

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6313552号  
(P6313552)

(45) 発行日 平成30年4月18日 (2018. 4. 18)

(24) 登録日 平成30年3月30日 (2018. 3. 30)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 B 11/00 (2006. 01)

G O 1 B 11/00 G

G O 1 B 11/26 (2006. 01)

G O 1 B 11/26 G

H O 1 L 21/027 (2006. 01)

H O 1 L 21/30 5 O 3 A

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-150984 (P2013-150984)  
 (22) 出願日 平成25年7月19日 (2013. 7. 19)  
 (65) 公開番号 特開2015-21875 (P2015-21875A)  
 (43) 公開日 平成27年2月2日 (2015. 2. 2)  
 審査請求日 平成28年7月14日 (2016. 7. 14)

前置審査

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康徳  
 (74) 代理人 100115071  
 弁理士 大塚 康弘  
 (74) 代理人 100112508  
 弁理士 高柳 司郎  
 (74) 代理人 100116894  
 弁理士 木村 秀二  
 (74) 代理人 100130409  
 弁理士 下山 治  
 (74) 代理人 100134175  
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測装置、ステージ装置、露光装置および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検面の位置を計測する計測装置であって、  
 光を射出する射出口を有する光源と、  
 前記射出口から射出された光の射出角度を検出する第1検出部と、  
 前記被検面の傾きを検出する第2検出部と、  
 前記射出口から射出されて前記被検面で反射した光と前記射出口から射出されて参照面  
 で反射した光との干渉光に基づいて、前記射出口と前記被検面との間の光路長を求め、前  
 記光路長に基づいて前記被検面の位置を決定する処理部と、  
 を有し、

前記処理部は、前記干渉光に基づいて求められた前記光路長を  $L$ 、前記第1検出部によ  
 って検出された前記射出角度を  $\theta_1$ 、前記第2検出部によって検出された前記被検面の傾  
 きを  $\theta_2$  としたとき、 $C_2 = L \cdot \tan \theta_1 \cdot \tan \theta_2$  からなる第2補正值  $C_2$  を用い  
 て前記光路長を補正し、該補正された光路長に基づいて前記被検面の位置を決定する、こ  
 とを特徴とする計測装置。

【請求項 2】

前記第1検出部は、前記射出口から射出された光のうち一部の光を受光して前記射出角  
 度を検出する、ことを特徴とする請求項1に記載の計測装置。

【請求項 3】

前記処理部は、前記干渉光に基づいて求められた前記光路長を  $L$ 、前記第1検出部によ

って検出された前記射出角度を  $\theta_1$  としたとき、 $C_1 = L \cdot (1 - \cos \theta_1)$  からなる第 1 補正值  $C_1$  を用いて前記光路長を補正する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の計測装置。

【請求項 4】

前記第 1 検出部は、前記射出口から射出された光の一部を第 1 光と第 2 光とに分割するビームスプリッタと、前記第 1 光を受光する第 1 受光面と、前記第 2 光を受光する第 2 受光面とを含み、

前記第 1 受光面と前記第 2 受光面とは、前記第 1 光の光路の長さとは前記第 2 光の光路の長さとは互いに異なるように配置され、

前記第 1 検出部は、前記第 1 受光面における前記第 1 光の入射位置の変化と前記第 2 受光面における前記第 2 光の入射位置の変化との差が閾値以下であるときに、前記射出口から射出された光が平行にシフトしたことを検出する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載の計測装置。

10

【請求項 5】

前記処理部は、前記被検面の位置を逐次的に決定する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項に記載の計測装置。

【請求項 6】

前記第 2 検出部は、基準面に対する前記被検面の傾きを検出し、

前記基準面は、前記射出口からの光が垂直に前記被検面に入射するときの前記被検面と平行な面である、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の計測装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載の計測装置と、

前記被検面を有し移動可能なステージと、

を含むことを特徴とするステージ装置。

【請求項 8】

基板を露光する露光装置であって、

請求項 7 に記載のステージ装置を含み、

前記ステージは前記基板を保持する、ことを特徴とする露光装置。

【請求項 9】

30

請求項 8 に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、

前記工程で露光された前記基板を現像する工程と、

を含む、ことを特徴とする物品の製造方法。

【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、露光装置および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスなどの製造には、マスクのパターンを基板上に転写するリソグラフィ装置が用いられる。このようなリソグラフィ装置には、基板を保持するステージの位置を高精度に制御することが要求されており、それにはステージの位置を高精度に計測することが重要である。

