(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5642692号
(P5642692)
(45)発行日　平成26年12月17日(2014.12.17)　(24)登録日　平成26年11月7日(2014.11.7)

(51)Int.Cl.　F I
H02K 33/16 (2006.01)　H02K 33/16 A
H02K 41/03 (2006.01)　H02K 41/03 A
H02K 35/02 (2006.01)　H02K 35/02

請求項の数 9　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2011-534866(P2011-534866)
(86)(22)出願日　平成21年11月3日(2009.11.3)
(65)公表番号　特表2012-507980(P2012-507980A)
(43)公表日　平成24年3月29日(2012.3.29)
(86)国際出願番号　PCT/US2009/063031
(87)国際公開番号　WO2010/053886
(87)国際公開日　平成22年5月14日(2010.5.14)
審査請求日　平成24年9月26日(2012.9.26)
(31)優先権主張番号　12/610,587
(32)優先日　平成21年11月2日(2009.11.2)
(33)優先権主張国　米国(US)
(31)優先権主張番号　61/111,030
(32)優先日　平成20年11月4日(2008.11.4)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　507036371
サンパワー・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国オハイオ州４５７０１、アテンズ、イー・ステート・ストリート１０５５
(74)代理人　100096725
弁理士　堀　明▲ひこ▼
(74)代理人　100119231
弁理士　井上　克己
(74)代理人　100171697
弁理士　原口　尚子
(72)発明者　アンガー、ルーベン、ゼット－エム
アメリカ合衆国オハイオ州４５７０１、アテンズ、ステート・ルート５５０　１２６３９

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁気バネを有し高出力で漏れ磁場がない、複数電機子のリニアモータ／オルタネータ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
往復運動の軸、定格ストローク及び中間位置を有する往復運動可能なアクチュエータを含む往復運動する電磁リニアモータ又はリニアオルタネータであって、
（ａ）前記軸に沿って隣り合う少なくとも二つの電機子であって、各々の電機子が関連した電機子巻線及び低磁気抵抗の磁束ループを形成する関連したコアを有し、各々のコアのループが前記軸に平行に一列に並べられ電機子巻線スロットによって分けられた一対の間隔をあけられたギャップを有し、各々のギャップが二つの向かい合った磁極面によって画成され、該電機子の該ギャップが前記軸に平行なギャップ路に沿って直線的に一列に並べられている、ところの電機子と、
（ｂ）前記ギャップ路内を往復運動するために前記アクチュエータに取り付けられた界磁石と、を含み、
前記界磁石は、
（ｉ）複数の主界磁石であって、各々の主界磁石が一つの電機子に関連し、各々の主界磁石が各々に関連したコアの一方のギャップ内から該コアの他方のギャップ内へと軸方向に伸び、該複数の主界磁石が前記ギャップ路を横切る同じ方向の磁気分極を有する、ところの主界磁石と、
（ｉｉ）前記ギャップ路内を前記主界磁石と一緒に往復運動するために機械的に取り付けられ軸方向に伸びる少なくとも一つの二次的磁石であって、該二次的磁石が前記主界磁石の間に入れ置かれ一つのコアのギャップ内から隣り合うコアの隣り合うギャップ内へと

軸方向に伸び、各々の二次的磁石が前記主界磁石の前記磁気分極と反対の方向に磁気的に分極される、ところの二次的磁石とを含む、

ことを特徴とするリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【請求項２】

前記主界磁石が関連したギャップの外へ出て往復運動することがないように、前記アクチュエータがその中間位置にあるとき、各々の主界磁石の各々の軸対称の端からそれに最も近い関連したギャップの端までの距離が前記定格ストロークの２分の１以下である、請求項１に記載されたリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【請求項３】

各々の二次的磁石の軸方向の長さが定格ストローク以上である、請求項２に記載されたリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【請求項４】

前記隣り合う電機子のコアが間隔をあけて離れており、各々の二次的磁石の前記軸方向の長さが前記定格ストロークと該コアが間隔をあけて離れている距離の合計以上である、請求項３に記載されたリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【請求項５】

前記アクチュエータがその中間位置にあるとき、各々の主界磁石がそれに関連したコアの一方のギャップの実質的な中央から該コアの他方のギャップの実質的な中央へと軸方向に伸び、各々の二次的磁石が、それが間に入れ置かれる主界磁石まで十分に軸方向へ伸びる、請求項４に記載されたリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【請求項６】

