

(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2005-26467

(P2005-26467A)

(43) 公開日 平成17年1月27日(2005.1.27)

| | | | |
|-------------------------------|--------------|-------------|-----------|
| (51) Int. Cl. ⁷ | F I | テーマコード (参考) | |
| HO 1 L 21/027 | HO 1 L 21/30 | 5 4 1 L | 5 C 0 0 1 |
| GO 3 F 7/20 | GO 3 F 7/20 | 5 2 1 | 5 F 0 3 1 |
| HO 1 J 37/20 | HO 1 J 37/20 | A | 5 F 0 5 6 |
| HO 1 L 21/68 | HO 1 J 37/20 | D | |
| | HO 1 L 21/68 | K | |
| 審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁) | | | |

| | | | |
|-----------|------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2003-190499 (P2003-190499) | (71) 出願人 | 000002107 住友重機械工業株式会社 東京都品川区北品川五丁目9番11号 |
| (22) 出願日 | 平成15年7月2日(2003.7.2) | (74) 代理人 | 100088155 弁理士 長谷川 芳樹 |
| | | (74) 代理人 | 100092657 弁理士 寺崎 史朗 |
| | | (74) 代理人 | 100113435 弁理士 黒木 義樹 |
| | | (72) 発明者 | 安藤 学 東京都西東京市谷戸町二丁目1番1号 住友重機械工業株式会社田無製作所内 |
| | | (72) 発明者 | 富田 良幸 東京都西東京市谷戸町二丁目1番1号 住友重機械工業株式会社田無製作所内 |
| | | 最終頁に続く | |

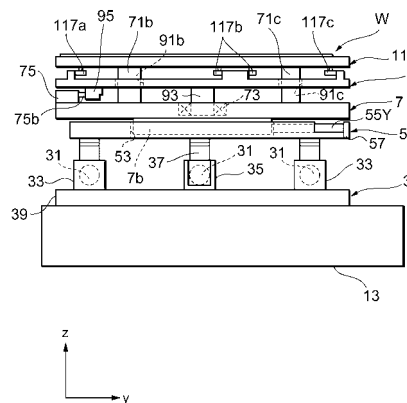
(54) 【発明の名称】 ステージ装置及び電子ビーム近接露光装置

(57) 【要約】

【課題】 試料の回転方向のズレが大きい場合にも、位置の調整を適切に行うことを可能とするステージ装置及び電子ビーム近接露光装置を提供する。

【解決手段】 ステージ装置1は、処理対象となるウエハWを保持するためのウエハパレット11及びレールプレート9（試料保持部）と、ウエハWの位置を検出するための位置基準面77a、77bを有するトッププレート7と、試料保持部をトッププレート7に対して所定軸回りに回転させる駆動部75と、を備えている。トッププレート7はレールプレート9を所定軸回りに回転可能に支持している。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理対象となる試料を保持するための試料保持部と、
前記試料の位置を検出するための位置基準面を有するステージプレートと、
前記試料保持部を前記ステージプレートに対して所定軸回りに回転させる駆動部と、を備え、

前記ステージプレートは、

前記試料保持部を前記所定軸回りに回転可能に支持することを特徴とするステージ装置。

【請求項 2】

前記駆動部は、

前記ステージプレート上に設けられたことを特徴とする請求項 1 に記載のステージ装置。

10

【請求項 3】

前記試料保持部は、

試料を搭載する試料搬送部と、前記試料搬送部を保持する試料回転部とを有し、

前記試料搬送部は前記試料回転部から分離可能に構成されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のステージ装置。

【請求項 4】

前記ステージプレートを搭載し、当該ステージプレートを前記所定軸に平行な軸の回りに回転させる微動ステージを更に備え、

前記微動ステージによる回転の位置決め精度は、前記駆動部による回転の位置決め精度よりも高いことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載のステージ装置。

20

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載のステージ装置と、

前記ステージ装置を内部空間に収容し、前記内部空間が減圧可能なチャンバと、

前記試料の表面に電子ビームを照射する電子ビーム照射部と、を備えたことを特徴とする電子ビーム近接露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はステージ装置及び電子ビーム近接露光装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来の半導体ウエハ等の位置決めステージ装置として、 x 位置、 y 位置、 z 位置の位置決め、及び z 軸方向の回転位置決めを行う機構を備えたステージ装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。なお、半導体ウエハの表面（処理が施される面）に平行な平面を xy 平面として x 軸、 y 軸を設定し、 xy 平面に垂直な軸を z 軸とする。また、 z 軸に平行な軸を中心とした回転を z 軸方向の回転と言い、 z 軸方向の回転によって調整される半導体ウエハ位置の要素を z 位置という。このステージ装置では、ステージ装置の所定の面を基準面とし、基準面の位置を検出することによって間接的にウエハの x 位置、 y 位置を検出している。例えば、図 15 (a) に例を示すように、ステージ装置 201 の基準面 203 x 、203 y の位置の検出は、基準面 203 x 、203 y にそれぞれミラー 205 x 、205 y を設け、レーザ干渉計 207 x 、207 y で基準面 203 x 、203 y とレーザ干渉計 207 x 、207 y との距離を測定することにより行っている。なお、レーザ干渉計 207 x 、207 y はレーザ光 Lx 、 Ly をミラーに照射し、反射されたレーザ光を受光することによって、基準面との距離を測定する装置である。

40

【0003】

【特許文献 1】

特開 2002 - 353445 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

50

ウエハの z 位置はステージ装置の所定のプレートを回転させて調整することとしているが、z 位置のズレが大きい場合には当該プレートが過剰に回転することとなり、上記基準面 203x、203y 及びミラー 205x、205y も追従して過剰に回転することとなる(図15(b)参照)。ミラー 205x、205y はレーザ干渉計 207x、207y のレーザ光 Lx、Ly を反射する機能を有しており、ミラー 205x、205y が過剰に回転すると反射レーザ光がレーザ干渉計 207x、207y の受光レンジを外れてしまうので、ウエハの x 位置、y 位置の検出ができなくなってしまう。このため、ウエハの z 位置のズレが大きい場合には z 位置の調整と x 位置、y 位置の調整とを同時に行うことができなくなるといった問題があった。

【0005】

10

そこで、本発明は上記問題点を解決し、試料の回転方向のズレが大きい場合にも、位置の調整を適切に行うことを可能とするステージ装置及び電子ビーム近接露光装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明のステージ装置は、処理対象となる試料を保持するための試料保持部と、試料の位置を検出するための位置基準面を有するステージプレートと、試料保持部をステージプレートに対して所定軸回りに回転させる駆動部と、を備え、ステージプレートは、試料保持部を所定軸回りに回転可能に支持することを特徴とする。

【0007】

20

上記ステージ装置によれば、試料を所定軸回りに回転させたいときに、ステージプレートを固定したままで、ステージプレートに対して試料保持部を回転させることによって、試料保持部ごと試料を回転させることができる。このように回転すれば試料を大きく回転させたとしても、ステージプレートが有する位置基準面は回転せず角度を変えない。よって、試料の回転方向のズレが大きい場合でも、位置基準面を検出不可能にすることなく試料の回転方向を調整することができる。

【0008】

また本発明のステージ装置は、駆動部がステージプレート上に設けられたことを特徴としてもよい。このようにステージプレートに直接駆動部を設けることにより、ステージ装置の小型化が可能となる。

