

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/174984 A1

- (51) 国際特許分類:
B60K 7/00 (2006.01) *F16H 57/04* (2010.01)
F16H 1/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/060348
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 30 日(30.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-093106 2015 年 4 月 30 日(30.04.2015) JP
- (71) 出願人: N T N 株式会社 (NTN CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁
目 3 番 1 7 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 杉浦 早織 (SUGIURA Saori); 〒4388510 静
岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N 株式会
社内 Shizuoka (JP). 山本 哲也 (YAMAMOTO Tet-
suya); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番
地 N T N 株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 城村 邦彦, 外 (SHIROMURA Kunihiko et
al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1
5 番 2 6 号 江原特許事務所 Osaka (JP).

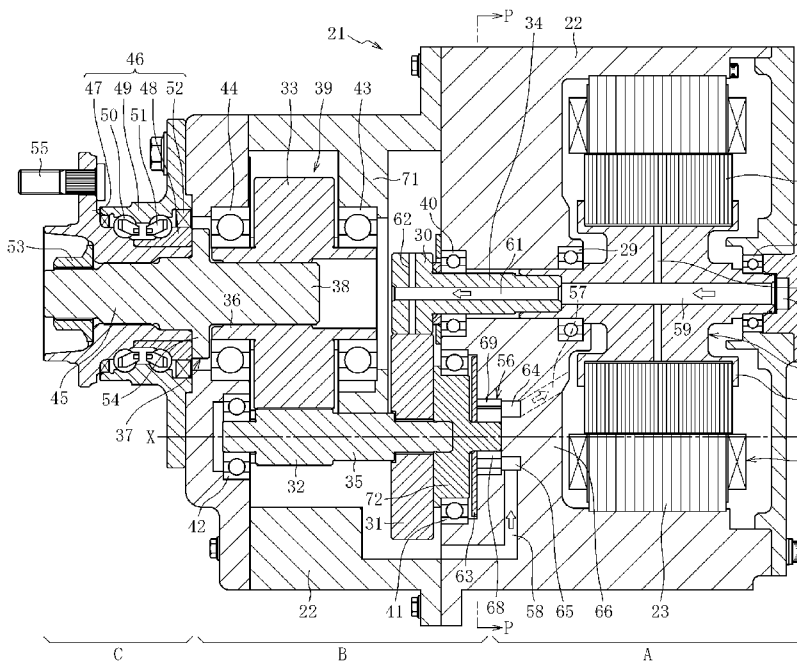
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: IN-WHEEL MOTOR DRIVE DEVICE

(54) 発明の名称: インホイールモータ駆動装置



(57) Abstract: The present invention provides an in-wheel motor drive device which can promptly supply lubricating oil to a motor section and a reducer section when restarting a rotary pump after the rotary pump is stopped. An in-wheel motor drive device is provided with: a motor section (A); a reducer section (B) constituted by a parallel-axis gear reducer (39) comprising a plurality of gears (30-33); a bearing section (C) for a wheel; and a lubricating mechanism for supplying lubricating oil to the reducer section (B) by means of a rotary pump (56). The parallel-axis gear reducer (39) is provided with: an input shaft (34) coaxially connected to the motor rotating shaft (25) of the motor section (A) and provided with the input gear (30); and an intermediate shaft (35) provided below the input shaft (34) and provided with the intermediate gear (31) meshing with the input gear (30). The lubricating mechanism is configured in such a manner that the rotary pump (56) is disposed coaxially with the intermediate shaft (35) and is located at the position of the level of the lubricating oil contained in the lower part of the reducer section (B) when

the motor section (A) is stopped.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/174984 A1



本発明は、回転ポンプの停止後の再始動時などに潤滑油をモータ部および減速機部に速やかに供給し得るインホイールモータ駆動装置を提供する。モータ部（Ａ）と、複数の歯車（３０～３３）からなる平行軸歯車減速機（３９）で構成された減速機部（Ｂ）と、車輪用軸受部（Ｃ）と、回転ポンプ（５６）により減速機部（Ｂ）に潤滑油を供給する潤滑機構とを備えたインホイールモータ駆動装置であって、平行軸歯車減速機（３９）は、モータ部（Ａ）のモータ回転軸（２５）と同軸的に連結され、入力歯車（３０）が設けられた入力軸（３４）と、入力軸（３４）の下方位置に配置され、入力歯車（３０）と噛合する中間歯車（３１）が設けられた中間軸（３５）とを備え、潤滑機構は、回転ポンプ（５６）を中間軸（３５）と同軸的に配置し、モータ部（Ａ）の停止時に減速機部（Ｂ）の下部に貯溜される潤滑油の油面位置に回転ポンプ（５６）を配設する。

明 細 書

発明の名称： インホイールモータ駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、電動モータの出力軸と車輪用軸受とを減速機を介して連結したインホイールモータ駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 従来のインホイールモータ駆動装置は、例えば、特許文献１に開示された構造のものがある。この特許文献１のインホイールモータ駆動装置は、駆動力を発生させるモータ部と、車輪に接続される車輪用軸受部と、モータ部と車輪用軸受部との間に配置され、モータ部の回転を減速して車輪用軸受部に伝達する減速機部とを備えている。モータ部および減速機部はハウジングに収容されている。

[0003] このインホイールモータ駆動装置では、モータ部の冷却と減速機部の冷却および潤滑とを目的として、モータ部および減速機部に潤滑油を供給する潤滑機構が設けられている。潤滑機構は、潤滑油を圧送する回転ポンプと、ハウジングの下部に設けられた潤滑油貯溜部と、モータ部および減速機部に設けられた油路とを備え、潤滑油がモータ部および減速機部を循環する構造を有する。

[0004] この潤滑機構では、回転ポンプから吐出される潤滑油をハウジングの油路からモータ出力軸の油路を経由してモータ部に供給することにより、モータ部の冷却が行われる。また、モータ出力軸の油路と連通する減速機入力軸の油路を経由して減速機部に潤滑油を供給することにより、減速機部の冷却および潤滑が行われる。

[0005] このようにして、モータ部の冷却と減速機部の冷却および潤滑とを行った潤滑油は、ハウジング下部の潤滑油貯溜部に一旦貯溜される。この潤滑油貯溜部に貯溜された潤滑油は、ハウジングの油路から吸い上げられて回転ポンプへ還流する。

