

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5766748号
(P5766748)

(45) 発行日 平成27年8月19日(2015.8.19)

(24) 登録日 平成27年6月26日(2015.6.26)

(51) Int.Cl. F I
H O 2 K 41/03 (2006.01) H O 2 K 41/03 A

請求項の数 6 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-118492 (P2013-118492) (22) 出願日 平成25年6月5日(2013.6.5) (65) 公開番号 特開2014-236642 (P2014-236642A) (43) 公開日 平成26年12月15日(2014.12.15) 審査請求日 平成26年10月14日(2014.10.14)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 390029805 T H K 株式会社 東京都品川区西五反田3丁目11番6号 (74) 代理人 100112140 弁理士 塩島 利之 (72) 発明者 岩城 純一郎 東京都品川区西五反田3丁目11番6号 T H K 株式会社内 (72) 発明者 小片 尚志 東京都品川区西五反田3丁目11番6号 T H K 株式会社内</p> <p>審査官 高橋 祐介</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアアクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

中空の駆動用磁石と、
 前記駆動用磁石の外側及び内側のいずれか一方に配置されるコイルと、
 前記駆動用磁石の外側及び内側の他方に配置されると共に前記コイルに連結され、前記
 駆動用磁石を原点に復帰させる復帰用磁石と、を備え、
 前記コイルに通電することによって、前記駆動用磁石又は前記コイル及び前記復帰用磁
 石が前記駆動用磁石の軸線方向に移動し、
 前記駆動用磁石のN極と前記復帰用磁石のS極が引きつけ合い、前記駆動用磁石のS極
 と前記復帰用磁石のN極が引きつけ合うことによって、前記駆動用磁石を原点に復帰させ
 るリニアアクチュエータ。

【請求項2】

前記駆動用磁石は、前記駆動用磁石の前記軸線方向の一端部がN極に他端部がS極にな
 るように前記軸線方向に磁化されており、
 前記駆動用磁石の軸線方向の両端部には、軟質磁性材料の第一及び第二のヨークが設け
 られ、
 前記コイルは、前記第一のヨークに対向する第一のコイル、及び前記第二のヨークに対
 向する第二のコイルを有することを特徴とする請求項1に記載のリニアアクチュエータ。

【請求項3】

前記復帰用磁石の前記軸線方向の長さは、前記駆動用磁石の前記軸線方向の長さ以上で

あることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のリニアアクチュエータ。

【請求項 4】

前記復帰用磁石と前記駆動用磁石との間には、前記駆動用磁石が前記復帰用磁石に対して相対的に前記軸線方向に移動するのを案内するすべり軸受が配置されることを特徴とする請求項 2 に記載のリニアアクチュエータ。

【請求項 5】

前記駆動用磁石の外側に前記コイルが配置され、前記駆動用磁石の内側に前記復帰用磁石が配置されることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のリニアアクチュエータ。

【請求項 6】

前記復帰用磁石は中空に形成されることを特徴とする請求項 5 に記載のリニアアクチュエータ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コイル及びコイルに鎖交する磁束を生じさせる駆動用磁石を備え、コイルに通電することによって、コイル及び駆動用磁石のいずれか一方が軸線方向に移動するリニアアクチュエータに関する。

20

【背景技術】

【0002】

リニアアクチュエータは、コイル及びコイルに鎖交する磁束を生じさせる駆動用磁石を備える。出願人はこの種のリニアアクチュエータとして、特許文献 1 に記載のリニア振動アクチュエータを提案している。

【0003】

このリニア振動アクチュエータは、軸線方向に磁化された円柱形の駆動用磁石と、駆動用磁石と同心円上に配置されて駆動用磁石の周囲を囲むコイルと、を備える。駆動用磁石が生じさせる磁束はコイルを鎖交する。コイルに電流を流すと、駆動用磁石の磁束とコイルに流れる電流の相互作用によって、コイル及び駆動用磁石のいずれか一方が軸線方向に移動する。コイルに流す電流の方向を切り替えると、すなわちコイルに交流を流すと、駆動用磁石が軸線方向に振動する。

