

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4102708号  
(P4102708)

(45) 発行日 平成20年6月18日(2008.6.18)

(24) 登録日 平成20年3月28日(2008.3.28)

(51) Int.Cl. F 1  
**HO2K 41/03 (2006.01)** HO2K 41/03 A

請求項の数 1 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-149698 (P2003-149698)</p> <p>(22) 出願日 平成15年5月27日(2003.5.27)</p> <p>(65) 公開番号 特開2004-357368 (P2004-357368A)</p> <p>(43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)</p> <p>審査請求日 平成18年3月1日(2006.3.1)</p> <p>(出願人による申告) 国等の共同研究の成果に係る特許出願(平成14年新エネルギー・産業技術総合開発機構「エネルギー使用合理化工作機械等技術開発 省エネ化と実用化を実現するリニアモータシステムの開発」共同研究 産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)</p>	<p>(73) 特許権者 000149066                  オークマ株式会社                  愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目25番地の1</p> <p>(74) 代理人 100075258                  弁理士 吉田 研二</p> <p>(74) 代理人 100096976                  弁理士 石田 純</p> <p>(72) 発明者 川井 庸市                  愛知県丹羽郡大口町下小口5丁目25番地の1 オークマ株式会社大口工場内</p> <p>審査官 山村 和人</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石を利用したモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

凸極が一定間隔をもって配置された固定子と、  
前記固定子と所定のエアギャップを設けて配置され、前記凸極と対向配置された磁極  
が所定間隔をもって配置された可動子と、  
を有するモータであって、  
前記可動子は、  
前記可動子の移動方向と直交する厚み方向に永久磁石を挟んで積層された、N極磁気ヨ  
ークと、S極磁気ヨークと、  
前記N極磁気ヨークと磁氣的に結合され、前記可動子の移動方向に所定間隔で配置され  
、前記可動子の厚み方向全幅に伸張した複数のN極磁極と、  
前記S極磁気ヨークと磁氣的に結合され、前記可動子の移動方向に所定間隔で配置され  
、前記可動子の厚み方向全幅に伸張し、かつ可動子の移動方向に対して前記N極磁極と交  
互に配置された複数のS極磁極と、  
隣接する磁極の間に配置された補助磁石と、  
前記複数のN極磁極及びS極磁極に巻回された交流巻線と、  
を備えた永久磁石を利用したモータにおいて、  
前記N極磁極とS極磁極の固定子側における厚み方向の全幅が同幅であり、  
前記可動子のN極磁極のN極磁気ヨーク及びS極磁極のS極磁気ヨークから伸張しヨ  
ークと同じ厚み方向の幅を有する主磁極部分は、固定子から遠ざかるほどその幅が広く、か

10

20

つ、前記主磁極部分から厚み方向に突出したN極及びS極の補助磁極部分は、固定子から遠ざかるほどその幅が狭く、なるように形成したことを特徴とする永久磁石を利用したモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は永久磁石を利用したモータ、特にリニアモータに好適なモータの構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

図13は、従来技術による同期型リニアモータを示した図である。また、図14、図15、図16、図17は、同期型リニアモータの問題点を解決するために出願人らが特許第3344645号で開示した従来技術によるリニアモータである。図15は図14の断面A-A、図16は図14の断面B-Bを示している。また、図17は、図14の可動子3の側面図と可動子3を下方向から見た図である。

10

【0003】

従来技術による同期型リニアモータの特徴について説明する。図13において、63は可動子、67は可動子63に設けられたS1からS12で示すスロットであり、スロット67には、回転型の誘導電動機などで一般的に使用される2極の3相交流巻線が巻回されている。また、65は可動子突極、61はステータ、64はステータの表面にN極、S極と交互に配置された永久磁石である。

20

【0004】

一般的に、モータの1ターンの巻き線が発生する力Fは、フレミングの法則より、 $F = B \cdot I \cdot L$ として表される。ここでBは磁束密度、Iは電流、Lは有効な電線の長さであり、パワーPは、 $P = F \cdot dX / dt$ である。Xは可動子の移動方向の位置であり、 $dX / dt$ は可動子の移動速度である。

【0005】

ここで、電氣的には、パワーPは、電圧をVとして、 $P = V \cdot I = d / dt \cdot I$ として表される。は1ターンの巻き線に鎖交する磁束である。リニアモータ内部の磁気エネルギーの変化を無視すると、前記両式から $P = F \cdot dX / dt = d / dt \cdot I$ となり、リニアモータの発生推力Fは、 $F = d / dX \cdot I$ となる。リニアモータの発生する推力Fは巻線が鎖交する磁束の位置変化率 $d / dX$ に比例するわけである。

30

【0006】

従って例えば、図示しないが、図13と同一の可動子-ステータ構造で、但し2極の永久磁石型リニアモータの場合について考えてみると、発生するトルクT、即ち、巻き線が鎖交する磁束の位置変化率 $d / dX$ は、ほぼ単純に、磁束密度Bに比例することになる。

