

(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2004-31673  
(P2004-31673A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027	H O 1 L 21/30	5 O 3 A 5 F O 3 1
G O 3 F 7/22	G O 3 F 7/22	H 5 F O 4 6
H O 1 L 21/68	H O 1 L 21/68	K 5 H 6 4 1
H O 2 K 41/02	H O 2 K 41/02	Z

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2002-186435 (P2002-186435)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成14年6月26日 (2002. 6. 26)		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	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

最終頁に続く

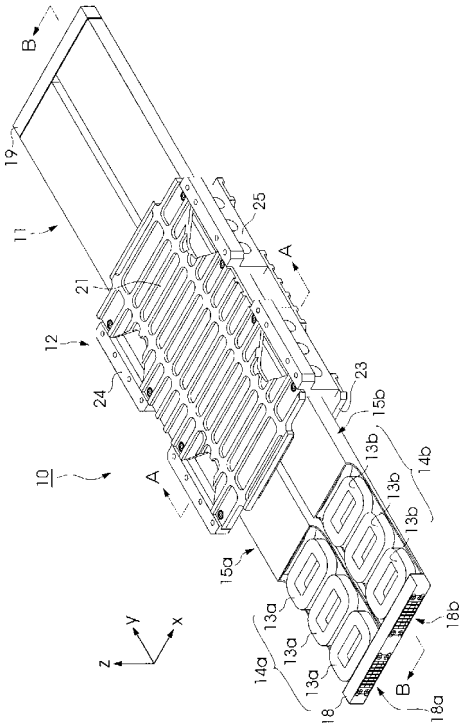
(54) 【発明の名称】 リニアモータ装置及びステージ装置並びに露光装置

(57) 【要約】

【課題】 推力低下を引き起こさずにコイルの冷却能力を向上させることができるリニアモータ装置、当該リニアモータ装置を備えることにより、温度上昇が抑制されて装置性能の向上を図ることができるステージ装置及び露光装置を提供する。

【解決手段】 固定子11と可動子12とを備え、固定子11と可動子12とが相対移動するリニアモータ装置10であって、固定子11と可動子12との何れか一方は、相対移動する方向(y方向)に沿ってコイル13a、...、14a、...を配列した複数のコイル列14a、14bと、複数のコイル列14a、14bを個別に収容する収容部材としての冷却管15a、15bとを備える。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

固定子と可動子とを備え、前記固定子と前記可動子とが相対移動するリニアモータ装置において、

前記固定子と前記可動子との何れか一方は、前記相対移動する方向に沿ってコイルを配列した複数のコイル列と、

前記複数のコイル列を個別に収容する収容部材とを備えることを特徴とするリニアモータ装置。

## 【請求項 2】

固定子と可動子とを備え、前記固定子と前記可動子とが相対移動するリニアモータ装置において、 10

前記固定子と前記可動子との何れか一方は、前記相対移動する方向に沿って複数のコイルを配列してなるコイル列を、前記相対移動方向と交差する方向に隔てて複数備え、

前記複数のコイル列は、前記相対移動方向における位置が互いに所定量ずらされて配置されていることを特徴とするリニアモータ装置。

## 【請求項 3】

前記所定量は、前記コイル列をなす前記複数のコイルの配列間隔の約半分であることを特徴とする請求項 2 記載のリニアモータ装置。

## 【請求項 4】

前記固定子と前記可動子との何れか他方は、複数の磁石を極性が交互に変化するように前記相対移動方向に配列した磁石列を備え、 20

前記磁石列は、前記複数のコイル列各々に対応して複数設けられていることを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 記載のリニアモータ装置。

## 【請求項 5】

前記磁石列は、前記磁石列をなす各々の磁石の間に設けられた第 1 補助磁石を備えることを特徴とする請求項 2 から請求項 4 の何れか一項に記載のリニアモータ装置。

## 【請求項 6】

前記複数の磁石列の列間に前記磁石列をなす各々の磁石に対応して設けられた第 2 補助磁石を備えることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載のリニアモータ装置。

## 【請求項 7】

前記磁石列をなす各々の磁石は、前記相対移動方向における位置を前記磁石列毎に所定量ずらして配列されていることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載のリニアモータ装置。 30

## 【請求項 8】

前記複数のコイル列の各々を個別に収容する収容部材を有することを特徴とする請求項 2 から請求項 7 の何れか一項に記載のリニアモータ装置。

## 【請求項 9】

固定子と可動子とを備え、前記固定子と前記可動子とが相対移動するリニアモータ装置において、

前記固定子と前記可動子との何れか一方は、前記相対移動する方向に沿ってコイルを配列した第 1 コイル列と、 40

前記第 1 コイル列と平行に、且つ前記相対移動方向における位置が前記第 1 コイル列をなす各々のコイルとそれぞれ同一となる位置にコイルが配列されている第 2 コイル列とを有し、

前記固定子と前記可動子との何れか他方は、複数の磁石を極性が交互に変化するように前記相対移動方向に配列した第 1 磁石列と、

前記第 1 磁石列と平行に、且つ前記相対移動方向における位置が前記第 1 磁石列をなす各々の磁石に対して所定量ずれた位置に前記磁石が配列されている第 2 磁石列と

を有することを特徴とするリニアモータ装置。

## 【請求項 10】

前記所定量は、前記第 1 及び第 2 コイル列をなす各々の前記コイルの配列間隔の約半分であることを特徴とする請求項 9 記載のリニアモータ装置。

【請求項 11】

前記第 1 コイル列と前記第 2 コイル列との各々を個別に収容する収容部材を有することを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 記載のリニアモータ装置。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 11 の何れか一項に記載のリニアモータ装置によりステージ部が駆動されることを特徴とするステージ装置。

【請求項 13】

マスクに形成されたパターンを感光基板に転写する露光装置であって、  
前記マスクを載置するマスクステージと、  
前記感光基板を載置する基板ステージとを備え、  
前記マスクステージ及び前記基板ステージの少なくとも一方として、請求項 12 記載のステージ装置を備え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、リニアモータ装置及びステージ装置並びに露光装置に係り、特にマスク又は感光基板等の物体を保持した状態で直線的に又は二次元平面内で移動させるステージ部を駆動するリニアモータ装置、当該ステージ部及びリニアモータ装置を備えるステージ装置、並びに当該ステージ装置を備える露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子、液晶表示素子、その他のマイクロデバイスの製造においては、露光装置を用いてフォトリソグラフィやレチクル（以下、これらを総称する場合には、マスクという）に形成された微細なパターンをフォトリソグラフィ等の感光剤が塗布された半導体ウェハやガラスプレート等（以下、これらを総称する場合には、感光基板という）の上に転写することが繰り返される。

【0003】

上記露光装置としては、ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（所謂、ステッパ）又はステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置が用いられることが多い。ステッパは、マスクと感光基板との相対的な位置合わせを行った後で、マスクに形成されたパターンを感光基板上に設定された 1 つのショット領域に一括して転写し、転写後に感光基板をステップ移動させて他のショット領域の露光を行う露光装置である。また、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置は、マスクと感光基板とを相対的に移動（走査）させつつマスクに形成されたパターンを順次感光基板上のショット領域に転写した後、次のショット領域に対応する位置に感光基板を所定距離移動させた後で再度走査露光を行う露光装置である。

【0004】

上記のステッパは、マスクの位置は固定で感光基板の位置を可変させてマスクと感光基板との相対位置を変えつつマスクパターンの転写を行うため、感光基板を保持した状態で移動可能に構成された基板ステージを備える。また、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置は、マスクと感光基板とを共に移動させる必要があるため、マスクを保持した状態で移動可能に構成されたマスクステージと感光基板を保持した状態で移動可能に構成された基板ステージとを備える。ここで、マスクステージ又は基板ステージとして設けられる従来のステージ装置が備えるリニアモータ装置について簡単に説明する。

【0005】

図 16 は、従来のリニアモータ装置の一例を示す断面図である。図 16 に示したリニアモータ装置 200 は、磁石 201 が張り合わされた平板状の上ヨーク 202 と、磁石 203 が張り合わされた平板状の下ヨーク 204 と、上ヨーク 202 及び下ヨーク 204 を両端

10

20

30

40

50

で支持する支柱部材 205, 206 とからなる磁気回路を備える。この磁気回路の中央の空隙部 207 には、図中符号 D100 を付して示した方向に磁界が発生し、コイル 208 及びコイル 208 を冷却するためにコイル 208 を覆うように設けられた冷却管 209 が配置される。

【0006】

磁石 201 及び磁石 203 は、紙面に対して直交する方向に極性が交互に変化するように複数配置されており、コイル 208 も、磁石 201, 203 の配列間隔と同程度の間隔をもって紙面に対して直交する方向に配列されている。コイル 208 を覆う冷却管 209 は、矩形の断面形状を有しており、その内部に冷却液が導入される。

【0007】

かかる構成のリニアモータ装置において、紙面に対して直交する方向に配列されたコイル 208 に対して、磁石 201, 203 とコイル 208 との相対位置に応じて三相交流（U 相、V 相、W 相）を供給すると、磁石 201, 203 とコイル 208 との間に電磁力が生じ、これにより紙面に直交する方向に推力を生ずる。図 16 に示した例において、コイル 208 及び冷却管 209 を固定子とし、磁石 201, 203 等からなる磁気回路を可動子とした所謂ムービングマグネット型のリニアモータ装置においては、生じた推力により、固定子に対して可動子が相対移動する。尚、コイル 208 に供給する三相交流の電流値、周波数、及び位相を制御することで、可動子の加速度、速度、及び移動方向を可変させることもできる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年のマイクロデバイスの製造においては、露光時に使用される感光基板が大型化している。これは、半導体素子の製造にあつては、大型の半導体ウェハを用いて 1 枚の半導体ウェハからより多くのチップを製造した方が製造コストが抑えられるからであり、また液晶表示素子の製造にあつては表示面積の大面積化の要求が高まっているからである。感光基板が大型化すると、感光基板を移動させるためにはより多くの推力が必要となるため、コイルに対してより大きな電流を流さなければならず、その結果としてコイルの発熱量が多くなる。

【0009】

また、近年においては、スループット（単位時間に処理（例えば、露光処理）することが  
できる感光基板の枚数）の向上が要求されており、ステージ装置の加速度（ステージ装置  
が備えるステージ部の加速度）が高く設定される傾向がある。加速度が高く設定されると、  
リニアモータ装置のコイルに流す電流も大きくせざるを得ず、結果としてコイルの発熱量  
が多くなる。

【0010】

コイルの発熱量が増大すると、例えば、位置合わせ精度の低下、光学系の収差の増大等により露光装置の性能が低下するため、コイル 208 の発熱量の増大に応じて冷却管 209 による冷却能力を向上させる必要がある。冷却管 209 による冷却能力の向上は、冷却管 209 に供給する冷却液の流量を増大させることで達成することができる。

【0011】

しかしながら、磁石 201, 203 とコイル 208 との間に配置される冷却管 209 は、その厚みが極力薄くなるように設定されており、耐圧の面から簡単に冷却液の流量を増大させることはできない。冷却液に対する耐圧を高めるために、冷却管の厚みを増して剛性を高めてしまうと、厚みの増大によってリニアモータの推力を低下させてしまうという問題があった。

【0012】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、推力低下を引き起こさずにコイルの冷却能力を向上させることができるリニアモータ装置、当該リニアモータ装置を備えることにより、温度上昇が抑制されて装置性能の向上を図ることができる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。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の第1の観点によるリニアモータ装置は、固定子(11)と可動子(12)とを備え、前記固定子(11)と前記可動子(12)とが相対移動するリニアモータ装置(10)において、前記固定子(11)と前記可動子(12)との何れか一方は、前記相対移動する方向に沿ってコイル(13a、13b)を配列した複数のコイル列(14a、14b)と、前記複数のコイル列(14a、14b)を個別に収容する収容部材(15a、15b)とを備えることを特徴としている。

この発明によれば、固定子と可動子との相対移動方向にコイルを配列してなるコイル列を複数設け、各々のコイル列を収容部材で個別に収容しているため、収容部材の剛性を上げることができる。その結果、収容部材内に導入する冷却液の流量を増大することができ、コイルの冷却能力を向上させることができる。また、かかる構成にすることで収容部材内に導入された冷却液が収容部材内でまんべんなく流れることになるため、これによっても冷却能力を向上させることができる。