40

【0003】

ステージの位置を計測する計測装置には、参照面と基板ステージに設けられた被検面とにレーザ光を照射し、参照面で反射された光と被検面で反射された光との干渉に基づいてステージの位置を計測する計測装置がある。このような計測装置では、レーザ光が被検面に垂直に入射するときのステージの姿勢に対して、ステージを傾けた状態でステージの位置を計測する場合がある。この場合、レーザ光が被検面に垂直に入射しないため、ステージの位置の計測結果に誤差が生じうる。そこで、ステージの傾きに伴う計測誤差を補正す

50

るための補正係数を事前に取得し、この補正係数をステージの位置の計測結果に乗ずることによって誤差を低減する方法が提案されている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 10 - 242248 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

計測装置では、例えば、光源からの熱などに起因して、レーザ光の光路が変化する場合がある。この場合においても、レーザ光が被検面に垂直に入射しなくなるため、レーザ光の光路の変化に伴う計測誤差が生じうる。そのため、特許文献 1 に記載された計測装置は、ステージの位置の計測中におけるレーザ光の光路の変化を検出する検出部を有し、ステージの傾きに伴う計測誤差を補正するための補正係数をレーザ光の光路の変化に応じて更新している。具体的には、レーザ光の光路の変化に応じて補正係数がどのように変化するか情報が計測装置に入力されており、レーザ光の光路の変化に応じて補正係数が適正な値に更新される。しかしながら、このような方法では、レーザ光の光路が変化する度に補正係数を更新する必要があるため、ステージの位置の計測中において計測誤差を逐次的に補正していくことが困難となってしまう。

【0006】

そこで、本発明は、被検面の位置を高精度に計測する上で有利な計測装置を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての計測装置は、被検面の位置を計測する計測装置であって、光を射出する射出口を有する光源と、前記射出口から射出された光の射出角度を検出する第 1 検出部と、前記被検面の傾きを検出する第 2 検出部と、前記射出口から射出されて前記被検面で反射した光と前記射出口から射出されて参照面で反射した光との干渉光に基づいて、前記射出口と前記被検面との間の光路長を求め、前記光路長に基づいて前記被検面の位置を決定する処理部と、を有し、前記処理部は、前記干渉光に基づいて求められた前記光路長を  $L$ 、前記第 1 検出部によって検出された前記射出角度を  $\theta_1$ 、前記第 2 検出部によって検出された前記被検面の傾きを  $\theta_2$  としたとき、 $C_2 = L \cdot \tan \theta_1 \cdot \tan \theta_2$  からなる第 2 補正值  $C_2$  を用いて前記光路長を補正し、該補正された光路長に基づいて前記被検面の位置を決定する、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、例えば、被検面の位置を高精度に計測する上で有利な計測装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】第 1 実施形態のステージ装置を示す図である。

【図 2】レーザ光の射出角度の変化に起因して生じうる計測誤差を説明するための図である。

【図 3】第 1 実施形態のステージ装置を示す図である。

【図 4】第 2 実施形態のステージ装置を示す図である。

【図 5】ステージ装置を有する露光装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材ないし要素については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略

する。

【 0 0 1 1 】

< 第 1 実施形態 >

本発明の第 1 実施形態のステージ装置 1 0 0 について、図 1 を参照しながら説明する。第 1 実施形態のステージ装置 1 0 0 は、加工や計測の対象となる対象物を保持して移動可能なステージ 1 と、ステージ 1 の位置を計測する計測装置 2 0 と、制御部 3 0 とを含む。ステージ 1 は、例えば、X 方向、Y 方向、Z 方向、X 方向 (X 軸周りの回転方向)、Y 方向 (Y 軸周りの回転方向) および Z 方向 (Z 軸周りの回転方向) に移動可能に構成されている。また、ステージ 1 には、計測装置 2 0 からの光を反射する被検面  $2 a_x$  を有する反射板  $2 x$  が X 方向側に、並びに、計測装置 2 0 からの光を反射する被検面  $2 a_y$  を有する反射板  $2 y$  が Y 方向側に備えられている。

