

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5327701号
(P5327701)

(45) 発行日 平成25年10月30日(2013.10.30)

(24) 登録日 平成25年8月2日(2013.8.2)

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

請求項の数 4 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-319323 (P2008-319323) (22) 出願日 平成20年12月16日(2008.12.16) (65) 公開番号 特開2010-148167 (P2010-148167A) (43) 公開日 平成22年7月1日(2010.7.1) 審査請求日 平成23年6月7日(2011.6.7)</p>	<p>(73) 特許権者 000006622 株式会社安川電機 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 (74) 代理人 100104503 弁理士 益田 博文 (72) 発明者 吉村 憲昭 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社 安川電機内 審査官 田村 耕作</p>
---	--

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】

界磁鉄心上に交互に極性が異なる複数の永久磁石を等ピッチで配置した界磁磁極と、前記界磁磁極と磁氣的空隙を介して対向配置されると共に、電機子コアと該コアのティースにコイルを集中巻きに巻回してなる電機子巻線とを備えた電機子を有し、前記界磁磁極と前記電機子の何れか一方を固定子、他方を可動子として相対的に走行するようにしたリニアモータにおいて、

前記電機子コアのティースは、該コイルを巻回する第1のティースと、該コイルを巻回しない第2のティースとで構成されており、

前記永久磁石による磁極数と、前記電機子コアのティース数の関係を、 $4n : 6n - 1$ (n : 自然数)

10

とすると共に、前記電機子コアのティースピッチが磁極ピッチ に対し、 $2/3$ 、かつ、前記電機子コアに巻回されたコイルピッチが磁極ピッチ に対し、 $4/3$ とするようにし、

前記第2のティースは、矩形形状を備えており、

前記第1のティースは、末広がり形状を実現する突起部を先端部に備えるとともに前記第2のティースよりも長い、略矩形形状を備えている

ことを特徴とするリニアモータ。

【請求項2】

前記コイルを巻回しない第2のティースの磁石列と直交する方向の長さ L_{td2} は、前

20

記該コイルを巻回する第 1 のティースの磁石列と直交する方向の長さ L_{tc2} よりも短くした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】

前記コイルを巻回しない第 2 のティースの長さ L_{td2} と、前記該コイルを巻回する第 1 のティースの長さ L_{tc2}

との比 L_{td2} / L_{tc2} を、 $0.5 < (L_{td2} / L_{tc2}) < 1$ に設定したことを特徴とする請求項 2 に記載のリニアモータ。

【請求項 4】

前記電機子コアの両端には、前記第 1 のティースの形状とは異なる形状の補助ティースを設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 3 までの何れか 1 項に記載のリニアモータ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は主に工作機械の送り機構や半導体製造装置の位置決め装置などに使用されるリニアモータの構成に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、工作機械の送り機構や半導体製造装置の位置決め装置などに利用される永久磁石同期リニアモータは、界磁鉄心上に永久磁石を等ピッチで配置した界磁磁極と、電機子コアと該コアのティースに集中巻きにしてなる電機子コイルを備えた電機子と、を有し、界磁磁極と電機子の何れか一方を固定子、他方を可動子として用いることができる。

20

上記リニアモータは発熱が小さいことが求められており、発熱の小さいモータとしては、コイルの巻回されたティースの集める磁束が多く、永久磁石による磁極数と電機子コアのティース数の関係が、 $8n : 9n$ (n : 自然数)、もしくは、 $5n : 6n$ (n : 自然数)、といったものが従来から使われている。

なお、リニアモータは界磁磁極を固定子、電機子を可動子としたものをムービングコイル型リニアモータ、界磁磁極を可動子、電機子を固定子としたものをムービングマグネット型リニアモータと称しているが、ここでは前者のムービングコイル型リニアモータを中心に説明する。

図 7 は第 1 従来技術を示すムービングコイル型リニアモータの側断面図である。

30

図 7 において、1 は界磁磁極、2 は界磁鉄心、3 は永久磁石、4 は電機子、4 1 は電機子コア、5 はティース、6 は電機子巻線である。

固定子側となる界磁磁極 1 は、界磁鉄心 2 に複数の永久磁石 3 を交互に極性が異なるように等ピッチで配置したものとなっている。また、永久磁石 3 の磁極面には、磁気的空隙を介して可動子側となる電機子 4 が対向配置されている。電機子 4 は電磁鋼板を櫛歯状に打ち抜き先端に複数のティース 5 を形成してなる電機子コア 4 1 と、この複数のティース 5 にコイルを集中巻きにより巻回してなる電機子巻線 6 とから構成される。本例は、永久磁石による磁極数と電機子コアのティース数の関係が、 $8n : 9n$ (n : 自然数) のリニアモータであり、 $n = 1$ の場合を示したものとなっている。

