

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 10 月 5 日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/169455 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01) **H01L 21/68** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/007690
- (22) 国際出願日: 2017 年 2 月 28 日(28.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-064324 2016 年 3 月 28 日(28.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社ブイ・テクノロジー(V TECHNOLOGY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 米澤 良(YONEZAWA Makoto); 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 株式会社ブイ・テクノロジー内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 坂田 ゆかり(SAKATA Yukari); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目 5 番 1 4 号 WISE NEXT 新横浜 3 階 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

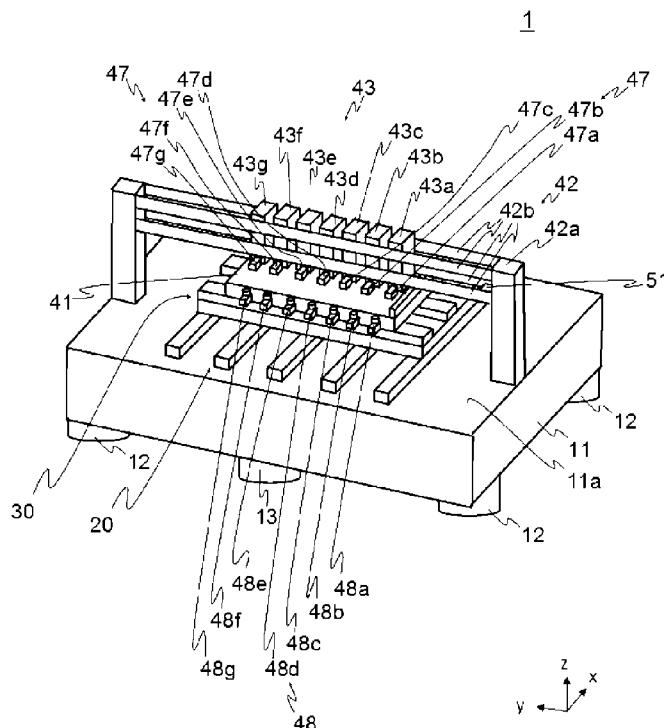
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: MASK MANUFACTURING APPARATUS AND METHOD FOR CONTROLLING MASK MANUFACTURING APPARATUS

(54) 発明の名称: マスク製造装置及びマスク製造装置の制御方法



(57) Abstract: The present invention improves pattern position accuracy. According to the present invention, a measurement value in the case where a measurement unit is assumed to be located at the position of a light irradiation unit 43 is calculated on the basis of the weighted average value of values acquired by position measurement units 29 provided to both sides of a first movement unit 20 in a second direction and on the basis of the weighted average value of values acquired by position measurement units 39 provided to both sides, in a first direction, of a second movement unit having a second driving unit 30. The positional relation between the light irradiation unit 43 and a stage 41 is measured by laser interferometers 51, 52, and 53 through measurement of the position of a bar mirror provided to the stage 41 with the position of two mirrors provided to the light irradiation unit 32 set as the reference. Then, correction is made for the position measurement units 29 and 39 by comparing the measurements, and drawing is performed on a mask M by using measurements from the position measurement units 29 and 39 after correction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/169455 A1



パターンの位置精度を高くすることができる。第1移動部20の第2方向における両側に設けられた位置測定部29により取得した値の重み付け平均値と、第2駆動部30を有する第2移動部の第1方向における両側に設けられた位置測定部39により取得した値の重み付け平均値と、に基づいて、光照射部43の位置に測定部があると仮定したときの測定値を求める。また、光照射部32に設けられた2つのミラーの位置を基準として、ステージ41に設けられたバーミラーの位置を測定することで、光照射部43とステージ41との位置関係をレーザ干渉計51、52、53で測定する。そして、これらを比較して位置測定部29、39を校正し、校正後の位置測定部29、39による測定を用いてマスクMに描画を行う。

明 細 書

発明の名称： マスク製造装置及びマスク製造装置の制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、マスク製造装置及びマスク製造装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、共通の流体によって移動若しくは変形する可動接触部を介して基板を保持する基板保持装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 7 9 9 1 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 半導体基板や液晶パネル等を生成する場合に、表示ムラ等の不具合が無い製品を生成するためには、一般的に 1 0 n m 以下（好ましくは 2 n m 以下）の誤差範囲内で基板を加工する必要がある。そして、このような精度の高い加工は、一般的に、スキャン・変調（偏向・変調でもよい）されたレーザ光を用いて行われる。

[0005] しかしながら、半導体基板や液晶パネル等の基板を、スキャン・変調されたレーザ光を用いて高精度で加工しようとする、1 枚の基板を加工するのに長時間（数日程度）を要してしまう。したがって、半導体基板や液晶パネル等を生成するための精度の高いマスクをレーザ光を用いて生成し、そのマスクのパターンを半導体基板や液晶パネル等の基板に転写している。

[0006] このようなマスク生成装置においては、感光性基板（例えば、ガラス基板）をステージ上に水平方向に保持し、感光性基板を水平方向に移動させながらスキャン・変調されたレーザ光を照射することで、マスクを生成する。

[0007] 特許文献 1 に記載の発明には、自重によるたわみが無いように感光性基板（以下、マスクという）を水平方向に保持することが開示されている。しか

しながら、自重によるたわみが無いようにマスクを保持するだけでは、パターンの位置精度を高くすることはできない。

[0008] 本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、パターンの位置精度を高くすることができるマスク製造装置及びマスク製造装置の制御方法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

[0009] 上記課題を解決するために、本発明に係るマスク製造装置は、例えば、略水平な上面にマスクが載置される板状のステージであって、前記上面の隣接する2辺に沿ったバーミラーが設けられたステージと、略直方体の定盤と、前記定盤に載置された第1移動部であって、板状部と、前記板状部を第1方向に移動させる第1駆動部と、を有する第1移動部と、前記板状部の上面に載置され、かつ、前記ステージが上に載置された第2移動部であって、前記ステージを第2方向に移動させる第2駆動部を有する第2移動部と、前記マスクに光を面照射する光照射部であって、前記バーミラーと平行な2つのミラーが設けられた光照射部と、前記定盤に設けられ、前記ステージの上方に前記光照射部を保持する枠体と、前記第1移動部の前記第2方向における両側に設けられ、前記板状部の前記第1方向における位置を取得する第1位置測定部及び第2位置測定部と、前記第2移動部の前記第1方向における両側に設けられ、前記ステージの前記第2方向における位置を取得する第3位置測定部及び第4位置測定部と、を有する位置測定部と、前記2つのミラーの位置を基準とした前記バーミラーの位置を測定することで、前記光照射部と前記ステージとの位置関係を測定するレーザ干渉計と、前記マスクに描画するパターンの位置及び形状に関する情報である描画情報を取得し、前記位置測定部により取得された値に基づいて前記第1駆動部と前記第2駆動部とを駆動して前記ステージを水平方向に移動させながら、前記描画情報に基づいて前記光照射部から前記マスクに光を照射する描画処理を行う制御部と、を備え、前記制御部は、前記第1位置測定部により取得した値及び前記第2位置測定部により取得した値を、前記第1位置測定部及び前記第2位置測定部

と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値、及び、前記第3位置測定部により取得した値及び前記第4位置測定部により取得した値を、前記第3位置測定部及び前記第4位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値に基づいて、前記位置測定部が前記光照射部の位置にあると仮定したときの測定値を求め、当該求められた測定値と前記レーザ干渉計の測定結果とを比較して前記位置測定部を校正し、当該校正された位置測定部により取得された値に基づいて前記描画処理を行うことを特徴とする。

[0010] 本発明に係るマスク製造装置によれば、ステージを第1方向に移動させる第1移動部の、第2方向における両側に設けられた第1位置測定部及び第2位置測定部により取得した値を、前記第1位置測定部及び前記第2位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値と、ステージを第2方向に移動させる第2移動部の第1方向における両側に設けられた第3位置測定部及び第4位置測定部により取得した値を、前記第3位置測定部及び前記第4位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値と、に基づいて、マスクに光を照射する光照射部の位置に測定部があると仮定したときの測定値を求める。また、光照射部に設けられた2つのミラーの位置を基準として、ステージに設けられたバーミラーの位置を測定することで、光照射部とステージとの位置関係をレーザ干渉計で測定する。そして、この求められた測定値とレーザ干渉計の測定結果とを比較して位置測定部を校正し、校正後の位置測定部による測定を用いてマスクに描画を行う。このように、レーザ干渉計を用いて位置測定部を校正することで、正確にステージ（マスク）を水平方向に移動させることができる。したがって、マスクMに描画するパターンの位置精度を高くすることができる。

[0011] ここで、前記光照射部に隣接して又は前記光照射部に設けられた読取部を備え、前記制御部は、二次元状に配列された複数の十字の位置を含む補正用基板パターンに関する情報である補正用基板描画情報を取得し、前記第1駆動部及び前記第2駆動部を制御して前記ステージを前記第1方向及び前記第

2方向に動かしながら、前記補正用基板描画情報に基づいて前記光照射部から前記マスクに光を照射して、前記マスクに前記補正用基板パターンを描画して補正用基板を生成し、前記補正用基板を生成したときの状態である初期状態と、前記初期状態から前記補正用基板を略90度、略180度、及び略270度回転させた状態と、のそれぞれにおいて、前記読取部により前記補正用基板を読み取り、当該読み取った結果に基づいて前記描画情報を補正し、前記補正された描画情報に基づいて前記描画処理を行ってもよい。これにより、光照射部単独で自らを校正し、それによりパターンの位置精度を高くすることができる。また、複数の十字の位置を含む補正用基板パターンを用いるため、第1方向、第2方向のそれぞれについて描画情報を補正することができる。

[0012] ここで、前記制御部は、前記初期状態で前記補正用基板を読み取った結果と、前記補正用基板を略180度回転させた状態で前記補正用基板を読み取った結果とが一致し、前記補正用基板を略90度回転させた状態で前記補正用基板を読み取った結果と、前記補正用基板を略270度回転させた状態で前記補正用基板を読み取った結果とが一致するような補正值を生成し、当該生成された補正值を用いて前記描画情報を補正してもよい。これにより、基板に描画されるパターンと、描画情報に示されるパターンとを完全に一致させることができる。

[0013] ここで、前記光照射部は、前記マスクへ照射される光の焦点を前記マスクに合わせるオートフォーカス部を有し、前記制御部は、前記オートフォーカス部を制御して、前記光照射部と前記マスクとの距離とに関する距離情報を取得し、当該取得された距離情報に基づいて前記描画情報を補正し、前記補正された描画情報に基づいて前記描画処理を行ってもよい。これにより、マスクMの高さ方向の変化（例えば、マスクとステージとの間に塵埃が付着することによるマスクMのたわみや、マスクの厚み分布が原因）が発生したとしても、パターンを正確に描画することができる。

[0014] ここで、前記光照射部は、画素が2次元状に配置された面照射部を有し、

前記描画情報は、前記面照射部の位置と、前記面照射部の各画素における光の照射の有無と、を関連付けた位置情報と、前記面照射部の位置と、前記面照射部の各画素における光の照射タイミングとを関連付けた照射タイミング情報と、を含み、前記制御部は、前記第1方向については、前記照射タイミング情報をずらし、前記第2方向については前記位置情報をずらすことで前記描画情報を補正し、前記ステージを前記第1方向に移動させて一列分の描画を行ってから、前記ステージを前記第2方向に移動させて前記描画処理を行ってもよい。これにより、レーザ光を面照射する場合において、描画情報を補正して光を照射することができる。

[0015] ここで、前記光照射部は、光学部材を含み、前記制御部は、前記光学部材を移動させることで前記描画情報を補正してもよい。これにより、レーザ光を面照射する場合において、描画情報を補正して光を照射することができる。

[0016] ここで、前記ステージは、熱膨張係数が略 $1 \times 10^{-7} / \text{K}$ 以下の材料を用いて形成され、前記制御部は、前記ステージが前記板状部からはみ出ないように前記第2駆動部を制御してもよい。これにより、マスクMのたわみ等を防止し、パターンの位置精度を高くすることができる。

[0017] 上記課題を解決するために、本発明に係るマスク製造装置は、例えば、略直方体の定盤に載置され、板状部と、前記板状部を第1方向に移動させる第1駆動部と、を有する第1移動部の、第2方向における両側に設けられた第1位置測定部及び第2位置測定部により取得した値を、前記第1位置測定部及び前記第2位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値と、前記板状部の上面に載置され、マスクが載置される板状のステージが上に載置され、前記ステージを第2方向に移動させる第2駆動部を有する第2移動部の前記第1方向における両側に設けられた第3位置測定部及び第4位置測定部により取得した値を、前記第3位置測定部及び前記第4位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値と、に基づいて、前記マスクに光を照射する光照射部の位置に測定部があると

仮定したときの測定値を求める工程と、前記求められた測定値と、前記光照射部に設けられた２つのミラーの位置を基準として、前記ステージに設けられたバーミラーの位置を測定することで、前記光照射部と前記ステージとの位置関係を測定するレーザ干渉計の測定結果と、に基づいて前記第１位置測定部、前記第２位置測定部、前記第３位置測定部及び前記第４位置測定部を校正する工程と、前記校正する工程により校正された前記第１位置測定部、前記第２位置測定部、前記第３位置測定部及び前記第４位置測定部により取得された値に基づいて前記第１駆動部と前記第２駆動部とを駆動して前記ステージを水平方向に移動させながら、前記マスクに描画するパターンの位置及び形状に関する情報である描画情報に基づいて前記光照射部から前記マスクに光を照射して前記マスクに描画を行う工程と、を含むことを特徴とする。これにより、レーザ干渉計を用いて位置測定部を校正し、マスクMに描画するパターンの位置精度を高くすることができる。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、パターンの位置精度を高くすることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]第１の実施の形態に係るマスク製造装置１の概略を示す斜視図である。

[図2]第１移動部２０及び第２移動部３０の概略を示す斜視図である。

[図3]第１移動部２０を部分的に拡大した図である。

[図4]板状部２３を裏側からみた斜視図である。

[図5]第２移動部３０を部分的に拡大した図である。

[図6]ステージ４１を斜め上から見た概略斜視図である。

[図7]ステージ４１を斜め下から見た概略斜視図である。

[図8]光照射部４３aの概略を示す要部透視図である。

[図9]パターン読取部４７aの概略を示す斜視図であり、要部を透視した図である。

[図10]光読取部４８aの概略を示す斜視図であり、要部を透視した図である。

[図11]レーザ干渉計 5 1、5 2、5 3 が計測する様子を示す模式図である。

[図12]マスク製造装置 1 の電氣的な構成を示すブロック図である。

[図13]板状部 2 3 を x 方向に移動させた時の、2 つの位置測定部 2 9 での測定結果と、レーザ干渉計 5 2、5 3 の測定結果とを比較した一例である。

[図14]図 1 3 に示す測定結果が得られた場合における、x 方向の補正值を示すグラフである。

[図15]付勢部 4 5、4 6 がマスク M を押圧して位置決めを行う様子を説明する図である。

[図16]補正用基板描画情報の一例を示す図である。

[図17]図 1 6 に示す補正用基板描画情報に基づいて生成した補正用基板 M 1 を示す図である。

[図18]初期状態から補正用基板 M 1 を略 1 8 0 度回転させた状態において、パターン読取部 4 7 を用いて補正用基板 M 1 を読み取った結果を示す図である。

[図19]マスク M とステージ 4 1 の上面 4 1 a との間に塵埃 D が付着しているときのマスク M の様子を示す模式図である。

[図20]制御部 1 5 1 a が行う駆動部 2 5、3 4 の制御について説明する図である。

[図21]制御部 1 5 1 a が行う描画位置補正処理について説明する図である。

[図22]光源 4 3 2 から照射された光が結像される位置（像位置）を水平方向に移動させる様子を示す模式図である。

[図23]光源 4 3 2 から照射された光が結像される位置（像位置）を水平方向に移動させる様子を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。各図面において、同一の要素には同一の符号が付されており、重複する部分については説明を省略する。

[0021] 本発明におけるマスク製造装置とは、略水平方向に保持した感光性基板（

例えば、ガラス基板）上にレーザ等の光を照射してフォトマスクを生成する装置である。感光性基板としては、例えば、熱膨張率が非常に小さい（例えば、約 $5 \times 10^{-7} / \text{K}$ 程度）石英ガラスが用いられる。

[0022] マスク製造装置により生成されるフォトマスクは、例えば液晶表示装置用の基板を製造するために用いられる露光用マスクである。フォトマスクは、一辺が例えば 1 m を超える（例えば、 $1400 \text{ mm} \times 1220 \text{ mm}$ ）大型の略矩形形状の基板上に、1 個または複数個のイメージデバイス用転写パターンが形成されたものである。以下、加工前の感光性基板及び加工後の感光性基板（フォトマスク）を包括する概念として、マスク M という用語を使用する。

[0023] 図 1 は、第 1 の実施の形態に係るマスク製造装置 1 の概略を示す斜視図である。マスク製造装置 1 は、主として、定盤 11 と、除振台 12、13 と、第 1 移動部 20 と、第 2 移動部 30 と、ステージ 41 と、枠体 42 と、照射部 43 と、パターン読取部 47 と、を有する。なお、図 1 においては、一部の構成について図示を省略している。また、マスク製造装置 1 は、装置全体を覆う図示しない温度調整部により、一定温度に保たれている。

[0024] 定盤 11 は、略直方体形状（厚板状）の部材であり、例えば、石（例えば、花崗岩）や低膨張率の鋳物（例えば、ニッケル系の合金）で形成される。定盤 11 は、設置面（例えば、床）上に載置された複数の除振台 12、13 の上に載置される。これにより、定盤 11 が除振台 12、13 を介して設置面上に載置される。定盤 11 は、略水平（ x y 平面と略平行）な上面（ $+z$ 側の面）11a を有する。

[0025] 除振台 12 は、アクティブ除振台であり、除振台 13 は、重さ支えのパッシブ除振台である。除振台 13 は、 z 方向に移動可能な受動型バネ要素を有する。除振台 12 は、除振台 13 に、 x 方向及び y 方向のそれぞれに移動可能なアクチュエータ（図示せず）と、アクチュエータを制御するためのセンサ（図示せず）と、センサからの信号に基づいて外部から入力する振動を抑制するようにアクチュエータを制御する制御回路（図示せず）と、を追加し

たものである。除振台 12、13 については、すでに公知であるため、詳細な説明を省略する。

[0026] 第 1 移動部 20 は、定盤 11 の上面 11a に載置され、第 2 移動部 30 は、第 1 移動部 20 の上 (+z 側) に載置され、ステージ 41 は、第 2 移動部 30 の上に載置される。第 1 移動部 20 は、ステージ 41 を x 方向に移動させ、第 2 移動部 30 は、ステージ 41 を y 方向に移動させる。

[0027] 図 2 は、第 1 移動部 20 及び第 2 移動部 30 の概略を示す斜視図である。なお、図 2 では図示しないが、第 1 移動部 20 及び第 2 移動部 30 には、ポンプ等から空気が供給される。

[0028] 第 1 移動部 20 は、主として、4 本のレール 21 と、1 本のガイドレール 22 と、レール 21 及びガイドレール 22 の上に載置される板状部 23 と、ガイドレール 22 を挟むように設けられる凸部 24 と、レール 21 の上面に沿って板状部 23 を移動させる駆動部 25 と、棒状部材 26 と、磁石 27 と、位置測定部 29 と、を有する。

[0029] 4 本のレール 21 及びガイドレール 22 は、セラミック製の細長い板状の部材であり、定盤 11 の上面 11a に、長手方向が x 方向に沿うように固定される。4 本のレール 21 及びガイドレール 22 は、高さ (z 方向の位置) が略同一である。レール 21 及びガイドレール 22 の上面と、ガイドレール 22 の側面とは、高精度及び高平坦度で形成される。

[0030] ガイドレール 22 は、定盤 11 の y 方向における略中央に設けられる。x-z 平面と略平行な面であって、ガイドレール 22 を含む面には、マスク製造装置 1 の重心位置が含まれる。

[0031] 4 本のレール 21 は、ガイドレール 22 を挟んで線対称の位置に設けられる。本実施の形態では、2 本のレール 21 がガイドレール 22 の -y 側に設けられ、2 本のレール 21 がガイドレール 22 の +y 側に設けられる。また、4 本のレール 21 のうちの -y 側の端に位置するレール 21a は、板状部 23 の -y 側の端部である端面 23e 近傍の領域が載置され、4 本のレール 21 のうちの +y 側の端に位置するレール 21b は、板状部 23 の +y 側の

端部である端面 2 3 f 近傍の領域が載置される。

[0032] 板状部 2 3 は、セラミック製の板状の部材であり、全体として略矩形形状である。板状部 2 3 は、略水平な上面 2 3 a 及び下面 2 3 b（図 3 参照）を有する。上面 2 3 a には、第 2 移動部 3 0 が載置される。下面 2 3 b には、長手方向が x 方向に沿うように、棒状の凸部 2 4 が設けられる。

[0033] 図 3 は、第 1 移動部 2 0 を部分的に拡大した図である。凸部 2 4 が下面 2 3 b に設けられることで、板状部 2 3 の下面 2 3 b に溝 2 3 d が形成される。この溝 2 3 d には、ガイドレール 2 2 が挿入される。これにより、板状部 2 3 の y 方向の位置、すなわち板状部 2 3 が x 方向以外に移動しないように板状部 2 3 の移動方向が規制される。

