

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6497191号
(P6497191)

(45) 発行日 平成31年4月10日(2019.4.10)

(24) 登録日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl. F 1
HO2K 9/19 (2006.01) HO2K 9/19 B

請求項の数 4 (全 24 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-89277 (P2015-89277) (22) 出願日 平成27年4月24日(2015.4.24) (65) 公開番号 特開2016-208722 (P2016-208722A) (43) 公開日 平成28年12月8日(2016.12.8) 審査請求日 平成30年1月26日(2018.1.26)</p>	<p>(73) 特許権者 000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 (74) 代理人 110000486 とこしえ特許業務法人 (72) 発明者 熊谷 幸司 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内 審査官 三澤 哲也</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 駆動ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステータと、
 軸受けを介して回転可能に支持されたロータと、
 前記ロータ及び前記ステータを収容するモータハウジングと、
 前記モータハウジングの内部を潤滑するオイルとを備え、
 前記ロータは、前記オイルの流路となるロータ軸を有し、
 前記ロータ軸は、前記ロータの回転軸を軸心とした筒状の外管と、前記外管の内部空間を仕切る仕切り板と、前記仕切り板で区切られた隣り合う空間の間を連通させる連通口とを有し、
 前記外管は、前記内部空間内の前記オイルを前記ロータ軸の外側に吐出させるオイル吐出口を有し、
 前記連通口は、前記回転軸に対して垂直な面に沿う方向で、前記回転軸を介して前記オイル吐出口の反対側に配置されている

駆動ユニット。

【請求項2】

ステータと、
 軸受けを介して回転可能に支持されたロータと、
 前記ロータ及び前記ステータを収容するモータハウジングと、
 前記モータハウジングの内部を潤滑するオイルとを備え、

前記ロータは、前記オイルの流路となるロータ軸を有し、
前記ロータ軸は、前記ロータの回転軸を軸心とした筒状の外管と、前記外管の内部空間を仕切る仕切り板と、前記仕切り板で区切られた隣り合う空間の間を連通させる連通口とを有し、
前記外管は、前記内部空間内の前記オイルを前記ロータ軸の外側に吐出させるオイル吐出口を有し、
 前記オイル吐出口は複数設けられ、
 前記複数のオイル吐出口は、前記回転軸に対して垂直な面に沿う第1方向で、前記回転軸を介して互いに対向する位置に配置され、
 前記連通口は、前記回転軸及び前記第1方向に対して垂直な第2方向の位置に配置されている
 駆動ユニット。

10

【請求項3】

ステータと、
軸受けを介して回転可能に支持されたロータと、
前記ロータ及び前記ステータを収容するモータハウジングと、
前記モータハウジングの内部を潤滑するオイルとを備え、
前記ロータは、前記オイルの流路となるロータ軸を有し、
前記ロータ軸は、前記ロータの回転軸を軸心とした筒状の外管と、前記外管の内部空間を仕切る仕切り板と、前記仕切り板で区切られた隣り合う空間の間を連通させる連通口とを有し、
前記外管は、前記内部空間内の前記オイルを前記ロータ軸の外側に吐出させるオイル吐出口を有し、
 前記オイル吐出口及び前記仕切り板はそれぞれ複数設けられ、
 前記複数の仕切り板は、前記回転軸に沿う方向で、前記複数のオイル吐出口の間に配置されている
 駆動ユニット。

20

【請求項4】

ステータと、
軸受けを介して回転可能に支持されたロータと、
前記ロータ及び前記ステータを収容するモータハウジングと、
前記モータハウジングの内部を潤滑するオイルとを備え、
前記ロータは、前記オイルの流路となるロータ軸を有し、
前記ロータ軸は、前記ロータの回転軸を軸心とした筒状の外管と、前記外管の内部空間を仕切る仕切り板と、前記仕切り板で区切られた隣り合う空間の間を連通させる連通口とを有し、
前記外管は、前記内部空間内の前記オイルを前記ロータ軸の外側に吐出させるオイル吐出口を有し、
 前記オイル吐出口は複数設けられ、
 前記複数のオイル吐出口は、前記回転軸で回転する方向で互いの位相が異なるように配置されている
 駆動ユニット。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動ユニットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

電動モータと、電動モータのロータ軸の軸方向一端に連結される動力伝達装置とから成る電動式駆動ユニットに用いる電動モータのロータ軸を軸支するロータ軸受の潤滑構造に

40

50

において、入力軸を上方、差動ギアを下方に配置した直立型で動力伝達装置を構成し、ケーシングの底部たる差動ギアの配置部に溜る潤滑油をファイナルギアで掻き上げることで、潤滑油を入力軸に供給している（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2001-190042号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記の潤滑構造において、回転数が低い場合には、ギアの回転によりオイルが十分に掻き上げられず、例えば登坂等の低速、高トルクのシーンでは、軸受けの潤滑性能を十分に確保できないという問題があった。

【0005】

本発明が解決しようとする課題は、軸受けの潤滑性能を高めた駆動ユニットを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、オイルの流路となるロータ軸を、ロータの回転軸を軸心とした筒状の外管、外管の内部空間を仕切る仕切り板、及び、仕切り板で区切られた隣り合う空間の間を連通させる連通口とを有したロータ軸とし、内部空間とロータ軸の外側とを連通させ、かつ、内部空間内のオイルをロータ軸の外側に吐出させるオイル吐出口を外管に設けることによって上記課題を解決する。

【発明の効果】

【0007】

本発明において、ロータ軸が低回転であるとき、又は、ロータ軸がとまっているときにロータ軸の内部にオイルを溜めて、ロータの回転によりオイルをオイル吐出口から吐出させることができるため、軸受けの潤滑性能を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態に係る駆動ユニットを備えたインホイールモータの断面図である。

【図2】図2は、図1と同様な、インホイールモータの断面図である。

【図3】図3は、図1に示したモータ及び動力伝達機構の側面図であって、(a)は、車両が水平状態である場合の駆動ユニットとオイル面との関係を示す図であり、(b)は車両が水平状態である場合の駆動ユニットとオイル面との関係を示す図である。

【図4】図4は、図1に示したモータハウジング及びギアハウジングの内部におけるオイル面の高さの関係を示す模式図であり、(a)は車両が水平状態である場合のオイル面の高さを表し、(b)は車両が傾斜状態である場合のオイル面の高さを表している。

【図5】図5は、図1に示したモータハウジングの斜視図である。

【図6】図6は、図1に示したモータハウジングの側面図である。

【図7】図7は、図1に示したインホイールモータの断面図である。

【図8】図8は、図1に示したモータ10と動力伝達機構20とを重ねた図である。

【図9】図9は、跳ね上げ機構を説明するための図であって、(a)は固定部材の側面図であり、(b)は、(a)における矢印Aで示す部分の断面図であって、固定部材の一部断面図である。

【図10A】図10Aは、図1に示したロータ軸の斜視図である。ただし、ロータ軸の外管の半分をきった状態を示している。

【図10B】図10Bは、図1に示したロータ軸の斜視図である。ただし、ロータ軸の半分をきった状態を示している。

10

20

30

40

50

【図10C】図10Cは、図10AのIX - IX線に沿う断面図である。

【図11】図11は、位相が0度の場合のロータ軸の状態を示すための図であって、(a)はロータ軸の断面図を、(b)は(a)のXI - XI線に沿う断面図である。

【図12】図12は、位相が180度の場合のロータ軸の状態を示すための図であって、(a)はロータ軸の断面図を、(b)は(a)のXII - XII線に沿う断面図である。

【図13】図13は、位相が90度の場合のロータ軸の状態を示すための図であって、(a)はロータ軸の断面図を、(b)は(a)のXIII - XIII線に沿う断面図である。

【図14】図14は、本実施形態に係る駆動ユニットに含まれるコントローラのブロック図である。

【図15】図15は、本実施形態に係る駆動ユニットにおいて、モータの回転数に対するオイルの供給量 Q_{in} の特性を示すグラフである。

10

【図16】図16は、図14に示したコントローラの制御フローを示すフローチャートである。

【図17】図17は、本発明の他の実施形態に係るインホイールモータの断面図である。

【図18】図18は、本発明の他の実施形態に係る駆動ユニットにおいて、モータの回転数に対するオイルの供給量 Q_{in} の特性を示すグラフである。

【図19】図19は、本発明の他の実施形態に係る駆動ユニットに含まれるコントローラの制御フローを示すフローチャートである。

【図20】図20は、本発明の他の実施形態に係る駆動ユニットにおいて、回転数(N)に対する出力トルク(T)の特性を示すグラフである。

20

【図21】図21は、本発明の他の実施形態に係る駆動ユニットにおいて、位相が0度の場合のロータ軸の状態を示し、(a)はロータ軸の断面図であり、(b)はXXI - XXI線に沿う断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

《第1実施形態》

【0010】

図1は、本発明の実施形態に係る駆動ユニットを備えたインホイールモータの断面図である。本実施形態に係る駆動ユニットは、例えばインホイールモータに適用される。なお、以下の説明では、駆動ユニットをインホイールモータに適用する場合について説明するが、駆動ユニットはインホイールモータに限らず、動力伝達機構とモータを備えた他の電動ユニットに適用してもよい。

30

【0011】

図1に示すインホイールモータは、車体に接続された懸架装置(サスペンション)に支持されており、車輪のホイールに配置されている。インホイールモータは、電動モータ10及び動力伝達機構20を有している。また、インホイールモータは、ケース内に收容される軸受け等を潤滑するためのオイルと、当該オイルを潤滑するための潤滑機構を備えている。

【0012】

40

電動モータ10は、動力伝達機構20を介して、動力を車輪に伝える駆動源である。電動モータ10は、ステータ11と、ロータ12を備えている。

【0013】

ステータ11は、モータハウジング13の内壁に嵌合されることで固定されており、円環状に形成されている。ステータ11は、コアに巻き付けられたコイルを備えている。ステータ11は、エアギャップ31を介して、ロータ12の側壁に相当する外周部を覆うように、設けられている。交流電力がコイルに供給されることで、ステータ11は回転磁界を発生する。

【0014】

ロータ12は、円環状のステータ11の内周にエアギャップ31を持たせつつ、ステー

50

タ 1 1 と同心になるように配置されている。また、ロータ軸 1 2 a が軸受け（ベアリング）3 1 a で支持されることで、ロータ 1 2 は、モータハウジング 1 3 内で回転可能に支持されている。ロータ 1 2 は、ロータ軸 1 2 a と、鋼板 1 2 b と、当該鋼板 1 2 b を固定する固定部材 1 2 c を備えている。

