

(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2005-295675

(P2005-295675A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H02K 41/03

H02K 1/18

F 1

H02K 41/03

H02K 1/18

テーマコード(参考)

5 H 6 O 1

5 H 6 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2004-106602 (P2004-106602)

(22) 出願日

平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 000180025

山洋電気株式会社

東京都豊島区北大塚一丁目15番1号

(74) 代理人 100091443

弁理士 西浦 ▲嗣▼晴

(72) 発明者 杉田 智

東京都豊島区北大塚一丁目15番1号 山

洋電気株式会社内

(72) 発明者 唐 玉▲棋▼

東京都豊島区北大塚一丁目15番1号 山

洋電気株式会社内

最終頁に続く

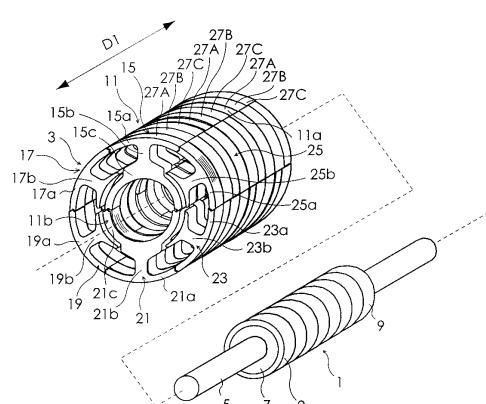
(54) 【発明の名称】 シリンダ型リニアモータ

## (57) 【要約】

**【課題】** 電機子コアの製造コストを低くし、鉄損を少なくして、しかも、設計の自由度を高くできるシリンダ型リニアモータを提供する。

**【解決手段】** 永久磁石磁極部材1の周方向に順番に組み合わされる第1～第6の分割コア15～25により電機子コア11を構成する。励磁巻線が巻装された第1及び第4の分割コア15, 21の巻線巻装部15b, 21bに接続されたn個の環状の磁極部と、励磁巻線が巻装された第2及び第5の分割コア17, 23の巻線巻装部17b, 23bに接続されたn個の環状の磁極部と、励磁巻線が巻装された第3及び第6の分割コア19, 25の巻線巻装部19b, 25bに接続されたn個の環状の磁極部とを交互に順次並べて配置して、電機子コア11の3n個の環状の磁極部11bを構成する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

永久磁石によって構成される N 極と S 極とが交互に直線状に並んで構成される永久磁石磁極部材と、

前記 N 極と前記 S 極とが交互に並ぶ方向に並び且つ前記永久磁石磁極部材の周囲をそれぞれ囲む  $3n$  個 ( $n$  は自然数) の環状の磁極部を備えた電機子コアと、前記電機子コアに装着されて隣り合う二つの前記環状の磁極部が異なる極性に励磁されるように前記  $3n$  個の磁極部をそれぞれ励磁する複数の励磁巻線とを有する電機子とを備え、

前記永久磁石磁極部材及び前記電機子の一方が可動子となり他方が固定子となるシリンド型リニアモータであって、

前記電機子コアは、前記永久磁石磁極部材の周方向に順番に組み合わされる第 1 ~ 第 6 の分割コアから構成され、

前記第 1 ~ 第 6 の分割コアは、前記電機子コアの環状のヨークの一部を構成するヨーク構成部と、1 つの前記励磁巻線が巻装される巻線巻装部と、前記励磁巻線により同じ極性に励磁される  $n$  個の前記環状の磁極部の半部を構成する  $n$  個の分割磁極部とをそれぞれ備えており、

前記第 1 ~ 第 6 の分割コアは、それぞれ第 1 の種類の複数枚の鋼板が積層されて構成され前記ヨーク構成部及び前記巻線巻装部の一部を構成する  $2n$  個の第 1 の分割コア部分ユニットと、第 2 の種類の複数枚の鋼板が積層されて構成されて前記ヨーク構成部及び前記巻線巻装部の一部並びに 1 つの前記分割磁極部を構成する  $n$  個の第 2 の分割コア部分ユニットとが積層されて構成され、

前記第 1 の分割コアの前記  $n$  個の分割磁極部と前記第 4 の分割コアの前記  $n$  個の分割磁極部とが組み合わされて  $n$  個の前記磁極部からなる第 1 の磁極部グループが構成され、

前記第 2 の分割コアの前記  $n$  個の分割磁極部と前記第 5 の分割コアの前記  $n$  個の分割磁極部とが組み合わされて  $n$  個の前記磁極部からなる第 2 の磁極部グループが構成され、

前記第 3 の分割コアの前記  $n$  個の分割磁極部と前記第 6 の分割コアの前記  $n$  個の分割磁極部とが組み合わされて  $n$  個の前記磁極部からなる第 3 の磁極部グループが構成され、

前記第 1 及び第 4 の分割コアにおいて用いられる  $2n$  個の前記第 1 の分割コア部分ユニット及び  $n$  個の前記第 2 の分割コア部分ユニットは、それぞれ前記第 1 及び第 4 の分割コアが組み合わされて前記第 1 の磁極部グループが完成した状態で、一端側に前記第 2 の分割コア部分ユニットの一つが位置し且つ他端側に前記第 1 の分割コア部分ユニットの 1 つが位置し、前記第 1 の分割コア部分ユニットの内側に、前記第 2 の磁極部グループの 1 つの前記磁極部と前記第 3 の磁極部グループの 1 つの前記磁極部とが前記第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置するように定められており、

前記第 2 及び第 5 の分割コアにおいて用いられる  $2n$  個の前記第 1 の分割コア部分ユニット及び  $n$  個の前記第 2 の分割コア部分ユニットは、それぞれ前記第 2 及び第 5 の分割コアが組み合わされて前記第 2 の磁極部グループが完成した状態で、両端にそれぞれ 1 個の前記第 1 の分割コア部分ユニットが位置し、前記両端に位置する一方の前記第 1 の分割コア部分ユニットの内側に前記第 1 の磁極部グループに含まれる 1 つの前記磁極部が前記一方の第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置し、前記両端に位置する他方の前記第 1 の分割コア部分ユニットの内側に前記第 3 の磁極部グループに含まれる 1 つの前記磁極部が前記他方の第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置し、他の前記第 1 の分割コア部分ユニットの内側に、前記第 1 の磁極部グループの 1 つの前記磁極部と前記第 3 の磁極部グループの 1 つの前記磁極部とが前記第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置するように定められており、

