

(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  
2023年4月6日(06.04.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/053248 A1

(51) 国際特許分類:  
*B60L 3/00* (2019.01) *B60L 15/20* (2006.01)  
*B60L 9/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/035777

(22) 国際出願日: 2021年9月29日(29.09.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社 S U B A R U (SUBARU CORPORATION) [JP/JP]; 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 大野 翼 (ONO Tsubasa); 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社 S U B A R U 内 Tokyo (JP). 渡邊 圭一 (WATANABE Keiichi); 〒1508554 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社 S U B A R U 内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人太田特許事務所 (OHTA PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒1640012 東京都中野区本町1丁目23-9 N I Dビル6F Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

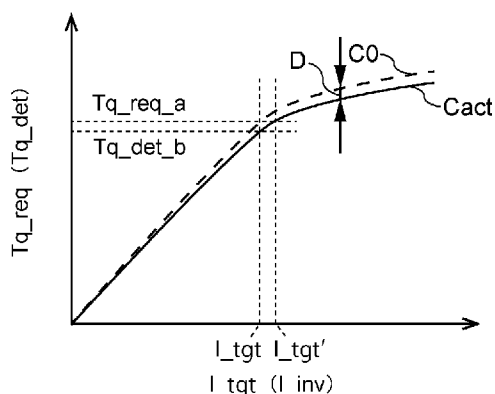
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 一 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR ELECTRIC VEHICLE, ELECTRIC VEHICLE, AND RECORDING MEDIUM ON WHICH COMPUTER PROGRAM IS RECORDED

(54) 発明の名称: 電動車両の制御装置及び電動車両並びにコンピュータプログラムを記録した記録媒体



(57) Abstract: Provided are: a control device for an electric vehicle, the device being capable of determining any abnormalities in control parameters for a drive motor; an electric vehicle; and a recording medium on which a computer program is recorded. The control device for an electric vehicle acquires a detected value of battery output current detected by first sensor and a detected value of drive torque transmitted to vehicle wheels detected by second sensor, calculates an actual torque-current characteristic indicating the relationship between a current supplied to an inverter circuit and the drive torque transmitted to the vehicle wheels, and determines deviation between the calculated actual torque-current characteristic and a reference torque-current characteristic obtained by setting the relationship between a torque command value for the drive motor and a target supply current for the drive motor in advance.

WO 2023/053248 A1

(57) 要約：駆動用モータの制御パラメータの異常を判定可能な電動車両の制御装置及び電動車両並びにコンピュータプログラムを記録した記録媒体を提供する。電動車両の制御装置は、第1センサにより検出されるバッテリーの出力電流の検出値と、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と、を取得し、インバータ回路への供給電流と車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示す実トルク電流特性を算出し、あらかじめ駆動用モータのトルク指示値と駆動用モータへの目標供給電流との関係を設定した基準トルク電流特性と、算出した実トルク電流特性と、のずれを判定する。

## 明 細 書

発明の名称：

電動車両の制御装置及び電動車両並びにコンピュータプログラムを記録した記録媒体

### 技術分野

[0001] 本開示は、電動車両の制御装置及び電動車両並びにコンピュータプログラムを記録した記録媒体に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、ハイブリッド電気自動車や純電気自動車に見られるように自動車の電動化が進んでいる。電動車両は、駆動力を出力する駆動用モータ及び当該駆動用モータを駆動するインバータを備えている。このような電動車両では、駆動用モータやインバータ、あるいはこれらの周辺機器のエラーを検知するシステムが必要である。

[0003] 例えば特許文献1には、駆動源にモータ／ジェネレータを備えたハイブリッド車両の制御装置であって、モータ／ジェネレータに供給するモータ電流の制御をモータ指令トルクに基づいて行うモータ電流フィードバック制御回路と、モータ指令トルクとモータトルクの乖離トルクに基づいてモータ制御系の故障を検知するモータ制御系故障検知回路とを設けた制御装置が開示されている。特許文献1の制御装置は、乖離トルクの故障判定値と、故障判定値を超えた状態を継続する故障判定時間とに基づいてモータトルク乖離故障を判定するように構成されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-043892号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献1に記載の制御装置による故障検知機能は、駆動用モータに要求されるトルク指示値と、インバータから駆動用モータに供給されたモータ電流から求められる駆動用モータの出力トルクとの差の絶対値である乖離トルクを用いて駆動用モータの制御系の故障を検知するものである。つまり、当該故障検知機能は、駆動用モータに対して、トルク指令値に対応する電流が適切に供給されているかを判定している。

[0006] しかしながら、駆動用モータの制御系の異常は、部品の異常あるいは制御パラメータの異常等様々な要因により発生し得るため、駆動用モータに対して適切な電流が供給されていたとしても、駆動用モータから出力される駆動トルクがトルク指令値に対応する適切なトルクとならないことがある。特許文献1の制御装置による故障検知機能では、駆動用モータからトルク指令値に対応する適切な駆動トルクが出力されているかを判断することができない。一方、トルク指令値と、駆動用モータから出力される駆動トルクを比較するだけでは、駆動用モータの制御に用いられている制御パラメータと駆動用モータから適切な駆動トルクを出力させ得る制御パラメータとのずれを把握することができない。

[0007] 本開示は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本開示の目的とするところは、駆動用モータの制御パラメータの異常を判定可能な電動車両の制御装置及び電動車両並びにコンピュータプログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本開示のある観点によれば、駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御システムに適用される電動車両の制御装置であって、一つ又は複数のプロセッサと、プロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、プロセッサは、第1センサにより検出されるバッテリーの出力電流の検出値と、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と、を取得し、インバータ回路への供給電

流と車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示す実トルク－電流特性を算出し、あらかじめ駆動用モータのトルク指示値と駆動用モータへの目標供給電流との関係を設定した基準トルク－電流特性と、算出した実トルク－電流特性と、のずれを判定する電動車両の制御装置が提供される。

[0009] また、上記課題を解決するために、本開示の別の観点によれば、駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御システムに適用される電動車両の制御装置であって、第1センサにより検出されるバッテリーの出力電流の検出値、及び、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値を取得する取得部と、バッテリーの出力電流と車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示すトルク－電流特性を算出するトルク－電流特性算出部と、あらかじめ設定された基準トルク－電流特性とトルク－電流特性とのずれを判定する判定部と、を備えた電動車両の制御装置が提供される。

[0010] また、上記課題を解決するために、本開示のさらに別の観点によれば、駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、駆動用モータを駆動するインバータ回路、及び車輪に作用する力を検出する力センサを備えた電動車両の制御システムを搭載した電動車両であって、電動車両の制御システムを制御する制御装置は、一つ又は複数のプロセッサと、プロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、プロセッサは、第1センサにより検出されるバッテリーの出力電流の検出値と、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と、を取得し、バッテリーの出力電流と車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示すトルク－電流特性を算出し、あらかじめ設定された基準トルク－電流特性とトルク－電流特性とのずれを判定する電動車両が提供される。

[0011] また、上記課題を解決するために、本開示のさらに別の観点によれば、駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御システムに適用されるコンピュータプログラムを記録した記録媒体であって、一つ又は複数のプロセッ

サに、第1センサにより検出されるバッテリーの出力電流の検出値と、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と、を取得することと、インバータ回路への供給電流と車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示す実トルク－電流特性を算出することと、あらかじめ駆動用モータのトルク指示値と駆動用モータへの目標供給電流との関係を設定した基準トルク－電流特性と、算出した実トルク－電流特性と、のずれを判定することと、を含む処理を実行させるコンピュータプログラムを記録した記録媒体が提供される。

### 発明の効果

[0012] 以上説明したように本開示によれば、駆動用モータの制御パラメータの異常を判定することができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本開示の実施形態に係る電動車両の制御装置を含む制御システムを備えた電動車両の構成例を示す模式図である。

[図2]力センサを備えていない制御システムにおけるトルク指示値及びバッテリーの出力電流値に基づいて異常を判別するための診断表である。

[図3]同実施形態に係る電動車両の制御装置の構成例を示すブロック図である。

[図4]同実施形態に係る電動車両の制御装置により実行される診断処理を示すフローチャートである。

[図5]同実施形態に係る電動車両の制御装置によるトルク－電流特性のずれを判定する処理を示すフローチャートである。

[図6]トルク－電流特性のずれを示す説明図である。

[図7]同実施形態に係る電動車両の制御装置による異常を判別するための診断表である。

[図8]同実施形態に係る電動車両の制御装置による目標供給電流補正処理の一例のフローチャートを示す。

[図9]一つの駆動用モータの異常が発生した例を示す説明図である。

## 発明を実施するための形態

[0014] 以下、添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0015] < 1. 電動車両の構成 >

まず、本開示の実施の形態に係る電動車両の診断装置を含む制御システムを備えた電動車両の構成の一例を説明する。

[0016] 図1は、制御システム10を備えた電動車両1の構成例を示す模式図である。図1に示した電動車両1は、四つの車輪3を備えた四輪自動車である。電動車両1は、四輪自動車に限られるものではなく、二輪自動車やバス、トラック等の商用車をはじめとする他の車両であってもよい。

[0017] なお、図1では、4つの車輪3やそれぞれの車輪3に対して設けられた駆動用モータ7及び力センサ11等については、符号の末尾に添字LF（左前）、RF（右前）、LR（左後）及びRR（右後）が付されている。また、以下の説明において、特に区別を要する場合以外には、適宜添字LF、RF、LR及びRRを省略する。

