

(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
2015年8月6日(06.08.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/115217 A1

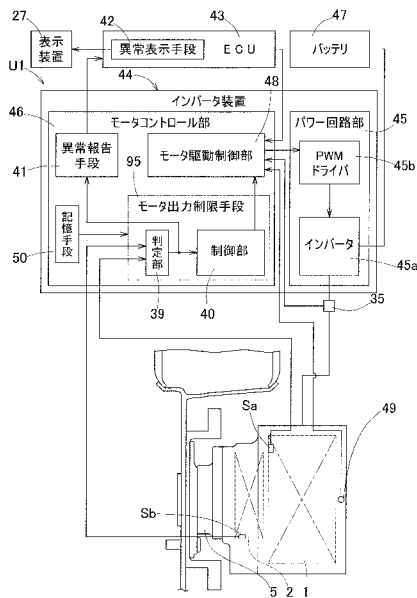
- (51) 国際特許分類:
B60L 3/00 (2006.01) B60L 15/20 (2006.01)
B60K 7/00 (2006.01) H02P 27/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/051167
- (22) 国際出願日: 2015年1月19日(19.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-013290 2014年1月28日(28.01.2014) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): NTN株式会社(NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人(米国についてのみ): 鈴木健一(SUZUKI, Kenichi) [JP/JP]; 〒4380037 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN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10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, 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),

[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

[図4]



- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 27 Display device | 45a Inverter |
| 39 Determination unit | 45b PWM driver |
| 40 Control unit | 46 Motor control unit |
| 41 Abnormality informing means | 47 Battery |
| 42 Abnormality display means | 48 Motor drive control unit |
| 44 Inverter device | 50 Storage means |
| 45 Power circuit unit | 95 Motor output limit means |

(57) Abstract: Provided is an in-wheel motor drive device capable of accurately detecting abnormality in an entire output range of the motor by detecting the temperatures of a lubricating oil and a motor coil. The in-wheel motor drive device comprises an electric motor (1), a vehicle wheel bearing (5), a speed reducer (2), a lubricating oil supply mechanism (Jk), and a control device (U1). An oil temperature sensor (Sb) is provided in a lubricating oil path (29) of the speed reducer (2), and a coil temperature sensor (Sa) is provided in a motor stator. The control device (U1) has a motor output limit means (95) for limiting the current flowing through the electric motor (1) when at least one of the temperature detected by the oil temperature sensor (Sb) and the temperature detected by the coil temperature sensor (Sa) exceeds a corresponding predetermined threshold value.

(57) 要約: 潤滑油の温度とモータコイルの温度を検出することで、モータの出力範囲の全域で精度良く異常検知を行うことができるインホイールモータ駆動装置を提供する。このインホイールモータ駆動装置は、電動モータ(1)、車輪用軸受(5)、減速機(2)、潤滑油供給機構(Jk)および制御装置(U1)を備える。減速機(2)の潤滑油路(29)に、油温センサ(Sb)を設け、モータステータにコイル温度センサ(Sa)を設ける。制御装置(U1)は、油温センサ(Sb)で検出される温度、およびコイル温度センサ(Sa)で検出される温度の少なくとも一方が、対応する定められた閾値を超えたとき、電動モータ(1)の電流を制限するモータ出力制限手段(95)を有する。

WO 2015/115217 A1

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))

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、2014年1月28日出願の特願2014-013290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、インホイールモータ駆動装置に関し、コイル温度センサと油温センサとを用いてインホイールモータ駆動装置の異常検知を精度良く行う技術に関する。

背景技術

[0003] インホイールモータ駆動装置は、減速機、モータおよび車輪用軸受を有する。このインホイールモータ駆動装置の損失は、各部の損失が合算された損失となる。減速機の損失は、軸受部の転がり抵抗、摺動部の摺動抵抗が主な原因である。これら抵抗による損失は、軸受諸元や減速機内部の隙間が定められていれば、回転数に依存した大きさとなる（図7）。

[0004] モータの損失は、鉄損、銅損および機械損が大部分を占める。銅損の大きさはコイル電流に依存し、鉄損の大きさはコイル電流と回転数に依存し、機械損の大きさは回転数に依存している。そのため、低速高トルク領域での損失は、銅損が損失の大部分を占め、高速低トルク領域では、鉄損および減速機損失が損失の大部分を占めることになる（図8）。

[0005] よって、インホイールモータ駆動装置ユニット全体におけるモータ回転数およびモータトルクに応じた損失マップには、図9に示すように、モータに起因した損失が占める領域Aと、モータと減速機の両方に起因する損失が占める領域Cとが存在する。領域Bは、減速機およびモータの損失が小さく、異常検知を行う必要のない領域である。

[0006] 領域Aとして示す低速高トルク領域におけるインホイールモータ駆動装置

全体の損失は、モータの銅損に大部分が起因する。このため、この領域では、コイル温度の上昇度合いが、潤滑油の温度上昇度合いに比べて大きく、潤滑油温は、コイル温度に対して応答遅れが生じる。一方で、領域Cとして示す高速低トルク領域では、モータの鉄損および減速機損失がインホイールモータ駆動装置全体の損失の大部分を占めるため、潤滑油温の上昇度合いがコイル温度の上昇度合いに比べて大きい。

[0007] コイル温度センサは、ステータのスロット間に配置され、潤滑油が掛かり難く、潤滑油の温度を直接測定することが難しい。コイルおよびステータコアに跳ね掛けられる潤滑油によってコイルおよびステータが温度上昇し、その熱伝導および熱伝達によって上昇したコイル温度にコイル温度センサが反応するため、コイル温度センサの出力は、潤滑油温に対して大きく応答が遅れる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2012-178917号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] インホイールモータ駆動装置ユニットの異常検知のために、検出対象を温度にすることが考えられ、特に、検出対象をコイルや潤滑油の温度にすることが考えられる。コイル温度は、潤滑油の影響を避けるためにステータのスロット間に配置され、潤滑油は掛かり難い。また潤滑油温度の検出センサは、減速機の最下流に配置することが減速機の異常を精度良く検知するためには必須であり、このセンサはモータのコイル温度を推定することが難しい。

[0010] 従来、インホイールモータ駆動装置の減速機について、潤滑経路の最下流に、潤滑油の温度センサを配置することが提案されている。油温センサのみでインホイールモータの出力領域全体の異常検知を行うと、低速高トルク領域において、コイル温度の上昇に対して潤滑油の温度の応答遅れが大きく、

インホイールモータ駆動装置ユニットの異常検知を精密に行うことは難しい。応答遅れにより、コイル温度が上昇し続けてコイルの耐熱温度を超えた場合には、モータに過負荷が生じるおそれがある。

[0011] 他の従来例では、インホイールモータ駆動装置のモータ部について、モータコイル温度を検出し、コイル温度変化の微分値を算出してこの微分値がある閾値を超えたときに、異常と判断して出力制御をしている（特許文献1）。コイル温度だけでは、高速低トルク領域において、コイル温度測定センサの出力が潤滑油の温度上昇に対して応答が遅れ、精度良くインホイールモータ駆動装置ユニットの異常検知を行うことが難しい。応答遅れにより、潤滑油温度が上昇し、例えば、減速機を構成する樹脂部材の耐熱温度を超えた場合には、減速機に異常が生じるおそれがある。

