

(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
2013年5月30日(30.05.2013)



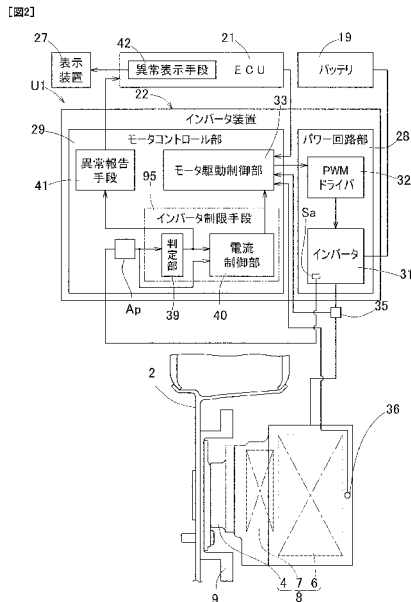
(10) 国際公開番号
WO 2013/077408 A1

- (51) 国際特許分類:
B60L 9/18 (2006.01) F16H 1/32 (2006.01)
B60K 7/00 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
B60L 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/080322
- (22) 国際出願日: 2012年11月22日(22.11.2012)
- (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 2011-256140 2011年11月24日(24.11.2011) JP
- (71) 出願人: 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: 尾崎孝美 (OZAKI, Takayoshi); 〒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, IS, KE, KG, KM, 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, 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,

[続葉有]

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: モータの制御装置



- 19... BATTERY
- 21... ECU
- 22... INVERTER DEVICE
- 27... DISPLAY DEVICE
- 28... POWER CIRCUIT UNIT
- 29... MOTOR CONTROL UNIT
- 31... INVERTER
- 32... PWM DRIVER
- 33... MOTOR DRIVE CONTROL UNIT
- 39... DETERMINATION UNIT
- 40... CURRENT CONTROL UNIT
- 41... ANOMALY REPORT MEANS
- 42... ANOMALY DISPLAY MEANS
- 95... INVERTER RESTRICTION MEANS

(57) Abstract: A temperature sensor (Sa) for detecting the temperature (Tc) of an inverter (31) is provided thereto. Multiple threshold values are set with regard to the temperature (Tc) detected by means of the temperature sensor (Sa), current restriction conditions that are different from one another are set for each temperature region divided by means of each threshold value, and an inverter restriction means (95) imposes a restriction to a current command issued to the inverter (31) in accordance with the current restriction condition of the temperature region containing the detected temperature (Tc). As a consequence, the temperature of the inverter is managed without preventing a vehicle from being driven. Moreover, changes in the characteristics of the inverter (31) and damages thereto caused by the overheating of the inverter (31) are prevented and the life of the inverter (31) is prevented from being shortened.

(57) 要約: インバータ(31)に、このインバータ(31)の温度(Tc)を検出する温度センサ(Sa)を設ける。この温度センサ(Sa)で検出される温度(Tc)に対し複数の閾値が設定され、各閾値で区分される温度領域毎に、互いに異なる電流制限条件が設定され、検出される温度(Tc)の含まれる温度領域の電流制限条件に応じてインバータ(31)に与える電流指令に制限を加えるインバータ制限手段(95)を設けた。これにより、車両の運転を妨げることなく、インバータ(31)を温度管理して、その過熱による特性変化および損傷を防止すると共にインバータ(31)の寿命の低下を防止する。

WO 2013/077408 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：モータの制御装置

関連出願

[0001] 本出願は、2011年11月24日出願の特願2011-256140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、モータの制御装置に関し、バッテリー駆動、燃料電池駆動、エンジン併用のハイブリッド車等の電気自動車における車輪を駆動するモータの制御装置に関する。

背景技術

[0003] 電気自動車では、一般的に同期型のモータや誘導型のモータが用いられ、バッテリーの直流電流をインバータで交流電流に変換してモータの駆動が行われる。インバータは、主に複数の半導体スイッチング素子で構成されるが、モータ駆動のための大電流を流すため、発熱が大きい。半導体スイッチング素子は、温度による特性変化が大きく、また、過熱により損傷することがあるため、インバータには一般的に冷却手段が設けられている。なお、従来、インホイールモータ駆動装置において、信頼性確保のために、車輪用軸受、減速機、およびモータ等の温度を測定して過負荷を監視し、温度測定値に応じてモータの駆動電流の制限や、モータ回転数を低下させるものが提案されている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-168790号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 電気自動車のインバータは、前記のように冷却手段が設けられていて、通

常の運転では過昇温が防止される。しかし、坂道等において、連続して高トルク発生状態で運転した場合、流れる電流が大きくなるため、過熱により特性が変化したり、損傷したりする恐れがある。また半導体スイッチング素子の温度が過度に上昇することで、インバータの寿命を低下させる可能性がある。このようなインバータの特性変化、損傷、インバータ寿命の低下は、モータ駆動の制御特性の変化や、モータ駆動の不能を招く。また、インバータ温度を測定して過負荷を監視し、モータの駆動電流を駆動制限する場合、車両の運転が急激に妨げられるおそれがある。

[0006] この発明の目的は、車両の運転を急激に妨げることなく、インバータの過熱による特性変化および損傷を防止すると共にインバータ寿命の低下を防止することができ、適切な対処が迅速に行えるモータの制御装置を提供することである。以下、この発明の概要について、実施形態を示す図面中の符号を用いて説明する。

課題を解決するための手段

[0007] この発明のモータの制御装置は、車輪2を駆動するモータ6を有する電気自動車の前記モータ6を制御する制御装置であって、前記電気自動車は、車両全般を制御する電気制御ユニットであるECU21と、バッテリーの直流電力を前記モータ6の駆動に用いる交流電力に変換するインバータ31を含むパワー回路部28と、前記ECU21の制御に従って少なくとも前記パワー回路部28を制御するモータコントロール部29とを有するインバータ装置22とを備え、前記インバータ31に、このインバータ31の温度 T_c を検出する温度センサ S_a を設け、前記温度センサ S_a で検出される温度 T_c に対し複数の閾値が設定され、各閾値で区分される温度領域毎に、互いに異なる電流制限条件を設定し、検出される温度 T_c の含まれる前記温度領域の前記電流制限条件に応じてインバータ31に与える電流指令に制限を加えるインバータ制限手段95を有する。なお、この発明における「電気自動車」は、エンジン併用のハイブリッド車も含む。

[0008] この構成によると、温度センサ S_a は、インバータ31の温度 T_c を常時

検出する。例えば、坂道等において連続して高トルク発生状態で電気自動車を運転した場合、インバータ31の温度 T_c が上昇すると共に、モータコイル78の温度が上昇する。温度センサ S_a によるインバータ31の温度検出は、応答性が悪いことから、温度 T_c に対し複数の閾値が設定され、各閾値で区分けされる温度領域毎に、互いに異なる電流制限条件が設定される。つまり、検出される温度 T_c が比較的低温のときは、電流制限条件を緩和し、検出される温度 T_c が高温になる程、電流制限条件を強く規制する。

[0009] インバータ制限手段95は、検出される温度 T_c の含まれる前記温度領域の前記電流制限条件に応じてインバータ31に与える電流指令に制限を加える制御を行う。具体的には、デューティ比とパルス数のいずれか一方または両方を変更する制御を行う。例えば、スイッチング周期に対するパルスのON時間を表す前記デューティ比を、設定されたデューティ比よりも小さくして電圧実効値を低くしたり、スイッチング周期を同一周期にしておいて不等幅パルスを発生させることで、インバータ31に与える電流指令に制限を加え得る。このように、インバータ31に与える電流指令に制限を加えることで、インバータ31を木目細かく温度管理することができ、インバータ31の特性変化、損傷、インバータ寿命の低下を防止することができる。これによりモータコイルの絶縁性能の劣化を防止でき、モータが駆動不能に陥ることを防止できるため、車両の運転が急激に妨げられることを回避することができる。

[0010] 前記インバータ制限手段95は、温度 T_c を時間 t で微分したインバータ温度の時間変化 dT_c/dt が正のとき、区分された各温度領域に応じて、インバータ温度の時間変化 dT_c/dt の許容上限を変更するものとしても良い。このように区分された各温度領域に応じて、インバータ温度の時間変化 dT_c/dt の許容上限を変更することで、インバータ31を木目細かく温度管理することができる。例えば、検出される温度 T_c が比較的低温のときは、温度 T_c が変化する度合いが急峻であったとしても、インバータ31が直ぐに損傷等することはないため、 dT_c/dt の許容上限を緩和する。

逆に、検出される温度 T_c が高温になる程、温度 T_c が変化する度合いが緩やかであっても、インバータ 31 の特性変化、損傷、インバータ寿命の低下に繋がる。したがって、区分された各温度領域に応じて、インバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ の許容上限を変更し、インバータ 31 を温度管理することで、インバータ 31 の損傷等を防止することができる。

[0011] 前記インバータ制限手段 95 は、温度 T_c を時間 t で微分したインバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ の許容上限を、検出される温度 T_c の含まれる各温度領域毎に低温側から高温側に向けて小さくなるように設定しても良い。このようにインバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ を設定することで、インバータ 31 を容易に且つ精度良く温度管理することができる。すなわち、インバータ温度 T_c が低いときには、半導体スイッチング素子が直ぐに損傷等することはないため、温度検出の応答性が悪い場合であっても温度 T_c が急峻に上昇することを許容できる。インバータ温度 T_c が高いときには、半導体スイッチング素子の損傷等が起き易いため、温度 T_c が急激に上昇しないように強く規制する。各閾値で区分される温度領域をより細かく区分し、 $d T_c / d t$ の許容上限を高温側に向けて直線的に減少させることも可能である。この場合、インバータ 31 の温度管理をさらに木目細かく行うことができる。

[0012] 前記インバータ制限手段 95 は、モータ 6 の電流値を制御することにより、前記 $d T_c / d t$ を制限するようにしても良い。あるインバータ温度 T_c のとき、インバータ制限手段 95 がインバータ 31 に与える電流指令に制限を加える制御を行うと、インバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ は一定または低下する傾向を示す。このような $d T_c / d t$ の傾向が認識されたとき、つまりインバータ温度の時間変化が 0 以下になると、実際の温度 T_c が下がるのを待つことなく、インバータ 31 への電流指令を制御する制御を解除するので、モータ電流を低減し過ぎることがなくモータ 6 の急激な駆動制限が防止される。

