(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2005-20808
(P2005-20808A)
(43)公開日　平成17年1月20日(2005.1.20)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H02K 33/00	H02K 33/00	A	3H003
F02G 1/043	F02G 1/043	B	3H076
F04B 35/04	F04B 35/04		5H615
F04B 39/00	F04B 39/00	106C	5H633
// H02K 15/02	H02K 15/02	H	

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 13 頁）

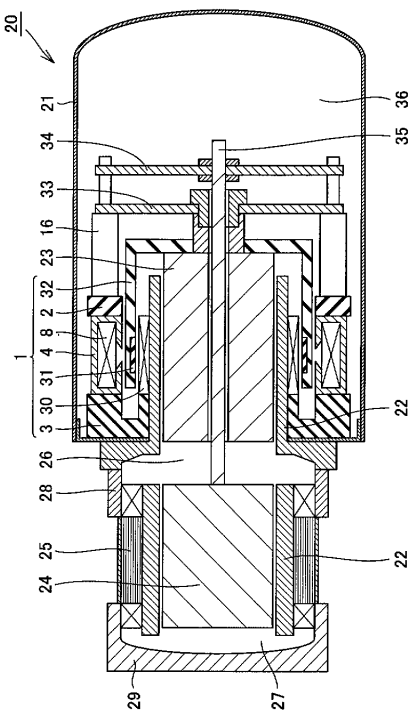
(21)出願番号　特願2003-178326(P2003-178326)
(22)出願日　平成15年6月23日(2003.6.23)

(71)出願人　000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号
(74)代理人　100064746
弁理士　深見　久郎
(74)代理人　100085132
弁理士　森田　俊雄
(74)代理人　100083703
弁理士　仲村　義平
(74)代理人　100096781
弁理士　堀井　豊
(74)代理人　100098316
弁理士　野田　久登
(74)代理人　100109162
弁理士　酒井　將行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】リニアモータ装置およびその製造方法、リニア圧縮機ならびにスターリング機関

(57)【要約】
【課題】動作効率を向上することが可能となるリニアモータ装置およびその製造方法ならびに該リニアモータ装置を備えたリニア圧縮機およびスターリング機関を提供する。
【解決手段】リニアモータ装置は、インナーヨーク３０と、該インナーヨーク３０の外側に配置されるアウターヨーク４と、インナーヨーク３０とアウターヨーク４との間に移動可能に配置される部分を有しマグネット３１を保持する可動部材３２とを備え、マグネット３１が装着された部分における可動部材３２本体の厚みが０．２mm以上１．０mm未満である。リニア圧縮機およびスターリング冷凍機２０は、上記のリニアモータ装置１を備える。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
インナーヨークと、
前記インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、
前記インナーヨークと前記アウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分を有する可動部材とを備え、
前記マグネットが装着された部分における前記可動部材の厚みが０．２ｍｍ以上１．０ｍｍ未満である、リニアモータ装置。
【請求項２】
インナーヨークと、
前記インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、
前記インナーヨークと前記アウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分を有する可動部材とを備え、
前記可動部材は、前記マグネットの外側面を覆う外周部を有する、リニアモータ装置。
【請求項３】
インナーヨークと、
前記インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、
前記インナーヨークと前記アウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分を有する可動樹脂スリーブとを備え、
前記可動樹脂スリーブの外周部が前記マグネットの外側面を覆うように前記可動樹脂スリーブの内周側に前記マグネットを装着し、
前記マグネットが装着された部分における前記可動樹脂スリーブの外周部の厚みが０．２ｍｍ以上１．０ｍｍ未満である、リニアモータ装置。
【請求項４】
相対的に外径の大きい第１部分と、相対的に外径の小さい第２部分とを有するように樹脂製のスリーブを成形する工程と、
前記スリーブの第１部分の内周面にマグネットを装着する工程と、
前記マグネットの装着後に、前記第１部分の外周面から前記第１部分の厚みを減じることにより可動部材を作製する工程と、
インナーヨークとアウターヨークとの間に前記マグネットが位置するように前記可動部材を配設する工程と、
を備えた、リニアモータ装置の製造方法。
【請求項５】
相対的に外径の大きい第１部分と、相対的に外径の小さい第２部分とを有するように樹脂製のスリーブを成形すると同時に前記第１部分の内周側にマグネットを装着する工程と、
前記第１部分の外周面側から前記第１部分の厚みを減じることにより可動部材を作製する工程と、
インナーヨークとアウターヨークとの間に前記マグネットが位置するように前記可動部材を配設する工程と、
を備えた、リニアモータ装置の製造方法。
【請求項６】
ケーシング内に設置されたシリンダと、
前記シリンダ内で往復動するピストンと、
前記シリンダの周囲に設置され、前記ピストンを往復動させる請求項１～３のいずれかに記載のリニアモータ装置とを備えるリニア圧縮機。
【請求項７】
ケーシング内に設置されたシリンダと、
前記シリンダ内で往復動するピストンおよびディスプレーサと、
前記シリンダの周囲に設置され、前記ピストンを前記シリンダ内で往復動させる請求項１～３のいずれかに記載のリニアモータ装置と、