[0018] 電動車両1の制御システム10は、力センサ11、駆動用モータ7、インバータユニット30、バッテリーユニット20及び制御装置50を備えている。制御システム10は、バッテリーユニット20内のバッテリー21に蓄積された電力を駆動用モータ7へ供給し、駆動用モータ7から出力される駆動トルクを車輪3に伝達することで電動車両1を走行させる。

[0019] バッテリーユニット20は、バッテリー21、バッテリー管理装置23及び電流センサ25を備えている。バッテリー21は、充放電可能な二次電池である。例えばバッテリー21は、定格出力が200Vのリチウムイオンバッテリーであってもよいが、バッテリー21の種類や定格出力は特に限定されない。バッテリー21は、インバータユニット30を介して駆動用モータ7に接続され、駆動用モータ7に供給される電力を蓄積する。電流センサ25は、バッテリー21

の出力電流を検出する。電流センサ25は、本開示の技術における第1センサに相当する。この他、バッテリーユニット20には、バッテリー21の出力電圧を検出する電圧センサ及びバッテリー21の温度を検出する温度センサが設けられている。バッテリー管理装置23は、バッテリー21の開放電圧、出力電圧、出力電流及びバッテリー温度等を取得し、これらの情報を制御装置50へ送信する。

[0020] 駆動用モータ7は、車軸5を介して車輪3に接続され、車輪3に伝達する駆動トルクを出力する。駆動用モータ7は、例えば三相交流式のラジアルモータあるいはアキシヤルギャップモータであってよいが、相数やモータの種類は特に限定されない。駆動用モータ7は、電動車両1の減速時に車輪3側からの回転トルクを受けて回生発電を行い、制動力を発生させる機能を有する。

[0021] 本実施形態に係る電動車両1では、一つの車輪3に対して一つの駆動用モータ7が接続されているが、左前輪3LF及び右前輪3RFに駆動トルクを伝達する前輪駆動用モータ、及び、左後輪3LR及び右後輪3RRに駆動トルクを伝達する後輪駆動用モータの二つの駆動用モータを備えた電動車両1であってもよい。また、四つの車輪3に駆動トルクを伝達する一つの駆動用モータを備えた電動車両1であってもよい。一つの駆動用モータから複数の車輪3に対して駆動トルクを伝達する構成の場合、左右の車軸の間、あるいは、前後の駆動軸の間に差動機構が設けられていてもよい。

[0022] 各車輪3には、車輪3に対して作用する力を検出する力センサ11が設けられている。力センサ11は、少なくとも駆動用モータ7から出力されて車輪3に伝達される駆動トルク（回転トルク）又は車両前後方向の駆動力（駆動力）を検出可能に構成されている。力センサ11は、本開示の技術における第2センサに相当する。例えば力センサ11は、車輪3を支持する車軸5に作用するx方向（車軸の軸方向及び車高方向に直交する方向）、y方向（車軸の軸方向）及びz方向（車高方向）の分力、並びに、x方向、y方向及びz方向それぞれの軸回りのモーメントを検出するセンサであってよい。こ

の場合、y方向の軸回りのモーメントが、駆動用モータ7から出力される駆動トルクに相当する。また、x方向の分力が、車輪3の駆動力に相当する。ただし、力センサ11の種類は限定されない。例えば力センサ11は、車輪3のホイールに作用する回転トルクを検出するセンサであってもよい。力センサ11から出力されるセンサ信号は、制御装置50に入力される。

[0023] インバータユニット30は、それぞれの駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRへ電力を供給するインバータ回路31LF, 31RF, 31LR, 31RRを含んで構成される。それぞれのインバータ回路31は、バッテリー21から掃引される直流電力を三相交流の電力に変換して駆動用モータ7に供給する。また、インバータ回路31は、駆動用モータ7により回生発電される三相交流の電力を直流電力に変換し、バッテリー21へ供給する。インバータユニット30は、昇降圧回路を含んでいてもよい。インバータユニット30の駆動は、制御装置50により制御される。

[0024] 制御装置50は、一つ又は複数のプロセッサがコンピュータプログラムを実行することで制御システム10を診断する装置として機能する。また、本実施形態の制御装置50は、力センサ11のセンサ信号を取得して信号処理を行う機能、アクセルペダル8の操作量及びステアリングホイール6の操舵角を取得してトルク指示値を計算する機能、バッテリー管理装置23からバッテリー21の出力電圧及び出力電流等の情報を取得し制御システム10の電力を管理する機能、及び、トルク指示値に基づいてインバータユニット30の駆動を制御する機能を有する。制御装置50は、これらの複数の機能を実現な一つの装置としてユニット化されていてもよく、互いに通信可能に接続された複数の装置により構成されていてもよい。

[0025] コンピュータプログラムは、制御装置50が実行すべき後述する動作をCPU (Central Processing Unit) 等のプロセッサに実行させるためのコンピュータプログラムである。プロセッサにより実行されるコンピュータプログラムは、制御装置50に備えられた記憶部(メモリ)53として機能する記録媒体に記録されていてもよく、制御装置50に内蔵された記録媒体又は

制御装置 50 に外付け可能な任意の記録媒体に記録されていてもよい。

[0026] コンピュータプログラムを記録する記録媒体としては、ハードディスク、フロッピーディスク及び磁気テープ等の磁気媒体、CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk) 及び Blu-ray (登録商標) 等の光記録媒体、フロッピカルディスク等の磁気光媒体、ROM (Read Only Memory) 及び RAM (Random Access Memory) 等の記憶素子、並びに SSD (Solid State Drive) 及び USB (Universal Serial Bus) メモリ等のフラッシュメモリ、その他のプログラムを格納可能な媒体であってよい。

[0027] <2. 制御装置>

ここまで、電動車両 1 及び制御システム 10 の構成例を説明した。以下、制御装置 50 について詳しく説明する。

[0028] (2-1. 概略)

まず、制御装置 50 が実行する処理の概略を説明する。

一般に、車両には多数の制御装置が搭載され、それぞれの制御装置は、各制御装置が司るモジュールの異常を出力電流や出力電圧等に基づいて検知する自己診断機能を備えている。電動車両の制御システムでは、インバータユニット及び駆動用モータの制御を司る制御装置がこれらのモジュールの異常診断機能を備えている、当該異常診断機能に不具合がある場合には、少なくとも安全性能に直結する異常を他の制御装置によっても検知できるように二重化することが必要になる。

[0029] 電動車両の制御システムでは、電動車両に対する加速要求を表すトルク指示値が制御系への入力であり、車輪に対して伝達される駆動トルクが制御系からの出力である。制御システムにおいて、制御系の入力と出力との間に介在する要素は「通信」、「インバータユニット 30」、「駆動用モータ 7」及び「バッテリー 21」であり、これらのどこかに発生した異常を検知可能な確度の高い機能が求められる。

[0030] 例えば電動車両に力センサが備えられていない制御システムにおいて、イ

ンバータユニット及び駆動用モータの制御を司る制御装置は、「異常無し」、「インバータユニットの異常」、「駆動用モータの異常」及び「駆動用モータの回転数」をモニタする。また、バッテリーユニットの制御を司るバッテリー管理装置は、「バッテリーの異常」及び「バッテリーの出力電流」をモニタする。また、電動車両のトルク指示値の演算を司る制御装置は、「トルク指示値」をモニタする。

[0031] ここで、それぞれの制御装置において異常が検知されていない状況で、トルク指示値に対するバッテリーの出力電流及び駆動用モータの回転数をモニタしたとしても、トルク指示値の入力に対する出力として駆動用モータの回転数をモニタすることは適切ではない。このため、トルク指示値に対して適切なバッテリーの出力電流値を判定することができない。したがって、インバータユニット及び駆動用モータの異常診断を二重化するには、トルク指示値がゼロでない場合にバッテリーの出力電流値がゼロになっていないかという基準で判定するしかできないことになる。これではトルク指示値がゼロではなく、バッテリーの出力電流値がゼロでないとしても、駆動用モータが回転しているか否かにかかわらず、インバータユニット及び駆動用モータの異常を検知することができない。言うまでもなく、インバータユニットの制御パラメータの異常を検知することもできない。

[0032] 図2は、力センサを備えていない制御システムにおいて、トルク指示値とバッテリーの出力電流値しか検出できない場合であって、それぞれのモジュールを司る制御装置が自己診断による異常を検知していない場合における、異常を判別するための診断表を示す。制御系の出力である車輪に伝達される駆動トルクを検出することができない場合、トルク指示値がゼロではないにもかかわらずバッテリーの出力電流がゼロになっているのであれば、それぞれの自己診断による異常が検知されていないことから、制御装置間の通信系の異常と判定することができる（No. 2）。一方、トルク指示値及びバッテリーの出力電流がともにゼロでない場合あるいはともにゼロである場合、システム全体としていずれかの箇所に異常があるとしても、車輪に伝達される駆動

トルクが適切であるか不明であることから異常を検知することができない（No. 1 及び 3）。この場合、簡易診断結果は「異常無し」となる。

[0033] これに対して、本実施形態に係る電動車両 1 の制御システム 10 は、制御系の出力である、車輪 3 に伝達される駆動トルクを検出可能な力センサ（第 2 センサ） 11 を備えている。制御装置 50 は、当該力センサ 11 により検出される駆動トルクの情報を用いることにより、制御システム 10 の異常診断が二重化される。特に、制御装置 50 は、駆動用モータ 7 の駆動を制御するための制御パラメータの異常を検知することが可能となる。