【0007】

次に同様のことを図13のリニアモータについて考えてみる。例えば、1ターンの巻き線をスロットS2に紙面の手前側から奥側へ、そして、スロットS8に紙面の奥側から手前側へ巻回していると仮定する。この時にスロットS2からスロットS8に巻回された巻き線に鎖交する磁束の位置変化率 $d / dX$ は、可動子63がわずかな量Xだけ右方向へ移動することを想定すると、その時の微小磁束変化はスロットS2からスロットS8に狭まれた可動子突極65にそれぞれ微小位置変化Xに相当したN極磁束の増加があらわれ、大きな磁束位置変化 $d / dX$ が得られる関係に配置されている。従って、前記2極の永久磁石型リニアモータの場合と比較すると、単純論理的には、磁束の位置変化率 $d / dX$ は約5~6倍であるといえ、発生する推力も約5~6倍であるといえる。このように永久磁石を利用したパーニア型のリニアモータは、原理的に大推力という特徴を持っている。ただし、制御可能に駆動する駆動周波数はこの例では約6倍になり、駆動周波数限界と巻線のインダクタンスの影響で一般的には高速駆動は困難である。

40

50

## 【0008】

しかし、従来の同期型リニアモータでは、各永久磁石64の磁束が有効に活用できないと言う問題がある。例えば、スロットS2とS3に挟まれた可動子突極65に存在する磁束について考えてみると、可動子突極65は、永久磁石64のN極にわずかなギャップを介して対向しておりこのN極の磁束がこの可動子突極65に存在するが、同時に、両隣のS極の磁束も各可動子突極65間の空間等非磁性部から漏れてきてN極とS極間で磁束がクローズする成分も多く存在し、このN極の磁束の内S極とクローズする磁束は駆動作用に活用されなくなる。この結果、スロットS2とS3に挟まれた可動子突極65にN極の磁束が十分に活用されず、同様のことはその他の各可動子突極65についても言えるので、有効な磁束が十分に得られず、結果としてモータの電流が適切に通電された場合のモータ推力が減少するという問題がある。

10

## 【0009】

もう一つの問題点として、可動子突極65の電磁鋼板の最大磁束密度は1.7テスラ程度と大きい値であるのに対し、ステータ磁極部の最大磁束密度は残留磁束密度の大きい希土類磁石を使用しても1.0テスラ程度であり、構造的に、磁束密度を高くできないと言う問題がある。ステータ61の各磁極の磁束密度アップによる電動機のトルクアップが望まれている。

## 【0010】

もう一つの問題点として、リニアモータの駆動範囲が長い時、ステータ61に装着される高価な永久磁石は長さに比例した量が必要なため、リニアモータのコストが高価なものになるという問題がある。他の問題として、工作機械などの送り駆動に応用した場合、周囲環境として鉄粉等があり、永久磁石64が存在する場所は特に嚴重にカバーをして、鉄粉等が付着しないように配慮しなければならないが、磁石部が長いので、カバーに要するコストが高くなるという問題もある。次に、上記同期型リニアモータの問題点を解決するために、出願人らが特許第3344645号で開示した図14、図15、図16、図17に示す従来のリニアモータについて説明する。

20

## 【0011】

図14、図17において、可動子3には、それぞれ3組のN極磁極5、S極磁極6と、N極磁極5、S極磁極6間に補助磁石10を有した3組の可動子磁極4a、4b、4cが可動子移動方向に配置されおり、N極磁極5、S極磁極6、補助磁石10は、図17に示すように交互にN極、S極となるように配置される。N極磁極5とS極磁極6は、図15、図16に示されているように5a、5bと6a、6bで構成されており、5a、6aは、特許第3344645号におけるN極補助磁極とS極補助磁極に相当する。

30

## 【0012】

各可動子磁極5、6には3相の交流巻線16が巻回されている。U相巻線は図中の記号でSU1、SU2、V相巻線は図中の記号でSV1、SV2、W相巻線は図中の記号でSW1、SW2である。各相の可動子磁極4a、4b、4cは、固定子1の突極2に対して電気角的に120度づつシフトした位置に配置されている。

## 【0013】

可動子3を構成する電磁鋼板は、図15、図16におけるN極用磁気ヨーク3aとS極用磁気ヨーク3bであり、それぞれ、N極磁極5、S極磁極6と磁氣的に接続されている。図17の可動子磁極4aは、可動子3の形状を理解し易いようにS極磁気ヨーク3bの断面図を示してある。

40

## 【0014】

また、可動子3内部には、N極磁気ヨーク3aとS極磁気ヨーク3bと磁氣的に接続された共通永久磁石13が配置される。

## 【0015】

上記のように構成された従来技術におけるリニアモータの3相の交流巻線16に電流を印可すると、U、V、W相巻線の印可方向により、3組の可動子磁極5、6では、N極もしくはS極のどちらか一方に励磁され、N極もしくはS極の大きな一つの磁極となる。そし

50

て各可動子磁極 5, 6 および共通永久磁石 13 を通過した磁束 19 は、固定子 1 側を通過し、3 次元的な立体磁路を構成する。この時、可動子 3 と固定子 1 の位置に応じた磁気吸引力が生ずることで、可動子 3 に推力が発生する。

【0016】

さらに詳しく磁束の流れについて説明する。今、U相 V、W相、すなわちSU1、SV2、SW2をプラス、SU2、SV1、SW1をマイナスになるように電流を流すと、図14の可動子磁極4aはS極に、可動子磁極4b、4cはN極になり、磁束19で示すように、磁束は可動子磁極4aの裏側のS極磁気ヨーク3bから可動子磁極4b、4cの表側のN極磁気ヨーク3aに流れ、つぎに可動子磁極4b、4cのN極磁極5の表側から固定子1に流れ、可動子磁極4aのS極磁極6よりS極磁気ヨーク3bへ戻るという3次元立体磁路を構成する。すると、図14の可動子3と固定子1の境界部に図示した矢印の方向に力が働き、可動子3は右側に移動する。

