

(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2004-15908  
(P2004-15908A)

(43) 公開日 平成16年1月15日(2004.1.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H O 2 K 41/02	H O 2 K 41/02 A	2 F O 7 8
G O 3 F 7/20	G O 3 F 7/20 5 2 1	5 F O 4 6
G 1 2 B 5/00	G 1 2 B 5/00 T	5 H 6 4 1
H O 1 L 21/027	H O 1 L 21/30 5 1 5 F	
	H O 1 L 21/30 5 1 5 G	
審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 19 頁)		

(21) 出願番号	特願2002-165431 (P2002-165431)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成14年6月6日 (2002.6.6)		株式会社ニコン
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉
		(72) 発明者	谷村 尚
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
			式会社ニコン内
		最終頁に続く	

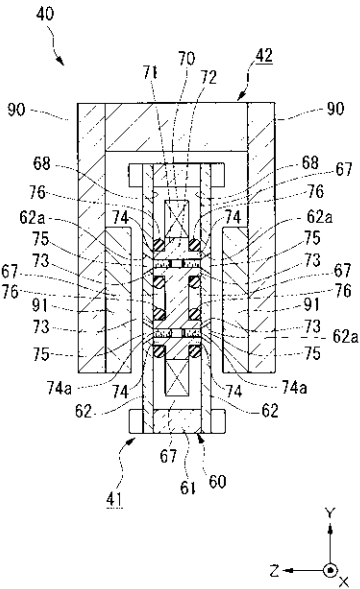
(54) 【発明の名称】 リニアモータ、ステージ装置及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 コイルを収容したハウジング部の内部に冷媒を供給してもハウジング部の変形が抑えられるリニアモータを提供する。

【解決手段】 リニアモータ40は、空芯部71を有するコイル70と、コイル70を収容するハウジング部60と、コイル70の空芯部71に配置され、コイル70を空芯部71で支持する支持部72と、支持部72に設けられ、ハウジング部60の内壁68と接する少なくとも1つの凸部74とを備えている。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

空芯部を有するコイルと、前記コイルを収容するハウジング部とを備えたリニアモータにおいて、

前記コイルの空芯部に配置され、該コイルを前記空芯部で支持する支持部と、

前記支持部に設けられ、前記ハウジング部の内壁と接する少なくとも 1 つの凸部とを備えたことを特徴とするリニアモータ。

## 【請求項 2】

前記ハウジング部と前記凸部とを固定する固定部材を有することを特徴とする請求項 1 記載のリニアモータ。

10

## 【請求項 3】

前記固定部材は、前記凸部と熱伝導率の異なる材料からなることを特徴とする請求項 2 記載のリニアモータ。

## 【請求項 4】

前記固定部材は、前記凸部より熱伝導率が低い材料からなることを特徴とする請求項 2 記載のリニアモータ。

## 【請求項 5】

前記固定部材は、非導電性且つ非磁性材料からなることを特徴とする請求項 2 ~ 4 のいずれか一項記載のリニアモータ。

## 【請求項 6】

前記ハウジング部は、枠部材と、該枠部材を両側から挟む複数の板部材とを有し、前記固定部材は、前記板部材と前記凸部とを固定するねじであることを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか一項記載のリニアモータ。

20

## 【請求項 7】

前記凸部は前記支持部の材質と異なる材質で構成され、該材質は前記支持部の材質よりも熱伝導率の低い材質であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項記載のリニアモータ。

## 【請求項 8】

前記凸部は、前記板部材と対面する前記支持部の両側にそれぞれ複数箇所設けられていることを特徴とする請求項 6 記載のリニアモータ。

30

## 【請求項 9】

前記コイルに設けられている前記凸部の数は、該リニアモータが発生する推力に応じて決定されることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載のリニアモータ。

## 【請求項 10】

前記コイルに設けられている前記凸部の数は、前記板部材の面積に応じて決定されることを特徴とする請求項 8 記載のリニアモータ。

## 【請求項 11】

複数の前記コイルが配列されたリニアモータにおいて、

複数の前記コイルのそれぞれに設けられる前記凸部の数は、前記コイルが配列された位置に応じて異なることを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載のリニアモータ。

40

## 【請求項 12】

磁石を有し前記ハウジング部を挟んで設けられたヨーク部を備え、

前記ハウジング部のうち、少なくとも前記磁石と対向する部分は非導電性且つ非磁性材料からなることを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか一項記載のリニアモータ。

## 【請求項 13】

前記支持部及び凸部は、非導電性且つ非磁性材料からなることを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか一項記載のリニアモータ。

## 【請求項 14】

駆動装置を備えたステージ装置において、

前記駆動装置に、請求項 1 ~ 請求項 13 のいずれか一項記載のリニアモータが用いられて

50

いることを特徴とするステージ装置。

【請求項 15】

可動部を駆動する駆動装置を備えたステージ装置において、前記駆動装置は、前記可動部を第 1 の方向に駆動する第 1 駆動部と、前記第 1 の方向と直交する第 2 の方向に駆動する第 2 駆動部とを有し、

前記第 1 駆動部と前記第 2 駆動部とのいずれにも請求項 1 ~ 請求項 13 のいずれか一項記載のリニアモータが用いられ、

前記第 1 駆動部に用いられる前記リニアモータと、前記第 2 駆動部に用いられる前記リニアモータとは、前記コイル 1 つ当たり設けられた前記凸部の数が互いに異なるリニアモータであることを特徴とするステージ装置。

10

【請求項 16】

マスクを支持するマスクステージと、基板を支持する基板ステージとを備えた露光装置において、

前記マスクステージ及び前記基板ステージのうち少なくともいずれか一方に、請求項 14 又は請求項 15 記載のステージ装置が用いられていることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リニアモータ、ステージ装置及び露光装置に関するものである。

【0002】

20

【従来の技術】

半導体素子や液晶表示素子等のマイクロデバイスはマスク上に形成されたパターンを基板（感光基板）上に転写するいわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持して 2 次元移動するマスクステージと基板を支持して 2 次元移動する基板ステージとを有し、マスク上に形成されたパターンをマスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながら投影光学系を介して基板に転写するものである。露光装置としては、基板上にマスクのパターン全体を同時に転写する一括型露光装置と、マスクステージと基板ステージとを同期走査しつつマスクのパターンを連続的に基板上に転写する走査型露光装置との 2 種類が主に知られている。いずれの露光装置においてもマスクと基板との相対位置を高精度に一致させてマスクパターンの転写を行うことが要求されるため、マスクステージ及び基板ステージの位置決め精度は露光装置の最も重要な性能の一つである。

30

【0003】

従来より、上記基板ステージ及びマスクステージ（以下、両者を総称してステージという）の駆動源としてリニアモータが用いられているが、リニアモータからの発熱はステージ位置決め精度に影響を及ぼす。例えば、リニアモータからの発熱が周囲の部材を变形させたり、光干渉式測長計の光路上における空気温度を変化させて測定値に誤差を生じさせる。したがって、リニアモータからの発熱が周囲に伝わるのを防ぐために、リニアモータのコイルをハウジング（ジャケット）に収容し、このハウジング内部に冷媒を供給する従来技術がある。

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来のリニアモータには以下に述べる問題が生じるようになった。

ステージの高性能化に伴いリニアモータの高出力化が要求されるが、高出力化のためにはコイルに流す電流を大きくする必要があり、これに伴ってコイルからの発熱量が大きくなる。したがって、ハウジング表面の温度上昇を抑えるためにハウジング内部に供給する冷媒供給量（単位時間当たりの供給量）を多くする必要が生じる。しかしながら、冷媒供給量を多くするとハウジング内部の圧力が上昇してハウジングが変形し、他の部材と接触したり磁束密度に影響を及ぼしたりするといった不都合が生じるようになった。

50

## 【 0 0 0 5 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、コイルを収容するハウジングを有するリニアモータにおいて、ハウジング内部に冷媒を供給してもハウジングの変形が抑えられるとともに、ハウジング表面の温度上昇を抑えることができるリニアモータ、このリニアモータを備えたステージ装置及び露光装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 0 6 】

