

(11) 特許出願公開番号

特開2012-178917

(P2012-178917A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

B60L 3/00 (2006.01)

B60L 3/00

H

5 H 1 1 5

B6OL 9/18 (2006.01)

B 6 0 L 9/18

J

5H501

H02P 29/00 (2006.01)

HO2P 5/00

T

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2011-39854 (P2011-39854)

(22) 出願日 平成23年2月25日 (2011. 2. 25)

(71) 出願人 000102692

NTN株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(74) 代理人 100086793

弁理士 野田 雅士

(74) 代理人 100087941

弁理士 杉本 修司

(72) 発明者 尾崎 孝美

静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN

株式会社内

F ターム (参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 PI16 PI29

PU08 PV09 RB12 RB14 SE03

TB03 T005 T012 T021 T023

TR04 TU11 TZ09 UI40

5H501 AA20 BB08 CC04 DD03 HB16

LL37 LL53

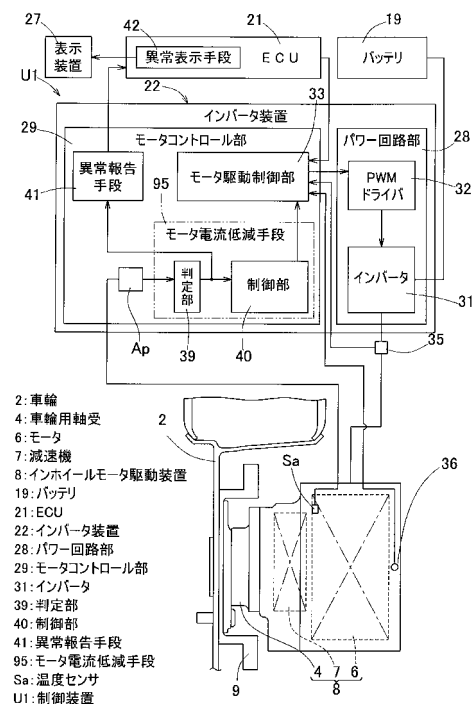
(54) 【発明の名称】 電気自動車

(57) 【要約】

【課題】 車両の運転を急激に妨げることなく、モータを温度管理し、適切な対処が迅速に行える電気自動車を提供する。

【解決手段】 この電気自動車は、車輪 2 を駆動するモータ 6 と、このモータ 6 を制御する制御装置とを備えている。前記モータ 6 のモータコイルに、このモータコイルの温度 T_c を検出する温度センサ S_a を設け、この温度センサ S_a で検出される温度 T_c が閾値を超えたとき、この温度 T_c を時間 t で微分した dT_c / dt が 0 以下になるまでモータ 6 の電流値を低減するモータ電流低減手段 9 5 を設けた。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車輪を駆動するモータと、このモータを制御する制御装置とを備えた電気自動車において、

前記モータのモータコイルに、このモータコイルの温度 T_c を検出する温度センサを設け、この温度センサで検出される温度 T_c が閾値を超えたとき、この温度 T_c を時間 t で微分した dT_c / dt が 0 以下になるまでモータの電流値を低減するモータ電流低減手段を設けたことを特徴とする電気自動車。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記制御装置は、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および前記 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を有するインバータ装置とを有する電気自動車。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記モータコントロール部にモータ電流低減手段を設け、このモータ電流低減手段は、温度センサで検出される温度が閾値を超えるか否かを判定する判定部と、検出される温度が前記閾値を超えたと判定したときに、モータの電流値を低減するようにパワー回路部に指令する制御部とを有する電気自動車。

【請求項 4】

請求項 3 において、前記検出される温度が前記閾値を超えたと判定部で判定されたとき、前記 ECU にモータの異常報告を出力する異常報告手段を前記インバータ装置に設けた電気自動車。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項において、前記モータは、一部または全体が車輪内に配置されて前記モータと車輪用軸受と減速機とを含むインホイールモータ駆動装置を構成する電気自動車。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項において、前記モータの回転を減速する減速機を備え、前記減速機はサイクロイド減速機である電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車輪を駆動するモータを備えたバッテリー駆動、燃料電池駆動等のインホイールモータ車両等となる電気自動車に関する。