前記第 3 及び第 6 の分割コアにおいて用いられる  $2n$  個の前記第 1 の分割コア部分ユニット及び  $n$  個の前記第 2 の分割コア部分ユニットは、それぞれ前記第 3 及び第 6 の分割コアが組み合わされて前記第 3 の磁極部グループが完成した状態で、一端側に第 1 の分割コア部分ユニットの 1 つが位置し他端側に前記第 2 の分割コア部分ユニットの一つが位置し、前記第 1 の分割コア部分ユニットの内側に、前記第 1 の磁極部グループの 1 つの前記磁極部と

10

20

30

40

50

極部と前記第2の磁極部グループの1つの前記磁極部とが前記第1の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置するように定められていることを特徴とする特徴とするシリンド型リニアモータ。

#### 【請求項2】

前記第1の磁極部グループの前記n個の磁極部、前記第2の磁極部グループの前記n個の磁極部及び前記第3の磁極部グループの前記n個の磁極部は互いに非接触状態になるように各分割コアの前記第1の分割コアユニットの厚みが定められていることを特徴とする請求項1に記載のシリンド型リニアモータ。

#### 【請求項3】

前記ヨーク構成部は円弧状を呈しており、前記環状のヨークは円筒状をなしていることを特徴とする請求項1に記載のシリンド型リニアモータ。 10

#### 【請求項4】

永久磁石によって構成されるN極とS極とが交互に直線状に並んで構成される永久磁石磁極部材と、

前記N極と前記S極とが交互に並ぶ方向に並び且つ前記永久磁石磁極部材の周囲をそれぞれ囲む3n個（nは自然数）の環状の磁極部を備えた電機子コアと、前記電機子コアに装着されて隣り合う二つの前記環状の磁極部が異なる極性に励磁されるように前記3n個の磁極部をそれぞれ励磁する複数の励磁巻線とを有する電機子とを備え、

前記永久磁石磁極部材及び前記電機子の一方が可動子となり他方が固定子となるシリンド型リニアモータであって、 20

前記電機子コアは、

複数枚の環状の鋼板が積層されて構成された前記3n個の環状の磁極部からなる磁極部構成体と、

複数枚の鋼板が積層されて構成され、内側に第1～第6の励磁巻線がそれぞれ巻装される第1～第6の突極部が周方向に等しい間隔をあけて配置された構造を有するコア本体とを備えており、

前記3n個の環状の磁極部に含まれるn個の前記磁極部が、前記第1及び第4の突極部に結合されて同じ極性に励磁される第1の磁極部グループを構成し、

前記3n個の環状の磁極部に含まれる他のn個の前記磁極部が、前記第2及び第5の突極部に結合されて同じ極性に励磁される第2の磁極部グループを構成し、 30

前記3n個の環状の磁極部に含まれる残りのn個の前記磁極部が、前記第3及び第6の突極部に結合されて同じ極性に励磁される第3の磁極部グループを構成するように前記コア本体の内側に前記3n個の環状の磁極部が配置されていることを特徴とするシリンド型リニアモータ。

#### 【請求項5】

前記3n個の磁極部と前記第1～第6の突極部とは、嵌合構造を介して結合されている請求項4に記載のシリンド型リニアモータ。

#### 【請求項6】

前記第1～第6の突極部の極面には前記嵌合構造を構成するために互いに嵌合される嵌合用凹部及び嵌合用凸部の一方が形成され、前記3n個の磁極部の外周部には前記嵌合用凹部及び嵌合用凸部の他方が形成されている請求項5に記載のシリンド型リニアモータ。 40

#### 【請求項7】

前記3n個の環状の磁極部の隣り合う二つの前記環状の磁極部の間には、非磁性体からなる環状のスペーサ部材が挟まっていることを特徴とする請求項4に記載のシリンド型リニアモータ。

#### 【請求項8】

前記永久磁石磁極部材が可動子であり、前記電機子が固定子である請求項1または4に記載のシリンド型リニアモータ。

#### 【請求項9】

前記永久磁石磁極部材の磁極ピッチをpとしたときに、前記第1～第3の磁極部グル 50

ープをそれぞれ構成する前記  $n$  個の磁極部間の間隔  $m$  は、 $m = 2p + p/3n$  であることを特徴とする請求項 1 または 4 に記載のシリンド型リニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、シリンド型リニアモータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

特開 2001-286122 号公報（特許文献 1）では、筒状の磁極面形成部を備えた複数の円環状のコア分割体を可動子の運動方向に組み合わせて電機子コアを構成し、隣り合うコア分割体の間に可動子の周方向に巻回された環状巻線を配置するシリンド型リニアモータが示されている。このシリンド型リニアモータでは、固定子の可動子を囲む周方向全体に発生する磁力を利用するため、固定子側の推力作用面積を大きくして、モータの推力を高めることができる。10

【特許文献 1】特開 2001-286122 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、従来のリニアモータで用いる環状のコア分割体は、筒状の磁極面形成部を備えた複雑な形状を有しているため、ケイ素鉄材料に削り出し加工を施して形成している。そのため、電機子コアの製造コストが高くなる上、渦電流による鉄損が大きくなる。また、設計の自由度が低いという問題があった。20

