

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5370580号  
(P5370580)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 21/027	(2006.01)	HO 1 L 21/30	5 O 3 A	
HO 1 L 21/68	(2006.01)	HO 1 L 21/30	5 1 5 F	
		HO 1 L 21/30	5 1 5 G	
		HO 1 L 21/68	K	

請求項の数 20 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2012-502970 (P2012-502970)	(73) 特許権者	000006622
(86) (22) 出願日	平成22年12月20日(2010.12.20)		株式会社安川電機
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/072858		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(87) 国際公開番号	W02011/108170	(74) 代理人	100104433
(87) 国際公開日	平成23年9月9日(2011.9.9)		弁理士 官園 博一
審査請求日	平成24年11月20日(2012.11.20)	(72) 発明者	本村 洋一
(31) 優先権主張番号	特願2010-47382 (P2010-47382)		日本国福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内
(32) 優先日	平成22年3月4日(2010.3.4)	(72) 発明者	河野 寿之
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		日本国福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内
		(72) 発明者	久保田 義昭
			日本国福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステージ装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料を保持するための可動テーブルと、  
 浮上ユニット可動子と浮上ユニット固定子とを含み、前記可動テーブルを少なくとも鉛直方向に動作させるための浮上ユニットと、  
 前記可動テーブルの内側に配置されたりニアモータ可動子と前記可動テーブルの内側に配置されたりニアモータ固定子とを含み、前記可動テーブルを水平面内の第1水平方向に動作させるためのリニアモータとを備える、ステージ装置。

【請求項2】

前記可動テーブルの内部には、モータ設置空間が設けられており、  
 前記リニアモータ可動子と前記リニアモータ固定子とは、前記可動テーブルの内部の前記モータ設置空間に前記第1水平方向に延びるように配置されている、請求項1に記載のステージ装置。

【請求項3】

前記リニアモータ可動子と前記リニアモータ固定子とを含む前記リニアモータは、前記可動テーブルの内部のモータ設置空間に、前記可動テーブルの重心を取り囲むように複数配置されている、請求項2に記載のステージ装置。

【請求項4】

前記可動テーブルは、前記可動テーブルの重心を通り水平方向に延びる水平仕切り部と、前記可動テーブルの重心を通り鉛直方向に延びる鉛直仕切り部とを含み、

前記可動テーブルのモータ設置空間は、前記水平仕切り部および前記鉛直仕切り部により、4つの空間に分割されており、

前記4つの空間には、それぞれ、前記リニアモータ可動子および前記リニアモータ固定子を含む前記リニアモータが、前記可動テーブルの重心を取り囲むように配置されている、請求項3に記載のステージ装置。

【請求項5】

前記4つの空間には、それぞれ、前記リニアモータ可動子および前記リニアモータ固定子を含む前記リニアモータが、前記可動テーブルの重心を取り囲むとともに、前記可動テーブルの重心を中心とする中心対称になるように配置されている、請求項4に記載のステージ装置。

10

【請求項6】

前記リニアモータ可動子は、前記可動テーブルの前記水平仕切り部の上面に前記鉛直仕切り部を挟むように設置された第1リニアモータ可動子および第2リニアモータ可動子と、前記可動テーブルの水平仕切り部の下面に前記鉛直仕切り部を挟むように設置された第3リニアモータ可動子および第4リニアモータ可動子とを含み、

前記リニアモータ固定子は、前記第1リニアモータ可動子および前記第2リニアモータ可動子に対してそれぞれ鉛直方向に対向するように配置された第1リニアモータ固定子および第2リニアモータ固定子と、前記第3リニアモータ可動子および前記第4リニアモータ可動子に対してそれぞれ鉛直方向に対向するように配置された第3リニアモータ固定子および第4リニアモータ固定子とを含む、請求項4に記載のステージ装置。

20

【請求項7】

前記可動テーブルは、前記水平仕切り部の外縁部および前記鉛直仕切り部の外縁部を取り囲むように設けられた枠状部をさらに含み、

前記枠状部により取り囲まれる空間が、前記モータ設置空間を構成するとともに、前記水平仕切り部および前記鉛直仕切り部により4つの格子状の空間に分割されており、

前記リニアモータ可動子は、前記枠状部の内部下表面に前記鉛直仕切り部を挟むように設置され、かつ、前記第1リニアモータ固定子および前記第2リニアモータ固定子に対してそれぞれ鉛直方向に対向するように配置された第5リニアモータ可動子および第6リニアモータ可動子と、前記枠状部の内部上表面に前記鉛直仕切り部を挟むように設置され、かつ、前記第3リニアモータ固定子および前記第4リニアモータ固定子に対してそれぞれ鉛直方向に対向するように配置された第7リニアモータ可動子および第8リニアモータ可動子とをさらに含み、

30

前記第1リニアモータ固定子、前記第1リニアモータ可動子および前記第5リニアモータ可動子により、第1リニアモータが構成され、前記第2リニアモータ固定子、前記第2リニアモータ可動子および前記第6リニアモータ可動子により、第2リニアモータが構成され、前記第3リニアモータ固定子、前記第3リニアモータ可動子および第7リニアモータ可動子により第3リニアモータが構成され、前記第4リニアモータ固定子、前記第4リニアモータ可動子および第8リニアモータ可動子により第4リニアモータが構成されている、請求項6に記載のステージ装置。

【請求項8】

40

前記可動テーブルは、前記水平仕切り部の外縁部および前記鉛直仕切り部の外縁部を取り囲むように設けられた枠状部をさらに含み、

前記枠状部は、前記水平仕切り部に対して平行でかつ上側に位置する上側フレームと、前記水平仕切り部に対して平行でかつ下側に位置する下側フレームとを含み、

前記上側フレームおよび前記下側フレームのうち少なくともいずれかは、前記第1水平方向において、前記水平仕切り部よりも短い長さを有する、請求項4に記載のステージ装置。

【請求項9】

前記リニアモータ固定子は、前記可動テーブルを貫通して前記可動テーブルの外側まで前記第1水平方向に延びるように配置され、

50

前記可動テーブルの外側において前記リニアモータ固定子を支持する固定子支持部材をさらに備える、請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 10】

前記可動テーブルは、前記リニアモータを設置するためのモータ設置空間を構成する第 1 部分と前記浮上ユニットを配置するための第 2 部分とを有する可動部メインフレームを含み、

前記可動部メインフレームの前記第 1 部分と前記第 2 部分とは、一体的に形成されている、請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 11】

前記可動部メインフレームの前記第 1 部分と前記第 2 部分とは、セラミック部材により一体的に形成されている、請求項 10 に記載のステージ装置。

10

【請求項 12】

前記浮上ユニットは、磁気浮上式であり、前記可動テーブルの外側に配置されている、請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 13】

前記浮上ユニット可動子と前記浮上ユニット固定子とを含む前記浮上ユニットは、平面的に見て前記可動テーブルの重心を取り囲むように複数配置されている、請求項 12 に記載のステージ装置。

【請求項 14】

前記浮上ユニットは、前記可動テーブルの外側に突出するように設けられた突出部に取付けられている、請求項 12 に記載のステージ装置。

20

【請求項 15】

前記突出部は、先端から根元に向かって徐々に鉛直方向の高さが大きくなるように形成されている、請求項 14 に記載のステージ装置。

【請求項 16】

前記浮上ユニットは、鉛直方向の駆動に加えて、前記第 1 水平方向と直交する水平面内の第 2 水平方向の駆動が可能ないように構成されている、請求項 1 に記載のステージ装置。

【請求項 17】

前記可動テーブルの重心位置と、前記リニアモータの前記第 1 水平方向の推力の作用中心位置と、前記浮上ユニットの前記第 2 水平方向の推力の作用中心位置とが、鉛直方向において、同一の高さ位置である、請求項 16 に記載のステージ装置。

30

【請求項 18】

前記可動テーブルの重心位置を微調整するための調整ウェイトをさらに備え、

前記調整ウェイトは、前記可動テーブルの重心位置と、前記リニアモータの第 1 水平方向の推力の作用中心位置と、前記浮上ユニットの第 2 水平方向の推力の作用中心位置とが、鉛直方向において、同一の高さ位置になるように微調整可能なように構成されている、請求項 17 に記載のステージ装置。

【請求項 19】

前記ステージ装置の起動時に、前記可動テーブルの可動範囲内に設定された浮上原点位置近傍に前記可動テーブルを浮上させる浮上補助機構をさらに備える、請求項 1 に記載のステージ装置。

40

【請求項 20】

前記可動テーブルの動作範囲を制限するストッパ部をさらに備える、請求項 1 に記載のステージ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステージ装置に関し、特に、リニアモータにより試料を水平面内の所定方向に移動させるステージ装置に関する。

【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

従来、リニアモータにより試料を水平面内の所定方向に移動させるステージ装置が知られている。このようなリニアモータにより試料を水平面内の所定方向に移動させるステージ装置は、たとえば、特開 2 0 0 1 - 1 0 2 2 7 9 号公報に開示されている。

