

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3595708号
(P3595708)

(45) 発行日 平成16年12月2日(2004.12.2)

(24) 登録日 平成16年9月10日(2004.9.10)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 L 21/027
G O 3 F 7/20
G O 3 F 7/22
G O 3 F 9/00

H O 1 L 21/30 5 2 5 D
G O 3 F 7/20 5 2 1
G O 3 F 7/22 H
G O 3 F 9/00 H
H O 1 L 21/30 5 1 6 B

請求項の数 8 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-324457 (22) 出願日 平成10年10月30日(1998.10.30) (65) 公開番号 特開2000-138161(P2000-138161A) (43) 公開日 平成12年5月16日(2000.5.16) 審査請求日 平成15年12月25日(2003.12.25)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(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 100086287 弁理士 伊東 哲也 (72) 発明者 武石 洋明 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</p> <p>審査官 岩本 勉</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置、デバイス製造方法および制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被露光体を位置合わせするための顕微鏡を有し、投影光学系を介してパターンを前記被露光体に露光する露光装置であって、
前記被露光体を搭載して移動可能な被露光体ステージと、
前記被露光体ステージの位置を測定する測定手段と、
前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置情報を変更する変更手段であって、前記動作モードは、前記投影光学系の位置を基準として前記被露光体ステージを移動させる露光動作モードと、前記顕微鏡の位置を基準として前記被露光体ステージを移動させる位置合わせ動作モードとを含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより異なる位置情報出力する変更手段と
を含み、かつ前記変更手段により得られた位置情報に基づいて前記被露光体ステージを移動させる制御系
を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項2】

原版を位置合わせするための顕微鏡を有し、投影光学系を介して前記原版のパターンを被露光体に露光する露光装置であって、
前記原版を搭載して移動可能な原版ステージと、
前記原版ステージの位置を測定する測定手段と、

10

20

前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置情報を変更する変更手段であって、前記動作モードは、前記投影光学系の位置を基準として前記原版ステージを移動させる露光動作モードと、前記顕微鏡の位置を基準として前記原版ステージを移動させる位置合わせ動作モードとを含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより異なる位置情報を出力する変更手段とを含み、かつ前記変更手段により得られた位置情報に基づいて前記原版ステージを移動させる制御系を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 3】

前記測定手段はレーザ干渉計を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の露光装置。

10

【請求項 4】

前記変更手段は、前記測定手段により得られた位置情報を変換する 2 種類の変換手段を含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより、前記 2 種類の変換手段のいずれかから出力される位置情報を出力することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の露光装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の露光装置を用いてパターンを被露光体に露光する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 6】

20

被露光体を搭載して移動可能な被露光体ステージと、前記被露光体ステージの位置を測定する測定手段とを含む制御系と、投影光学系と、前記被露光体を位置合わせするための顕微鏡とを備え、前記投影光学系を介してパターンを前記被露光体に露光する露光装置に適用される制御方法であって、

前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置情報を変更する変更工程であって、前記動作モードは、前記投影光学系の位置を基準として前記被露光体ステージを移動させる露光動作モードと、前記顕微鏡の位置を基準として前記被露光体ステージを移動させる位置合わせ動作モードとを含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより異なる位置情報を出力する変更工程と、

30

前記変更工程において得られた位置情報に基づいて、前記被露光体ステージを移動させる移動工程と

を含むことを特徴とする制御方法。

【請求項 7】

原版を搭載して移動可能な原版ステージと、前記原版ステージの位置を測定する測定手段とを含む制御系と、投影光学系と、前記原版を位置合わせするための顕微鏡とを備え、前記投影光学系を介して前記原版のパターンを被露光体に露光する露光装置に適用される制御方法であって、

前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置情報を変更する変更工程であって、前記動作モードは、前記投影光学系の位置を基準として前記原版ステージを移動させる露光動作モードと、前記顕微鏡の位置を基準として前記原版ステージを移動させる位置合わせ動作モードとを含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより異なる位置情報を出力する変更工程と