30

【0004】

コイルの軸線方向の両端部には、可動子を原点に復帰させる一対の復帰用磁石が設けられる。一対の復帰用磁石は可動子の駆動用磁石に反発し、反発力によって可動子を原点に復帰させる。磁石の反発力を利用することで、ばね等の弾性体を使用しなくても可動子を原点に復帰させることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 268672 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献 1 に記載のリニアアクチュエータにあつては、コイル及び復帰用磁石が固定子の軸線方向に直列に並べられるので、リニアアクチュエータの軸線方向の全長が長くなるという課題がある。リニアアクチュエータが組み込まれる機器によっては、リニアアクチュエータの全長を短くすることが要請される。コイル、駆動用磁石、復帰用磁石の軸線方向の長さを短くすれば、リニアアクチュエータの全長を短くできるが、リニアアクチュエータの推力が低下してしまう。

50

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、推力を大きくしたまま全長を短くすることができるリニアアクチュエータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明は、中空の駆動用磁石と、前記駆動用磁石の外側及び内側のいずれか一方に配置されるコイルと、前記駆動用磁石の外側及び内側の他方に配置されると共に前記コイルに連結され、前記駆動用磁石を原点に復帰させる復帰用磁石と、を備え、前記コイルに通電することによって、前記駆動用磁石又は前記コイル及び前記復帰用磁石が前記駆動用磁石の軸線方向に移動し、前記駆動用磁石のN極と前記復帰用磁石のS極が引きつけ合い、前記駆動用磁石のS極と前記復帰用磁石のN極が引きつけ合うことによって、前記駆動用磁石を原点に復帰させるリニアアクチュエータである。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、中空の駆動用磁石の外側及び内側のいずれか一方にコイルが配置され、中空の駆動用磁石の外側及び内側の他方に復帰用磁石が配置されるので、推力を大きくしたままリニアアクチュエータの軸線方向の全長を短くすることができる。また、中空の駆動用磁石がコイルと復帰用磁石との間に配置されるので、コイルからも復帰用磁石からも駆動用磁石に力を与えやすくなる。このことも推力を大きくできる一因である。

【図面の簡単な説明】

20

【 0 0 1 0 】

【図1】本発明の一実施形態のリニアアクチュエータの外観斜視図

【図2】本実施形態のリニアアクチュエータの軸線に沿った断面図

【図3】図2のリニアアクチュエータの模式図（駆動用磁石及び復帰用磁石によって形成される第一及び第二の磁気回路を示す）

【図4】可動子が原点位置からストロークの右端まで移動するときの、第一及び第二のコイルの鎖交磁束の推移を示す図

【図5】駆動用磁石及び復帰用磁石の他の例を示す斜視図

【図6】駆動用磁石及び復帰用磁石をセグメント磁石から構成した例を示す斜視図

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 1 1 】

以下、添付図面を参照して、本発明の一実施形態のリニアアクチュエータを説明する。図1はリニアアクチュエータの外観斜視図を示す。リニアアクチュエータは、円筒形の固定子1と、固定子1の内側に配置される円筒形の可動子2と、を備える。円筒形の固定子1と円筒形の可動子2とは、その軸線が一致する。固定子1にはコイルが設けられる。可動子2には駆動用磁石が設けられる。固定子1のコイルに電流を流すと、可動子2が軸線方向に移動する。固定子1の一端部には固定子1を機器に取り付けるためのフランジ1aが設けられる。可動子2の一端部にも可動子2を機器に取り付けるためのフランジ2aが設けられる。

【 0 0 1 2 】

40

図2はリニアアクチュエータの断面図を示す。固定子1には、コイル4として第一及び第二のコイル4a、4bが互いの軸線を一致させた状態で軸線方向に並べられる。第一及び第二のコイル4a、4bの外側には、円筒形のヨーク5が設けられる。ヨーク5は、鉄、鋼、ケイ素鋼、パーマロイ等の軟質磁性材料からなる。ヨーク5の外側には円筒形の樹脂製のケース6が設けられる。ヨーク5及びケース6の軸線方向の一端部がフランジ1aに取り付けられる。なお、ヨーク5に防錆処理をすれば樹脂製ケース6は不要である。コイル4は図示しないポピン等に支持されていて、ヨーク5及びケース6に一体化される。