二次的磁石の数が主界磁石の数よりも一つ少ない、請求項５に記載されたリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【請求項７】

前記軸に沿って二以上の主界磁石及び電機子が重ねられている、請求項６に記載されたリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【請求項８】

二次的磁石の数が主界磁石の数よりも一つ少ない、請求項１に記載されたリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【請求項９】

前記アクチュエータがその中間位置にあるとき、各々の主界磁石がそれに関連したコアの一方のギャップの実質的な中央から該コアの他方のギャップの実質的な中央へと軸方向に伸び、各々の二次的磁石が、それが間に入れ置かれる主界磁石まで十分に軸方向へ伸びる、請求項１に記載されたリニアモータ又はリニアオルタネータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

１．発明の分野

【０００２】

本発明は概して、負荷を駆動するため又は原動機によって駆動されるための電磁・機械変換器に関し、特に、往復運動するリニアモータ及び往復運動するリニアオルタネータに関する。

【背景技術】

【０００３】

２．従来技術の説明

【０００４】

往復運動するリニアオルタネータが電力を発生するために用いられ、その場合はスターリングエンジン等の様々な原動機によって駆動され、リニアモータは様々な機械的負荷を駆動するために用いられ、その場合は交流電力源によって作動する。そのようなリニアモータ及びリニアオルタネータは、回転モータや発電機、交流機のように、何れも同じ基本

的な構成部品を有しており、異なるのはそれらの接続方法や操作方法であるという点で、本質的には同じものである。従ってまとめて、リニアモータ／オルタネータと参照される。

【０００５】

従来技術には、図３に記載され又米国特許第４，６０２，１７４号（特許文献１）及び米国特許第４，６２３，８０８号（特許文献２）に記載されているような基本的なリニアモータ／オルタネータが含まれる。これらの特許文献はここに参考として組み込まれるものとする。リニアモータ／オルタネータは、従来技術において周知である様々な構造をもって構成され得るが、好ましい構造は永久磁石を支承するアクチュエータが、往復運動の軸に沿って電機子内を往復運動する軸対象の構造である。永久磁石は軸を中心とする円筒型の配置で、往復運動するアクチュエータに取り付けられる。電機子のコアの主要部及び電機子コイル又は巻線もまた同心の円筒型の配置で磁石の周りに取り付けられ、固定されるようにフレームに取り付けられる。コアの残余部はコアによって形成される磁束ループを完成し、それもまた円筒型の配置で固定フレームに取り付けられる。コアの残余部はコアの主要部から内方へ間隔をあけられ、高磁気抵抗のコアの磁束路おいて直線的に一列に並んだギャップを形成する。直線的に一列に並んだギャップは軸に平行である。磁石（又は円形磁石）はコアに形成されたギャップ内を往復運動する。電機子は、一連の個別の電機子が円周上に間隔をあけて置かれ、円筒形の構造になることもあり、円形スロット内に円形コイルを有する円形電機子であることもあり得る。同様に、磁石は円筒形の配置に並んで置かれた別個の磁石又は円形磁石であり得る。従来技術において周知であるように、代わりにコイルはコアの脚に巻回されることもあり得る。これらの全ての代替的な構造において、時間的に変化するコアの磁束はコイルに電流を誘導し、コイルの電流はコアに磁束を誘導する。これらの構造は上記二つの引用された特許文献及びここに参考に組み込まれる米国特許第５，１４８，０６６号（特許文献３）に記載されている。

【０００６】

図３は、従来技術のリニアモータ／オルタネータの基本的な構成部品を示している。図３は、軸対称のリニアモータ／オルタネータにおいて、往復運動の軸１０を含みその軸から放射状に広がる一つの面の沿った放射状断面図である。同じ面の軸の反対側にある基本的な構成部品の放射状断面図は図３のミラーイメージであるため繰り返して記載されていない。