【0004】

本発明の目的は、電機子コアの製造コストを低くし、鉄損を少なくして、しかも、設計の自由度を高くできるシリンド型リニアモータを提供することにある。

【0005】

本発明の他の目的は、励磁巻線を容易に巻装できるシリンド型リニアモータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本願発明が改良の対象とするシリンド型リニアモータは、永久磁石によって構成される N 極と S 極とが交互に直線状に並んで構成される永久磁石磁極部材と、N 極と S 極とが交互に並ぶ方向に並び且つ永久磁石磁極部材の周囲をそれぞれ囲む  $3n$  個（ $n$  は自然数）の環状の磁極部を備えた電機子コアと、電機子コアに装着されて隣り合う二つの環状の磁極部が異なる極性に励磁されるように  $3n$  個の磁極部をそれぞれ励磁する複数の励磁巻線とを有する電機子とを備えている。そして、永久磁石磁極部材及び電機子の一方が可動子となり他方が固定子となる構造を有している。本発明では、電機子コアは、永久磁石磁極部材の周方向に順番に組み合わされる第 1 ~ 第 6 の分割コアから構成し、第 1 ~ 第 6 の分割コアは、電機子コアの環状のヨークの一部を構成するヨーク構成部と、1 つの励磁巻線が巻装される巻線巻装部と、励磁巻線により同じ極性に励磁される  $n$  個の環状の磁極部の半部を構成する  $n$  個の分割磁極部とをそれぞれ備えている。また、第 1 ~ 第 6 の分割コアは、それぞれ第 1 の種類の複数枚の鋼板が積層されて構成されヨーク構成部及び巻線巻装部の一部を構成する  $2n$  個の第 1 の分割コア部分ユニットと、第 2 の種類の複数枚の鋼板が積層されて構成されてヨーク構成部及び巻線巻装部の一部並びに 1 つの分割磁極部を構成する  $n$  個の第 2 の分割コア部分ユニットとを積層して構成する。そして、第 1 の分割コアの  $n$  個の分割磁極部と第 4 の分割コアの  $n$  個の分割磁極部とを組み合せて  $n$  個の磁極部からなる第 1 の磁極部グループを構成し、第 2 の分割コアの  $n$  個の分割磁極部と第 5 の分割コアの  $n$  個の分割磁極部とを組み合せて  $n$  個の磁極部からなる第 2 の磁極部グループを構成し、第 3 の分割コアの  $n$  個の分割磁極部と第 6 の分割コアの  $n$  個の分割磁極部とが組み合せて  $n$  個の磁極部からなる第 3 の磁極部グループを構成する。また、第 1 及び第 4304050

の分割コアにおいて用いられる  $2n$  個の第 1 の分割コア部分ユニット及び  $n$  個の第 2 の分割コア部分ユニットは、それぞれ第 1 及び第 4 の分割コアが組み合わされて第 1 の磁極部グループが完成した状態で、一端側に第 2 の分割コア部分ユニットの一つが位置し且つ他端側に第 1 の分割コア部分ユニットの 1 つが位置し、第 1 の分割コア部分ユニットの内側に、第 2 の磁極部グループの 1 つの磁極部と第 3 の磁極部グループの 1 つの磁極部とが第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置するよう定める。第 2 及び第 5 の分割コアにおいて用いられる  $2n$  個の第 1 の分割コア部分ユニット及び  $n$  個の第 2 の分割コア部分ユニットは、それぞれ第 2 及び第 5 の分割コアが組み合わされて第 2 の磁極部グループが完成した状態で、両端にそれぞれ 1 個の第 1 の分割コア部分ユニットが位置し、両端に位置する一方の第 1 の分割コア部分ユニットの内側に第 1 の磁極部グループに含まれる 1 つの磁極部が一方の第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置し、両端に位置する他方の第 1 の分割コア部分ユニットの内側に第 3 の磁極部グループに含まれる 1 つの磁極部が他方の第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置し、他の第 1 の分割コア部分ユニットの内側に、第 1 の磁極部グループの 1 つの磁極部と第 3 の磁極部グループの 1 つの磁極部とが第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置するよう定める。第 3 及び第 6 の分割コアにおいて用いられる  $2n$  個の第 1 の分割コア部分ユニット及び  $n$  個の第 2 の分割コア部分ユニットは、それぞれ第 3 及び第 6 の分割コアが組み合わされて第 3 の磁極部グループが完成した状態で、一端側に第 1 の分割コア部分ユニットの 1 つが位置し他端側に第 2 の分割コア部分ユニットの一つが位置し、第 1 の分割コア部分ユニットの内側に、第 1 の磁極部グループの 1 つの磁極部と第 2 の磁極部グループの 1 つの磁極部とが第 1 の分割コア部分ユニットと接触しない状態で位置するよう定める。

10

20

30

#### 【 0 0 0 7 】

本発明のシリンド型リニアモータでは、永久磁石磁極部材の周方向に順番に組み合わされる第 1 ~ 第 6 の分割コアから電機子コアを構成し、励磁巻線が巻装された第 1 及び第 4 の分割コアの巻線巻装部に接続された  $n$  個の環状の磁極部と、励磁巻線が巻装された第 2 及び第 5 の分割コアの巻線巻装部に接続された  $n$  個の環状の磁極部と、励磁巻線が巻装された第 3 及び第 6 の分割コアの巻線巻装部に接続された  $n$  個の環状の磁極部とを交互に順次並べて配置して、電機子コアの  $3n$  個の環状の磁極部を構成している。このため、本発明では、環状の磁極部を形成した状態で永久磁石磁極部材の周方向と直交する方向に励磁巻線を巻装でき、励磁巻線の配置スペースを永久磁石磁極部材の周方向と直交する方向に延ばすことができる。そのため、環状の磁極部を設けても、第 1 ~ 第 6 の分割コアの横断面の形状（永久磁石磁極部材の横断面と同じ方向に切断した形状）を同一形状にでき、複数枚の鋼板を積層して第 1 ~ 第 6 の分割コアを構成することができる。その結果、電機子コアの製造コストを低くし、鉄損を少なくできる。しかも、鋼板の枚数を調整することにより分割コアの厚み寸法を変更できるので、電機子コアの設計の自由度を高くすることができる。

30

#### 【 0 0 0 8 】

また、本発明では、対向する 2 つの分割コアの分割磁極部を組み合せて磁極部を形成するため、励磁巻線を巻装した分割コアの分割磁極部をそれぞれ適宜に組み合わせて電機子を作ることができる。そのため、分割コアを組み合わせる前の段階で分割コアの巻線巻装部に励磁巻線を巻装でき、励磁巻線を容易に巻装することができる。

40

#### 【 0 0 0 9 】

第 1 の磁極部グループの  $n$  個の磁極部、第 2 の磁極部グループの  $n$  個の磁極部及び第 3 の磁極部グループの  $n$  個の磁極部は互いに非接触状態になるように各分割コアの第 1 の分割コアユニットの厚みを定めるのが好ましい。例えば、第 1 の分割コアユニットの厚みを第 2 の分割コアユニットの厚みより薄くすればよい。このようにすれば、積層鋼板の枚数を調整するだけで、簡単に磁極部グループの磁極部の非接触化を図ることができる。

