

(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
2014 年 10 月 16 日(16.10.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/168092 A1

- (51) 国際特許分類:
F16H 57/04 (2010.01) *F16C 41/00* (2006.01)
B60K 7/00 (2006.01) *F16N 29/00* (2006.01)
F16C 19/52 (2006.01) *F16N 29/04* (2006.01)
F16C 33/66 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/059988
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 4 日(04.04.2014)
- (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 2013-083484 2013 年 4 月 12 日(12.04.2013) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (71) 出願人 (米国についてのみ): 黒田優 (KURODA, Masaru) [JP/JP]; 〒4380037 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). 山田航 (YAMADA, Wataru) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N 株式会社内

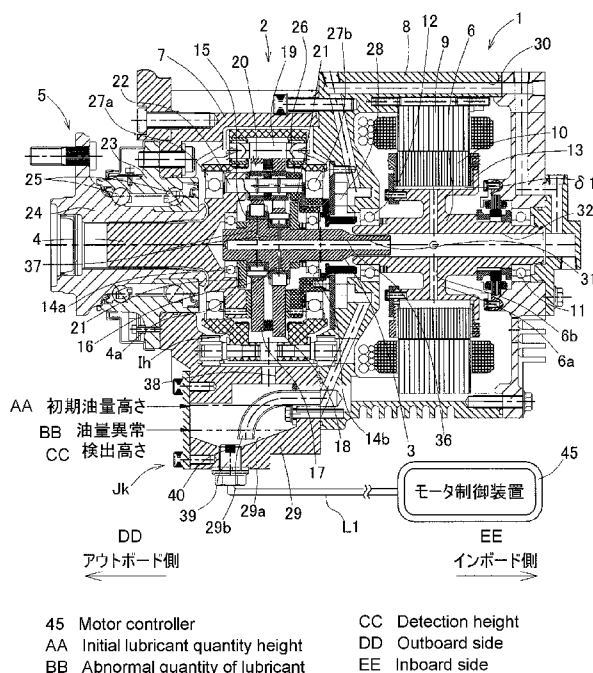
Shizuoka (JP). 鈴木健一 (SUZUKI, Kenichi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N 株式会社内 Shizuoka (JP).

- (74) 代理人: 杉本修司, 外 (SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 0 番 2 号 肥後橋ニッタイビル 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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (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

[続葉有]

(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: This in-wheel motor drive device is provided with an electric motor (1) for driving a wheel, a wheel bearing (5) for supporting the wheel, and a reduction gear (2) for reducing the rotation of the electric motor (1) and transmitting the reduced rotation to the wheel bearing (5). Further provided is a lubricant reservoir (29) for storing a lubricant, a lubricant supply means (JK) for resupplying the lubricant stored in the lubricant reservoir (29) to the reduction gear (2), and an oil amount detection sensor (40) for detecting the amount of the lubricant, the sensor being provided in the bottom-most part of the lubricant storage part (29). This configuration allows the in-wheel motor drive device to be made more compact and the amount of the lubricant to be detected easily.

(57) 要約: このインホイールモータ駆動装置は、車輪を駆動する電動モータ(1)と、車輪を支持する車輪用軸受(5)と、電動モータ(1)の回転を減速して車輪用軸受(5)に伝達する減速機(2)とを備えている。さらに潤滑油を貯留する潤滑油貯留部(29)と、この潤滑油貯留部(29)に貯留された潤滑油を減速機(2)に供給して戻す潤滑油供給手段(JK)と、潤滑油貯留部(29)の最下部に設けられ、潤滑油の油量を検出する油量検出センサ(40)とを設けた。このように構成することで、インホイールモータ駆動装置のコンパクト化を図ると共に、潤滑油の油量を容易に検知することができる。

WO 2014/168092 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, 添付公開書類:
MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： インホイールモータ駆動装置

関連出願

[0001] 本出願は、2013年4月12日出願の特願2013-083484の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] この発明は、例えば、電気自動車等の駆動輪に用いられるインホイールモータ駆動装置に関する。

背景技術

[0003] インホイールモータ駆動装置において、潤滑油路の途中に、潤滑油を循環させるポンプを配置した技術が提案されている（特許文献1）。このインホイールモータ駆動装置では、潤滑油の油量を検知する機構については開示されていない。潤滑油の油量を検知する機構として、例えば、潤滑油の貯留部にいわゆるフロート式の油量検知機構を設けることが考えられる。その他、車両停止時に貯留部にレベルゲージ等を差込むかまたは点検窓から目視により油量を測定することも考えられる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-63043号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] インホイールモータ駆動装置では、コンパクト化を図ると共にばね下重量の低減を図るため、一般的な内燃機関よりも潤滑油の油量が少なくなっている。このため、従来のインホイールモータ駆動装置では、運転中に潤滑油量が過剰に減少し、各部位の潤滑が十分に行われなくなった際、前記各部位に摩耗や異常発熱が生じる場合がある。

[0006] 貯留部内にフロート式の油量検知機構を設ける場合、貯留部の容積を大きくする必要があるため、装置が大型化し、インホイールモータ駆動装置のコンパクト化、ばね下重量の低減を図ることができない。また構造が複雑となって製造コストが高くなる。目視により油量を測定する場合には、油量の測定に手間がかかる。例えば、左右の駆動輪毎にそれぞれインホイールモータ駆動装置が設けられる場合、各インホイールモータ駆動装置毎に油量を測定しなければならずさらに手間がかかる。

[0007] この発明の目的は、インホイールモータ駆動装置のコンパクト化を図ると共に、潤滑油の油量を容易に検知することができるインホイールモータ駆動装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] この発明のインホイールモータ駆動装置は、車輪を駆動する電動モータと、前記車輪を支持する車輪用軸受と、前記電動モータの回転を減速して前記車輪用軸受に伝達する減速機とを備えたインホイールモータ駆動装置において、潤滑油を貯留する潤滑油貯留部と、この潤滑油貯留部に貯留された潤滑油を前記減速機に供給して戻す潤滑油供給手段と、前記潤滑油貯留部の最下部に設けられ、潤滑油の油量を検出する油量検出センサとを設けたものである。

[0009] この構成によると、潤滑油貯留部には、潤滑油が一時的に貯留される。車両の運転時に、潤滑油供給手段は、潤滑油貯留部に貯留された潤滑油を減速機に供給する。油量検出センサを用いて、例えば、車両停止時に、潤滑油貯留部内の潤滑油の油量を検出する。この油量検出センサは潤滑油貯留部の最下部に設けられるため、油量が過剰に減少したとしても、油量を精度良く且つ容易に検出することができる。このように油量が過剰に減少したときに、運転者はその旨を認識して、例えば、車両を牽引させて修理工場等へ移動させる等必要な措置を講ずることができる。これにより、減速機の過度の摩耗等の異常を未然に防止することができる。また油量検出センサは、潤滑油貯留部の最下部の例えばドレンプラグ等に簡単に設けることができるため、汎