前記ディスプレーサを付勢するスプリングとを備えるスターリング機関。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、リニアモータ装置およびその製造方法ならびに該リニアモータ装置を有するリニア圧縮機およびスターリング機関に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来から、スターリング機関やリニア圧縮機において、ピストンを駆動する駆動手段としてリニアモータ装置が用いられている。該リニアモータ装置におけるピストン作動部の一例が、たとえば特開２００２－１５５８５９号公報に開示されている。
【０００３】
上記文献には、ピストンが締結されるピストン締結ボスと、該ピストン締結ボスと同心線上にお互い等間隔で配設される複数のマグネットと、ピストン締結ボスと複数のマグネットとを連結して一体化させ樹脂よりなる連結部材とを含むピストン作動部が記載されている。該ピストン作動部は、ピストン締結ボスと複数のマグネットとを射出成形機に装着した状態で樹脂を射出することにより成型される。
【０００４】
【特許文献１】
特開２００２－１５５８５９号公報
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
上記文献に記載のピストン作動部では、マグネットがピストン作動部の外周に露出している。リニアモータ装置の作動時には、マグネットには外側に広がろうとする力が作用するので、この力によりマグネットがピストン作動部における装着位置から位置ずれあるいは脱落する場合がある。この場合には、磁気回路に損失が発生し、結果的にリニアモータ装置の動作効率が低下し得る。
【０００６】
また、ピストン作動部の樹脂部にマグネットは装着されるが、該マグネットを装着した箇所の樹脂部（マグネット装着部）の厚みが薄ければ薄いほど磁気抵抗を低減することができ、リニアモータ装置の動作効率が向上する。
【０００７】
しかし、上記文献に記載のピストン作動部は、インサート成形により作製されるので、ピストン作動部におけるマグネット保持部の厚みを１．０ｍｍ程度にまで薄くするのは困難であった。そのため、マグネット装着部近傍の磁気抵抗を効果的に低減することが困難となり、このこともリニアモータ装置の動作効率低下の一因となっていた。
【０００８】
本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、動作効率を向上することが可能となるリニアモータ装置およびその製造方法ならびに該リニアモータ装置を有するリニア圧縮機およびスターリング機関を提供することを目的とする。
【０００９】
【課題を解決するための手段】
本発明に係るリニアモータ装置は、１つの局面では、インナーヨークと、該インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分をする可動部材とを備え、マグネットが装着された部分における可動部材の厚みが０．２ｍｍ以上１．０ｍｍ未満である。ここで、「可動部材の厚み」とは、マグネットの厚みを除いた可動部材本体の厚みをいう。
【００１０】
上記のように可動部材の厚みを０．２ｍｍ以上１．０ｍｍ未満と薄くすることにより、可動部材におけるマグネット装着部の磁気抵抗を低減することができる。