[0034] 凸部 2 4 には、ガイドレール 2 2 の側面に向けて空気を吐出する空気吐出部 2 4 a が設けられる。空気吐出部 2 4 a は、凸部 2 4 の側面に開口する空気穴を有する。また、空気吐出部 2 4 a は、内径が絞られたオリフィスを有する。したがって、この開口からは、ポンプ（図示せず）等から供給された空気が高圧及び高速で吐出される。これにより、空気吐出部 2 4 a とガイドレール 2 2 との間に、空気の層が形成される。

[0035] 板状部 2 3 の下面 2 3 b には、レール 2 1 及びガイドレール 2 2 と対向する位置に凸部 2 3 c が形成される。凸部 2 3 c は、先端（レール 2 1 又はガイドレール 2 2 と対向する面）が平面である。凸部 2 3 c には、空気吐出部 2 8 が設けられる。なお、図 3 では、ガイドレール 2 2 と対向する位置に形成された凸部 2 3 c の図示を省略している。

[0036] 図 4 は、板状部 2 3 を裏側からみた斜視図である。複数の凸部 2 3 c は、下面 2 3 b に 2 次元状に配列される。凸部 2 3 c には、複数（例えば、5 個）の空気吐出部 2 8 が設けられる。空気吐出部 2 8 は、凸部 2 3 c の先端面に開口する空気穴を有する。また、空気吐出部 2 8 は、内径が絞られたオリフィスを有する。したがって、空気吐出部 2 8 からは、レール 2 1 及びガイドレール 2 2 に向けて、ポンプ（図示せず）等から供給された空気が高圧及び高速で吐出される。これにより、空気吐出部 2 8 とレール 2 1 及びガイド

レール 22 との間に、空気の層が形成される。また、凸部 23c に複数の空気吐出部 28 を設けることで、この空気の層の圧力が高くなる。

[0037] なお、本実施の形態では、隣接する凸部 23c は x 方向にも y 方向にも離れているが、凸部 23c の形態はこれに限られない。例えば、凸部が x 方向沿って長いリブ状であり、リブ状の凸部が y 方向に複数並べられていてもよい。ただし、空気吐出部 28 とレール 21 及びガイドレール 22 との間に形成された空気の層の厚さを一定にするには、図 4 に示すように、凸部 41c を x 方向及び y 方向に 2 次元状に配列することが望ましい。

[0038] 図 3 の説明に戻る。定盤 11 の上面 11a には、長手方向が x 方向に沿うように、鉄製の棒状部材 26 が設けられる。板状部 23 の下面 23b には、磁石 27 が設けられる。棒状部材 26 と磁石 27 とは、対向する位置に設けられる。

[0039] 駆動部 25 は、永久磁石を有する固定子 25a と、電磁コイルを有する可動子 25b と、を有するリニアモータである。固定子 25a 及び可動子 25b は、それぞれ 2 本ずつ設けられる。

[0040] 固定子 25a は、断面略コの字形状の棒状の部材であり、長手方向が x 方向に沿うように設けられる。固定子 25a は、ガイドレール 22 を中心として線対称の位置に設けられる。また、固定子 25a の内部には、冷却液（例えば、フッ素系不活性液体）が流れる配管 25d が設けられている。例えば、 $-z$ 側の配管 25d においては、紙面奥側から手前側に向けて冷却液が流れ、 $+z$ 側の配管 25d においては、紙面手前側から奥側に向けて冷却液が流れる。

[0041] 可動子 25b は、電磁コイルが固定子 25a 内に挿入されるように、板状部 23 の下面 23b に設けられる。可動子 25b は、U 相、V 相、W 相のコイル（図示せず）が順番に並べられており、固定子 25a に沿って移動する。また、可動子 25b の内部には、コイルの間を縫うように、冷却液が流れる配管 25c が設けられている。

[0042] 図 2 の説明に戻る。位置測定部 29 は、例えばリニアエンコーダであり、

定盤 1 1 と板状部 2 3 との位置関係、すなわち位置測定部 2 9 の原点位置（後に詳述）に対する板状部 2 3 の x 方向の位置を測定する。位置測定部 2 9 は、第 1 移動部 2 0 の y 方向の両端（+ y 側の端及び - y 側の端）に設けられる。位置測定部 2 9 は、レール 2 1 a の + y 側の端面及びレール 2 1 b の - y 側の端面に設けられるスケール 2 9 a と、板状部 2 3 の端面 2 3 e 及び端面 2 3 f に設けられる検出ヘッド 2 9 b と、を有する。なお、図 2 においては、第 1 移動部 2 0 の + y 側に位置するスケール 2 9 a 及び検出ヘッド 2 9 b は図示されていない。

[0043] スケール 2 9 a は、例えばレーザホログラムスケールであり、0.1 nm ~ 1 nm 程度の分解能を持つように構成されている。検出ヘッド 2 9 b は、光（例えば、レーザ光）を照射し、スケール 2 9 a で反射された光を取得する。位置測定部 2 9 は、スケール 2 9 a にホログラムを形成することで、きれいな正弦波（余弦波）が取得でき、これにより精度の高い内挿が可能となり、分解能が高くなる。位置測定部 2 9 は、すでに公知であるため、詳細な説明を省略する。

[0044] 第 2 移動部 3 0 は、主として、2 本のレール 3 1 と、1 本のガイドレール 3 2 と、ガイドレール 3 2 を挟むように設けられる凸部 3 3 と、レール 2 1 の上面に沿ってステージ 4 1 を移動させる駆動部 3 4 と、位置測定部 3 9 と、を有する。

[0045] 2 本のレール 3 1 及びガイドレール 3 2 は、セラミック製の細長い板状の部材であり、板状部 2 3 の上面 2 3 a に、y 方向に沿って固定される。2 本のレール 3 1 及びガイドレール 3 2 は、高さが略同一である。レール 3 1 及びガイドレール 3 2 の上面と、ガイドレール 3 2 の側面とは、高精度及び高平坦度で形成される。

[0046] ガイドレール 3 2 は、板状部 2 3 の x 方向における略中央に設けられる。2 本のレール 3 1 は、ガイドレール 3 2 を挟んで線対称の位置に設けられる。2 本のレール 3 1 のうちの - x 側の端に位置するレール 3 1 a は、ステージ 4 1 の - x 側の端部である端面 4 1 h 近傍の領域が載置され、2 本のレー

ル 3 1 のうちの + x 側の端に位置するレール 3 1 b は、ステージ 4 1 の + x 側の端部である端面 4 1 i 近傍の領域が載置される。

[0047] 図 5 は、第 2 移動部 3 0 を部分的に拡大した図である。ステージ 4 1 の下面 4 1 b には、長手方向が x 方向に沿うように、棒状の凸部 3 3 が設けられる。凸部 3 3 が下面 4 1 b に設けられることで、ステージ 4 1 の下面 4 1 b に溝 4 1 g が形成される。この溝 4 1 g には、ガイドレール 3 2 が挿入される。これにより、ステージ 4 1 の x 方向の位置、すなわち板状部 2 3 が y 方向以外に移動しないようにステージ 4 1 の移動方向が規制される。

[0048] 凸部 3 3 には、ガイドレール 3 2 の側面に向けて空気を吐出する空気吐出部 3 3 a が設けられる。空気吐出部 3 3 a の開口は、凸部 3 3 の側面に露出している。空気吐出部 3 3 a は、内径が絞られたオリフィスを有する。したがって、この開口からは、ポンプ（図示せず）等から供給された空気が高圧及び高速で吐出される。これにより、空気吐出部 3 3 a とガイドレール 3 2 との間に、空気の層が形成される。

[0049] ステージ 4 1 の下面 4 1 b には、レール 3 1 及びガイドレール 3 2 と対向する位置に凸部 4 1 c が形成される。凸部 4 1 c は、先端（レール 3 1 又はガイドレール 3 2 と対向する面）が平面である。凸部 4 1 c には、空気吐出部 3 8 が設けられる。凸部 4 1 c 及び空気吐出部 3 8 については後に詳述する。

[0050] 板状部 2 3 の上面 2 3 a には、長手方向が x 方向に沿うように、鉄製の棒状部材 3 6 が設けられる。ステージ 4 1 の下面 4 1 b には、磁石 3 7 が設けられる。棒状部材 3 6 と磁石 3 7 とは、対向する位置に設けられる。

[0051] 駆動部 3 4 は、永久磁石を有する固定子 3 4 a と、電磁コイルを有する可動子 3 4 b と、を有するリニアモータである。固定子 3 4 a 及び可動子 3 4 b は、それぞれ 2 本ずつ設けられる。固定子 3 4 a は、ガイドレール 3 2 を中心として線対称の位置に設けられる。固定子 3 4 a は、冷却液が流れる配管 3 4 d を有し、可動子 3 4 b は、冷却液が流れる配管 3 4 c を有する。固定子 3 4 a は固定子 2 5 a と同様の構成であり、可動子 3 4 b は可動子 2 5

bと同様の構成であるため、詳細な説明は省略する。

[0052] 図2の説明に戻る。位置測定部39は、例えばリニアエンコーダであり、板状部23とステージ41との位置関係、すなわち位置測定部39の原点位置（後に詳述）に対するステージ41のy方向の位置を測定する。位置測定部39は、第2移動部30のx方向の両端（-x側の端及び+x側の端）に設けられる。位置測定部39は、板状部23（レール31aでもよい）の-x側の端面及び板状部23（レール31bでもよい）+x側の端面に設けられるスケール39aと、ステージ41の端面41h及び端面41iに設けられる検出ヘッド39bと、を有する。なお、図2においては、+x側に位置するスケール39a及び検出ヘッド39bは図示されていない。スケール39aはスケール29aと同様であり、検出ヘッド39bは検出ヘッド29bと同様であるため、説明を省略する。

[0053] ステージ41は、板状であり、略水平な上面41aと、下面41b（図7参照）と、を有する。ステージ41は、熱膨張係数が略 $0.5 \sim 1 \times 10^{-7}$ /Kの低膨張性セラミックを用いて形成される。これにより、ステージ41の変形を防止することができる。なお、ステージ41は、熱膨張係数が略 5×10^{-8} /Kの超低膨張性ガラスセラミックを用いて形成することもできる。この場合には、制御しきれない温度変化が発生したとしても、ステージ41の変形を確実に防止することができる。

[0054] 上面41aには、マスクM（図示省略）が載置される。端面41hには、マスクMに+x方向の力を付勢する付勢部45と、マスクMに+y方向の力を付勢する付勢部46と、が設けられる。付勢部45、46は、例えばロータリーシリンダである。付勢部45、46については、後に詳述する。

[0055] 図6は、ステージ41を斜め上から見た概略斜視図である。図7は、ステージ41を斜め下から見た概略斜視図である。

[0056] ステージ41には、板圧方向に貫通する複数のマスクリフター用孔41dが形成される。マスクリフター用孔41dには、図示しない棒状のマスクリフターが挿入される。図示しないマスクリフターは、z方向に移動可能であ

り、マスクMをステージ41に載置する時に用いられる。

[0057] ステージ41の上面41aには、複数の空気孔41eが2次元状に配列される。空気孔41eは、20mm～50mmおきに設けられている。ポンプ（図示せず）等から供給された空気は、空気孔41eから上向き（+z向き）に吐出される。これにより、ステージ41の上面41aに載置されるマスクMを一時的に浮上させることができる。

[0058] また、ステージ41の上面41aには、隣接する2辺（ここでは、+x側の辺と、-y側の辺）にバーミラー41fが設けられる。

[0059] さらに、ステージ41の上面41aには、ピン44a、44b、44cが挿入される穴41j、41k、41lが形成される。ピン44a、44b、44cは、樹脂（例えば、ポリエーテルエーテルケトン（Polyether ether ketone、PEEK）製であり、直径が略10mm程度の棒状の部材である。ピン44a、44b、44cは、それぞれ枠体42に設けられており、ピン駆動部44d（図11参照）及び図示しない移動機構によりy方向及びz方向に移動可能である。

[0060] ピン駆動部44dがピン44a、44b、44cをz方向に移動させることで、ピン44a、44b、44cが穴41j、41k、41lに挿入された位置と、ピン44a、44b、44cを穴41j、41k、41lから抜いてピン44a、44b、44cがステージ41から離れた位置と、の間でピン44a、44b、44cが移動する。ピン駆動部44dがピン44a、44b、44cをy方向に移動させることで、ピン44a、44b、44cが穴41jに挿入される位置と、ピン44a、44b、44cが穴41kに挿入される位置と、ピン44a、44b、44cが穴41lに挿入される位置と、の間でピン44a、44b、44cが移動する。ピン44a、44b、44cをy方向及びz方向に移動可能に設ける構成は、すでに公知の様々な技術を用いることができる。

[0061] 穴41j、41k、41lは、マスクMの大きさによって使い分ける。800mm×520mmのマスクMを用いる場合には、穴41jにピン44a

、44b、44cを挿入し、920mm×800mmのマスクMを用いる場合には、穴41kにピン44a、44b、44cを挿入し、1400mm×1220mmのマスクMを用いる場合には、穴41lにピン44a、44b、44cを挿入する。このように、ピン44a、44b、44cは、マスクMの隣接する2辺が当接する位置に着脱可能に設けられる。

[0062] なお、穴41j、41k、41lの位置は、それぞれ、対応するマスクMの隣接する2辺が当接した時に、ステージ41の中心と、マスクMの中心とが略一致する位置に形成される。

[0063] ステージ41の下面41bには、凸部41cが2次元状に複数形成される。凸部41cは、先端（レール31又はガイドレール32と対向する面）が平面である。凸部41cには、複数（例えば、5個）の空気吐出部38が設けられる。空気吐出部38は、凸部41cの先端面に開口する空気穴を有する。また、空気吐出部38は、内径が絞られたオリフィスを有する。したがって、空気吐出部38からは、レール31及びガイドレール32に向けて、ポンプ（図示せず）等から供給された空気が高圧及び高速で吐出される。これにより、空気吐出部38とレール31及びガイドレール32との間に、空気の層が形成される。また、凸部41cに複数の空気吐出部38を設けることで、この空気の層の圧力が高くなる。

[0064] なお、本実施の形態では、隣接する凸部41cはx方向にもy方向にも離れているが、凸部41cの形態はこれに限られない。例えば、凸部がy方向沿って長いリブ状であり、リブ状の凸部がx方向に複数並べられていてもよい。ただし、空気吐出部38とレール31及びガイドレール32との間に形成された空気の層の厚さを一定にするには、図7に示すように、凸部41cをx方向及びy方向に2次元状に配列することが望ましい。

[0065] 図1の説明に戻る。枠体42は、定盤11の上面11aに設けられ、ステージ41の上方（+z方向）に光照射部43を保持する。枠体42は、2本の柱42aと、柱42aを連結する梁42bと、を有する。

[0066] 光照射部43は、マスクMに光（本実施の形態では、レーザ光）を照射す

る。光照射部43は、一定間隔（例えば、略200mmおき）で梁42bに設けられる。本実施の形態では、7個の光照射部43a、光照射部43b、光照射部43c、光照射部43d、光照射部43e、光照射部43f、光照射部43gを有する。光照射部43a～光照射部43gは、同一の構成であるため、以下、光照射部43aについて説明する。

[0067] 図8は、光照射部43aの概略を示す要部透視図である。光照射部43aは、主として、枠体431と、枠体431の内部に設けられた光源432と、枠体431の下端に設けられた対物レンズ433と、AF（オートフォーカス）処理部435と、を有する。また、光照射部43aは、枠体431の内部の温度を一定に保つ図示しない温度調整部を有する。

[0068] 光源432は、面状のレーザ光が照射可能な光源であり、画素が2次元配置されている。光源432は、例えばデジタルミラーデバイス（Digital Mirror Device、DMD）を用いることができる。対物レンズ433は、光源432から照射されたレーザ光をマスクMの表面に結像させる。

[0069] 描画時には、光照射部43a～光照射部43gのそれぞれの光源432から光が照射され、この光がマスクM上で結像することにより、マスクMにパターンが描画される。

[0070] AF処理部435は、マスクMへ照射される光の焦点をマスクMに合わせるものであり、主として、チューブレンズ群435aと、ビームスプリッタ435bと、2つのセンサ435c、435dと、を有する。図8の2点鎖線で示すように、光源432からマスクMへ照射されたレーザ光は、マスクMで反射され（図示省略）、対物レンズ433及びチューブレンズ群435aを通してビームスプリッタ435bへ入射する。反射光は、ビームスプリッタ435bにおいて光路長が異なる2つの光に分けられ、2つの光は、それぞれ別のセンサ435c、435dで受光される。AF処理部435は、センサ435c、435dで受光された結果に基づいて合焦位置を求めるオートフォーカス処理を行う。なお、オートフォーカス処理はすでに公知であ

るため、説明を省略する。

[0071] 枠体431は、連結部434を介して梁42bに設けられる。面434aは、枠体431に固定され、面434bは、梁42bに固定される。連結部434は、内部に孔434cが形成されていることにより、平行な2つの面434a、434bが平行を保ったままz方向に移動可能なリンク機構を有する。

[0072] 連結部434は、面434aをz方向に移動させるピエゾ素子434dと、面434aの移動量を測定するリニアエンコーダ434eが設けられる。

[0073] 図1の説明に戻る。光照射部43に隣接して、マスクMに描画されたパターンの位置を測定するパターン読取部47が設けられる。パターン読取部47は、7個のパターン読取部47a、パターン読取部47b、パターン読取部47c、パターン読取部47d、パターン読取部47e、パターン読取部47f、パターン読取部47gを有し、パターン読取部47a～47gはそれぞれ光照射部43a～43gに隣接して設けられる。パターン読取部47a～47gは同一の構成であるため、以下、パターン読取部47aについて説明する。

[0074] 図9は、パターン読取部47aの概略を示す斜視図であり、要部を透視した図である。パターン読取部47aは、主として、マスクM（図9では図示省略）に形成されたパターンPの像（光）を取得する対物レンズ471と、対物レンズ471へ光（ここでは、UV光）を照射する光源ユニット472と、チタン、ジルコニア等の低熱伝導体で形成された鏡筒473と、鏡筒473の内部に設けられたチューブレンズ474と、光源ユニット472からの光を透過させると共に、対物レンズ471から導かれた光を反射するミラー475と、を有する顕微鏡と、顕微鏡により取得されたパターンを結像するUVカメラ476と、を有する。

[0075] 光源ユニット472からは、近紫外線（例えば、波長が略375nmの光）が照射される。光源ユニット472は、遠方に設置された光源472aと、光源からの光を導く光ファイバー472bと、光ファイバーの端面近傍に

設置された拡散板 472c と、拡散板 472c に隣接して設けられるコリメータレンズ 472d と、を有する。

[0076] 光源 472a は、例えば UV レーザ又は sLED (Superluminescent Light Emitting Diode) であり、紫外線域のレーザ光を照射する。光源 472a は発熱するため、光源 472a は光照射部 43 から離れた位置に設けられる。光源 472a から照射された光は、光ファイバー 472b を用いて導光される。拡散板 472c は、光ファイバー 472b により導光されて、光ファイバー 472b の端面から放射される点光源状の光を広げ、コリメータレンズ 472d は、その光を平行光とする。したがって、光源ユニット 472 からは、面光源状の光が照射される。

[0077] 光源ユニット 472 から照射された光は、パターン P で反射して、対物レンズ「471」へ導かれる。対物レンズ 471 は、倍率が略 100 倍の高倍率、開口数 (NA、numerical aperture) が略 0.95、焦点距離が略 2mm の特性を有する UV レンズである。対物レンズ 471 は、光照射部 43 により形成されたパターン P を読み取るため、対物レンズ 433 に隣接して設けることが望ましい。チューブレンズ 474 は、無限遠補正された対物レンズ 471 からの光を結像させるレンズであり、焦点距離が略 200mm である。

[0078] UV カメラ 476 は、解像度が SXGA (1280×1024 画素) 程度であり、大きさが 1/4 インチ程度であり、消費電力が 0.1W 程度である。UV カメラ 476 は、制御部 151a (図 12 参照) により、超低速度スキャンが可能であり、したがってマスク M に描画された細かいパターンを正確に読み取ることができる。また、使用しないときには自動的にシャットダウンが可能である。

[0079] 図 1 の説明に戻る。ステージ 41 の -x 側の側面には、光照射部 43 から照射された光 (空中像) i の位置を測定する光読取部 48 が設けられる。光読取部 48 は、7 個の光読取部 48a、光読取部 48b、光読取部 48c、

光読取部 4 8 d、光読取部 4 8 e、光読取部 4 8 f、光読取部 4 8 g を有する。光読取部 4 8 a ～ 4 8 g は同一の構成であるため、以下、パターン読取部 4 7 a について説明する。

[0080] 図 1 0 は、光読取部 4 8 a の概略を示す斜視図であり、要部を透視した図である。光読取部 4 8 a は、主として、空中像 i の光をとらえる対物レンズ 4 8 1 と、対物レンズ 4 8 1 から導かれた光を反射するミラー 4 8 2 と、低熱伝導体で形成された鏡筒 4 8 3 と、鏡筒 4 7 3 の内部に設けられたチューブレンズ 4 8 4 と、を有する顕微鏡と、顕微鏡により取得されたパターンを結像する UV カメラ 4 8 5 と、を有する。対物レンズ 4 8 1、ミラー 4 8 2、鏡筒 4 8 3、チューブレンズ 4 8 4 及び UV カメラ 4 8 5 は、それぞれ対物レンズ 4 7 1、ミラー 2 8 5、鏡筒 4 7 3、チューブレンズ 4 7 4 及び UV カメラ 4 7 6 と同様の構成である。