[0006] 以上のように、このインホイールモータ駆動装置において、潤滑機構は、回転ポンプから吐出された潤滑油により、モータ部の冷却と減速機部の冷却および潤滑を行った後、その潤滑油を潤滑油貯溜部から回転ポンプへ吸入させる循環構造をなす。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2011-189919号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、特許文献1で開示されたインホイールモータ駆動装置では、潤滑機構の回転ポンプがハウジングの中央部に位置する減速機入力軸と同軸的に配置され、その減速機入力軸と同期して回転することにより、潤滑油の吐出および吸入を行っている。一方、潤滑油貯溜部はハウジングの下部に設けられていることから、ハウジングの中央部に位置する回転ポンプの吸入口と、ハウジングの下部に位置する潤滑油貯溜部とを長い油路で接続することになる。

[0009] その結果、回転ポンプの駆動時、潤滑油貯溜部から回転ポンプへ吸い上げられていた油路内の潤滑油が、回転ポンプの停止時に潤滑油貯溜部へ落下する。そのため、回転ポンプの吸入口と潤滑油貯溜部との間の油路が空になり、回転ポンプの再始動時、回転ポンプは油路内の空気を吸い上げることになる。この油路内の空気を吸い上げきるまで回転ポンプは潤滑油をモータ部および減速機部に供給することが困難となる。

[0010] このように、回転ポンプの再始動直後では、回転ポンプは潤滑油がない状態で回転するため、回転ポンプの摺動面や、モータ部および減速機部で使用されている軸受の摺動面が摩耗し、回転ポンプおよび軸受の損傷が発生するおそれがある。

[0011] そこで、本発明は前述の課題に鑑みて提案されたもので、その目的とする

ところは、回転ポンプの停止後の再始動時などに潤滑油をモータ部および減速機部に速やかに供給し得るインホイールモータ駆動装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0012] 前述の目的を達成するための技術的手段として、本発明は、モータ部と、複数の歯車からなる平行軸歯車減速機で構成された減速機部と、車輪用軸受部と、回転ポンプにより減速機部に潤滑油を供給する潤滑機構とを備えたインホイールモータ駆動装置であって、平行軸歯車減速機は、モータ部のモータ回転軸と同軸的に連結され、入力歯車が設けられた入力軸と、その入力軸の下方位置に配置され、入力歯車と噛合する中間歯車が設けられた中間軸とを備え、潤滑機構は、回転ポンプを中間軸と同軸的に配置し、モータ部停止時に減速機部の下部に貯溜される潤滑油の油面位置に回転ポンプを配設した構造を有することを特徴とする。
- [0013] 本発明のインホイールモータ駆動装置では、平行軸歯車減速機の入力軸よりも下方位置に配置された中間軸に回転ポンプを設け、モータ部の停止時に減速機部の下部に貯溜される潤滑油の油面位置に回転ポンプを配設したことにより、モータ部の停止後の再始動時、回転ポンプによる潤滑油の吸い上げが容易となる。そのため、潤滑油をモータ部および減速機部に速やかに供給することができる。また、回転ポンプの再始動直後、回転ポンプに潤滑油がない状態を回避することができるので、回転ポンプおよび軸受の損傷を未然に防止することができる。
- [0014] 本発明において、回転ポンプの吸入口を、モータ部の停止時に減速機部の下部に貯溜される潤滑油の油面以下に配置することが望ましい。このようにすれば、モータ部の停止後の再始動時、回転ポンプによる潤滑油の吸い上げが確実にできる点で有効である。
- [0015] 本発明における回転ポンプは、中間軸と同軸的に連結され、中間軸よりも大径のポンプ駆動軸を備えていることが望ましい。このようにすれば、大径のポンプ駆動軸で中間軸を支持することができるため、中間軸の支持軸受に

大径のものを使用することができ、支持軸受の剛性アップを図ることができる。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、モータ部の停止後の再始動時、回転ポンプによる潤滑油の吸い上げが容易となるため、潤滑油をモータ部および減速機部に速やかに供給することができる。また、回転ポンプの再始動直後、回転ポンプに潤滑油がない状態を回避することができるので、回転ポンプおよび軸受の損傷を未然に防止することができる。その結果、モータ部の冷却性能、減速機部の冷却性能および潤滑性能の向上が図れ、信頼性の高い長寿命のインホイールモータ駆動装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態で、インホイールモータ駆動装置の全体構成を示す断面図である。

[図2]図1の平行軸歯車減速機を構成する歯車のみをアウトボード側から見た概要図である。

[図3]図1のP-P線に沿う断面図である。

[図4]インホイールモータ駆動装置を搭載した電気自動車の概略構成を示す平面図である。

[図5]図4の電気自動車を示す後方断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明に係るインホイールモータ駆動装置の実施形態を図面に基づいて詳述する。

[0019] 図4は、インホイールモータ駆動装置21を搭載した電気自動車11の概略平面図、図5は、電気自動車11を後方から見た概略断面図である。

[0020] 電気自動車11は、図4に示すように、シャシー12と、操舵輪としての前輪13と、駆動輪としての後輪14と、後輪14に駆動力を伝達するインホイールモータ駆動装置21とを装備する。後輪14は、図5に示すように、シャシー12のホイールハウジング15の内部に収容され、懸架装置（サ

スペンション) 16 を介してシャシー 12 の下部に固定されている。

[0021] 懸架装置 16 は、左右に延びるサスペンションアームにより後輪 14 を支持すると共に、コイルスプリングとショックアブソーバとを含むストラットにより、後輪 14 が地面から受ける振動を吸収してシャシー 12 の振動を抑制する。左右のサスペンションアームの連結部分には、旋回時などの車体の傾きを抑制するスタビライザが設けられている。懸架装置 16 は、路面の凹凸に対する追従性を向上させ、後輪 14 の駆動力を効率よく路面に伝達するために、左右の車輪を独立して上下させる独立懸架式としている。

[0022] 電気自動車 11 は、ホイールハウジング 15 の内部に、左右それぞれの後輪 14 を駆動するインホイールモータ駆動装置 21 を設けることによって、シャシー 12 上にモータ、ドライブシャフトおよびデファレンシャルギヤ機構などを設ける必要がなくなるので、客室スペースを広く確保でき、かつ、左右の後輪 14 の回転をそれぞれ制御することができるという利点を有する。