30

【0009】

また、本発明のステージ装置は、試料保持部は、試料を搭載する試料搬送部と、試料搬送部を保持する試料回転部とを有し、試料搬送部は試料回転部から分離可能に構成されたことを特徴としてもよい。

【0010】

試料搬送部が分離可能に構成されているのでステージ装置から離れた試料の供給部で試料を保持し、ステージ装置まで搬送するという動作が可能となる。このステージ装置によれば、試料の回転方向のズレが大きい場合でも回転方向の調整が適切に可能であるので、搬送の際のウエハ回転方向を高精度に制御する必要がない。

【0011】

40

また、本発明のステージ装置は、ステージプレートを搭載し、当該ステージプレートを所定軸に平行な軸の回りに回転させる微動ステージを更に備え、微動ステージによる回転の位置決め精度は、駆動部による回転の位置決め精度よりも高いことを特徴としてもよい。

【0012】

上記ステージ装置によれば、微動ステージにより、試料の回転方向の調整を更に精密に行うことが可能となる。

【0013】

また、本発明のステージ装置は、ステージプレートが、位置基準面として機能する反射面を有し、反射面はレーザ光を反射可能であることを特徴としてもよい。

【0014】

50

本発明の電子ビーム近接露光装置は、上記ステージ装置と、ステージ装置を内部空間に収容し、内部空間が減圧可能なチャンバと、試料の表面に電子ビームを照射する電子ビーム照射部と、を備えたことを特徴とする。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

【0016】

図1は実施形態に係るステージ装置1の斜視図である。図2はステージ装置1の分解斜視図である。図3はステージ装置1の側面図である。図1に示すようにx軸、y軸、z軸を定め、必要な場合には以下の説明に用いる。また、x軸に平行な軸を中心とした回転をx軸方向の回転、y軸に平行な軸を中心とした回転をy軸方向の回転、z軸に平行な軸を中心とした回転をz軸方向の回転と言う。また、x、y、z軸方向の回転によってそれぞれ調整される半導体ウエハ位置の要素をそれぞれ、x位置、y位置、z位置という。

10

【0017】

ステージ装置1はベースプレート3、チルトプレート5、トッププレート(ステージプレート)7、レールプレート9、及びウエハパレット(試料搬送部)11を備え、下からこの順にz軸方向に重ね合わせて構成されている。レールプレート9及びウエハパレット11は試料保持部を構成する。ステージ装置1は単独でも使用可能であるが、本実施形態においてステージ装置1は、粗動ステージ13上に搭載され、ウエハステージを構成し、電子ビーム近接露光装置(図12の301)のメインチャンバ303内に格納されている。ステージ装置1は上に搭載された半導体ウエハ(以下「ウエハ」という)Wをx軸方向、y軸方向及びz軸方向へ移動し、x軸方向、y軸方向、及びz軸方向へ回転させることが可能であり、ウエハWの位置及び傾きを調整することができる。

20

【0018】

ステージ装置1の各構成部材について順に説明する。

【0019】

図4はベースプレート3の斜視図である。ベースプレート3はx軸方向に互いに平行に伸びるように配置された3本のピエゾアクチュエータ31を有している。ピエゾアクチュエータ31は電圧が加えられることによりx軸方向の長さを変化させる。ピエゾアクチュエータ31は一端31aがピエゾ固定ブロック33に固定され、他端31bがウエッジステージ35に連結されている。ピエゾ固定ブロック33はベースプレート3の下部プレート39に固定されており、下部プレートとの相対的な位置を変えないようになっているので、ピエゾアクチュエータ31が伸縮した場合には端31aは変位せず、端31bがx軸方向に変位するようになっている。ウエッジステージ35は例えば45°の直交変換機構を有しており、ピエゾアクチュエータ31の端31bのx軸方向の変位をチルトヒンジ37のz軸方向の変位に変換する。すなわち、端31bがウエッジステージ37に押し込まれる方向に変位した場合はチルトヒンジ37が上昇し、逆に端31bがウエッジステージ37から離れる方向に変位した場合はチルトヒンジ37が下降する。上記機構により、ピエゾアクチュエータ31の長さがx軸方向に伸びた場合にはチルトヒンジ37がz軸方向に上に移動することとなり、ピエゾアクチュエータ31の長さがx軸方向に縮んだ場合にはチルトヒンジ37がz軸方向に下に移動することとなる。

30

40

【0020】

ベースプレート3には上記のような機構が3組平行に備えられており、中央の1組はピエゾ固定ブロック33とウエッジステージ35の位置が逆になるように配置されている。このことによって3本のチルトヒンジ37はxy平面において三角形の頂点の位置に配置されることになる。3本のチルトヒンジ37はベースプレート3の上に設置されたチルトプレート5(後述する)を支持している。3本のチルトヒンジ37が独立して上下することによってチルトプレート5を下部プレート39に対してz軸方向に移動、x軸方向、

50

y 軸方向に回転させ、チルトプレートの位置及び傾きを調整できるようになっている。このことで、ステージ装置 1 に支持されたウエハ W の z 位置、 x 位置、 y 位置を調整することができる。

【0021】

図 5 はチルトプレート 5 の斜視図である。前述のとおりチルトプレート 5 はベースプレート 3 の上に設けられ、3 本のチルトヒンジ 37 によって 3 点支持されている。チルトプレート 5 の中央部にはチルトプレート 5 を z 軸方向に貫通する開口 53 が設けられている。開口 53 には x y プレート 7 b (後述する) がわずかな間隙を空けて組み込まれる。チルトプレート 5 の側壁から開口 53 の内側壁へ貫通するように x 軸方向に伸びた円柱状の 2 つの貫通穴が設けられており、それぞれの貫通穴には円柱状の piezo アクチュエータ 55 X 1、piezo アクチュエータ 55 X 2 が差し込まれている。また、y 軸方向に伸びた円柱状の貫通孔が設けられており、円柱状の piezo アクチュエータ 55 Y が差し込まれている。

10

【0022】

それぞれ、piezo アクチュエータは外側の一端 55 a が取り付け板 57 に固定されており、取り付け板 57 はチルトプレート 5 に対して相対的な位置を変えないように固定されている。piezo アクチュエータは開口 53 側の一端 55 b が開口 53 の内側壁からわずかに突出しており、開口 53 に組み込まれた x y プレート 7 b の外側壁に固定される。それぞれ piezo アクチュエータは電圧が加えられることにより長さを変化させ、端 55 b を変位させる。それぞれの piezo アクチュエータ 55 X 1、55 X 2、55 Y が独立して端 55 b を変位させることにより x y プレート 7 b をチルトプレート 5 に対して x 軸方向、y 軸方向に移動、z 軸方向に回転させ、トッププレート 7 の位置及び傾きを調整できるようになっている。このことで、ステージ装置 1 に支持されたウエハ W の x 位置、y 位置、z 位置を調整することができる。本実施形態においては、ここでの x 位置、y 位置の調整量はそれぞれ $\pm 20 \mu\text{m}$ 程度であり、z 位置の調整量は ± 150 マイクロラジアン程度である。