#### 【 0 0 1 0 】

ヨーク構成部は円弧状を呈するように構成し、環状のヨークは円筒状をなすように構成

50

することができる。このようにすれば、電機子コアの占有体積を小さくできる。

#### 【0011】

本願の他の発明が改良の対象とするシリンド型リニアモータは、永久磁石によって構成されるN極とS極とが交互に直線状に並んで構成される永久磁石磁極部材と、N極とS極とが交互に並ぶ方向に並び且つ永久磁石磁極部材の周囲をそれぞれ囲む $3n$ 個（ $n$ は自然数）の環状の磁極部を備えた電機子コアと、電機子コアに装着されて隣り合う二つの環状の磁極部が異なる極性に励磁されるように $3n$ 個の磁極部をそれぞれ励磁する複数の励磁巻線とを有する電機子とを備えている。そして、永久磁石磁極部材及び電機子の一方が可動子となり他方が固定子となる。本発明では、電機子コアは、複数枚の環状の鋼板が積層されて構成された $3n$ 個の環状の磁極部からなる磁極部構成体と、複数枚の鋼板が積層されて構成され、内側に第1～第6の励磁巻線がそれぞれ巻装される第1～第6の突極部が周方向に等しい間隔をあけて配置された構造を有するコア本体とを備えている。そして、 $3n$ 個の環状の磁極部に含まれる $n$ 個の磁極部が、第1及び第4の突極部に結合されて同じ極性に励磁される第1の磁極部グループを構成し、 $3n$ 個の環状の磁極部に含まれる他の $n$ 個の磁極部が、第2及び第5の突極部に結合されて同じ極性に励磁される第2の磁極部グループを構成し、 $3n$ 個の環状の磁極部に含まれる残りの $n$ 個の磁極部が、第3及び第6の突極部に結合されて同じ極性に励磁される第3の磁極部グループを構成するようにコア本体の内側に $3n$ 個の環状の磁極部が配置されている。

10

#### 【0012】

本発明のシリンド型リニアモータでは、電機子コアが、 $3n$ 個の環状の磁極部からなる磁極部構成体と、内側に第1～第6の励磁巻線がそれぞれ巻装される第1～第6の突極部が周方向に等しい間隔をあけて配置されたコア本体とを備え、 $3n$ 個中の $n$ 個の磁極部が、第1及び第4の突極部に結合されて同じ極性に励磁され、 $3n$ 個中の他の $n$ 個の磁極部が、第2及び第5の突極部に結合されて同じ極性に励磁され、 $3n$ 個中の残りの $n$ 個の磁極部が、第3及び第6の突極部に結合されて同じ極性に励磁されている。このため、本発明では、環状の磁極部を形成した状態で永久磁石磁極部材の周方向と直交する方向に延びる第1～第6の突極部に励磁巻線を巻装でき、励磁巻線の配置スペースを永久磁石磁極部材の周方向と直交する方向に延ばすことができる。そのため、環状の磁極部を設けても、コア本体及び $3n$ 個の磁極部の横断面の形状（永久磁石磁極部材の横断面と同じ方向に切断した形状）を同一形状にでき、複数枚の鋼板を積層してコア本体及び磁極部を構成することができる。その結果、電機子コアの製造コストを低くし、鉄損を少なくできる。しかも、鋼板の枚数を調整することによりコア本体及び磁極部の厚み寸法を変更できるので、電機子コアの設計の自由度を高くすることができる。

20

#### 【0013】

$3n$ 個の磁極部と第1～第6の突極部とは、嵌合構造を介して結合するのが好ましい。このようにすれば、 $3n$ 個の磁極部と第1～第6の突極部とを簡単に結合することができる。このような嵌合構造は、第1～第6の突極部の極面に嵌合構造を構成するために互いに嵌合される嵌合用凹部及び嵌合用凸部の一方を形成し、 $3n$ 個の磁極部の外周部に嵌合用凹部及び嵌合用凸部の他方を形成することができる。このようにすれば、第1～第6の突極部の極面と $3n$ 個の磁極部の外周部とを接近して嵌合用凹部及び嵌合用凸部を嵌合させる簡単な動作で $3n$ 個の磁極部と第1～第6の突極部との結合を図ることができる。

30

#### 【0014】

$3n$ 個の環状の磁極部の隣り合う二つの環状の磁極部の間には、非磁性体からなる環状のスペーサ部材を挟むのが好ましい。このようにすれば、スペーサ部材によって、隣り合う二つの環状の磁極部の間の磁気抵抗を大きくして、磁束の漏れを少なくすることができる。

40

#### 【0015】

永久磁石磁極部材及び電機子は、一方を可動子とし他方を固定子とすればよいが、永久磁石磁極部材を可動子とし、電機子が固定子とすれば、可動子の小型軽量化を図ることができる。

50

## 【0016】

また、永久磁石磁極部材の磁極ピッチを  $p$  としたときに、第 1 ~ 第 3 の磁極部グループをそれぞれ構成する  $n$  個の磁極部間の間隔  $m$  は、 $m = 2p + p/3n$  とするのが好ましい。このように設定すれば、コギング力を低減できる。

## 【発明の効果】

## 【0017】

本発明によれば、環状の磁極部を設けても、電機子コアを構成する第 1 ~ 第 6 の分割コアの横断面の形状（永久磁石磁極部材の横断面と同じ方向に切断した形状）を同一形状にでき、複数枚の鋼板を積層して第 1 ~ 第 6 の分割コアを構成することができる。その結果、電機子コアの製造コストを低くし、鉄損を少なくして、しかも、電機子コアの設計の自由度を高くすることができる。10

## 【0018】

また、本発明では、対向する 2 つの分割コアの分割磁極部を組み合せて磁極部を形成するため、励磁巻線を巻装した分割コアの分割磁極部をそれぞれ適宜に組み合わせて電機子を作ることができる。そのため、分割コアを組み合わせる前の段階で分割コアの巻線巻装部に励磁巻線を巻装でき、励磁巻線を容易に巻装することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0019】

以下、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態について説明する。図 1 は、本発明の一実施の形態のシリンド型リニアモータの要部の分解斜視図であり、図 2 は図 1 のモータの後述する電機子 3 の分解斜視図である。図 1 に示すように、本例のシリンド型リニアモータは、永久磁石磁極部材 1 と電機子 3 とを有している。永久磁石磁極部材 1 は、細長い円柱状の直動軸 5 と、直動軸 5 に固定された細長い筒状の永久磁石取付部 7 と、N 極と S 極とが交互に直線状に並ぶように、永久磁石取付部 7 の外周に取り付けられた環状の複数の永久磁石 9 を有しており、本例では可動子を構成している。永久磁石磁極部材 1 は、後述する電機子 3 の複数の環状の磁極部 11b 内に配置されており、電機子 3 に対して直動軸 5 の長手方向に往復動する。20