[0081] ステージ 4 1 を移動させて、光照射部 4 3 から照射された光が光読取部 4 8 に入射するようにする。光照射部 4 3 の対物レンズ 4 3 3 から照射された空中像 i は、対物レンズ 4 8 1 で拡大され、UV カメラ 4 8 5 に投影されて、その位置が読み取られる。空中像 i は、像位置を読みやすくするため、x 方向に沿った線と y 方向に沿った線とをそれぞれ 1 本以上を含むことが望ましい。図 1 0 では、x 方向に沿った線と y 方向に沿った線とを 1 本ずつ含む十字パターンを例示している。

[0082] 図 1 の説明に戻る。- y 側に設けられた柱 4 2 a には、レーザ干渉計 5 1 が設けられる。また、定盤 1 1 の + x 側の側面には、レーザ干渉計 5 2（図 1 では図示省略）が設けられる。

[0083] 図 1 1 は、レーザ干渉計 5 1、5 2、5 3 が計測する様子を示す模式図である。図 9 において、レーザ光の経路を 2 点鎖線で示す。また、図 9 では、光照射部 4 3 a ～ 光照射部 4 3 g の位置を点線で示す。

[0084] レーザ干渉計 5 1、5 2、5 3 は、4 本のレーザ光を照射する。4 本のレーザ光のうちの 2 本はバーミラー 4 1 f で反射して、その反射光がレーザ干渉計 5 1、5 2 で受光される。

- [0085] 光照射部43aの-y側の側面には、ミラー436が設けられる。レーザ干渉計51から照射される光のうちの残りの2本は、ミラー436で反射されて、その反射光がレーザ干渉計51で受光される。
- [0086] 光照射部43a～光照射部43gの+x側の側面には、ミラー437が設けられる。レーザ干渉計52から照射される光のうちの残りの2本はミラー437で反射して、その反射光がレーザ干渉計52、53で受光される。
- [0087] レーザ干渉計52、53は、駆動部11cにより、レール11bに沿って移動可能である。レール11bは、長手方向がy方向に沿うように定盤11に設けられる。このように、レーザ干渉計52、53は、y方向に移動可能である。
- [0088] -y側のレーザ干渉計52は、描画時には、光照射部43aに光を照射する位置に設けられ、キャリブレーション時（校正時）には、光照射部43aに光を照射する位置、光照射部43bに光を照射する位置、光照射部43cに光を照射する位置・・・というように順番に移動する。+y側のレーザ干渉計53は、常時、光照射部43gに光を照射する位置に設けられる。
- [0089] ミラー436、437は、バーミラー41fと略平行である。そのため、レーザ干渉計51は、ミラー436を基準位置として、バーミラー41fのうちのx方向に沿ったバーミラーの411の位置を測定し、レーザ干渉計52、53は、ミラー437を基準位置として、バーミラー41fのうちのy方向に沿ったバーミラー412の位置を測定する。言い換えると、レーザ干渉計51は、光照射部43と、ステージ41（位置測定部29、39）との位置関係のうち、光照射部43に対するステージ41のy方向の位置を測定する。レーザ干渉計52、53は、光照射部43と、ステージ41（位置測定部29、39）との位置関係のうち、光照射部43に対するステージ41のx方向の位置を測定する。
- [0090] このようにしてレーザ干渉計51、52、53によって測定されたバーミラー41fの位置は、板状部23やステージ41のピッチングやヨーイングによる誤差、第1移動部20や第2移動部30に存在する空気の層による誤

差等を含まない。したがって、本実施の形態では、レーザ干渉計 5 1、5 2、5 3 を用いて、これらの誤差を含む測定を行う位置測定部 2 9、3 9 を校正することで、ステージ 4 1 の移動性を高くする。位置測定部 2 9、3 9 の校正については、後に詳述する。

[0091] レーザ干渉計 5 1、5 2、5 3 は、ミラー 4 3 6 又はミラー 4 3 7 で反射された光と、バーミラー 4 1 f で反射された光とを重ね合わせて、波の干渉を観察することで位置を測定する。したがって、気圧、気温、湿度等によりレーザ光の波長が変化し、同じ位置を測定したとしても測定結果が変化する可能性がある。そのため、気温、気圧、湿度等を正確に測定してこれらを一定に保ったり、例えば 5 インチ (125 mm) 程度の大きさの波長フィルター (例えば、二つの対向する反射面の多重干渉を利用したエタロン) の干渉状態を計測してレーザ光の波長を監視したりしてもよい。なお、エタロンは、ステージ 4 1 と同様、低膨張性セラミックや超低膨張性ガラスセラミックを用いて形成することが望ましい。

[0092] なお、レーザ干渉計 5 2 として、8 本以上のレーザ光 (例えば、12 本) を照射できるレーザ干渉計用光源を用いる場合には、レーザ干渉計 5 2 は、y 方向に沿って移動する機構を有しなくても良い。なお、+y 側のレーザ干渉計 5 3 については、y 方向に沿って移動する機構を有しなくても良い。

[0093] 図 12 は、マスク製造装置 1 の電氣的な構成を示すブロック図である。マスク製造装置 1 は、CPU (Central Processing Unit) 151 と、RAM (Random Access Memory) 152 と、ROM (Read Only Memory) 153 と、入出力インターフェース (I/F) 154 と、通信インターフェース (I/F) 155 と、メディアインターフェース (I/F) 156 と、を有し、これらは駆動部 25、34、位置測定部 29、39、光照射部 43、付勢部 45、46、パターン読取部 47、光読取部 48、レーザ干渉計 51、52、53 等と互いに接続されている。

[0094] CPU 151 は、RAM 152、ROM 153 に格納されたプログラムに

基づいて動作し、各部の制御を行う。CPU 151には、位置測定部29、39、レーザ干渉計51、52等から信号が入力される。CPU 151から出力された信号は、駆動部25、34、光照射部43に出力される。

[0095] RAM 152は、揮発性メモリである。ROM 153は、各種制御プログラム等が記憶されている不揮発性メモリである。CPU 151は、RAM 152、ROM 153に格納されたプログラムに基づいて動作し、各部の制御を行う。ROM 153は、マスク製造装置1の起動時にCPU 151が行うブートプログラムや、マスク製造装置1のハードウェアに依存するプログラムなどを格納する。また、ROM 153は、マスクMに描画するパターンの位置及び形状に関する情報である描画情報や、補正用基板パターンの位置、形状等の情報を含む補正用基板描画情報を格納する。本実施の形態では、光源432から面状のレーザ光を照射するため、描画情報は、光源432の位置と、光源432の各画素における光の照射の有無（パターンの有無）と、を関連付けた位置情報と、光源432の位置と、光源432の各画素における光の照射タイミングとを関連付けた照射タイミング情報と、を含む。RAM 152は、CPU 151が実行するプログラム及びCPU 151が使用するデータなどを格納する。

[0096] CPU 151は、入出力インターフェース154を介して、キーボードやマウス等の入出力装置141を制御する。通信インターフェース155は、ネットワーク142を介して他の機器からデータを受信してCPU 151に送信すると共に、CPU 151が生成したデータを、ネットワーク142を介して他の機器に送信する。

[0097] メディアインターフェース156は、記憶媒体143に格納されたプログラム又はデータを読み取り、RAM 152に格納する。なお、記憶媒体143は、例えば、ICカード、SDカード、DVD等である。

[0098] なお、各機能を実現するプログラムは、例えば、記憶媒体143から読み出されて、RAM 152を介してマスク製造装置1にインストールされ、CPU 151によって実行される。

- [0099] CPU 151は、入力信号に基づいてマスク製造装置1の各部を制御する制御部151aの機能を有する。制御部151aは、CPU151が読み込んだ所定のプログラムを実行することにより構築される。制御部151aが行う処理については、後に詳述する。
- [0100] 図12に示すマスク製造装置1の構成は、本実施形態の特徴を説明するにあたって主要構成を説明したのであって、例えば一般的な情報処理装置が備える構成を排除するものではない。マスク製造装置1の構成要素は、処理内容に応じてさらに多くの構成要素に分類されてもよいし、1つの構成要素が複数の構成要素の処理を実行してもよい。
- [0101] このように構成されたマスク製造装置1の作用について説明する。以下の処理は、主として制御部151aによって行われる。
- [0102] まず、レーザ干渉計51、52、53を用いて、位置測定部29、39を校正する校正処理を行う。
- [0103] すでに説明したように、レーザ干渉計51、52、53の測定値は正確であるが、マスク製造装置1におけるクリーンエアーのダウフローで揺らぎが発生する。また、レーザ干渉計51、52、53は相対位置しか測定できない（原点を知る事はできない）。
- [0104] 位置測定部29、39の測定結果は、クリーンエアーのダウフローによる影響を受けないが、板状部23やステージ41のピッチングやヨーイングによる誤差、第1移動部20や第2移動部30に存在する空気の層による誤差等を含む。スケール29a、39aがガラスで形成されているため、位置測定部29、39は、nmの単位での距離の変化を正確に捉えることができるが、伸び縮みや部分的な歪み等の長い距離の測定では誤差が生じるおそれがある。
- [0105] ただし、位置測定部29、39には、通常、原点信号（原点位置を示す信号）というのが付いており、位置測定部29、39の分解能相当の精度で基準点を読み取ることができる。この機能により、例えばデータエラー等により描画処理中に処理が停止し、ステージ41の原点位置への復帰が必要と

なったとしても、再現良く残りの描画を続けられる可能性がある。

[0106] そのため、位置測定部 29、39 による測定結果が誤差を含まないようにレーザ干渉計 51、52、53 の測定値と位置測定部 29、39 による測定値との関係を事前に調べ、位置測定部 29、39 を校正する校正処理を行ったうえで、位置測定部 29、39 を用いて描画処理を行う。

[0107] 校正処理において、制御部 151a は、各光照射部 43a～43g に対するルックアップテーブル (LUT、Look up table) を算出する。LUT は、レーザ干渉計 51、52、53 の測定値と位置測定部 29、39 による測定値との誤差テーブルである。LUT は、図 21 に示すように、LUT181a～188a を含む。

[0108] 図 21 に示すように、LUT181a (LUT1) は、光照射部 43a が描画する描画情報の x 方向の補正に用いる値であり、LUT182a (LUT2) は、光照射部 43b が描画する描画情報の x 方向の補正に用いる値であり、LUT183a (LUT3) は、光照射部 43c が描画する描画情報の x 方向の補正に用いる値であり、LUT184a (LUT4) は、光照射部 43d が描画する描画情報の x 方向の補正に用いる値であり、LUT185a (LUT5) は、光照射部 43e が描画する描画情報の x 方向の補正に用いる値であり、LUT186a (LUT6) は、光照射部 43f が描画する描画情報の x 方向の補正に用いる値であり、LUT187a (LUT6) は、光照射部 43g が描画する描画情報の x 方向の補正に用いる値である。また、LUT188a は、光照射部 43a～43g が描画する描画情報の y 方向の補正に用いる値である。

[0109] まず、LUT181a、187a の算出について説明する。制御部 151a は、板状部 23 を x 方向に移動させながら、+y 側に位置する位置測定部 29 の測定値と -y 側に位置する位置測定部 29 の測定値とを取得する。そして、制御部 151a は、位置測定部 29 が光照射部 43a 又は光照射部 43g の y 方向の位置にあると仮定した時の測定値 (光照射部 43a 又は光照射部 43g の位置における測定値) を算出する。

- [0110] 位置測定部29が光照射部43a又は光照射部43gのy方向の位置にあると仮定した時の測定値は、+y側に位置する位置測定部29の測定値と-y側に位置する位置測定部29の測定値との重み付け平均値である。重み付け平均値は、+y側に位置する位置測定部29の測定値と光照射部43a又は光照射部43gとの距離、及び-y側に位置する位置測定部29と光照射部43a又は光照射部43gとの距離に応じて重み付けした平均値である。例えば、+y側に位置する位置測定部29と光照射部43aとの距離をa、-y側に位置する位置測定部29と光照射部43aとの距離をbとすると、制御部151aは、+y側に位置する位置測定部29の測定値に $a/(a+b)$ を掛けた値と、-y側に位置する位置測定部29の測定値に $b/(a+b)$ を掛けた値とを加算して、位置測定部29が光照射部43aのy方向の位置にあると仮定した時の測定値を算出する。なお、光照射部43a(43b~43gについても同様)の位置は、マスク製造装置1を製造する時の設計値(ROM153に格納されている)等から算出することができる。
- [0111] 制御部151aは、位置測定部29を用いた測定と同時に、レーザ干渉計52を用いて、y方向の位置が光照射部43aの位置であるときのx軸方向の位置の変化を測定し、レーザ干渉計53を用いて、y方向の位置が光照射部43gの位置であるときのx軸方向の位置の変化を測定する。
- [0112] 図13は、板状部23をx方向に移動させたときの、位置測定部29が光照射部43a、43gのy方向の位置にあると仮定したときの測定値と、レーザ干渉計52、53の測定結果とを比較した一例である。図13では、位置測定部29が光照射部43aのy方向の位置にあると仮定したときの測定値をS1、位置測定部29が光照射部43gのy方向の位置にあると仮定したときの測定値をS2とする。また、レーザ干渉計52の測定結果をS52とし、レーザ干渉計53の測定結果をS53とする。
- [0113] 図13は、測定値S1、S2が測定値S52、S53より余分に動いている、すなわちx軸が下に凸のピッチングを起こしており、測定値S1、S2はピッチングによる誤差(ピッチング方向における変位量であるピッチ変位

量)等を含んでいることを示す。制御部151aは、測定値S1と測定値S52を比較してLUT181aを作成し、測定値S2と測定値S53を比較してLUT187aを作成する。

[0114] 図14は、図13に示す測定結果が得られた場合における、x方向の補正值(LUT181a)を示すグラフである。例えば、制御部151aは、測定値S1と測定値S52との差分をx軸の位置の順に並べた数列 a_i (i はx軸の位置であり、例えば数 n mおきの値をとり得る)を求める。そして、制御部151aは、 i が $0 \sim x_0$ ($i = 0 \sim x_0$)のときの数列 a_i の部分合を、x軸の位置が x_0 であるときの補正值として算出する。

[0115] なお、図13では、板状部23が+x方向に移動したとき、最初はやや右向き(xy平面における時計まわり)に回転し、その後左向き(xy平面における反時計まわり)に回転し、最後はほぼ真っ直ぐに向き直る(x軸に沿って移動する)という事がわかる。これにより、ヨーイング方向における変位量であるヨー変位量を算出することができる。このヨー変位量は、後に詳述する補正用基板を用いた補正データ生成処理により補正される。

[0116] また、制御部151aは、板状部23をx方向に移動させながら、+y側に位置する位置測定部29の測定値と-y側に位置する位置測定部29の測定値とを取得するとともに、レーザ干渉計52により、y方向の位置が光照射部43bの位置であるときのx軸方向の位置の変化を測定する。そして、制御部151aは、光照射部43aの場合と同様に、位置測定部29が光照射部43bのy方向の位置にあると仮定した時の測定値を算出し、これをレーザ干渉計52の測定値と比較してLUT182aを算出する。制御部151aは、光照射部43c~43fについても同様の方法により、LUT183a~186aを算出する。

[0117] 制御部151aは、位置測定部29と同様の方法により、位置測定部39の補正值(LUT188a)を算出する。制御部151aは、ステージ41をy方向に移動させながら、+x側に位置する位置測定部39の測定値と-x側に位置する位置測定部39の測定値とを取得する。それと同時に、レー

ザ干渉計 5 1 は、 x 方向の位置が光照射部 4 3 a の位置であるときの y 軸方向の位置の変化を測定する。そして、制御部 1 5 1 a は、LUT 1 8 1 a ~ 1 8 7 a の場合と同様に、位置測定部 3 9 が光照射部 4 3 a の x 方向の位置にあると仮定したときの測定値を算出し、これをレーザ干渉計 5 1 の測定値と比較して LUT 1 8 8 a を算出する。

[0118] 制御部 1 5 1 a は、このようにして算出された補正值 (LUT 1 8 1 a ~ 1 8 8 a) を位置測定部 2 9、3 9 の測定値に加算することで、位置測定部 2 9、3 9 を校正する。制御部 1 5 1 a は、以降の処理においては、校正後の位置測定部 2 9、3 9 の測定値を使用する。

[0119] 校正処理の次に、光照射部 4 3 からの光照射位置や光照射タイミングを補正するための補正用基板の作成及びこの補正用基板を用いた補正データ生成処理を行う。

[0120] まず、補正用基板の作成処理について説明する。まず、補正用基板を作成するためのマスク M をステージ 4 1 に載置する載置処理を行う。以下、載置処理について具体的に説明する。

[0121] 制御部 1 5 1 a がマスクリフター用孔 4 1 d からマスクリフターを $+z$ 方向に突出させた状態で、マスクリフター上にマスク M が載置される。マスクリフター上にマスク M が載置されると、制御部 1 5 1 a は、空気孔 4 1 e から空気を吐出しながら、マスクリフターを $-z$ 方向に移動させる。その結果、マスク M は $-z$ 方向に移動される。

[0122] 上面 4 1 a には空気孔 4 1 e が多数形成されており、全ての空気孔 4 1 e から同じ圧力で空気が吐出される。したがって、マスクリフターがマスクリフター用孔 4 1 d の内部に引き下げられると、空気によりマスク M が均等に押し上げられ、マスク M と上面 4 1 a との間に形成された空気の層を介してマスク M が上面 4 1 a の上に載置される。この状態において、制御部 1 5 1 a は、付勢部 4 5、4 6 を駆動してマスク M に水平方向の力を加えて、マスク M の x 方向及び y 方向の位置決めを行う。

[0123] 図 1 5 は、付勢部 4 5、4 6 がマスク M を押圧して位置決めを行う様子を

説明する図である。

- [0124] 制御部151aは、ピン駆動部44dを駆動して、ピン44a、44b、44cを-z方向に移動させ、穴41j、41k、41lのいずれかにピン44a、44b、44cを挿入する。図15では、穴41lにピン44a、44b、44cが挿入されている。
- [0125] 付勢部45はアーム45aを有し、アーム45aの先端にはローラ45bが設けられている。制御部151aが、アーム45aを軸45axを中心に時計回りに回転させる（図15矢印参照）と、ローラ45bがマスクMの-x側の端面に当接し、マスクMに+x方向の力を付勢する（図15白抜き矢印参照）。マスクMと上面41aとの間に空気の層が形成されているため、マスクMは、+x方向に移動し、その結果マスクMとピン44b、44cとが当接する。これにより、マスクMがx方向に位置決めされる。なお、付勢部45は、ローラ45bがマスクMのy方向の略中央を押すような位置に設けることが望ましい。また、アーム45aと上面41aとの距離を一定にするため、アーム45aの下面に上面41aと当接するローラ（図示せず）を設けてもよい。
- [0126] 付勢部45と同様に、付勢部46はアーム46aを有し、アーム46aの先端にはローラ46bが設けられている。制御部151aが、アーム46aを軸46axを中心に反時計回りに回転させる（図15矢印参照）と、ローラ46bがマスクMの-y側の端面に当接し、マスクMに+y方向の力を付勢する（図15白抜き矢印参照）。マスクMと上面41aとの間に空気の層が形成されているため、マスクMは、+y方向に移動し、その結果マスクMとピン44aとが当接する。これにより、マスクMがy方向に位置決めされる。なお、付勢部46は、ローラ46bがマスクMの-x方向及び-y方向の角近傍を押すような位置に設けることが望ましい。また、アーム46aと上面41aとの距離を一定にするため、アーム46aの下面に上面41aと当接するローラ（図示せず）を設けてもよい。
- [0127] ピン44a、44b、44cとマスクMとが当接してマスクMの水平方向

の位置決めがされたら、制御部151aは、ステージ41を制御して、空気孔41eからの空気の吐出を止める。その結果、マスクMは、x方向及びy方向の位置決めがされた状態で上面41aの上に載置される。なお、制御部151aは、ピン44a、44b、44cに設けた図示しないセンサ等の検出結果に基づいて、ピン44a、44b、44cとマスクMとが当接したと判定することができる。

[0128] その後、制御部151aは、ピン駆動部44dを制御してピン44a、44b、44cを+z方向に移動させて、ピン44a、44b、44cを穴41j、41k、41lのいずれかから抜いて、ピン44a、44b、44cをステージ41から離す。これにより、高精度でマスクMの位置決めを行うことができる。

[0129] マスクMは上面41aの上に載置されているため、上面41aとマスクM下面との摩擦により、マスクMが上面41aに固定される。したがって、マスクMは上面41aの上に載置された後は、例えばピン44a、44b、44cが+z方向に移動したとしても、ステージ41が変形しない限り、マスクMが変形、移動等することは無い。また、ピン44a、44b、44cを穴41j、41k、41lから抜くため、マスクMがピン44a、44b、44cに当接してマスクMがピン44a、44b、44cから力を受け、その力によりマスクMがゆがむことを防止することができる。

[0130] マスクMがステージ41に載置されたら、制御部151aは、マスクMに補正用基板パターンを描画して、補正用基板を生成する。制御部151aは、補正用基板パターンに関する情報である補正用基板描画情報をROM153から取得し、補正用基板描画情報に基づいて描画処理を行う。光をマスクMに照射する処理は、すでに公知の技術を用いて行うことができる。

[0131] 図16は、補正用基板描画情報の一例を示す図である。図16においては、マスクMの位置を点線で模式的に示す。補正用基板パターンは、二次元状に配列された複数の十字を含むパターンであり、本実施の形態では格子状のパターンである。制御部151aは、駆動部25、34を制御してステージ

