

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2023-122350  
(P2023-122350A)

(43)公開日 令和5年9月1日(2023.9.1)

(51)国際特許分類  
H 0 2 K 41/03 (2006.01)

F I  
H 0 2 K 41/03

テーマコード (参考)  
5 H 6 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全13頁)

(21)出願番号	特願2022-26008(P2022-26008)	(71)出願人	000000929
(22)出願日	令和4年2月22日(2022.2.22)		K Y B 株式会社
			東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号
		(74)代理人	100122323
			弁理士 石川 憲
		(72)発明者	芝原 大智
			東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号 K Y
			B 株式会社内
		(72)発明者	佐藤 浩介
			東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号 K Y
			B 株式会社内
		F ターム (参考)	5H641 BB06 BB14 BB18 GG03
			GG04 GG08 GG26 HH02
			HH13 HH14 JA02 JA09

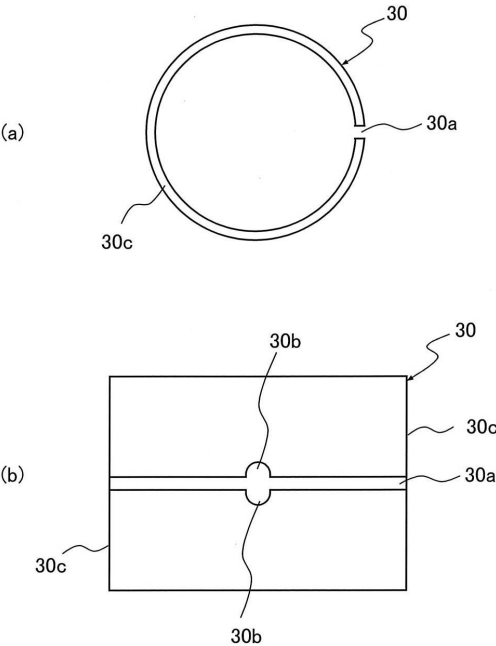
(54)【発明の名称】 筒型リニアモータ

(57)【要約】

【課題】界磁における積層磁石体に対するヨークのずれを防止できるとともに界磁の分解を可能とする筒型リニアモータの提供である。

【解決手段】上記した目的を達成するため、本発明の筒型リニアモータ 1 は、内周或いは外周の一方に軸方向に N 極と S 極とが交互に配置されるように積層される複数の環状の永久磁石 1 0 a , 1 0 b で形成される積層磁石体 1 0 と、積層磁石体 1 0 の内周或いは外周の他方に配置される磁性体で形成される筒状のヨーク 8 とを有する筒状の界磁 6 と、界磁 6 に対して界磁 6 の軸方向に移動可能な電機子 2 とを備え、ヨーク 8 は、積層磁石体 1 0 の外径よりも小径な内径或いは積層磁石体 1 0 の内径よりも大径な外径を有するとともに、軸方向の全長に亘りスリット 3 0 a を有して。

【選択図】図 2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

内周或いは外周の一方に軸方向に N 極と S 極とが交互に配置されるように積層される複数の環状の永久磁石で形成される積層磁石体と、前記積層磁石体の内周或いは外周の他方に配置される磁性体で形成される筒状のヨークとを有する筒状の界磁と、

前記界磁に対して前記界磁の軸方向に移動可能な電機子とを備え、

前記ヨークは、前記積層磁石体の外径よりも小径な内径、或いは前記積層磁石体の内径よりも大径な外径を有するとともに、軸方向の全長に亘りスリットを有する

ことを特徴とする筒型リニアモータ。

**【請求項 2】**

前記ヨークを軸方向から見て、前記スリットの形成方向が前記ヨークの径方向に対して傾斜している

ことを特徴とする請求項 1 に記載の筒型リニアモータ。

**【請求項 3】**

前記ヨークは、前記スリットを挟んだ両側に工具の差し込みを可能とする対を成す切欠を有する

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の筒型リニアモータ。

**【請求項 4】**

前記スリットは、前記ヨークの径方向から見て波形状である

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の筒型リニアモータ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、筒型リニアモータに関する。

**【背景技術】****【0002】**

筒型リニアモータは、たとえば、軸方向に並べて配置される複数のティースを外周に持つコアとティース間のスロットに装着される U 相、V 相および W 相の巻線を有する電機子と、軸方向に S 極と N 極とが交互に並ぶように環状の複数の永久磁石を積層して形成した積層磁石体を有して電機子に対向する界磁とを備えるものがある。

**【0003】**

このように構成された筒型リニアモータでは、電機子の U 相、V 相および W 相の巻線へ適宜通電することにより、界磁における永久磁石と電機子との間に生じる軸方向の吸引および反発する力を発揮して、電機子或いは界磁を可動子として駆動する。

**【0004】**

このような筒型リニアモータでは、界磁における永久磁石の磁力線を効率的に電機子側へ向かわせるために、積層磁石体の外周に磁性体の筒となるヨークを設ける場合がある（たとえば、特許文献 1 参照）。

**【0005】**

このようなヨークは、特に両端が固定されておらず永久磁石の外周に永久磁石の磁力によって吸着されているだけであるので、筒型リニアモータの駆動時に界磁に対して軸方向に相対移動する電機子の磁力によって吸引されて永久磁石に対して軸方向にずれてしまう場合がある。

**【0006】**

他方、ヨークではないが、円筒パイプ内に収容される積層磁石体を保持するための構造として、円筒パイプの両端を外周側から加締めて弾性変形させて、円筒パイプの両端の内周に突出する加締部を設け、当該加締部で積層磁石体の両端を挟持させる構造の提案がある（たとえば、特許文献 2 参照）。

**【先行技術文献】****【特許文献】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 2 0 - 6 8 6 2 4 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 7 - 7 3 8 6 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

よって、ヨークの永久磁石のずれを防止するために、特許文献 2 の構造を採用して、ヨークの両端を外周側から加締めて弾性変形させて積層磁石体の両端を挟持する加締部を形成することも考えられる。

【 0 0 0 9 】

このようにすれば、電機子側からの吸引力を受けてもヨークが積層磁石体に対して軸方向にずれるのを防止できるが、ヨークの両端を加締めて積層磁石体と一体としてしまうと、界磁の分解が不能となって、筒型リニアモータのメンテナンスが不能になってしまうという新たな問題が生じてしまう。

