらに備える。支持面は、パルテーブル及び/又はクランプであってもよい。そのような実施形態では、オブジェクト190は、静電クランプなどのクランプを用いてオブジェクトテーブルの支持面上にクランプされてもよい。そのようなクランプは、オブジェクトテーブルに一体化されてもよい。

40

【0028】

[0035] 本発明によれば、位置決めデバイス180は、オブジェクトテーブルを位置決めするための第一ポジションと、第一ポジション及びオブジェクトテーブルを位置決めするための第二のポジションとを備える。

【0029】

[0036] 本発明に適用される位置決めデバイス180について、以下により詳細に述べる。

【0030】

[0037] 図2は、本発明による電子ビーム検査ツール又はシステムに適用できる電子光学システム200の実施形態を概略的に描く。電子光学システム200は、電子銃210

50

と称される、電子ビーム源と、結像システム 240 とを備える。

【0031】

[0038] 電子銃 210 は、電子源 212 と、サプレッサ 214 と、アノード 216 と、1組の開口 218 と、コンデンサレンズ 220 とを備える。電子源 212 は、ショットキーエミッタとすることができる。より具体的には、電子源 212 は、セラミック基板と、2つの電極と、タングステンフィラメントと、タングステンピンとを含む。2つの電極は、セラミック基板に平行に固定され、且つ2つの電極の他の側は、タングステンフィラメントの2つの端部にそれぞれ接続される。タングステンは、タングステンピンの配置のための先端部を形成するように僅かに湾曲される。次に、タングステンピンの表面が ZrO₂ で被覆され、ZrO₂ が、熔融されるように 1300 に加熱され、タングステンピンを覆うが、タングステンピンの先端を露出させる。熔融した ZrO₂ は、タングステンの仕事関数を低下させ、且つ放出電子のエネルギー障壁を低下させることができ、したがって、電子ビーム 202 が効率的に放出される。次いで、サプレッサ 214 を負の電気に帯電させることによって、電子ビーム 202 が抑制される。よって、大きな広がり角を有する電子ビームが抑制されて一次電子ビーム 202 とされ、ひいては、電子ビーム 202 の輝度が高められる。アノード 216 の正電荷によって、電子ビーム 202 を抽出することができ、次いで、電子ビーム 202 のクーロン強制力が、開口の外側の不要な電子ビームを排除するために異なる開口サイズを有する可変開口 218 を使用することによって制御されてもよい。電子ビーム 202 を集束させるために、コンデンサレンズ 220 が電子ビーム 202 に適用され、コンデンサレンズ 220 はまた拡大ももたらす。図 2 に示すコンデンサレンズ 220 は、例えば、電子ビーム 202 を集束させることができる静電レンズであってもよい。その一方で、コンデンサレンズ 220 は、磁気レンズとすることもできる。

10

20

【0032】

[0039] 図 3 に示す結像システム 240 は、ブランカ 248 と、1組の開口 242 と、検出器 244 と、4組の偏向器 250、252、254、及び 256 と、1対のコイル 262 と、ヨーク 260 と、フィルタ 246 と、電極 270 とを備える。電極 270 は、電子ビーム 202 を遅延させ且つ偏向させるために使用され、さらに、上部ポールピースとサンプル 300 との組み合わせによる静電レンズ機能を有する。加えて、コイル 262 及びヨーク 260 は、磁気対物レンズに構成される。

30

【0033】

[0040] 上で説明した、電子ビーム 202 は、電子ピンを加熱してアノード 216 に電界を印加することによって生成され、結果として、電子ビーム 202 を安定化させるには、電子ピンを加熱させるのに長い時間をかけなければならない。ユーザ側にとって、確かに手間がかかり不都合である。よって、電子ビーム 202 をオフにするのではなく、サンプルから離れる方向に電子ビーム 202 を一時的に偏向させるために、集束された電子ビーム 202 にブランカ 248 が適用される。

【0034】

[0041] 偏向器 250 及び 256 は、電子ビーム 202 を広視野にわたってスキャンするために適用され、且つ偏向器 252 及び 254 は、電子ビーム 202 を小視野にわたってスキャンするために使用される。全ての偏向器 250、252、254、及び 256 は、電子ビーム 202 のスキャン方向を制御することができる。偏向器 250、252、254、及び 256 は、静電偏向器又は磁気偏向器とすることができる。ヨーク 260 の開口部は、サンプル 300 に面しており、磁界をサンプル 300 にさらす。その一方で、電極 270 は、ヨーク 260 の開口部の下に配置され、それゆえ、サンプル 300 が損傷を受けない。電子ビーム 202 の色収差を補正するために、位相板 270、サンプル 300、及び上部ポールピースは、電子ビーム 202 の色収差を排除するレンズを形成する。

40

【0035】

[0042] さらに、電子ビーム 202 がサンプル 300 に衝突したときに、サンプル 300 の表面から二次電子が発せられる。次に、フィルタ 246 によって 2次電子が検出器 2

50

44へ誘導される。

【0036】

[0043] 図4は、本発明によるEBIシステムの可能な制御アーキテクチャを概略的に描く。図1に示すように、EBIシステムは、ロードロックと、ウェーハ移送システムと、ロード/ロックと、電子光学システムと、例えば、zステージ及びxyステージを含む、位置決めデバイスとを備える。図示のように、EBIシステムのこれらの種々のコンポーネントは、それぞれのコントローラ、すなわち、ウェーハ移送システムに接続されたウェーハ移送システムコントローラ、ロード/ロックコントローラ、電子光学コントローラ、検出器コントローラ、ステージコントローラを備えていてもよい。これらのコントローラは、例えば、通信バスを介して、例えば、システムコントローラコンピュータ及びイメージ処理コンピュータに通信可能に接続されてもよい。図示の実施形態では、システムコントローラコンピュータ及びイメージ処理コンピュータは、ワークステーションに接続されてもよい。