10

【0017】

上述したように図14から図17に示した従来技術のリニアモータにおいては、可動子磁極4a、4b、4cに配置したN極磁極5とS極磁極6は、巻線に電流を印加することにより共通の磁極となり、従来技術の同期型リニアモータのように、N極とS極間で磁束がクローズする漏れ磁束が発生しないため、モータ推力が向上する。

【0018】

また、補助磁石10の他に、共通永久磁石13からも磁束を供給することで、磁束密度を電磁鋼板の飽和磁束密度である1.7テスラ程度まで高めて使用できるため、可動子3表面に大きな磁束を発生させることができ、大きな推力を発生できる。

20

【0019】

また、可動子3側へ永久磁石と巻き線16の両方を配置することにより、従来技術の同期型リニアモータのように、高価な永久磁石をストロークの長いステータ1側に使用することなく、ステータ1は、珪素鋼板を積層しただけの単純な構造となるため、モータコストが低減する。さらに、ステータ1に永久磁石がないため、切粉の付着がおこらず、耐環境性も改善する。

【0020】

【特許文献1】

特許第3344645号公報

30

【0021】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述したような従来技術のリニアモータには次のような課題があった。

【0022】

図15、図16に示したヨーク入口14、15の断面積は、N極及びS極磁極5、6の可動子3と固定子1の境界面の断面積の半分程度に小さくなるため、この部分で磁束が飽和しモータ推力が低下するという課題があった。

【0025】

本発明は、上記問題点を解決するので、ヨーク入り口14、15付近の磁束の飽和を防止するような構成とすることでモータ推力を向上させることを目的とする。

40

【0026】

【課題を解決するための手段】

上記のような問題を解決するために、本発明におけるリニアモータにおいては、凸極が一定間隔をもって配置された固定子と、前記固定子と所定のエアギャップを設けて配置され、前記凸極と対向配置された磁極が所定間隔をもって配置された可動子と、を有するモータであって、前記可動子は、前記可動子の移動方向と直交する厚み方向に永久磁石を挟んで積層された、N極磁気ヨークと、S極磁気ヨークと、前記N極磁気ヨークと磁氣的に結合され、前記可動子の移動方向に所定間隔で配置され、前記可動子の厚み方向全幅に伸張した複数のN極磁極と、前記S極磁気ヨークと磁氣的に結合され、前記可動子の移動方向に所定間隔で配置され、前記可動子の厚み方向全幅に伸張し、かつ可動子の移動方向に

50

対して前記N極磁極と交互に配置された複数のS極磁極と、隣接する磁極の間に配置された補助磁石と、前記複数のN極磁極及びS極磁極に巻回された交流巻線と、を備えた永久磁石を利用したモータにおいて、前記N極磁極とS極磁極の固定子側における厚み方向の全幅が同幅であり、前記可動子のN極磁極のN極磁気ヨーク及びS極磁極のS極磁気ヨークから伸張しヨークと同じ厚み方向の幅を有する主磁極部分は、固定子から遠ざかるほどその幅が広く、かつ、前記主磁極部分から厚み方向に突出したN極及びS極の補助磁極部分は、固定子から遠ざかるほどその幅が狭く、なるように形成したことを特徴とする。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施形態について説明する。

10

【0031】

第1の実施形態．

図1、図2、図3は、第1の実施形態に係る永久磁石を利用したリニアモータを示した図である。図2は図1の断面CC、図3は、図1の可動子3の側面図と、可動子3を下方向から見た図である。図1、図2、図3を参照しながら、本実施形態について説明する。

【0032】

図1，図2，図3において、3は可動子、3aはN極磁気ヨーク、3bはS極磁気ヨークであり、3a，3bは電磁鋼板を積層して構成される。また、16は3相交流巻線を表し、図中の記号SU1，SU2はU相巻線、SV1，SV2はV相巻線、SW1，SW2はW相巻線である。また、5はN極磁極、6はS極磁極、10は補助磁極を表し、N極磁気ヨーク3aとS極磁気ヨーク3bは、固定子1との境界部においては、ほぼ同一幅寸法になるように形成されているが、N極磁極5はN極磁気ヨーク3a側において固定子1から遠ざかるほどその幅が広く、S極磁気ヨーク3b側において固定子1から遠ざかるほどその幅が狭くなるように構成されている。一方、S極磁極6は、逆に、N極磁気ヨーク3a側において固定子1から遠ざかるほどその幅が狭く、S極磁気ヨーク3b側において固定子1から遠ざかるほどその幅が広くなるように形成されている。図3はN極磁極5とS極磁極6が交互にN極、S極となるように配置されることを示している。また、図2で示すように、可動子3内部にはN極磁気ヨーク3aとS極磁気ヨーク3bと磁氣的に接続された共通永久磁石13が配置される。また、N極磁極5、S極磁極6には、ティースコア18が挿入されている。ティースコア18は、図1において、磁気ヨーク3a，3bを構成する電磁鋼板の積層方向と垂直な方向に、電磁鋼板を複数枚積層したもので製作されている。以下、ティースコアの記載は参考例とする。