## 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため本発明は、実施の形態に示す図 1 ~ 図 1 1 に対応付けした以下の構成を採用している。

本発明のリニアモータ ( 2 0 、 3 0 、 4 0 ) は、空芯部 ( 7 1 ) を有するコイル ( 7 0 ) と、コイル ( 7 0 ) を収容するハウジング部 ( 6 0 ) とを備えたリニアモータにおいて、コイル ( 7 0 ) の空芯部 ( 7 1 ) に配置され、コイル ( 7 0 ) を空芯部 ( 7 1 ) で支持する支持部 ( 7 2 ) と、支持部 ( 7 2 ) に設けられ、ハウジング部 ( 6 0 ) の内壁 ( 6 8 ) と接する少なくとも 1 つの凸部 ( 7 4 ) とを備えたことを特徴とする。 10

## 【 0 0 0 7 】

本発明によれば、コイルを支持する支持部に、ハウジング部の内壁と接する凸部を設けたことにより、この凸部がハウジング部の補強部材となり、ハウジング部内部に多くの冷媒を供給してもハウジング部の変形を抑えることができる。また、この支持部をコイルの空芯部に設け、空芯部でコイルを支持するようにしたので、コイルは位置決めされ、リニアモータの動作は安定化する。 20

## 【 0 0 0 8 】

また、本発明のリニアモータは、ハウジング部と凸部とを固定する固定部材 ( 7 5 ) を有するものとしてすることができる。これによれば、ハウジング部と凸部とが固定部材によって固定されるので、ハウジング部内部に冷媒を供給した場合でもハウジング部の変形を抑えることができる。

## 【 0 0 0 9 】

その固定部材は凸部と熱伝導率の異なる材料で構成することができ、更に凸部より熱伝導率の低い材料で構成することもできる。これによれば、コイルが発生する熱をハウジング部に伝えにくくすることができる。また、その固定部材は非導電性且つ非磁性材料で構成することが好ましい。 30

## 【 0 0 1 0 】

また、本発明のリニアモータは、ハウジング部が枠部材 ( 6 1 ) と、該枠部材を両側から挟む複数の板部材 ( 6 2 ) とを有し、その固定部材は、板部材と凸部とを固定するねじ ( 7 5 ) であることを特徴とする。これによれば、固定部材がねじであるのでハウジング部の外部から比較的容易に板部材と凸部とを固定することができる。

## 【 0 0 1 1 】

また、凸部は、支持部の材質と異なる材質で構成され、該材質は支持部の材質よりも熱伝導率の低い材質とすることができる。これによれば、コイルの発生する熱が凸部を介してハウジング部に伝わるのを抑えることができる。

## 【 0 0 1 2 】

また、凸部は、板部材と対面する支持部の両側にそれぞれ複数箇所設けることができる。そのコイルに設けられる凸部の数は、リニアモータが発生する推力に応じて、又は板部材の面積に応じて決定することができる。これによりリニアモータの仕様及び構成に応じて最適な数の凸部を設けることができる。 40

## 【 0 0 1 3 】

また、複数のコイルが配列されたリニアモータにおいて、複数のコイルのそれぞれに設けられる凸部の数は、そのコイルが配列された位置に応じて異なるように構成することができる。これによれば、配列されたコイルの位置によってハウジング部の変形量が異なる場合にも、複数のコイルのそれぞれについて最適な数の凸部を設け、ハウジング部の変形を効果的に抑えることができる。 50

## 【 0 0 1 4 】

また、本発明のリニアモータは、磁石（ 9 1 ）を有しハウジング部を挟んで設けられたヨーク部（ 9 0 ）を備え、ハウジング部のうち少なくともその磁石と対向する部分是非導電性且つ非磁性材料からなることを特徴とする。これによれば、ハウジング部が磁束中を移動しても渦電流の発生を抑制することができ、リニアモータ駆動時の粘性抵抗を低く抑えることができる。

## 【 0 0 1 5 】

また、支持部及び凸部は、非導電性且つ非磁性材料からなることを特徴とする。これによれば、支持部及び凸部が磁束中を移動しても渦電流の発生を抑制することができ、リニアモータ駆動時の粘性抵抗を低く抑えることができる。

10

## 【 0 0 1 6 】

本発明のステージ装置（ 1 、 2 ）は、駆動装置を備えたステージ装置において、駆動装置に、上記記載のリニアモータ（ 2 0 、 3 0 、 4 0 ）が用いられていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 7 】

また、本発明のステージ装置は、可動部（ P S T ）を駆動する駆動装置を備えたステージ装置（ 2 ）において、その駆動装置は可動部を第 1 の方向（ X ）に駆動する第 1 駆動部（ 4 0 ）と、第 1 の方向と直交する第 2 の方向（ Y ）に駆動する第 2 駆動部（ 3 0 ）とを有し、その第 1 駆動部とその第 2 駆動部のいずれにも上記記載のリニアモータが用いられているとともに、第 1 駆動部に用いられるリニアモータと、第 2 駆動部に用いられるリニアモータとは、コイル 1 つあたりに設けられた凸部の数が互いに異なるリニアモータである。これによれば、第 1 駆動部と第 2 駆動部とでハウジング部の変形量が異なる場合であっても、最適な数の凸部をコイルに設けることができ、それぞれの駆動部のハウジング部の変形を効果的に抑えることができる。

20

## 【 0 0 1 8 】

また、本発明の露光装置（ E X ）は、マスク（ M ）を支持するマスクステージ（ M S T 、 1 ）と、基板（ P ）を支持する基板ステージ（ P S T 、 2 ）とを備えた露光装置において、マスクステージ（ M S T 、 1 ）及び基板ステージ（ P S T 、 2 ）のうち少なくともいずれか一方に、上記記載のステージ装置が用いられていることを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

本発明によれば、ハウジング部の変形を抑えつつリニアモータからの発熱の周囲への伝達を抑えることができるので、高い位置決め精度を有するステージ装置が提供される。

30

## 【 0 0 2 0 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下、本発明のリニアモータ、ステージ装置及び露光装置について図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明のステージ装置を備えた露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。ここで、本実施形態における露光装置 E X は、マスク M と感光基板 P とを同期移動しつつマスク M に設けられているパターンを投影光学系 P L を介して感光基板 P 上に転写する所謂スキャニングステッパである。以下の説明において、投影光学系 P L の光軸 A X と一致する方向を Z 軸方向、Z 軸方向に垂直な平面内における前記同期移動方向（第 2 の方向、走査方向）を Y 軸方向、Z 軸方向及び Y 軸方向と垂直な方向（第 1 の方向、非走査方向）を X 軸方向とする。更に、X 軸まわり、Y 軸まわり、及び Z 軸まわりの回転方向をそれぞれ X 方向、Y 方向、及び Z 方向とする。また、ここでいう「感光基板」は半導体ウエハ上にレジストが塗布されたものを含み、「マスク」は感光基板上に縮小投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含む。

40

## 【 0 0 2 1 】

図 1 において、露光装置 E X は、マスク M を保持して移動するマスクステージ M S T 及びこのマスクステージ M S T を支持するマスク定盤 3 を有するステージ装置 1 と、光源を有し、マスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光で照明する照明光学系 I L と、感光基板 P を保持して移動する基板ステージ P S T 及びこの基板ステージ P S T を支持する基板定盤 4 を有するステージ装置 2 と、露光光 E L で照明されたマスク M のパター

50

ン像を基板ステージ P S T に支持されている感光基板 P に投影する投影光学系 P L と、ステージ装置 1 及び投影光学系 P L を支持するリアクションフレーム 5 と、露光装置 E X の動作を統括制御する制御装置 C O N T とを備えている。リアクションフレーム 5 は床面に水平に載置されたベースプレート 6 上に設置されており、このリアクションフレーム 5 の上部側及び下部側には内側に向けて突出する段部 5 a 及び 5 b がそれぞれ形成されている。

