

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2023-103600
(P2023-103600A)

(43)公開日 令和5年7月27日(2023.7.27)

(51)国際特許分類
H 0 2 K 41/03 (2006.01)

F I
H 0 2 K 41/03

A

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 18 O L (全20頁)

(21)出願番号	特願2022-4213(P2022-4213)	(71)出願人	509186579
(22)出願日	令和4年1月14日(2022.1.14)		日立Astemo株式会社
			茨城県ひたちなか市高場2520番地
		(74)代理人	110000350
			ポレール弁理士法人
		(72)発明者	青山 康明
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所内
		Fターム (参考)	5H641 BB06 GG02 HH03 HH08 HH19

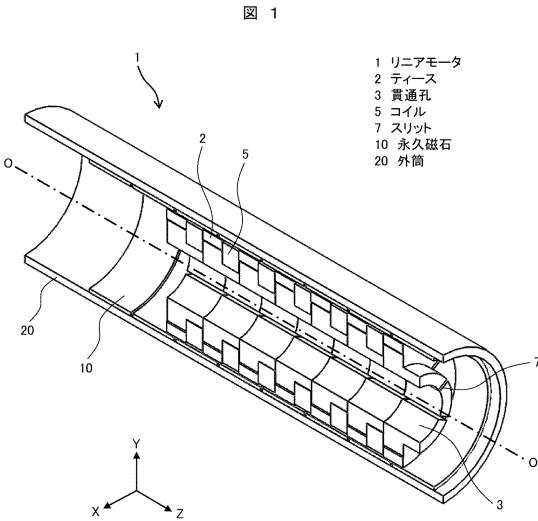
(54)【発明の名称】 リニアモータ及びこれを備えた電動サスペンション装置

(57)【要約】

【課題】 推力の低下、温度の上昇を抑制したリニアモータを提供する。

【解決手段】 本発明のリニアモータは、ティース2及びティース2に備えられたコイル5を有する電機子8と、電機子8の外周側に備えられた永久磁石10とを有し、電機子8と永久磁石10が相対的に移動する。ティース2には、ティース2に流れる渦電流路の抵抗値を上げるスリット7が備えられている。スリット7は、ティースの内周側から外周側に延びるように配置している。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ティース及び前記ティースに備えられたコイルを有する電機子と、前記電機子の外周側に備えられた永久磁石とを有し、前記電機子と前記永久磁石が相対的に移動するリニアモータであって、

前記ティースには、前記ティースに流れる渦電流路の抵抗値を上げる高抵抗部を備えたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記ティースの中心から前記コイルが挿入される前記ティースの窪みの内周側面までの距離を R_c とし、前記ティースの中心から前記高抵抗部の最外周までの距離を R_s としたとき、 $R_s > R_c$ の関係にあることを特徴とするリニアモータ。

10

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記ティースは中心部に貫通孔を備えたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記ティースは移動方向に複数備えたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 5】

請求項 1 において、

前記高抵抗部はスリットであることを特徴とするリニアモータ。

20

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記スリットは、前記ティースの内周側から外周側に延びるように配置した第 1 スリットであることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記ティースの外周側から内周側に延びるように配置した第 2 スリットを備えたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 8】

請求項 7 において、

前記第 1 スリット及び前記第 2 スリットはそれぞれ複数備え、

前記第 2 スリットは、隣り合う前記第 1 スリットの間に位置させたことを特徴とするリニアモータ。

30

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 において、

前記第 1 スリットの深さを L_i とし、前記第 2 スリットの深さを L_o とし、前記ティースの内周側から外周側までの径方向長さを L_t としたとき、 $L_t \leq L_i + L_o$ の関係にあることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 10】

請求項 7 又は 8 において、

前記第 1 スリットの数 S_i とし、前記第 2 スリットの数 S_o としたとき、 $S_o \geq S_i$ の関係にあることを特徴とするリニアモータ。

40

【請求項 11】

請求項 7 又は 8 において、

前記第 2 スリットは、内周側から外周側に向かって幅が広がることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 12】

請求項 11 において、

前記第 1 スリット及び前記第 2 スリットには、鉄より熱伝導率が高い部材を挿入したこ

50

とを特徴とするリニアモータ。

【請求項 13】

請求項 6 において、

前記ティースの外周面に、周方向に延びるように配置した第 3 スリットを備えたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 14】

請求項 13 において、

前記第 1 スリットの深さと、前記第 3 スリットの深さの合計は、前記ティースの内周と外周の間の距離によりも大きくしたことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 15】

請求項 14 において、

前記第 1 スリットと、前記第 3 スリットとは、前記ティースの内部で連通していることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 16】

請求項 7 において、

前記ティースの外周面に、周方向に延びるように配置した第 3 スリットを備え、前記第 1 スリット、前記第 2 スリット、前記第 3 スリットは、前記ティースの内部で連通していることを特徴とするリニアモータ。

【請求項 17】

請求項 1 において、

前記高抵抗部は、前記ティースを複数に分割して形成したことを特徴とするリニアモータ。

【請求項 18】

請求項 1 乃至請求項 17 の何れか 1 項に記載のリニアモータを備えた電動サスペンション装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はリニアモータ及びこれを備えた電動サスペンション装置に関する。

【背景技術】

【0002】

リニアモータを備えたサスペンションとして、例えば特許文献 1 に記載の技術がある。

【0003】

特許文献 1 に記載のサスペンションは、内周側に磁石を備えた有底筒状の外筒と、前記外筒に移動可能に挿入され、一端側が前記外筒から延出し、他端側の外周側に電機子を備えた中空の第 1 ロッドと、一端側が前記第 1 ロッドの内周側に摺動可能に嵌合され、他端側が前記外筒の底部に固定される第 2 ロッドと、により構成されている。第 1 ロッドの一端側の内周には、前記第 2 ロッドの外周との間に隙間部が形成されている。隙間部には、一端側が前記電機子と接続され、他端側が外部へ延びる配線が配されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013-29159 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 のサスペンションは、内周側に磁石を備えた有底筒状の外筒と、前記外筒の内側に挿入された電機子が、相対的に駆動するリニアモータで構成している。リニアモータは、外周側に永久磁石と永久磁石の磁束を還流させる磁性体の外筒を有しており、その内側にコイルおよびティースからなる電機子を配置している。この構造では、薄肉化（径

10

20

30

40

50

方向の寸法が小さい構造)が可能である永久磁石と磁性体からなる外筒とが配置され、径方向の寸法が大きいコイルとティースを配置することで、ギャップ面(永久磁石と電機子の対向面)を外周側に配置することが可能となり、大きな推力が得られる。

【0006】

一般的に電機子はコイルの周りを囲うように磁性体のティースや磁路を構成するため、必然的に径方向の寸法が大きくなる。このため、電機子を外周側に配置した構造では、ギャップ面が内径側に配置されるため、ギャップ面の面積が小さくなり得られる推力が小さくなる。従って、外周側に永久磁石と永久磁石の磁束を還流させる磁性体の外筒を有し、その内側にコイルおよびティースからなる電機子を配置することで大きな推力が得られる。

10

【0007】

しかしながら、電機子のコイルをU字状に囲う磁性体は、円盤形状をしており、内周側に行くほど磁性体における磁束の経路の断面積が小さくなるため、磁束の飽和が発生しやすく、磁束密度が高くなる。磁束密度は内周側に行くほど高くなり、磁性体中の磁束密度Bのべき乗で発生する損失が大きくなり、リニアモータの推力が減少し、電機子中央部の磁性体の温度が高くなるといった課題があった。

【0008】

本発明の目的は、上記課題を解決し、推力の低下、温度の上昇を抑制したリニアモータ及びこれを備えた電動サスペンション装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

上記目的を達成するために本発明は、ティース及び前記ティースに備えられたコイルを有する電機子と、前記電機子の外周側に備えられた永久磁石とを有し、前記電機子と前記永久磁石が相対的に移動するリニアモータであって、前記ティースには、前記ティースに流れる渦電流路の抵抗値を上げる高抵抗部を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、推力の低下、温度の上昇を抑制したリニアモータ及びこれを備えた電動サスペンション装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0011】

【図1】本発明の実施例1に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【図2】本発明の実施例1に係る電機子の外観斜視図である。

【図3】本発明の実施例1に係るリニアモータをZ方向から見た正面図である。

【図4】本発明の実施例1に係るリニアモータをZ方向から見た背面図である。

【図5】本発明の実施例1に係るリニアモータ1をYZ平面で切り取った側面の模式図である。

【図6】6つのコイル5に3相交流を流した、ある瞬間の損失の分布を示す図である。

【図7】磁界解析を用いたスリット7がある場合と、ない場合における渦電流損失の比率を比較する図である。

40

【図8】本発明の実施例2に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【図9】本発明の実施例2に係る電機子の外観斜視図である。

【図10】本発明の実施例2に係るリニアモータをZ方向から見た背面図である。

【図11】比較例に係るリニアモータをZ方向から見た正面図である。

【図12】本発明の実施例3に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【図13】本発明の実施例3に係る電機子の外観斜視図である。

【図14】本発明の実施例3に係るリニアモータをZ方向から見た背面図である。

【図15】本発明の実施例4に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【図16】本発明の実施例4に係る電機子の外観斜視図である。

【図17】本発明の実施例4に係るリニアモータをZ方向から見た背面図である。

50

【図 18】本発明の実施例 4 の応用例に係る電機子の外観斜視図である。

【図 19】本発明の実施例 4 の応用例に係るリニアモータを Z 方向から見た背面図である。

【図 20】本発明の実施例 5 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【図 21】本発明の実施例 5 に係る電機子の外観斜視図である。