10

【 0 0 1 2 】

計測装置 2 0 は、被検面  $2 a$  と参照面 1 4 とに光 (レーザ光 4) を照射し、被検面  $2 a$  で反射された光と参照面 1 4 で反射された光との干渉に基づいて被検面  $2 a$  の位置を計測する。第 1 実施形態では、被検面  $2 a$  をそれぞれ有する反射板  $2 x$  および  $2 y$  がステージ 1 に備えられており、反射板  $2 x$  の被検面  $2 a_x$  と反射板  $2 y$  の被検面  $2 a_y$  とのそれぞれに光を照射し、反射板  $2 x$  の位置と反射板  $2 y$  の位置をそれぞれ計測する。これにより、制御部 3 0 が、計測装置 2 0 により計測された被検面の位置に基づいて、ステージ 1 の位置を決定することができる。計測装置 2 0 は、レーザ光を射出する射出口 3 a を有する光源 3 と、ビームスプリッタ 5 と、ミラー 6 と、偏光ビームスプリッタ 7 と、参照面 1 4 と、処理部 8 と、検出部 9 とを含む。

20

【 0 0 1 3 】

光源 3 の射出口 3 a から射出されたレーザ光 4 は、ビームスプリッタ 5 に入射し、レーザ光  $4 x$  とレーザ光  $4 y$  とに分割される。レーザ光  $4 x$  は、ミラー 6 x によって反射され、偏光ビームスプリッタ 7 x に導かれる。偏光ビームスプリッタ 7 x は、レーザ光  $4 x$  を、参照面  $1 4 x$  に入射する光と被検面  $2 a_x$  に入射する光とに分割するとともに、参照面  $1 4 x$  で反射した光と被検面  $2 a_x$  で反射した光とを処理部 8 x に導く。処理部 8 x は、参照面  $1 4 x$  で反射した光と被検面  $2 a_x$  で反射した光とを受光し、それらの干渉に基づいて、光源 3 の射出口 3 a と被検面  $2 a_x$  との間の光の経路長  $L x$  を求める。これにより、処理部 8 x は、求めた経路長  $L x$  に基づいて反射板  $2 x$  の X 方向における位置を決定することができる。

30

【 0 0 1 4 】

また、レーザ光  $4 y$  は、ミラー 6 y によって反射され、偏光ビームスプリッタ 7 y に導かれる。偏光ビームスプリッタ 7 y は、レーザ光  $4 y$  を、参照面  $1 4 y$  に入射する光と被検面  $2 a_y$  に入射する光とに分割するとともに、参照面  $1 4 y$  で反射した光と被検面  $2 a_y$  で反射した光とを処理部 8 y に導く。処理部 8 y は、参照面  $1 4 y$  で反射した光と被検面  $2 a_y$  で反射した光とを受光し、それらの干渉に基づいて、光源 3 の射出口 3 a から被検面  $2 a_y$  までのレーザ光  $4 y$  の経路長  $L y$  を求める。これにより、処理部 8 y は、求めた経路長  $L y$  に基づいて反射板  $2 y$  の Y 方向における位置を決定することができる。

40

【 0 0 1 5 】

このように、ステージ 1 に備えられた反射板  $2 x$  の X 方向における位置と反射板  $2 y$  の Y 方向における位置とを計測装置 2 0 が計測することにより、制御部 3 0 は、計測装置 2 0 の計測結果に基づいてステージの X Y 方向における位置を決定することができる。ここで、第 1 実施形態の計測装置 2 0 は、被検面  $2 a_x$  と被検面  $2 a_y$  とのそれぞれにおいて一箇所のみを計測するように構成されているが、それに限られるものではなく、複数箇所を計測するように構成されてもよい。また、第 1 実施形態の計測装置 2 0 は、ステージ 1 の X Y 方向における位置を計測するように構成されているが、Z 方向における位置も計測するように構成されてもよい。

【 0 0 1 6 】

このように構成された計測装置 2 0 では、光源 3 の射出口 3 a と被検面  $2 a$  との間にお

50

けるレーザ光 4 の光路において、温度、気圧、湿度のいずれか 1 つでも変化した場合、空気の屈折率が変化してしまいうる。従来では、このようにレーザ光 4 の光路において屈折率の変化が生じていても、計測装置 20 における計測誤差は原理的に生じないと考えられていた。それは、被検面 2 a に照射するレーザ光と参照面 1 4 に照射するレーザ光とは共通の光路を進むため、その共通の光路において屈折率が変化した場合であっても、それらのレーザ光の間において光路長差の変化が生じないと考えられるからである。