また、本発明の第2の観点によるリニアモータ装置は、固定子(11)と可動子(12)とを備え、前記固定子(11)と前記可動子(12)とが相対移動するリニアモータ装置(10)において、前記固定子(11)と前記可動子(12)との何れか一方は、前記相対移動する方向に沿って複数のコイル(13a、13b)を配列してなるコイル列(14a、14b)を、前記相対移動方向と交差する方向に隔てて複数備え、前記複数のコイル列(14a、14b)は、前記相対移動方向における位置が互いに所定量ずらされて配置されていることを特徴としている。

この発明によれば、固定子と可動子との相対移動方向に交差する方向に複数設けられたコイル列を相対移動方向に所定量だけずらして配置しているため、コイル列をなすコイルに通電した際に可動子の推力発生に寄与しないコイルの発生を防止することができ、リニアモータ駆動時の効率を向上させることができる。また、固定子と可動子との相対移動方向におけるコイルにより発生させる磁界の切り替え単位を細かく制御することができるため、効率を向上させることができる。

ここで、前記所定量は、前記コイル列をなす前記複数のコイルの配列間隔の約半分であることが好ましい。

また、本発明の第2の観点によるリニアモータ装置は、前記固定子(11)と前記可動子(12)との何れか他方は、複数の磁石を極性が交互に変化するように前記相対移動方向に配列した磁石列(27a、27b、40a、40b、43a、43b)を備え、前記磁石列(27a、27b、40a、40b、43a、43b)は、前記複数のコイル列(14a、14b)各々に対応して複数設けられていることを特徴としている。

また、本発明の第2の観点によるリニアモータ装置は、前記磁石列(27a、27b、40a、40b、43a、43b)が、前記磁石列(27a、27b、40a、40b、43a、43b)をなす各々の磁石(20、41a、41b)の間に設けられた第1補助磁石(28、42a、42b)を備えることを特徴としている。

また、本発明の第2の観点によるリニアモータ装置は、前記複数の磁石列(43a、43b)の列間に前記磁石列(43a、43b)をなす各々の磁石(41a、41b)に対応して設けられた第2補助磁石(44)を備えることを特徴としている。

これらの発明によれば、コイル列を透過する磁束の磁束密度を高めることができるため、相対移動方向に交差する方向にコイル列を複数配置したことで生ずるであろう推力低下を補うことができる。

また、本発明の第2の観点によるリニアモータ装置は、前記磁石列(40a、40b)をなす各々の磁石は、前記相対移動方向における位置を前記磁石列毎に所定量ずらして配列されていることを特徴としている。

ここで、前記複数のコイル列の各々を個別に収容する収容部材を有することが好ましい。

本発明の第3の観点によるリニアモータ装置は、固定子(11)と可動子(12)とを備え、前記固定子(11)と前記可動子(12)とが相対移動するリニアモータ装置(10)

10

20

30

40

50

）において、前記固定子（１１）と前記可動子（１２）との何れか一方は、前記相対移動する方向に沿ってコイル（１３ａ）を配列した第１コイル列（１４ａ）と、前記第１コイル列（１４ａ）と平行に、且つ前記相対移動方向における位置が前記第１コイル列（１４ａ）をなす各々のコイル（１３ａ）とそれぞれ同一となる位置にコイル（１３ｂ）が配列されている第２コイル列（１４ｂ）とを有し、前記固定子（１１）と前記可動子（１２）との何れか他方は、複数の磁石を極性が交互に変化するように前記相対移動方向に配列した第１磁石列（４３ａ）と、前記第１磁石列（４３ａ）と平行に、且つ前記相対移動方向における位置が前記第１磁石列（４３ａ）をなす各々の磁石に対して所定量ずれた位置に前記磁石が配列されている第２磁石列（４３ｂ）とを有することを特徴としている。

ここで、前記所定量は、前記第１及び第２コイル列をなす各々の前記コイルの配列間隔の約半分であることを特徴としている。 10

また、前記第１コイル列と前記第２コイル列との各々を個別に収容する収容部材を有することが好ましい。

本発明のステージ装置は、上記の何れかに記載のリニアモータ装置によりステージ部が駆動されることを特徴としている。

更に、本発明の露光装置は、マスク（Ｒ）に形成されたパターンを感光基板（Ｗ）に転写する露光装置（５１）であって、前記マスク（Ｒ）を載置するマスクステージ（５２）と、前記感光基板（Ｗ）を載置する基板ステージ（５５）とを備え、前記マスクステージ（５２）及び前記基板ステージ（５５）の少なくとも一方として、上記のステージ装置を備えることを特徴としている。 20

#### 【００１４】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態によるリニアモータ装置及びステージ装置並びに露光装置について詳細に説明する。

#### 【００１５】

#### 〔第１実施形態〕

図１は、本発明の第１実施形態によるリニアモータ装置の外観構成を示す斜視図であり、図２は、図１中のＡ－Ａ線の断面矢視図である。尚、以下の説明においては、図１中に示した $x$   $y$   $z$  直交座標系を設定し、この $x$   $y$   $z$  直交座標系を参照しつつ各部材の位置関係について説明する。 $x$   $y$   $z$  直交座標系は、 $y$  軸が固定子１１に対する可動子１２の相対移動方向に設定され、 $z$  軸が鉛直上方向に設定されている。 30

#### 【００１６】

図１に示すリニアモータ装置１０が備える固定子１１は、 $y$  方向に沿って配列された複数のコイル１３ａからなるコイル列１４ａと、 $y$  方向に沿って配列された複数のコイル１３ｂからなるコイル列１４ｂとからなり、コイル列１４ａとコイル列１４ｂとは $x$  方向に所定の距離だけ隔てて平行して設けられている。コイル列１４ａをなす各々のコイル１３ａとコイル列１４ｂをなす各々のコイル１３ｂとは、 $y$  方向の位置が同一になるように配列されている。

#### 【００１７】

各々のコイル１３ａ，１３ｂは銅の丸線又は平角線をほぼ矩形形状に所定回数（例えば、数十～数百回）巻回させて形成されており、巻回面が $x$   $y$  平面とほぼ平行となるように、つまりコイル１３ａ，１３ｂに電流を流したときにコイル１３ａ，１３ｂの中心において発生する磁界の方向が $z$  軸とほぼ平行となるように配置されている。尚、コイル１３ａ，１３ｂの巻線の材質は銅に限られるわけではなく、アルミ線を用いても良い。 40

#### 【００１８】

コイル列１４ａ，１４ｂは収容部材としての冷却管１５ａ，１５ｂにそれぞれ個別に収容される。冷却管１５ａ，１５ｂは、非磁性ＳＵＳ材で形成された矩形の断面形状を有する環状の部材であって、その内部に冷却液が導入される。尚、冷却管１５ａ，１５ｂは非磁性ＳＵＳ材に限られるわけではなく、非磁性であってＳＵＳ材程度又はそれ以上のヤング率を有する材質で形成することができる。また、渦電流発生による粘性抵抗を考慮してＣ 50

F R P (炭素繊維強化プラスチック) やセラミックス等で形成することも可能である。

#### 【0019】

冷却管 15 a, 15 b は、y 方向における端部において固定部材 18, 19 で固定されている。固定部材 18 には端子台 18 a, 18 b が設けられており、コイル列 14 a をなすコイル 13 a が端子台 18 a に結線され、コイル列 14 b をなすコイル 13 b が端子台 18 b に結線されている。不図示の制御装置からの三相交流は端子台 18 a, 18 b を介して各コイル 13 a, 13 b に供給される。尚、各コイル 13 a, 13 b の結線方法の詳細については後述する。また、図示は省略しているが、冷却管 15 a, 15 b に対する冷却液の導入口及び排出口は固定部材 18, 19 の近傍であって、冷却管 15 a, 15 b の側面にそれぞれ設けられている。

10

#### 【0020】

ここで、2つのコイル列 14 a, 14 b を平行に設けるとともに、これらのコイル列 14 a, 14 b を冷却管 15 a, 15 b で個別に収容するのは、冷却管 15 a, 15 b の剛性を上げるためである。冷却管 15 a, 15 b の剛性が上がると、冷却液の流量を増大することができ、その結果として、冷却管 15 a, 15 b によるコイル 13 a, 13 b の冷却能力を高めることができる。以下、上記の構成とすることで冷却管 15 a, 15 b の剛性が上がる原理を説明する。

#### 【0021】

前述したように、冷却管 15 a, 15 b は矩形の断面形状を有している。かかる形状の冷却管 15 a, 15 b の内部に冷却液を導入した場合には、冷却液を流すための吐出圧による変位及び応力が問題となる。いま、冷却管 15 a, 15 b は周辺が拘束された板からなると仮定した場合、最大変位量  $m_{ax}$  及び最大応力  $m_{ax}$  は、以下の(1)式及び(2)式でそれぞれ表される、

20

#### 【0022】

$$m_{ax} = (p/E) \cdot (b^4/t^3) \quad \dots \dots (1)$$

$$m_{ax} = p \cdot (b^2/t^2) \quad \dots \dots (2)$$

ここで、上記(1)式及び(2)式中の各変数はそれぞれ以下の物理量を示している。

p: 冷却管の内圧 [N/m<sup>2</sup>]

E: 冷却管のヤング率 [N/m<sup>2</sup>]

b: x 方向における冷却管の幅 [m]

t: 冷却管の厚み [m]

30

#### 【0023】

上記(1)式から分かるように、最大変位量  $m_{ax}$  は、x 方向における冷却管の幅 b の 4 乗に比例して増大する。また、上記(2)式から、最大応力  $m_{ax}$  は、x 方向における冷却管の幅 b の 2 乗に比例して増大する。このため、x 方向における冷却管の幅 b を小さくすれば、最大変位量  $m_{ax}$  及び最大応力  $m_{ax}$  をともに小さくすることができ、剛性が高まることが分かる。

#### 【0024】

ところで、x 方向における冷却管の幅 b を小さくすると、発生推力に影響を与える x 方向のコイル有効長が短くなるため、発生する推力の低下を招いてしまう。そこで、本実施形態では、x 方向の幅を小さくして y 方向に配列した複数のコイルからなるコイル列を平行して複数設け、コイル列の大きさに合わせて x 方向の幅 b を小さくした冷却管で各々のコイル列を収容することで、コイルの x 方向有効長の低下による推力低下を極力防止しつつ、耐圧を向上し、冷却液の流量を増大することによって冷却能力を向上させている。また、コイル及び冷却管の x 方向の幅を小さくして冷却管内に冷却液を導入することで、コイルの周囲に冷却液がまんべんなく流れることになるため、これによっても冷却能力が向上する。

40

#### 【0025】

次に、リニアモータ装置 10 が備える可動子 12 は、磁石 20 (図 2 参照) が張り合わされた平板状の上ヨーク 21 と、磁石 22 が張り合わされた平板状の下ヨーク 23 と、上ヨ

50

ーク 2 1 及び下ヨーク 2 3 を x 方向における両端で支持する支柱部材 2 4 , 2 5 とからなる磁気回路を備える。磁石 2 0 , 2 2 はネオジウム・鉄・コバルト磁石で形成され、上ヨーク 2 1 及び下ヨーク 2 3 は S S 4 0 0 相当の低炭素鋼により形成され、支柱部材 2 4 , 2 5 は、軽量化のためにアルミ合金で形成されている。尚、磁石 2 0 , 2 2 は、上記のネオジウム・鉄・コバルト磁石以外に、サマリウム・コバルト磁石又はネオジム・鉄・ボロン磁石等の希土類磁石を用いることも可能である。

【 0 0 2 6 】

図 2 に示すように、磁石 2 0 , 2 2 は、磁束が 2 つのコイル列 1 4 a , 1 4 b ( コイル 1 3 a , 1 3 b ) の双方を通過するように、x 方向の長さ(幅)が幅広に設定されている。また、詳細は後述するが、磁石 2 0 及び磁石 2 2 はそれぞれ y 方向に沿って交互に極性が変化するように複数配列されており、複数の磁石 2 0 を含んで磁石列 2 7 a ( 図 3 及び図 4 参照 ) が構成されるとともに、複数の磁石 2 2 を含んで磁石列 2 7 b が構成されている。尚、図 2 に示すように、固定子 1 1 を構成するコイル列 1 4 a ( コイル 1 3 a ) 及び冷却管 1 5 a と、コイル列 1 4 b ( コイル 1 3 b ) 及び冷却管 1 5 b とは、x 方向に所定間隔を隔てて平行になるように、可動子 1 2 の中央の空隙部 2 6 に配置される。