4 1 を x 方向及び y 方向に動かしながら、マスク M に補正用基板パターンを描画して補正用基板 M 1 を生成する。制御部 1 5 1 a は、ステージ 4 1 を x 方向に移動させて一列分の描画を行ってから、ステージ 4 1 を y 方向に移動させて補正用基板の描画処理を行う。なお、ステージ 4 1 を動かす処理については、後に詳述する。

[0132] 図 1 7 は、図 1 6 に示す補正用基板描画情報に基づいて生成した補正用基板 M 1 を示す。図 1 7 において、領域 A 1 のパターンは光照射部 4 3 a により描画されており、領域 A 2 のパターンは光照射部 4 3 b により描画されており、領域 A 3 のパターンは光照射部 4 3 c により描画されており、領域 A 4 のパターンは光照射部 4 3 d により描画されており、領域 A 5 のパターンは光照射部 4 3 e により描画されており、領域 A 6 のパターンは光照射部 4 3 f により描画されており、領域 A 7 のパターンは光照射部 4 3 g により描画されている。図 1 7 においては、様々な誤差により、x 方向の描画パターンが図 1 6 における右側（-y 方向）に y 1 だけふくらんだ曲線となっている。

[0133] 次に、制御部 1 5 1 a は、補正用基板 M 1 を用いて光照射部 4 3 の設置誤差等を補正する補正データを生成する。以下、補正データを生成する方法について詳細に説明する。

[0134] 制御部 1 5 1 a は、補正用基板 M 1 を生成したときの状態である初期状態（0 度）と、初期状態から補正用基板 M 1 を略 9 0 度、略 1 8 0 度、及び略 2 7 0 度回転させた状態と、のそれぞれの状態で補正用基板 M 1 をステージ 4 1 の上面 4 1 a に載置し、それぞれの場合において、パターン読取部 4 7 を用いて補正用基板 M 1 を読み取る。

[0135] 初期状態においては、領域 A 1 のパターンはパターン読取部 4 7 a で読み取られ、領域 A 2 のパターンはパターン読取部 4 7 b で読み取られ、領域 A 3 のパターンはパターン読取部 4 7 c で読み取られ、領域 A 4 のパターンはパターン読取部 4 7 d で読み取られ、領域 A 5 のパターンはパターン読取部 4 7 e で読み取られ、領域 A 6 のパターンはパターン読取部 4 7 f で読み取

られ、領域A7のパターンはパターン読取部47gで読み取られる。したがって、パターン読取部47を用いて補正用基板M1を読み取った結果は、図15に示す補正用基板描画情報と一致する。

[0136] 図18は、初期状態から補正用基板M1を略180度回転させた状態において、パターン読取部47を用いて補正用基板M1を読み取った結果を示す。この場合には、領域A1のパターンはパターン読取部47gで読み取られ、領域A2のパターンはパターン読取部47fで読み取られ、領域A3のパターンはパターン読取部47eで読み取られ、領域A4のパターンはパターン読取部47dで読み取られ、領域A5のパターンはパターン読取部47cで読み取られ、領域A6のパターンはパターン読取部47bで読み取られ、領域A7のパターンはパターン読取部47aで読み取られる。したがって、初期状態から略180度回転された補正用基板M1をパターン読取部47により読み取った結果（図18の実線参照）は、x方向の描画パターンが、図17における左側（+y方向）にy2だけふくらんだ曲線となる。y2は、y1の2倍の大きさである。なお、図18において、破線は補正用基板描画情報を示す。

[0137] 制御部151aは、初期状態での読み取り結果（補正用基板描画情報、図18の点線参照）と、初期状態から補正用基板M1を略180度回転させた状態での読み取り結果（図18の実線参照）の中間（図18の2点鎖線参照）を、光照射部43の補正值とする。

[0138] 図18に示す場合においては、補正值は、x方向の描画パターンが、+y方向にy1だけふくらんだ曲線となる。この補正值を補正用基板描画情報に加算した情報を用いて補正用基板M1'（図示せず）を描画すると、補正用基板M1'のパターンは直線となり、初期状態でのパターン読取部47による読み取り結果と、初期状態から補正用基板M1'を略180度回転させた状態でのパターン読取部47による読み取り結果は一致する。

[0139] 同様に、制御部151aは、初期状態から補正用基板を略90度回転させた状態でのパターン読取部47による読み取り結果と、初期状態から補正用

基板を略270度回転させた状態でのパターン読取部47による読み取り結果の中間を補正值として算出する。

[0140] このようにして、制御部151aは、補正用基板M1を生成したときの状態である初期状態（0度）と、初期状態から補正用基板M1を略90度、略180度、及び略270度回転させた状態と、のそれぞれの状態で補正用基板M1を読み取ったときの補正用基板パターンの位置を取得し、初期状態での読み取り結果と、補正用基板M1を略180度回転させた状態での読み取り結果とが一致し、かつ補正用基板M1を略90度回転させた状態での読み取り結果と、補正用基板M1を略270度回転させた状態での読み取り結果とが一致する補正值を光照射部43の補正データとする。なお、これらの読み取り値が一致する場合は、補正用基板M1に描画されたパターンと、補正用基板描画情報に示されるパターンとが完全に一致する場合のみである。

[0141] これにより、光照射部43単独で自らを校正し、マスクMに描画されるパターンと、描画情報に示されるパターンとを完全に一致させることができる。また、複数の十字の位置を含む補正用基板パターンを用いることで、x方向、y方向のそれぞれについて補正值を求めることができる。なお、本実施の形態では、制御部151aは、補正用基板の作成及びこの補正用基板を用いた補正データ生成処理を1回ずつ行ったが、補正用基板の作成及びこの補正用基板を用いた補正データ生成処理をそれぞれ複数回行っても良い。また、本実施の形態では、制御部151aは、初期状態での読み取り結果と、補正用基板M1を略180度回転させた状態での読み取り結果とが一致し、かつ補正用基板M1を略90度回転させた状態での読み取り結果と、補正用基板M1を略270度回転させた状態での読み取り結果とが一致する補正值を光照射部43の補正データとしたが、初期状態での読み取り結果と、補正用基板M1を略180度回転させた状態での読み取り結果とが一致する値を補正データとしてもよい。

[0142] 次に、描画処理について説明する。まず、マスクMをステージ41の上に載置する載置処理を行う。当該載置処理は、補正用基板M1を生成する場合

と同様であるため、説明を省略する。

[0143] マスクMがステージ4 1の上に載置されたら、制御部1 5 1 aは、所定時間（例えば、数時間）が経過するまで、マスクMをそのまま放置する。その後、制御部1 5 1 aは、AF処理部4 3 5を制御して、マスクMの位置と、光照射部4 3とマスクMとの距離と、を関連付けた距離情報を取得し、距離情報に基づいて補正情報（ x y 補正テーブル）を作成する（後に詳述する描画位置補正処理に使用）。

[0144] 図1 9は、マスクMとステージ4 1の上面4 1 aとの間に塵埃Dが付着しているときのマスクMの様子を示す模式図である。塵埃DによりマスクMがたわむと、感光性基板がたわんでいないことを前提として鉛直方向のレーザビームを光照射部4 3 a～4 3 gから照射したときにレーザビームを当てようとしている位置と、マスクMがたわんでいるときに実際にレーザビームが当たる位置との間には、誤差が生じる。

[0145] 例えば、マスクMの中心線（図1 9の一点鎖線参照）が上側（ $+z$ 側）に凸となっている部分は、マスクMの表面が延びているため、描画処理時には、 y 方向の移動量を大きくしなければならない。それに対し、マスクMの中心線が下側（ $-z$ 側）に凸となっている部分は、マスクMの表面が縮んでいるため、描画処理時には、 y 方向の移動量を小さくしなければならない。

[0146] さらに、マスクMの厚さが均一でない場合にも、光照射部4 3 a～4 3 gからレーザビームを当てようとしている位置と、実際にレーザビームが当たる位置との間に誤差が生じる。したがって、制御部1 5 1 aは、距離情報として、マスクMの厚み分布（トータル・シックネス・バリエーション、TTV）を取得する。

[0147] このように、制御部1 5 1 aは、取得された距離情報に基づいて、マスクMの位置と、マスクMの水平方向の位置ずれと、を関連付けた x y 補正テーブルを作成して描画情報を補正する。

[0148] また、制御部1 5 1 aは、光読取部4 8 a～4 8 gを用いて、光照射部4 3 a～4 3 gの位置関係を取得しておく。まず、制御部1 5 1 aは、ステー

ジ 4 1 を移動させて、光照射部 4 3 a ~ 4 3 g の x y 平面における位置と、光読取部 4 8 a ~ 4 8 g の x y 平面における位置とを一致させる。そして、制御部 1 5 1 a は、光照射部 4 3 a ~ 4 3 g から光を照射し、光照射部 4 3 a から照射された空中像 i を光読取部 4 8 a で読み取り、光照射部 4 3 b から照射された空中像 i を光読取部 4 8 b で読み取り、光照射部 4 3 c から照射された空中像 i を光読取部 4 8 c で読み取り、光照射部 4 3 d から照射された空中像 i を光読取部 4 8 d で読み取り、光照射部 4 3 e から照射された空中像 i を光読取部 4 8 e で読み取り、光照射部 4 3 f から照射された空中像 i を光読取部 4 8 f で読み取り、光照射部 4 3 g から照射された空中像 i を光読取部 4 8 g で読み取る。制御部 1 5 1 a は、光読取部 4 8 a ~ 4 8 g で読み取った結果を、それぞれ、x 座標、y 座標の位置に変換する。

[0149] 次に、制御部 1 5 1 a は、ステージ 4 1 を -y 方向に移動させて、光照射部 4 3 b から照射された空中像 i を光読取部 4 8 a で読み取り、光照射部 4 3 c から照射された空中像 i を光読取部 4 8 b で読み取り、光照射部 4 3 d から照射された空中像 i を光読取部 4 8 c で読み取り、光照射部 4 3 e から照射された空中像 i を光読取部 4 8 d で読み取り、光照射部 4 3 f から照射された空中像 i を光読取部 4 8 e で読み取り、光照射部 4 3 g から照射された空中像 i を光読取部 4 8 f で読み取る。制御部 1 5 1 a は、光読取部 4 8 a ~ 4 8 f で読み取った結果を、それぞれ、x 座標、y 座標の位置に変換する。

[0150] 制御部 1 5 1 a は、1 回目に読み取った結果 (x 座標、y 座標の位置) と、2 回目に読み取った結果 (x 座標、y 座標の位置) とを比較することで、光照射部 4 3 a と光照射部 4 3 b との位置関係、光照射部 4 3 b と光照射部 4 3 c との位置関係、光照射部 4 3 c と光照射部 4 3 d との位置関係、光照射部 4 3 d と光照射部 4 3 e との位置関係、光照射部 4 3 e と光照射部 4 3 f との位置関係、光照射部 4 3 f と光照射部 4 3 g との位置関係をそれぞれ取得する。位置測定の精度は、光照射部 4 3 の顕微鏡の倍率等に基づくが、略 1 0 n m 以下である。制御部 1 5 1 a は、これらの位置関係を用いて、描

画情報を補正する。

[0151] 次に、制御部 151a は、位置測定部 29、39 により取得した測定値に基づいて、光照射部 43a がマスク M の $-x$ 側の端及び $-y$ 側の端に光を照射する位置へとステージ 41 を移動させる。その後、制御部 151a は、光照射部 43 から光を照射しつつステージ 41 を移動させて、描画処理を行う。制御部 151a は、描画処理に先立ち、描画情報を ROM 153 から取得する。そして、制御部 151a は、算出された補正值に基づいて描画情報を補正し、補正後の描画情報を用いて描画処理を行う。

[0152] まず、描画処理におけるステージ 41 の移動について説明する。制御部 151a は、描画処理の間、空気吐出部 28、38 から継続して空気を吐出する。これにより、板状部 23 と、レール 21、ガイドレール 22 との間に空気の層が形成されるため、板状部 23 がレール 21、ガイドレール 22 の上を滑らかに移動する。また、ステージ 41 と、レール 31、ガイドレール 32 との間に空気の層が形成されるため、ステージ 41 がレール 31、ガイドレール 32 の上を滑らかに移動する。これにより、ステージ 41 を滑らかに水平方向 (x 方向及び y 方向) に移動させることができる。特に、凸部 23c や凸部 41c を 2 次元状に配置し、空気の層を一定の厚さとすることで、ステージ 41 の高さを変えることなく、板状部 23 やステージ 41 を水平方向に移動させることができる。

[0153] 空気吐出部 28 から空気を吐出して、板状部 23 とレール 21 やガイドレール 22 との間に空気の層を形成しつつも、棒状部材 26 が磁石 27 に吸引されることで、板状部 23 がレール 21 やガイドレール 22 から浮きすぎることを防止する。また、空気吐出部 28、38 から空気を吐出して、ステージ 41 とレール 31 やガイドレール 32 との間に空気の層を形成しつつも、棒状部材 36 が磁石 37 に吸引されることで、ステージ 41 がレール 31 やガイドレール 32 から浮きすぎることを防止する。これにより、板状部 23 やステージ 41 の高さの変動を防止することができる。また、凸部 23c 部、41c にそれぞれ複数の空気吐出部 28、38 を設けることで、板状部 2

3とレール21やガイドレール22との間に形成される空気の層、及びステージ41とレール31やガイドレール32との間に形成される空気の層の圧力を高くし、これにより板状部23やステージ41の剛性を高くすることができる。

[0154] さらに、棒状部材26が磁石27に吸引されることで、板状部23とレール21やガイドレール22との間に形成された空気の層を薄くし、これにより空気の層の圧力を高くして、板状部23の剛性を高くすることができる。また、棒状部材36が磁石37に吸引されることで、ステージ41とレール31やガイドレール32との間に形成された空気の層を薄くし、これにより空気の層の圧力を高くして、ステージ41の剛性を高くすることができる。

[0155] 駆動部25が、ガイドレール22の近傍に、ガイドレール22を中心として線対称の位置に設けられるため、駆動部25は、板状部23（ステージ41）を水平面内で回転させることなく、板状部23（ステージ41）をx方向に移動させることができる。また、駆動部34が、ガイドレール32の近傍に、ガイドレール32を中心として線対称の位置に設けられるため、駆動部34は、ステージ41を水平面内で回転させることなく、ステージ41をy方向に移動させることができる。

[0156] また、制御部151aは、ステージ41を移動させる時に、位置測定部29から取得した情報に基づいて駆動部25を制御し、位置測定部39から取得した情報に基づいて駆動部34を制御する。図20は、制御部151aが行う駆動部25、34の制御について説明する図である。

[0157] まず、推力変換部164、174は、可動子25b、34bのU相、V相、W相にそれぞれ信号を出力し、推力変換部164、174は、その結果に基づいて可動子25b、34bのU相、V相、W相の力率（力率情報）を求めておく。

[0158] 第1移動部20の-y側の位置測定部29における計測信号は、Xカウンタ（1）161に入力され、+y側の位置測定部29における計測信号は、Xカウンタ（2）162に入力される。制御部151aは、Xカウンタ（1

）１６１の出力と、Ｘカウンタ（２）１６２の出力との平均値を、現在位置とする。

[0159] 目標座標算出部１６３では、ＣＰＵ１５１から出力されるパルス等に基づいて、現時点における目標座標（位置指令）が算出される。制御部１５１ａは、Ｘカウンタ（１）１６１、Ｘカウンタ（２）１６２からの出力信号と、目標座標算出部１６３から出力された位置指令との偏差の一次関数（ P ）を算出する。また、制御部１５１ａは、偏差の積分に比例して変化する入力値（ I ）と、偏差の微分に比例して変化する入力値（ D ）を算出する。これらの値は、推力変換部１６４へ入力される。

[0160] さらに、制御部１５１ａは、目標座標算出部１６３で算出された位置指令を１次微分する１次微分項と、位置指令を２次微分する２次微分項と、を算出する。これらの値は、推力変換部１６４へ入力される。推力変換部１６４には、原点センサ１６５から駆動部２５の位置を管理するために基準となる原点信号が入力される。

[0161] 推力変換部１６４は、入力された情報に基づいて駆動部２５を駆動するための信号を生成する。具体的には、推力変換部１６４は、比例動作、積分動作、微分動作を組み合わせたＰＩＤ制御と、目標座標算出部１６３から入力された位置指令、１次微分項、２次微分項とに基づいたフィードフォワード制御と、を行う。そして、推力変換部１６４では、制御結果、力率情報等に基づいて駆動信号を生成する。駆動信号は、Ｕ相、Ｖ相、Ｗ相のそれぞれに対応する信号であり、アンプ１６６、１６７、１６８でそれぞれ増幅された後、可動子２５ｂのＵ相、Ｖ相、Ｗ相のコイルそれぞれに出力される。したがって、ステージ４１を正確に移動させることができる。なお、精度の高い制御（ nm ～数十 nm 単位の制御）を行うためには、アンプ１６６、１６７、１６８は、ＤＣリニアアンプであることが望ましい。

[0162] 第２移動部３０の－ x 側の位置測定部３９における計測信号は、Ｙカウンタ（１）１７１に入力され、＋ x 側の位置測定部３９における計測信号は、Ｙカウンタ（２）１７２に入力される。制御部１５１ａは、Ｙカウンタ（１

) 171の出力と、Yカウンタ(2)172の出力との平均値を、現在位置とする。

[0163] 目標座標算出部173では、目標座標算出部163と同様に、位置指令を算出する。制御部151aは、Yカウンタ(1)171、Yカウンタ(2)172からの出力信号と、目標座標算出部173から出力された位置指令との偏差の一次関数(P)を算出する。また、制御部151aは、偏差の積分に比例して変化する入力値(I)と、偏差の微分に比例して変化する入力値(D)を算出する。これらの値は、推力変換部174へ入力される。

[0164] さらに、制御部151aは、目標座標算出部173で算出された位置指令の1次微分項と、位置指令の2次微分項と、を算出する。これらの値は、推力変換部174へ入力される。推力変換部174には、原点センサ175から駆動部34の位置を管理するために基準となる原点信号が入力される。

[0165] 推力変換部174は、入力された情報に基づいて駆動部25を駆動するための信号を生成する。具体的には、推力変換部174は、推力変換部164と同様に、PID制御と、フィードフォワード制御とを行い、制御結果、力率情報等に基づいて駆動信号を生成する。駆動信号は、U相、V相、W相のそれぞれに対応する信号であり、アンプ176、177、178でそれぞれ増幅された後、可動子34bのU相、V相、W相のコイルそれぞれに出力される。したがって、板状部23を正確に移動させることができる。なお、アンプ166、167、168と同様、アンプ176、177、178はDCリニアアンプであることが望ましい。

[0166] また、制御部151aは、ステージ41を移動させる時に、ステージ41が板状部23からはみ出ないように駆動部34を制御する。また、制御部151aは、板状部23を移動させる時に、板状部23がレール21、ガイドレール22からはみ出ないように駆動部25を制御する。これにより、ステージ41がたわむことにより、マスクMの保持位置がずれてしまうことを防止することができる。

[0167] 次に、描画処理における光照射部43の制御について説明する。図21は

、制御部151aが行う描画位置補正処理について説明する図である。なお、LUT181a～188aについては、校正処理により既に得られている。LUT181a～188aは、スケール29a、39aを交換する、空気吐出部28、38から吐出される空気の圧力を変える等、ステージ41の走行条件が変化しない限り、更新の必要はない。なお、LUT181a～187aは、光読取部48a～48gにより得られた光照射部43a～43gの位置関係を補正する値を含んでも良い。

[0168] 制御部151aは、すでに説明した補正用基板M1を用いた補正データ及びx y補正テーブルに基づいて、各光照射部43a～43gのx方向のオフセットテーブル181b～187b、y方向のオフセットテーブル188b～188hを算出する。補正データ及びx y補正テーブルはマスクM上の位置と関連付けられたデータであるため、制御部151aは、例えば、マスクM上の位置p（図示せず）における補正データとx y補正テーブルとを加算することで、位置pにおけるx方向のオフセット量と、y方向のオフセット量とを算出する。そして、制御部151aは、この処理をマスクM上の全ての位置に対して行い、その結果を各光照射部43a～43gが描画するマスクMの位置に応じて分けることで、x方向のオフセットテーブル181b～187b、y方向のオフセットテーブル188b～188hを算出する。なお、オフセットテーブル181b～187b、188b～188hは定常値である。また、オフセットテーブル181b～187b、188b～188hは、光照射部43a～43gの位置毎に、光源432の各画素に対応して値が2次元配置されたものである。

[0169] 制御部151aは、推力変換部164、174においてPID制御及びフィードフォワード制御に基づいて生成された駆動信号に基づいて駆動部25、34を駆動しながら、位置測定部29、39により板状部23のx方向の位置及びステージ41のy方向の位置を測定する。そして、これらの値を各光照射部43a～43gの位置に応じて重み付け加算して、現時点における光照射部43a～43gのx方向の位置191～197及び現時点における

光照射部43aのy方向の位置198を算出する。重み付け加算による位置191～198の算出は、位置測定部29、39が光照射部43a～43gの位置にあると仮定したときの測定値の算出と同様の方法で行う。

[0170] なお、位置測定部29、39の測定値はそれぞれヨ一変位量を含むため、y方向の位置198は、位置測定部29、39の測定値から求められた回転量を足して算出する必要がある。

