

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-117737

(P2011-117737A)

(43) 公開日 平成23年6月16日(2011.6.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1B 11/00 (2006.01)	GO1B 11/00 G	2F065
HO1L 21/027 (2006.01)	HO1L 21/30 515G	5F046
		5F146

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2009-272780 (P2009-272780)
 (22) 出願日 平成21年11月30日 (2009.11.30)

(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100107836
 弁理士 西 和哉
 (72) 発明者 内川 清
 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

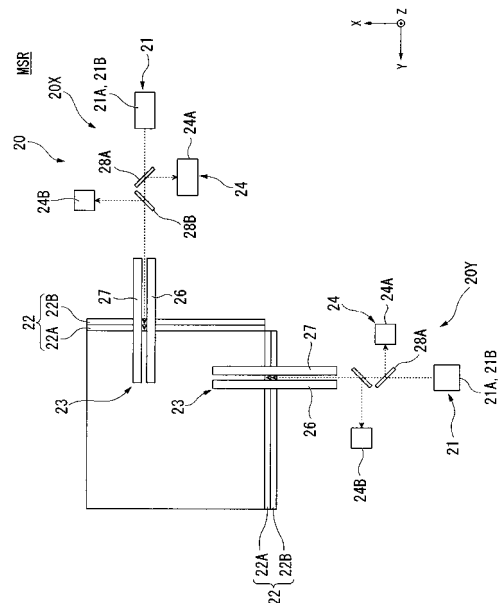
(54) 【発明の名称】 計測装置、ステージ装置及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 計測能力を向上すること。

【解決手段】 所定の移動面内を移動する移動体の移動情報を検出する計測装置であって、ピッチが互いに等しくなるように配置された格子をそれぞれ有し、当該格子の位相が互いにずれるように移動体に設けられた複数の回折格子と、光源からの光を複数の回折格子のそれぞれに向けて射出すると共に、複数の回折格子のそれぞれにおいて得られた回折光を個別に干渉させる光学系と、光学系を介して得られた干渉光を検出し、検出結果に基づいて移動情報を検出する検出装置とを備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の移動面内を移動する移動体の移動情報を検出する計測装置であって、
ピッチが互いに等しくなるように配置された格子をそれぞれ有し、前記格子の位相が互いにずれるように前記移動体に設けられた複数の回折格子と、
光源からの光を複数の前記回折格子のそれぞれに向けて射出すると共に、複数の前記回折格子のそれぞれにおいて得られた回折光を個別に干渉させる光学系と、
前記光学系を介して得られた干渉光を検出し、検出結果に基づいて前記移動情報を検出する検出装置と
を備える計測装置。

10

【請求項 2】

前記検出装置による検出結果は、前記干渉光の強度に関する検出結果を含み、
前記移動情報は、前記移動体の移動量及び移動方向のうち少なくとも一方を含む
請求項 1 に記載の計測装置。

【請求項 3】

複数の前記回折格子は、前記移動面に対して傾けられている
請求項 1 又は請求項 2 に記載の計測装置。

【請求項 4】

前記移動体は、移動方向に沿って形成された 1 つ以上の側面を有し、
複数の前記回折格子は、前記側面ごとに設けられている
請求項 1 から請求項 3 のうちいずれか一項に記載の計測装置。

20

【請求項 5】

前記光学系は、
前記光を複数の前記回折格子に順に照射する第 1 光学系と、
複数の前記回折格子に順に照射された前記光を前記照射毎に干渉させる第 2 光学系と
を有する
請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか一項に記載の計測装置。

【請求項 6】

前記光学系は、前記移動体とは独立した位置に固定され前記回折光のそれぞれを複数の
前記回折格子に再度入射させるように反射する反射面を有する
請求項 1 から請求項 5 のうちいずれか一項に記載の計測装置。

30

【請求項 7】

所定の移動面内を移動する移動体の移動情報を検出する計測装置であって、
前記移動体に設けられ、光源からの光を回折する回折格子と、
前記光を前記回折格子の異なる位置に順に照射する第 1 光学系と、
前記回折格子に順に照射された前記光を前記照射毎に干渉させる第 2 光学系と
を備える計測装置。

【請求項 8】

前記回折格子は、前記移動面に対して傾けられている
請求項 7 に記載の計測装置。

40

【請求項 9】

前記光学系は、前記移動体とは独立した位置に固定され前記回折光を前記回折格子に再
度入射させるように反射する反射面を有する
請求項 7 又は請求項 8 に記載の計測装置。

【請求項 10】

前記反射面は、前記移動体に対して前記移動面の直交方向上に設けられている
請求項 4 又は請求項 9 に記載の計測装置。

【請求項 11】

前記回折光は、異なる方向に進行する複数の回折光成分を含み、
前記反射面は、複数の前記回折光成分を正反射するように形成されている

50

請求項 4、請求項 9 及び請求項 10 のうちいずれか一項に記載の計測装置。

【請求項 12】

前記反射面は、前記光のうち前記回折格子によって回折されない非回折成分の光路から外れて設けられている

請求項 4、請求項 9 から請求項 11 のうちいずれか一項に記載の計測装置。

【請求項 13】

前記反射面は、前記非回折成分の光路を挟むように分割して設けられ、

分割された前記反射面の間であって前記非回折成分の前記光路から外れた位置に設けられた第 2 反射面と、

前記移動体のうち前記移動面に直交する方向に関する第 2 移動情報を検出するための第 2 光を前記第 2 反射面に照射し、反射された前記第 2 光を干渉させる干渉光学系とを更に備える

請求項 12 に記載の計測装置。

【請求項 14】

前記光学系は、前記回折格子に照射された前記光を前記反射面に向けて反射する第 3 反射面を有する

請求項 4、請求項 9 から請求項 13 のうちいずれか一項に記載の計測装置。

【請求項 15】

前記第 3 反射面は、前記回折格子に設けられている

請求項 14 に記載の計測装置。

【請求項 16】

所定の移動面内を移動するステージと、

前記ステージの移動情報を検出する計測装置と

を備え、

前記計測装置として、請求項 1 から請求項 15 のうちいずれか一項に記載の計測装置が用いられている

ステージ装置。

【請求項 17】

ステージ装置に保持された基板を露光する露光装置であって、

前記ステージ装置として、請求項 16 に記載のステージ装置が用いられる

露光装置。

【請求項 18】

前記ステージ装置の前記ステージとは独立した位置に固定された検出基準部材を更に備え、

前記計測装置の少なくとも一部は、前記検出基準部材に設けられている

請求項 17 に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、計測装置、ステージ装置及び露光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