10

【 0 0 2 7 】

次に、固定子 1 1 が備えるコイル列 1 4 a , 1 4 b ( コイル 1 3 a , 1 3 b ) と可動子 1 2 が備える磁石列 2 7 a , 2 7 b ( 磁石 2 0 , 2 2 ) との関係について説明する。図 3 は、コイル列 1 4 a , 1 4 b と磁石列 2 7 a , 2 7 b との関係を示す図 1 に示したリニアモータ装置の上面透視図であり、図 4 は、図 1 及び図 3 中の B - B 線の断面矢視図である。

20

【 0 0 2 8 】

図 3 及び図 4 に示すように、磁石列 2 7 a は、y 方向に沿って交互に磁極が変化するように配列された磁石 2 0 と、磁石 2 0 間に配置された第 1 補助磁石としての補助磁石 2 8 とを含んで構成される。補助磁石 2 8 は、可動子 1 2 の空隙部 2 6 ( 図 2 参照 ) における磁束密度を高めるために、その磁界の方向が磁石 2 0 の磁界の方向と 9 0 度をなすように(磁界の方向が y 方向に沿うように)配置される。また、同様に、磁石列 2 7 b は、y 方向に沿って交互に磁極が変化するように配列された磁石 2 2 と、可動子 1 2 の空隙部 2 6 における磁束密度を高めるために、その磁界の方向が磁石 2 0 の磁極と 9 0 度をなすように磁石 2 2 間に配置された補助磁石 2 9 とからなる。

【 0 0 2 9 】

図 4 に示すように、磁石 2 0 の各々及び磁石 2 2 の各々は、固定子 1 1 を介して互いに対面するように(各々の y 方向における位置が一致するように)配列されるとともに、補助磁石 2 8 の各々及び補助磁石 2 9 の各々は固定子 1 1 を介して互いに対面するように配列される。対面する磁石 2 0 と磁石 2 2 とは、磁界の方向が同一となるように異極が対面するように配置され、対面する補助磁石 2 8 と磁石 2 9 とは磁界の方向が互いに反対になるように配置される。

30

【 0 0 3 0 】

この補助磁石 2 8 , 2 9 を配置することで、可動子 1 2 の移動方向である y 方向に沿って空隙部 2 6 における磁束密度が高まる。つまり、図 4 を参照して磁束の経路を考えると、何れかの磁石 2 0 (これを、第 1 磁石という)、補助磁石 2 8、第 1 磁石とは異なる磁石 2 0、コイル列 1 4 b (空隙部 2 6)、磁石 2 2 (これを第 2 磁石という)、補助磁石 2 9、第 2 磁石とは異なる磁石 2 2、コイル列 1 4 b (空隙部 2 6)、及び第 1 磁石という経路が形成される。この経路内に補助磁石 2 8 , 2 9 がそれぞれ設けられるため、空隙部 2 6 における磁束が高められることが分かる。空隙部 2 6 における磁束密度が高くなると、リニアモータ装置で発生する推力も向上する。このため、x 方向の幅が小さく設定されたコイル 1 3 a , 1 3 b からなるコイル列 1 4 a , 1 4 b を設けたことで生ずるであろう推力の低下を補うことができる。

40

【 0 0 3 1 】

また、図 3 に示すように、コイル列 1 4 a をなすコイル 1 3 a とコイル列 1 4 b をなすコイル 1 3 b とは、y 方向の位置が同一のコイル 1 3 a , 1 3 b に三相交流の同相の電流が

50



供給されるように、且つ、y方向に沿って順にU相、V相、W相の電流が供給されるように冷却管15a, 15b内又は端子台18a, 18bの付近位置で結線されている。また、コイル13a, 13bのy方向における配列間隔(ピッチ)をPcとし、磁石20, 22のy方向における配列間隔をPmとすると、 $4Pm = 3Pc$ となるように、コイル13a, 13b及び磁石20, 22はそれぞれ配列されている。このように、本実施形態のリニアモータ装置は、固定子11にコイル(コイル列)が設けられ、可動子12に磁石(磁石列)が設けられた所謂ムービングマグネット型のリニアモータ装置である。

#### 【0032】

次に、以上の構成のリニアモータ装置においては、コイル列14a, 14bをなす複数のコイル13a, 13bの内、一時に電流が供給される同相のコイル13a, 13bの数に応じて1極励磁方法、2極励磁方法等の励磁方法が用いられる。例えば、1極励磁方法においては、y方向における位置が同じである一对のU相のコイル13a, 13bが同時に励磁され、y方向における位置が同じである一对のV相のコイル13a, 13bが同時に励磁され、y方向における位置が同じである一对のW相のコイル13a, 13bが同時に励磁される。また、2極励磁方法においては、各相の二対のコイル13a, 13bが同時に励磁され、3極励磁方法においては、各相の三対のコイル13a, 13bが同時に励磁される。

10

#### 【0033】

前述したようにコイル13a, 13b及び磁石20, 22は、各々のy方向における配列間隔Pc, Pmが $4Pm = 3Pc$ なる関係を満たすようにy方向に配列されており、図3に示すように磁石列27aは7個の磁石20を有している。このため、1極励磁方法によりリニアモータ装置を駆動した場合には、一对のU相のコイル13a, 13b、一对のV相のコイル13a, 13b、一对のW相のコイル13a, 13bの計6個のコイルが通電され、可動子12の推力発生に寄与することになる。

20

#### 【0034】

また、2極励磁方法によりリニアモータ装置を駆動した場合には、二対のU相のコイル13a, 13b、二対のV相のコイル13a, 13b、二対のW相のコイル13a, 13bの計12個のコイルが通電される。推力発生の観点からは、1極励磁方法よりも2極励磁方法を用いることが好ましい。以上のような励磁方法により、リニアモータ装置が備えるコイルに電流が供給されることによって可動子12の推力が発生し、可動子12は固定子11に対してy方向に相対移動する。

30

#### 【0035】

##### 〔第2実施形態〕

図5は、本発明の第2実施形態によるリニアモータ装置の断面図である。尚、図5においては、図1～図4に示す部材と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。図5に示した本発明の第2実施形態によるリニアモータ装置が図1～図4に示した本発明の第1実施形態によるリニアモータ装置と異なる点は、コイル13a, 13b(コイル列14a, 14b)を収容する冷却管15a, 15bに代えて冷却管30を設けるとともに、磁石20, 22に代えて、磁石32a, 32b, 33a, 33bを設けた点である。

#### 【0036】

図5に示す冷却管30は、図2に示す冷却管15a, 15bのように個別の部材ではなく1つの部材ではあるが、その中央部にy軸方向に沿って隔壁31が設けられている。隔壁31で隔てられた各々の空隙にコイル13a(コイル列14a)及びコイル13b(コイル列14b)が個別に収容される。第1実施形態で設けられていた冷却管15a, 15bは、冷却管15a, 15bそのもののx方向の幅を小さく設定することにより剛性を高めていた。

40

#### 【0037】

これに対し、本実施形態で設けられる冷却管30はx方向における幅が、図16に示す従来のリニアモータ装置に設けられていた冷却管209と同程度であるが、隔壁31を設けることにより隔壁31で隔てられる各々の空隙のx方向の幅を小さくすることで剛性を高

50

めている。尚、冷却管 30 は、隔壁 31 で隔てられた空隙の各々に導入される冷却液が各々の空隙を介して個別に外部に排出されるように構成されている。また、冷却管 30 及び隔壁 31 は、冷却管 15a, 15b と同様の材質、即ち非磁性 SUS 材、非磁性であって SUS 材程度又はそれ以上のヤング率を有する材質、又は CFRP やセラミックス等で形成されることが好ましい。

#### 【0038】

また、本実施形態で設けられる磁石 32a, 32b 及び磁石 33a, 33b は、x 方向の幅が図 2 に示す磁石 20, 22 の x 方向の幅よりもそれぞれ狭く設定されている。磁石 32a, 32b は、同極の磁石 32a, 32b が x 方向において互いに隣り合うように、且つ y 方向に沿って交互に磁極が変化するように、前述した配列間隔 Pm をもって y 方向に配列されている。磁石 33a, 33b も同様に、同極の磁石 33a, 33b が x 方向において互いに隣り合うように、且つ y 方向に沿って交互に磁極が変化するように、前述した配列間隔 Pm をもって y 方向に配列されている。

10

#### 【0039】

また、磁石 32a と磁石 33a とは、磁界の方向が同一となるように異極が対面するように配置され、磁石 32b と磁石 33b とは、磁界の方向が同一となるように異極が対面するように配置される。尚、第 1 実施形態と同様に、配列された磁石 32a の間、磁石 32b の間、磁石 33a の間、及び磁石 33b の間に補助磁石を設けて可動子 12 の空隙 26 内の磁束密度を高めることが好ましい。このように、本実施形態においては、第 1 実施形態のリニアモータ装置で設けられていた磁石 20, 22 をいわば x 方向に分割した格好で、磁石 32a, 32b 及び磁石 33a, 33b が設けられている。かかる構成にすることで、磁石 32a, 32b, 33a, 33b を小型化することができ、装置のコストの低減及び可動子 12 の軽量化を図ることができる。

20

#### 【0040】

##### 〔第 3 実施形態〕

図 6 は、本発明の第 3 実施形態によるリニアモータ装置の断面図である。尚、図 6 においては、図 1 ~ 図 5 に示す部材と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。図 6 に示した本発明の第 3 実施形態によるリニアモータ装置は、図 5 に示した第 2 実施形態と同様に、磁石 34a を含んで構成される磁石列、磁石 34b を含んで構成される磁石列、磁石 35a を含んで構成される磁石列、及び磁石 35b を含んで構成される磁石列の 4 つの磁石列が設けられている。

30

#### 【0041】

これらの磁石列の内、磁石 34a を含む磁石列及び磁石 35a を含む磁石列の 2 つの磁石列に対応して、所謂ドッグボーン型といわれる複数のコイル 36a からなるコイル列及びこのコイル列を収容する冷却管 37a が設けられる。同様に、磁石 34b を含む磁石列及び磁石 35b を含む磁石列 2 つの磁石列に対応して、所謂ドッグボーン型といわれる複数のコイル 36b からなるコイル列及びこのコイル列を収容する冷却管 37b が設けられる。

#### 【0042】

図 6 に示すように、ドッグボーン型のコイル 36a からなるコイル列を収容する冷却管 37a、及び、ドッグボーン型のコイル 36b からなるコイル列を収容する冷却管 37b は、その断面形状が H 型となる。本実施形態においても、冷却管 37a, 37b の x 方向の幅が設定されているため、第 1 実施形態及び第 2 実施形態と同様に、冷却管 37a, 37b の剛性を高めることができる。この結果、冷却管 37a, 37b 内に導入する冷却液の流量を増大することができ、冷却管 37a, 37b による冷却能力を向上させることができる。

40

#### 【0043】

##### 〔第 4 実施形態〕

図 7 は、本発明の第 4 実施形態によるリニアモータ装置の上面透視図である。尚、図 7 においては、図 1 ~ 図 4 に示す部材と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略す

50

る。図 7 に示した本発明の第 4 実施形態によるリニアモータ装置と図 3 に示した本発明の第 1 実施形態によるリニアモータ装置との相違点は、コイル列 1 4 a 及びコイル列 1 4 b を互いに y 方向に所定量ずらして配置するとともに、コイル列 1 4 a 及びコイル列 1 4 b の結線方法を変更した点である。具体的には、コイル列 1 4 a をなす各コイル 1 3 a 及びコイル列 1 4 b をなす各コイル 1 3 b は、y 方向における配列間隔  $P_c$  の半分だけ互いに y 方向にずらして配置されている。