#### 【0022】

照明光学系 I L はリアクションフレーム 5 の上面に固定された支持コラム 7 により支持される。照明光学系 I L より射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線 ( g 線、 h 線、 i 線 ) 及び K r F エキシマレーザ光 ( 波長 2 4 8 n m ) 等の遠紫外光 ( D U V 光 ) や、 A r F エキシマレーザ光 ( 波長 1 9 3 n m ) 及び F<sub>2</sub> レーザ光 ( 波長 1 5 7 n m ) 等の真空紫外光 ( V U V 光 ) などが用いられる。

10

#### 【0023】

ステージ装置 1 のうちマスク定盤 3 は各コーナーにおいてリアクションフレーム 5 の段部 5 a に防振ユニット 8 を介してほぼ水平に支持されており、その中央部にマスク M のパターン像が通過する開口 3 a を備えている。マスクステージ M S T はマスク定盤 3 上に設けられており、その中央部にマスク定盤 3 の開口 3 a と連通しマスク M のパターン像が通過する開口 K を備えている。マスクステージ M S T の底面には非接触ベアリングである複数のエアベアリング 9 が設けられており、マスクステージ M S T はエアベアリング 9 によりマスク定盤 3 に対して所定のクリアランスを介して浮上支持されている。

20

#### 【0024】

図 2 はマスクステージ M S T を有するステージ装置 1 の概略斜視図である。

図 2 に示すように、ステージ装置 1 ( マスクステージ M S T ) は、マスク定盤 3 上に設けられたマスク粗動ステージ 1 6 と、マスク粗動ステージ 1 6 上に設けられたマスク微動ステージ 1 8 と、マスク定盤 3 上において粗動ステージ 1 6 を Y 軸方向に所定ストロークで移動可能な一対の Y リニアモータ ( リニアモータ、駆動装置 ) 2 0、2 0 と、マスク定盤 3 の中央部の上部突出部 3 b の上面に設けられ、Y 軸方向に移動する粗動ステージ 1 6 を案内する一対の Y ガイド部 2 4、2 4 と、粗動ステージ 1 6 上において微動ステージ 1 8 を X 軸、Y 軸、及び Z 方向に微小移動可能な一対の X ボイスコイルモータ 1 7 X 及び一対の Y ボイスコイルモータ 1 7 Y とを備えている。なお、図 1 では、粗動ステージ 1 6 及び微動ステージ 1 8 を簡略化して 1 つのステージとして図示している。

30

#### 【0025】

Y リニアモータ 2 0 のそれぞれは、マスク定盤 3 上において Y 軸方向に延びるように設けられたコイルユニット ( 電機子ユニット ) からなる一対の固定子 2 1 と、この固定子 2 1 に対応して設けられ、連結部材 2 3 を介して粗動ステージ 1 6 に固定された磁石ユニットからなる可動子 2 2 とを備えている。そして、これら固定子 2 1 及び可動子 2 2 によりムービングマグネット型のリニアモータ 2 0 が構成されており、可動子 2 2 が固定子 2 1 との間の電磁氣的相互作用により駆動することで粗動ステージ 1 6 ( マスクステージ M S T ) が Y 軸方向に移動する。固定子 2 1 のそれぞれは非接触ベアリングである複数のエアベアリング 1 9 によりマスク定盤 3 に対して浮上支持されている。このため、運動量保存の法則により粗動ステージ 1 6 の + Y 方向の移動に応じて固定子 2 1 が - Y 方向に移動する。この固定子 2 1 の移動により粗動ステージ 1 6 の移動に伴う反力が相殺されるとともに重心位置の変化を防ぐことができる。なお、固定子 2 1 は、マスク定盤 3 に変えてリアクションフレーム 5 に設けられてもよい。固定子 2 1 をリアクションフレーム 5 に設ける場合にはエアベアリング 1 9 を省略し、固定子 2 1 をリアクションフレーム 5 に固定して粗動ステージ 1 6 の移動により固定子 2 1 に作用する反力をリアクションフレーム 5 を介して床に逃がしてもよい。

40

#### 【0026】

Y ガイド部 2 4 のそれぞれは、Y 軸方向に移動する粗動ステージ 1 6 を案内するものであって、マスク定盤 3 の中央部に形成された上部突出部 3 b の上面において Y 軸方向に延び

50

るように固定されている。また、粗動ステージ 16 と Y ガイド部 24、24 との間には非接触ベアリングである不図示のエアベアリングが設けられており、粗動ステージ 16 は Y ガイド部 24 に対して非接触で支持されている。

#### 【0027】

微動ステージ 18 は不図示のバキュームチャックを介してマスク M を吸着保持する。微動ステージ 18 の + Y 方向の端部にはコーナーキューブからなる一対の Y 移動鏡 25 a、25 b が固定され、微動ステージ 18 の - X 方向の端部には Y 軸方向に延びる平面ミラーからなる X 移動鏡 26 が固定されている。そして、これら移動鏡 25 a、25 b、26 に対して測長ビームを照射する 3 つのレーザ干渉計（いずれも不図示）が各移動鏡との距離を計測することにより、マスクステージ M S T の X 軸、Y 軸、及び Z 方向の位置が高精度で検出される。制御装置 C O N T はこれらレーザ干渉計の検出結果に基づいて、Y リニアモータ 20、X ボイスコイルモータ 17 X、及び Y ボイスコイルモータ 17 Y を含む各モータを駆動し、微動ステージ 18 に支持されているマスク M（マスクステージ M S T）の位置制御を行う。

10

#### 【0028】

図 1 に戻って、開口 K 及び開口 3 a を通過したマスク M のパターン像は投影光学系 P L に入射する。投影光学系 P L は複数の光学素子により構成され、これら光学素子は鏡筒で支持されている。投影光学系 P L は、例えば 1 / 4 又は 1 / 5 の投影倍率を有する縮小系である。なお、投影光学系 P L としては等倍系あるいは拡大系のいずれでもよい。投影光学系 P L の鏡筒の外周にはこの鏡筒に一体化されたフランジ部 10 が設けられている。そして、投影光学系 P L はリアクションフレーム 5 の段部 5 b に防振ユニット 11 を介してほぼ水平に支持された鏡筒定盤 12 にフランジ部 10 を係合している。

20

#### 【0029】

ステージ装置 2 は、基板ステージ（可動部）P S T と、基板ステージ P S T を X Y 平面に沿った 2 次元方向に移動可能に支持する基板定盤 4 と、基板ステージ P S T を X 軸方向に案内しつつ移動自在に支持する X ガイドステージ 35 と、X ガイドステージ 35 に設けられ、基板ステージ P S T を X 軸方向に移動可能な X リニアモータ（リニアモータ、駆動装置、第 1 駆動部）40 と、X ガイドステージ 35 を Y 軸方向に移動可能な一対の Y リニアモータ（リニアモータ、駆動装置、第 2 駆動部）30、30 とを有している。基板ステージ P S T は感光基板 P を真空吸着保持する基板ホルダ P H を有しており、感光基板 P は基板ホルダ P H を介して基板ステージ P S T に支持される。また、基板ステージ P S T の底面には非接触ベアリングである複数のエアベアリング 37 が設けられており、これらエアベアリング 37 により基板ステージ P S T は基板定盤 4 に対して非接触で支持されている。また、基板定盤 4 はベースプレート 6 の上方に防振ユニット 13 を介してほぼ水平に支持されている。

30

#### 【0030】

X ガイドステージ 35 の + X 側には、X トリムモータ 34 の可動子 34 a が取り付けられている。また、X トリムモータ 34 の固定子 34 b はリアクションフレーム 5 に設けられている。このため、基板ステージ P S T を X 軸方向に駆動する際の反力は、X トリムモータ 34 及びリアクションフレーム 5 を介してベースプレート 6 に伝達される。

40

#### 【0031】

図 3 は基板ステージ P S T を有するステージ装置 2 の概略斜視図である。

図 3 に示すように、ステージ装置 2 は、X 軸方向に沿った長尺形状を有する X ガイドステージ 35 と、X ガイドステージ 35 で案内しつつ基板ステージ（可動部）P S T を X 軸方向（第 1 の方向）に所定ストロークで移動可能な X リニアモータ（第 1 駆動部）40 と、X ガイドステージ 35 の長手方向両端に設けられ、この X ガイドステージ 35 を基板ステージ P S T とともに Y 軸方向（第 2 の方向）に移動可能な一対の Y リニアモータ（第 2 駆動部）30、30 とを備えている。