用性を高めつつインホイールモータ駆動装置のコンパクト化、ばね下重量の低減を図ることができる。

[0010] 前記油量検出センサは、圧力センサまたは重量センサであっても良い。潤滑油の油量と、圧力または重量との関係を例えばテーブルに記憶しておき、圧力センサまたは重量センサで検出される検出値を前記テーブルに照らして油量を演算する。これにより、フロート式の油量検知機構等のような比較的大掛かりな機構を潤滑油貯留部に収める必要がなく、装置の大型化を抑制することができる。また潤滑油貯留部の潤滑油の油量を容易に検出し得る。

[0011] 前記油量検出センサが圧力センサである場合に、前記圧力センサは、信号線を介して、車両全体の統括制御を行う電子制御ユニット、および、前記電動モータを制御するモータ制御装置のいずれか一方に接続されていても良い。前記電動モータは、ロータの回転角を検出するセンサを有し、前記圧力センサと、前記電子制御ユニットおよび前記モータ制御装置と接続する信号線が、前記電動モータの前記センサの接続ケーブルと同軸に配置されても良い。前記油量検出センサと、前記電子制御ユニットおよび前記モータ制御装置とを接続する信号線の長手方向途中部に、接続部を設けても良い。

[0012] 前記潤滑油供給手段は、前記電動モータのモータハウジングに設けられる潤滑油流路と、前記電動モータのモータ回転軸内の軸心に沿って設けられ、前記潤滑油流路に連通するモータ回転軸油路と、前記減速機に設けられ、前記モータ回転軸油路および前記潤滑油貯留部に連通して潤滑油を前記減速機に供給する減速機油路と、前記潤滑油貯留部に貯留された潤滑油を吸い上げて前記潤滑油流路を経由して前記モータ回転軸流路および前記減速機油路に循環させるポンプとを有する軸心給油機構であっても良い。この場合、潤滑油を、ポンプにより、潤滑油流路を経由してモータ回転軸流路および減速機油路に強制的に循環させる。これにより、減速機全域にわたって潤滑油を安定して供給することができる。

[0013] 車両停止後、前記油量検出センサにより、定められた一定時間、前記潤滑

油貯留部内の潤滑油の油量を複数回計測し、その平均値を算出する演算手段を設けても良い。前記「定められた一定時間」は、試験やシミュレーション等により適宜に定めることができる。車両停止後、油路に存する潤滑油が前記潤滑油貯留部に流れ込む。演算手段は、一定時間において、油量検出センサで複数回計測した油量の平均値を算出することで、潤滑油の油量を安定して求めることができる。車両動作時には、潤滑油が循環され、油量検出センサのセンサ出力が安定しないため、車両停止後に、油量検出センサによる計測を行う。

[0014] 前記潤滑油貯留部はすり鉢状の底部を有し、このすり鉢状の底部の最下部に、前記油量検出センサを設けても良い。この場合、潤滑油貯留部に貯留される潤滑油は、この潤滑油の重量により、すり鉢状の底部の最下部に流れ込む。このため、潤滑油の油量を安定して検出し得る。

[0015] 車両の電源が投入されている車両停止時に、前記油量検出センサで検出される油量が、定められた設定範囲から外れるとき、前記潤滑油供給手段の異常情報を出力する異常報告手段を設けても良い。この異常報告手段により潤滑油供給手段の異常情報が出力されると、車両の運転者はその旨を認識して、例えば、車両を牽引させて修理工場等に移動させる等必要な措置を講ずることができる。これにより、減速機の過度の摩耗等の異常を未然に防止することができる。車両に搭載される全てのインホイールモータ駆動装置に、それぞれ前記油量検出センサを設けても良い。前記異常報告手段から出力された異常情報を受けて、目視確認可能な警告を表示する警告表示手段、および音声を出力する音声出力手段のいずれか一方または両方を設けても良い。

[0016] 前記油量検出センサで検出される油量が、定められた設定範囲から外れるとき、前記電動モータのモータトルクおよび回転数を制限する出力制限手段を設けても良い。出力制限手段は、検出される油量が定められた設定範囲から外れるとき、電動モータの出力を制限することで、潤滑油の給油が不十分な状態になることを防止し、減速機等に過度の摩耗等の異常が生じることを防ぐことができる。

[0017] 前記出力制限手段は、前記油量検出センサで検出される油量が、定められた設定範囲から外れるとき、前記電動モータのモータトルクを徐々に減少し、前記電動モータを駆動停止させるものとしても良い。このように電動モータの出力を強制的に制限することで、減速機の過度の摩耗および異常発熱を確実に防止することが可能となる。したがって、潤滑油が過度に減少することによるインホイールモータ駆動装置の異常を未然に防止し、車両の走行中の急停車を誘発させないようにすることができる。

[0018] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも2つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0019] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[図1]この発明の第1実施形態に係るインホイールモータ駆動装置の縦断面図である。

[図2]同インホイールモータ駆動装置の潤滑油貯留部の拡大断面図である。

[図3]同インホイールモータ駆動装置の制御系のブロック図である。

[図4]同インホイールモータ駆動装置の重量センサで検出される重量と油量との関係を示す図である。

[図5]同インホイールモータ駆動装置を搭載した電気自動車を概略的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0020] この発明の第1実施形態に係るインホイールモータ駆動装置を図1ないし図5と共に説明する。以下の説明は、インホイールモータ駆動装置の制御方

法についての説明をも含む。図 1 に示すように、このインホイールモータ駆動装置は、車輪を駆動する電動モータ 1 と、この電動モータ 1 の回転を減速する減速機 2 と、この減速機 2 の入力軸 3 と同軸の出力部材 4 によって回転される車輪用軸受 5 と、潤滑油供給手段 J k とを有する。車輪用軸受 5 と電動モータ 1 との間に減速機 2 を介在させ、車輪用軸受 5 で支持される駆動輪である車輪のハブと、電動モータ 1 のモータ回転軸 6 とを同軸心上で連結してある。

[0021] 減速機 2 を収納する減速機ハウジング 7 には、車両における図示しないサスペンションが連結される。なお、この明細書において、インホイールモータ駆動装置を車両に支持した状態で車両の車幅方向の外側寄りとなる側をアウトボード側と呼び、車両の中央寄りとなる側をインボード側と呼ぶ。

[0022] 電動モータ 1 は、モータハウジング 8 に固定したモータステータ 9 と、モータ回転軸 6 に取り付けられたモータロータ 10 との間にラジアルギャップを設けたラジアルギャップ型の IPM モータ（いわゆる埋込み磁石型同期モータ）である。モータハウジング 8 には、軸方向に離隔して軸受 11, 12 が設けられ、これら軸受 11, 12 にモータ回転軸 6 が回転自在に支持されている。モータ回転軸 6 は、電動モータ 1 の駆動力を減速機 2 に伝達するものである。モータ回転軸 6 の軸方向中間付近部には、径方向外方に延びるフランジ部 6a が設けられ、このフランジ部 6a にロータ固定部材 13 を介してモータロータ 10 が取付けられている。

