

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6303284号
(P6303284)

(45) 発行日 平成30年4月4日(2018.4.4)

(24) 登録日 平成30年3月16日(2018.3.16)

(51) Int.Cl. F 1
H02K 41/03 (2006.01) H02K 41/03 A

請求項の数 15 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2013-89727 (P2013-89727)	(73) 特許権者	000005083
(22) 出願日	平成25年4月22日(2013.4.22)		日立金属株式会社
(65) 公開番号	特開2014-217089 (P2014-217089A)		東京都港区港南一丁目2番70号
(43) 公開日	平成26年11月17日(2014.11.17)	(74) 代理人	100078868
審査請求日	平成28年4月8日(2016.4.8)		弁理士 河野 登夫
		(74) 代理人	100114557
			弁理士 河野 英仁
		(72) 発明者	増澤 正宏
			群馬県高崎市吉井町多比良2977番地
			NEOMAXエンジニアリング株式会社
			高崎製作所内
		(72) 発明者	三田 正裕
			群馬県高崎市吉井町多比良2977番地
			NEOMAXエンジニアリング株式会社
			高崎製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コイル内部に、それぞれ板状をなす2つの磁石及び3つのヨークが移動方向に沿って交互に配列してあり、

2つの前記磁石は前記移動方向に沿って磁化してあり、磁化方向は互いに対向している可動子と、

複数の磁極歯、及び

該複数の磁極歯が並設してあり、並設方向に長い対向する一对の長尺部材を含む基部を有する固定子と

を備えるリニアモータにおいて、

各前記磁極歯は並設方向に交差し、かつ基部の対向方向に直交する方向に積層した複数の金属板を含み、

前記磁石及びヨークは、前記磁極歯と対向する面が略面一となっている

ことを特徴とするリニアモータ。

【請求項2】

前記金属板は積層面の少なくとも一部に絶縁処理を施してあること

を特徴とする請求項1に記載のリニアモータ。

【請求項3】

前記各基部は前記対向方向に積層した複数の金属板を含むこと

を特徴とする請求項1に記載のリニアモータ。

【請求項 4】

前記各基部に含まれる金属板は積層面の少なくとも一部に絶縁処理を施してあることを特徴とする請求項 3 に記載のリニアモータ。

【請求項 5】

前記各基部は隣り合う 2 つの前記磁極歯の間を接続する接続部と、
該接続部同士を結ぶ連結部とを有すること
を特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のリニアモータ。

【請求項 6】

前記各磁極歯は前記基部の略延在方向に突出する鍔部を有し、
前記接続部は前記鍔部を受け止める受止部を有すること
を特徴とする請求項 5 に記載のリニアモータ。

10

【請求項 7】

前記各基部を結合する結合部を備え、
該結合部は前記磁極歯の並設方向に直交し、かつ前記対向方向に直交する方向に積層した複数の金属板を含むこと
を特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のリニアモータ。

【請求項 8】

前記結合部に含まれる前記金属板は積層面の少なくとも一部に絶縁処理を施してあることを特徴とする請求項 7 に記載のリニアモータ。

20

【請求項 9】

前記結合部は前記複数の金属板にさらに重なる本体部を有すること
を特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載のリニアモータ。

【請求項 10】

前記基部は対向する面の反対面を覆う補強部を備えること
を特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載のリニアモータ。

【請求項 11】

前記補強部は前記基部の側面から前記対向する面に連なり前記基部を積層方向に押圧する押圧爪を備えること
を特徴とする請求項 10 に記載のリニアモータ。

30

【請求項 12】

前記各磁極歯は積層方向に貫通する空洞部を備えること
を特徴とする請求項 1 から請求項 11 のいずれか一項に記載のリニアモータ。

【請求項 13】

前記基部の一方の磁極歯及び前記基部の他方の磁極歯は並設方向に千鳥配置としてあることを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のいずれか一項に記載のリニアモータ。

【請求項 14】

前記磁極歯は直方体状をなし、
前記磁極歯の前記基部に平行な面の向かい合う 2 つの短辺は前記基部の延在方向に対し傾斜していること
を特徴とする請求項 1 から請求項 13 のいずれか一項に記載のリニアモータ。

40

【請求項 15】

前記基部の一方が有する前記磁極歯の前記 2 つの短辺の傾斜方向、及び前記基部の他方が有する前記磁極歯の前記 2 つの短辺の傾斜方向は、互いに逆方向であることを特徴とする請求項 14 に記載のリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はリニアモータに関する。

50

【背景技術】

【0002】

例えば、半導体製造装置、液晶表示装置の製造分野においては、大面積の基板等の処理対象物を高速度にて直線移動させ、適宜の移動位置にて高精度に位置決めすることができる送り装置が必要である。この種の送り装置は、一般的には、駆動源としてのモータの回転運動をボールねじ機構等の運動変換機構により直線運動に変換して実現されるが、運動変換機構が介在することから、移動速度の高速化に限界がある。また運動変換機構の機械的な誤差の存在により、位置決め精度も不十分であるという問題がある。

【0003】

この問題に対応するため、近年においては、直線運動出力が直接的に取り出し可能なリニアモータを駆動源とする送り装置が使用されている。リニアモータは、直線状の固定子と該固定子に沿って移動する可動子とを備えている。前述した送り装置においては、板状の永久磁石を一定間隔毎に多数並設して固定子を構成し、磁極歯と通電コイルとを備える電機子を可動子としたムービングコイル型のリニアモータ（例えば、特許文献1参照）が使用されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平3-139160号公報

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ムービングコイル型のリニアモータでは、固定子に磁石を配置するため、リニアモータの全長が長くなるほど（可動子の移動距離が長くなるほど）、使用する磁石の量が増える。近年、希土類の価格上昇に伴い、使用する磁石量の増加は、コスト増加の原因となっていた。このような問題を解決するために、本願発明者らはコイル及び磁石を可動子に備えたりニアモータを提案している。

一方、リニアモータにおいては、可動子及び固定子により磁束ループが構成される。可動子及び固定子を形成する磁性材料の多くは導電性の金属である。そのため、磁束の流れに伴い、渦電流が発生する。渦電流は反力の元になるため、リニアモータの推力を低減させてしまうことがあった。

30

【0006】

本発明は上述のごとき事情に鑑みてなされたものであり、渦電流を低減させるリニアモータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係るリニアモータは、コイル内部に、それぞれ板状をなす2つの磁石及び3つのヨークが移動方向に沿って交互に配列してあり、2つの前記磁石は前記移動方向に沿って磁化してあり、磁化方向は互いに対向している可動子と、複数の磁極歯、及び該複数の磁極歯が並設してあり、並設方向に長い対向する一対の長尺部材を含む基部を有する固定子とを備えるリニアモータにおいて、各前記磁極歯は並設方向に交差し、かつ基部の対向方向に直交する方向に積層した複数の金属板を含み、前記磁石及びヨークは、前記磁極歯と対向する面が略面一となっていることを特徴とする。

40

【0008】

本発明にあつては、各磁極歯は並設方向に交差し、かつ基部の対向方向に直交する方向に積層した複数の金属板を含んでいる。リニアモータの動作時に磁束は各金属板面に平行な向きに流れる。磁束の流れに伴い発生する渦電流は各金属板を貫こうとする方向に流れようとするが、金属板を積層しているため、渦電流は各金属板間を貫通して流れにくくなる。それにより、渦電流が低減し、推力の渦電流損を低減することが可能となる。

【0009】

50

本発明に係るリニアモータは、前記金属板は積層面の少なくとも一部に絶縁処理を施してあることを特徴とする。

【0010】

本発明にあつては、磁極歯を構成する金属板の積層面の少なくとも一部に絶縁処理を施してあるので、渦電流は各金属板間を貫通して流れにくくなる。それにより渦電流は低減し、渦電流損を低減することが可能になる。

【0011】

本発明に係るリニアモータは、前記各基部は前記対向方向に積層した複数の金属板を含むことを特徴とする。

【0012】

本発明にあつては、各基部は対向方向に積層した複数の金属板を含んでいる。リニアモータの動作時に磁束は各金属板面に平行な向きに流れる。磁束の流れに伴い発生する渦電流は各金属板を貫こうとする方向に流れようとするが、各金属板は積層してあるため、渦電流は各金属板間で流れにくくなる。それにより、渦電流が低減し、推力の渦電流損を低減することが可能となる。