20

30

【0033】

図1において、3相交流巻線16にU相V，W相に電流を印可した時に、図の磁束19で示すような磁束が可動子3と固定子1を3次元的に横断して生成される3次元立体磁路を構成することは図14～図17で示した従来のリニアモータで説明した通りである。この時、固定子1から可動子3に生成される磁束19は、図2に示すように、磁極6から極磁気ヨーク3bに流れ込む際に、極磁気ヨーク3bのヨーク入口14，15で集中するが、N極磁極5は、N極磁気ヨーク3a側において固定子1から遠ざかるほど広くなるように形成され、S極磁極6は、S極磁気ヨーク3b側において固定子1から遠ざかるほど広くなるように形成されているため、ヨーク入口14，15の磁束飽和限界が高くなり、モータ推力が向上する。

40

【0034】

また、図2において、同じく固定子1から可動子3に流れ込んだ磁束19のうち、N極磁気ヨーク3a側から流れ込んだ磁束は、N極磁極5を構成する電磁鋼板の積層方向を横断するように流れようとするが、ティースコア18がN極磁極5を構成する電磁鋼板の積層方向と垂直な方向に積層されているため、磁束は電磁鋼板の積層方向を横断して流れることなく、ティースコア18を通過してスムーズにS極磁気ヨーク3bに流れる。その結果、磁束は電磁鋼板を横断することがないため、磁束の減少防ぐことができ発生推力が向上する。

50

## 【 0 0 3 5 】

また、モータが駆動され、磁束が変化した場合でも、ティースコア 18 を構成する電磁鋼板の表面に塗布された絶縁皮膜により電磁鋼板同士は電氣的に絶縁されているため、電磁鋼板間にまたがる大きな渦電流は発生せず、渦電流によって電磁鋼板の電気抵抗に応じて発生する鉄損が小さく抑えられるため、モータの発熱が低減するのである。

## 【 0 0 3 6 】

一方、磁束 19 は共通永久磁石 13 の前後においても電磁鋼板の積層方向を横断するように流れているが、この部分は共通永久磁石 13 の強力な界磁により磁束変化が少ないため、発熱は少なくティースコア 18 のような対策は不要である。

## 【 0 0 3 7 】

第 2 の実施形態 .

図 4 , 図 5 , 図 6 は、第 2 の実施形態に係るリニアモータを示した図であり、図 5 は図 4 の断面 D D、図 6 は、図 4 の可動子 33 の側面図と、可動子 33 を下方向から見た図である。第 1 実施形態と同様、可動子 33 と固定子 31 間で 3 次元磁路を生成するモータであるが、第 1 の実施形態と構成が異なるリニアモータを示している。図 4 , 図 5 , 図 6 を参照しながら、本実施形態について説明する。

## 【 0 0 3 8 】

図 4 , 図 5 , 図 6 において、33 は可動子、33 a は N 極磁気ヨーク、33 b は S 極磁気ヨークであり、33 a , 33 b は電磁鋼板を積層して構成される。また、46 は 3 相交流巻線を表し、図中には U、V、W 相を表す記号を示す。また、35 は N 極磁極、36 は S 極磁極、40 は補助磁極を表し、N 極磁気ヨーク 33 a と S 極磁気ヨーク 33 b は、固定子 31 との境界部においては、ほぼ同一幅寸法になるように配置されているが、N 極磁極 35 は N 極磁気ヨーク 33 a 側では固定子 31 から遠ざかるほどその幅が広く、S 極磁気ヨーク 33 b 側では固定子 31 から遠ざかるほどその幅が狭くなるように構成されている。一方、S 極磁極 36 は、逆に、N 極磁気ヨーク 33 a 側では固定子 31 から遠ざかるほどその幅が狭く、S 極磁気ヨーク 33 b 側では固定子 31 から遠ざかるほどその幅が広くなるように形成されている。図 6 には N 極磁極 35 と S 極磁極 36 が交互に N 極、S 極となるように配置されることを示している。また、可動子 33 内部には、図 5 で示すように、可動子 33 内部には N 極磁気ヨーク 33 a と S 極磁気ヨーク 33 b と磁氣的に接続された共通永久磁石 13 が配置される。また、N 極磁極 35、S 極磁極 36 には、ティースコア 48 が挿入されている。ティースコア 48 は、図 4 において、磁気ヨーク 33 a、33 b を構成する電磁鋼板の積層方向と垂直な方向に、電磁鋼板を複数枚積層したものか、磁性材料のブロックで製作されている。以下、ティースコアが、積層された電磁鋼板に代えて、磁性材料のブロックで構成されている記載は参考例とする。

## 【 0 0 3 9 】

図 4 で示すリニアモータと第 1 の実施形態で示したりニアモータの構造上の違いは、3 相交流巻線 46 として分布巻を配置している点と、可動子 33 の磁極ピッチと固定子 31 磁極ピッチが異なるバーニア構造を採用している点である。