【背景技術】

【0002】

電気自動車では、車両駆動のためのモータの性能低下や故障は、走行性、安全性に大きく影響する。特に、バッテリー駆動の電気自動車駆動装置では、限られたバッテリー容量下で航続距離を向上させるため、高効率性能を有するネオジウム系磁石を使った IPM 型のモータ（埋込磁石型同期モータ）が利用される。

また、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】

【0003】

【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】

【 0 0 0 4 】

電気自動車为例え、常時車両の走行条件が変わり、モータ回転数もモータコイルに流れる電流も大幅に変化し、特に、インホイール型の電気自動車では、サスペンションのばねよりも下側、つまりばね下にモータが配設されるため、常時加振状態にあるなどモータとしては過酷な環境下にある。このような劣悪な環境下で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、モータ温度が上昇し、モータコイルの絶縁を劣化させる可能性も高い。モータを温度管理することは、車両の安全走行運転のためには重要となる。

上記のように、インホイールモータ駆動装置において、モ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。

10

【 0 0 0 5 】

この発明の目的は、車両の運転を急激に妨げることなく、モータを温度管理し、適切な対処が迅速に行える電気自動車を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

この発明の電気自動車は、車輪 2 を駆動するモータ 6 と、このモータ 6 を制御する制御装置 U 1 とを備えた電気自動車において、前記モータ 6 のモータコイル 7 8 に、このモータコイル 7 8 の温度 T_c を検出する温度センサ S a を設け、この温度センサ S a で検出される温度 T_c が閾値を超えたとき、この温度 T_c を時間 t で微分した $d T_c / d t$ が 0 以下になるまでモータ 6 の電流値を低減するモータ電流低減手段 9 5 を設けたことを特徴とする。

20

【 0 0 0 7 】

この構成によると、温度センサ S a は、モータ 6 のモータコイル 7 8 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、モータコイル 7 8 の温度 T_c が上昇する。モータ電流低減手段 9 5 は、検出される温度 T_c が定められた閾値を超えるか否かを判定する。モータ電流低減手段 9 5 は、温度 T_c が閾値を超えたと判定したときに、モータ 6 の電流値を低減する制御を行う。その後、温度 T_c が変化する度合いが一定または低下する傾向が認識されたとき、つまり温度上昇率である $d T_c / d t$ 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、モータ電流を低減する制御を解除するので、モータ 6 の急激な駆動制限が防止される。

30

モータ電流低減手段 9 5 の制御解除によって、モータコイル 7 8 の温度 T_c が上がり始めても、そのときは、温度 T_c が閾値以上の温度であれば、再度モータ 6 の電流値を低減する制御を行う。そのため、温度上昇率が 0 以下になると、モータ電流を低減する制御を解除しても過負荷の確実な防止が行える。

【 0 0 0 8 】

前記制御装置 U 1 は、車両全般を制御する電気制御ユニットである E C U 2 1 と、バッテリー 1 9 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 3 1 を含むパワー回路部 2 8 および前記 E C U 2 1 の制御に従って少なくとも前記パワー回路部 2 8 を制御するモータコントロール部 2 9 を有するインバータ装置 2 2 とを有するものであっても良い。

40

【 0 0 0 9 】

前記制御装置 U 1 が E C U 2 1 とインバータ装置 2 2 とを有する場合に、前記モータコントロール部 2 9 にモータ電流低減手段 9 5 を設け、このモータ電流低減手段 9 5 は、温度センサ S a で検出される温度が閾値を超えるか否かを判定する判定部 3 9 と、検出される温度が前記閾値を超えたと判定したときに、モータ 6 の電流値を低減するようにパワー回路部 2 8 に指令する制御部 4 0 とを有するものであっても良い。モータ電流低減手段 9 5 を、インバータ装置 2 2 のモータコントロール部 2 9 に設けた場合、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、E C U 2 1 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 E C U 2 1 の負担を軽減することができる。

50

【 0 0 1 0 】

前記検出される温度が前記閾値を超えたと判定部 3 9 で判定されたとき、前記 E C U 2 1 にモータ 6 の異常報告を出力する異常報告手段 4 1 を前記インバータ装置 2 2 に設けたものであっても良い。E C U 2 1 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 2 2 におけるモータ電流低減手段 9 5 により、モータコイル 7 8 の異常を検出したとき、E C U 2 1 にモータ 6 の異常報告を出力することで、E C U 2 1 により車両全体の適切な制御が行える。また、E C U 2 1 はインバータ装置 2 2 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 2 2 による応急的な制御の後、E C U 2 1 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。場合によっては、モータ電流低減手段 9 5 を前記 E C U 2 1 内に有するものであっても良い。