20

【0023】

図 6 はトッププレート 7 の分解斜視図である。トッププレート 7 はトップテーブル 7 a 及び x y プレート 7 b からなる。x y プレート 7 b はトップテーブル 7 a の底面に密着固定されており、x y プレート 7 b とトップテーブル 7 a は互いの位置関係を変えないようになっている。x y プレート 7 b はチルトプレート 5 の開口 53 とほぼ同じ形状をなしており、わずかな間隙をもって開口 53 に嵌まるようになっている。トッププレート 7 の上面には 3 つの台座 71 a、71 b、71 c が立設されている。台座 71 a、71 b、71 c の上面には静電吸着機構が設置されている。台座 71 a、71 b、71 c はそれぞれレールプレート 9 (後述する) に設けられた開口 91 a、91 b、91 c を貫通し、ウエハパレット 11 (後述する) の底面に静電力によって吸着するようになっている。トップテーブル 7 a の中央部には軸受け 73 が設けられている。軸受け 73 はレールプレート 9 の底面に設けられた回転軸 93 を受け、z 軸方向に回転可能に支持している。

30

【0024】

また、トッププレート 7 上面には超音波モータ (駆動部) 75 が設置されている。超音波モータ 75 はモータブラケット 75 a 及び LM ガイド 75 b を有している。LM ガイド 75 b は超音波モータ 75 の駆動によりモータブラケット 75 a にガイドされて y 軸方向に沿ってモータブラケット 75 a 内を移動する。このことによって、LM ガイド 75 b の一端 75 c が y 軸方向に沿って移動するようになっている。LM ガイド 75 b の一端 75 c はレールプレート 9 の下面に設けられたプッシュロッド 95 に固定されており、端 75 c が移動することによってプッシュロッド 95 を y 軸方向に前後させることができる。

40

【0025】

トップテーブル 7 a の y z 平面に平行な縁面部及び x y 平面に平行な縁面部に亘って L 字ミラー 77 が設けられている。L 字ミラー 77 は y z 平面及び x y 平面にそれぞれ平行な 2 つの反射面 77 a、77 b を有している。反射面 77 a、77 b はそれぞれ、ウエハ W

50

の x 位置、y 位置を検出するための位置基準面を構成している。反射面 77a、77b は例えばメインチャンバ 303 の内壁面に設けられたレーザ干渉計（図示しない）からレーザ光を反射する機能を有する。反射面 77a に対応する第 1 のレーザ干渉計は x 軸方向に反射面 77a に向かってレーザ光を出射し反射面 77a で反射されたレーザ光を受光する。第 1 のレーザ光干渉計は受光した光の位相に基づいて反射面 77a までの距離を測定することによって、トッププレート 7 の x 位置を検出する。同様にして、反射面 77b に対応する第 2 のレーザ干渉計はトッププレート 7 の y 位置を検出する。トッププレート 7 の x 位置、y 位置を検出することにより、間接的にウエハ W の x 位置、y 位置を検出することができる。

【0026】

図 7 はレールプレート 9 の斜視図である。レールプレート 9 の底面側中央部には円柱状の回転軸 93 が立設されている。レールプレート 9 は回転軸 93 がトッププレート 7 の軸受け 73 に組込まれることによって z 軸方向に回転可能に支持されている。レールプレート 9 には開口 91a、91b、91c が設けられている。前述のとおり開口 91a、91b、91c にはトッププレート 7 の台座 71a、71b、71c が間隙をもって貫通している。

【0027】

レールプレート 9 の下面にはプッシュロッド 95 が設けられており、前述した LM ガイド 75b の端 75c が固定されている。図 8 (a) は超音波モータ 75 及びプッシュロッド 95 付近を示した平面図である。LM ガイド 75b はヒンジ部 75d を有しており、ヒンジ部 75d は LM ガイド 75b の先端部を x y 平面内で折れ曲がることのできる機構になっている。図 8 (b) に端 75c が y 軸方向に沿って図面右方向に移動した状態の平面図を示す。端 75c が図面右方向に移動すると、これに追従してプッシュロッド 95 が図面右方向に移動する。プッシュロッド 95 が図面右方向に移動することによって、レールプレート 9 全体がトッププレート 7 に対して、回転軸 93 を中心にして図中矢印の A 方向に回転することとなる。図 9 (a) は回転前のトッププレート 7 とレールプレート 9 との位置関係を示し、図 9 (b) は回転後のトッププレート 7 とレールプレート 9 との位置関係を示す平面図である。このように LM ガイド 75b がプッシュロッド 95 を x 軸方向に移動させることによりレールプレート 9 をトッププレート 7 に対して z 方向に回転させ、レールプレートの z 位置を調整することができる。また、開口 91a、91b、91c と台座 71a、71b、71c との間のそれぞれの間隙はレールプレート 9 がトッププレート 9 に対して通常の z 位置の調整量回転したとしても、開口 91a、91b、91c と台座 71a、71b、71c とがそれぞれ接触しない程度に設けられている。本実施形態においては、ここでの z 位置の通常の調整量は数ミリラジアン程度である。

【0028】

このとき、LM ガイド 75b はヒンジ部 75d で折れ曲がり、端 75c がプッシュロッド 95 接触面の傾きに追従して回転するようになっている。このことによって、プッシュロッド 95 と端 75c との間の接触面に応力が生じないようにしており、LM ガイド 75b やプッシュロッド 95 に歪みが生じることを防止している。

【0029】

再び図 7 を参照する。レールプレート 9 の上面には x 軸方向に平行に伸びる 3 本のレール 97a、97b、97c が設けられている。レール 97a、97b、97c はウエハパレット 11 の底面に設けられたガイドローラに対応する位置に設けられている。レール 97b の側面には半円状の切り欠き 99 が対になるように 2 組設けられており、対応する対のガイドローラが切り欠き 99 に嵌まり込むことによってウエハパレット 11 の大まかな位置合わせが可能となっている。レールプレート 9 のレール 97 に直交する縁面には 2 つの給電用端子 101 が上面から突出するように設けられている。給電用端子 101 にはウエハパレット 11 側の給電用端子が接触し、これを介してウエハパレット 11 に電力が供給されるようになっている。

【0030】

10

20

30

40

50

図10はウエハパレット11及びウエハパレット11に保持されるウエハWを分解した斜視図である。ウエハパレット11は上面に2つの円周溝113を有している。円周溝113はウエハパレット11上面中央部に位置し、上面が同心円状に凹設されて形成されている。円周溝113の形状は何れもウエハWよりも小さな円となっている。円周溝113の底部には空気穴113aが円周溝113の形状に沿って多数配列されている。ウエハパレット11は空気穴113aを通じて外気を吸引し、ウエハWを空気の負圧によってウエハパレット11上面に吸着させる真空吸着機構を有している。また、ウエハパレット11の上面側には多数の静電吸着電極が埋め込まれており、静電力によってウエハWを吸着させる静電吸着機構を有している。

【0031】

図11はウエハパレット11を底面側から見た斜視図である。ウエハパレット11の底面側にはレール97a、97b、97cに対応する位置に、それぞれガイドローラ117a、117b、117cが設けられている。ガイドローラ117a及び117bはレール97a、97bの側面部を転がりながらx軸方向に移動可能となっている。レール97bに対応するガイドローラ117bはそれぞれ一対になるように設けられており、対になったガイドローラ同士はレール97bを挟み込みながらレール97bの側面を転がるように移動可能となっている。後述するようにウエハパレット11はレールプレート9から分離することが可能で、ウエハWをステージ装置1まで搬送する搬送台車としての機能を有している。ウエハパレット11がメインチャンバ303内をx軸方向に移動してレールプレート9の上へと移動し、ウエハWはウエハパレット11に吸着された状態でウエハパレット11ごと移動する。このとき各ガイドローラ117a、117b、117cがそれぞれレール97a、97b、97cの側面を転がることによって円滑な移動が可能となる。また、ガイドローラ117bがレール97bの切り欠き99に嵌まり込むことによってウエハパレット11の大まかな位置合わせ及び固定がなされる。ウエハパレット11が上記のように位置合わせされた時の給電用端子101に接触する部分には、ウエハパレット11の動作に必要な電力を取り入れる給電用端子119が設けられている。