【０００７】

図３を参照して、電機子１２は関連した電機子巻線（コイル）１４及び関連したコア１６を有する。電機子巻線１４は、軸１０を中心とする円形の構造で巻装されている。コア１６は低磁気抵抗の磁束ループを形成し、それはＵ字型の主要部１８及び残余部２０で構成され、主要部及び残余部はいずれも鉄又は従来技術において周知である他の高透磁性材料の積層板から成る。コアのループは一対の間隔をあけられたギャップ２２、２４を有し、これらギャップは往復運動の軸１０に平行であり、電機子巻線スロット２６によって左右に分けられている。ギャップ２２、２４の各々は、二つの向かい合った磁極面によって画成され、ギャップ２２は磁極面２８、３０によって画成され、ギャップ２４は磁極面３２、３４によって画成される。

【０００８】

ギャップ２２、２４は軸に平行なギャップ路に沿って直線的に一列に並んでおり、それによって電機子１２と関連した界磁石３６はギャップ２２、２４内の軸方向に往復運動することができる。界磁石３６は全ての磁石を支承する往復運動可能なアクチュエータ３８に取り付けられ、それによって磁石はギャップ２２、２４のギャップ路内を往復運動することができる。界（フィールド）磁石３６はその中心に描かれた矢印によって示されているように、ギャップ２２、２４を横切り、好適には磁極面２８ないし３４に垂直に分極されている。アクチュエータ３８は、図３のリニアモータ／オルタネータがリニアオルタネータとして使用されるかリニアモータとして使用されるかによって、原動機又は負荷４０に駆動接続される。磁石３６が往復運動してギャップ２２及びギャップ２４の間に交互に

入るに従って、磁石３６に起因するコアの磁束は交互に反転する。コアを通る磁束路は電機子巻線を通じて伸び、時間とともに変化するため、当業者にとっては周知のとおりに、電磁場（ＥＭＦ）が巻線に誘導され、巻線の電流がコアに磁束を生成して、磁石に力を適用する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００９】

【特許文献１】米国特許第４，６０２，１７４号明細書

【特許文献２】米国特許第４，６２３，８０８号明細書

【特許文献３】米国特許第５，１４８，０６６号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

上述したリニアモータ／オルタネータの仕組みは、リニアモータ／オルタネータの多くの応用に対してふさわしい動作を提供する。しかしながら、いくつかの応用に対しては、往復運動するアクチュエータにバネ力が適用されることが望ましい。例えば、リニアモータ／オルタネータがフリーピストンスターリングエンジンによって駆動され、又はフリーピストンスターリングクーラーを駆動する場合には、そのようなフリーピストンマシンの軸の中間位置を選択された中心位置に維持するために、アクチュエータをセンタリングする方向に適用されるバネ力が望ましい。それはなぜなら、そのようなスターリングマシンはそれらの中間位置が公称の中心位置から滑りずれていく傾向を有するためである。別の例として、リニアモータ／オルタネータのアクチュエータ及びその負荷又は原動機にとって共振システムの中で往復運動するということがしばしば好ましく、それにはバネが必要である。更に別の例として、アクチュエータ及びその負荷又は原動機の往復運動が鉛直成分を有する場合には、重力に抗してアクチュエータがその中間位置から偏位の下限へ移動することを抑制するために、アクチュエータにセンタリングバネ力を与えることが好ましいことがある。

【００１１】

機械的なバネがこの目的のために用いられ得るものであり、これまでに用いられてきた。しかしながら、機械的なバネはいくつかの問題となる特性を有する。上記で引用された米国特許第５，１４８，０６６号（特許文献３）は、「磁気」のバネ力をリニアモータ／オルタネータに導入する方法を開示している。該特許文献に記載されているとおり、一対のより小さな二次的磁石が主磁石の対辺に配置され、主磁石と反対に分極されている。これらの二次的磁石は、二次的磁石のうちの一つが二つのギャップのうちの一つを画成する磁極面の間から外側へ伸びたときにすぐに、往復運動するアクチュエータに働くセンタリング力を生じる。センタリングバネ力がアクチュエータに適用されるのは、二次的磁石がギャップの外側へ移動した時だけであるため、二次的磁石は主磁石から各々のギャップの外端までずっと伸びている。このように、平均的な中心位置の周りにはデッドゾーンがないため、そこではアクチュエータをその中間位置に戻そうとするバネ力がアクチュエータに適用されることはない。米国特許第５，１４８，０６６号に記載されている三つの磁石の組合せは、一方のギャップの外端から他方のギャップの反対側の外端まで伸びているものである。アクチュエータが動かされるとき、一方の二次的磁石は変位し、磁極面の間のギャップから抜け出して、磁石をセンタリングする方向に適用される、ギャップの外側への変位に比例する大きさの力を生じさせる。