[0013] インバータ制限手段 95 の制御解除によって、インバータ 31 の温度 T_c

が上がり始めても、そのときは、検出される温度 T_c が、この温度 T_c の含まれる温度領域における閾値以上であり、且つ、 dT_c/dt が、検出される前記温度 T_c の含まれる温度領域の上限値を超えれば、再度インバータ 31 への電流指令を制限する制御を行う。そのため、インバータ温度の時間変化 dT_c/dt が 0 以下になったときに、インバータ 31 への電流指令を制限する制御を解除しても過負荷の確実な防止が行える。したがって、インバータ 31 の過熱による損傷等を防止し、モータ駆動の制御特性の変化や、モータ駆動の不能を防止することができる。

[0014] 前記インバータ制限手段 95 は、温度センサで検出される温度 T_c が各閾値を超えるか否かを判定する判定部を有し、検出される温度 T_c が複数の閾値のうち定められた閾値を超えたと判定部で判定されたとき、ECU 21 にインバータ 31 の異常報告を出力する異常報告手段を設けても良い。この場合、ECU 21 にインバータ 31 の異常報告を出力することで、ECU 21 により車両全体の適切な制御が行える。場合によっては、インバータ制限手段 95 が ECU 21 内に有するものであっても良い。

[0015] 前記モータ 6 は、前記電気自動車の車輪 2 を個別に駆動するモータ 6 であっても良い。前記モータ 6 の一部または全体が車輪 2 内に配置されるインホイールモータ駆動装置 8 を構成するものであっても良い。前記インホイールモータ駆動装置 8 は、前記モータ 6 と車輪用軸受 4 と減速機 7 とを含むものであっても良い。インホイールモータ駆動装置 8 の場合、コンパクト化を図る結果、車輪用軸受 4、減速機 7、およびモータ 6 は、材料使用量の削減、モータ 6 の高速回転化を伴うため、これらの信頼性確保が重要な課題となる。特に、インバータ 31 の温度 T_c を検出し、インバータ 31 の過熱による異常、例えば、半導体スイッチング素子が過熱することに起因する熱暴走等を常時監視することで、インバータ 31 に与える電流指令を適切に制限する制御を行うことができる。

[0016] 前記モータ 6 の回転を減速する減速機 7 を備え、この減速機 7 は、4 以上の高減速比を有するサイクロイド減速機であっても良い。減速機 7 をサイク

ロイド減速機として減速比を例えば4以上に高くした場合、モータ6の小型化を図り、装置のコンパクト化を図ることができる。減速比を高くした場合、モータ6は高速回転するものが用いられる。モータ6が高速回転状態のとき、インバータ31の損傷等を防止し、モータ駆動の制御特性の変化や、モータ駆動の不能を防止できるため、車両が急激に走行不能に陥ることを回避することができる。

[0017] 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

[0018] 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実施形態に係る電気自動車を平面図で示す概念構成のブロック図である。

[図2]同電気自動車の駆動モータの制御装置等の概念構成を示すブロック図である。

[図3]同電気自動車のインバータの概略構成を示すブロック図である。

[図4]同電気自動車の制御系のブロック図である。

[図5A]インバータ温度と、 dT_c/dt の上限値との関係を示すグラフである。

[図5B]各閾値で区分される温度領域をより細かく区分した場合のインバータ温度と、 dT_c/dt の上限値との関係を示すグラフである。

[図6A]同電気自動車のインバータ装置のインバータ温度と時間との関係を示すグラフである。

[図6B]同電気自動車のインバータ装置のインバータ温度と時間との関係を示すグラフである。

[図7]同電気自動車におけるインホイールモータ駆動装置の破断正面図である。

[図8]図7のVIII-VIII線断面となるモータ部分の断面図である

[図9]図7のIX-IX線断面となる減速機部分の断面図である。

[図10]図9の部分拡大断面図である。

[図11]この発明の第2実施形態に係る電気自動車のECU等の概念構成のブロック図である。

発明を実施するための形態

[0019] この発明の第1実施形態を図1ないし図10と共に説明する。この実施形態に係るモータの制御装置は、電気自動車に搭載されている。この電気自動車は、車体1の左右の後輪となる車輪2が駆動輪とされ、左右の前輪となる車輪3が従動輪の操舵輪とされた4輪の自動車である。駆動輪および従動輪となる車輪2, 3は、いずれもタイヤを有し、それぞれ車輪用軸受4, 5を介して車体1に支持されている。車輪用軸受4, 5は、図1ではハブベアリングの略称「H/B」を付してある。駆動輪となる左右の車輪2, 2は、それぞれ独立の走行用のモータ6, 6により駆動される。モータ6の回転は、減速機7および車輪用軸受4を介して車輪2に伝達される。これらモータ6、減速機7、および車輪用軸受4は、互いに一つの組立部品であるインホイールモータ駆動装置8を構成しており、インホイールモータ駆動装置8は、一部または全体が車輪2内に配置される。インホイールモータ駆動装置8は、インホイールモータユニットとも称される。モータ6は、減速機7を介さずに直接に車輪2を回転駆動するものであっても良い。各車輪2, 3には、電動式のブレーキ9, 10が設けられている。

[0020] 左右の前輪となる操舵輪である車輪3, 3は、転舵機構11を介して転舵可能であり、操舵機構12により操舵される。転舵機構11は、タイロッド11aを左右移動させることで、車輪用軸受5を保持した左右のナックルア

ーム11bの角度を変える機構であり、操舵機構12の指令によりEPS（電動パワーステアリング）モータ13を駆動させ、回転・直線運動変換機構（図示せず）を介して左右移動させられる。操舵角は操舵角センサ15で検出し、このセンサ出力はECU21に出力され、その情報は左右輪の加速・減速指令等に使用される。

[0021] 制御系を説明する。図1に示すように、制御装置U1は、自動車全般の制御を行う電気制御ユニットであるECU21と、このECU21の指令に従って走行用のモータ6の制御を行うインバータ装置22とを有する。前記ECU21と、インバータ装置22と、ブレーキコントローラ23とが、車体1に搭載されている。ECU21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。

[0022] ECU21は、機能別に大別すると駆動制御部21aと一般制御部21bとに分けられる。駆動制御部21aは、アクセル操作部16の出力する加速指令と、ブレーキ操作部17の出力する減速指令と、操舵角センサ15の出力する旋回指令とから、左右輪の走行用モータ6、6に与える加速・減速指令を生成し、インバータ装置22へ出力する。駆動制御部21aは、上記の他に、出力する加速・減速指令を、各車輪2、3の車輪用軸受4、5に設けられた回転センサ24から得られるタイヤ回転数の情報や、車載の各センサの情報を用いて補正する機能を有していても良い。アクセル操作部16は、アクセルペダルとその踏み込み量を検出して前記加速指令を出力するセンサ16aとでなる。ブレーキ操作部17は、ブレーキペダルとその踏み込み量を検出して前記減速指令を出力するセンサ17aとでなる。

[0023] ECU21の一般制御部21bは、前記ブレーキ操作部17の出力する減速指令をブレーキコントローラ23へ出力する機能、各種の補機システム25を制御する機能、コンソールの操作パネル26からの入力指令を処理する機能、表示手段27に表示を行う機能などを有する。前記補機システム25は、例えば、エアコン、ライト、ワイパー、GPS、エアバッグ等であり、ここでは代表して一つのブロックとして示す。

- [0024] ブレーキコントローラ 23 は、ECU 21 から出力される減速指令に従って、各車輪 2, 3 のブレーキ 9, 10 に制動指令を与える手段である。ECU 21 から出力される制動指令には、ブレーキ操作部 17 の出力する減速指令によって生成される指令の他に、ECU 21 の持つ安全性向上のための手段によって生成される指令がある。ブレーキコントローラ 23 は、この他にアンチロックブレーキシステムを備える。ブレーキコントローラ 23 は、電子回路やマイコン等により構成される。
- [0025] インバータ装置 22 は、各モータ 6 に対して設けられたパワー回路部 28 と、このパワー回路部 28 を制御するモータコントロール部 29 とで構成される。モータコントロール部 29 は、各パワー回路部 28 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が、共通して設けられた場合であっても、各パワー回路部 28 を、例えば互いにモータトルクが異なるように独立して制御可能なものとされる。モータコントロール部 29 は、このモータコントロール部 29 が持つインホイールモータ 8 に関する各検出値や制御値等の各情報（「IWMシステム情報」と称す）を ECU に出力する機能を有する。
- [0026] 図 2 は、この電気自動車の駆動モータの制御装置等の概念構成を示すブロック図である。パワー回路部 28 は、バッテリー 19 の直流電力をモータ 6 の駆動に用いる 3 相の交流電力に変換するインバータ 31 と、このインバータ 31 を制御する PWM ドライバ 32 とで構成される。モータ 6 は 3 相の同期モータ等からなる。図 3 に示すように、インバータ 31 は、複数の半導体スイッチング素子 31 a で構成され、PWM ドライバ 32 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 31 a にオンオフ指令を与える。
- [0027] 図 2 に示すように、モータコントロール部 29 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 33 を有している。モータ駆動制御部 33 は、上位制御手段である ECU 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28のPWMドライバ32に電流指令を与える手段である。モータ駆動制御部33は、インバータ31からモータ6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33は、モータ6のロータの回転角を角度センサ36から得て、ベクトル制御を行う。

[0028] この実施形態では、上記構成のモータコントロール部29に、次のインバータ制限手段95、および異常報告手段41を設け、ECU21に異常表示手段42を設けている。また、インバータ31に、このインバータ31の温度 T_c を検出する温度センサ S_a を設けている。

[0029] 図2に示すように、インバータ制限手段95は、インバータ31に与える電流指令に制限を加えるものであり、後述する判定部39と、電流制御部40とを有する。図5Aに示すように、温度センサ S_a （図2）で検出される温度 T_c に対し複数の閾値（この例では T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 ）が設定され、各閾値 $T_1 \sim T_4$ で区分される温度領域 $A_{r1} \sim A_{r4}$ 毎に、互いに異なる電流制限条件が設定されている。インバータ制限手段95の電流制御部40は、検出される温度 T_c の含まれる前記温度領域 $A_{r1} \sim A_{r4}$ の前記電流制限条件に応じてインバータ31に与える電流指令に制限を与える。この例の前記電流制限条件は、温度 T_c を時間 t で微分したインバータ温度の時間変化 dT_c/dt に上限値（許容上限）を設けることである。電流制限条件として、区分される温度領域 $A_{r1} \sim A_{r4}$ 毎に、 dT_c/dt の許容上限が設定されている。温度センサ S_a で検出された検出値は、アンプ A_p で増幅される。電流制御部40によるインバータ温度の時間変化 dT_c/dt の制限は、前記アンプ A_p から入力される値により dT_c/dt を常時監視することで行える。