[0034] （2-2. 制御装置の構成）

図 3 は、制御装置 50 の構成の一例を示すブロック図である。制御装置 50 は、一つ又は複数のプロセッサと、当該プロセッサと通信可能に接続された RAM 又は ROM 等の一つ又は複数のメモリを備えて構成される。制御装置 50 の一部又は全部は、ファームウェア等の更新可能なもので構成されてもよく、また、プロセッサからの指令によって実行されるプログラムモジュール等であってもよい。

[0035] 制御装置 50 には、各車輪 3 に設けられた力センサ 11 が接続されている。また、制御装置 50 には、アクセルペダル 8 の操作量を検出するアクセルペダルセンサ 8a 及びステアリングホイール 6 の操舵角を検出する舵角センサ 6a が接続されている。さらに、制御装置 50 には、バッテリー管理装置 23 及びインバータユニット 30 が接続されている。制御装置 50 とそれぞれの機器は、専用線又は CAN (Controller Area Network) 等の通信バスを介して接続される。

[0036] 制御装置 50 は、処理部 51 及び記憶部 53 を備える。処理部 51 は、指示トルク算出部 61、バッテリー情報取得部 63、力センサ出力検出部 65、トルク出力制御部 67 及び診断部 69 を備えている。処理部 51 は、CPU 等の一つ又は複数のプロセッサであり、指示トルク算出部 61、バッテリー情報取得部 63、力センサ出力検出部 65、トルク出力制御部 67 及び診断部 69 の各部は、プロセッサによるコンピュータプログラムの実行により実現

される機能である。ただし、指示トルク算出部 6 1、バッテリー情報取得部 6 3、力センサ出力検出部 6 5、トルク出力制御部 6 7 及び診断部 6 9 の一部が、アナログ回路により構成されていてもよい。

[0037] 記憶部 5 3 は、RAM 又は ROM 等の一つ又は複数の記憶素子、あるいは、ハードディスク又は SSD 等の記録媒体を含んで構成される。記憶部 5 3 は、処理部 5 1 により実行されるコンピュータプログラムやコンピュータプログラムの実行に用いられる種々のパラメータの他、取得されたデータ、演算結果のデータ等を記憶する。

[0038] (2-2-1. 指示トルク算出部)

指示トルク算出部 6 1 は、アクセルペダルセンサ 8 a から出力されるセンサ信号が示すアクセルペダル 8 の操作量に基づいてトルク指示値  $Tq\_req$  を算出する。例えば指示トルク算出部 6 1 は、アクセルペダルの操作量とトルク指示値との関係を示す指示トルクマップを参照して、アクセルペダル 8 の操作量に対応するトルク指示値  $Tq\_req$  を求める。ここで求められるトルク指示値  $Tq\_req$  は、四つの駆動用モータ 7 L F, 7 R F, 7 L R, 7 R R から出力させるトルク指示値  $Tq\_req\_LF$ ,  $Tq\_req\_RF$ ,  $Tq\_req\_LR$ ,  $Tq\_req\_RR$  の和である。

[0039] また、指示トルク算出部 6 1 は、各駆動用モータ 7 L F, 7 R F, 7 L R, 7 R R に対してトルク指示値  $Tq\_req$  を配分し、各駆動用モータ 7 L F, 7 R F, 7 L R, 7 R R から出力させるトルク指示値  $Tq\_req\_LF$ ,  $Tq\_req\_RF$ ,  $Tq\_req\_LR$ ,  $Tq\_req\_RR$  を算出する。本実施形態の電動車両 1 は、各車輪 3 に対して一つの駆動用モータ 7 が設けられている。このため、指示トルク算出部 6 1 は、旋回走行時に発生する内輪差あるいは外輪差の影響、さらにはオーバーステアあるいはアンダーステアの影響が小さくなるように、駆動用モータ 7 ごとにトルク指示値  $Tq\_req\_LF$ ,  $Tq\_req\_RF$ ,  $Tq\_req\_LR$ ,  $Tq\_req\_RR$  を算出する。

[0040] ただし、一つの前輪駆動用モータで左前輪 3 L F 及び右前輪 3 R F を駆動する場合、一つの後輪駆動用モータで左後輪 3 L R 及び右後輪 3 R R を駆動

する場合、あるいは一つの駆動用モータで四つの車輪3を駆動する場合等、左右の車軸あるいは前後の駆動軸の間に差動機構が設けられている場合には、各駆動用モータに均等に駆動トルクを配分してもよい。また、電動車両1が自動運転可能な車両である場合、指示トルク算出部61は、自動運転を制御する制御装置が算出したトルク指示値 $Tq\_req$ に基づいて各駆動用モータ7のトルク指示値 $Tq\_req\_LF$ ,  $Tq\_req\_RF$ ,  $Tq\_req\_LR$ ,  $Tq\_req\_RR$ を算出する。

[0041] (2-2-2. バッテリ情報取得部)

バッテリ情報取得部63は、バッテリ管理装置23から送信されるバッテリ21の情報を取得する。バッテリ21の情報は、バッテリ21の開放電圧、出力電圧、出力電流及び温度の情報を含む。本実施形態では、バッテリ情報取得部63は、少なくとも電流センサ(第1センサ)25により検出されるバッテリ21の出力電流の検出値 $I_b$ の情報を取得する。

[0042] (2-2-3. カセンサ出力検出部)

カセンサ出力検出部65は、カセンサ(第2センサ)11から出力されるセンサ信号に基づいて各車輪3に作用する力を検出する。例えばカセンサ11が上述した6分力を検出するセンサである場合、カセンサ出力検出部65は、カセンサ11から出力される $x$   $y$   $z$ 方向それぞれの分力及び $x$   $y$   $z$ 方向それぞれの軸回りに作用するモーメントを示すセンサ信号(電圧値)を取得する。カセンサ出力検出部65は、センサ信号を増幅する増幅回路から出力される信号を取得するように構成されていてもよい。カセンサ出力検出部65は、少なくとも駆動用モータ7から出力された駆動トルク $Tq\_det$ に相当する $y$ 方向の軸回りに作用するモーメントを検出する。また、本実施形態では、カセンサ出力検出部65は、車輪3の駆動力 $F\_det$ に相当する $x$ 方向の分力を検出する。

[0043] (2-2-4. トルク出力制御部)

トルク出力制御部67は、各インバータ回路31LF, 31RF, 31LR, 31RRの駆動を制御し、各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRの駆動(力行)及び回生を制御する。駆動用モータ7から駆動トルクを

出力させる場合、トルク出力制御部67は、トルク指示値と供給電流との関係を示す基準トルク－電流特性マップの情報を参照して、指示トルク算出部61により求められたトルク指示値 $Tq\_req\_LF$ ,  $Tq\_req\_RF$ ,  $Tq\_req\_LR$ ,  $Tq\_req\_RR$ に基づいて各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRの目標供給電流 $I\_tgt\_LF$ ,  $I\_tgt\_RF$ ,  $I\_tgt\_LR$ ,  $I\_tgt\_RR$ を設定し、各インバータ回路31LF, 31RF, 31LR, 31RRの駆動を制御する。これにより、それぞれの駆動用モータ7に対して三相交流電流が供給され、駆動用モータ7が駆動することによりそれぞれの車輪3に対して駆動トルクが出力される。

[0044] また、本実施形態では、トルク出力制御部67は、診断部69により、あらかじめ設定されている基準トルク－電流特性マップと、供給電流と駆動トルクとの関係を求めた実トルク－電流特性とのずれが求められると、当該ずれの情報を用いて各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRの目標供給電流 $I\_tgt\_LF$ ,  $I\_tgt\_RF$ ,  $I\_tgt\_LR$ ,  $I\_tgt\_RR$ を補正してもよい。これにより、それぞれの駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRから、トルク指示値 $Tq\_req\_LF$ ,  $Tq\_req\_RF$ ,  $Tq\_req\_LR$ ,  $Tq\_req\_RR$ に応じた駆動トルクが出力されるようにインバータ回路31の駆動が制御される。

[0045] (2-2-5. 診断部)

診断部69は、制御システム10を診断する処理を実行する。本実施形態では、診断部69は、力センサ(第2センサ)11により検出される駆動用モータ7から出力される駆動トルク $Tq\_det$ の情報を用いて制御システム10の異常を判定するように構成されている。具体的に、診断部69は、力センサ11の検出結果、アクセルペダルセンサ8aの検出結果及び電流センサ25の検出結果に基づいて、駆動系の異常、通信系の異常又は機械/機構系の異常を判別する。駆動系の異常は、インバータユニット30及び駆動用モータ7に発生している異常である。通信系の異常は、各種センサと制御装置50との間の通信及び伝送回路、及び、制御装置50が複数の制御装置により構成される場合の制御装置間の通信及び伝送回路等に発生している異常であ

る。機械／機構系の異常は、車輪3のスタック等、駆動トルクが車輪3に伝達されても電動車両1を走行させることができない異常である。

[0046] なかでも、診断部69は、電流センサ（第1センサ）25により検出されるバッテリー21の出力電流の検出値 $I_b$ と、力センサ（第2センサ）11により検出される駆動用モータ7から出力される駆動トルク $Tq\_det$ との関係を示す実トルク－電流特性を算出し、あらかじめ設定されている基準トルク－電流特性と算出した実トルク－電流特性とのずれを判定する。これにより、診断部69は、駆動用モータ7の駆動を制御するための制御パラメータの異常を判定可能に構成されている。