10

【0037】

[0044] ロードポートは、EREM130などの、ウェーハ移送システムにウェーハをロードし、且つウェーハ移送システムコントローラは、ロードロック150などの、ロード/ロックにウェーハを移送するようにウェーハの移送を制御する。ロード/ロックコントローラは、チャンバへのロード/ロックを制御し、その結果、検査すべきオブジェクト、例えばウェーハを、クランプ、例えばeチャックとも称される、静電クランプに固定することができる。位置決めデバイス、例えば、zステージ及びxyステージは、ステージコントローラによってウェーハが移動することを可能にする。実施形態では、zステージの高さは、例えば、 piezoアクチュエータなどの piezoコンポーネントを使用して調整されてもよい。電子光学コントローラは、電子光学システムの全ての状態を制御してもよく、且つ検出器コントローラは、電子光学システムから電気信号を受信してイメージ信号に変換してもよい。システムコントローラコンピュータは、コマンドを対応するコントローラに送信する。イメージ信号を受信した後に、イメージ処理コンピュータは、欠陥を特定するためにイメージ信号を処理してもよい。

20

【0038】

[0045] 図5は、本発明の実施形態による電子ビーム検査ツール100の実施形態の側面図を概略的に描く。電子ビーム検査ツール100は、電子光学システム200を備える。電子光学システム200は、図2に関して説明したように、電子銃210と結像システム240とを備える。

30

【0039】

[0046] 電子光学システム200は、位置決めデバイス180の可動オブジェクトテーブル3よりも上に配置される。オブジェクトテーブル3は、オブジェクト、特に基板190を支持するために配置される。オブジェクトテーブル3は、電子光学システム200からの電子ビームを使用して基板190、特に基板190の上面を検査できるように、基板190のターゲット部分を電子光学システム200と位置合わせするためにx方向、y方向及びz方向に移動可能である。

【0040】

[0047] 基板190のターゲット部分を電子光学システム200と適切に位置合わせする目的で、電子光学システム200に対するオブジェクトテーブル3の位置を制御するために配置される位置制御システムが設けられる。

40

【0041】

[0048] 位置制御システムは、位置測定システム5と、コントローラ6と、少なくとも1つのアクチュエータ7とを備える。位置測定システム5は、電子光学システム200に対するオブジェクトテーブル3上に支持された基板190の位置を決定するために配置される。位置測定システム5は、基板190の高さ位置を測定するための第一位置センサ8を備える。第一位置センサ8は、電子光学システム200と基板190との間の距離を直接測定するために電子光学システム200に装着される光学センサである。

50

【 0 0 4 2 】

[0049] 第一位置センサ 8 は、電子光学システム 2 0 0 と基板 1 9 0 の上面のターゲット部分との間の距離を直接測定するので、電子光学システム 2 0 0 に対する基板 1 9 0 のターゲット部分の垂直位置を高精度で決定し得る。しかしながら、基板 1 9 0 の上面の高さ位置のこの直接測定のために一般に使用される光学センサは、比較的低い測定速度、例えば、1 0 0 ~ 1 5 0 H z の測定周波数率を有する。

【 0 0 4 3 】

[0050] 位置測定システムは、第一干渉計センサ 9 と第二干渉計センサ 1 0 とをさらに備える。

【 0 0 4 4 】

[0051] 第一干渉計センサ 9 は、第一測定ビーム 1 1 及び第一基準ビーム 1 2 を提供する。第一測定ビーム 1 1 は、オブジェクトテーブル 3 上の第一反射面 1 3 へ第一測定方向に誘導される。第一基準ビーム 1 2 は、電子光学システム 2 0 0 に装着された第一反射要素に設けられた第一反射基準面 1 4 へ第一基準ビーム方向に誘導される。第一測定方向及び第一基準ビーム方向は、互いに平行である。これによって、第一干渉計センサ 9 による位置測定が第一干渉計センサ 9 の変位に対して無反応となる。第一基準ビーム 1 2 が第一基準面 1 4 へ誘導されるので、第一干渉計センサ 9 は、第一測定方向において、電子光学システム 2 0 0 とオブジェクトテーブル 3 との相対的変位を直接測定する。

【 0 0 4 5 】

[0052] 相応に、第二干渉計センサ 1 0 は、第二測定ビーム 1 5 及び第二基準ビーム 1 6 を提供する。第二測定ビーム 1 5 は、オブジェクトテーブル 3 上の第二反射面 1 7 へ第二測定方向に誘導される。第二基準ビーム 1 6 は、電子光学システム 2 0 0 に装着された第二反射要素に設けられた第二反射基準面 1 8 へ第二基準ビーム方向に誘導される。第二測定方向及び第二基準ビーム方向は、互いに平行である。これによって、第二干渉計センサ 1 0 による位置測定が第二干渉計センサ 1 0 の変位に対して無反応となる。第二基準ビーム 1 6 が第二反射基準面 1 8 へ誘導されるので、第二干渉計センサ 1 0 は、電子光学システム 2 0 0 とオブジェクトテーブル 3 との相対的変位を直接測定する。

【 0 0 4 6 】

[0053] 第一反射面 1 3 及び第二反射面 1 7 は、オブジェクトテーブルの両側に、好ましくはオブジェクトテーブル 3 の垂直軸（さらには第一軸とも示される）に対してオブジェクトテーブルの両側に配置されてもよい。

【 0 0 4 7 】

[0054] 図 5 の実施形態では、オブジェクトテーブル 3 の側面は、第一反射面 1 3 及び第二反射面 1 7 として使用される。代替実施形態では、第一反射面及び / 又は第二反射面は、オブジェクトテーブル 3 に装着された反射面要素に設けられてもよい。

【 0 0 4 8 】

[0055] 第一反射基準面 1 4 及び第二反射基準面 1 8 は、電子光学システム 2 0 0 に、特に電子銃 2 1 0 に強固に接続される任意の好適な箇所（例えば、そのハウジング又はフレームであってもよい）に設けられてもよい。第一反射基準面 1 4 及び第二反射基準面 1 8 は、この箇所に直接設けられてもよく、又は図 5 に示すように、それぞれの箇所に装着された別個の反射要素に設けられてもよい。