[0012] この発明の目的は、インホイールモータ駆動装置において、潤滑油の温度と、モータコイルの温度とを両方とも検出し、モータの出力範囲の全域で精度良く異常検知を行う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

[0013] 以下、便宜上理解を容易にするために、実施形態の符号を参照して説明する。

[0014] この発明の一構成に係る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、
前記車輪を回転支持する車輪用軸受5と、
前記電動モータ1の回転を減速して前記車輪用軸受5に伝達する減速機2と、
前記減速機2の下部に設けられた潤滑油路29、および前記潤滑油路29から前記電動モータ1に潤滑油を供給する供給油路30を有する潤滑油供給機構Jkと、
前記減速機2の潤滑油路29に設けられ、この潤滑油路の潤滑油の温度を検出する油温センサSbと、

前記電動モータ 1 のステータ 9 に設けられ、モータコイル 7 8 の温度を検出するコイル温度センサ S a と、

前記電動モータ 1 を制御する制御装置 U 1 であって、前記油温センサ S b で検出される温度と前記コイル温度センサ S a で検出される温度の少なくとも一方が、対応する定められた閾値を超えたとき、前記電動モータ 1 の電流を制限するモータ出力制限手段 9 5 を有する制御装置とを備える。

[0015] 前記「定められた閾値」は、例えば、実験やシミュレーション等により定められる。

前記電動モータの電流を制限するとは、電動モータの電流を「零」にすることも含む。

[0016] この構成によると、減速機 2 の潤滑油路 2 9 に設けた油温センサ S b は、潤滑油の温度を常時に（すなわち、短い時間間隔ごとに）または定期的に検出する。ステータ 9 に設けたコイル温度センサ S a は、モータコイル 7 8 の温度を常時（すなわち、短い時間間隔ごとに）にまたは定期的に検出する。制御装置 U 1 のモータ出力制限手段 9 5 は、油温センサ S b で検出される温度、およびコイル温度センサ S a で検出されるコイル温度の少なくとも一方が、対応する定められた第 1 の閾値を超えたか否かを判定する。前記閾値を超えたとの判定で、モータ出力制限手段 9 5 は、電動モータ 1 の電流を制限する。

[0017] インホイールモータ駆動装置の損失による発熱は、低速高トルク領域においては、モータの銅損に大部分が起因する。このため、油温センサ S b で潤滑油の温度を検出するだけでは、コイル温度の上昇に対して油温の応答が遅れることにより、コイル温度上昇の検出に遅れが生じる。これに対して、本構成では、コイル温度センサ S a で検出したコイル温度を用いて電動モータ 1 の電流を制限するため、コイル温度の上昇の検出遅れをなくし、精密な異常検知を行うことができる。

[0018] 高速低トルク領域においては、モータの鉄損および減速機損失がインホイールモータ駆動装置全体の損失の大部分を占める。このため、コイル温度セ

ンサ S a でコイル温度を検出するだけでは、そのセンサ出力が、減速機を冷却する潤滑油の温度上昇に対して応答遅れを生じ、減速機温度が上昇するおそれがある。これに対して、本構成では、油温センサ S b で油温を検出して電動モータ 1 の電流を制限するため、潤滑油温度上昇の検出遅れをなくし、減速機 2 に異常が生じることを防止することができる。

[0019] このように、即時に電動モータ 1 の電流を制限することにより、電動モータ 1 のコイル温度の上昇を抑えて電動モータ 1 に過負荷が生じることを防止できると共に、潤滑油の温度上昇を抑えて減速機 2 に異常が生じることを未然に防止することができる。したがって、電動モータ 1 の出力範囲のうち低速高トルク領域から高速低トルク領域にわたる全域で精度良く異常検知を行うことができる。

[0020] 前記油温センサ S b および前記コイル温度センサ S a それぞれの前記対応する閾値は、第 1 の閾値と、この第 1 の閾値よりも大きい第 2 の閾値とを含み、

前記モータ出力制限手段 95 は、前記油温センサ S b で検出される温度と前記コイル温度センサ S a で検出される温度の少なくとも一方が、前記第 1 の閾値を超えたとき、前記電動モータ 1 への出力制限を開始し、前記第 2 の閾値を超えたとき、前記電動モータ 1 の電流を零にしても良い。

[0021] 前記第 1, 第 2 の閾値は、例えば、実験やシミュレーション等により定められる。

このように電動モータ 1 への出力制限を段階的に行うことで、アクセル操作を行う運転者に違和感を感じさせることなく、車両をスムーズに走行させることができる。

[0022] 前記モータ出力制限手段 95 は、前記油温センサ S b で検出される温度と前記コイル温度センサ S a で検出される温度の少なくとも一方が、前記第 1 の閾値を超えたとき、油温かコイル温度かに応じて定められた一定の割合で前記電動モータ 1 に入力するトルク指令値を減少させても良い。

油温かコイル温度かに応じて定められた一定の割合とは、前記第 1 の閾値

を超えた温度が油温かコイル温度かに応じて定められた一定の割合（固定値）である。すなわち、前記一定の割合は、油温かコイル温度かに応じて異なる。

前記定められた一定の割合は、例えば、実験やシミュレーション等により適宜に定められる。

このようにトルク指令値を一定の傾きで減少させることで、アクセル操作に対するトルク指令値が急峻に変化することを防ぐことができる。

[0023] 前記モータ出力制限手段95は、前記油温センサSbで検出される温度と前記コイル温度センサSaで検出される温度の少なくとも一方が、前記第1および前記第2の閾値を超えた後、前記第2の閾値を超えた時点から一定時間経過した後に第1の閾値を下回った場合、その時点で前記電動モータ1への出力制限を解除しても良い。前記一定時間は、試験やシミュレーションにより定められる。このような条件で電動モータ1への出力制限を解除する、つまりアクセル指令値を全て入力することで、モータトルクを復帰させて運転者の意に沿った運転を行うことができる。

[0024] 前記潤滑油供給機構Jkは、前記供給油路30を經由して前記潤滑油路29の潤滑油を前記電動モータ1に供給するポンプ28を有し、当該前記ポンプ28が、前記電動モータ1と前記減速機2との間に同一軸心上に配置されても良い。

[0025] 前記電動モータ1と前記車輪用軸受5と前記減速機2とを含むインホイールモータ駆動装置ユニットの外部に、前記ポンプ28が設けられても良い。この場合、例えば、装置本体内の潤滑油タンクを省略でき、また装置本体内に設けるべき油路の低減を図れる。これにより、装置本体のコンパクト化を図れる。したがって、インホイールモータ駆動装置を種々の車両に搭載でき汎用性を高めることができる。