[0030] 具体的には、 T_1 以下の温度 T_c が検出された段階では、閾値は低温側の閾値 T_1 が設定される。この検出された前記温度 T_c の含まれる温度領域 A_{r1} における、 dT_c/dt の上限値が設定されている。 T_1 より大きく T_2 以下の温度 T_c が検出された段階では、閾値 T_1 よりも大きく閾値 T_3 よりも小さ

い閾値 T_2 が設定される。この検出された前記温度 T_c の含まれる温度領域 A_{r2} における、 dT_c/dt の上限値は、温度領域 A_{r1} の dT_c/dt の上限値よりも小さく設定されている。このようにインバータ制限手段 95 は、インバータ温度の時間変化 dT_c/dt が正のとき、区分される温度領域 $A_{r1} \sim A_{r4}$ に応じて、 dT_c/dt の許容上限を変更するものとしている。

[0031] 図 5 A の例では、インバータ制限手段 95 は、インバータ温度の時間変化 dT_c/dt の上限値を、検出される温度 T_c の含まれる各温度領域 $A_{r1} \sim A_{r4}$ 毎に低温側から高温側に向けて、段階的に小さくなるように設定している。なお、図 5 B に示すように、各閾値で区分される温度領域をより細かく区分し、同図の曲線 L1 で示すように、 dT_c/dt の上限値を凸となる二次関数曲線状に高温側に向けて減少させても良いし、曲線 L2 で示すように、 dT_c/dt の上限値を凹となる二次関数曲線状に減少させても良い。また、直線 L3 で示すように、 dT_c/dt の上限値を高温側に向けて直線状に減少させても良い。これらの場合、インバータ 31 の温度管理を図 5 A の場合よりもさらに木目細かく行うことができる。実線の曲線 L1 のように dT_c/dt の上限値を設定すると、高温側の温度 T_c に至るまではインバータ温度 T_c が急峻に上昇することを許容し易くできるため、電流制御部 40 は、運転に支障がない電流制御を行うことが容易になる。

[0032] 前記温度センサ S_a として例えばサーミスタが使用される。このサーミスタを、図 3 に示すように、複数の半導体スイッチング素子 31 a が実装される基板 31 b に固着することで、インバータ 31 の温度 T_c を検出し得る。なおサーミスタを半導体スイッチング素子 31 a 自体に固着しても良い。この例では、図 2 および図 4 に示すように、サーミスタで検出された検出値はアンプ A_p で増幅され、この増幅値が判定部 39 にて判定される。

[0033] 判定部 39 は、温度センサ S_a で検出される温度 T_c が、この検出される温度 T_c の含まれる温度領域の上限値を超えたか否かを常時判定する。前記各閾値 $T_1 \sim T_4$ を超えるか否かを常時判定する。これと共に、判定部 39 は

、インバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ が、検出される温度 T_c の含まれる温度領域の上限値を超えたか否かも常時判定する。前記各閾値 $T_1 \sim T_4$ は、例えば、使用する半導体スイッチング素子 31a の動作保証温度に幅を持たせて閾値 $T_1 \sim T_4$ の数に応じて区分けしても良いし、実験、シミュレーション等により、インバータ 31 の特性変化を生じさせる、インバータ 31 の温度および時間の関係に基づいて適宜に求められる。求められた閾値は、テーブルとして図示外の記憶手段に書換え可能に記憶されている。

[0034] 図 2、図 4 に示すように、検出されるインバータ 31 の温度 T_c が、検出される温度 T_c の含まれる温度領域で定められた各閾値を超えたとき判定部 39 で判定され、且つ、 $d T_c / d t$ が、検出される温度 T_c の含まれる温度領域の上限値を超えたとき判定されたとき、電流制御部 40 は、インバータ 31 に与える電流指令に制限を与えるように、モータ駆動制御部 33 を介してパワー回路部 28 に指令する。前記モータ駆動制御部 33 は、ECU 21 からの加速・減速指令に従い、電流指令に変換して PWM ドライバ 32 に電流指令を与えるが、前記電流制御部 40 からの指令を受けて前記電流指令に制限を与える。

[0035] 具体的には、電流制御部 40 はデューティ比とパルス数のいずれか一方または両方を変更する制御を行う。例えば、スイッチング周期に対するパルスの ON 時間を表す前記デューティ比を、設定されたデューティ比よりも数 10% 低くして電圧実効値を低くしたり、スイッチング周期を同一周期にしておいて不等幅パルスを発生させることで、インバータ 31 に与える電流指令に制限を加え得る。これにより、インバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ は一定または低下する傾向を示す。

[0036] このような $d T_c / d t$ の傾向が認識されたとき、つまりインバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ が 0 以下になると、実際の温度 T_c が下がるのを待つことなく、インバータ 31 への電流制限を解除する。このため、モータ電流を低減し過ぎることがなくモータ 6 の急激な駆動制限が防止される。 $d T_c / d t$ が 0 以下になるとは、任意の微小時間における温度 T_c の傾きが 0

以下になることと同義である。インバータ31の温度は、急には下がらず、温度がある程度下がるまでインバータ31への電流指令を制限し、モータ電流を低減すると、モータ6の急激な駆動制限によって車両の運転が妨げられることがあるが、上記のように温度低下の兆候をとらえてインバータ31への電流制限を解除することで、モータ6に流すモータ電流の制限が解除されるため、モータ6の急激な駆動制限による問題も回避される。

[0037] インバータ制限手段95の制限解除によって、インバータ31の温度 T_c が上がり始めても、そのときは、検出される温度 T_c が、この温度 T_c の含まれる温度領域における閾値以上の温度であり、且つ、 dT_c/dt が、検出される前記温度 T_c の含まれる温度領域の上限値を超えれば、再度インバータ31への電流指令を制限する制御を行う。そのため、インバータ温度の時間変化 dT_c/dt が0以下になったときに、インバータ31への電流指令を制限する制御を解除しても過負荷の確実な防止が行える。したがって、インバータ31の過熱による損傷等を防止し、モータ駆動の制御特性の変化や、モータ駆動の不能を防止することができる。具体的に、図6A、図6Bは、それぞれこの電気自動車のインバータ31の温度 T_c と時間 t との関係を示すグラフである。

[0038] 図6Aでは、インバータ31の温度 T_c が上昇し時間 t_1 のとき、判定部39は、インバータ31の温度 T_c が閾値 T_1 を超え、且つ、 dT_c/dt が上限値を超えたと判定する。電流制御部40は、この判定結果を受けて、インバータ31への電流指令を制限するように、モータ駆動制御部33を介してパワー回路部28に指令する。モータ駆動制御部33は、電流制御部40から与えられる指令に従い、パワー回路部28のPWMドライバ32に電流指令を与える。パワー回路部28は、モータ6へ供給する電流を低減させる。

[0039] 時間 t_2 において dT_c/dt が「0」（温度 T_c が一定）となることで、電流制御部40は、インバータ31への電流指令を制限する制御を解除する。この図6Aの例では、時間 t_2 以後 dT_c/dt がマイナス（温度 T_c

が低下) となるため、インバータ温度 T_c が閾値 T_1 以上であっても、実際の温度 T_c が下がるのを待つことなく電流制御部 40 は、電流指令を制限する制御の解除を続行する。

[0040] 図 6 B の例では、時間 t_1 のとき、電流制御部 40 は、判定部 39 による判定結果を受けて、インバータ 31 への電流指令を制限するように、モータ駆動制御部 33 を介してパワー回路部 28 に指令する。時間 t_2 以後、インバータ制限手段 95 の制御解除によって、インバータ 31 の温度 T_c が再度上昇し時間 t_3 のとき、判定部 39 は、インバータ 31 の温度 T_c が閾値 T_2 を超え、且つ、 $d T_c / d t$ が上限値を超えたと判定する。電流制御部 40 は、この判定結果を受けて、前記と同様にインバータ 31 への電流指令を制限するように、モータ駆動制御部 33 を介してパワー回路部 28 に指令する。時間 t_4 において $d T_c / d t$ が「0」(温度 T_c が一定) となることで、電流制御部 40 は、インバータ 31 への電流制限を解除する。

[0041] この図 6 B の例では、時間 t_4 以後 $d T_c / d t$ が「0」となるため、温度 T_c が閾値 T_2 を超えていても、実際の温度 T_c が下がるのを待つことなく電流制御部 40 は、インバータ 31 への電流制限の解除を続行する。なお、インバータ制限手段 95 の制御解除によって、インバータ 31 の温度 T_c が再度上昇し始めた場合、次の閾値 T_3 による判定、および $d T_c / d t$ による判定結果に基づき、電流制御部 40 は、インバータ 31 への電流指令を制限する制御を行う。

[0042] 図 6 A, 図 6 B に示すいずれの例の場合にも、インバータ制限手段 95 がインバータ 31 への電流指令を制限する制御を行うと、インバータ温度 T_c の時間変化 $d T_c / d t$ は一定または低下する傾向を示す。このような $d T_c / d t$ の傾向が認識されたとき、つまりインバータ温度 T_c の時間変化 $d T_c / d t$ が 0 以下になると、実際の温度 T_c が下がるのを待つことなく、インバータ 31 への電流制限を解除する。このため、モータ電流を低減し過ぎることがなくモータ 6 の急激な駆動制限が防止される。インバータ制限手段 95 の制御解除によって、インバータ温度 T_c が上がり始めても、そのと

きは、検出される温度 T_c が、この温度 T_c の含まれる温度領域における閾値以上であり、且つ、 dT_c/dt が、検出される前記温度 T_c の含まれる温度領域の上限値を超えれば、再度インバータ 31 への電流指令を制限する制御を行う。

[0043] 図 2 に示すように、異常報告手段 41 は、判定部 39 により温度 T_c が複数の閾値のうち定められた閾値（例えば T_2 ）を超えたと判定したときに、ECU 21 に異常発生情報を出力する手段である。ECU 21 に設けられた異常表示手段 42 は、異常報告手段 41 から出力されたインバータ 31 の異常発生情報を受けて、運転席の表示装置 27 に、異常を知らせる表示を行わせる手段である。表示装置 27 における表示は、文字や記号による表示、例えばアイコンによる表示とされる。