40

、前記変更工程において得られた位置情報に基づいて、前記原版ステージを移動させる移動工程と

を含むことを特徴とする制御方法。

【請求項 8】

前記測定手段はレーザ干渉計を含むことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の制御方法。

50

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、半導体素子や液晶素子等のデバイスを製造するための露光装置、デバイス製造方法および制御方法に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

半導体露光装置の概念図を図2に示す。図2において、10は露光光源を含む照明光学系であり、光源としては水銀ランプあるいはKrFエキシマレーザ等が用いられる。11は露光すべき回路パターンがガラス上に描かれているレチクル(原版)、12はレチクルを
10
搭載するレチクルステージ、13は投影光学系である。14はレチクル11のパターンを
転写すべきウエハ(被露光体)、15はウエハを搭載して駆動できるウエハステージである。

【0003】

露光装置の動作についてさらに説明する。照明光学系10からの光はレチクルステージ12により位置決めされたレチクル11に導かれ、さらに投影光学系13を通った後にウエハ14に転写(露光)される。ウエハステージ15は平面内を所望の位置に位置決め動作を行ない、上記露光を繰り返すことによって、ウエハ14上にレチクル11のパターンを複数露光する。

【0004】

半導体素子は、上記露光動作1回のみで作成されるのではなく、レチクル11を交換して同じウエハに複数回重ねて露光することによって作成されるのが普通である。この時、1度露光したウエハを再度ウエハステージ15上に搭載し、レチクル11と精密に位置合わせする必要がある。半導体露光装置はこのための位置合わせ機能を具備しており、代表的には位置合わせに用いる位置合わせマークを予め露光しておき、顕微鏡16にてこの位置合わせマークを観察することによって行なう方法がある。

【0005】

上記露光動作および位置合わせ動作いずれにおいても、レチクルステージ12とウエハステージ15は、その位置を精密に保持しておく必要がある。位置決め誤差が大きいと、回路パターンがレチクル上のパターンからずれて転写されてしまい、所望の回路特性が得られなくなる。また、位置合わせ動作中に位置決め誤差が生じた場合でも、同様の不具合が生ずる。従って2つのステージの位置決め性能は、露光装置としての性能に直結した重要な性能指標となる。

【0006】

各ステージの平面内の位置決め動作は、レーザ干渉計等を用いた位置測定器17を使用した位置決め制御により行なわれる。

位置決め制御系の概念図を図3に示す。この位置決め制御系は、位置測定器17により得られた位置情報 x と目標位置 r との差分を求め、さらに補償器18によって適切な補償演算を施した結果をもって、ウエハステージ15への駆動指令値とする、所謂フィードバックループにより構成されている。近年のマイクロプロセッサの発達に伴って、こうしたフィードバックループはデジタルフィルタを主体としたソフトウェアサーボによって構成されることが多い。

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

位置測定器17の測定軸は、通常、投影光学系13が構成する光学的中心位置、すなわち露光中心と一致するように配置されるのが普通である。本来的に、露光している位置を精密に保持する必要があるためである。換言すれば、例えばウエハステージ15については、露光中心基準の座標系において制御されているということになる。

【0008】

ここで、ウエハステージ15に外乱が印加された場合について考える。例えば、露光装置

10

20

30

40

50

が設置される建物の振動や、ウエハステージ15自身が移動した時の反力によって、ウエハステージが搭載される本体構造体（したがって位置測定器17）が揺らされるような場合が想定される。こうした外乱は単一方向性のもではなく、従って並進成分と回転成分を同時に持つことがほとんどである。あるいは、仮に並進成分のみが外乱として印加された場合であっても、回転方向の外乱を他成分として励起することになると言っても良い。