【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、界磁における積層磁石体に対するヨークのずれを防止できるとともに界磁の分解を可能とする筒型リニアモータの提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記の目的を達成するため、本発明の筒型リニアモータは、内周或いは外周の一方に軸方向に N 極と S 極とが交互に配置されるように積層される複数の環状の永久磁石で形成される積層磁石体と、積層磁石体の内周或いは外周の他方に配置される磁性体で形成される筒状のヨークとを有する筒状の界磁と、界磁に対して界磁の軸方向に移動可能な電機子とを備え、ヨークは、積層磁石体の外径よりも小径な内径、或いは積層磁石体の内径よりも大径な外径を有するとともに、軸方向の全長に亘りスリットを有する。

【 0 0 1 2 】

このように構成された筒型リニアモータでは、ヨークがスリットを有しているので、ヨークを拡径或いは縮径させて積層磁石体に容易に装着でき、ヨークの積層磁石体への装着の後、ヨークは、自己の復元力によって積層磁石体に緊迫力を付加しつつ嵌合するので、積層磁石体に強固に固定される。よって、前述のように構成された筒型リニアモータによれば、電機子が界磁に対して軸方向へ移動する際に電機子の磁力によって吸引されてヨークが積層磁石体に対して軸方向へずれてしまうことがない。また、ヨークがスリットを備えておりヨークを容易に拡径或いは縮径させて積層磁石体から取り外すこともできる。

【 0 0 1 3 】

また、ヨークはスリットを挟んだ両側に工具の差し込みを可能とする対を成す切欠を備えていてもよい。このように構成された筒型リニアモータによれば、切欠に工具を引っかけてヨークを容易に拡径できるので、積層磁石体へのヨークの定着作業を容易に行える。

【 0 0 1 4 】

さらに、ヨークに設けられるスリットの形成方向がヨークを軸方向から見て径方向に対して傾斜していてもよい。このように、スリットが径方向に対し傾斜する方向に向けて形成された筒型リニアモータによれば、スリットを設けることによってヨーク内を通過せずにスリット内のみを通過して外部へ漏れる磁力線数を減らせるので、電機子へより強い磁界を作用させて推力を向上できる。

【 0 0 1 5 】

また、ヨークに設けられるスリットの形状は、ヨークを径方向から見て波形であってもよい。このように、スリットの形状を波形とした筒型リニアモータによれば、ヨークに切欠を設けなくとも、ヨークの周方向の端部の形状に凹凸ができ、凹部分に工具を引っかけてヨークを容易に拡径できるので、積層磁石体へのヨークの定着作業を容易に行える。

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

本発明の筒型リニアモータによれば、界磁における積層磁石体に対するヨークのずれを防止できるとともに界磁の分解を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】一実施の形態における筒型リニアモータの縦断面図である。

【図 2】( a ) は、一実施の形態の筒型リニアモータのヨークを軸方向から見た平面図である。( b ) は、一実施の形態の筒型リニアモータのヨークを径方向から見た側面図である。

【図 3】一実施の形態の筒型リニアモータの界磁の一部拡大縦断面図である。

【図 4】第一変形例のヨークを積層磁石体の外周に装着した界磁の拡大横断面図である。

10

【図 5】第二変形例のヨークを径方向から見た側面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 8 】

以下、図に示した実施の形態に基づき、本発明を説明する。一実施の形態における筒型リニアモータ 1 は、図 1 に示すように、内周に軸方向に N 極と S 極とが交互に配置されるように積層される複数の環状の永久磁石 1 0 a , 1 0 b で形成される積層磁石体 1 0 と、積層磁石体 1 0 の外周に配置される磁性体で形成される筒状のヨーク 8 とを有する筒状の界磁 6 と、界磁 6 に対して界磁 6 の軸方向に移動可能な電機子 2 とを備えて構成されている。

【 0 0 1 9 】

20

以下、筒型リニアモータ 1 の各部について詳細に説明する。電機子 2 は、コア 3 と巻線 5 とを備えて構成されている。コア 3 は、円筒状のコア本体 3 a と、環状であってコア本体 3 a の外周に軸方向に間隔を空けて設けられる複数のティース 3 b とを備えて構成されている。

【 0 0 2 0 】

コア 3 は、前述の通り筒状であって、図 1 に示すように、コア本体 3 a の外周に軸方向に等間隔に並べて設けられた 1 0 個のティース 3 b を備えており、ティース 3 b , 3 b 間には、巻線 5 が装着される空隙となるスロット 4 が形成されている。また、本実施の形態では、図 1 中で隣り合うティース 3 b , 3 b 同士の間には、空隙となるスロット 4 が合計で 9 個設けられている。そして、このスロット 4 には、巻線 5 が巻き回されて装着されている。巻線 5 は、U 相巻線、V 相巻線および W 相巻線の三相の巻線で構成されている。

30

【 0 0 2 1 】

また、各ティース 3 b は、環状であって、コア 3 の両端に配置されたティース 3 b を除いて、軸方向において内周端の幅より外周端の幅が狭い等脚台形状とされており、軸方向で両側の側面が外周端に対して等角度で傾斜するテーパ面とされている。末端のティース 3 b は、図 1 に示すように、末端のティース 3 b 以外の他のティース 3 b をコア 3 の軸線に直交する面で半分に切り落とした断面形状とされている。なお、ティース 3 b の断面形状は、等脚台形状以外の形状であってもよく、たとえば、矩形であってもよい。

【 0 0 2 2 】

そして、電機子 2 は、出力軸である非磁性体で形成されたロッド 1 1 の先端の外周に装着されている。ロッド 1 1 は、筒状の第 1 ロッド 2 0 と、筒状であって外周にコア 3 が装着されるとともに第 1 ロッド 2 0 の内周に螺合される第 2 ロッド 2 1 とを備えている。