リソグラフィ工程で用いられる露光装置は、露光光が照射される感光性の基板を保持しながら移動するステージを備えている。従来、ステージの位置情報は、エンコーダシステムや干渉計システムなどの計測装置によって計測される場合が多い（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2007/142351 号パンフレット

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、近年ではステージの位置制御の一層の精細化が求められているため、計測装置においても更なる計測能力の向上が求められている。

【0005】

以上のような事情に鑑み、本発明は、計測能力を向上することが可能な計測装置、ステージ装置及び露光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】

【0006】

本発明の第1の態様に従えば、所定の移動面内を移動する移動体の移動情報を検出する計測装置であって、ピッチが互いに等しくなるように配置された格子をそれぞれ有し、当該格子の位相が互いにずれるように移動体に設けられた複数の回折格子と、光源からの光を複数の回折格子のそれぞれに向けて射出すると共に、複数の回折格子のそれぞれにおいて得られた回折光を個別に干渉させる光学系と、光学系を介して得られた干渉光を検出し、検出結果に基づいて移動情報を検出する検出装置とを備える計測装置が提供される。

10

【0007】

本発明の第2の態様に従えば、所定の移動面内を移動する移動体の移動情報を検出する計測装置であって、移動体に設けられ、光源からの光を回折する回折格子と、光を回折格子の異なる位置に順に照射する第1光学系と、回折格子に順に照射された光を照射毎に干渉させる第2光学系とを備える計測装置が提供される。

20

【0008】

本発明の第3の態様に従えば、所定の移動面内を移動するステージと、当該ステージの移動情報を検出する計測装置とを備え、計測装置として、本発明の計測装置が用いられているステージ装置が提供される。

【0009】

本発明の第4の態様に従えば、ステージ装置に保持された基板を露光する露光装置であって、当該ステージ装置として、本発明のステージ装置が用いられる露光装置が提供される。

【発明の効果】

30

【0010】

本発明によれば、計測能力を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1実施形態に係る露光装置の全体構成を示す図。

【図2】本実施形態に係る計測装置の構成を示す図。

【図3】本実施形態に係る計測装置の構成を示す図。

【図4】本発明の第2実施形態に係る計測装置の構成を示す図。

【図5】本発明に係る計測装置の他の構成を示す図。

【図6】本発明に係る計測装置の他の構成を示す図。

40

【図7】本発明に係る計測装置の他の構成を示す図。

【図8】本発明に係る計測装置の他の構成を示す図。

【図9】本発明に係る計測装置の他の構成を示す図。

【図10】マイクロデバイスの製造工程の一例を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。以下の説明においては、XYZ直交座標系を設定し、このXYZ直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。水平面内の所定方向をX軸方向、水平面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向、X軸方向及びY軸方向のそれぞれと直交す

50

る方向（すなわち鉛直方向）をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、X、Y、及びZ方向とする。

【0013】

[第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る露光装置EXの一例を示す概略構成図である。

本実施形態の露光装置EXは、マスクMと基板Pとを所定の走査方向に同期移動しつつ、マスクMのパターンの像を基板Pに投影する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）である。本実施形態においては、基板Pの走査方向（同期移動方向）をY軸方向とし、マスクMの走査方向（同期移動方向）もY軸方向とする。制御装置4は、基板Pを投影光学系PLの投影領域PRに対してY軸方向に移動するとともに、その基板PのY軸方向への移動と同期して、照明系ILの照明領域IRに対してマスクMをY軸方向に移動しつつ基板Pに露光光ELを照射する。

10

【0014】

図1に示すように、露光装置EXは、マスクMを保持して移動可能なマスクステージ1と、基板Pを保持して移動可能な基板ステージ2と、マスクMを露光光ELで照明する照明系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板Pに投影する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を制御する制御装置4とを備えている。

【0015】

マスクMは、基板Pに投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含む。マスクMは、例えばガラス板等の透明板と、その透明板上にクロム等の遮光材料を用いて形成されたパターンとを有する透過型マスクを含む。なお、マスクMとして、反射型マスクを用いることもできる。

20

【0016】

基板Pは、デバイスを製造するための基板である。基板Pは、例えば半導体ウエハ等の基材と、その基材上に形成された感光膜とを含む。感光膜は、感光材（フォトレジスト）の膜である。また、基板Pが、感光膜に加えて別の膜を含んでもよい。例えば、基板Pが、反射防止膜を含んでもよいし、感光膜を保護する保護膜（トップコート膜）を含んでもよい。

【0017】

照明系ILは、所定の照明領域IRに露光光ELを照射する。照明領域IRは、照明系ILから射出される露光光ELが照射可能な位置を含む。照明系ILは、照明領域IRに配置されたマスクMの少なくとも一部を均一な照度分布の露光光ELで照明する。照明系ILから射出される露光光ELとして、例えば水銀ランプから射出される輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）、及びF₂レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）等が用いられる。本実施形態においては、露光光ELとして、紫外光（真空紫外光）であるArFエキシマレーザ光を用いる。

30

【0018】

マスクステージ1は、マスクMを保持した状態で、照明領域IRを含むベース部材5のガイド面5G上を移動可能である。マスクステージ1は、例えば米国特許第6452292号明細書に開示されているような平面モータを含む駆動システムの作動により移動する。平面モータは、マスクステージ1に配置された可動子と、ベース部材5に配置された固定子とを有する。本実施形態においては、マスクステージ1は、駆動システムの作動により、ガイド面5G上において、X軸、Y軸、Z軸、X、Y、及びZ方向の6つの方向に移動可能である。