#### 【0032】

X リニアモータ 40 は、X ガイドステージ 35 に X 軸方向に延びるように設けられたコイ

50

ルユニットからなる固定子 4 1 と、この固定子 4 1 に対応して設けられ、基板ステージ P S T に固定された磁石ユニットからなる可動子 4 2 とを備えている。これら固定子 4 1 及び可動子 4 2 によりムービングマグネット型のリニアモータ 4 0 が構成されており、可動子 4 2 が固定子 4 1 との間の電磁氣的相互作用により駆動することで基板ステージ P S T が X 軸方向に移動する。ここで、基板ステージ P S T は X ガイドステージ 3 5 に対して Z 軸方向に所定量のギャップを維持する磁石及びアクチュエータからなる磁気ガイドにより非接触で支持されている。基板ステージ P S T は X ガイドステージ 3 5 に非接触支持された状態で X リニアモータ 4 0 により X 軸方向に移動する。

#### 【 0 0 3 3 】

Y リニアモータ 3 0 のそれぞれは、X ガイドステージ 3 5 の長手方向両端に設けられた磁石ユニットからなる可動子 3 2 と、この可動子 3 2 に対応して設けられコイルユニットからなる固定子 3 1 とを備えている。ここで、固定子 3 1、3 1 はベースプレート 6 に突設された支持部 3 6、3 6 ( 図 1 参照 ) に設けられている。なお、図 1 では固定子 3 1 及び可動子 3 2 は簡略化して図示されている。これら固定子 3 1 及び可動子 3 2 によりムービングマグネット型のリニアモータ 3 0 が構成されており、可動子 3 2 が固定子 3 1 との間の電磁氣的相互作用により駆動することで X ガイドステージ 3 5 が Y 軸方向に移動する。また、Y リニアモータ 3 0、3 0 のそれぞれの駆動を調整することで X ガイドステージ 3 5 は Z 方向にも回転移動可能となっている。したがって、この Y リニアモータ 3 0、3 0 により基板ステージ P S T が X ガイドステージ 3 5 とほぼ一体的に Y 軸方向及び Z 方向に移動可能となっている。

#### 【 0 0 3 4 】

図 1 に戻って、基板ステージ P S T の - X 側の側縁には Y 軸方向に沿って延設された X 移動鏡 5 1 が設けられ、X 移動鏡 5 1 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 0 が設けられている。レーザ干渉計 5 0 は X 移動鏡 5 1 の反射面と投影光学系 P L の鏡筒下端に設けられた参照鏡 5 2 とのそれぞれに向けてレーザ光 ( 検出光 ) を照射するとともに、その反射光と入射光との干渉に基づいて X 移動鏡 5 1 と参照鏡 5 2 との相対変位を計測することにより、基板ステージ P S T、ひいては感光基板 P の X 軸方向における位置を所定の分解能でリアルタイムに検出する。同様に、基板ステージ P S T 上の + Y 側の側縁には X 軸方向に沿って延設された Y 移動鏡 5 3 ( 図 1 には不図示、図 3 参照 ) が設けられ、Y 移動鏡 5 3 に対向する位置には Y レーザ干渉計 ( 不図示 ) が設けられており、Y レーザ干渉計は Y 移動鏡 5 3 の反射面と投影光学系 P L の鏡筒下端に設けられた参照鏡 ( 不図示 ) とのそれぞれに向けてレーザ光を照射するとともに、その反射光と入射光との干渉に基づいて Y 移動鏡と参照鏡との相対変位を計測することにより、基板ステージ P S T、ひいては感光基板 P の Y 軸方向における位置を所定の分解能でリアルタイムに検出する。レーザ干渉計の検出結果は制御装置 C O N T に出力され、制御装置 C O N T はレーザ干渉計の検出結果に基づいてリニアモータ 3 0、4 0 を介して基板ステージ P S T の位置制御を行う。

#### 【 0 0 3 5 】

次に、図 4 ~ 図 6 を参照しながらリニアモータ 4 0 ( 2 0、3 0 ) について説明する。以下の説明では基板ステージ P S T に設けられた X リニアモータ 4 0 について説明するが、Y リニアモータ 3 0 及びマスクステージ M S T に設けられたリニアモータ 2 0 もほぼ同等の構成を有する。

#### 【 0 0 3 6 】

図 4 はリニアモータ 4 0 の概略斜視図である。

図 4 に示すように、リニアモータ 4 0 は、X 軸方向 ( 所定方向 ) を長手方向とするコイルユニットからなる固定子 4 1 と、磁石ユニットからなる可動子 4 2 とを備えている。このうち固定子 4 1 は、X 軸方向 ( 所定方向 ) に複数並んで配置されたコイル 7 0 と、これらコイル 7 0 を収容するハウジング部 6 0 とを備えている。コイル 7 0 には制御装置 C O N T により電流量を制御された駆動用電流が流れる。一方、可動子 4 2 は複数の磁石 9 1 を有し、固定子 4 1 のハウジング部 6 0 を挟んで設けられたヨーク部 9 0 を備えている。磁石 9 1 のそれぞれは永久磁石であってヨーク部 9 0 に所定方向 ( X 軸方向 ) に複数並んで

10

20

30

40

50



取り付けられており、異なる磁極の磁石が交互に並んで配置されている。更に、磁石 9 1 はハウジング部 6 0 ( 固定子 4 1 ) を挟んで異なる磁極どうしが互いに対向して配置されている。ここで、磁石 9 1 の大きさ ( X 軸、Y 軸それぞれの方向における長さ ) はコイル 7 0 より小さく ( コイル 7 0 の大きさ以下に ) 設定されている。

#### 【 0 0 3 7 】

ハウジング部 6 0 は、平面視「口」状に形成され、コイル 7 0 の厚みより厚く設けられた枠部材 6 1 と、この枠部材 6 1 を両側から挟む 2 つの板部材 6 2、6 2 とを備えている。枠部材 6 1 と板部材 6 2 とによって内部空間 6 7 を有するハウジング部 6 0 が形成され、この内部空間 6 7 にコイル 7 0 が収容される。

なお、本実施形態における板部材 6 2 は枠部材 6 1 の表裏両側のそれぞれに各 1 枚ずつ、計 2 枚設けられた構成であるが、枠部材 6 1 の表裏両側あるいは片側に設ける板部材 6 2 を 2 枚以上に分割した板部材 ( 分割板部材 ) として構成し、全体として 3 枚以上の板部材 6 2 としてもよい。

#### 【 0 0 3 8 】

ハウジング部 6 0 の形成材料としては、例えば、ポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリアセタール樹脂、ガラス繊維充填エポキシ樹脂、ガラス繊維強化熱硬化性プラスチック ( G F R P )、炭素繊維強化熱硬化性プラスチック ( C F R P ) 等の合成樹脂、またはセラミックス材料等の非導電性且つ非磁性材料、あるいはステンレス鋼やアルミニウム等の金属が挙げられる。また、これらの材料からなるシート状部材を形成し、このシート状部材を複数積層した積層体によりハウジング部 6 0 を形成するようにしてもよい。合成樹脂により積層体を形成する場合には、例えば共押出加工法を用いることができる。ここで、ハウジング部 6 0 のうち、少なくとも可動子 4 2 の磁石 9 1 と対向する部分は合成樹脂あるいはセラミックス材料などの非導電性且つ非磁性材料によって構成することが好ましい。具体的には、ハウジング部 6 0 のうち磁石 9 1 と対向する板部材 6 2 は非導電性且つ非磁性材料によって構成されることが好ましい。こうすることにより、磁束密度が変化するなどのリニアモータの動作に与える影響を抑えることができる。ここで、板部材 6 2 が複数の分割板部材からなる場合には、少なくとも磁石 9 1 と対向する部分に配置される分割板部材を非導電性且つ非磁性材料とすることが好ましい。