[0171] 制御部151aは、光照射部43aのx方向の位置191を取得すると、この位置191における補正値をLUT181aとオフセットテーブル181bとから取得し、これらを足した値を光照射部43aのx方向のパターン位置補正量として算出する。同様に、制御部151aは、光照射部43b～43gのx方向の位置192～197に基づいて、この位置192～197における補正値をLUT182a～187aとオフセットテーブル182b～187bとから取得し、これらを足した値を光照射部43b～43gのx方向のパターン位置補正量としてそれぞれ算出する。

[0172] また、制御部151aは、光照射部43aのy方向の位置198を取得すると、この位置191における補正値をLUT188aとオフセットテーブル188bとから取得し、これらを足した値を光照射部43aのy方向のパターン位置補正量として算出する。同様に、制御部151aは、LUT188aとオフセットテーブル188c～188hに基づいて、光照射部43b～43gのy方向のパターン位置補正量をそれぞれ算出する。

[0173] 制御部151aは、算出されたx方向のパターン位置補正量及びy方向のパターン位置補正量を用いて描画情報を補正する。具体的には、制御部151aは、図22又は図23に示すように、光照射部43が有する光学部材を移動させることにより、x方向及びy方向の位置補正を行う。

[0174] 図22、23は、光源432から照射された光が結像される位置（像位置）を水平方向に移動させる様子を示す模式図である。図22、23では、光学部材を移動させていない状態における光の経路を細い実線で示し、光学部材を移動させた状態における光の経路を細い2点鎖線で示す。また、図22

、23では、説明のため、光源432から照射される面状の光のうち、ある点から照射された光のみを図示している。

[0175] 図22に示すように、チューブレンズ群435aを水平方向（x方向及び／又はy方向）に移動させることで、像位置を水平方向に移動させる。図22では、チューブレンズ群435aを実線で示す位置から2点鎖線で示す位置へと移動させた結果、像位置が-y方向へ移動している。また、チューブレンズ群435aのみを水平方向に移動させる構成とすることで、収差が抑制される。

[0176] また、図23に示すように、平行平板439をx方向及び／又はy方向に対して傾けることで、見かけの発光点を水平方向に移動させ、像位置を水平方向に移動させる。図23では、y補正回転の軸を中心に、平行平板439を図23における右側が下に向くように傾けることで、見かけの発光点が図23における左側（図23の実線で示す位置から点線で示す位置）へ移動し、像位置が図23における右側（-y方向）へ移動している。また、平行平板439をx補正回転の軸を中心に回転させることで、像位置がx方向へ移動する。平行平板439は、収差を抑えるため、略1～2度以下の傾きとすることが望ましい。

[0177] このように、チューブレンズ群435aを水平方向に移動させるか、平行平板439を傾けるかのいずれかの方法を用いることにより、レーザ光を面照射する場合に、描画情報を補正して光を照射することができる。

[0178] なお、制御部151aは、x方向の位置補正については、光源432の各ピクセルを点灯させるタイミング、つまり照射タイミング情報（Horizontal Drive信号の出力タイミング）をずらすことにより行ってもよい。また、制御部151aは、y方向の位置補正については、光源432の描画情報（2次元配置されたピクセル）の外側に設けた冗長ピクセルを用いて描画情報を移動させる、つまり位置情報をずらすことにより行ってもよい。

[0179] このように、制御部151aは、光照射部43a～43gの現在の位置に

応じて描画情報を補正し、補正した描画情報に基づいて描画処理を行う。描画処理においては、制御部151aは、ステージ41をx方向に移動させて一列分の描画を行ってから、ステージ41をy方向に移動させる。なお、制御部151aは、描画処理時に、必要に応じて枠体431をz方向に移動させる。枠体431の移動は、リニアエンコーダ434eで枠体431のz方向の移動量を測定しつつ、piezo素子434dを駆動することにより行われる。これにより、マスクMの厚さが変動等したとしても、光照射部43から照射される光を、マスクM上に結像させることができる。

[0180] 本実施の形態によれば、レーザ干渉計51、52、53を用いて位置測定部29、39を校正するため、正確にステージを水平方向に移動させることができる。そのため、マスクMに描画するパターンの位置精度を高くすることができる。

[0181] また、本実施の形態によれば、光照射部43を用いて補正用基板を生成し、補正用基板を用いて補正データを生成し、補正データを用いて描画情報を補正するため、光照射部43の設置誤差等を補正して、パターンを正確に描画することができる。

[0182] また、本実施の形態によれば、AF処理部435を制御して、マスクMのたわみ等高さ方向の変化を取得し、これを補正するようxy補正テーブルを作成し、xy補正テーブルを用いて描画情報を補正するため、マスクMのたわみ等が発生したとしても、パターンを正確に描画することができる。また、熱膨張係数が略 $1 \times 10^{-7} / K$ 以下（マスクMの熱膨張係数より小さい）のセラミックを用いてステージ41を形成することで、制御しきれない温度変化（0.01度程度）があった場合にも、ステージ41の変形を防止し、これによるマスクMのたわみ（膨張、収縮によるたわみ）を防止して、パターンの位置精度を高くすることができる。

[0183] また、本実施の形態によれば、空気吐出部28とレール21及びガイドレール22との間、及び空気吐出部38とレール31及びガイドレール32との間に空気の層が形成されるため、ステージ41を滑らかに、かつ正確に移

動させ、これによりパターンの位置精度を高くすることができる。また、ガイドレール 2 2 と溝 2 3 d との間に空気の層を形成し、ガイドレール 3 2 と溝 4 1 g との間に空気の層を形成することも、板状部 2 3 やステージ 4 1 を滑らかに、かつ正確に移動させ、これによりパターンの位置精度を高くするのに有効である。

[0184] なお、本実施の形態では、可動子 2 5 b の内部に冷却液が流れる配管 2 5 c が設けられ、可動子 3 4 b の内部に冷却液が流れる配管 3 4 c が設けられるが、配管 2 5 c、2 5 d、3 4 c、3 4 d は必須ではない。また、可動子 2 5 b、3 4 b や固定子 2 5 a、3 4 a を冷却する方法もこれに限られない。

[0185] また、本実施の形態では、定盤 1 1 と板状部 2 3 との間に棒状部材 2 6 及び磁石 2 7 を設け、板状部 2 3 とステージ 4 1 との間に棒状部材 3 6 及び磁石 3 7 を設けることで、ステージ 4 1 とレール 3 1 やガイドレール 3 2 との間に形成された空気の層を薄くしたが、これらの空気の層を薄くする方法はこれに限られない。例えば、板状部 2 3 A の凸部 2 3 c に空気を吸引する空気吸引部をさらに設け、ステージ 4 1 の凸部 4 1 c に空気を吸引する空気吸引部をさらに設けてもよい。また、棒状部材 2 6、磁石 2 7、棒状部材 3 6 及び磁石 3 7 や、空気吸引部等の空気の層を薄くする構成は必須ではない。

[0186] また、本実施の形態では、光照射部 4 3 を 7 個設けたが、光照射部 4 3 の数は 7 個に限られず、1 つでもよい。ただし、y 方向の移動量を小さくするためには、光照射部 4 3 を複数設けることが望ましい。

[0187] また、本実施の形態では、パターン読取部 4 7 を別途設けたが、パターン読取部 4 7 の機能を光照射部 4 3 に含めることが可能であれば、パターン読取部 4 7 を別途設ける必要はない。また、パターン読取部 4 7 の機能の一部を光照射部 4 3 に含めてもよい。すなわち、パターン読取部 4 7 は、光照射部 4 3 に隣接して設けられていても良いし、光照射部 4 3 に設けられていても良い。

[0188] また、本実施の形態では、ピン 4 4 a、4 4 b、4 4 c が枠体 4 2 に対し

て移動可能に設けられ、必要に応じてピン44a、44b、44cを穴41j、41k、41lのいずれかに挿入することで、ピン44a、44b、44cがステージ41に設けられるが、予めピン44a、44b、44cをステージ41に設けておいてもよい。ただし、マスクMがピン44a、44b、44cに常時当接することによるマスクMの歪みを防止するためには、マスクMをステージ41に載置した後、ピン44a、44b、44cをステージ41から外すことが望ましい。また、ピン44a、44b、44cを穴41j、41k、41lに挿入したり抜いたりする形態もこれに限られない。

[0189] 以上、この発明の実施形態を、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。当業者であれば、実施形態の各要素を、適宜、変更、追加、変換等することが可能である。

[0190] また、本発明において、「略」とは、厳密に同一である場合のみでなく、同一性を失わない程度の誤差や変形を含む概念である。例えば、略水平とは、厳密に水平の場合には限られず、例えば数度程度の誤差を含む概念である。また、例えば、単に平行、直交等と表現する場合において、厳密に平行、直交等の場合のみでなく、略平行、略直交等の場合を含むものとする。また、本発明において「近傍」とは、基準となる位置の近くのある範囲（任意に定めることができる）の領域を含むことを意味する。例えば、Aの近傍という場合に、Aの近くのある範囲の領域であって、Aを含んでもいても含んでいなくてもよいことを示す概念である。

符号の説明

[0191] 1、2 : マスク製造装置
11 : 定盤
11a : 上面
11b : レール
11c : 駆動部
12、13 : 除振台

20、20A：第1移動部
21、21a、21b：レール
22：ガイドレール
23、23A：板状部
23a：上面
23b：下面
23c：凸部
23d：溝
23e、23f：端面
24、24A：凸部
24a：空気吐出部
25：駆動部
25a：固定子
25b：可動子
25c、25d：配管
26：棒状部材
27：磁石
28：空気吐出部
29：位置測定部
29a：スケール
29b：検出ヘッド
30、30A：第2移動部
31、31a、31b：レール
32：ガイドレール
33、33A：凸部
33a：空気吐出部
34：駆動部
34a：固定子

- 3 4 b : 可動子
- 3 4 c、3 4 d : 配管
- 3 6 : 棒状部材
- 3 7 : 磁石
- 3 8 : 空気吐出部
- 3 9 : 位置測定部
- 3 9 a : スケール
- 3 9 b : 検出ヘッド
- 4 1、4 1 A : ステージ
- 4 1 a : 上面
- 4 1 b : 下面
- 4 1 c : 凸部
- 4 1 d : マスクリフター用孔
- 4 1 e : 空気孔
- 4 1 f : バーミラー
- 4 1 g : 溝
- 4 1 h、4 1 i : 端面
- 4 1 i、4 1 j、4 1 k : 穴
- 4 2 : 枠体
- 4 2 a : 柱
- 4 2 b : 梁
- 4 3、4 3 a、4 3 b、4 3 c、4 3 d、4 3 e、4 3 f、4 3 g : 光照射部
- 4 4 a、4 4 b、4 4 c : ピン
- 4 4 d : ピン駆動部
- 4 5、4 6 : 付勢部
- 4 7、4 7 a、4 7 b、4 7 c、4 7 d、4 7 e、4 7 f、4 7 g : パターン読取部

4 8、4 8 a、4 8 b、4 8 c、4 8 d、4 8 e、4 8 f、4 8 g : 光読取部

5 1、5 2、5 3 : レーザ干渉計

1 4 1 : 入出力装置

1 4 2 : ネットワーク

1 4 3 : 記憶媒体

1 5 1 : C P U

1 5 1 a : 制御部

1 5 2 : R A M

1 5 3 : R O M

1 5 4 : 入出力インターフェース

1 5 5 : 通信インターフェース

1 5 6 : メディアインターフェース

1 6 3 : 目標座標算出部

1 6 4 : 推力変換部

1 6 5 : 原点センサ

1 6 6、1 6 7、1 6 8 : アンプ

1 7 3 : 目標座標算出部

1 7 4 : 推力変換部

1 7 5 : 原点センサ

1 7 6、1 7 7、1 7 8 : アンプ

1 8 1 a、1 8 2 a、1 8 3 a、1 8 4 a、1 8 5 a、1 8 6 a、1 8 7 a、1 8 8 a : L U T

1 8 1 b、1 8 2 b、1 8 3 b、1 8 4 b、1 8 5 b、1 8 6 b、1 8 7 b、1 8 8 b、1 8 8 c、1 8 8 d、1 8 8 e、1 8 8 f、1 8 8 g、1 8 8 h : オフセットテーブル

1 9 1、1 9 2、1 9 3、1 9 4、1 9 5、1 9 6、1 9 7 : 位置

4 3 1 : 枠体

- 4 3 2 : 光源
- 4 3 3 : 対物レンズ
- 4 3 4 : 連結部
- 4 3 4 a : 面
- 4 3 4 b : 面
- 4 3 4 c : 孔
- 4 3 4 d : ピエゾ素子
- 4 3 4 e : リニアエンコーダ
- 4 3 5 : A F（オートフォーカス）処理部
- 4 3 5 a : チューブレンズ群
- 4 3 5 b : ビームスプリッタ
- 4 3 5 c、4 3 5 d : センサ
- 4 3 6、4 3 7 : ミラー
- 4 3 9 : 平行平板
- 4 7 1 : 対物レンズ
- 4 7 2 : 光源ユニット
- 4 7 3 : 鏡筒
- 4 7 4 : チューブレンズ
- 4 7 5 : ミラー
- 4 7 6 : U Vカメラ
- 4 8 1 : 対物レンズ
- 4 8 2 : ミラー
- 4 8 3 : 鏡筒
- 4 8 4 : チューブレンズ
- 4 8 5 : U Vカメラ

請求の範囲

[請求項1]

略水平な上面にマスクが載置される板状のステージであって、前記上面の隣接する2辺に沿ったバーミラーが設けられたステージと、

略直方体の定盤と、

前記定盤に載置された第1移動部であって、板状部と、前記板状部を第1方向に移動させる第1駆動部と、を有する第1移動部と、

前記板状部の上面に載置され、かつ、前記ステージが上に載置された第2移動部であって、前記ステージを第2方向に移動させる第2駆動部を有する第2移動部と、

前記マスクに光を面照射する光照射部であって、前記バーミラーと平行な2つのミラーが設けられた光照射部と、

前記定盤に設けられ、前記ステージの上方に前記光照射部を保持する枠体と、

前記第1移動部の前記第2方向における両側に設けられ、前記板状部の前記第1方向における位置を取得する第1位置測定部及び第2位置測定部と、前記第2移動部の前記第1方向における両側に設けられ、前記ステージの前記第2方向における位置を取得する第3位置測定部及び第4位置測定部と、を有する位置測定部と、

前記2つのミラーの位置を基準とした前記バーミラーの位置を測定することで、前記光照射部と前記ステージとの位置関係を測定するレーザ干渉計と、

前記マスクに描画するパターンの位置及び形状に関する情報である描画情報を取得し、前記位置測定部により取得された値に基づいて前記第1駆動部と前記第2駆動部とを駆動して前記ステージを水平方向に移動させながら、前記描画情報に基づいて前記光照射部から前記マスクに光を照射する描画処理を行う制御部と、

を備え、

前記制御部は、前記第1位置測定部により取得した値及び前記第2

位置測定部により取得した値を、前記第 1 位置測定部及び前記第 2 位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値、及び、前記第 3 位置測定部により取得した値及び前記第 4 位置測定部により取得した値を、前記第 3 位置測定部及び前記第 4 位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値に基づいて、前記位置測定部が前記光照射部の位置にあると仮定したときの測定値を求め、当該求められた測定値と前記レーザ干渉計の測定結果とを比較して前記位置測定部を校正し、当該校正された位置測定部により取得された値に基づいて前記描画処理を行うことを特徴とするマスク製造装置。

[請求項2] 前記光照射部に隣接して又は前記光照射部に設けられた読取部を備え、

前記制御部は、

二次元状に配列された複数の十字の位置を含む補正用基板パターンに関する情報である補正用基板描画情報を取得し、

前記第 1 駆動部及び前記第 2 駆動部を制御して前記ステージを前記第 1 方向及び前記第 2 方向に動かしながら、前記補正用基板描画情報に基づいて前記光照射部から前記マスクに光を照射して、前記マスクに前記補正用基板パターンを描画して補正用基板を生成し、

前記補正用基板を生成したときの状態である初期状態と、前記初期状態から前記補正用基板を略 90 度、略 180 度、及び略 270 度回転させた状態と、のそれぞれにおいて、前記読取部により前記補正用基板を読み取り、当該読み取った結果に基づいて前記描画情報を補正し、

前記補正された描画情報に基づいて前記描画処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載のマスク製造装置。

[請求項3] 前記制御部は、前記初期状態で前記補正用基板を読み取った結果と、前記補正用基板を略 180 度回転させた状態で前記補正用基板を読

み取った結果とが一致し、前記補正用基板を略90度回転させた状態で前記補正用基板を読み取った結果と、前記補正用基板を略270度回転させた状態で前記補正用基板を読み取った結果とが一致するような補正值を生成し、当該生成された補正值を用いて前記描画情報を補正することを特徴とする請求項2に記載のマスク製造装置。

[請求項4] 前記光照射部は、前記マスクへ照射される光の焦点を前記マスクに合わせるオートフォーカス部を有し、

前記制御部は、

前記オートフォーカス部を制御して、前記光照射部と前記マスクとの距離とに関する距離情報を取得し、当該取得された距離情報に基づいて前記描画情報を補正し、

前記補正された描画情報に基づいて前記描画処理を行うことを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載のマスク製造装置。

[請求項5] 前記光照射部は、画素が2次元状に配置された面照射部を有し、

前記描画情報は、前記面照射部の位置と、前記面照射部の各画素における光の照射の有無と、を関連付けた位置情報と、前記面照射部の位置と、前記面照射部の各画素における光の照射タイミングとを関連付けた照射タイミング情報と、を含み、

前記制御部は、

前記第1方向については、前記照射タイミング情報をずらし、前記第2方向については前記位置情報をずらすことで前記描画情報を補正し、

前記ステージを前記第1方向に移動させて一列分の描画を行ってから、前記ステージを前記第2方向に移動させて前記描画処理を行うことを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載のマスク製造装置。

[請求項6] 前記光照射部は、光学部材を含み、

前記制御部は、前記光学部材を移動させることで前記描画情報を補

正することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のマスク製造装置。

[請求項7] 前記ステージは、熱膨張係数が略 $1 \times 10^{-7} / \text{K}$ 以下の材料を用いて形成され、

前記制御部は、前記ステージが前記板状部からはみ出ないように前記第 2 駆動部を制御することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載のマスク製造装置。

[請求項8] ステージの上面にマスクが載置され、光照射部から前記マスクに光を照射して前記マスクに描画を行うマスク製造装置の制御方法であって、

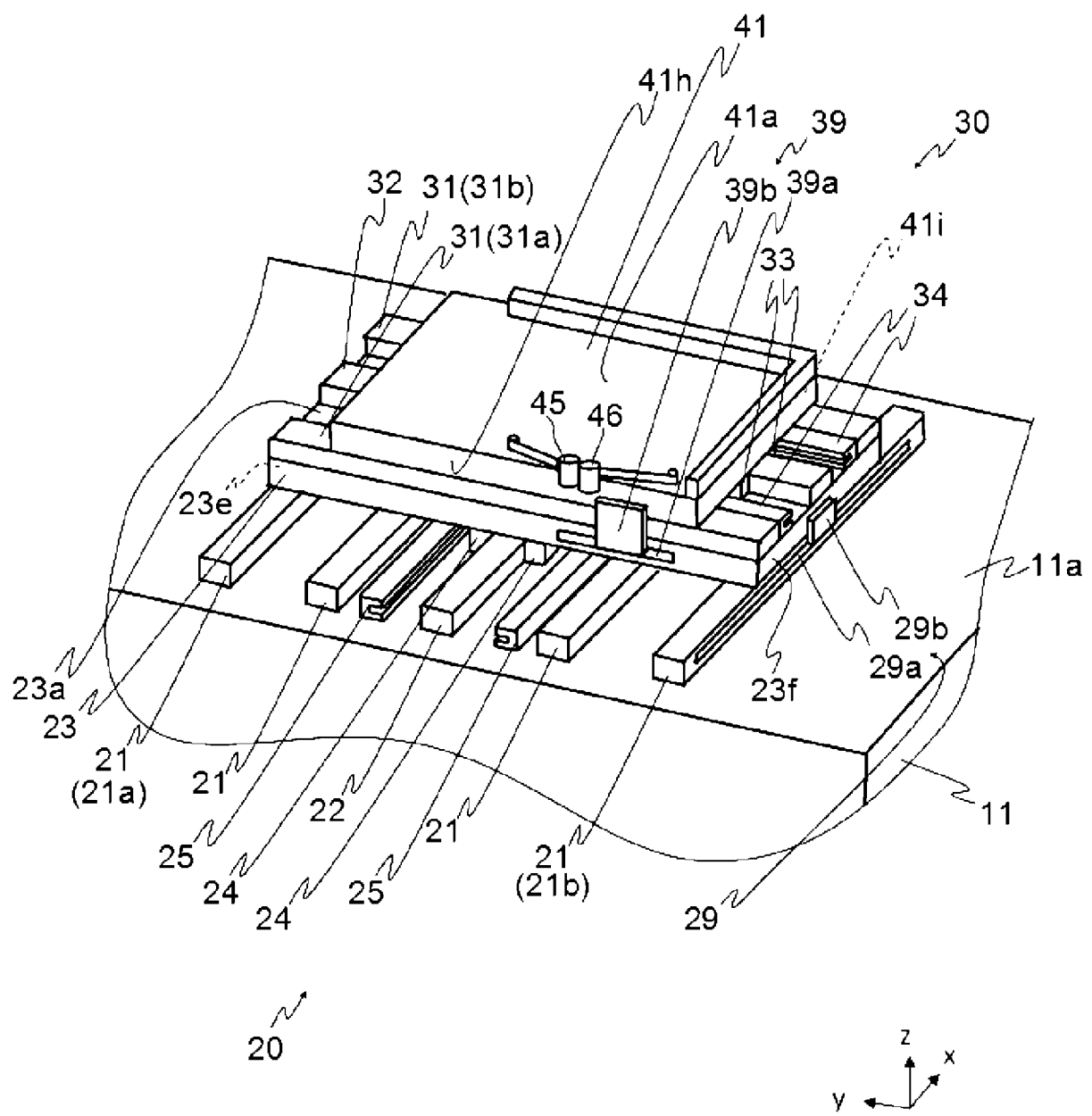
略直方体の定盤に載置され、板状部と、前記板状部を第 1 方向に移動させる第 1 駆動部と、を有する第 1 移動部の、第 2 方向における両側に設けられた第 1 位置測定部及び第 2 位置測定部により取得した値を、前記第 1 位置測定部及び前記第 2 位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値と、前記板状部の上面に載置され、かつ、前記ステージが上に載置され、前記ステージを第 2 方向に移動させる第 2 駆動部を有する第 2 移動部の前記第 1 方向における両側に設けられた第 3 位置測定部及び第 4 位置測定部により取得した値を、前記第 3 位置測定部及び前記第 4 位置測定部と前記光照射部との距離に応じて重み付けした重み付け平均値と、に基づいて、前記光照射部の位置における測定値を求める工程と、