[0023] 減速機 2 の入力軸 3 は、軸方向一端がモータ回転軸 6 内に延びて、モータ回転軸 6 とスプライン嵌合されている。出力部材 4 のカップ部 4a 内に軸受 14a が嵌合され、前記カップ部 4a に内ピン 22 を介して連結される筒状の連結部材 26 内に軸受 14b が嵌合されている。入力軸 3 は、これら軸受 14a, 14b により回転自在に支持されている。よって減速機 2 の入力軸 3 およびモータ回転軸 6 は、軸受 11, 12, 14a, 14b により一体に回転自在に支持される。減速機ハウジング 7 内における、入力軸 3 の外周面には、偏心部 15, 16 が設けられる。これら偏心部 15, 16 は、偏心運

動による遠心力が互いに打ち消されるように180°位相をずらして設けられている。

[0024] 減速機2は、減速比が例えば6以上のものであるのが良い。この減速機2は、インナハウジング1hと、曲線板17、18と、複数の外ピン19と、運動変換機構20と、カウンタウェイト21とを有するサイクロイド減速機である。曲線板17、18は、外周が径方向内外に互違いに湾曲する曲線（波形）状で、偏心部15、16にそれぞれ回転自在に設けられる。減速機ハウジング7内にインナハウジング1hが連結され、このインナハウジング1hの内周に、軸受27a、27bを介して、出力部材4および連結部材26が回転自在に支持されている。

[0025] インナハウジング1hに、針状ころ軸受を介して、複数の外ピン19が円周方向一定間隔おきに設けられる。これら外ピン19に対し、曲線板17、18の外周が転接可能に構成される。曲線板17、18が公転運動すると、これら曲線板17、18の外周の波形部分と、各外ピン19とが係合して、これら曲線板17、18に自転運動を生じさせるようになっている。

[0026] 運動変換機構20は、曲線板17、18の自転運動を出力部材4に伝達する機構である。この運動変換機構20は、出力部材4に設けられた複数の内ピン22と、曲線板17、18に設けられた貫通孔とを有する。複数の内ピン22は、出力部材4の回転軸心を中心として円周方向に等間隔に配設されている。減速機2の入力軸3における偏心部15、16に隣接する軸方向位置に、それぞれカウンタウェイト21、21が設けられている。

[0027] 車輪用軸受5は、内周に複列の軌道面を形成した外方部材23と、これら各軌道面に対向する軌道面を外周に設けた内方部材24と、これら外方部材23および内方部材24の軌道面間に介在した複列の転動体25とを有する。内方部材24は、駆動輪を取付けるハブを兼用する。この車輪用軸受5は、複列のアンギュラ玉軸受とされていて、転動体25はボールからなり、各列毎に保持器で保持されている。外方部材23は静止側軌道輪となるものであって、減速機ハウジング7のアウトボード側端に取付けるフランジを有す

る。

[0028] 潤滑油供給手段 J k は、減速機 2 の潤滑および電動モータ 1 の冷却の両方に用いられる潤滑油を供給する軸心給油機構である。この潤滑油供給手段 J k は、潤滑油流路 30 と、モータ回転軸油路 32 と、減速機油路 31 と、ポンプ 28 とを有する。潤滑油流路 30 はモータハウジング 8 に設けられ、モータ回転軸油路 32 は、電動モータ 1 のモータ回転軸 6 内の軸心に沿って設けられ、前記潤滑油流路 30 に連通する。減速機油路 31 は、減速機 2 に設けられ、モータ回転軸油路 32 および潤滑油貯留部 29 に連通して潤滑油を減速機 2 に供給する。

[0029] 減速機油路 31 は、入力軸油路 36 と、オイル供給口 37 と、オイル排出口 38 とを有する。入力軸油路 36 は、モータ回転軸油路 32 に連通し、入力軸 3 の内部におけるインボード側端からアウトボード側に軸方向に延びる。オイル供給口 37 は、入力軸油路 36 のうち偏心部 15, 16 が設けられる軸方向位置から、半径方向外方に延びている。減速機ハウジング 7 には、減速機 2 の潤滑に供された潤滑油を潤滑油貯留部 29 に排出するオイル排出口 38 が設けられている。

[0030] ポンプ 28 は、潤滑油貯留部 29 に貯留された潤滑油を、潤滑油貯留部 29 内の吸込口 29 b から吸い上げて潤滑油流路 30 を経由してモータ回転軸油路 32 および減速機油路 31 に循環させる。このポンプ 28 は、例えば、出力部材 4 の回転により回転する図示外のインナーロータと、このインナーロータの回転に伴って従動回転するアウターロータと、ポンプ室と、吸入口と、吐出口とを有するサイクロイドポンプである。内方部材 24 の回転により前記インナーロータが回転すると、前記アウターロータは従動回転する。このときインナーロータおよびアウターロータはそれぞれ異なる回転中心を中心として回転することで、前記ポンプ室の容積が連続的に変化する。

[0031] これにより、潤滑油貯留部 29 に貯留された潤滑油は、吸い上げられて前記吸入口から流入し、前記吐出口から潤滑油流路 30 に圧送される。潤滑油は、この潤滑油流路 30 からモータ回転軸油路 32 に導かれる。潤滑油の一

部は、このモータ回転軸油路 3 2 から、モータ回転軸 6 の貫通孔 6 b を經由して環状隙間 8 1 に導かれて、電動モータ 1 の冷却に供される。この冷却に供された潤滑油は、ロータ固定部材 1 3 のフランジと、モータロータ 1 0 の両端面との間のスリットからそれぞれ排出されて、遠心力および重力によって下方に移動しモータハウジング 8 の下部に落ち、その後、このモータハウジング 8 の下部に連通する潤滑油貯留部 2 9 に貯留される。

[0032] モータ回転軸油路 3 2 からオイル供給口 3 7 に導かれた潤滑油は、減速機 2 内を潤滑する。つまりオイル供給口 3 7 の外径側開口端から排出される潤滑油には、遠心力が作用することで、潤滑油は減速機 2 内の各部を潤滑しながら減速機ハウジング 7 内で半径方向外方に移動する。その後、潤滑油は、重力によって下方に移動し、オイル排出口 3 8 から潤滑油貯留部 2 9 に貯留される。

[0033] 図 2 は、このインホイールモータ駆動装置の潤滑油貯留部の拡大断面図である。同図に示すように、潤滑油貯留部 2 9 は、減速機ハウジング 7 の下部に設けられるいわゆるオイルタンクである。車両停止時において、この潤滑油貯留部 2 9 に潤滑油が満杯状態（矢印で示す初期油量高さ）になるように満たされる。潤滑油貯留部 2 9 の底部 2 9 a は、下方に向かう程小径となるすり鉢状に設けられ、このすり鉢状の底部 2 9 a の最下部に、ドレンプラグ 3 9 および油量検出センサ 4 0 を設けている。この例では、ドレンプラグ 3 9 における、潤滑油貯留部 2 9 内に露出する先端部に、潤滑油の油量を検出する油量検出センサ 4 0 が嵌込まれている。