## 【0020】

電機子 3 は、電機子コア 11 と 6 つの励磁巻線 13A ~ 13F を有しており、本例では固定子を構成している。なお、理解を容易にするため、図 1 においては励磁巻線 13A ~ 13F の図示を省略しており、図 2 においては励磁巻線 13A ~ 13F を簡略化した形で描いている。電機子コア 11 は、第 1 ~ 第 6 の分割コア 15, 17, 19, 21, 23, 25 が永久磁石磁極部材 1 の周方向に順番に組み合わされて構成されている。図 2 (A) ~ (C) に示すように、第 1 ~ 第 6 の分割コア 15 ~ 25 のそれぞれは、ヨーク構成部 15a ~ 25a と、1 つの励磁巻線 (13A ~ 13F) が巻装される巻線巻装部 15b ~ 25b と、 $n$  個 (本例では 3 個) の分割磁極部 15c ~ 25c とを備えている。ヨーク構成部 15a ~ 25a は、いずれも円弧状を呈しており、これらのヨーク構成部 15a ~ 25a が組み合わされて電機子コア 11 の円筒状のヨーク 11a (図 1) が構成される。本例では、ヨーク構成部 15a ~ 25a のそれぞれに隣接するヨーク構成部に対して突出する凸部 11c と開口する凹部 11d を形成し、隣接するヨーク構成部の凸部 11c と凹部 11d とを嵌合して、ヨーク構成部 15a ~ 25a が組み合わされる。分割磁極部 15c ~ 25c は、励磁巻線 13A ~ 13C により同じ極性に励磁される  $n$  個 (本例では 3 個) の環状の磁極部 11b (図 1) の半部をそれぞれ構成している。本例では、第 1 及び第 4 の分割コア 15, 21 の巻線巻装部 15b, 21b に U 相の励磁巻線 13A, 13D を巻装し、第 2 及び第 5 の分割コア 17, 23 の巻線巻装部 17b, 23b に V 相の励磁巻線 13B, 13E を巻装し、第 3 及び第 6 の分割コア 19, 25 の巻線巻装部 19b, 25b に W 相の励磁巻線 13C, 13F を巻装した。これにより、分割磁極部 15c, 21c は、U 相の励磁巻線 13A, 13D により同じ極性に励磁され、分割磁極部 17c, 23c は、V 相の励磁巻線 13B, 13E により同じ極性に励磁され、分割磁極部 19c, 25c は、W 相の励磁巻線 13C, 13F により同じ極性に励磁される。304050

## 【0021】

更に、第1～第6の分割コア15～25のそれぞれは、第1の種類の複数枚の鋼板が積層されて構成される2n個(本例では6個)の第1の分割コア部分ユニット15A～25Aと、第2の種類の複数枚の鋼板が積層されて構成されるn個(本例では3個)の第2の分割コア部分ユニット15B～25Bとが積層されて構成されている。本例では、第1の分割コア部分ユニット15A～25Aのそれぞれにより、ヨーク構成部15a～25a及び巻線巻装部15b～25bの一部のそれぞれが構成されている。また、第2の分割コア部分ユニット15B～25Bのそれぞれにより、ヨーク構成部15a～25a及び巻線巻装部15b～25bの他の一部並びに1つの分割磁極部(15c～25c)のそれぞれが構成されている。これにより、電機子コア11は、図3(A)～(C)に示すような3種類の第1～第3のコア構成体27A～27Cが永久磁石磁極部材1の往復動方向に順次に積層されて構成されることになる。また、図2(A)に示すように、第1の分割コア15の3個の分割磁極部15cと第4の分割コア21の3個の分割磁極部21cとが組み合わされて3個の磁極部からなる第1の磁極部グループ29が構成され、図2(B)に示すように、第2の分割コア17の3個の分割磁極部17cと第5の分割コア23の3個の分割磁極部23cとが組み合わされて3個の磁極部からなる第2の磁極部グループ31が構成され、図2(C)に示すように、第3の分割コア19の3個の分割磁極部19cと第6の分割コア25の3個の分割磁極部25cとが組み合わされて3個の磁極部からなる第3の磁極部グループ33が構成されている。本例では、分割磁極部15c～25cは半円の円弧部を有する形状を有しており、円弧部の両端部に対向する分割磁極部に対して突出する凸部11eと開口する凹部11fとをそれぞれ形成し、対向する分割磁極部の凸部11eと凹部11fとを嵌合して、分割磁極部15c～25cが組み合わされている。

10

20

30

40

## 【0022】

各磁極部グループの構成をより具体的に説明すると、図2(A)に示す第1及び第4の分割コア15, 21においてそれぞれ用いられる6個の第1の分割コア部分ユニット(15A, 21A)及び3個の第2の分割コア部分ユニット(15B, 21B)は、第1の分割コア15と第4の分割コア21とが組み合わされて第1の磁極部グループ29が完成した状態で、一端側に第2の分割コア部分ユニット(15B, 21B)の一つが位置し且つ他端側に第1の分割コア部分ユニット(15A, 21A)の1つが位置し、第1の分割コア部分ユニット(15A, 21A)の内側に、図2(B)に示す第2の磁極部グループ31の1つの磁極部(17c, 23c)と図2(C)に示す第3の磁極部グループ33の1つの磁極部(19c, 25c)とが第1の分割コア部分ユニット29と接触しない状態で位置するように定められている。また、図2(B)に示す第2及び第5の分割コア17, 23において用いられる6個の第1の分割コア部分ユニット(17A, 23A)及び3個の第2の分割コア部分ユニット(17B, 23B)は、第2の分割コア17と第5の分割コア23とが組み合わされて第2の磁極部グループ31が完成した状態で、両端にそれぞれ1個の第1の分割コア部分ユニット(17A, 23A)が位置し、両端に位置する一方の第1の分割コア部分ユニット17Aの内側に第1の磁極部グループ29に含まれる1つの磁極部(15c, 21c)が一方の第1の分割コア部分ユニット(17A, 23A)と接触しない状態で位置し、両端に位置する他方の第1の分割コア部分ユニット(17A, 23A)の内側に図2(C)に示す第3の磁極部グループ33に含まれる1つの磁極部(19c, 25c)が他方の第1の分割コア部分ユニット(17A, 23A)と接触しない状態で位置し、他の第1の分割コア部分ユニット(17A, 23A)の内側に、図2(A)に示す第1の磁極部グループ29の1つの磁極部(15c, 21c)と図2(C)に示す第3の磁極部グループ33の1つの磁極部(19c, 25c)とが第1の分割コア部分ユニット(17A, 23A)と接触しない状態で位置するように定められている。また、図2(C)に示す第3及び第6の分割コア19, 25において用いられる6個の第1の分割コア部分ユニット19A, 25A及び3個の第2の分割コア部分ユニット19B, 25Bは、第3の分割コア19と第6の分割コア25とが組み合わされて第3の磁極部グループ33が完成した状態で、一端側に第1の分割コア部分ユニット(19A, 25A)の1

