(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5617119号
(P5617119)

(45)発行日　平成26年11月5日(2014.11.5)　(24)登録日　平成26年9月26日(2014.9.26)

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

請求項の数 10　(全 19 頁)

(21)出願番号　特願2013-18983(P2013-18983)
(22)出願日　平成25年2月1日(2013.2.1)
(62)分割の表示　特願2008-9849(P2008-9849)の分割
原出願日　平成20年1月18日(2008.1.18)
(65)公開番号　特開2013-78263(P2013-78263A)
(43)公開日　平成25年4月25日(2013.4.25)
審査請求日　平成25年2月14日(2013.2.14)

（出願人による申告）「国等の委託研究の成果に係る特許出願（エネルギー使用合理化技術戦略的開発、エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発、セラミックス製熱交換器と新形式リニア発電機を用いた次世代エンジンの開発、産業技術力強化法第１９条の適用を受ける特許出願）」

(73)特許権者　506065725
株式会社ｅスター
滋賀県米原市下多良１丁目１１３番地３
(73)特許権者　503361400
独立行政法人　宇宙航空研究開発機構
東京都調布市深大寺東町七丁目４４番地１
(74)代理人　100098545
弁理士　阿部　伸一
(74)代理人　100087745
弁理士　清水　善廣
(74)代理人　100106611
弁理士　辻田　幸史
(72)発明者　赤澤　輝行
大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号
株式会社ｅスター内

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】
内筒の外周面に沿って形成される円筒状のインナーヨークと、前記インナーヨークの外周部に所定のギャップを持って配置されるアウターヨークとを備えたリニアアクチュエータであって、
前記アウターヨークは、両端面に配置される合わせフレームと、前記合わせフレームに設けた穴と前記アウターヨークに設けた貫通孔とを連結する締結部材とを有し、
前記インナーヨークの端面と前記アウターヨークの端面とを連接する平面形状の板バネからなる支持バネを備え、前記支持バネの一端を、前記インナーヨークを固定する内筒に連結し、前記支持バネの他端を、前記合わせフレームに連結することを特徴とするリニアアクチュエータ。
【請求項２】
内筒の外周面に沿って形成される円筒状のインナーヨークと、前記インナーヨークの外周部に所定のギャップを持って配置されるアウターヨークとを備えたリニアアクチュエータであって、
前記アウターヨークは、両端面に配置される合わせフレームと、前記合わせフレームに設けた穴と前記アウターヨークの外周面に設けた溝とを連結する締結部材とを有し、
前記インナーヨークの端面と前記アウターヨークの端面とを連接する平面形状の板バネからなる支持バネを備え、前記支持バネの一端を、前記インナーヨークを固定する内筒に連結し、前記支持バネの他端を、前記合わせフレームに連結することを特徴とするリニアア

クチュエータ。
【請求項３】
前記支持バネを円弧部が１８０度以下の略Ｃ字状に形成したことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータ。
【請求項４】
前記支持バネを円弧部が１８０度以上の略Ｃ字状に形成したことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータ。
【請求項５】
前記インナーヨークを、複数の磁性板を周方向に配列して構成し、前記磁性板を、前記インナーヨークを構成した状態で磁石が配置されるヨーク本体部と、前記ヨーク本体部の両端に設けたヨーク突出部とで構成し、前記ヨーク突出部にエンボスを形成したことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータ。
【請求項６】
前記アウターヨークを、複数の磁性板を周方向に配列して構成し、前記磁性板を、前記アウターヨークを構成した状態でコイルが配置されるヨーク本体部と、前記ヨーク本体部の両端に設けたヨーク突出部とで構成し、前記ヨーク本体部にエンボスを形成したことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータ。
【請求項７】
前記インナーヨークを、磁性粉末を固めて一体成形し、一体成形した前記インナーヨークの外周面に磁石を配置したことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータ。
【請求項８】
前記アウターヨークを、磁性粉末を固めて一体成形し、一体成形した前記アウターヨークにコイルを配置したことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータ。
【請求項９】
前記インナーヨークの外周面の両端には、それぞれ円筒状の補助ヨークを備え、前記補助ヨークの間には、前記外周面に磁石を配置するとともに前記補助ヨークと前記磁石との間に空隙を持たせて円筒状のコイルを配置し、前記アウターヨークの内周面には、一対のティース部の間に空隙を形成し、最大ストローク状態では、前記補助ヨークの磁石側の端面が、前記アウターヨークの端面から外方に位置しないことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータ。
【請求項１０】
前記インナーヨークの外周面の両端には、それぞれ円筒状の補助ヨークを備え、前記補助ヨークの間には、前記外周面に磁石を配置するとともに前記補助ヨークと前記磁石との間に空隙を持たせて円筒状のコイルを配置し、前記アウターヨークの内周面には、一対のティース部の間に空隙を形成し、最大ストローク状態では、磁石の端面が、前記アウターヨークの前記空隙を形成する端面から、前記アウターヨークの前記空隙側に位置しないことを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、円筒状のインナーヨークと、インナーヨークの外周部に所定のギャップを持って配置されるアウターヨークとの協働作用により発電機や電動機を構成するリニアアクチュエータに関する。
【背景技術】
【０００２】
本発明者は、既に、固定子と、それに対向して軸方向に直線的に往復移動する可動子との協働作用により発電機や電動機を構成するリニアアクチュエータを提案している。（特許文献１、特許文献２）。

特許文献１によれば、補助ヨークによって効率が向上し、所定の能力を維持した上で、用いる永久磁石の量を低減することができる。また、永久磁石とヨークとを連結して可動子とすることで、可動子と固定子とのエアギャップを１つにすることにより、アクチュエータを小型化することができる。

また特許文献２によれば、所定の能力を維持した上で、用いる永久磁石の量を低減することができるとともに、第１のヨークのコ字型ヨーク先端部にメイン磁石に対向させて設けたスプリング磁石によって、所定の出力を維持した上で、可動子が固定子の端部にある場合でも固定子から抜けることを防止することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００５－１５１７５０号公報

【特許文献２】特開２００６－２８８０８８号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかし、小型で高効率なリニアアクチュエータを実現する上では、アウターヨークに対してインナーヨークが安定した動作を行う必要がある。

【０００５】

そこで、本発明は、特許文献１及び特許文献２で提案した小型で高性能なアクチュエータを安定させて動作させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

請求項１記載の本発明のリニアアクチュエータは、内筒の外周面に沿って形成される円筒状のインナーヨークと、前記インナーヨークの外周部に所定のギャップを持って配置されるアウターヨークとを備えたリニアアクチュエータであって、前記アウターヨークは、両端面に配置される合わせフレームと、前記合わせフレームに設けた穴と前記アウターヨークに設けた貫通孔とを連結する締結部材とを有し、前記インナーヨークの端面と前記アウターヨークの端面とを連接する平面形状の板バネからなる支持バネを備え、支持バネの一端を、前記インナーヨークを固定する内筒に連結し、前記支持バネの他端を、前記合わせフレームに連結することを特徴とする。

