

(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
2022年3月24日(24.03.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/059615 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 29/028 (2016.01) H02P 29/68 (2016.01)
H02P 25/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/033308

(22) 国際出願日: 2021年9月10日(10.09.2021)

(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 2020-156738 2020年9月17日(17.09.2020) JP

(71) 出願人: 日立Astemo株式会社(HITACHI
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 松岡 淳 (MATSUOKA, Atsushi);
〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番
地 日立Astemo株式会社内 Ibaraki (JP).

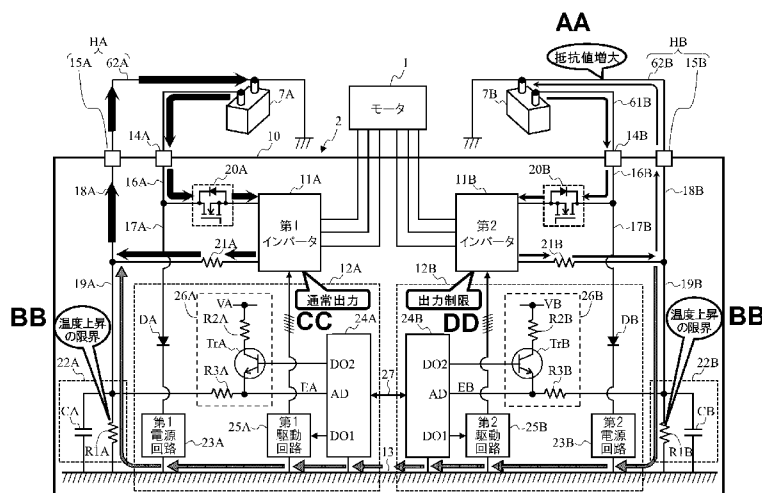
(74) 代理人: 小川 護晃, 外(OGAWA, Moriaki et al.);
〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目13番
5号赤坂エイトワンビル7階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: ELECTRONIC CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 電子制御装置



- 1 Motor
- 11A First inverter
- 11B Second inverter
- 23A First power supply circuit
- 23B Second power supply circuit
- 25A First driving circuit
- 25B Second driving circuit
- AA Increase in resistance value
- BB Limit of temperature rise
- CC Normal output
- DD Output limitation

(57) Abstract: The present invention delays the start of current limitation within a range in which a low heat-resistant component inside an ECU does not exceed the limit of heat resistance or durability due to a temperature rise without performing instant current limitation in an abnormal system, even when it is detected that an abnormal increase in resistance value occurs in one among two GND harness systems.

(57) 要約: 2つのシステムのGNDハーネスのうち一方に抵抗値増大異常が発生したことが検知されても、直ちに異常システムの電流制限を行わず、ECUの内部の低耐熱部品が温度上昇により耐熱性や耐久性の限界を超えない範囲で電流制限の開始を遅延化する。

[続葉有]

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)）

明 細 書

発明の名称：電子制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、複数系統に冗長構成された車載システムにおいて系統ごとに独立して通電制御を行う電子制御装置に関する。

背景技術

[0002] 電子制御装置（ＥＣＵ）には、複数系統に冗長構成された車載システムにおいて系統ごとに独立して通電制御を行うことで、一部の系統に異常が発生したときに異常系統の通電制御を制限して正常系統で通電制御を継続するものが知られている。例えば特許文献１に記載されるように、ＥＰＳ（Electric Power Steering）システムにおいて、２つの独立した巻線組を有するモータに対して巻線組ごとに通電制御を行う系統を２つ備えたものが知られている。このＥＰＳシステムでは、仮に一方の系統が故障しても他方の系統で通電制御を継続することで操舵力のアシストを停止しないようにしている。

[0003] このような電子制御装置では、系統間における制御系のグラウンド電位の相対的変動やこれに対する差動信号方式採用によるコスト上昇を回避すべく、２系統に共通の制御系グラウンドを備えている。このため、一方の系統のグラウンドハーネスにオープン故障等の抵抗値増大異常が発生すると、一方の系統から他方の系統へ制御系グラウンドを介して電流が流れ込み、他方の系統のグラウンドハーネスに過剰な電流が流れてしまう。そこで、制御系グラウンドに流れる電流を検出し、この電流に基づいてグラウンドハーネスの抵抗値増大異常を検知したときにモータの電流制限を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１９－１８７１３４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、一方の系統のグラウンドハーネスに抵抗値増大異常が発生した場合、他方の系統のグラウンドハーネスの温度上昇よりも、制御系グラウンドを流れる電流による電子制御装置内の部品の温度上昇の方が耐熱性や耐久性の観点で厳しくなることが想定される。このような想定の下でも、電子制御装置内の部品の温度上昇は、耐熱性や耐久性の観点から規定される限界値まで直ちに到達せず、経時的に大きくなっていくことが知見として得られている。

[0006] しかしながら、上記のEPSシステムでは、グラウンドハーネスの抵抗値増大異常を検知すると異常時処理として直ちに電流制限を行うため、電子制御装置内の部品の温度上昇に限界値までの余裕があるか否かにかかわらずシステム機能が制限されてしまっていた。

[0007] そこで、本発明は以上のような問題点に鑑み、複数系統に冗長構成された車載システムにおいて一部の系統の異常によって当該系統のシステム機能が制限されるまでの時間を可及的に長期化させる電子制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る電子制御装置では、第1電源に接続された第1正極コネクタおよび第1負極コネクタと、第2電源に接続された第2正極コネクタおよび第2負極コネクタと、第1正極コネクタおよび第1負極コネクタに接続され、電動モータの第1巻線組に通電して駆動する第1インバータと、第2正極コネクタおよび第2負極コネクタに接続され、電動モータの第2巻線組に通電して駆動する第2インバータと、第1負極コネクタと第2負極コネクタとに接続されるグラウンド部と、第1負極コネクタとグラウンド部との間、または、第2負極コネクタとグラウンド部との間に設けられたセンサ部と、センサ部の出力信号に基づいて、第1負極コネクタと第2負極コネクタとの間でグラウンド部を介して流れる電流を検出可能な電流検出回路と、マイクロコンピュータであって、第1正極コネクタおよび第1負極コネクタに接続され、第1インバータの出力を制御する第1マイクロコンピュータと、第2正極コネクタおよび第2負極コネクタに接続され、第2インバータの出力を制御する第

2 マイクロコンピュータと、を有し、第1 マイクロコンピュータおよび第2 マイクロコンピュータは、電流検出回路の出力電圧に基づいて電子制御装置の内部の上昇温度を推定し、第1 マイクロコンピュータが上昇温度に基づいて第1 インバータから出力される電流の制限を開始するか、あるいは、第2 マイクロコンピュータが上昇温度に基づいて第2 インバータから出力される電流の制限を開始する、マイクロコンピュータと、を備える。

発明の効果

[0009] 本発明に係る電子制御装置によれば、複数系統に冗長構成された車載システムにおいて一部の系統の異常によって当該系統のシステム機能が制限されるまでの時間を可及的に長期化させることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]電動ステアリングシステムの一例を示す概略構成図である。

[図2]第1 実施形態に係るECUの内部構成の一例を示す回路図である。

[図3]同ECUのインバータおよびモータの内部の一例を示す回路図である。

[図4]同ECUにおける正常時の電流経路を示す回路構成図である。

[図5]同ECUにおける異常時の電流経路を示す回路構成図である。

[図6]同ECUで異常時処理を行ったときの電流経路を示す回路図である。

[図7]同ECUで別の異常時処理を行ったときの電流経路を示す回路図である。

[図8]第2 実施形態に係るECUの内部構成の要部を示す回路図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付された図面を参照し、本発明を実施するための実施形態について詳述する。

[0012] [第1 実施形態]

図1は、第1 実施形態における電動ステアリングシステムの一例を示す。電動ステアリングシステム100は、運転者がステアリング操作を行う車両1000の通常運転では、ステアリングホイール1001による操舵トルクで一对の操向輪1002を転舵させる際に、操舵トルクをアシストするパワ

ーステアリングとして機能する。

[0013] ステアリングホイール１００１の操作によって発生する操舵トルクは、ステアリングシャフト１００３等を介して、ピニオンシャフト１００４に接続されたピニオンギア１００５に伝達される。伝達された操舵トルクによるピニオンギア１００５の回転運動は、ピニオンギア１００５と噛合するラックギア１００６によって車幅方向の直線運動に変換され、この直線運動によってラックギア１００６に接続された一对の操舵機構１００７が作動する。これにより一对の操舵機構１００７にそれぞれ接続された操向輪１００２が転舵するが、パワーステアリングでは、一对の操舵機構１００７への操舵トルクの伝達経路に対して、操舵トルクを補助するアシストトルクを加えるように構成される。

[0014] 図示の例では、電動ステアリングシステム１００は、モータ１、および、コンピュータを内蔵してモータ１の駆動制御を行う電動ステアリング制御装置（以下、単に「ＥＣＵ」という）２を備える。また、電動ステアリングシステム１００は、ステアリングシャフト１００３を内包するステアリングコラム１００８に、操舵角センサ３、操舵トルクセンサ４、および、モータ１の出力を減速してステアリングシャフト１００３に伝達する減速機５を備える。

[0015] ＥＣＵ２は、操舵角センサ３からの操舵角検出信号ＳＡ、操舵トルクセンサ４からの操舵トルク検出信号ＳＴおよび車速センサ６からの車速検出信号ＳＶ等、各種信号を入力するように構成される。また、ＥＣＵ２は、入力した各種信号から得られる、操舵角、操舵トルクおよび車速等に基づいてアシストトルクの目標値（目標トルク）を算出し、モータ１が発生するトルクが目標トルクに近づくように、モータ１の回転駆動を制御する。そして、モータ１が発生するトルクが減速機５を介してステアリングシャフト１００３へ伝達され、これにより、車両１０００の運転状態に応じたアシストトルクで操舵力をアシストしている。

[0016] 一方、電動ステアリングシステム１００は、車両１０００の自動運転では

自動操舵装置として機能し、かかる機能を発揮するために、外界認識装置 8 および自動運転コントローラ 9 をさらに備える。外界認識装置 8 は、例えばカメラ等であり、車両 1000 の外界情報等を取得するように構成される。自動運転コントローラ 9 は、車両 1000 の自動運転を行う場合に、自動運転要求信号 S_{auto} を出力するように構成される。また、自動運転コントローラ 9 は、外界認識装置 8 で取得された外界情報等に基づいてステリングホイール 1001 の目標操舵角を算出し、目標操舵角情報を含む操舵角指令信号 S_{A*} を出力するように構成される。ECU 2 は、自動運転要求信号 S_{auto} を入力すると、操舵角検出信号 S_A から取得した現在の操舵角が、操舵角指令信号 S_{A*} から取得した目標操舵角に近づくように、モータ 1 の回転駆動を制御する。モータ 1 が発生するトルクが減速機 5 を介してステアリングシャフト 1003 へ伝達され、これにより、車両 1000 の自動運転が行われる。

[0017] 電動ステアリングシステム 100 は、第 1 車載バッテリー（外部電源）7A から ECU 2 を介してモータ 1 へ電源が供給される電気系統と、第 2 車載バッテリー（外部電源）7B から ECU 2 を介してモータ 1 へ電源が供給される電気系統と、で 2 系統に冗長化が図られている。これにより、一方の電気系統で異常が発生した場合でも、他方の電気系統でモータ 1 への電源供給を継続して、電動ステアリングシステム 100 の機能を維持するようにしている。以下、モータ 1 および ECU 2 において、第 1 車載バッテリー 7A から電源が供給される電気系統を「第 1 電気系統」というものとし、第 1 電気系統の構成要素に付す参照符号には「A」を含める。同様に、モータ 1 および ECU 2 において、第 2 車載バッテリー 7B から電源が供給される電気系統を「第 2 電気系統」というものとし、第 2 電気系統の構成要素に付す参照符号には「B」を含める。

[0018] 図 2 は、電動ステアリングシステム 100 における ECU 2 の内部構成例を示す。図 2 における ECU 2 では、図 1 の電動ステアリングシステム 100 における ECU 2 のうち、車両 1000 の通常運転（非自動運転）に用いられる構成を抽出して示す。

[0019] ECU 2 のハウジング 10 の内部には、第 1 車載バッテリー 7 A を電源とする第 1 電気系統として、モータ 1 の巻線のうち後述する第 1 巻線組を駆動する第 1 インバータ 11 A と第 1 インバータ 11 A の出力を制御する第 1 制御回路 12 A とが收容される。