40

【0019】

投影光学系PLは、所定の投影領域PRに露光光ELを照射する。投影領域PRは、投影光学系PLから射出される露光光ELが照射可能な位置を含む。投影光学系PLは、投影領域PRに配置された基板Pの少なくとも一部に、マスクMのパターンの像を所定の投影倍率で投影する。本実施形態の投影光学系PLは、その投影倍率が例えば1/4、1/

50

5、又は1/8等の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでもよい。本実施形態においては、投影光学系PLの光軸は、Z軸と平行である。また、投影光学系PLは、反射光学素子を含まない屈折系、屈折光学素子を含まない反射系、反射光学素子と屈折光学素子とを含む反射屈折系のいずれであってもよい。また、投影光学系PLは、倒立像と正立像とのいずれを形成してもよい。

【0020】

基板ステージ2は、基板Pを保持した状態で、投影領域PRを含むベース部材8のガイド面8G上を移動可能である。基板ステージ2は、例えば米国特許第6452292号明細書に開示されているような平面モータを含む駆動システムの作動により移動する。平面モータは、基板ステージ2に配置された可動子と、ベース部材8に配置された固定子とを有する。本実施形態においては、基板ステージ2は、駆動システムの作動により、ガイド面8G上において、X軸、Y軸、Z軸、X、Y、及びZ方向の6つの方向に移動可能である。

10

【0021】

基板ステージ2は、基板Pをリリース可能に保持する基板保持部9を有する。基板保持部9は、基板Pの表面が+Z方向を向くように基板Pを保持する。本実施形態において、基板保持部9に保持された基板Pの表面と、その基板Pの周囲に配置される基板ステージ2の上面10とは、同一平面内に配置される(面一である)。上面10は、平坦である。本実施形態において、基板保持部9に保持された基板Pの表面、及び基板ステージ2の上面10は、XY平面とほぼ平行である。

20

【0022】

本実施形態において、マスクステージ1の位置情報は、例えば干渉計システム12によって計測される。干渉計システム12は、マスクステージ1に配置された計測ミラーを用いてマスクステージ1の位置を計測可能である。また、基板ステージ2の位置情報は、エンコーダシステム20や不図示の干渉計システムなどの計測装置MSRによって計測される。本実施形態では、例えば基板ステージ2のX方向及びY方向の位置情報についてはエンコーダシステム20を用いて計測し、Z方向の位置情報については不図示の干渉計システムを用いて計測する場合を例に挙げて説明する。

【0023】

図2及び図3は、計測装置MSRに含まれるエンコーダシステム20の構成を示す図である。図2は基板ステージ2近傍の構成を示す平面図であり、図3は側面図である。

30

図2及び図3に示すように、エンコーダシステム20は、基板ステージ2のX方向及びY方向の移動に対応して設けられたX方向用エンコーダシステム20X及びY方向用エンコーダシステム20Yを有している。X方向用エンコーダシステム20X及びY方向用エンコーダシステム20Yは、同一の構成となっているため、以下の説明においては、エンコーダシステム20の構成としてまとめて説明する。

【0024】

エンコーダシステム20は、光源21、光回折部22、干渉光学系23及び検出装置24を有している。

光源21としては、例えばレーザー光を射出するレーザー光源などを用いることができる。光源21は、2つの光射出部21A及び21Bを有している。2つの光射出部21A及び21Bは、基板ステージ2の光回折部22に対して異なる位置に向けてレーザー光を射出する。

40

【0025】

光射出部21A及び21Bは、計測基準板25に固定されている。当該計測基準板25は、例えば投影光学系PLなどを支持する不図示のコラム部材など、基板ステージ2に対して独立した位置に固定されている。なお、図2においては、計測基準板25の図示が省略されている。

【0026】

光回折部22は、基板ステージ2に設けられている。光回折部22は、2つの回折格子

50

(第1回折格子22A及び第2回折格子22B)と、当該2つの回折格子を支持する支持部材22Cとを有している。第1回折格子22Aは基板ステージ2の上段側(+Z側)に設けられており、第2回折格子22Bは基板ステージ2の下段側(-Z側)に設けられている。第1回折格子22Aと第2回折格子22Bは、ピッチが互いに等しくなるように配置された格子をそれぞれ有しており、当該格子の位相が互いにずれるように配置されている。

【0027】

支持部材22Cは、例えば三角柱状に形成されており、2つの底面が直角二等辺三角形に形成されている。支持部材22Cは、斜面に相当する面22Dにおいて第1回折格子22A及び第2回折格子22Bを支持している。したがって、第1回折格子22A及び第2回折格子22Bは、基板ステージ2の移動面であるXY平面に対して傾いた状態で支持されている。当該面22Dは光反射可能な状態に形成されており、第1回折格子22A及び第2回折格子22Bにおいて回折された回折光を反射するようになっている。

10

【0028】

干渉光学系23は、光源21からのレーザ光を第1回折格子22A及び第2回折格子22Bに向けて導くと共に、これら第1回折格子22A及び第2回折格子22Bのそれぞれにおいて得られた回折光を個別に干渉させる光学系である。本実施形態では、例えば基板ステージ2の+Z側に設けられた固定鏡26、27や、支持部材22Cの面22Dなどが干渉光学系23に含まれる。

【0029】

固定鏡26及び27は、光源21からのレーザ光の光路を空けるように当該光路を挟む位置に配置されており、それぞれレーザ光の光路を向くように傾けられている。固定鏡26及び27は、上記の計測基準板25に固定されている。固定鏡26及び27は、面22Dで反射された回折光を-Z側に反射する。面22Dで反射された回折光が固定鏡26及び27で反射され、当該面22D上の同一領域に戻るよう固定鏡26及び27の傾きが設定される。当該同一領域としては、例えば回折光の反射領域又はその近傍の領域とすることができる。このように回折光を戻すことにより、固定鏡26で反射された回折光と固定鏡27で反射された回折光とを干渉させることができるようになっている。

20

【0030】

検出装置24は、上記の干渉光を検出し、検出結果に基づいて基板ステージ2の移動情報を検出する。検出装置24は、第1回折格子22Aを介した干渉光を検出する光検出器24Aと、第2回折格子22Bを介した干渉光を検出する光検出器24Bとを有している。なお、光源21と光回折部22の間には、光源21から光回折部22へ向かう光を透過させると共に、光回折部22から光源21へ向かう光を反射する半透膜28A及び28Bが設けられている。光検出器24Aは半透膜28Aの反射方向に配置されており、光検出器24Bは半透膜28Bの反射方向に配置されている。