請求項２記載の本発明のリニアアクチュエータは、内筒の外周面に沿って形成される円筒状のインナーヨークと、前記インナーヨークの外周部に所定のギャップを持って配置されるアウターヨークとを備えたリニアアクチュエータであって、前記アウターヨークは、両端面に配置される合わせフレームと、前記合わせフレームに設けた穴と前記アウターヨークの外周面に設けた溝とを連結する締結部材とを有し、前記インナーヨークの端面と前記アウターヨークの端面とを連接する平面形状の板バネからなる支持バネを備え、支持バネの一端を、前記インナーヨークを固定する内筒に連結し、前記支持バネの他端を、前記合わせフレームに連結することを特徴とするリニアアクチュエータ。

請求項３記載の本発明は、請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータにおいて、前記支持バネを円弧部が１８０度以下の略Ｃ字状に形成したことを特徴とする。

請求項４記載の本発明は、請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータにおいて、前記支持バネを円弧部が１８０度以上の略Ｃ字状に形成したことを特徴とする。

請求項５記載の本発明は、請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータにおいて、前記インナーヨークを、複数の磁性板を周方向に配列して構成し、前記磁性板を、前記インナーヨークを構成した状態で磁石が配置されるヨーク本体部と、前記ヨーク本体部の両端に設けたヨーク突出部とで構成し、前記ヨーク突出部にエンボスを形成したことを特徴とする。

請求項６記載の本発明は、請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータにおいて、前記アウターヨークを、複数の磁性板を周方向に配列して構成し、前記磁性板を、前

記アウターヨークを構成した状態でコイルが配置されるヨーク本体部と、前記ヨーク本体部の両端に設けたヨーク突出部とで構成し、前記ヨーク本体部にエンボスを形成したことを特徴とする。

請求項７記載の本発明は、請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータにおいて、前記インナーヨークを、磁性粉末を固めて一体成形し、一体成形した前記インナーヨークの外周面に磁石を配置したことを特徴とする。

請求項８記載の本発明は、請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータにおいて、前記アウターヨークを、磁性粉末を固めて一体成形し、一体成形した前記アウターヨークにコイルを配置したことを特徴とする。

請求項９記載の本発明は、請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータにおいて、前記インナーヨークの外周面の両端には、それぞれ円筒状の補助ヨークを備え、前記補助ヨークの間には、前記外周面に磁石を配置するとともに前記補助ヨークと前記磁石との間に空隙を持たせて円筒状のコイルを配置し、前記アウターヨークの内周面には、一対のティース部の間に空隙を形成し、最大ストローク状態では、前記補助ヨークの磁石側の端面が、前記アウターヨークの端面から外方に位置しないことを特徴とする。

請求項１０記載の本発明は、請求項１又は請求項２に記載のリニアアクチュエータにおいて、前記インナーヨークの外周面の両端には、それぞれ円筒状の補助ヨークを備え、前記補助ヨークの間には、前記外周面に磁石を配置するとともに前記補助ヨークと前記磁石との間に空隙を持たせて円筒状のコイルを配置し、前記アウターヨークの内周面には、一対のティース部の間に空隙を形成し、最大ストローク状態では、磁石の端面が、前記アウターヨークの前記空隙を形成する端面から、前記アウターヨークの前記空隙側に位置しないことを特徴とする。

【発明の効果】

【０００７】

本発明によれば、インナーヨークとアウターヨークとを支持バネで連接することで、インナーヨークとアウターヨークとの位置調整を行いやすく、リニアアクチュエータをコンパクトに構成できる。

さらに、機器の出力軸又は入力軸をインナーヨーク中心部に取り付けるだけでよいため、機器の組み立てを容易に行うことができる。すなわち、機器側の出力軸又は入力軸の軸芯とインナーヨークの軸芯とを合わせるだけでよく、機器側の軸心とアウターヨークの軸心とを合わせる必要がない。

また、インナーヨークとアウターヨーク間は非接触であるため、機械ロスの非常に小さい高効率駆動が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本発明の一実施例によるリニアアクチュエータの側断面概略図
【図２】図１の支持バネの平面図
【図３】図１の要部斜視図
【図４】本実施例によるインナーヨークを構成する磁性板の平面図
【図５】図１の要部分解斜視図
【図６】本実施例によるアウターヨークを構成する磁性板の平面図
【図７】本実施例によるアウターヨークの一部斜視図
【図８】本実施例によるインナーヨークとアウターヨークを示す要部斜視図
【図９】他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面概略図
【図１０】図９の支持バネの平面図
【図１１】本発明の他の実施例による支持バネの平面図
【図１２】他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面概略図
【図１３】図１２の支持バネの平面図
【図１４】他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面概略図
【図１５】本実施例による外筒の構成を示す分解斜視図

【図１６】他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面要部概略図
【図１７】本実施例による側断面要部概略図
【図１８】他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面要部概略図
【図１９】他の実施例によるインナーヨークとアウターヨークを示す要部斜視図
【図２０】本実施例のリニアアクチュエータの最大ストローク状態を示す要部断面構成図であり、アウターヨークに対してインナーヨークが一方へ最大変位した状態図
【図２１】本実施例のリニアアクチュエータの最大ストローク状態を示す要部断面構成図であり、アウターヨークに対してインナーヨークが他方へ最大変位した状態図
【発明を実施するための形態】
【０００９】
本発明の第１の実施の形態によるリニアアクチュエータは、アウターヨークは、両端面に配置される合わせフレームと、合わせフレームに設けた穴とアウターヨークに設けた貫通孔とを連結する締結部材とを有し、インナーヨークの端面とアウターヨークの端面とを連接する平面形状の板バネからなる支持バネを備え、支持バネの一端を、インナーヨークを固定する内筒に連結し、支持バネの他端を、合わせフレームに連結するものである。本実施の形態によれば、インナーヨークとアウターヨークとを支持バネで連接することで、インナーヨークとアウターヨークとの位置調整を行いやすく、機器の出力軸又は入力軸をインナーヨーク中心部に取り付けるだけでよいため、機器の組み立てを容易に行うことができる。また、本実施の形態によれば、インナーヨークとアウターヨークとの位置調整をあらかじめ調整した後にアクチュエータの組立を行うことができる。また、本実施の形態によれば、外筒のようにアウターヨーク外周側に部材を設けないため、外筒と比較して外形寸法を小さくすることができる。また、本実施の形態によれば、合わせフレームに設けた穴と、アウターヨークに設けた貫通孔とを締結部材で連結することで、合わせフレームをアウターヨークに確実に連結することができる。
本発明の第２の実施の形態によるリニアアクチュエータは、アウターヨークは、両端面に配置される合わせフレームと、合わせフレームに設けた穴とアウターヨークの外周面に設けた溝とを連結する締結部材とを有し、インナーヨークの端面とアウターヨークの端面とを連接する平面形状の板バネからなる支持バネを備え、支持バネの一端を、インナーヨークを固定する内筒に連結し、支持バネの他端を、合わせフレームに連結するものである。本実施の形態によれば、インナーヨークとアウターヨークとを支持バネで連接することで、インナーヨークとアウターヨークとの位置調整を行いやすく、機器の出力軸又は入力軸をインナーヨーク中心部に取り付けるだけでよいため、機器の組み立てを容易に行うことができる。また、本実施の形態によれば、インナーヨークとアウターヨークとの位置調整をあらかじめ調整した後にアクチュエータの組立を行うことができる。また、本実施の形態によれば、外筒のようにアウターヨーク外周側に部材を設けないため、外筒と比較して外形寸法を小さくすることができる。また、本実施の形態によれば、合わせフレームに設けた穴と、アウターヨークの外周面に設けた溝とを締結部材で連結することで、アウターヨークに貫通孔設ける場合と比較して磁気回路に与える影響を少なくし、アクチュエータの効率低下を防止することができる。
本発明の第３の実施の形態は、第１又は第２の実施の形態によるリニアアクチュエータにおいて、支持バネを円弧部が１８０度以下の略Ｃ字状に形成したものである。本実施の形態によれば、インナーヨークとアウターヨークとの中心ずれを少なくすることができる。
本発明の第４の実施の形態は、第１又は第２の実施の形態によるリニアアクチュエータにおいて、支持バネを円弧部が１８０度以上の略Ｃ字状に形成したものである。本実施の形態によれば、インナーヨークとアウターヨークとの相対移動量を大きくすることができる。
本発明の第５の実施の形態は、第１又は第２の実施の形態によるリニアアクチュエータにおいて、インナーヨークを、複数の磁性板を周方向に配列して構成し、磁性板を、インナーヨークを構成した状態で磁石が配置されるヨーク本体部と、ヨーク本体部の両端に設