図 8 は第 2 従来技術を示すムービングコイル型リニアモータの側断面図である。なお、図 8 は、図 7 で説明した構成要素と同じであるため、同一符号を付して説明を省略する。

40

本例は、第 2 従来技術と異なり、永久磁石による磁極数と電機子コアのティース数の関係が、 $4n : 3n$ (n : 自然数) のリニアモータであり、 $n = 2$ の場合を示したものとなっている。

また、コギング推力の低減やモータの絶縁強化を図るためにティースを 1 つ置きに集中巻きにしたモータが発明されている。(例えば、特許文献 1 参照)

【特許文献 1】特許第 4055773 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

50

しかしながら、リニアモータは一般的に電機子コアのティース深さが長く、永久磁石による磁極数と電機子コアのティース数の関係が、 $8n : 9n$ (n : 自然数)、もしくは、 $5n : 6n$ (n : 自然数)といったリニアモータでは、磁極ピッチに対してティースピッチが短いために、コイルの巻回されたティースの集める磁束は多いが、磁極ピッチに対してコイルピッチが短いために、高推力では漏れ磁束が多くなって推力飽和の影響を受けやすい、という問題があった。

また、永久磁石による磁極数と電機子コアのティース数の関係が、 $4n : 3n$ (n : 自然数)といったリニアモータでは、磁極ピッチに対してコイルピッチが長いために、高推力でも推力飽和の影響を受けにくい、磁極ピッチに対してティースピッチが長いために、コイルの巻回されたティースの集める磁束が少ない、という問題があった。

さらに、特許文献1記載のリニアモータにおいても、永久磁石による磁極数と電機子コアのティース数の関係が、 $4n : 3n$ (n : 自然数)といったリニアモータと同様の問題や、コギング推力は低減されていても誘起電圧の高調波成分が大きく、制御特性が低下する、という問題があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、推力飽和の影響を受け難くすると共に、コイルの巻回されたティースの集める磁束が多く、しかも誘起電圧の高調波成分を小さくすることのでき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】

【0004】

上記問題を解決するため、請求項1に記載の発明は、界磁鉄心上に交互に極性が異なる複数の永久磁石を等ピッチで配置した界磁磁極と、前記界磁磁極と磁氣的空隙を介して対向配置されると共に、電機子コアと該コアのティースにコイルを集中巻きに巻回してなる電機子巻線とを備えた電機子を有し、前記界磁磁極と前記電機子の何れか一方を固定子、他方を可動子として相対的に走行するようにしたリニアモータにおいて、前記電機子コアのティースは、該コイルを巻回する第1のティースと、該コイルを巻回しない第2のティースとで構成されており、前記永久磁石による磁極数と、前記電機子コアのティース数の関係を、 $4n : 6n - 1$ (n : 自然数)とすると共に、前記電機子コアのティースピッチが磁極ピッチ に対し、 $2/3$ 、かつ、前記電機子コアに巻回されたコイルピッチが磁極ピッチ に対し、 $4/3$ 、とするようにし、前記第2のティースは、矩形形状を備えており、前記第1のティースは、未広がり形状を実現する突起部を先端部に備えるとともに前記第2のティースよりも長い、略矩形形状を備えていることを特徴としている。

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のリニアモータにおいて、前記コイルを巻回しない第2のティースの磁石列と直交する方向の長さ L_{td2} は、前記該コイルを巻回する第1のティースの磁石列と直交する方向の長さ L_{tc2} よりも短くしたことを特徴としている。

請求項3に記載の発明は、請求項2に記載のリニアモータにおいて、前記コイルを巻回しない第2のティースの長さ L_{td2} と、前記該コイルを巻回する第1のティースの長さ L_{tc2} との比 L_{td2} / L_{tc2} を、 $0.5 < (L_{td2} / L_{tc2}) < 1$ に設定したことを特徴としている。