30

【0031】

次に、上記のエンコーダシステム20の動作を説明する。基板Pの露光処理を実行するとき、あるいは所定の計測処理を実行するとき、制御装置4は、干渉計システム12及びエンコーダシステム20の計測結果に基づいて、マスクステージ1(マスクM)及び基板ステージ2(基板P)の位置制御を実行する。

40

【0032】

基板ステージ2の位置制御を行う場合、制御装置4は、光射出部21A及び光射出部21Bからそれぞれレーザ光を照射させる。光射出部21Aから射出されたレーザ光は、半透膜28Aを透過し、第1回折格子22Aによって回折される。この回折光は、異なる次数の回折光成分を含んでいる。また、第1回折格子22Aに照射された光のうち回折されない光成分(0次光)も発生する。これらの回折光及び0次光は、支持部材22Cの面22Dにおいて+Z方向に反射される。

【0033】

Z方向視で固定鏡26と固定鏡27とが光射出部21Aからのレーザ光の光路を空ける

50

ように当該光路を挟む位置に設けられているため、面 2 2 D で反射された 0 次光成分は固定鏡 2 6 と固定鏡 2 7 との間を通過する。また、面 2 2 D で反射された回折光成分は、例えば正の成分が固定鏡 2 6 によって反射され、負の成分が固定鏡 2 7 によって反射されて、面 2 2 D の同一の領域に照射される。この領域を経た回折光の正の成分と負の成分とが干渉され、干渉光が面 2 2 D で反射される。

【 0 0 3 4 】

反射された干渉光は、光射出部 2 1 A 側へ進行し、半透膜 2 8 A によって反射されて光検出器 2 4 A に入射する。光検出器 2 4 A では、干渉光の強度変動の位相を検出する。検出結果は、例えば制御装置 4 などに送信される。制御装置 4 では、この強度変動の位相を検出することにより、基板ステージ 2 の変位量を求めることができる。

10

【 0 0 3 5 】

一方、光射出部 2 1 B から射出されるレーザ光については、第 2 回折格子 2 2 B によって回折され、回折光成分が固定鏡 2 6 及び 2 7 によって反射され、第 2 回折格子 2 2 B に戻されて回折光成分同士が干渉する。この干渉光は、半透膜 2 8 B によって反射されて光検出器 2 4 B に入射する。光検出器 2 4 B では、光検出器 2 4 A と同様、干渉光の強度変動の位相を検出する。検出結果は、例えば制御装置 4 などに送信される。制御装置 4 では、この強度変動の位相を検出することにより、基板ステージ 2 の変位量を求めることができる。また、制御装置 4 では、光検出器 2 4 A の検出結果と、光検出器 2 4 B の検出結果とを用いることで、基板ステージ 2 の移動方向を検出することができる。

【 0 0 3 6 】

以上のように、本実施形態に係る計測装置 M S R は、2 つの第 1 回折格子 2 2 A 及び第 2 回折格子 2 2 B を介して得られるそれぞれの回折光を干渉させ、得られた干渉光をそれぞれ光検出器 2 4 A 及び 2 4 B で検出することとしたので、当該光検出器 2 4 A 及び 2 4 B の 2 つの検出結果を用いることができるため、より高精度の位置情報を得ることができる。また、2 つの検出結果を用いて基板ステージ 2 の移動方向を検出することもできるため、より高度な位置情報を得ることができる。これにより、計測能力を向上することができる。

20

【 0 0 3 7 】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態を説明する。図 4 は、本実施形態に係る計測装置 M S R の構成を示す図である。本実施形態では、エンコーダシステムの構成が第 1 実施形態とは異なっており、他の構成は第 1 実施形態と同一の構成となっている。従って、以下の説明では、当該相違点を中心に言及する。

30

【 0 0 3 8 】

図 4 に示すように、エンコーダシステム 1 2 0 は、基板ステージ 2 の移動情報を検出するものである。本実施形態では、エンコーダシステム 1 2 0 が一例として Y 方向の移動を検出する場合を例に挙げて説明する。勿論、基板ステージ 2 の X 方向について同様の構成を採用しても構わない。

【 0 0 3 9 】

図 4 に示すように、エンコーダシステム 1 2 0 は、光源 1 2 1、回折格子 1 2 2、光学系 1 2 3 及び検出装置 1 2 4 を有している。本実施形態では、光源 1 2 1 及び回折格子 1 2 2 は例えば 1 つ設けられている構成である。回折格子 1 2 2 は、第 1 実施形態と同様に、基板ステージ 2 の移動面である X Y 平面に対して傾いた状態で配置されており、回折格子 1 2 2 の表面が光反射可能に形成されている。このため、X Y 平面に平行な光が回折格子 1 2 2 に入射した場合、当該光は回折格子 1 2 2 によって回折されると共に回折光が + Z 方向に反射されるようになっている。

40

【 0 0 4 0 】

光学系 1 2 3 は、基板ステージ 2 の + Z 側に配置された 2 つの固定鏡 1 2 6 及び 1 2 7 を含む干渉光学系 (第 1 光学系) 1 4 0 と、光源 1 2 1 と回折格子 1 2 2 との間の光路上に設けられたダブルパス光学系 (第 2 光学系) 1 3 0 とを有している。干渉光学系 1 4 0

50

に含まれる固定鏡 1 2 6 及び 1 2 7 の構成については、第 1 実施形態の固定鏡 2 6 及び 2 7 の構成と同様になっている。

【 0 0 4 1 】

ダブルパス光学系 1 3 0 は、光源 1 2 1 からのレーザ光を回折格子 1 2 2 の異なる位置に順に照射するように構成されている。ダブルパス光学系 1 3 0 は、例えば偏光ビームスプリッタ 1 3 1、コーナーキューブ 1 3 2、偏光フィルター 1 3 3 及び / 4 板 1 3 4 を有している。偏光ビームスプリッタ 1 3 1 は、レーザ光に含まれる偏光成分のうち第 1 偏光成分（例えば P 偏光成分）を反射し、第 2 偏光成分（例えば S 偏光成分）を透過するように形成された偏光分離面 1 3 1 S を有している。偏光分離面 1 3 1 S は、光源 1 2 1 からの光を回折格子 1 2 2 へ向けて反射するように配置されている。偏光フィルター 1 3 3 は、上記の第 1 偏光成分のレーザ光を透過し、他の成分を遮光するように形成されている。