けたヨーク突出部とで構成し、ヨーク突出部にエンボスを形成したものである。本実施の形態によれば、インナーヨークのヨーク突出部にエンボスを設けることで、外周側のギャップを確実に確保することができる。

本発明の第６の実施の形態は、第１又は第２の実施の形態によるリニアアクチュエータにおいて、アウターヨークを、複数の磁性板を周方向に配列して構成し、磁性板を、アウターヨークを構成した状態でコイルが配置されるヨーク本体部と、ヨーク本体部の両端に設けたヨーク突出部とで構成し、ヨーク本体部にエンボスを形成したものである。本実施の形態によれば、アウターヨークのヨーク本体部にエンボスを設けることで、外周側のギャップを確実に確保することができる。

本発明の第７の実施の形態は、第１又は第２の実施の形態によるリニアアクチュエータにおいて、インナーヨークを、磁性粉末を固めて一体成形し、一体成形したインナーヨークの外周面に磁石を配置したものである。本実施の形態のように、磁性粉末を固めて一体成形したインナーヨークを用いることができる。

本発明の第８の実施の形態は、第１又は第２の実施の形態によるリニアアクチュエータにおいて、アウターヨークを、磁性粉末を固めて一体成形し、一体成形したアウターヨークにコイルを配置したものである。本実施の形態のように、磁性粉末を固めて一体成形したアウターヨークを用いることができる。

本発明の第９の実施の形態は、第１又は第２の実施の形態によるリニアアクチュエータにおいて、インナーヨークの外周面の両端には、それぞれ円筒状の補助ヨークを備え、補助ヨークの間には、外周面に磁石を配置するとともに補助ヨークと磁石との間に空隙を持たせて円筒状のコイルを配置し、アウターヨークの内周面には、一対のティース部の間に空隙を形成し、最大ストローク状態では、補助ヨークの磁石側の端面が、アウターヨークの端面から外方に位置しないものである。本実施の形態によれば、インナーヨークがアウターヨークから外れることがなく安定した動作を確保できる。

本発明の第１０の実施の形態は、第１又は第２の実施の形態によるリニアアクチュエータにおいて、インナーヨークの外周面の両端には、それぞれ円筒状の補助ヨークを備え、補助ヨークの間には、外周面に磁石を配置するとともに補助ヨークと磁石との間に空隙を持たせて円筒状のコイルを配置し、アウターヨークの内周面には、一対のティース部の間に空隙を形成し、最大ストローク状態では、磁石の端面が、アウターヨークの空隙を形成する端面から、アウターヨークの空隙側に位置しないものである。本実施の形態によれば、インナーヨークがアウターヨークから外れることがなく安定した動作を確保できる。

【実施例】

【００１０】

以下本発明の一実施例について図面とともに詳細に説明する。

図１は本実施例によるリニアアクチュエータの側断面概略図である。

本実施例によるリニアアクチュエータは、インナーヨーク１０とアウターヨーク２０とが相対的に往復動作することで発電機や電動機を構成する。

インナーヨーク１０は内筒１１の外周面に固定され、インナーヨーク１０の外周面には磁石１２が配置される。

アウターヨーク２０は外筒２１の内周面に固定され、アウターヨーク２０の内周側にはコイル２２が配置される。

コイル２２が磁石１２と対向するように、アウターヨーク２０は、インナーヨーク１０の外周部に所定のギャップを持って配置される。

インナーヨーク１０とアウターヨーク２０とは、平面形状が略Ｃ字状の支持バネ３０Ａ、３０Ｂで連接されている。

ここで、第１の支持バネ３０Ａによってインナーヨーク１０の一方の端面とアウターヨーク２０の一方の端面とを連接し、第２の支持バネ３０Ｂによってインナーヨーク１０の他方の端面とアウターヨーク２０の他方の端面とを連接する。

支持バネ３０Ａ、３０Ｂの一端は、締結材３１によってインナーヨーク１０に連結され、支持バネ３０Ａ、３０Ｂの他端は、締結材３２によってアウターヨーク２０に連結され

ている。

【００１１】

本実施例では、内筒１１の両端面にはフランジ部１１ａが形成され、締結材３１はこのフランジ部１１ａに設けた孔で固定される。また、締結材３２は、外筒２１の両端面に設けた孔で固定される。

図２は図１の支持バネの平面図である。

インナーヨーク１０の一端には２つの支持バネ３０Ａが配置され、インナーヨーク１０の他端には２つの支持バネ３０Ｂが配置されている。ここで、４つの支持バネ３０Ａ、３０Ｂは同一構成であるので、１つの支持バネ３０Ａについて説明する。

支持バネ３０Ａは、平面形状が略Ｃ字状に形成され、支持バネ３０Ａの一端には締結材３１が配置され、支持バネ３０Ａの他端には締結材３２が配置される。

２つの支持バネ３０Ａを、互いに位相を１８０℃異ならせて、対照に配置し、２つの支持バネ３０Ａで囲まれる空間に内筒１１が配置される。

本実施例のように、インナーヨーク１０を挟み込むように、４つの支持バネ３０Ａ、３０Ｂでインナーヨーク１０とアウターヨーク２０とを連接することで、リニアアクチュエータをコンパクトに構成でき、安定した動作を行わせることができる。