40

【 0 0 2 3 】

第 1 ロッド 2 0 は、筒状であって図 1 中左端外周と図 1 中右端内周にそれぞれ螺子部 2 2 a , 2 2 b を有するロッド本体 2 2 と、筒型リニアモータ 1 を機器へ取り付けるブラケット 2 3 a を有してロッド本体 2 2 の図 1 中左端の螺子部 2 2 a に螺着されてロッド本体 2 2 の左端を閉塞するロッドキャップ 2 3 とを備えている。

【 0 0 2 4 】

また、ロッド本体 2 2 の図 1 中右端外周には、環状のスライダ 2 5 が嵌合されている。スライダ 2 5 は、後述する筒部 9 b の内周に摺接する摺接部 2 5 a と、摺接部 2 5 a の図

50

１ 中左方側であるロッド １ １ の基端側に設けられた外径が摺接部 ２ ５ a よりも小径な小径部 ２ ５ b と、小径部 ２ ５ b の外周に周方向に沿って設けられた環状溝 ２ ５ c と、図 １ 中右端内周に設けられたフランジ ２ ５ d とを備えている。そして、スライダ ２ ５ の環状溝 ２ ５ c には、弾性体としてのゴム製のシールリング ２ ６ が装着されている。また、フランジ ２ ５ d の内径は、ロッド本体 ２ ２ の内径以上であってロッド本体 ２ ２ の外径以下となっており、スライダ ２ ５ をロッド本体 ２ ２ に嵌合するとフランジ ２ ５ d がロッド本体 ２ ２ の図 １ 中右端面に当接する。

【 ０ ０ ２ ５ 】

第 ２ ロッド ２ １ は、外周にコア ３ が装着される筒状のコア保持筒 ２ １ a と、コア保持筒 ２ １ a の図 １ 中右端となる先端の外周に設けられる環状のスライダ ２ １ b とを備えている。また、コア保持筒 ２ １ a の図 １ 中左端となる基端の外周には、螺子部 ２ １ c が設けられており、コア保持筒 ２ １ a の基端側内周には内径が他の部位よりも大きな内径大径部 ２ １ d が設けられている。そして、コア保持筒 ２ １ a の基端を第 １ ロッド ２ ０ におけるロッド本体 ２ ２ の図 １ 中右端の内周に挿入しつつ螺子部 ２ １ c を螺子部 ２ ２ b に擦り込むと、第 １ ロッド ２ ０ と第 ２ ロッド ２ １ とが連結される。このようにロッド １ １ は、本実施の形態では、第 １ ロッド ２ ０ と第 ２ ロッド ２ １ とで構成されて筒状とされている。

10

【 ０ ０ ２ ６ 】

また、第 ２ ロッド ２ １ におけるコア保持筒 ２ １ a の外周には、コア ３ が嵌合されて装着されている。コア保持筒 ２ １ a の外径は、第 １ ロッド ２ ０ におけるロッド本体 ２ ２ の外径よりも小径となっているので、スライダ ２ ５ を装着した第 １ ロッド ２ ０ に電機子 ２ を装着した第 ２ ロッド ２ １ を前記した要領で連結すると、電機子 ２ およびスライダ ２ ５ が第 １ ロッド ２ ０ の図 １ 中右端と第 ２ ロッド ２ １ のスライダ ２ １ b とで挟み込まれて固定される。このようにロッド １ １ に電機子 ２ を装着すると、コア ３ がスライダ ２ １ b およびスライダ ２ ５ に挟まれる格好でロッド １ １ に固定される。なお、本実施の形態では、電機子 ２ は、単一のコア ３ のみを有して構成されているが、推力の向上等のために複数のコア ３ を持つ構成とされてもよい。

20

【 ０ ０ ２ ７ 】

つづいて、ロッド １ １ には、ロッド １ １ の外周を覆って空隙 G を形成するカバー １ ７ が設けられている。具体的には、カバー １ ７ は、筒状であって一端がロッド １ １ の外周に設けた環状のカバーエンド １ ８ の外周に嵌合されるとともに他端がスライダ ２ ５ の小径部 ２ ５ b の外周に嵌合されてロッド １ １ に装着されている。

30

【 ０ ０ ２ ８ 】

カバー １ ７ とロッド １ １ との間の空隙 G 内には、コア ３ に装着された各相の巻線 ５ を外部の図示しない駆動回路へ接続するリード線 L が収容されており、カバー １ ７ を取外した状態で巻線 ５ とリード線 L との配線作業を行えるようになっており、筒型リニアモータ １ の組立作業を容易ならしめている。

【 ０ ０ ２ ９ 】

他方、固定子は、本実施の形態では、円筒状の積層磁石体 １ ０ と積層磁石体 １ ０ の外周に圧入嵌合されて装着される円筒状の磁性体となるヨーク ８ とで構成された界磁 ６ と、積層磁石体 １ ０ の内周に挿入される円筒状の非磁性体のインナーチューブ ９ と、円筒状であって内方にインナーチューブ ９ および界磁 ６ が挿入される非磁性体で形成されるパレル ７ とを備えて構成されている。

40

【 ０ ０ ３ ０ 】

パレル ７ は、非磁性体で形成されており、図 １ 中左側の開口端の内周に設けられた螺子部 ７ a と、図 １ 中右側の開口端の外周に設けられた螺子部 ７ b とを備えている。また、パレル ７ の図 １ 中右端側の開口端の外周には、ボトムキャップ １ ２ が螺着されており、パレル ７ の図 １ 中右端の開口端が閉塞されている。ボトムキャップ １ ２ は、底部 １ ２ a と筒部 １ ２ b とを備えた有底筒状であって、パレル ７ の外周に筒部 １ ２ b を螺合することでパレル ７ に装着されている。また、ボトムキャップ １ ２ の筒部 １ ２ b には筒型リニアモータ １ の機器への取り付けを可能とするブラケット １ ２ c が設けられている。ボトムキャップ １

50

2 は、底部 1 2 a が界磁 6 の図 1 中右端に対向している。

【 0 0 3 1 】

インナーチューブ 9 は、非磁性体で形成されており、パレル 7 の図 1 中左端の開口端に螺子締結によって装着される環状のヘッド部 9 a と、ヘッド部 9 a よりも肉厚が薄くヘッド部 9 a の図 1 中右端の内周から延びて界磁 6 の内周に挿入される筒部 9 b とを備えて構成されている。よって、インナーチューブ 9 におけるヘッド部 9 a の図 1 中右端は、筒部 9 b の外周に配置される界磁 6 の図 1 中左端に対向している。