前記求められた測定値と、前記光照射部に設けられた 2 つのミラーの位置を基準として、前記ステージに設けられたバーミラーの位置を測定することで、前記光照射部と前記ステージとの位置関係を測定するレーザ干渉計の測定結果と、に基づいて前記第 1 位置測定部、前記第 2 位置測定部、前記第 3 位置測定部及び前記第 4 位置測定部を校正する工程と、

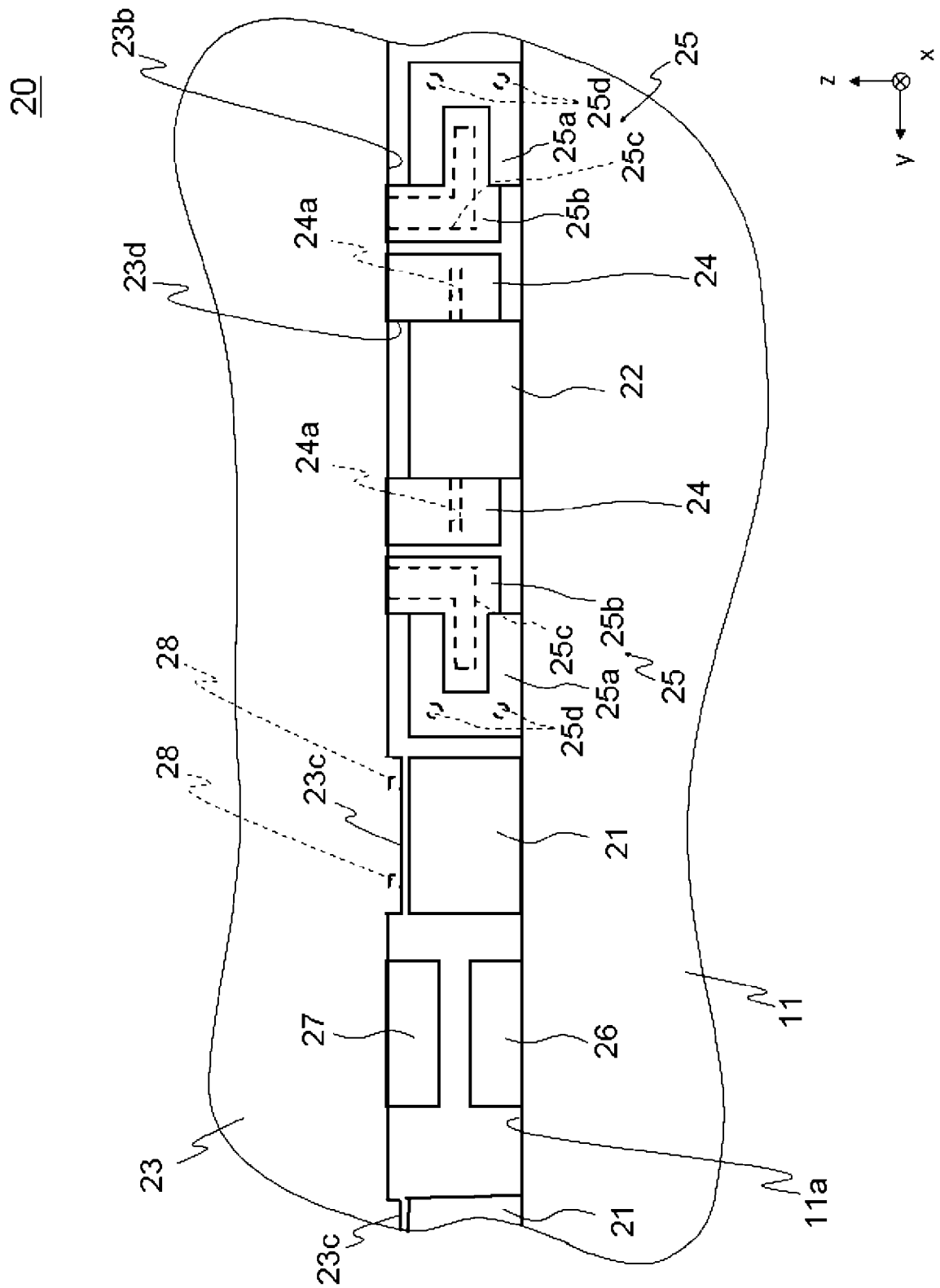
前記校正する工程により校正された前記第 1 位置測定部、前記第 2

位置測定部、前記第3位置測定部及び前記第4位置測定部により取得された値に基づいて前記第1駆動部と前記第2駆動部とを駆動して前記ステージを水平方向に移動させながら、前記マスクに描画するパターンの位置及び形状に関する情報である描画情報に基づいて前記光照射部から前記マスクに光を照射して前記マスクに描画を行う工程と、
を含むことを特徴とするマスク製造装置の制御方法。

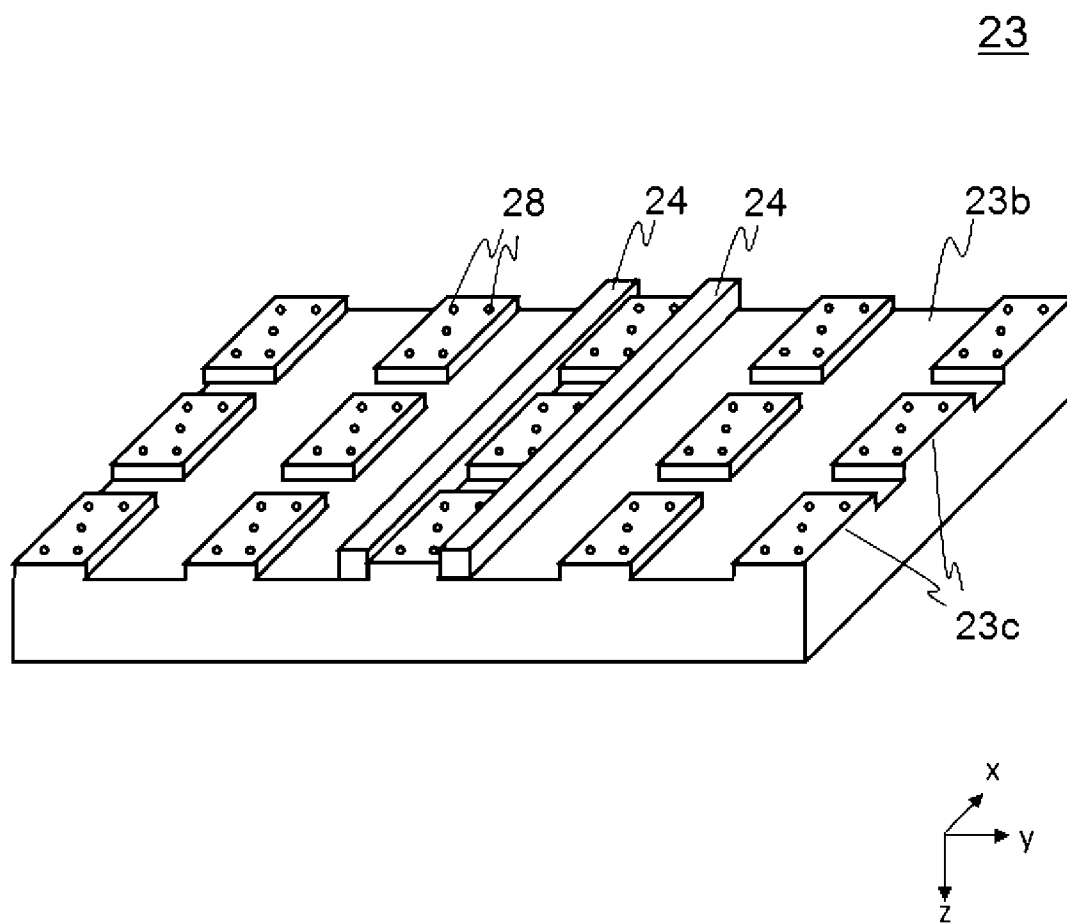
[図2]



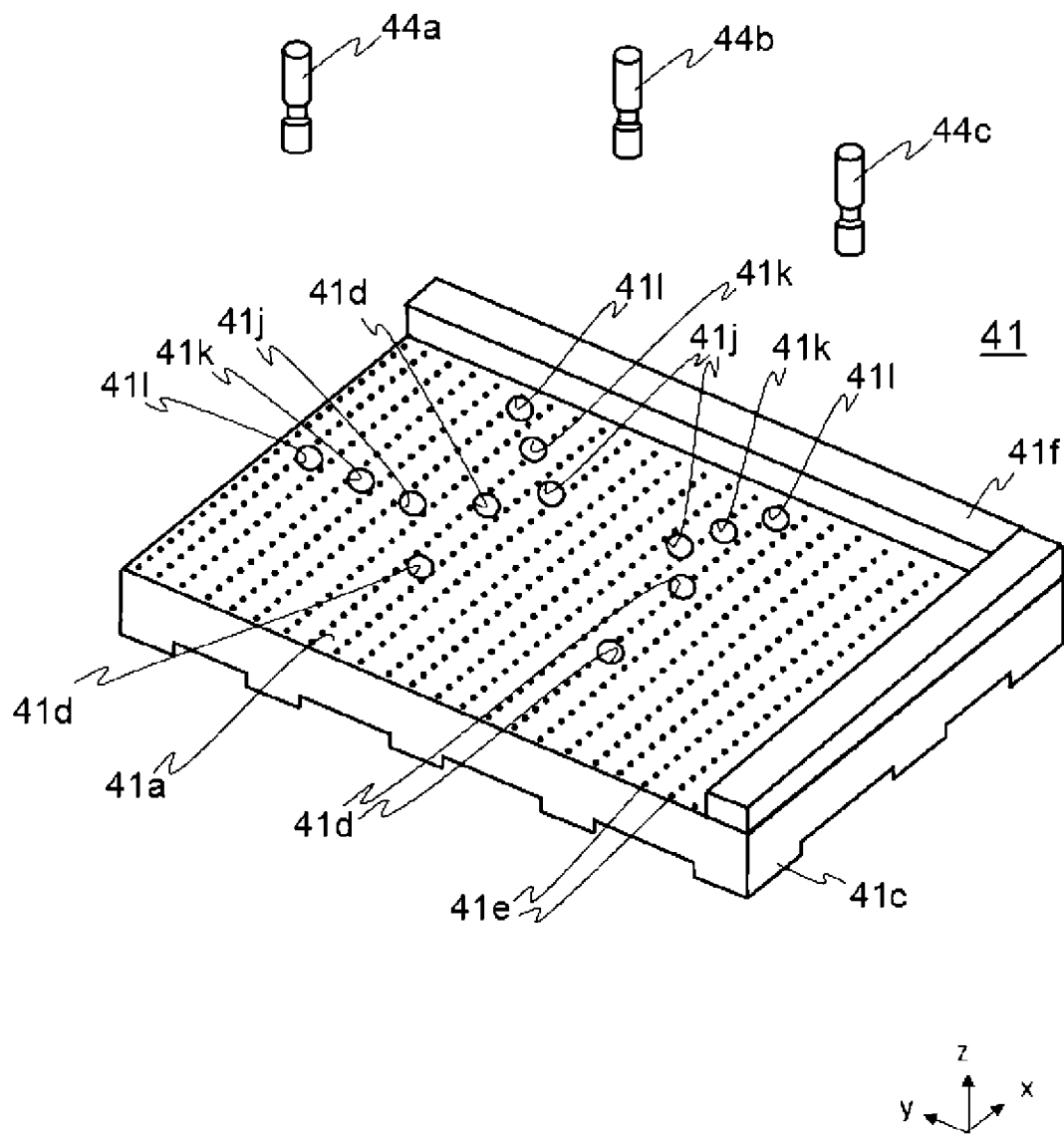
[図3]



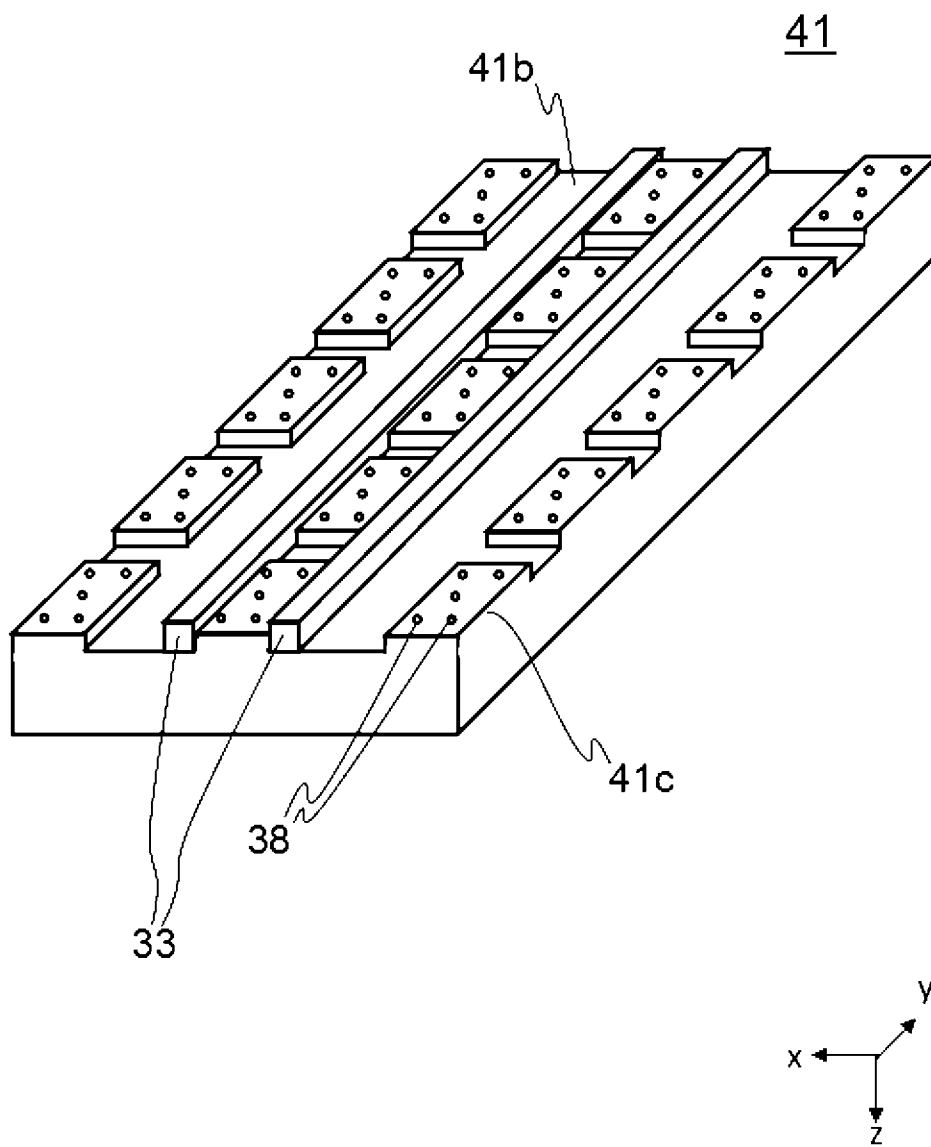
[図4]



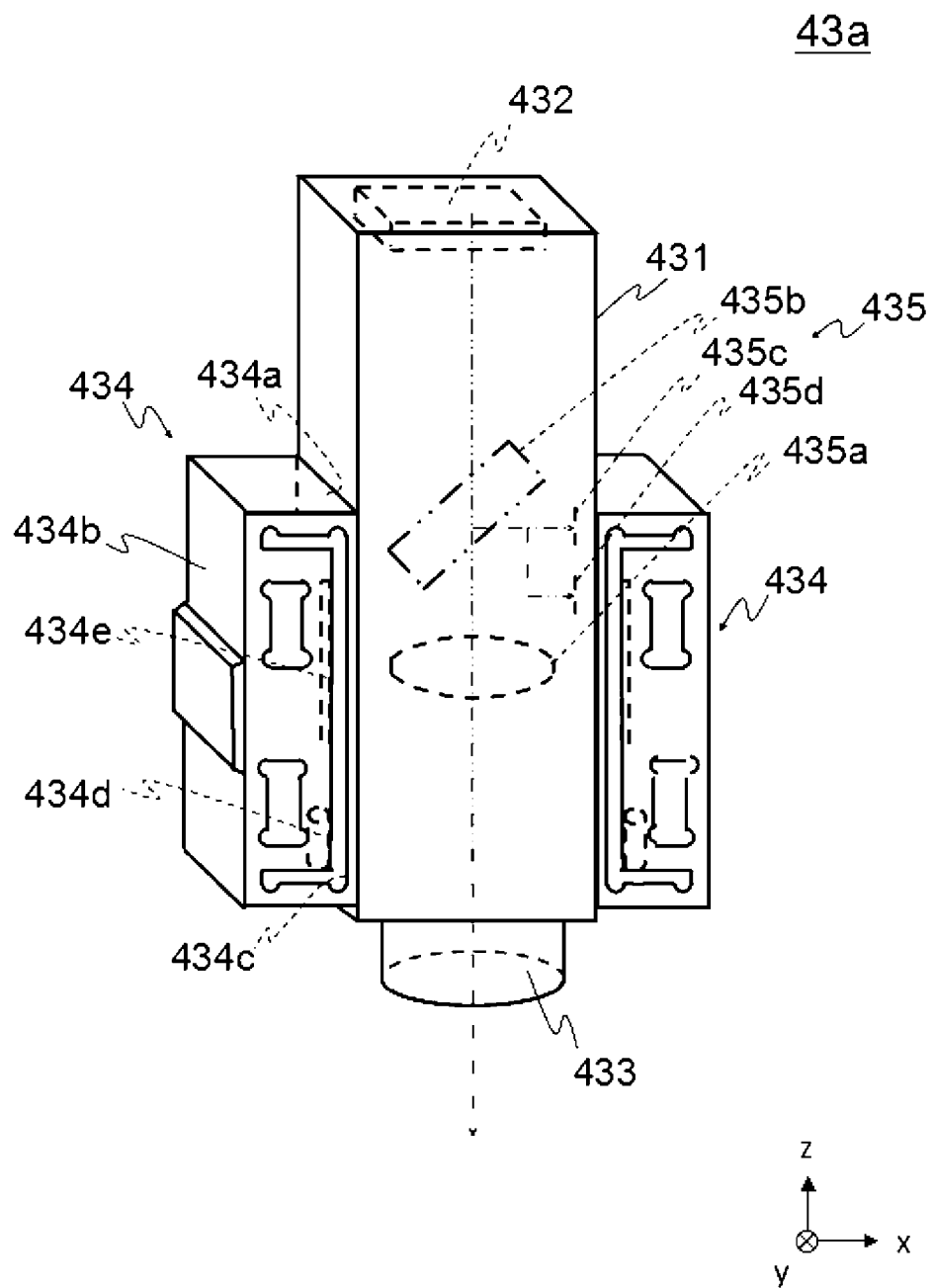
[図6]