【0032】

ウエハパレット11の底面側にはトッププレート7の台座71a、71b、71cに対応する位置に、静電吸着電極112a、112b、112cが設けられている。ウエハパレット11は上記のようにレールプレート9から分離可能に構成されているが、レールプレート9の開口91a、91b、91cを貫通してトッププレート9に立設された台座71a、71b、71cに静電吸着されることによりトッププレート9に固定される。まず、ステージ装置1の外部からウエハWを搬送してきたウエハパレット11が、ガイドローラ117bがレール97bの切り欠き99に嵌まり込むことによってウエハパレット11の大まかな位置合わせ及び固定がなされる。つぎに、台座71a、71b、71cの静電吸着装置が機能していない状態で、ウエハパレット11のz位置の調整(後述する「粗z調整」)が行われ、その後台座71a、71b、71cの静電吸着装置を機能させ、ウエハパレット11がトッププレート9に固定される。

【0033】

ステージ装置1は、上述した構成のベースプレート3、チルトプレート5、トッププレート7、レールプレート9、及びウエハパレット11を備えているので、ウエハWのx、y、z位置、及びx、y、z位置を調整することが可能である。特に、z位置の調整については、チルトプレート5のピエゾアクチュエータによる ± 150 マイクロラジアン程度の調整(以下「微z調整」という)、及びトッププレート7の超音波モータ75による数ミリラジアン程度の調整(以下「粗z調整」という)の位置決め精度が異なる2通りの調整が可能である。微z調整の位置決め精度は0.05マイクロラジアン程度であり、粗z調整の位置決め精度は0.3マイクロラジアン程度である。

【0034】

ステージ装置1は、電子ビーム近接露光装置301のメインチャンバ303内に格納されている。図12は電子ビーム近接露光装置(以下「露光装置」という)301の断面図で

10

20

30

40

50

ある。露光装置 301 はメインチャンバ 303 と搬入チャンバ 305 を有している。メインチャンバ 303 内には底壁部に粗動ステージ 13 が設置され、その上にステージ装置 1 が設置されている。ステージ装置 1 のうちウエハパレット 11 はメインチャンバ 303 と搬入チャンバ 305 との間を移動し、ウエハ W をステージ装置 1 上に搬入するようになっている。

【0035】

搬入チャンバ 305 は外部からウエハ W をメインチャンバ 303 内に搬入するためのチャンバであり、開閉可能に設けられたチャンバ扉 309 を閉じることによってメインチャンバ 303 との間を封止し、独立して内部を真空状態及び大気圧状態にすることができる。搬入チャンバ 305 からチャンバ扉 309 付近まで x 軸方向に沿って 3 本の搬入レール 307 が伸びている。ウエハパレット 11 のガイドローラ 117 は搬入レール 307 の側面を転がってウエハパレット 11 を移動させるようになっている。搬入レール 307 はそれぞれレールプレート 9 のレール 97 に対応し、それぞれがレール 97 の延長線上に平行に伸びている。すなわち、搬入レール 307 はレール 97 と同じ高さ（同じ z 位置）に設けられている。また、搬入チャンバの側面部から搬入チャンバ内にウエハ W を搬入することができるようになっている。

10

【0036】

メインチャンバ 303 は容器本体 313 及び上蓋 315 に囲まれた空間を有している。当該空間は真空排気系（図示しない）により減圧され、真空状態とすることができる。当該空間内にはウエハ W を位置決め保持するためのウエハステージ 317、及び所望パターンが形成されたマスク M を位置決め保持するためのマスクステージ 319 が収容されている。前述のとおりウエハステージ 317 は粗動ステージ 13 上にステージ装置 1 が搭載されて構成されている。

20

【0037】

ステージ装置 1 のウエハパレット 11 は搬入チャンバ 305 内とステージ装置 1 上部との間を移動できるようになっている。移動は以下のように行われる。まず、粗動ステージ 13 の駆動によりステージ装置 1 全体が - x 方向（図面の左方向）へチャンバ扉 309 付近まで移動し、レールプレート 9 のレール 97 と搬入レール 307 とが接近する。そして、ウエハパレット 11 は + x 方向（図面の右方向）へ移動する。ウエハパレット 11 は搬入レール 307 からレール 97 へ乗り移り、レールガイド 117b（図 11 参照）がレールプレート 9 の切り欠き 99（図 7 参照）へ嵌まり込むところまで移動する。こうしてステージ装置 1 の上部にウエハパレット 11 が配置された状態で、粗動ステージ 13 の駆動によりステージ装置 1 が元の位置である電子ビーム露光装置 321 の直下まで戻る。

30

【0038】

上蓋 315 の中央には電子ビームを照射するための電子ビーム照射部 321 が設けられている。電子ビーム照射部 321 は、上壁部と側壁部とを含む電子鏡筒 323 と、電子鏡筒 323 内で上壁部に設けられた電子銃 325 と、電子銃 325 から出射された電子ビームをコリメートするレンズ 327 と、偏光器 329 とを有している。これら電子銃 325、レンズ 327、及び偏光器 329 は、鉛直下方に向かってこの順に配置されており、電子銃 325 から出射された電子ビームは、レンズ 327 によりコリメートされ、偏光器 329 により走査されて半導体ウエハ W 上に照射される。

40

【0039】

マスクステージ 319 は図示しない駆動機構によりウエハ W の位置、傾きを動かすことが可能で、x 位置、y 位置、z 位置及び傾き（x、y、z 位置）の細かい位置決めを行う。このマスクステージ 319 は、メインチャンバ 303 の底壁部に立設された基準ベース 331 上に搭載されている。電子ビーム照射部 321 から出射された電子ビームによりマスク M の全面を走査することで、所望パターンが半導体ウエハ W 上のレジストに等倍で転写される。

【0040】

また、メインチャンバ 303 内には、マスク M 上及び半導体ウエハ W 上に光を照射し、図

50

示しないアライメントマークによって散乱された光を検出する白色光顕微鏡などの光検出器 333 が設けられている。この光検出器 333 は、基準ベース 331 上に搭載されており、マスク M の上側に位置するファイン光検出器 333 f とマスク M の下側に位置するコース光検出器 333 c の 2 種類がある。ファイン光検出器 333 f により検出されたデータは、図示しない画像処理装置に送られて処理され、アライメントマークの重なり具合からマスク M とウエハ W との位置関係が求められる。そして、マスク M とウエハ W とに位置ズレがあるときには、マスク M 及び / 又はウエハ W の位置を修正する信号が生成され、この信号に基づいてマスク M 及び / 又はウエハ W の位置が微修正される。このようにして、マスク M と半導体ウエハ W との精密な位置決めがなされる。なお本実施形態では、マスク M は半導体ウエハ W に近接 (マスク M と半導体ウエハ W との間隙が 30 ~ 100 μm 程度) して配置される。コース光検出器 333 c はファイン光検出器 333 f よりも分解能が低く、例えば、上記の精密な位置決めの前の粗い位置決め等に用いられる。