【００１２】

図３は、図１の要部斜視図であり、インナーヨーク１０と磁石１２を示している。

また、図４は、本実施例によるインナーヨークを構成する磁性板の平面図である。

図３に示すように、インナーヨーク１０の外周には、複数の円弧状の磁石１２が配置され、このインナーヨーク１０は、図４に示すように、複数の磁性板４１を周方向に配列して構成している。

磁性板４１は、配列した状態で磁石が配置されるヨーク本体部と、このヨーク本体部の両端に設けたヨーク突出部とで構成し、一方のヨーク突出部には第１のエンボス４１Ａを形成し、他方のヨーク突出部には第２のエンボス４１Ｂを形成し、第１のエンボス４１Ａと第２のエンボス４１Ｂとを非対称に設けている。図においては、第１のエンボス４１Ａは、２つのエンボスで構成し、第２のエンボス４１Ｂは１つのエンボスで構成した場合を示している。

図４に示すように、磁性板４１は、表面と表面、裏面と裏面が重なるように、交互に配列する。従って、隣り合う磁性板４１は、第１のエンボス４１Ａと第２のエンボス４１Ｂとが隣り合う状態となり、仮に第１のエンボス４１Ａと第２のエンボス４１Ｂとが、凹部が形成されるようなエンボス加工であったとしても、凸部が凹部にはまりこむことを防止することができる。

【００１３】

図５は、図１の要部斜視図であり、アウターヨーク２０とコイル２２を示している。

また、図６は、本実施例によるアウターヨークを構成する磁性板の平面図、図７は、本実施例によるアウターヨークの一部斜視図である。

図５に示すように、本実施例では、アウターヨーク２０は、コイル２２を挟み込むように第１のヨーク部２０Ａと第２のヨーク部２０Ｂで構成している。

第１のヨーク部２０Ａと第２のヨーク部２０Ｂを構成する磁性板６０は、ヨークを構成した状態でコイル２２が配置されるヨーク本体部と、ヨーク本体部の一端に設けたヨーク突出部とで構成し、ヨーク本体部にエンボス加工を施している。

第１のヨーク部２０Ａと第２のヨーク部２０Ｂは、それぞれ図６に示すように、少なくとも２種類の磁性板６０を用い、第１の磁性板６１には第１のエンボス６１Ａを形成し、第２の磁性板６２には第２のエンボス６２Ａを形成し、第１のエンボス６１Ａと第２のエンボス６２Ａとを異ならせている。図においては、第１のエンボス６１Ａは、３つのエンボスで構成し、第２のエンボス６２Ａは２つのエンボスで構成した場合を示している。

第１のヨーク部２０Ａと第２のヨーク部２０Ｂとは、第１の磁性板６１と第２の磁性板６２とを交互に周方向に配列して構成している。隣り合う第１の磁性板６１と第２の極性板６２とは、第１のエンボス６１Ａと第２のエンボス６２Ａとが隣り合う状態となり、仮

に第１のエンボス６１Ａと第２のエンボス６２Ａとが、凹部が形成されるようなエンボス加工であったとしても、凸部が凹部にはまりこむことを防止することができる。

図８は、本実施例によるインナーヨークとアウターヨークを示す要部斜視図である。

同図に示すように、インナーヨーク１０とアウターヨーク２０とは、同心円上に配置され、インナーヨーク１０がアウターヨーク２０に対して摺動移動する。

【００１４】

図９は他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面概略図である。なお、上記実施例と同一機能を有する部材には、同一符号を付して説明を省略する。

本実施例では、内筒１１の両端面には中心軸方向に突出させたボス部１１ｂが形成され、締結材３１はこのボス部１１ｂに設けた孔で固定される。また、締結材３２は、外筒２１の両端面に設けた孔で固定される。

図１０は図９の支持バネの平面図である。

インナーヨーク１０の一端には３つの支持バネ３０Ａが配置され、インナーヨーク１０の他端には３つの支持バネ３０Ｂが配置されている。ここで、６つの支持バネ３０Ａ、３０Ｂは同一構成である。

３つの支持バネ３０Ａを、互いに位相を１２０℃異ならせて、対照に配置し、３つの支持バネ３０Ａで囲まれる空間に内筒１１が配置される。支持バネ３０Ａは、締結材３１から締結材３２までの円弧部が１８０度以上に形成されたものである。そして、このような支持バネ３０Ａを３枚用いて構成している。２つの支持ばねより、３つの支持ばねで構成することにより、支持剛性を向上させ、耐久性を高めることができる。さらに、支持ばねが一体構成になっていることで、ばね同士の位置決めをする必要がないので、組み付けが簡便になり、高精度に組み付けることができる。

本実施例のように、インナーヨーク１０を挟み込むように、６つの支持バネ３０Ａ、３０Ｂでインナーヨーク１０とアウターヨーク２０とを連接することで、リニアアクチュエータをコンパクトに構成でき、安定した動作を行わせることができる。

図１１に示す支持バネ３０Ａは、図１０に示す３枚の支持バネ３０Ａを、中心部において連結したものである。

【００１５】

図１２は他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面概略図である。なお、上記実施例と同一機能を有する部材には、同一符号を付して説明を省略する。

本実施例では、内筒１１の両端面の中心に突出させたボス部１１ｃが形成され、締結材３１はこのボス部１１ｃに設けた孔で固定される。また、締結材３２は、外筒２１の両端面に設けた孔で固定される。

図１３は図１２の支持バネの平面図である。

インナーヨーク１０の一端には１つの支持バネ３０Ａが配置され、インナーヨーク１０の他端には１つの支持バネ３０Ｂが配置されている。ここで、支持バネ３０Ａ、３０Ｂは同一構成である。

支持バネ３０Ａは、平面形状がＳ字状に構成され、両端でアウターヨークに固定し、中心部でインナーヨーク１０に固定する。

本実施例のように、インナーヨーク１０を挟み込むように、２つの支持バネ３０Ａ、３０Ｂでインナーヨーク１０とアウターヨーク２０とを連接することで、リニアアクチュエータをコンパクトに構成でき、安定した動作を行わせることができる。なお、図１１に示すように３つの支持バネを採用することによって、支持剛性を高めて構成し、信頼性を高めることができる。

図１４は他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面概略図、図１５は本実施例による外筒の構成を示す分解斜視図である。なお、上記実施例と同一機能を有する部材には、同一符号を付して説明を省略する。

外筒２１は、アウターヨーク２０の外周面を覆う円筒部と、アウターヨーク２０の両端面を覆うフランジ部とから構成され、ボルト孔２５にボルトを用いてアウターヨーク２０を固定する。アウターヨーク２０の両端面を覆うフランジ部には、アウターヨーク２０を

固定するボルト孔２５とともに、締結材３２を固定するためのボルト孔２６を有する。外筒２１は、２つの部材２１Ａ、２１Ｂに分割され、これらの部材２１Ａ、２１Ｂを付き合わせることで構成される。