【0044】

また、図 3 においては、y 方向の位置が同一のコイル 1 3 a , 1 3 b に三相交流の同相の電流が供給されるように各コイル 1 3 a , 1 3 b が結線されていたが、本実施形態では、コイル列 1 4 a , 1 4 b との間で交互に相が変化するように各コイル 1 3 a , 1 3 b が結線されている。具体的には、コイル列 1 4 a をなす 1 つのコイル 1 3 a が U 相に設定されている場合、このコイル 1 3 a に対して - y 方向に  $P_c / 2$  だけずれて配置されたコイル 1 3 b が V 相に設定され、更にこのコイル 1 3 b に対して - y 方向に  $P_c / 2$  だけずれて配置されたコイル 1 3 a が W 相に設定される。

10

【0045】

図 3 に示す第 1 実施形態のリニアモータ装置においては、前述したように、2 極励磁方法によりリニアモータ装置を駆動した場合には、二対の U 相のコイル 1 3 a , 1 3 b 、二対の V 相のコイル 1 3 a , 1 3 b 、二対の W 相のコイル 1 3 a , 1 3 b の計 12 個のコイルが通電される。しかしながら、可動子 12 の推力発生に寄与するコイルの数は 10 個のコイルのみであり、2 個のコイル（一对のコイル 1 3 a , 1 3 b ）は可動子 12 の推力発生に寄与しない無効コイルになってしまう。これは、磁石列 27 a の y 方向の長さが、5 個分のコイルの y 方向の長さとはほぼ同じ長さに設定されているからである。

20

【0046】

本実施形態のリニアモータ装置は、図 7 に示すようにコイル列 1 4 a をなす各コイル 1 3 a 及びコイル列 1 4 b をなす各コイル 1 3 b を、y 方向における配列間隔  $P_c$  の半分だけ互いに y 方向にずらして配置することで、無効コイルの発生を防止して効率を向上させている。本実施形態において、1 極励磁方法を用いると、例えば U 相のコイル 1 3 a と、このコイル 1 3 a に対して - y 方向に  $P_c / 2$  だけずれて配置された V 相の 1 つのコイル 1 3 b と、このコイル 1 3 b に対して - y 方向に  $P_c / 2$  だけずれて配置された W 相の 1 つのコイル 1 3 a （U 相のコイルに対して配列間隔  $P_c$  だけ - y 方向にずれて配置されたコイル 1 3 a ）とが順に励起され、計 3 個のコイルが通電される。

30

【0047】

また、2 極励磁方法を用いると、y 方向に  $1.5 P_c$  だけずれて配置された U 相の一对のコイル 1 3 a , 1 3 b が一時に励起され、y 方向に  $1.5 P_c$  だけずれて配置された V 相の一对のコイル 1 3 a , 1 3 b が一時に励起され、y 方向に  $1.5 P_c$  だけずれて配置された W 相の一对のコイル 1 3 a , 1 3 b が一時に励起され、計 6 個のコイルが通電される。同様に、3 極励磁方法を用いると計 9 個のコイルが通電され、4 極励磁方法を用いると計 12 個のコイルが通電される。このように、本実施形態では、可動子 12 の推力を発生させるコイル数の数の細かい選択が可能である。

【0048】

また、図 3 に示した第 1 実施形態のリニアモータ装置は、コイル 1 3 a , 1 3 b により発生させる磁界の切り替え単位は、コイル 1 3 a , 1 3 b の y 方向における配列間隔  $P_c$  を最小単位としていた。しかしながら、本実施形態のリニアモータ装置は、配列間隔  $P_c$  の半分が最小単位となる。このように、本実施形態のリニアモータ装置は、第 1 実施形態のように可動子 12 の推力発生に寄与しない無効コイルの発生が無く、しかも磁界の切り替え単位を細かく制御することができるため、効率を向上させることができる。

40

【0049】

以上説明した配置のコイル列 1 4 a , 1 4 b は、図 3 に示した個別の冷却管 15 a , 15 b に收容された形態であっても良く、図 5 に示した第 2 実施形態のように、隔壁 31 で隔てられた冷却管 30 内の間隙各々に收容された形態であっても良い。また、図 6 に示した

50

第 3 実施形態のリニアモータ装置に設けられるドッグボーン型のコイル 3 6 a からなるコイル列についても、本実施形態の配列を適用することができる。

【 0 0 5 0 】

〔 第 5 実施形態 〕

図 8 は、本発明の第 5 実施形態によるリニアモータ装置の上面透視図である。尚、図 8 においては、図 1 ~ 図 4 に示す部材と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。前述した第 4 実施形態によるリニアモータ装置は、コイル列 1 4 a 及びコイル列 1 4 b を互いに y 方向に所定量ずらして配置するとともに、コイル列 1 4 a 及びコイル列 1 4 b の結線方法を変更することにより、可動子 1 2 の推力発生に寄与しない無効コイルの発生を無くするとともに、磁界の切り替え単位を細かく制御していた。

10

【 0 0 5 1 】

これに対し、本実施形態では、コイル列 1 4 a , 1 4 b について、その配列及び各コイル列 1 4 a , 1 4 b に設けられるコイル 1 3 a , 1 3 b の結線方法は、図 3 に示した第 1 実施形態と同じである。しかしながら、コイル列 1 4 a , 1 4 b に対して磁石列 4 0 a , 4 0 b をそれぞれ設け、磁石列 4 0 a , 4 0 b を互いに y 方向に所定量ずらして配置した点異なる。具体的に、磁石列 4 0 a と磁石列 4 0 b とは前述した配列間隔 P c の半分だけ互いに y 方向にずらして配置されている。

【 0 0 5 2 】

各々の磁石列 4 0 a , 4 0 b は、図 3 に示した第 1 実施形態のリニアモータ装置に設けられる磁石列 2 7 a と同様の構成であるが、x 方向の幅は狭く設定されている。即ち、図 5

20

【 0 0 5 3 】

尚、図 8 においては図示を省略しているが、第 2 実施形態及び第 3 実施形態と同様に、磁石列 4 0 a に対応して - z 方向に磁石列が設けられるとともに、磁石列 4 0 b に対応して - z 方向に磁石列が設けられ、対の磁石列がコイル列 1 4 a , 1 4 b をそれぞれ挟むように構成されている。このように、本実施形態のリニアモータ装置は、第 1 コイル列としてのコイル列 1 4 a と第 2 コイル列としてのコイル列 1 4 b とを有し、第 1 磁石列の一部をなす磁石列 4 0 a と、磁石列 4 0 a と平行に、且つ y 方向における位置が磁石列 4 0 a を

30

【 0 0 5 4 】

かかる構成のリニアモータ装置においては、x 方向の幅が狭い磁石列を備えることで装置のコストを低減を図ることができるとともに、可動子 1 2 の推力発生に寄与しない無効コイルの発生を無くし且つ磁界の切り替え単位を細かく制御することで効率の向上を図ることができる。

【 0 0 5 5 】

〔 第 6 実施形態 〕

図 9 は、本発明の第 6 実施形態によるリニアモータ装置の上面透視図である。尚、図 9 においては、図 1 ~ 図 5 に示す部材と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。本実施形態のリニアモータ装置は、効率を上げるために上ヨーク 2 1 と下ヨーク 2 3 との間の間隙に形成される磁界の磁束密度を高めた構成としている。

40

【 0 0 5 6 】

まず、図 9 に示すように本実施形態のリニアモータ装置は、図 3 に示す第 1 実施形態と同様に、y 方向に配列された複数のコイル 1 3 a からなるコイル列 1 4 a と、コイル列 1 4 a をなす各々のコイル 1 3 a の y 方向の位置が同一となるように、且つ x 方向に所定の距離を隔てて y 方向に配列された複数のコイル 1 3 b からなるコイル列 1 4 b とを備えている。各コイル 1 3 a , 1 3 b に供給される三相交流の各相毎の供給位置、即ち U 相、V 相、W 相それぞれ対応するコイル 1 3 a , 1 3 b の配列は第 1 実施形態と同様であるが、本

50

第 6 実施形態においては各コイルに流れる電流の方向が、隣り合う同相のコイル同士で逆方向となるように各コイル 1 3 a , 1 3 b が結線されている。つまり、あるコイル 1 3 a に供給される電流が + z 方向から見て右回りに流れている時、該コイル 1 3 a と隣り合うコイル 1 3 b に供給される電流が + z 方向から見て左回りに流れるように、各コイル 1 3 a , 1 3 b は結線されている。

【 0 0 5 7 】

これに対し、可動子 1 2 には、コイル列 1 4 a , 1 4 b に対応して磁石列 4 3 a , 4 3 b がそれぞれ設けられる。尚、図 9 においては図示を省略しているが、第 2 実施形態及び第 3 実施形態と同様に、磁石列 4 3 a に対応して - z 方向に磁石列が設けられるとともに、磁石列 4 3 b に対応して - z 方向に磁石列が設けられ、対の磁石列がコイル列 1 4 a , 1 4 b をそれぞれ挟むように構成されている。 10

【 0 0 5 8 】

磁石列 4 3 a は、磁束がコイル列 1 4 a ( コイル 1 3 a ) を通過するように、且つ y 方向に沿って交互に磁極が変化するように配列された複数の磁石 4 1 a と、磁石 4 1 a 間に配置された第 1 補助磁石としての補助磁石 4 2 a とを含んで構成される。補助磁石 4 2 a は、第 1 実施形態と同様に、可動子 1 2 の空隙部 2 6 ( 図 2 参照 ) における磁束密度を高めるために、その磁界の方向が磁石 2 0 の磁界の方向と 9 0 度をなすように ( 磁界の方向が y 方向に沿うように ) 配置される。

【 0 0 5 9 】

同様に、磁石列 4 3 b は、磁束がコイル列 1 4 b ( コイル 1 3 b ) を通過するように、且つ y 方向に沿って交互に磁極が変化するように配列された複数の磁石 4 1 b と、磁石 4 1 b 間に配置された第 1 補助磁石としての補助磁石 4 2 b とを含んで構成される。磁石列 4 3 b をなす各々の磁石 4 1 b の y 方向の位置は、磁石列 4 3 a をなす各々の磁石 4 1 a の y 方向の位置と同一の位置に設定される。 20

【 0 0 6 0 】

補助磁石 4 2 b は、補助磁石 4 2 a と同様に、可動子 1 2 の空隙部 2 6 における磁束密度を高めるために、その磁界の方向が磁石 2 0 の磁界の方向と 9 0 度をなすように ( 磁界の方向が y 方向に沿うように ) 配置される。尚、補助磁石 4 2 a , 4 2 b は、x 方向の長さが磁石 4 1 a , 4 1 b よりも長く設定され、y 方向の位置が同一の補助磁石 4 2 a , 4 2 b 同士が接触 ( 当接 ) するように配置される。 30

【 0 0 6 1 】

また、図 9 に示すように、y 方向の位置が同一の磁石 4 1 a と磁石 4 1 b とは極性が逆に設定され、y 方向の位置が同一の補助磁石 4 2 a と磁石 4 2 b とは磁界の方向が互いに反対になるように配置されている。尚、磁石 4 3 a に対応して - z 方向に設けられている不図示の磁石列、及び、磁石 4 3 b に対応して - z 方向に設けられている不図示の磁石列は、極性及び磁界の方向が図 4 に示した第 1 実施形態と同様に設定される。

【 0 0 6 2 】

本実施形態においては、磁石列 4 3 a , 4 3 b の列間に磁石列 4 3 a , 4 3 b をなす y 方向の位置が同一の磁石 4 1 a , 4 1 b に対応して第 2 補助磁石としての補助磁石 4 4 を備える。この補助磁石 4 4 は、補助磁石 4 2 a , 4 2 b と同様に、可動子 1 2 の空隙部 2 6 における磁束密度を高めるために設けられる。補助磁石 4 4 は、磁界の方向が磁石 4 1 a , 4 1 b の磁界の方向及び補助磁石 4 2 a , 4 2 b の磁界の方向と 9 0 度をなすように ( 磁界の方向が x 方向に沿うように ) 配置される。 40

【 0 0 6 3 】

図 1 0 は、本実施形態のリニアモータ装置の断面図及びその断面内における磁束密度の一例を示す図である。尚、図 1 0 においては、磁石 4 1 a , 4 1 b に対応して - z 方向に設けられる磁石に符号 4 5 a , 4 5 b を付してそれぞれ示し、補助磁石 4 4 に対向して - z 方向に設けられる補助磁石に符号 4 6 を付して示している。また、図 1 0 においては、コイル列 1 3 a , 1 3 b を個別に収容する冷却管は、図 5 に示す第 2 実施形態の構成を例に挙げている。