10

【 0 0 1 1 】

前記モータ 6 は、一部または全体が車輪 2 内に配置されて前記モータ 6 と車輪用軸受 4 と減速機 7 とを含む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。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、モータコイル 7 8 の温度を検出し、モータコイル 7 8 の異常、例えば絶縁劣化等を常時監視することで、モータ 6 の電流値を適切に低減する制御を行うことができる。

【 0 0 1 2 】

前記モータ 6 の回転を減速する減速機 7 を備え、前記減速機 7 はサイクロイド減速機であってても良い。減速機 7 をサイクロイド減速機として減速比を例えば 1 / 6 以上に高めた場合、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。減速比を高めた場合、モータ 6 は高速回転するものが用いられる。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

この発明の電気自動車は、車輪を駆動するモータと、このモータを制御する制御装置とを備えた電気自動車において、前記モータのモータコイルに、このモータコイルの温度 T_c を検出する温度センサを設け、この温度センサで検出される温度 T_c が閾値を超えたとき、この温度 T_c を時間 t で微分した $d T_c / d t$ が 0 以下になるまでモータの電流値を低減するモータ電流低減手段を設けたため、車両の運転を急激に妨げることなく、モータを温度管理し、適切な対処が迅速に行える。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

【 図 1 】 この発明の第 1 の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 】 同電気自動車のインバータ装置等の概念構成のブロック図である。

【 図 3 】 同電気自動車の制御系のブロック図である。

【 図 4 】 同電気自動車のモータのモータコイルの温度と時間との関係を示す図である。

【 図 5 】 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 6 】 図 5 の VI-VI 線断面となるモータ部分の断面図である。

40

【 図 7 】 図 5 の VII-VII 線断面となる減速機部分の断面図である。

【 図 8 】 図 7 の部分拡大断面図である。

【 図 9 】 この発明のさらに他の実施形態に係る電気自動車の E C U 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 】

【 0 0 1 5 】

この発明の第 1 の実施形態に係る電気自動車を図 1 ないし図 8 と共に説明する。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。

50

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。

【 0 0 1 6 】

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 11 a 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 11 b 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 ECU 21 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。

【 0 0 1 7 】

図 5 に示すように、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 5) の回転出力軸 74 とを同軸心上で連結してある。減速機 7 は、減速比が 1 / 6 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 82 a , 82 b を形成し、偏心部 82 a , 82 b にそれぞれ軸受 85 を介して曲線板 84 a , 84 b を装着し、曲線板 84 a , 84 b 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。

【 0 0 1 8 】

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。

【 0 0 1 9 】

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 83 b に取り付けるフランジ 51 a を有し、全体が一体の部品とされている。フランジ 51 a 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 83 b 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 83 b に取り付けられる。

【 0 0 2 0 】

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 59 a 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 59 a 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 59 a の根元部付近には、駆動輪および制動部品 (図示せ

10

20

30

40

50

ず)を案内する円筒状のパイロット部 6 3 がアウトボード側に突出している。このパイロット部 6 3 の内周には、前記貫通孔 6 1 のアウトボード側端を塞ぐキャップ 6 8 が取り付けられている。

【 0 0 2 1 】

モータ 6 は、円筒状のモータハウジング 7 2 に固定したモータステータ 7 3 と、回転出力軸 7 4 に取り付けられたモータロータ 7 5 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 7 4 は、減速機 7 のインボード側のハウジング 8 3 a の筒部に 2 つの軸受 7 6 で片持ち支持されている。

【 0 0 2 2 】

図 6 は、モータの断面図 (図 5 の VI-VI 断面) を示す。モータ 6 のロータ 7 5 は、軟質磁性材料からなるコア部 7 9 と、このコア部 7 9 に内蔵される永久磁石 8 0 から構成される。永久磁石 8 0 は、隣り合う 2 つの永久磁石がロータコア部 7 9 内の同一円周上で断面八字状に向き合うように配列される。永久磁石 8 0 にはネオジウム系磁石が用いられている。ステータ 7 3 は軟質磁性材料からなるコア部 7 7 とコイル 7 8 で構成される。コア部 7 7 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 7 7 a が円周方向に並んで形成されている。コイル 7 8 は、ステータコア部 7 7 の前記各ティース 7 7 a に巻回されている。