[0044] 作用効果について図 2 を参照しながら説明する。この構成によると、温度センサ S_a は、インバータ 31 の温度 T_c を常時検出する。例えば、坂道等において連続して高トルク発生状態で電気自動車を運転した場合、インバータ 31 の温度 T_c が上昇すると共に、モータコイル 78（図 7）の温度が上昇する。温度センサ S_a によるインバータ 31 の温度検出は、応答性が悪いことから、温度 T_c に対し複数の閾値が設定され、各閾値で分けられる温度領域毎に、互いに異なる電流制限条件が設定される。つまり、検出される温度 T_c が比較的低温のときは、電流制限条件を緩和つまり dT_c/dt の上限値を高くし、検出される温度 T_c が高温になる程、電流制限条件を強く規制つまり dT_c/dt の上限値を強く規制する。

[0045] インバータ制限手段 95 は、検出される温度 T_c の含まれる前記温度領域の前記電流制限条件に応じてインバータ 31 に与える電流指令に制限を加える制御を行う。例えば、スイッチング周期に対するパルスの ON 時間を表す前記デューティ比を、設定されたデューティ比よりも小さくして電圧実効値を低くしたり、スイッチング周期を同一周期にしておいて不等幅パルスが発生させることで、インバータ 31 に与える電流指令に制限を加え得る。このようにインバータ 31 に与える電流指令に制限を加えることで、インバータ

31を木目細かく温度管理することができ、インバータ31の特性変化、損傷、インバータ寿命の低下を防止することができる。これによりモータコイル78（図7）の絶縁性能の劣化を防止でき、モータ6が駆動不能に陥ることを防止できるため、車両の運転が急激に妨げられることを回避することができる。

[0046] インバータ制限手段95は、温度 T_c を時間 t で微分したインバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ が正のとき、区分された各温度領域に応じて、インバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ の許容上限を変更するものとしている。このように区分された各温度領域に応じて、インバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ の許容上限を変更することで、インバータ31を木目細かく温度管理することができる。例えば、検出される温度 T_c が比較的低温のときは、温度 T_c が変化する度合いが急峻であったとしても、インバータ31が直ぐに損傷等することはないため、 $d T_c / d t$ の許容上限を緩和する。逆に、検出される温度 T_c が高温になる程、温度 T_c が変化する度合いが緩やかであっても、インバータ31の特性変化、損傷、インバータ寿命の低下に繋がる。したがって、区分された各温度領域に応じて、インバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ の許容上限を変更し、インバータ31を温度管理することで、インバータ31の損傷等を防止することができる。

[0047] また、 $d T_c / d t$ の許容上限を、検出される温度 T_c の含まれる各温度領域毎に低温側から高温側に向けて小さくなるように設定することで、インバータ31を容易に且つ精度良く温度管理することができる。すなわち、インバータ温度 T_c が低いときには、半導体スイッチング素子31aが直ぐに損傷等することはないため、温度検出の応答性が悪い場合であっても温度 T_c が急峻に上昇することを許容できる。インバータ温度 T_c が高いときには、半導体スイッチング素子31aの損傷等が起き易いため、温度 T_c が急激に上昇しないように強く規制する。各閾値で区分される温度領域をより細かく区分し、 $d T_c / d t$ の許容上限を高温側に向けて直線的に減少させることも可能である。この場合、インバータ31の温度管理をさらに木目細かく

行うことができる。

[0048] インバータ制限手段95を、インバータ装置22のモータコントロール部29に設け、モータ6に近い部位で検出温度の判定等を行えるため、配線上有利であり、ECU21に設ける場合に比べて迅速な制御が行え、車両走行上の問題を迅速に回避することができる。また高機能化により煩雑化が進むECU21の負担を軽減することができる。

[0049] ECU21は、車両全般を統括して制御する装置であるため、インバータ装置22におけるインバータ制御手段95により、インバータ31の温度異常を検出したとき、ECU21にインバータ31の異常報告を出力することで、ECU21により車両全体の適切な制御が行える。また、ECU21はインバータ装置22に駆動の指令を与える上位制御手段であり、インバータ装置22による応急的な制御の後、ECU21により、その後の駆動のより適切な制御を行うことも可能となる。

[0050] 図7に一例を示すように、インホイールモータ駆動装置8は、車輪用軸受4とモータ6との間に減速機7を介在させ、車輪用軸受4で支持される駆動輪である車輪2（図2）のハブとモータ6（図7）の回転出力軸74とを同軸上で連結してある。減速機7は、減速比が4以上のものであるのが良い。この減速機7は、サイクロイド減速機であって、モータ6の回転出力軸74に同軸に連結される回転入力軸82に偏心部82a、82bを形成し、偏心部82a、82bにそれぞれ軸受85を介して曲線板84a、84bを装着し、曲線板84a、84bの偏心運動を車輪用軸受4へ回転運動として伝達する構成である。なお、この明細書において、車両に取り付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。

[0051] 車輪用軸受4は、内周に複列の転走面53を形成した外方部材51と、これら各転走面53に対向する転走面54を外周に形成した内方部材52と、これら外方部材51および内方部材52の転走面53、54間に介在した複列の転動体55とで構成される。内方部材52は、駆動輪を取り付けるハブ

を兼用する。この車輪用軸受4は、複列のアンギュラ玉軸受とされていて、転動体55はボールからなり、各列毎に保持器56で保持されている。上記転走面53, 54は断面円弧状であり、各転走面53, 54は接触角が背面合わせとなるように形成されている。外方部材51と内方部材52との間の軸受空間のアウトボード側端は、シール部材57でシールされている。

[0052] 外方部材51は静止側軌道輪となるものであって、減速機7のアウトボード側のハウジング83bに取り付けるフランジ51aを有し、全体が一体の部品とされている。フランジ51aには、周方向の複数箇所にボルト挿通孔64が設けられている。また、ハウジング83bには、ボルト挿通孔64に対応する位置に、内周にねじが切られたボルト螺着孔94が設けられている。ボルト挿通孔94に挿通した取付ボルト65をボルト螺着孔94に螺着させることにより、外方部材51がハウジング83bに取り付けられる。

[0053] 内方部材52は回転側軌道輪となるものであって、車輪取付用のハブフランジ59aを有するアウトボード側材59と、このアウトボード側材59の内周にアウトボード側が嵌合して加締めによってアウトボード側材59に一体化されたインボード側材60とでなる。これらアウトボード側材59およびインボード側材60に、前記各列の転走面54が形成されている。インボード側材60の中心には貫通孔61が設けられている。ハブフランジ59aには、周方向複数箇所にハブボルト66の圧入孔67が設けられている。アウトボード側材59のハブフランジ59aの根元部付近には、駆動輪および制動部品（図示せず）を案内する円筒状のパイロット部63がアウトボード側に突出している。このパイロット部63の内周には、前記貫通孔61のアウトボード側端を塞ぐキャップ68が取り付けられている。

[0054] モータ6は、円筒状のモータハウジング72に固定したモータステータ73と、回転出力軸74に取り付けたモータロータ75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（すなわち埋込磁石型同期モータ）である。回転出力軸74は、減速機7のインボード側のハウジング83aの筒部に2つの軸受76で片持ち支持されている。

[0055] 図8は、モータの断面図（図7のVIII-VIII 断面）を示す。モータ6のロータ75は、軟質磁性材料からなるコア部79と、このコア部79に内蔵される永久磁石80から構成される。永久磁石80は、隣り合う2つの永久磁石がロータコア部79内の同一円周上で断面ハ字状に向き合うように配列される。永久磁石80にはネオジウム系磁石が用いられている。ステータ73は軟質磁性材料からなるコア部77とコイル78で構成される。コア部77は外周面が断面円形とされたリング状で、その内周面に内径側に突出する複数のティース77aが円周方向に並んで形成されている。コイル78は、ステータコア部77の前記各ティース77aに巻回されている。

[0056] 図7に示すように、モータ6には、モータステータ73とモータロータ75の間の相対回転角度を検出する角度センサ36が設けられる。角度センサ36は、モータステータ73とモータロータ75の間の相対回転角度を表す信号を検出して出力する角度センサ本体70と、この角度センサ本体70の出力する信号から角度を演算する角度演算回路71とを有する。角度センサ本体70は、回転出力軸74の外周面に設けられる被検出部70aと、モータハウジング72に設けられ前記被検出部70aに例えば径方向に対向して近接配置される検出部70bとでなる。被検出部70aと検出部70bは軸方向に対向して近接配置されるものであっても良い。角度センサ36はレゾルバであっても良い。このモータ6では、その効率を最大にするため、角度センサ36の検出するモータステータ73とモータロータ75の間の相対回転角度に基づき、モータステータ73のコイル78へ流す交流電流の各波の各相の印加タイミングを、モータコントロール部29のモータ駆動制御部33によってコントロールするようにされている。なお、インホイールモータ駆動装置8のモータ電流の配線や各種センサ系、指令系の配線は、モータハウジング72等に設けられたコネクタ99により纏めて行われる。

[0057] 減速機7は、上記したようにサイクロイド減速機であり、図9のように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84a, 84bが、それぞれ軸受85を介して回転入力軸82の各偏心部82a, 82

bに装着してある。これら各曲線板84a, 84bの偏心運動を外周側で案内する複数の外ピン86を、それぞれハウジング83bに差し渡して設け、内方部材2のインボード側材60に取り付けた複数の内ピン88を、各曲線板84a, 84b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せてある。回転入力軸82は、モータ6の回転出力軸74とスプライン結合されて一体に回転する。なお、回転入力軸82はインボード側のハウジング83aと内方部材52のインボード側材60の内径面とに2つの軸受90で両持ち支持されている。

[0058] モータ6の回転出力軸74が回転すると、これと一体回転する回転入力軸82に取り付けられた各曲線板84a, 84bが偏心運動を行う。この各曲線板84a, 84bの偏心運動が、内ピン88と貫通孔89との係合によって、内方部材52に回転運動として伝達される。回転出力軸74の回転に対して内方部材52の回転は減速されたものとなる。例えば、1段のサイクロイド減速機で10以上の減速比を得ることができる。

[0059] 前記2枚の曲線板84a, 84bは、互いに偏心運動が打ち消されるように180°位相をずらして回転入力軸82の各偏心部82a, 82bに装着され、各偏心部82a, 82bの両側には、各曲線板84a, 84bの偏心運動による振動を打ち消すように、各偏心部82a, 82bの偏心方向と逆方向へ偏心させたカウンターウエイト91が装着されている。