また、ECU 2 のハウジング 10 の内部には、第 2 車載バッテリー 7 B を電源とする第 2 電気系統として、モータ 1 の巻線のうち後述する第 2 巻線組を駆動する第 2 インバータ 11 B と第 2 インバータ 11 B の出力を制御する第 2 制御回路 12 B とが收容される。

第 1 制御回路 12 A および第 2 制御回路 12 B は ECU 2 内の制御系共通グラウンド 13 によりグラウンドを共有している。

[0020] ECU 2 のハウジング 10 の内外を電氣的に接続する部品として、第 1 電気系統には第 1 正極コネクタ 14 A および第 1 負極コネクタ 15 A が設けられ、第 2 電気系統には第 2 正極コネクタ 14 B および第 2 負極コネクタ 15 B が設けられる。

[0021] 第 1 正極コネクタ 14 A は、第 1 電源正極ライン 61 A を介して第 1 車載バッテリー 7 A の正極に電氣的に接続され、第 1 負極コネクタ 15 A は、第 1 電源負極ライン 62 A を介して第 1 車載バッテリー 7 A の負極に電氣的に接続される。

第 2 正極コネクタ 14 B は、第 2 電源正極ライン 61 B を介して第 2 車載バッテリー 7 B の正極に電氣的に接続され、第 2 負極コネクタ 15 B は、第 2 電源負極ライン 62 B を介して第 2 車載バッテリー 7 B の負極に電氣的に接続される。

[0022] 第 1 車載バッテリー 7 A および第 2 車載バッテリー 7 B の 2 つの負極はそれぞれ車両 1000 のボディアースへ電氣的に接続されている。以下において、第 1 負極コネクタ 15 A および第 1 電源負極ライン 62 A からなる構成を第 1 グラウンド (GND) ハーネス HA といい、第 2 負極コネクタ 15 B および第 2 電源負極ライン 62 B からなる構成を第 2 グラウンド (GND) ハーネス HB というものとする。

[0023] 第1正極コネクタ14Aは、ECU2のハウジング10の内部において、第1正極ライン16Aを介して第1インバータ11Aの正極側母線に電氣的に接続される。第1正極ライン16Aから分岐する第1分岐正極ライン17Aは、第1制御回路12Aのうち後述する電源回路に電氣的に接続される。第1分岐正極ライン17Aは、第1正極コネクタ14Aの内部で第1正極ライン16Aから分岐してもよい。

第2正極コネクタ14Bは、ECU2のハウジング10の内部において、第2正極ライン16Bを介して第2インバータ11Bの正極側母線に電氣的に接続される。第2正極ライン16Bから分岐する第2分岐正極ライン17Bは、第2制御回路12Bのうち後述する電源回路に電氣的に接続される。第2分岐正極ライン17Bは、第2正極コネクタ14Bの内部で第2正極ライン16Bから分岐してもよい。

[0024] 第1負極コネクタ15Aは、ECU2のハウジング10の内部において、第1負極ライン18Aを介して第1インバータ11Aの負極側母線と電氣的に接続される。第1負極ライン18Aから分岐する第1分岐負極ライン19Aは制御系共通グランド13に電氣的に接続される。これにより、第1インバータ11Aの負極側母線および制御系共通グランド13は、第1GNDハーネスHAを介して第1車載バッテリー7Aの負極と電氣的に接続される。第1分岐負極ライン19Aは、第1負極コネクタ15Aの内部で第1負極ライン18Aから分岐してもよい。

第2負極コネクタ15Bは、ECU2のハウジング10の内部において、第2負極ライン18Bを介して第2インバータ11Bの負極側母線と電氣的に接続される。第2負極ライン18Bから分岐する第2分岐負極ライン19Bは制御系共通グランド13に電氣的に接続される。これにより、第2インバータ11Bの負極側母線および制御系共通グランド13は、第2GNDハーネスHBを介して第2車載バッテリー7Bの負極と電氣的に接続される。第2分岐負極ライン19Bは、第2負極コネクタ15Bの内部で第2負極ライン18から分岐してもよい。

[0025] 第1正極ライン16Aのうち第1分岐正極ライン17Aの分岐点よりも第1インバータ11A側には、例えばMOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) 等の半導体素子で構成された第1電源リレー20Aが配置される。第1電源リレー20Aは、外部から入力した制御信号に応じてオンおよびオフ動作し、オン状態のときに第1車載バッテリー7Aから第1インバータ11Aへ電源供給がなされ、オフ状態のときに第1車載バッテリー7Aから第1インバータ11Aへの電源供給が遮断される。

第2正極ライン16Bのうち第2分岐正極ライン17Bの分岐点よりも第2インバータ11B側には、第1電源リレー20Aと同様の第2電源リレー20Bが配置される。第2電源リレー20Bは、外部から入力した制御信号に応じてオンおよびオフ動作し、オン状態のときに第2車載バッテリー7Bから第2インバータ11Bへ電源供給がなされ、オフ状態のときに第2車載バッテリー7Bから第2インバータ11Bへの電源供給が遮断される。

[0026] 第1負極ライン18Aのうち第1分岐負極ライン19Aの分岐点よりも第1インバータ11A側には、モータ1の巻線のうち後述する第1巻線組に流れる相電流を検出するための第1シャント抵抗器21Aが配置される。

第2負極ライン18Bのうち第2分岐負極ライン19Bの分岐点よりも第2インバータ11B側には、モータ1の巻線のうち後述する第2巻線組に流れる相電流を検出するための第2シャント抵抗器21Bが配置される。

[0027] 第1分岐負極ライン19Aには、これに流れる電流すなわち2つの電気系統間で制御系共通グラウンドを介して流れる電流（以下、「共通グラウンド電流」という）を検出するための第1電流－電圧変換素子22Aが配置される。

第2分岐負極ライン19Bには、これに流れる電流すなわち共通グラウンド電流を検出するための第2電流－電圧変換素子22Bが配置される。

[0028] 図示の例では、第1電流－電圧変換素子22Aは、並列接続された抵抗器R1AとコンデンサC Aとで構成され、第2電流－電圧変換素子22Bは、並列接続された抵抗器R1BとコンデンサC1Bとで構成される。抵抗器R1A、R1Bは、検出した電流を電圧に変換するセンサ部に相当するもので

ある。コンデンサC A、C Bはそれぞれ、対応するインバータ1 1 A、1 1 Bの負極側と制御系共通グランド1 3との間における過渡的な電位差の発生を抑制するものであり、必要に応じて設ければよい。なお、説明の便宜上、抵抗器R 1 A、R 1 Bは同じ抵抗値を有しているものとする。

[0029] 第1制御回路1 2 Aは、第1インバータ1 1 Aの出力を制御するものであり、第1電源回路2 3 A、第1マイクロコンピュータ（以下、「第1マイコン」という）2 4 A、第1駆動回路2 5 Aおよび第1電流検出回路2 6 A等を備える。

第2制御回路1 2 Bは、第2インバータ1 1 Bの出力を制御するものであり、第2電源回路2 3 B、第2マイクロコンピュータ（以下、「第2マイコン」という）2 4 Bおよび第2駆動回路2 5 B、第2電流検出回路2 6 B等を備える。

電源回路2 3 A、2 3 B、マイコン2 4 A、2 4 B、駆動回路2 5 A、2 5 Bはそれぞれ制御系共通グランド1 3に接続されている。

[0030] 第1電源回路2 3 Aは、第1分岐正極ライン1 7 Aと電氣的に接続されて第1車載バッテリー7 Aの電源電圧が印加され、例えば5ボルトの第1内部電源電圧V Aを生成する。第1内部電源電圧V Aは、第1マイコン2 4 A、第1駆動回路2 5 Aおよび第1電流検出回路2 6 Aへ供給される。第1分岐正極ライン1 7 Aには、第1電源回路2 3 Aから第1正極コネクタ1 4 Aへの逆流を抑制すべくダイオードD Aが配置される。

第2電源回路2 3 Bは、第2分岐正極ライン1 7 Bと電氣的に接続されて第2車載バッテリー7 Bの電源電圧が印加され、例えば5ボルトの第2内部電源電圧V Bを生成する。第2内部電源電圧V Bは、第2マイコン2 4 B、第2駆動回路2 5 Bおよび第2電流検出回路2 6 Bへ供給される。第2分岐正極ライン1 7 Bには、第2電源回路2 3 Bから第2正極コネクタ1 4 Bへの逆流を抑制すべくダイオードD Bが配置される。

[0031] マイコン2 4 A、2 4 Bはそれぞれ、CPU（Central Processing Unit）等のプロセッサや、ROM（Read Only Memory）等の不揮発性メモリ、RA

M (Random Access Memory) 等の揮発性メモリ、および、入出力インタフェース等を備えている。マイコン 24 A, 24 B は通信線 27 を介して通信可能に構成されている。

[0032] マイコン 24 A, 24 B は、上記のように目標トルクを算出し、この目標トルクに基づいてモータ 1 の通電量（例えば q 軸電流）の目標値である目標電流値を算出する。マイコン 24 A, 24 B は、目標電流値とインバータ 24 A, 24 B の所定の出力比率（例えば 50% : 50%）とに基づいて、各電気系統における系統別目標電流値を算出する。以下、第 1 電気系統の目標電流値を第 1 目標電流値といい、第 2 電気系統の目標電流値を第 2 目標電流値という。

[0033] 第 1 マイコン 24 A は、第 1 シャント抵抗器 21 A で検出された相電流の検出値に基づいてモータ 1 の第 1 電気系統に係る通電量を算出し、この通電量が第 1 目標電流値に近づくように電流制御を行う。具体的には、第 1 マイコン 24 A は、P I 制御等を用いて、第 1 電気系統に係る通電量と第 1 目標電流値との差分に基づいて、第 1 インバータ制御信号を生成する。この第 1 インバータ制御信号は、第 1 インバータ 11 A の出力を制御するための信号である。

第 2 マイコン 24 B は、第 2 シャント抵抗器 21 B で検出された相電流の検出値に基づいてモータ 1 の第 2 電気系統に係る通電量を算出し、この通電量が第 2 目標電流値に近づくように電流制御を行う。具体的には、第 2 マイコン 24 B は、P I 制御等を用いて、第 2 電気系統に係る通電量と第 2 目標電流値との偏差に基づいて、第 2 インバータ制御信号を生成する。この第 2 インバータ制御信号は、第 2 インバータ 11 B の出力を制御するための信号である。

マイコン 24 A, 24 B で生成されるインバータ制御信号としては、例えば PWM (Pulse Width Modulation) 信号が生成される。マイコン 24 A, 24 B はそれぞれ生成したインバータ制御信号をデジタル出力端子 D O 1 から出力する。

[0034] また、マイコン 24 A, 24 B はそれぞれ、電流検出回路 26 A, 26 B のうち自系統の電流検出回路の出力電圧に基づいて自系統のグランドハーネスに例えばオープン故障等の抵抗値増大異常が発生したか否かを判定する異常診断を行う。マイコン 24 A, 24 B は、通信線 27 により通信を行って、少なくとも自系統及び他系統の異常診断において取得した情報を共有する。

[0035] 第 1 駆動回路 25 A は、第 1 マイコン 24 A のデジタル出力端子 DO 1 から出力された第 1 インバータ制御信号を、第 1 インバータ 11 A のスイッチング素子を駆動するためのゲート駆動信号に変換して出力する。

第 2 駆動回路 25 B は、第 2 マイコン 24 B のデジタル出力端子 DO 1 から出力された第 2 インバータ制御信号を、第 2 インバータ 11 B のスイッチング素子を駆動するためのゲート駆動信号に変換して出力する。

[0036] 電流検出回路 26 A, 26 B は、マイコン 24 A, 24 B に電源電圧が供給されていることを前提として、インバータ 11 A, 11 B の出力停止中と出力中とのいずれにおいても、GND ハーネス HA, HB の異常診断に用いられる。