【 0 0 2 3 】

図 5 に示すように、モータ 6 には、モータステータ 7 3 とモータロータ 7 5 の間の相対回転角度を検出する角度センサ 3 6 が設けられる。角度センサ 3 6 は、モータステータ 7 3 とモータロータ 7 5 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 7 0 と、この角度センサ本体 7 0 の出力する信号から角度を演算する角度演算回路 7 1 とを有する。角度センサ本体 7 0 は、回転出力軸 7 4 の外周面に設けられる被検出部 7 0 a と、モータハウジング 7 2 に設けられ前記被検出部 7 0 a に例えば径方向に対向して近接配置される検出部 7 0 b とでなる。被検出部 7 0 a と検出部 7 0 b 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 3 6 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 3 6 の検出するモータステータ 7 3 とモータロータ 7 5 の間の相対回転角度に基づき、モータステータ 7 3 のコイル 7 8 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 2 9 のモータ駆動制御部 3 3 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 7 2 等に設けられたコネクタ 9 9 により纏めて行われる。

【 0 0 2 4 】

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 7 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 8 4 a , 8 4 b が、それぞれ軸受 8 5 を介して回転入力軸 8 2 の各偏心部 8 2 a , 8 2 b に装着してある。これら各曲線板 8 4 a , 8 4 b の偏心運動を外周側で案内する複数の外ピン 8 6 を、それぞれハウジング 8 3 b に差し渡して設け、内方部材 2 のインボード側材 6 0 に取り付けられた複数の内ピン 8 8 を、各曲線板 8 4 a , 8 4 b の内部に設けられた複数の円形の貫通孔 8 9 に挿入状態に係合させてある。回転入力軸 8 2 は、モータ 6 の回転出力軸 7 4 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 8 2 はインボード側のハウジング 8 3 a と内方部材 5 2 のインボード側材 6 0 の内径面とに 2 つの軸受 9 0 で両持ち支持されている。

【 0 0 2 5 】

モータ 6 の回転出力軸 7 4 が回転すると、これと一体回転する回転入力軸 8 2 に取り付けられた各曲線板 8 4 a , 8 4 b が偏心運動を行う。この各曲線板 8 4 a , 8 4 b の偏心運動が、内ピン 8 8 と貫通孔 8 9 との係合によって、内方部材 5 2 に回転運動として伝達される。回転出力軸 7 4 の回転に対して内方部材 5 2 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 1 / 10 以上の減速比を得ることができる。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

前記 2 枚の曲線板 8 4 a , 8 4 b は、互いに偏心運動が打ち消されるように 1 8 0 ° 位相をずらして回転入力軸 8 2 の各偏心部 8 2 a , 8 2 b に装着され、各偏心部 8 2 a , 8 2 b の両側には、各曲線板 8 4 a , 8 4 b の偏心運動による振動を打ち消すように、各偏心部 8 2 a , 8 2 b の偏心方向と逆方向へ偏心させたカウンターウエイト 9 1 が装着されている。

【 0 0 2 7 】

図 8 に拡大して示すように、前記各外ピン 8 6 と内ピン 8 8 には軸受 9 2 , 9 3 が装着され、これらの軸受 9 2 , 9 3 の外輪 9 2 a , 9 3 a が、それぞれ各曲線板 8 4 a , 8 4 b の外周と各貫通孔 8 9 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 8 6 と各曲線板 8 4 a , 8 4 b の外周との接触抵抗、および内ピン 8 8 と各貫通孔 8 9 の内周との接触抵抗を低減し、各曲線板 8 4 a , 8 4 b の偏心運動をスムーズに内方部材 5 2 に回転運動として伝達することができる。

10

【 0 0 2 8 】

図 5 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 8 3 b またはモータ 6 のハウジング 7 2 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。

【 0 0 2 9 】

制御系を説明する。図 1 に示すように、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 E C U 2 1 と、この E C U 2 1 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 2 2 とを有する。前記 E C U 2 1 と、インバータ装置 2 2 と、ブレーキコントローラ 2 3 とが、車体 1 に搭載されている。E C U 2 1 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。