【００１６】

図１６は他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面要部概略図、図１７は本実施例による側断面要部概略図である。なお、上記実施例と同一機能を有する部材には、同一符号を付して説明を省略する。

本実施例は、図１４に示す外筒２１の代わりに、一対の合わせフレーム２１Ｘ、２１Ｙを用いたものである。一対の合わせフレーム２１Ｘ、２１Ｙは、リング形状をしており、アウターヨーク２０の両端面に配置している。一対の合わせフレーム２１Ｘ、２１Ｙには、アウターヨーク２０を固定するボルト孔２５Ａとともに、締結材３２を固定するためのボルト孔２６を有する。

本実施例では、アウターヨーク２０には、貫通孔２５Ｂを設けており、ボルト孔２５Ａと貫通孔２５Ｂとに締結部材（通しボルト）２５Ｃを挿入することで、一対の合わせフレーム２１Ｘ、２１Ｙとアウターヨーク２０を連結する。

本実施例によれば、図１４に示す外筒２１のようにアウターヨーク２０の外周側に部材を設けないため、外筒２１と比較して外形寸法を小さくすることができる。

【００１７】

図１８は他の実施例によるリニアアクチュエータの側断面要部概略図であり、図１７に相当する。なお、上記実施例と同一機能を有する部材には、同一符号を付して説明を省略する。

本実施例は、図１７に示す貫通孔２５Ｂの代わりに溝２５Ｄを設けたものである。溝２５Ｄは、アウターヨーク２０の外周面に設けている。

本実施例によれば、図１７に示す貫通孔２５Ｂと比較して磁気回路に与える影響を少なくし、アクチュエータの効率低下を防止することができる。

【００１８】

図１９は、他の実施例によるインナーヨークとアウターヨークを示す要部斜視図である。

本実施例では、インナーヨーク１０Ｘとして、磁性粉末を固めて一体成形したものを用い、一体成形したインナーヨーク１０Ｘの外周面に図示しない磁石を配置する。また、アウターヨーク２０Ｚとして、磁性粉末を固めて一体成形したものを用い、一体成形したアウターヨーク２０Ｚにコイル２２を配置する。

本実施の形態のように、磁性粉末を固めて一体成形したインナーヨーク１０Ｘ及びアウターヨーク２０Ｚを用いることができる。

同図に示すように、インナーヨーク１０Ｘとアウターヨーク２０Ｚとは、同心円上に配置され、インナーヨーク１０Ｘがアウターヨーク２０Ｚに対して摺動移動するが、アウターヨーク２０Ｚがインナーヨーク１０Ｘに対して摺動移動するものでもよい。

なお、アウターヨーク２０Ｚは、コイル２２を挟み込むように第１のヨーク部２０Ｘと第２のヨーク部２０Ｙで構成している。

【００１９】

次に、本実施例のリニアアクチュエータのストローク範囲について説明する。

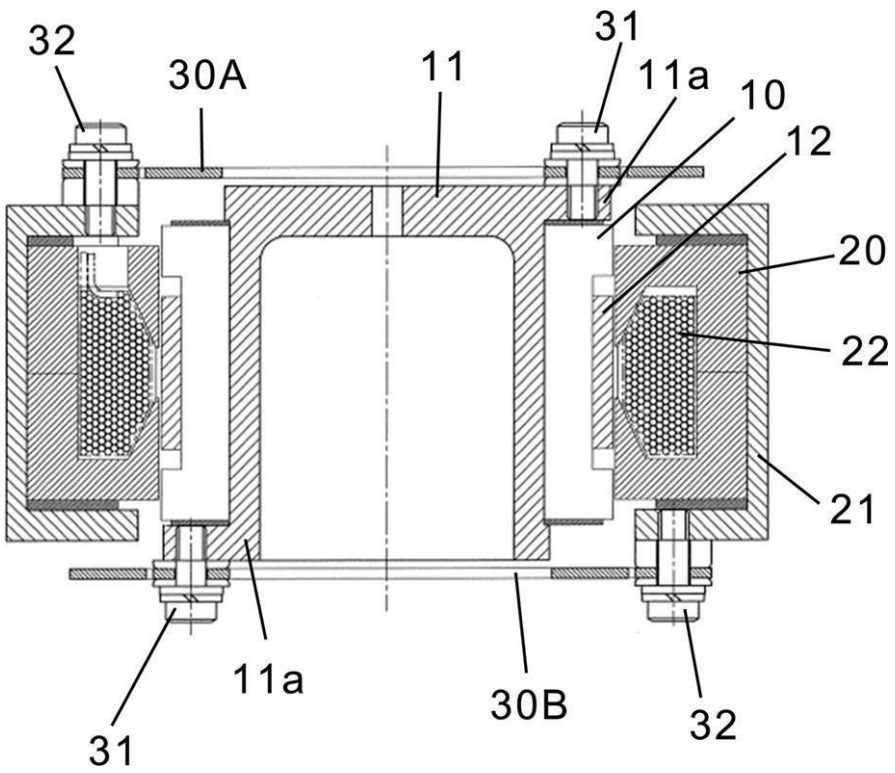
図２０、及び図２１は、本実施例のリニアアクチュエータの最大ストローク状態を示す要部断面構成図であり、図２０はアウターヨークに対してインナーヨークが一方へ最大変位した状態、図２１はアウターヨークに対してインナーヨークが他方へ最大変位した状態である。

インナーヨーク１０の外周面の両端には、それぞれ円筒状の補助ヨーク１０Ａを備え、補助ヨーク１０Ａと磁石１２との間には、空隙１０Ｂが形成されている。この空隙１０Ｂは、高磁気抵抗領域として機能し、磁石１２からの磁束が補助ヨーク１０Ａに漏れるのを防止する。