10

【0041】

続いて、図 13 を参照して、ウエハ W が電子ビーム近接露光装置 301 内のステージ装置 1 上に搬送されてから、電子ビームの照射が行われるまでの露光装置 301 の動作を説明する。図 13 は露光装置 301 の動作をフロー図に示したものである。本実施形態において、ウエハ W は直径 200 mm 程度であり、ウエハ W 上に配列して形成される半導体チップの 1 チップのサイズは約 23 mm \times 23 mm である。

【0042】

まず、ウエハパレット 11 が搬入チャンバ 305 内にあり、搬入扉 311 が開き、チャンバ扉 309 が閉じた状態において、外部から搬入扉 311 を通してウエハパレット 11 上にウエハ W を配置する (S102)。配置は例えば周知の吸着式ロボットアーム (図示しない) 等を用いて行われる。ウエハ W がウエハパレット 11 上に配置されたら、ウエハパレット 11 の真空吸着機構によりウエハ W がウエハパレット 11 上に吸着される (S104)。その後、ウエハパレット 11 の静電吸着機構を機能させることによりウエハ W がさらに強く吸着される (S106)。次に、真空吸着機構を停止することで、ウエハ W は静電吸着機構のみで吸着している状態となる (S108)。

20

【0043】

次に、搬入扉 311 を閉じ、搬入チャンバ 305 内を真空排気機構 (図示しない) によって減圧する (S110)。搬入チャンバ 305 内がメインチャンバ 301 内と同じ真空度まで減圧されたら、チャンバ扉 309 を開き、粗動ステージ 13 の駆動によってステージ装置 1 をチャンバ扉 309 の側近まで移動させる (S112)。

30

【0044】

次に、ウエハパレット 11 が搬入レール 307 に沿ってレールプレート 9 の上へ向かって移動する。レールプレート 9 のレール 97 と、対応する搬入レール 307 とは一直線になるように設けられているので、ウエハパレット 11 は搬入レール 307 からレールプレート 9 のレール 97 に乗り換え、レールプレート 9 の上側まで移動し、ガイドローラ 117 b がレール 97 b の切り欠き 99 に嵌まるところで止まる (S114)。この段階においてはトッププレート 7 の台座 71 a、71 b、71 c に設置された静電吸着機構は機能しておらず、ウエハパレット 11 はトッププレート 7 に固定されていない状態である。よって、この段階ではレールプレート 9 が回転軸 93 を中心としてトッププレート 9 に対して回転可能であり、レールプレート 9 の回転に追従してウエハパレット 11 も回転可能である。次に、粗動ステージ 13 を再び駆動し、ステージ装置 1 を元の位置である電子ビーム照射部 321 の直下へ戻す (S116)。

40

【0045】

次に、ウエハ W の粗 z 調整を以下のようにして行う (S118)。図 14 (a) はウエハ W の平面図である。ウエハ W 表面には、それぞれの半導体チップ転写位置 (C1、C2、...) に対応して同じ位置に十字状のアライメントマーク (C101、C102、...) が形成されている。図 14 (b)、(c)、(d) はコース光検出器 333 c によって検出された画像を示す図である。まず、コース光検出器 333 c によってウエハ W 上に形成さ

50

れたアライメントマークのうち何れかのアライメントマーク C_n (「第1マーク M_1 」という)を読み取る。コース光検出器 333c によって読み取られた画像は画像処理装置(図示しない)に送られて処理される(図14(b)参照)。本実施形態ではコース光検出器 333c の視界は x 軸方向 y 軸方向とも 1mm 程度である。

【0046】

次に、粗動ステージ 13 を駆動しウエハ W を $-x$ 軸方向(図14の右方向)に 120mm 程度移動し、コース光検出器 333c の視界に入ったアライメントマーク C_{n+1} (「第2マーク M_2 」という)を読み取る(図14(c)参照)。次に、第1マーク M_1 と第2マーク M_2 の y 位置を比較し、両者の y 位置の差 D_y からウエハ W の z 位置のズレ量を算出し、必要な z 調整量を求める。図14(d)に示すように第2マーク M_2 の方が第1マーク M_1 よりも $+y$ 軸方向にある場合はレールプレート 9 を上からみて反時計回りに所望の回転量回転させる。レールプレート 9 を回転させることによってレールプレート 9 に固定されたウエハパレット 11 も追従して回転することとなり、ウエハパレット 11 に静電吸着されたウエハ W も追従して回転することとなる。上記のレールプレート 9 の回転は超音波モータ 75 を駆動することにより行う。超音波モータ 75 の LM ガイド 75b を $+y$ 軸方向に移動させることにより、プッシュロッド 95 を $+y$ 軸方向に押し、レールプレート 9 を回転軸 93 を中心に反時計回りに回転させる。

10

【0047】

第1マーク M_1 と第2マーク M_2 との位置比較において y 軸方向の位置関係が上記と逆の場合には超音波モータ 75 の LM ガイド 75b を $-y$ 軸方向に移動させることにより、プッシュロッド 95 を $-y$ 軸方向に引っ張り、レールプレート 9 を回転軸 93 を中心に時計回りに回転させる。上記の処理を繰り返し、第1マーク M_1 と第2マーク M_2 との y 軸方向位置の差が所定の基準以下になったところでウエハ W の粗 z 調整を終了する。本実施形態の場合、上記所定の基準に対応する z 位置の誤差は 50 マイクロラジアン程度である。なお、コース光検出器 333c の検出限界は 0.3 μ m 程度であり、これに対応する z 位置の誤差は 2~3 マイクロラジアンである。

20

【0048】

粗 z 調整が終了したら、トッププレート 7 の台座 71a、71b、71c に設置された静電吸着機構を機能させ、台座 71a、71b、71c にウエハパレット 11 を吸着固定させる(S120)。この段階でウエハパレット 11 はトッププレート 7 に固定され、ウエハパレット 11 はトッププレート 7 及びレールプレート 9 に対して位置を変えないようになる。

30

【0049】

次に、ウエハ W 及びマスク M を水平に調整するレベリング、及びマスク M とウエハ W との間隙を所望の距離に調整するギャップ調整を行う(S122)。レベリング及びギャップ調整は主にベースプレート 3 の 3 本のチルトヒンジ 37 を上下させ、ウエハ W の z 位置、 x 位置、 y 位置を調節することで行う。

【0050】

次に、レベリング及びギャップ調整が完了したら、ウエハ W 上の最初の転写位置をマスク M 直下へ移動する(S124)。この移動は粗動ステージ 13 の駆動により行う。本実施形態では所定のピッチは約 23mm である。

40

【0051】

転写位置がマスク M 直下へ移動したら、転写位置の微調整を x 位置、 y 位置、 z 位置について行う(S126)。この微調整は、チルトプレート 5 のピエゾアクチュエータ 55 X1、55 X2、55 Y を駆動させることにより行う。ウエハ W とマスク M との相対的な位置関係の検出はファイン光検出器 333f によりマスク M に設けられたマスクアライメントマークとウエハ W に設けられたウエハアライメントマークを検出することにより行う。光検出器 333f は 4 体が設置されている。4 体の光検出器 333f はそれぞれ $+x$ 方向、 $-x$ 方向、 $+y$ 方向、 $-y$ 方向を向き、視準軸を下方に傾け、マスク M 上部から斜め下方にマスク M 及びウエハ W を見下ろす角度に設置されている。