[0023] 電気自動車 11 の走行安定性および NVH 特性を向上させるためにばね下重量を抑える必要があり、さらに、広い客室スペースを確保するためにインホイールモータ駆動装置 21 の小型化が求められる。

[0024] そこで、図 1 に示す実施形態のインホイールモータ駆動装置 21 は、以下の構造を具備する。これにより、コンパクトなインホイールモータ駆動装置 21 を実現し、ばね下重量を抑えることで、走行安定性および NVH 特性に優れた電気自動車 11 を得ることができる。

[0025] この実施形態の特徴的な構成を説明する前にインホイールモータ駆動装置 21 の全体構成を説明する。以下の説明では、インホイールモータ駆動装置 21 を車両に搭載した状態で、車両の外側寄りとなる側をアウトボード側（図面左側）と称し、中央寄りとなる側をインボード側（図面右側）と称する。

[0026] インホイールモータ駆動装置 21 は、図 1 に示すように、駆動力を発生させるモータ部 A と、モータ部 A の回転を減速して出力する減速機部 B と、減

速機部Bからの出力を駆動輪としての後輪14（図4および図5参照）に伝達する車輪用軸受部Cとを備えている。モータ部Aと減速機部Bはケーシング22に收容されて、電気自動車11のホイールハウジング15（図5参照）内に取り付けられる。ケーシング22は、モータ部Aのモータハウジングと減速機部Bのギヤハウジングとからなる分割可能な構造でボルトにより締結一体化されている。

[0027] モータ部Aは、ケーシング22に固定されたステータ23と、ステータ23の径方向内側に隙間をもって対向するように配置されたロータ24と、ロータ24の径方向内側に配置されてロータ24と一体回転するモータ回転軸25とを備えたラジアルギャップ型の電動モータ26で構成されている。モータ回転軸25は、毎分一万数千回転程度で高速回転可能である。ステータ23は磁性体コアの外周にコイルを巻回することによって構成され、ロータ24は永久磁石または磁性体が内部に配置されている。

[0028] モータ回転軸25は、径方向外側へ一体的に延びるホルダ部27によりロータ24が保持されている。ホルダ部27は、ロータ24が嵌め込み固定された凹溝を環状に形成した構成としている。モータ回転軸25は、その軸方向一方側端部（図1の右側）が転がり軸受28に、軸方向他方側端部（図1の左側）が転がり軸受29によって、ケーシング22に対して回転自在に支持されている。

[0029] 減速機部Bは、入力歯車である第1歯車30と、中間歯車である第2歯車31および第3歯車32と、出力歯車である第4歯車33とを有する。第1歯車30は、インボード側に延びる軸部34をモータ回転軸25にスプライン嵌合（セレーション嵌合を含む。以下、同じ）によって連結することにより、モータ回転軸25に同軸的に取り付け固定されている。第2歯車31は、中間軸35に取り付け固定されている。第3歯車32は、中間軸35に一体的に形成されている。第4歯車33は、その軸部36を減速機出力軸37のインボード側軸部38にスプライン嵌合によって連結することにより、減速機出力軸37に同軸的に取り付け固定されている。

- [0030] この減速機部Bは、第1歯車30と第2歯車31とが噛合し、第3歯車32と第4歯車33とが噛合することにより、モータ回転軸25の回転運動を2段に減速する平行軸歯車減速機39で構成されている。
- [0031] 第1歯車30の軸部34は、転がり軸受40によってケーシング22に対して回転自在に支持されている。第2歯車31が取り付け固定され、第3歯車32が一体的に形成された中間軸35は、転がり軸受41、42によってケーシング22に対して回転自在に支持されている。減速機出力軸37が取り付け固定された第4歯車33は、転がり軸受43、44によってケーシング22に対して回転自在に支持されている。減速機出力軸37のアウトボード側軸部45は、車輪用軸受部Cのハブ輪47にスプライン嵌合によって連結され、減速機部Bの出力を後輪14（図4および図5参照）に伝達する。
- [0032] 第1歯車30～第4歯車33および各歯車の回転軸を図2に基づいて説明する。図2は、図1の平行軸歯車減速機39を構成する第1歯車30～第4歯車33のみをアウトボード側から見た概要図である。
- [0033] 第1歯車30は、モータ回転軸25（図1参照）に取り付け固定され、その軸心C1を中心にして回転する。第2歯車31は、中間軸35（図1参照）に取り付け固定され、第3歯車32は、中間軸35に一体的に形成され、その軸心C2を中心にして回転する。第4歯車33は、減速機出力軸37（図1参照）に取り付け固定され、その軸心C3を中心にして回転する。なお、モータ回転軸25と減速機出力軸37は同軸上に配置されていることから、それぞれの軸心C1と軸心C3は一致している。
- [0034] この実施形態では、モータ回転軸25、中間軸35および減速機出力軸37の各軸心C1、C2、C3が直線E-E上に配置され、減速機部Bの径方向のコンパクト化を図っている。ただし、各軸心C1、C2、C3の配置は、この実施形態のような配置に限らず、各歯車30～33の噛合いを維持した状態で、ケーシング22のスペースなどを考慮して適宜ずらしてもよい。
- [0035] ここで、平行軸歯車減速機39を構成する第1歯車30～第4歯車33には、はすば歯車を用いている。はすば歯車は、同時に噛合う歯数が増え、歯

当たりが分散されるので音が静かで、トルク変動が少ない点で有効である。歯車のかみあい率や限界の回転数などを考慮して、モジュールは１～３程度が好ましい。

[0036] インホイールモータ駆動装置２１は、ホイールハウジング１５（図５参照）の内部に収められ、ばね下荷重となるため、小型軽量化が必須である。平行軸歯車減速機３９を電動モータ２６と組み合わせることで電動モータ２６の小型化を図ることができる。例えば、減速比１１の平行軸歯車減速機３９を用いた場合、毎分一万数千回転程度的高速回転の電動モータ２６を使用することにより電動モータ２６を小型化することができる。この場合、ケーシング２２のスペースなどを考慮すると、第１歯車３０と第２歯車３１からなる第１段の減速比は２～４程度とし、第３歯車３２と第４歯車３３からなる第２段の減速比は３～５程度とすることが好ましい。