## 【0064】

補助磁石44, 46の磁界の方向は、磁石41aと磁石45aとの間の磁束密度及び磁石41bと磁石45bとの間の磁束密度をそれぞれ高めるように設定される。つまり、図10に示した例においては、磁石41aと磁石45aとの間に形成される磁界の方向は-z方向であり、磁石41bと磁石45bとの間の磁界の方向は+z方向である。このため、補助磁石44, 46によって磁石41aと磁石45aとの間に形成される磁界が-z方向となり、補助磁石44, 46によって磁石41bと磁石45bとの間に形成される磁界が+z方向となるように、補助磁石44, 46の極性が設定される。

## 【0065】

磁石41a間に補助磁石42aを配置し、また、磁石41b間に補助磁石42bを配置することで、可動子12の移動方向であるy方向に沿って空隙部26における磁束密度が高まることは図4を用いて説明した通りである。本実施形態では、磁石列43a, 43bの間に補助磁石44を配置し、更に磁石列43aに対応する磁石列(磁石45a)と磁石列43bに対応する磁石列(磁石45b)との間に補助磁石46を配置することで空隙部26における磁束密度を高めている。

10

## 【0066】

つまり、図10を参照して磁束の経路を考えると、磁石41a、コイル13a、磁石45a、補助磁石46、磁石45b、コイル13b、磁石41b、補助磁石44、及び磁石41aという経路が形成される。この経路内に、補助磁石44, 46が設けられているため、その分空隙部26における磁束密度が高くなることが分かる。特に、図10を参照すると、コイル13a, 13b内であって、隔壁31に近接する部分の磁束密度が符号Q1, Q2を付して示したように、高くなっていることが分かる。

20

## 【0067】

このように、本実施形態においては、磁石列をなす磁石間に補助磁石を設けるとともに、磁石列間に補助磁石を設けているため、可動子12の空隙部26内の磁束密度をより高めることができる。その結果として、x方向の幅が小さく設定されたコイル13a, 13bからなるコイル列14a, 14bを設けたことで生ずるであろう推力の低下を補うことができる。

## 【0068】

〔その他の実施形態〕

30

以上、本発明の第1～第6実施形態によるリニアモータ装置について説明した。上述した第1～第6実施形態では、2つのコイル列14aとコイル列14bとを平行に設けたりニアモータ装置を例に挙げて説明したが、平行に設けられるコイル列の数は3列以上であっても良い。また、第2実施形態のように、各々のコイル列に対応させて磁石列を設ける場合にも磁石列の数をコイル列の数に応じて増加させることができる。

## 【0069】

また、上述した第1～第6実施形態においては、コイル列を収容する冷却管15a, 15b, 30, 37a, 37bを設けたが、コイル列を収容する冷却管15a, 15b, 30, 37a, 37bの外側に更に第2冷却管を設けても良い。これによりコイル列を収容する冷却管と、第2冷却管との間に形成された空間に冷媒を流動させることができ、コイル列が発生する熱が外部に伝達するのをより完全に遮断することができる。この場合、第2冷却管はコイル列(冷却管)毎に設けても良いし、複数のコイル列(冷却管)を1つの第2冷却管内に収容しても構わない。

40

## 【0070】

また、上述した第1～第6実施形態においてはコイル(コイル列)が固定子11に設けられ、磁石(磁石列)が可動子12に設けられた、所謂ムービングマグネット型のリニアモータ装置について説明した。しかしながら、本発明は、固定子側に磁石を設け、可動子側にコイルを設けた所謂ムービングコイル型のリニアモータ装置にも適用することができる。

## 【0071】

50

## 〔ステージ装置及び露光装置〕

次に、上述したリニアモータ装置を備えるステージ装置及び露光装置について詳細に説明する。図 1 1 は、本発明の一実施形態による露光装置の概略構成を示す図である。本実施形態においては、図 1 1 中の投影光学系 P L に対してマスクとしてのレチクル R と感光基板としてのウェハ W とを相対的に移動させつつ、レチクル R に形成されたパターンをウェハ W に転写して半導体素子を製造するステップ・アンド・スキャン方式の露光装置に適用した場合を例に挙げて説明する。

## 【0072】

尚、以下の説明においては、図 1 1 中に示した X Y Z 直交座標系を設定し、この X Y Z 直交座標系を参照しつつ各部材の位置関係について説明する。X Y Z 直交座標系は、X 軸及び Y 軸がウェハ W に対して平行となるよう設定され、Z 軸がウェハ W に対して直交する方向（投影光学系 P L の光軸 A X に沿った方向）に設定されている。図中の X Y Z 座標系は、実際には X Y 平面が水平面に平行な面に設定され、Z 軸が鉛直上方向に設定される。また、本実施形態では露光中（パターン転写中）にレチクル R 及びウェハ W を移動させる方向（走査方向）を Y 方向に設定している。尚、それぞれの軸周りの回転方向を Z、Y、X とする。

## 【0073】

図 1 1 に示す露光装置 5 1 は、照明光学系 I U、ステージ装置 5 4、投影光学系 P L、ステージ装置 5 7、及びリアクションフレーム 5 8 から概略構成されている。照明光学系 I U は、光源（不図示）からの露光用照明光によりマスクとしてのレチクル R 上の矩形状（又は円弧状）の照明領域を均一な照度で照明する。ステージ装置 5 4 は、レチクル R を保持して移動するマスクステージとしてのレチクルステージ 5 2 とレチクルステージ 5 2 を支持するレチクル定盤 5 3 とを含んで構成される。投影光学系 P L は、レチクル R に形成されたパターンを縮小倍率 1 / （ は、例えば 5 又は 4 ）で感光基板としてのウェハ W 上に投影する。ステージ装置 5 7 は、ウェハ W を保持して移動する基板ステージとしてのウェハステージ 5 5 とウェハステージ 5 5 を保持するウェハ定盤 5 6 とを含んで構成される。リアクションフレーム 5 8 は、上記ステージ装置 5 4 及び投影光学系 P L を支持する。

## 【0074】

照明光学系 I U は、リアクションフレーム 5 8 の上面に固定された支持コラム 5 9 によって支持される。尚、露光用照明光としては、例えば超高圧水銀ランプから射出される紫外線の輝線（g 線、i 線）、Kr F エキシマレーザ光（波長 248 nm）等の遠紫外光（DUV 光）、又は Ar F エキシマレーザ光（波長 193 nm）若しくは F<sub>2</sub> レーザ光（波長 157 nm）等の真空紫外光（VUV）等が用いられる。リアクションフレーム 5 8 は、床面に水平に載置されたベースプレート 60 上に設置されており、その上部側及び下部側には、内側に向けて突出する段部 58 a、58 b がそれぞれ形成されている。

## 【0075】

ステージ装置 5 4 の一部をなすレチクル定盤 5 3 は、各コーナーにおいてリアクションフレーム 5 8 の段部 58 a に防振ユニット 61 を介してほぼ水平に支持されており、その中央部にはレチクル R に形成されたパターン像が通過する開口 53 a が形成されている。尚、図 1 1 においては、X 方向に配置された防振ユニット 61 のみを図示しており、Y 方向に配置された防振ユニットは図示を省略している。

## 【0076】

尚、レチクル定盤 5 3 の材料として金属やセラミックスを用いることができる。防振ユニット 61 は、内圧が調整可能なエアマウント 62 とボイスコイルモータ 63 とが段部 58 a 上に直列に配置された構成になっている。これら防振ユニット 61 によって、ベースプレート 60 及びリアクションフレーム 5 8 を介してレチクル定盤 5 3 に伝わる微振動がマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている（G は重力加速度）。

## 【0077】

レチクル定盤 5 3 上には、レチクルステージ 5 2 がレチクル定盤 5 3 に沿って 2 次元的に

移動可能に支持されている。レチクルステージ 5 2 の底面には、複数のエアベアリング（エアパッド）6 4 が固定されており、これらのエアベアリング 6 4 によってレチクルステージ 5 2 がレチクル定盤 5 3 上に数ミクロン程度のクリアランスを介して浮上支持されている。また、レチクルステージ 5 2 の中央部には、レチクル定盤 5 3 の開口 5 3 a と連通し、レチクル R のパターン像が通過する開口 5 2 a が形成されている。

#### 【0078】

ここで、レチクルステージ 5 2 について詳述する。図 1 2 は、本発明の一実施形態による露光装置に設けられるレチクルステージの外観斜視図である。尚、図 1 2 に示したレチクルステージは、本発明にいうステージ装置に相当するものでもある。図 1 2 に示すようにレチクルステージ 5 2 は、レチクル定盤 5 3 上を一对の Y リニアモータ 6 5 , 6 5 によって Y 軸方向に所定ストロークで駆動されるレチクル粗動ステージ 6 6 と、このレチクル粗動ステージ 6 6 上を一对の X ボイスコイルモータ 6 7 X と一对の Y ボイスコイルモータ 6 7 Y とによって X、Y、Z 方向に微小駆動されるレチクル微動ステージ 6 8 とを備えた構成になっている。このように、レチクルステージ 5 2 は、レチクル粗動ステージ 6 6 とレチクル微動ステージ 6 8 とから構成されるが、図 1 1 においては簡略化して図示している。

10

#### 【0079】

各 Y リニアモータ 6 5 は、レチクル定盤 5 3 上に非接触ベアリングである複数のエアベアリング（エアパッド）6 9 によって浮上支持され Y 軸方向に延びる固定子 7 0 と、この固定子 7 0 に対応して設けられ、連結部材 7 2 を介してレチクル粗動ステージ 6 6 に固定された可動子 7 1 とから構成されている。このため、運動量保存の法則により、レチクル粗動ステージ 6 6 の + Y 方向の移動に応じて、固定子 7 0 はカウンターマスとして - Y 方向に移動する。尚、Y リニアモータ 6 5 は、前述したリニアモータ装置が用いられる。

20

#### 【0080】

この固定子 7 0 の移動によりレチクル粗動ステージ 6 6 の移動に伴う反力を相殺するとともに、重心位置の変化を防ぐことができる。尚、Y リニアモータ 6 5 における可動子 7 1 と固定子 7 0 とはカップリングされているため、これらが相対移動した際には、元の位置に止まろうとする力が作用する。そのため、本実施の形態では、固定子 7 0 が所定の位置に到達するようにその移動量を補正する不図示のトリムモータが設けられている。

#### 【0081】

レチクル粗動ステージ 6 6 は、レチクル定盤 5 3 の中央部に形成された上部突出部 5 3 b の上面に固定され Y 軸方向に延びる一对の Y ガイド 1 0 1 , 1 0 1 によって Y 軸方向に案内されるようになっている。また、レチクル粗動ステージ 6 6 は、これら Y ガイド 1 0 1 , 1 0 1 に対して不図示のエアベアリングによって非接触で支持されている。

30

#### 【0082】

レチクル微動ステージ 6 8 には、不図示のバキュームチャックを介してレチクル R が吸着保持されるようになっている。レチクル微動ステージ 6 8 の - Y 方向の端部には、コーナキューブからなる一对の Y 移動鏡 1 0 2 a , 1 0 2 b が固定され、また、レチクル微動ステージ 6 8 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 1 0 3 が固定されている。そして、これらの Y 移動鏡 1 0 2 a , 1 0 2 b 及び X 移動鏡 1 0 3 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、レチクルステージ 5 2 の X 方向及び Y 方向の位置並びに Z 軸回りの回転 Z が高精度に計測される。

40

#### 【0083】

図 1 1 に戻り、投影光学系 P L は、複数の屈折光学素子（レンズ素子）を含んで構成され、物体面（レチクル R）側と像面（ウェハ W）側の両方がテレセントリックで円形の投影視野を有する。尚、投影光学系 P L が備える複数のレンズ素子の硝材は、露光用照明光の波長に応じて、例えば石英又は蛍石が選択される。照明光学系 I U から射出される照明光がレチクル R を照明すると、レチクル R を透過した照明光が投影光学系 P L に入射し、レチクルに形成されたパターンの部分倒立像が投影光学系 P L の像面側の円形視野の中央に

50



スリット状に制限されて結像される。これにより、投影されたパターンの部分倒立像は、投影光学系 P L の結像面に配置されたウェハ W 上の複数のショット領域のうち、1 つのショット領域表面のレジスト層に縮小転写される。