[0060] 図10に拡大して示すように、前記各外ピン86と内ピン88には軸受92, 93が装着され、これらの軸受92, 93の外輪92a, 93aが、それぞれ各曲線板84a, 84bの外周と各貫通孔89の内周とに転接するようになっている。したがって、外ピン86と各曲線板84a, 84bの外周との接触抵抗、および内ピン88と各貫通孔89の内周との接触抵抗を低減し、各曲線板84a, 84bの偏心運動をスムーズに内方部材52に回転運動として伝達することができる。

[0061] 図7において、このインホイールモータ駆動装置8の車輪用軸受4は、減速機7のハウジング83bまたはモータ6のハウジング72の外周部で、ナ

ックル等の懸架装置（図示せず）を介して車体に固定される。

[0062] インホイールモータ駆動装置 8 の場合、コンパクト化を図る結果、車輪用軸受 4、減速機 7、およびモータ 6 は、材料使用量の削減、モータ 6 の高速回転化を伴うため、これらの信頼性確保が重要な課題となる。特に、インバータ 3 1 の温度を検出し、インバータ 3 1 の過熱による異常、例えば、半導体スイッチング素子 3 1 a が過熱することに起因する熱暴走等を常時監視することで、インバータ 3 1 に与える電流指令を適切に制限する制御を行うことができる。

[0063] インホイールモータ駆動装置 8 における減速機 7 をサイクロイド減速機として減速比を例えば 4 以上に高くした場合、モータ 6 の小型化を図り、装置のコンパクト化を図ることができる。減速比を高くした場合、モータ 6 は高速回転するものが用いられる。モータ 6 が高速回転状態のとき、インバータ 3 1 の特性変化や損傷を防止し、モータ駆動の制御特性の変化や、モータ駆動の不能を防止できるため、車両が急激に走行不能に陥ることを回避することができる。図 1 1 に示すように、インバータ制限手段 9 5 を、車両全般を制御する電気制御ユニットである ECU 2 1 に設けても良い。

[0064] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態および応用形態を説明したが、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

- [0065] 2…車輪
4…車輪用軸受
6…モータ
7…減速機
8…インホイールモータ駆動装置
2 1…ECU
3 9…判定部

4 0…電流制御部

4 1…異常報告手段

9 5…インバータ制限手段

S a…温度センサ

U 1…制御装置

請求の範囲

- [請求項1] 車輪を駆動するモータを有する電気自動車の前記モータを制御する制御装置であって、
- 前記電気自動車は、車両全般を制御する電気制御ユニットであるECUと、バッテリーの直流電力を前記モータの駆動に用いる交流電力に変換するインバータを含むパワー回路部
- と、前記ECUの制御に従って少なくとも前記パワー回路部を制御するモータコントロール部とを有するインバータ装置とを備え、
- 前記インバータに、このインバータの温度 T_c を検出する温度センサを設け、
- 前記温度センサで検出される温度 T_c に対し複数の閾値が設定され、
- さらに、各閾値で区分される温度領域毎に、互いに異なる電流制限条件を設定し、検出される温度 T_c の含まれる前記温度領域の前記電流制限条件に応じてインバータに与える電流指令に制限を加えるインバータ制限手段を有するモータの制御装置。
- [請求項2] 請求項1において、前記インバータ制限手段は、温度 T_c を時間 t で微分したインバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ が正のとき、区分された各温度領域に応じて、インバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ の許容上限を変更するものとしたモータの制御装置。
- [請求項3] 請求項2において、前記インバータ制限手段は、温度 T_c を時間 t で微分したインバータ温度の時間変化 $d T_c / d t$ の許容上限を、検出される温度 T_c の含まれる各温度領域毎に低温側から高温側に向けて小さくなるように設定したモータの制御装置。
- [請求項4] 請求項2において、前記インバータ制限手段は、モータの電流値を制御することにより、前記 $d T_c / d t$ を制限するモータの制御装置。
- [請求項5] 請求項1において、前記インバータ制限手段は、温度センサで検出

される温度 T_c が各閾値を超えるか否かを判定する判定部を有し、検出される温度 T_c が複数の閾値のうち定められた閾値を超えたとき判定部で判定されたとき、ECUにインバータの異常報告を出力する異常報告手段を設けたモータの制御装置。

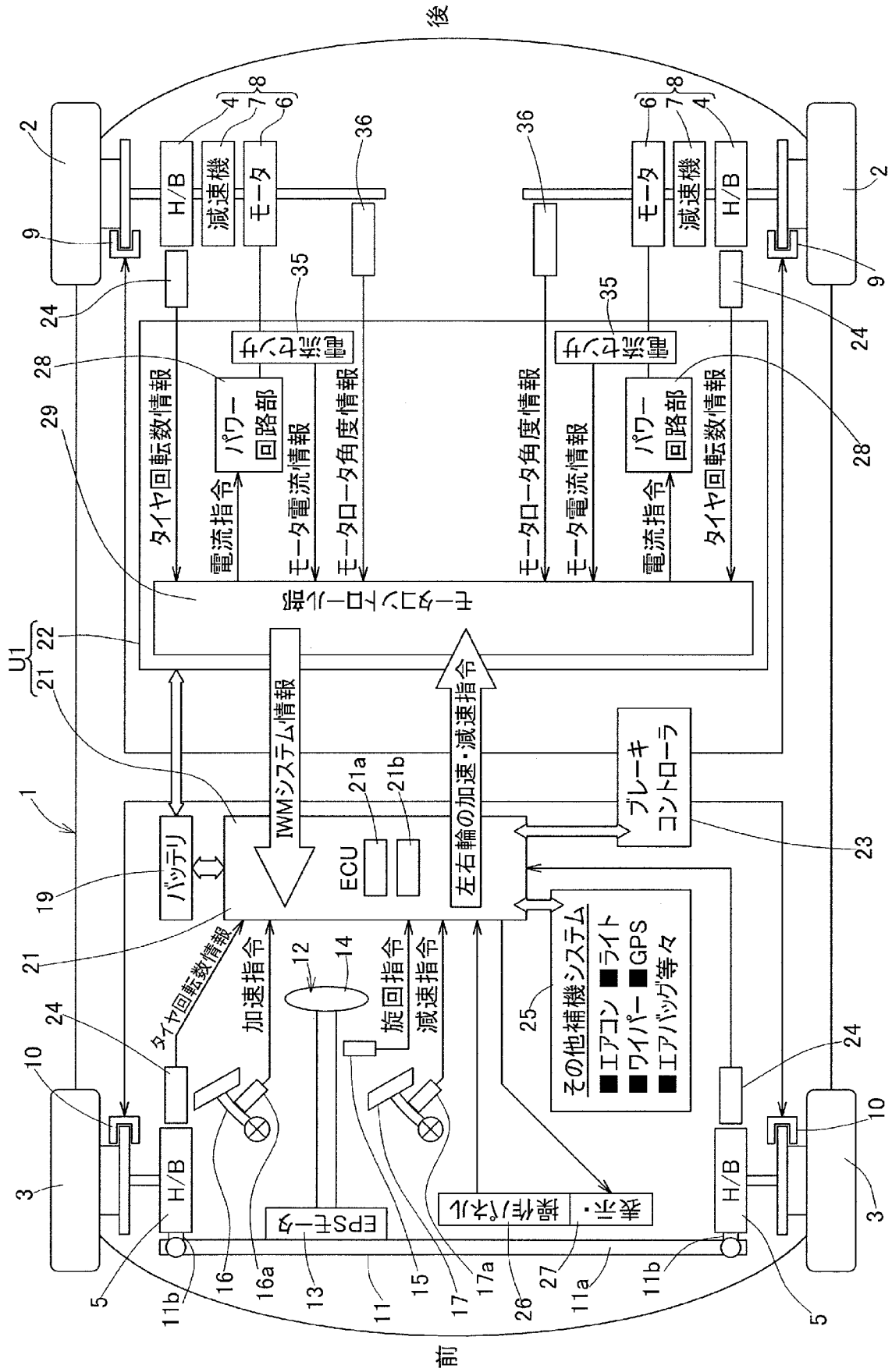
[請求項6] 請求項1において、前記モータは、前記電気自動車の車輪を個別に駆動するモータであるモータの制御装置。

[請求項7] 請求項6において、前記モータの一部または全体が車輪内に配置されるインホイールモータ駆動装置を構成するモータの制御装置。

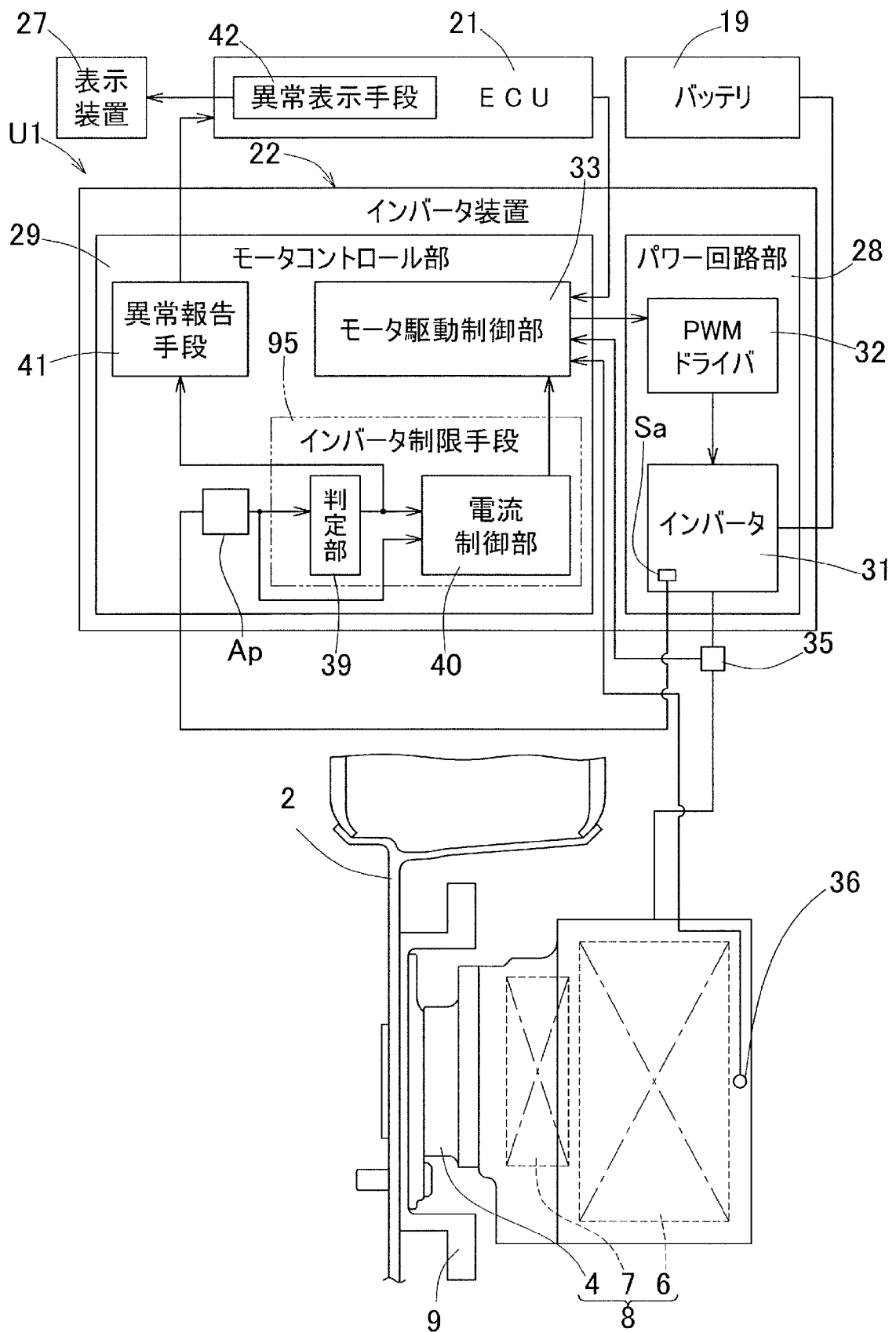
[請求項8] 請求項7において、前記インホイールモータ駆動装置は、前記モータと車輪用軸受と減速機とを含むモータの制御装置。