[0034] 油量検出センサ 4 0 として、圧力センサまたは重量センサが適用される。これらのうち圧力センサは、例えば、ダイヤフラム、ベローズ、静電容量式圧力センサ、半導体圧力センサ、および圧電式圧力センサの少なくともいずれか 1 つからなる。ただし、これらのセンサに限定されるものではない。前記ダイヤフラムは、外周縁部を固定した薄い円板で、この円板に潤滑油が作用する。これにより、円板の一方の面と他方の面の圧力差に比例して円板が弾性変形し、その変形の大きさから圧力を検出し得る。円板が比較的大きく

弾性変形するときは、各種の変位センサを利用して圧力を電気信号に変換し得る。円板の弾性変形が僅かな場合には、円板の歪の大きさを例えばストレインゲージにより検出し、圧力を電気信号に変換し得る。潤滑油の油量と圧力との関係を、例えば、後述するテーブルに記憶しておき、演算手段41（図3）は、検出される圧力を前記テーブルに照らして油量を演算する（以下同じ）。

[0035] 前記ペローズは、周囲に蛇腹状のひだを設けた薄肉状の円筒部を含み、この円筒部の内部と外部との圧力差に応じて円筒部が軸方向に伸縮する。この円筒部の伸縮により同円筒部の端面が変位する。この端面の変位量が圧力差に比例する。前記変位量は変位センサ等により電気信号に変換し得る。前記静電容量式圧力センサは、前記ダイアフラムまたは前記ペローズが圧力により弾性変形することを利用する。つまり固定極板に対して可動極板を変位させ、これら極板間の静電容量が変化することを利用して圧力を電氣的に検出する。

[0036] 前記半導体圧力センサは、ダイアフラムとストレインゲージが一体化したものであって、シリコン単結晶により受圧用ダイアフラムを形成し、この受圧用ダイアフラムの一部に、不純物を拡散してストレインゲージを形成する。受圧用ダイアフラムに圧力が加わることで、この受圧用ダイアフラムの一部が変形することにより、ストレインゲージの抵抗が変化し、ブリッジ回路により圧力に比例した電気信号を得る。前記圧電式圧力センサは、圧電素子に圧力を加え、圧電効果により発生する電圧を増幅することにより、圧力変化を電気信号に変換し得る。重量センサとして、例えば、潤滑油貯留部29内における潤滑油の油量に比例する重量を弾性体の歪で測るロードセルや、前記重量を磁氣的に検出する磁歪式力センサを適用し得る。図4に示すように、潤滑油の油量と重量との関係を例えば、テーブル41a（図3）に記憶しておき、演算手段41（図3）は、検出される重量を前記テーブルに照らして油量を演算する。

[0037] 制御系を図3により説明する。図3は、このインホイールモータ駆動装置

の制御系のブロック図である。同図に示すように、制御装置は、自動車全般の制御を行う電気制御ユニットであるVCU42と、このVCU42の指令に従って駆動モータ1の制御を行うインバータ装置43とを有する。これらVCU42およびインバータ装置43は車体に搭載されている。VCU42は、コンピュータとこれに実行されるプログラム、並びに各種の電子回路等で構成される。

[0038] インバータ装置43は、各電動モータ1に対して設けられたパワー回路部44と、このパワー回路部44を制御するモータコントロール部45（モータ制御装置）とを有する。モータコントロール部45は、各パワー回路部44に対して共通して設けられていても、別々に設けられていても良い。モータコントロール部45は、このモータコントロール部45が持つインホイールモータ駆動装置に関する各検出値や制御値等の各情報をVCU42に出力する機能を有する。

[0039] パワー回路部44は、バッテリー46の直流電力を電動モータ1の駆動に用いる3相の交流電力に変換するインバータ47と、このインバータ47を制御するPWMドライバ48とを有する。インバータ47は、複数の半導体スイッチング素子（図示せず）で構成され、PWMドライバ48は、入力された電流指令をパルス幅変調し、前記各半導体スイッチング素子にオンオフ指令を与える。

[0040] モータコントロール部45は、コンピュータとこれに実行されるプログラム、および電子回路により構成され、その基本となる制御部としてモータ駆動制御部49を有している。モータ駆動制御部49は、上位制御手段であるVCU42から与えられるトルク指令等による加速・減速指令に従い、電流指令に変換して、パワー回路部44のPWMドライバ48に電流指令を与える手段である。モータ駆動制御部49は、インバータ47から電動モータ1に流すモータ電流値を電流検出手段35から得て、電流フィードバック制御を行う。また、モータ駆動制御部49は、電動モータ1のモータロータ10（図1）の回転角を角度センサ50から得て、ベクトル制御等の回転角に応

じた制御を行う。

[0041] この実施形態では、前記構成のモータコントロール部45に、演算手段41、判定部51、異常時制御手段52、および異常報告手段53を設け、V C U 4 2に異常表示手段54を設けている。このインホイールモータ駆動装置は、これら演算手段41、判定部51、異常時制御手段52、異常報告手段53、および異常表示手段54を有する。前記油量検出センサ40は、信号線L1を介して、演算手段41に接続されている。前記信号線L1は、前記角度センサ50の接続ケーブルL2と同軸に配置されている。この油量検出センサ40と演算手段41とを接続する信号線L1の長手方向途中部には、例えば、コネクタ、端子台等の接続部Cnが設けられている。

[0042] 演算手段41は、車両の電源が投入されている車両停止時に、車両停止後一定時間、検出値を前記テーブル41aに照らして、潤滑油の油量を演算する。前記「車両の電源が投入されている車両停止時」とは、この電気自動車のV C U 4 2に電源が投入されていて、車両が完全に停止している状態を言い、例えば、(1)運転者等がキー、スタートボタン等の始動手段を、「オフ」から電動モータ1への電力供給前の「アクセサリ電源」の位置に操作してV C U 4 2に電源が投入されたときや、(2)V C U 4 2に電源が投入されて始動手段を「オン」にしているが、V C U 4 2が電動モータ1への加速指令を生成していない場合を言う。車両動作時には、潤滑油が循環され、油量検出センサ40のセンサ出力が安定しないため、車両停止後に、油量検出センサ40による計測を行う。

[0043] 判定部51は、演算手段41で演算される油量が、定められた設定範囲から外れるか否かを判定する。この場合の設定範囲は、実験、シミュレーション等により適宜定める。例えば、実験結果等から、減速機2の各部に過度の摩耗が生じない最低レベル以上の油量を前記「設定範囲」と定め得る。油量が定められた設定範囲から外れる、つまり最低レベル未満であると判定部51で判定されると、異常時制御手段52は、設定範囲から外れた(異常である)ことを示す信号の出力に応答した制御を行う。前記設定範囲は任意に書