[0037] 第 1 電流検出回路 26 A は、比較的簡単な構成であり、増幅回路やバッファ回路を介さずに直接的に第 1 電流－電圧変換素子 22 A を用いて共通グランド電流（電流の大きさおよび方向）を検出する回路である。図示の例では、第 1 電流検出回路 26 A は、NPN トランジスタ Tr A と抵抗器 R 2 A, R 3 A とで構成される。NPN トランジスタ Tr A のコレクタ端子には、抵抗器 R 2 A を介して第 1 電源回路 23 A から第 1 内部電源電圧 VA が供給される。NPN トランジスタ Tr A のベース端子は、第 1 マイコン 24 A のデジタル出力端子 DO 2 に接続される。NPN トランジスタ Tr A のエミッタ端子は、抵抗器 R 3 A を介して、第 1 分岐負極ライン 19 A のうち抵抗器 R 1 A を挟んで制御系共通グランド 13 と反対側に接続される。NPN トランジスタ Tr A のエミッタ端子と抵抗器 R 3 A との間の通電路は、第 1 マイコン 24 A のアナログ入力端子 AD に接続され、かかる通電路の電圧が第 1 電

流検出回路 26 A の出力電圧 E A となる。

[0038] 第 2 電流検出回路 26 B は、第 1 電流検出回路 26 A と同様に、増幅回路やバッファ回路を介さずに直接的に第 2 電流－電圧変換素子 22 B を用いて共通グランド電流（電流の大きさおよび方向）を検出する回路である。図示の例では、第 2 電流検出回路 26 B は、NPN トランジスタ Tr B と抵抗器 R 2 B, R 3 B とで構成される。NPN トランジスタ Tr B のコレクタ端子には、抵抗器 R 2 B を介して第 2 電源回路 23 B から第 2 内部電源電圧 V B が供給される。NPN トランジスタ Tr B のベース端子は、第 2 マイコン 24 B のデジタル出力端子 DO 2 に接続される。NPN トランジスタ Tr B のエミッタ端子は、抵抗器 R 3 B を介して、第 2 分岐負極ライン 19 B のうち抵抗器 R 1 B を挟んで制御系共通グランド 13 と反対側に接続される。NPN トランジスタ Tr B のエミッタ端子と抵抗器 R 3 B との間の通電路は、第 2 マイコン 24 B のアナログ入力端子 A D に接続され、かかる通電路の電圧が第 2 電流検出回路 26 B の出力電圧 E B となる。

[0039] 上記のように構成された電流検出回路 26 A, 26 B において、インバータ 11 A, 11 B の出力停止中には、第 1 マイコン 24 A の制御により NPN トランジスタ Tr A がオン状態に設定されるとともに、第 2 マイコン 24 B の制御により NPN トランジスタ Tr B がオン状態に設定される。一方、インバータ 11 A, 11 B の出力中には、第 1 マイコン 24 A の制御により NPN トランジスタ Tr A がオフ状態に設定されるとともに、第 2 マイコン 24 B の制御により NPN トランジスタ Tr B がオフ状態に設定される。

[0040] 第 1 マイコン 24 A は、第 1 電流検出回路 26 A の出力電圧 E A をアナログ入力端子 A D に入力して変換したデジタルデータに基づいて、第 1 GND ハーネス H A に抵抗値増大異常が発生したか否かを判定する。また、第 2 マイコン 24 B は、第 2 電流検出回路 26 B の出力電圧 E B をアナログ入力端子 A D に入力して変換したデジタルデータに基づいて、第 2 GND ハーネス H B に抵抗値増大異常が発生したか否かを判定する。

[0041] 図 3 は、モータ 1、並びに、ECU 2 におけるインバータ 11 A, 11 B

の内部構成の一例を示す。モータ 1 は、3 相ブラシレスモータであり、例えば筒状のステータ（図示省略）とステータの中央部に回転可能に取り付けられた永久磁石回転子としてのロータ R とを備える。ステータは、第 1 電気系統の第 1 巻線組 C A および第 2 電気系統の第 2 巻線組 C B の互いに独立した 2 組の巻線組を含む。第 1 巻線組 C A は、第 1 インバータ 1 1 A によって駆動され、U 相コイル U A、V 相コイル V A および W 相コイル W A が Y 結線された 3 相巻線からなる。また、第 2 巻線組 C B は、第 2 インバータ 1 1 B によって駆動され、U 相コイル U B、V 相コイル V B および W 相コイル W B が Y 結線された 3 相巻線からなる。第 1 巻線組 C A および第 2 巻線組 C B は、互いに絶縁された状態でステータに巻き回され、磁気回路を共有している。

[0042] 第 1 インバータ 1 1 A では、第 1 正極ライン 1 6 A に接続された正極側母線 L A p と第 1 負極ライン 1 8 A に接続された負極側母線 L A n との間に、U 相アーム、V 相アームおよび W 相アームが並列に接続される。U 相アームは上アームのスイッチング素子 U A p と下アームのスイッチング素子 U A n とが直列接続されて構成される。V 相アームは上アームのスイッチング素子 V A p と下アームのスイッチング素子 V A n とが直列接続されて構成される。W 相アームは上アームのスイッチング素子 W A p と下アームのスイッチング素子 W A n とが直列接続されて構成される。そして、U 相アームの 2 つのスイッチング素子 U A p、U A n 間が U 相コイル U A に接続され、V 相アームの 2 つのスイッチング素子 V A p、V A n 間が V 相コイル V A に接続され、W 相アームの 2 つのスイッチング素子 W A p、W A n 間が W 相コイル W A に接続される。これにより、第 1 インバータ 1 1 A の各相アームにおける 2 つのスイッチング素子間が、モータ 1 の第 1 巻線組 C A のうち対応する位相のコイルに接続されて、3 相ブリッジ回路が構成される。

[0043] また、第 2 インバータ 1 1 B では、第 2 正極ライン 1 6 B に接続された正極側母線 L B p と第 2 負極ライン 1 8 B に接続された負極側母線 L B n との間に、U 相アーム、V 相アームおよび W 相アームが並列に接続される。U 相アームは上アームのスイッチング素子 U B p と下アームのスイッチング素子

UB_nとが直列接続されて構成される。V相アームは上アームのスイッチング素子VB_pと下アームのスイッチング素子VB_nとが直列接続されて構成される。W相アームは上アームのスイッチング素子WB_pと下アームのスイッチング素子WB_nとが直列接続されて構成される。そして、U相アームの2つのスイッチング素子UB_p、UB_n間がU相コイルUBに接続され、V相アームの2つのスイッチング素子VB_p、VB_n間がV相コイルVBに接続され、W相アームの2つのスイッチング素子WB_p、WB_n間がW相コイルWBに接続される。これにより、第2インバータ11Bの各相アームにおける2つのスイッチング素子間が、モータ1の第2巻線組CBのうち対応する位相のコイルに接続されて、3相ブリッジ回路が構成される。

[0044] インバータ11A、11Bのスイッチング素子UA_p～WB_nはそれぞれ、逆並列の還流ダイオードを有し、マイコン24A、24Bから出力されたインバータ制御信号で制御可能な電力制御用半導体素子である。インバータ11A、11Bのスイッチング素子UA_p～WB_nには、例えば、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Metal Field Effect Transistor) またはIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等を適用可能である。図示の例では、インバータ11A、11Bのスイッチング素子UA_p～WB_nとして、nチャネルMOSFETが用いられ、その寄生ダイオードが還流ダイオードとして用いられる。

[0045] このように構成されたECU2において、インバータ11A、11Bの出力中に流れる電流を図4および図5を参照して説明する。なお、本発明はインバータ11A、11Bの出力中にGNDハーネスHA、HBの抵抗値増大異常に対して行う電流制限に関するものであるので、インバータ11A、11Bの出力停止中に流れる電流の説明については、特開2019-187134号公報に譲り、省略する。

[0046] 図4は、GNDハーネスHA、HBの2つの抵抗値がいずれも正常である、すなわち、2つの抵抗値が略同一である正常状態でインバータ11A、11Bの出力中におけるECU2の電流経路を示す。インバータ11A、11

Bは出力中であるので、電流検出回路26A、26BのNPNトランジスタTrA、TrBはいずれもオフ状態となっている。

- [0047] 第1電気系統では、図4の太実線矢印で示すように、第1車載バッテリー7Aの正極から負極へ向けて以下の経路で電流が流れる。すなわち、正極から負極へ流れる電流は、第1電源正極ライン61A、第1正極コネクタ14A、第1電源リレー20A、第1インバータ11A、第1シャント抵抗器21A、第1GNDハーネスHAの順番で経由する。このとき、第1電流検出回路26Aの出力電圧EAはグランド電位あるいはその近傍値（以下、単に「グランド電位」という） V_0 となる。
- [0048] 第2電気系統では、図4の太実線矢印で示すように、第2車載バッテリー7Bの正極から負極へ向けて以下の経路で比較的大きな電流が流れる。すなわち、正極から負極へ流れる電流は、第2電源正極ライン61B、第2正極コネクタ14B、第2電源リレー20B、第2インバータ11B、第2シャント抵抗器21B、第2GNDハーネスHBの順番で経由する。このとき、第2電流検出回路26Bの出力電圧EBはグランド電位 V_0 となる。
- [0049] 図5は、第1GNDハーネスHAの抵抗値が正常であり、かつ、第2GNDハーネスHBの抵抗値が増大している異常状態で、インバータ11A、11Bの出力中におけるECU2の電流経路を示す。
- [0050] 第1電気系統では、正常状態と同様に、第1車載バッテリー7Aの正極から負極へ向けて以下の経路で電流が流れる（太実線矢印参照）。すなわち、正極から負極へ流れる電流は、第1電源正極ライン61A、第1正極コネクタ14A、第1電源リレー20A、第1インバータ11A、第1シャント抵抗器21A、第1GNDハーネスHAの順番で経由する。このとき、第1電流検出回路26Aの出力電圧EAは、正常状態と同様に、グランド電位 V_0 となる。
- [0051] 一方、第2電気系統では、第2車載バッテリー7Bの正極から第2シャント抵抗器21Bまで、第2電源正極ライン61B、第2正極コネクタ14B、第2電源リレー20B、第2インバータ11Bの順番で電流が流れるのは正

常状態と同様である（太実線矢印参照）。しかし、第2 GNDハーネスHBに抵抗値増大異常が発生しているため、第2シャント抵抗器21Bから、第2分岐負極ライン19Bを介して制御系共通グランド13へ電流が流れるようになる。この電流はさらに、第1分岐負極ライン19Aおよび第1負極ライン18Aを介して第1 GNDハーネスHAへ流れる。このため、第1 GNDハーネスHAおよび第2 GNDハーネスHBの2つの抵抗値の差分が増大するに従って、第2電気系統から第1電気系統へ流れる共通グランド電流も増大する。共通グランド電流が増大すると、抵抗器R1A、R1Bにおける電圧降下は大きくなるので、第2電流検出回路26Bの出力電圧EBはグランド電位 V_0 から上昇する。このとき、第2電流検出回路26Bの出力電圧EBは、共通グランド電流の大きさを間接的に示していることになる。

[0052] 図示省略するが、第2 GNDハーネスHBの抵抗値が正常であり、かつ、第1 GNDハーネスHAの抵抗値が増大している異常状態であるときには、第1電流検出回路26Aの出力電圧EAは、第2電流検出回路26Bの出力電圧EBと同様に上昇する。このとき、第1電流検出回路26Aの出力電圧EAは共通グランド電流の大きさを間接的に示していることとなる。

[0053] 上記のように、正常状態と異常状態との間で出力電圧EA、EBが変化する。このため、異常診断において、マイコン24A、24Bは出力電圧EA、EBを取得し、取得した出力電圧EA、EBに基づいてGNDハーネスHA、HBに抵抗値増大異常が発生したか否かを判定する。すなわち、マイコン24A、24Bは、出力電圧EAおよび出力電圧EBがいずれもグランド電位 V_0 から乖離していない（具体的には所定電圧 V_{th1} 未満である）と判定したときには、GNDハーネスHA、HBに抵抗値増大異常は発生していないと判定する。一方、マイコン24A、24Bは、出力電圧EAがグランド電位 V_0 から乖離している（具体的には所定電圧 V_{th1} 以上である）と判定したときには、第1電気系統から第2電気系統へ共通グランド電流が流れていると判断して、第1 GNDハーネスHAに抵抗値増大異常が発生したと判定する。また、マイコン24A、24Bは、出力電圧EBがグランド電位 V_0 か

ら乖離している（具体的には所定電圧 V_{th1} 以上である）と判定したときには、第2電気系統から第1電気系統へ共通グランド電流が流れていると判断して、第2GNDハーネスHBに抵抗値増大異常が発生したと判定する。

[0054] なお、マイコン24A、24Bのいずれかにおいて、自系統の電流検出回路の出力電圧がグランド電位 V_0 から乖離したと判定した場合には、他系統の電流検出回路の出力電圧の情報の受信を待たずに、自系統のGNDハーネスに抵抗値増大異常が発生したと判定してもよい。