[0037] 車輪用軸受部Ｃは、図１に示すように、以下のような構造の車輪用軸受４６で構成されている。車輪用軸受４６は、減速機出力軸３７にトルク伝達可能に連結されたハブ輪４７と、ハブ輪４７の外周に嵌合された内輪４８と、ハブ輪４７および内輪４８の外側に配置された外輪４９と、ハブ輪４７および内輪４８と外輪４９との間に配置された複数の玉５０と、複数の玉５０を保持する保持器５１とを備えた複列アンギュラ玉軸受である。車輪用軸受４６の軸方向両端部には、泥水などの侵入防止のためにシール部材５２が設けられている。

[0038] この車輪用軸受４６は、減速機出力軸３７のアウトボード側軸部４５の端部に形成された雄ねじ部にナット５３を螺合させることにより、平行軸歯車減速機３９に締め付け固定されている。車輪用軸受４６の外輪４９は、ケーシング２２に取り付け固定されている。車輪用軸受４６の内輪４８は、減速機出力軸３７のフランジ部５４に当接することにより抜け止めされている。車輪用軸受４６のハブ輪４７にハブボルト５５で後輪１４（図４および図５参照）が連結される。

[0039] 次に、このインホイールモータ駆動装置２１における全体的な潤滑機構を

説明する。

- [0040] 潤滑機構は、モータ部Aを冷却するために潤滑油を供給すると共に、減速機部Bを冷却および潤滑するために潤滑油を供給するものである。この実施形態の潤滑機構は、図1に示すように、回転ポンプ56と、ケーシング22に配設された油路57、58と、モータ回転軸25に配設された油路59～60と、第1歯車30およびその軸部34に配設された油路61、62とを主な構成としている。
- [0041] 回転ポンプ56は、押え板63によりケーシング22に組み込まれている。回転ポンプ56の吐出口64および吸入口65がケーシング22に設けられている。また、モータ部Aと減速機部Bとを区画するケーシング22の隔壁部66には、潤滑油をモータ部Aから減速機部Bへ流通させる排油孔67（図3参照）が配設されている。
- [0042] 図1に示すように、回転ポンプ56の吐出口64から延びる油路57は、ケーシング22の内部を周回し、モータ回転軸25のインボード側端部で油路59と連通する。モータ回転軸25の内部を軸線方向に沿って延びる油路59は、その軸中央部でホルダ部27に向かって延びる油路60と連通し、アウトボード側端部で第1歯車30の軸部34の油路61と連通する。
- [0043] 第1歯車30の軸部34の内部を軸線方向に沿って延びる油路61は、第1歯車30の内部で径方向に沿って延びる油路62と連通する。モータ回転軸25の軸中央部の油路60は、ホルダ部27の凹溝内を経由して外周端部で開口する。第1歯車30の軸部34の油路61は、第1歯車30のアウトボード側端部で開口する。第1歯車30の内部の油路62は、第1歯車30の歯面で開口する。
- [0044] 回転ポンプ56へ潤滑油を還流させるための油路58は、一端が回転ポンプ56の吸入口65と連通し、他端がケーシング22の隔壁部66の下部で減速機部B側に開口する。潤滑油を強制的に循環させるための回転ポンプ56は、吐出口64と連通する油路57と、吸入口65と連通する油路58との間に設けられている。

- [0045] 図1および図3に示すように、回転ポンプ56は、中間軸35のインボード側に取り付けられたインナロータ68と、ケーシング22に回転自在に支持されたアウトロータ69と、ポンプ室70と、油路57に連通する吐出口64と、油路58に連通する吸入口65とを備えるサイクロイドポンプである。この回転ポンプ56は、中間軸35の回転で駆動することから、別の駆動機構を必要としないので、部品点数の低減が図れる。
- [0046] インナロータ68は、モータ回転軸25の回転を第1歯車30および第2歯車31からなる第1段で減速して駆動されることにより、中間軸35の回転と同期して回転する。一方、アウトロータ69は、インナロータ68の回転に伴って従動回転する。この回転ポンプ56をケーシング22内に配置することによって、インホイールモータ駆動装置21の大型化を防止することができる。
- [0047] インナロータ68は、回転中心C4を中心として回転し、アウトロータ69は、回転中心C5を中心として回転する。インナロータ68およびアウトロータ69は異なる回転中心C4、C5を中心として回転するので、ポンプ室70の容積は連続的に変化する。これにより、吸入口65から流入した潤滑油が吐出口64から油路57に圧送される。インナロータ68の歯数を n とすると、アウトロータ69の歯数は $(n+1)$ となる。なお、この実施形態においては、 $n=7$ としている。
- [0048] 潤滑機構による潤滑油の流れを以下に説明する。図1において、インホイールモータ駆動装置21の内部に付した白抜き矢印は潤滑油の流れを示す。また、図1のX-X線は、インホイールモータ駆動装置21が停止状態の時の潤滑油の油面を示す。
- [0049] 潤滑油は、減速機部Bにおけるケーシング22の下部に貯留され、その油面が中間軸35の軸心付近にある。そのため、第2歯車31および第3歯車32の略下半分が潤滑油に浸漬する状態にある。なお、モータ部Aと減速機部Bとを区画するケーシング22の隔壁部66に排油孔67（図3参照）が設けられていることから、モータ部Aと減速機部Bとで油面が同一となって

いる。

[0050] モータ部Aの冷却として、回転ポンプ56の吐出口64から圧送された潤滑油は油路57, 59を経由し、その一部がモータ回転軸25の回転に伴う遠心力およびポンプ圧力によって油路60を経てロータ24を冷却する。さらに、ホルダ部27から潤滑油が吐出されてステータ23を冷却する。このようにして、モータ部Aの冷却が行われる。

[0051] 減速機部Bの冷却および潤滑として、油路59の潤滑油は、モータ回転軸25の回転に伴う遠心力およびポンプ圧力によって油路61, 62を経由して第1歯車30の歯面に流出し、高速回転する第1段の第1歯車30を潤滑する。第1段の第2歯車31および第2段の第3歯車32と第4歯車33は、減速機部Bにおけるケーシング22の下部に貯留した潤滑油を跳ね掛けて潤滑される。このようにして、減速機部Bの冷却および潤滑が行われる。