[0047] 制御パラメータの異常は、例えばインバータ回路31への供給電流に対する駆動トルクの出力効率が低下している状態や、発熱により電気抵抗が上昇している状態等、トルク指示値 $Tq\_req$ に基づいて各インバータ回路31への供給電流を設定する場合に用いる基準トルク－電流特性と、実際に各インバータ回路へ供給される電流に対する各駆動用モータ7の駆動トルクの特性和が一致していない（ずれている）状態である。

[0048] 以下、診断部69による制御システム10の診断処理動作を詳しく説明する。

[0049] （2－3．診断処理動作）

続いて、本実施形態に係る電動車両1の制御装置50による具体的な処理動作の一例をフローチャートに沿って説明する。図4は、制御装置50により実行される診断処理を示すフローチャートである。なお、以下に説明する診断処理は、制御システム10の起動中に常時実行されてもよく、制御システム10の起動時や、所定の走行距離ごとあるいは所定の走行時間ごと等、適宜のタイミングで実行されるように設定されていてもよい。

[0050] まず、処理部51の診断部69は、指示トルク算出部61により算出されたトルク指示値 $Tq\_req$ を取得する（ステップS11）。次いで、診断部69は、取得したトルク指示値 $Tq\_req$ が正の値であるか否かを判定する（ステップS13）。トルク指示値 $Tq\_req$ がゼロである場合、つまり、トルク指示値 $T$

q\_reqが正の値でない場合（S 13 / No）、診断部69は、本ルーチンの処理を終了する。

[0051] 一方、トルク指示値Tq\_reqが正の値である場合（S 13 / Yes）、バッテリー情報取得部63が取得したバッテリー21の出力電流の検出値I\_bと、力センサ出力検出部65により検出された各車輪3LF, 3RF, 3LR, 3RRに伝達された駆動トルクの検出値Tq\_det\_LF, Tq\_det\_RF, Tq\_det\_LR, Tq\_det\_LLを取得する（ステップS 15）。各車輪3LF, 3RF, 3LR, 3RRに伝達された駆動トルクの検出値Tq\_det\_LF, Tq\_det\_RF, Tq\_det\_LR, Tq\_det\_LLは、力センサ11LF, 11RF, 11LR, 11RRから出力されるy方向の軸回りのモーメントとして検出される。

[0052] 次に、診断部69は、取得したバッテリー21の出力電流の検出値I\_bが正の値であるか否かを判定する（ステップS 17）。バッテリー21の出力電流の検出値I\_bがゼロである場合、つまり、バッテリー21の出力電流の検出値I\_bが正の値でない場合（S 17 / No）、診断部69は、通信及び伝送回路の異常フラグを立て（ステップS 19）、本ルーチンの処理を終了する。この場合、制御システム10全体としてトルク指示値Tq\_reqの入力があるにもかかわらずバッテリー21からの出力電流がない状態であるため、診断部69は、通信系の異常と判定するとともに、以降の異常診断処理ができない状態であるために本ルーチンの処理を終了する。

[0053] 一方、バッテリー21の出力電流の検出値I\_bが正の値である場合（S 17 / Yes）、診断部69は、取得した駆動トルクの検出値Tq\_det\_LF, Tq\_det\_RF, Tq\_det\_LR, Tq\_det\_LLの和Tq\_det\_t1が正の値であるか否かを判定する（ステップS 21）。駆動トルクの検出値Tq\_det\_LF, Tq\_det\_RF, Tq\_det\_LR, Tq\_det\_LLの和Tq\_det\_t1がゼロである場合、つまり、駆動トルクの検出値Tq\_det\_LF, Tq\_det\_RF, Tq\_det\_LR, Tq\_det\_LLの和Tq\_det\_t1が正の値でない場合（S 21 / No）、診断部69は、インバータユニット30及び駆動用モータ7を含む駆動系の異常フラグを立て（ステップS 23）、本ルーチンの処理を終了する。この場合、制御システム10全体としてトルク指示値Tq\_re

qの入力があり、バッテリー21からの出力電流があるにもかかわらず駆動トルクが出力されていない状態であるため、診断部69は、インバータユニット30及び駆動用モータ7のどこかに異常が発生していると判定するとともに、以降の異常診断処理ができない状態であるために本ルーチンの処理を終了する。

[0054] 一方、駆動トルクの検出値 $Tq\_det\_LF$ ,  $Tq\_det\_RF$ ,  $Tq\_det\_LR$ ,  $Tq\_det\_RR$ の和 $Tq\_det\_tl$ が正の値である場合 (S21 / Yes)、診断部69は、各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRについて、トルク-電流特性のずれを判定する (ステップS25)。

[0055] 図5は、トルク-電流特性のずれを判定する処理を示すフローチャートである。

まず、診断部69は、ステップS15で取得したバッテリー21の出力電流の検出値 $I\_b$ 及び各駆動用モータ7のトルク指示値 $Tq\_req$ の配分比に基づいて、各インバータ回路31LF, 31RF, 31LR, 31RRの供給電流 $I\_inv\_LF$ ,  $I\_inv\_RF$ ,  $I\_inv\_LR$ ,  $I\_inv\_RR$ を算出する (ステップS51)。具体的に、診断部69は、指示トルク算出部61で算出された四つの駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRのトルク指示値 $Tq\_req\_LF$ ,  $Tq\_req\_RF$ ,  $Tq\_req\_LR$ ,  $Tq\_req\_RR$ を参照してトルク指示値の配分比を求める。また、診断部69は、バッテリー21の出力電流の検出値 $I\_b$ にそれぞれ配分比を掛けて、各インバータ回路31LF, 31RF, 31LR, 31RRの供給電流 $I\_inv\_LF$ ,  $I\_inv\_RF$ ,  $I\_inv\_LR$ ,  $I\_inv\_RR$ を算出する。

[0056] 次いで、診断部69は、各駆動用モータ7について、算出した供給電流 $I\_inv$ とステップS15で取得した駆動トルク $Tq\_det$ とに基づいて実トルク-電流特性を求める (ステップS53)。具体的に、診断部69は、記憶部53に記録されている少なくとも一つの供給電流 $I\_inv$ 及び駆動トルク $Tq\_det$ のデータを参照し、供給電流 $I\_inv$ と駆動トルク $Tq\_det$ との関係を示す実トルク-電流特性を算出する。供給電流 $I\_inv$ 及び駆動トルク $Tq\_det$ のデータが多く存在する場合、診断部69は、供給電流 $I\_inv$ に対する駆動トルク $Tq\_det$ の特性

を示す近似線を求めてもよい。ただし、本実施形態では、少なくとも一点のデータについても実トルク－電流特性と呼ぶものとする。

[0057] 次いで、診断部69は、記憶部53に記録されている基準トルク－電流特性マップを参照し、基準トルク－電流特性と、算出した実トルク－電流特性とのずれを求める（ステップS55）。基準トルク－電流特性マップは、各駆動用モータ7のトルク指示値 $Tq\_req$ から目標供給電流 $I\_tgt$ を設定するためのマップであり、あらかじめ駆動用モータ7の仕様に依じて求められ記憶されている。例えば、図6に示すように、ステップS53において実トルク－電流特性の近似線 $C\_act$ が求められている場合、診断部69は、基準トルク－電流特性マップで設定されている特性線 $C0$ とのずれ $D$ を求める。

[0058] 記録されている供給電流 $I\_inv$ 及び駆動トルク $Tq\_det$ のデータが一点のみの場合、特性のずれ $D$ は、当該駆動トルク $Tq\_det$ と、基準トルク－電流特性マップでの同一の供給電流 $I\_inv$ に対するトルク指示値 $Tq\_req$ との差分（ $Tq\_det - Tq\_req$ ）であってよい。また、記録されている供給電流 $I\_inv$ 及び駆動トルク $Tq\_det$ のデータが複数点の場合、特性のずれ $D$ は、それぞれの駆動トルク $Tq\_det$ と、基準トルク－電流特性マップでの同一の供給電流 $I\_inv$ に対するトルク指示値 $Tq\_req$ との差分（ $Tq\_det - Tq\_req$ ）の平均値であってよい。また、実トルク－電流特性の近似線が求められている場合、特性のずれ $D$ は、あらかじめ設定された一つ又は複数の供給電流 $I\_inv$ における駆動トルク $Tq\_det$ とトルク指示値 $Tq\_req$ との差分（ $Tq\_det - Tq\_req$ ）の平均値であってよい。ただし、特性のずれ $D$ は上記の例に限定されるものではなく、任意の基準にしたがって求められてよい。

[0059] 図4に戻り、診断部69は、各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRについて、算出した実トルク－電流特性が適切であるか否かを判定する（ステップS27）。例えば診断部69は、ステップS55で求めた特性のずれ $D$ が所定の閾値未満である場合に実トルク－電流特性が適切であると判定してもよい。ただし、実トルク－電流特性が適切であるか否かの判定方法は特に限定されるものではない。例えば記憶されている供給電流 $I\_inv$ 及び駆

動トルク $Tq\_det$ のデータが複数存在する場合、すべてのデータのうち、特性のずれ $D$ が所定の閾値以上であるデータの数が所定の閾値以上の場合に実トルク－電流特性が適切でないとは判定してもよい。