## 【 0 0 0 3 】

特開 2 0 0 1 - 1 0 2 2 7 9 号公報には、レチクル（試料）を保持し、水平面内で微小駆動されるレチクル微動ステージ（可動テーブル）と、レチクル微動ステージの下方に配置されたレチクル粗動ステージとを備えたレチクルステージ（ステージ装置）が開示されている。このレチクル粗動ステージは、水平面内の Y 軸方向にレチクル微動ステージよりも大きい移動量で駆動される。また、特開 2 0 0 1 - 1 0 2 2 7 9 号公報のレチクルステージでは、レチクル粗動ステージを Y 軸方向に駆動するための一対のリニアモータが設けられている。この一対のリニアモータは、レチクル粗動ステージを挟むようにレチクル粗動ステージの外側に配置されている。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 1 0 2 2 7 9 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、特開 2 0 0 1 - 1 0 2 2 7 9 号公報では、レチクル（試料）を水平面内の Y 軸方向に移動するためのリニアモータがレチクル粗動ステージを挟むようにレチクル粗動ステージの外側に配置されているので、レチクル粗動ステージの配置スペースの外側にリニアモータの配置スペースが必要になり、その分、レチクルステージ（ステージ装置）が大型化してしまうという不都合がある。このため、特開 2 0 0 1 - 1 0 2 2 7 9 号公報では、ステージ装置（レチクルステージ）の小型化を図ることが困難であるという問題点がある。

20

## 【 0 0 0 6 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の 1 つの目的は、小型化を図ることが可能なステージ装置を提供することである。

30

## 【 課題を解決するための手段および発明の効果 】

## 【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、この発明の一の局面におけるステージ装置は、試料を保持するための可動テーブルと、浮上ユニット可動子と浮上ユニット固定子とを含み、可動テーブルを少なくとも鉛直方向に動作させるための浮上ユニットと、可動テーブルの内側に配置されたりニアモータ可動子と可動テーブルの内側に配置されたりニアモータ固定子とを含み、可動テーブルを水平面内の第 1 水平方向に動作させるためのリニアモータとを備える。

## 【 0 0 0 8 】

この発明の一の局面によるステージ装置では、上記のように、可動テーブルを水平面内の第 1 水平方向に動作させるためのリニアモータを設けるとともに、そのリニアモータのリニアモータ可動子とリニアモータ固定子とを可動テーブルの内側に配置することによって、リニアモータ可動子およびリニアモータ固定子が可動テーブルの外側に配置される場合とは異なり、可動テーブルの配置スペースの外側にリニアモータの配置スペースを設ける必要がないので、その分、ステージ装置の水平方向の外形寸法を小さくすることができる。その結果、ステージ装置の小型化を図ることができる。

40

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態によるステージ装置を備える磁気浮上テーブル装置の全体構成を示す斜視図である。

50

【図2】本発明の第1実施形態によるステージ装置を備える磁気浮上テーブル装置の全体構成を示す平面図である。

【図3】本発明の第1実施形態によるステージ装置の可動テーブルを示す斜視図である。

【図4】図2の300-300線に沿った断面図である。

【図5】本発明の第1実施形態によるステージ装置の可動テーブルを示す平面図である。

【図6】本発明の第1実施形態によるステージ装置を示す平面図である。

【図7】本発明の第2実施形態によるステージ装置の浮上補助機構の構成を説明するための概略図である。

【図8】本発明の第2実施形態によるステージ装置の浮上補助機構の動作を説明するための概略図である。

10

【図9】図8の400-400線に沿った断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0011】

(第1実施形態)

図1~図6を参照して、本発明の第1実施形態によるステージ装置1を備える磁気浮上テーブル装置100の構造について説明する。

【0012】

磁気浮上テーブル装置100は、半導体基板に回路パターンを現像する露光装置に用いられるものである。また、磁気浮上テーブル装置100は、図1および図2に示すように、ステージ装置1と、ステージ装置1を支持するステージ装置用除振台2と、レーザ干渉計用除振台3とを備えている。

20

【0013】

ステージ装置1は、図1、図2および図4に示すように、可動テーブル11と、可動テーブル11のX方向およびY方向を取り囲むステージ固定部12と、可動テーブル11の上方(Z方向)に設けられた固定フレーム13とを含んでいる。また、ステージ装置1は、図4に示すように、可動テーブル11をX方向およびZ方向に動作させる機能を有する磁気浮上ユニット14と、可動テーブル11をY方向に動作させる機能を有するリニアモータ15とをさらに含んでいる。また、ステージ装置1は、ステージ装置用除振台2の

30

【0014】

可動テーブル11は、回路パターンを転写するためのマスク(フォトマスク)16(図4参照)を下面に保持する機能を有している。また、可動テーブル11は、後述するように、水平面内のX方向、水平面内のX方向に直交するY方向、鉛直方向(Z方向)、X軸回り方向(x)、Y軸回り方向(y)およびZ軸回り方向(z)の6方向に動作可能に構成されている。すなわち、可動テーブル11は、6自由度で制御可能に構成されている。これにより、可動テーブル11の下面に保持されるマスク16を6自由度で移動させることが可能となる。なお、マスク16は、本発明の「試料」の一例である。

40

【0015】

また、可動テーブル11は、図3および図4に示すように、Y方向から見て、X方向に延びる水平仕切り部111と、水平仕切り部111のX方向の中央部で水平仕切り部111に直交する鉛直仕切り部112とを有している。また、水平仕切り部111のX方向の両端部には、一对の側壁部113が設けられている。また、一对の側壁部113の下部の外側表面には、それぞれ、X方向の外側に突出するフランジ部114が形成されている。また、水平仕切り部111、鉛直仕切り部112、側壁部113およびフランジ部114は、軽量で比剛性が高いセラミック部材からなり、互いに一体的に形成されている。また、水平仕切り部111、鉛直仕切り部112、側壁部113およびフランジ部114により、本発明の可動部メインフレームが構成されている。なお、フランジ部114は、本発

50

明の「突出部」の一例である。

【0016】

水平仕切り部111は、図3に示すように、水平に配置された平板形状を有している。また、水平仕切り部111は、Y方向に延びるように形成されている。また、鉛直仕切り部112は、鉛直に配置された平板形状を有している。また、鉛直仕切り部112は、Y方向に延びるように形成されている。また、水平仕切り部111および鉛直仕切り部112は、図3および図4に示すように、Y方向から見て、互いに中央部で直交するように配置されている。また、可動テーブル11は、後述するように、水平仕切り部111と鉛直仕切り部112との交点部分に重心が位置するように構成されている。

【0017】

一对の側壁部113は、図3および図4に示すように、鉛直に配置された平板形状を有し、鉛直仕切り部112に対して平行に配置されている。また、一对の側壁部113は、Y方向に延びるように形成されている。また、図3に示すように、側壁部113には、複数の開口部113aが形成されている。これにより、側壁部113を軽量化して可動テーブル11の軽量化を図ることができる。また、一对の側壁部113には、X方向から見て、Y方向の両端部に、上部が外側斜め下方に傾斜する傾斜部113bが設けられている。

【0018】

フランジ部114は、図3および図5に示すように、一对の側壁部113のそれぞれに2つつ設けられている。すなわち、X1方向の側壁部113の外側表面(X1方向側の表面)に、X1方向側に突出する2つのフランジ部114が設けられ、X2方向の側壁部113の外側表面(X2方向側の表面)に、X2方向側に突出する2つのフランジ部114が設けられている。また、X1方向(X2方向)の2つのフランジ部114は、X1方向(X2方向)の側壁部113のY方向の両端部近傍に配置されている。また、4つのフランジ部114は、図4に示すように、側壁部113の下部に設けられている。具体的には、4つのフランジ部114の上面114a(Z1方向の表面)は、水平に形成されており、鉛直方向(Z方向)において、可動テーブル11の重心が位置する水平仕切り部111および鉛直仕切り部112の交点部分と略同一の高さに配置されている。また、フランジ部114は、外側から根元部に向かって徐々に鉛直方向の高さが大きくなる形状を有している。つまり、フランジ部114の下面114bは、外側から根元部に向かって斜め下方に傾斜する傾斜面形状に形成されている。これにより、フランジ部114の付け根部近傍の断面剛性を高めることができるので、フランジ部114が鉛直方向に撓んでしまうのを抑制することができる。

【0019】

また、図4に示すように、鉛直仕切り部112および一对の側壁部113の下側には、下側フレーム115が設けられ、鉛直仕切り部112および一对の側壁部113の上側には、上側フレーム116が設けられている。下側フレーム115は、鉛直仕切り部112および一对の側壁部113の下面(Z2方向の表面)に当接するように図示しないボルトにより取り付けられている。また、上側フレーム116は、鉛直仕切り部112および一对の側壁部113の上面(Z1方向の表面)に当接するように図示しないボルトにより取り付けられている。また、下側フレーム115および上側フレーム116は、セラミック部材により構成されている。また、下側フレーム115および上側フレーム116は、水平に配置された平板形状を有している。また、下側フレーム115および上側フレーム116は、Y方向に延びるように形成されており、Y方向において水平仕切り部111よりも短い長さを有している。また、下側フレーム115の下面(Z2方向の表面)には、図4に示すように、平板形状のマスク16が静電チャックにより保持されている。また、上側フレーム116の上面(Z1方向の表面)には、図3~図5に示すように、可動テーブル11の重心位置が水平仕切り部111と鉛直仕切り部112との交点部分に位置するように微調整するための調整ウェイト116aが取り付けられている。

【0020】

また、下側フレーム115、上側フレーム116および一对の側壁部113により、水

10

20

30

40

50

平仕切り部 1 1 1 および鉛直仕切り部 1 1 2 を枠状に取り囲む枠状部が構成されている。また、下側フレーム 1 1 5、上側フレーム 1 1 6 および一対の側壁部 1 1 3 で取り囲まれた空間は、リニアモータ 1 5 を配置するように構成されており、水平仕切り部 1 1 1 および鉛直仕切り部 1 1 2 により 4 つの格子状のモータ設置空間 1 1 a ~ 1 1 d に分割されている。すなわち、可動テーブル 1 1 の内部には、リニアモータ 1 5 を配置するための 4 つのモータ設置空間 1 1 a ~ 1 1 d が形成されている。