[0055] 図6は、図5の異常状態に対して異常時処理を行ったときにECU2に流れる電流を示す。第2マイコン24Bは、異常診断において第2GNDハーネスHBに抵抗値増大異常が発生したと判定すると、設定されている第2目標電流値にかかわらず異常時処理として自系統のインバータ出力について電流制限を行なう。ただし、第2マイコン24Bは、抵抗器R1A、R1Bの通電に伴うジュール熱によってECU2のうち最も早期に耐熱性や耐久性の限界を超えるおそれがある部品（以下、「低耐熱部品」という）の上昇温度に基づいて自系統の電流制限を開始するタイミングを決定する。図6では、低耐熱部品を抵抗器R1A、R1Bとしているが、これに限らず、マイコン24A、24B等であってもよい。

[0056] 低耐熱部品の上昇温度としては、共通グランド電流が流れ始めてから時刻 t が経過したときの低耐熱部品の過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ を用いて、低耐熱部品の温度上昇が飽和したときの飽和上昇温度 ΔT_c に1次遅れを考慮する。

[0057] 例えば、過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ は、飽和上昇温度 ΔT_c 、低耐熱部品の熱容量 C [J/K] と抵抗器R1Aまたは抵抗器R1Bの発熱源から低耐熱部品における耐熱性や耐久性の限界を決定する対象部分までの熱抵抗 θ [K/W] とを用いて下式で示される。

$$\Delta T(t) = \Delta T_c \times (1 - e^{-(t/\theta C)}) \dots (1)$$

[0058] ここで、低耐熱部品の飽和上昇温度 ΔT_c は、抵抗器R1A、R1Bの消費電力 P と熱抵抗 θ を用いて下式で示される。

$$\Delta T_c = P \times \theta \cdots (2)$$

[0059] また、抵抗器 R 1 A, R 1 B の消費電力 P は、共通グランド電流 i と抵抗器 R 1 A, R 1 B の抵抗値 r を用いて下式で示される。

$$P = i^2 \times r \cdots (3)$$

[0060] 第 2 マイコン 2 4 B は、上式 (1) ~ (3) を用いて、各制御周期において低耐熱部品の過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ を算出することができる。このとき、上式 (1) の時刻 t には、GND ハーネス H A, H B のいずれか一方に抵抗値増大異常が発生していると診断してからのカウント時間が代入される。また、上式 (3) の共通グランド電流 i には、第 2 電流検出回路 2 6 B の出力電圧 E B に基づいて取得した共通グランド電流の大きさが代入される。なお、上式 (1) ~ (3) の諸定数である、熱容量 C、熱抵抗 θ および抵抗値 r は実験やシミュレーション等によって予め得られて第 2 マイコン 2 4 B の ROM 等に格納され、過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ の算出の際に ROM 等から読み出されて用いられる。

[0061] また、共通グランド電流が流れ始めてから時刻 t が経過したときの低耐熱部品の絶対温度である過渡絶対温度 T (t) は雰囲気温度 T a を用いて下式で示される。

$$T(t) = \Delta T(t) + T_a \cdots (4)$$

[0062] ECU 2 がその内部の雰囲気温度を計測するためのサーミスタ（図示省略）を備えている場合には、第 2 マイコン 2 4 B は、各制御周期において、サーミスタの出力信号に基づいて雰囲気温度を取得し、取得データを上式 (4) の雰囲気温度 T a に代入して過渡絶対温度 T (t) を算出できる。

[0063] そして、第 2 マイコン 2 4 B は、低耐熱部品の過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ が低耐熱部品の耐ヒートサイクル性能から許容される上昇温度である所定の限界上昇温度 ΔT_{lim} まで上昇したときに、すなわち、上昇温度条件が成立したときに、電流制限を開始する。

[0064] あるいは、第 2 マイコン 2 4 B は、低耐熱部品の過渡絶対温度 T (t) が低耐熱部品の耐熱性能から許容される絶対温度である所定の限界絶対温度 T_{lim}

i_m まで上昇したときに、すなわち、絶対温度条件が成立したときに、電流制限を開始する。

[0065] 第2マイコン24Bが過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ および過渡絶対温度 $T(t)$ の2つに基づいて電流制限の開始タイミングを決定している場合には、上昇温度条件および絶対温度条件の少なくとも一方が成立したときに、電流制限を開始すればよい。

[0066] 低耐熱部品として、例えば抵抗器R1A、R1Aのように同様の耐熱性や耐久性を有するものが2つ以上ある場合には、いずれか1つの低耐熱部品において上昇温度条件および絶対温度条件の少なくとも1つが成立したときに電流制限を開始すればよい。

[0067] 電流制限は、第2マイコン24Bが出力電圧EBを所定電圧 V_{th1} 未満にする第2インバータ制御信号を出力して第2インバータ11Bの出力を制限するか、あるいは、第2マイコン24Bが第2電源リレー20Bをオフ状態にして行われる。低耐熱部品の保護を確実にするため、第2マイコン24Bは、第2インバータ11Bの出力制限と第2電源リレー20Bのオフ駆動の両方を行ってもよい。

[0068] 一方、第1マイコン24Aは、正常時と同様に、モータ1の通電電流が第1目標電流値に近づくように、PI制御等に基づいて第1インバータ制御信号を生成して、第1インバータ11Aの出力を維持する。しかし、第2マイコン24Bが自系統の電流制限を行うことで共通グラウンド電流が減少するため、共通グラウンド電流が流入していた第1GNDハーネスHAの通電量は低下し、第1GNDハーネスHAの過熱保護を図ることができる。

[0069] 図示省略するが、第1マイコン24Aは、異常診断において第1GNDハーネスHAに抵抗増大異常が発生していると判定した場合には、設定されている第1目標電流値にかかわらず、第2マイコン24Bと同様にして電流制限を開始し、共通グラウンド電流を減少させる。一方、第2マイコン24Bは、正常時と同様に第2インバータ11Bの出力を維持する。これにより、共通グラウンド電流が流入していた第2GNDハーネスHBの通電量が低下し、

第2 GNDハーネスHBの過熱保護を図ることができる。

[0070] このようなECU2によれば、GNDハーネスHA、HBの抵抗値増大異常が検知されても、直ちに異常系統の電流制限を行わず、低耐熱部品が温度上昇により耐熱性や耐久性の限界を超えない範囲で電流制限の開始が遅延化されている。これにより、電動ステアリングシステムのシステム機能が制限されるまでの時間を可及的に長期化させることが可能となる。

[0071] 図7は、図5の異常状態に対する別の異常時処理を行ったときにECU2に流れる電流を示す。

[0072] 図5の異常状態に対して、第2マイコン24Bは上昇温度条件および絶対温度条件の少なくとも一方が成立すると異常時処理として自系統の電流制限を開始するため、モータ1の第2電気系統に係る通電量が減少する。一方、第1マイコン24Aは、正常時と同様の電流制御により第1インバータ11Aの出力を通常通り行うため、モータ1の第2電気系統に係る通電量の減少分がモータ1の第1電気系統に係る通電量で補われていないことになる。これは、第1GNDハーネスHAの通電量が過熱保護の観点から許容される許容電流値を超えないようにするためであるが、モータ1が目標トルクに相当するトルクを発生させるには通電量が不足し、電動ステアリングシステム100の機能が著しく制限されてしまう。一方で、モータ1の目標トルクが比較的低い場合には各電気系統の第1目標電流値および第2目標電流値も低くなるので、GNDハーネスの通電量は許容電流値に対して十分低い値となることが想定される。

[0073] このため、図7に示すように、図5の異常状態に対する別の異常時処理として、第1マイコン24Aは、モータ1の目標トルクが比較的低い場合には、モータ1の第2電気系統に係る通電量の減少分を補うように第1インバータ11Aの出力を増大させることができる。

[0074] 具体的には、第1マイコン24Aは、第1GNDハーネスHAの許容電流値に対して第1目標電流値が十分低い値である場合には以下のようにする。すなわち、第1マイコン24Aは、第2シャント抵抗21Bの検出相電流を

用いて算出されたモータ１の第２電気系統に係る通電量と第２電気系統の第２目標電流値との差分を第１目標電流値に加算して、新たな第１目標電流値を設定する。ただし、新たな第１目標電流値が第１ＧＮＤハーネスＨＡの許容電流値を超えている場合には、新たな第１目標電流値を許容電流値またはそれよりも低い近傍値に設定し直す。そして、第１マイコン２４Ａは、モータ１の第１電気系統に係る通電量が新たな第１目標電流値に近づくように電流制御を行う。これにより、モータ１の第１電気系統に係る通電量が増加して、モータ１の発生トルクを目標トルクに近づけることができるので、電動ステアリングシステム１００の機能制限を緩和することが可能となる。

[0075] 図示省略するが、第２ＧＮＤハーネスＨＢの抵抗値が正常であり、かつ、第１ＧＮＤハーネスＨＡの抵抗値が増大している異常状態に対して、第１マイコン２４Ａは上昇温度条件および絶対温度条件の少なくとも一方が成立すると異常時処理として自系統の電流制限を開始するため、モータ１の第１電気系統に係る通電量が減少する。そこで、第２マイコン２４Ｂは、モータ１の目標トルクが比較的低い場合には、モータ１の第１電気系統に係る通電量の減少分を補うように第２インバータ１１Ｂの出力を増大させることができる。これにより、モータ１の第１電気系統に係る通電量が増加して、モータ１の発生トルクを目標トルクに近づけることができるので、電動ステアリングシステム１００の機能制限を緩和することが可能となる。

[0076] 〔第２実施形態〕

図８は、第２実施形態に係るＥＣＵ２８の内部構成の要部を示す。なお、本実施形態では、主に第１実施形態と異なる部分について説明し、その他の部分については矛盾が生じない限りにおいて第１実施形態に関する説明が適用される。したがって、第１実施形態と同一ないし類似の構成には同一の符号を付して、その説明を省略ないし簡潔にする。

[0077] ＥＣＵ２８は、ＥＣＵ２と比べて電流検出方式が異なる。すなわち、ＥＣＵ２では、抵抗値増大異常が発生した電気系統のマイコンは共通グラウンド電流の大きさ及び方向を取得できたが、正常な電気系統のマイコンは共通グラ

ンド電流の方向のみ取得可能で共通グランド電流の大きさを取得できない。

これに対し、ECU 28では、いずれの系統においても共通グランド電流の大きさ及び方向を取得できるようにしている。

[0078] 第1制御回路12Aは、第1電流検出回路26Aと電流検出方式が異なる第1電流検出回路29Aを備える。また、第2制御回路12Bは、第2電流検出回路26Bと電流検出方式が異なる第2電流検出回路29Bを備える。

[0079] 第1電流検出回路29Aは、差動増幅回路30A、絶対値回路31Aおよび負電圧検出回路32Aを有する。差動増幅回路30Aは、正負両電源動作のオペアンプを用いて構成される。このオペアンプの非反転入力端子(+)は第1分岐負極ライン19Aのうち第1電流-電圧変換素子22Aの抵抗器R1Aを挟んで制御系共通グランド13と反対側に接続される。また、オペアンプの反転入力端子(-)は第1分岐負極ライン19Aのうち第1電流-電圧変換素子22Aの抵抗器R1Aと制御系共通グランド13との間に接続される。そして、オペアンプは、非反転入力端子(+)に入力した電圧と反転入力端子(-)に入力した電圧との差を増幅し、この増幅信号を出力端子から絶対値回路31Aおよび比較回路32Aへ出力する。絶対値回路31Aは、入力した増幅信号が負の電圧であればその絶対値の電圧EA1へ変換して出力する回路である。負電圧検出回路32Aは、入力した増幅信号の電圧の正負に応じて2つの異なる正の電圧EA2を出力するように構成された回路であり、例えば、増幅信号の電圧が正のときに比較的高い電圧(Hi)を出力し、増幅信号の電圧が負のときに比較的低い電圧(Lo)を出力する。

[0080] 第2電流検出回路29Bは、第1電流検出回路29Aと同様の構成を有し、差動増幅回路30B、絶対値回路31Bおよび絶対値検出回路31Bを有する。差動増幅回路30Bは、正負両電源動作のオペアンプを用いて構成される。このオペアンプの非反転入力端子(+)は第2分岐負極ライン19Bのうち第2電流-電圧変換素子22Bの抵抗器R1Bを挟んで制御系共通グランド13と反対側に接続される。また、オペアンプの反転入力端子(-)は第2分岐負極ライン19Bのうち第2電流-電圧変換素子22Bの抵抗器