【００１１】
本発明に係るリニアモータ装置は、他の局面では、上述のインナーヨーク、アウターヨークおよび可動部材とを備え、可動部材に、マグネットの外側面を覆う外周部を設ける。
【００１２】
このように可動部材にマグネットの外側面を覆う外周部を設けることにより、マグネット同士に外側に広がろうとする力が作用した場合でも、可動部材におけるマグネット装着位置からのマグネットの位置ずれあるいはマグネットの脱落を効果的に抑制することができる。
【００１３】
本発明に係るリニアモータ装置は、さらに他の局面では、上述のインナーヨークおよびアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分を有する可動樹脂スリーブとを備える。そして、可動樹脂スリーブの外周部がマグネットの外側面を覆うように可動樹脂スリーブの内周側にマグネットを装着し、マグネットが装着された部分における可動樹脂スリーブの外周部の厚みを０．２ｍｍ以上１．０ｍｍ未満とする。
【００１４】
本局面の場合には、マグネットが装着部における可動部材本体の厚みが薄いため磁気抵抗が低減し、かつマグネットの可動部材における装着位置からの位置ずれあるいは脱落をも抑制することができる。
【００１５】
本発明に係るリニアモータ装置の製造方法は、１つの局面では、下記の各工程を備える。相対的に外径の大きい第１部分と、相対的に外径の小さい第２部分とを有するように樹脂製のスリーブを成形する。スリーブの第１部分の内周面にマグネットを装着する。マグネットの装着後に、上記の第１部分の外周面から該第１部分の厚みを減じることにより可動部材を作製する。インナーヨークとアウターヨークとの間に上記のマグネットが位置するように可動部材を配設する。
【００１６】
このように樹脂製のスリーブに予め外径の大きい（厚い）部分を形成しておいて、この厚い部分にマグネットを装着することにより、マグネットを容易かつ確実に装着することができる。また、マグネットの装着後に上記の第１部分の厚みを減じることにより、マグネット装着部における可動部材本体の厚みを薄くすることができる。
【００１７】
本発明に係るリニアモータ装置の製造方法は、他の局面では、下記の各工程を備える。相対的に外径の大きい（厚い）第１部分と、相対的に薄い第２部分とを有するように樹脂製のスリーブを成形すると同時に第１部分の内周面にマグネットを装着する。第１部分の外周面側から該第１部分の厚みを減じることにより可動部材を作製する。インナーヨークとアウターヨークとの間に上記のマグネットが位置するように可動部材を配設する。
【００１８】
本局面の場合も、マグネットの装着後に上記の第１部分の厚みを減じているので、マグネット装着部における可動部材本体の厚みを薄くすることができる。それに加え、スリーブの成形とマグネットの装着とを同時に行なっているので、工程を簡略化することもできる。
【００１９】
上記スリーブの成形工程は、好ましくは、第１部分の外周面が第２部分の外周面よりも外方に突出するようにスリーブを成形する工程を含む。また、第１部分の厚みを減じる工程は、好ましくは、第１部分の外周面に切削加工を施すことで第１部分の厚みを減じる工程を含む。
【００２０】
上記のように予め第１部分の外周面が第２部分の外周面よりも外方に突出するようにスリーブを成形し、マグネットを装着した状態で第１部分の外周面に切削加工を施すことによ

り、マグネット装着部における可動部材の厚みを容易に薄くすることができる。

【００２１】

本発明に係るリニア圧縮機は、１つの局面では、ケーシング内に設置されたシリンダと、該シリンダ内で往復動するピストンと、シリンダの周囲に設置されピストンを駆動するリニアモータ装置とを備える。そして、リニアモータ装置は、インナーヨークと、該インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分を有する可動部材とを備え、マグネットが装着された部分における可動部材の厚みが０．２ｍｍ以上１．０ｍｍ未満である。

【００２２】

このようにリニアモータ装置の可動部材におけるマグネット装着部の厚みを薄くすることにより、可動部材におけるマグネット装着部の磁気抵抗を低減することができる。したがって、動作効率の優れたリニアモータ装置を備えたリニア圧縮機が得られる。

【００２３】

本発明に係るリニア圧縮機は、他の局面では、上記のリニアモータ装置が、インナーヨークと、該インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分を有する可動部材とを備え、可動部材は、マグネットの外側面を覆う外周部を有する。

【００２４】

このようにリニアモータ装置におけるマグネットの外側面を覆う外周部を可動部材に設けることにより、マグネットに対し可動部材の外周側に向かう方向の力が作用した場合においても、可動部材におけるマグネット装着位置からのマグネットの位置ずれあるいはマグネットの脱落を効果的に抑制することができる。したがって、動作効率の優れたリニアモータ装置を備えたリニア圧縮機が得られる。

【００２５】

本発明に係るスターリング機関は、１つの局面では、ケーシング内に設置されたシリンダと、該シリンダ内で往復動するピストンおよびディスプレーサと、シリンダの周囲に設置されピストンをシリンダ内で往復動させるリニアモータ装置と、ディスプレーサを付勢するスプリングとを備える。そして、リニアモータ装置は、インナーヨークと、該インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分を有する可動部材とを備え、マグネットが装着された部分における可動部材の厚みが０．２ｍｍ以上１．０ｍｍ未満である。

【００２６】

このようにリニアモータ装置の可動部材におけるマグネット装着部の厚みを薄くすることにより、可動部材におけるマグネット装着部の磁気抵抗を低減することができる。したがって、動作効率の優れたリニアモータ装置を備えたスターリング機関が得られる。

【００２７】

本発明に係るスターリング機関は、他の局面では、上記のリニアモータ装置が、インナーヨークと、該インナーヨークの外側に配置されるアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に位置してマグネットが装着された部分を有する可動部材とを備え、可動部材は、マグネットの外側面を覆う外周部を有する。

【００２８】

このようにリニアモータ装置におけるマグネットの外側面を覆う外周部を可動部材に設けることにより、該可動部材におけるマグネット装着位置からのマグネットの位置ずれあるいはマグネットの脱落を抑制することができる。この場合にも、動作効率の優れたリニアモータ装置を備えたスターリング機関が得られる。