請求項4に記載の発明は、請求項1～3までの何れか1項に記載のリニアモータにおいて、前記電機子コアの両端には、前記第1のティースの形状とは異なる形状の補助ティースを設けたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0005】

請求項1に記載の発明によると、推力飽和の影響を受け難くすると共に、コイルの巻回されたティースの集める磁束が多い、リニアモータの構成を得ることができる。

また、コイルの巻回されたティースの集める磁束が多い、リニアモータの構成を得ることができる。

請求項2、請求項3に記載の発明によると、上述の効果に加えて、コイルの誘起電圧の

10

20

30

40

50

高調波成分が小さくなって制御特性を向上することができる。

請求項 4 に記載の発明によると、上述の効果に加えて、コギング推力の低減されたリニアモータの構成を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例 1】

【0007】

図 1 は本発明の第 1 実施例を示すムービングコイル型リニアモータ側断面図である。なお、本発明の構成要素が従来技術と同じ構成要素については同一符号を付してその説明を省略し、異なる点のみ説明する。

図 1 において、5 1、5 2、5 3、5 4、5 5、5 6 はコイルを巻回してなるティース、7 1、7 2、7 3、7 4、7 5 はコイルを巻回しないティース、6 1、6 2、6 3、6 4、6 5、6 6 は電機子巻線である。

本発明が従来技術と異なる点は以下のとおりである。

すなわち、電機子コア 4 1 のティース 5 1、5 2、5 3、5 4、5 5、5 6 にはコイルを集中巻により巻回して電機子巻線 6 1、6 2、6 3、6 4、6 5、6 6 を形成し、コイルを巻回したティース 5 1、5 2、5 3、5 4、5 5、5 6 間にはそれぞれコイルを巻回しないティース 7 1、7 2、7 3、7 4、7 5 を配置し、前記コイルを巻回するティースと前記コイルを巻回しないティースとを交互の一つおきに配置するようにした点である。

また、リニアモータは、永久磁石 3 による磁極数と、電機子コア 4 1 のティース数の関係を、 $4n : 6n - 1$ (n : 自然数) とすると共に、電機子コア 4 1 のティースピッチが磁極ピッチ に対し、 $2/3$ 、かつ、電機子コア 4 1 のティース 5 1、5 2、5 3、5 4、5 5、5 6 に巻回された電機子巻線 6 1、6 2、6 3、6 4、6 5、6 6 のコイルピッチが磁極ピッチ に対し、 $4/3$ としてあり、コイルを巻回しないティースの磁石列と平行する方向の長さ L_{td1} は、コイルを巻回するティースの磁石列と平行する方向の長さ L_{tc1} よりも短くした構成となっている。

ここで、電機子巻線は、図 1 の左端ティース 5 1 より 1 ティースおきに、正巻に巻回され、相順を U 相、V 相、W 相となるように配置してある。また、図 1 においては、 $n = 2$ の場合を示した。

ところで、上記説明では、電機子巻線を、図 1 の左側の端ティースより 1 ティースおきに、正巻で巻回され、相順を U 相、V 相、W 相となるように配置する例を述べたが、逆巻で巻回され、相順を U 相、V 相、W 相となるように配置してもよい。

また、相順についても U 相、V 相、W 相となるように配置する例を述べたが、V 相、W 相、U 相または W 相、U 相、V 相、または W 相、V 相、U 相、または V 相、U 相、W 相、または U 相、W 相、V 相となるように配置してもよい。

【0008】

図 2 は、第 1 実施例における可動子位置と鎖交磁束の関係を示す図であって、ティースの集める磁束波形を表したものである。

第 1 実施例の効果を確認するために、例えば、電機子コアの寸法を $L_{td1} = 6.9$ [mm]、 $L_{tc1} = 1.0$ [mm]、 $L_{td2} = L_{tc2} = 34.5$ [mm] として、シミュレーションを行った。図 2 から、電機子コアの巻回しないティースありの場合（第 1 実施例）と、巻回しないティースなしの場合（従来技術）を比較すると、前者の電機子コアの巻回しないティースありの場合のほうが、コイルの巻回されたティースの集める磁束が多くなるという効果を確認した。また、コイルピッチが磁極ピッチよりも長いために推力飽和の影響を受けにくくなる、という効果も確認した。