換え可能に構成される。なお油量が定められた設定範囲から外れていない正常時には、正常時制御手段 55 より正常であることを示す信号がモータ駆動制御部 49 に入力される。この場合、モータ駆動制御部 49 は、前述の制御を行う。

[0044] 異常時制御手段 52 は、油量が定められた設定範囲から外れたことを示す信号の出力に応答して、例えば、潤滑油供給手段 Jk (図 1) が異常である旨の情報を出力するか、または電動モータ 1 の出力を制限する指令をモータ駆動制御部 49 に入力する。モータ駆動制御部 49 は、出力制限手段として、異常時制御手段 52 からの指令に基づき、電動モータ 1 のモータトルクおよび回転数を制限する。出力制限の具体例として、モータ駆動制御部 49 は、例えば、電動モータ 1 のモータトルクを徐々に減少し、電動モータ 1 を駆動停止させる。また電動モータ 1 の出力を制限する指令がモータ駆動制御部 49 に入力している状態では、電動モータ 1 の回転始動を不許可とする。

[0045] 異常報告手段 53 は、異常時制御手段 52 からの情報を受けて、VCU 42 に異常発生情報を出力する。VCU 42 の異常表示手段 54 は、表示装置に、潤滑油供給手段 Jk (図 1) が異常である旨の情報を表示させることで、運転者の注意を喚起する。

[0046] 作用効果について図 1 により説明する。潤滑油貯留部 29 には、潤滑油が一時的に貯留される。車両の運転時において、ポンプ 28 は、潤滑油貯留部 29 に貯留された潤滑油を吸い上げて潤滑油流路 30 を経由してモータ回転軸油路 32 および減速機油路 31 に強制的に循環させる。潤滑油の一部は、モータ回転軸油路 32 から、順次、貫通孔 6b、環状隙間 $\delta 1$ に導かれて、電動モータ 1 の冷却に供される。この冷却に供された潤滑油は、モータハウジング 8 の下部を経て潤滑油貯留部 29 に貯留される。モータ回転軸油路 32 からオイル供給口 37 に導かれた潤滑油は、遠心力の作用により減速機 2 内の各部を潤滑しながら減速機ハウジング 8 内で半径方向外方に移動する。その後、潤滑油は、重力によって下方に移動し、オイル排出口 38 から潤滑油貯留部 29 に貯留される。

[0047] 車両の電源が投入されている車両停止時に、油量検出センサ40で検出される油量が、定められた設定範囲から外れるとき、異常時制御手段52（図3）は、異常を示す信号に応答して、潤滑油供給手段Jkが異常である旨の情報を出力すると共に、電動モータ1の出力を制限する指令をモータ駆動制御部49（図3）に入力する。

[0048] 油量検出センサ40は、潤滑油貯留部29の最下部に設けられるため、油量が過剰に減少したとしても、油量を精度良く且つ容易に検出することができる。このように油量が過剰に減少したときに、運転者は異常報告手段53から出力される異常情報によりその旨を認識して、例えば、車両をレッカー車等により牽引させて修理工場等へ移動させる等必要な措置を講ずることができる。これにより、減速機2の過度の摩耗等の異常を未然に防止することができる。また油量検出センサ40は、潤滑油貯留部29の最下部のドレンプラグ39の先端部に嵌込まれている。このように油量検出センサ40を潤滑油貯留部29の最下部に簡単に設けることができるため、汎用性を高めつつインホイールモータ駆動装置のコンパクト化、ばね下重量の低減を図ることができる。

[0049] 貯留部内にフロート式の油量検知機構を設ける場合、貯留部の容積を大きくする必要があるが、この実施形態では、演算手段41が、圧力センサまたは重量センサで検出される検出値をテーブル41aに照らして油量を演算する。これにより、フロート式の油量検知機構等のような比較的大掛かりな機構を潤滑油貯留部内に収める必要がなく、装置の大型化を抑制することができる。また潤滑油貯留部29内の潤滑油の油量を容易に検出し得る。

[0050] また軸心給油機構（潤滑油供給手段Jk）を設け、潤滑油を、ポンプ28により、潤滑油流路30を経由してモータ回転軸油路32および減速機油路31に強制的に循環させることにより、減速機全域にわたって潤滑油を安定して供給することができる。潤滑油貯留部29はすり鉢状の底部29aを有し、このすり鉢状の底部29aの最下部に、油量検出センサ40を設けたため、潤滑油貯留部29に貯留される潤滑油は、この潤滑油の重量により、す

り鉢状の底部 29 a の最下部に流れ込む。このため、潤滑油の油量を安定して検出し得る。

[0051] 図 3 に示すモータ駆動制御部 49 は、異常時制御手段 52 からの指令に基づき、電動モータ 1 のモータトルクおよび回転数を制限するため、潤滑油の給油が不十分な状態になることを防止し、減速機 2 等に過度の摩耗等の異常が生じることを防ぐことができる。この場合において、モータ駆動制御部 49 は、電動モータ 1 のモータトルクを徐々に減少し、電動モータ 1 を駆動停止させる。このように電動モータ 1 の出力を強制的に制限することで、減速機 2 の過度の摩耗および異常発熱を確実に防止することが可能となる。したがって、潤滑油が過度に減少することによるインホイールモータ駆動装置の異常を未然に防止し、車両の走行中の急停車を誘発させないようにすることができる。

[0052] 変形例について説明する。図 3 に示す演算手段 41 に代えて、VCU 42 に前記テーブルを有する演算手段 41 A を設け、この演算手段 41 A と油量検出センサ 40 とを二点鎖線で示す信号線 L3 で接続しても良い。その場合、演算手段 41 A の出力はモータコントロール部 45 の判定部 51 に入力される。演算手段 41 または 41 A は、車両停止後、油量検出センサ 40 により、定められた一定時間、潤滑油貯留部 29 内の潤滑油の油量を複数回計測し、その平均値を算出しても良い。この場合、潤滑油の油量を安定して求めることができる。車両に搭載される全てのインホイールモータ駆動装置に、それぞれ油量検出センサ 40 を設けても良い。異常報告手段 53 から出力された異常情報を受けて、音声を出力する音声出力手段を設けても良い。

[0053] 図 5 は、インホイールモータ駆動装置を搭載した電気自動車を概略的に示す図である。この電気自動車は、車体の左右の後輪となる車輪 56 が駆動輪とされ、左右の前輪となる車輪 57 が従動輪とされた 4 輪の自動車である。前輪となる車輪 57 は操舵輪とされている。この例の電気自動車は、駆動輪となる左右の車輪 56、56 を、それぞれ独立の電動モータ 1、1 により駆動するドライブユニットを備えている。電動モータ 1 の回転は、減速機 2 お