【００２９】

【発明の実施の形態】

以下、図１～図７を用いて、本発明の実施の形態について説明する。

【００３０】

本発明の１つの実施の形態におけるリニアモータ装置は、インナーヨークと、該インナー

ヨークの外側に配置されるアウターヨークと、インナーヨークとアウターヨークとの間に配置されたコイル巻付体と、インナーヨークとアウターヨークとの間に位置してマグネット（典型的には永久磁石）が装着された部分を有する可動部材と、アウターヨークを挟持する環状の第１と第２クランプリングとを備える。

【００３１】

インナーヨークは、たとえば内部にピストンを有するシリンダの外周上に配置される。アウターヨークは、第１と第２クランプリングにより挟持され、該第１と第２クランプリングの周方向に間隔をあけて配置される。アウターヨークは、たとえばリニアモータ装置の軸方向に並ぶように配置された複数のアウターヨークブロックで構成することができる。アウターヨークブロックは、互いに結合（固定）され、第１と第２クランプリングに保持される。該アウターヨークブロックは、たとえば複数枚の電磁鋼鈑を積層して作製することができる。

【００３２】

アウターヨークブロックは、たとえば略Ｕ字形状を有しており、凸部をそれぞれ有する。この場合、第１と第２クランプリングに、アウターヨークブロックの該凸部を受け入れる凹部を設け、アウターヨークブロックの凸部を、第１と第２クランプリングの凹部内に嵌め込んで接合する。それにより、アウターヨークブロックを第１と第２クランプリングで保持することができる。

【００３３】

コイル巻付体は、ボビンと、該ボビンに巻き付けられたコイルとを有する。コイル巻付体は、たとえばアウターヨークブロックで挟持されることでアウターヨークに保持される。しかし、コイル巻付体を第１と第２クランプリングで保持するようにしてもよい。

【００３４】

可動部材は、たとえば有底円筒状の形状を有し、先端にマグネットを有する。このマグネットは、インナーヨークとアウターヨーク間に配置される。図２と図３に可動部材の一例を示す。

【００３５】

図２と図３に示すように、可動部材３２は、可動部材本体を形成する樹脂スリーブ５と、該樹脂スリーブ５に装着された複数のマグネット３１とを備える。マグネット３１は、樹脂スリーブ５の周方向に、たとえば数ｍｍ程度の間隔をあけて配置される。樹脂スリーブ５の材料としては、たとえば耐熱性に優れたポリカーボネートあるいはこれにガラス繊維を混入したものを使用可能である。

【００３６】

図３に示すように、マグネット３１は、樹脂スリーブ５の内周部７に取り付けられる。該マグネット３１は、接着剤などを用いて樹脂スリーブ５に取付けてもよく、インサート成形により樹脂スリーブ５の成形と同時に樹脂スリーブ５に装着するようにしてもよい。図３の例では、樹脂スリーブ５の内周面に露出するようにマグネット３１を樹脂スリーブ５の内周側に装着している。

【００３７】

図３に示すように、樹脂スリーブ５の外周部６は、マグネット３１の外周面を覆う。リニアモータ装置の作動時には特に、マグネット３１に外側に広がろうとする力が作用する。この場合に、樹脂スリーブ５の外周部６がマグネット３１の外周面を覆うことにより、上記の力によってマグネット３１の位置ずれや脱落が生ずるのを抑制することができる。それにより、リニアモータ装置の動作効率の低下を抑制することができ、結果的にリニアモータ装置の動作効率を向上することが可能となる。

【００３８】

また、マグネット３１が装着された部分における可動部材３２の厚みである樹脂スリーブ５の外周部６の厚みｔは、たとえば、０．２ｍｍ以上１．０ｍｍ未満程度である。好ましくは、０．２ｍｍ以上０．５ｍｍ以下程度であり、より好ましくは、０．２ｍｍ以上０．３ｍｍ以下程度である。このようにマグネット装着部における可動部材３２の厚みを薄く

することにより、可動部材３２におけるマグネット装着部の磁気抵抗を低減することができ、リニアモータ装置の動作効率を向上することが可能となる。

【００３９】

第１と第２クランプリングの材料としては、たとえばポリカーボネートやポリブチレンテレフタレートなどの樹脂、あるいはこれらにガラス繊維を混入したものを使用可能である。なお、スターリング機関に使用する場合には、第１と第２クランプリングの材料として耐熱性に優れ吸湿量の少ない材料を使用することが好ましい。