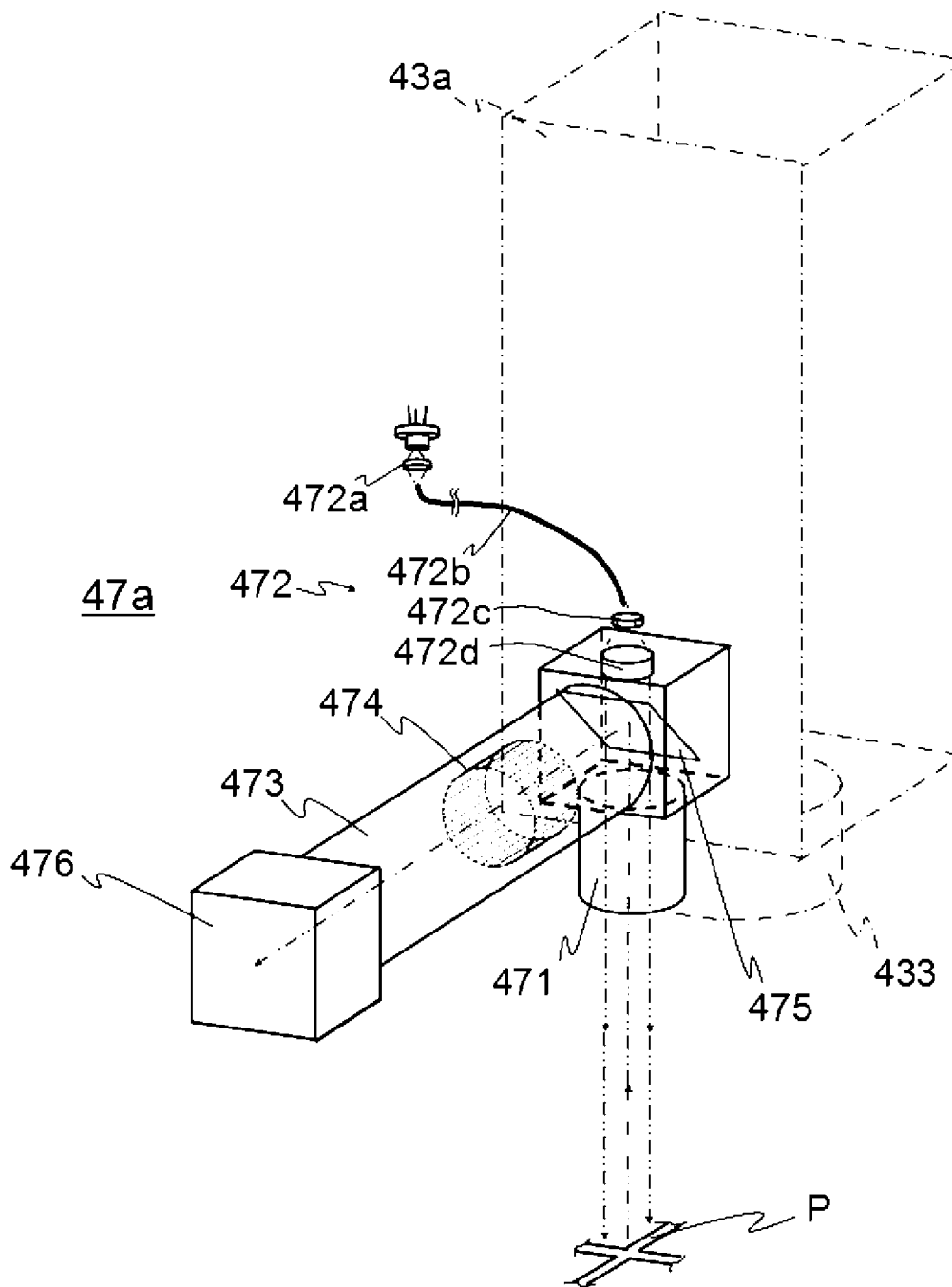
[図7]



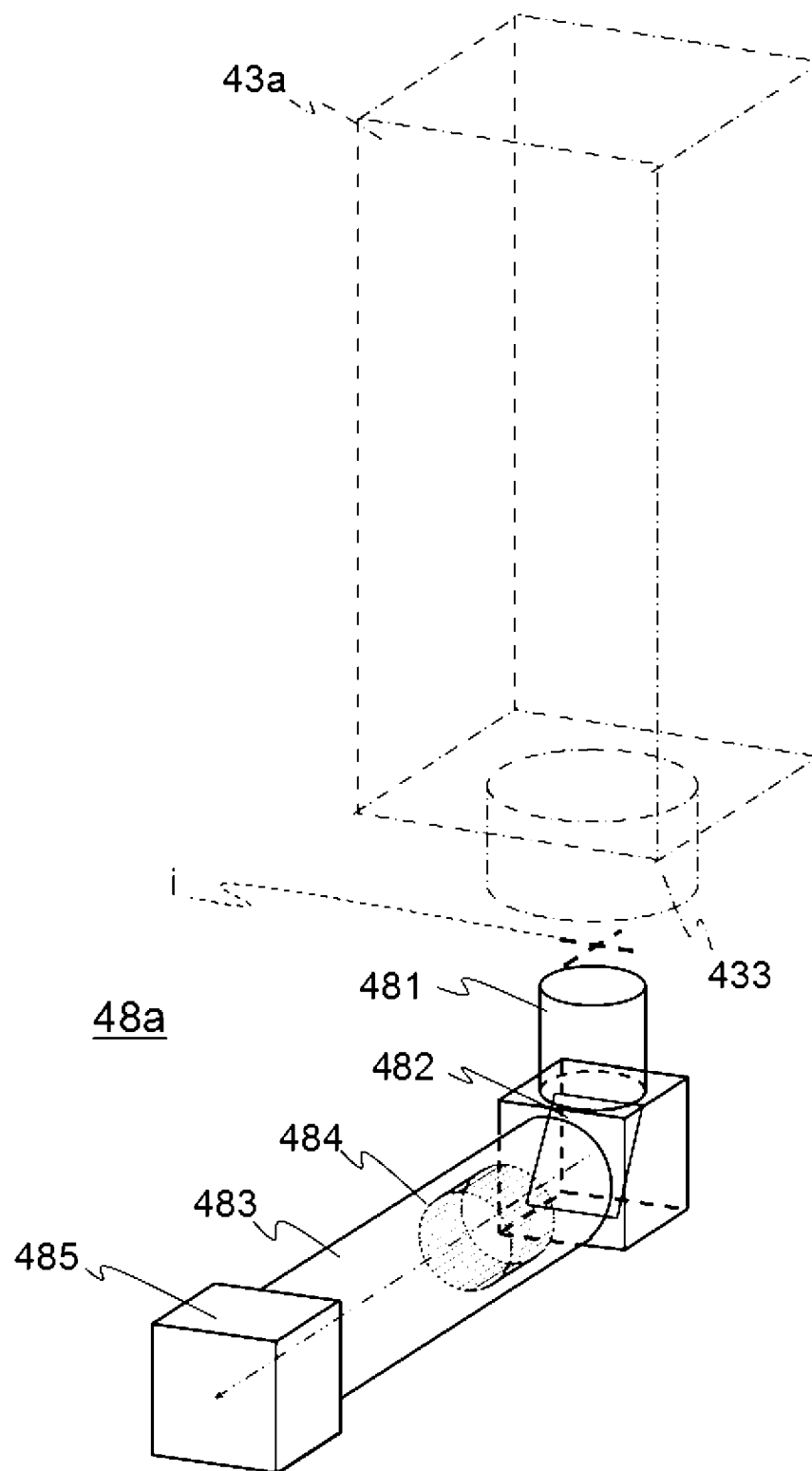
[図8]



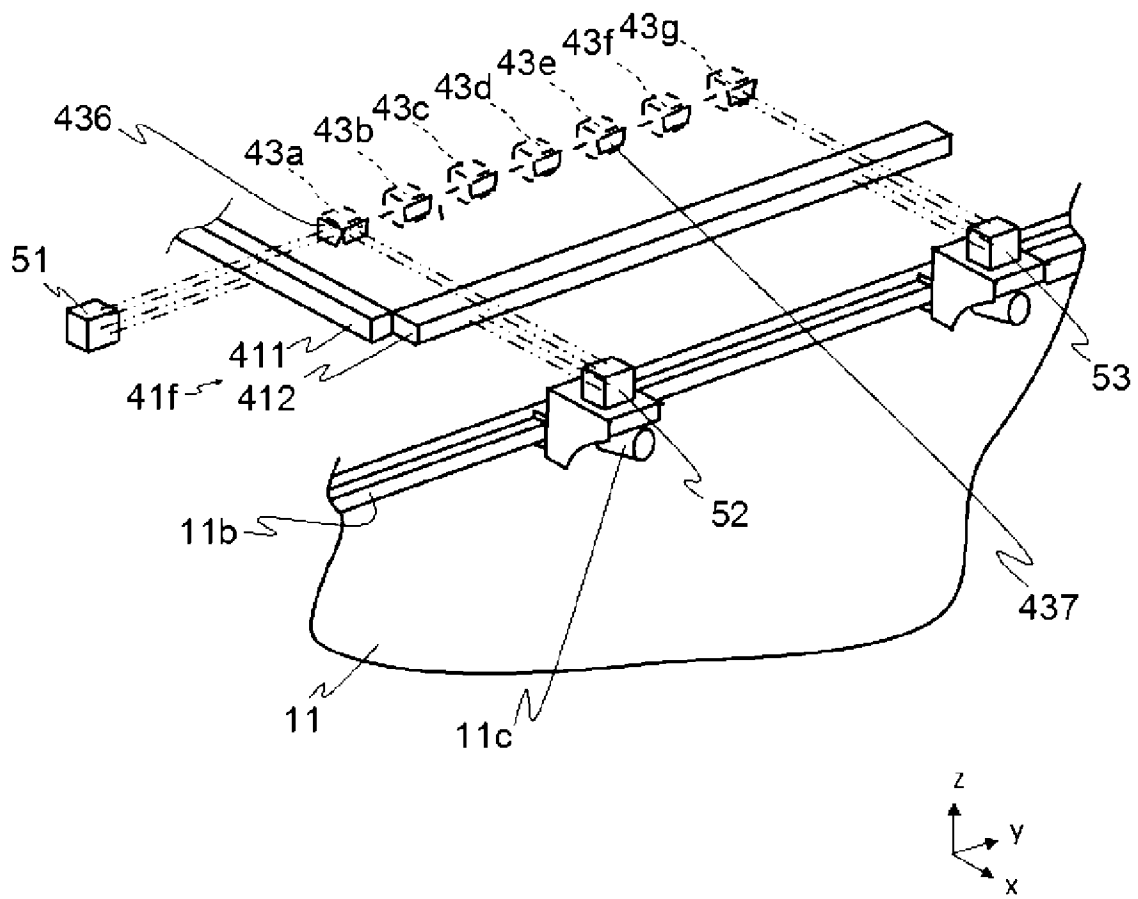
[図9]



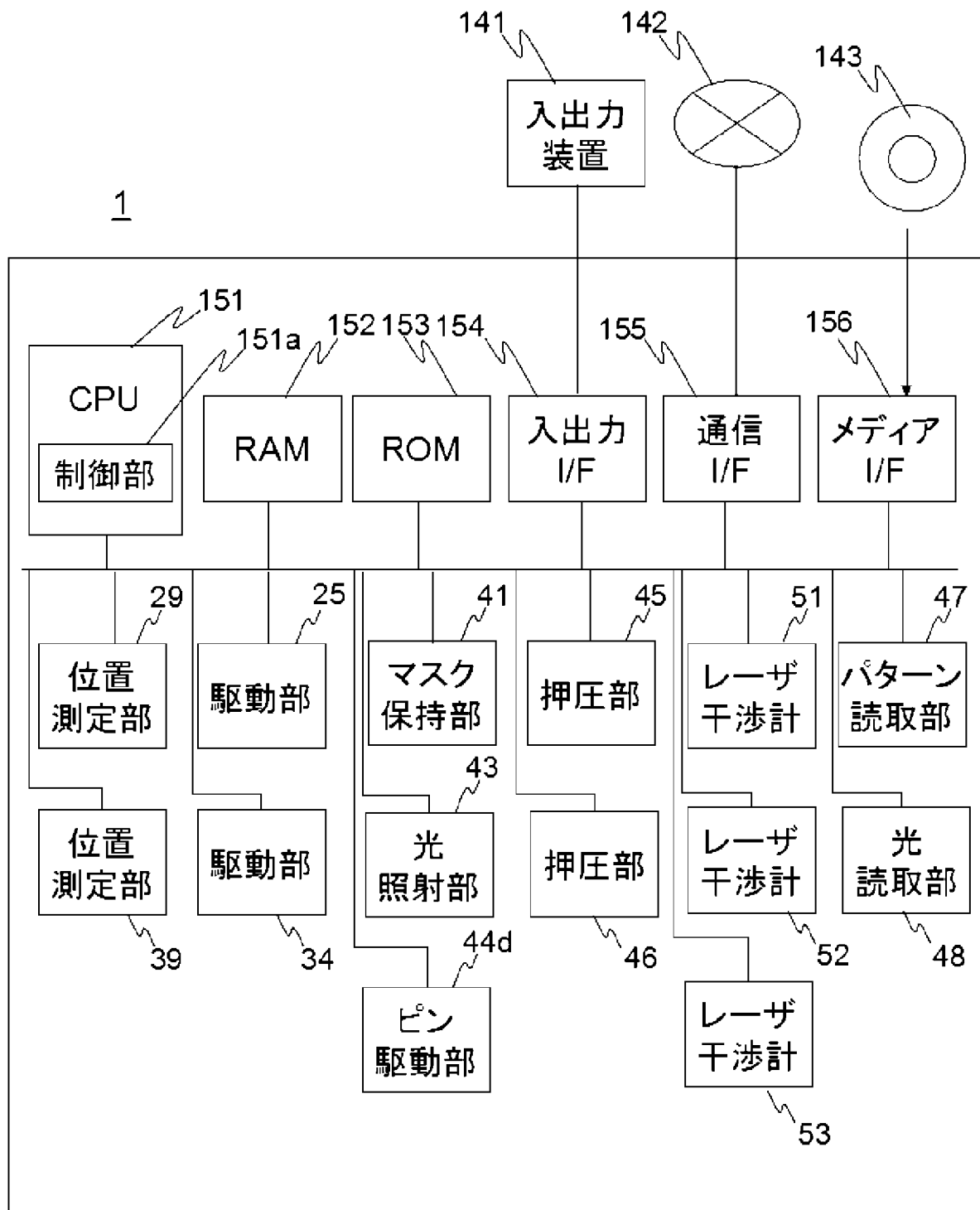
[図10]



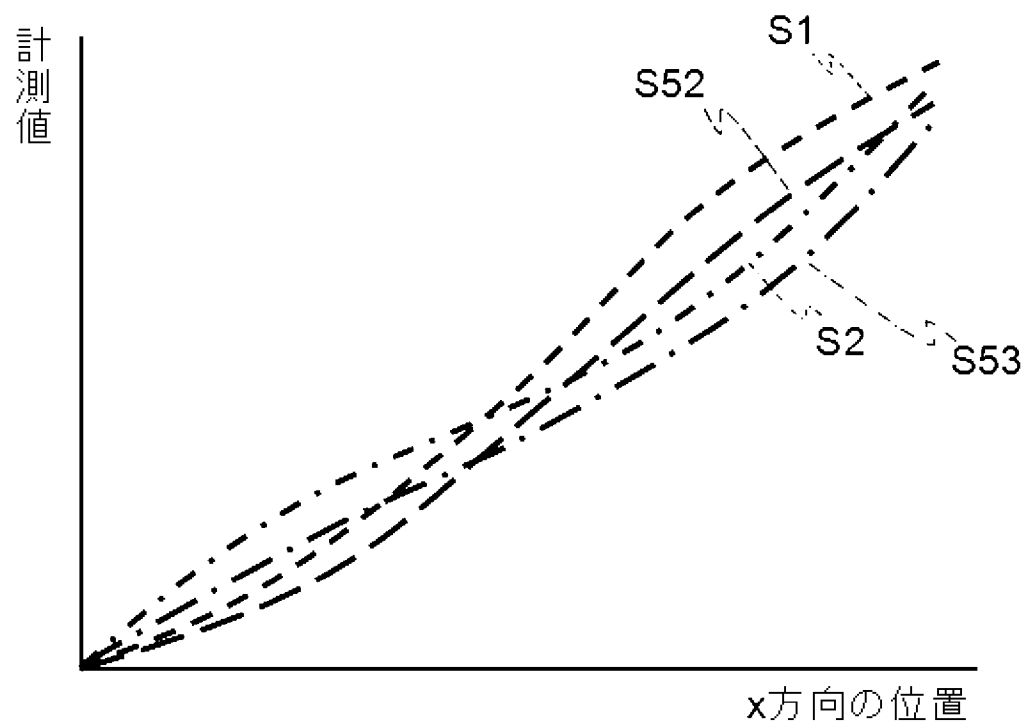
[図11]



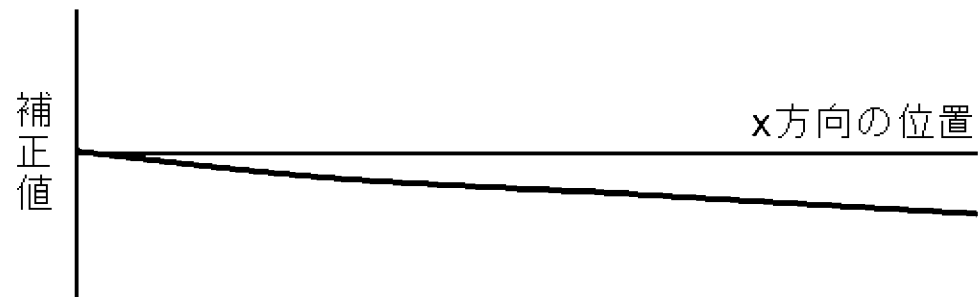
[図12]



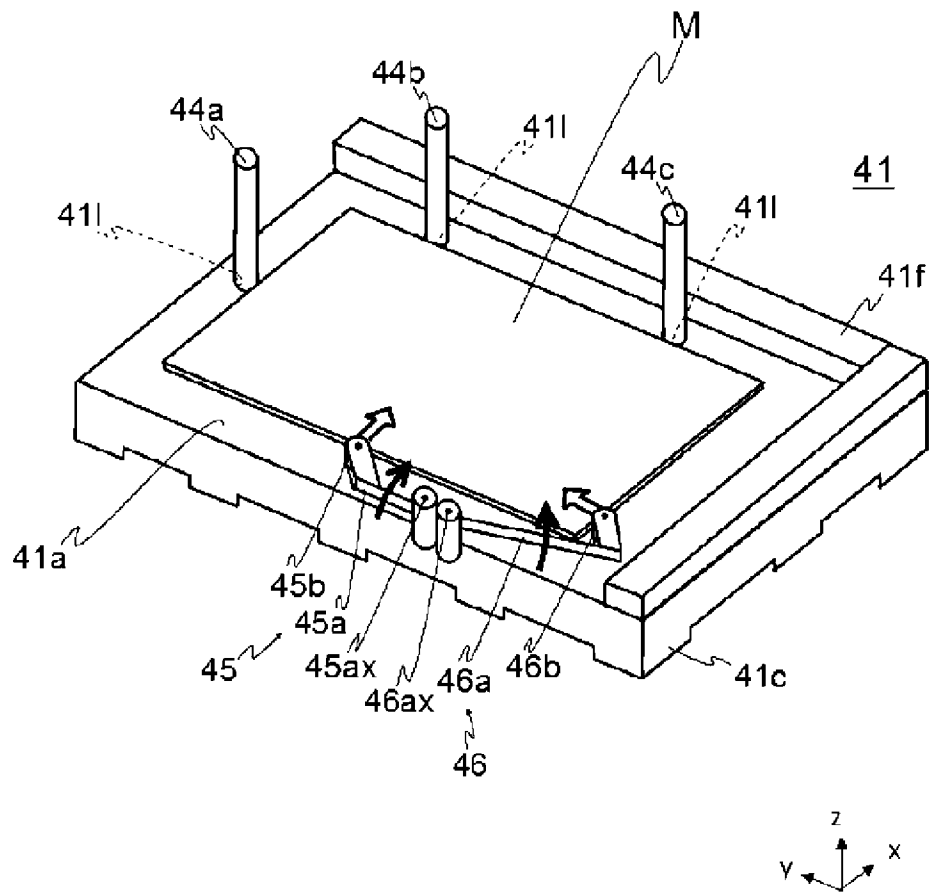
[図13]



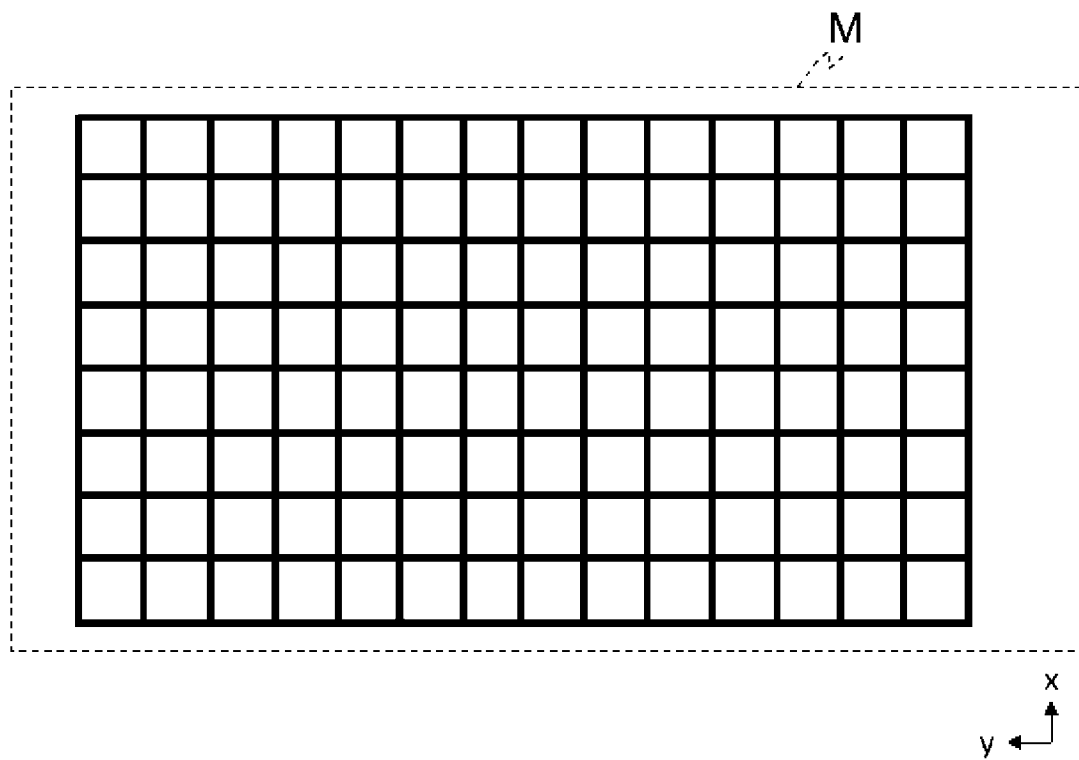
[図14]