【 0 0 1 3 】

フランジ1aには、第一及び第二のコイル4a、4bの内側を通る中空のパイプ7が固定される。パイプ7は樹脂等の非磁性材料からなる。パイプ7の外周面には円筒形の復帰

50

用磁石 8 が取り付けられる。すなわち、復帰用磁石 8 は、パイプ 7、フランジ 1 a、ヨーク 5 を介して第一及び第二のコイル 4 a, 4 b に連結される。

【 0 0 1 4 】

復帰用磁石 8 は、軸線方向の一端部が S 極に他端部が N 極になるように軸線方向に磁化されている。復帰用磁石 8 は第一及び第二のコイル 4 a, 4 b から構成されるコイル 4 の軸線方向の中心に配置される。復帰用磁石 8 の軸線方向の長さは、第一及び第二のコイル 4 a, 4 b から構成されるコイル 4 の軸線方向の長さよりも短い。復帰用磁石 8 の軸方向の両端部には、樹脂等の非磁性材料からなる円筒形の磁石支持部 9 a, 9 b が設けられる。

【 0 0 1 5 】

可動子 2 の構成は以下のとおりである。可動子 2 は円筒形の駆動用磁石 1 1 を備える。駆動用磁石 1 1 は、軸線方向の一端部が N 極に他端部が S 極になるように軸線方向に磁化されている。駆動用磁石 1 1 は復帰用磁石 8 の軸線方向の中心に配置される。復帰用磁石 8 の軸線方向の長さ L 1 は駆動用磁石 1 1 の軸線方向の長さ L 2 以上、望ましくは 1 倍以上 1.2 倍以下である。

【 0 0 1 6 】

駆動用磁石 1 1 の軸線方向の両端部には、鉄、鋼、ケイ素鋼、パーマロイ等の軟質磁性材料からなる第一及び第二のヨーク 1 2 a, 1 2 b が設けられる。第一及び第二のヨーク 1 2 a, 1 2 b はいずれも円筒形に形成される。駆動用磁石 1 1、第一及び第二のヨーク 1 2 a, 1 2 b の内側には、非磁性材料（例えば樹脂製）の円筒形のすべり軸受 1 4 が設けられる。すべり軸受 1 4 はブッシュ又はスプラインからなる。すべり軸受 1 4 の内周面は固定子 1 の磁石支持部 9 a, 9 b の外周面に接する。固定子 1 に対する可動子 2 の軸線方向の直線運動はすべり軸受 1 4 によって案内される。なお、すべり軸受 1 4 を磁性材料にすることもできる。

【 0 0 1 7 】

第一及び第二のコイル 4 a, 4 b、駆動用磁石 1 1、第一及び第二のヨーク 1 2 a, 1 2 b、復帰用磁石 8 の配置は以下のとおりである。中空の駆動用磁石 1 1 の外側に第一及び第二のコイル 4 a, 4 b が配置される。第一及び第二のコイル 4 a, 4 b と駆動用磁石 1 1 とは同心円上に配置されていて、第一及び第二のコイル 4 a, 4 b の軸線と駆動用磁石 1 1 の軸線とは一致する。

【 0 0 1 8 】

中空の駆動用磁石 1 1 の内側に復帰用磁石 8 が配置される。復帰用磁石 8 と駆動用磁石 1 1 とは同心円上に配置されていて、復帰用磁石 8 の軸線と駆動用磁石 1 1 の軸線とは一致する。