50

【0052】

それぞれのファイン光検出器 333f により検出されたマスクアライメントマークとウエハアライメントマークの 4 組の画像データは、図示しない画像処理装置に送られ、両アライメントマークの位置関係に基づいて所定のロジックにより処理され、マスク M とウエハ W との位置関係が求められる。そして、マスク M とウエハ W とに位置ズレがあるときには、マスク M 及び / 又はウエハ W の位置を修正する信号が生成され、この信号に基づいてマスク M 及び / 又はウエハ W の位置が微修正される。このようにして、マスク M とウエハ W 上の転写位置との精密な位置調整がなされる。本実施形態ではファイン光検出器 333f の視界は x 軸方向 y 軸方向とも 100 μ m 程度である。また、本実施形態において上記微調整の調整量は、x 位置、y 位置については 10 nm 程度である。また、z 位置の調整量は、500 ナノラジアン程度である。なお、z 位置の調整量はマスクのメンブランの大きさによって変わり、例えば、マスクのメンブランの大きさが 46 mm の場合であれば z 位置の調整量は 250 ナノラジアン程度である。

10

【0053】

転写位置の微調整が終了したら、電子ビーム照射部 321 からウエハ W に電子ビームを照射し、所望のパターンを転写する (S128)。転写が終了したら再び、粗動ステージ 13 の駆動によってウエハ W 上の次の転写位置をマスク M 直下へ移動し、転写位置の微調整から上記の工程を所定の回数繰り返す (S130)。

【0054】

上記ステージ装置 1 によれば、ウエハ W を z 軸方向に回転させたいときに、トッププレート 7 は固定したままで、トッププレート 7 に対してレールプレート 9 及びウエハパレット 11 を回転させることによって、ウエハ W を回転させることができる。このように回転すればウエハ W の z 位置誤差が大きい場合にウエハ W を大きく回転させたとしても、トッププレート 7 に設けられた L 字ミラー 77 の反射面 77a、77b は回転せず角度を変えることがない。よって、ウエハ W の z 位置のズレが大きい場合でも、反射面 77a、77b によるウエハ W の x 位置、y 位置の検出を不可能にすることなくウエハ W の z 軸を調整することができる。

20

【0055】

またステージ装置 1 は、トッププレート 7 上にレールプレート 9 を z 軸方向に回転させる超音波モータ 75 を直接設けているので、ウエハ W の z 位置調整を超音波モータという単純な機構で実現することができる。また、単純な機構ゆえに重量も小さいので、位置調整機構を小型化することができる。従って、トッププレート 7 自体の重量も小さく抑えることができ、ステージ装置 1 の小型化も可能となる。

30

【0056】

また、ステージ装置 1 は、トッププレート 7 の超音波モータ 75 の他、チルトプレート 5 によっても更に分解能が小さな z 位置の調整が可能となっている。よって、L 字ミラー 77 を回転させずに粗 z 調整をした後に、さらに精密な微 z 調整をすることができる。なお、微 z 調整による L 字ミラー 77 の回転はレーザ干渉計の反射レーザ光が受光レンジ内を超えない程度であるので、微 z 調整による L 字ミラー 77 の回転によって x 位置、y 位置の検出が不可能になることもない。

40

【0057】

また、ステージ装置 1 は、ウエハ W の z 位置のズレが大きい場合でもウエハ W の x 位置、y 位置の検出を不可能にすることなくウエハ W の z 軸の調整が適切に可能であるので、搬送の際のウエハ z 位置を高精度に制御する必要がない。

【0058】

また、ウエハ搬入時にウエハ W をウエハパレット 11 に固定する方式について、ウエハ W の吸着を静電吸着機構のみで行うこととすると次のような問題が起こる。ウエハパレット 11 上の静電吸着電極は一つ一つの面積は狭く、一定の間隔において多数配置されているので、電極に対応する点と電極がない点との間で吸引力のムラが生じ、ウエハ W に反り、波打ち等の歪みが発生しやすい。しかし、ステージ装置 1 では、まず最初に吸着力がウエ

50

八W面に均等に働く真空吸着機構でウエハWの吸着を行ってから静電吸着を行うので歪みが発生しにくい。ウエハWを吸着させた後は真空下のメインチャンバ301内に搬入することとなるので、真空吸着機構は停止する必要があるが、一担、真空吸着による吸着を行うのでウエハWの歪みを軽減することができる。

【0059】

上記実施形態においては、本発明を電子ビーム近接露光装置に適用したが、本発明の真空装置は、真空中において処理を行う他の試料処理装置にも適用が可能である。例えば、本発明は、イオンビーム露光装置、極紫外線露光装置（EUV）等にも適用することができる。また、X線や電子ビームを利用した欠陥検査装置等にも適用が可能である。その意味で「試料の処理」には欠陥検査も含まれる。

10

【0060】

【発明の効果】

上述のとおり本発明によれば、試料の回転方向のズレが大きい場合にも、位置の調整を適切に行うことを可能とするステージ装置及び電子ビーム近接露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係るステージ装置の斜視図である。

【図2】実施形態に係るステージ装置の分解斜視図である。

【図3】実施形態に係るステージ装置の側面図である。

【図4】ベースプレートの斜視図である。

20

【図5】チルトプレートの斜視図である。

【図6】トッププレートの分解斜視図である。

【図7】レールプレートの斜視図である。

【図8】(a)、(b)は超音波モータ及びプッシュロッド付近を示した平面図である。

【図9】(a)は回転前のトッププレートとレールプレートとの位置関係を示す平面図であり、(b)は回転後のトッププレートとレールプレートとの位置関係を示す平面図である。

【図10】ウエハパレット及びウエハパレットに保持されるウエハを示した斜視図である。

【図11】ウエハパレットを底面側から見た斜視図である。

30

【図12】電子ビーム近接露光装置の断面図である。

【図13】電子ビーム近接露光装置の動作のフロー図である。

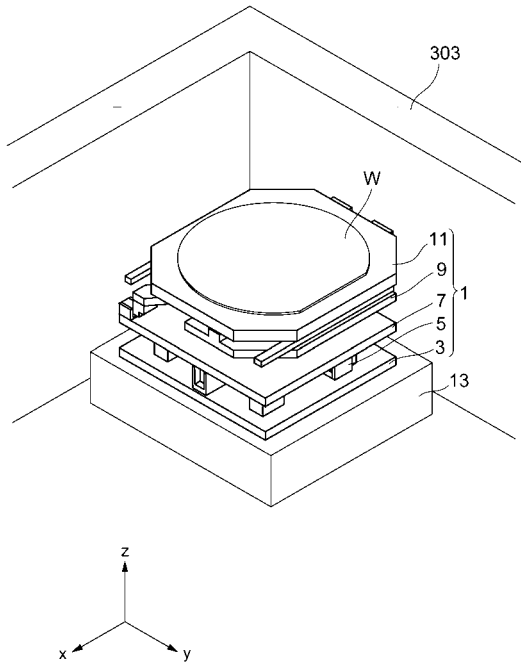
【図14】(a)、(b)、(c)はコース光検出器によって検出された画像を示す図である。