10

【 0 0 4 2 】

次に、上記のエンコーダシステム 1 2 0 の動作を説明する。まず制御装置 4 は、光源 1 2 1 からレーザ光を照射させる。光源 1 2 1 から照射されたレーザ光のうち第 1 偏光成分（P 偏光成分）のみが、ダブルパス光学系 1 3 0 の偏光フィルター 1 3 3 を透過する。偏光フィルター 1 3 3 を透過した当該レーザ光は、偏光分離面 1 3 1 S によって反射され、/ 4 板 1 3 4 によって円偏光状態に変換された後、回折格子 1 2 2 に照射される。

【 0 0 4 3 】

回折格子 1 2 2 に照射されて回折されたレーザ光は、回折格子 1 2 2 の表面において + Z 側に反射される。当該回折光は、第 1 実施形態と同様、例えば正の成分が固定鏡 1 2 6 によって反射され、負の成分が固定鏡 1 2 7 によって反射され、それぞれ回折格子 1 2 2 上の反射領域又はその近傍の領域に照射されて干渉する。当該干渉光は、回折格子 1 2 2 上で反射され、- X 方向に進行してダブルパス光学系 1 3 0 に入射する。

20

【 0 0 4 4 】

ダブルパス光学系 1 3 0 に入射した干渉光は、まず / 4 板 1 3 4 において円偏光状態から第 2 偏光状態（S 偏光状態）に変換される。このため、干渉光がそのまま - X 方向に進行すると、偏光分離面 1 3 1 S において反射されずに透過してコーナーキューブ 1 3 2 に入射し、コーナーキューブ 1 3 2 によって - Y 方向に折り返され、更に + X 方向に折り返されて再び偏光ビームスプリッタ 1 3 1 内に入射される。この干渉光は、偏光分離面 1 3 1 S を + X 方向に通過し、/ 4 板 1 3 4 によって円偏光状態に変換されてダブルパス光学系 1 3 0 から射出され、回折格子 1 2 2 に照射される。コーナーキューブ 1 3 2 において - Y 方向に折り返されて進行した分、このときの干渉光の照射領域は、先に照射させた領域に対して - Y 側にずれることになる。回折格子 1 2 2 に再び照射された干渉光は、上記同様、回折格子 1 2 2 によって回折され、固定鏡 1 2 6 及び 1 2 7 において回折光成分が反射され、回折格子 1 2 2 上で再度干渉する。

30

【 0 0 4 5 】

このようにして得られた複数回干渉光は、回折格子 1 2 2 上で反射され、ダブルパス光学系 1 3 0 の / 4 板 1 3 4 によって再び第 1 偏光状態（P 偏光）に変換されるため、偏光分離面 1 3 1 S においては - Y 方向に反射されることになる。反射された複数回干渉光は、偏光フィルター 1 3 3 を通過して検出装置 1 2 4 に入射する。検出装置 1 2 4 では、複数回干渉光の強度変動が検出され、当該検出結果に基づいて、例えば制御装置 4 などにおいて基板ステージ 2 の位置情報が検出される。

40

【 0 0 4 6 】

このように、本実施形態に係る計測装置 M S R は、1 つの回折格子 1 2 2 の異なる位置に順にレーザ光を照射するダブルパス光学系 1 3 0 と、当該回折格子 1 2 2 に順に照射されたレーザ光を照射毎に干渉させる干渉光学系 1 4 0 とを有しているため、基板ステージ 2 がダブルパス光学系 1 3 0 から照射されるレーザ光に対して傾いている場合であっても、検出装置 1 2 4 に入射されるレーザ光の入射位置がずれることは無い。このため、安定した計測を行うことができる。

50

【 0 0 4 7 】

本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることができる。

例えば、上記第1実施形態では、2つの回折格子に対して光射出部を2つ設けた構成としたが、これに限られることは無く、例えば図5に示すように、1つの光射出部21Aから射出されるレーザ光を分光して第1回折格子22A、第2回折格子22Bに照射する構成としても構わない。図5に示す例では、光射出部21Aからの光を分光する偏光ビームスプリッタ230と、当該偏光ビームスプリッタ230によって分光された一方の光を回折格子側に向けるプリズムミラー231と、第1回折格子22A及び第2回折格子22Bからの戻り光を分離する偏光ビームスプリッタ232とを有する構成となっている。また、この構成において、偏光ビームスプリッタ230と第1回折格子22Aとの間、及び、プリズムミラー231と第2回折格子22Bとの間に、それぞれ / 4板234、235が配置された構成となっている。また、偏光ビームスプリッタ232と光検出器24Aとの間、偏光ビームスプリッタ232と光検出器24Bとの間には、それぞれ偏光板236及び237が設けられている。このようにすることで、光射出部を2つ設けた場合と同等の効果を得ることができる。

10

【 0 0 4 8 】

また、上記第1実施形態の構成に加えて、例えば図6に示すような基板ステージ2のZ方向の移動を検出可能な干渉計システム12Zを加える構成としても構わない。図6に示すように、干渉計システム12Zは、光射出部21C、Z反射鏡29、半透膜28C及び光検出器24Cを有している。ここでは、支持部材22Cの面22Dのうち、第1回折格子22A及び第2回折格子22Bが形成されていない部分に光射出部21Cのレーザ光を照射する構成となっている。また、Z反射鏡29は、固定鏡26と固定鏡27との間であって、第1回折格子22A及び第2回折格子22Bにおいて反射される0次光の光路から外れた位置に設けられている。このため、Z反射鏡29は、当該0次光を反射せず、かつ、面22Dで反射されたレーザ光を反射するような構成となる。Z反射鏡29で反射されたレーザ光は、面22Dにおいて光射出部21C側へ反射され、半透膜28Cによって反射されて光検出器24Cに入射されることになる。