【 0 0 1 9 】

第一及び第二のコイル 4 a, 4 b それぞれは第一及び第二のヨーク 1 2 a, 1 2 b それぞれに対向する。第一及び第二のコイル 4 a, 4 b の中心間ピッチ P 1（第一のコイル 4 a の軸線方向の中心から第二のコイル 4 b の軸線方向の中心までの長さ）と第一及び第二のヨーク 1 2 a, 1 2 b の中心間ピッチ P 2（第一のヨーク 1 2 a の軸線方向の中心から第二のコイル 1 2 b の軸線方向の中心までの長さ）は等しい。第一のコイル 4 a の軸線方向の長さ
と第二のコイル 4 b の軸線方向の長さは等しく、第一のヨーク 1 2 a の軸線方向の長さ
と第二のヨーク 1 2 b の軸線方向の長さは等しい。第一及び第二のヨーク 1 2 a, 1 2 b の軸線方向の長さは第一及び第二のコイル 4 a, 4 b の軸線方向の長さ以下である。

【 0 0 2 0 】

第一及び第二のコイル 4 a, 4 b に通電しないとき、復帰用磁石 8 によって可動子 2 は図 2 に示す原点に復帰する。可動子 2 が原点に復帰したとき、駆動用磁石 1 1 の軸線方向の中心と復帰用磁石 8 の軸線方向の中心とは一致する。

【 0 0 2 1 】

図 3 は駆動用磁石 1 1 及び復帰用磁石 8 によって形成される第一及び第二の磁気回路を

10

20

30

40

50

示す。駆動用磁石 11 の N 極に発生する磁束は第一のヨーク 12 a を通り、90°曲がって第一のコイル 4 a を鎖交して第一のコイル 4 a の外側のヨーク 5 を通る。そして、ヨーク 5 を軸線方向に通った後、90°曲がって第二のコイル 4 b を鎖交して第二のヨーク 12 b を通り、第二のヨーク 12 b から駆動用磁石 11 の S 極に戻る。以上のように、駆動用磁石 11 によって第一及び第二のコイル 4 a , 4 b を鎖交する第一の磁界回路 m 1 が形成される。第一及び第二のコイル 4 a , 4 b に通電すると、駆動用磁石 11 が発する磁束と第一及び第二のコイル 4 a , 4 b に流れる電流との相互作用により推力が発生し、可動子 2 が軸線方向に移動する。

【 0 0 2 2 】

第一及び第二のコイル 4 a , 4 b に交流を流すと、可動子 2 に作用する推力の方向が交互に切り替わり、可動子 2 が振動する。可動子 2 を振動させるとき、推力を大きくするために第一及び第二のコイル 4 a , 4 b に流す交流の位相を 90 度ずらすのが望ましい。例えば、第一のコイル 4 a に正弦波の交流を流すとき、第二のコイル 4 b に余弦波の交流を流すのが望ましい。この他にも、ステップモータのドライバを用い、第一のコイル 4 a に A 相電流を流し、第二のコイル 4 b に A 相電流に対して 90 度位相のずれた B 相電流を流すこともできる。

【 0 0 2 3 】

可動子 2 が原点に復帰する原理は以下のとおりである。駆動用磁石 11 の N 極に発生する磁束の一部は、180°方向転換して復帰用磁石 8 の S 極に入る。復帰用磁石 8 の N 極に発生する磁束は、180°方向転換して駆動用磁石 11 の S 極に入る。駆動用磁石 11 及び復帰用磁石 8 によって第二の磁気回路 m 2 が形成される。駆動用磁石 11 の N 極と復帰用磁石 8 の S 極とが引きつけ合い、駆動用磁石 11 の S 極と復帰用磁石 8 の N 極とが引きつけ合うので、可動子 2 が原点に復帰する。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、可動子 2 が原点位置からストロークの右端まで移動するときの、第一及び第二のコイル 4 a , 4 b の鎖交磁束の推移を示す図である。図 4 中左欄が可動子 2 の位置を示し、図 4 中右欄が第一及び第二のコイル 4 a , 4 b の鎖交磁束を示す。S 1 は可動子 2 が原点に位置する状態を示し、S 2 S 4 は可動子 2 が徐々に図 4 中右方向に移動する状態を示し、S 5 は可動子 2 がストロークの右端に位置する状態を示す。