20

【 0 0 3 0 】

E C U 2 1 は、機能別に大別すると駆動制御部 2 1 a と一般制御部 2 1 b とに分けられる。駆動制御部 2 1 a は、アクセル操作部 1 6 の出力する加速指令と、ブレーキ操作部 1 7 の出力する減速指令と、操舵角センサ 1 5 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 2 2 へ出力する。駆動制御部 2 1 a 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 2 4 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 1 6 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 1 6 a とでなる。ブレーキ操作部 1 7 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 1 7 a とでなる。

30

【 0 0 3 1 】

E C U 2 1 の一般制御部 2 1 b は、前記ブレーキ操作部 1 7 の出力する減速指令をブレーキコントローラ 2 3 へ出力する機能、各種の補機システム 2 5 を制御する機能、コンソールの操作パネル 2 6 からの入力指令を処理する機能、表示手段 2 7 に表示を行う機能などを有する。前記補機システム 2 5 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。

【 0 0 3 2 】

ブレーキコントローラ 2 3 は、E C U 2 1 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 , 1 0 に制動指令を与える手段である。E C U 2 1 から出力される制動指令には、ブレーキ操作部 1 7 の出力する減速指令によって生成される指令の他に、E C U 2 1 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 2 3 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 2 3 は、電子回路やマイコン等により構成される。

40

【 0 0 3 3 】

インバータ装置 2 2 は、各モータ 6 に対して設けられたパワー回路部 2 8 と、このパワー回路部 2 8 を制御するモータコントロール部 2 9 とで構成される。モータコントロール部 2 9 は、各パワー回路部 2 8 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

50

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。

【0034】

図 2 は、インバータ装置 22 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。インバータ 31 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 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にオンオフ指令を与える。

10

【0035】

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。

20

【0036】

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、次のモータ電流低減手段 95、および異常報告手段 41 を設け、ECU 21 に異常表示手段 42 を設けている。また、モータ 6 に、このモータコイル 78（図 5）の温度 T_c を検出する温度センサ S_a を設けている。

モータ電流低減手段 95 は、モータ 6 の電流値を低減するものである。このモータ電流低減手段 95 は、前記温度センサ S_a で検出されるモータコイル 78 の温度 T_c が、定められた閾値を超えたとき、この温度 T_c を時間 t で微分した dT_c / dt が 0 以下になるまでモータ 6 の電流値を低減する。具体的には、モータ電流低減手段 95 は、判定部 39 と、制御部 40 とを有する。

30

【0037】

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、モータコイル 78 に接触固定することで、モータコイル 78 の温度 T_c を検出し得る。この例では、図 2 および図 3 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。

判定部 39 は、温度センサ S_a で検出される温度 T_c が定められた閾値を超えるか否かを常時判定する。前記閾値は、例えば、実験、シミュレーション等により、モータコイルに絶縁を生じさせる、モータコイル 78 の温度および時間の関係に基づいて適宜に求められる。モータコイル 78 に絶縁が生じたか否かは、モータ 6 に印加するモータ印加電圧に対するモータ電流値を、絶縁が生じていない基準値と比較することで判断し得る。なおモータ印加電圧は、電流検出手段 35 の後段等に設けられる図示外の電圧センサにより得られ、モータ電流値は、電流検出手段 35 により得られる。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。

40

【0038】

制御部 40 は、検出されるモータコイル 78 の温度 T_c が、定められた閾値を超えたとき判定したときに、モータ 6 の電流値を低減するように、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。モータ電流の低減は、現在の電流に対して定められた割合（例えば、90%）で低下させても良いし、また定められた値低下させても良い。その後、温度 T_c が変化する度合いが一定または低下になる兆候が認識されたとき、つまり温度上昇率である dT_c / dt 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、

50

モータ電流を低減する制御を解除する。このため、モータ 6 の急激な駆動制限が防止される。 dT_c / dt 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。モータコイル 7 8 の温度は、急には下がらず、温度がある程度下がるまで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電流制限を解除することで、モータ 6 の急減な駆動制限による問題が回避される。