#### 【 0 0 2 1 】

ステージ固定部 1 2 は、図 1 および図 2 に示すように、平面的に見て、可動テーブル 1 1 の周囲を取り囲むように枠形状に形成されている。また、ステージ固定部 1 2 は、図 4 に示すように、可動テーブル 1 1 の X 方向の両側に配置された側面部 1 2 1 と、側面部 1 2 1 の上側に配置された平坦な 2 つの上面部 1 2 2 と、可動テーブル 1 1 の Y 1 方向に配置された前面部 1 2 3 (図 1 および図 2 参照) と、可動テーブル 1 1 の Y 2 方向に配置された後面部 1 2 4 (図 1 および図 2 参照) とを有している。側面部 1 2 1 は、図 1 に示すように、鉛直に配置された平板形状を有し、Y 方向に延びるように形成されている。また、2 つの上面部 1 2 2 は、図 1、図 2 および図 4 に示すように、水平に配置された平板形状を有し、X 方向に所定の間隔を隔てて Y 方向に延びるように形成されている。また、2 つの上面部 1 2 2 は、図 4 に示すように、可動テーブル 1 1 のフランジ部 1 1 4 の上方において、平面的に見てフランジ部 1 1 4 に重なるように配置されている。また、前面部 1 2 3 および後面部 1 2 4 は、鉛直に配置された平板形状を有し、X 方向に延びるように形成されている。また、ステージ固定部 1 2 は、可動テーブル 1 1 が動作する際の反力の影響がステージ装置用除振台 2 に伝達するのを防止するためのカウンタマス機能を有している。

#### 【 0 0 2 2 】

固定フレーム 1 3 は、図 1 および図 2 に示すように、Y 1 方向側から順に、第 1 固定フレーム 1 3 1、第 2 固定フレーム 1 3 2、第 3 固定フレーム 1 3 3 および第 4 固定フレーム 1 3 4 の 4 本のフレームを有している。また、各固定フレーム 1 3 1 ~ 1 3 4 は、図 4 に示すように、可動テーブル 1 1 を跨ぐように配置されている。具体的には、各固定フレーム 1 3 1 ~ 1 3 4 は、可動テーブル 1 1 の X 方向の両側に配置された上面部 1 2 2 の上面 (Z 1 方向の表面) に固定的に取り付けられている。また、各固定フレーム 1 3 1 ~ 1 3 4 は、鉛直に配置される平板形状を有するとともに、X 方向に延びるように形成されている。また、最も Y 1 方向側に配置された第 1 固定フレーム 1 3 1 は、可動テーブル 1 1 の Y 1 方向の可動限界位置の近傍に配置されている。また、最も Y 2 方向側に配置された第 4 固定フレーム 1 3 4 は、可動テーブル 1 1 の Y 2 方向の可動限界位置の近傍に配置されている。

#### 【 0 0 2 3 】

磁気浮上ユニット 1 4 は、浮上ユニット可動子 1 4 1 および浮上ユニット固定子 1 4 2 により構成されている。また、浮上ユニット可動子 1 4 1 は、図 3 および図 5 に示すように、4 つのフランジ部 1 1 4 の上面 1 1 4 a 上に設置されている。また、浮上ユニット可動子 1 4 1 は、複数の永久磁石により構成されている。また、浮上ユニット固定子 1 4 2 は、図 4 に示すように、可動テーブル 1 1 の両側に配置された上面部 1 2 2 の下面 (Z 2 方向の表面) に Y 方向に延びるように取り付けられている。また、浮上ユニット固定子 1 4 2 は、図示しない X 方向駆動用コイルおよび Z 方向駆動用コイルの 2 種類のコイルにより構成されている。これにより、磁気浮上ユニット 1 4 は、X 方向および Z 方向の 2 軸の推力を発生させることが可能である。また、浮上ユニット可動子 1 4 1 は、鉛直方向 (Z 方向) において、磁気浮上ユニット 1 4 の X 方向の推力の作用中心位置が可動テーブル 1 1 の重心と同一の高さ位置になるように配置されている。また、磁気浮上ユニット 1 4 は、平面的に見て (Z 方向から見て)、可動テーブル 1 1 の重心を取り囲むように 4 つ配置されている。

#### 【 0 0 2 4 】

また、磁気浮上ユニット 1 4 は、各浮上ユニット可動子 1 4 1 の X 方向の推力を制御す

ることによって、可動テーブル 11 を X 方向および Z 軸回り方向 ( z ) に動作させることが可能である。さらに、磁気浮上ユニット 14 は、各浮上ユニット可動子 141 の Z 方向の推力を制御することによって、可動テーブル 11 を Z 方向、X 軸回り方向 ( x ) および Y 軸回り方向 ( y ) に動作させることが可能である。なお、磁気浮上ユニット 14 としては、特許文献 WO 2009 / 128321 A1 に記載された多自由度アクチュエータなどを用いることが可能である。

【 0025 】

リニアモータユニット 15 は、可動テーブル 11 を Y 方向に動作させるために設けられている。また、リニアモータユニット 15 は、図 4 に示すように、4 つのリニアモータ 151、152、153 および 154 により構成されている。各リニアモータ 151 ~ 154 は、上下 ( Z 方向 ) に 2 段、X 方向に 2 列に配置され、可動テーブル 11 の内部の格子状の 4 つのモータ設置空間 11a ~ 11d に設けられている。

10

【 0026 】

具体的には、図 4 に示すように、リニアモータ 151 は、4 つの格子状のモータ設置空間 11a ~ 11d のうち、水平仕切り部 111 よりも上側 ( Z1 方向側 ) で鉛直仕切り部 112 よりも X1 方向側のモータ設置空間 11a に配置されている。また、リニアモータ 152 は、水平仕切り部 111 よりも上側 ( Z1 方向側 ) で鉛直仕切り部 112 よりも X2 方向側のモータ設置空間 11b に配置されている。また、リニアモータ 153 は、水平仕切り部 111 よりも下側 ( Z2 方向側 ) で鉛直仕切り部 112 よりも X1 方向側のモータ設置空間 11c に配置されている。また、リニアモータ 154 は、水平仕切り部 111 よりも下側 ( Z2 方向側 ) で鉛直仕切り部 112 よりも X2 方向側のモータ設置空間 11d に配置されている。すなわち、リニアモータ 151 ~ 154 は、水平仕切り部 111 と鉛直仕切り部 112 との交点部分に位置する可動テーブル 11 の重心を取り囲むように配置されている。さらに、リニアモータ 151 ~ 154 は、可動テーブル 11 の重心を中心とする中心対称になるように配置されている。これにより、リニアモータ 151 ~ 154 の Y 方向の推力の作用中心位置が、鉛直方向 ( Z 方向 ) において可動テーブル 11 の重心と同一の高さ位置となっている。

20

【 0027 】

次に、各リニアモータ 151、152、153 および 154 の具体的な構成について説明する。各リニアモータ 151、152、153 および 154 は、それぞれ、コイルからなるリニアモータ固定子 151a、152a、153a および 154a を有している。また、各リニアモータ 151、152、153 および 154 は、それぞれ、永久磁石からなる上側リニアモータ可動子 151b、152b、153b および 154b と、永久磁石からなる下側リニアモータ可動子 151c、152c、153c および 154c とをさらに有している。

30

【 0028 】

なお、リニアモータ 151、152、153 および 154 は、それぞれ、本発明の「第 1 リニアモータ」、「第 2 リニアモータ」、「第 3 リニアモータ」および「第 4 リニアモータ」の一例である。また、リニアモータ固定子 151a、152a、153a および 154a は、それぞれ、本発明の「第 1 リニアモータ固定子」、「第 2 リニアモータ固定子」、「第 3 リニアモータ固定子」および「第 4 リニアモータ固定子」の一例である。また、上側リニアモータ可動子 151b、152b、153b および 154b は、それぞれ、本発明の「第 5 リニアモータ可動子」、「第 6 リニアモータ可動子」、「第 3 リニアモータ可動子」および「第 4 リニアモータ可動子」の一例である。また、下側リニアモータ可動子 151c、152c、153c および 154c は、それぞれ、本発明の「第 1 リニアモータ可動子」、「第 2 リニアモータ可動子」、「第 7 リニアモータ可動子」および「第 8 リニアモータ可動子」の一例である。

40

【 0029 】

リニアモータ固定子 151a ~ 154a は、Y 方向に延びるように構成されている。また、各リニアモータ固定子 151a ~ 154a は、図 4 に示すように、各々が配置される

50

格子状のモータ設置空間 1 1 a ~ 1 1 d の略中央部を通過して可動テーブル 1 1 を貫通するように配置されている。具体的には、図 6 に示すように、各リニアモータ固定子 1 5 1 a ~ 1 5 4 a は、Y 1 方向の端部が可動テーブル 1 1 の外側においてステージ固定部 1 2 の前面部 1 2 3 により支持されるとともに、Y 2 方向の端部が可動テーブル 1 1 の外側においてステージ固定部 1 2 の後面部 1 2 4 により支持されている。