【 0 0 2 5 】

図 4 中右欄は第一及び第二のコイル 4 a , 4 b の鎖交磁束を示すグラフである。グラフ中の 0 mm から 10 mm までの間に第一のコイルが存在し、10 mm から 20 mm までの間に第二のコイルが存在する。第一のコイルの軸線方向の中心は 5 mm の位置にあり、第二のコイルの軸線方向の中心は 15 mm の位置にある。第一及び第二のコイル 4 a , 4 b に鎖交する磁束のうちの径方向の成分が、第一及び第二のコイル 4 a , 4 b に推力を発生させる。このため図 4 のグラフには鎖交磁束の径方向の成分が示されている。

【 0 0 2 6 】

可動子 2 が原点に位置するとき (S 1)、第一のヨーク 12 a が第一のコイル 4 a の中心に位置し、第二のヨーク 12 b が第二のコイル 4 b の中心に位置する。そして、第一のコイル 4 a の鎖交磁束、第二のコイル 4 b の鎖交磁束いずれも最大になる。第一及び第二のコイル 4 a , 4 b に互いに反対方向の電流を流すと、第一及び第二のコイル 4 a , 4 b には図 4 のグラフの矢印で示す同方向の推力 f_1 , f_2 が発生する。なお、第一のコイル 4 a の鎖交磁束は、半径方向の外側を向く鎖交磁束がプラスで表され、第二のコイル 4 b の鎖交磁束は半径方向の内側を向く鎖交磁束がプラスで表されている。

【 0 0 2 7 】

S 2 S 5 に示すように、可動子 2 がストロークの右端に近づけば近づくほど、第二のコイル 4 b にマイナス方向の鎖交磁束が発生する。S 5 において、マイナス方向の鎖交磁束を R 1 で示し、プラス方向の鎖交磁束を R 2 で示す。鎖交磁束には駆動用磁石 11 に起因するものと復帰用磁石 8 に起因するものがある。これらの磁石の相互作用により、可動子 2 がストロークの右端に近づけば近づくほど、マイナス方向の鎖交磁束が発生するも

10

20

30

40

50

のと推測される。このマイナス方向の鎖交磁束はストロークの端に移動しようとする可動子2にブレーキ力を働かせる。可動子2にブレーキ力を働かせることで、高速で振動させても可動子2が固定子1から飛び出すのを防止することができる。また、可動子2がストロークの右端に近づけば近づくほど、第一及び第二のコイル4a, 4bの鎖交磁束の総量も小さくなる。このことも可動子2が固定子1から飛び出すのを防止できる一因であると推測される。

【0028】

本実施形態のリニアアクチュエータによれば、以下の効果を奏する。中空の駆動用磁石11の外側にコイル4を配置し、中空の駆動用磁石11の内側に復帰用磁石8を配置するので、推力を大きくしたままリニアアクチュエータの軸線方向の全長を短くすることができる。また、中空の駆動用磁石11がコイルと復帰用磁石8との間に配置されるので、コイル4からも復帰用磁石8からも駆動用磁石11に力を与えやすくなる。このことも、リニアアクチュエータの推力を大きくできる一因である。

10

【0029】

駆動用磁石11を軸線方向に磁化し、駆動用磁石11の両端部に軟質磁性材料の第一及び第二のヨーク12a, 12bを設けることで、第一及び第二のコイル4a, 4bと第一及び第二のヨーク12a, 12bとの対向面積を増やすことができ、駆動用磁石11が発する磁束を効率的に第一及び第二のコイル4a, 4bに鎖交させることができる。

【0030】

また、駆動用磁石11を軸線方向に磁化し、駆動用磁石11の軸線方向の両端部に第一及び第二のヨーク12a, 12bを配置することで、駆動用磁石11の内側にすべり軸受14を配置することが可能になる。したがって、リニアアクチュエータの径方向の寸法を抑えることができる。

20

【0031】

復帰用磁石8の軸線方向の長さL1を駆動用磁石11の軸線方向の長さL2の1倍以上1.2倍以下にすることで、ストロークの端に移動しようとする可動子2に上述のブレーキ力を働かせることができる。