【図 22】本発明の実施例 5 に係るリニアモータ 1 を Y Z 平面で切り取った側面の模式図である。

【図 23】本発明の実施例 5 の応用例に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【図 24】本発明の実施例 5 の応用例に係る電機子の外観斜視図である。

【図 25】本発明の実施例 6 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

10

【図 26】本発明の実施例 6 に係る電機子の外観斜視図である。

【図 27】本発明の実施例 6 に係るリニアモータを Z 方向から見た背面図である。

【図 28】本発明の実施例 6 の応用例 1 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【図 29】本発明の実施例 6 の応用例 1 に係る電機子の外観斜視図である。

【図 30】本発明の実施例 6 の応用例 1 に係るリニアモータを Z 方向から見た背面図である。

【図 31】本発明の実施例 6 の応用例 2 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【図 32】本発明の実施例 6 の応用例 2 に係る電機子の外観斜視図である。

【図 33】本発明の実施例 6 の応用例 2 に係るリニアモータを Z 方向から見た背面図である。

20

【図 34】本発明の実施例 7 に係るリニアモータを搭載した電動サスペンション装置の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施例について添付の図面を参照しつつ説明する。同様の構成要素には同様の符号を付し、同様の説明は繰り返さない。

【0013】

本発明の各種の構成要素は必ずしも個々に独立した存在である必要はなく、一の構成要素が複数の部材から成ること、複数の構成要素が一の部材から成ること、或る構成要素が別の構成要素の一部であること、或る構成要素の一部と他の構成要素の一部とが重複すること、などを許容する。

30

【実施例 1】

【0014】

本実施例では、電動サスペンション装置に適用するリニアモータの例を説明する。図 1 は、本発明の実施例 1 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。

【0015】

リニアモータは、筒状に形成された外筒の内部を電機子が往復動する。電機子が移動する軸方向を Z 方向、Z 方向と直交する方向を Y 方向、Z 方向及び Y 方向と直交する方向を X 方向とする。

【0016】

図 1 の模式図は、リニアモータ 1 を Y Z 平面で切り取った図である。図 1 のリニアモータ 1 は永久磁石 5 個に対し、コイル乃至ティースが 6 個配置される 5 極 6 スロット構成のリニアモータの例である。永久磁石とコイル、及びティースの組み合わせは一例であって、この組み合わせに限定されるものではない。例えば、7 極 6 スロット、10 極 12 スロット、8 極 9 スロットなどどのような組み合わせでも同様の効果が得られれば適用可能である。

40

【0017】

コイル 5 とティース 2 (コア) で構成される電機子 8 は、磁性体で構成される外筒 20 の内側に設けられた永久磁石 10 の 2 次側の部材と相対的に直線駆動し、リニアモータ 1 を構成する。電機子 8 と 2 次側部材は、ロッド (図示しない) 等を介してタイヤ側 (図示

50

しない)、車体側(図示しない)に接続され、車体側の振動を抑制する電動サスペンション装置を構成する。ここで、リニアモータ1のコイル5は通常、U相、V相、W相の3相のインバータ(図示しない)に接続され、3相の電流を制御することで、リニアモータ1が軸方向(Z方向)の推力を発生させ振動を抑制するものである。各相のコイル5に電流を流した際に、電流の変化の大きいコイルの近傍の磁性体に損失が発生する。本実施例のリニアモータ1は、中心部に貫通孔3が形成された中空で凸状の磁性体でティース2を構成し、それをZ方向に複数並べて電機子8が構成されている。

【0018】

図2は、本発明の実施例1に係る電機子の外観斜視図である。図3は、本発明の実施例1に係るリニアモータをZ方向から見た正面図である。図4は、本発明の実施例1に係るリニアモータをZ方向から見た背面図である。図5は、本発明の実施例1に係るリニアモータ1をYZ平面で切り取った側面の模式図である。電機子8は、複数のコイル5及びティース2(コア)で構成される。ティース2は、軸方向(Z方向)の突出した突出部2aと、突出部2aから径方向外側(外周側)の延びた平板部2bを備えている。突出部2aの内周側には、軸方向(Z方向)に向かって貫通した貫通孔3が形成されている。

【0019】

電機子8のティース2(コア)には、内周側から外周側に延びるように配置したスリット7(切り込み)が設けられている。スリット7は、突出部2aから平板部2bに亘って形成されている。またスリット7は、後述するようにティース2(コア)に流れる渦電流路の抵抗値を上げる高抵抗部として機能する。本実施例ではスリット7の数は6本であるが、この本数に限定されるわけではない。スリットが少ないと損失抑制効果は小さいが、1本以上の本数があれば、抑制効果は得られる。

【0020】

図3乃至図4に示すように、突出部2aから平板部2bに亘って形成されたスリット7は、ティース2(コア)の内周側から設けられ、コイル5が見える深さまで深さがある。つまり、図5に示すように、ティース2の中心Oからコイル5が挿入されるティースの窪みの内周側面までの距離を R_c とし、ティース2の中心Oからスリット7の最外周までの距離を R_s としたとき、距離 R_s が R_c より大きくなるような関係にある($R_s > R_c$)。つまり、スリット7からコイル5が見える状態になっている。このようにすることで、スリット7に冷却媒体(例えば冷却風、冷却油、冷却水、クーラントなど)を中央部の穴に封入または、一方向から流し込むことにより冷却媒体が直接、コイル5から熱を奪い、冷却することができる。

【0021】

図6は、6つのコイル5に3相交流を流した、ある瞬間の損失の分布を示す図である。ティース2(コア)では、外径側に向かって磁路面積が拡大するため、ティース2(コア)の外周側は磁束密度が低くなる。一方、ティース2(コア)の内周側は磁束密度が高くなる。ティース2(コア)を一体で形成した場合、磁束密度が高い内周側で渦電流による損失が大きくなる。図6に示すように、渦電流損失は、ティース2のコイル5が収まる内周側(紙面下側)に分布し、とくに、コイル5の中心側に高い損失の領域が発生する。

【0022】

そこで、本実施例では、渦電流路を分断するために、ティース2(コア)にスリット7を備えている。スリット7は、中心Oからティース2のコイル5が挿入される窪みの内周側の面までの距離 R_c に対して、中心Oからスリット7の最外周位置までの距離 R_s が大きくなるようにしている。スリット7は、磁性体であるティース2(コア)に流れる渦電流路の抵抗値を上げる高抵抗部となるので、渦電流による損失が高い領域での磁性体を分断することができ、損失抑制効果を高めることができる。

【0023】

図7は、磁界解析を用いたスリット7がある場合と、ない場合における渦電流損失の比率を比較する図である。図7では、縦軸に損失比、横軸に電機子8のZ方向位置(Z1~Z3)を示している。損失比は電機子8のZ方向位置に応じて変化するが、ティース2(

10

20

30

40

50

コア) にスリット 7 を入れることで、損失が抑制され、本例では平均値で約 30 % 程度の損失が抑制できている。

【0024】

本実施例によれば、ティース 2 (コア) にスリット 7 を備え、このスリット 7 は中心 O からティース 2 のコイル 5 が挿入される窪みの内周側の面までの距離 R_c に対して、中心 O からスリット 7 の最外周位置までの距離 R_s が大きくなるようにしているので、渦電流による損失抑制効果を高めることができる。

【実施例 2】

【0025】

本発明の実施例 2 について説明する。図 8 は、本発明の実施例 2 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。図 8 の模式図は、リニアモータ 1 を YZ 平面で切り取った図である。図 9 は、本発明の実施例 2 に係る電機子の外観斜視図である。図 10 は、本発明の実施例 2 に係るリニアモータを Z 方向から見た背面図である。実施例 1 と同一の構成については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0026】

実施例 2 のリニアモータ 1 は、電機子 (ティース 2) の内周側から外周側に延びるように配置した 6 本のスリット 7 a (第 1 スリット)、外周側から内周側に延びるように配置した 6 本のスリット 7 b (第 2 スリット) が設けられている。電機子 8 の内周側の磁性体は、ティース 2 の円周の外周部から内周部に向かって磁束が集中する。つまり、磁束密度が外周部で疎、内周部で密になる。この磁束が密になる内周部にスリットを設けるのが効果的であるが、内周部は磁束が密になり、磁束の飽和が発生しやすい。この領域に多くのスリットを設けてしまうと、内周側の磁性体自体が減少し、さらに磁束の飽和が強まってしまう。

【0027】

そこで、実施例 2 では、電機子の磁性体 (ティース 2) の内周側から外周側に延びるように配置したスリット 7 a (第 1 スリット)、および外周側から内周側に延びるように配置したスリット 7 b (第 2 スリット) を効率よく配置することで、より損失抑制効果を高めている。スリットを配置するパターンは、図 10 のものに限定されるわけではないが、内周側から外周側に延びるように配置したスリット 7 a と外周側から内周側に延びるように配置したスリット 7 b (第 2 スリット) を均等に、交互に設ける方が効果的に損失を抑制できる。

【0028】

ここで、図 10 に示すように、内周側のコアの中心軸側から外周側 (コイルや永久磁石側) に向かって延びるように配置したスリット 7 a (第 1 スリット) の深さを L_i とし、ティースの外周側から内周側に延びるように配置したスリット 7 b (第 2 スリット) の深さを L_o とし、内周側から外周側までの径方向長さ (径方向の厚さ) を L_t としたとき、 $L_t \leq L_i + L_o$ の関係とすることにより、中心軸に対して同一半径にある磁性体の円周面が必ずスリットによって分断されることになる。換言すると、スリット 7 a (第 1 スリット) とスリット 7 b (第 2 スリット) とは周方向において一部が重なるように配置されている。