#### 【 0 0 3 9 】

また、ハウジング部 6 0 は、コイル 7 0 を収容する内部空間 6 7 と連通し、この内部空間 6 7 に対して所定の冷媒を入れる入口部 6 3 と、内部空間 6 7 と連通し、この内部空間 6 7 の冷媒を外に出す出口部 6 4 とを備えている。入口部 6 3 からハウジング部 6 0 の内部空間 6 7 に対して温度制御された冷媒を供給して流すことにより、コイル 7 0 に通電した際に発生する熱が回収され、コイル自体の温度上昇やリニアモータが搭載されたステージ及び周囲の雰囲気温度上昇が抑えられ、各装置、部材の変形が抑えられるとともに、レーザ干渉計の光路上におけるガス温度変化を抑えて測定値誤差が生じるのを抑えることができる。ここで、入口部 6 3 はハウジング部 6 0 の長手方向の一端部に設けられ、出口部 6 4 はハウジング部 6 0 の長手方向の他端部に設けられており、これにより、入口部 6 3 からハウジング部 6 0 内部に供給された冷媒は、X 軸方向に並んで配置されたコイル 7 0 の全てを通過して冷却した後、出口部 6 4 から外部に排出される。なお、使用される冷媒としては液体又は気体であって特に不活性なものが好ましく、ハイドロフルオロエーテル ( 例えば「ノベック H F E」：住友スリーエム株式会社製 ) や、フッ素系不活性液体 ( 例えば「フロリナート」：住友スリーエム株式会社製 ) などが挙げられる。一方、コイル 7 0 の導線自体が冷媒に直接触れないようにコイル表面には表面処理が施されている。

#### 【 0 0 4 0 】

図 5 は図 4 の A - A 断面矢視図であり、図 6 はコイル 7 0 近傍の拡大斜視図である。なお、図 6 には固定子 4 1 のうち一方の板部材 6 2 が取り外された状態が図示されている。図 5 及び図 6 に示すように、コイル 7 0 は空芯部 7 1 を有しており、空芯部 7 1 にはこのコイル 7 0 を支持する支持部 7 2 が配置されている。支持部 7 2 はコイル 7 0 と接しており

10

20

30

40

50

、コイル 70 を空芯部 71 で支持する。本実施形態において、空芯部 71 及びこの空芯部 71 に配置されている支持部 72 は、図 6 に示すように Y 軸方向を長手方向とする平面視略長方形に設定されている。

【0041】

支持部 72 のうち、板部材 62、62 のそれぞれと対面する両側には、板部材 62 (ハウジング部 60) の内壁 68 側に向かって突出する複数の凸部 74 がそれぞれ設けられている。本実施形態において、凸部 74 は支持部 72 の片面に Y 軸方向に並ぶように 2 箇所ずつ、両側で合計 4 箇所に設けられている。そして、図 5 に示すように、凸部 74 のそれぞれは板部材 62 (ハウジング部 60) の内壁 68 に接している。ここで、図 6 に示すように、凸部 74 のそれぞれは平面視略円形状に形成されており、凸部 74 の板部材 62 に接する接触面 73 は平坦面となっている。したがって、凸部 74 は略円形状の接触面 (平坦面) 73 をハウジング部 60 (板部材 62) の内壁 68 に密接しつつこのハウジング部 60 を支持する。

10

【0042】

支持部 72 及び凸部 74 は、熱伝導率が  $0.4 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  程度の非導電性且つ非磁性材料であるガラス繊維充填エポキシ樹脂で形成されている。これにより支持部 72 及び凸部 74 が磁束中を移動しても、コギング力や粘性抵抗 (渦電流損) の発生を抑えることができる。支持部 72 及び凸部 74 の形成材料としては、その他にポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリアセタール樹脂、ガラス繊維強化熱硬化性プラスチック (GFRP)、炭素繊維強化熱硬化性プラスチック (CFRP) 等の合成樹脂、又はセラミックス材料等の非導電性且つ非磁性材料、あるいはステンレス鋼やアルミニウム等の非磁性の金属材料を用いることもできる。また、これらの材料からなるシート状部材を形成し、このシート状部材を積層した積層体により支持部 72 や凸部 74 を形成するようにしてもよい。

20

【0043】

凸部 74 それぞれの平面視中央部には雌ねじ穴 74a が形成されている。また、板部材 62 には凸部 74 の雌ねじ穴 74a に対応する穴部 62a が形成されている。そして、雌ねじ穴 74a のそれぞれには穴部 62a を介してねじ 75 が螺合されている。板部材 62 (ハウジング部 60) と凸部 74 とはねじ (固定部材) 75 により固定されている。ねじ 75 はハウジング部 60 の外側からねじ込まれるようになっている。

30

【0044】

ねじ 75 と凸部 74 とは異なる材質により構成されており、ねじ 75 の材質は凸部 74 の材質よりも熱伝導率が低い材質である。すなわち、ねじ 75 の形成材料の熱伝導率は、凸部 74 の形成材料の熱伝導率以下に設定されている。

具体的には、ねじ 75 は、十分な強度と、支持部 72 及び凸部 74 の熱伝導率より更に低い熱伝導率 ( $0.2 \sim 0.3 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  程度) とを有し、非導電性且つ非磁性材料であるガラス繊維強化ポリアミド M X D 6 樹脂 (「レニー」：三菱エンジニアリングプラスチックス株式会社製) で形成されている。これによりねじ 75 が磁束中を移動しても、コギング力や粘性抵抗 (渦電流損) の発生を抑えることができるとともに、コイル 70 の発する熱がねじ 75 を通じてハウジング部 60 の表面 (板部材 62) に伝わりにくくなり、ハウジング部 60 の表面の温度上昇を抑えることができる。ねじ 75 の形成材料としては、その他にポリカーボネート樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリアセタール樹脂、ガラス繊維強化熱硬化性プラスチック (GFRP)、炭素繊維強化熱硬化性プラスチック (CFRP) 等の合成樹脂、又はセラミックス材料等の非導電性且つ非磁性材料、あるいはステンレス鋼やアルミニウム等の非磁性の金属材料を用いることもできる。

40

【0045】

凸部 74 のそれぞれにはこの凸部 74 の側面に接するように O リングからなるシール部材 76 が設けられている。このシール部材 76 は支持部 72 の表面及び板部材 62 の内壁 68 にも接している。なお、シール部材 76 としては、O リングに限らず、シール用接着剤

50

などでもよい。また、枠部材 6 1 と板部材 6 2 との接続部にも O リングやシール用接着剤からなるシール部材が設けられている。これらシール部材によりハウジング部 6 0 の内部空間 6 7 は密閉され、冷媒が漏れ出すことがなくなる。

#### 【 0 0 4 6 】

支持部 7 2 のうち板部材 6 2 に対面する部分に設けた凸部 7 4 により、板部材 6 2 の内壁 6 8 と支持部 7 2 との間に冷媒が流れる流路（内部空間）6 7 が形成される。更に、コイル 7 0 より大きい枠部材 6 1 及び板部材 6 2 でハウジング部 6 0 を形成したことによりコイル 7 0 と枠部材 6 1 との間にも冷媒が流れる流路（内部空間）6 7 が形成され、コイル 7 0 は支持部 7 2 に支持されている以外の部分全てが冷媒に曝されることになるので、効果的に冷却される。

10

#### 【 0 0 4 7 】

図 7 はリニアモータ 4 0 の固定子 4 1 が組み立てられる様子を示す図である。固定子 4 1 を組み立てる際には、まず、支持部 7 2 の周囲にコイル 7 0 が巻きつけられる。あるいは、空芯部 7 1 を有するコイル 7 0 を形成した後、空芯部 7 1 に支持部 7 2 を配置するようにしてもよい。コイル 7 0 と支持部 7 2 とは接着剤等により固定される。次いで、一方の板部材 6 2 に、支持部 7 2 で支持した複数のコイル 7 0 が並べて配置され、板部材 6 2 と支持部 7 2 の凸部 7 4 とがねじ 7 5 により固定される。ねじ 7 5 は板部材 6 2 の外側から板部材 6 2 の穴部 6 2 a に挿入され、凸部 7 4 の雌ねじ穴 7 4 a に螺合される。一方の板部材 6 2 に複数のコイル 7 0 が取り付けられたら、これら複数のコイル 7 0 どうしの結線が行われる。次いで、コイル 7 0 が取り付けられた板部材 6 2 に枠部材 6 1 が取り付けられる。そして、ねじなどの固定部材により枠部材 6 1 と板部材 6 2 とが固定される。ここで、枠部材 6 1 と板部材 6 2 とが固定される前に複数のコイル 7 0 どうしの結線が行われるので、結線作業を円滑に行うことができる。そして、図 7 に示すように、もう一方の板部材 6 2 が枠部材 6 1 に対してねじ 8 0 により固定されるとともに、このもう一方の板部材 6 2 と凸部 7 4 とがねじ 7 5 により固定されることにより、固定子 4 1 が形成される。