したがって、第 1 実施例によれば、従来技術は全てのティースにコイルを巻回していたが、図 1 に示すようにコイルを巻回するティース 5 1、5 2、5 3、5 4、5 5、5 6 とコイルを巻回しないティース 6 1、6 2、6 3、6 4、6 5 とを交互に配置し、従来の電機子を構成する 6 本のティースの間にコイルを巻回するティースを配置するようにしたの

で、推力飽和の影響を受け難くすると共に、コイルの巻回されたティースの集める磁束が多くなるという効果を奏するリニアモータを提供することができる。

【実施例 2】

【0009】

図3は本発明の第2実施例を示すムービングコイル型リニアモータ側断面図である。なお、第2実施例以下、第1実施例で説明した構成要素と同じであるため、その説明を省略する。

第1実施例のリニアモータ(図1)で、コイルを巻回したティース51、52、53、54、55、56間にコイルを巻回さないティース71、72、73、74、75を配置した構成において、コイルを巻回するティースの長さ L_{tc2} とコイルを巻回しないティースの長さ L_{td2} が等しい例を示したが、第2実施例のリニアモータは、図3に示すように該コイルを巻回しないティースの長さ L_{td2} を、該コイルを巻回するティースの長さ L_{tc2} よりも短くしたもとなっている。

10

【0010】

図4は第2実施例における可動子位置と鎖交磁束の関係を示す図であって、ティースの集める磁束波形を表したものである。

第2実施例の効果を確認するために、例えば、電機子コアの寸法を $L_{td1} = 6.9$ [mm]、 $L_{tc1} = 1.0$ [mm]、 $L_{tc2} = 34.5$ [mm]の場合において、 $L_{td2} = 34.5$ [mm]、 32.0 [mm]、 29.5 [mm]と変化させてシミュレーションを行った。

20

コイルを巻回しないティースの長さ L_{td2} を、コイルを巻回するティースの長さ L_{tc2} より短くしていくと、図4のようにコイルの鎖交磁束の波形が正弦波に近づき、誘起電圧の高調波成分を小さくなるために制御特性が向上するという効果という効果を確認した。

したがって、第2実施例によれば、コイルを巻回しないティースの長さ L_{td2} を、コイルを巻回するティースの長さ L_{tc2} よりも短くしたので、第1実施例と同様の効果以外に、誘起電圧の高調波成分を小さくできる効果を奏するリニアモータを提供することができる。

【実施例 3】

【0011】

図5は本発明の第3実施例を示すムービングコイル型リニアモータ側断面図である。

第1実施例および第2実施例のリニアモータ(図1、図3)で、コイルを巻回したティース51、52、53、54、55、56の形状と、コイルを巻回しないティース71、72、73、74、75の形状は互いに同じ矩形状の例を示したが、第3実施例のリニアモータは、図5に示すように該コイルを巻回するティースの先端形状を例えば、鋭利な突起を施すなどの形状に変えて、該コイルを巻回しないティースとは異なる先端形状にしている。

30

【0012】

したがって、第3実施例はコイルを巻回するティースの先端形状を、該コイルを巻回しないティースの先端形状とは異なり、ティース先端をティース根元と比較してその面積を大きくしているため、第1実施例、第2実施例よりもさらにコイルの巻回されたティースの集める磁束が多くなるという効果がある。

40

【実施例 4】

【0013】

図6は本発明の第4実施例を示すムービングコイル型リニアモータ側断面図である。

第4実施例が第3実施例と異なる点は、電機子コア41の両端には、コイルを巻回するティース51、56の形状とは異なる形状の補助ティース81、82を配置した点である。

【0014】

第4実施例は補助ティースを配置しているため、上述の第1実施例乃至第3実施例で得

50

られる効果以外にコギング推力が低減されるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1実施例を示すムービングコイル型リニアモータの側断面図、

