

(11) 特許出願公開番号

特開2017-163776

(P2017-163776A)

(43) 公開日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(51) Int. Cl.

H02P	29/028
B62D	6/00
B62D	5/04
B60R	16/02
G06F	15/78

H O 2 P	29/028	
B 6 2 D	6/00	
B 6 2 D	5/04	
B 6 O R	16/02	6 5 O J
G O 6 F	15/78	5 1 6

テーマコード (参考)

3D232
3D333
5B062
5H501

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-48208 (P2016-48208)
(22) 出願日 平成28年3月11日 (2016. 3. 11)

(71) 出願人 509186579
日立オートモティブシステムズ株式会社
茨城県ひたちなか市高場2520番地

(74) 代理人 100129425
弁理士 小川 護晃

(74) 代理人 100087505
弁理士 西山 春之

(74) 代理人 100168642
弁理士 関谷 充司

(72) 発明者 小関 知延
群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日
立オートモティブシステムズ株式会社内

(72) 発明者 矢次 富美繁
群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日
立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

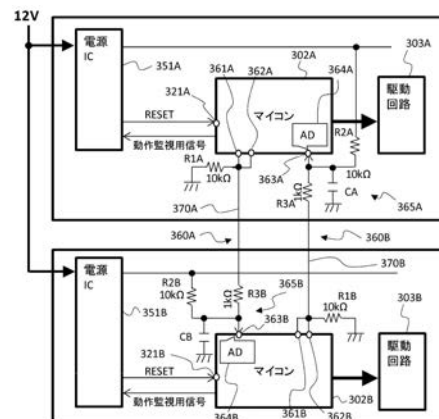
(54) 【発明の名称】 制御装置及び複数の演算処理装置における異常通知方法

(57) 【要約】

【課題】演算処理装置の異常を含めた系統異常を他系統に適切に通知できるようにする。

【解決手段】異常通知用の出力端子及び入力端子をそれぞれ備えた複数の演算処理装置からなる複数系統間で相互に異常通知を行うための構成であって、出力端子をプルダウン処理し、入力端子をプルアップ処理し、系統異常が発生したときに出力端子をハイインピーダンスに設定し、系統異常が発生していないときに出力端子をローレベルに設定し、入力端子の入力がローレベルであるときに出力端子側の系統の正常状態を検知し、入力端子の入力がハイレベルであるときに異常通知ラインの断線を検知し、入力端子の入力が中間電圧であるときに出力端子側の系統の異常状態を検知するよう構成した。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の演算処理装置を含む複数系統からなる制御装置であって、

前記複数の演算処理装置は、相互に異常通知信号を授受するための出力端子及び入力端子を備え、系統異常が発生したときに前記出力端子をハイインピーダンスに設定し、前記出力端子がハイインピーダンスであるときに入力端子側の演算処理装置が前記出力端子側の系統の異常に対処する処理を実施するよう構成された、制御装置。

【請求項 2】

前記出力端子をプルダウン処理するプルダウン抵抗と、前記入力端子をプルアップ処理するプルアップ抵抗とを備え、

前記複数の演算処理装置は、系統異常が発生していないときに前記出力端子をローレベルに設定し、前記入力端子の入力が中間電圧であるときに前記出力端子側の系統の異常に対処する処理を実施し、前記入力端子の入力がハイレベルであるときに異常通知ラインの断線に対処する処理を実施し、前記入力端子の入力がローレベルであるときに通常時処理を実施する、請求項 1 記載の制御装置。

【請求項 3】

前記入力端子の入力をローパス処理するフィルタ回路を備える、請求項 2 記載の制御装置。

【請求項 4】

前記出力端子は複数並列接続されて 1 つの異常通知ラインを形成する、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 5】

前記複数の演算処理装置は、前記出力端子と前記入力端子とを結ぶ異常通知ラインの正常性診断のために前記出力端子の状態を所定パターンに従って切り替える処理を並行して実施し、前記入力端子の状態が前記所定パターンに対応しないときに異常通知ラインの異常に対処する処理を実施する、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 6】