**【 0 0 3 0 】**

上側リニアモータ可動子 1 5 1 b ~ 1 5 4 b および下側リニアモータ可動子 1 5 1 c ~ 1 5 4 c は、Y 方向に延びるように形成されている。また、リニアモータ 1 5 1 の下側リニアモータ可動子 1 5 1 c およびリニアモータ 1 5 2 の下側リニアモータ可動子 1 5 2 c は、それぞれ、リニアモータ固定子 1 5 1 a および 1 5 2 a の下面に対向するように水平仕切り部 1 1 1 の上面にヨーク 1 5 5 を介して設置されている。また、リニアモータ 1 5 1 の上側リニアモータ可動子 1 5 1 b およびリニアモータ 1 5 2 の上側リニアモータ可動子 1 5 2 b は、それぞれ、リニアモータ固定子 1 5 1 a および 1 5 2 a の上面に対向するように上側フレーム 1 1 6 の下面にヨーク 1 5 5 を介して設置されている。

10

**【 0 0 3 1 】**

また、リニアモータ 1 5 3 および 1 5 4 は、リニアモータ 1 5 1 および 1 5 2 と同様の構成を有している。具体的には、リニアモータ 1 5 3 の上側リニアモータ可動子 1 5 3 b およびリニアモータ 1 5 4 の上側リニアモータ可動子 1 5 4 b は、それぞれ、リニアモータ固定子 1 5 3 a および 1 5 4 a の上面に対向するように水平仕切り部 1 1 1 の下面にヨーク 1 5 5 を介して設置されている。また、リニアモータ 1 5 3 の下側リニアモータ可動子 1 5 3 c およびリニアモータ 1 5 4 の下側リニアモータ可動子 1 5 4 c は、それぞれ、リニアモータ固定子 1 5 3 a および 1 5 4 a の下面に対向するように下側フレーム 1 1 5 の上面にヨーク 1 5 5 を介して設置されている。

20

**【 0 0 3 2 】**

また、第 1 実施形態では、可動テーブル 1 1 の動作状態を複数のセンサおよびレーザ干渉計システム 1 8 により検知可能に構成されている。次に、可動テーブル 1 1 の動作状態を検知する複数のセンサおよびレーザ干渉計システム 1 8 について説明する。

**【 0 0 3 3 】**

ステージ固定部 1 2 の X 2 方向側の上面部 1 2 2 の上面には、図 4 および図 6 に示すように、2 つの X 方向ギャップセンサ 1 7 1 a が設けられている。X 方向ギャップセンサ 1 7 1 a は、小型の渦電流式センサである。また、図 3 ~ 図 6 に示すように、可動テーブル 1 1 の上側フレーム 1 1 6 の上面には、金属製の X 方向ターゲット 1 7 1 b が取り付けられている。X 方向ターゲット 1 7 1 b は、L 形状の断面を有し、Y 方向に延びるように形成されている。また、X 方向ターゲット 1 7 1 b は、上側フレーム 1 1 6 の X 2 方向側の縁部に沿って配置されている。また、X 方向ターゲット 1 7 1 b は、水平部の下面が上側フレーム 1 1 6 の上面に当接するように取り付けられ、鉛直部の X 2 方向側の表面が 2 つの X 方向ギャップセンサ 1 7 1 a に対向するように構成されている。すなわち、X 方向ターゲット 1 7 1 b の鉛直部の X 2 方向側の表面が X 方向ギャップセンサ 1 7 1 a による検知の基準面となる。この X 方向ギャップセンサ 1 7 1 a および X 方向ターゲット 1 7 1 b により、可動テーブル 1 1 の X 方向の変位が検知される。

30

40

**【 0 0 3 4 】**

また、ステージ固定部 1 2 の X 1 方向側の上面部 1 2 2 の上面には、図 4 および図 6 に示すように、Y 方向センサヘッド 1 7 2 a が設けられている。Y 方向センサヘッド 1 7 2 a は、リニアスケール用である。また、図 3 ~ 図 6 に示すように、可動テーブル 1 1 の上側フレーム 1 1 6 の上面には、リニアスケールターゲット 1 7 2 b が取り付けられている。リニアスケールターゲット 1 7 2 b は、L 形状の断面を有し、Y 方向に延びるように形成されている。また、リニアスケールターゲット 1 7 2 b は、X 方向ターゲット 1 7 1 b よりも重量が大きくなっている。また、リニアスケールターゲット 1 7 2 b は、上側フレーム 1 1 6 の X 1 方向側の縁部に沿って配置されている。また、リニアスケールターゲット 1 7 2 b は、水平部の下面が上側フレーム 1 1 6 の上面に当接するように取り付

50

けられ、鉛直部のX1方向側の表面がY方向センサヘッド172aに対向するように構成されている。このY方向センサヘッド172aおよびニアスケールターゲット172bにより、可動テーブル11のY方向の変位が検知される。

【0035】

また、第2固定フレーム132のY2方向側の表面には、図4および図6に示すように、Z方向ギャップセンサ173aが設けられている。また、第3固定フレーム133のY1方向側の表面には、図6に示すように、2つのZ方向ギャップセンサ173aが設けられている。また、図3、図5および図6に示すように、可動テーブル11の上側フレーム116の上面には、2つのZ方向ターゲット173bが取り付けられている。2つのZ方向ターゲット173bは、X方向に所定の間隔を隔ててY方向に延びるように平行に配置されている。また、Z方向ターゲット173bは、Z方向ギャップセンサ173aの下方に配置されている。すなわち、Z方向ターゲット173bの上面がZ方向ギャップセンサ173aによる検知の基準面となる。このZ方向ギャップセンサ173aおよびZ方向ターゲット173bにより、可動テーブル11のZ方向の変位が検知される。

【0036】

また、図6に示すように、第1固定フレーム131のY2方向側の表面および第4固定フレーム134のY1方向側の表面には、リミットセンサ174aが取り付けられている。第1固定フレーム131のリミットセンサ174aは、可動テーブル11のY1方向側の可動限界位置を検知するために設けられている。また、第4固定フレーム134のリミットセンサ174aは、可動テーブル11のY2方向側の可動限界位置を検知するために設けられている。また、リミットセンサ174aは、レーザ透過式のセンサである。また、リミットセンサ174aは、図4に示すように、Y方向から見て、U字形状の断面を有し、X方向ターゲット171bの鉛直部を跨ぐ位置に配置されている。また、第1固定フレーム131(第4固定フレーム134)のリミットセンサ174aは、可動テーブル11がY1方向(Y2方向)の可動限界位置に到達した場合に、X方向ターゲット171bの鉛直部がリミットセンサ174aの内側に配置されてレーザ光が遮蔽されるように構成されている。これにより、可動テーブル11がY方向の可動限界位置に到達したことを検知することが可能となる。また、X方向ギャップセンサ171aのX方向ターゲット171bをレーザ光の遮蔽部材として用いることによって、リミットセンサ174aの遮蔽部材を別途設ける必要がないので、部品点数が増加するのを抑制することができる。これにより、可動テーブル11の重量が大きくなってしまふのを抑制することができる。

【0037】

また、図1～図3に示すように、レーザ干渉計システム18は、レーザ照射装置181と、レーザ干渉計182と、XZ方向反射ミラー183(図3参照)と、Y方向反射ミラー184(図3参照)とにより構成されている。また、レーザ干渉計システム18は、上記のX方向ギャップセンサ171a、Y方向センサヘッド172aおよびZ方向ギャップセンサ173aによる変位の検知精度よりも高い精度で可動テーブル11の変位を検知することが可能である。このため、第1実施形態では、可動テーブル11を露光開始位置まで移動させる際には、X方向ギャップセンサ171a、Y方向センサヘッド172aおよびZ方向ギャップセンサ173aにより可動テーブル11の変位を検知し、露光中においては、レーザ干渉計システム18により可動テーブル11の変位を検知するように構成されている。また、レーザ干渉計システム18は、可動テーブル11のX方向、Y方向およびZ方向の変位を検知することが可能に構成されている。

【0038】

レーザ照射装置181は、図1の2点鎖線で示すような経路を進むレーザ光を出射する機能を有している。また、レーザ干渉計182は、X方向干渉計182a、Y方向干渉計182bおよびZ方向干渉計182cを含んでいる。X方向干渉計182aは、図1の2点鎖線で示したように、X1方向に向かってレーザ光を照射することにより、可動テーブル11に取り付けられたXZ方向反射ミラー183(図3および図4参照)のX2方向側の表面にレーザ光を照射してX方向の変位を検知するように構成されている。また、Y方

10

20

30

40

50

向干渉計 182b は、図 1 の 2 点鎖線で示したように、Y 2 方向に向かってレーザ光を照射することにより、可動テーブル 11 に取り付けられた Y 方向反射ミラー 184 (図 3 および図 4 参照) の Y 1 方向側の表面にレーザ光を照射して Y 方向の変位を検知するように構成されている。また、Z 方向干渉計 182c は、図 1 の 2 点鎖線で示したように、X 1 方向に向かってレーザ光を照射することにより、図示しないレーザ光を Z 1 方向へ反射するミラーを介して可動テーブル 11 に取り付けられた X Z 方向反射ミラー 183 (図 3 および図 4 参照) の Z 2 方向側の表面にレーザ光を照射して Z 方向の変位を検知するように構成されている。また、レーザ干渉計 182 (182a ~ 182c) は、図 1 に示すように、ステージ装置 1 の外側から可動テーブル 11 にレーザ光を照射するように構成されている。レーザ照射装置 181 およびレーザ干渉計 182 は、ステージ装置 1 を支持するステージ装置用除振台 2 とは別個に設けられたレーザ干渉計用除振台 3 に設置されている。すなわち、レーザ照射装置 181 およびレーザ干渉計 182 (182a ~ 182c) には、ステージ装置 1 から振動が伝達されないように構成されている。これにより、より高精度の変位測定が可能となる。