【００１２】

しかしながら、二次的磁石のうちの一つがバネ力をアクチュエータに適用するために本質的に常にギャップの外側へ動いていて、パワーを生成することがないという事実には問題がある。本発明の目的、対象、特徴は、これらの問題を取り除くことにある。第一の問題は、二次的磁石がギャップから抜け出て空気中に伸びるほど、オルタネータにおける電力の生成又はモータにおけるモータ駆動力の応用に対する二次的磁石の貢献が減少すると

いうことである。それは空気が非常に低い透磁率を有する結果、二次的磁石からのコアの磁束が相対的に小さくなることによる。第二の問題は、二次的磁石がギャップ内からそのギャップの外側に伸びる位置へ代わる代わる往復運動することで、時間的に変化する漏れ磁場を磁極面の外側に作り出すことによって生ずる。この変化する漏れ磁場は周囲の強磁性材料と結合し、これら強磁性材料に渦電流を誘導して抵抗による電気損失を引き起こす。更に、同じ変化する漏れ磁場が近くの伝導体と結合しこれら伝導体の電流と干渉する。

【課題を解決するための手段】

【００１３】

本発明は、往復運動する電磁リニアモータ又はオルタネータであって、往復運動の軸に沿って隣り合う少なくとも二つの電機子を有するリニアモータ又はオルタネータに関する。アクチュエータに取り付けられる界磁石は、一つの電機子に各々が関連した主界磁石と、主界磁石の間に入れ置かれ一方の電機子のコアのギャップ内から隣り合う電機子のコアの隣り合うギャップ内へと軸方向に伸びる二次的磁石を含む。二次的磁石の各々は主磁石の分極とは反対の方向に磁気的に分極される。往復運動の間、漏れ磁場が引き起こされるほどギャップの外側に伸びて空気中へと変位する磁石が存在せず、二次的磁石が常に隣り合う電機子のコアのギャップを出たり入ったりして往復運動するため二次的磁石がリニアモータ又はオルタネータのパワーに貢献する。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】図１は、本発明の好適実施形態に係る往復運動の軸からの任意の放射状断面図である。

【図２】図２は、アクチュエータの変位の関数として本発明において適用されるセンタリング力のグラフ図である。

【図３】図３は、従来技術のリニアモータ／オルタネータの放射状断面図である。

【図４】図４は、アクチュエータの変位の関数として本発明において適用されるセンタリング力の実施例のグラフ図である。

【図５】図５は、本発明の他の好適実施形態に係る往復運動の軸からの任意の放射状断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１５】

図に示された本発明の好適な実施形態の説明において、明確化のために特定の用語が用いられるだろう。しかしながら、本発明はそのように選択された特定の用語に限定されることを意図せず、各々の特定の用語は、同様の目的を達成するために同様に作用する全ての技術的に同等なものを含むものであることが理解されるべきである。例えば、「接続される」又はそれと同様な用語がしばしば用いられる。それらは直接的な接続に限定されるものではなく、他の回路素子を介した接続のような、当業者にとって同等であると認識されるものを含む。

【００１６】

図１は、本発明の実施形態に関する往復運動する電磁リニアモータ又はオルタネータの構成部品を示している。少なくとも二つの電機子４２、４４が互いに隣り合い、図３に記載された単一の電機子と同様に往復運動の軸に沿って取り付けられる。各々の電機子は図３に記載された単一の電機子と似ているが、本発明には互いに隣り合って取り付けられる二つ又はそれ以上の電機子がある。各々の電機子は関連した電機子巻線４６、４８及び関連したコア５０、５２を有し、各々が低磁気抵抗の磁束ループを形成する。各々のコアの各々の磁束ループは、軸に平行に一列に並び電機子巻線スロットによって分けられた一対の間隔をあけられたギャップを有する。電機子４２はギャップ５４、５６を有し、電機子４４はギャップ５８、６０を有し、図３に示されているのと同様に各々のギャップは二つの向かい合った磁極面によって画成されている。隣り合う電機子のギャップは軸に平行なギャップ路に沿って一直線に並んでおり、それによって界磁石がギャップ路に沿って往復運動することができる。図１の実施形態はまた、図３に図示されているのと同じように通