【００４０】

次に、本実施の形態におけるリニアモータ装置１の製造方法について、図４～図６を用いて説明する。

【００４１】

まず、上記のアウターヨークブロックと第１と第２クランプリングとをそれぞれ作製する。アウターヨークブロックは、電磁鋼鈑の積層材を加工して作製することができ、第１と第２クランプリングは、たとえば射出成形を用いて樹脂により成形可能である。また、コイルをボビンに巻き付けたコイル巻付体も別途作製しておく。

【００４２】

これと並行して、可動部材も別途作製しておく。可動部材を作製するには、まず相対的に外径が大きくて肉厚の厚い第１部分と、相対的に外径が小さくて肉厚の薄い第２部分とを有するように樹脂製のスリーブを成形すると同時に第１部分の内周面にマグネットを装着する。このようにスリーブの成形とマグネットの装着とを同時に行うことにより、工程を簡略化することができる。

【００４３】

図４および図５に示す例では、図示しない金型内に予めマグネット３１を設置した状態で樹脂を金型内に射出することにより、マグネット３１を設置した部分に突出部（第１部分）９を有する樹脂スリーブ５を成型する。　なお、図４および図５に示す形状の樹脂スリーブ５を成形した後に、該樹脂スリーブ５に接着剤などを用いてマグネット３１を装着するようにしてもよい。この場合には、比較的厚い部分にマグネット３１を装着することとなるので、容易かつ確実にマグネット３１を樹脂スリーブ５に装着することができる。

【００４４】

次に、マグネット装着部における樹脂スリーブ５の厚みを減じる。たとえば、図６に示すように、切削工具１０を用いて、樹脂スリーブ５の厚みの大きい部分である突出部９の外周面に切削加工を施し、突出部９の外周面から樹脂スリーブ５の厚みを減じる。

【００４５】

上記のようにマグネット装着後にマグネット装着部における樹脂スリーブ５の厚みを減じることにより、図３に示すように、樹脂スリーブ５の外周部６の厚みｔを、たとえば０．２ｍｍ～０．３ｍｍ程度にまで薄くすることができる。このようにして可動部材３２を作製することができる。

【００４６】

他方、アウターヨークブロックの凸部を第１と第２クランプリングの凹部にそれぞれ嵌め込んだ状態で、アウターヨークブロックと、第１および第２クランプリングとを結合する。

【００４７】

次に、アウターヨークブロック間にコイル巻付体を挟み込んだ状態で、第１と第２クランプリング間を連結する。その後、アウターヨークブロック間を接続する。たとえば、溶接によりアウターヨークブロックを選択的に溶着すればよい。

【００４８】

次に、上記の第１と第２クランプリングで挟持された構造体の内側にインナーヨークと可動部材３１とを設置する。可動部材３２を設置する際には、インナーヨークとアウターヨークとの間に上記のマグネット３１が位置するように可動部材３２を配設する。

【００４９】

以上の工程を経て本実施の形態におけるリニアモータ装置１を製造することができる。

【００５０】

次に、上記のリニアモータ装置を備えた本発明の１つの実施の形態におけるスターリング機関について、図１を用いて説明する。なお、以下の説明では、本発明をスターリング機関の一例であるスターリング冷凍機に適用した場合について説明するが、スターリング冷凍機以外のスターリング機関にも本発明は適用可能である。

【００５１】

図１に、本実施の形態におけるスターリング冷凍機２０の概略構成を示す。図１に示すように、スターリング冷凍機２０は、ケーシング２１と、該ケーシング２１に設置されたシリンダ２２と、シリンダ２２内で往復動するピストン２３およびディスプレーサ２４と、再生器２５と、圧縮空間（第１作動空間）２６と、膨張空間（第２作動空間）２７と、放熱部（ウォームヘッド）２８と、吸熱部（コールドヘッド）２９と、ピストン駆動手段としての前述のリニアモータ装置１と、ピストン２３を支持し所定の弾性力を付与する、板バネなどのピストンスプリング（第１スプリング）３３と、ディスプレーサ２４を支持し所定の弾性力を付与する、板バネなどのディスプレーサスプリング（第２スプリング）３４と、ディスプレーサロッド３５と、背圧空間３６とを備える。

【００５２】

リニアモータ装置１は、シリンダ２２の周囲に設置され、インナーヨーク３０と、該インナーヨーク３０の外側に配置されるアウターヨーク４と、インナーヨーク３０とアウターヨーク４との間に配置されたコイル巻付体８および可動部材３２と、アウターヨーク４を挟持する第１と第２クランプリング２，３と、ピストンスプリング３３やディスプレーサスプリング３４を支持する支持部１６とを有する。