#### 【0039】

また、X Z 方向反射ミラー 183 は、Y 方向に延びるように形成されている。また、X Z 方向反射ミラー 183 は、図 3 ~ 図 5 に示すように、可動テーブル 11 の X 2 方向側の側壁部 113 の外側に設けられている。また、X Z 方向反射ミラー 183 は、水平仕切り部 111 の鉛直方向 (Z 方向) の中心高さよりも低い位置に配置されている。これに対して、第 1 実施形態では、上記のとおり、X 方向ターゲット 171b よりも重量が大きいリニアスケールターゲット 172b を X 1 方向側に配置するとともに、X 方向ターゲット 171b およびリニアスケールターゲット 172b を水平仕切り部 111 よりも高い位置に配置している。これにより、X 方向および Z 方向の重量バランスが一方に極端に偏ってしまうのを抑制することができるので、可動テーブル 11 の重心位置を水平仕切り部 111 および鉛直仕切り部 112 の交点部分に配置させ易くなる。

#### 【0040】

また、Y 方向反射ミラー 184 は、図 3 ~ 図 6 に示すように、可動テーブル 11 の水平仕切り部 111 の Y 1 方向の端部に取り付けられている。また、Y 方向反射ミラー 184 は、水平仕切り部 111 の X 方向の中央部に配置されている。すなわち、Y 方向反射ミラー 184 は、Y 方向から見て、水平仕切り部 111 および鉛直仕切り部 112 の交点部分に位置する可動テーブル 11 の重心に重なる位置に配置されている。

#### 【0041】

また、ステージ装置 1 には、図 4 に示すように、可動テーブル 11 の X 方向および Z 方向の動作範囲を制限するためのストッパ機能部 19 が設けられている。具体的には、ストッパ機能部 19 は、可動テーブル 11 に取り付けられるストッパ可動子 191 と、ステージ固定部 12 に取り付けられるストッパ固定子 192 とにより構成されている。ストッパ可動子 191 は、図 3 ~ 図 5 に示すように、可動テーブル 11 の 4 つのフランジ部 114 に設けられている。このストッパ可動子 191 は、Y 1 方向 (Y 2 方向) のフランジ部 114 の Y 1 方向側 (Y 2 方向側) の端部において、X 方向の外側に突出するように取り付けられている。すなわち、4 つのストッパ可動子 191 は、可動テーブル 11 の四隅において、X 方向の外側に突出するように設けられている。より詳細には、4 つのストッパ可動子 191 は、X 方向および Y 方向において、4 つのリニアモータ 151 ~ 154 のリニアモータ可動子 151b ~ 154b (151c ~ 154c) よりも外側で、かつ、4 つの磁気浮上ユニット 14 の浮上ユニット可動子 141 よりも外側に配置されている。なお、ストッパ機能部 19 は、本発明の「ストッパ部」の一例である。

#### 【0042】

また、ストッパ固定子 192 は、図 4 に示すように、ステージ固定部 12 の一对の側面部 121 の内側表面に 2 つずつ取り付けられている。また、4 つのストッパ固定子 192 は、4 つのストッパ可動子 191 に対応する位置に配置されている。また、各ストッパ固定子 192 は、Y 方向から見て U 字形状の断面を有し、所定距離を隔てて対応するストッ

10

20

30

40

50

パ可動子 191 を外側から取り囲むように構成されている。また、ストッパ可動子 191 とストッパ固定子 192 との間の距離は、磁気浮上ユニット 14 およびリニアモータユニット 15 の可動子と固定子とが接触する前にストッパ可動子 191 とストッパ固定子 192 とが先に接触する距離に設定されている。なお、第 1 実施形態では、上記のように、4 つのストッパ可動子 191 が、磁気浮上ユニット 14 およびリニアモータユニット 15 の可動子よりも外側に配置されているので、可動テーブル 11 が 6 自由度動作する際に、4 つのストッパ可動子 191 の変位量（移動距離）が磁気浮上ユニット 14 およびリニアモータユニット 15 の可動子の変位量（移動距離）以上となる。このため、ストッパ可動子 191 とストッパ固定子 192 との間の距離を、容易に、磁気浮上ユニット 14 およびリニアモータユニット 15 の可動子と固定子とが接触する前にストッパ可動子 191 とストッパ固定子 192 とが先に接触する距離に設定することが可能である。また、各ストッパ固定子 192 は、Y 方向に延びるように形成されており、可動テーブル 11 の Y 方向への移動に対応可能に構成されている。

10

#### 【0043】

ステージ装置用除振台 2 は、図 1 および図 2 に示すように、ステージ装置 1 を支持するために設けられている。また、ステージ装置用除振台 2 は、平面的に見て、矩形形状を有し、四隅に脚部を備えている。また、ステージ装置用除振台 2 は、ステージ装置 1 に対して外部から振動を伝達させない機能を有するとともに、ステージ装置 1 から外部に振動を伝達させない機能を有している。

#### 【0044】

レーザ干渉計用除振台 3 は、図 1 および図 2 に示すように、レーザ干渉計システム 18 のレーザ照射装置 181 およびレーザ干渉計 182（182a～182c）を支持するために設けられている。また、レーザ干渉計用除振台 3 は、平面的に見て U 字形状を有し、ステージ装置用除振台 2 の Y1 方向側を取り囲むように配置されている。また、レーザ干渉計用除振台 3 は、ステージ装置用除振台 2 から所定間隔を隔てて配置されている。また、レーザ干渉計用除振台 3 は、レーザ照射装置 181 およびレーザ干渉計 182（182a～182c）に対して外部から振動を伝達させない機能を有するとともに、レーザ照射装置 181 およびレーザ干渉計 182（182a～182c）から外部に振動を伝達させない機能を有している。

20

#### 【0045】

次に、第 1 実施形態によるステージ装置 1 の可動テーブル 11 の動作について説明する。

30

#### 【0046】

ステージ装置 1 の起動時において、可動テーブル 11 は、四隅に配置されたストッパ可動子 191 の下面がストッパ固定子 192 の内側面上に当接して、ストッパ固定子 192 に載置された状態にある。この状態から、磁気浮上ユニット 14 を駆動して、可動範囲内の所定の浮上原点位置まで可動テーブル 11 を磁気浮上させる。その後、4 つのリニアモータ 151～154 を駆動して、露光の走査方向である Y 方向に可動テーブル 11 を動作させる。この際、4 つのフランジ部 114 における磁気浮上ユニット 14 の推力を制御して、可動テーブル 11 を所定の姿勢になるように動作させる。すなわち、リニアモータ 151～154 および磁気浮上ユニット 14 を制御して、可動テーブル 11 を X 方向、Y 方向、Z 方向、X 軸回り方向（x）、Y 軸回り方向（y）および Z 軸回り方向（z）の 6 方向に動作させる。また、4 つのリニアモータ 151～154 の推力を制御して、可動テーブル 11 を Z 軸回り方向（z）に動作させることも可能である。このように、第 1 実施形態では、可動テーブル 11 を 6 自由度で動作させることができる。

40

#### 【0047】

第 1 実施形態では、上記のように、可動テーブル 11 を Y 方向に動作させるためのリニアモータユニット 15 を設けるとともに、そのリニアモータユニット 15 のリニアモータ可動子 151b～154b（151c～154c）とリニアモータ固定子 151a～154a とを可動テーブル 11 の内側に配置することによって、リニアモータ可動子 151b

50

～154b(151c～154c)およびリニアモータ固定子151a～154aが可動テーブル11の外側に配置される場合とは異なり、可動テーブル11の配置スペースの外側にリニアモータユニット15の配置スペースを設ける必要がないので、その分、ステージ装置1の水平方向の外形寸法を小さくすることができる。その結果、ステージ装置1の小型化を図ることができる。

【0048】

また、第1実施形態では、上記のように、可動テーブル11の内部にモータ設置空間11a～11dを設けるとともに、リニアモータ可動子151b～154b(151c～154c)とリニアモータ固定子151a～154aとを、可動テーブル11の内部のモータ設置空間11a～11dにY方向に延びるように配置することによって、可動テーブル11の内部のモータ設置空間11a～11dにより、容易に、リニアモータ可動子151b～154b(151c～154c)とリニアモータ固定子151a～154aとを可動テーブル11の内側に配置することができるので、容易に、ステージ装置1の小型化を図ることができる。

10

【0049】

また、第1実施形態では、上記のように、可動テーブル11の重心を通り水平方向に延びる水平仕切り部111と可動テーブル11の重心を通り鉛直方向に延びる鉛直仕切り部112とを設け、水平仕切り部111および鉛直仕切り部112により可動テーブル11の内部を4つの格子状のモータ設置空間11a～11dに分割するとともに、4つのモータ設置空間11a～11dに、それぞれ、可動テーブル11の重心を取り囲むようにリニアモータ151～154を配置する。これにより、4つのリニアモータ151～154が配置される4つのモータ設置空間11a～11dの中心位置に可動テーブル11の重心が位置するので、4つのリニアモータ151～154の推力の合力(作用中心)を容易に可動テーブル11の重心近傍に作用させることができ、その結果、容易に可動テーブル11の動作精度を向上させることができる。また、水平仕切り部111および鉛直仕切り部112を設けることによって、4つのモータ設置空間11a～11dが設けられる分、可動テーブル11を軽量化することができるので、可動テーブル11の小型化および軽量化を図りながら、可動テーブル11の動作精度を向上させることができる。