【0029】

図 11 は、比較例に係るリニアモータを Z 方向から見た正面図である。図 11 では、リニアモータ 1 のティース 2 の内周側から外周側に延びるように配置した 6 本のスリット 7 a (第 1 スリット)、外周側から内周側に延びるように配置した 6 本のスリット 7 b (第 2 スリット) が入っている。比較例では、スリットの内外周の長さの総和が、ティースの径方向の厚さ L_t より短く、つまり $L_t > L_i + L_o$ となっている。換言すると、スリット 7 a (第 1 スリット) とスリット 7 b (第 2 スリット) とは周方向において重ならないように配置されている。通常、磁束はティース 2 の外周側から面に直交するように流入する。したがって、この磁束に対し、 $L_t > L_i + L_o$ であると、図 11 において、例えば、 $D \sim D'$ で示した範囲の部分のように、流入した磁束を受ける面が円周上に 1 つに繋が

10

20

30

40

50

ってしまう面が生じる。すなわち、 $D \sim D'$ で示した範囲が渦電流路を形成する。このため、 $D \sim D'$ の面での損失が大きくなり、スリットによる損失抑制効果が減少してしまう。つまり、ティース2の内外からスリットを入れる場合、各スリットの長さ L_i 、 L_o と、ティースにおける径方向の厚さ L_t の関係を、 $L_t \leq L_i + L_o$ とすることが効果的である。

【0030】

実施例2によれば、実施例1に効果に加え、スリットによる損失抑制効果をより高めることができる。

【実施例3】

【0031】

本発明の実施例3について説明する。図12は、本発明の実施例3に係るリニアモータの一例を示す模式図である。図12の模式図は、リニアモータ1をYZ平面で切り取った図である。図13は、本発明の実施例3に係る電機子の外観斜視図である。図14は、本発明の実施例3に係るリニアモータをZ方向から見た背面図である。実施例1、2と同一の構成については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0032】

実施例3のリニアモータ1は、電機子の磁性体（ティース2）の内周側から6本のスリット7a（第1スリット）、外周側から12本のスリット7b（第2スリット）を設けている。このとき、内周側のティース2（コア）の中心軸側から外周側（コイルや永久磁石側）に向かって延びるように配置したスリット7a（第1スリット）の数を S_i とし、ティース2（コア）の外周側から内周側に延びるように配置したスリット7b（第2スリット）の数を S_o としたとき、 $S_o \geq S_i$ の関係にある。電機子の磁性体、つまりティース2の外周部は磁束が疎になる。スリットの本数が増えると磁路断面積が減少し、磁束が密になっていくため磁束の飽和が発生しやすくなる。つまり、磁束のその領域のスリットは数を多くすることが可能であり、磁束が疎になる外周側のスリット数 S_o を、内周側のスリット数 S_i より多くするのが効果的である。また、スリットの幅は渦電流の損失効果を得る場合は細く、冷却効果を得る場合は太くすることでより効率的に、狙った効果が得られる。また、スリット本数を増加させることにより表面積が増大し、冷却性能が大きく向上する。

【0033】

実施例3によれば、電機子の外周側および電機子の内周側の磁束の粗密に合わせて、スリットの幅を考慮し、多くのスリットを入れることで、電機子の表面積を大きくすることが可能となり、冷却効果が向上するとともに、損失抑制効果も得ることができる。

【実施例4】

【0034】

本発明の実施例4について説明する。図15は、本発明の実施例4に係るリニアモータの一例を示す模式図である。図15の模式図は、リニアモータ1をYZ平面で切り取った図である。図16は、本発明の実施例4に係る電機子の外観斜視図である。図17は、本発明の実施例4に係るリニアモータをZ方向から見た背面図である。実施例1乃至3と同一の構成については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0035】

実施例4のリニアモータ1は、電機子8の磁性体（ティース2）の内周側から外周側に向かって延びるように配置した6本のスリット7a（第1スリット）、外周側から内周側に向かって延びるように配置した6本のスリット7b（第2スリット）が設けている。電機子8の磁性体（ティース2）の内周側から延びる6本のスリット7a（第1スリット）は深さ方向（径方向外側）に並行に設けられている。一方で、電機子8の磁性体（ティース2）の外周側から延びる6本のスリット7b（第2スリット）は、深さ方向（径方向内側）に向かって細くなる形状をしている。つまり、外周側に行くほどスリット7b（第2スリット）の幅が広がる。

【0036】

これは、電機子 8 のティース 2 に流れる磁束が、外周側で疎になるため、外周側に行くにしたがって磁束密度が低くなる。このため、外周側に行くほどスリットの幅が広くなるスリット 7 b（第 2 スリット）を、磁性体（ティース 2）の外周側から設けることにより、スリット開口部を大きくすることができる。

【0037】

実施例 4 によれば、冷却効果が高まる一方、スリットを設けることによる磁路断面積減少の影響を少なくすることができ、効率よく冷却をすることが可能となる。

【0038】

本実施例の応用例を図 18 および図 19 に示す。図 18 は、本発明の実施例 4 の応用例に係る電機子の外観斜視図である。図 19 は、本発明の実施例 4 の応用例に係るリニアモータを Z 方向から見た背面図である。

10

【0039】

応用例のリニアモータ 1 は、電機子 8 の磁性体（ティース 2）の内周側に 6 本のスリット 7 a（第 1 スリット）、内周側から外周側に向かって幅が広がるスリット 7 b（第 2 スリット）を 6 本設けている。応用例では、スリット 7 a（第 1 スリット）及びスリット 7 b（第 2 スリット）のそれぞれに高熱伝導部材 9 が挿入されている。電機子 8 の磁性体は、一般的に鉄で構成されている。高熱伝導部材 9 としては、鉄より熱伝導率が高い部材、例えば銅等を用いる。また、同以外の磁性材を用いるようにしても良い。

【0040】

応用例によれば、軸方向（Z 方向）の熱伝達がよくなり、コイル 5 の発生する熱を効率よく分散できる。さらに、スリットによる損失抑制効果も期待できるため、損失が小さく、局所的な熱の上昇を抑制することができる。

20

【実施例 5】

【0041】

本発明の実施例 5 について説明する。図 20 は、本発明の実施例 5 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。図 20 の模式図は、リニアモータ 1 を YZ 平面で切り取った図である。図 21 は、本発明の実施例 5 に係る電機子の外観斜視図である。図 22 は、本発明の実施例 5 に係るリニアモータ 1 を YZ 平面で切り取った側面の模式図である。実施例 1 乃至 4 と同一の構成については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0042】

30

実施例 5 のリニアモータ 1 は、電機子 8 の磁性体（ティース 2）の内周側から外周側に延びるように配置したスリット 7 a（第 1 スリット）を 6 本、電機子 8 の磁性体の外周面側、つまりティース 2 の外周面側に、ティース 2 の周方向に沿って延びるように配置した 2 本のスリット 7 c（第 3 スリット）を設けたものである。スリット 7 a、7 c は、軸方向（Z 方向）に並んだティース 2 毎に設けられている。ティース 2 の外周側の先端に周方向にスリット 7 c（第 3 スリット）を設けることで、ティース 2 の外周部での損失も抑制できる。さらに、ティース先端にスリット 7 c（第 3 スリット）を設けることで、ギャップの軸方向の磁束密度分布の成分において高次成分が含まれ、脈動低減効果も期待できる。

【0043】

40

ここで、実施例 5 では、電機子 8（ティース 2）の内周と外周の間の距離（リング状の電機子 8 の厚さ）に対して、スリット 7 c（第 3 スリット）の深さとスリット 7 a（第 1 スリット）の深さの合計は、電機子 8（ティース 2）の内周と外周の間の距離（リング状の電機子 8 の厚さ）よりも大きくしている。この場合、周方向のスリット 7 c（第 3 スリット）と内周側から延びたスリット 7 a（第 1 スリット）が電機子（ティース 2）の内部で連通する。

【0044】

従って、実施例 5 によれば、例えば冷却媒体が軸方向（内径側から設けたスリット）から流入し、ティース（周方向スリット）からギャップ面に流出するとともに、流入側と逆側（Z 方向の逆側）から流出することにより、冷却効果を高めることができる。さらに、

50

電機子 8 の内部を全体的に冷却することが可能となり、温度分布を抑制できる。

【 0 0 4 5 】

図 2 3 および図 2 4 に、実施例 5 の応用例を示す。図 2 3 は、本発明の実施例 5 の応用例に係るリニアモータの一例を示す模式図である。図 2 4 は、本発明の実施例 5 の応用例に係る電機子の外観斜視図である。

【 0 0 4 6 】

応用例では、ティース 2 の外周側から周方向に設けたスリット 7 c (第 3 スリット) と、ティース 2 の外周側から内周側に設け軸方向 (Z 方向) に貫通させたスリット 7 b (第 2 スリット) と、ティース 2 の内周側から外周側に設け軸方向 (Z 方向) に貫通させたスリット 7 a (第 1 スリット) とを設け、各スリットが電機子 8 (ティース 2) 内で連通している。

10

【 0 0 4 7 】

応用例によれば、スリット 7 a、7 b、7 c を電機子 8 内で連通させることにより、電機子 8 の内部を均一に冷却させることができるとともに、損失の発生も均一化することができ、局所的な温度上昇を抑制できる。各スリットは均一に入れるのが好ましいが、周方向に入れたスリットは高調波の抑制を考慮して軸方向の位置を変えることも可能である。