【００５３】

可動部材３２の基本的な構造は、前述の場合と同様である。可動部材３２は、有底円筒状の形状を有し、可動部材３２の筒状部がインナーヨーク３０を取り囲むように設置される。可動部材３２の一端は、接続部材を介してピストン２３と接続される。また、可動部材３２の筒状部におけるマグネット装着部は、インナーヨーク３０とアウターヨーク４との間に配置され、それによりマグネット３１はインナーヨーク３０とアウターヨーク４との間に配置される。

【００５４】

可動部材３２の基本的な構造は前述の場合と同様であるので、可動部材３２におけるマグネット装着部の厚みをたとえば０．２ｍｍ～０．３ｍｍ程度にまで薄くすることができ、可動部材３２におけるマグネット装着部の磁気抵抗を低減することができる。したがって、動作効率の優れたリニアモータ装置を備えたスターリング機関が得られる。

【００５５】

また、マグネット３１の外側面を覆う外周部を可動部材３２に設けることで、該可動部材３２におけるマグネット装着位置からのマグネット３１の位置ずれあるいはマグネット３１の脱落を抑制することができる。このことも、動作効率の優れたリニアモータ装置を備えたスターリング機関の作製に効果的に寄与し得る。

【００５６】

ケーシング２１は、スターリング冷凍機２０の外殻（外壁）を構成する部分であり、シリンダ２２をはじめとする種々の部品が該ケーシング２１内に組付けられる。図１の例では、ケーシング２１は、単一の容器で構成されず、背圧空間３６を規定するとともにリニアモータ装置１を受け入れるベッセル部分と、放熱部２８、再生器２５および吸熱部２９の外壁部分とで主に構成される。該ケーシング２１の内部には、ヘリウムガスや水素ガス、窒素ガスなどの作動媒体が充填される。

【００５７】

シリンダ２２は、略円筒状の形状を有し、該シリンダ２２内において、ピストン２３とディスプレーサ２４とは同軸上に間隔をあけて配置され、このピストン２３およびディスプレーサ２４によってシリンダ２２内の作動空間が圧縮空間２６と膨張空間２７とに区画さ

れる。圧縮空間２６は主に放熱部２８によって囲まれ、膨張空間２７は主に吸熱部２９によって囲まれている。

【００５８】

圧縮空間２６と膨張空間２７との間には再生器２５が配設されており、この再生器２５を介してこれら両空間が連通する。それにより、スターリング冷凍機２０内に閉回路が構成される。この閉回路内に封入された作動媒体が、ピストン２３およびディスプレーサ２４の動作に合わせて流動することにより、逆スターリングサイクルが実現する。

【００５９】

ピストン２３の一端はピストンスプリング３３と接続される。該ピストンスプリング３３とリニアモータ装置１により、シリンダ２２内でピストン２３を所望の振幅で周期的に往復動させることが可能となる。

【００６０】

次に、本実施の形態におけるスターリング冷凍機２０の動作について説明する。

【００６１】

まず、リニアモータ装置１を作動させてピストン２３を駆動する。より詳しくは、コイル巻付体８のコイルに通電し、可動部材３２のマグネット３１との間に推力が発生させる。この推力により可動部材３２がシリンダ２２の軸方向に沿って移動する。このとき可動部材３２はピストン２３と接続されているので、可動部材３２とともにピストン２３も、シリンダ２２の軸方向に移動する。このようにしてリニアモータ装置１によって駆動されたピストン２３は、ディスプレーサ２４に接近し、圧縮空間２６内の作動媒体（作動ガス）を圧縮する。

【００６２】

ピストン２３がディスプレーサ２４に接近することにより、圧縮空間２６内の作動媒体の温度は上昇するが、放熱部２８によってこの圧縮空間２６内に発生した熱が外部へと放出される。そのため、圧縮空間２６内の作動媒体の温度はほぼ等温に維持される。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルにおける等温圧縮過程に相当する。

【００６３】

ピストン２３がディスプレーサ２４に接近した後にディスプレーサ２４は吸熱部２９側に移動する。ピストン２３によって圧縮空間２６内において圧縮された作動媒体は再生器２５内に流入し、さらに膨張空間２７へと流れ込む。その際、作動媒体の持つ熱が再生器２５に蓄熱される。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等容冷却過程に相当する。

【００６４】

膨張空間２７内に流入した高圧の作動媒体は、ディスプレーサ２４がピストン２３側へ移動することにより膨張する。これにより、膨張空間２７内の作動媒体の温度は下降するが、吸熱部２９によって外部の熱が膨張空間２７内へと伝熱されるため、膨張空間２７内はほぼ等温に保たれる。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等温膨張過程に相当する。