R 1 Bと制御系共通グランド 1 3との間に接続される。そして、オペアンプは、非反転入力端子（+）に入力した電圧と反転入力端子（-）に入力した電圧との差を増幅し、この増幅信号を出力端子から絶対値回路 3 1 Bおよび比較回路 3 2 Bへ出力する。絶対値回路 3 1 Bは、入力した増幅信号が負の電圧であればその絶対値の電圧 E B 1へ変換して出力する回路である。負電圧検出回路 3 2 Bは、入力した増幅信号の電圧の正負に応じて2つの異なる正の電圧 E B 2を出力するように構成された回路であり、例えば、増幅信号の電圧が正のときに比較的高い電圧（H i）を出力し、増幅信号の電圧が負のときに比較的低い電圧（L o）を出力する。

[0081] 第1マイコン 2 4 Aは、絶対値回路 3 1 Aの出力電圧 E A 1をアナログ入力端子 A D 1に入力し、負電圧検出回路 3 2 Aの出力電圧 E A 2をデジタル入力端子 D I 1に入力する。そして、第1マイコン 2 4 Aは、絶対値回路 3 1 Aの出力電圧 E A 1に基づいて共通グランド電流の大きさを取得し、負電圧検出回路 3 2 Aの出力電圧 E A 2に基づいて共通グランド電流の方向を取得する。

第2マイコン 2 4 Bは、絶対値回路 3 1 Bの出力電圧 E B 1をアナログ入力端子 A D 1に入力し、負電圧検出回路 3 2 Bの出力電圧 E B 2をデジタル入力端子 D I 1に入力する。そして、第2マイコン 2 4 Bは、絶対値回路 3 1 Bの出力電圧 E B 1に基づいて共通グランド電流の大きさを取得し、負電圧検出回路 3 2 Bの出力電圧 E B 2に基づいて共通グランド電流の方向を取得する。

[0082] 絶対値回路 3 1 Aの出力電圧 E A 1が零から乖離し（具体的には所定電圧 V_{th2} 以上となり）、かつ、負電圧検出回路 3 2 Aの出力電圧 E A 2が H i 電圧であるときには、共通グランド電流が第1電気系統から第2電気系統へ流れていることになる。したがって、このような出力電圧 E A 1, E A 2を検出した第1マイコン 2 4 Aは、第1 GNDハーネス H Aに抵抗値増大異常が発生していると判定する。

一方、絶対値回路 3 1 Aの出力電圧 E A 1が零から乖離し（具体的には所

定電圧 V_{th2} 以上となり)、かつ、負電圧検出回路 32A の出力電圧 E_{A2} が L_0 電圧であるときには、共通グランド電流が第2電気系統から第1電気系統へ流れていることになる。したがって、このような出力電圧 E_{A1} 、 E_{A2} を検出した第1マイコン 24A は、第2GNDハーネスHBに抵抗値増大異常が発生していると判定する。

[0083] 絶対値回路 31B の出力電圧 E_{B1} が所定電圧 V_{th2} 以上であり、かつ、負電圧検出回路 32B の出力電圧 E_{B2} が H_i 電圧であるときには、共通グランド電流が第2電気系統から第1電気系統へ流れていることになる。したがって、このような出力電圧 E_{B1} 、 E_{B2} を検出した第2マイコン 24B は、第2GNDハーネスHBに抵抗値増大異常が発生していると判定する。

一方、絶対値回路 31B の出力電圧 E_{B1} が所定電圧 V_{th2} 以上であり、かつ、負電圧検出回路 32B の出力電圧 E_{B2} が L_0 電圧であるときには、共通グランド電流が第1電気系統から第2電気系統へ流れていることになる。したがって、このような出力電圧 E_{B1} 、 E_{B2} を検出した第2マイコン 24B は、第1GNDハーネスHAに抵抗値増大異常が発生していると判定する。

[0084] なお、抵抗器 R1A、R1B間や電流検出回路 29A、29B間等、2つの電気系統の電流検出手段間に電氣的ばらつきがあるため、マイコン 24A、24B間でGNDハーネス24A、24Bに抵抗値増大異常が発生したと判定するタイミングがずれることが想定される。このため、一方の電気系統のマイコンが最初に抵抗値増大異常を検知したときには、他方の電気系統のマイコンへ異常検知の情報を通知する。

[0085] マイコン 24A、24Bは、自系統のGNDハーネスに抵抗値増大異常が発生したと判定すると、直ちに異常系統の電流制限を行わず、上記のように過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ や過渡絶対温度 $T(t)$ の算出を開始する。そして、GNDハーネスに抵抗値増大異常が発生している電気系統のマイコンは、上昇温度条件および絶対温度条件の少なくとも一方が成立したときに電流制限を開始する。

[0086] 上記のように構成されたECU28では、一方の電気系統において電流検出手段に故障が発生することが想定される。すなわち、第1電気系統において、第1電流－電圧変換素子22Aの抵抗器R1Aおよび第1電流検出回路29Aの少なくとも一方に故障が発生することが想定される。あるいは、第2電気系統において、第2電流－電圧変換素子22Bの抵抗器R1Bおよび第2電流検出回路29Bの少なくとも一方に故障が発生することが想定される。

[0087] このため、電流検出手段に故障が発生した一方の電気システムのマイコンが、他方の電気システムの正常な電流検出手段を用いて共通グランド電流の大きさおよび方向を取得できるようにすることが好ましい。このため、ECU28は、第1マイコン24Aが第2電流検出回路29Bの出力電圧を入力するとともに、第2マイコン24Bが第1電流検出回路29Aの出力電圧を入力するように構成される。

[0088] 具体的には、第1マイコン24Aは、アナログ入力端子AD2に絶対値回路31Bの出力電圧EB1を入力し、デジタル入力端子DI2に負電圧検出回路32Bの出力電圧EB2を入力する。第2マイコン24Bは、アナログ入力端子AD2に絶対値回路31Aの出力電圧EA1を入力し、デジタル入力端子DI2に負電圧検出回路32Aの出力電圧EA2を入力する。

[0089] 電流検出手段が故障したか否かは、出力電圧EA1、EA2または出力電圧EB1、EB2のいずれか一方が、想定可能な電圧範囲を逸脱したか否かによって判断することができる。例えば、出力電圧EA2および出力電圧EB2がいずれもHi電圧あるいはLo電圧となっている場合には、共通グランド電流が異なる方向に流れていることになるので、電流検出手段が故障している可能性があると判断できる。また、出力電圧EA1および出力電圧EB1からそれぞれ取得される共通グランド電流が、モータ1の各電気系統に係る通電量よりも顕著に大きい場合には、電流検出手段が故障している可能性があると判断できる。

[0090] このようなECU28によれば、ECU2と同様にして、低耐熱部品が温

度上昇により耐熱性や耐久性の限界を超えない範囲で電流制限の開始が遅延化されている。これにより、電動ステアリングシステムのシステム機能が制限されるまでの時間を可及的に長期化することが可能となる。また、電流検出手段に故障が発生した一方の電気システムのマイコンが、他方の電気システムの正常な電流検出手段を用いて共通グランド電流の大きさおよび方向を取得できるので、電流検出の冗長化により電動ステアリングシステムの信頼性を向上させることができる。

[0091] 上記実施形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的な技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、以下のように種々の変形態様を採り得ることは自明である。

[0092] ECU 28において、いずれか一方の電気系統のみに電流検出手段を備えてもよい。例えば、第2電流－電圧変換素子22Bおよび第2電流検出回路29Bを省略して、第2マイコン24Bは、第1電流検出回路29Aの出力電圧EA、EBを入力することができる。

[0093] マイコン24A、24Bが各制御周期において過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ または過渡絶対温度 $T(t)$ を算出する際には、上式(3)の共通グランド電流*i*として、抵抗値増大異常と判定されてから検出された共通グランド電流の平均値を用いてもよい。これは、目標トルクの変更等によってインバータ出力が変化する可能性があるからである。

[0094] マイコン24A、24Bは、出力電圧EA、EBがいずれもグランド電位 V_0 から乖離している、あるいは、出力電圧EA2、EB2がいずれもHi電圧であると判定した場合には以下のような診断を行ってもよい。すなわち、マイコン24A、24Bは、両電気系統のGNDハーネスに抵抗値増大異常が発生するとともに制御系共通グランド13にボディアース等への短絡が発生していると判定することができる。

[0095] ECU 28において、一方の電気系統のマイコンが他方の電気系統の電流検出回路から出力電圧を入力する代わりに、一方の電気系統の制御回路において別の電流検出回路を備えて、この別の電流検出回路に他方の電気系統の

抵抗器の両端電圧を入力してもよい。例えば、第1マイコン24Aが第2電流検出回路29Bの出力電圧EB1, EB2を直接入力する代わりに、第1制御回路12Aが別の電流検出回路を備えて、この別の電流検出回路に抵抗器R1Bの両端電圧を入力するようにしてもよい。これにより、第1マイコン24Aは、第1電流検出回路29Aの出力電圧と別の電流検出回路の出力電圧を入力して、正常な出力電圧を用いて抵抗値増大異常の診断をすることができる。第2マイコン24Bについても同様である。

[0096] 上記の所定電圧 V_{th1} , V_{th2} は、GNDハーネスHA, HBの2つの抵抗値の差分が所定値であるときに流れる共通グランド電流が電流検出回路で検出されるとき出力電圧として設定されてもよい。例えば、所定値は、ECU2, 28の低耐熱部品の飽和上昇温度 ΔT_c を限界上昇温度 ΔT_{lim} と同値にする共通グランド電流を発生させるときのGNDハーネスHA, HBの2つの抵抗値の差分として規定することができる。このように所定値を規定するのは、飽和上昇温度 ΔT_c を限界上昇温度 ΔT_{lim} 未満にする共通グランド電流であれば、低耐熱部品が耐久性の限界を超える可能性も殆どないからである。また例えば、所定値は、ECU2の低耐熱部品の飽和上昇温度 ΔT_c と雰囲気温度 T_a とを加算した飽和絶対温度 T_c を限界絶対温度 T_{lim} と同値にする共通グランド電流を発生させるときのGNDハーネスHA, HBの2つの抵抗値の差分として規定することができる。このように所定値を規定するのは、飽和絶対温度 T_c を限界絶対温度 T_{lim} 未満にする共通グランド電流であれば、低耐熱部品が耐熱性の限界を超える可能性も殆どないからである。

[0097] 上記の所定値は、上昇温度条件および絶対温度条件の少なくとも一方が成立したときに電流制限を開始する場合には、以下のように設定されてもよい。すなわち、飽和上昇温度 ΔT_c が限界上昇温度 ΔT_{lim} となるときの2つの抵抗値の差分として規定される所定値と飽和絶対温度 T_c が限界絶対温度 T_{lim} となるときの2つの抵抗値の差分として規定される所定値との2つの所定値のうち低い方を選択可能である。

[0098] ところで、電流検出回路の出力電圧が所定電圧 V_{th1} , V_{th2} となって過渡上昇温度 $\Delta T(t)$ や過渡絶対温度 $T(t)$ を算出する際には、GNDハーネスHA, HBの2つの抵抗値の差分が上記の所定値であると仮定できる。したがって、上式(3)における共通グランド電流 i として、GNDハーネスHA, HBの2つの抵抗値の差分が上記の所定値であるときに流れる共通グランド電流の既知の電流値を用いてもよい。

[0099] 電動ステアリングシステム100は2つの電気系統に冗長化されていたが、3つ以上の電気系統に冗長化されてもよい。3つ以上の電気系統を有する電動ステアリングシステム100のECUにおいても、GNDハーネスに抵抗値増大異常が発生した一部の電気系統から正常な電気系統に流入する共通グランド電流を上記の電流検出手段によって検出可能である。そして、低耐熱部品が耐熱性や耐久性の限界を超えない範囲で電流制限の開始を遅延化させることができる。

[0100] 本発明に係る電子制御装置として電動ステアリングシステム100においてモータ1の駆動制御を行うECU2, 28を例示した。しかし、かかる電子制御装置としては、複数の電気系統に冗長構成された車載システムにおいて電気系統ごとに独立して通電制御を行って、共通グランド電流を検出する電流検出手段を備えているものであれば、いかなる車載システムにも適用可能である。