50

つのが位置し他端側に第2の分割コア部分ユニット(19B, 25B)の一つが位置し、第1の分割コア部分ユニット(19A, 25A)の内側に、図2(A)に示す第1の磁極部グループ29の1つの磁極部(15c, 21c)と図2(B)に示す第2の磁極部グループ31の1つの磁極部(17c, 23c)とが第1の分割コア部分ユニット(19A, 25A)と接触しない状態で位置するように定められている。本例では、第1の磁極部グループ29の3個の磁極部(15c, 21c)、第2の磁極部グループ31の3個の磁極部(17c, 23c)及び第3の磁極部グループ33の3個の磁極部(19c, 25c)は、互いに非接触状態になるように各分割コアの第1の分割コアユニットの厚みを定めることにより、前述の各磁極部グループの磁極部の非接触化を図っている。具体的には、積層鋼板の枚数を調整して、第2の分割コア部分ユニット(15B等)を第1の分割コア部分ユニット(15A等)の厚みより薄くしている。

10

## 【0023】

本例の電機子3は、次のようにして製造した。まず、図2(A)～(C)に示すように、第1の分割コア部分ユニット(15A等)と第2の分割コア部分ユニット(15B等)を組み合わせて分割コア(15等)を作つてから、巻線(13A等)を各分割コア(15等)に巻装する。次に、分割コア(15～25)を相互に組み合わせる。このような組み合わせは、例えば、第1の分割コア15の隣接する磁極部15cと磁極部15cとの間の空隙に第2の分割コア17の磁極部17cを挿入することにより行う。そして、分割コア(15～25)のヨーク構成部(15a～25a)の凸部11cと凹部11dとをそれぞれ嵌合し、分割磁極部(15c～25c)の凸部11eと凹部11fとをそれぞれ嵌合して、電機子3の製造を完了した。

20

## 【0024】

本例のシリンダ型リニアモータでは、電機子コア11を、永久磁石磁極部材1の周方向に順番に組み合わされる第1～第6の分割コア15～25から構成し、励磁巻線13A, 13Dが巻装された第1及び第4の分割コア15, 21の巻線巻装部15b, 21bに接続されたn個の環状の磁極部(15c, 21c)と、励磁巻線13B, 13Eが巻装された第2及び第5の分割コア17, 23の巻線巻装部17b, 23bに接続されたn個の環状の磁極部(17c, 23c)と、励磁巻線13C, 13Fが巻装された第3及び第6の分割コア19, 25の巻線巻装部19b, 25bに接続されたn個の環状の磁極部(19c, 25c)とを交互に順次並べて配置して、電機子コアの3n個の環状の磁極部11bを構成している。このため、環状の磁極部を形成した状態で、永久磁石磁極部材1の周方向と直交する方向D1(図1)に励磁巻線13A～13Fを巻装でき、励磁巻線13A～13Fの配置スペースを永久磁石磁極部材1の周方向と直交する方向D1に延ばすことができる。そのため、3n個の環状の磁極部11bを設けても、第1～第6の分割コア15～25の横断面の形状(永久磁石磁極部材の横断面と同じ方向に切断した形状)を同一形状にでき、複数枚の鋼板を積層して第1～第6の分割コア15～25を構成することが可能になった。その結果、電機子コア11の製造コストを低くし、鉄損を少なくして、しかも、電機子コア11の設計の自由度を高くすることができる。また、分割コア15～25を組み合わせる前の段階で分割コア15～25の巻線巻装部15b～25bに励磁巻線13A～13Fを巻装でき、励磁巻線13A～13Fを容易に巻装することができる。

30

## 【0025】

図4は、本発明の他の実施の形態のシリンダ型リニアモータの要部の分解斜視図である。図4に示すように、本例のシリンダ型リニアモータは、永久磁石磁極部材101と電機子103とを有している。永久磁石磁極部材101は、細長い円柱状の直動軸105と、直動軸105に固定された細長い筒状の永久磁石取付部107と、N極とS極とが交互に直線状に並ぶように、永久磁石取付部107の外周に取り付けられた環状の複数の永久磁石109とを有しており、可動子を構成している。永久磁石磁極部材101は、後述する電機子103の磁極部構成体115内に配置されており、電機子103に対して直動軸105の長手方向に往復動する。

40

## 【0026】

50

電機子 103 は、電機子コア 111 と 6 つの励磁巻線 112A ~ 112F を有しており、固定子を構成している。なお、理解を容易にするため、励磁巻線 112A ~ 112F は簡略化して描いている。電機子コア 111 は、コア本体 113 とコア本体 113 の内部に配置された筒状の磁極部構成体 115 を有している。コア本体 113 は、円筒状のヨーク 117 と円筒状のヨーク 117 の内側に周方向に等しい間隔をあけて配置された第 1 ~ 第 6 の突極部 119A ~ 119F を有しており、複数枚の鋼板が積層されて構成されている。第 1 ~ 第 6 の突極部 119A ~ 119F は、第 1 ~ 第 6 の励磁巻線 112A ~ 112F の 1 つが巻装される巻線巻装部 121 と、巻線巻装部 121 の端部に設けられた磁極接続部 123 をそれぞれ有している。磁極接続部 123 は、永久磁石磁極部材 101 の周方向に延びており、永久磁石磁極部材 101 と対向する側(突極部の極面)には、永久磁石磁極部材 101 の軸線方向に延びる溝状の嵌合用凹部 123a が形成されている。