#### 【0084】

投影光学系 P L に設けられる（投影光学系 P L を構成する）レンズ素子の一部（例えば、5 つのレンズ素子）は圧電素子を用いたアクチュエータ、磁歪アクチュエータ、流体圧アクチュエータ等の駆動源によって、光軸 A X 方向（Z 方向）に移動可能且つ X 方向又は Y 方向を軸として傾斜（チルト）可能に構成されている。これらの移行可能及び傾斜可能に構成されたレンズ素子の 1 つの姿勢を調整することにより、又は、複数のレンズ素子の姿勢を互いに関連付けて調整することにより、例えば投影光学系 P L で生ずる 5 つの回転対称収差及び 5 つの偏心収差を個別に補正することができる。ここでいう 5 つの回転対称収差とは、倍率、ディストーション（歪曲収差）、コマ収差、像面湾曲収差、及び球面収差をいう。また、5 つの偏心収差とは、偏心ディストーション（歪曲収差）、偏心コマ収差、偏心アス収差、及び偏心球面収差をいう。

10

#### 【0085】

投影光学系 P L は、リアクションフレーム 5 8 の段部 5 8 b に防振ユニット 7 4 を介してほぼ水平に支持された鋳物等で構成された鏡筒定盤 7 5 に、光軸 A X 方向を Z 方向として上方から挿入されるとともに、フランジ 7 3 が係合している。ここで、防振ユニット 7 4 は、鏡筒定盤 7 5 の各コーナーに配置され、内圧が調整可能なエアマウント 7 6 とボイスコイルモータ 7 7 とが段部 5 8 b 上に直列に配置された構成になっている。尚、図 1 1 においては、X 方向に配置された防振ユニット 7 4 のみを図示しており、Y 方向に配置された防振ユニットは図示を省略している。これらの防振ユニット 7 4 によって、ベースプレート 6 0 及びリアクションフレーム 5 8 を介して鏡筒定盤 7 5（ひいては投影光学系 P L）に伝わる微振動がマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている。

20

#### 【0086】

ステージ装置 5 7 は、ウェハステージ 5 5、このウェハステージ 5 5 を X Y 平面に沿った 2 次元方向に移動可能に支持するウェハ定盤 5 6、ウェハステージ 5 5 と一体的に設けられウェハ W を吸着保持する試料台 S T、これらウェハステージ 5 5 及び試料台 S T を相対移動自在に支持する X ガイドバー X G を主体に構成されている。ウェハステージ 5 5 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（エアパッド）7 8 が固定されており、これらのエアベアリング 7 8 によってウェハステージ 5 5 がウェハ定盤 5 6 上に、例えば数ミクロン程度のクリアランスを介して浮上支持されている。

30

#### 【0087】

ウェハ定盤 5 6 は、ベースプレート 6 0 の上方に、防振ユニット 7 9 を介してほぼ水平に支持されている。防振ユニット 7 9 は、ウェハ定盤 5 6 の各コーナーに配置され、内圧が調整可能なエアマウント 8 0 とボイスコイルモータ 8 1 とがベースプレート 6 0 上に並列に配置された構成になっている。尚、図 1 1 においては、X 方向に配置された防振ユニット 7 9 のみを図示しており、Y 方向に配置された防振ユニットは図示を省略している。これらの防振ユニット 7 9 によって、ベースプレート 6 0 を介してウェハ定盤 5 6 に伝わる微振動がマイクロ G レベルで絶縁されるようになっている。

40

#### 【0088】

ここで、ウェハステージ 5 5 について詳述する。図 1 3 は、本発明の一実施形態による露光装置に設けられるウェハステージの外観斜視図である。尚、図 1 3 に示したウェハステージは、本発明にいうステージ装置に相当するものでもある。図 1 3 に示すように、X ガイドバー X G は、X 方向に沿った長尺形状を呈しており、その長さ方向両端には磁石列を有する可動子 8 6、8 6 がそれぞれ設けられている。これらの可動子 8 6、8 6 に対応するコイル列を有する固定子 8 7、8 7 は、ベースプレート 6 0 に突設された支持部 8 2、8 2 に設けられている（図 1 1 参照。尚、図 1 1 では可動子 8 6 及び固定子 8 7 を簡略して図示している）。

#### 【0089】

50

これらの可動子 8 6 及び固定子 8 7 によってリニアモータ 8 3 , 8 3 が構成されており、可動子 8 6 が固定子 8 7 との間の電磁氣的相互作用により駆動されることで X ガイドバー X G が Y 方向に移動し、リニアモータ 8 3 , 8 3 の駆動を調整することで Z 方向に回転移動する。すなわち、このリニアモータ 8 3 によって X ガイドバー X G とほぼ一体的にウェハステージ 5 5 ( 及び試料台 S T、以下単に試料台 S T という ) が Y 方向及び Z 方向に駆動されるようになっている。尚、リニアモータ 8 3 , 8 3 は、前述したリニアモータ装置が用いられる。

#### 【 0 0 9 0 】

また、X ガイドバー X G の - X 方向側には、X トリムモータ 8 4 の可動子を取り付けられている。X トリムモータ 8 4 は、X 方向に推力を発生することで X ガイドバー X G の X 方向の位置を調整するものであって、その固定子 ( 不図示 ) はリアクションフレーム 5 8 に設けられている。このため、ウェハステージ 5 5 を X 方向に駆動する際の反力は、リアクションフレーム 5 8 を介してベースプレート 6 0 に伝達される。

10

#### 【 0 0 9 1 】

試料台 S T は、X ガイドバー X G との間に Z 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を介して、X ガイドバー X G に X 方向に相対移動自在に非接触で支持・保持されている。また、ウェハステージ 5 5 は、X ガイドバー X G に埋設された固定子を有する X リニアモータ 8 5 による電磁氣的相互作用により X 方向に駆動される。X リニアモータの可動子は図示していないが、ウェハステージ 5 5 に取り付けられている。試料台 S T の上面には、ウェハホルダ 9 1 を介してウェハ W が真空吸着等によって固定される ( 図 1 1 参照。図 1 3 では図示略 )。尚、X リニアモータ 8 5 も、前述したリニアモータ装置が用いられる。

20

#### 【 0 0 9 2 】

尚、上記リニアモータ 8 3 よりも X リニアモータ 8 5 の方がウェハステージ 5 5 上に載置されるウェハ W に近い位置に配置されている上、X リニアモータ 8 5 の可動子が試料台 S T に固定されている。このため、X リニアモータ 8 5 は発熱源であるコイルがウェハ W から遠くに位置する固定子となり、発熱源とならない磁石が可動子となるように、ムービングマグネット型のリニアモータを用いることが望ましい。また、リニアモータ 8 3 は、X リニアモータ 8 5、X ガイドバー X G、及び試料台 S T を一体とし駆動するため、X リニアモータ 8 5 より遙かに大きい推力を必要とする。そのため、多くの電力を必要とし発熱量も X リニアモータ 8 5 より大きくなる。この点を考慮して、全体的に発熱量が小さくなるようにリニアモータ 8 3 としてムービングコイル型のリニアモータを用いることができる。一方、発熱源であるコイルは冷却液の循環により冷却されるので、冷却液循環のための配管が必要となる。この点を考慮して、配管部分が連動しないようにコイルを固定子とするムービングマグネット型のリニアモータを用いることもできる。

30

#### 【 0 0 9 3 】

ウェハステージ 5 5 の X 方向の位置は、投影光学系 P L の鏡筒下端に固定された参照鏡 9 2 ( 図 1 1 参照 ) を基準として、ウェハステージ 5 5 の一部に固定された移動鏡 9 3 の位置変化を計測する図 1 1 に示したレーザ干渉計 9 4 によって所定の分解能、例えば 0 . 5 ~ 1 nm 程度の分解能でリアルタイムに計測される。尚、上記参照鏡 9 2、移動鏡 9 3、レーザ干渉計 9 4 とほぼ直交するように配置された不図示の参照鏡、レーザ干渉計及び移動鏡によってウェハステージ 5 5 の Y 方向の位置が計測される。尚、これらレーザ干渉計の中、少なくとも一方は、測長軸を 2 軸以上有する多軸干渉計であり、これらレーザ干渉計の計測値に基づいてウェハステージ 5 5 ( ひいてはウェハ W ) の X 方向の位置及び Y 方向の位置のみならず、X、Y、Z 各軸まわりの回転量をも求めることができるようになっている。

40

#### 【 0 0 9 4 】

更に、図 1 1 に示すように、投影光学系 P L のフランジ 7 3 には、異なる 3 カ所に 3 つのレーザ干渉計 9 5 が固定されている ( ただし、図 1 1 においてはこれらのレーザ干渉計のうち 1 つを代表して図示している )。各レーザ干渉計 9 5 に対向する鏡筒定盤 7 5 の部分

50

には、開口 75a がそれぞれ形成されており、これらの開口 75a を介して各レーザ干渉計 95 から Z 方向のレーザビーム（測長ビーム）がウェハ定盤 56 に向けて照射される。ウェハ定盤 56 の上面の各測長ビームの対向位置には、反射面がそれぞれ形成されている。このため、上記 3 つのレーザ干渉計 95 によってウェハ定盤 56 の異なる 3 点の Z 位置がフランジ 73 を基準としてそれぞれ計測される。

#### 【0095】

次に、以上説明した構成の露光装置の露光時の動作について簡単に説明する。露光動作が開始されると、不図示のステージコントローラがレチクルステージ 52 及びウェハステージ 55 を加速させ、レチクルステージ 52 及びウェハステージ 55 が所定の速度に達したときに、不図示の主制御系が照明光学系 IU から照明光を射出させ、レチクル R 上の所定の矩形状の照明領域を均一な照度で照明させる。

10

#### 【0096】

この照明領域に対してレチクル R が Y 方向に走査されるのに同期して、この照明領域と投影光学系 PL に関して光学的に共役な露光領域に対してウェハ W を走査する。これにより、レチクル R のパターン領域を透過した照明光が投影光学系 PL により 1 / 倍に縮小され、レジストが塗布されたウェハ W 上にパターンの縮小像が投影される。そして、ウェハ W 上の露光領域には、レチクル R のパターンが逐次転写され、1 回の走査でレチクル R 上のパターン領域の全面がウェハ W 上のショット領域に転写される。1 つのショット領域に対してパターン転写が終了すると、例えば X 方向にウェハ W をステップ移動させて次にパターンを転写すべきショット領域を露光開始位置に移動させる。その後、不図示のステージコントローラがレチクルステージ 52 及びウェハステージ 55 を加速させ、上述した動作と同様の動作を繰り返す。

20

#### 【0097】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に制限されず、本発明の範囲内で自由に変更が可能である。例えば、上記実施形態で挙げた光源以外に、Kr<sub>2</sub> レーザ（波長 146 nm）、YAG レーザの高周波発生装置、若しくは半導体レーザの高周波発生装置を用いることができる。更に、光源としてDFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（又はエルビウムとイットリビウムの両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。例えば、単一波長レーザの発振波長を 1.51 ~ 1.59 μm の範囲内とすると、発生波長が 189 ~ 199 nm の範囲内である 8 倍高調波、又は発生波長が 151 ~ 159 nm の範囲内である 10 倍高調波が出力される。

30

#### 【0098】

特に、発振波長を 1.544 ~ 1.553 μm の範囲内とすると、発生波長が 193 ~ 194 nm の範囲内の 8 倍高調波、即ち ArF エキシマレーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を 1.57 ~ 1.58 μm の範囲内とすると、発生波長が 157 ~ 158 nm の範囲内の 10 倍高調波、即ち F<sub>2</sub> レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。また、発振波長を 1.03 ~ 1.12 μm の範囲内とすると、発生波長が 147 ~ 160 nm の範囲内である 7 倍高調波が出力され、特に発振波長を 1.099 ~ 1.106 μm の範囲内とすると、発生波長が 157 ~ 158 μm の範囲内の 7 倍高調波、即ち F<sub>2</sub> レーザ光とほぼ同一波長となる紫外光が得られる。この場合、単一波長発振レーザとしては例えばイットリビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いることができる。