【 0 0 1 5 】

ロータ 1 2 は、外周面に等間隔で配置された永久磁石を備えている。永久磁石は、ステータ 1 1 で発生した回転磁界によって、回転力を発生する。そして、ロータ 1 2 は、この回転力によって、ロータ軸 1 2 a の中心軸を回転軸として回転する。ロータ軸 1 2 a は、筒状に形成されており、内部には、オイルを流すための流路 1 2 d が形成されている。また、ロータ軸 1 2 a の端部には、オイルの流入口 1 2 e が設けられている。流入口 1 2 e が設けられる端部は、回転軸（重心軸）に沿う方向（図 1 の x 軸方向）で、両端のうちの一方の端部となる。また、ロータ軸 1 2 a の他方の端部は、先端に向かって径が小さくなるように、形成されている。またロータ軸 1 2 a には、吐出口 1 2 f が形成されている。吐出口 1 2 f は、流入口 1 2 e から流路 1 2 d に入るオイルを、ロータ軸 1 2 a の外部に吐出する孔であって、管で形成されている。吐出口 1 2 f は、ロータ軸 1 2 a を支える軸受け 3 2（ベアリング）を臨むように、配置されている。吐出口 1 2 f は、ロータ軸 1 2 a の先端部と、当該先端部と反対側の端部にそれぞれ設けられている。軸受け 3 2 は、ロータ軸 1 2 a を回転可能な状態で支持するベアリングである。吐出口 1 2 f から排出されたオイルは、軸受け 3 2 に直接当たり、軸受け 3 2 が潤滑される。なお、ロータ軸 1 2 a の内部に形成された潤滑機構の詳細は、後述する。

【 0 0 1 6 】

ロータ軸 1 2 a の先端部分には、モータ 1 0 の回転数を検出するためのセンサとして、レゾルバ 3 3 が設けられている。レゾルバ 3 3 の検出値は、後述するコントローラに出力される。ロータ軸 1 2 a の、オイル流入口 1 2 e 側の端部には、入力ギア 1 2 g が形成されており、入力ギア 1 2 g は、動力伝達機構 2 0 のギア 2 1 と噛合している。

【 0 0 1 7 】

モータハウジング 1 3 は、ステータ 1 1、ロータ 1 2、軸受け 3 2 等を収容する筐体である。またモータハウジング 1 3 は、動力伝達機構 2 0 の一部を収容するための筐体としても機能する。

【 0 0 1 8 】

動力伝達機構 2 0 は、ギア 2 1、2 2 及び出力軸 2 3 を備えている。ギア 2 1 は、ギア 2 2 と噛合しており、ギア 2 2 と共に、一对の減速ギアを構成している。出力軸 2 3 は、ギア 2 2 と噛合しており、ギア 2 2 より伝わる動力を車輪に伝える。出力軸 2 3 は、タイヤ軸に相当する。出力軸 2 3 は車輪の中心軸と同軸である。ギアハウジング 2 4 は、ギア 2 1、2 2 及び出力軸 2 3 を収容する筐体である。ギアハウジング 2 4 は、モータハウジング 1 3 に接合されている。なお、モータハウジング 1 3 とギアハウジング 2 4 は一体のケースで構成されてもよい。

【 0 0 1 9 】

上記のとおり、動力伝達機構 2 0 は、ロータ軸 1 2 a と出力軸 2 3 との間で、動力を伝達するためのギア機構である。また、動力伝達機構 2 0 は、車高を規定する高さ方向（図 1 に示す z 方向）で、ロータ軸 1 2 a の位置を、出力軸 2 3 に対してオフセットさせる機構でもある。すなわち、動力伝達機構 2 0 によって、ロータ軸 1 2 a は、図 1 の z 方向で出力軸 2 3 よりも高い位置にある。

【 0 0 2 0 】

次に、図 2 を用いて、潤滑機構及びオイルの流れについて説明する。図 2 は、図 1 と同様な、インホイールモータの断面図であって、オイルの循環方向を示す矢印が図示されている。矢印 A ~ F は、オイルの循環経路を表している。

【 0 0 2 1 】

潤滑機構は、モータ 1 0 の内部及び動力伝達機構 2 0 の内部をオイルで潤滑する機構である。ギアハウジング 2 4 の下部には、オイルを溜められる空間 2 5 が形成されている。

当該空間 2 5 は、ギアハウジング 2 4 内におけるギア 2 1 の位置と、ギアハウジングの形状によって規定される。そして、ギア 2 1 が、比較的高回転で回転すると、ギアハウジング 2 4 の下部に溜められたオイルが、ギア 2 1 の回転と共に、ギアハウジング 2 4 内の上部に掻き上げられる（図 2 の矢印 A に相当）。上部に掻き上げられたオイルは、ロータ軸 1 2 a の付近に設けられたオイルキャッチャ（図 2 では図示していない）で回収される（図 2 の矢印 B に相当）。なお、オイルキャッチャの構成は後述する。

【 0 0 2 2 】

オイルキャッチャに溜まったオイルは、オイルキャッチャとロータ軸 1 2 a の内部とをつなげる流路を通して、オイルキャッチャからロータ軸に流れる（矢印 C に相当）。これにより、オイルがロータ軸 1 2 a の内部に導かれる。

10

【 0 0 2 3 】

ロータ軸 1 2 a 内に流れたオイルは、ロータ軸 1 2 a の内部に形成されている流路を流れ、ロータ軸 1 2 a の先端部分に向かう（矢印 D に相当）。ロータ軸 1 2 a の内部に溜まったオイルは、ロータ軸 1 2 a の回転で生じる遠心力によって、ロータ軸 1 2 a の径方向に押し出され、オイル吐出口 1 2 f からロータ軸 1 2 a の外部に飛散する（矢印 E に相当）。そして、オイル吐出口 1 2 f の付近に配置された軸受け 3 2 がオイルで潤滑される。

【 0 0 2 4 】

オイル吐出口 1 2 f から飛散したオイルは、落下し、モータハウジング 1 3 の下部に溜められる。モータハウジング 1 3 とギアハウジング 2 4 との間には、連通口が形成されている。連通口は、モータハウジング 1 3 の内部とギアハウジング 2 4 の内部を連結する孔であって、モータ 1 0 の下部に設けられている。また、図 2 に示す z 方向で、モータ 1 0 の位置は、動力伝達機構 2 0 よりも高い位置にある。そのため、モータハウジング 1 3 に多くのオイルが溜まった場合には、オイルは、モータ 1 0 の下部から連通口を介してギアハウジング 2 4 内に流れる（矢印 F に相当）。これにより、オイルが、駆動ユニット内で循環している。

20

【 0 0 2 5 】

次に、駆動ユニットの構成のうち、オイルの潤滑に関する詳細な構成について、以下に説明する。

【 0 0 2 6 】

図 3 は、モータ 1 0 と動力伝達機構 2 0 の側面図であって、(a) は、車両が水平状態である場合の駆動ユニットとオイル面との関係を示す図であり、(b) は車両が水平状態である場合の駆動ユニットとオイル面との関係を示す図である。ただし、図 3 において、動力伝達機構 2 0 の一部は断面図で示されている。 は出力軸 2 3（タイヤ軸）に対するロータ軸 1 2 a の配置角を示し、 は登坂角を示す。配置角は、出力軸 2 3 又はロータ軸 1 2 a に対して垂直な面（y z 面）において、車両の水平方向に沿う線と、出力軸 2 3 の軸心とロータ軸 1 2 a の軸心とを結んだ線との間に形成される角度で表される。また、登坂角は、道路勾配に相当し、水平方向と垂直方向との間に形成される角度で表される。また図 3（ a ）に示す状態は、車両が水平な道路を走行又は停車しているときの状態を示す。図 3（ b ）に示す状態は、車両が、車両の前方が車両の後方よりも高くなるような道路を、走行又は停車しているときの状態を示す。また点線 P はオイル面を示す。

30

40

【 0 0 2 7 】

図 3 に示すように、車両が水平状態の場合と比較して、車両が傾斜状態である場合には、オイル面の位置がロータ軸 1 2 a に近づいており、モータハウジング 1 3 内におけるオイル面の高さが高くなる。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、モータハウジング 1 3 及びギアハウジング 2 4 の内部におけるオイル面の高さの関係を示す模式図であり、(a) は車両が水平状態である場合のオイル面の高さを表し、(b) は車両が傾斜状態である場合のオイル面の高さを表している。図 4（ a ）の水平状態は、図 3（ a ）の水平状態と対応しており、図 4（ b ）の傾斜状態は、図 3（ b ）の傾斜状態と対応している。また図 4 は、モータ 1 0 及び動力伝達機構 2 0 を模式的に示し

50

ている。直線 P はオイル面を示している。

【 0 0 2 9 】

モータハウジング 1 3 とギアハウジング 2 4 との間には、連通口 3 4 が形成されている。連通口 3 4 は、z 方向で、ロータ軸 1 2 a の中心軸よりも低い位置に形成されている。また、z 方向の高さで、エアギャップ 3 1 の位置が、連通口 3 4 の上端と下端との間となるように、連通口 3 4 が形成されている。

【 0 0 3 0 】

図 4 (a) に示すように、車両が水平状態である場合には、モータハウジング 1 3 内におけるオイル面の高さは低く、オイル面はエアギャップ 3 1 よりも低い。一方、図 4 (b) に示すように、車両が傾斜状態である場合には、モータハウジング 1 3 内におけるオイル面の高さは、図 4 (a) に示すオイル面よりも高く、オイル面はエアギャップ 3 1 の位置よりも高い位置にある。

【 0 0 3 1 】

すなわち、傾斜角 θ が大きくなると、ギアハウジング 2 4 内のオイルが溜まる部分の位置が、水平状態と比べて、相対的に高くなる。一方、傾斜角 θ が大きくなると、モータハウジング 1 3 内のオイルが溜まる部分の位置が、水平状態と比べて、相対的に低くなる。言い替えると、傾斜角 θ が大きくなるほど、ロータ軸 1 2 a の中心軸の位置が相対的に低くなり、かつ、出力軸 2 3 の中心軸の位置が高くなる。そのため、車両が傾斜状態である場合には、ギアハウジング 2 4 内の下部に溜まっていたオイルが、連通口 3 4 を介して、モータハウジング 1 3 内に流れるため、モータハウジング 1 3 内のオイル面の位置が高くなる。