[0060] 算出した実トルク－電流特性が適切でないとは判定した場合（S 27 / No）、診断部69は、実トルク－電流特性が適切でないとは判定した駆動用モータ7及びインバータ回路31の制御パラメータの異常フラグを立て（ステップS 29）、本ルーチンの処理を終了する。一方、算出した実トルク－電流特性が適切であると判定した場合（S 27 / Yes）、診断部69は、電動車両1が走行しているか否かを判定する（ステップS 31）。本実施形態では、診断部69は、力センサ11から出力されるx方向の分力である駆動力が、あらかじめ設定された座標系に基づいて車両1の前進を表す値になっている場合に電動車両1が走行していると判定する。ただし、診断部69は、電動車両1が走行しているか否かを、車輪3の回転数又は車速の情報に基づいて判定してもよく、カメラやLiDAR、レーダセンサ等の電動車両1の周囲を監視するセンサの検出データに基づいて判定してもよい。この場合、車両1の挙動をより総合的に判定することができ、一つの車輪のみによる判定基準ではなく車両1全体としての判定基準を設けることもできる。

[0061] 電動車両1が走行していない場合（S 31 / No）、診断部69は、機械／機構系の異常フラグを立て（ステップS 33）、本ルーチンを終了する。一方、電動車両1が走行している場合（S 31 / Yes）、診断部69は、記憶部53に記録されている診断表及び各種フラグの状態を参照する（ステップS 35）。診断表は、トルク指示の有無、電流センサ25の検出値、及び力センサ11の検出値の有無を比較することにより異常を判定するためのデータである。診断部69は、ここまでに取得したトルク指示値 $Tq\_req$ 、力センサ11により検出された駆動トルク $Tq\_det$ 及び駆動力 $F\_det$ 、並びに電流センサ25により検出された出力電流の検出値 $I\_b$ に基づいて、診断表を用いて異常の有無を判定する。

[0062] 図7は、診断表の一例を示している。

上述した力センサを備えていない制御システムの例では、トルク指示値及びバッテリーの出力電流がともにゼロでない場合あるいはともにゼロである場合、システム全体としていずれかの箇所に異常があるとしても、車輪に伝達される駆動トルクが適切であるか不明であることから異常を検知することができなかった（図2のNo. 1及び3）。これに対して、本実施形態に係る制御システム10では、力センサ11の検出値を用いることができることから、トルク指示値 $Tq\_req$ 及びバッテリー21の出力電流の検出値 $I\_b$ がともにゼロでない場合あるいはともにゼロである場合であっても、異常を検知することができる。

[0063] 具体的に、トルク指示値 $Tq\_req$ 及びバッテリー21の出力電流の検出値 $I\_b$ がともに正の値である場合（No. 1）、診断部69は、力センサ11により検出される駆動トルク $Tq\_det$ 及び駆動力 $F\_det$ に応じて以下のように判別する。力センサ11により検出される駆動トルク $Tq\_det$ 及び駆動力 $F\_det$ が、あらかじめ設定された座標系に基づいて車両1の前進を表す場合（No. 1-a）、診断部69は、正常と判定する。力センサ11により検出される駆動トルク $Tq\_det$ が正の値である一方駆動力 $F\_det$ がゼロの場合（No. 1-b）、制御システム10への入力から出力までは正常に行われているにもかかわらず電動車両1が走行していない状態であるため、診断部69は、機械／機構系の異常と判定する。力センサ11により検出される駆動トルク $Tq\_det$ がゼロの場合（No. 1-c, d）、制御システム10への入力に伴ってインバータユニット30への電力供給が行われているにもかかわらず駆動トルク $Tq\_det$ が出力されていない状態であるため、診断部69は、駆動系の異常と判定する。

[0064] また、トルク指示値 $Tq\_req$ が正の値である一方バッテリー21の出力電流の検出値 $I\_b$ がゼロである場合（No. 2）、診断部69は、図2の例と同様に、通信系の異常と判定する。

[0065] また、トルク指示値 $Tq\_req$ 及びバッテリー21の出力電流の検出値 $I\_b$ がともにゼロである場合（No. 3）、診断部69は、力センサ11により検出さ

れる駆動トルク $Tq\_det$ 及び駆動力 $F\_det$ に応じて以下のように判別する。カセンサ11により検出される駆動トルク $Tq\_det$ 及び駆動力 $F\_det$ がともに正の値、あるいは、いずれかが正の値である場合（No. 3-a, b）、制御システム10へのトルク指示がなくインバータユニット30への電力供給もされていないにもかかわらず駆動トルク $Tq\_det$ 又は駆動力 $F\_det$ が正の値になっている状態であるため、診断部69は、通信系の異常と判定する。ただし、この場合、バッテリーユニット20、インバータユニット30又は駆動用モータ7の異常の可能性も考えられる。カセンサ11により検出される駆動トルク $Tq\_det$ 及び駆動力 $F\_det$ がともにゼロの場合（No. 3-c）、制御システム10への入力がないことに伴って出力もない状態であるため、診断部69は、正常と判定する。

[0066] なお、診断表のNo. 1-bのケースは、ステップS33で機械／機構系の異常フラグが立てられるケースに相当する。また、診断表のNo. 2のケースは、ステップS19で通信系の異常フラグが立てられるケースに相当する。また、診断表のNo. 1-c, dのケースは、ステップS23で駆動系の異常フラグが立てられるケースに相当する。一方、ステップS29で立てられる制御パラメータ異常フラグは、診断表ではNo. 1-aのケースに該当し、トルク指示値 $Tq\_req$ 、カセンサ11の検出値及び電流センサ25の検出値の有無の比較によっては判別できない制御パラメータの異常を示す。

[0067] 診断部69は、診断表に基づき異常があると判定される場合に、該当するフラグが立てられていない場合には該当するフラグを立て（ステップS37）、本ルーチンの処理を終了する。ステップS19, S23, S29, S33においてすでにフラグが立てられている場合、当該フラグの状態が保持される。

[0068] 以上のようにして診断部69は、制御システム10の異常診断処理を実行する。各種異常が判別されると、診断部69は、ドライバに対して異常の発生を通知する。診断部69は、警告音、音声、画像表示、警告ランプ等のいずれか一つ又は複数の手段により異常の発生を通知する。その際に、併せて

異常個所が通知されてもよい。あるいは、ディーラーや修理工場において異常個所が分かるように、異常個所の記録を残しておいてもよい。また、診断部69は、制御システム10の異常が検知された場合、トルク指示値 $Tq\_req$ 又は出力される駆動トルクに制限をかけて電動車両1が危険な状態に陥らないようにしてもよい。

[0069] また、診断部69により、各駆動用モータ7の実トルク-電流特性が求められた場合、トルク出力制御部67は、基準トルク-電流特性と実トルク-電流特性とのずれの情報に基づいて各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRの目標供給電流 $I\_tgt\_LF$ ,  $I\_tgt\_RF$ ,  $I\_tgt\_LR$ ,  $I\_tgt\_RR$ を補正してもよい。

[0070] 図8は、目標供給電流補正処理を示す説明図である。

トルク出力制御部67は、診断部69により実行された異常診断処理の結果、制御パラメータの異常フラグが立てられているか否かを判定する(ステップS61)。制御パラメータの異常フラグが立てられていない場合(S61/No)、トルク出力制御部67は、目標供給電流 $I\_tgt\_LF$ ,  $I\_tgt\_RF$ ,  $I\_tgt\_LR$ ,  $I\_tgt\_RR$ の補正を実行せずに本ルーチンの処理を終了する。

[0071] 一方、制御パラメータの異常フラグが立てられている場合(S61/Yes)、トルク出力制御部67は、指示トルク算出部61で算出された各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRから出力させるトルク指示値 $Tq\_req\_LF$ ,  $Tq\_req\_RF$ ,  $Tq\_req\_LR$ ,  $Tq\_req\_RR$ を取得する(ステップS63)。次いで、トルク出力制御部67は、各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRについて、ステップS55で算出された基準トルク-電流特性と実トルク-電流特性とのずれDの情報を参照する(ステップS65)。

[0072] そして、トルク出力制御部67は、各駆動用モータ7LF, 7RF, 7LR, 7RRについて、特性のずれDに応じて目標供給電流 $I\_tgt\_LF$ ,  $I\_tgt\_RF$ ,  $I\_tgt\_LR$ ,  $I\_tgt\_RR$ を補正する(ステップS67)。具体的に、図6に示すように、ある駆動用モータ7のトルク指示値 $Tq\_req = Tq\_req\_a$ である場合、基準トルク-電流特性マップの特性線C0により得られる目標供給電流 $I\_tgt$

に基づいてインバータ回路 31 を駆動した場合、駆動用モータ 7 から出力される駆動トルク  $Tq\_det = Tq\_det\_b$  となって駆動トルクが不足する。したがって、トルク出力制御部 67 は、駆動用モータ 7 から出力される駆動トルク  $Tq\_det$  がトルク指示値  $Tq\_req\_a$  となるように目標供給電流  $I\_tgt'$  を補正する。