【 0 0 3 2 】

また、インナーチューブ 9 は、ヘッド部 9 a の図 1 中右端と筒部 9 b との境に湾曲面 9 c 備えており、ヘッド部 9 a にのみ軸力が作用してもヘッド部 9 a と筒部 9 b の境に応力が集中しないようになっている。なお、このように応力集中を回避するには、ヘッド部 9 a と筒部 9 b との境にテーパ面を設けるようにしてもよい。

【 0 0 3 3 】

界磁 6 は、軸方向に交互に積層されて挿入される複数の環状の主磁極となる永久磁石 1 0 a と複数の環状の副磁極となる永久磁石 1 0 b とで形成される積層磁石体 1 0 と、積層磁石体 1 0 の外周に嵌合して積層磁石体 1 0 の外周に定着される筒状のヨーク 8 とを備えて構成されている。

【 0 0 3 4 】

積層磁石体 1 0 は、軸方向に交互に積層される複数の環状の主磁極となる永久磁石 1 0 a と複数の環状の副磁極となる永久磁石 1 0 b とを備えて構成されている。永久磁石 1 0 a と永久磁石 1 0 b とは、飛散防止のため、接着剤を介在して積層されている。なお、図 1 中で主磁極の永久磁石 1 0 a と副磁極の永久磁石 1 0 b に記載されている三角の印は、着磁方向を示しており、主磁極の永久磁石 1 0 a の着磁方向は径方向となっており、副磁極の永久磁石 1 0 b の着磁方向は軸方向となっている。主磁極の永久磁石 1 0 a と副磁極の永久磁石 1 0 b は、ハルバッハ配列で配置されており、界磁 6 の内周側では、軸方向に S 極と N 極が交互に現れるように配置されている。

【 0 0 3 5 】

また、本実施の形態の筒型リニアモータ 1 では、主磁極の永久磁石 1 0 a の軸方向長さは、副磁極の永久磁石 1 0 b の軸方向長さよりも長くなっている。このように、主磁極の永久磁石 1 0 a の軸方向長さを長くすればコア 3 との間の主磁極の永久磁石 1 0 a との間の磁気抵抗を小さくできコア 3 へ作用させる磁界を大きくできるので筒型リニアモータ 1 の推力を向上できる。本実施の形態では、主磁極の永久磁石 1 0 a の軸方向長さを副磁極の永久磁石 1 0 b の軸方向長さよりも長くしているが、これに限らず両者の軸方向の長さの設定は任意に設計変更できる。

【 0 0 3 6 】

また、本発明の筒型リニアモータ 1 では、永久磁石 1 0 a , 1 0 b の外周にヨーク 8 を設けている。ヨーク 8 を設けない場合、副磁極の永久磁石 1 0 b の軸方向長さが短くなると主磁極の永久磁石 1 0 a の軸方向中央部分における磁石外部の磁気抵抗が増大し、界磁磁束が小さくなるため、主磁極の永久磁石 1 0 a の軸方向長さを長くする際の筒型リニアモータ 1 の推力向上度合が小さくなる。これに対して、永久磁石 1 0 a , 1 0 b の外周にヨーク 8 を設けると、磁気抵抗の低い磁路を確保できるので副磁極の永久磁石 1 0 b の軸方向長さの短縮に起因する磁気抵抗の増大が抑制される。よって、主磁極の永久磁石 1 0 a の軸方向長さを副磁極の永久磁石 1 0 b の軸方向長さよりも長くするとともに永久磁石 1 0 a , 1 0 b の外周に筒状のヨーク 8 を設けると筒型リニアモータ 1 の推力を大きく向上させ得る。ヨーク 8 の肉厚は、主磁極の永久磁石 1 0 a の外部磁気抵抗の増大を抑制に適する肉厚に設定されればよい。

【 0 0 3 7 】

ヨーク 8 は、図 1 に示すように、複数のヨーク分割体 3 0 を積層して形成されている。各ヨーク分割体 3 0 は、図 2 に示すように、それぞれ、円筒状であって軸方向の全長に亘って形成されたスリット 3 0 a を備えており、軸方向から見て C 形状となっている。また

10

20

30

40

50

、ヨーク分割体 30 は、スリット 30 a を挟んで周方向の端部の両側に対となる切欠 30 b , 30 b を備えている。ヨーク分割体 30 の内径は、積層磁石体 10 の外径よりも小径となっている。このように、ヨーク分割体 30 がスリット 30 a を備えているので、切欠 30 b , 30 b に図示しないプライヤーの先端を引っかけて当該プライヤーを開動作させると、スリット 30 a 間の間隔を広げるように容易にヨーク分割体 30 を拡張させ得る。このようにプライヤー等の工具の利用によってヨーク分割体 30 の内径を積層磁石体 10 の外径よりも大きくするように拡張させつつ、ヨーク分割体 30 内に積層磁石体 10 を挿入した後、ヨーク分割体 30 の拡張を解除するとヨーク分割体 30 は元の径に戻ろうとする自己の復元力で積層磁石体 10 の外周に緊迫力を付加しつつ嵌合する。このように、ヨーク分割体 30 は、積層磁石体 10 の外周に緊迫力を付加しつつ嵌合するので、積層磁石体 10 の外周に強固に定着される。

10

#### 【0038】

各ヨーク分割体 30 は、前述のようにして積層磁石体 10 の外周に順次装着されて積層磁石体 10 の外周に積層され、積層磁石体 10 の外周を覆うヨーク 8 を形成している。各ヨーク分割体 30 は、それぞれスリット 30 a を備えているので、ヨーク 8 の全体としても軸方向の全長に亘ってスリット 30 a を備えていることになる。ヨーク 8 の軸方向長さは、積層磁石体 10 の軸方向長さ以上とされているが、永久磁石 10 a , 10 b がコア 3 のストローク範囲外に無駄に磁界を作用させて推力低下を招かないような長さに設定されている。なお、ヨーク 8 の軸方向長さは、積層磁石体 10 の全長と等しい長さとしてもよい。なお、ヨーク 8 の軸方向長さが積層磁石体 10 の全長よりも長い場合、積層磁石体 10 の末端の磁力線が大気へ漏れず筒型リニアモータ 1 の推力低下を防止できる。このように、ヨーク 8 の軸方向長さを積層磁石体 10 の軸方向長さよりも長くするには、積層磁石体 10 が永久磁石 10 a , 10 b の加工誤差によって採りうる軸方向の最大長さよりもヨーク 8 の軸方向長さを長くしておけばよい。