【0032】

復帰用磁石8と駆動用磁石11との間にすべり軸受14を配置することで、駆動用磁石11が復帰用磁石8に対して軸線方向に移動するのを案内することができる。また、駆動用磁石11とコイル4との間にすべり軸受14を配置すると、駆動用磁石11が発する磁束がコイル4に鎖交するのを妨げるおそれがあるが、復帰用磁石8と駆動用磁石11との間にすべり軸受14を配置することで、駆動用磁石11が発する磁束に悪影響を及ぼすことを防止できる。さらに、すべり軸受14を非磁性材料にすることで、駆動用磁石11が発する磁束に悪影響を及ぼすことをより防止できる。

30

【0033】

駆動用磁石11の外側にコイル4を配置することで、コイル4の半径を大きくすることができ、リニアアクチュエータの推力を大きくすることができる。

【0034】

可動子2のストロークを駆動用磁石11の軸線方向の長さLと復帰用磁石8の軸線方向の長さLを合算した長さ未満にすることで、駆動用磁石11が復帰用磁石8から飛び出さないようになり、復帰用磁石8から駆動用磁石11に原点に復帰させる復元力を確実に働かせることができる。

40

【0035】

復帰用磁石8を中空に形成することで、復帰用磁石8の内側を配線を通すスペース等として有効利用することができる。

【0036】

なお、本発明は上記実施形態に具現化されるのに限られることはなく、本発明の要旨を変更しない範囲でさまざまな実施形態に具現化可能である。

【0037】

50

上記実施形態では、リニアアクチュエータを振動アクチュエータとして用い、コイルに通電して駆動用マグネットを軸線方向に振動させる例を説明したが、駆動用マグネットを振動させることなく、駆動用マグネットの軸線方向の位置を制御することもできる。これにより、リニアアクチュエータをカメラのシャッタ機構等を駆動するリニアアクチュエータとして用いることができる。

【0038】

上記実施形態では、中空の駆動用磁石の外側にコイルを配置し、中空の駆動用磁石の内側に復帰用磁石を配置しているが、中空の駆動用磁石の外側に復帰用磁石を配置し、中空の駆動用磁石の内側にコイルを配置することもできる。

【0039】

上記実施形態では、駆動用磁石及び復帰用磁石を軸線方向に磁化しているが、半径方向に磁化することができる。この場合、図5に示すように、駆動用磁石11及び復帰用磁石8の外周面の軸線方向の半分がN極に形成され、残りの半分がS極に形成される。また、図6に示すように、駆動用磁石11及び復帰用磁石8は円弧状に分割された複数のセグメント磁石11a, 8aを組み合わせることで、構成されてもよい。ただし、駆動用磁石11を半径方向に磁化した場合、駆動用磁石11の内側に軟質磁性材料のヨークを配置する必要があるため、径方向の寸法が大きくなるという問題がある。

【符号の説明】

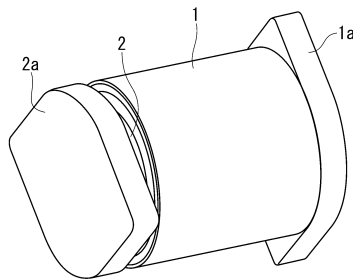
【0040】

4...コイル, 4a, 4b...第一及び第二のコイル, 5...ヨーク, 8...復帰用磁石, 11...駆動用磁石, 12a, 12b...第一及び第二のヨーク, 14...すべり軸受