【0009】

こうした外乱成分に対して、ウエハステージ15はフィードバックループによってそれらを抑圧するよう動作する。露光装置の基本性能として、ある程度の外乱が印加された場合であっても十分な位置決め性能が補償されねばならない。とはいえ、前述のように、あくまで露光中心基準で制御されているのであり、従って露光中心位置に着目した場合にのみ十分な位置決め性能が補償されているのである。

10

【0010】

一方、位置合わせ動作においては、従来例で示した通り、露光中心と一致していない軸上での位置合わせマーク観察による位置合わせ動作がしばしば行なわれる。この場合の位置合わせ精度は、位置合わせマーク観察位置に着目した位置決め性能で規定されることになる。

【0011】

そこで、位置合わせ動作中に回転方向の外乱が印加した場合について考えると、たとえ露光中心位置基準では十分な位置決め精度が得られていたとしても、マーク観察位置において十分とは言い切れない。例えば、露光中心位置における回転方向の位置決め精度が目標値 $\pm 0.1 \text{ ppm}$ 以内まで補償されている場合であっても、露光中心位置とマーク観察位置との距離が仮に 50 mm あれば、回転角度は微少であるので近似的に計算すると、 $50 \times 0.1 \times 10^{-6} = 5 \text{ nm}$ の位置合わせずれ、あるいは観測結果への誤差が生ずることになる。このように、露光中心基準座標系で十分な位置決め精度を保証することが、そのまま位置合わせ精度として全く同じ精度を保証することにはならないのである。

20

【0012】

本発明は上述の従来例における問題点を鑑みてなされたもので、露光装置の動作モードにかかわらず一様な位置精度を保証することができる露光装置、デバイス製造方法および制御方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段および作用】

上記の目的を達成するため、請求項1に係る発明は、被露光体を位置合わせするための顕微鏡を有し、投影光学系を介してパターンを前記被露光体に露光する露光装置であって、前記被露光体を搭載して移動可能な被露光体ステージと、

前記被露光体ステージの位置を測定する測定手段と、

前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置情報を変更する変更手段であって、前記動作モードは、前記投影光学系の位置を基準として前記被露光体ステージを移動させる露光動作モードと、前記顕微鏡の位置を基準として前記被露光体ステージを移動させる位置合わせ動作モードとを含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより異なる位置情報を出力する

40

変更手段と
を含み、かつ前記変更手段により得られた位置情報に基づいて前記被露光体ステージを移動させる制御系

を備えたことを特徴とする露光装置である。

さらに、請求項2に係る発明は、原版を位置合わせするための顕微鏡を有し、投影光学系を介して前記原版のパターンを被露光体に露光する露光装置であって、

前記原版を搭載して移動可能な原版ステージと、

前記原版ステージの位置を測定する測定手段と、

前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置情報を変更する変更手段であって、前記動作モードは、前記投影光学系の位置を基準として前記原版ス

50

ページを移動させる露光動作モードと、前記顕微鏡の位置を基準として前記原版ステージを移動させる位置合わせ動作モードとを含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより異なる位置情報を出力する変更手段と

を含み、かつ前記変更手段により得られた位置情報に基づいて前記原版ステージを移動させる制御系

を備えたことを特徴とする露光装置である。

さらに、請求項 5 に係る発明は、上記の露光装置を用いてパターンを被露光体に露光する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法である。

さらに、請求項 6 に係る発明は、被露光体を搭載して移動可能な被露光体ステージと、前記被露光体ステージの位置を測定する測定手段とを含む制御系と、投影光学系と、前記被露光体を位置合わせするための顕微鏡とを備え、前記投影光学系を介してパターンを前記被露光体に露光する露光装置に適用される制御方法であって、

前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置情報を変更する変更工程であって、前記動作モードは、前記投影光学系の位置を基準として前記被露光体ステージを移動させる露光動作モードと、前記顕微鏡の位置を基準として前記被露光体ステージを移動させる位置合わせ動作モードとを含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより異なる位置情報を出力する変更工程と、