[0073] 例えば実トルク－電流特性の近似線  $Cact$  が求められている場合、トルク出力制御部 67 は、当該近似線  $Cact$  に基づいて目標供給電流  $I\_tgt$  を求める。あるいは、トルク出力制御部 67 は、特性のずれ  $D$  を算出したときのトルク指示値  $T\_req$  に対するずれ  $D$  の比率を目標供給電流  $I\_tgt$  にかけた補正分を求め、目標供給電流  $I\_tgt$  に加算してもよい。ただし、目標供給電流  $I\_tgt$  の補正方法は特に限定されるものではない。

[0074] 以上説明したように、本実施形態に係る制御システム 10 は、力センサ 11 を備えているため、トルク指示値  $Tq\_req$ 、力センサ 11 の検出値及び電流センサ 25 の検出値の比較により、機械／機構系の異常、通信系の異常及び駆動系の異常を判別することができる。これにより、制御システム 10 に異常がある場合に、高い確度で異常箇所を判別することができる。したがって、複数の駆動用モータ 7 を備える制御システム 10 において、どの駆動用モータ 7 に異常が発生しているかを判別することができる。ひいては、いずれかの駆動用モータ 7 に異常が発生しているのか、又は、制御システム 10 全体として異常が発生しているのかを判別することができる。

[0075] 図 9 を参照して、どの駆動用モータ 7 に異常が発生しているかを判別することができることを説明する。図 9 は、左右の前輪にそれぞれ駆動用モータが設けられた電動車両において、制御システムに対して入力されるトルク指示値  $Tq\_req$ 、電動車両 1 の車速  $V$ 、バッテリー 21 の出力電流の検出値  $I\_b$ 、左前輪に伝達される駆動トルクの検出値  $Tq\_det\_LF$ 、右前輪に伝達される駆動トルクの検出値  $Tq\_det\_RF$ 、及び左右の駆動トルクの和  $Tq\_det\_tl$  を示している。横軸は時間  $t$  を示す。

[0076] 図 9 に示すように、トルク指示値  $Tq\_req$  及びバッテリー 21 の出力電流の検出値  $I\_b$  をモニタするだけでは、時刻  $t1$  におけるバッテリー 21 の出力電流の急

激な低下が、トルク指示値 $Tq\_req$ に対して始動トルクの突入電流が落ち着いたことによる事象であるのか、異常によるものであるのかを判別することができない。しかしながら、各駆動用モータ7LF, 7RFから出力されて車輪3LF, 3RFに伝達される駆動トルクの検出値 $Tq\_det\_LF$ ,  $Tq\_det\_RF$ をモニタすることにより、トルク指示値 $Tq\_req$ に対して左前輪3LFの駆動用モータ7LFが停止していることが検知される。

[0077] また、本実施形態に係る制御システム10は、力センサ11を備えているため、トルク指示値 $Tq\_req$ 、力センサ11の検出値及び電流センサ25の検出値を比較するだけでは検知できない制御パラメータの異常を判定することができる。したがって、制御システム10の各構成要素に生じている異常だけでなく、駆動用モータ7を制御するための制御パラメータの異常を検知することができる。

[0078] さらに、本実施形態に係る制御装置50は、基準トルク-電流特性と実トルク-電流特性とのずれに応じて、駆動用モータ7への目標供給電流 $I\_tgt$ を補正することができる。これにより、制御パラメータの異常が生じている場合であっても、トルク指示値 $Tq\_req$ に応じた駆動トルクを出力させることができ、ドライバの違和感を低減することができる。

[0079] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示はかかる例に限定されない。本開示の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

## 符号の説明

[0080] 1：電動車両、3：車輪、5：車軸、7：駆動用モータ、8a：アクセルペダルセンサ、10：制御システム、11：力センサ、20：バッテリーユニット、21：バッテリー、23：バッテリー管理装置、25：電流センサ、30：インバータユニット、31：インバータ回路、50：制御装置、51：処理

部、53：記憶部、61：指示トルク算出部、63：バッテリー情報取得部、  
65：カセンサ出力検出部、67：トルク出力制御部、69：診断部

## 請求の範囲

- [請求項1] 駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、前記駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御システムに適用される電動車両の制御装置であって、
- 一つ又は複数のプロセッサと、前記プロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、
- 前記プロセッサは、
- 第1センサにより検出される前記バッテリーの出力電流の検出値と、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と、を取得し、
- 前記インバータ回路への供給電流と前記車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示す実トルク－電流特性を算出し、
- あらかじめ前記駆動用モータのトルク指示値と前記駆動用モータへの目標供給電流との関係を設定した基準トルク－電流特性と、算出した前記実トルク－電流特性と、のずれを判定する、電動車両の制御装置。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記電動車両の制御システムの異常診断処理を実行する機能を備え、
- 前記プロセッサは、
- 前記トルク指示値、前記バッテリーの出力電流の検出値、前記車輪に伝達される駆動トルクの検出値、及び、前記基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれの情報、に基づいて、前記駆動用モータの制御パラメータの異常を判定する、請求項1に記載の電動車両の制御装置。
- [請求項3] 前記少なくとも一つの駆動用モータは、前輪側又は後輪側のいずれか一方又は両方に左右独立した複数の駆動用モータを含み、
- 前記インバータ回路は、前記複数の駆動用モータをそれぞれ駆動させる複数のインバータ回路を含み、

前記プロセッサは、

それぞれの前記駆動用モータごとに前記トルク－電流特性を算出するとともに、前記基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれに基づいてそれぞれの前記駆動用モータの制御パラメータの異常を判定する、請求項2に記載の電動車両の制御装置。

[請求項4]

前記プロセッサは、

前記基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれに基づいて前記駆動用モータへの目標供給電流を補正する、請求項1に記載の電動車両の制御装置。

[請求項5]

駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、前記駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御システムに適用される電動車両の制御装置であって、

第1センサにより検出される前記バッテリーの出力電流の検出値、及び、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値を取得する取得部と、

前記バッテリーの出力電流と前記車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示すトルク－電流特性を算出するトルク－電流特性算出部と、

あらかじめ設定された基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれを判定する判定部と、

を備えた、電動車両の制御装置。

[請求項6]

駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、前記駆動用モータを駆動するインバータ回路、及び車輪に作用する力を検出する力センサを備えた電動車両の制御システムを搭載した電動車両であって、

前記電動車両の制御システムを制御する制御装置は、一つ又は複数のプロセッサと、前記プロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、

前記プロセッサは、

第1センサにより検出される前記バッテリーの出力電流の検出値と、  
第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と  
、を取得し、

前記バッテリーの出力電流と前記車輪に伝達される駆動トルクとの関  
係を示すトルク－電流特性を算出し、

あらかじめ設定された基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特  
性とのずれを判定する、電動車両。

[請求項7]

駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、前記  
駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御シス  
テムに適用されるコンピュータプログラムを記録した記録媒体であっ  
て、

一つ又は複数のプロセッサに、

第1センサにより検出される前記バッテリーの出力電流の検出値と、  
第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と  
、を取得することと、

前記インバータ回路への供給電流と前記車輪に伝達される駆動トル  
クとの関係を示す実トルク－電流特性を算出することと、

あらかじめ前記駆動用モータのトルク指示値と前記駆動用モータへ  
の目標供給電流との関係を設定した基準トルク－電流特性と、算出し  
た前記実トルク－電流特性と、のずれを判定することと、

を含む処理を実行させるコンピュータプログラムを記録した記録媒  
体。

**補正された請求の範囲**  
**[2022年3月23日(23.03.2022) 国際事務局受理]**

- [請求項 1] (補正後) 駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、前記駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御システムに適用される電動車両の制御装置であって、
- 一つ又は複数のプロセッサと、前記プロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、
- 前記プロセッサは、
- 第1センサにより検出される前記バッテリーの出力電流の検出値と、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と、を取得し、
- 前記インバータ回路への供給電流と前記車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示す実トルク-電流特性を算出し、
- あらかじめ前記駆動用モータのトルク指示値と前記駆動用モータへの目標供給電流との関係を設定した基準トルク-電流特性と、算出した前記実トルク-電流特性と、のずれを判定し、
- 前記トルク指示値、前記バッテリーの出力電流の検出値、前記車輪に伝達される駆動トルクの検出値、及び、前記基準トルク-電流特性と前記トルク-電流特性とのずれの情報、に基づいて、前記駆動用モータの制御パラメータの異常を判定する、電動車両の制御装置。
- [請求項 2] (削除)
- [請求項 3] (補正後) 前記少なくとも一つの駆動用モータは、前輪側又は後輪側のいずれか一方又は両方に左右独立した複数の駆動用モータを含み、
- 前記インバータ回路は、前記複数の駆動用モータをそれぞれ駆動させる複数のインバータ回路を含み、
- 前記プロセッサは、
- それぞれの前記駆動用モータごとに前記トルク-電流特性を算出するとともに、前記基準トルク-電流特性と前記トルク-電流特性とのずれに基づいてそれぞれの前記駆動用モータの制御パラメータの異常を判定する、請求項 1 に記載の電動車両の制御装置。

[請求項4] 前記プロセッサは、  
前記基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれに基づいて前記駆動用モータへの目標供給電流を補正する、請求項1に記載の電動車両の制御装置。

[請求項5] (補正後) 駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、前記駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御システムに適用される電動車両の制御装置であって、

第1センサにより検出される前記バッテリーの出力電流の検出値、及び、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値を取得する取得部と、

前記バッテリーの出力電流と前記車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示すトルク－電流特性を算出するトルク－電流特性算出部と、