【図15】従来ステージ装置の動作を示す平面図である。

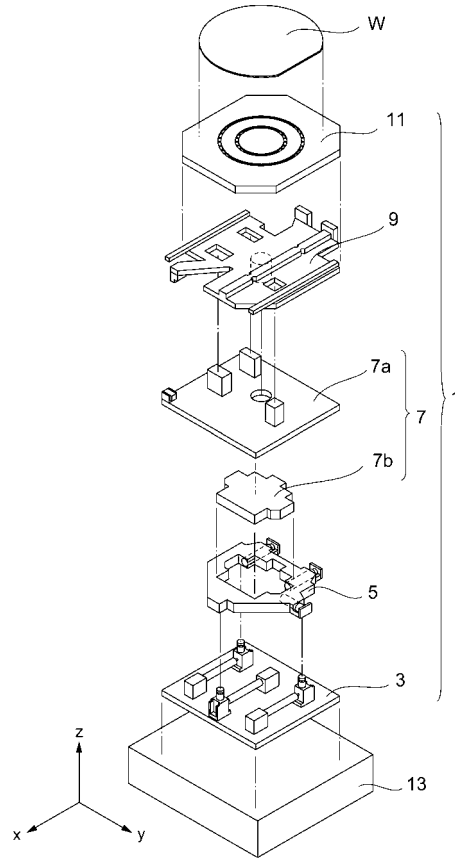
【符号の説明】

1 ... ステージ装置、7 ... トッププレート、9 ... レールプレート、11 ... ウエハパレット、75 ... 超音波モータ、77a ... 反射面、77b ... 反射面、95 ... プッシュロッド、301 ... 電子ビーム近接露光装置、303 ... メインチャンバ、321 ... 電子ビーム照射部。