【実施例 6】

【 0 0 4 8 】

本発明の実施例 6 について説明する。図 2 5 は、本発明の実施例 6 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。図 2 6 は、本発明の実施例 6 に係る電機子の外観斜視図である。図 2 7 は、本発明の実施例 6 に係るリニアモータを Z 方向から見た背面図である。実施例 1 乃至 5 と同一の構成については同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

20

【 0 0 4 9 】

電機子 8 は凸形状のティース 2 を移動方向 (軸方向 (Z 方向)) に複数並べ、ティース 2 の中央部に貫通孔 3 が備えられている。また、ティース 2 は周方向に分割部 7 d によって 6 分割されており、その隣接する部位は接触している。この場合でも、接触面間で接触抵抗 (電氣的に抵抗が高い部位) が発生するため、損失抑制効果が期待できる。すなわち、分割部 7 d は、ティース 2 (コア) に流れる渦電流路の抵抗値を上げる高抵抗部となるので、渦電流による損失を低減できる。換言すると、高抵抗部はティース 2 を複数に分割して形成している。

30

【 0 0 5 0 】

また、図 2 6 に示すように、凸形状したティース 2 の突出した部分 (図の A および B) のみを物理的に分断しても構わない。実施例 6 によれば、このようにすることで、周方向に分割した 6 つの部位を連結保持できる。図 6 に示したように、損失はコイル 5 の外周側に発生しているため、コイル 5 に接触している面のみを分断しても、十分な効果が得られる。

【 0 0 5 1 】

実施例 6 の応用例を図 2 8 乃至図 3 0 を用いて説明する。図 2 8 は、本発明の実施例 6 の応用例 1 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。図 2 9 は、本発明の実施例 6 の応用例 1 に係る電機子の外観斜視図である。図 3 0 は、本発明の実施例 6 の応用例 1 に係るリニアモータを Z 方向から見た背面図である。

40

【 0 0 5 2 】

応用例 1 では、凸形状したティース 2 に貫通孔 3 が形成されていない。ティース 2 は周方向に分割部 7 d によって 6 分割されており、その隣接する部位は接触している。このような場合も同様の効果が得られる。また、図 2 6 と同様に、凸形状したティース 2 の突出した部分 (図の A および B) のみを物理的に分断しても構わない。

【 0 0 5 3 】

また、応用例 2 を図 3 1 乃至図 3 3 を用いて説明する。図 3 1 は、本発明の実施例 6 の応用例 2 に係るリニアモータの一例を示す模式図である。図 3 2 は、本発明の実施例 6 の応用例 2 に係る電機子の外観斜視図である。図 3 3 は、本発明の実施例 6 の応用例 2 に係

50

るリニアモータをZ方向から見た背面図である。

【0054】

応用例2は応用例1と同様、凸形状したティース2に貫通孔3が形成されていない。応用例2では、凸形状したティース2にスリット7が形成されている。スリットは、ティース2の内周側から設け、外周側に設けることも可能である。このようにすることで電機子の磁性体を一体で構成し、スリットを設けることが可能となり、構造上、剛性の高い電機子を構成できる。

【実施例7】

【0055】

本発明の実施例7について説明する。図34は、本発明の実施例7に係るリニアモータを搭載した電動サスペンション装置の構成図である。電動サスペンション装置100は、ティース2とコイル5で構成された電機子の内側にインナーロッド90が接続され、インナーロッド90の端部には、ロッドエンド30、インナーチューブ60が配置される。例えば、ロッドエンド30にはタイヤ側のサスペンションのリンクが結合される。また、電機子の外周側には、ギャップをもって対向する永久磁石10と、永久磁石10外周側に磁性体で構成される外筒20が設けられる。外筒20には、ばね止め50が接続され、圧縮されたばね40が配置される。タイヤ側に接続された電機子と車体側に接続された2次側部材(永久磁石10や外筒20など)は相対的に直線運動をし、インナーチューブ摺動部材80で支持される。また、外筒20には、ロッド支持部材70が結合され、ロッド支持部材70に、例えば、ベアリングやすべり軸受などが設けられ、可動部が相対的に直線運動できるように構成されている。

【0056】

実施例7のリニアモータには、上述した実施例1乃至6の何れかを適用すると良い。実施例7によれば、実施例1乃至6の作用効果を備えた電動サスペンション装置を提供することができる。

〔各実施例に共通する説明〕

本発明は電機子の中心軸側で生じる磁束の集中による渦電流損失を低減するものである。上述した各実施例においては、渦電流路を分断、渦電流路の経路を長くするために磁性体に設けたスリットを用いて説明したが、渦電流路を分断するものであれば、切り込みやスリットに限定されるものではない。例えば、高抵抗部材を挿入する方法、スリットのような隙間はないが部品を分割する方法等、接触抵抗によりティース(コア)に高抵抗部が生じれば同様の効果が得られる。つまり、切り込みやスリットの幅がゼロであっても、2つの部材が接触する際に生じる接触抵抗などの高抵抗部が存在しても構わない。また、その深さも本実施例では効果的な切り込みやスリットの深さを例として記載したが、切り込みやスリットが貫通し、電機子中央部の損失な大きな部位の磁性体が周方向に分割されていても構わない。

【符号の説明】

【0057】

1…リニアモータ、2…ティース、2a…突出部、2b…平板部、3…貫通孔、5…コイル、7、7a、7b、7c…スリット、8…電機子、9…高熱伝導部材、10…永久磁石、20…外筒、30…ロッドエンド、40…ばね、50…ばね止め、60…インナーチューブ、70…ロッド支持部材、80…インナーチューブ摺動部材、90…インナーロッド、100…電動サスペンション装置