【 0 0 4 9 】

[0056] 図示の実施形態では、第一測定方向は、（図 5 に示す x 方向における）水平成分と（図 5 に示す z 方向における）垂直成分とを含む。相応に、第二測定方向は、（図 5 に示す x 方向における）水平成分と（図 5 に示す z 方向における）垂直成分とを含む。第一測定方向及び第二測定方向の水平成分は、互に対向する（すなわち、正の x 方向及び負の x 方向である）。第一測定方向の垂直成分と第二測定方向の垂直成分は両方とも上方に延びる。

【 0 0 5 0 】

10

20

30

40

50

【0057】 第一干渉計センサ 9 及び第二干渉計センサ 10 の干渉計測定値の所定の又は較正された線形結合を計算することによって、x 方向及び z 方向におけるオブジェクトテーブル 3 の変位が決定されてもよい。図 5 に示す実施形態では、x 方向における変位は、第一干渉計センサ 9 及び第二干渉計センサ 10 の干渉計測定値の差に比例し、その一方で、z 変位は、第一干渉計センサ 9 及び第二干渉計センサ 10 の干渉計測定値の合計に比例する。この実施形態での x 変位測定は、x 方向における電子光学システム 200 の均質な膨張に起因する測定誤差などの、第一干渉計センサ 9 と第二干渉計センサ 10 とのいくつかの一般的な測定誤差の影響を受けない。

【0051】

【0058】 第一基準ビーム 12 及び第二基準ビーム 16 は、等しい長さを有するように配置されてもよい。これによって、この実施形態での x 変位測定が反射基準面 14、18 の等しい大きさの変位と、x 方向における電子光学システム 200 の均質な膨張などの反対の兆候とに対して無反応となる。

【0052】

【0059】 第一測定方向と第一測定方向の水平成分との間の角度は、例えば 2 ~ 20° の範囲、例えば 5° であってもよい。第二測定方向と第二測定方向の水平成分との間の角度もまた、例えば 2 ~ 20° の範囲、例えば 5° であってもよい。好ましくは、これらの角度は同じである。第一反射面 13、第一反射基準面 14、第二反射面 17、及び第二反射基準面 18 は、第一測定方向、第一基準ビーム方向、第二測定方向、及び第二基準ビーム方向にそれぞれ直交して配置される。

【0053】

【0060】 x 方向、y 方向及び / 又は z 方向におけるオブジェクトテーブル 3 の移動によって第一測定ビーム 11 が第一反射面 13 の測定範囲内の別の箇所でも反射され且つ第二測定ビーム 15 が第二反射面 17 の測定範囲の別の箇所でも反射されることが分かる。第一反射面 13 及び第二反射面 17 の測定範囲は、矩形であり、且つ十分な寸法を有してもよい。

【0054】

【0061】 第一測定ビーム 11 が第一反射面 13 で反射される箇所に応じて、反射挙動は異なり得る。第一反射面 13 の測定範囲内の異なる箇所間における反射挙動の差異を考慮するために、位置測定システム 5 及び / 又はコントローラ 6 は、第一反射面 13 の異なる箇所の反射挙動の差異を補正するための、第一反射面 13 用の補正マップを備えてもよい。同様に、位置測定システム 5 及び / 又はコントローラ 6 は、第二反射面 17 の異なる箇所の反射挙動の差異を補正するための、第二反射面 17 用の補正マップを備えてもよい。また、補正マップは、第一反射面 13 と第二反射面 17 との組み合わせ用に提供されてもよい。

【0055】

【0062】 第一測定ビーム 11 の第一測定方向と第二測定ビーム 15 の第二測定方向とは、基板 190 上のターゲット箇所 19 で交差する。ターゲット部分が電子光学システム 200 に対して正しく位置決めされた場合、この箇所は、交差箇所、すなわち、電子ビームの焦点が合わせられる点でもある。このことは、y 軸方向における回転軸を中心とするオブジェクトテーブル 3 の回転によって生じるオブジェクトテーブル 3 の異なる向きを補正する必要なしに、ターゲット箇所の x 位置を正確に決定することを可能にする。当業者であれば、この測定を「アップの測定」又は「小さなアップ・アームでの測定」と称するであろう。

【0056】

【0063】 しかしながら、第一基準ビーム方向と第二基準ビーム方向とは、電子光学システム 200 の対象となる箇所 20 よりも上の箇所で交差する。それゆえ、x 方向及び / 又は y 方向における軸を中心とする電子光学システム 200 の回転が、第一干渉計センサ 9 及び第二干渉計センサ 10 の測定でのアップ誤差を防止するために補償されることが好ましい。加速度センサ 21 は、電子光学システム 200 の加速度を測定するために電子光学システム 200 に装着される。これらの測定された加速度に基づいて、電子光学システム

10

20

30

40

50

200の回転が検出され補償されてもよい。また、電子光学システム200の回転を決定するのに好適な任意の他のセンサが適用されてもよい。

【0057】

【0064】 第三測定ビーム23を用いて、x方向及びz方向に直交する第三測定方向、すなわちy方向におけるオブジェクトテーブル3の位置を決定するために、第三干渉計センサ22が設けられる。第三測定ビーム23は、オブジェクトテーブル3上の第三反射面24で反射される。第三反射面24は、x-z平面に延びる、すなわち、y方向に直交して延びる。第三干渉計センサ22は、y方向へのオブジェクトテーブル3の移動を可能にするために、オブジェクトテーブル3から距離をおいて配置される。第三干渉計センサ22は、任意の好適なサポート、例えば防振サポートフレームに装着されてもよい。

10

【0058】

【0065】 第三干渉計センサ22がオブジェクトテーブル3と電子光学システム200との相対的変位を直接測定するために、第三干渉計センサ22の基準ビームが電子光学システム200上の第三反射基準面へ誘導されて第三反射基準面で反射され得ることが分かる。