20

#### 【 0 0 4 8 】

以上説明した構成を有するリニアモータ 4 0 を駆動するに際し、制御装置 C O N T は、入口部 6 3 からハウジング部 6 0 の内部空間 6 7 に対して温度調整した冷媒を供給しつつ、コイル 7 0 に対して所定の電流量を有する駆動用電流を供給する。これにより、コイル 7 0 自体の温度上昇及びコイル 7 0 からの発熱の周囲への伝達を抑えつつ可動子 4 2 を移動することができる。コイル 7 0 からの発熱の周囲への伝達を抑えられるので、ステージ装置をはじめとする装置・部材の熱による変形が抑えられ、また、レーザ干渉計による測定値誤差の発生も抑えられる。

30

#### 【 0 0 4 9 】

リニアモータ 4 0 の推力を増大するためにコイル 7 0 に通電する電流量を大きくした場合、これに伴ってコイル 7 0 からの発熱量が増大するため、ハウジング部 6 0 表面の温度上昇を抑えるために、制御装置 C O N T はハウジング部 6 0 の内部空間 6 7 に供給する冷媒供給量（単位時間当たりの供給量）を多くする。冷媒供給量を多くすることによりハウジング部 6 0 内部の圧力が上昇するが、ハウジング部 6 0 の内壁 6 8 に接する凸部 7 4 がハウジング部 6 0 （板部材 6 2 ）の補強部材となって、ハウジング部 6 0 の変形が抑えられる。したがって、ハウジング部 6 0 の温度上昇を抑えつつコイル 7 0 に通電する電流量を多く設定することができる。

40

#### 【 0 0 5 0 】

ところで、図 3 に示すように、基板ステージ（可動部）P S T を X 軸方向（第 1 の方向）に駆動する X リニアモータ（第 1 駆動部）4 0 と、この基板ステージ P S T を Y 軸方向（第 2 の方向）に駆動する Y リニアモータ（第 2 駆動部）3 0 とは、コイル 1 つ当たり設けられた凸部 7 4 の数が互いに異なるリニアモータとなっている。すなわち、本実施形態において、図 8（a）、（b）に示すように、X リニアモータ 4 0 のコイル 1 つ当たり設けられた凸部 7 4 の数は 2 つずつ（両側合計 4 つずつ）であり、Y リニアモータ 3 0 のコイル 1 つ当たり設けられた凸部 7 4 の数は 3 つずつ（両側合計 6 つずつ）である。こ

50

れは、Yリニアモータ30の固定子31の板部材62の面積（幅、大きさ）が、Xリニアモータ40の固定子41の板部材62より大きく、Yリニアモータ30の板部材62のほうがXリニアモータ40の板部材62より撓みやすいからであり、撓みやすいYリニアモータ30の板部材62をより多くの凸部74で支持することにより、冷媒供給量を多くしても、この板部材62の変形を抑えることができる。このように、コイルに設ける凸部74の数を板部材62の面積（幅、大きさ）に応じて決定することにより、具体的には、大きい面積を有する板部材を多くの凸部74で支持することにより、板部材62（ハウジング部60）の変形を抑えることができる。

#### 【0051】

あるいは、コイル70に設ける凸部74の数を、リニアモータが発生する推力に応じて決定するようにしてもよい。すなわち、大きい推力が必要とされるリニアモータには大きい電流量の電流が通電され、これに伴ってコイル70からの発熱量も多くなるため、冷媒供給量をより多く設定する必要がある。この場合、コイル70に設ける凸部74の数を、例えば図9に示すように4つに設定して多くの凸部74で板部材62を支持することにより、板部材62（ハウジング部60）の変形を抑えることができる。

10

#### 【0052】

また、複数のコイル70が配列されたリニアモータにおいて、図10に示すように、コイル70が配列された位置に応じて、コイル70のそれぞれに設ける凸部74の数を異なるように設定してもよい。図10に示す例では、固定子41の長手方向両端のコイル70の凸部74は2つずつ設けられ、中央のコイル70の凸部74は3つずつ設けられている。

20

#### 【0053】

以上説明したように、コイル70を支持する支持部72に、ハウジング部60（板部材62）の内壁68と接する凸部74を設けたことにより、この凸部74がハウジング部60（板部材62）の補強部材となり、ハウジング部60の内部空間67に多くの冷媒を供給してもハウジング部60（板部材62）の変形を抑えることができる。そして、この凸部74を板部材62と対面する支持部72の両側にそれぞれ複数箇所設けることにより、板部材62を複数箇所で補強することができ、より一層板部材62の変形を抑えることがえきる。したがって、ハウジング部60の変形を抑えつつリニアモータからの発熱の周囲への伝達を抑えることができるので、ステージ装置は高い位置決め精度を維持できるとともに、露光装置EXは精度良い露光処理を行うことができる。

30

#### 【0054】

なお、支持部72上における凸部74の数及び位置は、上記実施形態に限られず、適宜設定可能である。

#### 【0055】

なお、上記実施形態では、ハウジング部60（板部材62）と凸部74とを固定するためにねじを用いたが、ハウジング部60の内壁68と凸部74とを接着剤により固定してもよい。この場合、接着剤としては凸部74の熱伝導率以下の材質により構成されていることが好ましい。また、ハウジング部60と凸部74とをいずれも金属材料で構成した場合、ハウジング部60と凸部74とを溶接により接合してもよい。

#### 【0056】

なお、上記実施形態では、支持部72と凸部74とは同じ材料により一体的に形成された構成としたが、支持部72と凸部74とは異なる材料により別部材として形成してもよい。この場合、凸部74を形成する材料の熱伝導率は、支持部72を形成する材料の熱伝導率よりも低く設定するのが好ましい。これにより、コイル70の発する熱が支持部72を伝わったとしても、凸部74によってハウジング部60に伝わるのを抑えることができる。

40

もちろん、支持部72、凸部74及びねじ75を、熱伝導率が同程度且つ十分に低い（例えば $0.4\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下）同種あるいは異種の材料で形成しても構わない。

#### 【0057】

なお、上記実施形態では、支持部72に複数の凸部74が設けられ、これら凸部74のそ

50

れぞれに雌ねじ穴 74 a が 1 つずつ形成されている構成であるが、1 つの凸部 74 に対して雌ねじ穴 74 a を複数設ける構成としてもよい。この場合、1 つの凸部 74 の平面視の大きさは上記実施形態のものより大型化する。ここで、凸部 74 の 1 つの大きさが大型化すると、冷媒を流す内部空間 67 の容積が小さくなり、冷却効果が低減するため、大きな凸部 74 を 1 つ（あるいは複数）設けてこの凸部 74 に複数の雌ねじ穴 74 a を形成し、ねじ 75 で固定するよりも、小さな凸部 74 を複数設けてこれら複数の凸部 74 のそれぞれに雌ねじ穴 74 a を 1 つずつ形成し、ねじ 75 で固定するほうが好ましい。

#### 【0058】

なお、本実施形態では、コイル側が固定子であり、磁石側が可動子である所謂ムービングマグネット型のリニアモータとなっているが、固定子側に磁石が設けられ、可動子側にコイルが設けられたムービングコイル型のリニアモータにも適用可能である。この場合、可動子であるコイルユニットがステージ P S T、M S T に接続し、固定子である磁石ユニットがステージ P S T、M S T の移動面側（ベース）に設けられる。

10

#### 【0059】

なお、上記実施形態の感光基板 P としては、半導体デバイス用の半導体ウエハのみならず、液晶ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