よび車輪用軸受 5 を介して車輪 5 6 に伝達される。前記ドライブユニットは、電動モータ 1 の一部または全体が車輪 5 6 内に配置されて、電動モータ 1、減速機 2、および車輪用軸受 5 を含むインホイールモータ駆動装置を構成している。この電気自動車に前記したいずれかの実施形態に係るインホイールモータ駆動装置を搭載したため、潤滑油が過度に減少することによるインホイールモータ駆動装置の異常を未然に防止し、車両の走行中の急停車を誘発させないようにすることができる。

[0054] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範囲から定まる発明の範囲内のものと解釈される。

符号の説明

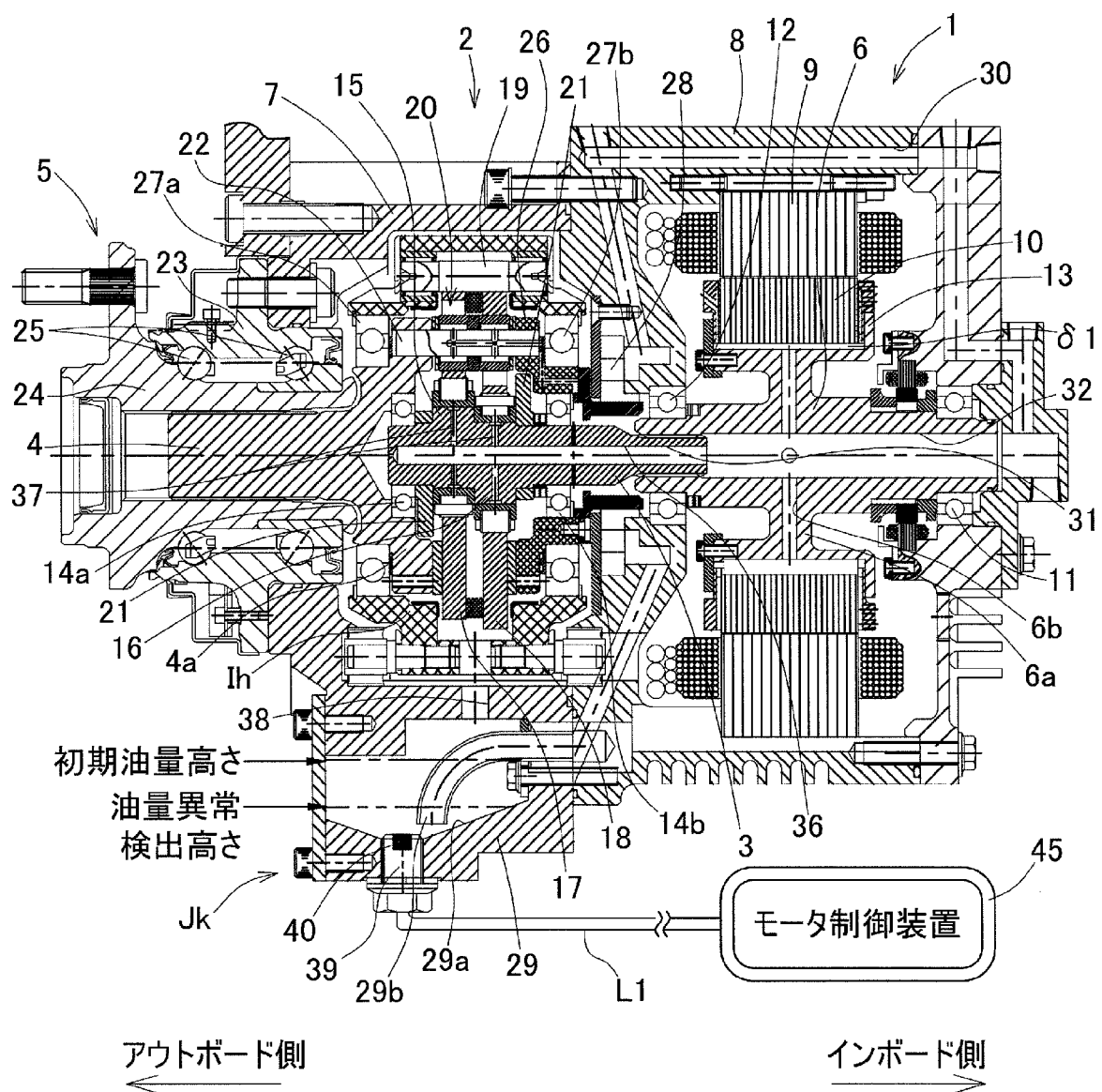
- [0055] 1 … 電動モータ
2 … 減速機
5 … 車輪用軸受
28 … ポンプ
29 … 潤滑油貯留部
29a … 底部
30 … 潤滑油流路
31 … 減速機油路
32 … モータ回転軸油路
40 … 油量検出センサ
53 … 異常報告手段
56 … 車輪
Jk … 潤滑油供給手段