## 【 0 0 4 0 】

上記のように構成された第 2 の実施形態におけるリニアモータの 3 相の交流巻線に電流を印可すると、U、V、W 相巻線の印可方向により、N 極、S 極の複数対の磁極 35、36 が、巻線 46 の起磁力により N 極もしくは S 極のどちらかに励磁される。そして可動子 33 内に N 極磁極 35 から N 極磁気ヨーク 33 a、共通永久磁石磁極 13、S 極磁気ヨーク 33 b、S 極磁極 36、固定子 31 を通過して再び N 極磁極 35 へ戻る 3 次元的な立体磁路が構成される。この時、可動子 33 と固定子 31 に位置に応じた磁気抵抗差力が生ずることで、可動子 33 に推力が発生する。

## 【 0 0 4 1 】

さらに詳しく磁束の流れについて説明する。今、U 相 V、W 相に電流を流すと、図 4 に示す 3 対の磁極 35、36 がそれぞれ N 極もしくは S 極に励磁され、磁束 29 に示すように、可動子 33 の S 極磁極 36 から裏側の S 極磁気ヨーク 33 b、共通永久磁石 13 を通

10

20

30

40

50

って表側のN極磁気ヨーク33a, N極磁極35に流れ、つぎに固定子31を通過して再びS極磁極36へ戻る2つの3次元立体磁路が形成される。すると、図4の可動子33と固定子31の境界部に図示した矢印の方向に力が働き、可動子33は左側に移動する。

【0042】

上記のように第2の実施形態のモータは、バーニア構造を採用しているが、図4, 図5, 図6に示すように、共通磁石13とN極磁気ヨーク33a, S極磁気ヨーク33b, N極磁極35, S極磁極36, 凹凸のついた固定子31を設け、3相交流巻線46に電流を印可することにより、N極磁極35から、磁気ヨーク33a, 共通磁石13, S極磁気ヨーク33b, S極磁極36, 固定子31を通り再びN極磁極35へ戻る3次元の立体磁路を生成する点は、第1の実施形態と同様である。したがって、可動子33のN極磁極5はN極磁気ヨーク33a側では、固定子31から遠ざかるほど広く、S極磁極36は、S極磁気ヨーク33b側では固定子31から遠ざかるほど広くした構成と、N極磁極35とS極磁極36にティースコア18を挿入する構成を採用することにより、第1の実施形態と同様の効果を得られる。

10

【0043】

上述したように、本発明は、共通磁石13とN極磁気ヨーク33a, S極磁気ヨーク33b, 補助磁石40で形成した、N極磁極35, S極磁極36, 凹凸のついた固定子31を設け、交流巻線46に電流を印可することにより、N極磁極35から、磁気ヨーク33a, 共通磁石13, S極磁気ヨーク33b, S極磁極36, 固定子31を通り再びN極磁極35へ戻る3次元の立体磁路を生成するリニアモータであれば、巻線46の巻回方式や、磁極35, 36の配置によらず、本発明を適用可能である。

20

【0044】

上記第1の実施形態および第2の実施形態において、ティースコア18, 48に磁性材料のブロックを用いることもできる。しかし、磁性材料のブロックを用いた場合には、磁束変化により大きな渦電流を発生してしまうため、高速域においては、ティースコア18, 48を挿入することによる発熱低減効果は期待できない。しかしながら、電磁鋼板を積層した場合に絶縁皮膜や空気層による磁束低下は起こらないためモータ推力は向上する。以上のことから、ティースコア18, 48に磁性材料のブロックを使用したモータは、渦電流の発生が問題にならない低速用途として使用することが望ましい。

【0045】

ただし、磁性材料のブロックとして好適な、鋼の粒子を包み込むように電気絶縁膜を内在させ、渦電流の発生を抑える特性を持った磁性材料が商品化されているため、その材料を使用すれば、高速域での発熱を低減可能となり、電磁鋼板を積層して形成したティースコア18, 48と同様の効果を実現できる。

30

【0046】

また、上記のN極磁極5, 35はN極磁気ヨーク3a, 33a側では、固定子1, 31から遠ざかるほど広く、S極磁気ヨーク3b, 33b側では固定子1, 31から遠ざかるほど狭くなるようにした構成と、N極磁極5, 35とS極磁極6, 36にティースコア18, 48を挿入する構成とは、それぞれ単独で採用しても、それぞれの構成の有する効果を単独で得ることができる。

40

【0047】

また、第1の実施形態において、4a, 4b, 4cで示された3つの可動子磁極の内、可動子磁極4a, 4bを用いて図7に示すような2相交流巻線で駆動するリニアモータを形成した場合についても、巻線にU相 V相に電流を印加、すなわち、SU1とSV2をプラス、SU2とSV1をマイナスに印加した場合には、前記第1の実施形態と同様、可動子磁極4aはS極に、可動子磁極4bはN極になり、磁束19で示すように、磁束はS極磁極6から、S極磁気ヨーク3b, 共通永久磁石13, N極磁気ヨーク3a, N極磁極5, 固定子1を通過して再びS極磁極6に戻る3次元立体磁路を構成する。したがって、第1の実施形態と同様に本発明を適用可能である。

【0048】

50

また、上述したように、N極磁極5は、N極磁気ヨーク3a側では固定子1から遠ざかるほど広く、S極磁極6は、S極磁気ヨーク3b側では固定子1から遠ざかるほど広くなるようにした構成で、かつ、N極用補助磁石と、S極用補助磁石が第1の実施形態や第2実施例と異なる形状のリニアモータを図8、図9に示す。