【0013】

本発明に係るリニアモータは、前記各基部に含まれる金属板は積層面の少なくとも一部に絶縁処理を施してあることを特徴とする。

【0014】

本発明にあつては基部を構成する金属板は積層面の少なくとも一部に絶縁処理が施してあるので、渦電流は各金属板間を貫通して流れにくくなる。それにより、渦電流が低減し、渦電流損を低減することが可能になる。

【0015】

本発明に係るリニアモータは、前記各基部は隣り合う2つの前記磁極歯の間を接続する接続部と、該接続部同士を結ぶ連結部とを有することを特徴とする。

【0016】

本発明にあつては、各基部は、隣り合う2つの磁極歯の間を接続する接続部と、当該接続部同士を結ぶ連結部とを有する。基部は磁極歯と別体としてあり、それぞれの磁束の流れる方向に金属板を積層することが可能となるので、渦電流の切断が可能となる。

【0017】

本発明に係るリニアモータは、前記各磁極歯は前記基部の略延在方向に突出する鐳部を有し、前記接続部は前記鐳部を受け止める受止部を有することを特徴とする。

【0018】

本発明にあつては、各磁極歯に基部の略延在方向に突出する鐳部を設けたので、リニアモータ動作時に、固定子に吸引される磁極歯の脱落を防止することが可能となる。

【0019】

本発明に係るリニアモータは、前記各基部を結合する結合部を備え、該結合部は前記磁極歯の並設方向に直交し、かつ前記対向方向に直交する方向に積層した複数の金属板を含むことを特徴とする。

【0020】

本発明にあつては、基部を結合する結合部は磁極歯の並設方向に直交し、かつ対向方向に直交する方向に積層した複数の金属板を含む。リニアモータの動作時に磁束は各金属板面に平行な方向に流れる。磁束の流れに伴い発生する渦電流は各金属板を貫こうとする方向に流れようとするが、各金属板の積層してあるため、渦電流は各金属板間を貫通して流れにくくなる。それにより、渦電流が低減し、推力の渦電流損を低減することが可能となる。

【0021】

本発明に係るリニアモータは、前記結合部に含まれる前記金属板は積層面の少なくとも一部に絶縁処理が施してあることを特徴とする。

【0022】

10

20

30

40

50

本発明にあっては金属板の少なくとも一部に絶縁処理が施してあるので、渦電流は各金属板間を貫通して流れにくくなる。それにより渦電流は低減し、渦電流損を低減することが可能になる。

【0023】

本発明に係るリニアモータは、前記結合部は前記複数の金属板にさらに重なる本体部を有することを特徴とする。

【0024】

本発明にあっては、結合部は積層した金属板と本体部からなるので、結合部の強度を高めることが可能となる。

【0025】

本発明に係るリニアモータは、前記基部は対向する面の反対面を覆う補強部を備えることを特徴とする。

【0026】

本発明にあっては、前記基部は対向する面の反対面を覆う金属性の補強部を備えるので、金属板で構成されている基部の剛性を向上することが可能となる。

【0027】

本発明に係るリニアモータは、前記補強部は前記基部の側面から前記対向する面に連なり前記基部を積層方向に押圧する押圧爪を備えることを特徴とする。

【0028】

本発明にあっては、押圧爪により基部を積層方向に押圧するので、基部を構成する金属板同士が剥離することを防ぐことが可能となる。

【0029】

本発明に係るリニアモータは、前記各磁極歯は積層方向に貫通する空洞部を備えることを特徴とする。

【0030】

本発明にあっては、各磁極歯は積層方向に貫通する空洞部を備えるので、各磁極歯の軽量化が可能となる。また、磁極歯の製造時、空洞部を構成する各金属板の貫通孔に治具を通すことにより、金属板を正確に位置決めし積層することが可能となる。

【0031】

本発明に係るリニアモータは、前記基部の一方の磁極歯及び前記基部の他方の磁極歯は並設方向に千鳥配置としてあることを特徴とする。

【0032】

本発明にあっては、磁極歯を千鳥配置としてあるので、動作時に可動子では磁束を移動方向に流すことが可能となる。それにより、固定子においては主として移動方向に交差する方向に磁束が流れるので、端効果を低減することが可能となる。

【0033】

本発明に係るリニアモータは、前記磁極歯は直方体状をなし、前記磁極歯の前記基部に平行な面の向かい合う2つの短辺は前記基部の延在方向に対し傾斜していることを特徴とする。

【0034】

本発明にあっては、磁極歯が所謂、スキュー配置されているので、ディテント力が低減され、固定子と可動子の相対位置の違いによる推力むらを低減することが可能となる。

【0035】

本発明に係るリニアモータは、前記基部の一方が有する前記磁極歯の前記2つの短辺の傾斜方向、及び前記基部の他方が有する前記磁極歯の前記2つの短辺の傾斜方向は、互いに逆方向であることを特徴とする。

【0036】

本発明にあっては、基部の一方が備える磁極歯と、基部の他方が有する磁極歯の傾斜方向を互いに逆方向としてあるので、可動子が移動方向に対して左右に傾くことにより生じるこじりを抑えることが可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

なお、本発明において金属板の積層面の少なくとも一部に絶縁処理を施すとは、すなわち金属板の積層面の一部分に絶縁処理を施すのみならず、さらには積層面に絶縁処理を施していない金属板と絶縁処理を施した金属板を積層する場合を含む。

【発明の効果】

【 0 0 3 8 】

本発明にあつては、各磁極歯は並設方向に直交し、かつ基部の対向方向に直交する方向に積層した複数の金属板を含んでいる。それにより、リニアモータ動作時に発生する渦電流は各金属板間を貫通して流れにくくなるので、渦電流が低減し、推力の渦電流損を低減することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 9 】

【図 1】実施の形態 1 に係る固定子の一例を示す斜視図である。

【図 2】第 1 積層板の構成例を示す斜視図である。

【図 3】カシメによる積層方法を説明するための説明図である。

【図 4】固定子歯の構成例を示す斜視図である。

【図 5】第 1 板状部の分解斜視図である。

【図 6】第 1 積層板に固定子歯を固定する方法を説明するための説明図である。

【図 7】固定子の分解斜視図である。

【図 8】外側に外殻部を設けた場合の固定子の一例を示す分解斜視図である。

20

【図 9】外側に外殻部を設けた場合の固定子の一例を示す斜視図である。

【図 10】実施の形態 1 に係る固定子と組み合わせて用いる可動子の一例を示す斜視図である。

【図 11】実施の形態 1 に係る固定子に可動子を配したリニアモータの斜視図である。

【図 12】リニアモータ動作時の磁束の流れを示す説明図である。

【図 13】リニアモータ動作時の磁束の流れを示す説明図である。

【図 14】結合部における渦電流の低減についての説明図である。

【図 15】固定子歯のスキュー方向を示すための説明図である。

【図 16】実施の形態 2 に係る固定子歯のスキュー方向を示すための説明図である。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 4 0 】

以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づき具体的に説明する。

実施の形態 1

図 1 は実施の形態 1 に係る固定子 1 0 0 1 の一例を示す斜視図である。固定子 1 0 0 1 は第 1 板状部 1、第 2 板状部 2 及び結合部 3 を含む。第 1 板状部 1 (基部) は複数の固定子歯 1 1 (磁極歯) 及び当該固定子歯 1 1 が固定される第 1 積層板 1 2 を含み、全体として矩形板状をなす。同様に、第 2 板状部 2 (基部) は複数の固定子歯 2 1 及び当該固定子歯 2 1 (磁極歯) が固定される第 2 積層板 2 2 を含み、全体として矩形板状をなす。結合部 3 はそれぞれ矩形板状の第 3 積層板 3 1 及び本体部 3 2 を含む。

【 0 0 4 1 】

40

図 2 は第 1 積層板 1 2 の構成例を示す斜視図である。第 1 積層板 1 2 は第 1 板片 1 2 1 (金属板) 及び第 2 板片 1 2 2 (金属板) を積層したものである。第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 は櫛歯形薄板である。第 1 板片 1 2 1 は櫛歯の根元部分である長板部 1 2 1 a、長板部 1 2 1 a の長辺部から延びている櫛歯部 1 2 1 b を含む。長板部 1 2 1 a にはボルト挿通孔 1 2 1 c が設けてある。同様に第 2 板片 1 2 2 は櫛歯の根元部分である長板部 1 2 2 a、長辺部 1 2 2 a の長辺部から延びている櫛歯部 1 2 2 b を含む。長板部 1 2 2 a にはボルト挿通孔 (図に現れず) が設けてある。