20

#### 【0039】

なお、ヨーク 8 の軸方向両端におけるヨーク分割体 30 以外のヨーク分割体 30 の軸方向長さは、界磁 6 における磁極ピッチ P の長さの 2 倍に設定されている。ヨーク 8 の軸方向両端におけるヨーク分割体 30 は、全部のヨーク分割体 30 を積層した際に、ヨーク 8 の全長が界磁 6 の全長以上となるように設定されればよい。

#### 【0040】

30

界磁 6 における磁極ピッチ P は、図 3 に示すように、主磁極の永久磁石 10 a の中央から副磁極の永久磁石 10 b を挟んで隣の主磁極の永久磁石 10 a の中央までとなる。また、磁力線の経路は、主磁極の永久磁石 10 a の中央から副磁極の永久磁石 10 b を挟んで隣の主磁極の永久磁石 10 a の中央までの範囲で主磁極の永久磁石 10 a から電機子 2 を通過して隣の主磁極の永久磁石 10 a に到るループ状となる。

#### 【0041】

よって、ヨーク分割体 30 の軸方向長さを磁極ピッチ P の整数倍として、少なくともヨーク分割体 30 の軸方向の端部 30 c が主磁極の永久磁石 10 a の外周に配置されるようにすれば、積層磁石体 10 の磁力線が複数のヨーク分割体 30 を跨いでしまうが、ヨーク 8 の磁気抵抗の増大を押さえつつ磁力線の外部への漏れを抑制できる。

40

#### 【0042】

このように、ヨーク 8 が複数のヨーク分割体 30 を積層して形成されるので、ヨーク 8 がヨーク分割体 30 で構成されずに一体物である場合と比較して、積層磁石体 10 の外周に順々にヨーク 8 の全体長さからするとはるかに短いヨーク分割体 30 を装着する作業は、非常に容易となる。よって、積層磁石体 10 の外周へのヨーク 8 の装着作業が容易となるので、筒型リニアモータ 1 の組立が非常に簡単になる。なお、筒型リニアモータ 1 における積層磁石体 10 は、永久磁石 10 a , 10 b を接着しつつ積層して形成されるが、ヨーク分割体 30 の軸方向の全長に応じて、積層磁石体 10 を軸方向で分割していくつかの永久磁石 10 a , 10 b を積層した積層磁石分割体を製造し、積層磁石分割体の外周にヨーク分割体を装着した複数の分割界磁アセンブリを製造し、分割界磁アセンブリを積

50

層して界磁 6 を製造するようにしてもよい。

【 0 0 4 3 】

また、ヨーク分割体 3 0 の軸方向長さは、理想的には、磁極ピッチ P の整数倍として、ヨーク分割体 3 0 の両端部がともに積層磁石体 1 0 における主磁極の永久磁石 1 0 a の中央に配置されるようにヨーク分割体 3 0 を積層磁石体 1 0 の外周に装着すれば、磁力線が複数のヨーク分割体 3 0 間のギャップを横切らずに済み、ヨーク 8 の磁気抵抗が極小になるとともに磁力線の外部への漏れを抑制できる。前述したように、ハルパッハ配列による永久磁石 1 0 a , 1 0 b の場合、磁力線の経路が前述したように主磁極の永久磁石 1 0 a の中央から副磁極の永久磁石 1 0 b を挟んで隣の主磁極の永久磁石 1 0 a の中央の範囲で電機子 2 を通過してループする。そこで、本実施の形態の筒型リニアモータ 1 では、ヨーク分割体 3 0 と隣のヨーク分割体 3 0 は、主磁極の永久磁石 1 0 a の軸方向中央の外周で当接しており、界磁 6 の磁力線がヨーク分割体 3 0 , 3 0 間の空隙を跨がずに済むようにして、ヨーク 8 を複数のヨーク分割体 3 0 で形成しても筒型リニアモータ 1 の推力が減少しないように配慮している。このようにすれば、ヨーク 8 を複数の筒状のヨーク分割体 3 0 を積層して形成しても、界磁 6 の内周側への磁界強度は、一つの筒体でなるヨークと遜色がない。つまり、ヨーク分割体 3 0 と隣のヨーク分割体 3 0 の当接面が主磁極の永久磁石 1 0 a の軸方向中央と同じ位置にくるようにすると、筒型リニアモータ 1 の良好な組付性と推力低下の防止とを両立できる。

10

【 0 0 4 4 】

なお、ヨーク分割体 3 0 の軸方向長さは、磁極ピッチ P の整数倍であることが好ましいが、磁極ピッチ P の整数倍以外の長さに設定されてもヨーク 8 として磁気抵抗の小さな磁気回路を提供でき電機子 2 側へ作用させる界磁磁束を大きくできる効果を果たさせるので、ヨーク分割体 3 0 の軸方向長さを磁極ピッチ P の整数倍以外の長さに設定するのも可能である。また、本実施の形態では、積層磁石体 1 0 は、ハルパッハ配列となるように積層された永久磁石 1 0 a , 1 0 b で構成されているが、ラジアル方向に着磁されて内周に N 極を持つ環状の永久磁石とラジアル方向に着磁されて内周に S 極を持つ環状の永久磁石とを順番に積層して構成されてもよい。

20

【 0 0 4 5 】

また、本実施の形態の筒型リニアモータ 1 では、図 3 に示すように、ヨーク分割体 3 0 の軸方向両端の内周の縁に面取部 C を設けている。このようにヨーク分割体 3 0 の軸方向両端の内周に面取部 C を設けると、永久磁石 1 0 a , 1 0 b の外周にヨーク分割体 3 0 を嵌合させる際に永久磁石 1 0 a , 1 0 b が面取部 C を滑ってヨーク分割体 3 0 内に導かれるので、より一層筒型リニアモータ 1 の組立が容易となる。