[請求項9] 請求項1において、前記モータの回転を減速する減速機を備え、この減速機は、4以上の高減速比を有するサイクロイド減速機であるモータの制御装置。

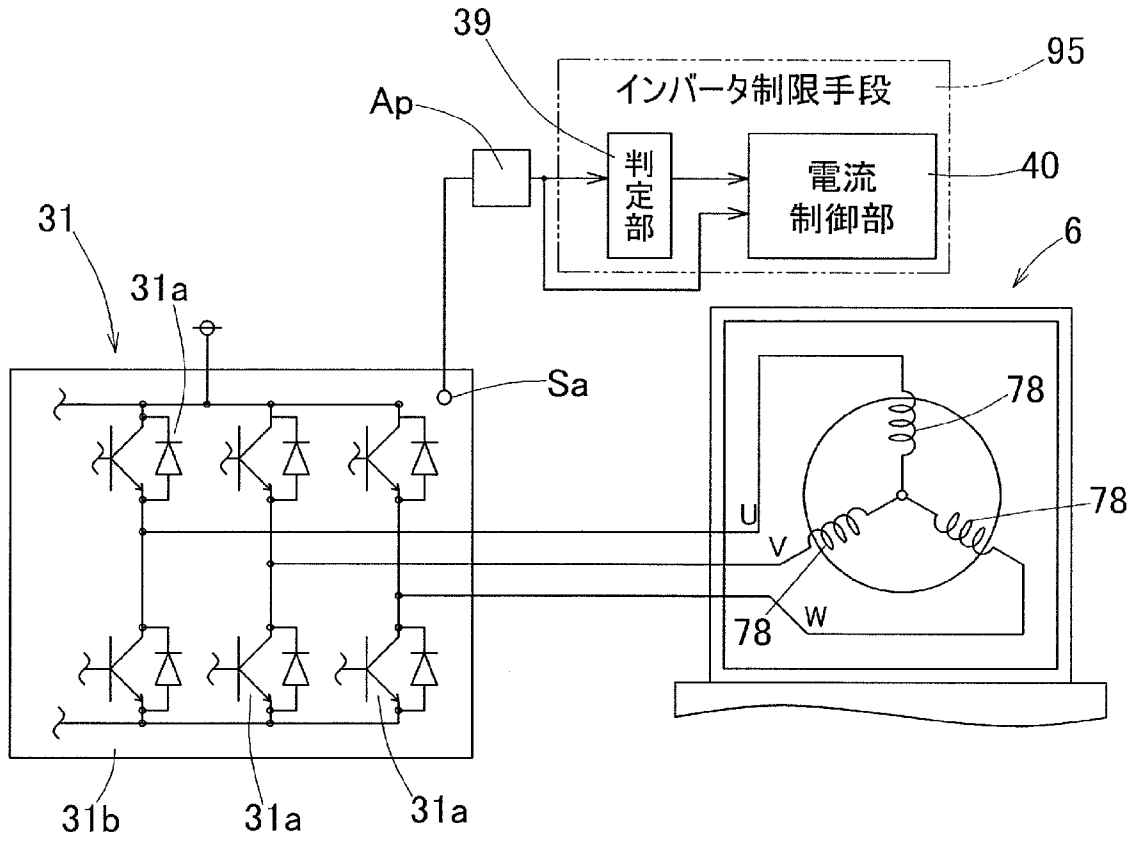
[図1]



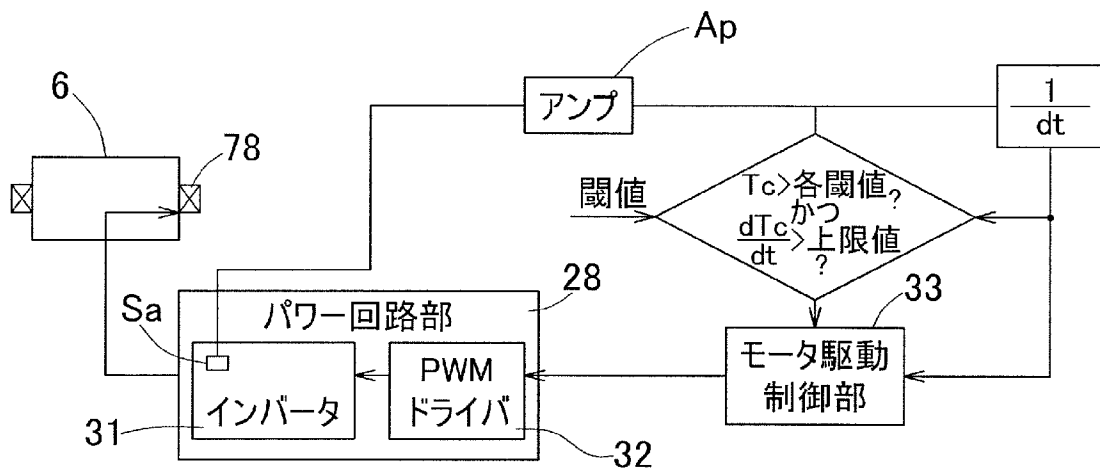
[図2]



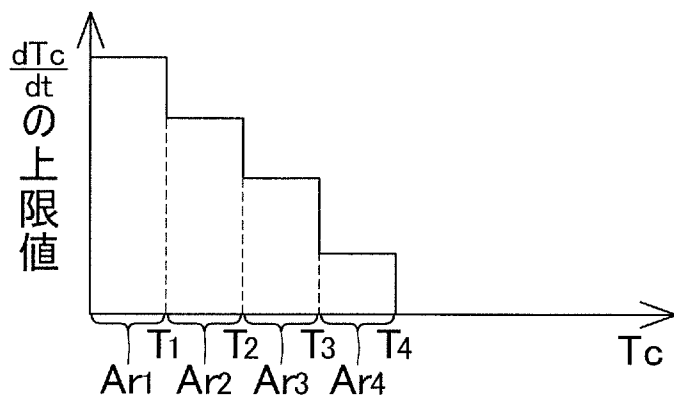
[図3]



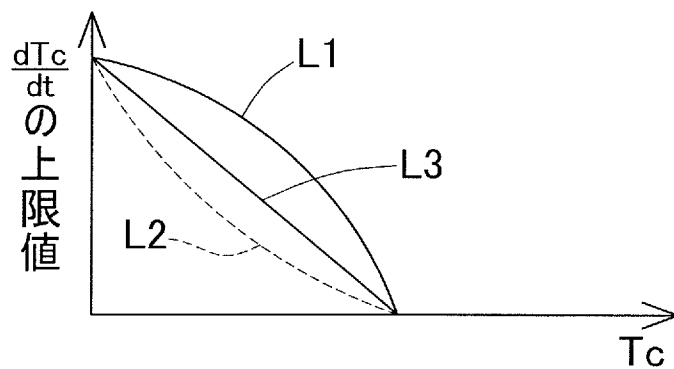
[図4]



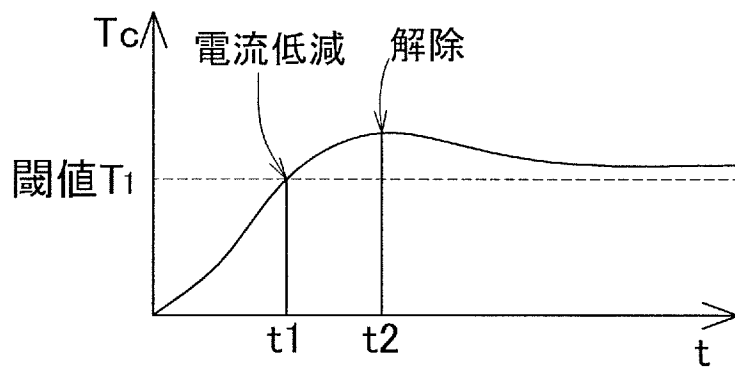
[図5A]



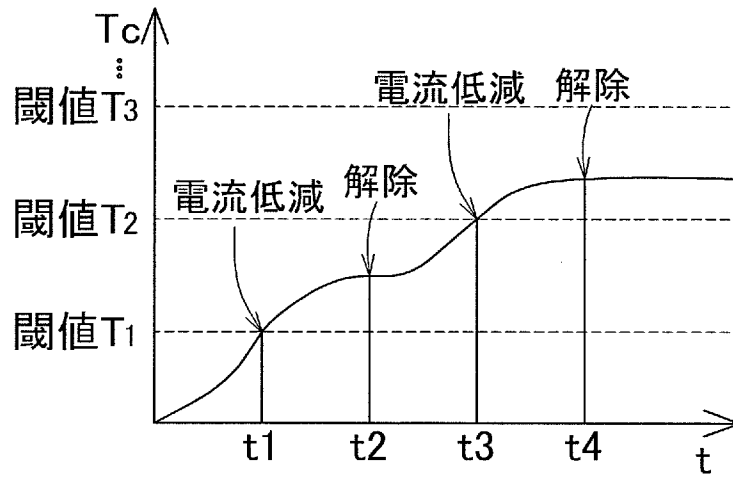
[図5B]