20

【 0 0 4 9 】

また、図6に示すようなZ方向の干渉計システムは、上記第2実施形態の構成に対しても適用することができる。例えば図7に示すように、干渉計システム112Zは、光射出部121C、Z反射鏡129、半透膜128C及び光検出器124Cを有する構成となっている。また、基板ステージ2には、回折格子122の例えば-Z側に光反射部122Cが形成されている。図7に示す構成についても、Z反射鏡129は、固定鏡126と固定鏡127との間であって、各回折光の0次光成分の光路から外れた位置に設けられている。このため、光射出部121Cから射出されるレーザ光は、光反射部122CによってZ反射鏡129へと反射され、Z反射鏡129によって再び光反射部122Cへと反射され、更に光反射部122Cによって光射出部121C側へ反射される。このレーザ光は、半透膜128Cによって光検出器124Cへと入射することになる。

30

【 0 0 5 0 】

図6及び図7に示すように、基板ステージ2のXY方向の移動情報に加えてZ方向の移動情報についても計測することができる構成としたので、より計測能力を高くすることができる。

40

【 0 0 5 1 】

また、上記各実施形態の構成に加えて、例えば図8に示すように、支持部材22Cと同型の支持部材22Eを用意し、当該支持部材22Cと支持部材22Eとが互いの斜面で反射部材22Fを挟むように形成された構成として、支持部材22Eの-Y側の面に第1回折格子22Aと第2回折格子22Bとを設ける構成としても構わない。この構成により、基板ステージ2からの不純物が第1回折格子22A及び第2回折格子22Bに付着するのを防ぐことができる。

50

【 0 0 5 2 】

また、例えば図 9 に示すように、支持部材 2 2 C と同型の支持部材 2 2 E を用意し、当該支持部材 2 2 E によって支持部材 2 2 C の面 2 2 D をモールドする構成としても構わない。この場合、面 2 2 D 上に形成される第 1 回折格子 2 2 A 及び第 2 回折格子 2 2 B についてもモールドされることになる。これにより、第 1 回折格子 2 2 A 及び第 2 回折格子 2 2 B を保護することができる。

【 0 0 5 3 】

また、基板ステージ 2 と支持部材 2 2 C との間に隙間を空けるようにしても構わない。この場合、基板ステージ 2 からの不純物が隙間に入り込むことになるため、支持部材 2 2 C 側に到達するのを抑えることができる。また、第 1 回折格子 2 2 A 及び第 2 回折格子 2 2 B を含む支持部材 2 2 C の面 2 2 D 上を撥水性に改質させておいても構わない。また、基板ステージ 2 の - Y 側の端辺に沿った部分のうち支持部材 2 2 C が配置される部分を + Z 側に突出させておく構成としても構わない。これにより、突出部分によって基板ステージ 2 の不純物が塞き止められることになるため、支持部材 2 2 C 側に到達するのを抑えることができる。

10

【 0 0 5 4 】

なお、上述の各実施形態の基板 P としては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスク又はレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

20

【 0 0 5 5 】

露光装置 E X としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M 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（スキャニングステッパ）の他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、基板 P 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。

【 0 0 5 6 】

さらに、ステップ・アンド・リピート方式の露光において、第 1 パターンと基板 P とをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第 1 パターンの縮小像を基板 P 上に転写した後、第 2 パターンと基板 P とをほぼ静止した状態で、投影光学系を用いて第 2 パターンの縮小像を第 1 パターンと部分的に重ねて基板 P 上に一括露光してもよい（スティッチ方式の一括露光装置）。また、スティッチ方式の露光装置としては、基板 P 上で少なくとも 2 つのパターンを部分的に重ねて転写し、基板 P を順次移動させるステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

30

【 0 0 5 7 】

また、例えば米国特許第 6, 611, 316 号に開示されているように、2 つのマスクのパターンを、投影光学系を介して基板上で合成し、1 回の走査露光によって基板上の 1 つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置などにも本発明を適用することができる。

【 0 0 5 8 】

また、本発明は、米国特許 6, 341, 007 号、米国特許 6, 400, 441 号、米国特許 6, 549, 269 号、米国特許 6, 590, 634 号、米国特許 6, 208, 407 号、米国特許 6, 262, 796 号などに開示されているような複数の基板ステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。

40

【 0 0 5 9 】

また、本発明は、例えば国際公開第 99/49504 号パンフレット等にも開示されているような、液体を介して露光光で基板を露光する液浸露光装置にも適用することもできる。

【 0 0 6 0 】

また、例えば特開平 11-135400 号公報（対国際公開第 1999/23692 号パンフレット）、米国特許第 6, 897, 963 号等にも開示されているように、基板を

50

保持する基板ステージと基準マークが形成された基準部材及び／又は各種の光電センサを搭載した計測ステージとを備えた露光装置にも、本発明を適用することができる。また、複数の基板ステージと計測ステージとを備えた露光装置にも適用することができる。

【0061】

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD)、マイクロマシン、MEMS、DNAチップ、あるいはレチクル又はマスク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。

【0062】

上述の各実施形態においては、投影光学系PLを備えた露光装置を例に挙げて説明してきたが、投影光学系PLを用いない露光装置及び露光方法に本発明を適用することができる。このように投影光学系PLを用いない場合であっても、露光光ELはレンズ等の光学部材を介して基板に照射される。

10

【0063】

以上のように、本願実施形態の露光装置EX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及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。

20

【0064】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図10に示すように、マイクロデバイスの機能・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、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態に従って、マスクのパターンの像で基板に露光し、露光した基板を現像する基板処理(露光処理)を含む基板処理ステップ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、パッケージ工程などの加工プロセスを含む)205、検査ステップ206等を経て製造される。

30

【0065】

なお、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態及び変形例で引用した露光装置等に関する全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。なお、上述のように本発明の実施形態を説明したが、本発明は上述した全ての構成要素を適宜組み合わせる事が可能であり、また、一部の構成要素を用いない場合もある。