【0059】

【0066】 第一干渉計センサ9、第二干渉計センサ10及び第三干渉計センサ22は、3自由度、すなわち、x方向、y方向及びz方向におけるオブジェクトテーブル3の位置を決定するのに十分な測定データを提供する。所望により、x方向、y方向及び/又はz方向に延びる軸を中心とするオブジェクトテーブル3の回転を測定するために、さらなる干渉計センサ又は他のセンサデバイスが設けられてもよい。好ましくは、位置測定システム5は、全6自由度におけるオブジェクトテーブル3の位置及び回転を決定するための少なくとも6つの干渉計センサを備える。

20

【0060】

【0067】 干渉計センサ9、10、22は、オブジェクトテーブル3上に支持された基板190の高さレベルを直接測定するために使用される第一位置センサ8の測定速度に比べて相対的に速い測定速度でオブジェクトテーブル3の位置を決定することができる。但し、干渉計センサ9、10は、オブジェクトテーブル3上の基板190の高さ位置を間接的に測定し、つまり、干渉計センサ9、10は、オブジェクトテーブル3の相対的高さ変位を測定し、この測定に基づいて、基板の高さ位置が計算される。しかしながら、基板190の厚さ又は非平坦性に起因する高低差などの、基板190のある特定の局所特性は、干渉計センサ9、10によって測定できないので、これらの局所特性は、干渉計センサ9、10の測定のみに基づいて基板180の高さ位置が決定される場合には考慮されない。しかしながら、第一位置センサ8が基板190の上面の高さを直接測定するので、基板190のこれらの局所特性は、第一位置センサ8の測定において考慮される。

30

【0061】

【0068】 それゆえ、本発明によれば、第一位置センサ8と干渉計センサ9、10、22との両方の測定結果は、オブジェクトテーブル3上に支持された基板190を電子光学システム200に対して適切に位置合わせするために、位置制御システムにおいて使用される。

【0062】

【0069】 図6は、基板190を検査するために、電子光学システム200によって放出された電子ビームの焦点を基板190の上面に合わせることができるよう、電子光学システム200に対する基板190のターゲット部分の位置を制御するための制御方式を示す。制御方式は、マスタ制御ループ50とスレーブ制御ループ51とを含む。コントローラ6は、マスタ制御ループ50内に配置されたマスタコントローラ52と、スレーブ制御ループ51内に配置されたスレーブコントローラ53とを備える。

40

【0063】

【0070】 セットポイントジェネレータ54は、電子光学システム200に対する基板190の高さ位置、すなわち、基板190の、特に基板190のターゲット部分の所望の高さ位置のためのセットポイントs_pを提供する。セットポイントs_pは、第一位置センサ

50

8によって測定される高さ位置 h_1 と比較される。この比較に基づいて、マスタコントローラ52は、スレーブ制御ループ51に対する入力信号としてスレーブセットポイントシグナル s_{sp} を提供する。スレーブ制御ループ51において、スレーブセットポイントシグナル s_{sp} は、第一干渉計センサ9及び第二干渉計センサ10の測定に基づいて決定された基板190の垂直位置と比較される。

【0064】

[0071] スレーブコントローラ53は、少なくとも1つのアクチュエータ7を作動させてオブジェクトテーブル3を所望の高さ位置 h に移動させるために使用される作動信号 a を提供する。

【0065】

[0072] したがって、スレーブ制御ループ51では、基板190の高さ位置 h を制御するためにオブジェクトテーブル3の高さ位置の比較的迅速な測定が使用される。第一及び第二干渉計センサ9、10の測定速度が速いので、スレーブ制御ループの帯域幅は広い、例えば $>300\text{Hz}$ である。

【0066】

[0073] 同時に、第一位置センサ8の直接的であるがあまり迅速でない測定が、スレーブ制御ループ51に対する入力として使用されるスレーブセットポイント s_{sp} を更新するために、マスタコントローラ52において使用される。

【0067】

[0074] 図6に示すマスタ-スレーブ構成は、有利には第一位置センサ8と第一及び第二干渉計センサ9、10との両方の特性が使用される、電子光学システム200に対する基板190の高さ位置を制御する有利な方法をもたらすことが判明している。

【0068】

[0075] 図7は、特に干渉計センサの構成における、位置測定システム5の代替実施形態を示す。位置測定システム5は、第一干渉計センサ28と第二干渉計センサ29とを備える。第一干渉計センサ28は、第一反射面13と第一干渉計センサ28との相対的変位を測定するための第一測定ビーム11を提供する。相応に、第二干渉計センサ29は、第二反射面17と第二干渉計センサ29との相対的変位を測定するための第二測定ビーム15を提供する。図7に示す位置測定システム5では、第一干渉計センサ28及び第二干渉計センサ29の反射基準面は、第一干渉計センサ28及び第二干渉計センサ29にそれぞれ一体化される。その結果、第一干渉計センサ28及び第二干渉計センサ29は、オブジェクトテーブル3と電子光学システム200との相対的変位ではなく、オブジェクトテーブルとそれぞれの第一干渉計センサ28又は第二干渉計センサ29との相対的変位を直接測定する。

【0069】

[0076] 電子光学システム200の位置を決定するために、第一追加干渉計センサ30及び第二追加干渉計センサ31が提供される。第一追加干渉計センサ30は、電子光学システム200の第一反射基準面714に直交するように誘導される第一追加測定ビーム712を提供する。第二追加干渉計センサ31は、電子光学システム200の第二反射基準面718に直交するように誘導される第二追加測定ビーム716を提供する。第一干渉計センサ28、第二干渉計センサ29、第一追加干渉計センサ30、及び第二追加干渉計センサ31は、好ましくは、干渉計センサ28、29、30、31の相対的位置が同じままであるように同じフレームに装着される。

【0070】

[0077] 第一干渉計センサ28と第二干渉計センサ29と第一追加干渉計センサ30と第二追加干渉計センサ31との組み合わせによって、位置測定システム5が、 x 方向及び z 方向において、電子光学システム200に対するオブジェクトテーブル3の位置を決定することが可能となる。この測定位置は、図6に示すようにスレーブ制御ループ51で使用することができる。

【0071】

10

20

30

40

50

【0078】 第一追加測定ビーム712及び第二追加測定ビーム716は、略等しい長さを有するように配置されてもよい。これによって、この実施形態でのx変位測定が反射基準面714、718の等しい大きさの変位と、x方向における電子光学システム200の均質な膨張などの反対の兆候とに対して無反応となる。