#### 【0017】

しかしながら、実際には、計測装置 20 における計測誤差が生じていることが実験により判明した。レーザ光 4 を射出する光源 3 を用いて被検面 2 a の位置を計測する計測装置 20 では、光源 3 から射出されるレーザ光 4 の波長を安定させるため、ヒータなどにより光源 3 の温度制御が行われている。このように、光源 3 の温度制御が行われると、光源 3 の射出口 3 a の近傍における温度がその周辺よりも高くなり、大きな温度勾配が生じてしまう。即ち、光源 3 の射出口 3 a の近傍では、射出口 3 a から離れる方向に向かって屈折率の勾配が大きくなってしまう。このような状態において、射出口 3 a の近傍で気流が発生すると、屈折率が互いに異なる複数の領域が形成されてしまい、それらの界面が時間的に変化してしまう。その結果、光源 3 の射出口 3 a から射出されるレーザ光 4 の角度（以下、射出角度）に変化が生じ、その射出角度の変化に起因して、処理部 8 で求めた経路長 L に誤差が生じてしまいうる。このように、経路長 L に誤差が生じていると、反射板 2 の位置を正確に計測することができず、ステージ 1 の位置にも誤差が生じてしまいうる。ここで、気流とは、光源 3 の周辺における気体を排出するための排気系を設けることにより発生する場合や、計測装置 20 内の環境を安定化させるために意図的に発生させる場合がある。

#### 【0018】

次に、レーザ光 4 の射出角度の変化に起因して生じる計測誤差について、図 2 を参照しながら説明する。図 2 は、レーザ光 4 の射出角度の変化に起因して生じうる計測誤差を説明するための図である。例えば、射出角度の変化がなく、被検面 2 a に対して垂直に入射するレーザ光 4 では、図 2 (A) に示すように、射出口 3 a と被検面 2 a との間におけるレーザ光 4 の経路長 L は  $L_0$  となる。以下では、射出角度に変化が生じていないレーザ光 4 が、被検面 2 a に対して垂直に入射するときにおけるレーザ光の経路長 L を光路長  $L_0$  と称する。即ち、光路長  $L_0$  は、射出角度の変化に起因して生じうる誤差を含まないときのレーザ光 4 の経路長 L であり、光路長  $L_0$  を用いることにより反射板 2 の位置を精度よく決定することができる。しかしながら、射出角度の変化（ $\theta_1$ ）が生じてしまうと、レーザ光 4 はレーザ光 4' に変化し、被検面 2 a に対して垂直に入射しなくなる。その結果、射出口 3 a と被検面 2 a との間におけるレーザ光 4' の経路長 L には、実際に求めたい光路長  $L_0$  に対して、式 (1) によって表される誤差  $E_1$  が生じてしまうこととなる。

$$E_1 = L - L_0 = L \cdot (1 - \cos \theta_1) \quad \cdots (1)$$

#### 【0019】

一方で、計測装置 20 やステージ 1 をステージ装置 100 内に組み付ける際における組み付け誤差が生じている場合がある。また、ステージ 1 に保持された対象物（例えば、基板）の状態によっては、ステージ 1 を回転駆動やチルト駆動させることにより、ステージ 1 を傾けることが必要な場合がある。このような場合、図 1 のステージ 1' および反射板 2'（ $2x'$ 、 $2y'$ ）に示すように、被検面 2 a が基準面に対して傾いて配置されることとなる。そのため、図 2 (B) に示すように、レーザ光 4' の経路長 L には、基準面に対する被検面 2 a の傾きを  $\theta_2$  とすると、実際に求めたい光路長  $L_0$  に対して、式 (2) によって表される誤差  $E_2$  が誤差  $E_1$  に追加して生じることとなる。ここで、第 1 実施形態では、射出口 3 a からの光が垂直に入射するときの被検面 2 a と平行な面を基準面として設定しているが、それに限られるものではない。例えば、被検面 2 a の傾き（ $\theta_2$ ）を変えていき、経路長 L の誤差が許容範囲に収まるとき、例えば、経路長 L の誤差が最小になるときの被検面 2 a と平行な面を基準面として設定してもよい。このような基準面は、例えば、計測装置 20 をステージ装置 100 に組み付ける際に設定されうる。また、被検

面 2 a の傾き (  $\theta_2$  ) は、ステージ 1 の駆動を指示するための指令値に基づいて取得されてもよいし、被検面 2 a の傾きを検知する検知部をステージ装置 100 内に設けておき、その検知部の検知結果に基づいて取得されてもよい。