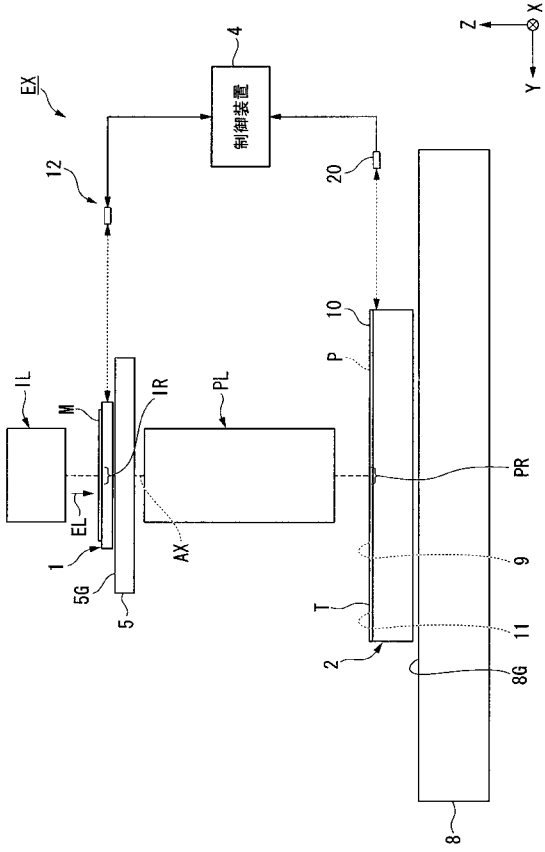
【符号の説明】

【0066】

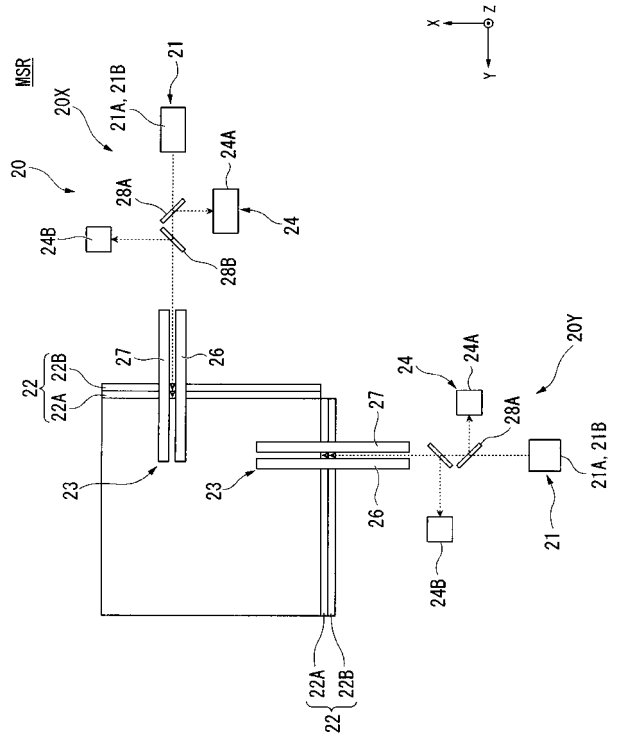
EX...露光装置 MSR...計測装置 2...基板ステージ 4...制御装置 12Z、112Z...干渉計システム 20、120...エンコーダシステム 21、121...光源 22...光回折部 22A、22B、122...回折格子 23...干渉光学系 24、124...検出装置 25...計測基準板 26、27、126、127...固定鏡 29、129...Z反射鏡 123...光学系 124...検出装置 130...ダブルパス光学系 140...干渉光学系