【 0 0 4 2 】

第 1 板片 1 2 1 の長板部 1 2 1 a と第 2 板片 1 2 2 の長板部 1 2 2 a とは略同一形状をなしている。第 1 板片 1 2 1 の櫛歯部 1 2 1 b は第 2 板片 1 2 2 の櫛歯部 1 2 2 b よりも

50

細くなっている。すなわち、櫛歯部 1 2 1 b と櫛歯部 1 2 2 b との長さは略同一寸法であるが、櫛歯部 1 2 1 b の幅は櫛歯部 1 2 2 b の短手方向の幅よりも狭くなっている。長板部 1 2 1 a と長板部 1 2 2 a との位置を合わせて第 2 板片 1 2 2 の上に第 1 板片 1 2 1 を重ねると、第 2 板片 1 2 2 のボルト挿通孔は第 1 板片 1 2 1 のボルト挿通孔 1 2 1 c と連通する位置に設けられている。櫛歯部 1 2 1 b と櫛歯部 1 2 2 b とは短手方向の位置が中央合わせされ、櫛歯部 1 2 1 b の短手方向両脇に櫛歯部 1 2 2 b との段差が形成される。

【 0 0 4 3 】

第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 は軟磁性を有する珪素鋼の薄板により形成する。表面は絶縁物質の被膜を形成するなどの絶縁処理が施されている。図 2 には第 1 板片 1 2 1 が 2 枚、第 2 板片 1 2 2 が 1 0 枚描かれているがあくまでも一例に過ぎない。第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 の重ねる枚数は仕様に依りて適宜設計すれば良い。また、板厚も仕様に依りて適宜設計すれば良い。板厚を薄くするほど、すなわち積層枚数が多いほど、渦電流損は低減するが、強度や組み立て時の手間を考慮すると 0 . 2 ~ 0 . 5 mm 程度が望ましい。

なお本発明において板片表面の絶縁処理は必ずしも必須ではない。板片を積層して板状部を作ること、板状部表面間の隙間や、その表面に形成される酸化被膜などの影響で、電気抵抗が大きくなるため、板状部を軟磁性体のブロックで構成する場合に比べて渦電流を低減することが可能となる。

【 0 0 4 4 】

第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 は、熱溶着又はカシメにて固定される。熱溶着の場合は、例えば、第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 の表面にペースト状の接着剤を塗布する。第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 を重ねあわせた後に板面に圧を掛けて加熱する。加熱により接着が完了する。

また板片にあらかじめ熱溶着性の塗膜を付したものを使用してもよい。このような塗膜は絶縁被膜としての機能も有する。

【 0 0 4 5 】

カシメにより固定する場合は、例えば以下のように行う。図 3 はカシメによる積層方法を説明するための説明図である。図 3 では第 2 板片 1 2 2 同士を固定する様子を示しているが、第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 を固定する場合、第 1 板片 1 2 1 同士を固定する場合も同様である。図 3 A は爪によるカシメ方法を示している。上側の第 2 板片 1 2 2 の一部に舌片 1 2 2 d を形成する。舌片 1 2 2 d は例えば平面視三角形、長方形をしている。長方形であれば短辺の一边のみを残して、残り 3 辺は第 2 板片 1 2 2 から切り離れた状態となっている。舌片 1 2 2 d は平面視同一位置に下側の第 1 板片 1 2 1 に設けてある。一番下側の第 2 板片 1 2 2 は舌片 1 2 2 d を切り取り、舌片 1 2 2 d と略同一寸法の貫通孔 1 2 2 f を設けている。各舌片 1 2 2 d は下側に折り曲げる。各舌片 1 2 2 d が折り曲げられることにより、形成される空間に上側の舌片 1 2 2 d が入り込むことにより、接している 2 枚の第 2 板片 1 2 2 同士が固定される。

【 0 0 4 6 】

図 3 B は突起部 1 2 2 h により固定する方法である。一番下側の第 2 板片 1 2 2 は上述したのと同様に貫通穴 1 2 2 f としている。各第 2 板片 1 2 2 をプレス成形することにより、一面に突起部 1 2 2 h、他面に窪み 1 2 2 g を設ける。第 2 板片 1 2 2 を積層する際には、下側に位置する第 2 板片 1 2 2 の窪み 1 2 2 g に上から重ねる第 2 板片 1 2 2 の突起部 1 2 2 h が入り込むことにより、接している 2 枚の第 2 板片 1 2 2 同士が固定される。

【 0 0 4 7 】

図 3 C は突起部 1 2 2 h の断面形状が V 字状とした場合である。固定する方法は図 3 B の場合と同様であるので、説明を省略する。第 2 板片 1 2 2 の固定方法は上述した方法の他、リベットによる固定やレーザー溶接等でも良い。上述の説明では第 1 積層板 1 2 についてのみ説明したが、第 2 積層板 2 2 についても同様であるので、説明を省略する。なお、上述の舌片 1 2 2 d 又は突起部 1 2 2 h により第 2 板片 1 2 2 同士を固定した場合、第 2

10

20

30

40

50

板片 1 2 2 の板面に絶縁処理が施されている場合であっても、舌片 1 2 2 d 又は突起部 1 2 2 d を加工することにより、絶縁被膜が剥がれる。そうすると、第 2 板片 1 2 2 間が電氣的に導通しやすくなり、第 2 板片 1 2 2 間に渦電流が流れることとなる。第 2 板片間 1 2 2 に流れる渦電流を小さくするためには、舌片 1 2 2 d 又は突起部 1 2 2 h の表面積は可能な限り小さいことが望ましい。リベットで固定する場合も電気抵抗が大きいもので、体積が小さいものが望ましい。

【 0 0 4 8 】

図 4 は固定子歯 1 1、2 1 の構成例を示す斜視図である。固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 の構成は同様であるので、以下では固定子歯 1 1 のみについて説明する。固定子歯 1 1 は歯板片 1 1 1 (金属板) を積層して構成されている。歯板片 1 1 1 は矩形板形状の 1 つの辺縁より長手方向に突出する 2 つの耳部 1 1 1 a が設けてある薄板である。歯板片 1 1 1 は軟磁性の特性を持つ珪素鋼板で形成する。板厚は 0.2 から 0.5 mm 程度である。歯板片 1 1 1 の表面は絶縁処理が施されている。歯板片 1 1 1 の板面中央付近には貫通孔 1 1 1 b が設けてある。貫通孔 1 1 1 b は歯板片 1 1 1 を複数枚積層する際に治具を通すための孔である。貫通孔 1 1 1 b を用いることにより、複数枚の歯板片 1 1 1 を精度良く位置決めをして積層することが可能となる。また、固定子歯 1 1 の軽量化にも寄与することとなる。

なお本発明において歯板片 1 1 1 表面の絶縁処理は必ずしも必須ではない。歯板片 1 1 1 を積層して固定子歯 1 1 を作ることで、歯板片 1 1 1 表面間の隙間や、その表面に形成される酸化被膜などの影響で、電気抵抗が大きくなるため、歯板片 1 1 1 を軟磁性体のブロックで構成する場合に比べて渦電流を低減できる。

【 0 0 4 9 】

固定子歯 1 1 は歯板片 1 1 1 を複数枚積層し、熱溶着又はカシメにより固定する。熱溶着及びカシメの方法については、上述した方法と同様である。1 つの固定子歯 1 1 につき、歯板片 1 1 1 を積層する枚数、歯板片 1 1 1 の板厚は仕様に応じて適宜設計すれば良い。

また板片にあらかじめ熱溶着性の塗膜を付したものでよい。このような塗膜は絶縁被膜としての機能も有する。

【 0 0 5 0 】

図 5 は第 1 板状部 1 の分解斜視図である。図 6 は第 1 積層板 1 2 に固定子歯 1 1 を固定する方法を説明するための説明図である。固定子歯 1 1 は第 1 積層板 1 2 の櫛歯部 1 2 b の間に固定される。固定方法は軽圧入又は接着である。軽圧入の場合、第 1 積層板 1 2 に形成された段差部 1 2 d (受止部) に固定子歯 1 1 の耳部 1 1 a が圧入されることにより固定される。耳部 1 1 a の横幅を W_1 、隣り合う櫛歯部 1 2 b に形成された段差部 1 2 d の間の幅を W_2 とすると、 W_1 は若干 W_2 よりも長くしてある。固定子歯 1 1 を隣り合う櫛歯部 1 2 b の間に入れ、耳部 1 1 a を含む上面から圧力を掛けることにより、耳部 1 1 a が弾性変形し段差部 1 2 d に入り込み、固定子歯 1 1 は固定される。固定子歯 1 1 の先端は第 1 積層板 1 2 より突出している。