常原動機又は負荷に付けられ往復運動の軸に沿って往復運動する往復運動可能なアクチュエータを有する。アクチュエータ及びその原動機又は負荷は、図１のサイズを縮小するのを避けるため図１には記載されていない。リニアモータ／オルタネータでは典型的であるように、図１に図示されたリニアモータ／オルタネータは定格往復ストローク及び中間位置を有する。ストロークとはアクチュエータの往復運動の動きの大きさ（長さ）であって、ピストンの上死点から下死点への変位に類似したものである。アクチュエータの中間位置、従ってその界磁石の中間位置とは、アクチュエータの往復運動の両端の間の中心である。

【００１７】

二つの電機子４２、４４が隣り合っているとは、それらが並んですぐ近くにあることを意味している。好適には、電機子及びそれらのコアはそれらの磁極面で接するのではなく、それら磁極面の間に小さな隙間がある。鉄の透磁率は空気の透磁率より三桁大きいため、電機子は一方の電機子から他方の電機子にあまり磁気結合することなくすぐそばに配置され得るものであり、そのように配置されることが好ましい。それらは互いに接することもできるが、一方のコアから他方のコアへの磁気結合の結果として少しの動作の低下を生じるだろう。それらはまた、広く間隔をあけて配置されることもできるが、それは不必要にリニアモータ／オルタネータの長さを伸ばすことになる。従ってそれらの間の好ましい距離は、磁気結合による性能の低下の最小化とリニアモータ／オルタネータの長さの最小化、小型化との間の技術的トレードオフの判断である。

【００１８】

図１に記載されたリニアモータ／オルタネータはまた、図３に記載された磁石３６が往復運動するのと同じようにギャップ路内を往復運動するためアクチュエータに取り付けられた界磁石を有する。図１の界磁石は複数の主界磁石６２、６４を含み、各々が電機子のうちの一つと関連する。主界磁石６２、６４の各々はそれに関連したコアの一方のギャップ内から該コアの他方のギャップ内へと軸方向に伸びている。主界磁石６２、６４は、界磁石６２、６４の中心に示された矢印の方向によって図示されているとおり、ギャップ路を横切る同じ方向の磁気分極を有する。

【００１９】

本発明にとって非常に重要なことは、主磁石６２、６４の間の二次的磁石６６の配置である。主磁石６２、６４と同様に、二次的磁石６６も軸方向に伸びており、ギャップ路内を主磁石とともに往復運動するためにアクチュエータに機械的に取り付けられている。二次的磁石６６は主磁石６２、６４の間に入れ置かれ、一方のコアのギャップ５６内から隣り合うコアの隣り合うギャップ５８内に伸びている。重要なことに、二次的磁石６６は主磁石６２、６４の分極とは反対の方向に磁気分極されている。

【００２０】

本発明の効果を最大にするために、軸方向の磁石の長さを、定格ストローク及びギャップの端までの距離に対して望ましい関係となるよう設計することが好適である。アクチュエータがその中間位置にある時、各々の主磁石の軸対称となる各々の端からそれに最も近い関連したギャップの外端までの距離が、好適には定格ストロークの２分の１より少し短い。このことは、アクチュエータがその設計ストロークの限度内で往復運動するとき、主磁石がそれらに関連したギャップの外側に抜け出て往復運動することがないことを保証する。その関係が、ギャップの外端における漏れ磁場を抑制し、主磁石からコアへの磁束を制限し、磁束が電機子巻線と結合されることができる。

【００２１】

また、各々の二次的磁石の軸方向の長さが定格ストロークより長いことが望ましい。この関係は二次的磁石の端もまた、ギャップの外へ動き出てギャップの端に漏れ磁場を生じさせることがないことを保証する。その関係は更に、二次的磁石に起因するバネ力とアクチュエータの変位との直線的な相関が保たれることを保証する。もし二次的磁石の端が磁極面の間のギャップの外側へ動き出たとすると、バネ力は大幅に且つ非直線的に減少する。