[0052] なお、第1段の第1歯車30に流入した潤滑油はギヤハウジング側に飛散する。この飛散した潤滑油を第2段の第4歯車側に流すため、隔壁部71の上部に流入させるための孔を設けてもよい（図示せず）。

[0053] ここで、第1歯車30は、高速回転で使用される上、潤滑油の油面（図1のX-X線参照）から離れているので、特に、インホイールモータ駆動装置21の始動時などの潤滑が重要である。このことから、油路59, 61, 62を経由して第1歯車30に潤滑油を供給する軸心給油構造としている。

[0054] このような軸心給油構造を採用することにより、潤滑油の油面から離れた位置にある第1歯車30が跳ね掛けによる潤滑が困難であっても、インホイールモータ駆動装置21の始動時などに、第1歯車30に潤滑油を十分に供給することができる。

[0055] モータ部Aの冷却、減速機部Bの冷却および潤滑を行った潤滑油は、ケーシング22の内壁面を伝って重力により下部へ移動する。モータ部Aの下部へ移動した潤滑油は、排油孔67（図3参照）から減速機部Bの下部へ流入する。減速機部Bの下部へ移動および流入した潤滑油は、ケーシング22の油路58から吸い上げられて回転ポンプ56の吸入口65へ還流する。

- [0056] この実施形態におけるインホイールモータ駆動装置 21 の全体構成は、前述のとおりであるが、その特徴的な構成を以下に詳述する。
- [0057] この実施形態では、図 1 に示すように、平行軸歯車減速機 39 の入力軸である第 1 歯車 30 の軸部 34 の下方位置に中間軸 35 が配置され、潤滑機構の回転ポンプ 56 を中間軸 35 と同軸的に配置した構造を具備している。その結果、モータ部 A の停止時に減速機部 B のケーシング 22 の下部に貯溜される潤滑油の油面位置（図 1 の X-X 線参照）に回転ポンプ 56 が配設されている。このように、回転ポンプ 56 を配置することにより、回転ポンプ 56 の吸入口 65 を、モータ部 A の停止時に減速機部 B のケーシング 22 の下部に貯溜される潤滑油の油面以下に配置することができる。
- [0058] 以上のように、平行軸歯車減速機 39 における第 1 歯車 30 の軸部 34 の下方位置にある中間軸 35 に回転ポンプ 56 を配設したことにより、その中間軸 35 の軸心付近に潤滑油の油面があり、その油面以下に回転ポンプ 56 の吸入口 65 が存在する。このことから、回転ポンプ 56 の駆動時、減速機部 B の下部から回転ポンプ 56 へ吸い上げられていた油路 58 内の潤滑油は、回転ポンプ 56 の停止時でも、油路 58 が潤滑油の油面以下にあるために落下することはない。そのため、回転ポンプ 56 の吸入口 65 および油路 58 が空になることはなく、回転ポンプ 56 の吸入口 65 および油路 58 に潤滑油が封入された状態を確保することができる。
- [0059] その結果、回転ポンプ 56 の停止後の再始動時、回転ポンプ 56 による潤滑油の吸い上げが容易となるため、潤滑油をモータ部 A および減速機部 B に速やかに供給することができる。また、回転ポンプ 56 の再始動直後、回転ポンプ 56 に潤滑油がない状態を回避することができるので、回転ポンプ 56 の摺動面や、モータ部 A および減速機部 B における各転がり軸受 28, 29, 40～44 の摺動面の摩耗を防ぐことができ、回転ポンプ 56 および各転がり軸受 28, 29, 40～44 の損傷を未然に防止することができる。
- [0060] 以上で説明した回転ポンプ 56 は、平行軸歯車減速機 39 の中間軸 35 のインボード側端部と同軸的に連結されたポンプ駆動軸 72 を備えている。こ

のポンプ駆動軸 7 2 は、中間軸 3 5 よりも大径をなし、転がり軸受 4 1 によってケーシング 2 2 に対して回転自在に支持されている。このように、大径のポンプ駆動軸 7 2 を介して中間軸 3 5 のインボード側端部を支持することにより、中間軸 3 5 の支持軸受として大径の転がり軸受 4 1 を使用することができるので、転がり軸受 4 1 の剛性アップを図ることができる。なお、このポンプ駆動軸 7 2 のインボード側端部にインナロータ 6 8 が取り付けられている。

[0061] 最後に、この実施形態におけるインホイールモータ駆動装置 2 1 の全体的な作動原理を説明する。

[0062] 図 1 に示すように、モータ部 A において、例えば、ステータ 2 3 に交流電流を供給することによって生じる電磁力を受けてロータ 2 4 が回転する。これにより、減速機部 B において、モータ回転軸 2 5 の回転が、平行軸歯車減速機 3 9 を構成する第 1 歯車 3 0、第 2 歯車 3 1、第 3 歯車 3 2 および第 4 歯車 3 3 によって減速され、減速機出力軸 3 7 を介して車輪用軸受部 C に伝達される。この時、モータ回転軸 2 5 の回転が減速機部 B によって減速されて減速機出力軸 3 7 に伝達されるので、モータ部 A において、低トルク、高速回転型の電動モータ 2 6 を採用した場合でも、後輪 1 4（図 4 および図 5 参照）に必要なトルクを伝達することが可能となる。

[0063] 減速機部 B の減速比は、第 1 歯車 3 0 と第 2 歯車 3 1 の第 1 段で $1/2.5$ 、第 3 歯車 3 2 と第 4 歯車 3 3 の第 2 段で $1/4.5$ とすれば、減速比は約 $1/11$ と大きな減速比を得ることができる。このように、大きな減速比を得ることができる平行軸歯車減速機 3 9 を採用することにより、コンパクトで高減速比のインホイールモータ駆動装置 2 1 を得ることができる。また、平行軸歯車減速機 3 9 は、はすば歯車を用いているので、製造が容易で、コストの低減が図れ、性能面でも、静粛かつ効率のよいインホイールモータ駆動装置 2 1 を実現することができる。