10

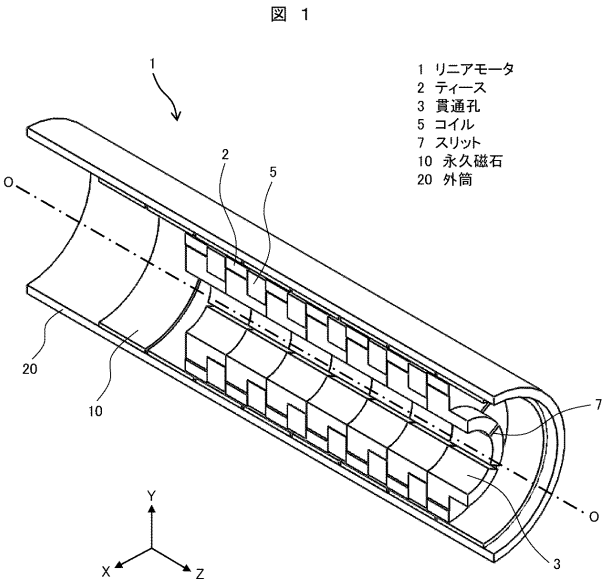
20

30

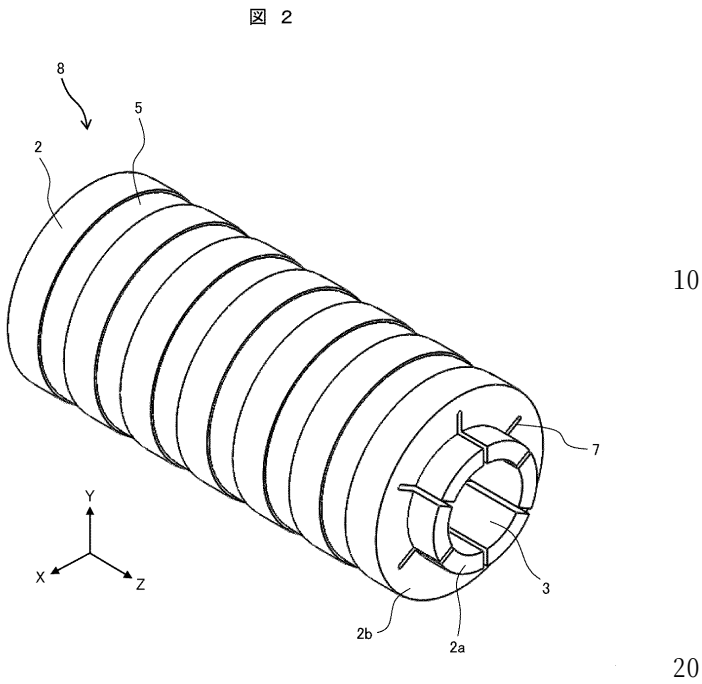
40

50

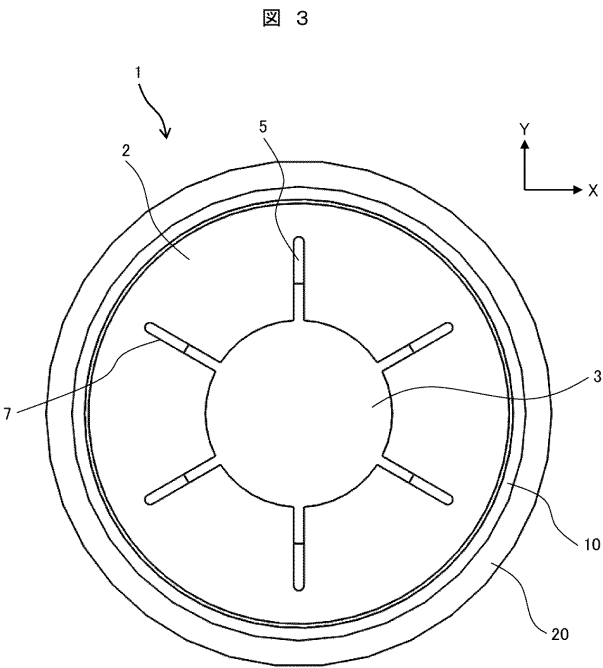
【図面】
【図 1】



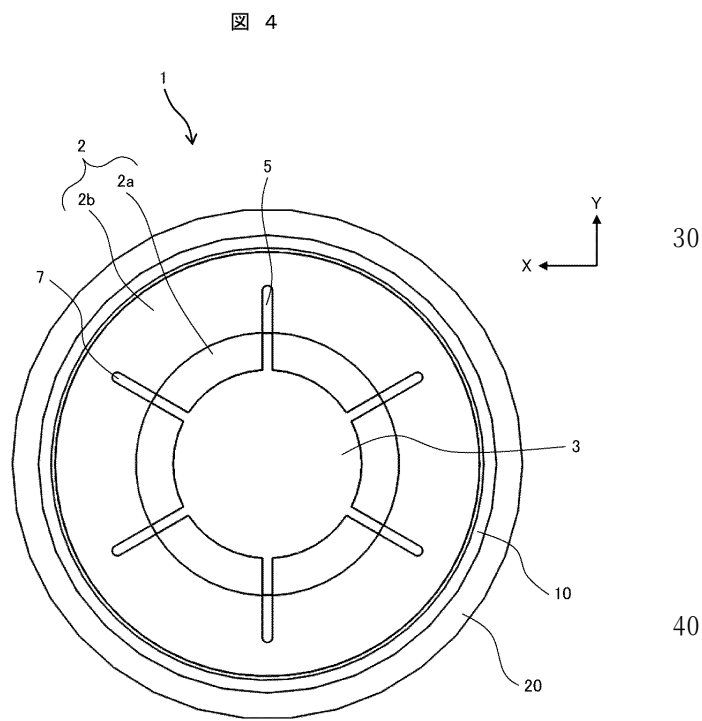
【図 2】



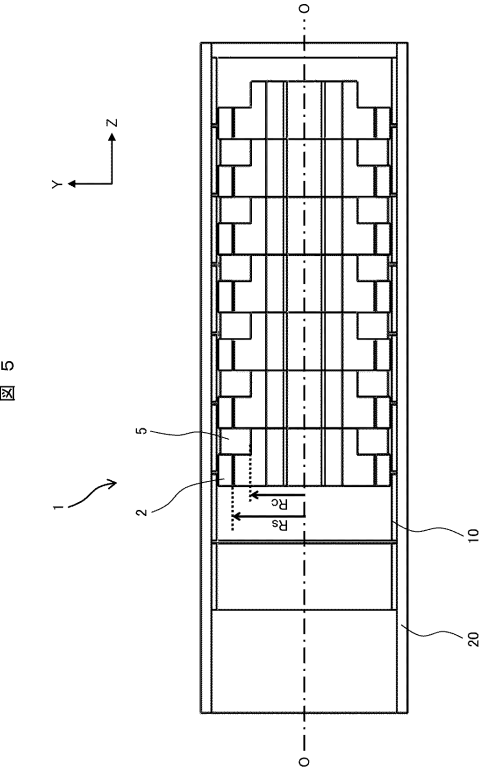
【図 3】



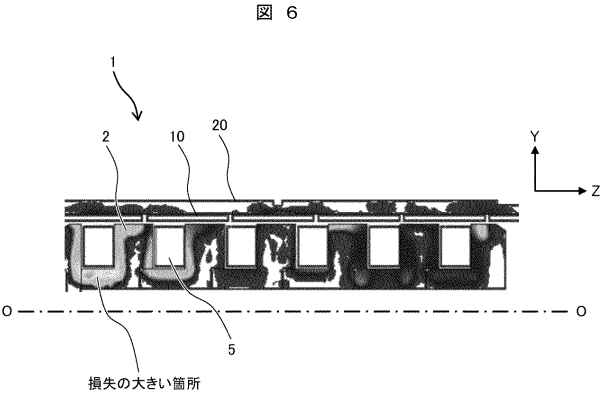
【図 4】



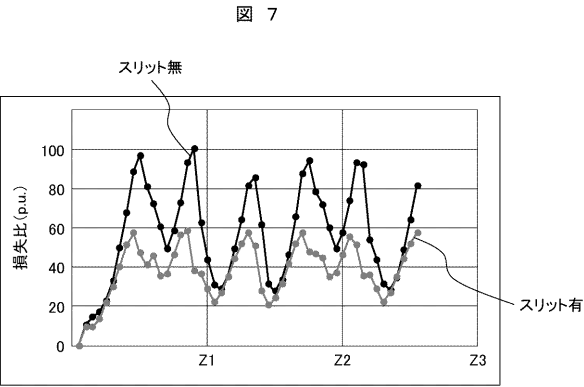
【図 5】



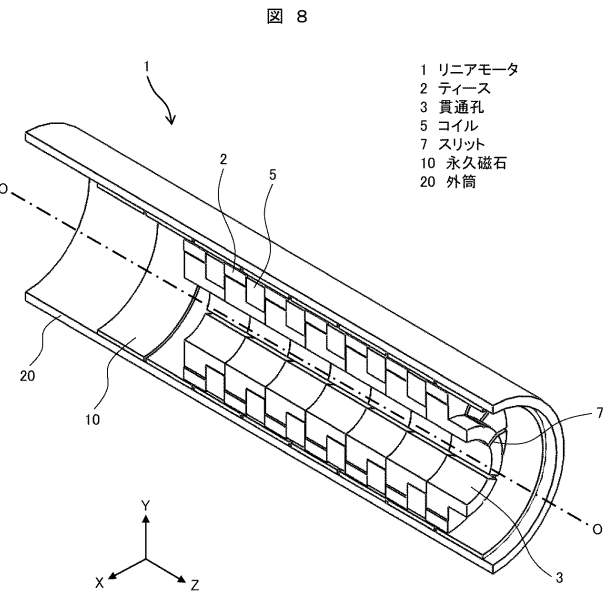
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

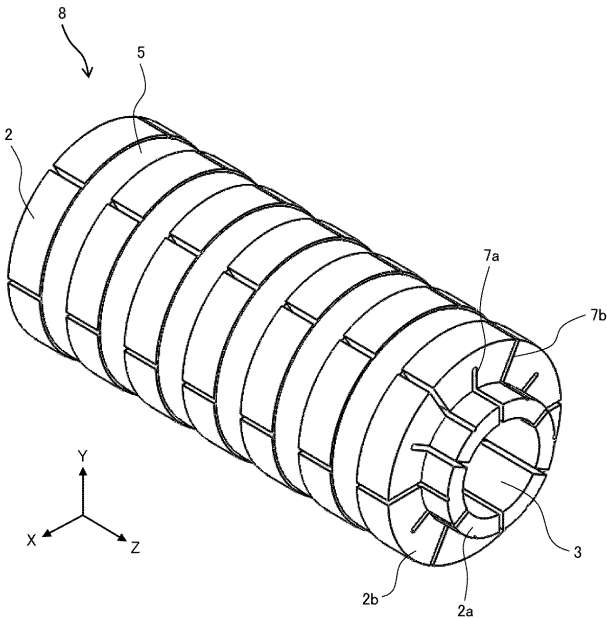
30

40

50

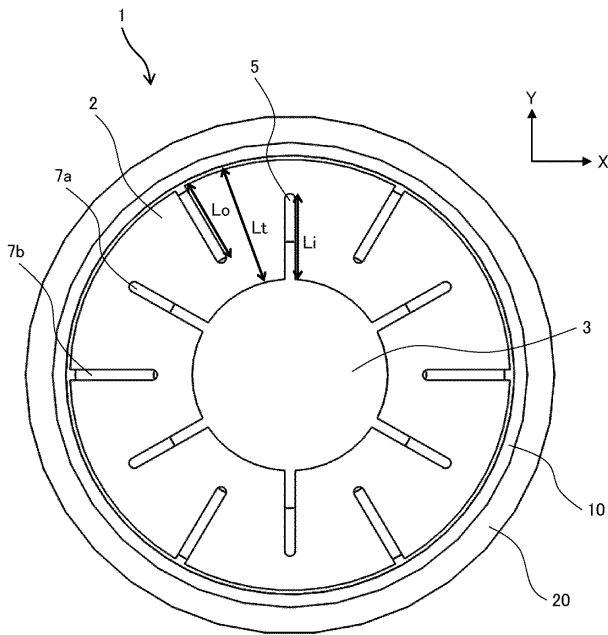
【図 9】

図 9



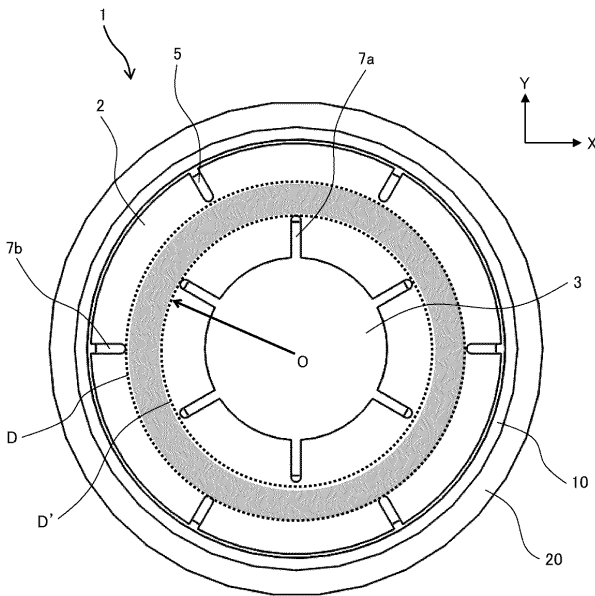
【図 10】

図 10



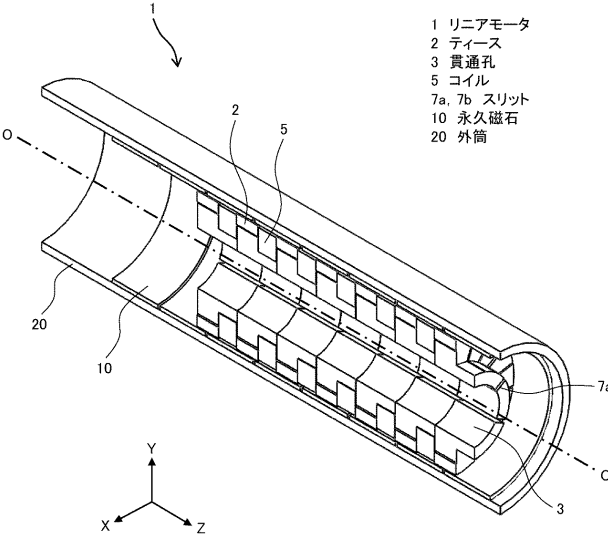
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