30

【 0 0 4 6 】

界磁 6 の内周側には、電機子 2 が軸方向移動自在に挿入されており、界磁 6 は、コア 3 に磁界を作用させている。なお、界磁 6 は、コア 3 の可動範囲に対して磁界を作用させればよいので、コア 3 の可動範囲に応じて永久磁石 1 0 a , 1 0 b の設置範囲を決定すればよい。したがって、パレル 7 と筒部 9 b との環状隙間のうち、コア 3 に対向し得ない範囲には、永久磁石 1 0 a , 1 0 b を設置しなくともよい。

【 0 0 4 7 】

そして、筒部 9 b の外周とパレル 7 の内周との間には、環状のヘッド側スペーサ 4 0 、界磁 6 、環状のエンド側スペーサ 4 1 とが収容されている。ヘッド側スペーサ 4 0 は、筒状であって、図 1 中右側となる界磁側の外径より図 1 中左側となる反界磁側の外径が大きくなる形状となっており、大径部 4 0 a と小径部 4 0 b とを備えており、大径部 4 0 a の図 1 中左端がインナーチューブ 9 のヘッド部 9 a の図 1 中右端面に当接し、小径部 4 0 b の図 1 中右端が界磁 6 の左端に当接している。

40

【 0 0 4 8 】

エンド側スペーサ 4 1 は、筒状であって、図 1 中左側となる界磁側の外径より図 1 中右側となる反界磁側の外径が大きくなる形状となっており、大径部 4 1 a と小径部 4 1 b とを備えており、大径部 4 1 a の図 1 中右端がボトムキャップ 1 2 の底部 1 2 a の図 1 中左

50



端面に当接し、小径部 4 1 b の図 1 中左端が界磁 6 の右端 6 b に当接している。

【 0 0 4 9 】

そして、筒部 9 b の外周には、図 1 中左から環状のヘッド側スペーサ 4 0、界磁 6、環状のエンド側スペーサ 4 1 が順に嵌合され、インナーチューブ 9 のヘッド部 9 a をバレル 7 に螺子締結した後、バレル 7 の図 1 中右端にボトムキャップ 1 2 を取り付けると、ヘッド側スペーサ 4 0、積層磁石体 1 0 およびエンド側スペーサ 4 1 がインナーチューブ 9 におけるヘッド部 9 a とボトムキャップ 1 2 の底部 1 2 a とで挟持され、積層磁石体 1 0 がバレル 7 の内周に固定される。なお、積層磁石体 1 0 の外周に装着されるヨーク 8 は、ヘッド部 9 a とボトムキャップ 1 2 とによって軸方向で挟持されていないが、積層磁石体 1 0 の外周に緊迫力を付加しつつ嵌合されているので、積層磁石体 1 0 の外周に強固に定着

10

【 0 0 5 0 】

なお、ヘッド部 9 a の内周には、第 1 ロッド 2 0 の外周を覆うカバー 1 7 の外周に摺接する環状のシール部材 2 8 が設けられており、筒型リニアモータ 1 内への塵や水などの侵入が防止されている。

【 0 0 5 1 】

そして、インナーチューブ 9 内には、電機子 2 が装着されたロッド 1 1 が軸方向移動自在に挿入され、筒部 9 b の内周にスライダ 2 1 b , 2 5 が摺接して、電機子 2 の軸方向の移動が案内される。

【 0 0 5 2 】

筒部 9 b は、コア 3 の外周と各永久磁石 1 0 a , 1 0 b の内周との間のギャップを形成するとともに、スライダ 2 1 b , 2 5 と協働してコア 3 の軸方向移動を案内する役割を果たしている。なお、本実施の形態では、電機子 2 は、単一のコア 3 のみを有して構成されているが、複数のコア 3 を持つ場合、電機子 2 の軸方向両端だけでなくコア 3 , 3 間にも筒部 9 b の内周に摺接するスライダを設けてもよい。

20

【 0 0 5 3 】

さらに、ボトムキャップ 1 2 の底部 1 2 a の内周には、ガイドロッド 1 6 が取り付けられている。ガイドロッド 1 6 は、底部 1 2 a の内周に固定される基端部 1 6 a と、基端部 1 6 a からロッド 1 1 側へ延びてロッド 1 1 内に摺動自在に挿入されるガイド部 1 6 b とを備えており、筒型リニアモータ 1 が伸縮しても常にロッド 1 1 の内周に摺接している。より詳細には、ガイドロッド 1 6 のガイド部 1 6 b は、第 2 ロッド 2 1 の内径大径部 2 1 d よりも先端側に摺動自在に挿入されている。

30

【 0 0 5 4 】

このように本実施の形態における筒型リニアモータ 1 では、ガイドロッド 1 6 がロッド 1 1 の内周に摺接し、スライダ 2 1 b , 2 5 が筒部 9 b に摺接しているので、電機子 2 はロッド 1 1 とともに界磁 6 に対して偏心せずに軸方向へスムーズに移動できるが、ガイドロッド 1 6 を廃止してもよい。

【 0 0 5 5 】

また、このように構成された筒型リニアモータ 1 では、電機子 2 の軸方向移動をガイドして界磁 6 に対する電機子 2 の偏心を防止する筒部 9 b がヘッド部 9 a と一体構造になっているので、筒部 9 b とヘッド部 9 a に歪が生じにくくスライダ 2 1 b , 2 5 が筒部 9 b の内周を滑らかに摺動でき、スムーズに伸縮できる。

40

【 0 0 5 6 】

そして、筒型リニアモータ 1 は、ロッド 1 1 の界磁 6 に対する位置を図示しないストロークセンサで検知し、コア 3 の界磁 6 に対する電気角を把握して通電位相切換を行うとともに P W M 制御により、各巻線 5 の電流量を制御して、筒型リニアモータ 1 における推力と電機子 2 の移動方向とを制御するコントローラによって駆動される。なお、前述のコントローラにおける制御方法は、一例でありこれに限られない。また、電機子 2 と界磁 6 とを軸方向に相対変位させる外力が作用する場合、巻線 5 への通電、あるいは、巻線 5 に発生する誘導起電力によって、前記相対変位を抑制する推力を発生させて筒型リニアモータ