【図2】第1実施例における可動子位置と鎖交磁束の関係を示す図であって、ティースの集める磁束波形を表したもの、

【図3】本発明の第2実施例を示すムービングコイル型リニアモータの側断面図、

【図4】第2実施例における可動子位置と鎖交磁束の関係を示す図であって、ティースの集める磁束波形を表したもの、

【図5】本発明の第3実施例を示すムービングコイル型リニアモータの側断面図、

【図6】本発明の第4実施例を示すムービングコイル型リニアモータの側断面図、

【図7】第1従来技術を示すムービングコイル型リニアモータの側断面図、

【図8】第2従来技術を示すムービングコイル型リニアモータの側断面図

【符号の説明】

【0016】

1 界磁磁極

2 界磁鉄心

3 永久磁石

4 電機子

41 電機子コア

5、51、52、53、54、55、56 コイルを巻回してなるティース、

6、61、62、63、64、65、66 電機子巻線、

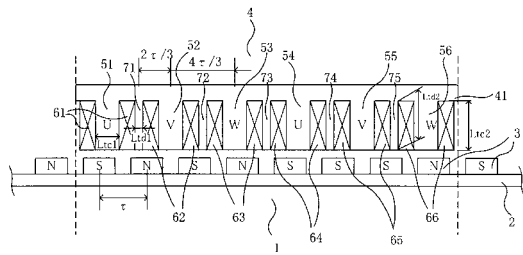
71、72、73、74、75 コイルを巻回しないティース、

81、82 補助ティース

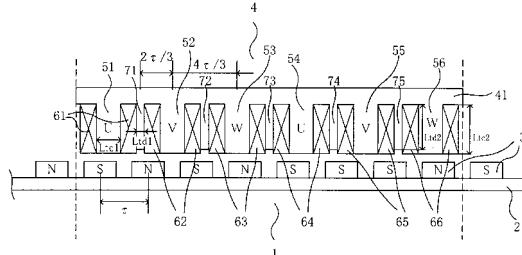
10

20

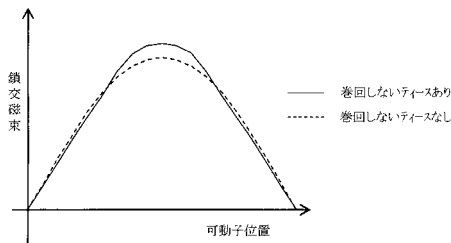
【図1】



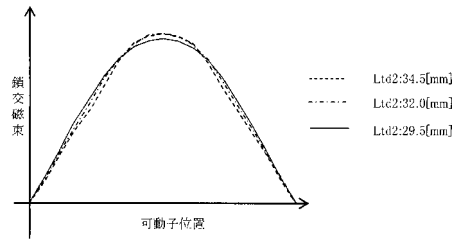
【図3】



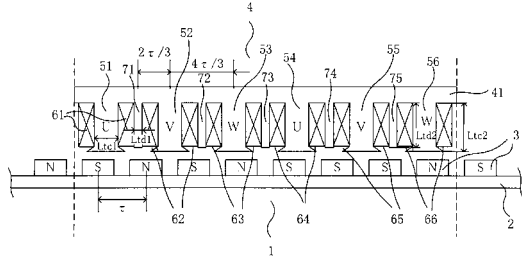
【図2】



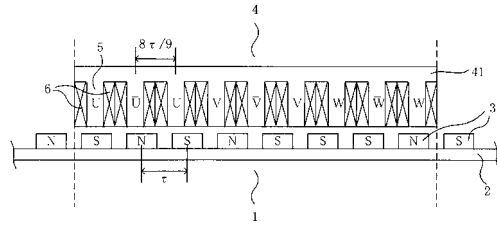
【図4】



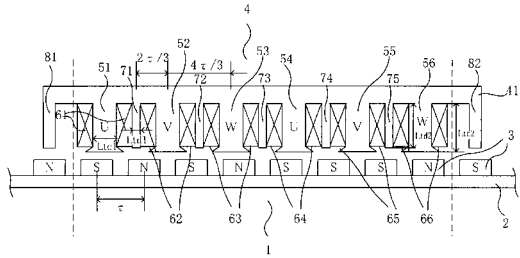
【図5】



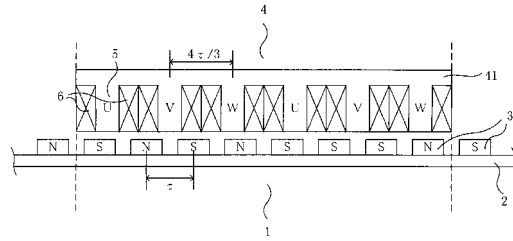
【図7】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭55-068871(JP,A)
特開昭55-068870(JP,A)
特開昭61-054855(JP,A)
国際公開第2004/093301(WO,A1)
国際公開第2007/090776(WO,A1)
特開平06-038500(JP,A)
特開2007-185033(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 41/00 - 41/06