【００２２】
上で述べたとおり望ましくはないが、隣り合う電機子のコアはかなりの距離をもって間隔をあけられることもできる。二次的磁石の内端がギャップの外側に動き出ること避けるために、各々の二次的磁石の軸方向の長さは、定格ストロークとコアが間隔をあけられているその距離の合計、すなわちコア間の距離とそれらのギャップの合計よりも少し長くなくてはならない。

【００２３】
コア内の経時的な磁束変化量を最大にするために、アクチュエータがその中間位置にあるとき、各々の主磁石はそれに関連したコアの一方のギャップの実質的な中央から該コアの他方のギャップの実質的な中央まで軸方向に伸びることが好ましい。二次的磁石によって適用されるセンタリング力の大きさを最大にするために、各々の二次的磁石は軸方向に、その二次的磁石が間に入れ置かれる主磁石まで十分に伸びることが好ましい。

【００２４】
これらの関係は、ギャップを画成する磁極面の長さを定格ストロークより少し長くすることによって最もよく達成される。概して、磁極面の長さを１０パーセント長くすることが最も好適である。

【００２５】
当該技術分野に属する当業者には周知であるとおり、これら好適な関係からの逸脱は結果として動作の劣化又は低下を引き起こし得る。軽微な逸脱は軽微な影響をもたらすにすぎないであろう一方で、重大な逸脱は重大な影響をもたらすであろう。

【００２６】
図２は、本発明の実施形態においてアクチュエータに適用される磁気のセンタリングバネ力のグラフ図である。バネ力は、磁石及びアクチュエータが中心に置かれ、それらの中間位置にあるときはゼロである。往復運動のいずれかの方向への動きは、アクチュエータ及びそれが支承する磁石の変位に比例するセンタリングバネ力を生じさせる。

【００２７】
図４は、同様のバネ力（磁気戻り力）のグラフであり、代表値として変位$Ｘ_{ｐ}$を有するリニアモータ／オルタネータについて示している。グラフの半分だけが記載されているのは他の半分は、常に磁石をセンタリングする方向に向かうので反対方向ではあるが、同じ値を有するためである。

【００２８】
リニアモータ／オルタネータへの本発明の応用は、図１に記載されているような、一つの二次的磁石を有する二つの電機子に限定されない。例えば、図５は往復運動の軸７８に沿って重ねられた四つの電機子７０、７２、７４、７６を示している。これらの電機子は各々、関連した主磁石８０、８２、８４、８６を有し、上述した特性を備えている。二次的磁石９０、９２、９４は主磁石８０、８２、８４、８６の間に入れ置かれる。本発明はこのように配置された二つ又はそれ以上の電機子により実施することができる。各々の例において、二次的磁石の数は主磁石の数よりも一つ少ない。本発明においては、主磁石の間に二次的磁石が存在するのみであり、従ってギャップの外へ抜け出て空気中へ往復運動し、隣り合う電機子群の端部において望ましくない漏れ磁場を生じさせる端の磁石は存在しない。

【００２９】
本発明の重要な特徴は、二次的磁石（三つ又はそれ以上の電機子については複数個ある）が磁石及びアクチュエータをセンタリングする方向へ向かうバネ力を提供するだけではなく、オルタネータにおける電力の生成又はモータの駆動力に貢献するということである。当業者には周知であるとおり、巻線に形成される電磁場（ＥＭＦ）は巻線に結合された磁束の変化率に比例する。二次的磁石の磁気極性は主磁石の極性と反対であるため、二次的磁石は常に隣接する主磁石と同じ「方向」に磁束の「変化」を生じさせる。例えば、二次的磁石が動いてギャップの中へ入っていくとき、隣接する主磁石は動いてそのギャップから抜けていく。結果として、抜け出ていく主磁石による磁束変化の方向は、入ってくる