50

1に前記外力による機器の振動や運動をダンピングさせ得るし、外力から電力を生むエネルギー回生も可能である。

【0057】

以上のように、本発明の筒型リニアモータ1は、内周に軸方向にN極とS極とが交互に配置されるように積層される複数の環状の永久磁石10a, 10bで形成される積層磁石体10と、積層磁石体10の外周に配置される磁性体で形成される筒状のヨーク8とを有する筒状の界磁6と、界磁6に対して界磁6の軸方向に移動可能な電機子2とを備え、ヨーク8は、積層磁石体10の外径よりも小径な内径を有するとともに、軸方向の全長に亘りスリット30aを有している。

【0058】

このように構成された筒型リニアモータ1では、ヨーク8がスリット30aを有しているので、ヨーク8を拡径させて積層磁石体10に容易に装着でき、ヨーク8の積層磁石体10への装着の後、ヨーク8は、自己の復元力によって積層磁石体10に緊迫力を付加しつつ嵌合するので、積層磁石体10に強固に固定される。よって、このように構成された筒型リニアモータ1によれば、ヨーク8が積層磁石体10に強固に固定されるので、電機子2が界磁6に対して軸方向へ移動する際に電機子2の磁力によって吸引されてヨーク8が積層磁石体10に対して軸方向へずれてしまうことがない。また、ヨーク8がスリット30aを備えておりヨーク8を容易に拡径して積層磁石体10から取り外せるため、筒型リニアモータ1のメンテナンス時において界磁6の分解が可能であるとともに、ヨーク8の積層磁石体10への装着も容易である。

【0059】

よって、本実施の形態の筒型リニアモータ1によれば、界磁6における積層磁石体10に対するヨーク8のずれを防止できるとともに界磁6の分解が可能となる。また、界磁6の分解が可能となるので、筒型リニアモータ1のメンテナンスが可能となる。

【0060】

なお、ヨーク8が複数のヨーク分割体30を備えず、1つの部品である場合、ヨーク8は、軸方向の全長に亘って1つのスリットを備えていればよい。ただし、ヨーク8が複数の筒状のヨーク分割体30を積層して構成される場合、積層磁石体10へのヨーク8の定着作業が容易となる利点がある。また、ヨーク分割体30の軸方向の全長に亘ってスリット30aが形成されており、ヨーク分割体30を積層してヨーク8を形成しても、ヨーク8の全体で見れば、ヨーク8の軸方向の全長に亘ってスリット30aが設けられる。よって、ヨーク分割体30にそれぞれ設けられたスリット30aは、複数のヨーク分割体30を積層してヨーク8を形成した際に隣り合うヨーク分割体30のスリット30a同士が軸方向に見て一続きに互いに連通される必要はない。

【0061】

また、本実施の形態の筒型リニアモータ1では、ヨーク8はスリット30aを挟んだ両側に工具の差し込みを可能とする対を成す切欠30b, 30bを備えている。このように構成された筒型リニアモータ1によれば、切欠30b, 30bに工具を引っかけてヨーク8を容易に拡径できるので、積層磁石体10へのヨーク8の定着作業を容易に行える。なお、切欠30b, 30bは、ヨーク分割体30の周方向端部に設けられてスリット30aに開口しているが、スリット30aとは離間したヨーク分割体30の肉部を貫く孔とされてもよい。さらに、切欠30b, 30bの形状は、工具の差し込みが可能であってヨーク8の拡径に利することができればよいので、図示した形状に限定されない。

【0062】

さらに、ヨーク8に設けられるスリット30aの形成方向は、図4に示すように、ヨーク8を軸方向から見て径方向(図4中線dで示す方向)に対して角度をもって傾斜していてもよい。積層磁石体10の外周側の磁力線は、積層磁石体10が筒状であるので径方向へ放射状に外周側へ向かうことになるが、スリット30aが径方向に対し傾斜する方向に向けて形成されているので、図4に示すように、ヨーク8の肉部を通過することなくスリット30a内だけを径方向に通過してヨーク8の外側へ向かい難くなる。スリット30

10

20

30

40

50

aのヨーク8の径方向に対する傾斜角度が大きくなると、ヨーク8の外周側から径方向に向かって見ると積層磁石体10が露出しなくなり、磁力線は必ずヨーク8の肉部を通過するようになる。このように、スリット30aが径方向に対し傾斜する方向に向けて形成された筒型リニアモータ1によれば、スリット30aを設けることによってヨーク8内を通過せずにスリット30a内のみを通過して外部へ漏れる磁力線数を減らせるので、電機子2へより強い磁界を作用させて推力を向上できる。

【0063】

また、ヨーク8に設けられるスリット30dの形状は、図5に示すように、ヨーク8を径方向から見て波形であってもよい。このように、スリット30dの形状を波形とすると、ヨーク8に切欠30b, 30bを設けなくとも、ヨーク8の周方向の端部の形状に凹凸ができ、凹部分に工具を引っかけてヨーク8を容易に拡張できるので、積層磁石体10へのヨーク8の定着作業を容易に行える。なお、スリット30dの形状には、工具の引っ掛けが可能である形状である限りにおいて、波が湾曲した正弦波形状、波が矩形の矩形波形状、波が三角形の三角波形状等といった種々の形状を採用できる。

【0064】

なお、本実施の形態の筒型リニアモータ1では、ヨーク8が積層磁石体10の外周に定着されているが、電機子2の内方に界磁6が挿入される構造の筒型リニアモータの場合、積層磁石体10の内周にヨーク8を定着すればよい。この場合、ヨーク8にスリット30aを設けてヨーク8の外径を積層磁石体10の内径よりも大径にし、ヨーク8を縮径して積層磁石体10の内周に挿入した後、ヨーク8の縮径を解いてヨーク8の復元力で積層磁石体10の内周に緊迫力を与えつつ嵌合させてヨーク8を積層磁石体10の内周に定着させればよい。