[0101] 上記実施形態およびその変形態様で説明した各技術的思想は、矛盾が生じない限りにおいて、適宜組み合わせ使用してもよい。

符号の説明

[0102] 1…電動モータ、2, 28…ECU、7A…第1車載バッテリー、7B…第2車載バッテリー、11A…第1バッテリー、第2バッテリー、13…制御系共通グランド、14A…第1正極コネクタ、14B…第2正極コネクタ、15A…第1負極コネクタ、15B…第2負極コネクタ、19A…第1分岐負極ライン、19B…第2分岐負極ライン、22A…第1電流－電圧変換素子、22B…第2電流－電圧変換素子、24A…第1マイコン、24B…第2マイ

コン、26A, 29A…第1電流検出回路、26B, 29B…第2電流検出回路、62A…第1電源負極ライン、62B…第2電源負極ライン、CA…第1巻線組、CB…第2巻線組、HA…第1GNDハーネス、HB…第2GNDハーネス、R1A, R1B…抵抗器、EA, EA1, EA2…第1電流検出回路の出力電圧、EB, EB1, EB2…第2電流検出回路の出力電圧、 $\Delta T(t)$ …過渡上昇温度

請求の範囲

[請求項1]

電子制御装置であって、

第1電源に接続された第1正極コネクタおよび第1負極コネクタと

、

第2電源に接続された第2正極コネクタおよび第2負極コネクタと

、

前記第1正極コネクタおよび前記第1負極コネクタに接続され、電動モータの第1巻線組に通電して駆動する第1インバータと、

前記第2正極コネクタおよび前記第2負極コネクタに接続され、前記電動モータの第2巻線組に通電して駆動する第2インバータと、

前記第1負極コネクタと前記第2負極コネクタとに接続されるグラウンド部と、

前記第1負極コネクタと前記グラウンド部との間、または、前記第2負極コネクタと前記グラウンド部との間に設けられたセンサ部と、

前記センサ部の出力信号に基づいて、前記第1負極コネクタと前記第2負極コネクタとの間で前記グラウンド部を介して流れる電流を検出可能な電流検出回路と、

マイクロコンピュータであって、

前記第1正極コネクタおよび前記第1負極コネクタに接続され、前記第1インバータの出力を制御する第1マイクロコンピュータと、

前記第2正極コネクタおよび前記第2負極コネクタに接続され、前記第2インバータの出力を制御する第2マイクロコンピュータと、
を有し、

前記第1マイクロコンピュータおよび前記第2マイクロコンピュータは、前記電流検出回路の出力電圧に基づいて前記電子制御装置の内部の上昇温度を推定し、

前記第1マイクロコンピュータが前記上昇温度に基づいて前記第1インバータから出力される電流の制限を開始するか、あるいは、前記

第2 マイクロコンピュータが前記上昇温度に基づいて前記第2 インバータから出力される電流の制限を開始する、
マイクロコンピュータと、
を備えた電子制御装置。

[請求項2]

前記センサ部は、第1 センサ部と第2 センサ部とを有し、

前記電流検出回路は、前記第1 センサ部の出力信号を入力する第1 電流検出回路と前記第2 センサ部の出力信号を入力する第2 電流検出回路とを有し、

前記第1 センサ部は、前記第1 負極コネクタと前記グランド部との間に設けられ、

前記第2 センサ部は、前記第2 負極コネクタと前記グランド部との間に設けられ、

前記第1 電流検出回路の出力電圧は、前記第1 マイクロコンピュータに入力され、

前記第2 電流検出回路の出力電圧は、前記第2 マイクロコンピュータに入力される、

請求項1 に記載の電子制御装置。

[請求項3]

前記電子制御装置の内部の上昇温度は、前記第1 センサ部の上昇温度、および、前記第2 センサ部の上昇温度である、請求項2 に記載の電子制御装置。

[請求項4]

前記第1 インバータから出力される電流の制限または前記第2 インバータから出力される電流の制限は、前記第1 負極コネクタから前記第1 電源までの第1 グランドハーネスの抵抗値と前記第2 負極コネクタから前記第2 電源までの第2 グランドハーネスの抵抗値との差分が所定値以上であるときに行う、請求項3 に記載の電子制御装置。

[請求項5]

前記第1 マイクロコンピュータは、前記第1 負極コネクタから前記第1 電源までの第1 グランドハーネスと前記第2 負極コネクタから前記第2 電源までの第2 グランドハーネスとのうち前記第1 グランドハ

一ネスに異常が発生している場合に、前記第1センサ部の上昇温度に基づいて前記第1インバータから出力される電流の制限を開始するとともに、前記第2マイクロコンピュータは、前記第2インバータから出力される電流を増大させる、請求項3に記載の電子制御装置。

[請求項6]

前記第1インバータ、前記第1センサ部、前記第1電流検出回路および前記第1マイクロコンピュータと、前記第2インバータ、前記第2センサ部、前記第2電流検出回路および前記第2マイクロコンピュータと、で別々の電気系統を構成し、

前記マイクロコンピュータは、前記第1電流検出回路の出力電圧と前記第2電流検出回路の出力電圧とに基づいて、前記第1センサ部および前記第1電流検出回路、または、前記第2センサ部および前記第2電流検出回路の異常を検出可能であり、前記第1センサ部および前記第1電流検出回路に異常を検出したときに、前記第1センサ部および前記第1電流検出回路と同じ電気系統の前記第1マイクロコンピュータは、前記異常が検出されなかった前記第2センサ部の出力信号を入力する、第1電流検出回路とは別の電流検出回路の出力電圧、または、前記第2電流検出回路の出力電圧に基づいて、前記上昇温度を推定する、

請求項2に記載の電子制御装置。

[請求項7]

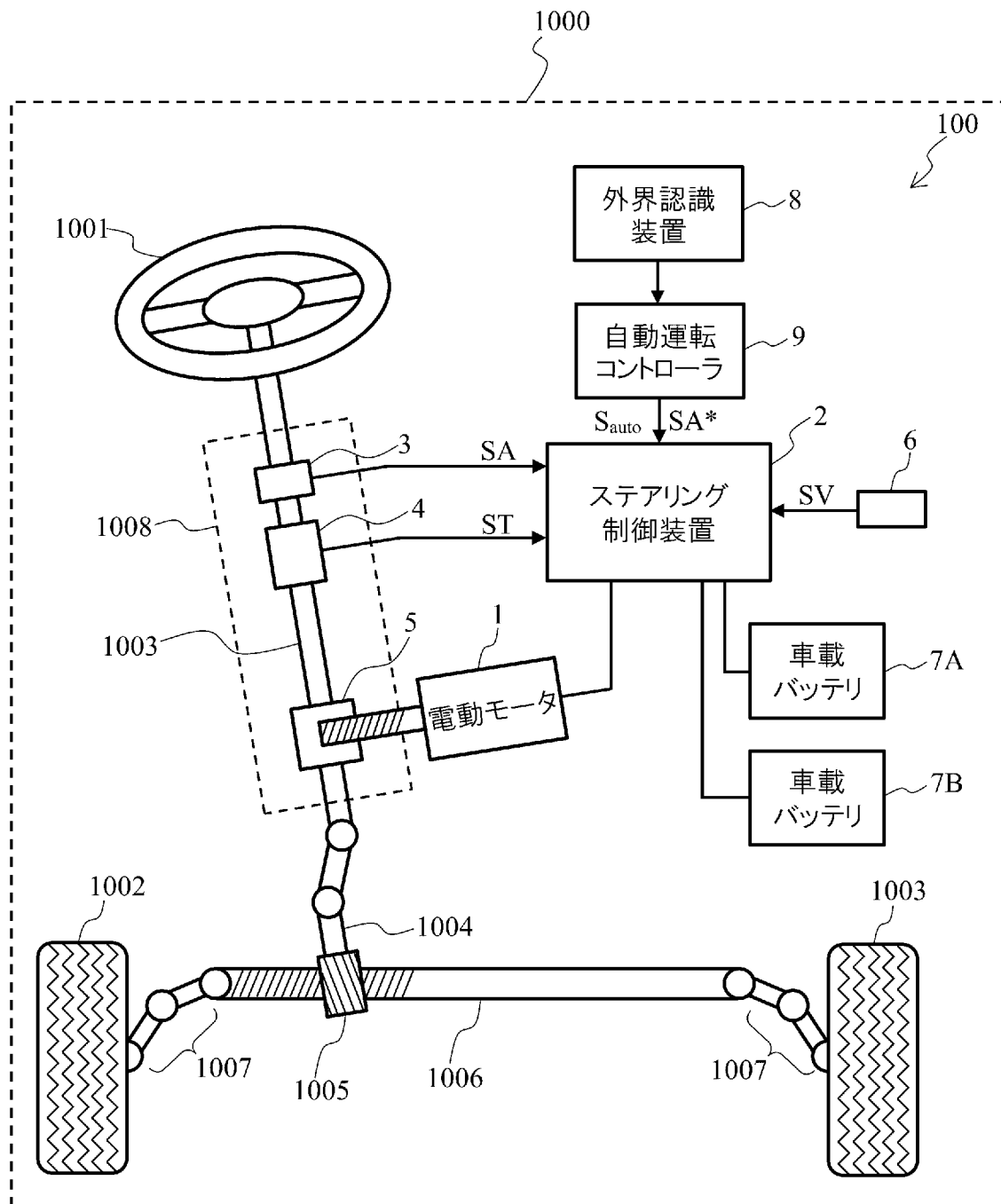
前記第1マイクロコンピュータは、前記第1センサ部の上昇温度が、前記第1センサ部の耐ヒートサイクル性能から許容される上昇温度である所定の限界上昇温度まで上昇したときに、前記第1インバータから出力される電流の制限を開始する一方、

前記第2マイクロコンピュータは、前記第2センサ部の上昇温度が、前記第2センサ部の耐ヒートサイクル性能から許容される上昇温度である所定の限界上昇温度まで上昇したときに、前記第2インバータから出力される電流の制限を開始する、