請求の範囲

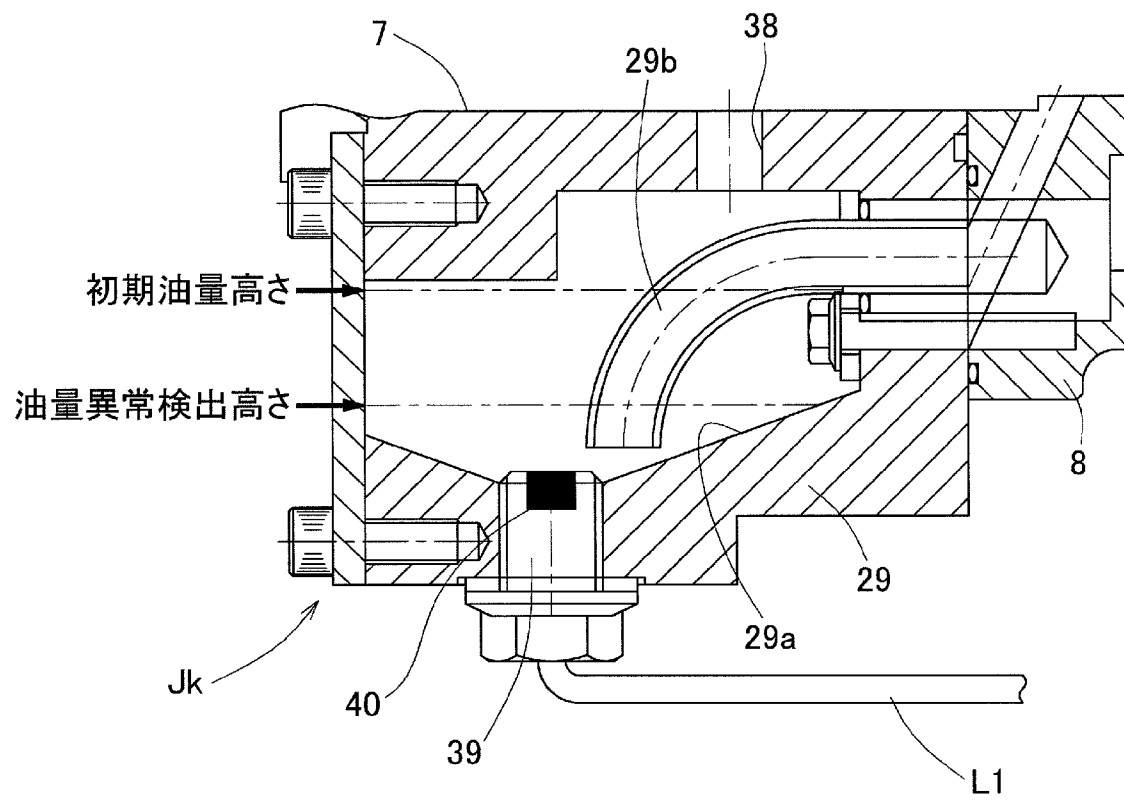
- [請求項1] 車輪を駆動する電動モータと、前記車輪を支持する車輪用軸受と、
前記電動モータの回転を減速して前記車輪用軸受に伝達する減速機と
を備えたインホイールモータ駆動装置であって、
潤滑油を貯留する潤滑油貯留部と、
この潤滑油貯留部に貯留された潤滑油を前記減速機に供給して戻す
潤滑油供給手段と、
前記潤滑油貯留部の最下部に設けられ、潤滑油の油量を検出する油
量検出センサと、
を設けたインホイールモータ駆動装置。
- [請求項2] 請求項1に記載のインホイールモータ駆動装置において、前記油量
検出センサは、圧力センサまたは重量センサであるインホイールモー
タ駆動装置。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載のインホイールモータ駆動装置にお
いて、前記潤滑油供給手段は、
前記電動モータのモータハウジングに設けられる潤滑油流路と、
前記電動モータのモータ回転軸内の軸心に沿って設けられ、前記潤
滑油流路に連通するモータ回転軸油路と、
前記減速機に設けられ、前記モータ回転軸油路および前記潤滑油貯
留部に連通して潤滑油を前記減速機に供給する減速機油路と、
前記潤滑油貯留部に貯留された潤滑油を吸い上げて前記潤滑油流路
を経由して前記モータ回転軸流路および前記減速機油路に循環させる
ポンプと、
を有する軸心給油機構であるインホイールモータ駆動装置。
- [請求項4] 請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載のインホイールモー
タ駆動装置において、前記潤滑油貯留部はすり鉢状の底部を有し、こ
のすり鉢状の底部の最下部に、前記油量検出センサを設けたインホイ
ールモータ駆動装置。

[請求項5] 請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載のインホイールモータ駆動装置において、車両の電源が投入されている車両停止時に、前記油量検出センサで検出される油量が、定められた設定範囲から外れるとき、前記潤滑油供給手段の異常情報を出力する異常報告手段を設けたインホイールモータ駆動装置。

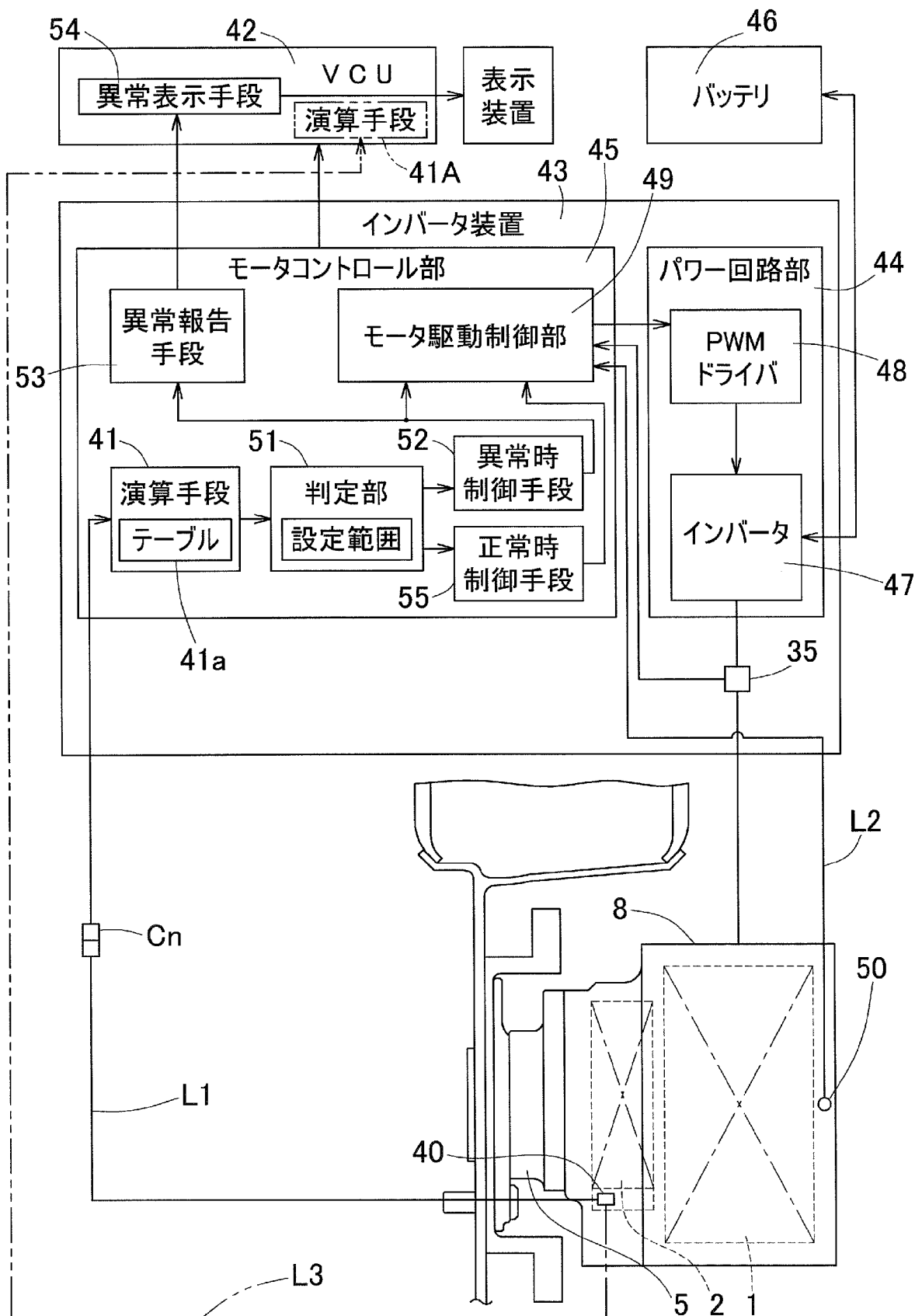
[図1]