10

### 【0027】

磁極部構成体 115 は、図 5 及び図 6 に示すように、 $3n$  個(本例では 9 個)の環状の磁極部 125A ~ 125C が 8 個の円環状の合成樹脂からなるスペーサ部材 127 を介して順次に積層されて構成されている。なお、図 5 は磁極部構成体 115 の斜視図であり、図 6 は図 5 は磁極部構成体 115 の一部を分解した斜視図である。図 6 に示すように、磁極部 125A ~ 125C は、いずれも環状部 129 と円弧状の一対の突状部 131 と一対の嵌合用凸部 133 を備えた同じ構造を有しており、複数枚の環状の鋼板が積層されて構成されている。環状部 129 は、磁極部構成体 115 がコア本体 113 内に配置された状態で、コア本体 113 の磁極接続部 123 と接触しないように 6 個の磁極接続部 123 に囲まれた内部に配置されている。一対の突状部 131 は、環状部 129 を間にして環状部 129 の径方向に対向するように位置しており、その外側がヨーク 117 の径方向に対向する一対の突極部の磁極接続部 123 の内面と接触できる寸法及び形状を有している。一対の嵌合用凸部 133 は、一対の突状部 131 の外周中央から磁極部 125A ~ 125C の厚み方向に延びてコア本体 113 側にそれぞれ突出しており、該一対の突極部の磁極接続部 123 の嵌合用凹部 123a にそれぞれ嵌合可能な寸法及び形状を有している。

20

### 【0028】

$3n$  個(本例では 9 個)の磁極部 125A ~ 125C の内、2 つ置きに配置される  $n$  個(本例では 3 個)の磁極部 125A は、一対の突状部 131 が第 1 及び第 4 の突極部 119A, 119D の磁極接続部 123 の内面と接触し、一対の嵌合用凸部 133 が第 1 及び第 4 の突極部 119A, 119D の嵌合用凹部 123a に嵌合されるように配置されている。これにより、 $n$  個の磁極部 125A が第 1 及び第 4 の突極部 119A, 119D に結合されて同じ極性に励磁される第 1 の磁極部グループが構成される。また、9 個の磁極部 125A ~ 125C の内、2 つ置きに配置される他の 3 個の磁極部 125B は、一対の突状部 131 が第 2 及び第 5 の突極部 119B, 119E の磁極接続部 123 の内面と接触し、一対の嵌合用凸部 133 が第 2 及び第 5 の突極部 119B, 119E の嵌合用凹部 123a に嵌合されるように配置されている。これにより、他の  $n$  個の磁極部 125B が第 2 及び第 5 の突極部 119B, 119E に結合されて同じ極性に励磁される第 2 の磁極部グループが構成される。また、9 個の磁極部 125A ~ 125C の内、2 つ置きに配置される残りの 3 個の磁極部 125C は、一対の突状部 131 が第 3 及び第 6 の突極部 119C, 119F の磁極接続部 123 の内面と接触し、一対の嵌合用凸部 133 が第 3 及び第 6 の突極部 119C, 119F の嵌合用凹部 123a に嵌合されるように配置されている。これにより、残りの  $n$  個の磁極部 125C が第 3 及び第 6 の突極部 119C, 119F に結合されて同じ極性に励磁される第 3 の磁極部グループが構成される。本例では、第 1 及び第 4 の突極部 119A, 119D の巻線巻装部 121 に U 相の励磁巻線 112A, 112D を巻装し、第 2 及び第 5 の突極部 119B, 119E の巻線巻装部 121 に V 相の励磁巻線 112B, 112E を巻装し、第 3 及び第 6 の突極部 119C, 119F の巻線巻装部 121 に W 相の励磁巻線 112C, 112F を巻装した。これにより、 $n$  個の磁極部 125A は、U 相の励磁巻線により同じ極性に励磁され、 $n$  個の磁極部 125B は、V

40

50

相の励磁巻線により同じ極性に励磁され、 $n$  個の磁極部 125C は、W 相の励磁巻線により同じ極性に励磁される。また、第 1 ~ 第 3 の磁極部グループは、永久磁石磁極部材 101 の磁極ピッチを  $p$  (図 4) としたときに、第 1 ~ 第 3 の磁極部グループをそれぞれ構成する  $n$  個の磁極部間の間隔  $m$  (図 5) は、 $m = 2p + p/3n$  になるように構成されている。

### 【0029】

本例のシリンダ型リニアモータでは、 $3n$  個の環状の磁極部 125A ~ 125C からなる磁極部構成体 115 と、内側に第 1 ~ 第 6 の励磁巻線 112A ~ 112F がそれぞれ巻装される第 1 ~ 第 6 の突極部 119A ~ 119F が周方向に等しい間隔をあけて配置されたコア本体 113 とから電機子コア 111 が構成され、 $3n$  個中の  $n$  個の磁極部 125A が、第 1 及び第 4 の突極部 119A, 119D に結合されて同じ極性に励磁され、 $3n$  個中の他の  $n$  個の磁極部 125B が、第 2 及び第 5 の突極部 119B, 119E に結合されて同じ極性に励磁され、 $3n$  個中の残りの  $n$  個の磁極部 125C が、第 3 及び第 6 の突極部 119C, 119F に結合されて同じ極性に励磁されている。このため、本発明では、環状の磁極部 125A ~ 125C を形成した状態で、永久磁石磁極部材 101 の周方向と直交する方向 D2 (図 4) に延びる第 1 ~ 第 6 の突極部 119A ~ 119F に励磁巻線 112A ~ 112F を巻装でき、励磁巻線 112A ~ 112F の配置スペースを永久磁石磁極部材 101 の周方向と直交する方向 D2 に延ばすことができる。そのため、 $3n$  個の環状の磁極部 125A ~ 125C を設けても、コア本体 113 及び  $3n$  個の磁極部 125A ~ 125C の横断面の形状 (永久磁石磁極部材 101 の横断面と同じ方向に切断した形状) を同一形状にでき、複数枚の鋼板を積層してコア本体 113 及び磁極部 125A ~ 125C を構成することができる。その結果、電機子コアの製造コストを低くし、鉄損を少なくして、しかも、電機子コアの設計の自由度を高くすることができる。

### 【図面の簡単な説明】

#### 【0030】

【図 1】本発明の一実施の形態のシリンダ型リニアモータの要部の分解斜視図である。

【図 2】(A) は、図 1 に示すシリンダ型リニアモータの第 1 及び第 4 の分割コアの斜視図であり、(B) は、図 1 に示すシリンダ型リニアモータの第 2 及び第 5 の分割コアの斜視図であり、(C) は、図 1 に示すシリンダ型リニアモータの第 3 及び第 6 の分割コアの斜視図である。

【図 3】(A) ~ (C) は、図 1 に示すシリンダ型リニアモータの第 1 ~ 第 3 のコア構成体 27A ~ 27C の斜視図である。

【図 4】本発明の他の実施の形態のシリンダ型リニアモータの要部の分解斜視図である。

【図 5】図 4 に示すシリンダ型リニアモータの磁極部構成体の斜視図である。

【図 6】図 5 に示す磁極部構成体の一部を分解した斜視図である。

### 【符号の説明】

#### 【0031】

1, 101 永久磁石磁極部材 (可動子)