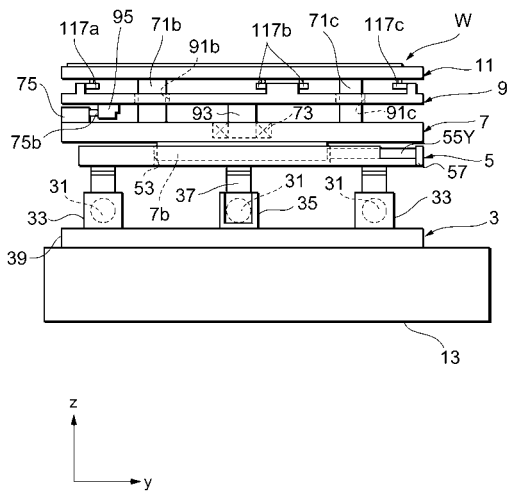
【 図 1 】



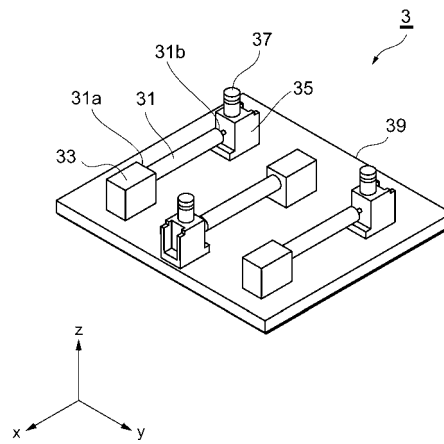
【 図 2 】



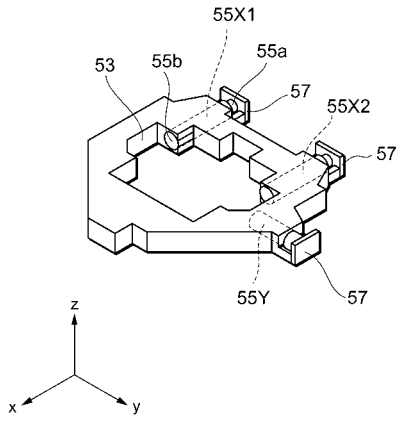
【 図 3 】



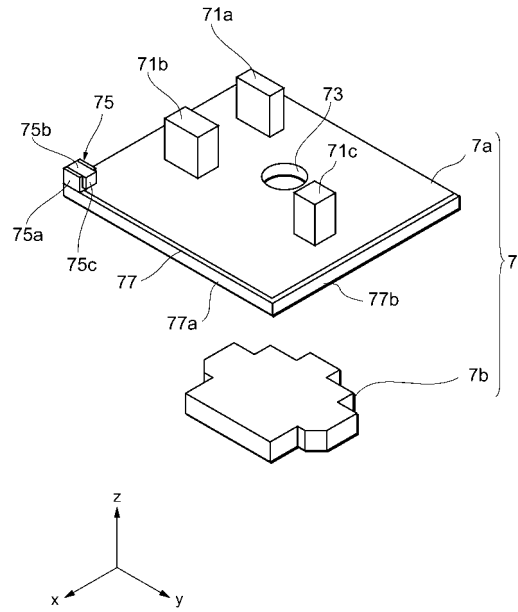
【 図 4 】



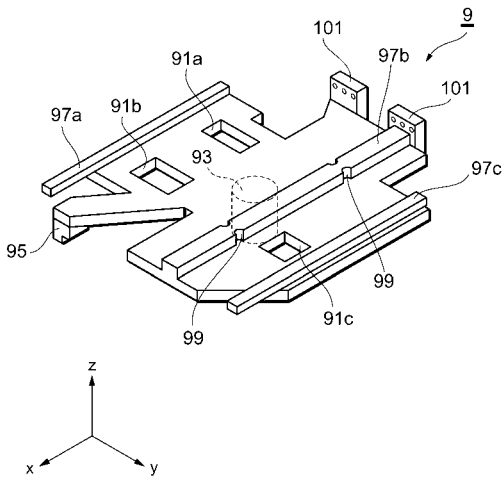
【 図 5 】



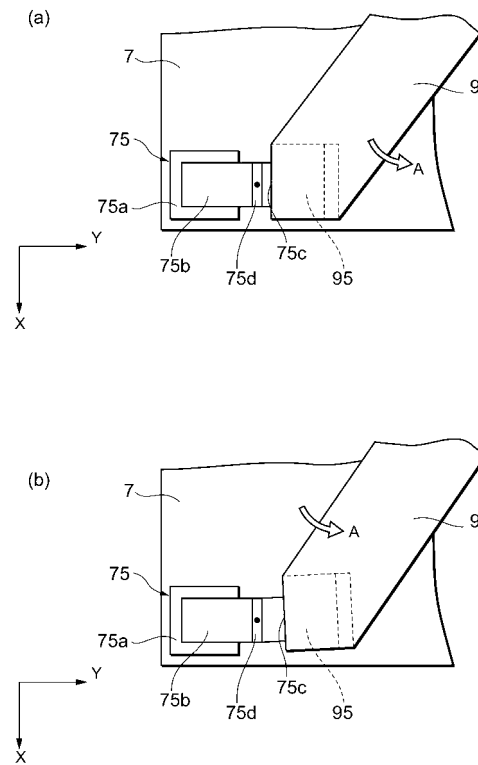
【 図 6 】



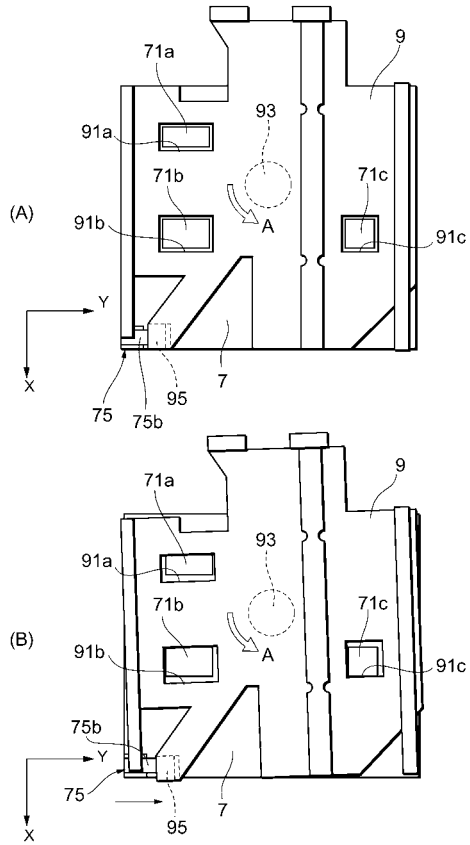
【 図 7 】



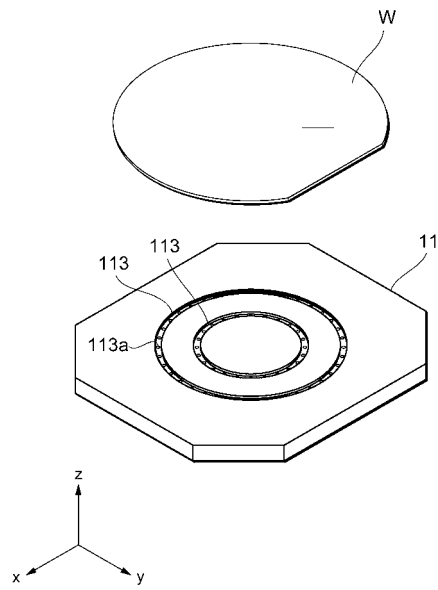
【 図 8 】



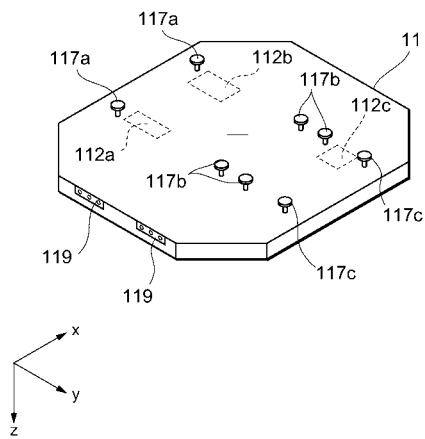
【 図 9 】



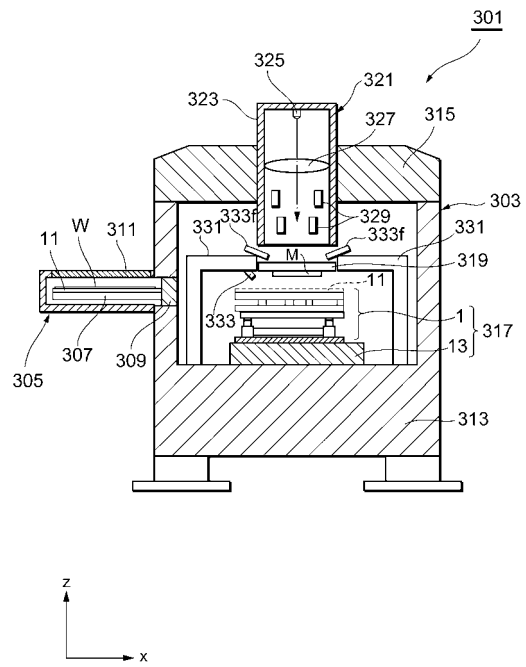
【 図 10 】



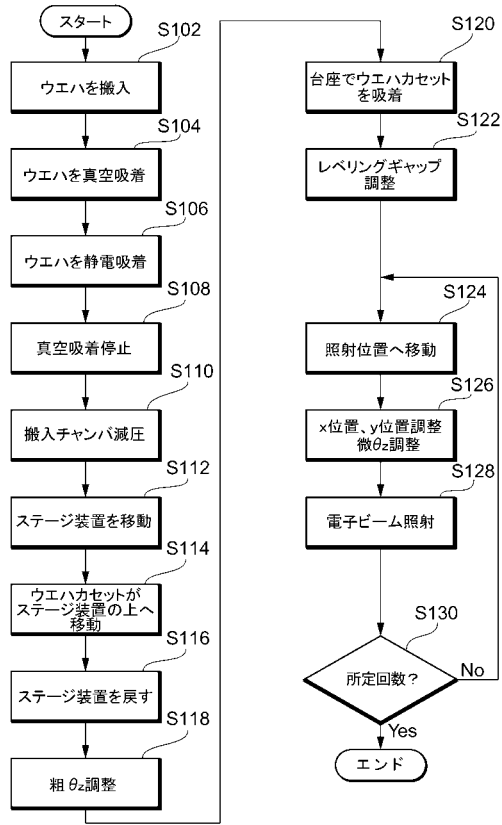
【 図 11 】



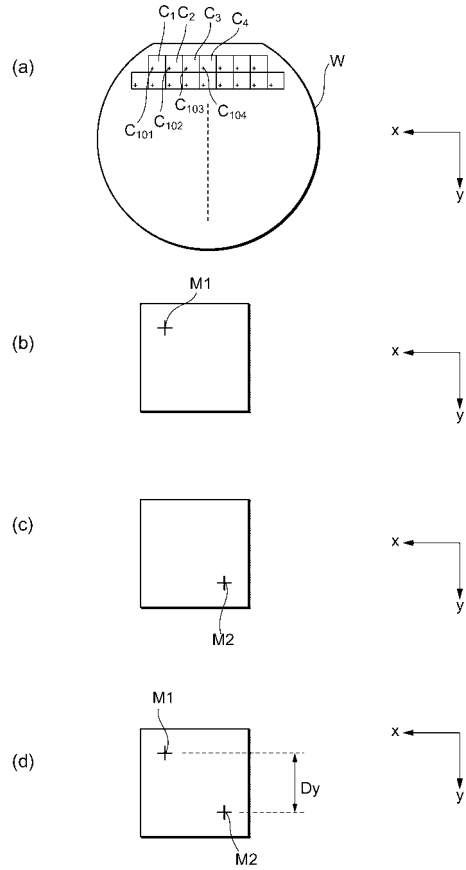
【 図 12 】



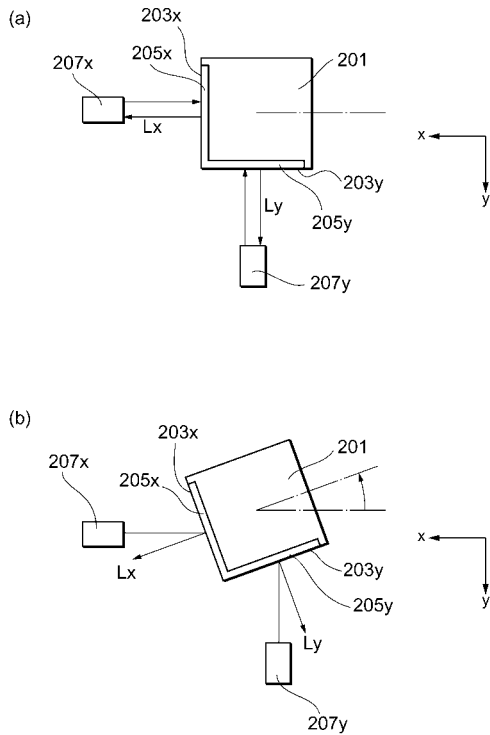
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C001 AA01 AA02 AA03 AA06 AA07 CC04 CC06
5F031 CA02 FA01 FA07 FA12 HA13 HA16 HA53 JA06 JA28 JA32
JA38 KA06 KA07 KA08 MA27 NA07
5F056 AA25 CB22 CB25 EA14