[0064] この実施形態では、モータ部 A としてラジアルギャップ型の電動モータ 2 6 を例示したが、任意の構成のモータを適用可能である。例えば、ケーシ

グに固定されたステータと、ステータの軸方向内側に隙間をもって対向するように配置されたロータとを備えるアキシアルギャップ型の電動モータであってもよい。また、この実施形態では、回転ポンプ56としてサイクロイドポンプを例示したが、これに限定されることなく、減速機部Bの中間軸35の回転を利用して駆動するあらゆる回転型ポンプを採用することができる。

[0065] この実施形態における作動の説明は、各部材の回転に着目して行ったが、実際にはトルクを含む動力がモータ部Aから後輪14に伝達される。従って、前述のように減速された動力は高トルクに変換されたものとなっている。また、モータ部Aに電力を供給してモータ部を駆動させ、モータ部Aからの動力を後輪14に伝達させる場合を示したが、これとは逆に、車両が減速したり坂を下ったりするようなときは、後輪14側からの動力を減速機部Bで高回転低トルクの回転に変換してモータ部Aに伝達し、モータ部Aで発電してもよい。さらに、ここで発電した電力は、バッテリーに蓄電しておき、後でモータ部Aを駆動させることや、車両に備えられた他の電動機器などの作動に用いてもよい。

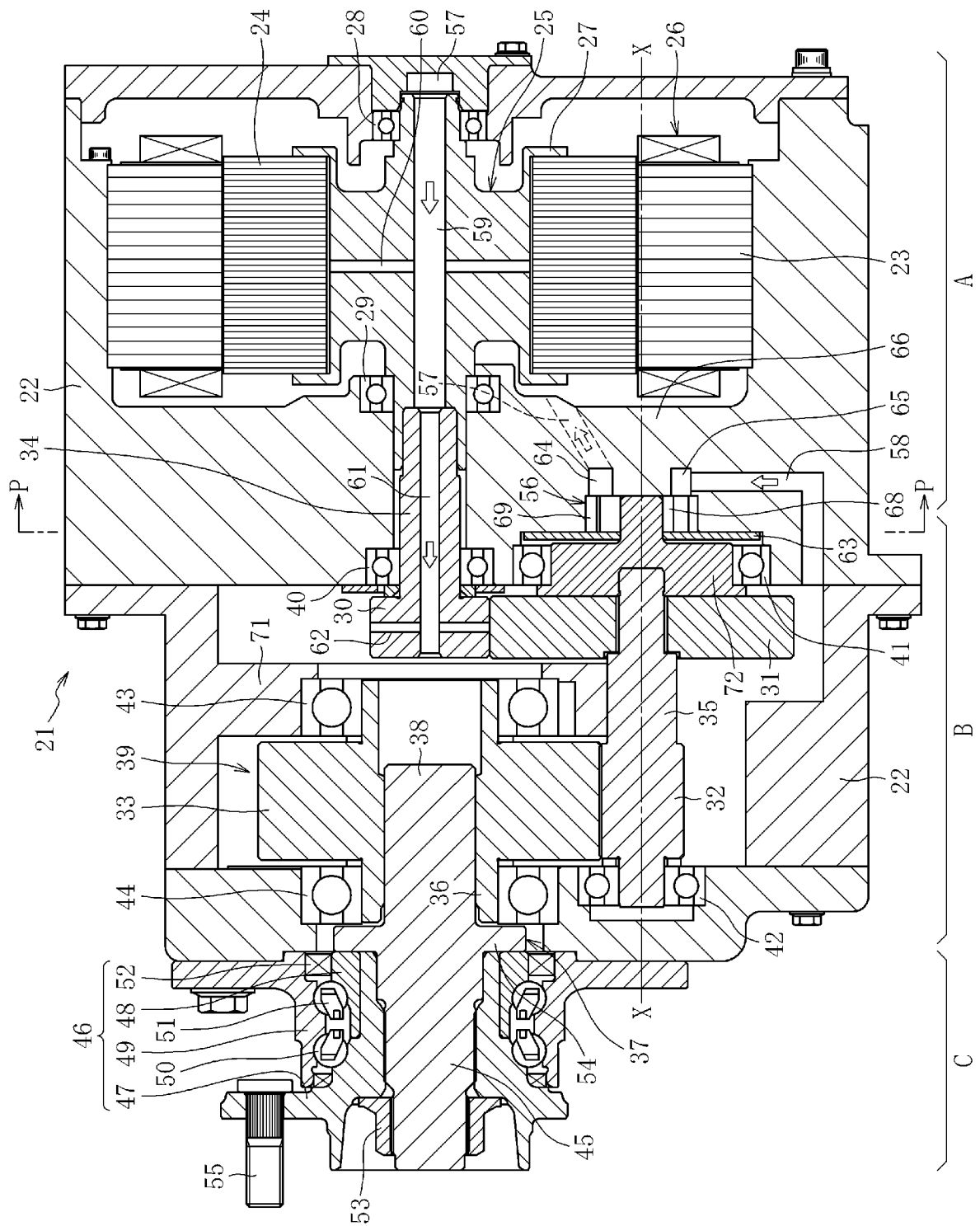
[0066] この実施形態では、図4および図5に示すように、後輪14を駆動輪とした電気自動車11を例示したが、前輪13を駆動輪としてもよく、4輪駆動車であってもよい。なお、本明細書中で「電気自動車」とは、電力から駆動力を得る全ての自動車を含む概念であり、例えば、ハイブリッドカー等も含むものである。

[0067] 本発明は前述した実施形態に何ら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、さらに種々なる形態で実施し得ることは勿論のことであり、本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲に記載の均等の意味、および範囲内のすべての変更を含む。