- 1 リニアモータ
- 2 ティース
- 3 貫通孔
- 5 コイル
- 7a, 7b スリット
- 10 永久磁石
- 20 外筒

10

20

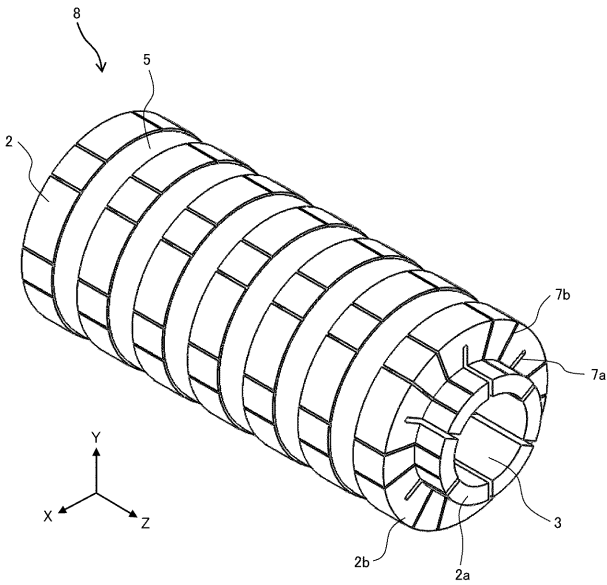
30

40

50

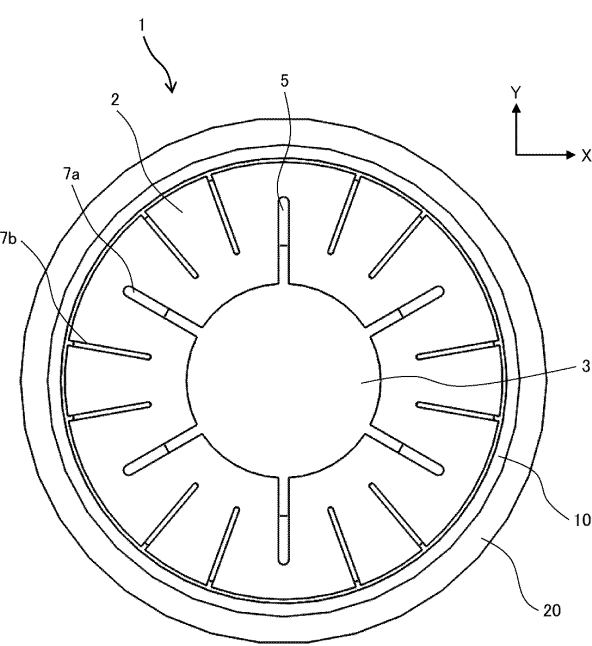
【図 13】

図 13



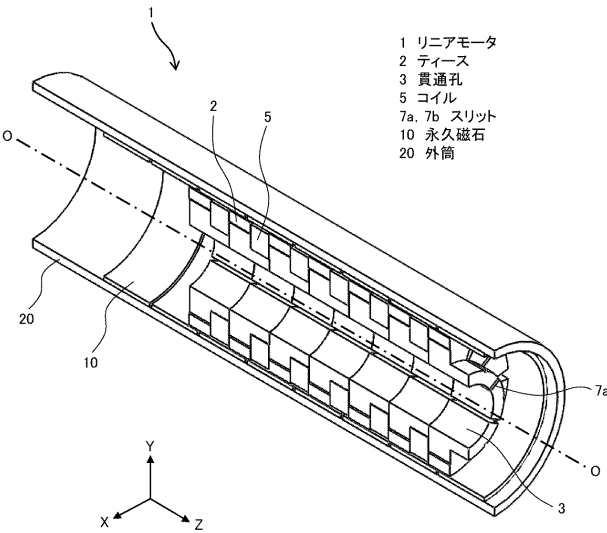
【図 14】

図 14



【図 15】

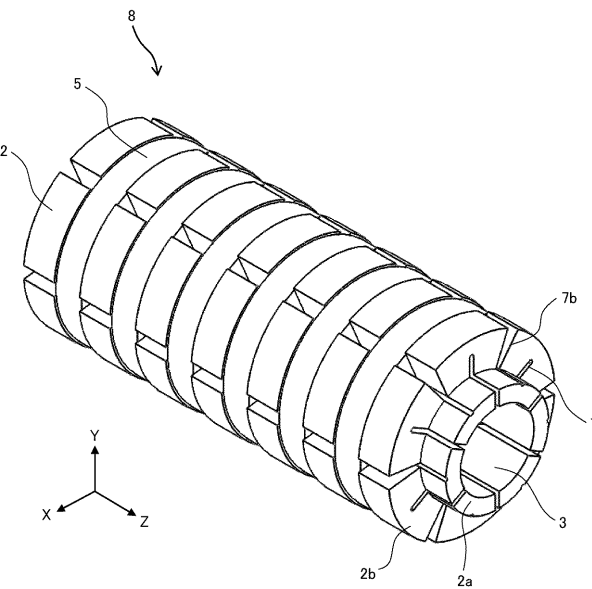
図 15



- 1 リニアモータ
- 2 ティース
- 3 貫通孔
- 5 コイル
- 7a, 7b スリット
- 10 永久磁石
- 20 外筒

【図 16】

図 16



10

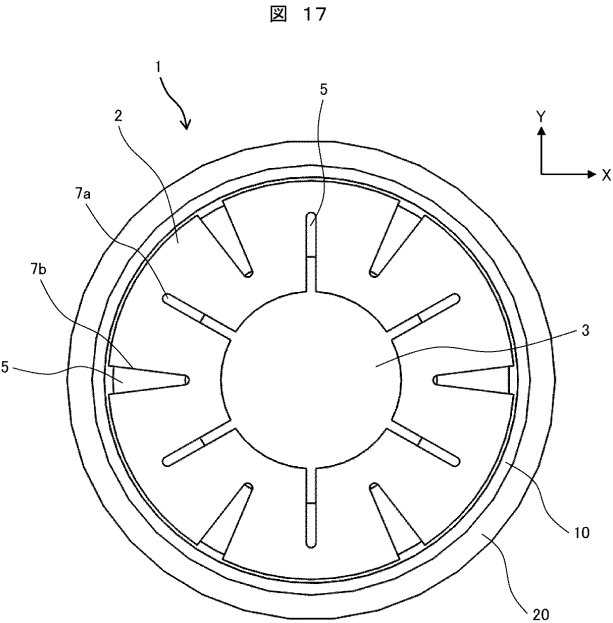
20

30

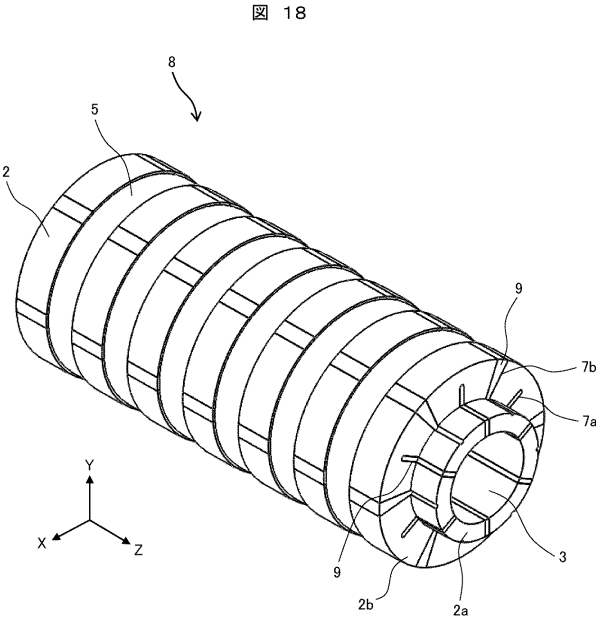
40

50

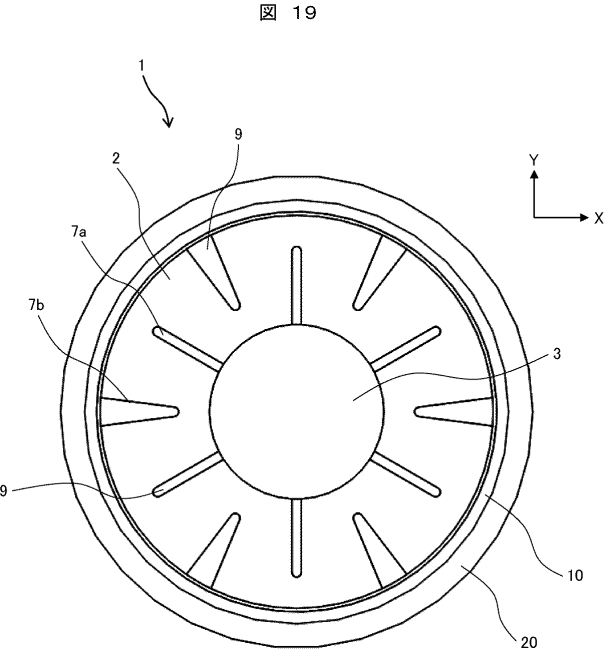
【図 17】



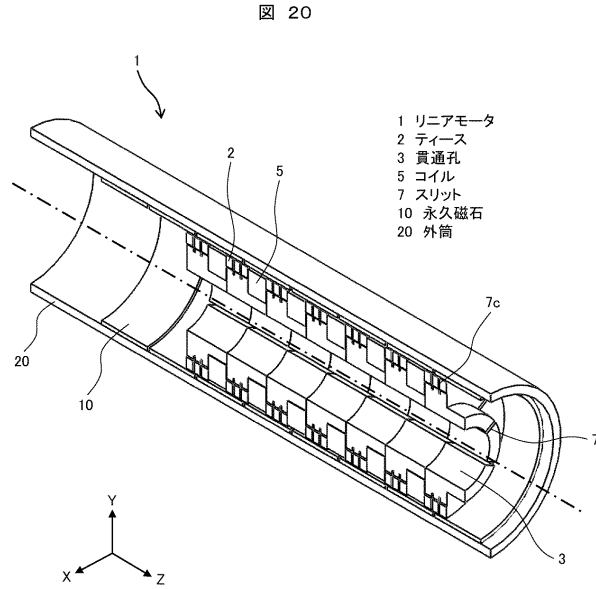
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