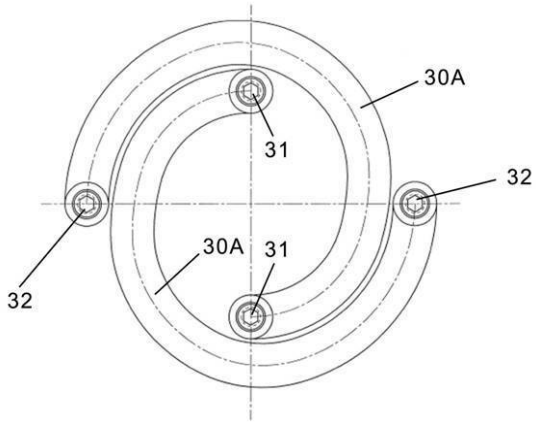
一方、アウターヨーク２０の内周面には、一対のティース部の間に空隙２０Ａが形成さ

れている。
図に示すように、最大ストローク状態では、インナーヨーク１０の補助ヨーク１０Ａの磁石１２側の端面が、アウターヨーク２０の端面から外方に位置せず、また磁石１２の端面が、アウターヨーク２０の空隙２０Ａを形成する端面から、空隙２０Ａ側に位置しないことが好ましい。
インナーヨーク１０の補助ヨーク１０Ａの磁石１２側の端面を、アウターヨーク２０の端面から外方に位置させると、パワーは出るがインナーヨーク１０がアウターヨーク２０から外れてしまう。また、磁石１２の端面を、アウターヨーク２０の空隙２０Ａを形成する端面から、空隙２０Ａ側に位置させると、パワーは出るがインナーヨーク１０がアウターヨーク２０から外れてしまう。
一方、インナーヨーク１０の補助ヨーク１０Ａの磁石１２側の端面を、アウターヨーク２０の端面より内側に位置させると、パワーは出ないがインナーヨーク１０がアウターヨーク２０から外れることがなく安定した動作を確保できる。また、磁石１２の端面を、アウターヨーク２０の空隙２０Ａを形成する端面から、ティース部側に位置させると、パワーは出ないがインナーヨーク１０がアウターヨーク２０から外れることがなく安定した動作を確保できる。
【００２０】
以上のように本実施例によれば、インナーヨーク１０とアウターヨーク２０との位置調整をあらかじめ調整した後に組立を行うことができる。
本実施例によれば、インナーヨーク１０の端面とアウターヨーク２０の端面とを、板バネからなる支持バネ３０で連接することで、インナーヨーク１０とアウターヨーク２０との位置調整を行いやすい。
また本実施例によれば、インナーヨーク１０を挟むように一対の支持バネ３０で支持することで、リニアアクチュエータをコンパクトに構成できる。
また本実施例によれば、支持バネ３０の一端を、インナーヨーク１０を固定する内筒１１に連結し、支持バネ３０の他端を、アウターヨーク２０を固定する外筒２１に連結するため、インナーヨーク１０とアウターヨーク２０との位置調整をあらかじめ調整した後にアクチュエータの組立を行うことができる。
また本実施例によれば、外筒２１を分割された二つの部材で構成することで、インナーヨーク１０とアウターヨーク２０との組み立て誤差を少なくすることができる。
また本実施例によれば、支持バネ３０を円弧部が１８０度以下の略Ｃ字状に形成することで、インナーヨーク１０とアウターヨーク２０との中心ずれを少なくすることができる。
また本実施例によれば、支持バネ３０を円弧部が１８０度以上の略Ｃ字状に形成することで、インナーヨーク１０とアウターヨーク２０との相対移動量を大きくすることができる。
また本実施例によれば、インナーヨーク１０を、複数の磁性板４１を周方向に配列して構成し、磁性板４１を、インナーヨーク１０を構成した状態で磁石１２が配置されるヨーク本体部と、ヨーク本体部の両端に設けたヨーク突出部とで構成し、ヨーク突出部にエンボスを形成したことで、インナーヨーク１０のヨーク突出部にエンボスを設けることで、外周側のギャップを確実に確保することができる。
また本実施例によれば、アウターヨーク２０を、複数の磁性板６０を周方向に配列して構成し、磁性板６０を、アウターヨーク２０を構成した状態でコイル２２が配置されるヨーク本体部と、ヨーク本体部の両端に設けたヨーク突出部とで構成し、ヨーク本体部にエンボスを形成したことで、アウターヨーク２０のヨーク本体部にエンボスを設けることで、外周側のギャップを確実に確保することができる。
なお、上記実施例では、インナーヨーク１０がアウターヨーク２０に対して摺動移動する場合で説明したが、アウターヨーク２０がインナーヨーク１０に対して摺動移動する場合であってもよい。
【産業上の利用可能性】

【００２１】
本発明のリニアアクチュエータは、発電機や電動機として利用することができる。
【符号の説明】
【００２２】
１０　インナーヨーク
１１　内筒
１２　磁石
２０　アウターヨーク
２１　外筒
２２　コイル
３０Ａ、３０Ｂ　支持バネ