40

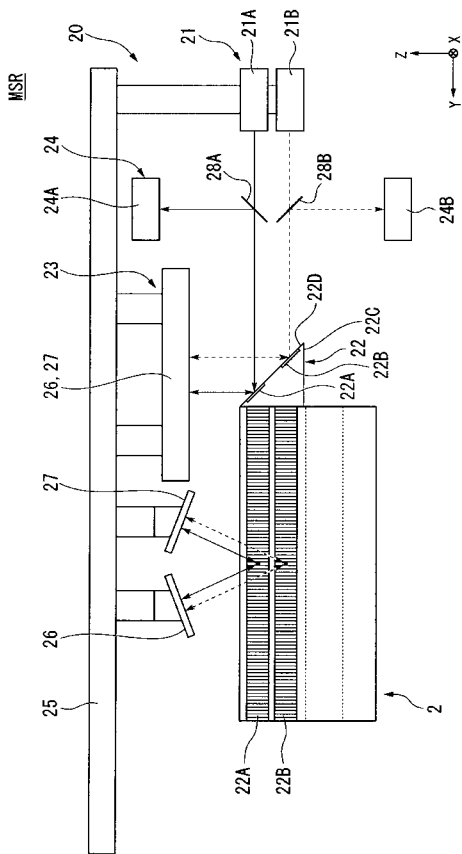
【図 1】



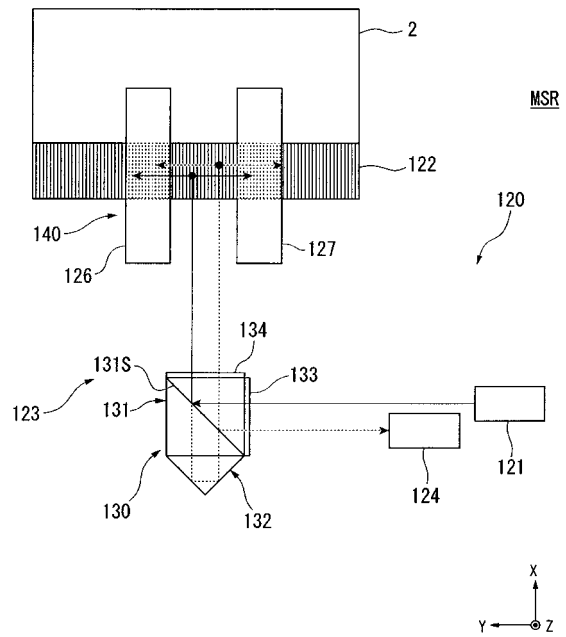
【図 2】



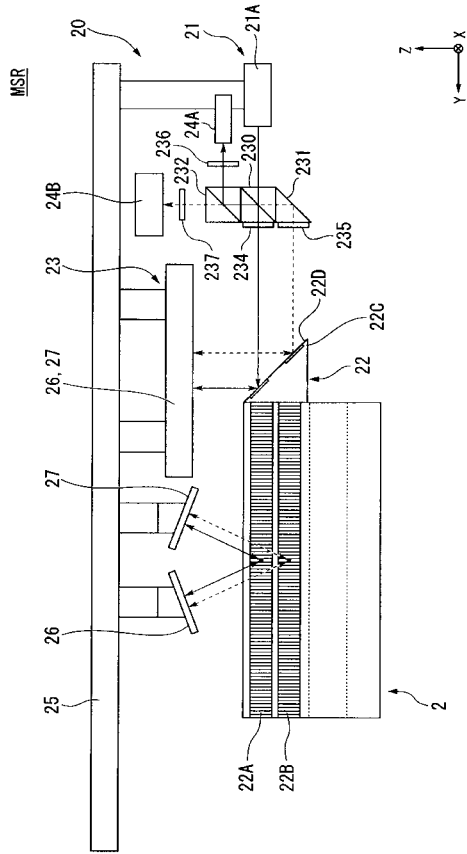
【図 3】



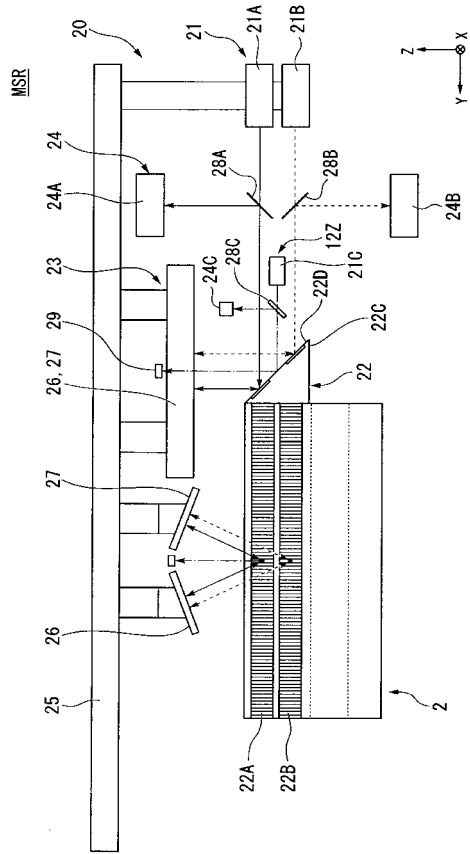
【図 4】



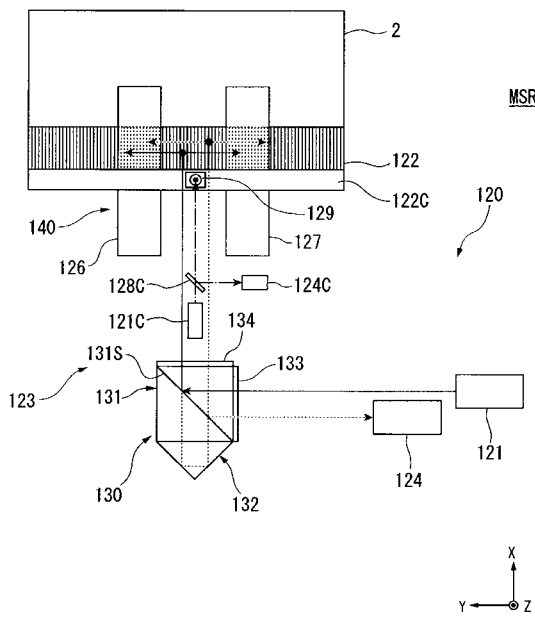
【 図 5 】



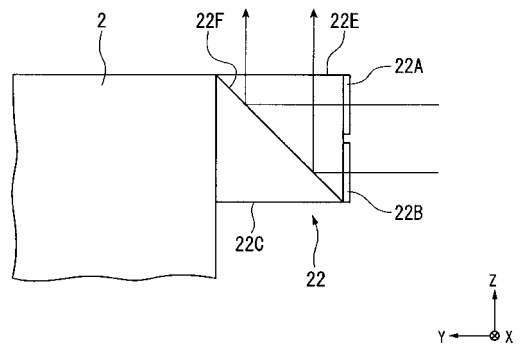
【 図 6 】



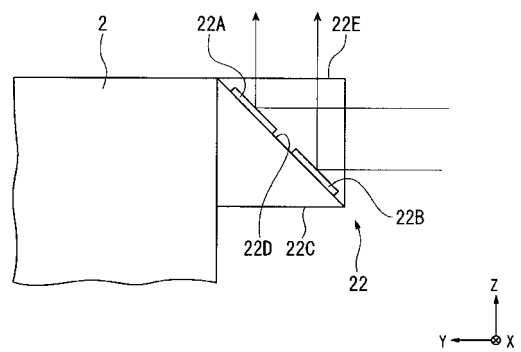
【 図 7 】



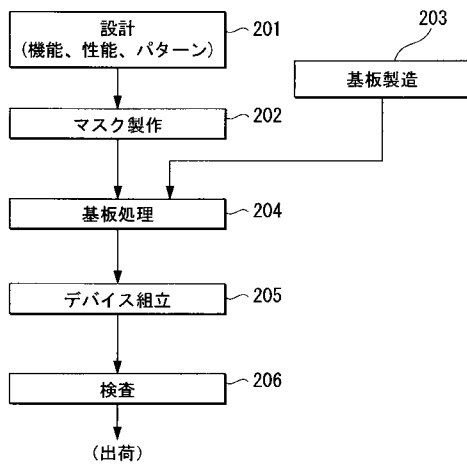
【 図 8 】



【 図 9 】



【図 10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA04 AA07 AA09 CC19 DD03 FF41 FF48 FF51 GG02
GG04 GG21 HH12 JJ03 JJ05 JJ08 JJ26 LL12 LL22 LL36
LL46 NN20 PP12 SS13
5F046 CC01 CC03 CC16
5F146 CC01 CC03 CC16