【００６５】

その後、ディスプレーサ２４がピストン２３から遠ざかる方向に移動し始める。それにより、膨張空間２７内の作動媒体は再生器２５を通過して再び圧縮空間２６側へと戻る。その際、再生器２５に蓄熱されていた熱が作動媒体に与えられるため、作動媒体は昇温する。すなわち、本過程は、逆スターリングサイクルの等容加熱過程に相当する。

【００６６】

この一連の過程（等温圧縮過程－等容冷却過程－等温膨張過程－等容加熱過程）が繰り返されることにより、逆スターリングサイクルが構成される。この結果、吸熱部２９は徐々に低温になり、極低温を有するに至る。

【００６７】

次に、本発明の１つの実施の形態におけるリニア圧縮機について図７を用いて説明する。

【００６８】

図７に示すように、リニア圧縮機４０は、ケーシング４１内に設置されたシリンダ４２と、該シリンダ４２内で往復動するピストン４３と、シリンダ４２の周囲に設置されピストン４３を駆動する上述のリニアモータ装置１と、ピストン４２を付勢するピストンスプリング（板バネ）４６と、シリンダを支持する支持機構部とを備える。

【００６９】

リニアモータ装置１は、シリンダ４２の周囲に設置され、インナーヨーク３０と、該インナーヨーク３０の外側に配置されるアウターヨーク４と、インナーヨーク３０とアウターヨーク４との間に配置されたコイル巻付体８および可動部材３２と、アウターヨーク４を挟持する第１と第２クランプリング２，３と、ピストンスプリング４６を支持する支持部１６とを有する。

【００７０】

インナーヨーク３０は、シリンダ４２の外周を取り囲むように設けられ、該インナーヨーク３０を取り囲むように円筒状の可動部材３２を配置する。可動部材３２の基本的な構造は、前述の場合と同様である。可動部材３２は、ピストン４３と接続され、先端にマグネット３１を有する。該マグネット３１をインナーヨーク３０とアウターヨーク４との間に配置する。

【００７１】

可動部材３２の基本的な構造は、前述の場合と同様であるので、可動部材３２におけるマグネット装着部の厚みを０．２ｍｍ～０．３ｍｍ程度にまで薄くすることができ、可動部材３２におけるマグネット装着部の磁気抵抗を低減することができる。したがって、動作効率の優れたリニアモータ装置を備えたリニア圧縮機が得られる。

【００７２】

また、マグネット３１の外側面を覆う外周部を可動部材３２に設けることで、該可動部材３２におけるマグネット装着位置からのマグネット３１の位置ずれあるいはマグネット３１の脱落を抑制することができる。このことも、動作効率の優れたリニアモータ装置を備えたリニア圧縮機の作製に効果的に寄与し得る。

【００７３】

第１クランプリング２は、ピストンスプリング４６を支持する支持部１６を有する。該支持部１６に取付けられた支持部材を介してピストンスプリング３３が支持部１６と接続される。

【００７４】

シリンダ４２は、ケーシング４１内で支持機構部により支持されるが、該支持機構部は、図７の例では、ケーシング４１の内部に固定される支持板４９と、該支持板４９上に搭載されシリンダ４２を支持するコイルスプリング４８とで構成される。

【００７５】

また、シリンダ４２の一端側にプレート４７を介してヘッドカバー４５を固定する。該ヘッドカバー４５とピストン４３の頭部との間に冷媒が圧縮される圧縮空間４４が形成される。

【００７６】

次に、上記の構造のリニア圧縮機の動作について説明する。まず、コイル巻付体８のコイルに通電すると、可動部材３２のマグネット３１との間に推力が発生し、この推力により可動部材３２がシリンダ４２の軸方向に沿って移動する。このとき可動部材３２はピストン４３と接続されているので、可動部材３２とともにピストン４３も、シリンダ４２の軸方向に移動する。

【００７７】

冷媒は、図示しない吸入管からケーシング４１内に導入され、ヘッドカバー４５およびプレート４７内の通路を通過して圧縮空間４４内に入る。この圧縮空間４４内で、冷媒はピストン４３により圧縮され、その後、図示しない吐出管を通って外部に吐出される。

【００７８】

以上のように本発明の実施の形態について説明を行なったが、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およ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。

【００７９】

【発明の効果】

本発明によれば、リニアモータ装置の可動部材におけるマグネット装着部の磁気抵抗を低減することができるので、リニアモータ装置の動作効率を向上することができる。また、可動部材におけるマグネット装着位置からのマグネットの位置ずれあるいはマグネットの脱落を抑制することができるので、このこともリニアモータ装置の動作効率向上に寄与し得る。

【００８０】

本発明のスターリング機関およびリニア圧縮機は、上記のような動作効率の優れたリニアモータ装置を備えるので、高性能なスターリング機関およびリニア圧縮機となり得る。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の１つの実施の形態におけるスターリング冷凍機を示す断面図である。