【 0 0 5 1 】

固定子歯 1 1 は第 1 板状部 1 に沿って所定間隔で並設してある。同様に固定子歯 2 1 は第 2 板状部 2 に沿って所定間隔で並設してある。固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 は並設方向に沿って千鳥配置としてある。千鳥配置とは、固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 を先端方向から見た場合に、固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 が互い違いに配置されているということである。固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 の第 1 板状部 1 及び第 2 板状部 2 の平行な面は長方形である。長方形の向かい合う 2 辺は、第 1 板状部 1 及び第 2 板状部 2 の長手方向に対して傾斜している。所謂、スキュー配置としてある。スキュー角度は数度程度である。

【 0 0 5 2 】

第 1 積層板 1 2 に固定子歯 1 1 を接着で固定する場合は、第 1 積層板 1 2 及び固定子歯 1 1 が接触する部分、すなわち、第 1 積層板 1 2 の段差部 1 2 d 及び固定子歯 1 1 の耳部 1 1 a が接触する部分に接着剤を塗布する。固定子歯 1 1 を櫛歯部 1 2 b の間に差し込み

10

20

30

40

50

、塗布した接着剤を硬化させることにより、固定子歯 1 1 は第 1 積層板 1 2 に固定される。固定子歯 1 1 を第 1 積層板 1 2 に固定する上述の方法に限らず、他の方法、例えば、溶接により固定しても良い。リニアモータ動作時に発生する磁力により、固定子歯 1 1 は第 2 積層板 2 2 の方向に引っ張られるが、耳部 1 1 a を設けることにより、固定強度が確保されるので、第 1 積層板 1 2 から固定子歯 1 1 が脱落することを防ぐことが可能となる。

【 0 0 5 3 】

図 7 は固定子 1 0 0 1 の分解斜視図である。結合部 3 は第 3 積層板 3 1 及び本体部 3 2 を含む。第 3 積層板 3 1 は矩形板状であり、軟磁性の珪素鋼板（金属板）を積層して形成されている。珪素鋼板の板厚は 0 . 2 から 0 . 5 mm である。複数の珪素鋼板同士の固定方法は上述した方法と同様に、カシメや熱溶着により行う。珪素鋼板の表面は絶縁処理が施されている。本体部 3 2 はアルミニウムなどの金属で形成してある。本体部 3 2 は結合部 3 の強度を確保するために第 3 積層板 3 1 より厚さが厚くしてある。本体部 3 2 にはボルト挿通孔 3 2 c が設けられている。第 3 積層板 3 1 と本体部 3 2 との固定は接着や溶接により行う。

また第 3 積層板 3 1 はあらかじめ熱溶着性の塗膜を付したのものを使用してもよい。このような塗膜は絶縁被膜としての機能も有する。

なお本発明において第 3 積層板 3 1 のそれぞれの表面の絶縁処理は必ずしも必須ではない。珪素鋼板を積層することで、珪素鋼板表面間の隙間や、その表面に形成される酸化被膜などの影響で、電気抵抗が大きくなるため、軟磁性体のブロックで構成する場合に比べて渦電流を低減できる。

【 0 0 5 4 】

第 1 積層板 1 2 にはボルト挿通孔 1 2 c が、第 2 積層板 2 2 にはボルト挿通孔 2 2 c が設けてある。第 1 板状部 1 と第 2 板状部 2 とにより結合部 3 を挟み込み、ボルト挿通孔 1 2 c、ボルト挿通孔 2 2 c、ボルト挿通孔 3 2 c にボルトを通し、ナットで止めることにより、それぞれが固定される。固定された様子が図 1 に示したものである。なお、図 1 では固定用のボルトとナットは記載を省略してある。

【 0 0 5 5 】

第 1 板状部 1 と第 2 板状部 2 とは互い平行となるようにして結合部 3 に固定してある。固定子歯 1 1 の先端と第 2 板状部 2 とが対向するように、固定子歯 2 1 の先端と第 1 板状部 1 とが対向するように、第 1 板状部 1 と第 2 板状部 2 は結合部 3 に固定してある。第 1 積層板 1 2 及び第 2 積層板 2 2 は片持ち構造で本体部 3 2 に固定してある。そこで、第 1 板状部 1 と第 2 板状部 2 とが互い平行であることを保つようにするために、結合部 3 の本体部 3 2 を厚くし、第 1 板状部 1 又は第 2 板状部 2 と本体部 3 2 との接触面積が広くなるようにしてある。

【 0 0 5 6 】

図 8 は外側に外殻部 4 を設けた場合の固定子 1 0 0 1 の一例を示す分解斜視図である。外殻部 4（補強部）は S P C C（冷間圧延鋼板）により形成してある。外殻部 4 は第 1 板状部 1 又は第 2 板状部 2 の外側を覆うものである。外殻部 4 は断面略 L 字状である。外殻部 4 は第 1 板状部 1 又は第 2 板状部 2 の外面を覆う広板部 4 1 と第 1 板状部 1 又は第 2 板状部 2 の先端面を覆う長板部 4 2 とを含む。広板部 4 1 にはボルト挿通孔 4 1 c が設けてある。長板部 4 2 の端部には複数の爪部 4 2 a（押圧爪）が形成してある。爪部 4 2 a は所定間隔で設けられ、外殻部 4 が第 1 板状部 1 又は第 2 板状部 2 に固定された場合、2 つの固定子歯 1 1 又は 2 つの固定子歯 2 1 の間に位置するように形成してある。

【 0 0 5 7 】

図 9 は外側に外殻部 4 を設けた場合の固定子 1 0 0 1 の一例を示す斜視図である。図 8 に示した 2 つの外殻部 4 がそれぞれ第 1 板状部 1 及び第 2 板状部 2 に固定されている。外殻部 4 の固定はボルトとナットにより固定される。一方の外殻部 4 に設けてあるボルト挿通孔 4 1 c からボルトを通し、他方の外殻部 4 に設けてあるボルト挿通孔を貫通したボルトの先端をナットで固定する。図 9 ではボルトとナットの記載を省略している。ボルト止めに加えて、外殻部 4 の長板部 4 2 に設けた爪部 4 2 a は図 9 に示すように、第 1 板状部

10

20

30

40

50

1及び第2板状部2の板面と平行となるように折り曲げることにより、第1板状部1及び第2板状部2の先端を挟んでいる。

【0058】

固定子1001に外殻部4を設けることで、第1板状部1及び第2板状部2の強度が確保される。また、固定子歯11の耳部11a、固定子歯21の耳部21aが外殻部4により、それぞれ第1板状部1、第2板状部2に押さえつけられる。それにより、第1板状部1より固定子歯11、第2板状部2より固定子歯21が外れにくくなる。外殻部4に設けた爪部42aにより、第1板状部の第1積層板12を構成する第1板片121、第2板片122が剥離することを防ぐことが可能となる。

【0059】

図10は実施の形態1に係る固定子1001と組み合わせて用いる可動子1002の一例を示す斜視図である。可動子1002は3つの電機子ヨーク5a、5a、5b、2つの永久磁石6a、6b、2つの補助板7a、7b、コイル8を含む。電機子ヨーク5a、5a、5bはそれぞれ直方体状をなしている。電機子ヨーク5a、5a、5bは表面に絶縁処理を施した軟磁性の珪素鋼板を積層したものである。永久磁石6a、6bは直方体状をなしている。永久磁石6a、6bの長さは電機子ヨーク5a、5a、5bと略同一となっている。永久磁石6a、6bはネオジム(Nd)、鉄(Fe)、ボロン(B)を主成分とするネオジム磁石である。ネオジム磁石に限らず、アルニコ磁石、フェライト磁石、サマリウムコバルト磁石などを用いても良い。補助板7a、7bは矩形板状をなしている。補助板7a、7bは例えばエンジニアリングプラスチック(ポリアミド、ポリカーボネイト)あるいは非磁性のセラミックなど非磁性かつ非導電体で構成する。