【0072】

【0079】 図7の実施形態の重要な利点は、第一追加測定ビーム712及び第二追加測定ビーム716の測定方向が、電子光学システム200の対象となる箇所20で交差することである。結果として、位置測定は、図5の実施形態に関して上で説明したように、アップ誤差の補償を必要としない。しかしながら、位置測定システム5は、電子光学システム200の位置を測定するための追加の干渉計センサ30、31を必要とする。

10

【0073】

【0080】 図8は、特に干渉計センサの構成における、位置測定システム5の別の代替実施形態を示す。第一干渉計センサ809は、第一測定ビーム11及び第一基準ビーム812を提供する。第一測定ビーム11は、オブジェクトテーブル3上の第一反射面13へ第一測定方向に誘導される。第一基準ビーム812は、メトロロジフレーム300に装着された第一反射要素に設けられた第一反射基準面814へ、好ましくは水平面に平行である、第一基準ビーム方向に誘導される。

【0074】

【0081】 第二干渉計センサ810は、第二測定ビーム15及び第二基準ビーム816を提供する。第二測定ビーム15は、オブジェクトテーブル3上の第二反射面17へ第二測定方向に誘導される。第二基準ビーム816は、メトロロジフレーム300に装着された第二反射要素に設けられた第二反射基準面818へ、好ましくは水平面に平行である、第二基準ビーム方向に誘導される。

20

【0075】

【0082】 第一基準ビーム812及び第二基準ビーム816は、略等しい長さを有するように配置されてもよい。これによって、この実施形態でのx変位測定が反射基準面814、818の等しい大きさの変位と、x方向における基準ビーム300の均質な膨張などの反対の兆候とに対して無反応となる。

【0076】

【0083】 図9は、特に干渉計センサの構成における、位置測定システム5のさらに別の代替実施形態を示す。第一干渉計センサ909は、第一測定ビーム11及び第一基準ビーム912を提供する。第一測定ビーム11は、オブジェクトテーブル3上の第一反射面13へ第一測定方向に誘導される。第一基準ビーム912は、メトロロジフレーム300に装着された第一反射要素に設けられた第一反射基準面914へ第一基準ビーム方向に誘導される。第一測定方向及び第一基準ビーム方向は、互いに平行である。これによって、第一干渉計センサ9による位置測定が第一干渉計センサ9の変位に対して無反応となる。

30

【0077】

【0084】 第二干渉計センサ910は、第二測定ビーム15及び第二基準ビーム916を提供する。第二測定ビーム15は、オブジェクトテーブル3上の第二反射面17へ第二測定方向に誘導される。第二基準ビーム916は、メトロロジフレーム300に装着された第二反射要素に設けられた第二反射基準面918へ第二基準ビーム方向に誘導される。第二測定方向及び第二基準ビーム方向は、互いに平行である。これによって、第二干渉計センサ910による位置測定が第二干渉計センサ910の変位に対して無反応となる。

40

【0078】

【0085】 第一基準ビーム912及び第二基準ビーム916は、略等しい長さを有するように配置されてもよい。これによって、この実施形態でのx変位測定が反射基準面914、918の等しい大きさの変位と、x方向における基準ビーム300の均質な膨張などの反対の兆候とに対して無反応となる。

【0079】

【0086】 さらに別の代替実施形態では、第一及び第二測定ビームが垂直下向き成分を有

50

するように、第一及び第二干渉計センサが、図 7 の第一及び第二追加干渉計センサ 30、31 と同様に、第一反射面及び第二反射面よりも高い高さレベルに配置され得ることが分かる。そのような実施形態では、第一干渉計センサ及び第二干渉計センサの基準ビームは、オブジェクトテーブル 3 と電子光学システム 200 との相対的変位を直接測定するために、電子光学システム 200 上の第一反射基準面及び第二反射基準面へ誘導されて第一反射基準面及び第二反射基準面で反射されてもよい。代替的に、第一干渉計センサ及び第一追加干渉計が装着される第一基準フレームと第二干渉計センサ及び第二追加干渉計が装着される第二基準フレームとに対する電子光学システム 200 の相対的変位を測定するために、追加の干渉計センサが設けられてもよい。

【0080】

[0087] さらに実施形態については、以下の条項において説明され得る。

1. ステージ装置であって、

支持面を備えるオブジェクトテーブルであって、前記支持面上で基板を支持するように構成された前記オブジェクトテーブルと、

前記オブジェクトテーブルを位置決めするように構成された位置決めデバイスと、

第一軸に平行な前記オブジェクトテーブルの高さ位置を測定するように構成された位置センサを備える位置測定システムであって、前記第一軸が前記支持面に略直交であり、前記位置センサが、干渉計センサを有する干渉計測定システムを備える、前記位置測定システムと

を備え、

前記干渉計センサの測定ビームが、前記オブジェクトテーブルの反射面を測定方向に照射するように構成され、前記測定方向が、前記第一軸に平行な第一成分と第二軸に平行な第二成分とを有し、前記第二軸が前記第一軸に略直交である、

ステージ装置。

2. 前記位置測定システムが、前記第一軸に平行な前記基板のさらなる高さ位置を測定するように構成された第二位置センサをさらに備える、条項 1 に記載のステージ装置。

3. 前記第二位置センサが、前記基板の前記さらなる高さ位置を直接測定するように構成される、条項 2 に記載のステージ装置。

4. 前記ステージ装置が、前記第二位置センサを使用して前記位置センサの測定速度に比べて低い測定速度で前記基板の前記さらなる高さ位置を測定するように構成される、条項 2 又は 3 に記載のステージ装置。

5. 前記ステージ装置が、前記第二位置センサを使用して前記位置センサの測定精度に比べて高い測定精度で前記基板の前記さらなる高さ位置を測定するように構成される、条項 2 ~ 4 の何れか一項に記載のステージ装置。