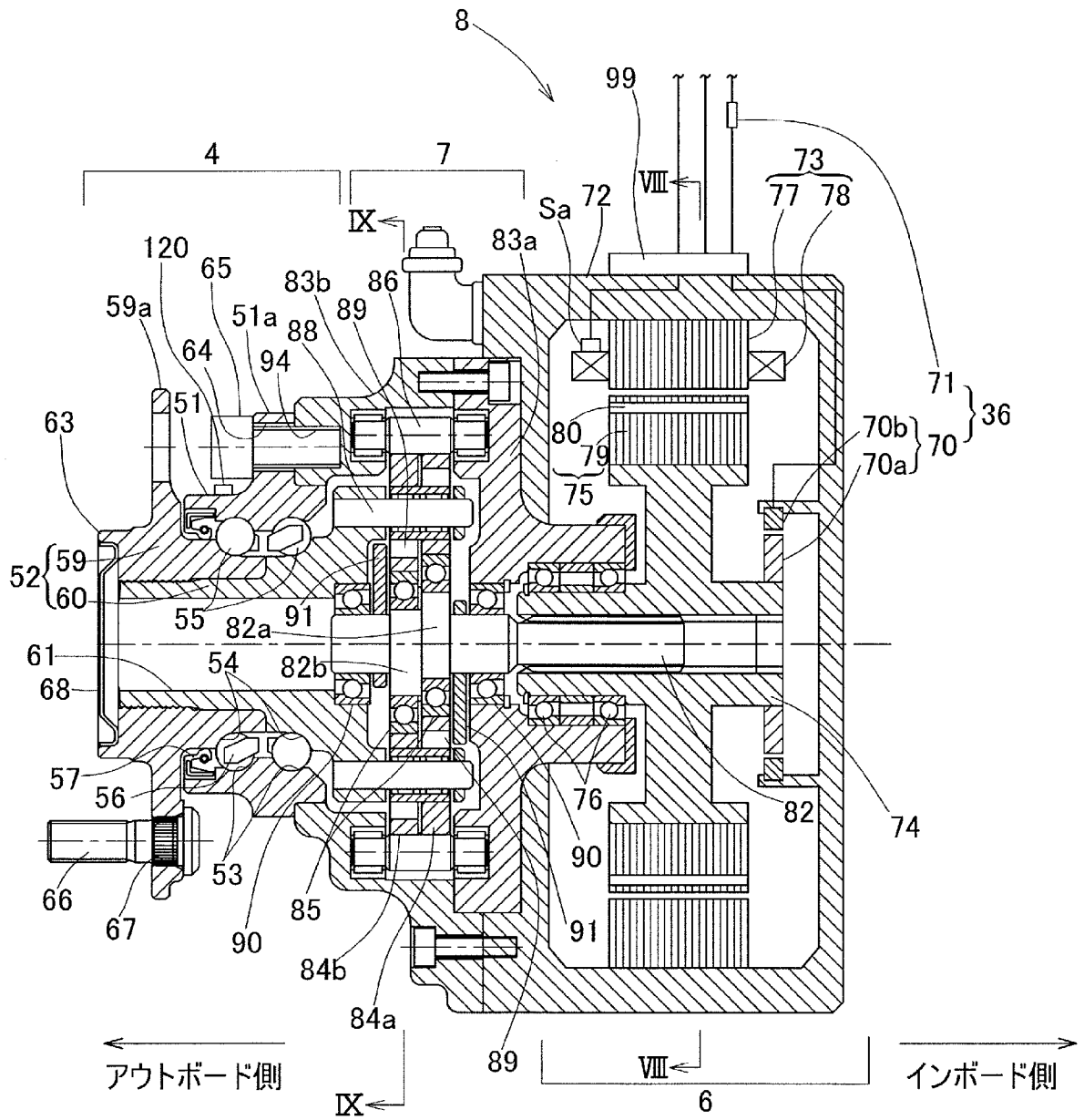
[図6A]



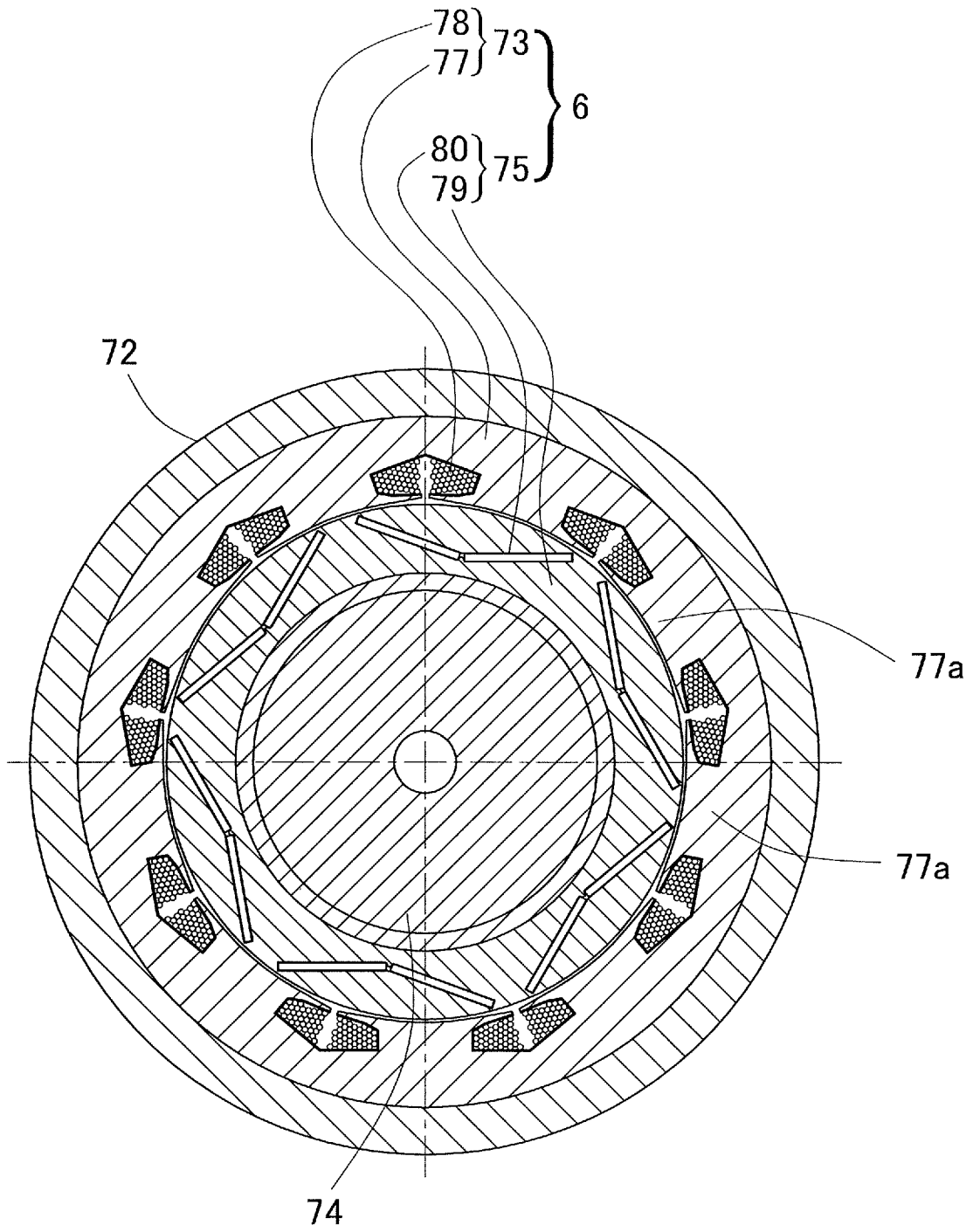
[図6B]



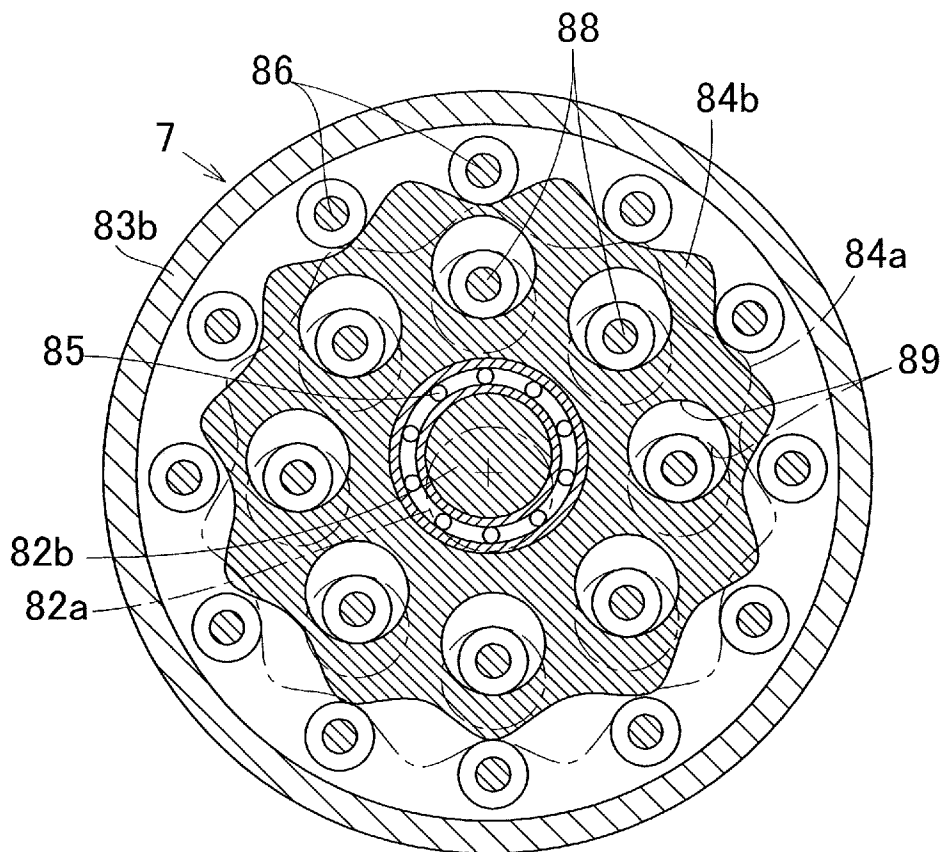
[図7]