【図２】本発明の１つの実施の形態におけるリニアモータ装置の可動部材を示す斜視図である。

【図３】図２に示す可動部材の断面図である。

【図４】本発明の１つの実施の形態におけるリニアモータ装置の製造工程の特徴的な第１工程を示す斜視図である。

【図５】図４に示す状態の可動部材の断面図である。

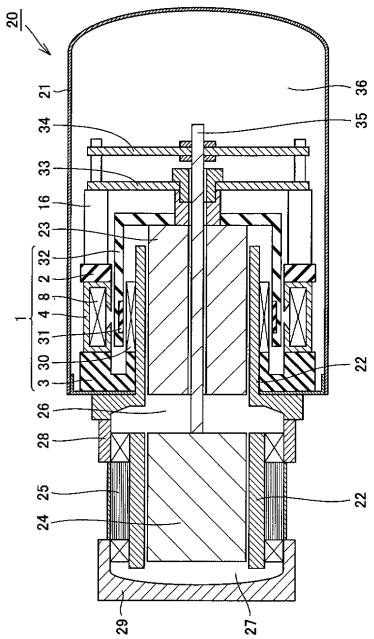
【図６】本発明の１つの実施の形態におけるリニアモータ装置の製造工程の特徴的な第２工程を示す断面図である。

【図７】本発明の１つの実施の形態におけるリニア圧縮機の断面図である。

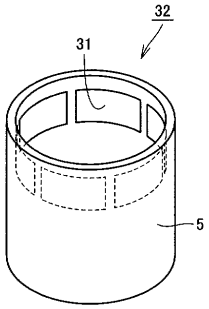
【符号の説明】

１　リニアモータ装置、２　第１クランプリング、３　第２クランプリング、４　アウターヨーク、５　樹脂スリーブ、６　外周部、７　内周部、８　コイル巻付体、９　突出部、１０　切削工具、１６　支持部、２０　スターリング冷凍機、２１，４１　ケーシング、２２，４２　シリンダ、２３，４３　ピストン、２４　ディスプレーサ、２５　再生器、２６，４４　圧縮空間、２７　膨張空間、２８　放熱部、２９　吸熱部、３０　インナーヨーク、３１　マグネット、３２　可動部材、３３，４６　ピストンスプリング、３４　ディスプレーサスプリング、３５　ディスプレーサロッド、３６　背圧空間、４０　リニア圧縮機、４５　ヘッドカバー、４７　プレート、４８　コイルスプリング、４９　支持板。

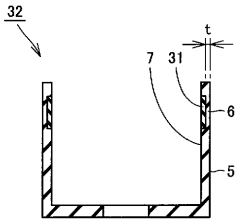
【図１】



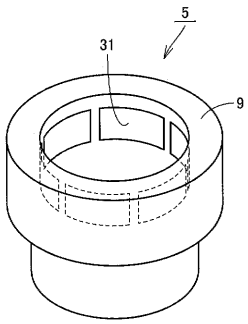
【図２】



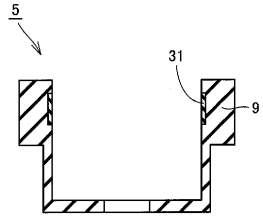
【図３】



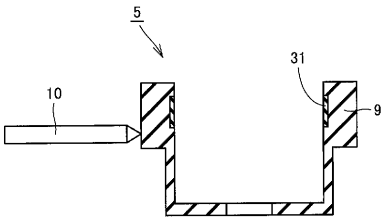
【図４】



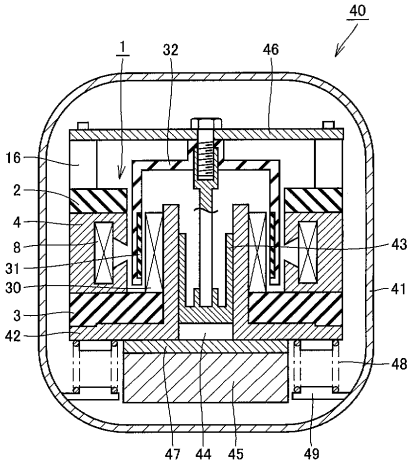
【図５】



【図６】



【図７】



フロントページの続き

(72)発明者　田中　章三
大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号　シャープ株式会社内

Ｆターム(参考) 3H003 AA02 AB01 AC02 CB00 CF04
3H076 AA02 BB43 CC02 CC31
5H615 AA01 BB01 BB14 PP02 SS44 TT26
5H633 BB08 GG02 GG04 HH03 HH07 HH11 HH14