前記複数の演算処理装置の間で通信するための通信回路を備え、

前記複数の演算処理装置は、前記出力端子の状態を前記所定パターンに従って切り替えるタイミングを前記通信回路を介して伝達する、請求項 5 記載の制御装置。

【請求項 7】

前記複数の演算処理装置は、前記入力端子の電圧を A/D 変換する A/D 変換回路を備え、

前記 A/D 変換回路は、A/D 変換する電圧を内部のコンデンサにチャージし、チャージした結果を A/D 変換に使用する回路であり、

前記複数の演算処理装置は、基準電圧を前記コンデンサにチャージした後に前記入力端子の電圧を前記コンデンサにチャージする、請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 8】

前記制御装置は、複数の巻線群を有する電動機を駆動制御する装置であり、

前記複数の演算処理装置は、前記複数の巻線群それぞれに電力を供給する複数のインバータをそれぞれ制御し、

前記複数の演算処理装置は、前記出力端子側の系統の異常に対処する処理として、異常が発生した系統が供給していた電力を正常な系統のインバータで補う処理を実施する、請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 つに記載の制御装置。

【請求項 9】

異常通知用の出力端子及び入力端子をそれぞれ備えた複数の演算処理装置からなる複数系統間で相互に異常通知を行う方法であって、

前記出力端子をプルダウン処理し、

前記入力端子をプルアップ処理し、

系統異常が発生したときに前記出力端子をハイインピーダンスに設定し、
系統異常が発生していないときに前記出力端子をローレベルに設定し、
前記入力端子の入力がローレベルであるときに正常時処理を実施し、
前記入力端子の入力がハイレベルであるときに前記出力端子と前記入力端子との間での
断線に対処する処理を実施し、

前記入力端子の入力が中間電圧であるときに前記出力端子側の系統の異常に対処する処理を実施する、

複数の演算処理装置における異常通知方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、複数の演算処理装置を含む複数系統からなる制御装置及び複数の演算処理装置における異常通知方法に関し、詳しくは、複数の演算処理装置の間で相互に異常通知を行うための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、2つの巻線群に電力をそれぞれ供給する2つのインバータを有する2系統電動機駆動装置において、第1系統のインバータや巻線が故障すると、第1系統のインバータが供給していた電力を補うために、正常な第2系統のインバータに正常作動時の2倍の電流を流し、インバータ出力の合計を故障の前後で一定に維持することが開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-111474号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

例えば、複数系統毎にマイクロコンピュータなどの演算処理装置を備えたモータ制御装置では、各系統におけるインバータや巻線などの異常情報を他の系統の演算処理装置に通知することで、一部の系統で異常が発生したときに正常な系統で電力供給を増やしてモータトルクの低下を抑制するモータトルク補償制御を行うことができる。

30

ここで、他系統におけるインバータや巻線などの異常に対して補償制御を実施するとともに、演算処理装置に異常が発生し異常通知処理が正常に行えない場合にも、演算処理装置を含めて正常な系統においてトルク補償制御などのフェイルセーフ処理を適切に実施できれば、複数の演算処理装置を含む複数系統からなる制御装置の信頼性を向上させることができる。

【0005】

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、複数の演算処理装置を含む複数系統からなる制御装置において、演算処理装置の異常を含めた系統異常を他系統に適切に通知できるようにして制御装置の信頼性を向上させることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

そのため、本願発明に係る制御装置は、複数の演算処理装置を含む複数系統からなる制御装置であって、前記複数の演算処理装置は、相互に異常通知信号を授受するための出力端子及び入力端子を備え、系統異常が発生したときに前記出力端子をハイインピーダンスに設定し、前記出力端子がハイインピーダンスであるときに入力端子側の演算処理装置が前記出力端子側の系統の異常に対処する処理を実施するよう構成される。

【0007】

また、本願発明に係る複数の演算処理装置における異常通知方法は、異常通知用の出力

50

端子及び入力端子をそれぞれ備えた複数の演算処理装置からなる複数系統間で相互に異常通知を行う方法であって、前記出力端子をプルダウン処理し、前記入力端子をプルアップ処理し、系統異常が発生したときに前記出力端子をハイインピーダンスに設定し、系統異常が発生していないときに前記出力端子をローレベルに設定し、前記入力端子の入力がローレベルであるときに正常時処理を実施し、前記入力端子の入力がハイレベルであるときに前記出力端子と前記入力端子との間での断線に対処する処理を実施し、前記入力端子の入力が中間電圧であるときに前記出力端子側の系統の異常に対処する処理を実施するようにした。