なお本発明において電機子ヨーク5a、5bを構成する珪素鋼板の表面の絶縁処理は必ずしも必須ではない。積層することで軟磁性体のブロックで構成する場合に比べて渦電流を低減できる。

【0060】

図10に示すように、可動子1002は電機子ヨーク5a、永久磁石6a、電機子ヨーク5b、永久磁石6b、電機子ヨーク5aを順に並べ、これらの長手方向の両端に補助板を配し、これらをコイル8が囲繞した構成としてある。図10に示す白抜き矢印は永久磁石6a、6bを構成する各磁石の磁化方向を示している。白抜き矢印の終点はN極、始点はS極を示す。永久磁石6a、6bは可動子1の短手方向に沿って磁化しており、磁化方向が互いに対向している。

【0061】

図11は実施の形態1に係る固定子1001に可動子1002を配したリニアモータの斜視図である。図11では説明の都合上、外殻部4の記載を省略している。可動子1002は第1板状部1と第2板状部2との間に配される。電機子ヨーク5bが固定子歯11と対向している場合、電機子ヨーク5a、5aは固定子歯21と対向している。

固定子歯11及び固定子歯21は、1磁気周期毎に1つずつ設けてある。固定子歯11及び固定子歯21は電気角で180度の異なる位置(1/2磁気周期ずれた位置)に設けられている。

図10及び図11に示すように、永久磁石6a、6b及び電機子ヨーク5bは、第1積層板12と第2積層板22との対向する面の法線方向の長さを略同一としてある。永久磁石6a、6b及び電機子ヨーク5bは、固定子歯11又は固定子歯21と対向する面が略面一となっている。

【0062】

図12はリニアモータ動作時の磁束の流れを示す説明図である。図12では、可動子1002の移動方向(紙面左右方向)に沿う部分は説明の都合上省略し、移動方向と直交する部分の断面のみ表示してある。また、外殻部4も記載を省略してある。可動子1002のコイル8に交流電流を流す。図12のコイル8に示す黒丸印は紙面の裏から表への通電、バツ印は紙面の表から裏への通電を表している(交流電流を流した際のある時点の電流の向きを示した)。コイル8の通電により、図12に点線で示したような磁束の流れが発

10

20

30

40

50

生する。すなわち、図 1 2 に示すように固定子歯 2 1 から流れる磁束が両端の電機子ヨーク 5 a に流れ込み、永久磁石 6 a、6 b 内を通過してから中央部の電機子ヨーク 5 b に集まり、固定子歯 1 1 に抜けていく。さらに、固定子歯 1 1 から第 1 積層板 1 2 の櫛歯部 1 2 b に流れ込み、側板部 3、第 2 積層板 2 2 の櫛歯部 2 2 b を抜け、固定子歯 2 1 に戻るというループとなる。電機子ヨーク 5 b の幅は他の 2 つの電機子ヨーク 5 a、5 a の幅の 2 倍となっている。これは図 1 2 に示すように、電機子ヨーク 5 a、5 a は 1 つの永久磁石 6 a 又は 6 b と接しており、永久磁石 1 つ分の磁束が流れる。それに対して、電機子ヨーク 5 b は 2 つの永久磁石 6 a、6 b と接しており、永久磁石 2 つ分の磁束が流れるためである。そのため、電機子ヨーク 5 b の幅は他の 2 つの電機子ヨーク 5 a、5 a の幅の 2 倍とすることで、電機子ヨーク 5 b が磁気飽和を起こしにくくしている。

10

1 つの固定子歯 1 1、2 つの固定子歯 2 1 は、図 1 2 に示すような磁束の流れにより、磁化される。そして、磁化された固定歯 1 1 及び固定歯 2 1 と、可動子 1 0 0 2 の永久磁石 6 a 及び 6 b との間で吸引力及び反発力が発生する。発生した吸引力及び反発力が、可動子 1 0 0 2 の推進力となる。可動子 1 0 0 2 は、図 1 2 の紙面左右方向に移動する。

【 0 0 6 3 】

図 1 1 を用いて、固定子歯 1 2 及び第 2 積層板 2 2 における渦電流の遮断について説明する。図 1 1 において、磁束の流れを点線矢印で、渦電流の流れる方向を実線矢印で示している。図 1 1 に示すように固定子歯 1 1 において磁束は、固定子歯 1 1 を構成する歯板片 1 1 1 の板面に平行な方向に流れる。渦電流は磁束の流れる方向と垂直な平面上で、磁束の変化を妨げる方向に流れようとする。第 1 積層板 1 2 を外側から見た場合、磁束の流れる方向を軸として時計回りに流れようとする。この渦電流の方向は固定子歯 1 1 を構成する歯板片 1 1 1 の板面を貫こうとする方向である。ところが、歯板片 1 1 1 を積層し固定子歯 1 1 が構成されているため渦電流を低減することができる。さらに板面に絶縁処理を施した場合にはさらに、歯板片 1 1 1 間で渦電流を低減することが可能になる。

20

【 0 0 6 4 】

一方、第 1 積層板 1 2 において磁束は、図 1 1 に示すように固定子歯 1 1 から櫛歯部 1 2 b に流れ込み、櫛歯部 1 2 b の先端から根本方向に流れる。渦電流は磁束の流れる方向と垂直な平面上で、磁束の変化を妨げようとする方向に流れようとする。第 1 積層板 1 2 を先端から見た場合、磁束の流れる方向を軸として時計回りに流れようとする。この渦電流の方向は、第 1 積層板 1 2 を構成する第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 の板面を貫こうとする方向である。ところが、第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 を積層し第 1 積層板 1 2 が構成しているため渦電流を低減することができる。さらに板面に絶縁処理を施した場合には、さらに第 1 板片 1 2 1 及び第 2 板片 1 2 2 間で渦電流を低減することが可能になる。

30

【 0 0 6 5 】

図 1 3 はリニアモータ動作時の磁束の流れを示す説明図である。図 1 1 と同様、外殻部 4 の記載を省略している。図 1 3 に示すように、第 2 積層板 2 2 においても、第 1 積層板 1 2 と同様に渦電流が低減されることとなる。固定子歯 2 1 及び第 2 積層板 2 2 における渦電流の低減の原理は上述の固定子歯 1 1 及び第 1 積層板 1 2 と同様であるので、説明を省略する。

40

【 0 0 6 6 】

図 1 4 は結合部 3 における渦電流の低減についての説明図である。図 1 4 では図 1 2 及び図 1 3 と同様に、説明の都合上、外殻部 4 の記載を省略している。図 1 4 において、磁束の流れを点線矢印で、渦電流の流れる方向を実線矢印で示している。図 1 2 に示したように、固定子歯 1 1 から流れ込んだ磁束は第 1 積層板 1 2 の櫛歯部 1 2 b を通り、結合部 3 に流れこむ。結合部 3 に流れた磁束は第 2 積層板 2 2 方向に流れ、第 2 積層板 2 2 の櫛歯部 2 2 b に流れ込む。結合部 3 における磁束の流れは、図 1 4 に示すように紙面の上から下の方向である。渦電流は磁束の流れる方向と垂直な平面上で、磁束の変化を妨げようとする方向に流れようとする。結合部 3 を第 1 積層板 1 2 から第 2 積層板 2 2 に向かう方向（紙面の上から下方向）に眺めた場合、磁束が流れる方向を軸として時計回りに、渦電

50

流は流れようとする。この渦電流の方向は、第3積層板31の板面を貫こうとする方向である。ところが、珪素鋼板を積層し第3積層板31を構成しているため渦電流を低減することができる。さらに板面に絶縁処理を施した場合にはさらに、各珪素鋼板間で渦電流を低減することが可能になる。なお、結合部3を流れる磁束は第3積層板31だけでなく、本体部32を流れる場合もある。しかし、磁束は最短経路を流れようとするので、第3積層板31が飽和しない限り、本体部32を流れる磁束は僅かである。

また、可動子1002が備える補助板7a、7bを非磁性かつ非導電体にて形成すると、上述した原理と同様に、電機子ヨーク5a、5bに流れる渦電流の流路を部分的に遮断することができる。