【図１】


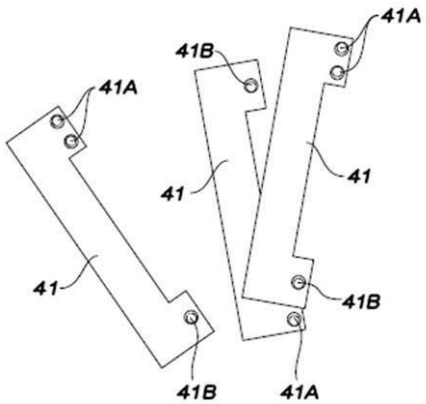
【図２】



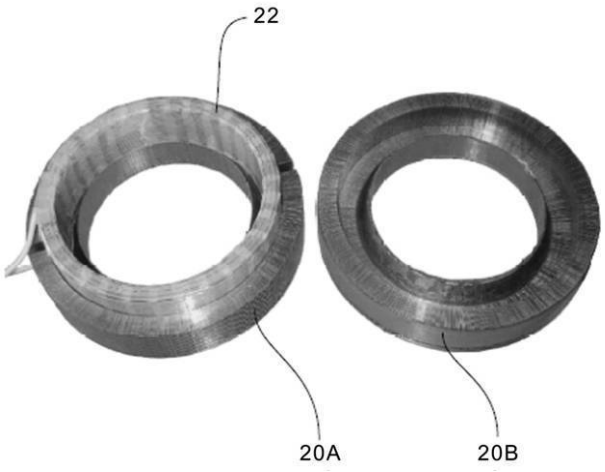
【図３】



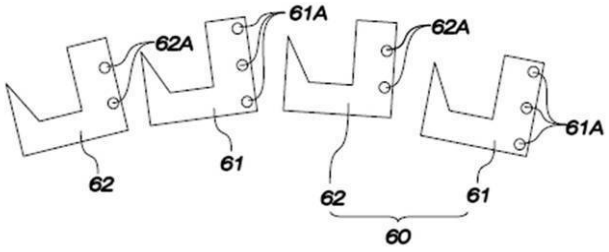
【図４】



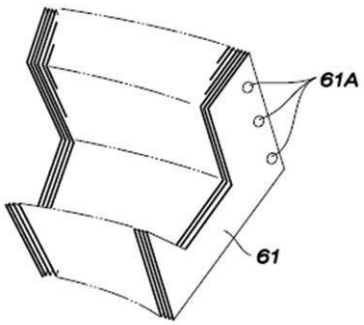
【図５】



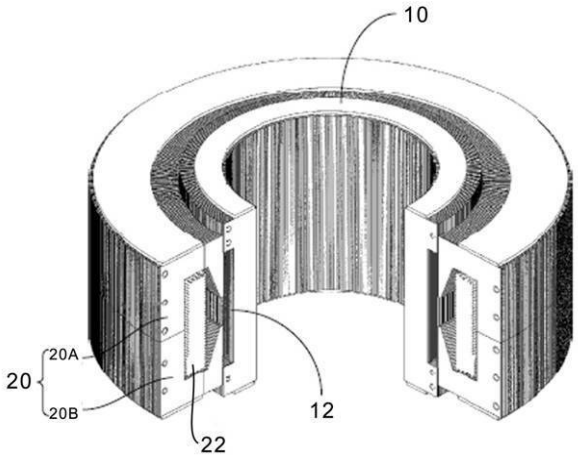
【図６】



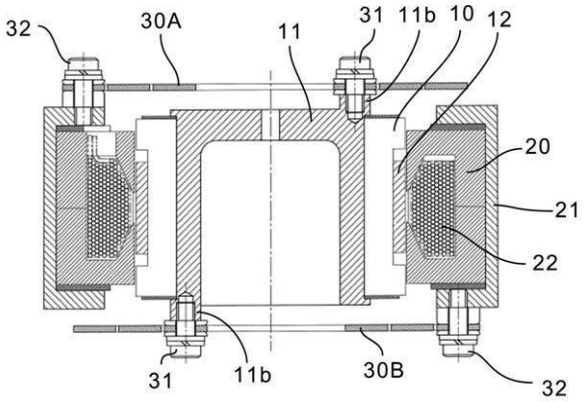
【図７】



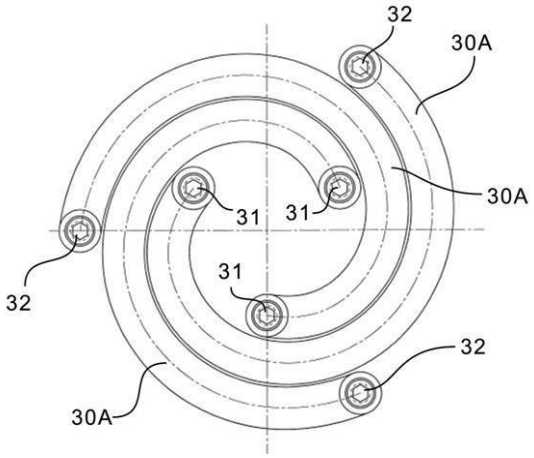
【図８】



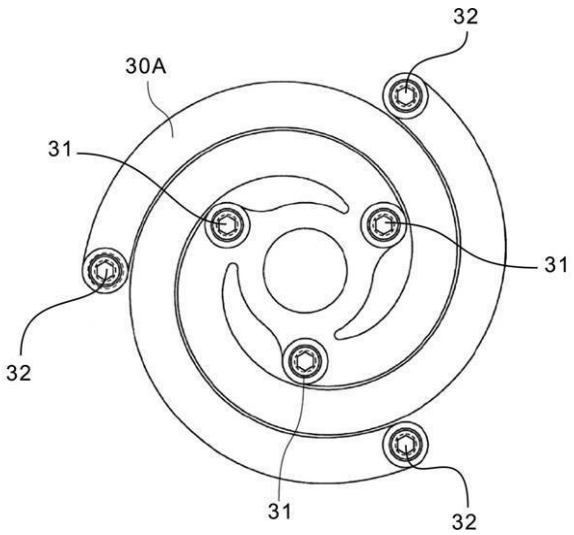
【図９】


32
30A
11
31
11b
10
12
20
21
22
31
11b
30B
32

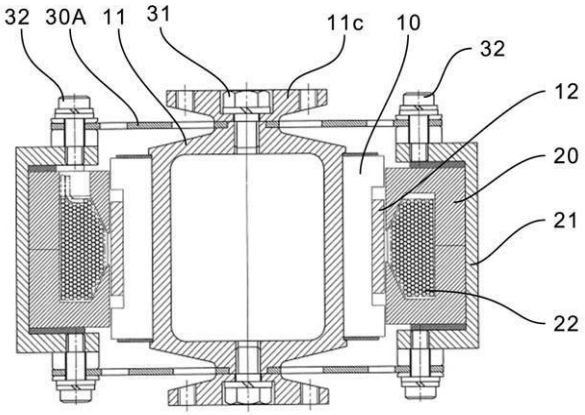
【図１０】


32
30A
30A
31
31
31
32
32
30A

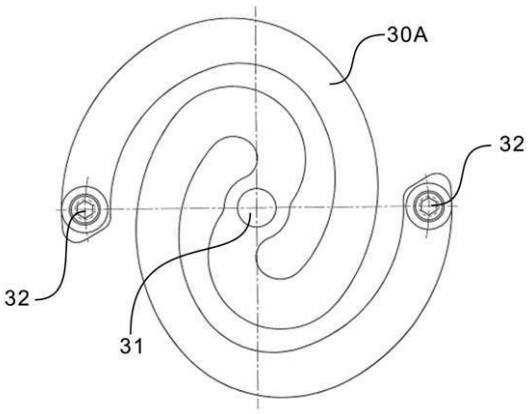
【図１１】


32
30A
31
31
32
31
32

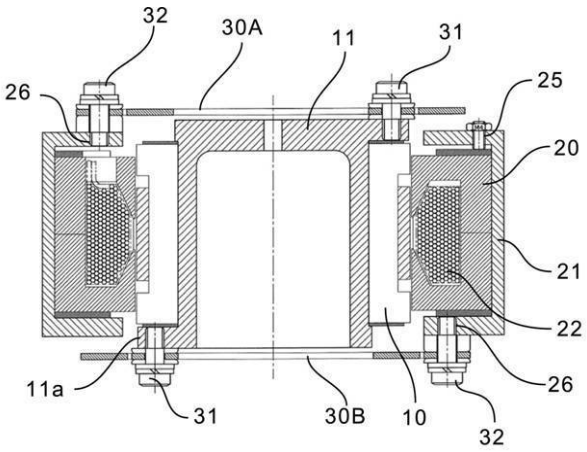
【図１２】


32
30A
11
31
11c
10
32
12
20
21
22

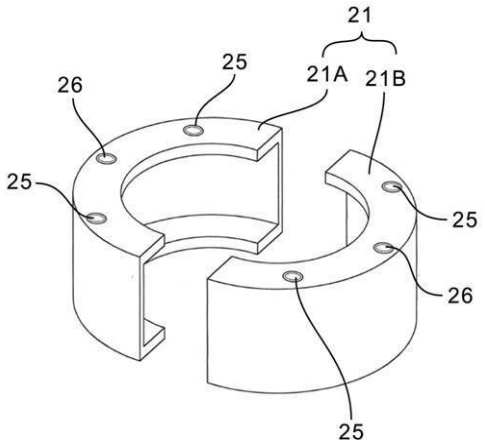
【図１３】


30A
32
32
31

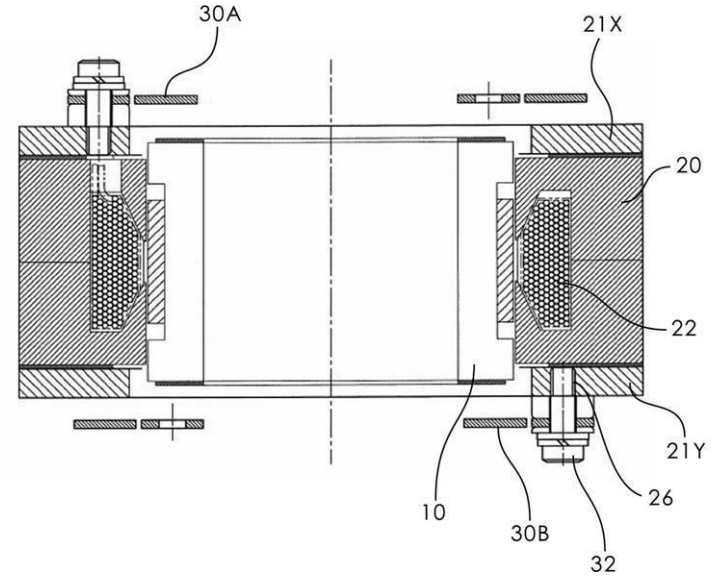
【図１４】


32
30A
11
31
26
25
20
21
22
11a
31
30B
10
32
26

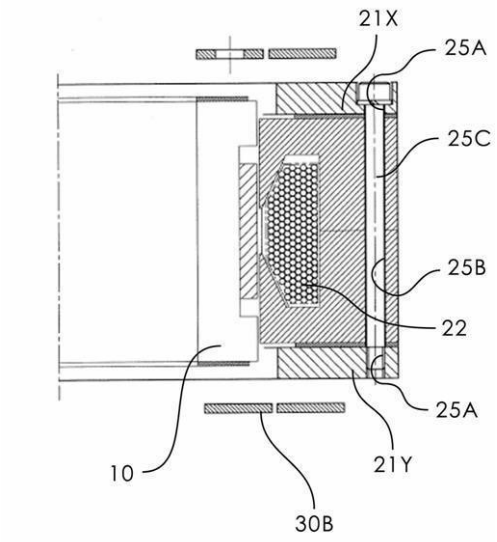
【図１５】


21
21A
21B
25
26
25
25
26
25

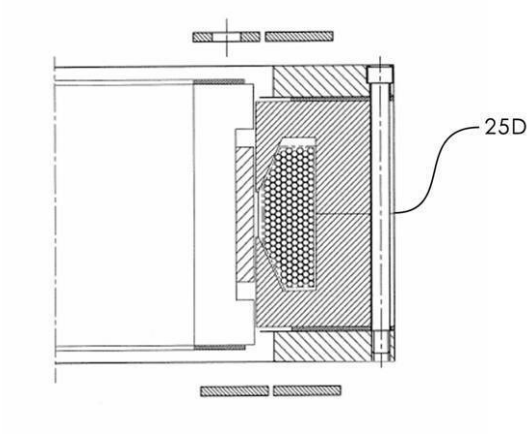
【図１６】


30A
21X
20
22
21Y
26
10
30B
32

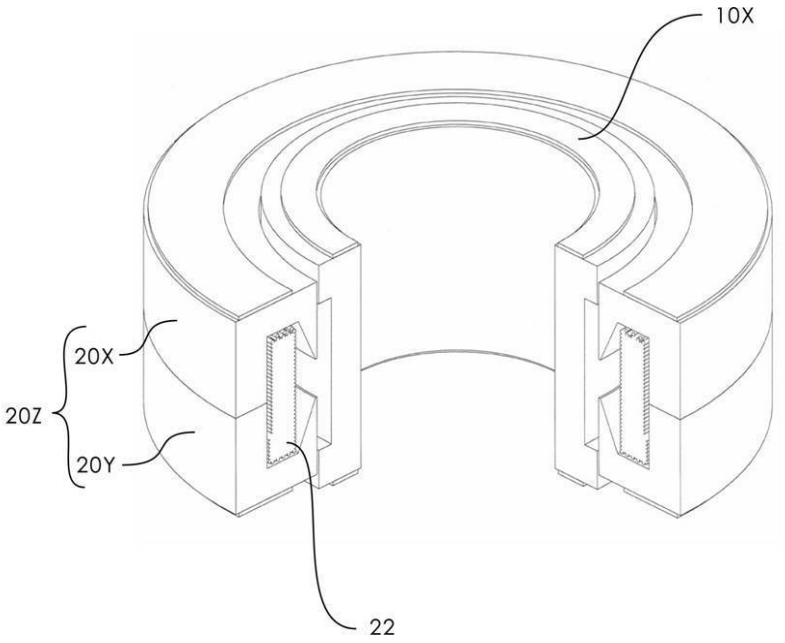