【0049】

図8は、円弧状の補助磁石30、32を採用している。補助磁石30、32を円弧状にすることの利点としては、N極磁極5およびS極磁極6の断面積を、第1実施形態のN極磁極5やS極磁極6より大きくできる点にあり、これにより、固定子1から可動子3への磁束が生成する際に、N極磁極5およびS極磁極6の磁気飽和限界が高くなり、第1の実施形態よりもより大きなモータ推力を得られる。

10

【0050】

また、図9は、第1の実施形態と第2の実施形態の補助磁石を長方形から、くの字に曲げた形状であり、図8で示した円弧に近い形としている。このように、本発明を実施可能な補助磁石30、32の形状は各種あり、補助磁石30、32の形状が異なっても、本発明と同様の効果を得ることができる。

【0051】

また、特許第3344645号にも開示されているように、本発明の第1の実施形態、第2の実施形態に代表される永久磁石13を利用したモータを図10のように複数個、モータの進行方向と垂直な方向に積層配置したモータについても本発明を適用可能である。

【0052】

また、上述した第1の実施形態と第2の実施形態は、図11、図12に示すように回転型のモータに変形することが可能である。図11に示すモータは、図1に示した第1実施形態のリニアモータを円弧状に形成し2個直列に接続したもので、図1と同様、N極磁極5はN極磁気ヨーク3a側において固定子1から遠ざかるほどその幅が広く、S極磁気ヨーク3b側において固定子1から遠ざかるほどその幅が狭くなるように構成されている。一方、S極磁極6は、逆に、N極磁気ヨーク3a側において固定子1から遠ざかるほどその幅が狭く、S極磁気ヨーク3b側において固定子1から遠ざかるほどその幅が広くなるように形成されている。接続個数については、偶数个直列に接続した場合はモータが180°対象形となり可動子53と固定子51間に発生するラジアル方向の力は釣り合うため、不釣り合いなラジアル荷重を原因とした振動、騒音等が発生しない。したがって、接続する個数は偶数个であることが望ましいが、本発明においては、特に個数を規定するものではない。

20

30

【0053】

図11のモータは、直線駆動と回転駆動という違いはあるものの、動作原理は全く同じであり、第1実施形態と同様3相の交流巻線にU相V、W相に電流を流した場合には、ロータは時計回りに回転する力が発生する。したがって、第1の実施形態を回転型のモータに適用した場合も本発明を同様に適用可能である。

【0054】

また、図12に示すモータは、図4に示した第2実施形態のリニアモータを円弧状に形成し4個直列に接続したものである。図12で示したモータも第2の実施形態と動作原理は全く同じである。したがって、第2の実施形態を回転型のモータに適用した場合も本発明を同様に適用可能である。

40

【0055】

【発明の効果】

上記のように、N極磁極はN極磁気ヨーク側において固定子から遠ざかるほどその幅が広く、S極磁極はS極磁気ヨーク側において固定子から遠ざかるほどその幅が広くなるような構成とすることで、ヨーク入口14、15付近の磁束の飽和を防止し、また、N極磁極とS極磁極にティースコアを配置し、可動子の磁極で磁束が電磁鋼板を積層方向と垂直な方向に生成することで、渦電流の発生や絶縁被膜、電磁鋼板間の空気層による磁束の低下を抑えるようにしたので、モータ発熱を低減すると共にモータ推力を向上させた永久磁石

50

を利用したモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明のリニアモータの第 1 の実施形態を示す図である。
- 【図 2】 図 1 のリニアモータの C ~ C 断面図である。
- 【図 3】 図 1 のリニアモータの可動子の側面図と、可動子を下から見た図である。
- 【図 4】 本発明のリニアモータの第 2 の実施形態を示す図である。
- 【図 5】 図 4 のリニアモータの D ~ D 断面図である。
- 【図 6】 図 4 のリニアモータの可動子の側面図と、可動子を下から見た図である。
- 【図 7】 本発明の 2 相のリニアモータを示す図である。
- 【図 8】 本発明の円弧状の補助磁石を使用したリニアモータを示す図である。
- 【図 9】 本発明のくの字状の補助磁石を使用したリニアモータを示す図である。
- 【図 10】 本発明のリニアモータを複数個並べた図である。
- 【図 11】 本発明の第 1 の実施形態のリニアモータを変形した回転型モータを示す図である。
- 【図 12】 本発明の第 2 の実施形態のリニアモータを変形した回転型モータを示す図である。
- 【図 13】 従来技術の同期型リニアモータを示す図である。
- 【図 14】 従来技術のリニアモータを示す図である。
- 【図 15】 図 14 のリニアモータの A ~ A 断面図である。
- 【図 16】 図 14 のリニアモータの B ~ B 断面図である。
- 【図 17】 図 14 のリニアモータの可動子の側面図と、可動子を下から見た図である。