前記変更工程において得られた位置情報に基づいて、前記被露光体ステージを移動させる移動工程と

を含むことを特徴とする制御方法である。

さらに、請求項 7 に係る発明は、原版を搭載して移動可能な原版ステージと、前記原版ステージの位置を測定する測定手段とを含む制御系と、投影光学系と、前記原版を位置合わせするための顕微鏡とを備え、前記投影光学系を介して前記原版のパターンを被露光体に露光する露光装置に適用される制御方法であって、

前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置情報を変更する変更工程であって、前記動作モードは、前記投影光学系の位置を基準として前記原版ステージを移動させる露光動作モードと、前記顕微鏡の位置を基準として前記原版ステージを移動させる位置合わせ動作モードとを含み、前記動作モードが前記露光動作モードおよび前記位置合わせ動作モードのいずれであるかにより異なる位置情報を出力する変更工程と、

前記変更工程において得られた位置情報に基づいて、前記原版ステージを移動させる移動工程と

を含むことを特徴とする制御方法である。

【0014】

本発明は、例えば露光動作中あるいは位置合わせ動作中、装置がいずれの動作モードにあっても、ステージを外乱に対して頑健とし、すなわちステージに関し動作モードにかかわらず一様な位置精度を保証し、よって露光装置の性能を著しく向上させる。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明の好ましい実施の一形態では、レチクル上に描画されたパターンを光学的にウエハ上に転写することによって半導体素子を形成する半導体露光装置において、ウエハを搭載して移動できるウエハステージの位置決めを行なう際に参照する当該ウエハステージの座標情報を、基準となる座標原点を装置の動作状態に応じて適宜切り替え、該座標原点基準における座標情報とすることを特徴とする。

【0016】

また、本発明の他の実施形態では、原版のパターンを被露光体上に露光する露光装置であって、前記原版を搭載して移動可能な原版ステージと、前記原版ステージの位置を測定する測定手段と、前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置

10

20

30

40

50

を変換する変換手段とを含み、かつ前記変換手段により得られた位置に基づいて前記原版ステージを移動させる制御系を備えたことを特徴とする。また、本発明は、原版を搭載して移動可能な原版ステージと、前記原版ステージの位置を測定する測定手段とを含む制御系を備え、前記原版のパターンを被露光体上に露光する露光装置に適用される制御方法であって、前記露光装置の動作モードに基づいて、前記測定手段により得られた位置を変換する変換工程と、前記変換工程において得られた位置に基づいて、前記原版ステージを移動させる移動工程とを含むことを特徴としてもよい。

【0017】

より具体的には、露光動作中であるか位置合わせ動作中であるかを判別する手段と、これによって座標系の基準原点を切り替える手段とを具備し、切り替えられた座標基準に従って、ステージの位置決め制御アルゴリズムを変更する。

10

【0018】

これによって、露光動作および位置合わせ動作のいずれにおいても一様な位置精度を保証し、もって露光装置としての性能向上を達成することができる。

【0019】

【実施例】

(第1の実施例)

本発明の第1の実施例について、図1を用いて説明する。図1において、1はシステムコントローラであり、露光装置内において実現される全ての情報を保持している。2はステージの位置決め制御系であり、さらに補償器3と、座標変換部4、および制御対象であるウエハステージ5から構成されている。6はレーザ干渉計等の位置測定器であり、図2に示したものと同様露光中心位置におけるステージの位置を測定するものである。なお簡単のため、本実施例ではレチクルステージ側は所望の位置に十分な精度で位置決めされているものとし、ウエハステージ側に限って説明を行なう。

20

【0020】

本発明では、システムコントローラ1が持つステージ動作情報に基づき、座標変換部4内のアルゴリズムを適宜切り替える。以下、これについて詳細に説明する。

【0021】

まず、システムが露光動作中である場合について述べる。この時、ウエハステージ5は露光中心における位置決め精度を補償しなければならない。位置測定器6は、従来例でも述べたように、予め露光中心位置と測定軸が一致するように配置されているので、位置測定器6にて得られる平面内の座標情報 x 、 y 、 θ は、そのまま露光中心基準でのウエハステージ座標 x_w 、 y_w 、 θ_w を表わしている。したがってこの場合、露光中心位置基準でのウエハステージ座標と、位置測定器6で得られる座標情報とは、変換行列 R を用いて式(1)に示す関係を持つことになる。なお式(1)において T は転置を表わす。