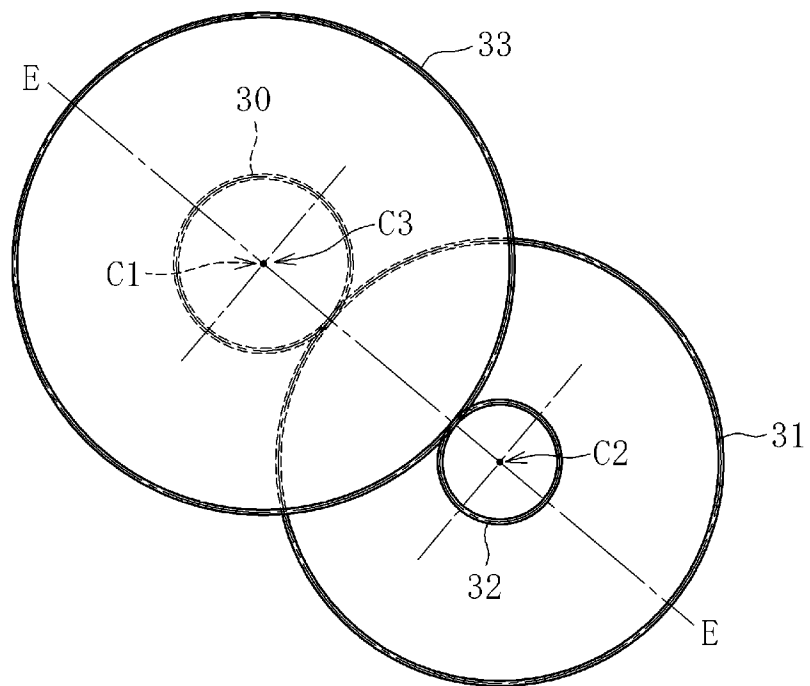
請求の範囲

- [請求項1] モータ部と、複数の歯車からなる平行軸歯車減速機で構成された減速機部と、車輪用軸受部と、回転ポンプにより前記減速機部に潤滑油を供給する潤滑機構とを備えたインホイールモータ駆動装置であって、
- 前記平行軸歯車減速機は、モータ部のモータ回転軸と同軸的に連結され、入力歯車が設けられた入力軸と、前記入力軸の下方位置に配置され、前記入力歯車と噛合する中間歯車が設けられた中間軸とを備え、前記潤滑機構は、前記回転ポンプを中間軸と同軸的に配置し、前記モータ部の停止時に減速機部の下部に貯溜される潤滑油の油面位置に前記回転ポンプを配設した構造を有することを特徴とするインホイールモータ駆動装置。
- [請求項2] 前記回転ポンプの吸入口を、モータ部の停止時に減速機部の下部に貯溜される潤滑油の油面以下に配置した請求項1に記載のインホイールモータ駆動装置。
- [請求項3] 前記回転ポンプは、中間軸と同軸的に連結され、前記中間軸よりも大径のポンプ駆動軸を備えている請求項1又は2に記載のインホイールモータ駆動装置。

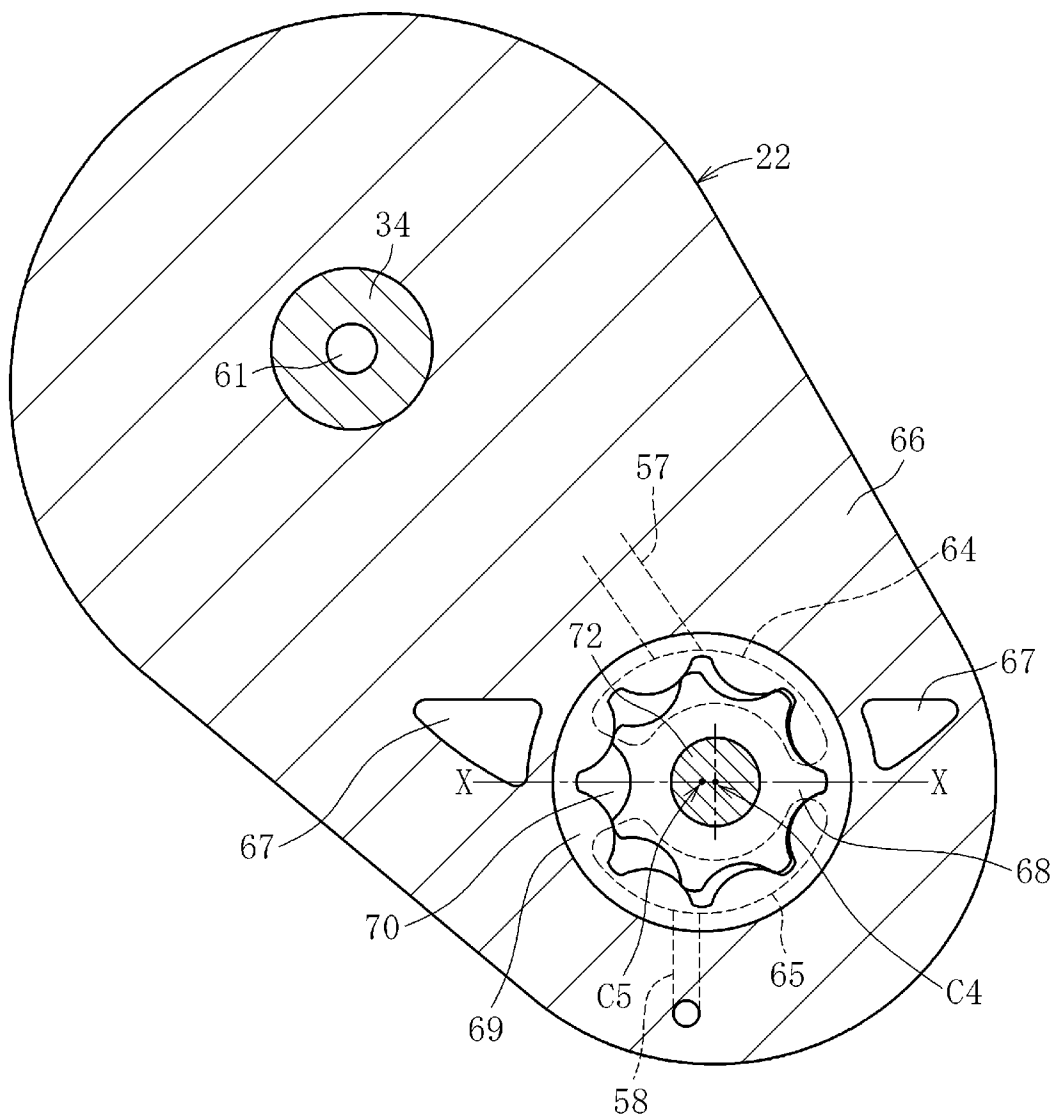
[図1]