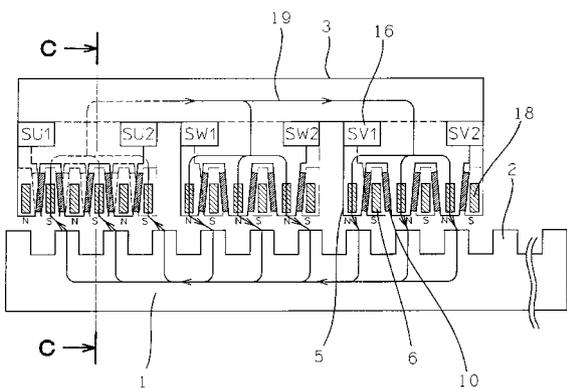
10

20

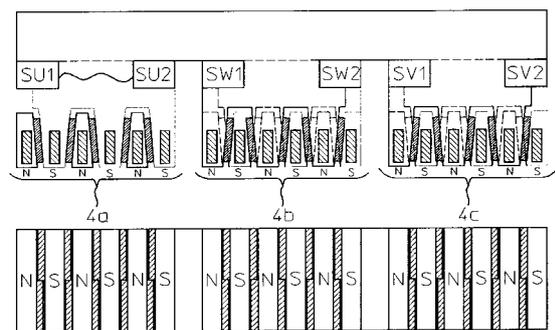
【符号の説明】

- 1 固定子、3 可動子、5 N 極磁極、6 S 極磁極、3 a N 極用磁気ヨーク、3 b S 極磁気ヨーク、10 補助磁極、13 共通永久磁石、14 ヨーク入口、16 巻線、18 ティースコア、19 磁束。