【図１７】


21X
25A
25C
25B
22
25A
21Y
10
30B

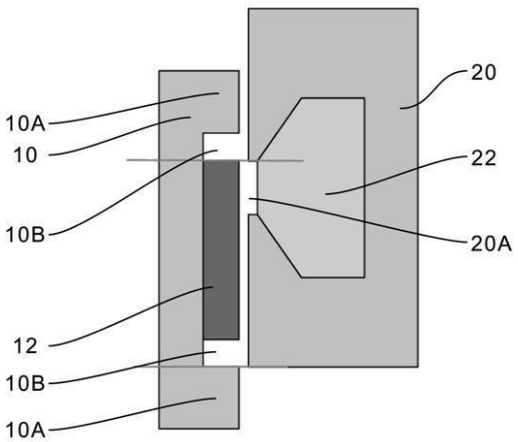
【図１８】



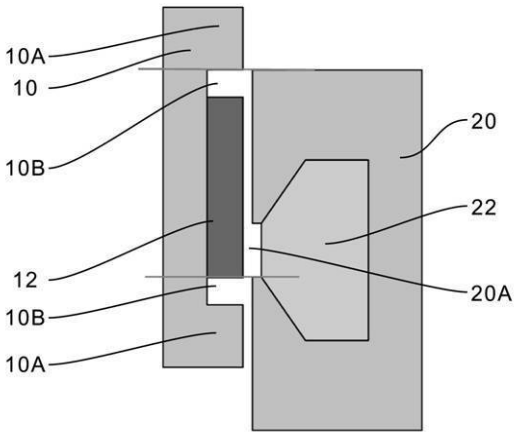
【図１９】



【図２０】



【図２１】



フロントページの続き

(72)発明者　村尾　景司
大阪府大阪市中央区城見２丁目１番６１号　株式会社ｅスター内
(72)発明者　星野　健
東京都調布市深大寺東町７丁目４４番地１　独立行政法人　宇宙航空研究開発機構内
(72)発明者　吉原　正一
東京都調布市深大寺東町７丁目４４番地１　独立行政法人　宇宙航空研究開発機構内

審査官　田村　耕作

(56)参考文献　特許第５２６３６４９（ＪＰ，Ｂ２）
特開２００７－２７４８７１（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２２３３６８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０９２１５５（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－３１８８５９（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１８７６３８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０５６９７２（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１４０９０１（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１５１７５０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２３７５５２（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１３５３５０（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０００／０６２４０６（ＷＯ，Ａ１）

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