[0026] 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

[0027] 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の実施形態に係るインホイールモータ駆動装置の断面図である。

[図2]図1のII-II線断面となる減速機部分の断面図である。

[図3]図2の部分拡大図である。

[図4]図1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。

[図5]温度の閾値とモータ入力との関係を示す図である。

[図6]この発明の第2の実施形態に係るインホイールモータ駆動装置の断面図である。

[図7]減速機の損失マップの代表例を示す図である。

[図8]モータの損失マップの代表例を示す図である。

[図9]インホイールモータ駆動装置ユニットの損失マップの代表例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] この発明の第1の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。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（以下、「減速機入力軸3」と称す）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、潤滑油供給機構Jkと、制御装置U1（図4）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が介在し、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と減速機入力軸3と出力部材4とが同軸

心上で連結されている。

[0029] 減速機 2 を収納する減速機ハウジング 7 には、車両における図示外の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設け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。

[0030] 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。

[0031] 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 が設けられ、ロータ固定部材 13 にモータロータ 10 が取付けられている。

[0032] 電動モータ 1 のモータステータ 9 には、モータコイル 78 の温度を検出するコイル温度センサ Sa が設けられている。コイル温度センサ Sa は、例えば、サーミスタである。このコイル温度センサ Sa で検出される温度は、後述するように、電動モータ 1 の電流を制限する制御の判断に用いられる。

[0033] 減速機入力軸 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。減速機入力軸 3 は、軸受 14a, 14b により回転自在に支持されている。減速機ハウジング 7 内における、減速機入力軸 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。

[0034] 減速機 2 は、外ピンハウジング 1h と、減速機入力軸 3 と、曲線板 17,

18と、複数の外ピン19と、内ピン22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。

図2は、図1のII-II線断面となる減速機部分の断面図である。減速機2では、外形がなだらかな波状のトロコイド曲線で形成された2枚の曲線板17, 18が、それぞれ軸受85を介して、各偏心部15, 16に装着されている。これら各曲線板17, 18の偏心運動を外周側で案内する複数の外ピン19が、それぞれ減速機ハウジング7の内側の外ピンハウジング1h(図1)に設けられる。カップ部4a(図1)に取り付けられた複数の内ピン22が、各曲線板17, 18の内部に設けられた複数の円形の貫通孔89に挿入状態に係合されている。

[0035] 図3に拡大して示すように、各外ピン19と各内ピン22には針状ころ軸受92, 93が装着される。各外ピン19は、それぞれ針状ころ軸受92で両端支持されて各曲線板17, 18の外周面と転接する。また各内ピン22は、針状ころ軸受93の外輪93aが、それぞれ各曲線板17, 18の各貫通孔89の内周に転接する。したがって、外ピン19と各曲線板17, 18の外周との接触抵抗、および各内ピン22と各貫通孔89の内周との接触抵抗を低減する。

[0036] よって、図1に示すように、各曲線板17, 18の偏心運動をスムーズに車輪用軸受5の内方部材5aに回転運動として伝達し得る。すなわちモータ回転軸6が回転すると、このモータ回転軸6と一体回転する減速機入力軸3に設けられた各曲線板17, 18が偏心運動を行う。このとき外ピン19が偏心運動する各曲線板17, 18の外周面と転がり接触するように係合すると共に、各曲線板17, 18が、内ピン22と貫通孔89(図3)との係合によって、各曲線板17, 18の自転運動のみが出力部材4および内方部材5aに回転運動として伝達される。モータ回転軸6の回転に対して内方部材5aの回転は減速されたものとなる。

[0037] 潤滑油供給機構Jk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モータ回転軸6の内部から供給する軸心給油機構であ

る。この潤滑油供給機構 J k は、潤滑油路 29 と、供給油路 30 と、排出油路 38 と、ポンプ 28 とを有する。潤滑油路 29 は、減速機 2 における減速機ハウジング 7 内に構成される。この潤滑油路 29 は潤滑油タンク 29 a を含む。潤滑油タンク 29 a は、減速機ハウジング 7 の下部に設けられ潤滑油を貯留し、モータハウジング 8 の下部に連通する。

[0038] 供給油路 30 は、潤滑油タンク 29 a から、電動モータ 1 および減速機 2 に潤滑油を供給する。この供給油路 30 は、吸込側油路 30 a、吐出側油路 30 b、ハウジング外周側油路 30 c、連通路 30 d、モータ回転軸油路 30 e、および減速機油路 30 f を含む。吸込側油路 30 a は、潤滑油タンク 29 a 内の吸込口とポンプ 28 の吸入口とにわたって連通し、減速機ハウジング 7 の下部とモータハウジング 8 の下部とで構成される。吐出側油路 30 b は、ポンプ 28 の吐出口に連通し、モータハウジング 8 内における径方向外方に略沿って延びる。

[0039] ハウジング外周側油路 30 c は、吐出側油路 30 b に連通し、モータハウジング 8 内におけるアウトボード側からインボード側に軸方向に沿って延びる。連通路 30 d は、モータハウジング 8 のインボード側端に形成され、この連通路 30 d の流入口がハウジング外周側油路 30 c に連通し、この連通路 30 d の流出口がモータ回転軸油路 30 e に連通する。

[0040] モータ回転軸油路 30 e は、モータ回転軸 6 内の軸心に沿って設けられる。連通路 30 d からモータ回転軸油路 30 e に導かれた潤滑油の一部は、モータ回転軸 6 およびフランジ部 6 a の半径方向外方に延びる貫通孔を經由して、ロータ固定部材 13 内部に形成された半径方向外方に延びる油路を通ることで、モータロータ 10 が冷却される。さらに前記油路の油吹出し口から、各コイルエンドの内周面に対し、モータロータ 10 の遠心力とポンプ 28 の圧力とにより潤滑油を射出することで、コイル 78 が冷却される。

[0041] 減速機油路 30 f は、減速機 2 に設けられ、潤滑油を減速機 2 に供給する。この減速機油路 30 f は、入力軸油路 36 と、オイル供給口 37 とを有する。入力軸油路 36 は、モータ回転軸油路 30 e に連通し、減速機入力軸 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タンク 29 a に排出する排出油路 38 が設けられている。

[0042] ポンプ 28 は、潤滑油タンク 29 a に貯留された潤滑油を、潤滑油タンク 29 a 内の吸込口から吸込側油路 30 a を経由させて吸い上げて順次、吐出側油路 30 b、ハウジング外周側油路 30 c、連通路 30 d を経由してモータ回転軸油路 30 e および減速機油路 30 f に循環させる。このポンプ 28 は、電動モータ 1 と減速機 2 との間に同一軸心上に配置される。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（いずれも図示せず）とを有するサイクロイドポンプである。

[0043] 電動モータ 1 に駆動される出力部材 4 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がそれぞれ異なる回転軸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。これにより、潤滑油タンク 29 a に貯留された潤滑油は、吸込口から吸込側油路 30 a を経由して吸い上げられて前記吸入口から流入し、前記吐出口から吐出側油路 30 b、ハウジング外周側油路 30 c、連通路 30 d に順次圧送される。