$$E_2 = L \cdot \tan \theta_1 \cdot \tan \theta_2 \cdots (2)$$

【0020】

ここで、射出角度の変化 (  $\theta_1$  ) が生じたレーザ光 4' における経路長 L の誤差  $E_1$  および  $E_2$  について定量的に説明する。例えば、経路長 L を 2 m、射出角度の変化 (  $\theta_1$  ) を  $10 \mu\text{rad}$ 、被検面 2 a の傾き (  $\theta_2$  ) を  $100 \mu\text{rad}$  とすると、誤差  $E_1$  は  $0.1 \text{ nm}$  であるのに対し、誤差  $E_2$  は  $2.0 \text{ nm}$  となる。即ち、この条件においては、射出角度の変化 (  $\theta_1$  ) によって生じる誤差  $E_1$  より、被検面 2 a の傾き (  $\theta_2$  ) によって生じる誤差  $E_2$  の方が大きくなる。一般に、光源 3 の射出口 3 a から射出されたレーザ光 4 が被検面 2 a に対して垂直に入射することは稀である。そのため、射出角度の変化 (  $\theta_1$  ) によって生じる誤差  $E_1$  だけではなく、被検面 2 a の傾き (  $\theta_2$  ) によって生じる誤差  $E_2$  も考慮しないと、ステージ 1 の位置を精度よく計測することが困難となってしまう。そこで、第 1 実施形態の計測装置 20 は、射出口 3 a から射出されるレーザ光 4 の射出角度の変化を検出する検出部 9 を含む。そして、計測装置 20 は、処理部 8 において求められたレーザ光 4 の経路長 L と、検出部 9 により検出された射出角度の変化 (  $\theta_1$  ) と、被検面 2 a の傾き (  $\theta_2$  ) とを用いて、射出角度の変化に起因して生じる経路長 L の誤差を補正する補正值を決定する。補正值は、経路長 L の誤差  $E_1$  を補正する第 1 補正值  $C_1$  と、経路長 L の誤差  $E_2$  を補正する第 2 補正值  $C_2$  とを含むように決定される。例えば、補正值は、第 1 補正值  $C_1$  と第 2 補正值  $C_2$  との和となる。そして、第 1 補正值  $C_1$  を求める式、および第 2 補正值  $C_2$  を求める式は、誤差  $E_1$  を求める式 ( 1 )、および誤差  $E_2$  を求める式 ( 2 ) とそれぞれ同じ (  $C_1 = E_1$ 、 $C_2 = E_2$  ) となる。このように、第 1 実施形態の計測装置 20 は、レーザ光 4 の経路長 L を計測している最中に、レーザ光 4 の射出角度の変化 (  $\theta_1$  ) と被検面 2 a の傾き (  $\theta_2$  ) とを取得するため、第 1 補正值  $C_1$  と第 2 補正值  $C_2$  とを逐次的に決定することができる。即ち、第 1 実施形態の計測装置 20 では、計測されたレーザ光 4 の経路長 L をリアルタイムで補正することができ、被検面 2 a の位置を高精度に計測することができる。

【0021】

第 1 実施形態の検出部 9 について説明する。検出部 9 は、射出口 3 a から射出されたレーザ光 4 の一部を分岐するビームスプリッタ 10 と、ビームスプリッタ 10 で分岐されたレーザ光 4 の一部を受光する受光面を有する受光部 11 とを含む。検出部 9 は、受光部 11 の受光面においてレーザ光 4 が入射する位置の変化に応じて、光源 3 の射出口 3 a から射出されるレーザ光 4 の射出角度の変化 (  $\theta_1$  ) を検出することができる。受光部 11 は、例えば、複数の CCD 素子や MOS 素子など ( 光電変換素子 ) が受光面として 2 次元状に配列した 2 次元 CCD センサや CMOS センサなどで構成されうる。このように構成された受光部 11 は、複数の光電変換素子の各々が、入射したレーザ光 4 の強度に応じて信号を出力することで、レーザ光 4 が受光面に入射する位置の変化をその信号によって取得することができる。そして、光源 3 の射出口 3 a と受光面との距離を予め取得しておくことで、当該距離とレーザ光 4 が入射する位置の変化とに基づいて、射出口 3 a から射出されるレーザ光 4 の射出角度の変化 (  $\theta_1$  ) を検出することができる。ここで、第 1 実施形態の計測装置 20 では、レーザ光 4 の射出角度が変化する起点を光源 3 の射出口 3 a としている。これは、光源 3 の近傍における温度勾配が、他の部分に比べて非常に大きいからである。

【0022】

ここで、検出部 9 は、光源 3 とビームスプリッタ 5 との間に配置されているが、それに限られるものではなく、ビームスプリッタ 5 と偏光ビームスプリッタ 7 との間に配置されてもよい。また、検出部 9 は、図 3 に示すように、ビームスプリッタ 10 と受光部 11 との間に集光レンズ 13 を有していてもよい。この場合、受光部 11 と集光レンズ 13 とを、それらの間の距離が集光レンズ 13 の焦点距離になるように配置する。これにより、集