【0065】

このように積層磁石体10の内周にヨーク8を装着するに際しては、ヨーク8にスリット30aを挟んだ両側に工具を差し込んでヨーク8を縮径させ得る態様で切欠を設けておけばよい。また、切欠に代えて、ヨーク8の周方向の両端に内周側に突出する爪を設けて、爪同士を工具で挟むことでヨーク8を縮径させて積層磁石体10内に挿入できるようにしてもよい。

【0066】

ヨーク8が積層磁石体10内に定着される態様であっても、スリット30aの形成方向がヨーク8の径方向に対して傾斜する方向であれば、磁力線の漏れを抑制して電機子2側へ強度の高い磁界を作用させて筒型リニアモータ1の推力を向上できる。

【0067】

以上、本発明の好ましい実施の形態を詳細に説明したが、特許請求の範囲から逸脱しない限り、改造、変形、および変更が可能である。

【符号の説明】

【0068】

1・・・筒型リニアモータ、2・・・電機子、6・・・界磁、8・・・ヨーク、10・・・積層磁石体、10a・・・主磁極の永久磁石、10b・・・副磁極の永久磁石、30a, 30d・・・スリット、30b・・・切欠

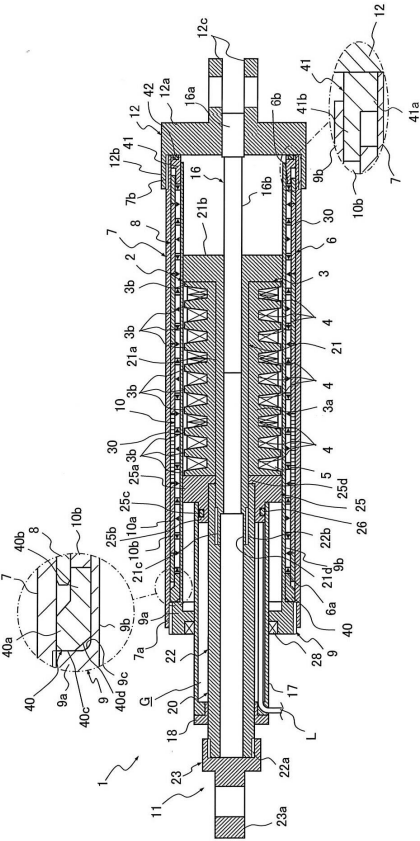
10

20

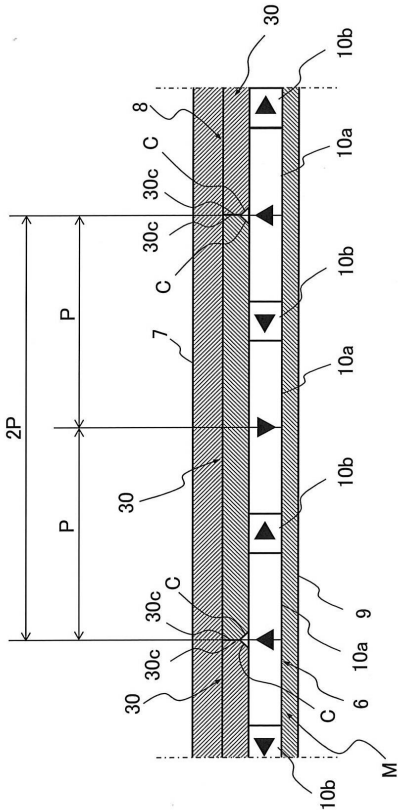
30

40

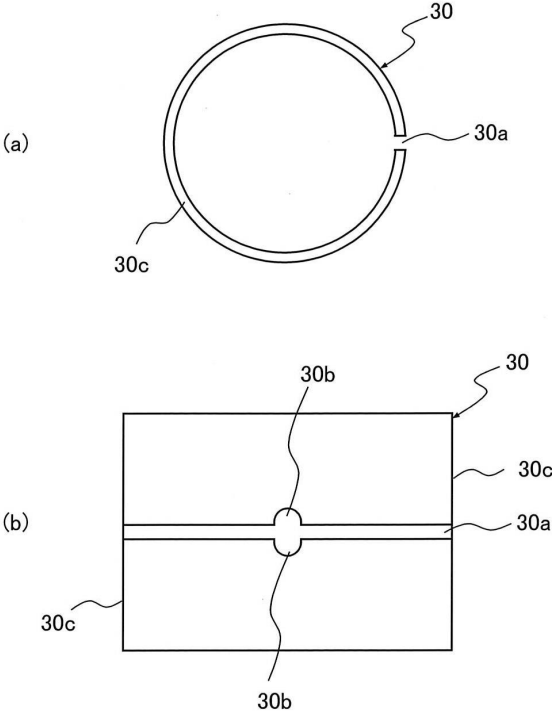
【 図面 】  
【 図 1 】



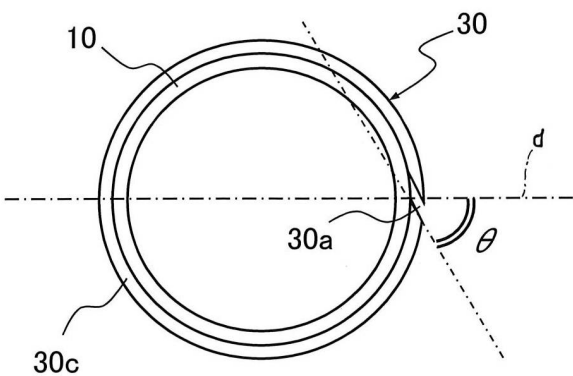
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



10

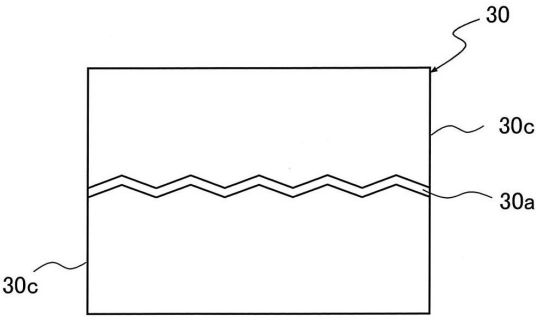
20

30

40

50

【 図 5 】



10

20

30

40

50