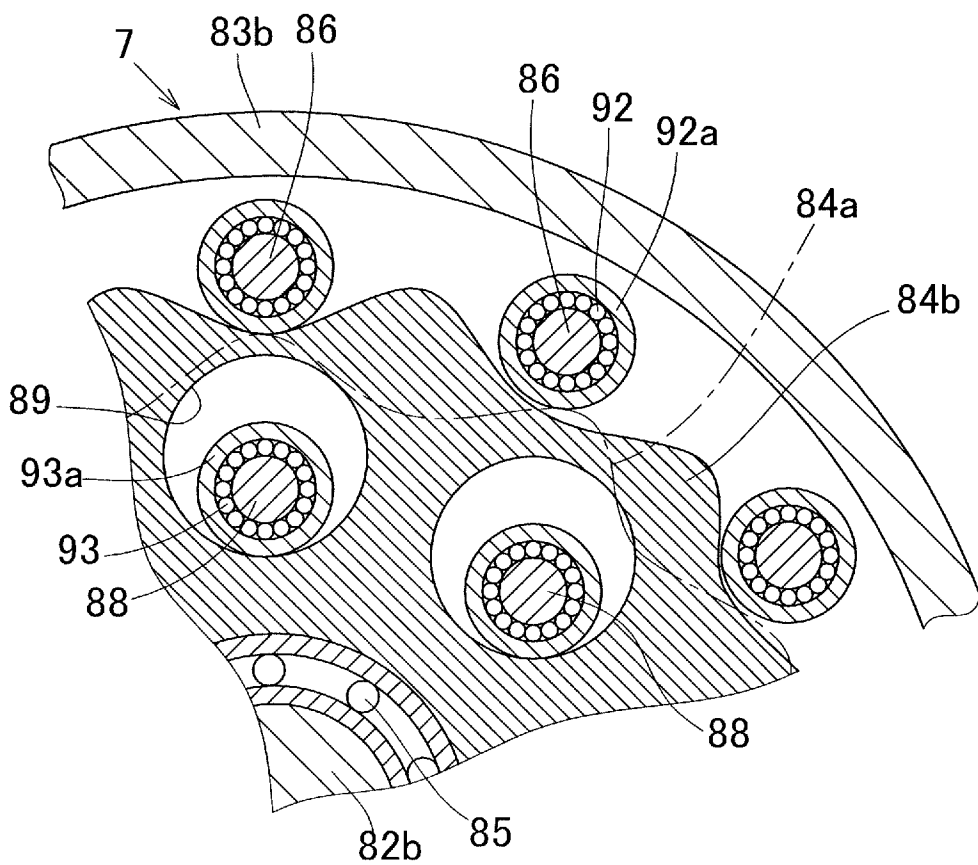
[図8]



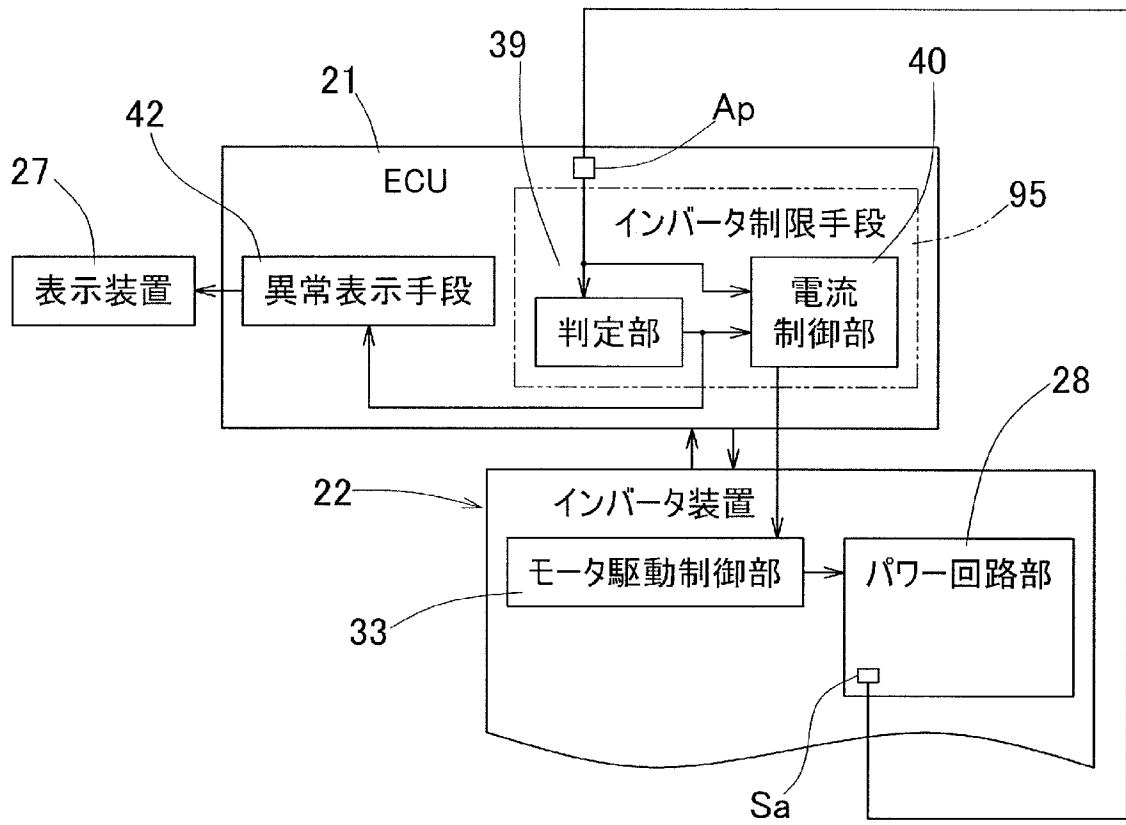
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/080322

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L9/18(2006.01) *i*, *B60K7/00*(2006.01) *i*, *B60L3/00*(2006.01) *i*, *F16H1/32*(2006.01) *i*, *H02M7/48*(2007.01) *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)

B60L9/18, *B60K7/00*, *B60L3/00*, *F16H1/32*, *H02M7/48*

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 | 1996-2013 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2013 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2013 |

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. |
|-------------|--|-----------------------|
| X Y A | JP 10-210790 A (Toyota Motor Corp.), 07 August 1998 (07.08.1998), claim 4; paragraphs [0029] to [0054]; fig. 1 to 6 (Family: none) | 1 6-9 2-4 |
| Y | JP 2008-168790 A (NTN Corp.), 24 July 2008 (24.07.2008), claims 1 to 2; paragraphs [0014] to [0015]; fig. 1 to 3 (Family: none) | 6-9 |
| A | JP 11-252932 A (Toyota Motor Corp.), 17 September 1999 (17.09.1999), entire text; all drawings (Family: none) | 1-4, 6-9 |

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
24 January, 2013 (24.01.13)

Date of mailing of the international search report
05 February, 2013 (05.02.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/080322

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 2003-304604 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 24 October 2003 (24.10.2003), entire text; all drawings (Family: none) | 1-4, 6-9 |
| A | JP 2000-32768 A (Denso Corp.), 28 January 2000 (28.01.2000), entire text; all drawings (Family: none) | 1-4, 6-9 |
| A | JP 2007-244072 A (Toyota Motor Corp.), 20 September 2007 (20.09.2007), entire text; all drawings (Family: none) | 1-4, 6-9 |
| A | JP 2005-341701 A (Toyota Motor Corp.), 08 December 2005 (08.12.2005), entire text; all drawings (Family: none) | 1-4, 6-9 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/080322

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: JP 10-210790 A (Toyota Motor Corp.), 07 August 1998 (07.08.1998), claim 4, paragraphs [0029] to [0054], fig. 1 to 6.

The invention of claim 1 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1, and does not have a special technical feature.

Consequently, the following two inventions (invention groups) are involved in claims.

Meanwhile, the invention of claim 1 having no special technical feature is classified into invention 1.

(Continued to extra sheet)

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-4 and 6-9

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/080322

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Further, also the inventions of claim 6 to claim 9, which can be judged without necessity for a new prior art document search, are classified into invention 1.

(Invention 1) the inventions of claim 1 to claim 4 and claim 6 to claim 9

(Invention 2) the invention of claim 5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B60L9/18(2006.01)i, B60K7/00(2006.01)i, B60L3/00(2006.01)i, F16H1/32(2006.01)i, H02M7/48(2007.01)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. B60L9/18, B60K7/00, B60L3/00, F16H1/32, H02M7/48

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 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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 |
| X Y A | JP 10-210790 A（トヨタ自動車株式会社）1998.08.07, 【請求項4】、段落【0029】～【0054】、 【図1】～【図6】（ファミリーなし） | 1 6-9 2-4 |
| Y | JP 2008-168790 A（NTN株式会社）2008.07.24, 【請求項1】～【請求項2】、段落【0014】～【0015】、 【図1】～【図3】（ファミリーなし） | 6-9 |

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。

| | |
|--|---|
| <p>* 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</p> | <p>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</p> |
|--|---|

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| 国際調査を完了した日 24.01.2013 | 国際調査報告の発送日 05.02.2013 |
|--------------------------|--------------------------|

| | | | |
|--|---------------------------|----|------|
| 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） 貞光 大樹 | 3H | 3629 |
| | 電話番号 03-3581-1101 内線 3316 | | |

| 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 |
| A | JP 11-252932 A (トヨタ自動車株式会社) 1999. 09. 17, 全文、全図 (ファミリーなし) | 1-4, 6-9 |
| A | JP 2003-304604 A (日産自動車株式会社) 2003. 10. 24, 全文、全図 (ファミリーなし) | 1-4, 6-9 |
| A | JP 2000-32768 A (株式会社デンソー) 2000. 01. 28, 全文、全図 (ファミリーなし) | 1-4, 6-9 |
| A | JP 2007-244072 A (トヨタ自動車株式会社) 2007. 09. 20, 全文、全図 (ファミリーなし) | 1-4, 6-9 |
| A | JP 2005-341701 A (トヨタ自動車株式会社) 2005. 12. 08, 全文、全図 (ファミリーなし) | 1-4, 6-9 |

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1：JP 10-210790 A（トヨタ自動車株式会社）1998.08.07、

【請求項4】、段落【0029】～【0054】、【図1】～【図6】

請求項1に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。よって、請求の範囲には、以下に示す2の発明（群）が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1に係る発明は、発明1に区分する。

また、新たに先行技術文献の調査を必要とせず判断を行うことが可能である請求項6～請求項9に係る発明も、発明1に区分する。

（発明1）：請求項1～請求項4、請求項6～請求項9に係る発明

（発明2）：請求項5に係る発明

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項1～請求項4、請求項6～請求項9

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。