10

20

30

40

50

光レンズ 13 の焦点距離を  $f$  とすると、レーザ光 4 が受光面に入射する位置の変化  $h$  は、式 (3) によって表される。集光レンズの焦点距離  $f$  は既知の値であるため、焦点距離  $f$  とレーザ光が受光面に入射する位置の変化  $h$  とに基づいて、射出口 3a から射出されるレーザ光 4 の射出角度の変化 ( $\theta_1$ ) を検出することができる。

$$h = f \cdot \tan \theta_1 \quad \dots (3)$$

#### 【0023】

上述したように、第 1 実施形態の計測装置 20 は、光源 3 の射出口 3a から射出されるレーザ光の射出角度の変化 ( $\theta_1$ ) を検出する検出部 9 を含む。そして、計測装置 20 は、レーザ光 4 の経路長  $L$  と、検出部 9 により検出された射出角度の変化 ( $\theta_1$ ) と、被検面 2a の傾き ( $\theta_2$ ) とを用いて、射出角度の変化に起因して生じる経路長  $L$  の誤差を補正する補正値を逐次的に決定する。これにより、計測装置 20 は被検面 2a (反射板 2) の位置を高精度に計測することができるため、ステージ装置 100 の制御部 30 において、ステージ 1 の位置を精度よく決定することができる。

#### 【0024】

##### < 第 2 実施形態 >

本発明の第 2 実施形態のステージ装置 200 について、図 4 を参照しながら説明する。第 2 実施形態のステージ装置 200 は、第 1 実施形態のステージ装置 100 と比較して、検出部 9 の構成が異なる。第 1 実施形態の検出部 9 は、光源 3 の射出口 3a から射出されるレーザ光 4 の射出角度の変化 ( $\theta_1$ ) を検出する。しかしながら、射出口 3a から射出されるレーザ光 4 は、射出角度の変化 ( $\theta_1$ ) が生じるだけではなく、平行シフトが生じる場合がある。レーザ光 4 に平行シフトが生じると、被検面 2a に入射する位置が変化してしまうため、被検面 2a の傾き ( $\theta_2$ ) が生じているときには、射出角度の変化 ( $\theta_1$ ) と同様に、誤差が生じてしまいうる。そのため、第 2 実施形態の検出部 9 は、レーザ光 4 の射出角度の変化 ( $\theta_1$ ) だけではなく、レーザ光 4 の平行シフトも検出するように構成されている。以下では、第 2 実施形態の検出部 9 における構成について説明する。

#### 【0025】

図 4 は、第 2 実施形態のステージ装置 100 を示す図である。第 2 実施形態の検出部 9 は、ビームスプリッタ 10 と、第 2 ビームスプリッタ 12 と、複数の受光部 11 (第 1 受光部 11a および第 2 受光部 11b) とを含む。図 4 においては、検出部 9 は、2 つの受光部 11 によって構成されているが、それに限られるものではなく、3 つ以上の受光部 11 によって構成されてもよい。ビームスプリッタ 10 は、光源 3 の射出口 3a から射出されたレーザ光 4 の一部を分岐する。第 2 ビームスプリッタ 12 は、ビームスプリッタ 10 で分岐されたレーザ光 4 の一部を分割する。第 1 受光部 11a と第 2 受光部 11b とは、射出口 3a と第 1 受光部 11a の受光面 (第 1 受光面) との間の光路の長さ、射出口 3a と第 2 受光部 11b の受光面 (第 2 受光面) との間の光路の長さが異なるように配置されている。そして、第 1 受光部 11a と第 2 受光部 11b とは、第 2 ビームスプリッタ 12 で分割されたレーザ光 4 をそれぞれ受光する。そして、検出部 9 は、第 1 受光面において光が入射する位置の変化と第 2 受光面において光が入射する位置の変化との差が閾値以下であるときに、射出口 3a から射出されるレーザ光が平行シフトしたと検出し、平行シフト量  $A$  を決定する。