【 0 0 3 9 】

モータ電流低減手段 9 5 の制御解除によって、モータコイル 7 8 の温度 T_c が上がり始めても、そのときは、温度 T_c が閾値以上の温度であれば、再度モータ 6 の電流値を低減する制御を行う。そのため、温度上昇率が 0 以下になったときに、モータ電流を低減する制御を解除しても過負荷の確実な防止が行える。具体的に、図 4 (A) ~ (C) は、それぞれこの電気自動車のモータ 6 のモータコイル 7 8 の温度 T_c と時間 t との関係を示す図である。

図 4 (A) では、モータコイル 7 8 の温度 T_c が上昇し時間 t_1 のとき、判定部 3 9 は、モータコイル 7 8 の温度 T_c が閾値 E_a を超えたと判定する。制御部 4 0 は、この判定結果を受けて、モータ 6 の電流値を低減するように、モータ駆動制御部 3 3 を介してパワー回路部 2 8 に指令する。モータ駆動制御部 3 3 は、制御部 4 0 から与えられる指令に従い、パワー回路部 2 8 の PWM ドライバ 3 2 に電流指令を与える。パワー回路部 2 8 は、モータ 6 へ供給する電流を低減させる。

【 0 0 4 0 】

時間 t_2 において温度上昇率 dT_c / dt が「 0 」 (温度 T_c が一定) となることで、制御部 4 0 は、モータ 6 の電流値を低減させる制御を解除する。この図 4 (A) 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、モータ温度 T_c が閾値 E_a 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制御部 4 0 は、モータ電流を低減する制御の解除を続行する。

【 0 0 4 1 】

図 4 (B) においても、時間 t_1 のとき、制御部 4 0 は、判定部 3 9 による判定結果を受けて、モータ 6 の電流値を低減するように、モータ駆動制御部 3 3 を介してパワー回路部 2 8 に指令する。時間 t_2 以後、モータ電流低減手段 9 5 の制御解除によって、モータコイル 7 8 の温度 T_c が上がり始めても、時間 t_3 で温度 T_c が閾値以上の温度であると判定されることで、制御部 4 0 は、再度モータ 6 の電流値を低減する制御を行う。そのため、温度上昇率が 0 以下になると、モータ電流を低減する制御を解除しても過負荷の確実な防止が行える。

【 0 0 4 2 】

図 2 に示すように、異常報告手段 4 1 は、判定部 3 9 により温度 T_c が閾値を超えたと判定したときに、ECU 2 1 に異常発生情報を出力する手段である。

ECU 2 1 に設けられた異常表示手段 4 2 は、異常報告手段 4 1 から出力されたモータ 6 の異常発生情報を受けて、運転席の表示装置 2 7 に、異常を知らせる表示を行わせる手段である。表示装置 2 7 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。

【 0 0 4 3 】

作用効果について説明する。

この構成によると、温度センサ S_a は、モータコイル 7 8 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、モータコイル 7 8 の温度 T_c が上昇する。判定部 3 9 は、検出される温度 T_c が定められた閾値を超えるか否かを判定し、超えたと判定したときに制御部 4 0 は、モータ 6 の電流値を低減するようにパワー回路部 2 8 に指令する。その後、温度 T_c が下がる度合いが一定になる傾向が認識されたとき、つまり温度上昇率である dT_c / dt 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、モータ電流を低減する制御を解除するので、モータ 6 の急激な駆動制限が防止される。

10

20

30

40

50

モータ電流低減手段 95 の制御解除によって、モータコイル 78 の温度 T_c が上がり始めても、そのときは、温度 T_c が閾値以上の温度であれば、再度モータ 6 の電流値を低減する制御を行う。そのため、温度上昇率が 0 以下になると、モータ電流を低減する制御を解除しても過負荷の確実な防止が行える。

【0044】

モータ電流低減手段 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、ECU 21 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 ECU 21 の負担を軽減することができる。

ECU 21 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 におけるモータ電流低減手段 95 により、モータコイル 78 の異常を検出したとき、ECU 21 にモータ 6 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。また、ECU 21 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、ECU 21 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。

【0045】

また、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、モータコイル 78 の温度を検出し、モータコイル 78 の異常、例えば絶縁劣化等を常時監視することで、モータ 6 の電流値を適切に低減する制御を行うことができる。

【0046】

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 1 / 6 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、モータ 6 のモータコイル 78 の絶縁劣化等の異常を早期に検知し、適切な対処が迅速に行える。