40

#### 【0099】

また、本発明は半導体素子の製造に用いられる露光装置だけではなく、液晶表示素子（LCD）等を含むディスプレイの製造に用いられてデバイスパターンをガラスプレート上へ転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられてデバイスパターンをセラミックウェハ上へ転写する露光装置、及び CCD 等の撮像素子の製造に用いられる露光装置等にも適用することができる。更には、光露光装置、EUV 露光装置、X 線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリ

50

コンウェハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。ここで、D U V (遠紫外) 光やV U V (真空紫外) 光などを用いる露光装置では一般的に透過型レチクルが用いられ、レチクル基板としては石英ガラス、フッ素がドープされた石英ガラス、蛍石、フッ化マグネシウム、又は水晶などが用いられる。また、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク(ステンシルマスク、メンブレンマスク)が用いられ、マスク基板としてはシリコンウェハなどが用いられる。

#### 【0100】

また、本発明のステージ装置は、露光装置に設けられるステージ装置のみならず、物体を載置した状態で移動させる(1次元的な移動又は2次元的な移動に制限されない)ステージ装置を制御する場合一般について適用することが可能である。

10

#### 【0101】

次に、本発明の一実施形態による露光装置を用いたマイクロデバイスの製造方法の実施形態について簡単に説明する。図14は、マイクロデバイス(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)の製造例のフローチャートを示す図である。図14に示すように、まず、ステップS10(設計ステップ)において、マイクロデバイスの機能・性能設計(例えば、半導体デバイスの回路設計等)を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップS11(マスク製作ステップ)において、設計した回路パターンを形成したマスク(レチクル)を製作する。一方、ステップS12(ウェハ製造ステップ)において、シリコン等の材料を用いてウェハを製造する。

20

#### 【0102】

次に、ステップS13(ウェハ処理ステップ)において、ステップS10~ステップS12で用意したマスクとウェハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウェハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップS14(デバイス組立ステップ)において、ステップS13で処理されたウェハを用いてデバイス組立を行う。このステップS14には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程(チップ封入)等の工程が必要に応じて含まれる。最後に、ステップS15(検査ステップ)において、ステップS14で作製されたマイクロデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にマイクロデバイスが完成し、これが出荷される。

30

#### 【0103】

図15は、半導体デバイスの場合における、図14のステップS13の詳細なフローの一例を示す図である。図15において、ステップS21(酸化ステップ)においてはウェハの表面を酸化させる。ステップS22(CVDステップ)においてはウェハ表面に絶縁膜を形成する。ステップS23(電極形成ステップ)においてはウェハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップS24(イオン打込みステップ)においてはウェハにイオンを打ち込む。以上のステップS21~ステップS24のそれぞれは、ウェハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

#### 【0104】

ウェハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップS25(レジスト形成ステップ)において、ウェハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップS26(露光ステップ)において、上で説明したリソグラフィシステム(露光装置)及び露光方法によってマスクの回路パターンをウェハに転写する。次に、ステップS27(現像ステップ)においては露光されたウェハを現像し、ステップS28(エッチングステップ)において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップS29(レジスト除去ステップ)において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウェハ上に多重に回路パターンが形成される。

40

#### 【0105】

#### 【発明の効果】

50

以上説明したように、本発明によれば、固定子と可動子との相対移動方向にコイルを配列してなるコイル列を複数設け、各々のコイル列を収容部材で個別に収容しているため、収容部材の剛性を上げることができる。その結果、収容部材内に導入する冷却液の流量を増大することができ、コイルの冷却能力を向上させることができるという効果がある。また、かかる構成にすることで収容部材内に導入された冷却液が収容部材内でまんべんなく流れることになるため、これによっても冷却能力を向上することができる効果がある。

また、本発明によれば、固定子と可動子との相対移動方向に交差する方向に複数設けられたコイル列を相対移動方向に所定量だけずらして配置しているため、コイル列をなすコイルに通電した際に可動子の推力発生に寄与しないコイルの発生を防止することができ、リニアモータ駆動時の効率を向上させることができるという効果がある。また、固定子と可動子との相対移動方向におけるコイルにより発生させる磁界の切り替え単位を細かく制御することができるため、効率を向上させることができるという効果がある。

また、本発明によれば、第1補助磁石及び第2補助磁石を設けることにより、コイル列を透過する磁束の磁束密度を高めることができるため、相対移動方向に交差する方向にコイル列を複数配置したことで生ずるであろう推力低下を補うことができるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態によるリニアモータ装置の外観構成を示す斜視図である。

【図2】図1中のA-A線の断面矢視図である。

【図3】コイル列14a, 14bと磁石列27a, 27bとの関係を示す図1に示したリニアモータ装置の上面透視図である。

【図4】図1及び図3中のB-B線の断面矢視図である。

【図5】本発明の第2実施形態によるリニアモータ装置の断面図である。

【図6】本発明の第3実施形態によるリニアモータ装置の断面図である。

【図7】本発明の第4実施形態によるリニアモータ装置の上面透視図である。

【図8】本発明の第5実施形態によるリニアモータ装置の上面透視図である。

【図9】本発明の第6実施形態によるリニアモータ装置の上面透視図である。

【図10】本実施形態のリニアモータ装置の断面図及びその断面内における磁束密度の一例を示す図である。

【図11】本発明の一実施形態による露光装置の概略構成を示す図である。

【図12】本発明の一実施形態による露光装置に設けられるレチクルステージの外観斜視図である。

【図13】本発明の一実施形態による露光装置に設けられるウェハステージの外観斜視図である。

【図14】マイクロデバイスの製造例を示すフローチャートである。

【図15】半導体デバイスの場合における、図14のステップS13の詳細なフローの一例を示す図である。

【図16】従来のリニアモータ装置の一例を示す断面図である。

#### 【符号の説明】

10	リニアモータ装置
11	固定子
12	可動子
13a, 13b	コイル
14a, 14b	コイル列
15a, 15b	冷却管（収容部材）
20	磁石
27a, 27b	磁石列
28	補助磁石（第1補助磁石）
40a, 40b	磁石列
41a, 41b	磁石

10

20

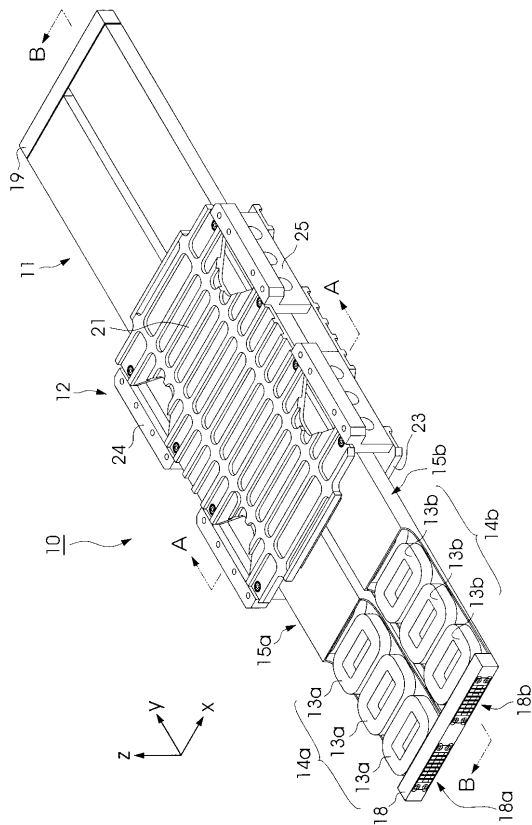
30

40

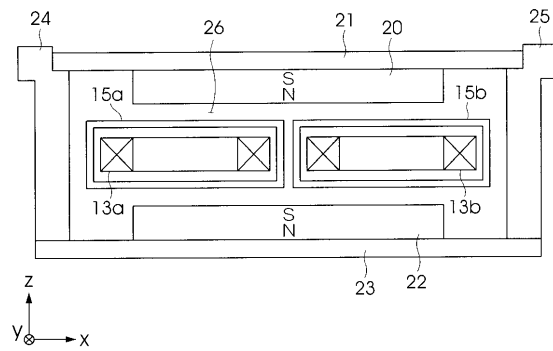
50

4 2 a , 4 2 b	補助磁石 ( 第 1 補助磁石 )
4 3 a , 4 3 b	磁石列
4 4	補助磁石 ( 第 2 補助磁石 )
5 1	露光装置
5 2	レチクルステージ ( マスクステージ )
5 5	ウェハステージ ( 基板ステージ )
R	レチクル ( マスク )
W	ウェハ ( 感光基板 )