#### 【0060】

露光装置 E X としては、マスク M と感光基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置の他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを露光し、感光基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置にも適用することができる。

20

#### 【0061】

露光装置 E X の種類としては、ウエハに半導体デバイスパターンを露光する半導体デバイス製造用の露光装置に限られず、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶表示素子製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

#### 【0062】

また、露光用照明光の光源として、超高圧水銀ランプから発生する輝線（g 線（436 nm）、h 線（404.7 nm）、i 線（365 nm））、KrF エキシマレーザ（248 nm）、ArF エキシマレーザ（193 nm）、F<sub>2</sub> レーザ（157 nm）のみならず、X 線や電子線などの荷電粒子線を用いることができる。例えば、電子線を用いる場合には電子銃として、熱電子放射型のランタンヘキサボライト（LaB<sub>6</sub>）、タンタル（Ta）を用いることができる。さらに、電子線を用いる場合は、マスク M を用いる構成としてもよいし、マスク M を用いずに直接ウエハ上にパターンを形成する構成としてもよい。また、YAG レーザや半導体レーザ等の高周波などを用いてもよい。

30

#### 【0063】

投影光学系 P L としては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F<sub>2</sub> レーザや X 線を用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にし（マスク M も反射型タイプのものを用いる）、また電子線を用いる場合には光学系として電子レンズ及び偏向器からなる電子光学系を用いればよい。なお、電子線が通過する光路は、真空状態にすることはいうまでもない。また、投影光学系 P L を用いることなく、マスク M と基板 P とを密接させてマスク M のパターンを露光するプロキシミティ露光装置にも適用可能である。

40

#### 【0064】

上記実施形態のように基板ステージ P S T やマスクステージ M S T にリニアモータを用いる場合においてエアベアリングを用いたエア浮上型に限られず、ローレンツ力又はリアクタンス力を用いた磁気浮上型を用いてもよい。また、各ステージ P S T、M S T は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい

50

。

#### 【 0 0 6 5 】

基板ステージ P S T の移動により発生する反力は、特開平 8 - 1 6 6 4 7 5 号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。また、マスクステージ M S T の移動により発生する反力は、特開平 8 - 3 3 0 2 2 4 号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

#### 【 0 0 6 6 】

以上のように、本願実施形態の露光装置 E X は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

#### 【 0 0 6 7 】

半導体デバイスは、図 1 1 に示すように、デバイスの機能・性能設計を行うステップ 2 0 1、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ 2 0 2、デバイスの基材である基板を製造するステップ 2 0 3、前述した実施形態の露光装置 E X によりマスクのパターンを基板に露光する基板処理ステップ 2 0 4、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）2 0 5、検査ステップ 2 0 6 等を経て製造される。

#### 【 0 0 6 8 】

#### 【 発明の効果 】

以上説明したように、コイルを支持する支持部に、ハウジング部の内壁と接する凸部を設けたことにより、この凸部がハウジング部の補強部材となり、ハウジング部内部に多くの冷媒を供給してもハウジング部の変形を抑えることができる。したがって、ハウジング部の変形を抑えつつリニアモータからの発熱の周囲への伝達を抑えることができるので、高い位置決め精度を有するステージ装置、及び高い露光精度を有する露光装置が提供される。

#### 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明のステージ装置を備えた露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【 図 2 】 本発明のリニアモータを備えたマスクステージを示す概略斜視図である。

【 図 3 】 本発明のリニアモータを備えた基板ステージを示す概略斜視図である。

【 図 4 】 本発明のリニアモータの一実施形態を示す概略斜視図である。

【 図 5 】 図 4 の A - A 断面矢視図である。

【 図 6 】 リニアモータのうちコイル近傍を示す斜視図である。

【 図 7 】 リニアモータが組み立てられる様子を示す図である。

【 図 8 】 ( a ) はステージを第 1 の方向に駆動するリニアモータを示す図であり、( b ) はステージを第 2 の方向に移動するリニアモータを示す図である。

【 図 9 】 本発明のリニアモータの他の実施例を示す図である。

【 図 1 0 】 本発明のリニアモータの他の実施例を示す図である。

【 図 1 1 】 半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

#### 【 符号の説明 】

1        ステージ装置

2        ステージ装置

2 0      リニアモータ（駆動装置）

10

20

30

40

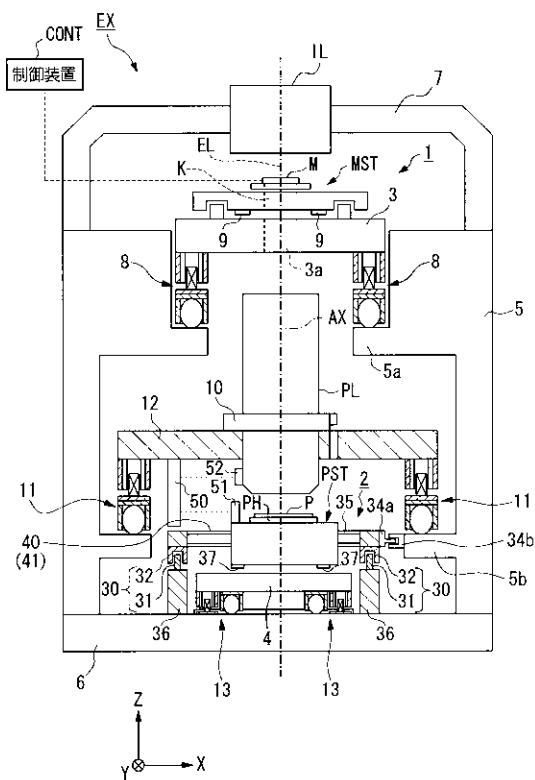
50

- 2 1 固定子  
 2 2 可動子  
 3 0 リニアモータ（駆動装置、第 2 駆動部）  
 3 1 固定子  
 3 2 可動子  
 4 0 リニアモータ（駆動装置、第 1 駆動部）  
 4 1 固定子  
 4 2 可動子  
 6 0 ハウジング部  
 6 1 枠部材  
 6 2 板部材  
 6 8 内壁  
 7 0 コイル  
 7 1 空芯部  
 7 2 支持部  
 7 4 凸部  
 7 5 ねじ（固定部材）  
 9 0 ヨーク部  
 9 1 磁石  
 M S T マスクステージ（ステージ装置、可動部）  
 P S T 基板ステージ（ステージ装置、可動部）  
 E X 露光装置