[0044] 潤滑油は、連通路 30 d からモータ回転軸油路 30 e に導かれる。潤滑油の一部は、前述のようにモータロータ 10 およびコイル 78 を冷却した後、重力によってモータハウジング 8 の下方に移動し、このモータハウジング 8 の下部に連通する潤滑油タンク 29 a に流れ込む。

[0045] モータ回転軸油路 30 e から入力軸油路 36 を経由してオイル供給口 37 に導かれた潤滑油は、このオイル供給口 37 の外径側開口端から排出される。この潤滑油には遠心力とポンプ 28 の圧力が作用するため、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 から潤滑油タンク 2 9 a に貯留される。潤滑油タンク 2 9 a には、潤滑油の温度を検出する油温センサ S b が設けられる。油温センサ S b は、例えば、サーミスタである。この油温センサ S b で検出される温度は、後述するように、電動モータ 1 の電流を制限する制御の判断に用いられる。

[0046] 制御系について説明する。

図 4 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。

前記制御装置 U 1 は、自動車全般の制御を行う電気制御ユニットである ECU 4 3 と、この ECU 4 3 の指令に従って走行用の電動モータ 1 の制御を行うインバータ装置 4 4 とを有する。インバータ装置 4 4 は、各電動モータ 1 に対して設けられたパワー回路部 4 5 と、このパワー回路部 4 5 を制御するモータコントロール部 4 6 とを有する。モータコントロール部 4 6 は、このモータコントロール部 4 6 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 ECU 4 3 に出力する機能を有する。

[0047] パワー回路部 4 5 は、バッテリー 4 7 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 4 5 a と、このインバータ 4 5 a を制御する PWM ドライバ 4 5 b とを有する。インバータ 4 5 a 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 4 5 b 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。

[0048] モータコントロール部 4 6 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 4 8 を有している。モータ駆動制御部 4 8 は、上位制御手段である ECU 4 3 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、PWM ドライバ 4 5 b に電流指令を与える手段である。モータ駆動制御部 4 8 は、インバータ 4 5 a から電動モータ 1 に流すモータ電流を電流検出手段 3 5 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48は、電動モータ1のモータロータの回転角を角度センサ49から得て、ベクトル制御を行う。

[0049] 前記モータコントロール部46に、モータ出力制限手段95、異常報告手段41、および記憶手段50を設けている。モータ出力制限手段95は、油温センサSbで検出される温度（「油温」と称す）と、コイル温度センサSaで検出される、モータコイルの温度（「コイル温度」と称す）の少なくとも一方が、対応する定められた閾値を超えたとき、電動モータ1の電流を制限する。このモータ出力制限手段95は判定部39と制御部40とを有する。

[0050] 判定部39は、油温およびコイル温度が、それぞれ対応する定められた閾値を超えたか否かを常時に（すなわち、短い時間間隔ごとに）判定する。油温の閾値は、実験やシミュレーションにより、例えば、油温とその潤滑油の粘度との関係、および、潤滑油の粘度と電動モータ1の回転抵抗との関係等に基づき定められる。コイル温度の閾値は、実験やシミュレーションにより、例えば、モータコイルに絶縁を生じさせる、コイル温度および時間の関係に基づいて適宜に求められる。

[0051] 各閾値は、それぞれ記憶手段50に書換え可能に記憶される。またこの実施形態では、油温センサSbおよびコイル温度センサSaの各検出温度に対する各閾値は、それぞれ第1の閾値と、この第1の閾値よりも大きい第2の閾値とを含む。

[0052] 検出される油温およびコイル温度の少なくとも一方が、対応する定められた閾値を超えたと判定されると、制御部40は、電動モータ1の電流を低減するように、モータ駆動制御部48を介してパワー回路部45に指令する。

[0053] 図5は、コイル温度の閾値とモータ入力との関係を示す図である。なお図示しないが、油温の閾値とモータ入力との関係も図5と同様の関係を有する。図4も参照しつつ説明する。例えば、検出コイル温度と検出油温のうち、検出コイル温度が対応する第1の閾値を超えたとする。制御部40は、検出コイル温度が前記第1の閾値を超えたとき、電動モータ1への出力制限を開

始する。具体的には、制御部40は、検出コイル温度が第1の閾値を超えたとき、油温かコイル温度かに応じて定められた一定の割合（一定の傾き）で電動モータ1に入力するトルク指令値を減少させるように、モータ駆動制御部48を介してパワー回路部45に指令する。

[0054] その後、例えば、検出コイル温度と検出油温のうち、検出コイル温度が対応する第2の閾値を超えたとする。制御部40は、検出コイル温度が前記第2の閾値を超えたとき、電動モータ1の電流を零にするように、モータ駆動制御部48を介してパワー回路部45に指令する。制御部40は、検出コイル温度が、第1および第2の閾値を超えた後、第2の閾値を超えた時点から一定時間経過した後に第1の閾値を下回った場合、その時点で電動モータ1への出力制限を解除する。

[0055] 図4に示すように、異常報告手段41は、検出油温と検出コイル温度の少なくとも一方が対応する第1の閾値を超えたと判定部39が判定したときに、ECU43に異常発生情報を出力する。ECU43に設けられた異常表示手段42は、異常報告手段41から出力された異常発生情報を受けて、例えば、車両のコンソールパネル等の表示装置27に、異常を知らせる表示を行わせる。

[0056] 作用効果について説明する。

モータ出力制限手段95における判定部39は、検出される油温およびコイル温度の少なくとも一方が、対応する定められた閾値を超えたか否かを判定する。前記閾値を超えたとの判定で、制御部40は、電動モータ1に入力するトルク指令値を減少させるように、モータ駆動制御部48を介してパワー回路部45に指令する。

[0057] インホイールモータ駆動装置の損失による発熱は、低速高トルク領域においては、モータの銅損に大部分が起因する。このため、油温センサSbで潤滑油の温度を検出するだけでは、コイル温度の上昇に対して油温の応答が遅れることより、コイル温度上昇の検出に遅れが生じる。これに対して、本実施形態では、コイル温度センサSaで検出したコイル温度を用いて電動モータ

タ 1 の電流を制限するため、コイル温度の上昇の検出遅れをなくし、精密な異常検知を行うことができる。

[0058] 高速低トルク領域においては、モータの鉄損および減速機損失がインホイールモータ駆動装置全体の損失の大部分を占める。このため、コイル温度センサ S a でコイル温度を検出するだけでは、そのセンサ出力が、減速機を冷却する潤滑油の温度上昇に対して応答遅れを生じ、減速機温度が上昇するおそれがある。これに対して、本実施形態では、油温センサ S b で油温を検出して電動モータ 1 の電流を制限するため、潤滑油温度上昇の検出遅れをなくし、減速機 2 に異常が生じることを防止することができる。