20

【0050】

また、第1実施形態では、上記のように、4つのモータ設置空間11a～11dに、それぞれ、可動テーブル11の重心を取り囲むとともに、可動テーブル11の重心を中心とする中心対称になるようにリニアモータ151～154を配置することによって、容易に、複数のリニアモータ151～154による推力の合力(作用中心)を可動テーブル11の重心近傍に作用させることができる。

30

【0051】

また、第1実施形態では、上記のように、可動テーブル11の水平仕切り部111の上面に鉛直仕切り部112を挟むように下側リニアモータ可動子151cおよび152cを設け、可動テーブル11の水平仕切り部111の下面に鉛直仕切り部112を挟むように上側リニアモータ可動子153bおよび154bを設ける。また、下側リニアモータ可動子151cおよび152cに対してそれぞれ鉛直方向に対向するようにリニアモータ固定子151aおよび152aを配置し、上側リニアモータ可動子153bおよび154bに対してそれぞれ鉛直方向に対向するようにリニアモータ固定子153aおよび154aを配置する。これにより、水平仕切り部111と鉛直仕切り部112とにより可動テーブル11の重心を中心として分割された4つのモータ設置空間11a～11dに、容易に、可動テーブル11の重心を中心とする中心対称になるように4つのリニアモータ151～154を配置することができる。

40

【0052】

また、第1実施形態では、上記のように、上側フレーム116の内部下表面に鉛直仕切り部112を挟むように、かつ、リニアモータ固定子151aおよび152aに対してそれぞれ鉛直方向に対向するように上側リニアモータ可動子151aおよび152aを設け

50

る。また、下側フレーム 1 1 5 の内部上表面に鉛直仕切り部 1 1 2 を挟むように、かつ、リニアモータ固定子 1 5 3 a および 1 5 4 a に対してそれぞれ鉛直方向に対向するように下側リニアモータ可動子 1 5 3 c および 1 5 4 c を設ける。これにより、1 つのリニアモータ固定子 1 5 1 a ~ 1 5 4 a に対して 2 つのリニアモータ可動子を配置することができるので、1 つのリニアモータ固定子 1 5 1 a ~ 1 5 4 a に対して 1 つのリニアモータ可動子だけを設ける場合に比べて推力をより高めることができる。その結果、可動テーブル 1 1 の重心を中心として分割された 4 つの格子状のモータ設置空間 1 1 a ~ 1 1 d に配置される 4 つのリニアモータ 1 5 1 ~ 1 5 4 の推力の合力（作用中心）を可動テーブル 1 1 の重心近傍に作用させながら、可動テーブル 1 1 の Y 方向への推力をより高めることができる。

10

**【 0 0 5 3 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、下側フレーム 1 1 5 および上側フレーム 1 1 6 を、Y 方向において水平仕切り部 1 1 1 よりも短い長さを有するように形成することによって、下側フレーム 1 1 5 および上側フレーム 1 1 6 の軽量化を図ることができるので、その分、可動テーブル 1 1 全体の軽量化を図ることができる。

**【 0 0 5 4 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、可動テーブル 1 1 の外側においてリニアモータ固定子 1 5 1 a ~ 1 5 4 a を支持するステージ固定部 1 2 を設けることによって、ステージ固定部 1 2 によりリニアモータ固定子 1 5 1 a ~ 1 5 4 a を安定して支持することができるので、安定して支持されたりニアモータ固定子 1 5 1 a ~ 1 5 4 a に沿って可動テーブル 1 1 を精度よく Y 方向に動作させることができる。

20

**【 0 0 5 5 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、水平仕切り部 1 1 1、鉛直仕切り部 1 1 2、側壁部 1 1 3 およびフランジ部 1 1 4 により構成される可動部メインフレームを、セラミック部材により一体的に形成することによって、比剛性が高いセラミック部材により可動部メインフレームが形成されるので、可動テーブル 1 1 全体の比剛性を高めることができる。これにより、磁気浮上ユニット 1 4 およびリニアモータユニット 1 5 の推力により可動テーブル 1 1 が変形するのを抑制することができるので、可動テーブル 1 1 を精度よく動作させることができる。また、軽量のセラミック部材を用いることによって、可動テーブル 1 1 全体を軽量にしてより小さい推力で可動テーブル 1 1 を動作可能にすることができる。これにより、磁気浮上ユニット 1 4 およびリニアモータユニット 1 5 の小型化を図ることができるので、ステージ装置 1 の小型化をより図ることができる。

30

**【 0 0 5 6 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、磁気浮上式の磁気浮上ユニット 1 4 を設けることによって、エアギャップが非常に小さいエアベアリングを用いる場合に比べて、浮上ユニット可動子 1 4 1 と浮上ユニット固定子 1 4 2 との間のエアギャップ（間隔）を大きくすることができる。これにより、可動テーブル 1 1 を高速および高加速で動作させた場合に浮上ユニット可動子 1 4 1 と浮上ユニット固定子 1 4 2 との間の間隔の大きさが変動したとしても、浮上ユニット可動子 1 4 1 と浮上ユニット固定子 1 4 2 とが接触することを回避できるので、可動テーブル 1 1 を高速で動作させることができる。また、エアベアリングを用いる場合とは異なり、エアを供給するための装置や配管設備などを設ける必要がないので、これによっても、ステージ装置 1 の小型化をより図ることができる。

40

**【 0 0 5 7 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、磁気浮上ユニット 1 4 を、平面的に見て可動テーブル 1 1 の重心を取り囲むように 4 つ配置することによって、4 つの磁気浮上ユニット 1 4 の推力の合力（作用中心）を容易に可動テーブル 1 1 の重心近傍に作用させることができるので、容易に可動テーブル 1 1 の動作精度を向上させることができる。

**【 0 0 5 8 】**

また、第 1 実施形態では、上記のように、磁気浮上ユニット 1 4 を、可動テーブル 1 1 の外側に突出するように設けられたフランジ部 1 1 4 に取り付けることによって、リニア

50

モータユニット15が配置される可動テーブル11のモータ設置空間11a~11dの外側に容易に磁気浮上ユニット14を配置することができる。

【0059】

また、第1実施形態では、上記のように、フランジ部114を、先端から根元に向かって徐々に鉛直方向の高さが大きくなるように形成することによって、フランジ部114の付け根部近傍の断面剛性を高めることができるので、フランジ部114が鉛直方向に撓んでしまうのを抑制することができる。その結果、フランジ部114に取り付けられた磁気浮上ユニット14によって、可動テーブル11をより安定的にZ方向に動作させることができる。

【0060】

また、第1実施形態では、上記のように、磁気浮上ユニット14を、鉛直方向（Z方向）の駆動に加えて、Y方向と直交する水平面内のX方向の駆動が可能ないように構成することによって、磁気浮上ユニット14により、可動テーブル11をX方向およびZ方向の両方に動作させることができるので、Z方向に動作させるための駆動ユニットとX方向に動作させるための駆動ユニットとを別個に設ける必要がない。これにより、ステージ装置1の小型化を図りながら、リニアモータユニット15と磁気浮上ユニット14とにより、X方向、Y方向、Z方向、X軸回り方向（x）、Y軸回り方向（y）およびZ軸回り方向（z）の6自由度の駆動が可能となる。

【0061】

また、第1実施形態では、上記のように、可動テーブル11の重心位置とリニアモータユニット15のY方向の推力の作用中心位置と磁気浮上ユニット14のX方向の推力の作用中心位置とを、鉛直方向において、同一の高さ位置にすることによって、リニアモータユニット15のY方向の推力によりX方向の軸回りのモーメントが発生するのを抑制するとともに、磁気浮上ユニット14のX方向の推力によりY方向の軸回りのモーメントが発生するのを抑制することができる。これにより、可動テーブル11の姿勢を維持するために磁気浮上ユニット14の鉛直方向（Z方向）の推力を制御する必要がないので、磁気浮上ユニット14に対して複雑な制御を行う必要がない。その結果、容易に、可動テーブル11を安定してX方向およびY方向に動作させることができる。

【0062】

また、第1実施形態では、上記のように、可動テーブル11の重心位置を微調整するための調整ウェイト116aを設けるとともに、調整ウェイト116aを、可動テーブル11の重心位置と、リニアモータユニット15のY方向の推力の作用中心位置と、磁気浮上ユニット14のX方向の推力の作用中心位置とが、鉛直方向において、同一の高さ位置になるように微調整可能なように構成する。これにより、調整ウェイト116aを用いて、可動テーブル11の重心位置とリニアモータユニット15のY方向の推力の作用中心位置と磁気浮上ユニット14のX方向の推力の作用中心位置とを、同一の高さ位置になるように精度よく微調整することができるので、リニアモータユニット15のY方向の推力によりX方向の軸回りのモーメントが発生するのをより抑制するとともに、磁気浮上ユニット14のX方向の推力によりY方向の軸回りのモーメントが発生するのをより抑制することができる。その結果、可動テーブル11をより安定してX方向およびY方向に動作させることができる。

【0063】

また、第1実施形態では、上記のように、可動テーブル11の動作範囲を制限するストッパ機能部19を設けることによって、ストッパ機能部19により、浮上ユニット可動子141と浮上ユニット固定子142との接触およびリニアモータ可動子151b~154b（151c~154c）とリニアモータ固定子151a~154aとの接触を抑制することができるので、磁気浮上ユニット14およびリニアモータユニット15が破損するのを抑制することができる。