【 0 0 3 2 】

車両が水平状態である場合には、オイル面がエアギャップ 3 1 よりも低くなり、エアギャップ 3 1 はオイルで満たされない。そのため、モータ 1 0 の高回転時に、オイルの攪拌による損失を抑制することができる。例えば、車両が高速で走行している場合には、車両は略水平状態が保たれる。そして、このような場合には、モータ 1 0 は高回転で駆動しているが、本実施形態では、エアギャップ 3 1 がオイルで満たされないため、ロータ 1 2 が高速で回転しても、オイルの攪拌による損失を抑制できる。

【 0 0 3 3 】

一方、車両が傾斜状態である場合には、オイル面がエアギャップよりも高くなり、エアギャップがオイルで満たされる。そのため、ロータ 1 2 の回転により、オイルが跳ね上がることで、軸受け 3 2 がオイルで潤滑される。

【 0 0 3 4 】

モータ 1 0 の低回転時には、オイルは、ギア 2 1 で十分に掻き上げられず、オイルキャッチャまで到達しない。例えば、車両が低速で登坂路を走行しており、モータ 1 0 に対して高負荷が求められる場合に、エアギャップ 3 1 がオイルに満たされ、オイルがロータ 1 2 の回転とともに跳ね上げられることで、軸受け 3 2 の潤滑性能を確保できる。

【 0 0 3 5 】

次に、図 5 及び図 6 を用いて、連通口 3 4 とオイル面との関係について説明する。図 5 は、モータハウジング 1 3 の斜視図である。図 6 は、モータハウジング 1 3 の側面図である。P₁ は車両が水平状態である場合のオイル面を示し、P₂ は車両が傾斜状態である場合のオイル面を示す。

【 0 0 3 6 】

連通口 3 4、3 5 は、モータハウジング 1 3 の内部とギアハウジング 2 4 の内部との間で、オイルを行き来するための孔である。連通口 3 4 は、ロータ軸 1 2 a よりも下方の位置に形成されている。車両が走行する路面の登坂角 α に応じて、オイル面の高さは変化する。このとき、オイル面は、連通口 3 4 の開口部分の範囲内で上下する。言い替えると、所定の範囲内をとる登坂角 α に対して、オイル面は、連通口 3 4 の開口部分の範囲内で変化する。登坂角 α の所定の範囲は、車両が走行する際に想定される登坂角の範囲である。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

図6の直線 P_1 で示すように、車両が水平状態である場合に、オイル面は、連通口34の上端と下端との間に位置する。また、図6の直線 P_2 で示すように、車両が傾斜状態である場合も、オイル面は、連通口34の上端と下端との間に位置する。これにより、車両が水平状態である場合、又は、車両が傾斜状態である場合、いずれの場合でも、連通口34の開口部分のうち、オイル面よりも上部の部分が開口している。そして、オイル面よりも上部の開口部分が空気の通り道となる。そのため、モータハウジング13とギアハウジング24との間で、圧力差が生じにくくなり、モータハウジング13とギアハウジング24との間で、オイルが行き来しやすくなる。また、車両が水平状態から登坂状態になった場合に、オイルが、ギアハウジング24の内部からモータハウジング13の内部に流れ易くなる。そして、車両が水平状態から傾斜状態になった時より軸受け32が潤滑されるまでの時間も短くできる。その結果として、軸受け32の潤滑性能を高めることができる。

10

【0038】

次に、図7及び図8を用いて、ギアハウジング24の内周の形状とオイルキャッチャ36について、説明する。図7は、インホイールモータの断面図である。図8は、モータ10と動力伝達機構20とを重ねた図である。

【0039】

ギアハウジング24の形状は、オイル面が車両の状態に応じて以下の条件を満たすように形成されている。ギアハウジング24の内周の形状を規定するための条件について、車両が傾斜状態である場合のギアハウジング24内のオイル面の面積は、車両が水平状態である場合のギアハウジング内のオイル面の面積よりも小さい。具体的には、車両が水平状態である場合のオイル面(P_1)と、車両が傾斜状態である場合のオイル面(P_2)との間に形成される空間であって、モータ10(又は、オイルキャッチャ36)に近い側のギアハウジング24の内壁24aとギア21との間に形成される空間を S_1 とし、モータ10(又は、オイルキャッチャ36)から遠い側のギアハウジング24の内壁24bとギア21との間に形成される空間を S_2 とする。この場合に、空間 S_1 が空間 S_2 よりも小さい。これにより、車両が傾斜状態になると、モータ10に近い側の空間において、オイル面が高くなる。さらに、モータに近い側の空間 S_1 が空間 S_2 よりも小さいため、よりオイル面が高くなり易くなる。その結果として、オイルがモータハウジング13の内部に流れ易くなり、エアギャップ31がオイルに満たされ、潤滑性能を高めることができる。

20

【0040】

モータ10に近い側のギアハウジング24の内壁24aは、モータ10に対して遠い側のギアハウジング24の内壁24bよりも、ギア21との距離が近い。すなわち、内壁24aはギア21と近接しており、内壁24bはギア21と近接していない。また内壁24aは、ギア21に近接した位置からオイルキャッチャ36に向かう方向に沿った面で形成されている。言い替えると、ギアハウジング24を断面でみたときに、内壁24aは、ギア21に近接した位置からオイルキャッチャ36まで略直線になるように、形成されている。高回転時には、内壁24aがオイルのガイド面として機能するため、オイルがオイルキャッチャ36まで導き出され易くなる。

30

【0041】

オイルキャッチャ36は、モータ10に近い側のギアハウジング24の内壁24aに沿う方向であって、ギア21及びロータ軸12aよりもz方向で高い位置に形成されている。オイルキャッチャ36は、ギア21で跳ね上げられたオイルを溜める部分である。またオイルキャッチャ36とロータ軸12aの間には流路37が形成されている。流路37は、オイルキャッチャ36に溜まるオイルをロータ軸12aに流すための管であり、オイルキャッチャ36とロータ軸12aと間をつなげる。

40

【0042】

高回転時には、ギア21で掻き上げられたオイルが、内壁24aを沿って上昇し、オイルキャッチャ36に溜まる。そして、オイルは、流路37を流れて、ロータ軸12aに流れる。ロータ軸12aの回転により、オイルは、吐出口12hから吐出され、軸受け32aを潤滑した後に、モータハウジング13の下部に溜まる。ギアハウジング24の内壁を

50

上記のように形成することで、オイル面は、ギアハウジング 2 4 よりもモータハウジング 1 3 の方が高くなりやすくなる。そのため、オイルは、連通口 3 4 を通って、モータハウジング 1 3 からギアハウジング 2 4 へ流れ易くなる。

【 0 0 4 3 】

一方、車両が傾斜状態であり、モータ 1 0 が低回転の時には、上記のギアハウジング 2 4 の形状によって、オイル面は、モータハウジング 1 3 よりもギアハウジング 2 4 の方が高くなり易くなる。そのため、オイルは、連通口 3 4 を通って、ギアハウジング 2 4 からモータハウジング 1 3 へ流れ易くなる。

【 0 0 4 4 】

次に、ロータ 1 2 に設けられた、跳ね上げ機構について説明する。図 9 (a) は固定部材 1 2 c の側面図である。図 9 (b) は、矢印 A で示す部分の断面図であって、固定部材 1 2 c の一部断面図である。

10

【 0 0 4 5 】

固定部材 1 2 c の円形状の外周には、複数の跳ね上げ部材 1 2 i が設けられている。跳ね上げ部材 1 2 i は、固定部材 1 2 c の表面 (x z 平面に沿う面) から、固定部材 1 2 c の内部に向けて陥没した孔によって構成されている。また、孔は、側壁と底面で囲われており、孔により形成される空間は柱状になっている。そして、孔によって形成される空間の中心軸 L_3 、すなわち側壁に沿った方向の軸は、ロータ 1 2 の回転軸の軸方向 (x 軸の方向) に対して傾いている。

【 0 0 4 6 】

20

モータハウジング 1 3 の下部にオイルが溜まり、ロータ 1 2 の外周の一部がオイルに浸かると、オイルは、跳ね上げ部材 1 2 i である孔に流入する。この状態で、ロータ 1 2 が回転すると、オイルは、跳ね上げ部材 1 2 で捕まえられた状態となり、ロータ軸 1 2 a よりも上部まで持ち上げられて、ロータ 1 2 の上部で放出される。これにより、放出されたオイルが軸受け 3 2 に直接あたり、または、オイルがオイルキャッチャ 3 6 に溜まりやすくなる。

【 0 0 4 7 】

跳ね上げ部材 1 2 がオイル溜まりとして機能するため、モータ 1 0 の低回転時でも、オイルをロータ軸 1 2 a よりも上側にもっていくことができる。そのため、ロータ 1 2 の回転によるオイルの飛散に加えて、オイルを、ロータ軸より上の位置から軸受け 3 2 に向

30

かって直接当てることもできる。その結果として、軸受け 3 2 の潤滑性能を高めることができる。

【 0 0 4 8 】

次に、図 1 0 A ~ 図 1 0 C を用いて、ロータ軸 1 2 a の構成について説明する。図 1 0 A は、ロータ軸 1 2 a の斜視図である。ただし、図 1 0 A は、ロータ軸の外管 1 0 1 の半分をきった状態を示している。図 1 0 B は、ロータ軸 1 2 a を半分にきった状態の斜視図である。図 1 0 C は、図 1 0 A の IX - IX 線に沿う断面図である。

【 0 0 4 9 】

ロータ軸 1 2 a は、外管 1 0 1 と、内管 1 0 2 と、仕切り板 1 0 3 a ~ 1 0 3 c と、連通口 1 0 4 a、1 0 4 b とを備えている。外管 1 0 1 は、円筒状に形成されている。外管 1 0 1 には、複数の吐出口 1 2 f が設けられている。ロータ軸 1 2 a の回転軸に対して垂直な方向 (z 方向) で、ロータ軸 1 2 a の外部を向いた複数の吐出口 1 2 f の開口が、互いに逆方向になるように、形成されている。図 1 0 A の例では、上側の吐出口 1 2 f は、z 軸の正方向を向いており、下側の吐出口 1 2 f は、z 軸の負方向を向いている。すなわち、複数の吐出口 1 2 f は、ロータ 1 2 の回転軸に対して垂直な方向で、当該回転軸を介して互いに対向する位置に配置されている。

40

【 0 0 5 0 】

内管 1 0 2 は、円筒状に形成され、外管 1 0 1 よりも径の小さい管であって、外管 1 0 1 の中に設けられている。外管 1 0 1 と内管 1 0 2 は同心軸になるように、配置されている。