[0059] このように、即時に電動モータ 1 の電流を制限することにより、電動モータ 1 のコイル温度の上昇を抑えて電動モータ 1 に過負荷が生じることを防止できると共に、潤滑油の温度上昇を抑えて減速機 2 に異常が生じることを未然に防止することができる。したがって、電動モータ 1 の出力範囲のうち低速高トルク領域から高速低トルク領域にわたる全域で精度良く異常検知を行うことができる。

[0060] モータ出力制限手段 9 5 は、検出される油温とコイル温度の少なくとも一方が、対応する第 1 の閾値を超えたとき、電動モータ 1 への出力制限を開始し、検出される油温とコイル温度の少なくとも一方が、対応する第 2 の閾値を越えたとき、電動モータ 1 への電流を零にする。このように電動モータ 1 への出力制限を段階的に行うことで、アクセル操作を行う運転者に違和感を感じさせることなく、車両をスムーズに走行させることができる。またモータ出力制限手段 9 5 は、油温センサ S b で検出される温度とコイル温度センサ S a で検出される温度の少なくとも一方が、第 1 の閾値を越えたとき、一定の割合で電動モータ 1 に入力するトルク指令値を減少させることで、アクセル操作に対するトルク指令値が急峻に変化することを防ぐことができる。

[0061] 第 2 の実施形態について説明する。

以下の説明においては、各形態で先行する形態で説明している事項に対応している部分には同一の参照符を付し、重複する説明を略する。構成の一部

のみを説明している場合、構成の他の部分は、特に記載のない限り先行して説明している形態と同様とする。同一の構成から同一の作用効果を奏する。実施の各形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施の形態同士を部分的に組合せることも可能である。

[0062] 図6に示すように、電動モータ1と車輪用軸受5と減速機2とを含むインホイールモータ駆動装置ユニットの外部に、ポンプ28を設け、このポンプ28をこのインホイールモータ駆動装置とは別の駆動源により駆動しても良い。この場合、減速機ハウジング7の潤滑油タンクを省略でき、またモータハウジング8に設けるべき油路の低減を図れる。これにより、装置本体のコンパクト化を図れる。したがって、インホイールモータ駆動装置を種々の車両に搭載でき汎用性を高めることができる。

[0063] モータ出力制限手段は、少なくとも一方の検出温度が対応する第1の閾値を超えたとき、現在のモータ電流に対して定められた割合（例えば、90%）にモータ電流を低減しても良く、代わりに、定められた値に低減しても良い。

[0064] モータ出力制限手段は、少なくとも一方の検出温度が対応する第1の閾値を超えたとき、一定の傾き（一定の割合）でモータ電流を低下させ、第2の閾値を越えたとき、前記一定の傾きよりも急峻な傾きで、つまり前記割合を大きくして、モータ電流を低下させるようにしても良い。なおモータ電流の傾きは、直線状でなく例えば二次曲線等を描くような傾きでも良い。

[0065] 油温センサは、減速機の潤滑油路のうち、潤滑油タンク以外の潤滑油路に設けられても良い。

この実施形態では、サイクロイド式の減速機を採用した例を示したが、これに限られるわけではなく、遊星減速機、2軸並行減速機、その他の減速機を適用可能である。

[0066] 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

- [0067] 1…電動モータ
2…減速機
5…車輪用軸受
28…ポンプ
29…潤滑油路
30…供給油路
38…排出油路
95…モータ出力制限手段
Jk…潤滑油供給機構
U1…制御装置
Sa…コイル温度センサ
Sb…油温センサ

請求の範囲

- [請求項1] 車輪を駆動する電動モータと、
前記車輪を回転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、
前記減速機の下部に設けられた潤滑油路、および前記潤滑油路から前記電動モータに潤滑油を供給する供給油路を有する潤滑油供給機構と、
前記減速機の潤滑油路に設けられ、この潤滑油路の潤滑油の温度を検出する油温センサと、
前記電動モータのステータに設けられ、モータコイルの温度を検出するコイル温度センサと、
前記電動モータを制御する制御装置であって、前記油温センサで検出される温度と前記コイル温度センサで検出される温度の少なくとも一方が、対応する定められた閾値を超えたとき、前記電動モータの電流を制限するモータ出力制限手段を有する制御装置とを備えたインホイールモータ駆動装置。
- [請求項2] 請求項1記載のインホイールモータ駆動装置において、前記油温センサおよび前記コイル温度センサそれぞれの前記対応する閾値は、第1の閾値と、この第1の閾値よりも大きい第2の閾値とを含み、
前記モータ出力制限手段は、前記油温センサで検出される温度と前記コイル温度センサで検出される温度の少なくとも一方が、前記第1の閾値を超えたとき、前記電動モータへの出力制限を開始し、前記第2の閾値を超えたとき、前記電動モータの電流を零にするインホイールモータ駆動装置。
- [請求項3] 請求項2記載のインホイールモータ駆動装置において、前記モータ出力制限手段は、前記油温センサで検出される温度と前記コイル温度センサで検出される温度の少なくとも一方が、前記第1の閾値を超え

たとき、油温かコイル温度かに応じて定められた一定の割合で前記電動モータに入力するトルク指令値を減少させるインホイールモータ駆動装置。

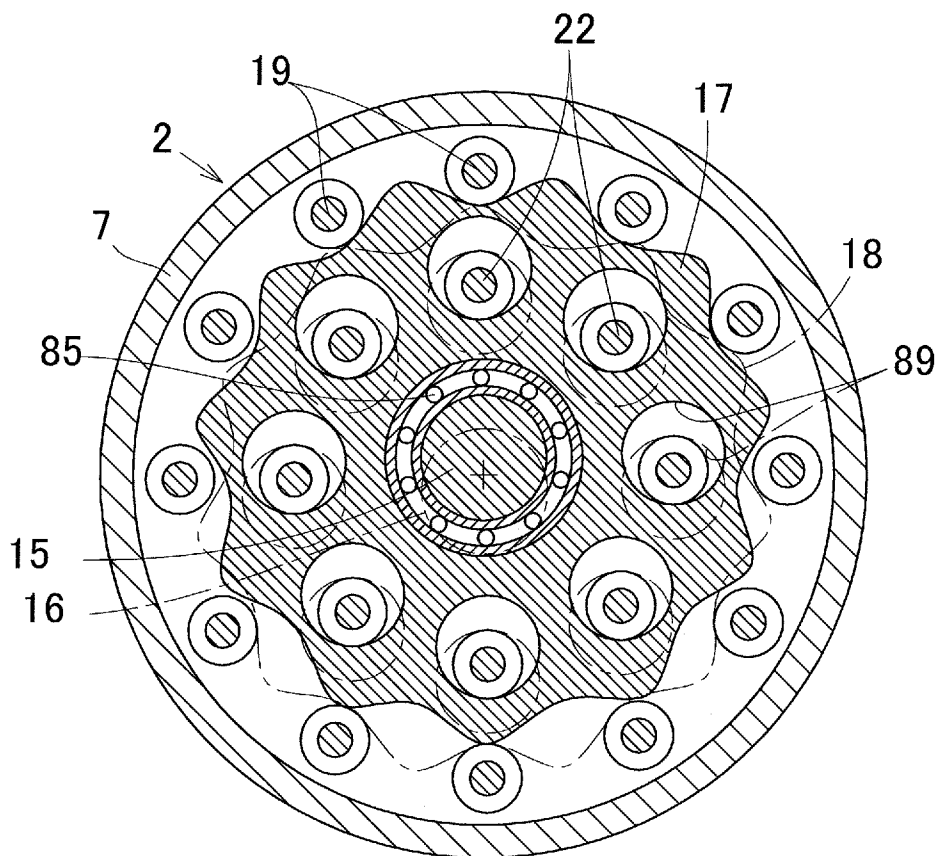
[請求項4] 請求項2または請求項3記載のインホイールモータ駆動装置において、前記モータ出力制限手段は、前記油温センサで検出される温度と前記コイル温度センサで検出される温度の少なくとも一方が、前記第1および前記第2の閾値を超えた後、前記第2の閾値を超えた時点から一定時間経過した後に第1の閾値を下回った場合、その時点で前記電動モータへの出力制限を解除するインホイールモータ駆動装置。