#### 【0026】

このようにレーザ光 4 が平行シフトした場合、平行シフトしたレーザ光 4 の光路長  $L$  には、実際に求めたい光路長  $L_0$  に対して、式 (4) によって表される誤差  $E_3$  が生じる。そのため、計測装置 20 では、経路長  $L$  の誤差  $E_3$  を補正する第 3 補正値  $C_3$  を決定し、レーザ光 4 に平行シフトが生じていることを検出部 9 によって検出されたとき、処理部 8 において求められたレーザ光 4 の経路長  $L$  を第 3 補正値  $C_3$  により補正する。ここで、第 3 補正値  $C_3$  を求める式は、誤差  $E_3$  を求める式 (4) と同じとなる ( $C_3 = E_3$ )。また、第 2 実施形態の計測装置 20 は、検出部 9 の検出結果に応じて、第 3 補正値  $C_3$  を逐次的に決定する。即ち、第 2 実施形態のステージ装置 200 も、第 1 実施形態のステージ装置 100 と同様に、レーザ光 4 の経路長  $L$  をリアルタイムで補正することができ、被

10

20

30

40

50

検面 2 a の位置を高精度に計測することができる。

$$E_3 = A / \tan \theta_2 \quad \cdots (4)$$

【0027】

上述したように、第 2 実施形態の計測装置 20 では、検出部 9 は、射出口 3 a からの距離が互いに異なる複数の受光部 11 を含み、射出口 3 a から射出されたレーザ光 4 の平行シフトを検出することができる。そのため、第 2 実施形態の計測装置 20 は、レーザ光 4 の射出角度の変化に起因して生じる経路長 L の誤差だけでなく、レーザ光 4 の平行シフトに起因して生じる経路長 L の誤差も補正することができる。

【0028】

< 露光装置の実施形態 >

本発明の実施形態に係るステージ装置を有する露光装置 300 について、図 5 を参照して説明する。図 5 は、本発明の露光装置 300 の構成を示す概略図である。本発明の露光装置 300 は、マスク 50 のパターンを基板 51 (例えば、ガラス基板や半導体基板) に投影して基板 51 を露光するように構成される。露光装置 300 は、マスク 50 に光を照射する照明光学系 52 と、マスク 50 を保持するマスクステージ 53 と、マスク 50 のパターンを基板 51 に投影する投影光学系 54 と、ステージ装置 55 とを備える。ステージ装置 55 は、例えば、第 1 実施形態のステージ装置 100 や、第 2 実施形態のステージ装置 200 が適用されうる。そして、基板 51 は、ステージ装置 55 に含まれるステージ 1 によって保持される。

【0029】

このように構成された露光装置 300 では、ステージ装置 55 に第 1 実施形態のステージ装置 100 や、第 2 実施形態のステージ装置 200 が適用されうるため、ステージ装置 55 においてステージの位置を高精度に計測することができる。したがって、露光装置 300 は、基板 51 を保持するステージ 1 の位置を高精度に制御することができ、高精度な微細加工を実現することができる。

【0030】

< 物品の製造方法の実施形態 >

本発明の実施形態にかかる物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された感光剤に上記の露光装置を用いて潜像パターンを形成する工程 (基板に描画を行う工程) と、かかる工程で潜像パターンが形成された基板を現像する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程 (酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等) を含む。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも 1 つにおいて有利である。