50

【 0 0 5 1 】

仕切り板 1 0 3 a ~ 1 0 3 c は、外管 1 0 1 の中に形成されている空間を仕切る板である。仕切り板 1 0 3 a、1 0 3 b は、円盤状の一部を切り欠いた形状に形成されている。仕切り板 1 0 3 c は円盤状に形成されている。仕切り板 1 0 3 a は、内管 1 0 2 の一端に設けられており、仕切り板 1 0 3 c は、内管 1 0 2 の他端に設けられている。仕切り板 1 0 3 b は、内管 1 0 2 の中心軸（ロータ軸の回転軸、図 1 0 A ~ 1 0 C の x 軸）に沿う方向で、仕切り板 1 0 3 a と仕切り板 1 0 3 c との間に設けられている。また、y z 面で見たときに、仕切り板 1 0 3 a ~ 1 0 3 c の円盤部分の直径は、内管 1 0 2 の外径よりも大きく、外管 1 0 1 の内径とほぼ同じ大きさである。

【 0 0 5 2 】

連通口 1 0 4 a は、仕切り板 1 0 3 a の切り欠き部分により形成される孔である。連通口 1 0 4 b は、仕切り板 1 0 3 b の切り欠き部分により形成される孔である。連通口 1 0 4 a は、ロータ軸 1 2 a の回転軸に対して垂直な面（y z）面に沿う方向で、当該回転軸を介して、吐出口 1 2 f（図 1 0 A、図 1 0 B において、オイルの排出方向が、z 軸の正方向となる吐出口）の反対側に配置されている。また、連通口 1 0 4 b は、ロータ軸 1 2 a の回転軸に対して垂直な面（y z）面に沿う方向で、当該回転軸を介して、吐出口 1 2 f（図 1 0 A、図 1 0 B において、オイルの排出方向が、z 軸の負方向となる吐出口）の反対側に配置されている。言い替えると、連通口 1 0 4 a は、吐出口 1 2 f（図 1 0 A、図 1 0 B において、オイルの排出方向が、z 軸の正方向となる吐出口）とは逆位相の位置に設けられており、連通口 1 0 4 b は、吐出口 1 2 f（図 1 0 A、図 1 0 B において、オイルの排出方向が、z 軸の負方向となる吐出口）とは逆位相の位置に設けられている。位相は、y z 平面で見たときに、回転軸を中心として回転したときの、連通口 1 0 4 a、b と吐出口 1 2 f の角度に相当する。

【 0 0 5 3 】

仕切り板 1 0 3 c が設けられている、内筒 1 0 3 の一方の端部には、オイル排出口 1 0 7 が形成されている。また内筒 1 0 3 の他方の端部には、オイル流入口 1 0 5 が形成されている。

【 0 0 5 4 】

また、内管 1 0 2 には、複数の吐出口 1 0 6 が設けられている。図 1 0 A、図 1 0 B の例では吐出口 1 0 6 は、4 個である。複数の吐出口 1 0 6 は、外管 1 0 1 の内壁と内管 1 0 2 の外壁との間に形成される空間と、内管 1 0 2 の中に位置する空間とを連通させるための孔である。2 個の吐出口 1 0 6 が、仕切り板 1 0 3 a と仕切り板 1 0 3 b との間に形成されており、2 個の吐出口 1 0 6 が、仕切り板 1 0 3 b と仕切り板 1 0 3 c との間に形成されている。仕切り板 1 0 3 a と仕切り板 1 0 3 b との間に形成される 2 個の吐出口 1 0 6 のうち、一方の吐出口 1 0 6 は、仕切り板 1 0 3 a と連通口 1 0 4 b との間に形成され、他方の吐出口 1 0 6 は、仕切り板 1 0 3 b と連通口 1 0 4 a との間に形成される。また、仕切り板 1 0 3 b と仕切り板 1 0 3 c との間に形成される 2 個の吐出口 1 0 6 のうち、一方の吐出口 1 0 6 は、仕切り板 1 0 3 c と連通口 1 0 4 b との間に形成され、他方の吐出口 1 0 6 は、仕切り板 1 0 3 b と仕切り板 1 0 3 c との間に形成される。

【 0 0 5 5 】

外管 1 0 1 と内管 1 0 2 は互いに固定されているため、ロータ 1 2 が回転すると、外管 1 0 1 と内管 1 0 2 は同様に回転する。ロータ 1 2 の回転中、オイルはオイル流入口 1 0 5 から内管 1 0 2 の中に入り、オイル排出口 1 0 7 から排出される。そして、内筒 1 2 から排出されたオイルは、吐出口 1 2 f から吐出される。また、内管 1 0 2 の中のオイルは、ロータ軸 1 2 の回転によって、吐出口 1 0 6 から吐出して、外管 1 0 1 の内壁と内管 1 0 2 の外壁と間に形成される空間内に流れ込む。

【 0 0 5 6 】

次に、ロータ 1 2 が停止したときのロータ軸 1 2 a の内部の状態について、図 1 1 ~ 図 1 3 を用いて説明する。図 1 1 は位相が 0 度の場合のロータ軸の状態を示し、図 1 2 は位相が 1 8 0 度の場合のロータ軸の状態を示し、図 1 3 は位相が 9 0 度の場合のロータ軸の

10

20

30

40

50

状態を示す。図11(a)、図12(a)、図13(a)は、ロータ軸12aの断面図である。図11(b)は、図11(a)のXI-XI線に沿う断面図であり、図12(b)は、図12(a)のXII-XII線に沿う断面図であり、図13(b)は、図13(a)のXIII-XIII線に沿う断面図である。なお、図11～図13のドットで示すハッチングは、オイルを表している。

【0057】

位相(0度)は、yz面でみたときに、ロータ軸12aの先端に近い方に位置する吐出口12fのオイルの排出方向が、z軸の正方向となる場合を示す。位相(90度)は、yz面でみたときに、ロータ軸12aの先端に近い方に位置する吐出口12fのオイルの排出方向が、y軸の正方向となる場合を示す。また、位相(180度)は、yz面でみたときに、ロータ軸12aの先端に近い方に位置する吐出口12fのオイルの排出方向が、z軸の負方向となる場合を示す。

10

【0058】

図11に示すように、位相が0度の時には、オイルは、仕切り板103aと仕切り板103bとの間の空間と、仕切り板103aと外管101の先端部分の内壁との間の空間に溜まる。

【0059】

図12に示すように、位相が180の時には、オイルは、仕切り板103aと仕切り板103cとの間の空間に溜まる。

【0060】

図12に示すように、位相が90度の時には、オイルは、外管101の先端部分の内壁と仕切り103cとの間の空間に溜まる。

20

【0061】

このように、本実施形態では、ロータ12が停止したときに、位相がどのような位相であっても、ロータ軸12aの中にオイルを溜めることができる。そして、車両が停車している状態から発進した場合には、ロータ軸12aの中に溜まっていたオイルが、回転と共に、連通口104a、104bを通して、他の空間に導かれ、吐出口12fから吐出されるため、軸受け32aを潤滑できる。

【0062】

モータ10の回転数が低いときには、オイルがギアの回転により掻き上げられないため、オイルキャッチャ36内のオイルが不足する。そのため、本実施形態では、ギアが回転し始めて、オイルの掻き上げ可能な回転となるまでは、ロータ軸12aの中に溜まったオイルによって、軸受け32aを潤滑できる。

30

【0063】

本実施形態では、オイルの流路となるロータ軸12aを、ロータの回転軸を軸心とした筒状の外管101、外管101の内部空間を仕切る仕切り板103a～103c、及び、仕切り板103a、103bで区切られた隣り合う空間の間を連通させる連通口104a、104bをロータ軸に設ける。そして、内部空間内のオイルをロータ軸12aの外側に吐出させるオイル吐出口12fを外管101に設ける。これにより、モータ10の停止中には、ロータ軸12aの中にオイルが溜まる。そしてロータ軸12aが回転すると、オイルは連通口104a、104bを通して他の空間(部屋)にも供給されるため、ギヤ21の回転数が、オイル掻き上げを可能とする回転数に至るまでの時間、ベアリング潤滑性を確保できる。

40

【0064】

また本実施形態では、ロータ12の回転軸に対して垂直な面に沿う方向で、回転軸を介してオイル吐出口12fの反対側に、連通口104aを配置する。これにより、モータ10の停止中には、ロータ軸12aの中にオイルが溜まる。そしてロータ軸12aが回転すると、オイルは連通口104a、104bを通して他の空間(部屋)にも供給されるため、ギヤ21の回転数が、オイル掻き上げを可能とする回転数に至るまでの時間、ベアリング潤滑性を確保できる。

50

【 0 0 6 5 】

また本実施形態では、ロータ軸 1 2 a の回転軸に沿う方向で、複数のオイルの吐出口 1 2 f の間に、複数の仕切り板 1 0 3 a、1 0 3 b を配置する。これにより、ロータ軸 1 2 内に溜まるオイル量を確保できる。

【 0 0 6 6 】

また本実施形態では、ロータ軸 1 2 a の回転軸で回転する方向で互いの位相が異なるように、複数のオイルの吐出口 1 2 f を配置する。これにより、吐出口 1 2 f が上側（図 1 1 ~ 図 1 3 で z 軸の正方向）にある場合には、当該吐出口 1 2 f の下側に位置する空間に、オイルを溜めることができる。そのため、ロータ軸 1 2 a 内に溜まるオイル量を確保できる。

10

【 0 0 6 7 】

次に、図 1 4 ~ 図 1 6 を用いて、駆動ユニットの制御について説明する。図 1 4 は、駆動ユニットの構成のうち制御に関する構成を示したブロック図である。図 1 5 は、モータの回転数に対するオイルの供給量 $Q_{i n}$ の特性を示すグラフである。図 1 6 は、コントローラ 2 0 0 の制御フローを示すフローチャートである。

【 0 0 6 8 】

図 1 4 に示すように、駆動ユニットを制御するために、コントローラ 2 0 0 が設けられている。コントローラ 2 0 0 は、オイルキャッチャ 3 6 に溜まっているオイル量に応じて、モータ 1 0 のトルクを制御する制御装置である。コントローラ 2 0 0 は、オイル量推定部 2 0 1 とトルク制限部 2 0 2 を有している。

20

【 0 0 6 9 】

オイル量推定部 2 0 1 は、レゾルバ 3 3 により検出されたロータ 1 2 の回転数に基づき、オイルキャッチャ 3 6 に溜まっているオイル量（オイル溜まり量）を推定する。トルク制限部 2 0 2 は、オイル量推定部 2 0 1 により推定されたオイル量が所定の制限値以下である場合には、モータ 1 0 のトルクに制限をかける。

【 0 0 7 0 】

ここで、モータ 1 0 の回転数 N と、オイルの供給量 $Q_{i n}$ との関係について説明する。オイルの供給量 $Q_{i n}$ は、ギア 2 1 で掻き上げられて、オイルキャッチャ 3 6 に至るオイル量である。