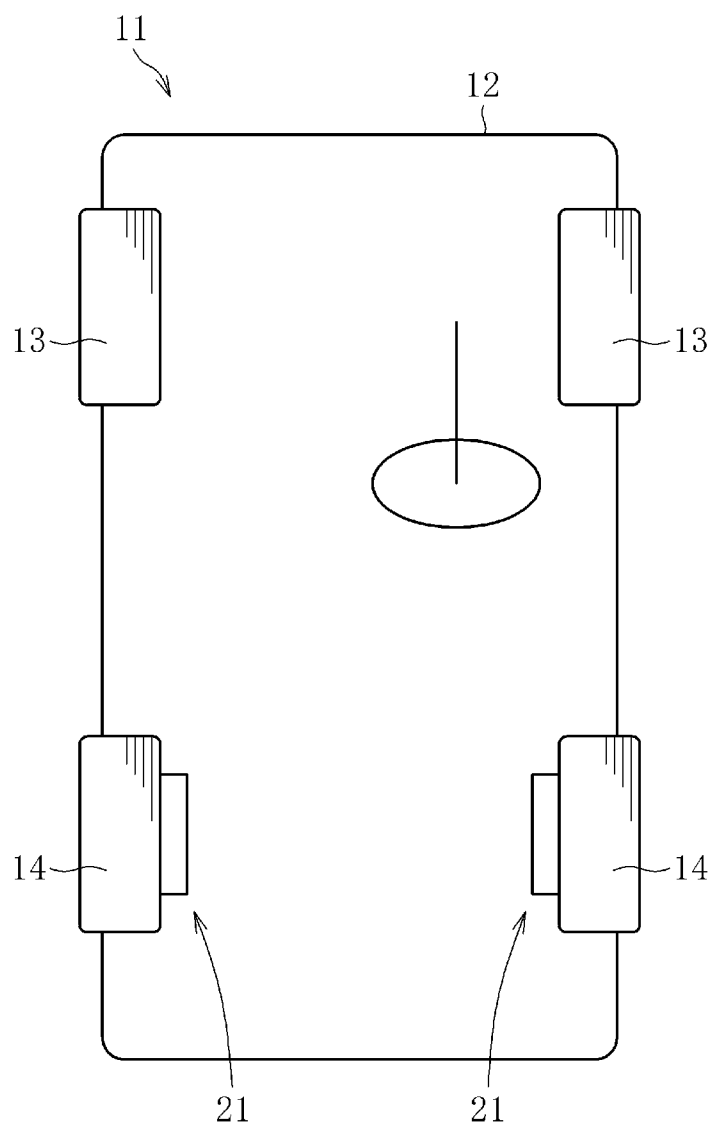
[図2]



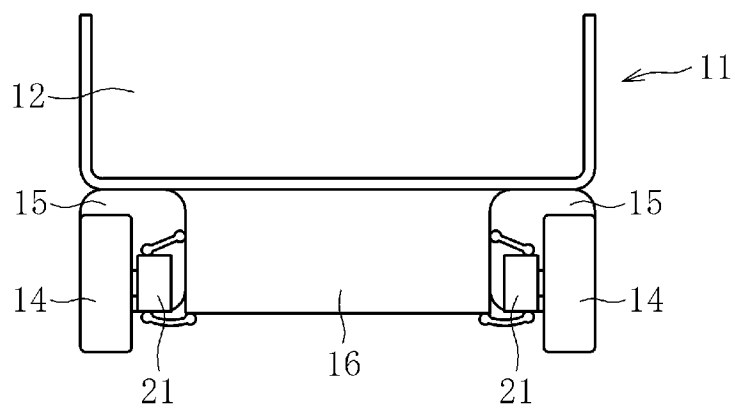
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060348

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60K7/00(2006.01)i, F16H1/06(2006.01)i, F16H57/04(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60K7/00, F16H1/06, F16H57/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-30338 A (NTN Corp.), 16 February 2015 (16.02.2015), paragraphs [0001], [0030] to [0036], [0045], [0049], [0078], [0088]; fig. 1, 2, 7 (Family: none)	1-3
Y	JP 2014-46742 A (NTN Corp.), 17 March 2014 (17.03.2014), paragraphs [0001], [0013] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-3
Y	JP 2013-92126 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 16 May 2013 (16.05.2013), paragraphs [0001], [0025]; fig. 7 to 8 & JP 5583650 B2	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 May 2016 (27.05.16)

Date of mailing of the international search report
07 June 2016 (07.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/060348

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-179189 A (Mazda Motor Corp.), 07 August 2008 (07.08.2008), paragraphs [0001], [0040], [0044]; fig. 1 (Family: none)	3 1-2
A	JP 2011-189919 A (NTN Corp.), 29 September 2011 (29.09.2011), entire text; all drawings & JP 5687839 B2	1-3
A	JP 2014-43117 A (NTN Corp.), 13 March 2014 (13.03.2014), entire text; fig. 4 (Family: none)	1-3
A	JP 2008-174069 A (Mazda Motor Corp.), 31 July 2008 (31.07.2008), paragraphs [0001], [0023], [0028]; fig. 1 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B60K7/00(2006.01)i, F16H1/06(2006.01)i, F16H57/04(2010.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B60K7/00, F16H1/06, F16H57/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2015-30338 A (NTN株式会社) 2015.02.16, 段落 [0001], [0030] - [0036], [0045], [0049], [0078], [0088], 図1, 2, 7 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2014-46742 A (NTN株式会社) 2014.03.17, 段落 [0001], [0013] - [0023], 図1 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2013-92126 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2013.05.16, 段落 [0001], [0025], 図7-8 & JP 5583650	1-3

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.05.2016

国際調査報告の発送日

07.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

常盤 務

3D

7626

電話番号 03-3581-1101 内線 3341

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
	B2	
Y A	JP 2008-179189 A (マツダ株式会社) 2008.08.07, 段落 [0 0 0 1], [0 0 4 0], [0 0 4 4], 図1 (ファミリーなし)	3 1 - 2
A	JP 2011-189919 A (NTN株式会社) 2011.09.29, 全文, 全図 & JP 5687839 B2	1 - 3
A	JP 2014-43117 A (NTN株式会社) 2014.03.13, 全文, 図4 (ファ ミリーなし)	1 - 3
A	JP 2008-174069 A (マツダ株式会社) 2008.07.31, 段落 [0 0 0 1], [0 0 2 3], [0 0 2 8], 図1 (ファミリーなし)	1 - 3