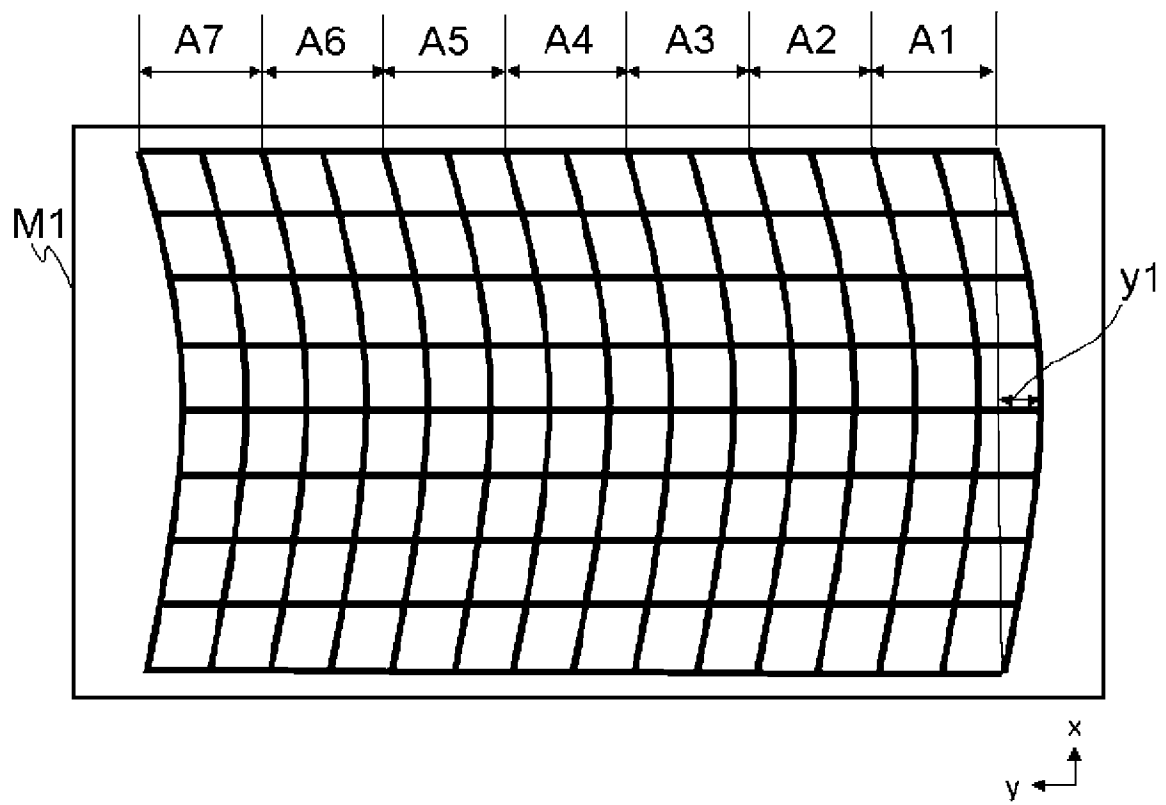
[図15]



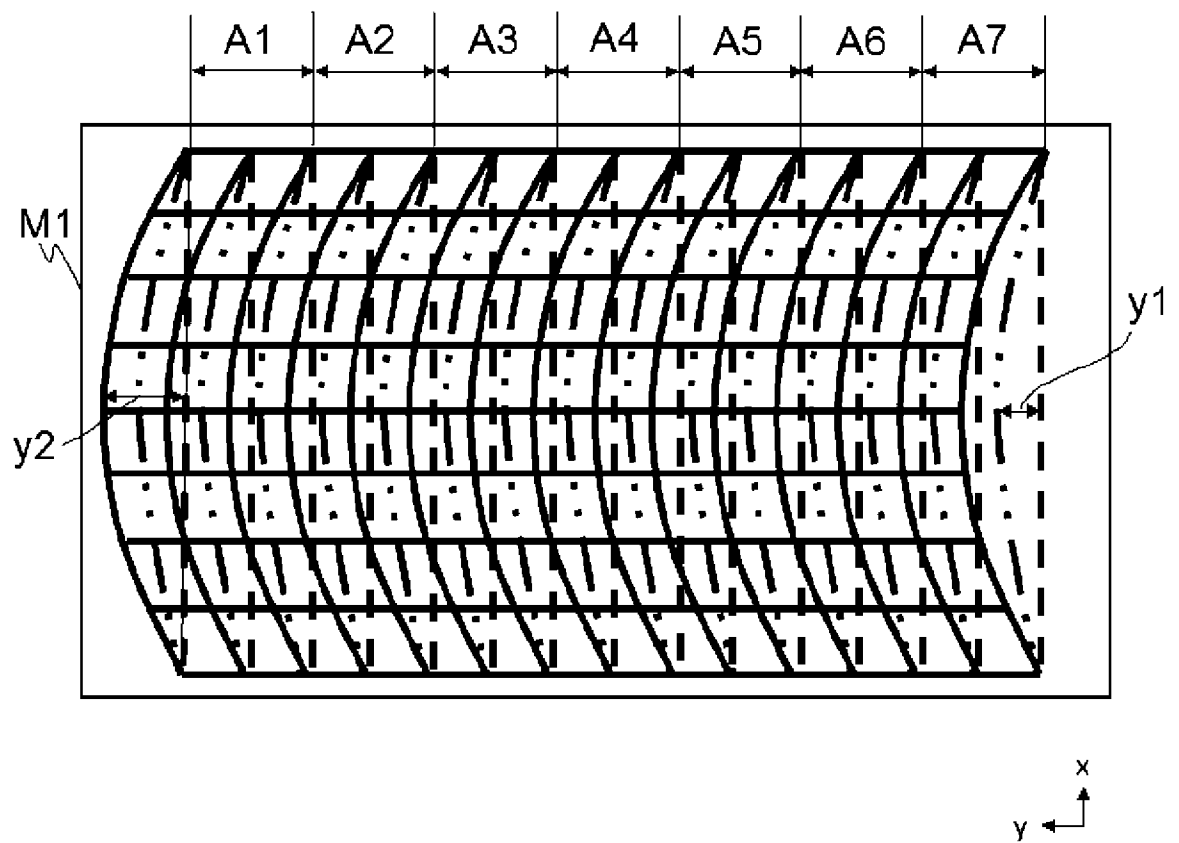
[図16]



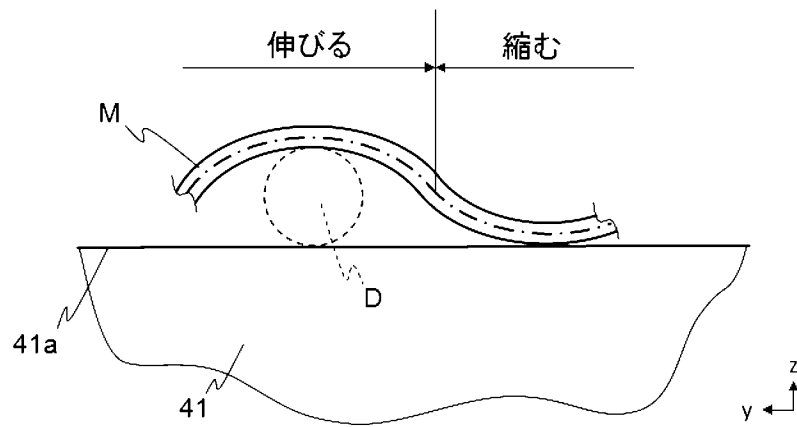
[図17]



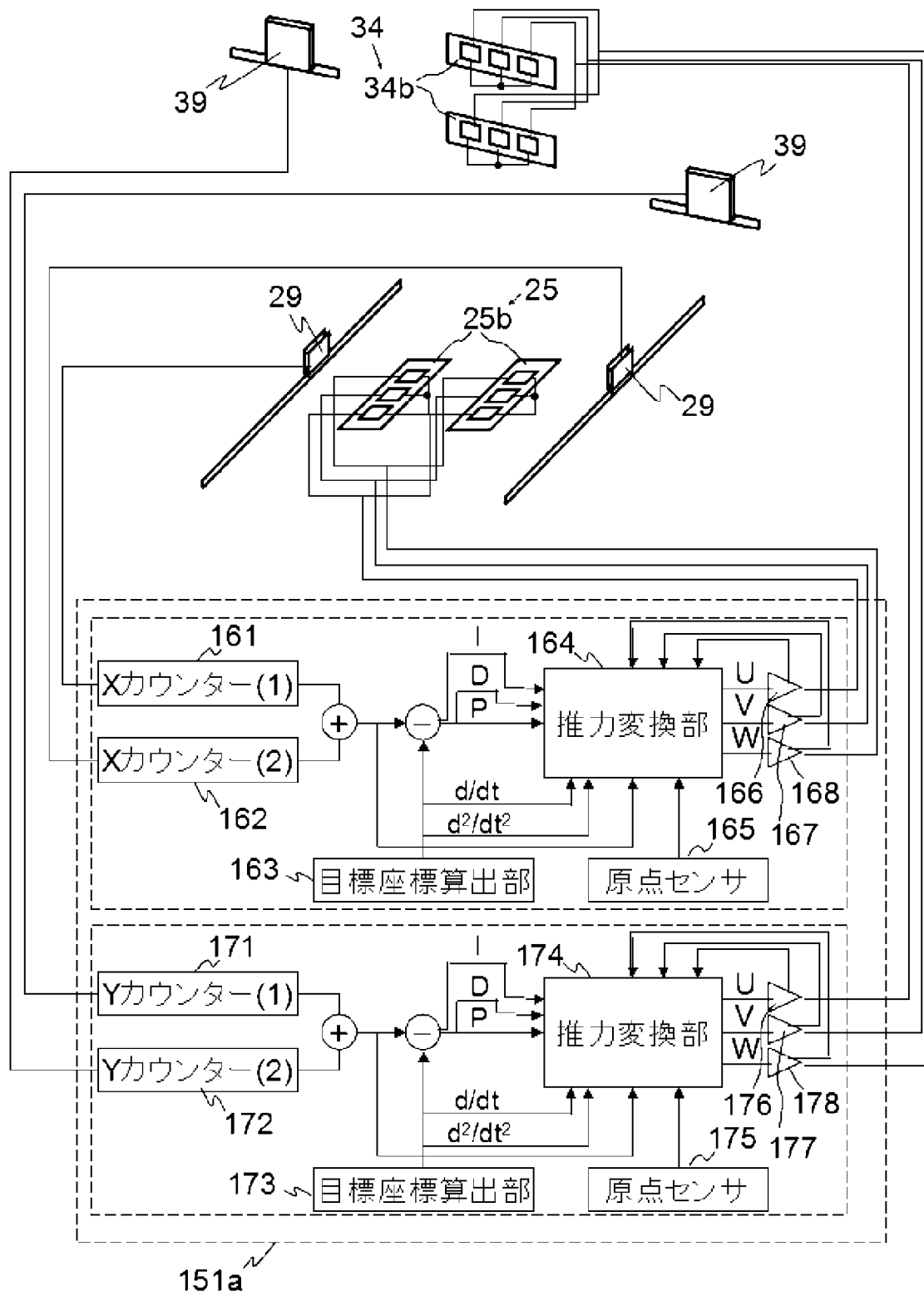
[図18]



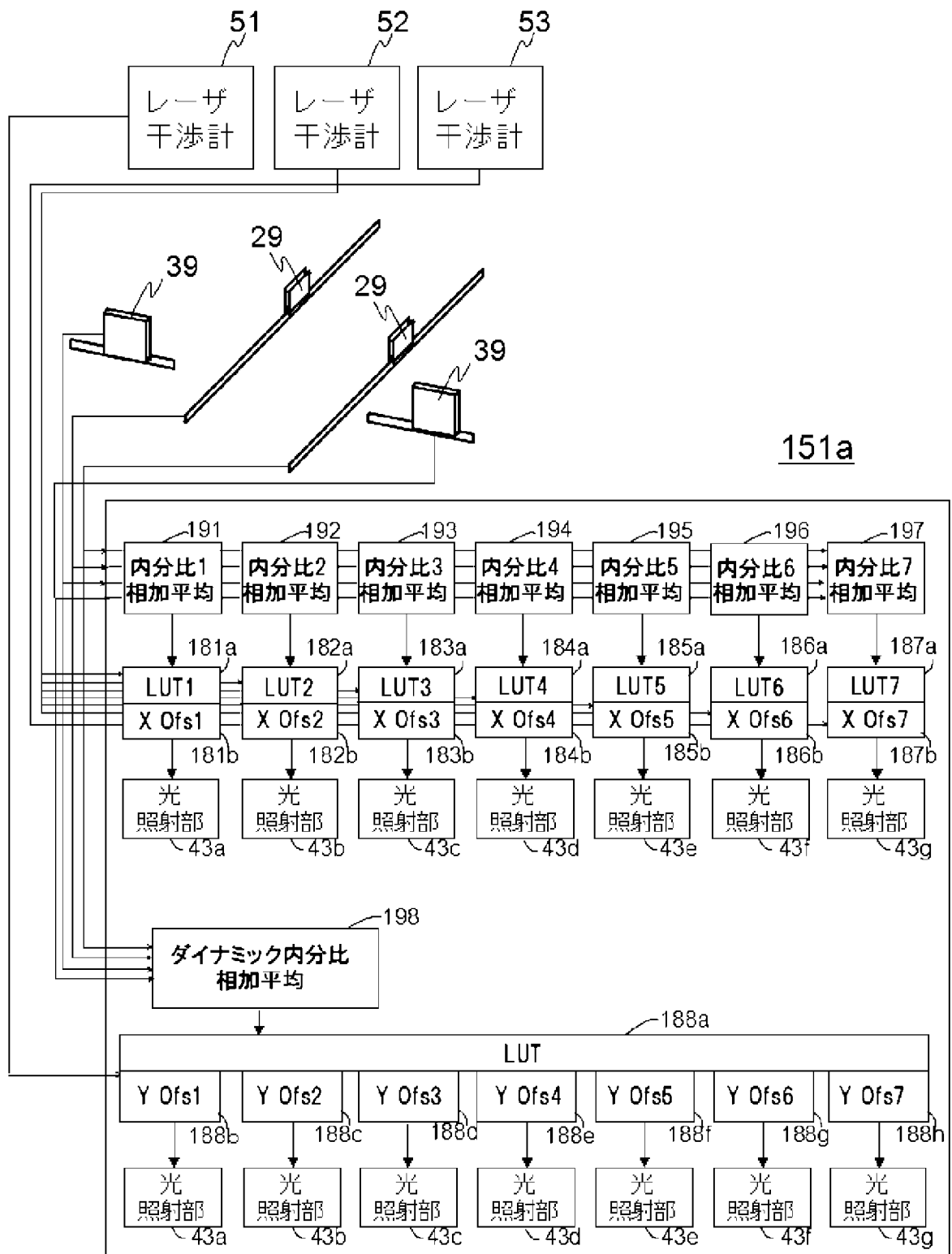
[図19]



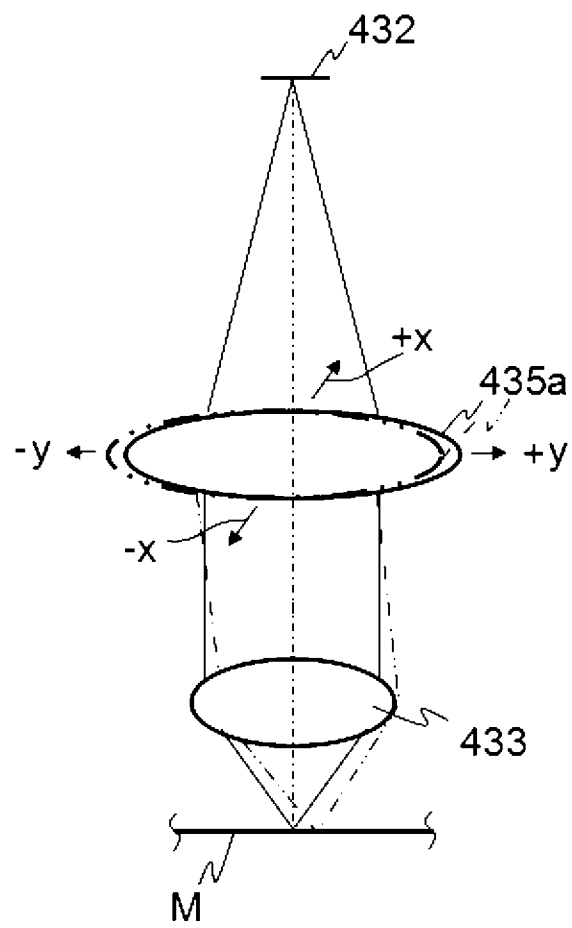
[図20]



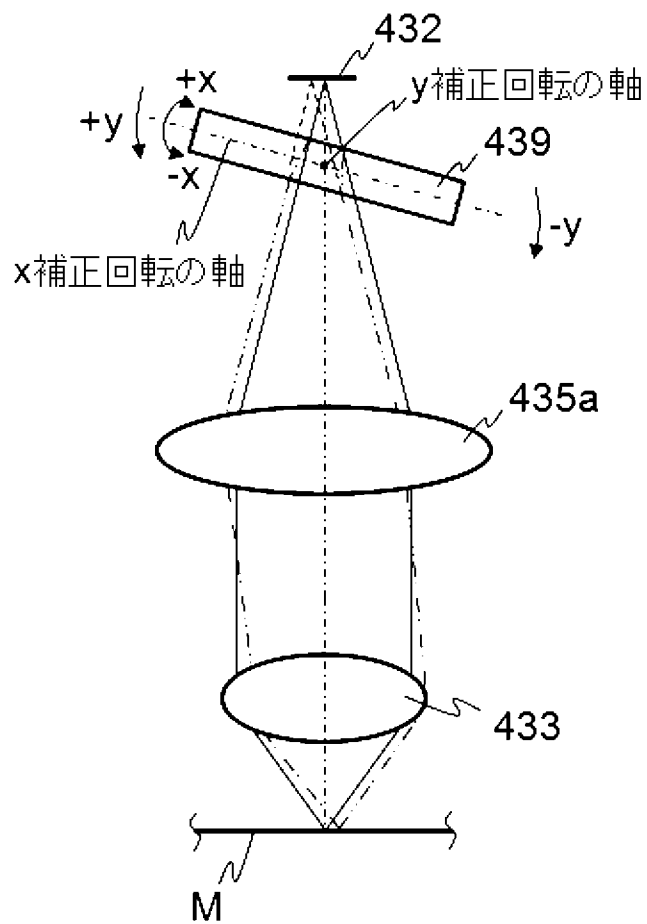
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/20(2006.01)i, H01L21/68(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F7/20, H01L21/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-216490 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 17 November 2014 (17.11.2014), paragraphs [0017] to [0045]; fig. 1 to 12 (Family: none)	1-8
A	JP 2014-150285 A (Nikon Corp.), 21 August 2014 (21.08.2014), paragraphs [0124] to [0144]; fig. 15 to 19 & US 2011/0026006 A1 paragraphs [0184] to [0205]; fig. 15 to 19 & WO 2007/083758 A1 & EP 1983555 A1 & KR 10-2008-0093965 A & CN 101356623 A & SG 152253 A & TW 200739676 A & HK 1199107 A	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 May 2017 (09.05.17)

Date of mailing of the international search report
23 May 2017 (23.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/007690

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-118524 A (Nikon Corp.), 27 May 2010 (27.05.2010), paragraphs [0026] to [0060]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-8
A	WO 2004/012245 A1 (Nikon Corp.), 05 February 2004 (05.02.2004), page 25, line 22 to page 41, line 18; fig. 1 to 10 & US 2005/0151947 A1 paragraphs [0100] to [0153]; fig. 1 to 10 & AU 2003252349 A & KR 10-2005-0025626 A	1-8
A	JP 10-161296 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 19 June 1998 (19.06.1998), paragraphs [0018] to [0059]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03F7/20(2006.01)i, H01L21/68(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03F7/20, H01L21/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-216490 A (凸版印刷株式会社)2014.11.17, [0017]ー[0045], 図1ー図12 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2014-150285 A (株式会社ニコン)2014.08.21, [0124]ー[0144], 図15ー図19 & US 2011/0026006 A1, [0184]ー[0205], 図15ー 図19 & WO 2007/083758 A1 & EP 1983555 A1 & KR 10-2008-0093965 A & CN 101356623 A & SG 152253 A & TW 200739676 A & HK 1199107 A	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.05.2017

国際調査報告の発送日

23.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

植木 隆和

2G

3706

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-118524 A (株式会社ニコン)2010.05.27, [0026]–[0060], 図1–図7 (ファミリーなし)	1-8
A	WO 2004/012245 A1 (株式会社ニコン)2004.02.05, 第25頁第22行–第41 頁第18行, 図1–図10 & US 2005/0151947 A1, [0100]–[0153], 図1–図10 & AU 2003252349 A & KR 10-2005-0025626 A	1-8
A	JP 10-161296 A (石川島播磨重工業株式会社) 1998.06.19, [0018]–[0 059], 図1–図5 (ファミリーなし)	1-8