【0064】

（第2実施形態）

10

20

30

40

50

次に、図7～図9を参照して、第2実施形態について説明する。この第2実施形態では、上記第1実施形態と異なり、ステージ装置1aの起動時において、図7に示す浮上補助機構200により、可動範囲外から可動範囲内の所定の浮上原点位置近傍まで可動テーブル11を移動させる構成について説明する。なお、この第2実施形態の可動テーブル11の構成は、上記第1実施形態と同じである。

【0065】

第2実施形態によるステージ装置1aは、図7に示すように、可動テーブル11を可動範囲外から可動範囲内の所定の浮上原点位置近傍に移動させるための浮上補助機構200を備えている。浮上補助機構200は、浮上原点補助部材201と、一対の上側リニアアクチュエータ202と、一対の下側リニアアクチュエータ203と、上側バー204および下側バー205とを含んでいる。

10

【0066】

浮上原点補助部材201は、可動テーブル11の上面上に設けられている。この浮上原点補助部材201は、Y方向から見て、下側バー205を挟み込む逆U字形状の断面(図9参照)を有し、両下端部(逆U字形状の2つの下端部)が可動テーブル11の上側フレーム116の上面上に当接するように設置されている。また、浮上原点補助部材201は、上側フレーム116の中央部近傍に設置されている。

【0067】

一対の上側リニアアクチュエータ202は、ステージ固定部12の前面部123の内側表面(Y2方向側の表面)および後面部124の内側表面(Y1方向側の表面)に取り付けられている。また、一対の上側リニアアクチュエータ202は、ステージ固定部12の前面部123の上端部近傍および後面部124の上端部近傍に設置されている。また、上側リニアアクチュエータ202の下部には、Z方向に駆動可能な出力軸202aが設けられている。また、2つの出力軸202aの下端部には、Y方向に延びる上側バー204が取り付けられている。また、上側バー204は、浮上原点補助部材201の上方に配置されている。

20

【0068】

一対の下側リニアアクチュエータ203は、ステージ固定部12の前面部123の外側表面(Y1方向側の表面)および後面部124の外側表面(Y2方向側の表面)に取り付けられている。また、一対の下側リニアアクチュエータ203は、上側リニアアクチュエータ202よりも下側(Z2方向側)に配置されている。また、下側リニアアクチュエータ203の下部には、Z方向に駆動可能な出力軸203aが設けられている。また、2つの出力軸203aの下端部には、Y方向に延びる下側バー205が取り付けられている。また、下側バー205は、浮上原点補助部材201の逆U字形状部の内側を貫通するように設けられている。

30

【0069】

次に、図4および図7～図9を参照して、浮上補助機構200を用いて、可動テーブル11を可動範囲内の所定の浮上原点位置近傍まで移動させる動作について説明する。

【0070】

可動テーブル11は、ステージ装置1aの起動時において、ストッパ固定子192(図4参照)に載置された状態にある。この状態では、上側バー204および下側バー205は、図7に示すように、浮上原点補助部材201から離間している。そして、一対の上側リニアアクチュエータ202を駆動することによって、図8および図9に示すように、上側バー204を下方に動作させて上側バー204を浮上原点補助部材201の上面に当接させる。次に、一対の下側リニアアクチュエータ203を駆動することによって、下側バー205を上方に動作させて下側バー205を浮上原点補助部材201の逆U字形状部の内側上端面に当接させる。この際、上側リニアアクチュエータ202よりも下側リニアアクチュエータ203の出力を大きくして、可動テーブル11を上方に持ち上げる。そして、予め設定している所定の浮上原点位置近傍まで可動テーブル11を移動させる。

40

【0071】

50

その後、磁気浮上ユニット14を駆動するとともに、上側リニアアクチュエータ202および下側リニアアクチュエータ203を駆動して浮上原点補助部材201から上側バー204および下側バー205を離間させる。これにより、図7の状態に戻り、磁気浮上ユニット14による推力によって、所定の浮上原点位置近傍に位置する可動テーブル11を、容易に、所定の浮上原点位置まで動作させることができる。また、浮上原点補助部材201から離間させた上側バー204および下側バー205を、可動テーブル11が可動範囲内で移動する際に浮上原点補助部材201に接触しない位置まで移動させる。

【0072】

なお、第2実施形態のその他の構成は、上記第1実施形態と同様である。

【0073】

第2実施形態では、上記のように、可動テーブル11の可動範囲内に設定された浮上原点位置近傍に可動テーブル11を浮上させる浮上補助機構200を設けることによって、磁気浮上ユニット14を用いることなく、浮上補助機構200により、可動テーブル11を可動範囲外から可動範囲内（浮上原点位置近傍）に浮上させることができるので、磁気浮上ユニット14を可動範囲内の駆動のみに使用することができる。これにより、磁気浮上ユニット14により可動テーブル11の可動範囲外から可動範囲内に浮上させる場合と異なり、磁気浮上ユニット14の駆動距離を大きくする必要がないので、磁気浮上ユニット14で発生する推力を大きくする必要がない。その結果、磁気浮上ユニット14の小型化を図ることができる。また、ステージ装置1aに異常が発生して磁気浮上ユニット14の浮上ユニット可動子141と浮上ユニット固定子142とが異常吸引された場合でも、上側リニアアクチュエータ202により上側バー204を下方（Z2方向）に移動させて浮上原点補助部材201の上面を下方に押圧することによって、可動テーブル11をストップ固定子192（図4参照）に載置させることができる。すなわち、手動ではなく浮上補助機構200の動作によって可動テーブル11を初期位置に戻すことができる。

【0074】

なお、第2実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

【0075】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【0076】

たとえば、上記第1および第2実施形態では、ステージ装置を露光装置に用いられる磁気浮上テーブル装置に適用する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、ステージ装置を露光装置以外の用途に用いられる装置に適用してもよい。

【0077】

また、上記第1および第2実施形態では、本発明の試料としてのマスクを保持するように可動テーブルを構成する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、マスク以外の試料を保持するように可動テーブルを構成してもよい。

【0078】

また、上記第1および第2実施形態では、4つのリニアモータ151～154を設ける構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、1つのリニアモータだけを設ける構成であってもよいし、4つ以外の複数のリニアモータを設ける構成であってもよい。

【0079】

また、上記第1および第2実施形態では、リニアモータ可動子を永久磁石により構成し、リニアモータ固定子をコイルにより構成する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、リニアモータ固定子を永久磁石により構成し、リニアモータ可動子をコイルにより構成してもよい。

【0080】

10

20

30

40

50

また、上記第1および第2実施形態では、4つの浮上ユニット可動子を設ける構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、1つの浮上ユニット可動子だけを設ける構成であってもよいし、4つ以外の複数の浮上ユニット可動子を設ける構成であってもよい。

【0081】

また、上記第1および第2実施形態では、浮上ユニット可動子を永久磁石により構成し、浮上ユニット固定子をコイルにより構成する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、浮上ユニット固定子を永久磁石により構成し、浮上ユニット可動子をコイルにより構成してもよい。

【0082】

また、上記第1および第2実施形態では、本発明の浮上ユニットの一例として、可動テーブルをX方向およびZ方向の両方に動作させることが可能な磁気浮上ユニットを示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、可動テーブルをZ方向だけに動作させることが可能な浮上ユニットであってもよい。

【0083】

また、上記第1および第2実施形態では、可動テーブルの内部にモータ設置空間を設けて、リニアモータをモータ設置空間に配置する構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、リニアモータが平面的に見て可動テーブルの内側に配置されていればよく、可動テーブルの内部に配置する必要はない。

【0084】

また、上記第1および第2実施形態では、モータ設置空間を水平仕切り部および鉛直仕切り部により4つの空間に分割する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、モータ設置空間を分割しなくてもよいし、モータ設置空間を4つ以外の複数の空間に分割してもよい。この際、分割数に応じたリニアモータを設置する構成であってもよい。

【0085】

また、上記第1および第2実施形態では、本発明の枠状部としての下側フレーム115、上側フレーム116および一对の側壁部113により構成される矩形形状のモータ設置空間を水平仕切り部および鉛直仕切り部により上下2段、X方向に2列の4つの空間に分割する例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、矩形形状のモータ設置空間の対角を結ぶように2枚の仕切り部を設けて、モータ設置空間を4つの空間に分割してもよい。

【0086】

また、上記第1および第2実施形態では、1つのリニアモータ固定子に対して2つのリニアモータ可動子を設ける構成の例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、1つのリニアモータ固定子に対して1つのリニアモータ可動子を設ける構成であってもよいし、1つのリニアモータ固定子に対して3つ以上のリニアモータ可動子を設ける構成であってもよい。

【0087】

また、上記第1および第2実施形態では、ストッパ部の一例として、X方向およびZ方向の動作範囲を制限するストッパ機能部19を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、X方向の動作範囲を制限するストッパ部と、Z方向の動作範囲を制限するストッパ部とを別個に設けてもよい。

【0088】

また、上記第1および第2実施形態では、上側フレームおよび下側フレームの両方が、水平仕切り部よりも短い長さを有している構成を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、上側フレームおよび下側フレームのうち少なくとも一方だけが、水平仕切り部よりも短い長さを有していればよい。