【0067】

上述したように、実施の形態1に係るリニアモータ用固定子は、次のような効果を奏する。固定子歯11、21、第1積層板12、第2積層板22は板面を絶縁処理した珪素鋼板を積層して構成してある。各板の板面に平行な方向に磁束が流れようとして珪素鋼板を積層しているため、磁束の流れにより発生する渦電流の方向は板面を貫こうとする方向となる。しかしながら、珪素鋼板を積層しているため、渦電流を低減することができる。さらに板面に絶縁処理を施した場合には、さらに各珪素鋼板間で渦電流を低減することが可能になる。また、結合部3を構成する第3積層板31も同様に珪素鋼板間で渦電流を低減することができる。それにより、リニアモータ動作時に流れる渦電流を低減することができ、渦電流損を減少させることが可能となる。

なお、ここで珪素鋼板の絶縁処理は必ずしも必須ではなく、鋼板を積層することで渦電流を低減することは可能である。

ここで固定子歯11、21、第1積層板12、第2積層板22、第3積層板31をブロックではなく積層鋼板で構成した場合に渦電流を低減できる理由は、以下の様に考えられる。

珪素鋼板等の板を積層すると板面同士で接触抵抗のような電気抵抗を有する。これは板面の凹凸や軽微な酸化あるいは防錆のための油分又はカシメやリベット固定の際のわずかな歪みを起因としている。

よってブロックで形成する場合に比べて鋼板を積層する場合には、渦電流は鋼板間を貫通して流れることが少なくなり、渦電流を低減することが可能となる。

さらに積極的に板面を絶縁処理することで渦電流低減効果は高まるが、これはリニアモータに要求される仕様やコストを考慮して設定すればよい。

絶縁処理は珪素鋼板の積層面の一部のみに施しても良い。また、すべての珪素鋼板に絶縁処理を施すのではなく、絶縁処理を施した珪素鋼板と絶縁処理を施していない珪素鋼板とを積層しても良い。

【0068】

固定子歯11には耳部11aを設け、第1積層板12への固定強度を確保しているため、リニアモータ動作時に発生する磁力により、固定子歯11は第2積層板22の方向に引っ張られても、第1積層板12から固定子歯11が脱落することを防ぐことが可能となる。固定子歯21についても、固定子歯11と同様である。

【0069】

第1積層板12及び第2積層板22は外殻部4で覆うので、第1積層板12及び第2積層板22の強度を確保することが可能となる。それにより、第1積層板12及び第2積層板22が変形することにより、第1積層板12より固定子歯11が脱落すること、及び第2積層板22から固定子歯22が脱落することを防ぐことが可能となる。

【0070】

外殻部4には爪部42aが設けられ、第1積層板12及び第2積層板22を、外殻部4の広板部41と爪部42aで挟みこむので、第1積層板12及び第2積層板22を構成する第1板片121、第2板片122剥離するのを防ぐことが可能となる。

【0071】

また、爪部42aを設けたことにより、積層する第1板片121、第2板片122を力

10

20

30

40

50

シメにより固定する場合でも、カシメによる固定強度を小さくすることができる。カシメの爪（舌片 1 2 2 d）を小さくすれば、板片間の接触面積は小さくなり、板片間の電気抵抗を大きくすることができる。それより、板片間に流れる渦電流を低減することが可能となる。

【 0 0 7 2 】

固定子歯 1 1 には貫通孔（空洞部）が設けてある。固定子歯 1 1 の製造時に積層する歯板片 1 1 1 の貫通孔 1 1 1 b（空洞部）に治具を通すことにより、歯板片 1 1 1 を正確に位置決めして積層することが可能となる。また、貫通孔を設けたことにより、固定子歯 1 1 の軽量化を図ることが可能となる。固定子歯 2 1 についても、固定子歯 1 1 と同様である。固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 が軽量化することにより、さらに、固定子 1 0 0 1 全体の軽量化を図ることが可能となる。なお、貫通孔 1 1 1 b の位置や大きさは、磁束の流れを妨げないようにシミュレーションにより決定すれば良い。

10

【 0 0 7 3 】

固定子歯 1 1、固定子歯 2 1 は所謂、スキュー配置としてあるので、ディテント力の 1 2 次以上の高調波成分を低減することが可能となる。

なお、固定子歯 1 1、固定子歯 2 1 は、それぞれ第 1 積層板 1 2、第 2 積層板 2 2 とは別体にて形成することとしている。それにより、固定子歯 1 1、固定子歯 2 1 が直方体状であっても、固定子歯 1 1、固定子歯 2 1 が取り付けられる櫛歯部 1 2 b、櫛歯部 2 2 b を傾斜させることにより、固定子歯 1 1、固定子歯 2 1 をスキュー配置することが可能である。図 1 5 は固定子歯 1 1、1 2 のスキュー方向を示すための説明図である。図 1 5 は固定子歯 1 1、2 1 の傾きについて、模式的に示した。断面短辺 E 1 と E 2 は可動子の移動方向に対して傾斜している。

20

【 0 0 7 4 】

なお、固定子歯 1 1、固定子歯 2 1 をスキューさせるのではなく、可動子 1 0 0 2 の電機子ヨーク 5 a、5 b、永久磁石 6 a、6 b をスキューさせることとしても良い。また、固定子 1 0 0 1 は、図 1 1 に示す向きで設置されることが必須の要件ではない。設置可能な如何なる向きで使用することも可能である。第 1 板状部 1 が下側や左右側となるように設置しても良い。

【 0 0 7 5 】

第 1 積層板 1 2、第 2 積層板 2 2、第 3 積層板 3 1 を構成する各珪素鋼板の板厚は、均一でなくても良い。固定子 1 0 0 1 の内側の方は渦電流を効果的に防止可能な 0.2 ~ 0.5 mm 程度とし、外側の方は剛性向上を目的として板厚 1 mm 程度しても良い。

30

【 0 0 7 6 】

実施の形態 2

実施の形態 1 では固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 の固定子 1 0 0 1 の延在方向に対する傾き方向は同じであったが、実施の形態 2 では逆方向とする。図 1 6 は実施の形態 2 に係る固定子歯 1 1、1 2 のスキュー方向を示すための説明図である。図 1 6 は固定子歯 1 1、1 2 の傾きについて模式的に示している。

リニアモータの固定子 1 0 0 1 を移動方向に沿って切断した横断面図である。第 1 板状部 1 が有する固定子歯 1 1 及び第 2 板状部 2 の有する固定子歯 2 1 をスキュー配置している。すなわち、固定子 1 0 0 1 の固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 は、可動子 1 0 0 2 の移動方向（固定子 1 0 0 1 の延在方向）に対して傾斜するように配置してある。可動子 1 0 0 2 については、上述の実施の形態 1 と同様であるので、説明を省略する。

40

【 0 0 7 7 】

実施の形態 2 において、第 1 板状部 1 が備える固定子歯 1 1 と第 2 板状部 2 が備える固定子歯 2 1 とでは、断面短辺の傾斜の方向を逆にしてある。図 1 6 に示すように、固定子歯 1 1 の断面短辺 E 1、E 2 と固定子歯 2 1 の端面短辺 E 3、E 4 とは可動子 1 0 0 2 の移動方向に対して傾斜している。その点は上述の実施の形態 1 と同様である。実施の形態 2 では、固定子歯部 1 1 と固定子歯 2 1 とで傾斜する方向を逆にしている。すなわち、固定子歯 1 1 の断面短辺 E 1、E 2 の傾斜方向と固定子歯 2 1 の端面短辺 E 3、E 4 とは傾

50

斜方向が互いに逆にしてある。これは、スキュー配置したことによるこじりを抑えることを目的としている。固定子歯 1 1、固定子歯 2 1 をスキュー配置することにより、リニアモータに発生する推力は、移動方向からスキュー角度分傾く方向に生じるので、可動子 1 0 0 2 全体が傾きこじりを発生する場合がある。固定子歯 1 1 と固定子歯 2 2 の傾斜方向を逆にすることにより、固定子歯部 1 1 と固定子歯 2 1 により発生する移動方向に垂直な方向（横方向）の推力成分が逆向きとなる。そのため、横方向の推力成分は、互いに打ち消しあい、こじりを防止することが可能となる。

【 0 0 7 8 】

以上のように、実施の形態 2 においては、実施の形態 1 に係るリニアモータにおける効果に加え、次の効果を奏する。固定子 1 0 0 1 の固定子歯 1 1 及び固定子歯 2 1 をスキュー配置することにより、可動子 1 0 0 2 の電機子ヨーク 5 a、5 b、永久磁石 6 a、6 b をスキューさせなくても、ディテント力の 1 2 次以上の高調波成分を低減することが可能となる。また、固定子歯 1 1 と固定子歯 2 2 の傾ける向きを逆方向にすることにより、こじりを防止するという効果を奏する。