【0031】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

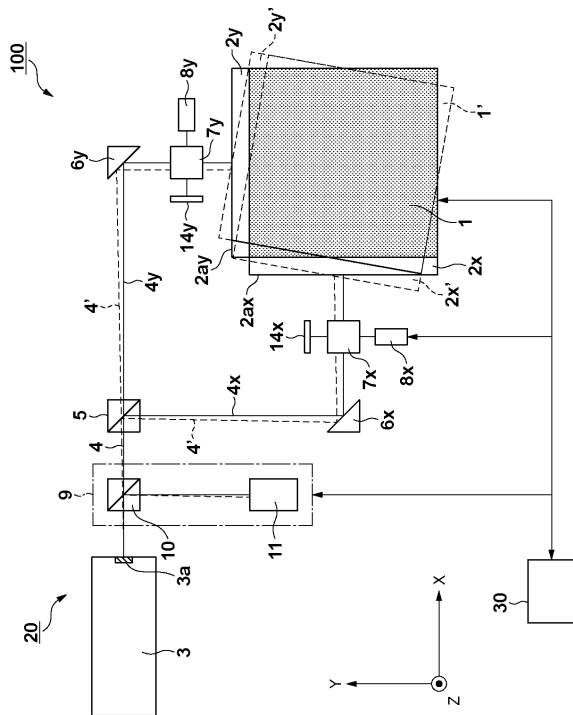
10

20

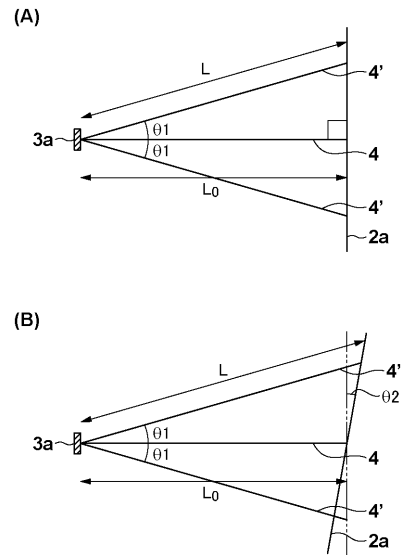
30



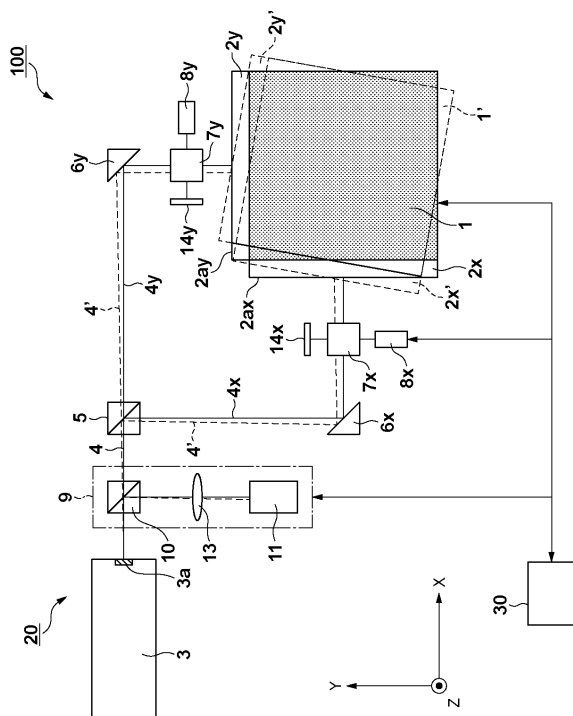
【図 1】



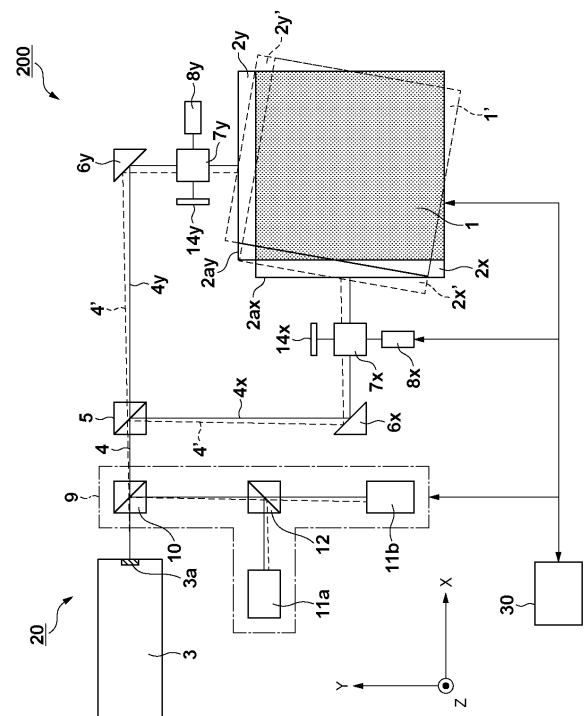
【図 2】



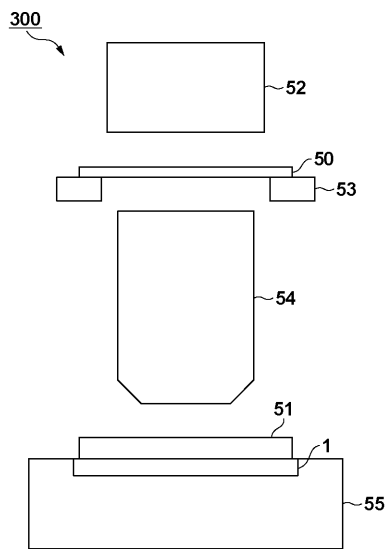
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 平井 真一郎  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 三島 和彦  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 高井 亮  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 濱 谷 善一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 梶田 真也

- (56)参考文献 特開平10-242248(JP,A)  
特開2009-036766(JP,A)  
特開2010-118524(JP,A)  
特開2000-039305(JP,A)  
米国特許出願公開第2009/0323078(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B	11/00	-	11/30
G01B	9/00	-	9/10
G03F	7/20	-	7/24
G03F	9/00	-	9/02
H01L	21/027		
H01L	21/30		
H01L	21/46		