【 0 0 7 1 】

図 1 5 に示す菱形は、回転数 N に対する供給量 $Q_{i n}$ の実験結果をプロットしたものである。そして、プロットしたデータに基づき、グラフを描くと、図 1 5 のグラフが得られる。回転数 N が回転数 N_1 よりも小さい場合（回転数が低速域の場合）には、供給量 $Q_{i n}$ は、ゼロになる（ $Q_{i n} = 0$ ）。一方、回転数 N が回転数 N_1 以上から回転数 N_2 以下の範囲内である場合（回転数が中速域の場合）には、供給量 $Q_{i n}$ は、回転数に比例した値で表される。式で表すと、 $Q_{i n} = A \times N - B$ となる。ただし、 A 、 B は所定の定数であって、実験により得られる値である。回転数 N が回転数 N_2 よりも大きい場合（回転数が高速域の場合）には、供給量 $Q_{i n}$ は、所定の上限値（ C ）となる。ただし、 C は所定の係数であって、実験により得られる値である。

30

【 0 0 7 2 】

すなわち、モータ 1 0 の回転数と供給量 $Q_{i n}$ との間には相関関係があり、モータ 1 0 の回転数の変化に対して、供給量 $Q_{i n}$ は一定の範囲内（ 0 から C の範囲内）で変化する。

40

【 0 0 7 3 】

次に、図 1 6 を用いて、コントローラ 2 0 0 の具体的な制御フローを説明する。図 1 6 に示す制御フローは所定の周期で繰り返し行われている。

【 0 0 7 4 】

ステップ S_1 にて、オイル量推定部 2 0 1 は、供給量 $Q_{i n}$ を推定する。オイル量推定部 2 0 1 は、モータ 1 0 の回転数に応じて、供給量 $Q_{i n}$ を演算するための演算モードを、以下のステップ $S_2 \sim S_4$ の制御フローのように切り替えた上で、供給量 $Q_{i n}$ を演算

50

する。モータ10の回転数が所定値(N_1)より小さい場合には、ステップS2にて、オイル量推定部201は、供給量 Q_{in} をゼロ(下限値)として演算する。モータ10の回転数が所定値(N_1)より小さい場合には、ギアの回転では、オイルを上部に掻き上げることができないため、供給量 Q_{in} はゼロとなる。

【0075】

モータ10の回転数が、回転数(N_1)から所定値(N_2)までの範囲内である場合には、ステップS3にて、オイル量推定部201は、演算式($Q_{in} = A \times N - B$)を用いて、供給量 Q_{in} を演算する。モータ10の回転数を所定値(N_2)より大きい場合には、ステップS4にて、オイル量推定部201は、供給量 Q_{in} をC(上限値)として演算する。モータ10の回転数を所定値(N_2)より大きくしたとしても、ギアで掻き上げるオイル量には上限があり、供給量 Q_{in} はC(上限値)となる。

10

【0076】

ステップS5にて、オイル量推定部201は、オイルキャッチャ36に溜まっているオイル量の変化量(Q)を、 Q_{in} と Q_{out} との差分をとることで演算する($Q = Q_{in} - Q_{out}$)。 Q_{out} は、オイルキャッチャ36からロータ軸12に流れるオイル量であって、流路37の形状等により予め決まる値である。

【0077】

ステップS6にて、オイル量推定部201は、前回の制御フローで演算した、オイルキャッチャ36に溜まっているオイル量 Q_{T-1} に変化量(Q)を加算することで、現在、オイルキャッチャ36に溜まっているオイル量 Q_T を演算する($Q_T = Q_{T-1} + Q$)。これにより、オイル量推定部201は、演算によりオイルキャッチャ36に溜まっているオイル量 Q_T を推定し、推定結果をトルク制限部202に出力する。

20

【0078】

ステップS7にて、トルク制限部202は、オイル量 Q_T がオイルキャッチャ36の容量(Q_{max})未満であるか否かを判定する。

【0079】

オイル量 Q_T が容量(Q_{max})未満である場合には、ステップS8にて、トルク制限部202は、オイル量 Q_T がオイル量の制限値(Q_{lim})以下であるか否かを判定する。制限値(Q_{lim})は、トルク制限を行うか否かを判断するための閾値である。

【0080】

そして、オイル量 Q_T がオイル量の制限値(Q_{lim})以下である場合には、ステップS9にて、トルク制限部202は、現在のトルクがトルク制限値(T_{lim})以上であるか否かを判定する。現在のトルクがトルク制限値(T_{lim})以上である場合には、トルク制限部202は、モータ10の出力トルクをトルク制限値(T_{lim})に制限する。

30

【0081】

ステップS8の判定で、オイル量 Q_T がオイル量の制限値(Q_{lim})より大きいである場合、又は、ステップS9の判定で、現在のトルクがトルク制限値(T_{lim})未満である場合には、トルク制限部202は、モータ10の出力トルクに制限をかけない。

【0082】

また、ステップS7の判定で、オイル量 Q_T が容量(Q_{max})以上である場合には、オイル量推定部201は、現在のオイル量 Q_T を容量(Q_{max})として推定する。すなわち、オイルキャッチャ36から溢れたオイルは、ギアハウジング24の下部に戻るため、現在のオイル量 Q_T は容量(Q_{max})となる。

40

【0083】

上記のように本実施形態では、モータの回転数に基づきオイルキャッチャ36に貯まっているオイル溜まり量を推定し、オイル溜まり量が所定の閾値以下である場合に、モータ10のトルクを制限する。これにより、軸受32の摩擦が高くなることを抑制できる。

【0084】

また本実施形態では、オイルキャッチャ36に溜まるオイルの上限値を予め設定し、上限値以下の範囲内で、オイル溜まり量を推定する。これにより、オイル溜まり量の推定精

50

度を上げることができる。

【0085】

また本実施形態では、モータ10の回転数に応じて、オイル溜まり量を推定するための演算モードを切り替える。これにより、回転数に応じたギヤ21のオイル掻き上げ特性に応じてオイル溜まり量を推定できるため、オイル溜まり量の推定精度を上げることができる。

【0086】

また本実施形態では、モータ10の回転数が低速域の範囲内である場合には、所定の範囲の下限値(0)をオイルの供給量(Q_{in})として演算し、モータ10の回転数が中速域の範囲内である場合には、モータ10の回転数に比例した値をオイルの供給量(Q_{in})として演算し、モータ10の回転数が高速域の範囲内である場合には、所定の範囲の上限値(C)をオイルの供給量(Q_{in})として演算する。これにより、簡単な式で各回転数領域のオイルの供給量(Q_{in})を演算できる。

【0087】

また、コントローラ200は、モータ10の回転数を検出するためのセンサ(レゾルバ)を用いて、オイル溜まり量を推定する。これにより、新たなセンシング手段を設けずに、オイル溜まり量を推定できる。

【0088】

なお、オイル量推定部201はマップを用いた演算により、現在の供給量 Q_{in} を演算してもよい。オイル量推定部201には、モータ10の回転数と供給量 Q_{in} との間の相関関係を示すマップが予め保存されている。当該マップは、実験により得ることができる。そして、オイル量推定部201は、レゾルバ33を用いて、モータ10の回転数を検出し、マップを参照して、検出した回転数に対応する供給量を、現在の供給量として演算する。

【0089】

なお、本実施形態では、ロータ12の回転軸に対して垂直な面に沿う方向で、回転軸を介してオイル吐出口12fの反対側に、連通口104aを配置したが、連通口104aは、回転軸を介してオイル吐出口12fの反対側の位置でなくてもよい。すなわち、ロータ12の回転軸のみみたときに、連通口104aの位置に相当する角度と、オイル吐出口12fの位置に相当する角度が異なればよい。角度は、ロータ軸12aの回転角に相当する。

【0090】

なお、本実施形態では、オイルキャッチャ36をモータハウジング13に設けたが、ギアハウジング24内に設けてもよい。

【0091】

《第2実施形態》

図17は、発明の他の実施形態に係るインホイールモータの断面図である。本実施形態では上述した第1実施形態に対して、オイルキャッチャ36とロータ軸12aとを接続する流路、及び、トルク制限部202の一部の制御が異なる。これ以外の構成は上述した第1実施形態と同じであり、その記載を援用する。

【0092】

図17に示すように、本実施形態では、オイルキャッチャ36とロータ軸12aとを接続する流路371、372が複数設けられている。流路371は、オイルキャッチャ36からロータ軸12に、流入量(Q_a)でオイルを流す。流路372は、オイルキャッチャ36からロータ軸12aに、流入量(Q_b)でオイルを流す。オイルキャッチャ36は、z方向で、ロータ軸12aよりも高い位置にある。そのため、流路371、372の両端にそれぞれ設けられている開口のうち、オイルキャッチャ36を臨むように形成された孔が、オイルの入口となる。

【0093】

流路371の入口は、z方向(オイルキャッチャ36のオイル面の高さ方向)で、流路372の入口よりも高い位置にある。オイルキャッチャ36内のオイル面の高さが、流路

10

20

30

40

50

371の入口の位置よりも高い場合には、オイルキャッチャ36内のオイルは、流路371及び流路372を通過して、ロータ軸12aに流れる。そのため、オイルキャッチャ36からロータ軸12aに供給されるオイルの供給量は、流入量(Q_a)に流入量(Q_b)を加えた量になる。

【0094】

オイルキャッチャ36内のオイル面の高さが、流路371の入口の位置よりも低く、かつ、流路371の入口の位置よりも高い場合には、オイルキャッチャ36内のオイルは、流路371を通らず流路372のみを通過して、ロータ軸12aに流れる。そのため、オイルキャッチャ36からロータ軸12aに供給されるオイルの供給量は、流入量(Q_b)となる。

10

【0095】

次に、モータの回転数とオイルの供給量(Q_{in})との関係について、図18を用いて、説明する。図18は、モータの回転数に対するオイルの供給量 Q_{in} の特性を示すグラフである。

【0096】

モータ回転数とオイルの供給量 Q_{in} の間には、第1実施形態における図15のグラフで示した相関性と、同様の相関性がある。そして、オイルの供給量(Q_{in})が流入量(Q_b)となるときの回転数を N_b とすると、回転数(N_b)は、回転数(N_1)から N_2 までの間の一次関数のグラフと、 $Q_{in} = Q_b$ のグラフとの交点で表される。すなわち、回転数(N_b)は、オイル供給量(Q_{in})が第2流入量(Q_b)となるときのモータ回転数である。