【 0 0 7 9 】

実施の形態 3

実施の形態 1 及び実施の形態 2 においては、単相のリニアモータ（単相分のユニット）について説明した。しかしこれに限られるものではない。

例えば単相分のユニットを可動子の進行方向に並べ 3 相のリニアモータを構成することも可能である。

【 0 0 8 0 】

本実施の形態においては、実施の形態 1 又は実施の形態 2 に係るリニアモータにおける効果に加え、次の効果を奏する。固定子 1 0 0 1 を複数連結することにより、リニアモータのストロークを長くすることが可能となる。また、単相ユニットを 3 つ連結したものを可動子とするので、単相ユニット 1 つの場合に比べて大きな推力を得ることが可能となる。

【 0 0 8 1 】

各実施例で記載されている技術的特徴（構成要件）はお互いに組合せ可能であり、組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

今回開示された実施の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、上記した意味では無く、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

- 1 0 0 1 固定子
- 1 第 1 板状部（基部）
- 1 1 固定子歯（磁極歯）
- 1 1 a 耳部（鏢部）
- 1 1 1 歯板片（金属板）
- 1 1 1 a 耳部（鏢部）
- 1 1 1 b 貫通孔（空洞部）
- 1 2 第 1 積層板
- 1 2 a 長板部（連結部）
- 1 2 b 櫛歯部（接続部）
- 1 2 c ボルト挿通孔
- 1 2 d 段差部
- 1 2 1 第 1 板片（金属板）
- 1 2 1 a 長板部
- 1 2 1 b 櫛歯部

10

20

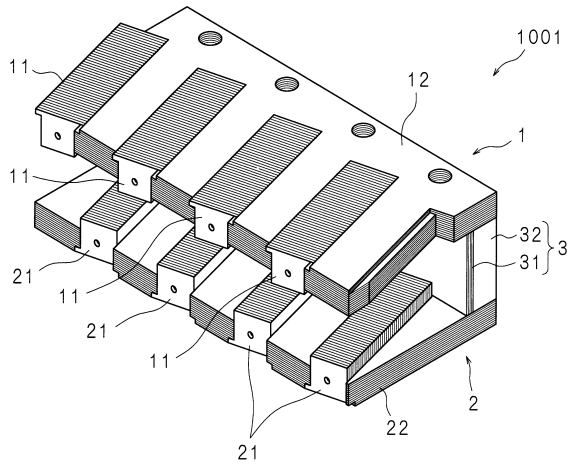
30

40

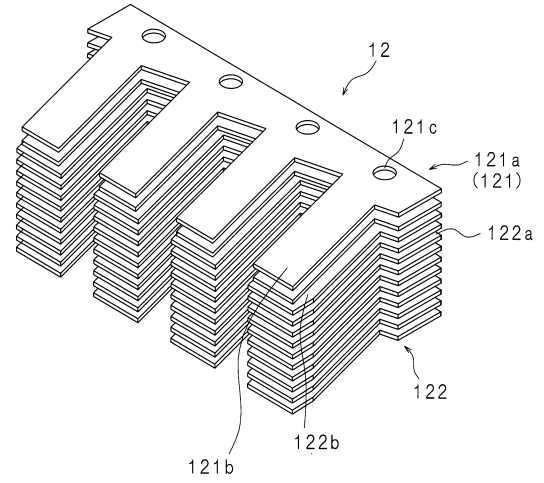
50

1 2 1 c	ボルト挿通孔	
1 2 2	第2板片(金属板)	
1 2 2 a	長板部	
1 2 2 b	櫛歯部	
1 2 2 c	ボルト挿通孔	
2	第2板状部(基部)	
2 1	固定子歯(磁極歯)	
2 1 1	歯板片(金属板)	
2 1 1 a	耳部(鍔部)	
2 1 1 b	貫通孔(空洞部)	10
2 2	第2積層板	
2 2 b	櫛歯部(接続部)	
2 2 c	ボルト挿通孔	
2 2 d	段差部(受止部)	
3	結合部	
3 1	第3積層板	
3 2	本体部	
4	外殻部(補強部)	
4 1	広板部	
4 1 c	ボルト挿通孔	20
4 2	長板部	
4 2 a	爪部(押圧爪)	
1 0 0 2	可動子	
5 a、5 b	電機子ヨーク	
6 a、6 b	永久磁石	
7 a、7 b	補助板	
8	コイル	