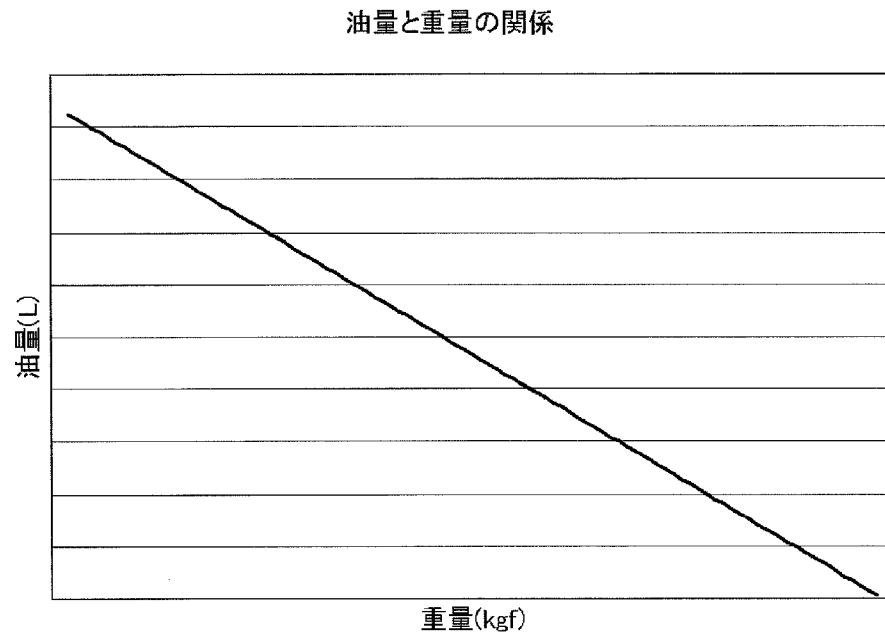
[図2]



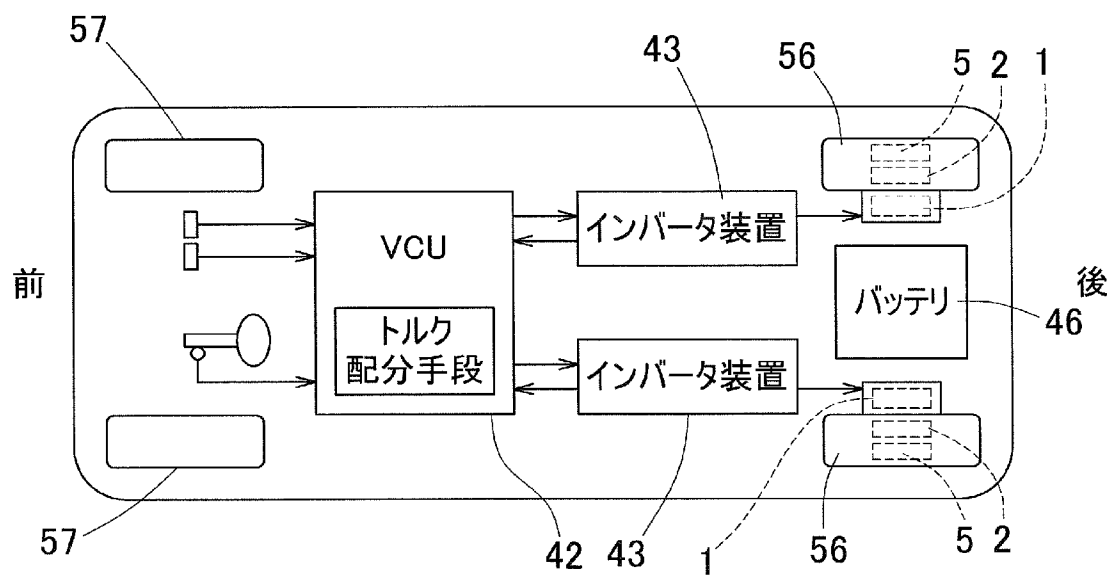
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H57/04(2010.01)i, B60K7/00(2006.01)i, F16C19/52(2006.01)n, F16C33/66(2006.01)n, F16C41/00(2006.01)n, F16N29/00(2006.01)n, F16N29/04(2006.01)n

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)

F16H57/04, B60K7/00, F16C19/52, F16C33/66, F16C41/00, F16N29/00, F16N29/04

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2012-189095 A (NTN Corp.), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0024] to [0060]; fig. 1 to 10 & WO 2012/121201 A1	1-5
Y	JP 4-249718 A (Nippon Gear Co., Ltd.), 04 September 1992 (04.09.1992), paragraphs [0024] to [0028]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5

☒ 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
23 June, 2014 (23.06.14)

Date of mailing of the international search report
08 July, 2014 (08.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059988

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 61733/1985 (Laid-open No. 178014/1986) (Nissan Motor Co., Ltd.), 06 November 1986 (06.11.1986), page 4, line 6 to page 5, line 18; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-5
Y	JP 2007-192823 A (Wacker Corp.), 02 August 2007 (02.08.2007), paragraphs [0014] to [0027]; fig. 1 to 14 & US 2007/0163534 A1 & EP 1808678 A1 & CN 101046404 A	4-5
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 20490/1990 (Laid-open No. 112423/1991) (Hino Motors, Ltd.), 18 November 1991 (18.11.1991), page 3, line 9 to page 5, line 2; fig. 1 to 2 (Family: none)	4-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F16H57/04(2010.01)i, B60K7/00(2006.01)i, F16C19/52(2006.01)n, F16C33/66(2006.01)n,
F16C41/00(2006.01)n, F16N29/00(2006.01)n, F16N29/04(2006.01)n

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（I P C））

Int.Cl. F16H57/04, B60K7/00, F16C19/52, F16C33/66, F16C41/00, F16N29/00, F16N29/04

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 2012-189095 A（N T N株式会社）2012. 10. 04, 段落【0024】－【0060】，図 1-10 & WO 2012/121201 A1	1－5
Y	JP 4-249718 A（日本ギア工業株式会社）1992. 09. 04, 段落【0024】－【0028】，図 1-2 （ファミリーなし）	1－5

☒ 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

2 3 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 8 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

櫻田 正紀

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 8

3 J

2 9 1 7

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
Y	日本国実用新案登録出願 60-61733 号(日本国実用新案登録出願公開 61-178014 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日産自動車株式会社) 1986. 11. 06, 第 4 頁第 6 行－第 5 頁第 18 行, 図 1-2 (ファミリーなし)	1－5
Y	JP 2007-192823 A (ワッカー コーポレーション) 2007. 08. 02, 段落【0014】－【0027】, 図 1-14 & US 2007/0163534 A1 & EP 1808678 A1 & CN 101046404 A	4－5
Y	日本国実用新案登録出願 2-20490 号(日本国実用新案登録出願公開 3-112423 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日野自動車工業株式会社) 1991. 11. 18, 第 3 頁第 9 行－第 5 頁第 2 行, 図 1-2 (ファミリーなし)	4－5