3, 103 電機子 (固定子)

11, 111 電機子コア

13A ~ 13F 励磁巻線

15 ~ 25 第 1 ~ 第 6 の分割コア

15a ~ 25a ヨーク構成部

15b ~ 25b 巻線巻装部

15c ~ 25c 分割磁極部

15A ~ 25A 第 1 の分割コア部分ユニット

15B ~ 25B 第 2 の分割コア部分ユニット

29 第 1 の磁極部グループ

31 第 2 の磁極部グループ

33 第 3 の磁極部グループ

10

20

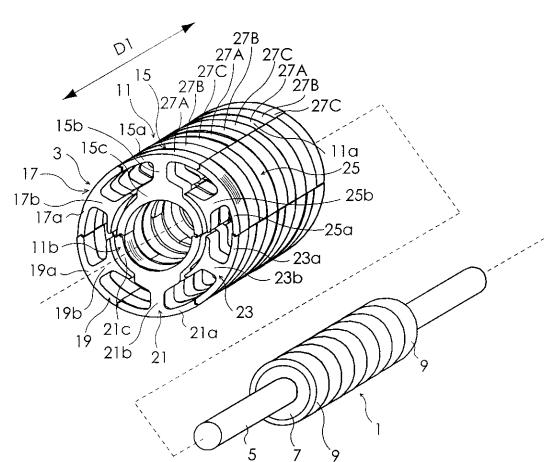
30

40

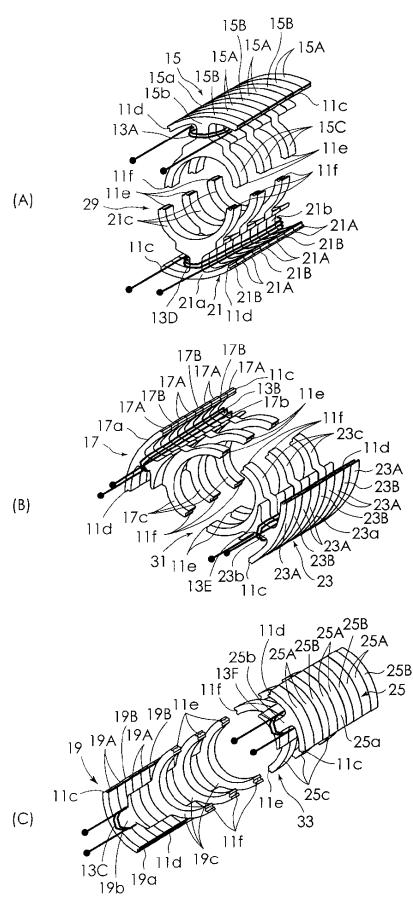
50

1 1 2 A ~ 1 1 2 F 励磁巻線  
 1 1 3 コア本体  
 1 1 5 磁極部構成体  
 1 1 9 A ~ 1 1 9 F 第1 ~ 第6の突極部  
 1 2 3 a 嵌合用凹部  
 1 2 5 A ~ 1 2 5 C 磁極部  
 1 2 7 スペーサ部材  
 1 3 3 嵌合用凸部

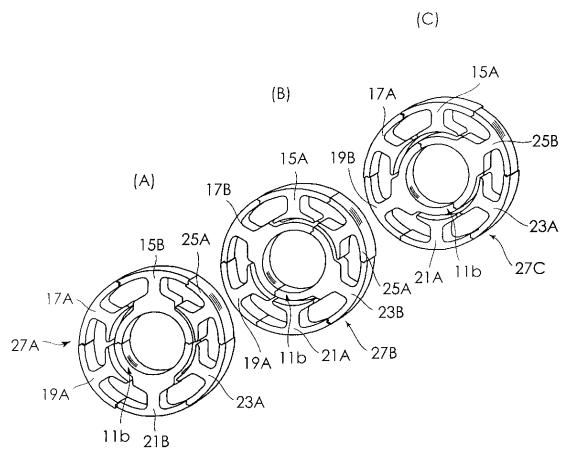
【 四 1 】



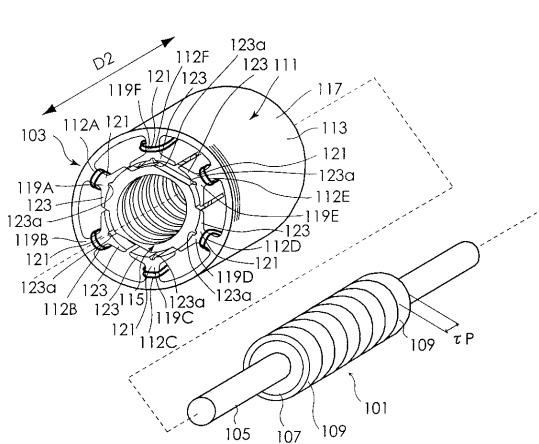
【 図 2 】



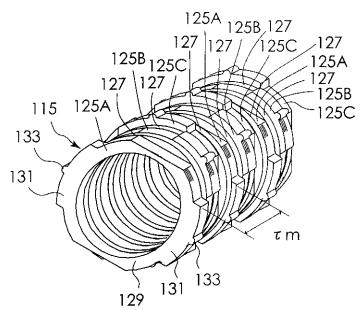
【 図 3 】



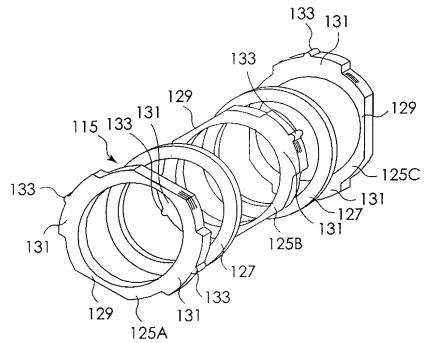
【 図 4 】



【図5】



【 図 6 】



## フロントページの続き

F ターム(参考) 5H601 AA09 AA26 CC01 CC13 CC15 DD07 DD18 EE12 EE20 GA02  
GB02 GB06 GB12 GB34 GB48 GC05 GC08 GC12 GD02 GD08  
GD11 GD22 KK14  
5H641 BB06 BB14 BB19 GG02 GG08 GG10 GG12 HH03 HH05 HH08  
HH09 HH12 HH13 HH14