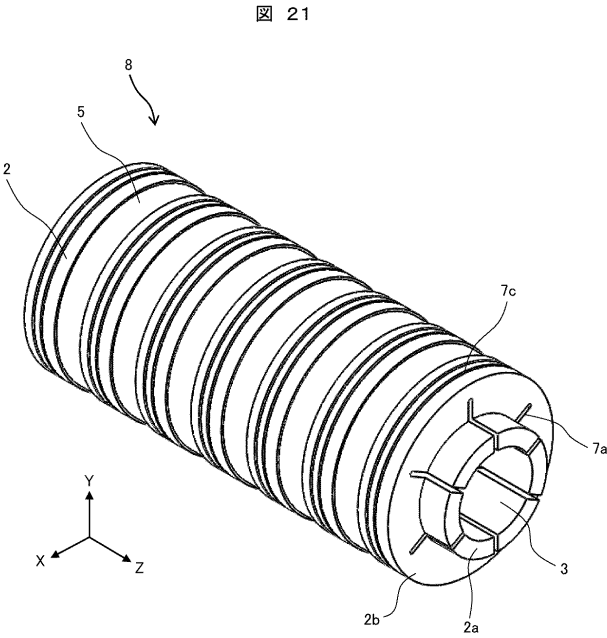
20

30

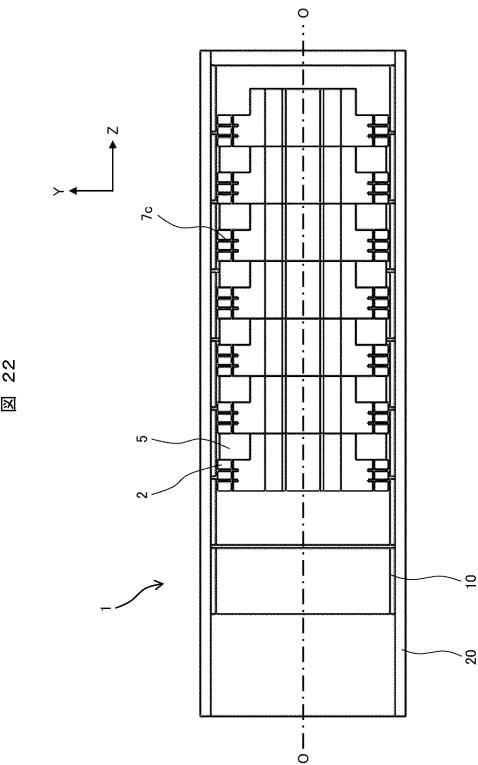
40

50

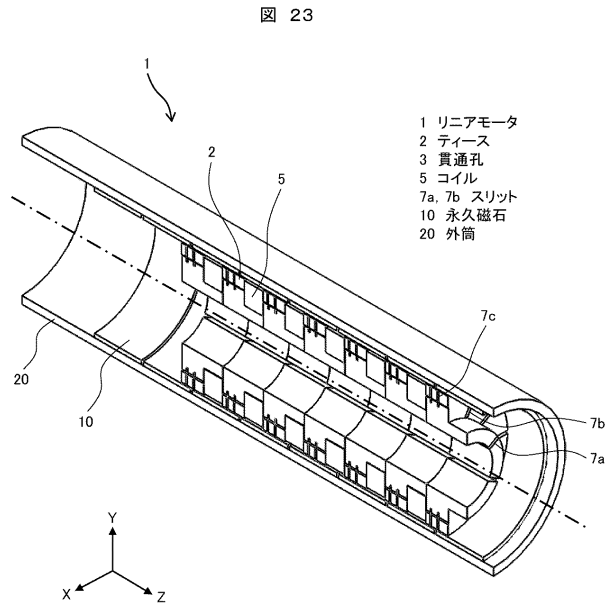
【図 2 1】



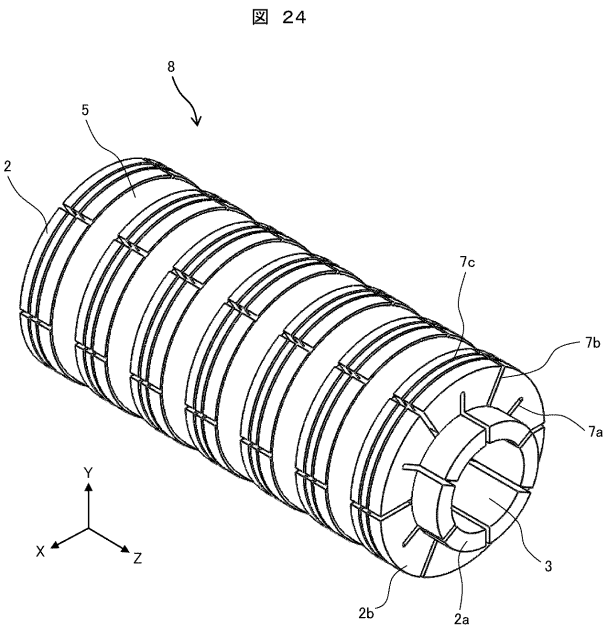
【図 2 2】



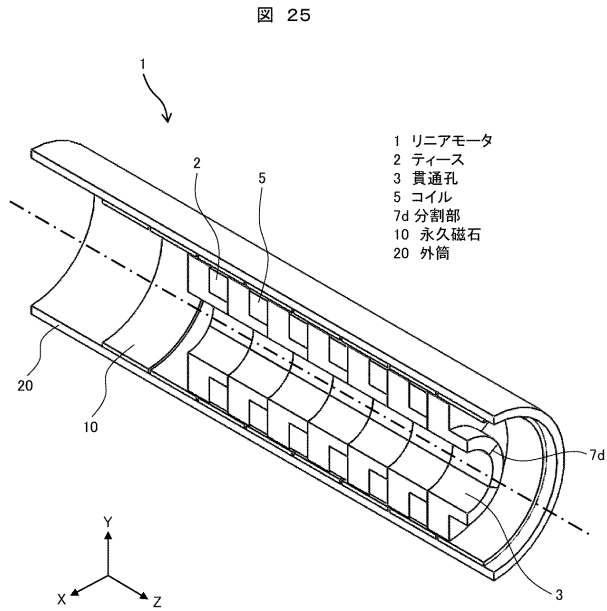
【図 2 3】



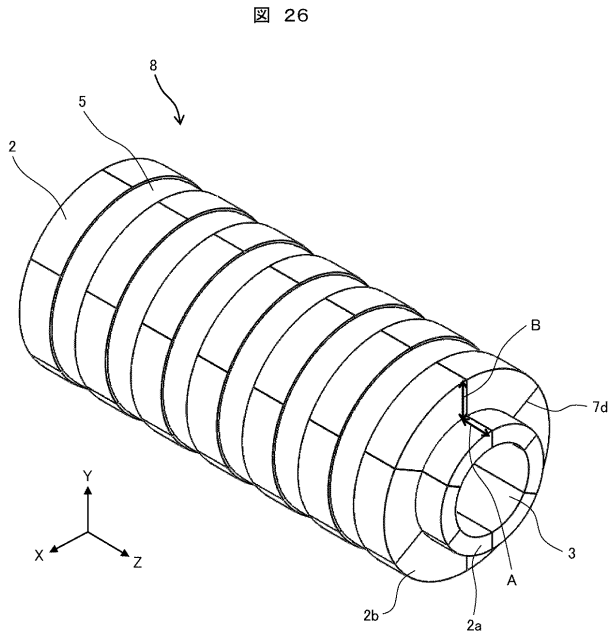
【図 2 4】



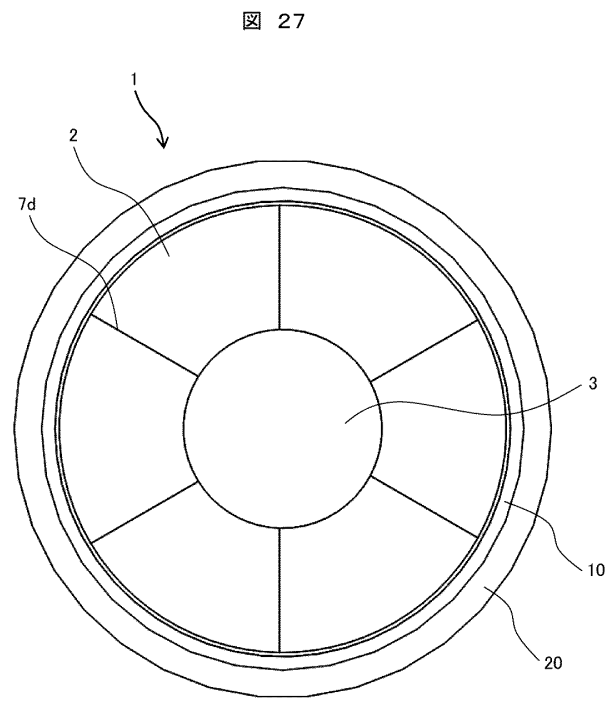
【図 2 5】



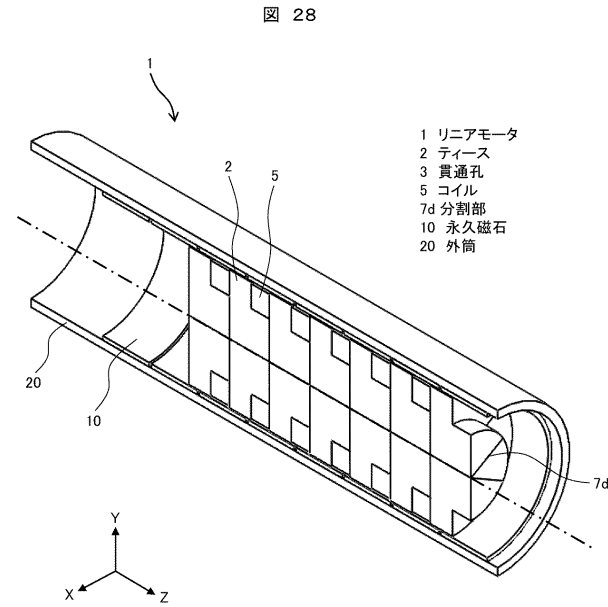
【図 2 6】



【図 2 7】