6. 作動信号を提供するコントローラと、

前記作動信号に基づいて前記オブジェクトテーブルの前記高さ位置を調整するように構成された少なくとも 1 つのアクチュエータと

をさらに備え、

前記コントローラが、マスタ制御ループとスレーブ制御ループとを有するマスタ - スレーブ構成を備え、

使用時に、前記スレーブ制御ループでは、前記位置センサが、前記基板の前記さらなる高さ位置を制御するために使用され、且つ

使用時に、前記マスタ制御ループでは、前記第二位置センサが、前記スレーブ制御ループに対するセットポイントを提供するために使用される、

条項 2 ~ 5 の何れか一項に記載のステージ装置。

7. 前記反射面が、前記干渉計センサの前記測定方向に略直交に配置される、条項 1 ~ 6 の何れか一項に記載のステージ装置。

8. 前記測定方向及び前記干渉計センサの基準ビームの基準ビーム方向が、互いに略平行である、条項 1 ~ 7 の何れか一項に記載のステージ装置。

9. 前記基板を支持しない前記オブジェクトテーブルの面である前記オブジェクトテ

10

20

30

40

50

ブルの側面が、前記オブジェクトテーブルの前記反射面を形成するように構成されるか、又は前記オブジェクトテーブルの前記側面に装着された反射面要素が、前記オブジェクトテーブルの前記反射面を形成するように構成される、条項 1 ~ 8 の何れか一項に記載のステージ装置。

10 . 前記位置測定システム及び/又は前記コントローラが、前記オブジェクトテーブルの前記反射面の異なる箇所における反射挙動の差異を補正するように構成された、前記オブジェクトテーブルの前記反射面の補正マップを備える、条項 1 ~ 9 の何れか一項に記載のステージ装置。

11 . 前記測定方向の前記第一成分が、前記オブジェクトテーブルから前記第一軸に平行な前記基板へ第一方向に誘導されるか、又は前記測定方向の前記第一成分が、前記基板から前記第一軸に平行な前記オブジェクトテーブルへ第二方向に誘導される、条項 1 ~ 10 の何れか一項に記載のステージ装置。

10

12 . 前記測定方向と前記第二軸との間の角度が、 $2 \sim 20^\circ$ である、条項 1 ~ 11 の何れか一項に記載のステージ装置。

13 . 前記基準ビームが前記第二軸に略平行である、条項 1 ~ 12 の何れか一項に記載のステージ装置。

14 . 前記干渉計測定システムが第二干渉計センサを備え、前記第二干渉計センサの第二測定ビームが、前記オブジェクトテーブルの第二反射面へ第二測定方向に誘導され、前記第二測定方向が、前記第一軸に平行な第三成分と、第三軸に平行な第四成分とを有し、前記第三軸が前記第一軸に略直交である、条項 1 ~ 13 の何れか一項に記載のステージ装置。

20

15 . 前記反射面及び前記第二反射面が、前記オブジェクトテーブルの両側に配置される、条項 14 に記載のステージ装置。

16 . 前記反射面及び前記第二反射面が、前記第一軸に対して前記オブジェクトテーブルの両側に配置される、条項 15 に記載のステージ装置。

17 . 前記基準ビーム及び前記第二干渉計センサの第二基準ビームが、略等しい長さを有する、条項 14 ~ 16 の何れか一項に記載のステージ装置。

18 . 前記第三軸が前記第二軸である、条項 14 ~ 17 の何れか一項に記載のステージ装置。

19 . 前記測定方向の前記第一成分と前記第二測定方向の前記第三成分とが、同じ方向を有し、且つ前記測定方向の前記第二成分と前記第二測定方向の前記第四成分とが、反対方向を有する、条項 14 ~ 18 の何れか一項に記載のステージ装置。

30

20 . 前記測定ビームの前記測定方向と前記第二測定ビームの前記第二測定方向とが、前記基板上のターゲット位置で交差する、条項 14 ~ 19 の何れか一項に記載のステージ装置。

21 . 前記位置測定システムが第三干渉計センサを備え、前記第三干渉計センサの第三測定ビームが、前記オブジェクトテーブルの第三反射面へ第三測定方向に誘導され、前記第三測定方向が、第四軸に平行な第五成分のみを有し、前記第四軸が前記第一軸及び前記第三軸に直交である、条項 14 ~ 20 の何れか一項に記載のステージ装置。

22 . 前記第二位置センサが光学センサである、条項 2 ~ 21 の何れか一項に記載のステージ装置。

40

23 . 前記位置測定システムが、6自由度における前記オブジェクトテーブルの位置を決定するように構成される、条項 1 ~ 22 の何れか一項に記載のステージ装置。

24 . 粒子ビーム装置であって、

粒子ビームを基板に提供するように構成された粒子ビームジェネレータと、

条項 1 ~ 23 の何れか一項に記載のステージ装置と

を備える、粒子ビーム装置。

25 . 前記基準ビームによって照射されるように構成された前記干渉計センサの反射基準面が、前記粒子ビームジェネレータに配置される、条項 24 に記載の粒子ビーム装置。

26 . 前記反射基準面が、前記粒子ビームジェネレータを支持するフレームに配置され

50

る、条項 24 に記載の粒子ビーム装置。

27. 前記基準ビーム方向と前記第二基準ビームの第二基準ビーム方向とが、前記粒子ビームジェネレータ上の第二ターゲット位置で交差する、条項 24 ~ 26 の何れか一項に記載の粒子ビーム装置。

28. 前記光学センサが、前記粒子ビームジェネレータに又は前記粒子ビームジェネレータを支持する前記フレームに装着される、条項 24 ~ 27 の何れか一項に記載の粒子ビーム装置。

29. 前記粒子ビーム装置が電子ビーム装置であり、且つ前記粒子ビームが電子ビームである、条項 24 ~ 28 の何れか一項に記載の粒子ビーム装置。

30. 前記電子ビーム装置が電子ビーム検査装置である、条項 29 に記載の電子ビーム装置。 10

31. 条項 1 ~ 23 の何れか一項に記載のステージ装置、条項 24 ~ 29 の何れか一項に記載の粒子ビーム装置、又は条項 30 に記載の電子ビーム装置を備え、真空チャンバをさらに備える装置。