20

【0097】

次に、図19を用いて、コントローラ200の制御フローを説明する。ステップS1からステップS11までの制御フローは、第1実施形態に係るステップS1からステップS11までの制御フローと同様である。ただし、ステップS10の制御フローにて制限されるトルク制限値を、 T_{lim1} とする。

【0098】

ステップS8の判定で、オイル量 Q_T がオイル量の制限値(Q_{lim})より大きい場合には、トルク制限部202は、モータ10の現在の出力トルクとトルク判定閾値(T_c)とを比較し、かつ、モータ10の現在の回転数と回転数(N_b)とを比較する。そして、現在の出力トルクがトルク判定閾値(T_c)以上であり、かつ、現在の回転数が回転数(N_b)以下である場合には、トルク制限部202は、モータ10の出力トルクをトルク制限値(T_{lim2})に制限する。トルク制限値(T_{lim2})はトルク制限値(T_{lim1})よりも高いである。すなわち、ステップS13の制御フローにおいて制限されるトルクの制限量は、ステップS10の制御フローにおいて制限されるトルクの制限量よりも小さい。

30

【0099】

ステップS12の判定で、現在の出力トルクがトルク判定閾値(T_c)未満である場合、又は、現在の回転数が回転数(N_b)より大きい場合には、トルク制限部202は、現在のトルクに制限をかけない。

40

【0100】

図20を用いて、モータ10の回転数(N)と出力トルク(T)の関係について説明する。図20は、回転数(N)に対する出力トルク(T)の特性を示すグラフである。

【0101】

オイルキャッチャ36に溜まっているオイル量(Q_T)が制限値(Q_{lim})より大きい状態で、モータ10の回転数が下がり、回転数が回転数(N_b)以下になったとする。この場合に、オイル量(Q_T)は制限値(Q_{lim})大きいですが、ギア21の回転によりオイルキャッチャ36に供給されるオイルの量は少なく、オイルキャッチャ36に溜まっているオイルは流路371、372を通過してロータ軸12aに流れ、オイルキャッチャ36に溜まっているオイル量が減少する。そのため、本実施形態では、オイル量(Q_T)が制

50

限值 (Q_{lim}) 以下になる前に、モータ 10 の出力トルクをトルク制限値 (T_{lim2}) に制限する (図 20 に示す領域 R_2 に相当)。そして、オイル量 (Q_T) がさらに小さくなり制限値 (Q_{lim}) 未満となった場合には、モータ 10 の出力トルクをトルク制限値 (T_{lim1}) に制限する (図 20 に示す領域 R_1 に相当)。これにより、領域 R_1 で示されるトルクの制限量の大きい制御が作動するシーンを低減することができる。その結果として、軸受 32 の摩擦が高くなることを抑制できる。

【0102】

上記のように本実施形態では、オイル量 (Q_T) が制限値 (Q_{lim}) 以下である場合には、モータ 10 のトルクを第 1 制限値 (T_{lim1}) に制限し、オイル量 (Q_T) が制限値 (Q_{lim}) より大きく、モータ 10 の出力トルクがトルク (T_c) 以上であり、かつ、モータ 10 の回転数が回転数 (N_b) 以下である場合には、トルクを、第 1 制限値 (T_{lim1}) より大きい第 2 制限値 (T_{lim2}) に制限する。これにより、第 1 制限値 (T_{lim1}) のトルク制限が作動するシーンを低減できる。

10

【0103】

また本実施形態では、オイルキャッチャ 36 とロータ軸 12a との間に、流路 371、372 を接続し、ギア 21 の回転によりオイルキャッチャ 36 に供給されるオイル供給量が流入量 (Q_b) となるモータ回転数 (N_b) を、第 2 制限値 (T_{lim2}) のトルク制限を行うか否か判定するための回転数に設定する。これにより、簡易な構成で、第 2 制限値 (T_{lim2}) のトルク制限を行うことができる。

【0104】

20

《第 3 実施形態》

本発明の他の実施形態に係る駆動ユニットを説明する。本実施形態では上述した第 1 実施形態に対して、吐出口 12f、仕切り板 103a ~ b、連通口 104a ~ 104c の構成が異なる。これ以外の構成は上述した第 1 実施形態と同じであり、その記載を援用する。

【0105】

図 21 は、位相が 0 度の場合のロータ軸の状態を示し、(a) はロータ軸の断面図であり、(b) は XXI - XXI 線に沿う断面図である。仕切り板 103a ~ 103c には、一对の連通口 104a ~ 104c がそれぞれ形成されている。yz 面に沿うロータ軸 a の断面において、一对の連通口 104a は、ロータ軸 12a の回転軸を挟んで互いに対向する位置に設けられている。

30

【0106】

オイル吐出口 12f は、yz 面に沿うロータ軸 12a の断面において、一对の連通口 104a に対して 90 度ずれた位置に設けられている。90 度は、ロータ軸 12a の回転角に対応している。すなわち、連通口 104a は、ロータ 12 の回転軸 (x 方向) 及び互いに対向する吐出口 12f の配列方向 (z 方向) に対して垂直な方向 (y 方向) の位置に配置されている。これにより、吐出口 12f が複数設けられている場合も、ロータ軸 12a 内にオイルを溜めることができる。また、モータ 10 の停止中には、ロータ軸 12a の中にオイルが溜まる。そしてロータ軸 12a が回転すると、オイルは連通口 104a を通って他の空間 (部屋) にも供給されるため、ギア 21 の回転数が、オイル掻き上げを可能とする回転数に至るまでの時間、ベアリング潤滑性を確保できる。

40

【符号の説明】

【0107】

- 10 ... モータ
- 11 ... ステータ
- 12 ... ロータ
- 12a ... ロータ軸
- 12b ... 鋼板
- 12c ... 固定部材
- 12d ... 流路

50

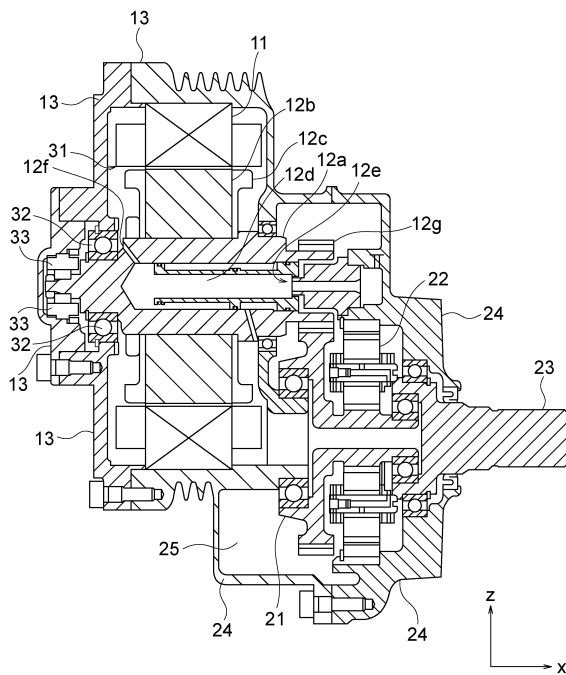
- 1 2 e ... オイル流入口
- 1 2 f ... 吐出口
- 1 3 ... モータハウジング
- 2 0 ... 動力伝達機構
- 2 1、2 2 ... ギア
- 2 3 ... 出力軸
- 2 4 ... ギアハウジング
- 2 4 a、2 4 b ... 内壁
- 2 5 ... 空間
- 3 1 ... エアギャップ
- 3 2 ... 軸受け
- 3 3 ... レゾルバ
- 3 4 ... 連通口
- 3 6 ... オイルキャッチャ
- 3 7 ... 流路
- 1 0 1 ... 外管
- 1 0 2 ... 内管
- 1 0 3 a ~ 1 0 3 c ... 仕切り板
- 1 0 4 a ~ 1 0 4 c ... 連通口
- 2 0 0 ... コントローラ
- 2 0 1 ... オイル量推定部
- 2 0 2 ... トルク制限部
- 3 7 1、3 7 2 ... 流路