二次的磁石による時速変化の方向と同じである。主磁石の方向の磁束が減少し、同時に二次的磁石の反対方向の磁束が増加する。

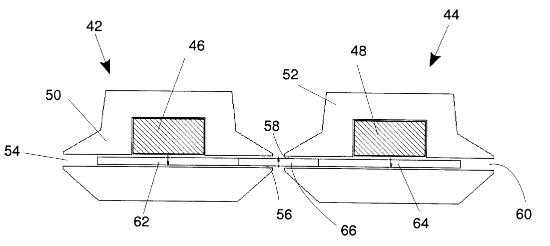
【００３０】

本発明の実施形態におけるセンタリングバネ力は、米国特許第５，１４８，０６６号（特許文献３）に係る発明のように、センタリング磁石がギャップの外へ抜け出て空気中に入り往復運動するリニアモータ／オルタネータにおけるセンタリングバネ力ほど強くはない。しかしながら本発明に係る二次的磁石は、パワーの生成に顕著且つ多大な貢献をするものであるため、本発明はより大きな発電力又は駆動力を提供する。本発明は特に、多くのパワーを必要とするより高出力のモータ／オルタネータにとって望ましいものである。二つのより小さな電機子を使用することによって、一つの大きな電機子を使うよりずっと小さなモータ／オルタネータを構成することが可能になる。従って本発明は、改善されたアスペクト比を有するリニアモータ／オルタネータを設計する機会をも提供する。改善されたアスペクト比とはすなわち、あまり大きくないモータ／オルタネータを与えるアスペクト比であり、付けられたスターリングエンジン原動機の圧力容器の直径をより小さくし、スターリングエンジンの圧力容器への応力を減らすことを可能にするアスペクト比である。

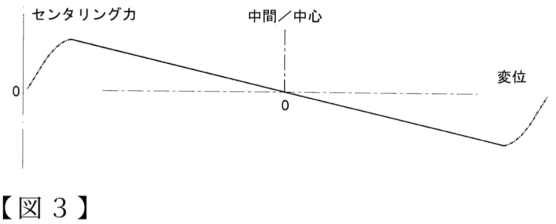
【００３１】

図面との関連におけるこの詳細な説明は、主に本発明の目下のところの好適な形態を説明することを意図したものであり、本発明が実施され得る唯一の形態を示すことを意図したものではない。この詳細な説明は、図示された形態との関係で本発明を実施する設計、関数、手段及び方法を説明するものである。しかしながら、同じ又は同等の関数及び特徴が、本発明の思想及び範囲に含まれるものであろう異なる形態によって達成され、様々な修正が本発明の以下に記載する特許請求の範囲を逸脱することなく採用され得ることが理解されねばならない。

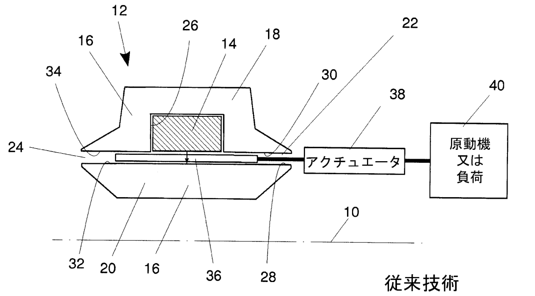
【図１】



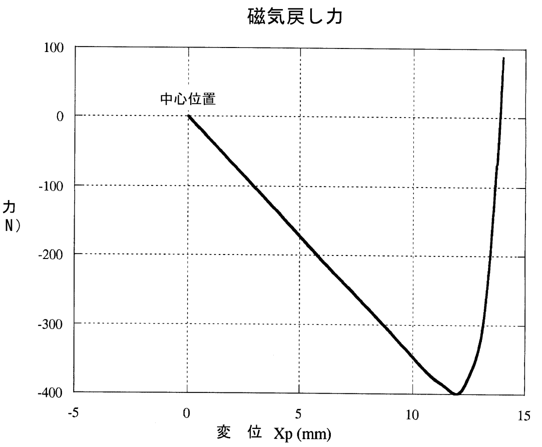
【図２】



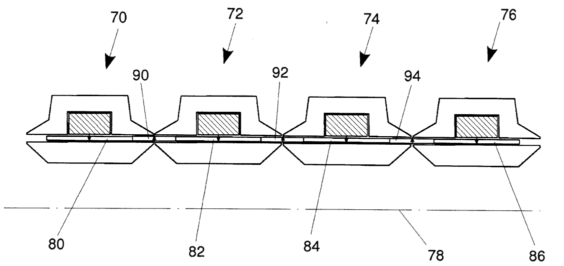
【図３】



【図４】



【図５】



フロントページの続き

審査官　塩治　雅也

(56)参考文献　特開平０３－１０７３６０（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１７１７４０（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２０８４２７（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０８８９９２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｋ　　３３／１６
Ｈ０２Ｋ　　３５／０２
Ｈ０２Ｋ　　４１／０３