あらかじめ設定された基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれを判定し、前記駆動用モータのトルク指示値、前記バッテリーの出力電流の検出値、前記車輪に伝達される駆動トルクの検出値、及び、前記基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれの情報、に基づいて、前記駆動用モータの制御パラメータの異常を判定する診断部と、

を備えた、電動車両の制御装置。

[請求項6] (補正後) 駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、前記駆動用モータを駆動するインバータ回路、及び車輪に作用する力を検出する力センサを備えた電動車両の制御システムを搭載した電動車両であって、

前記電動車両の制御システムを制御する制御装置は、一つ又は複数のプロセッサと、前記プロセッサと通信可能に接続された一つ又は複数のメモリと、を備え、

前記プロセッサは、

第1センサにより検出される前記バッテリーの出力電流の検出値と、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と、

を取得し、

前記バッテリーの出力電流と前記車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示すトルク－電流特性を算出し、

あらかじめ設定された基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれを判定し、

前記駆動用モータのトルク指示値、前記バッテリーの出力電流の検出値、前記車輪に伝達される駆動トルクの検出値、及び、前記基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれの情報、に基づいて、前記駆動用モータの制御パラメータの異常を判定する、電動車両。

[請求項7] (補正後) 駆動トルクを出力する少なくとも一つの駆動用モータ、及び、前記駆動用モータを駆動するインバータ回路を備えた電動車両の制御システムに適用されるコンピュータプログラムを記録した記録媒体であって、

一つ又は複数のプロセッサに、

第1センサにより検出される前記バッテリーの出力電流の検出値と、第2センサにより検出される車輪に伝達される駆動トルクの検出値と、を取得することと、

前記インバータ回路への供給電流と前記車輪に伝達される駆動トルクとの関係を示す実トルク－電流特性を算出することと、

あらかじめ前記駆動用モータのトルク指示値と前記駆動用モータへの目標供給電流との関係を設定した基準トルク－電流特性と、算出した前記実トルク－電流特性と、のずれを判定することと、

前記トルク指示値、前記バッテリーの出力電流の検出値、前記車輪に伝達される駆動トルクの検出値、及び、前記基準トルク－電流特性と前記トルク－電流特性とのずれの情報、に基づいて、前記駆動用モータの制御パラメータの異常を判定することと、

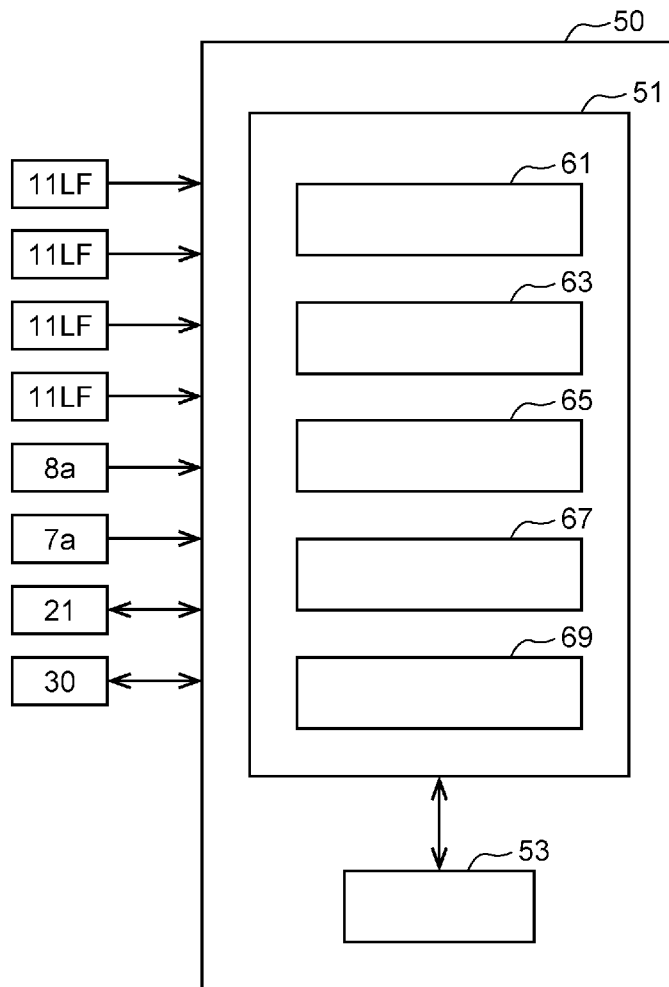
を含む処理を実行させるコンピュータプログラムを記録した記録媒体。



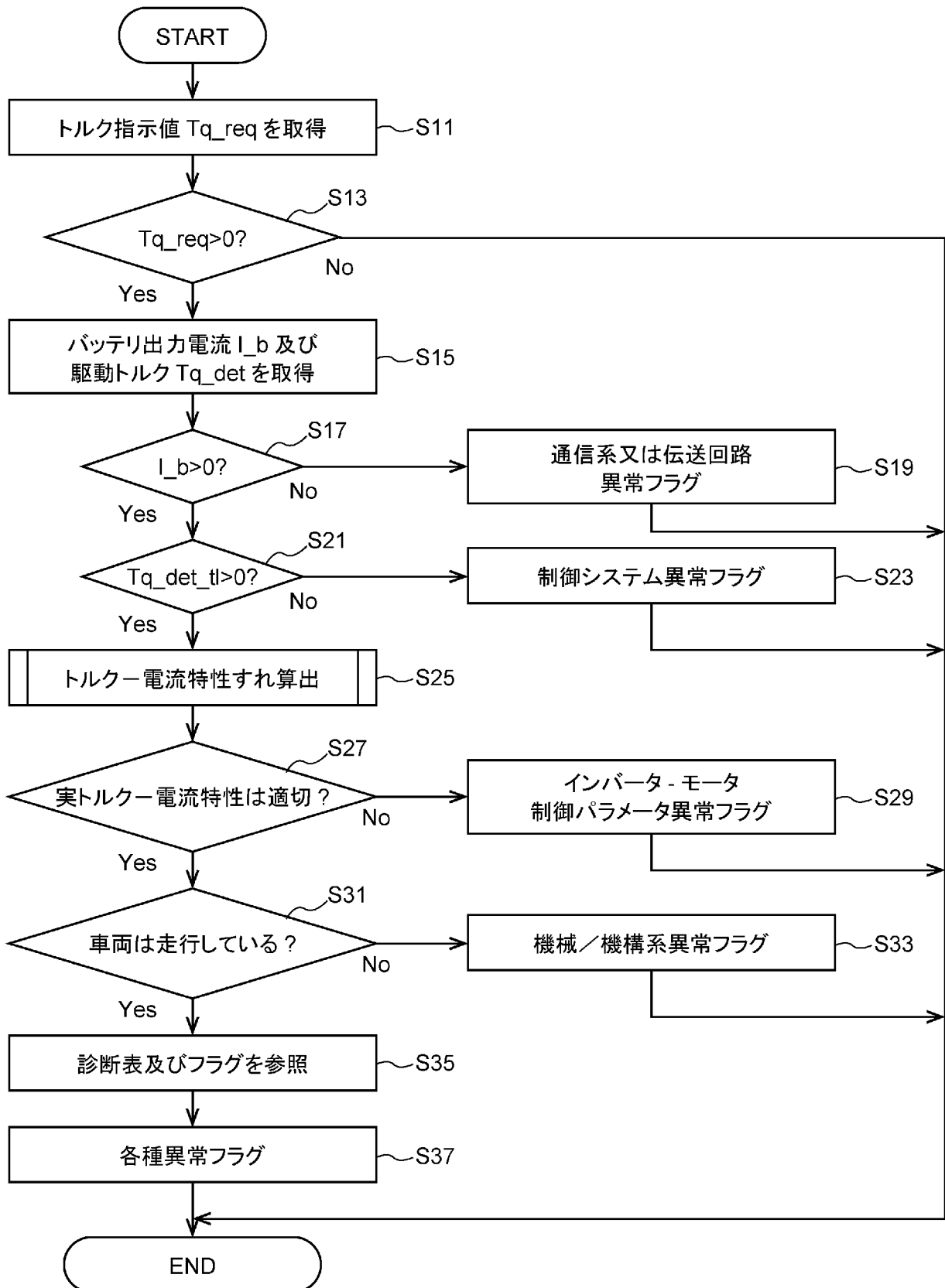
[図2]

No.	アクセルペダル センサ		電流センサ		通信系/ 高電圧回路	トルク制御ユニット		バッテリー制御ユニット		タイヤ等その他	異常判定
	トルク要求	バッテリー電流	インバータ	モータ		インバータ	バッテリー				
1	あり	あり				判定不能					異常無し
2	あり	なし			x	○	○	○	○	—	通信系異常
3	なし	なし				判定不能					異常無し