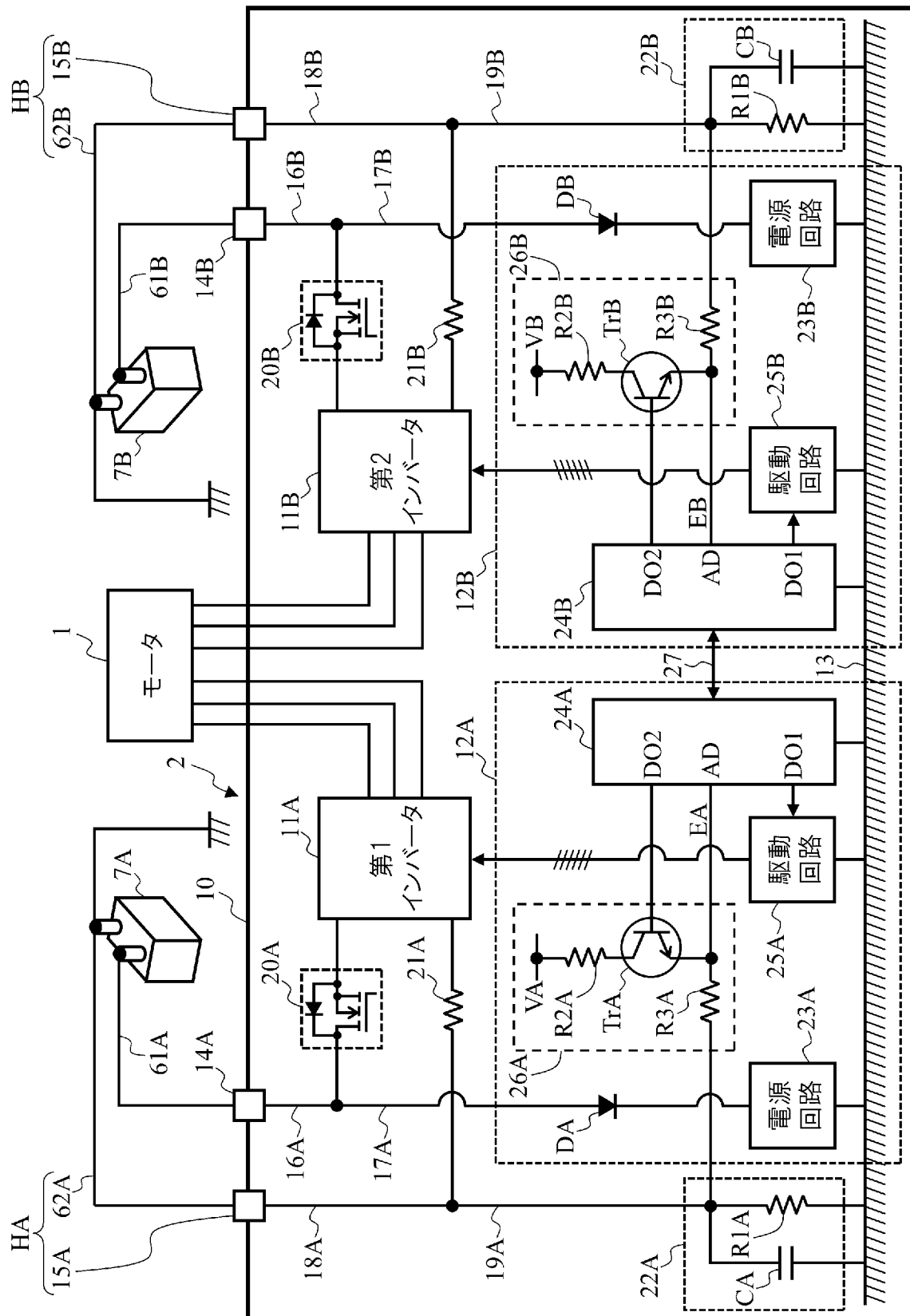
請求項3に記載の電子制御装置。

- [請求項8] 前記第1マイクロコンピュータは、前記第1センサ部の上昇温度に雰囲気温度を加算した過渡絶対温度が、前記第1センサ部の耐熱性能から許容される絶対温度である所定の限界絶対温度まで上昇したときに、前記第1インバータから出力される電流の制限を開始する一方、
- 前記第2マイクロコンピュータは、前記第2センサ部の上昇温度に雰囲気温度を加算した過渡絶対温度が、前記第2センサ部の耐熱性能から許容される絶対温度である所定の限界絶対温度まで上昇したときに、前記第2インバータから出力される電流の制限を開始する、
- 請求項3に記載の電子制御装置。
- [請求項9] 前記第1マイクロコンピュータは、前記第1グラウンドハーネスに異常が発生してからの前記第1電流検出回路の出力電圧の平均値に基づいて、前記第1センサ部の上昇温度を推定し、
- 前記第2マイクロコンピュータは、前記第2グラウンドハーネスに異常が発生してからの前記第2電流検出回路の出力電圧の平均値に基づいて、前記第2センサ部の上昇温度を推定する、
- 請求項5に記載の電子制御装置。
- [請求項10] 前記差分が前記所定値以上であるか否かは、前記第1電流検出回路または前記第2電流検出回路で検出された電流に基づいて判定される、
- 請求項4に記載の電子制御装置。

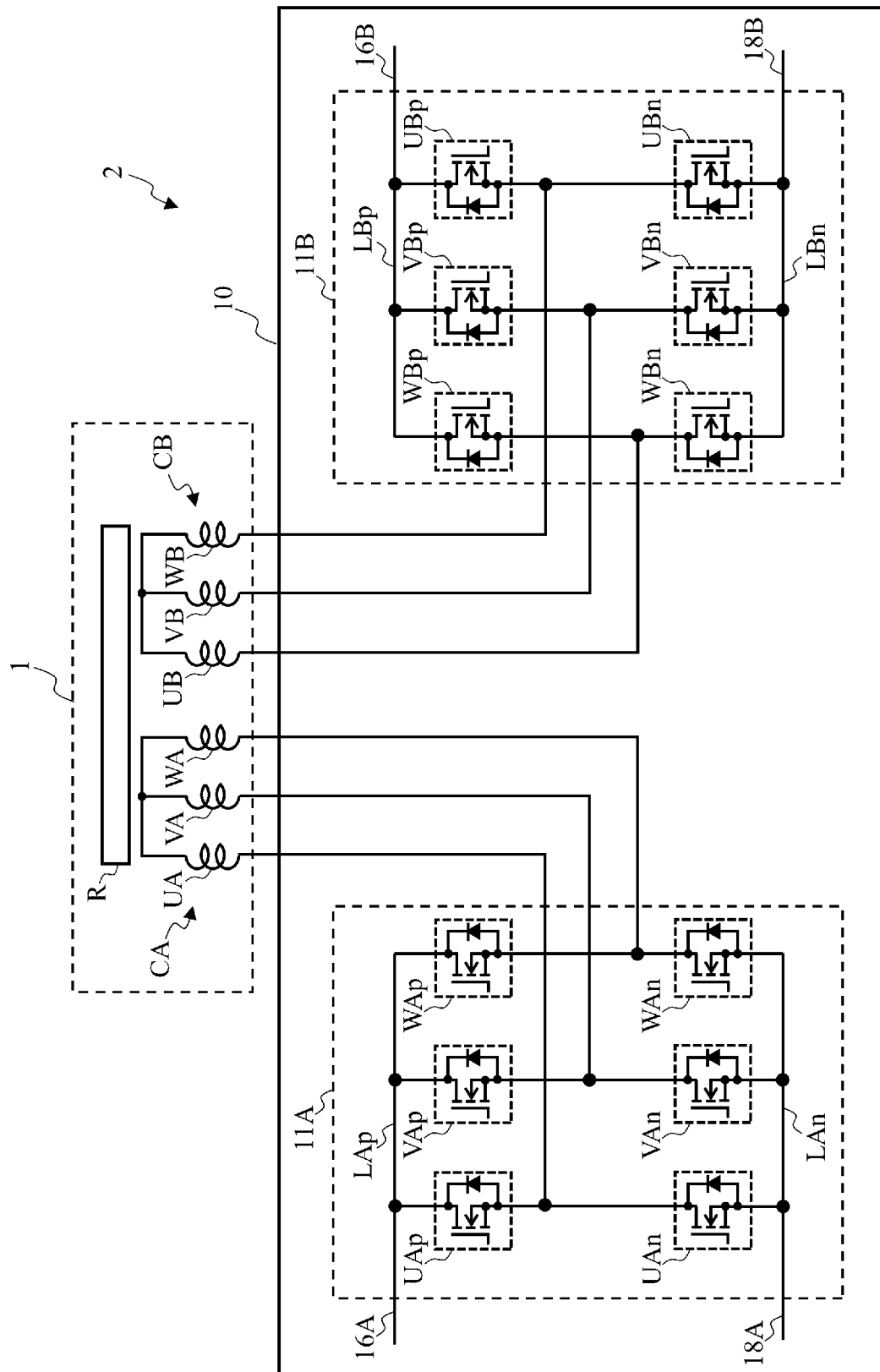
[図1]



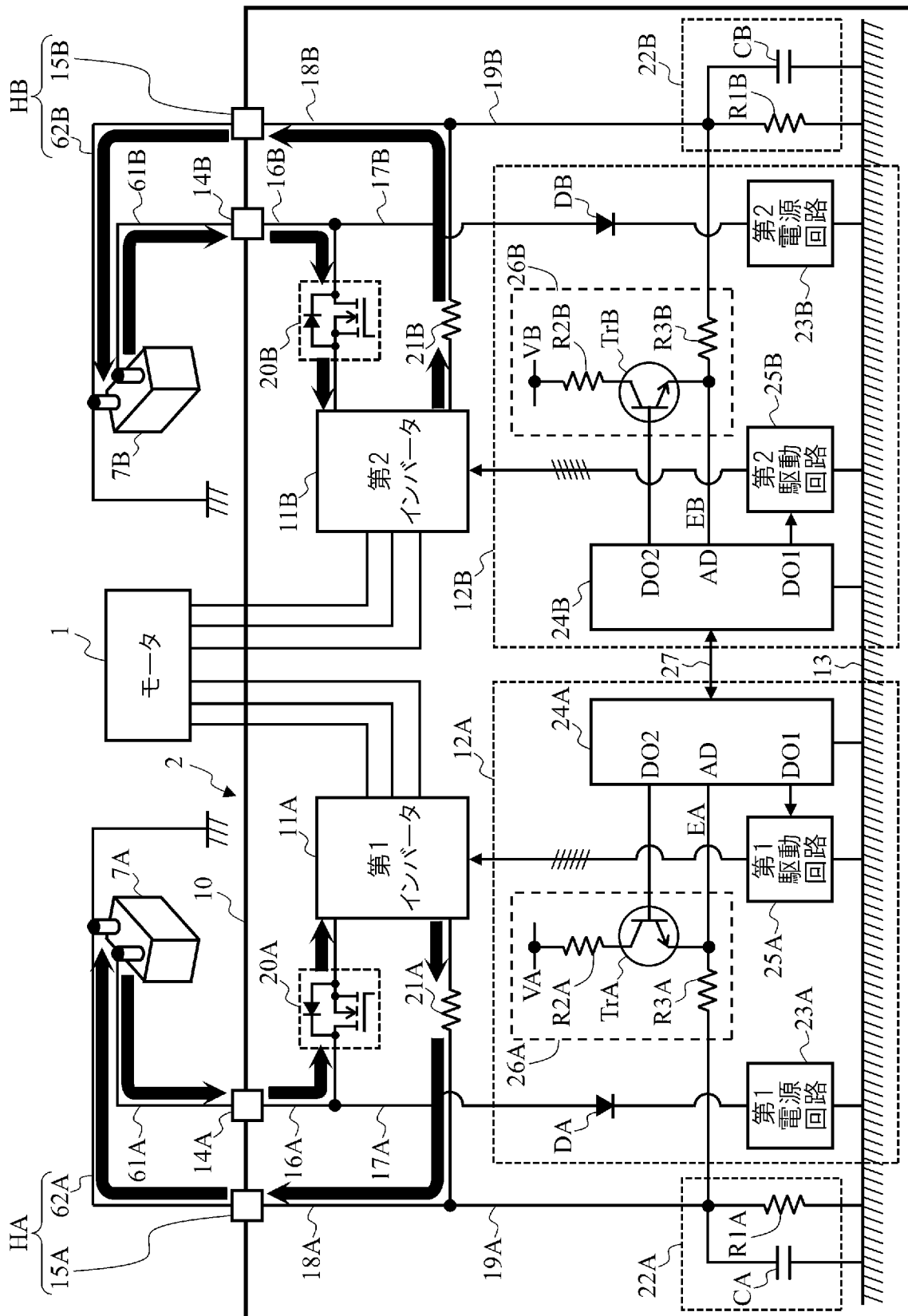
[図2]



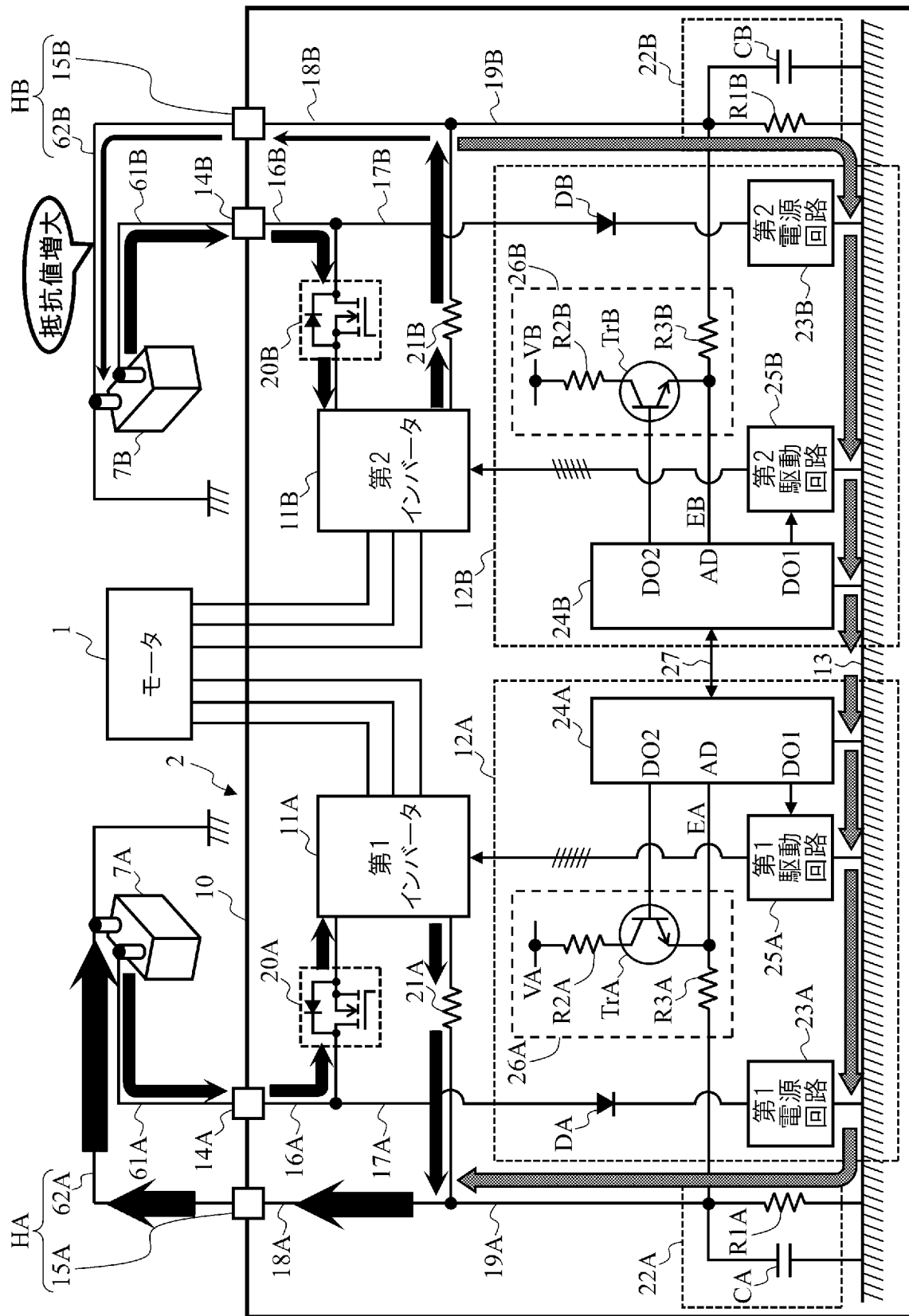
[図3]