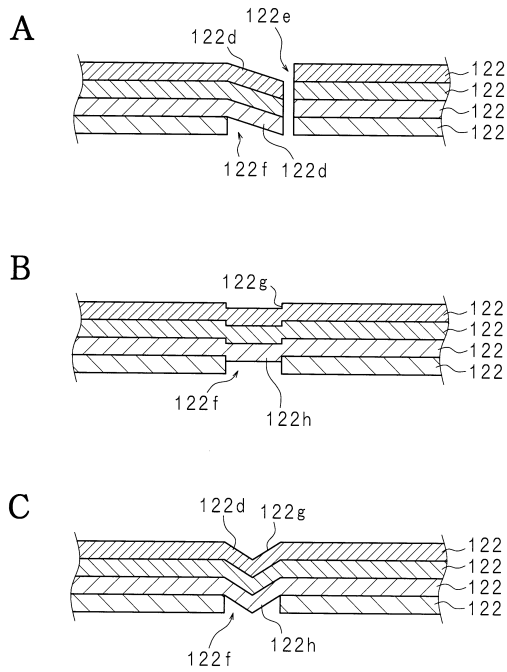
【図1】



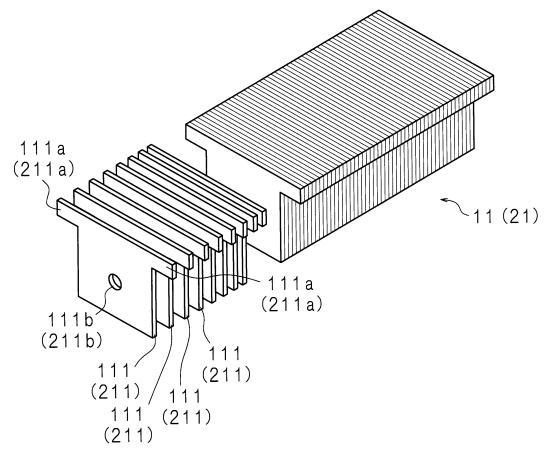
【図2】



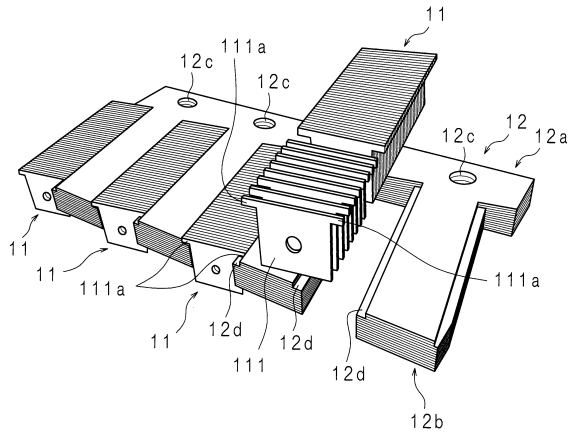
【図3】



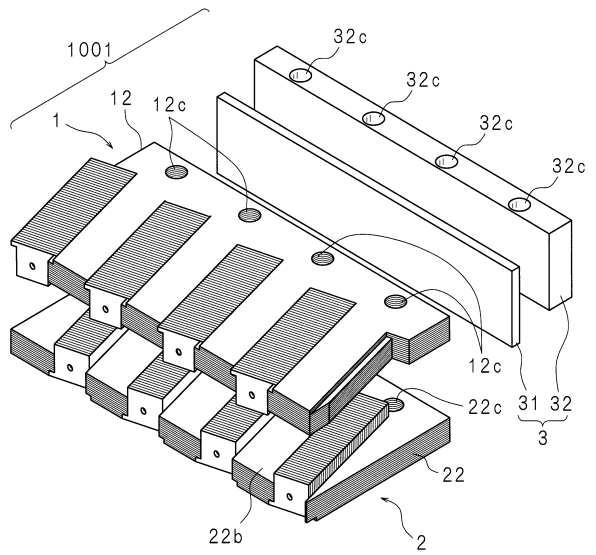
【図4】



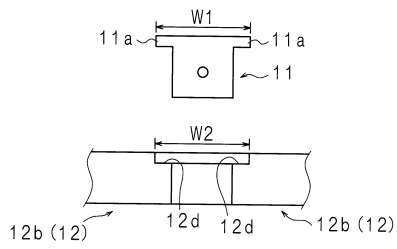
【図5】



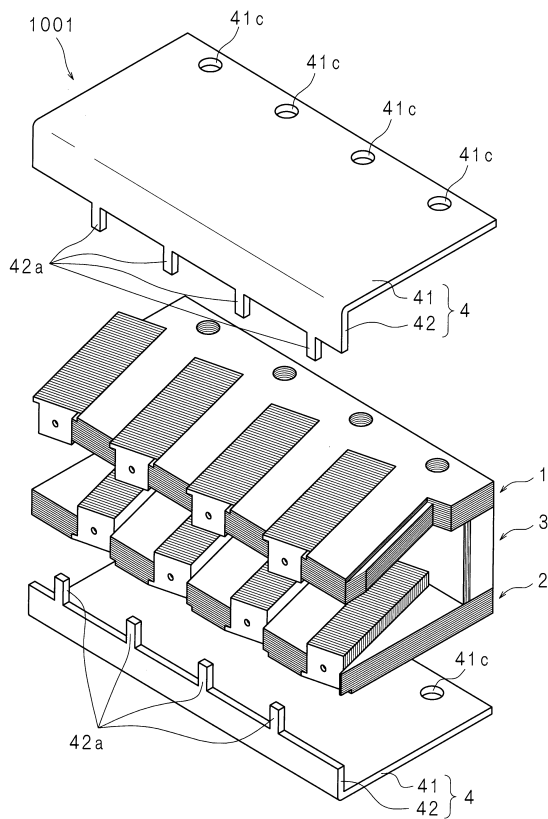
【図7】



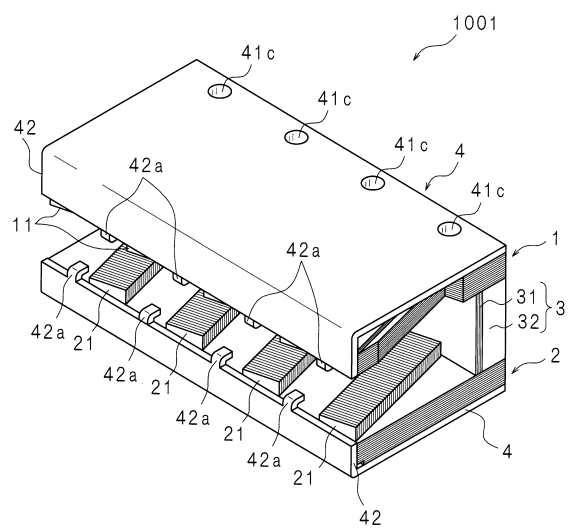
【図6】



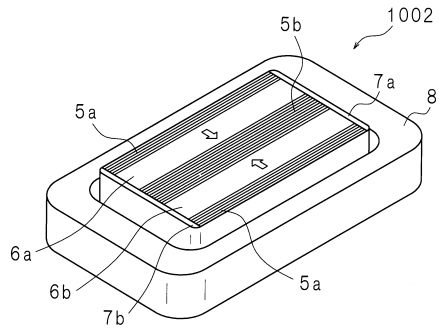
【図8】



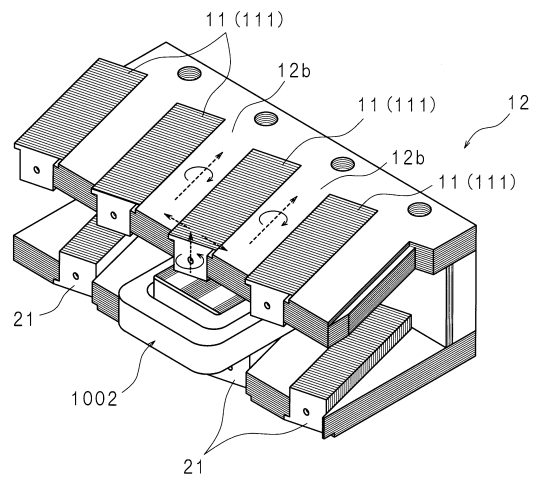
【図9】



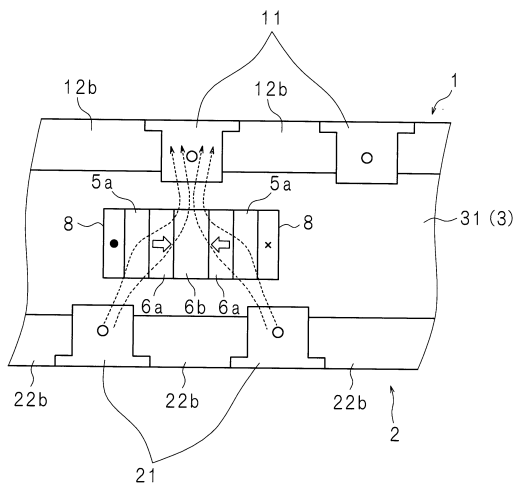
【図10】



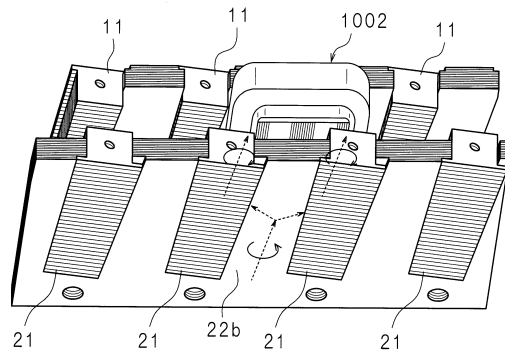
【図11】



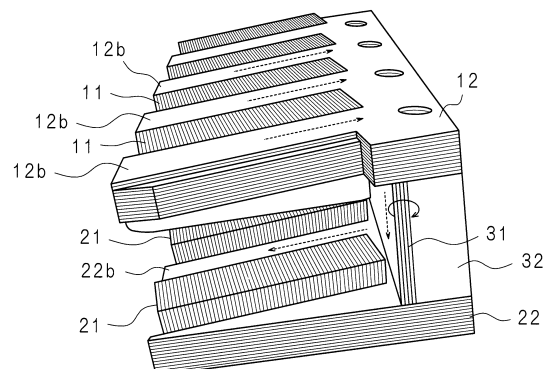
【図12】



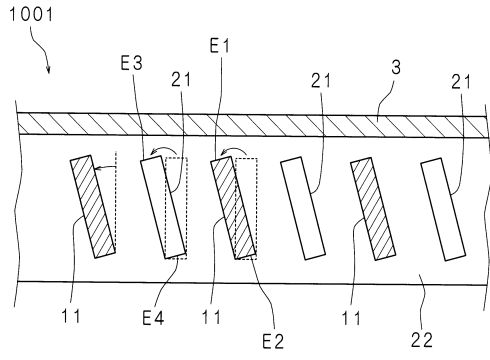
【図13】



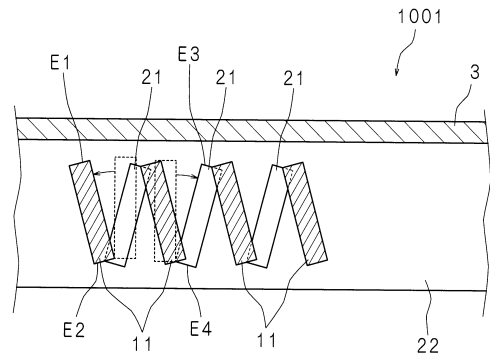
【図14】



【 15 】



【 16 】



フロントページの続き

(72)発明者 赤松 薫

群馬県高崎市吉井町多比良2977番地 NEOMAXエンジニアリング株式会社 高崎製作所内

審査官 田村 恵里加

(56)参考文献 特表平08-502880(JP,A)
特開2011-115014(JP,A)
特開平11-069761(JP,A)
特開2004-129415(JP,A)
特開昭59-080149(JP,A)
特開昭62-126858(JP,A)
特開2005-137140(JP,A)
特開平10-164779(JP,A)
特開2010-017072(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 41/00 - 41/06