10

20

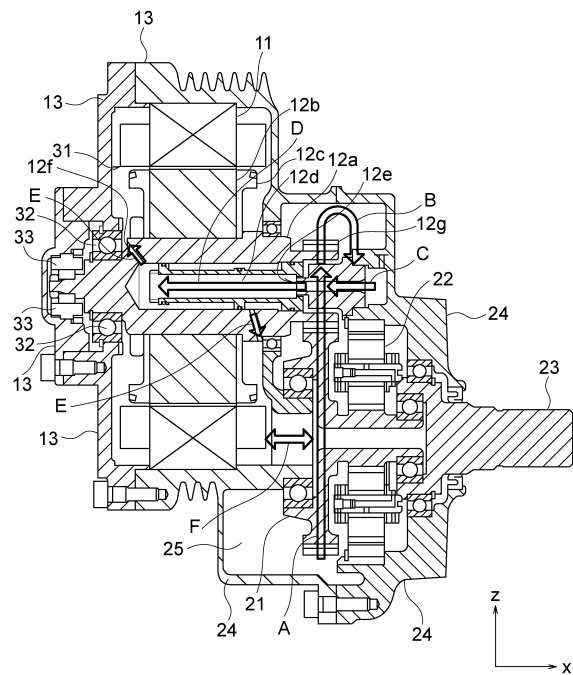
【図 1】

図 1



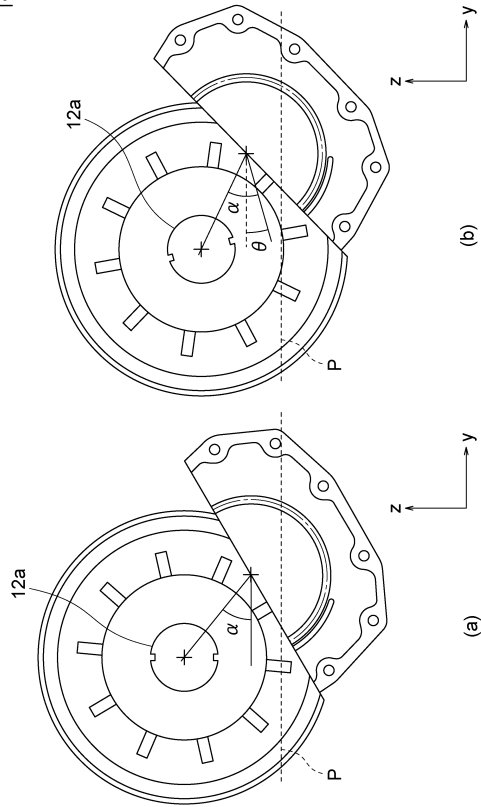
【図 2】

図 2



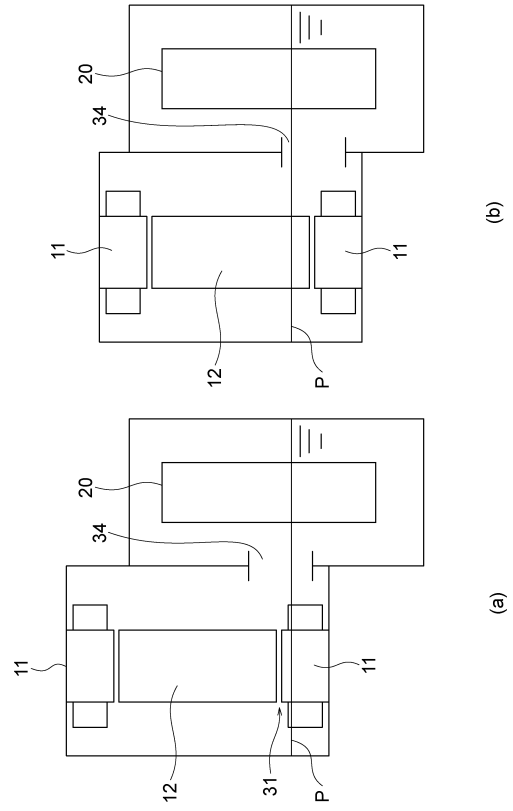
【図3】

図 3



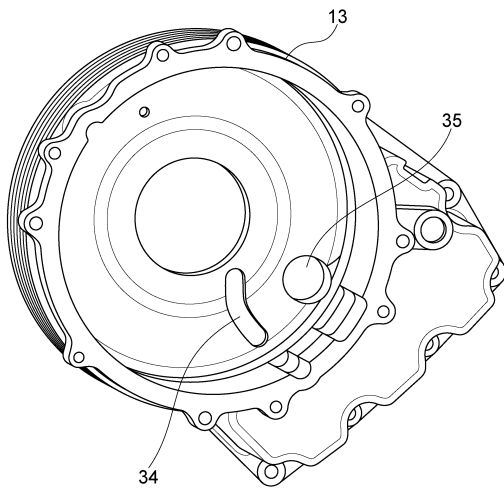
【図4】

図 4



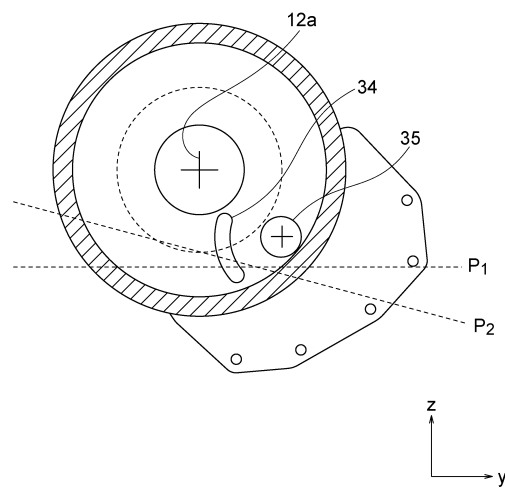
【図5】

図 5



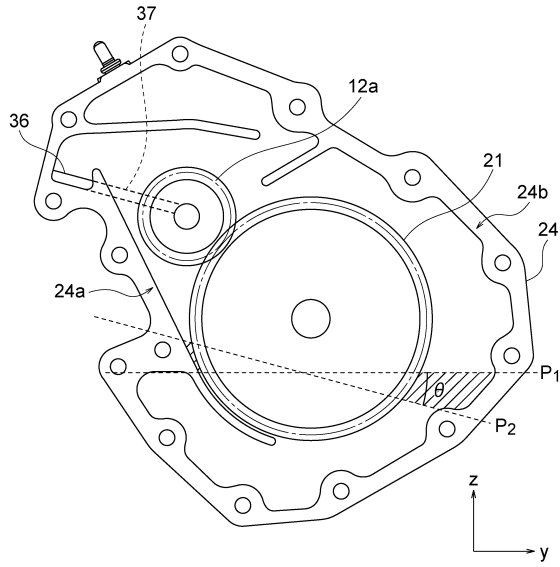
【図6】

図 6



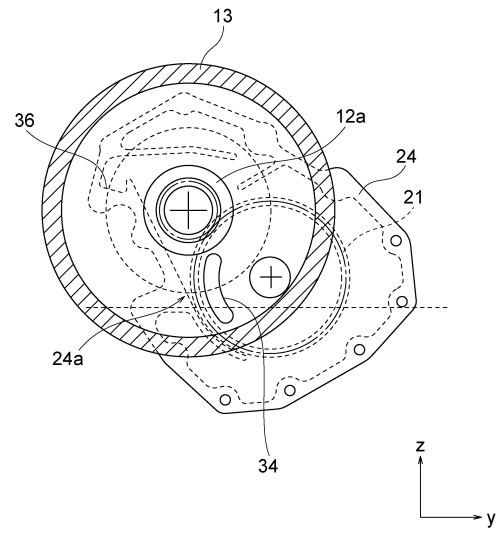
【図 7】

図 7



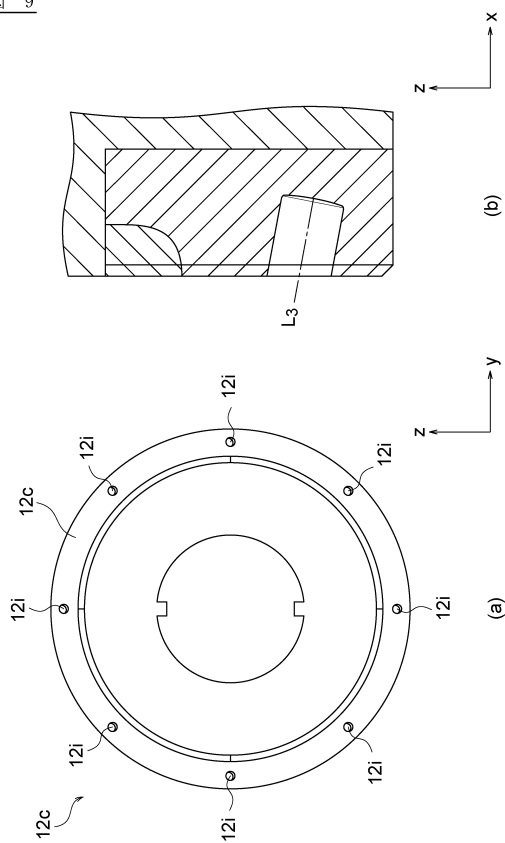
【図 8】

図 8



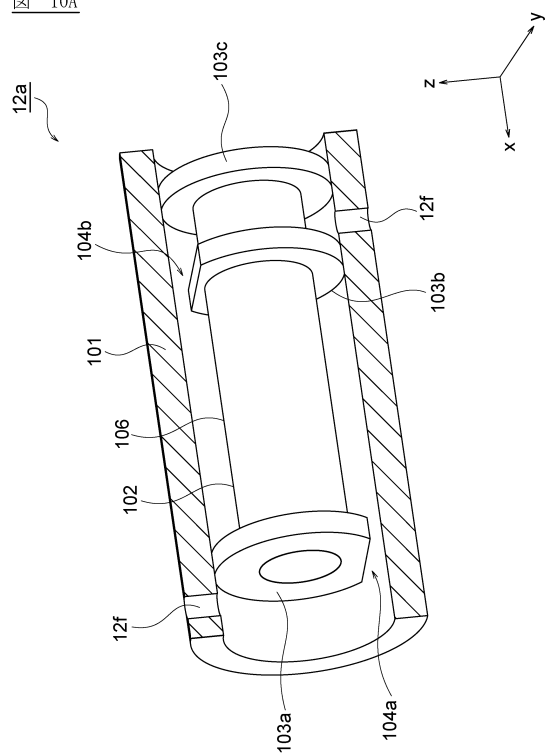
【図 9】


図 9



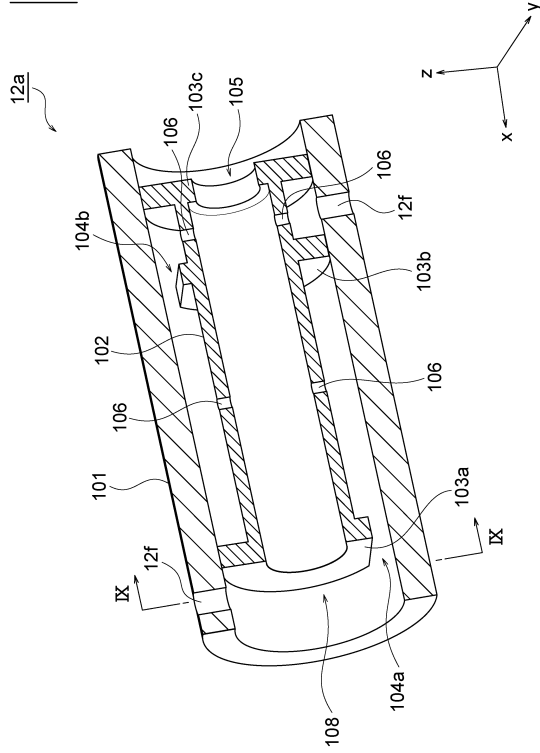
【図 10 A】


図 10A



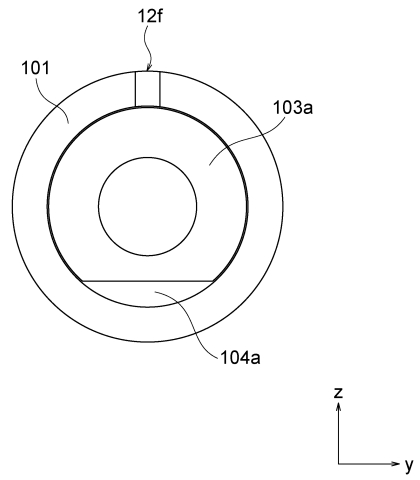
【 10 B】


 10B



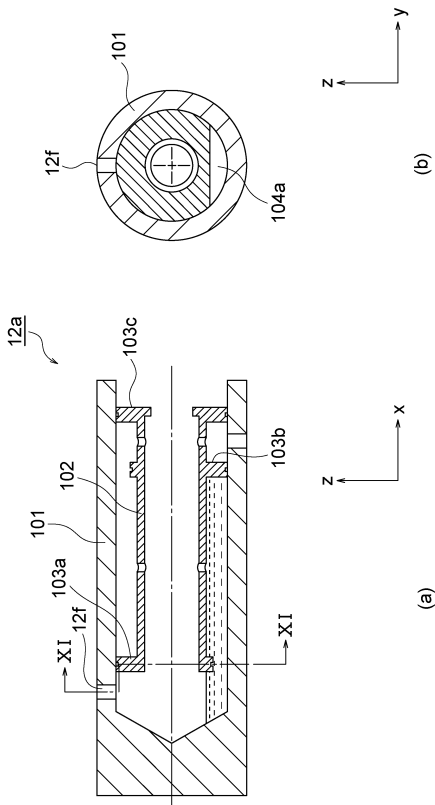
【 10 C】


 10C



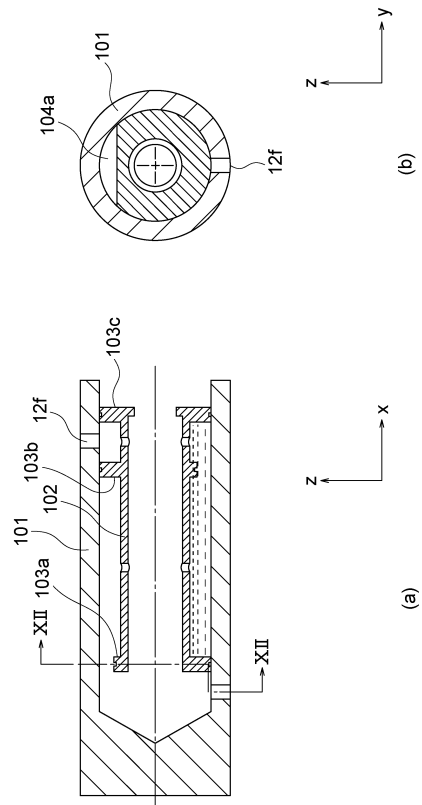