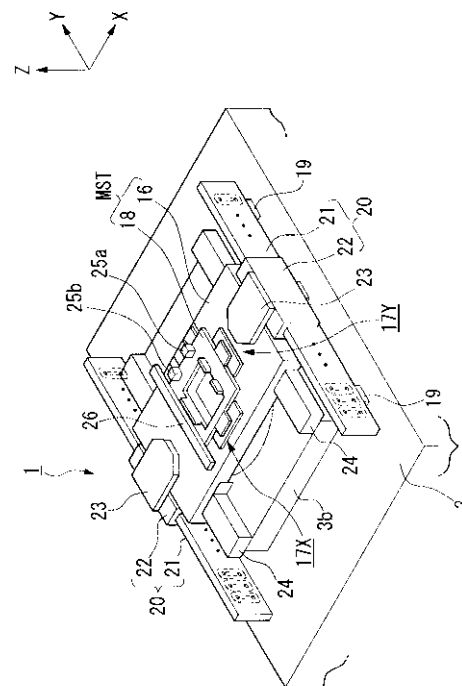
10

20

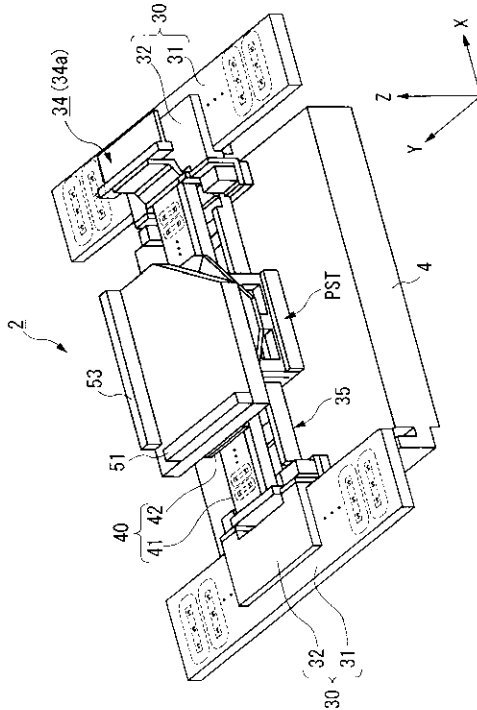
【図 1】



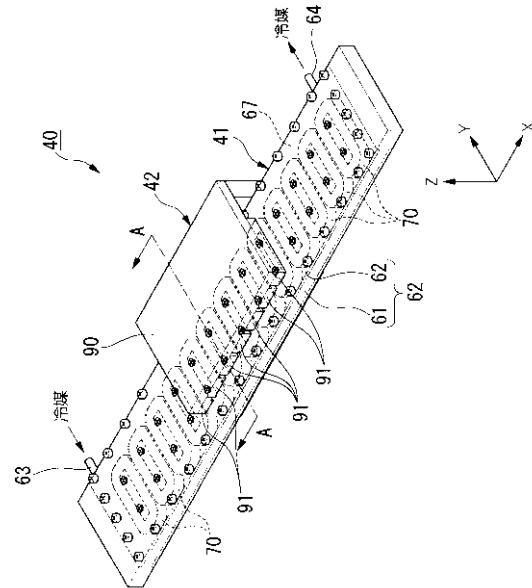
【図 2】



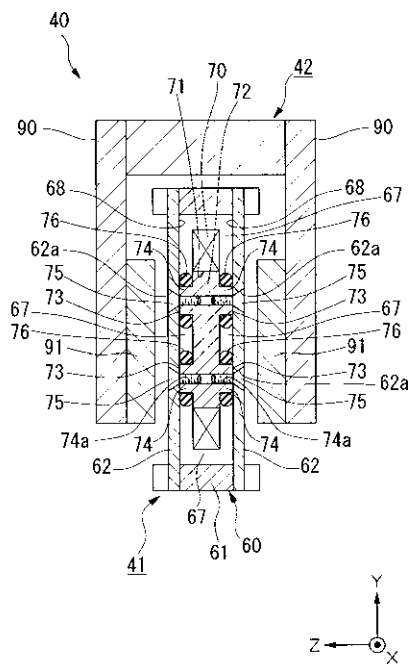
【図 3】



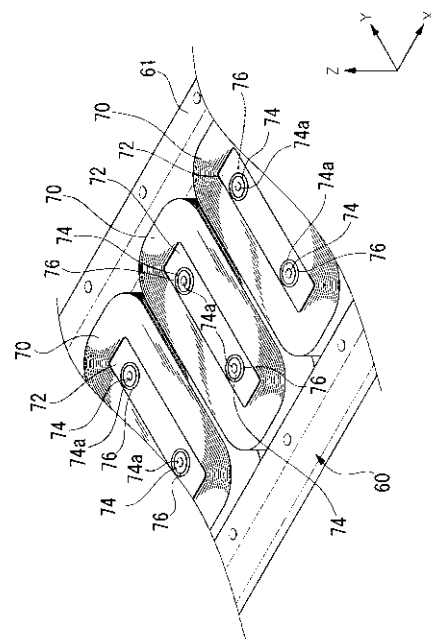
【図 4】



【図 5】

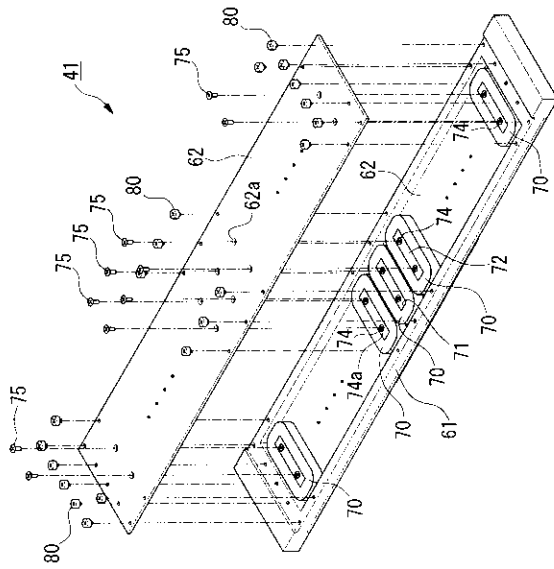


【図 6】

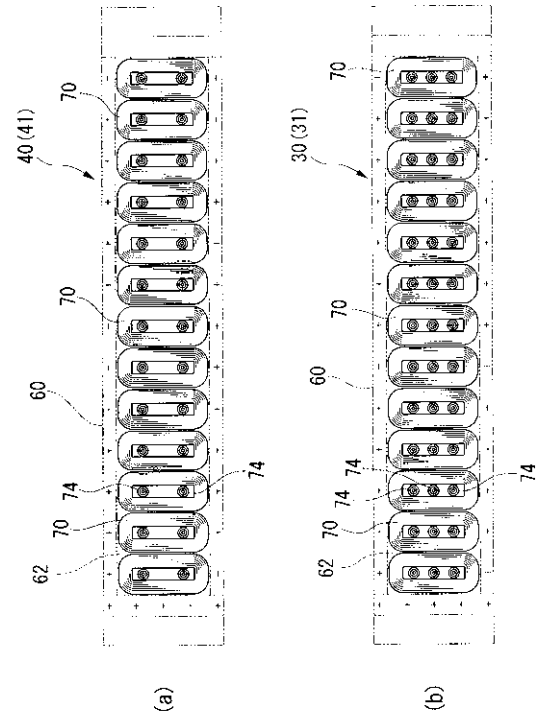




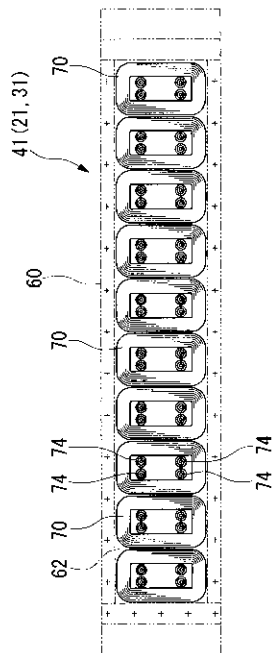
【図 7】



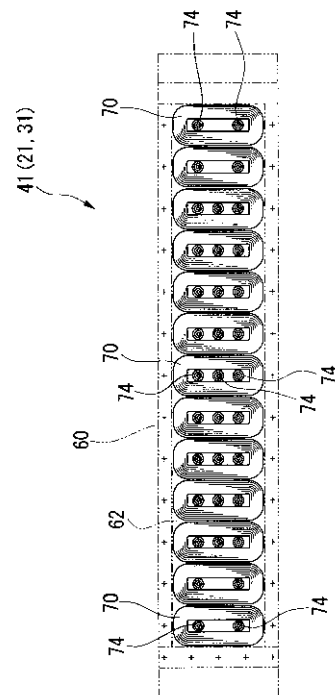
【図 8】



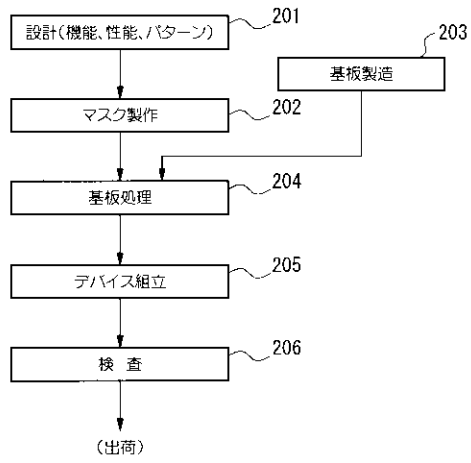
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 田中 稔久

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内

(72)発明者 影山 滋樹

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内

F ターム(参考) 2F078 CA02 CB05 CB13 CC14

5F046 CC02 CC03 CC18

5H641 BB06 BB19 GG02 GG05 GG07 GG20 HH03 JB04 JB05