32. 条項 1 ~ 23 の何れか一項に記載のステージ装置を備える装置であって、前記装置がリソグラフィ装置又はメトロロジ装置である、装置。

33. 投影光学システムをさらに備え、前記基準ビームによって照射されるように構成された前記干渉計センサの前記反射基準面が、前記投影光学システムに配置される、条項 32 に記載の装置。

34. 前記投影光学システムをさらに備え、前記基準ビームによって照射されるように構成された前記干渉計センサの前記反射基準面が、前記投影光学システムを支持するフレームに配置される、条項 32 に記載の装置。 20

35. 前記基準ビーム方向と前記第二基準ビームの前記第二基準ビーム方向とが、前記投影光学システム上の第二ターゲット位置で交差する、条項 32 又は 34 に記載の装置。

36. 前記光学センサが、前記投影光学システムに又は前記投影光学システムを支持する前記フレームに装着される、条項 32 ~ 35 の何れか一項に記載の装置。

【0081】

[0088] 上記では、種々の実施形態による電子ビーム検査装置が別々に説明されている。しかしながら、種々の実施形態の組み合わせが単一の電子ビーム検査装置に組み合わされてもよい。 30

【0082】

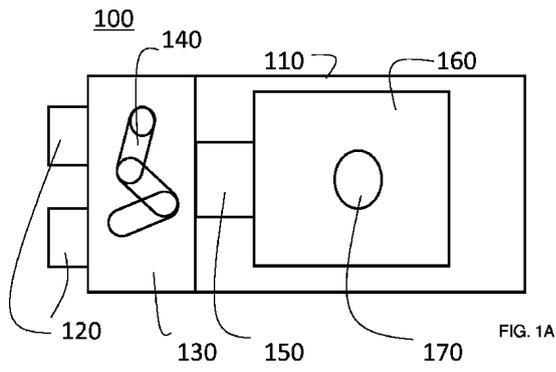
[0089] 本明細書で説明した実施形態は主に電子ビーム検査ツール又は装置に関するものであるが、本発明の用途は、これらの特定の実施形態に限定されるものではない。本発明は、電子ビーム検査ツールに適用されるだけでなく、CD-SEM、EBDW（電子ビーム直接描画）、EPL（電子ビーム投影リソグラフィ、及び電子ビーム欠陥検証ツールなどの他の任意の種類電子ビーム検査ツール、真空チャンバを備えた任意の種類ツール、リソグラフィ装置、並びにメトロロジ装置に適用されてもよい。

【0083】

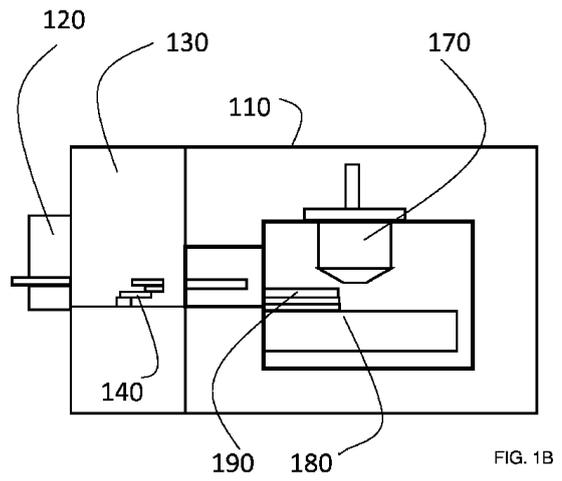
[0090] 本発明の好ましい実施形態との関連で本発明を説明してきたが、以下に特許請求される本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、他の修正及び変形を加えることができることを理解されたい。 40