【0047】

モータ 6 の電流を低減させる際、モータ電流を低減させる定められた割合は、例えば、経過時間毎にモータ電流値の全体の数 % ずつ低減させるようにしても良いし、経過時間毎にモータ電流値を低減させる割合を暫時増やすようにしても良い。

図 9 に示すように、モータ電流低減手段 95 を、車両全般を制御する電気制御ユニットである ECU 21 に設けても良い。

【符号の説明】

【0048】

- 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
- 19 ... バッテリ
- 21 ... ECU
- 22 ... インバータ装置
- 28 ... パワー回路部
- 29 ... モータコントロール部
- 31 ... インバータ
- 39 ... 判定部
- 40 ... 制御部
- 41 ... 異常報告手段
- 78 ... モータコイル

10

20

30

40

50

【 図 1 】

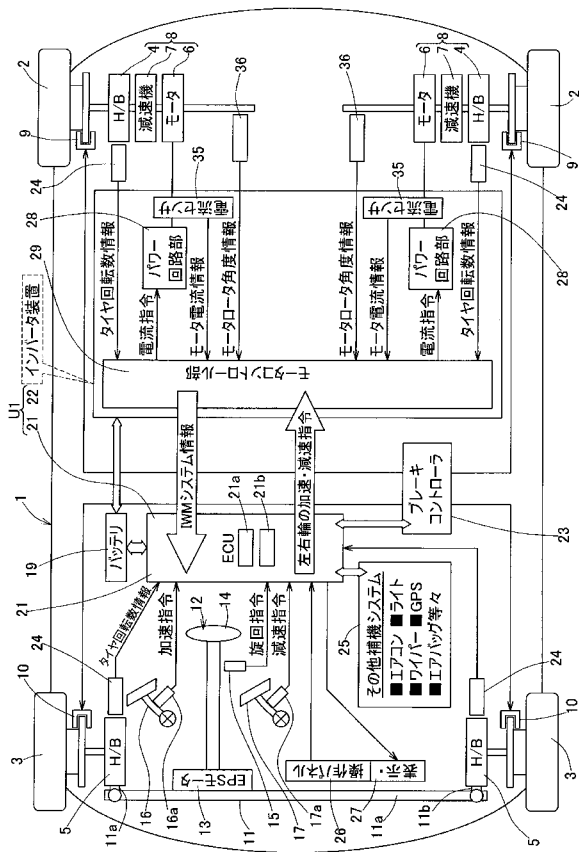
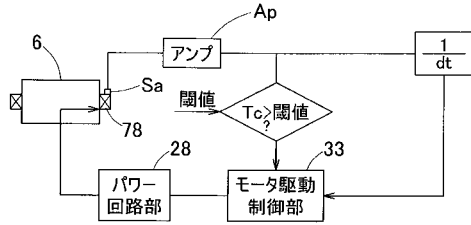


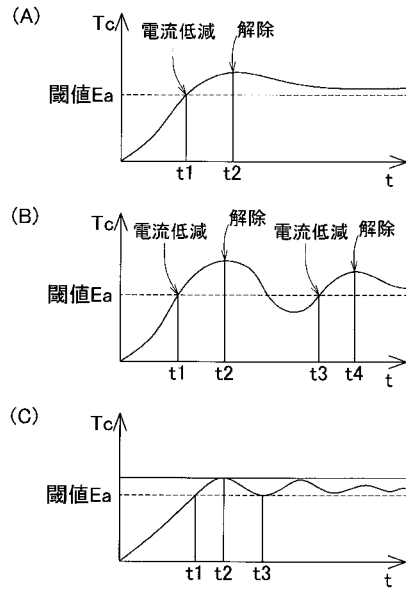
Figure 1 is a block diagram and a cross-sectional view of a motor vehicle system. The top part is a block diagram showing the ECU (21) connected to a battery (19), a display device (27), an abnormal display means (42), an inverter device (22), a motor control unit (29), a power circuit (28), and a motor (6). The inverter device (22) includes a motor control unit (29) with an abnormal report means (41), a motor drive control unit (95), and a motor current reduction means (39). The power circuit (28) includes a PWM driver (32) and an inverter (31). The motor (6) is connected to the inverter (31) via a temperature sensor (Sa). The bottom part is a cross-sectional view of the motor (6) showing its internal components, including the stator (4), rotor (7), and shaft (8).