[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、

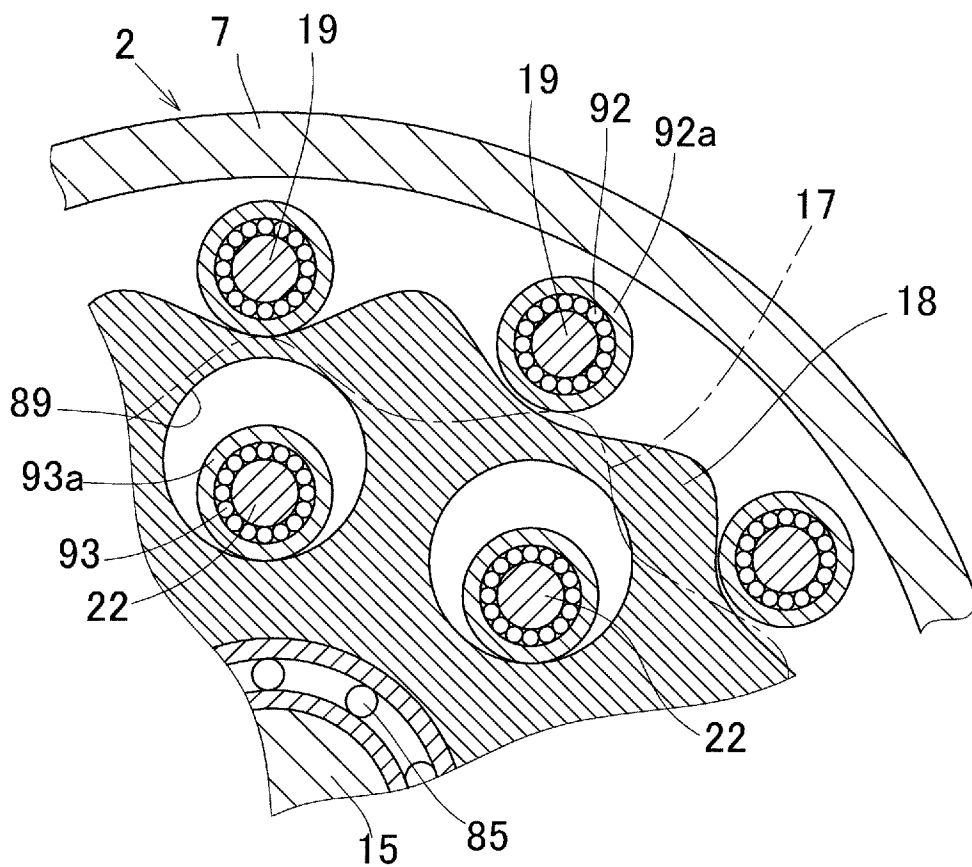
前記潤滑油供給機構は、前記供給油路を經由して前記潤滑油路の潤滑油を前記電動モータに供給するポンプを有し、当該ポンプが、前記電動モータと前記減速機との間に同一軸心上に配置されるインホイールモータ駆動装置。

[請求項6] 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、前記電動モータと前記車輪用軸受と前記減速機とを含むインホイールモータ駆動装置ユニットの外部に、前記ポンプが設けられるインホイールモータ駆動装置。

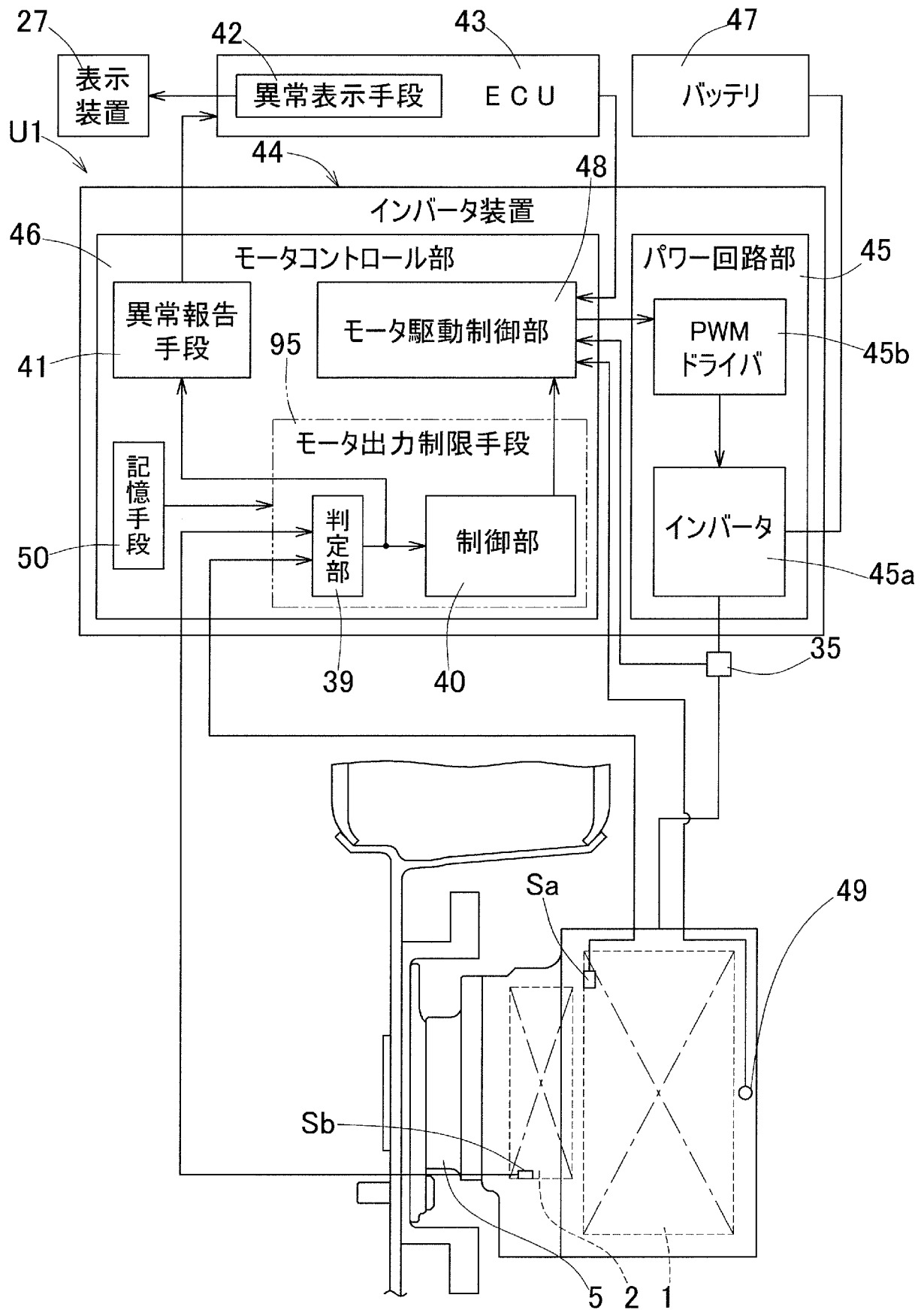
[図2]