【 11】

 11



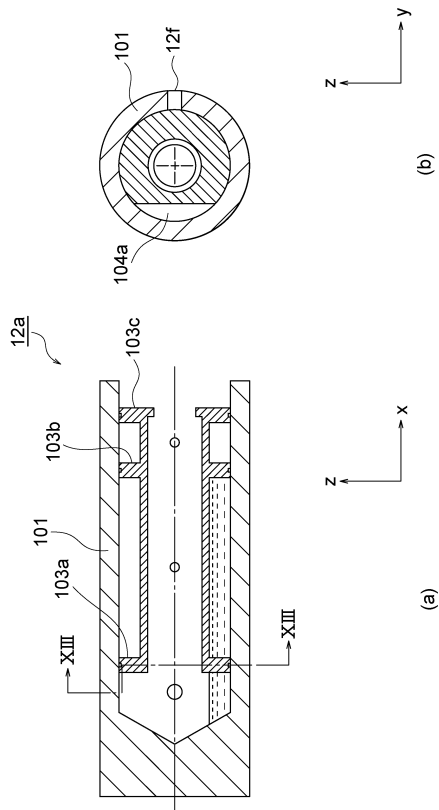
【 12】

 12



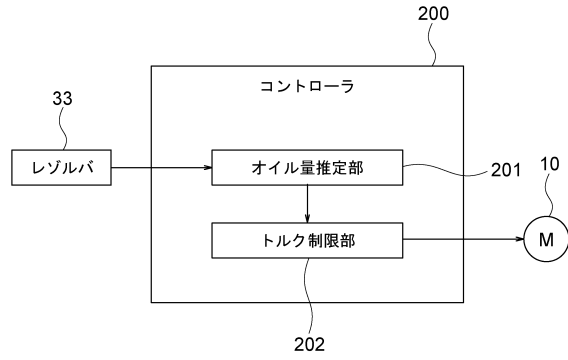
【図13】

図13



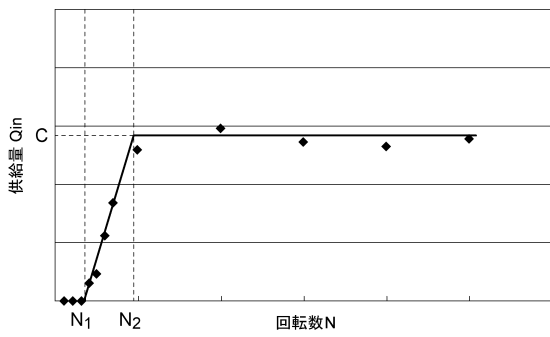
【図14】

図14



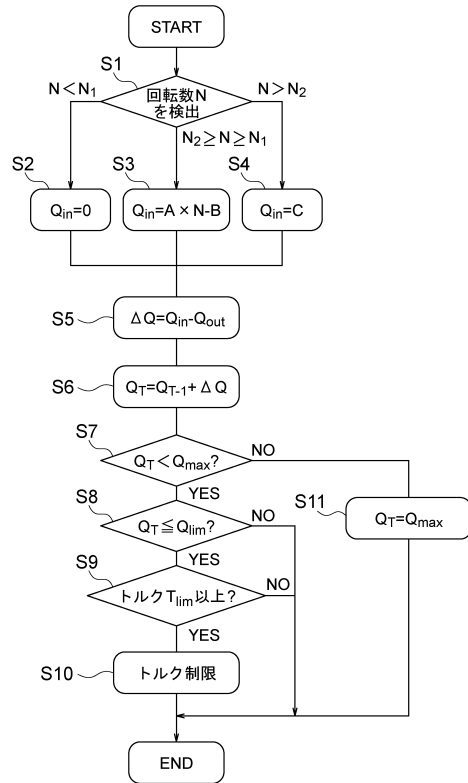
【図15】

図15



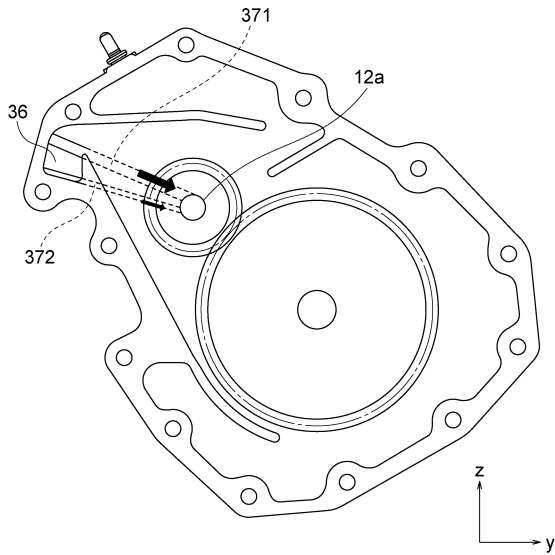
【図16】

図16



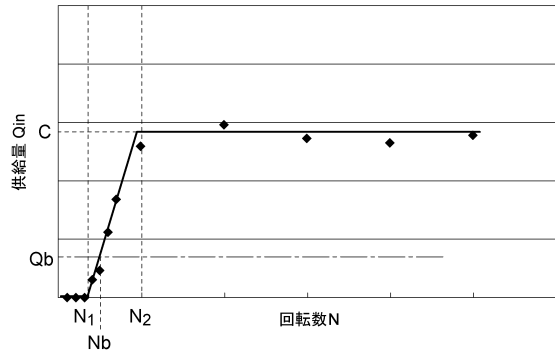
【図 17】

図 17



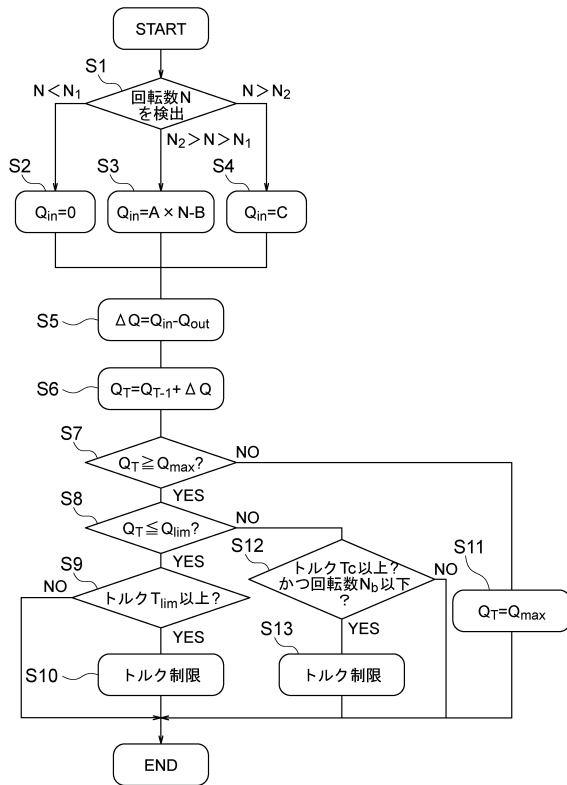
【図 18】

図 18



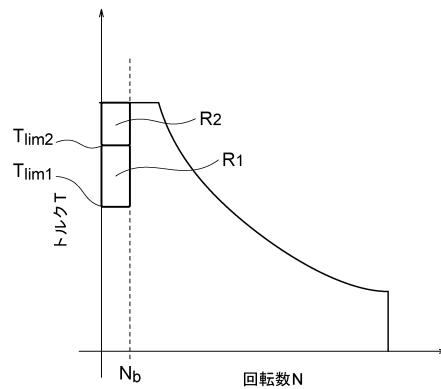
【図 19】

図 19



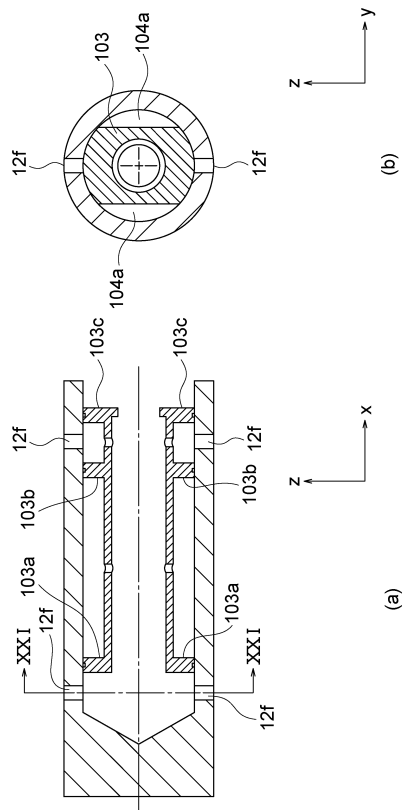
【図 20】

図 20



【 2 1 】

21



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-190047(JP,A)
国際公開第2008/004286(WO,A1)
特開2011-097784(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 9/19