30

【0022】

【数1】

$$[x_w \ y_w \ \theta_w]^T = R [x \ y \ \theta]^T$$

40

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

【0023】

次に、システムが位置合わせ動作中である場合について述べる。この時ウエハステージ5は、位置合わせに用いる顕微鏡(不図示、図2の16に相当)にてウエハステージ上の位

50

置合わせマークを観察できる場所に、位置決めを行なう必要がある。ここで、当該顕微鏡と露光中心位置とのx y方向相対座標(ベクトル)を $[L_x \quad L_y]$ とすると、当該位置におけるウエハステージ座標 x_w 、 y_w 、 θ_w は、式(1)と同様の書式に従って変換行列Rを用いて式(2)のように表現できる。

【0024】

【数2】

$$[x_w \quad y_w \quad \theta_w]^T = R' [x \quad y \quad \theta]^T$$

$$R' \doteq \begin{bmatrix} 1 & 0 & L_y \\ 0 & 1 & L_x \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\therefore \tan \theta \doteq \theta$$

【0025】

さて、露光装置が露光動作中であるか位置合わせ動作中であるかは、システムコントローラ1によって与えられるため、この情報に応じて座標変換部4のアルゴリズムとしては、式(1)あるいは式(2)のいずれかを選択的に用いることができる。ステージ位置決め制御系2は、座標変換部にて変換された、動作モードに依存したステージ位置を基に制御演算を実行する。

【0026】

これらの動作によってウエハステージ5は、露光動作中は露光中心基準の座標系で、位置合わせ動作中は位置合わせマーク観察位置基準の座標系で動作できることになる。従って、露光動作および位置合わせ動作のいずれにおいても一様な位置精度を保証し、もって露光装置としての性能向上を達成することができる。

【0027】

(第2の実施例)

第1の実施例では位置測定器6の測定軸と露光中心位置とが一致しているものとして説明したが、必ずしも一致している必要はない。この場合、露光中心基準でのステージ座標値を算出する式(1)において、式(2)に示したのと同様に、位置測定器6と露光中心位置との相対座標値を基に、露光中心基準でのステージ座標値が算出できるよう、変換行列Rを修正すれば良い。

【0028】

(第3の実施例)

第1の実施例においてはウエハステージの動作を中心に説明したが、レチクルステージの場合も同様である。レチクルの位置合わせを行なう場合と、露光動作を行なう場合とでレチクルステージの位置が異なるような場合には、前記実施例と同様の手法を適用することが可能である。

【0029】

(デバイス生産方法の実施例)

次に、上記説明した露光装置を利用したデバイスの生産方法の実施例を説明する。

図4は微小デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の製造のフローを示す。ステップ1(回路設計)ではデバイスのパターン設計を行なう。ステップ2(マスク製作)では設計したパターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3(ウエハ製造)ではシリコンやガラス等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマ

スクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0030】

図5は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

10

【0031】

本実施例の生産方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度のデバイスを低コストに製造することができる。

【0032】

20

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、露光装置の動作モードにかかわらず一様な位置精度を保証することができる露光装置、デバイス製造方法および制御方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る位置決め制御系のブロック図である。