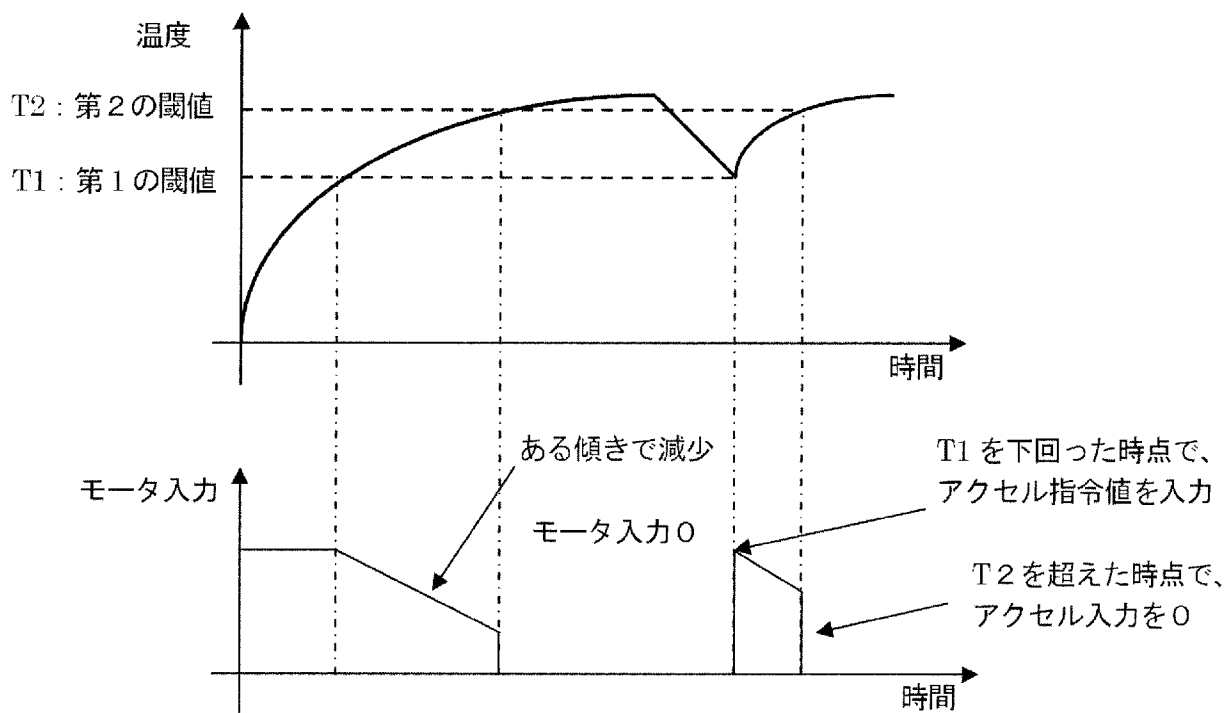
[図3]



[図4]

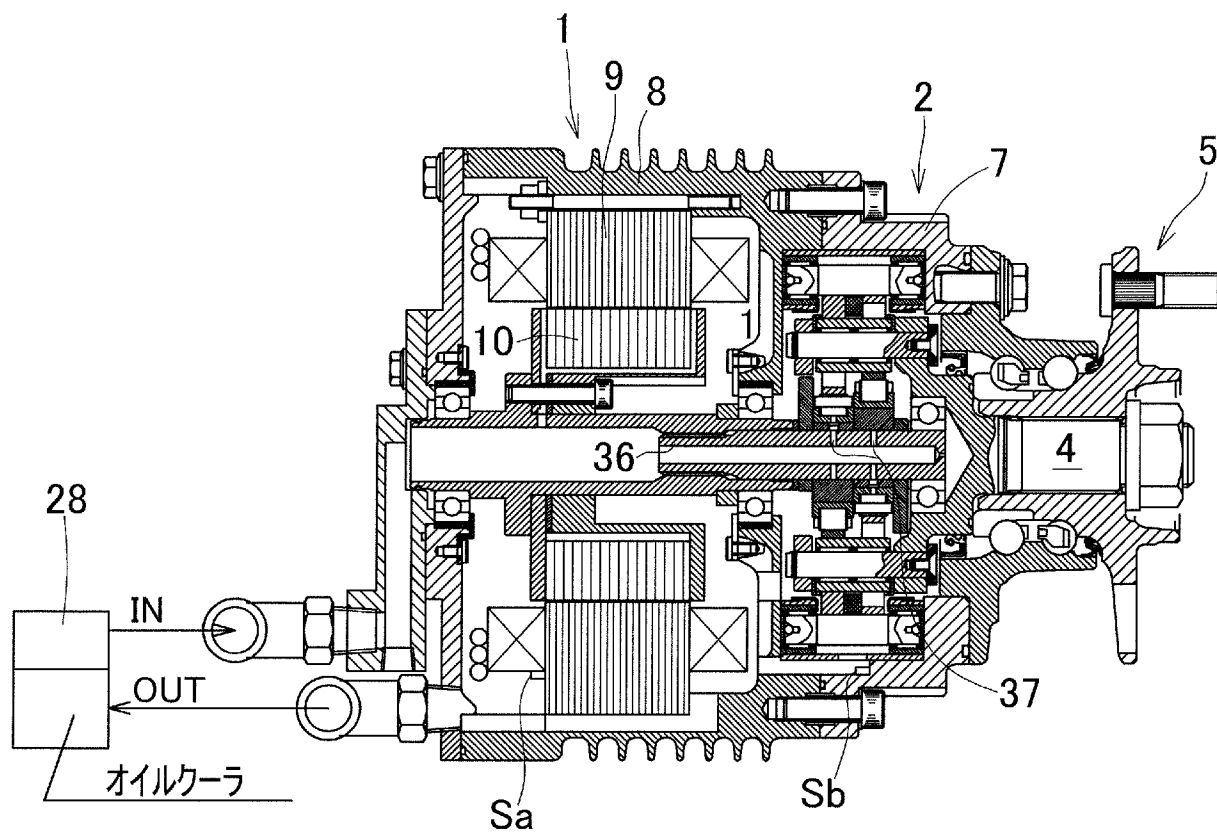


[図5]