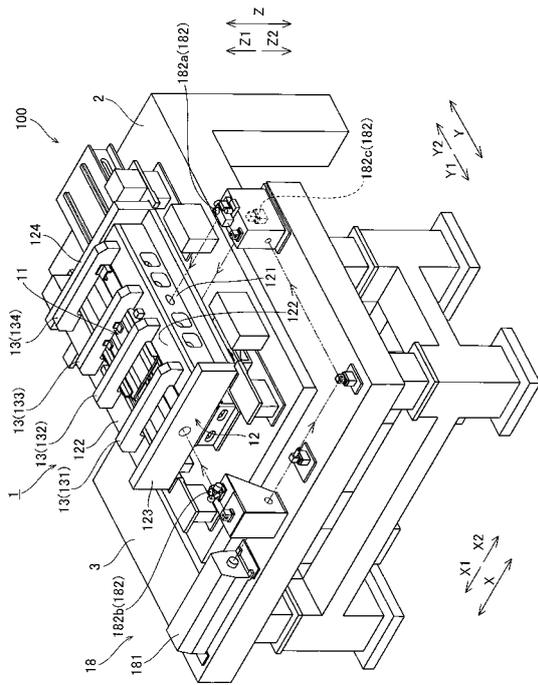
10

20

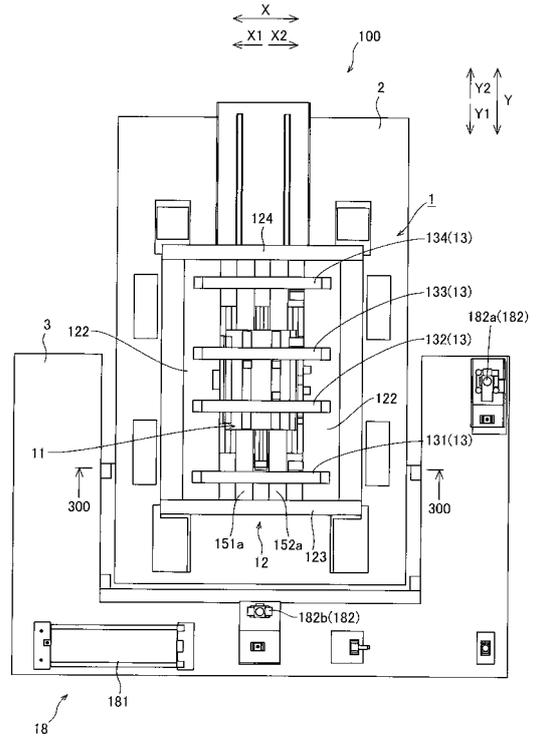
30

40

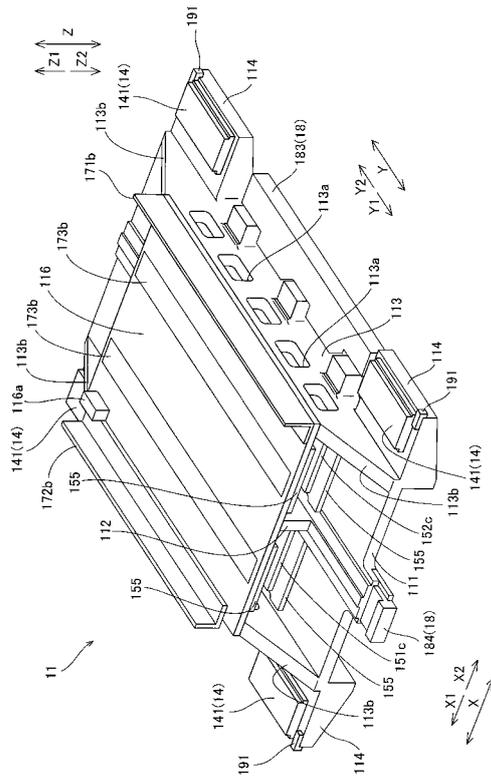
【図 1】



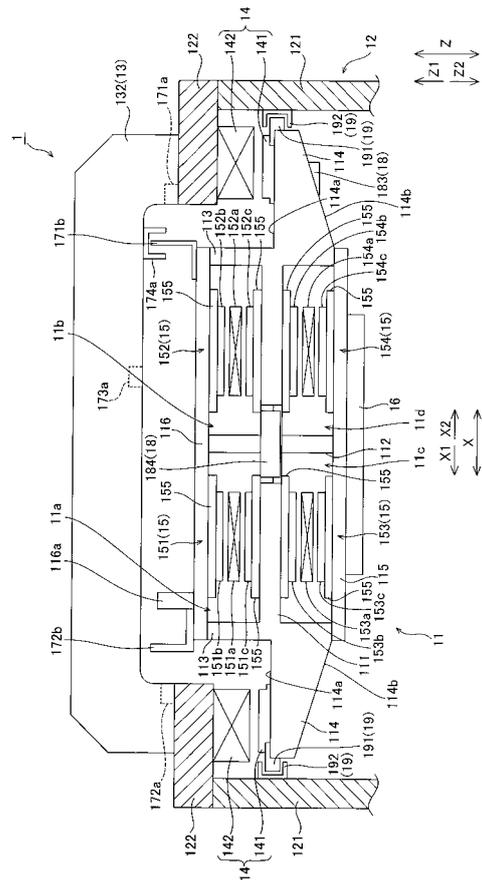
【図 2】



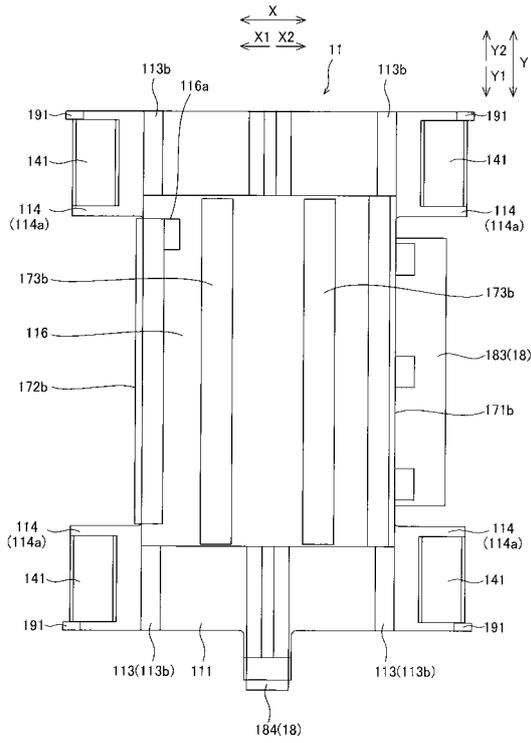
【図 3】



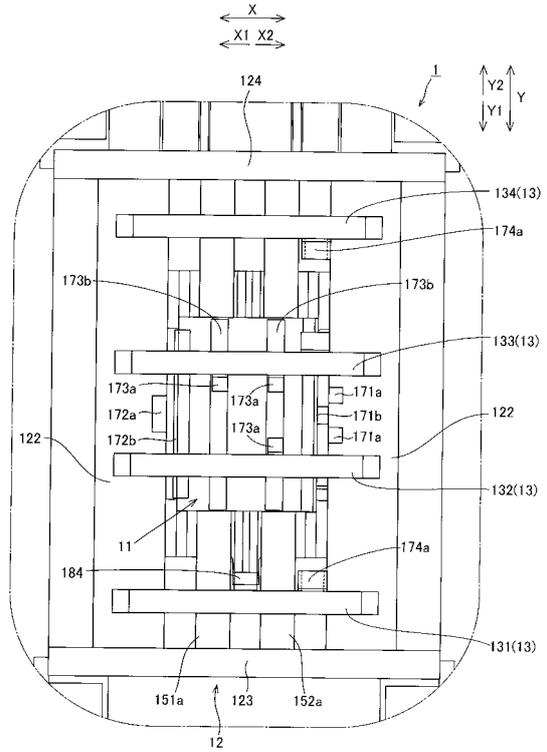
【図 4】



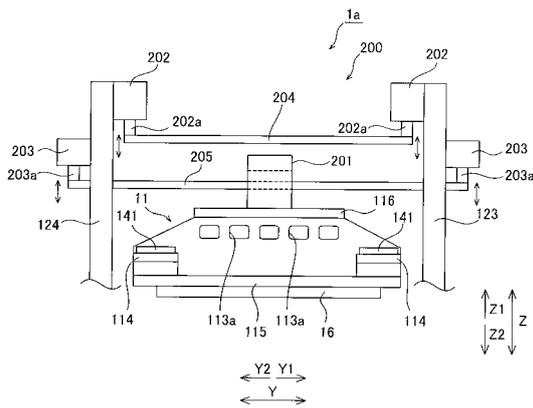
【図5】



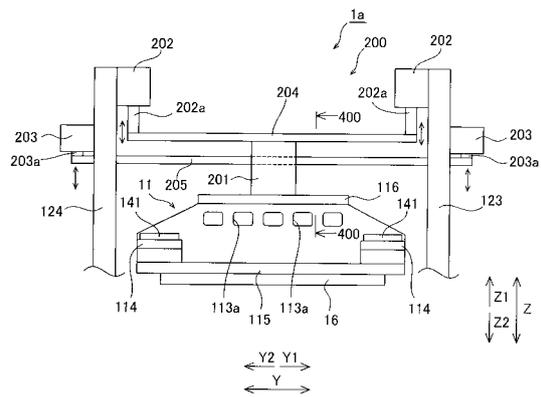
【図6】



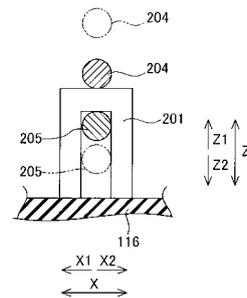
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

審査官 植木 隆和

- (56)参考文献 特開2000-32733(JP,A)  
国際公開第2004/105105(WO,A1)  
特開2009-16678(JP,A)  
国際公開第2009/128321(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027  
G03F 7/20  
H01L 21/68