【図2】従来例であり、本発明の適用対象の一例である半導体露光装置の概略構成図である。

【図3】従来の位置決め制御系のブロック図である。

【図4】微小デバイスの製造の流れを示す図である。

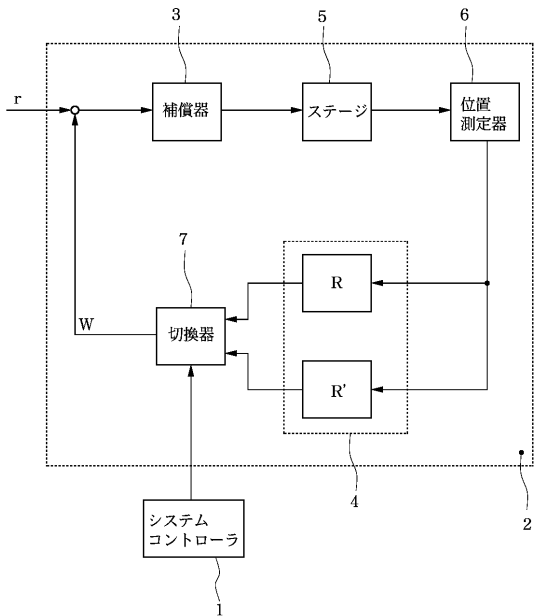
30

【図5】図4におけるウエハプロセスの詳細な流れを示す図である。

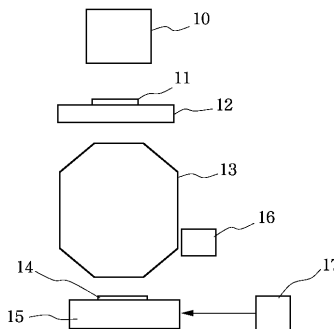
【符号の説明】

1：システムコントローラ、2：ステージ制御系、3：補償器、4：座標変換部、5：ステージ、6：位置測定器、7：切替器。

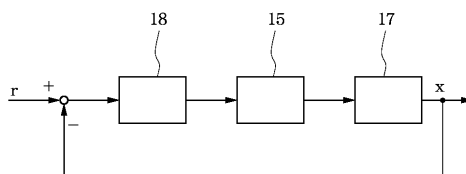
【図1】



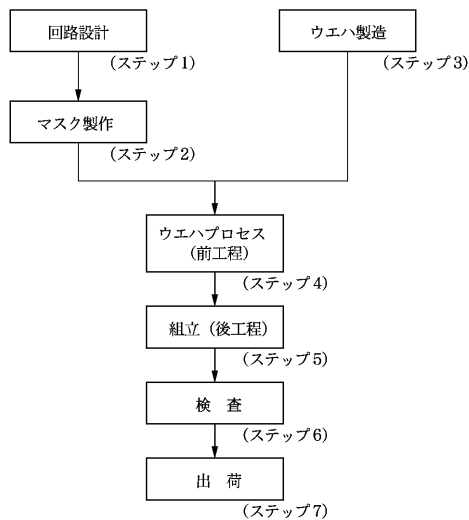
【図2】



【図3】

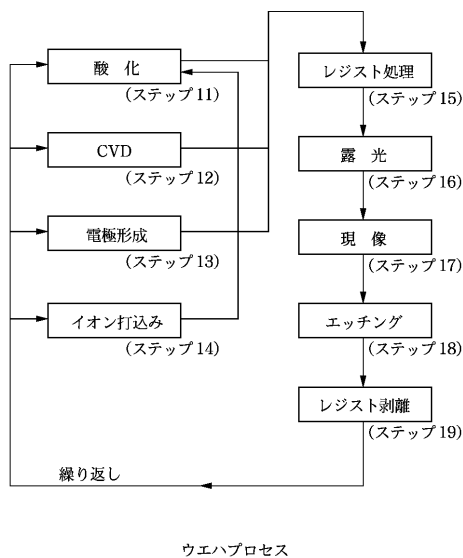


【図4】



半導体デバイス製造フロー

【図5】



ウエハプロセス

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-307279(JP,A)
特開平07-297119(JP,A)
特開平07-066270(JP,A)
特開平07-022352(JP,A)
特開平06-302497(JP,A)
特開平05-198468(JP,A)
特開平05-189050(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/027
G03F 9/00
G05D 3/00
G12B 5/00