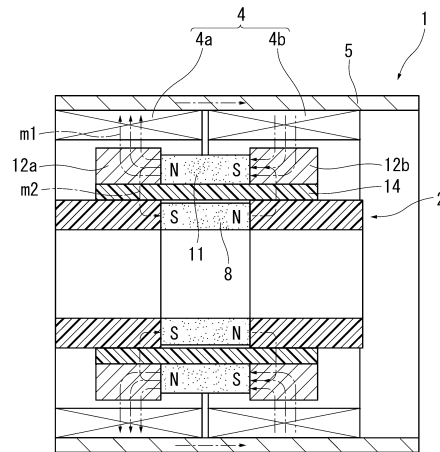
10

20

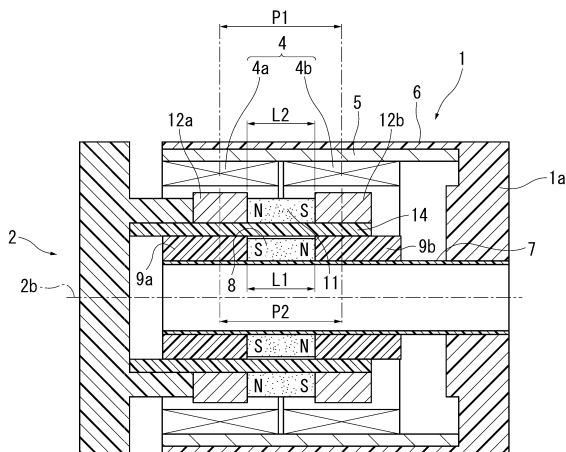
【図1】



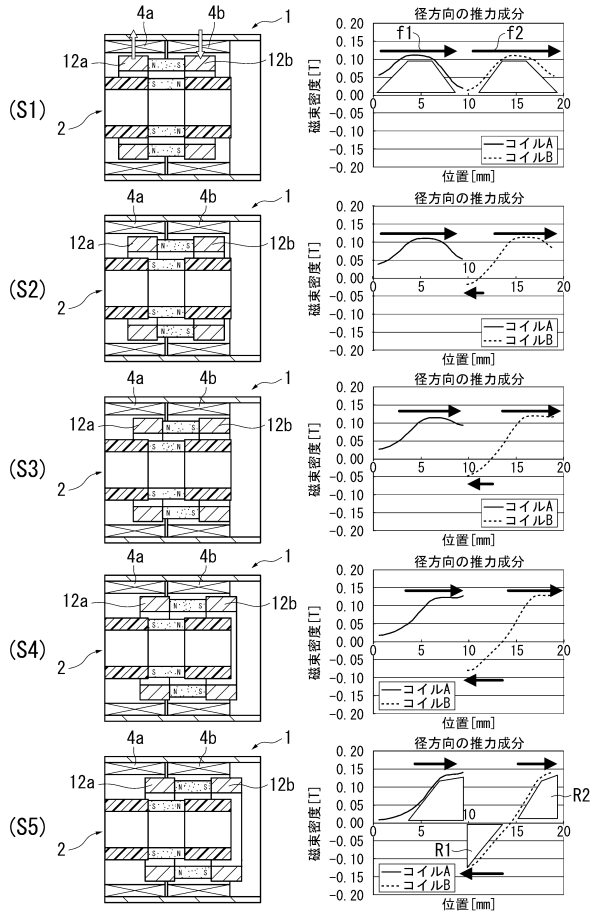
【図3】



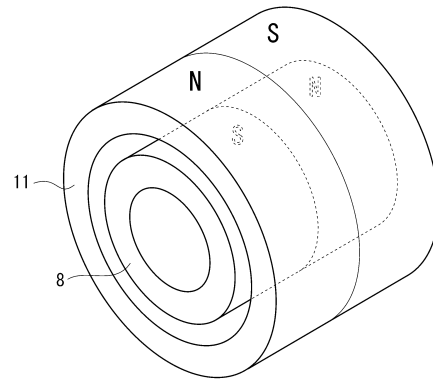
【図2】



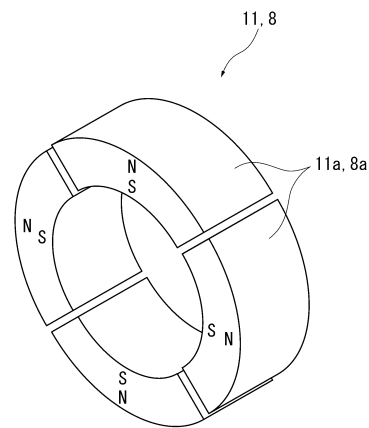
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭61-106058(JP,A)
特開2010-268672(JP,A)
特開平11-313476(JP,A)
実開平07-039268(JP,U)
特開平11-197601(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 41/03