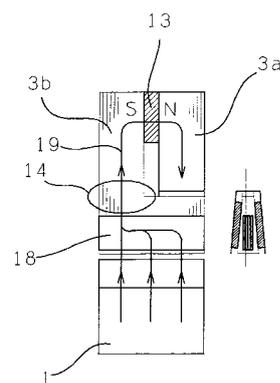
【図 1】



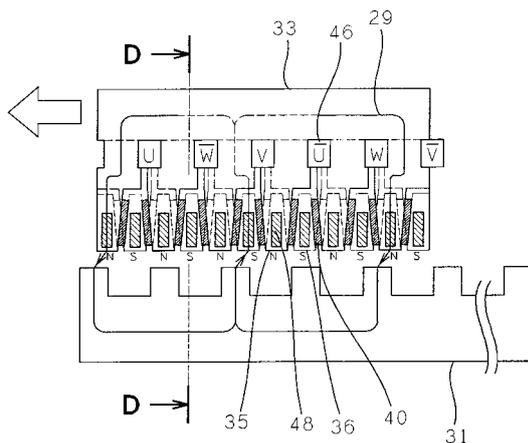
【図 3】



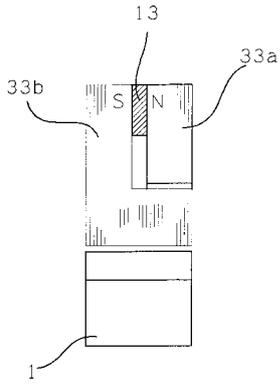
【図 2】



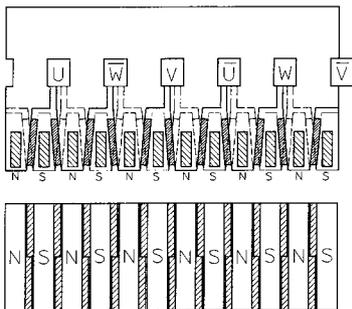
【図 4】



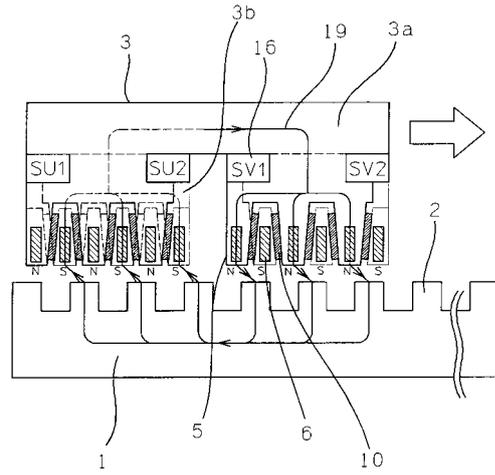
【図 5】



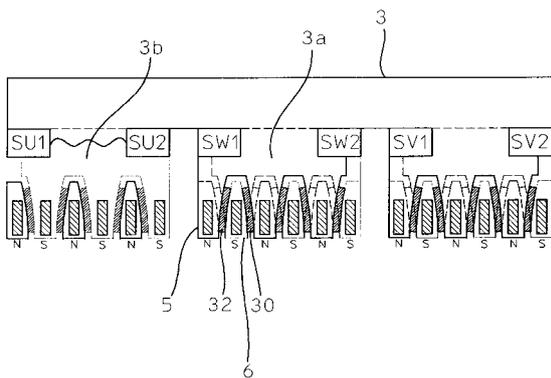
【図 6】



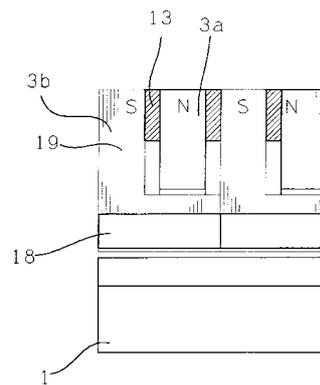
【図 7】



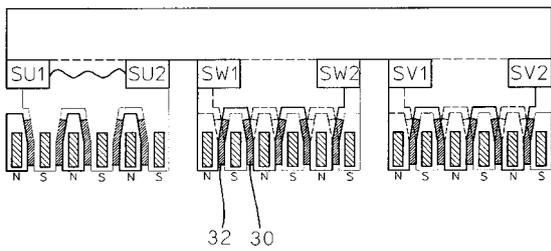
【図 8】



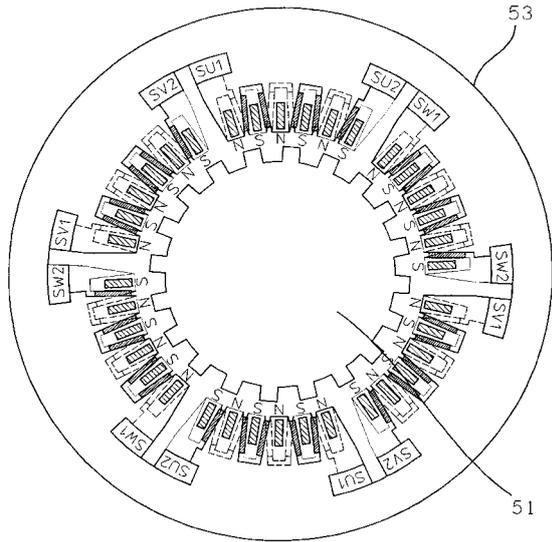
【図 10】



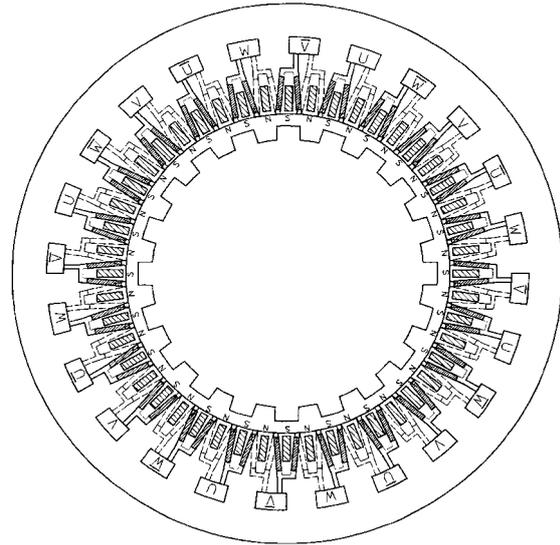
【図 9】



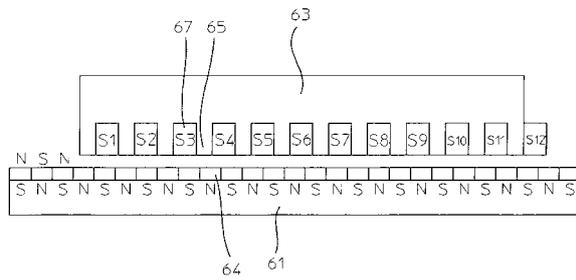
【図 1 1】



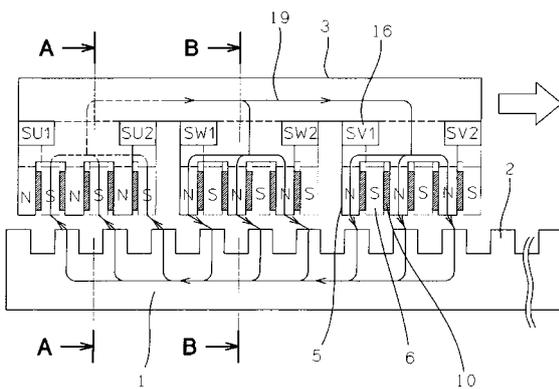
【図 1 2】



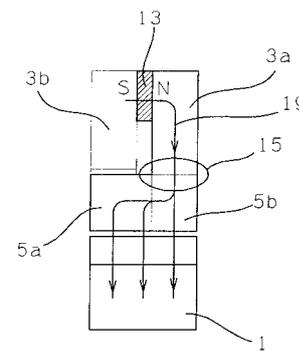
【図 1 3】



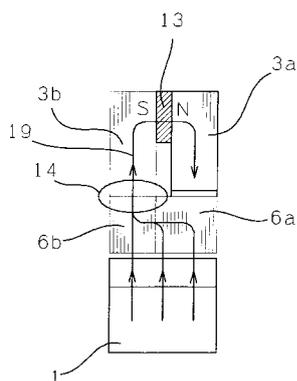
【図 1 4】



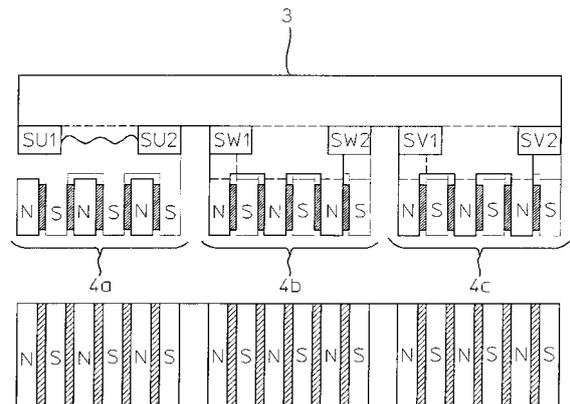
【図 1 6】



【図 1 5】



【図 1 7】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 8 9 2 0 8 ( J P , A )  
特開平 0 3 - 1 3 9 1 5 9 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 6 4 8 2 0 ( J P , A )  
実開平 0 3 - 0 6 6 5 7 6 ( J P , U )

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H02K 41/03