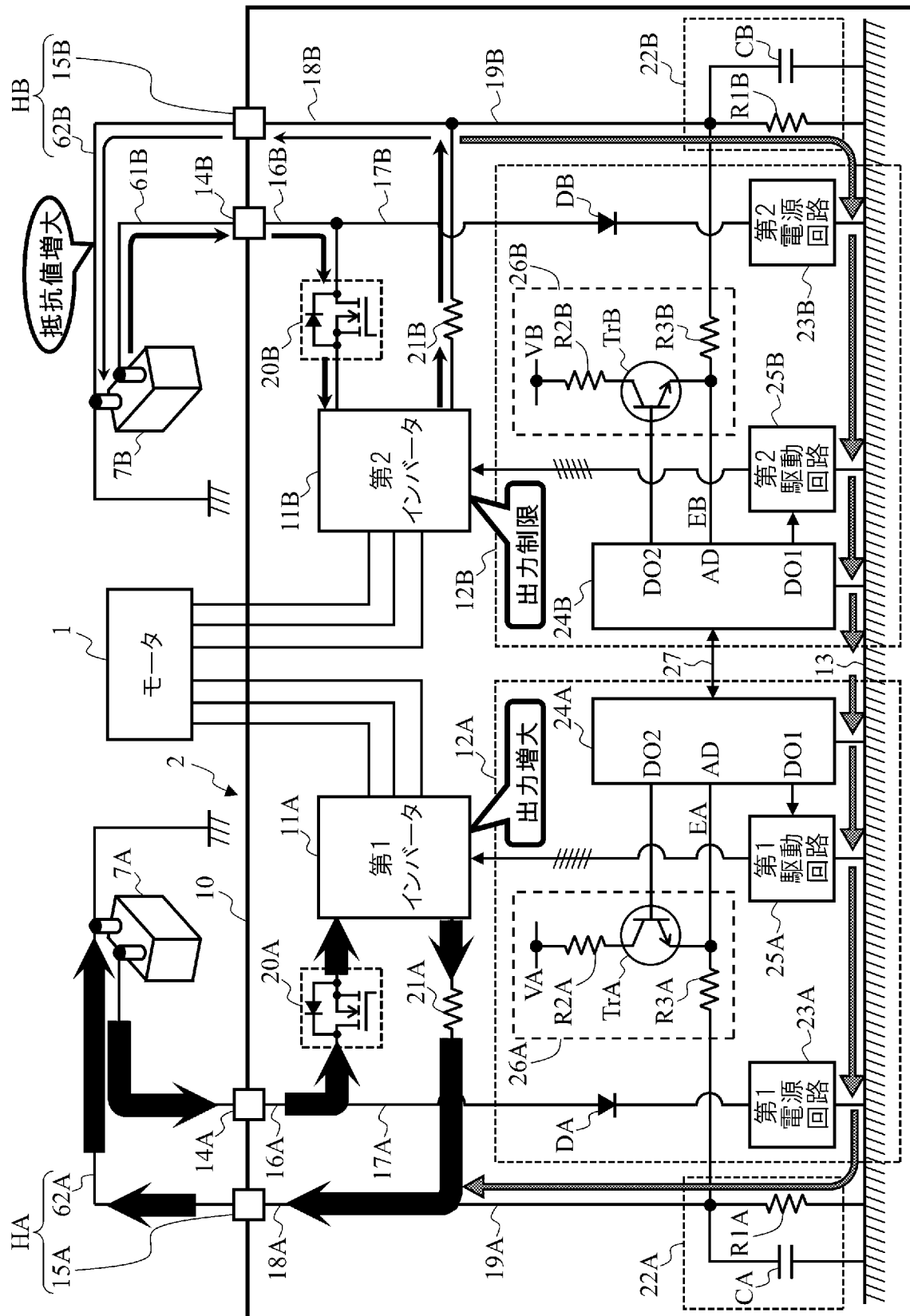
[図4]



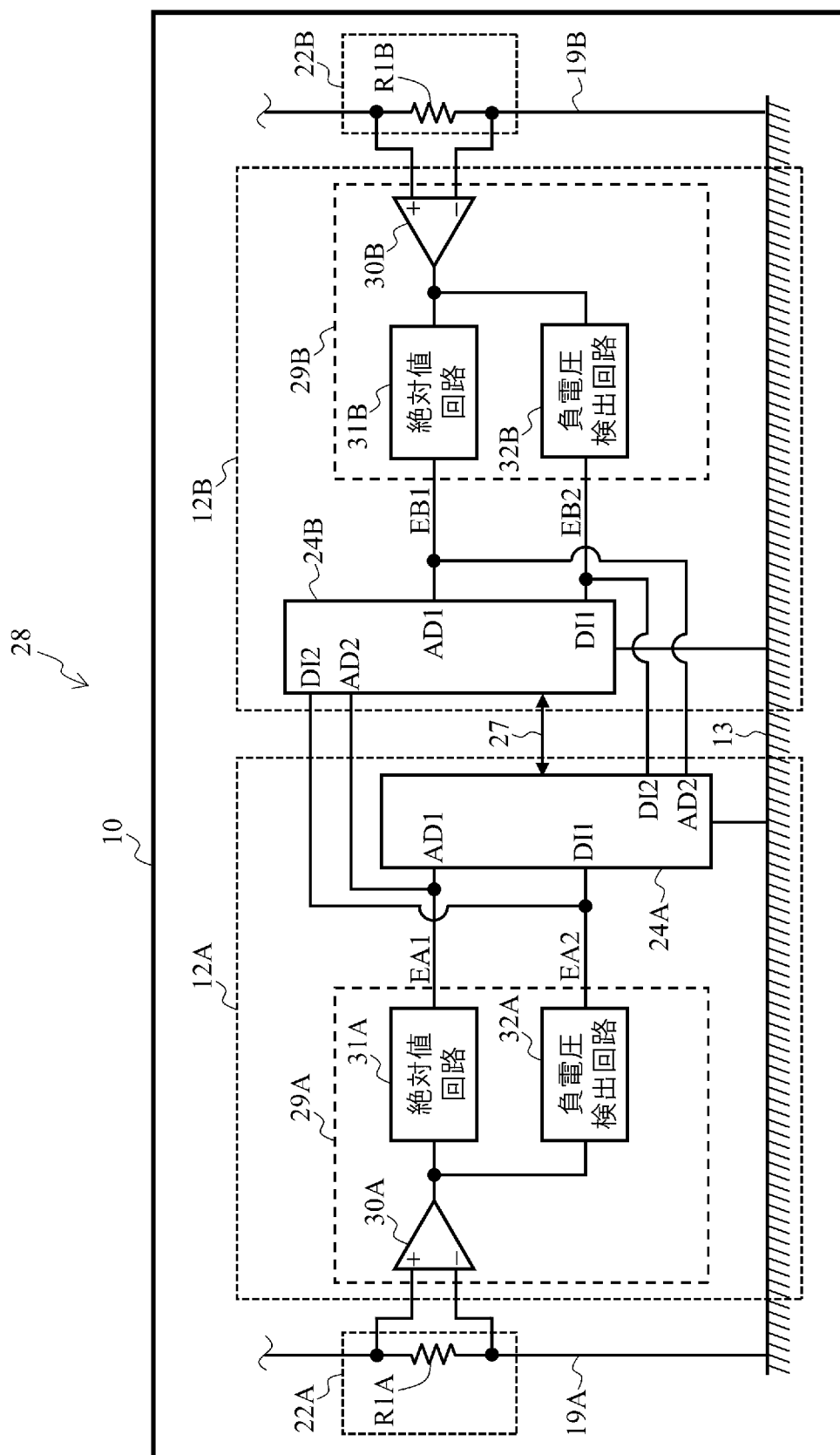
[図5]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/033308

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02P 29/028**(2016.01)i; **H02P 25/22**(2006.01)i; **H02P 29/68**(2016.01)i

FI: H02P29/028; H02P29/68; H02P25/22

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)

H02P29/028; H02P25/22; H02P29/68

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-161944 A (DENSO CORP) 19 September 2019 (2019-09-19) paragraphs [0018]-[0101], fig. 1-14	1-10
A	JP 2020-78184 A (NSK LTD) 21 May 2020 (2020-05-21) paragraphs [0031]-[0037]	1-10
A	WO 2018/088432 A1 (NSK LTD) 17 May 2018 (2018-05-17) paragraphs [0022]-[0271], fig. 1-28	1-10
A	JP 2018-121493 A (DENSO CORP) 02 August 2018 (2018-08-02) paragraphs [0019]-[0104], fig. 1-16	1-10

☐ 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

19 October 2021

Date of mailing of the international search report

26 October 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/033308

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-161944	A	19 September 2019	US 2019/0283800 A1 paragraphs [0019]-[0104], fig. 1-14 DE 102019203339 A1	
JP	2020-78184	A	21 May 2020	(Family: none)	
WO	2018/088432	A1	17 May 2018	US 2019/0267926 A1 paragraphs [0051]-[0205], fig. 1-28 EP 3540937 A1 CN 109891739 A	
JP	2018-121493	A	02 August 2018	US 2018/0219499 A1 paragraphs [0040]-[0289], fig. 1-16	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 29/028(2016.01)i; H02P 25/22(2006.01)i; H02P 29/68(2016.01)i FI: H02P29/028; H02P29/68; H02P25/22		
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）） H02P29/028; H02P25/22; H02P29/68		
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
A	JP 2019-161944 A（株式会社デンソー） 19.09.2019（2019-09-19） 段落[0018]-[0101], 図1-14	1-10
A	JP 2020-78184 A（日本精工株式会社） 21.05.2020（2020-05-21） 段落[0031]-[0037]	1-10
A	WO 2018/088432 A1（日本精工株式会社） 17.05.2018（2018-05-17） 段落[0022]-[0271], 図1-28	1-10
A	JP 2018-121493 A（株式会社デンソー） 02.08.2018（2018-08-02） 段落[0019]-[0104], 図1-16	1-10
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的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 19.10.2021		国際調査報告の発送日 26.10.2021
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） 池田 貴俊 3V 9256 電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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/JP2021/033308

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-161944	A	19.09.2019	US 2019/0283800 A1 段落[0019]-[0104], FIG. 1-14 DE 102019203339 A1	
JP	2020-78184	A	21.05.2020	(ファミリーなし)	
WO	2018/088432	A1	17.05.2018	US 2019/0267926 A1 段落[0051]-[0205], FIG. 1-28 EP 3540937 A1 CN 109891739 A	
JP	2018-121493	A	02.08.2018	US 2018/0219499 A1 段落[0040]-[0289], FIG. 1-16	