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
 19: バッテリ
 21: ECU
 22: インバータ装置
 28: パワー回路部
 29: モータコントロール部
 31: インバータ
 39: 判定部
 40: 制御部
 41: 異常報告手段
 95: モータ電流低減手段
 Sa: 温度センサ
 U1: 制御装置

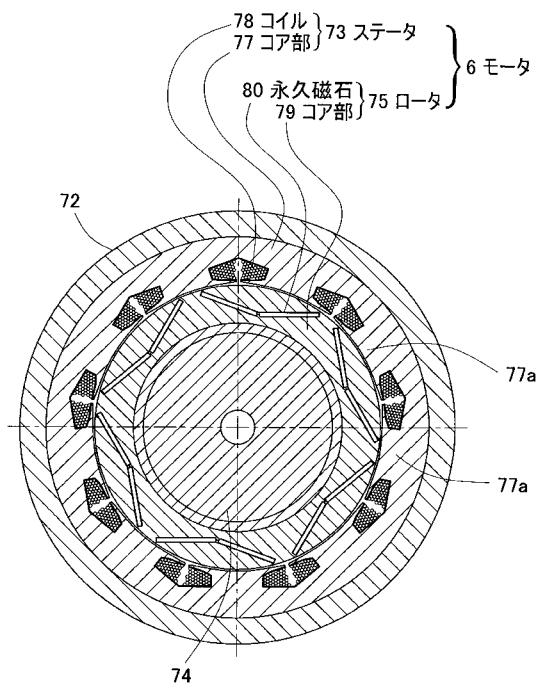
【図 3】



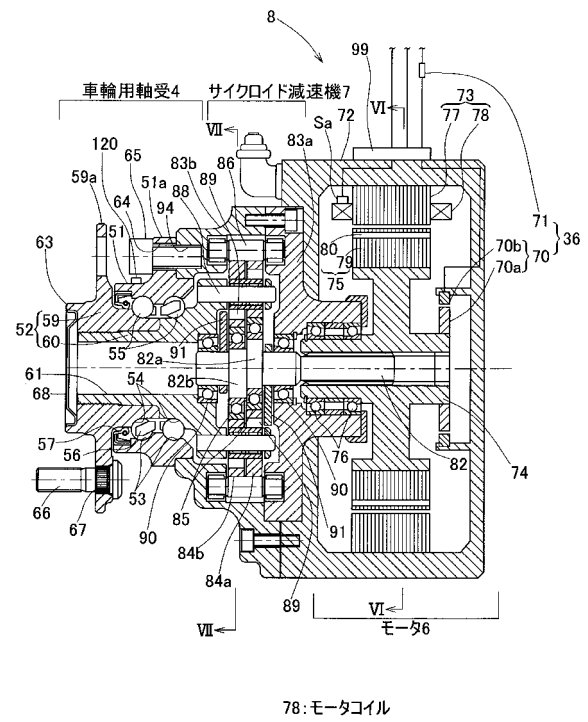
【図 4】



【図 6】

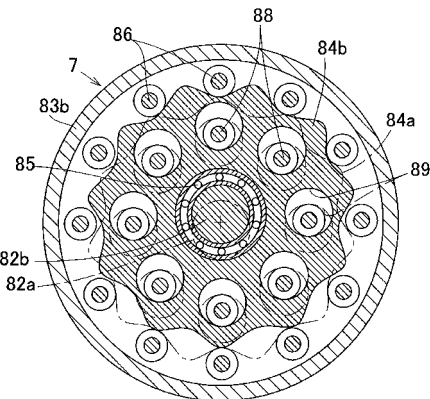


【図 5】

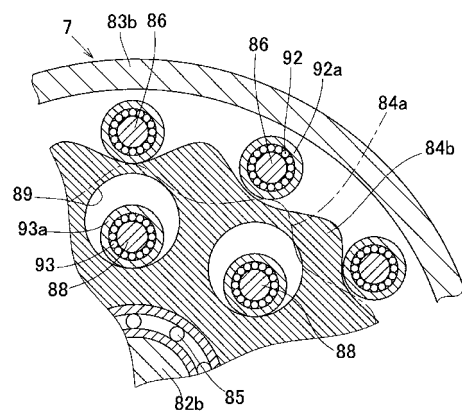


78: モータコイル

【図 7】



【図 8】



【図 9】