【図面】

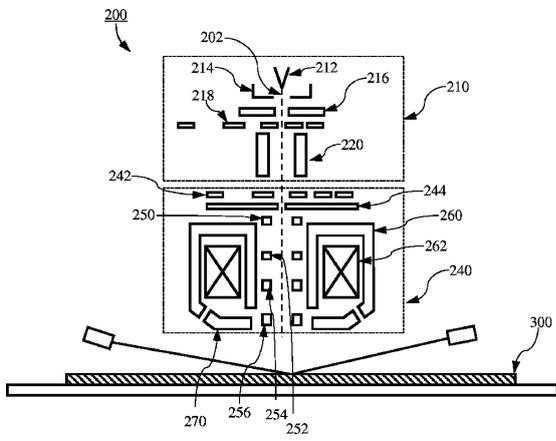
【図 1 A】



【図 1 B】



【図 2】



【図 3】

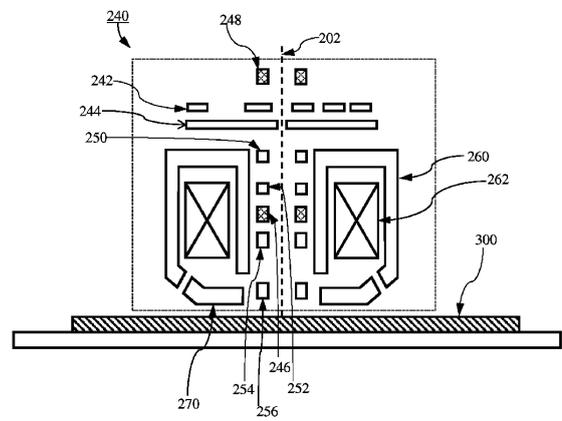


FIG. 2

FIG. 3

10

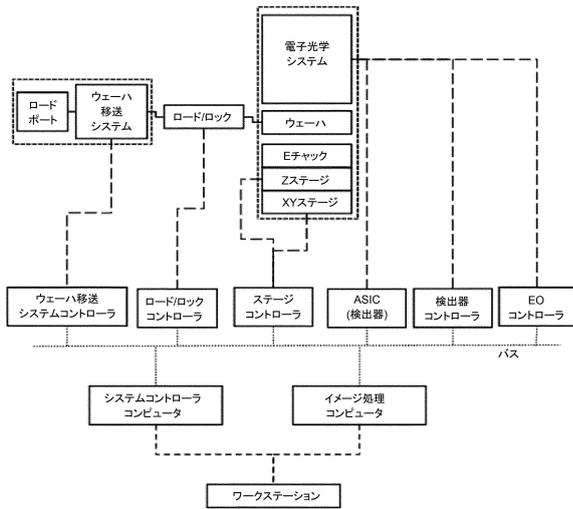
20

30

40

50

【 図 4 】



【 図 5 】

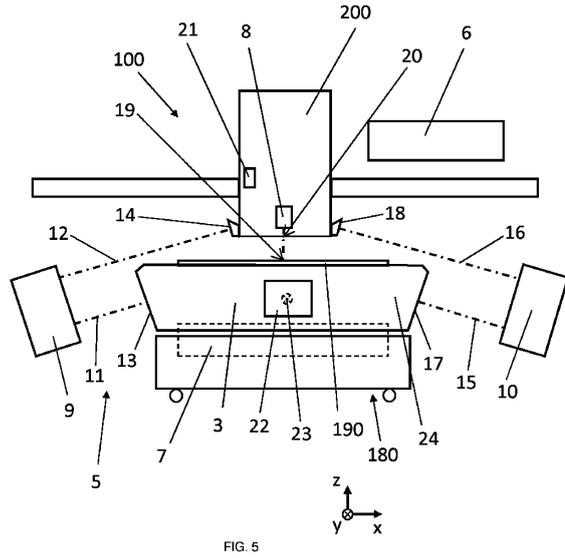


FIG. 5

【 図 6 】

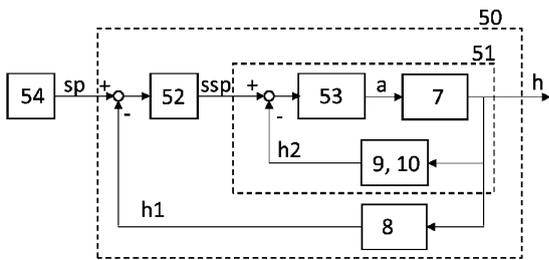


FIG. 6

【 図 7 】

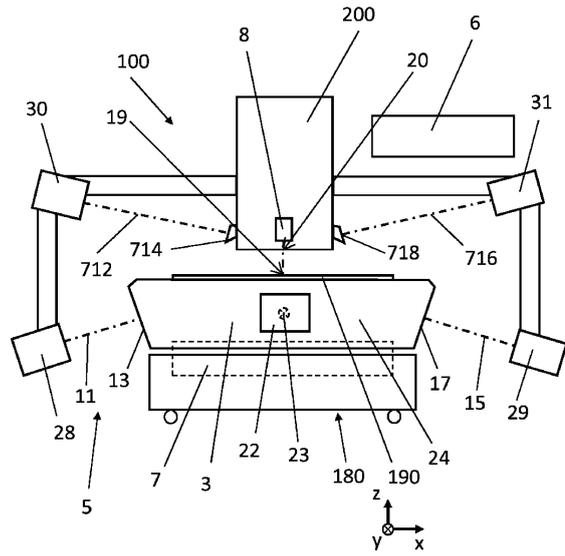


FIG. 7

10

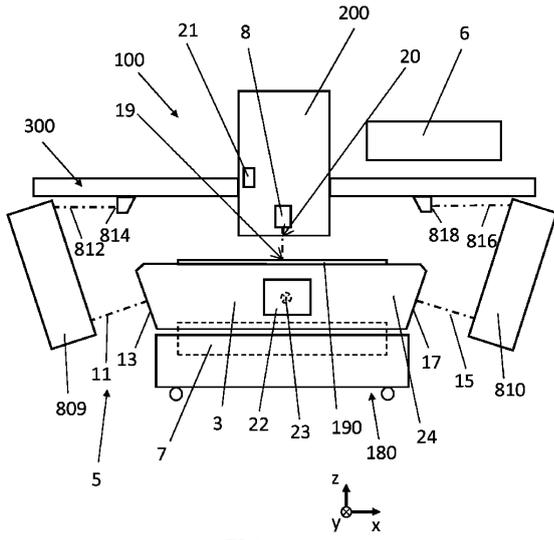
20

30

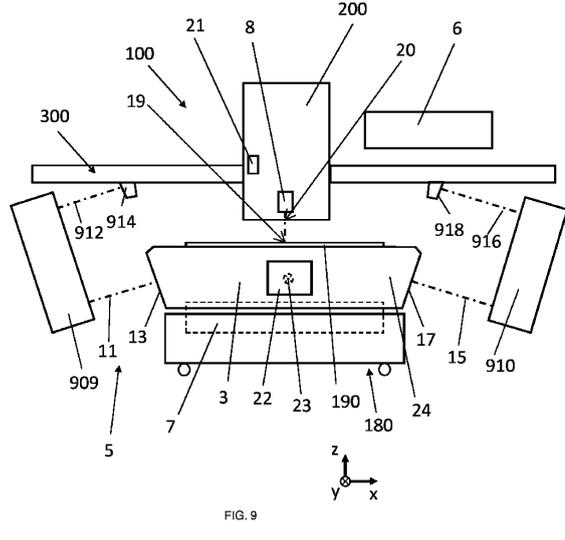
40

50

【 図 8 】



【 図 9 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- リエ
オランダ国，ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ，ピー．オー．ボックス 3 2 4
(72)発明者 プリル，ウーター，オンノ
オランダ国，ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ，ピー．オー．ボックス 3 2 4
(72)発明者 ヴァン デル パッシェ，エンゲルバートス，アントニウス，フランシスカス
オランダ国，ヴェルトホーフェン 5 5 0 0 エーエイチ，ピー．オー．ボックス 3 2 4
審査官 松平 佳巳
(56)参考文献 特開2005 - 338075 (JP, A)
特開2014 - 086476 (JP, A)
特開2012 - 073250 (JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H 0 1 J 3 7 / 2 0
G 0 3 F 7 / 2 0
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7
H 0 1 J 3 7 / 2 8