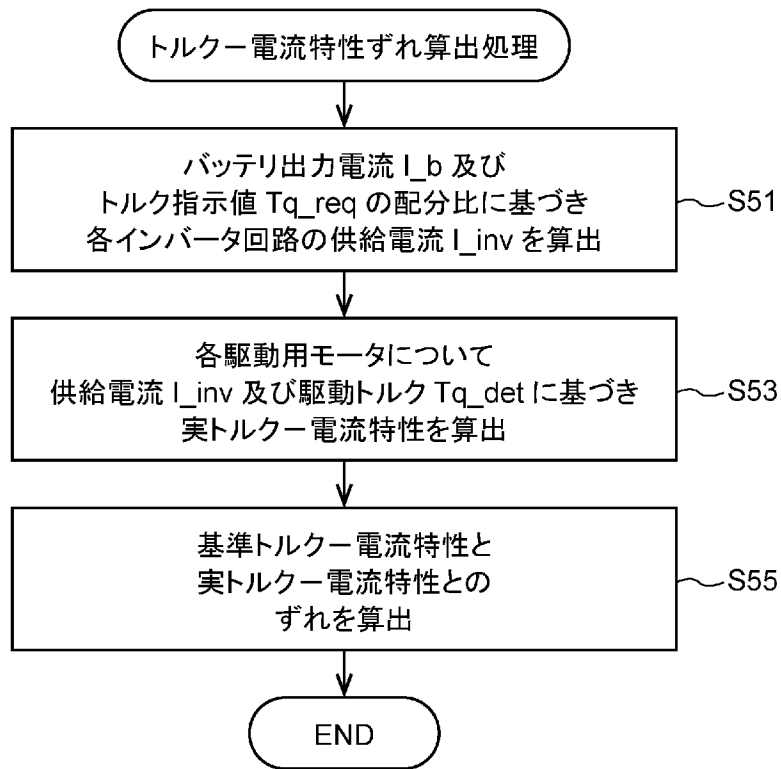
[図3]



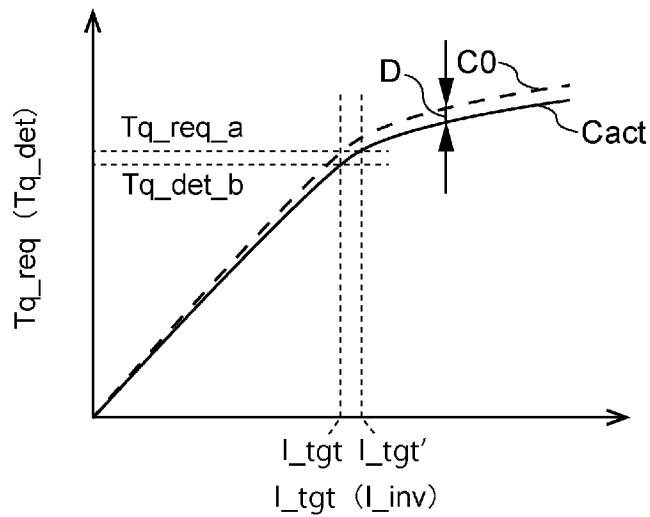
[図4]



[図5]



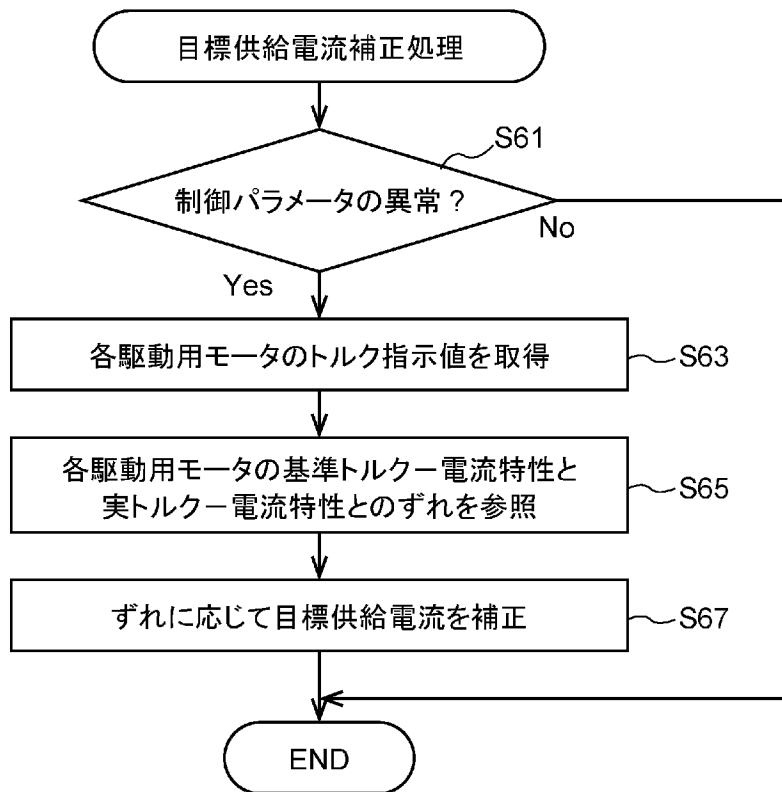
[図6]



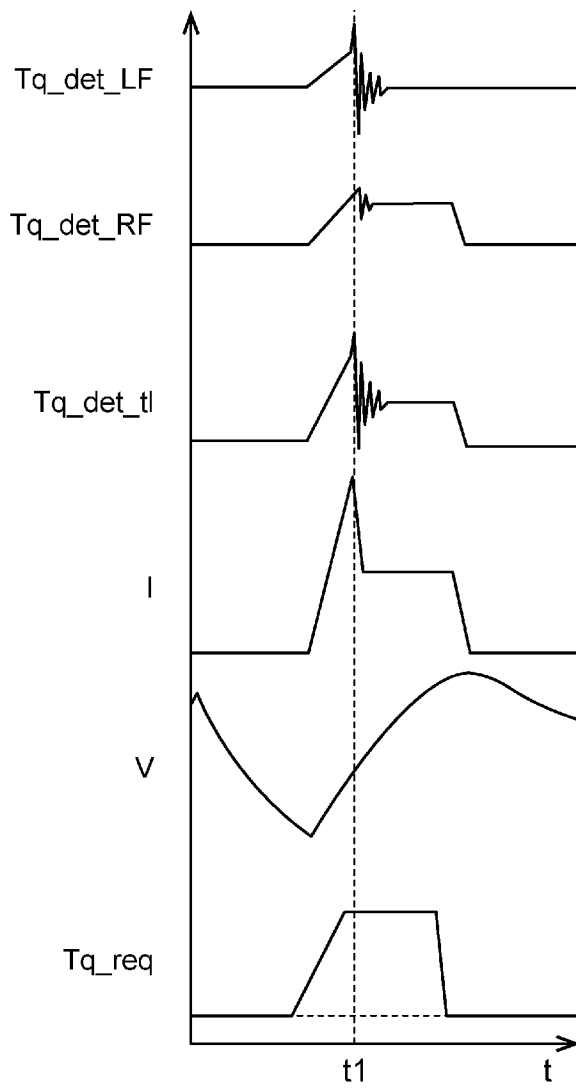
[図7]

No.	カセンサ		アクセルペダル センサ	電流センサ バッテリー電流	通信系/ 高電圧回路	トルク制御ユニット		バッテリー制御ユニット		タイヤ等その他	異常判定		
	駆動トルク	駆動力				インバータ	モータ	バッテリー					
1	a	あり	あり	あり	○	○	○	○	○	○	正常		
	b	あり	なし			○	○	○	○	×	×	機械/機構系異常	
	c	なし	あり			×	×	×	×	○	×	×	駆動系異常
		なし	なし			×	×	○	×	○	—	—	駆動系異常
2	あり又はなし		あり	なし	×	○	○	○	○	—	通信系異常		
3	a	あり	あり	なし	×	△	△	△	△	—	通信系異常		
	b	いずれか一方が あり				△	△	△	△	△	—	通信系異常	
		c	なし			なし	○	○	○	○	○	○	正常

[図8]



[図9]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/035777

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>B60L 3/00</i> (2019.01)i; <i>B60L 9/18</i> (2006.01)i; <i>B60L 15/20</i> (2006.01)i FI: B60L3/00 N; B60L15/20 Z; B60L9/18 J		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60L15/20; B60L3/00; B60L9/18		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2017-153358 A (NTN TOYO BEARING CO LTD) 31 August 2017 (2017-08-31) paragraphs [0013]-[0031], fig. 1-5	1, 4-7 2-3
A	WO 2019/130563 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 04 July 2019 (2019-07-04) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2021-114866 A (DENSO CORP) 05 August 2021 (2021-08-05) entire text, all drawings	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>10 December 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>21 December 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/035777**

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2017-153358 A	31 August 2017	(Family: none)	
WO 2019/130563 A1	04 July 2019	US 2020/0317058 A1 entire text, all drawings	
JP 2021-114866 A	05 August 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60L 3/00(2019.01)i; B60L 9/18(2006.01)i; B60L 15/20(2006.01)i FI: B60L3/00 N; B60L15/20 Z; B60L9/18 J		
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）） B60L15/20; B60L3/00; B60L9/18 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 A	JP 2017-153358 A (NTN株式会社) 31.08.2017 (2017-08-31) 段落0013-0031, 図1-5	1,4-7 2-3
A	WO 2019/130563 A1 (三菱電機株式会社) 04.07.2019 (2019-07-04) 全文、全図	1-7
A	JP 2021-114866 A (株式会社デンソー) 05.08.2021 (2021-08-05) 全文、全図	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、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 10.12.2021	国際調査報告の発送日 21.12.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 佐々木 淳 3H 4477 電話番号 03-3581-1101 内線 3316	

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/035777

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-153358 A	31.08.2017	(ファミリーなし)	
WO 2019/130563 A1	04.07.2019	US 2020/0317058 A1 全文、全図	
JP 2021-114866 A	05.08.2021	(ファミリーなし)	