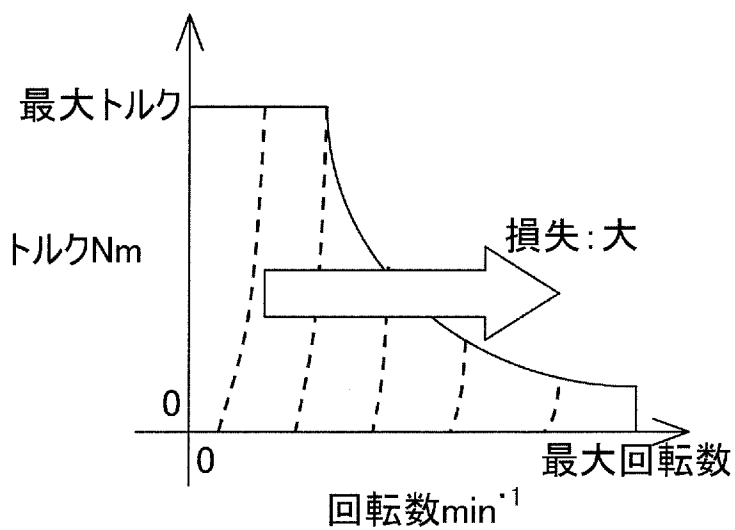


温度の閾値とモータ入力の関係

[図6]

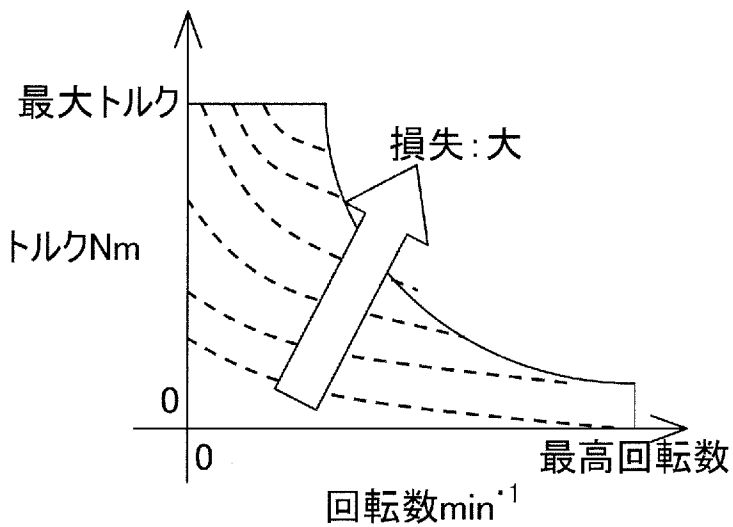


[図7]



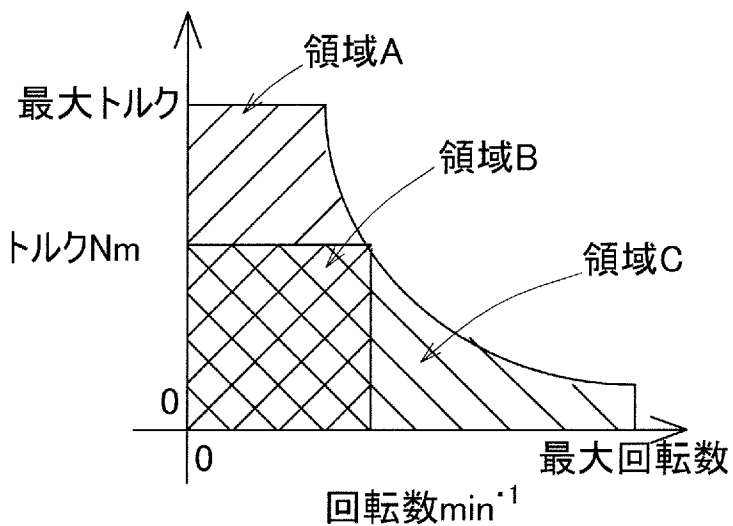
減速機の損失マップの代表例

[図8]



モータの損失マップの代表例

[図9]



ユニットの損失マップの代表例

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/051167

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60L3/00(2006.01)i, B60K7/00(2006.01)i, B60L15/20(2006.01)i, H02P27/06(2006.01)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)
B60L3/00, B60K7/00, B60L15/20, H02P27/06

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2015</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2015</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2015</i>

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 A	JP 2008-168790 A (NTN Corp.), 24 July 2008 (24.07.2008), paragraphs [0006], [0008], [0021] to [0022], [0028] to [0031], [0034]; fig. 1 to 2, 4 to 7, 11 (Family: none)	1-2, 4-6 3
Y	JP 2013-1203 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 07 January 2013 (07.01.2013), paragraphs [0017], [0053] to [0062]; fig. 1, 8 to 9 (Family: none)	1-2, 4-6
Y	JP 2013-126279 A (NTN Corp.), 24 June 2013 (24.06.2013), paragraph [0029]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 4-6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 10 March 2015 (10.03.15)	Date of mailing of the international search report 24 March 2015 (24.03.15)
---	--

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/JP2015/051167

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2012-209993 A (Honda Motor Co., Ltd.), 25 October 2012 (25.10.2012), paragraphs [0041] to [0051]; fig. 8, 10 (Family: none)	2, 4-6
Y	JP 2006-96242 A (Toyota Motor Corp.), 13 April 2006 (13.04.2006), paragraph [0032]; fig. 6 (Family: none)	2, 4-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B60L3/00(2006.01)i, B60K7/00(2006.01)i, B60L15/20(2006.01)i, H02P27/06(2006.01)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. B60L3/00, B60K7/00, B60L15/20, H02P27/06

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 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 A	JP 2008-168790 A (NTN株式会社) 2008.07.24, 段落0006、 0008、0021-0022、0028-0031、0034及 び図1-2、4-7、11 (ファミリーなし)	1-2、4- 6 3
Y	JP 2013-1203 A (日産自動車株式会社) 2013.01.07, 段落0017、 0053-0062及び図1、8-9 (ファミリーなし)	1-2、4- 6
Y	JP 2013-126279 A (NTN株式会社) 2013.06.24, 段落0029及 び図1 (ファミリーなし)	1-2、4- 6

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 10.03.2015	国際調査報告の発送日 24.03.2015
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） 上野 力 電話番号 03-3581-1101 内線 3316

3H	3748
----	------

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	JP 2012-209993 A (本田技研工業株式会社) 2012.10.25, 段落0041-0051及び図8、10 (ファミリーなし)	2、4-6
Y	JP 2006-96242 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.04.13, 段落0032及び図6 (ファミリーなし)	2、4-6