【図 2 8】



10

20

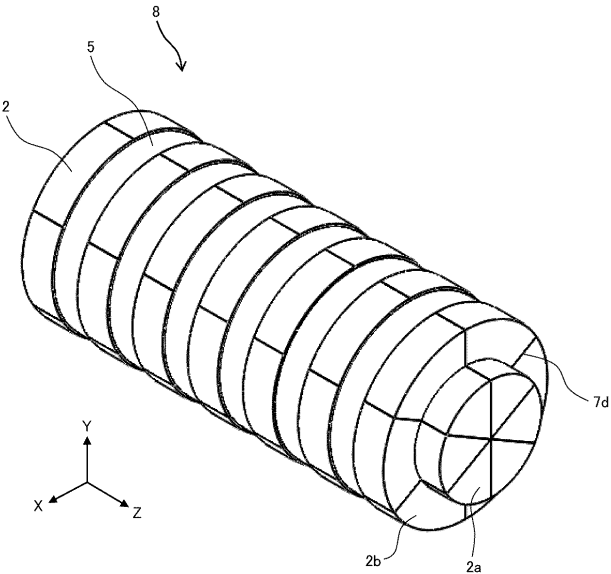
30

40

50

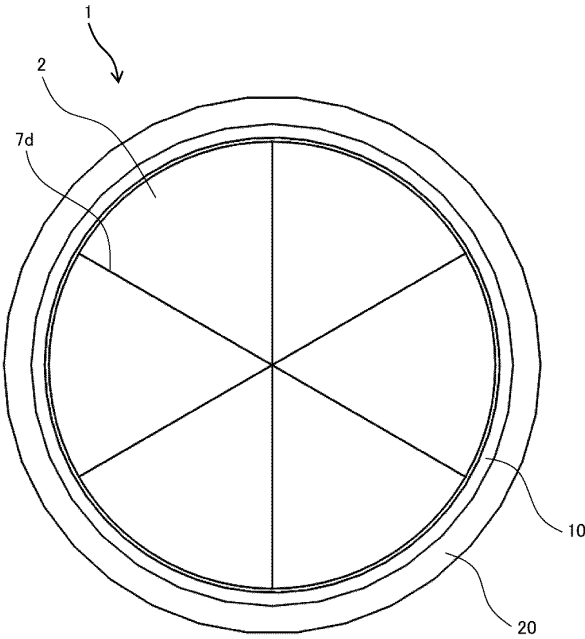
【図 2 9】

図 29



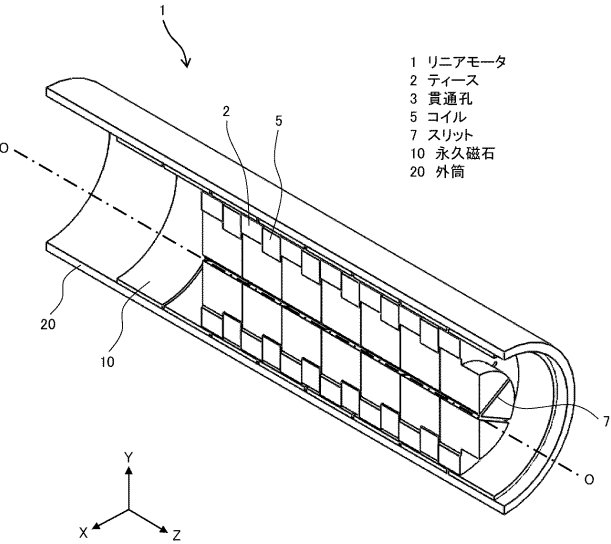
【図 3 0】

図 30



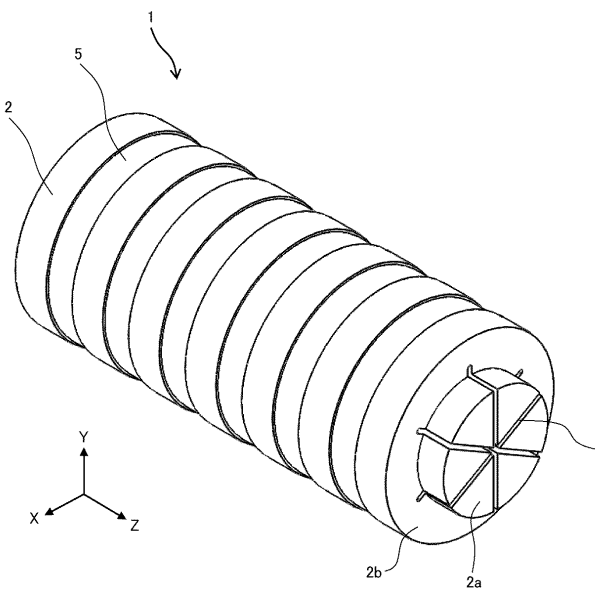
【図 3 1】

図 31



【図 3 2】

図 32



10

20

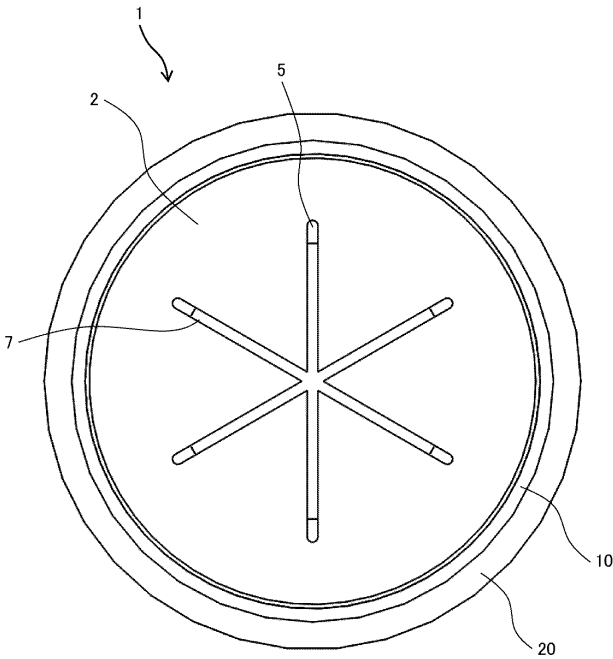
30

40

50

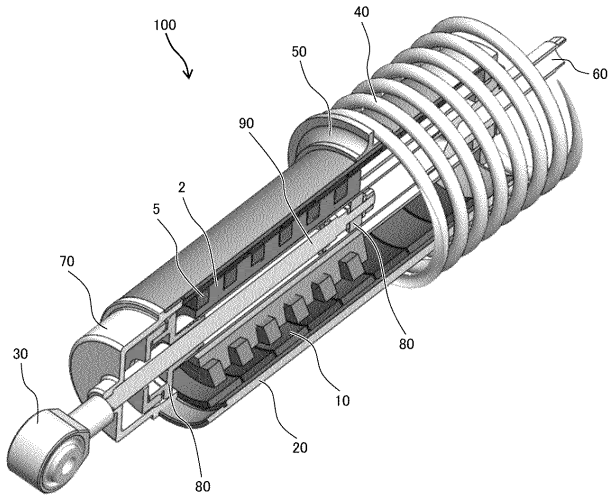
【図 3 3】

図 33



【図 3 4】

図 34



10

20

30

40

50