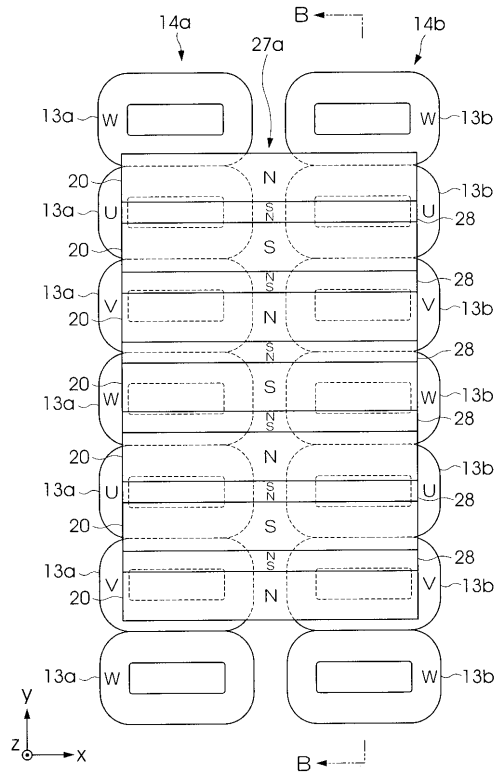
【 図 1 】



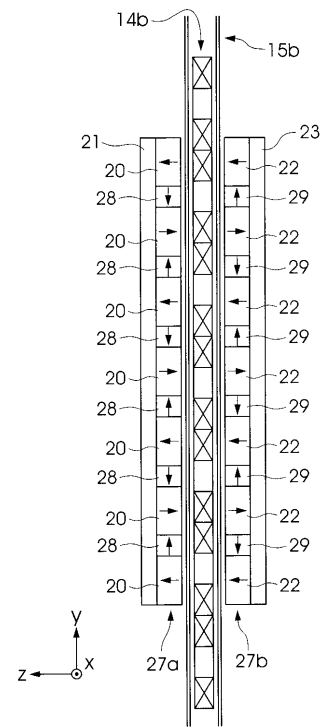
【 図 2 】



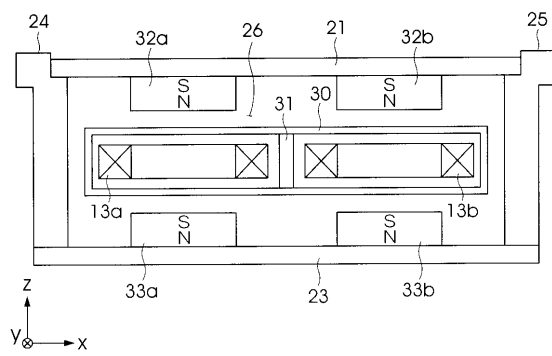
【 図 3 】



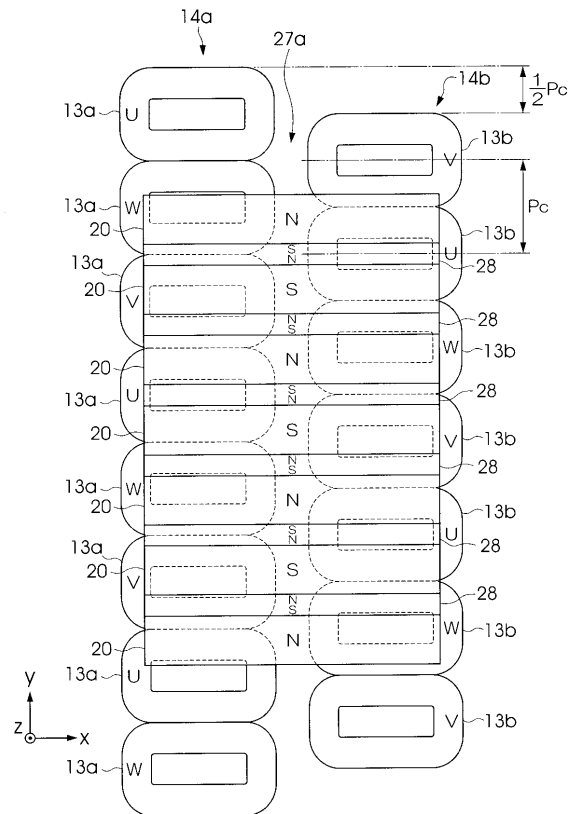
【 図 4 】



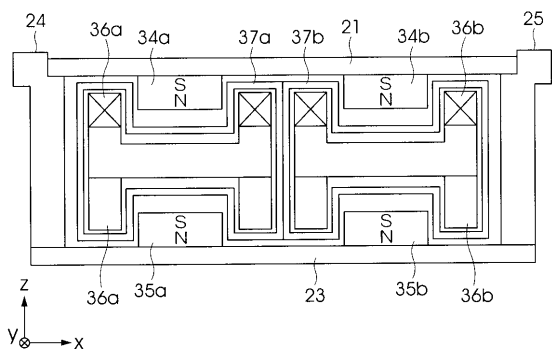
【 図 5 】



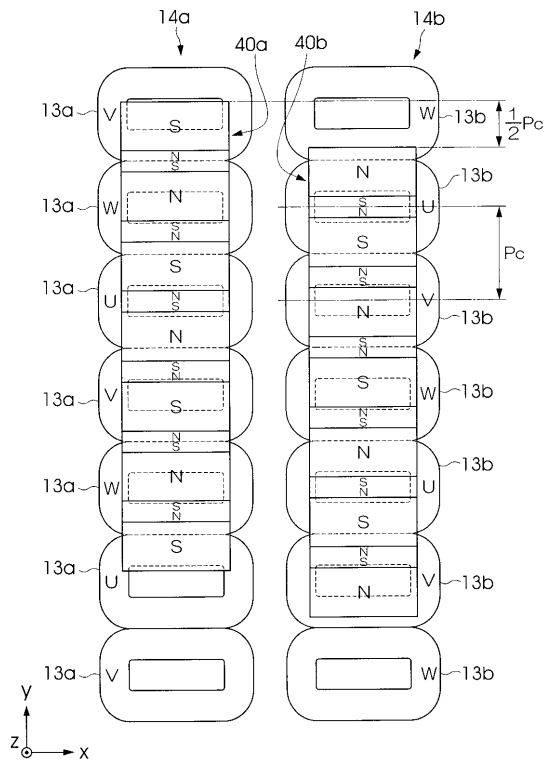
【 図 7 】



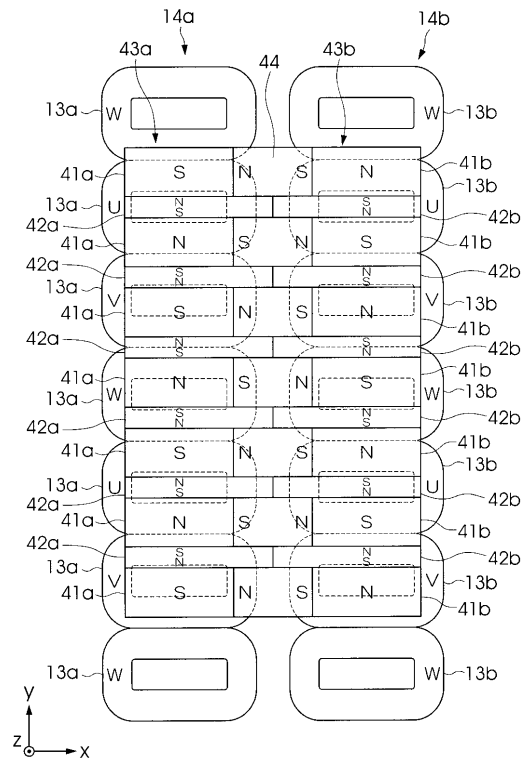
【 図 6 】



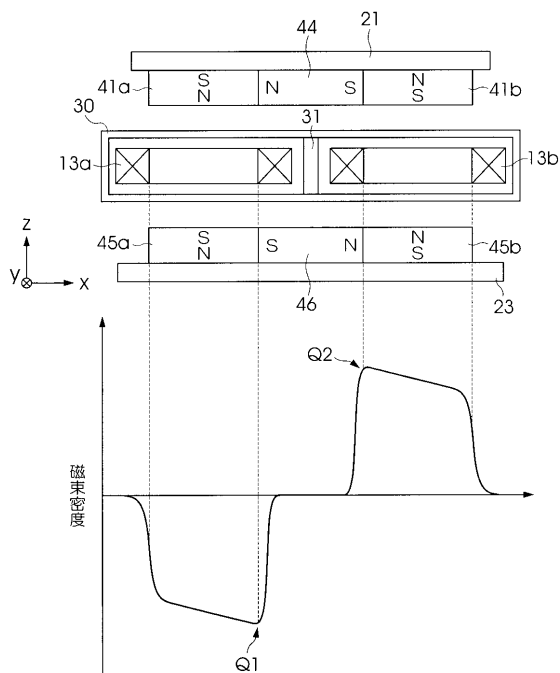
【図 8】



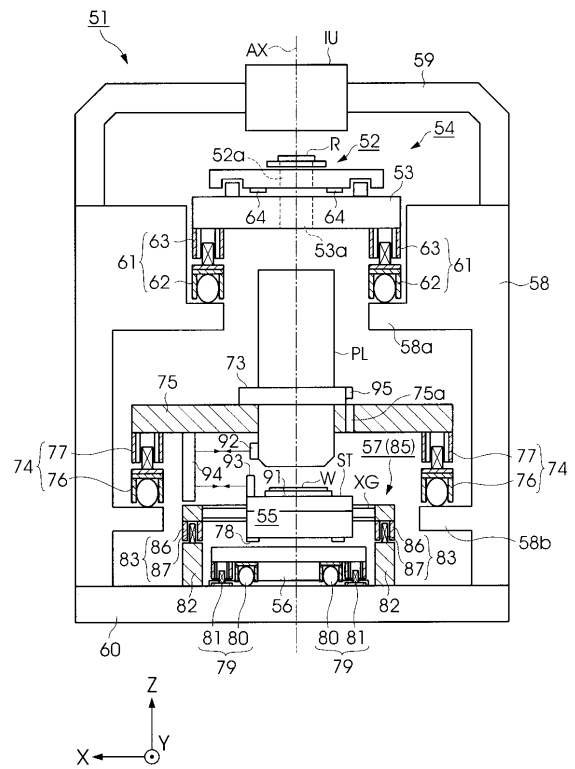
【図 9】



【図 10】

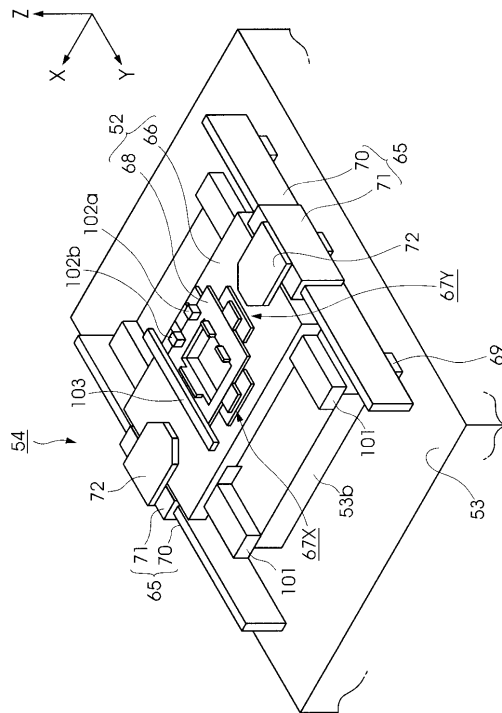


【図 11】

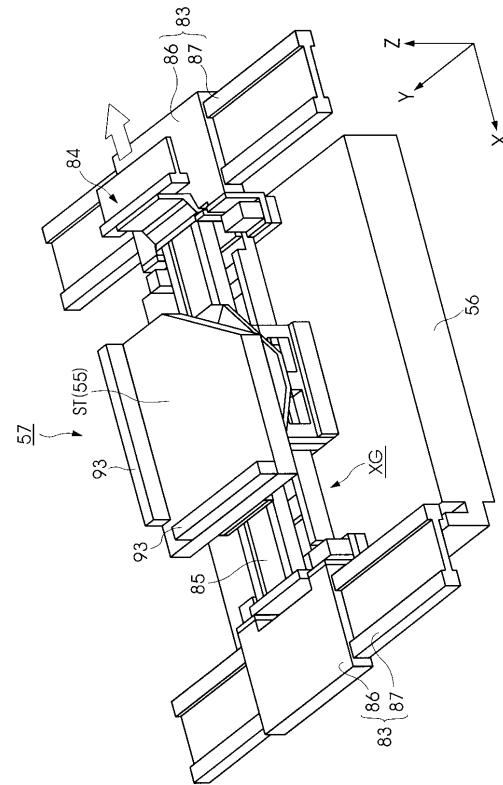




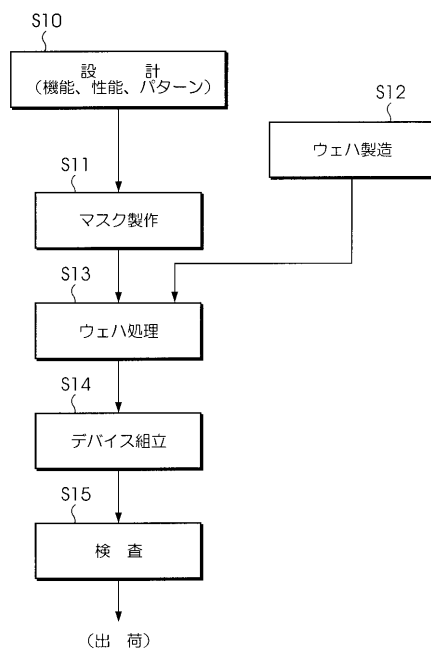
【図 1 2】



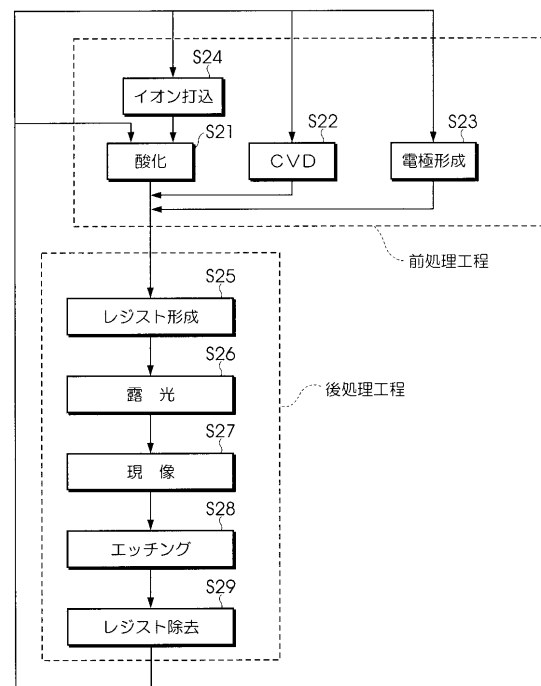
【図 1 3】



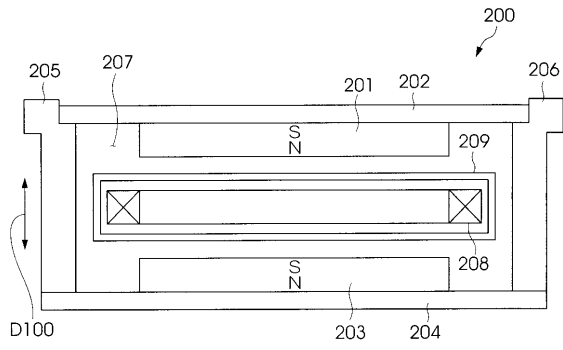
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 16】



---

フロントページの続き

(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) 5F031 CA02 CA05 HA38 HA55 JA06 JA28 JA32 JA38 KA06 KA07  
KA08 LA07 LA08 LA10 MA24 MA26 MA27 MA32  
5F046 CC01 CC02 CC13 CC18  
5H641 BB06 BB19 GG02 GG05 GG07 GG11 HH03 HH06 JB05