【発明の効果】

【0008】

上記発明によると、演算処理装置の異常を含めた系統異常を他系統に適切に通知でき、制御装置の信頼性を向上させることができる。

つまり、各系統の演算処理装置は、自身の系統において異常が発生したときに他の演算処理装置に向けて異常検知信号を出力するための出力端子をハイインピーダンス（High Impedance）に設定するが、演算処理装置に異常が発生して演算処理装置がリセットされたときにも出力端子がハイインピーダンスにされることで、演算処理装置自身の異常時と演算処理装置以外の各種デバイスの異常時との双方で出力端子がハイインピーダンスになって、当該出力端子の出力を入力する入力端子側の系統で異常時処理が実施される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施形態における車両用電動パワーステアリング装置のシステム構成図である。

【図2】本発明の実施形態におけるモータ駆動回路及び3相ブラシレスモータの回路図である。

【図3】本発明の実施形態におけるマイクロコンピュータの構成を示す回路図である。

【図4】本発明の実施形態におけるA/D変換回路の構成を示す回路図である。

【図5】本発明の実施形態における異常通知ラインの初期診断の流れを示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施形態における異常通知ラインの初期診断における出力切り替え特性を示すタイムチャートである。

【図7】本発明の実施形態におけるマイクロコンピュータの構成を示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

図1～図7は、本発明に係る制御装置及び複数の演算処理装置における異常通知方法の一態様として、車両用の電動パワーステアリング装置において操舵補助力（アシストトルク）を発生するモータの制御に適用した例を示す。

【0011】

図1に示す電動パワーステアリング装置100は、車両200に備えられ、操舵補助力（アシストトルク）を電動モータ130によって発生させる装置である。

電動パワーステアリング装置100は、ステアリングホイール110、操舵トルクセンサ120、電動モータ130、制御装置（電子制御ユニット）150、電動モータ130の回転を減速してステアリングシャフト（ピニオンシャフト）170に伝達する減速機160などを含んで構成される。

【0012】

操舵トルクセンサ120及び減速機160は、ステアリングシャフト170を内包するステアリングコラム180内に設けられる。

ステアリングシャフト170の先端にはピニオンギア171が設けられていて、このピニオンギア171が回転すると、ラックギア172が車両200の進行方向左右に水平移動する。

10

20

30

40

50

【0013】

ラックギア172の両端にはそれぞれ車輪204の操舵機構202が設けられており、ラックギア172が水平移動することで車輪204の向きが変えられる。

操舵トルクセンサ120は、車両の運転者がステアリング操作を行うことでステアリングシャフト170に発生する操舵トルクを検出し、操舵トルク信号STを制御装置150に出力する。

【0014】

電動パワーステアリング装置100の制御装置150は、後述するように、マイクロコンピュータ（演算処理装置）、電動モータ130に電力を供給するインバータ、インバータの駆動回路などを備える。

10

制御装置150には、モータ制御（操舵補助力の決定）に用いる情報信号として、操舵トルクセンサ120が出力する操舵トルク信号STの他、車速センサ190が出力する車速信号VSPなどが入力される。

【0015】

そして、制御装置150は、操舵トルク信号ST、車速信号VSPなどの情報に基づき目標トルク（電流指令値）を演算し、目標トルク（電流指令値）に基づきパルス幅変調（PWM：Pulse Width Modulation）によって電動モータ130への通電を制御し、以って、電動モータ130の発生トルク、つまり操舵補助力を制御する。

このように、制御装置150は、電動パワーステアリング装置100の電動モータ130を制御する機能を有している。

20

【0016】

図2は、制御装置150及び電動モータ130の回路構成の一態様を示す。

図2に示す電動モータ130は、スター結線される3相巻線UA、VA、WAからなる第1巻線群2Aと、同じくスター結線される3相巻線UB、VB、WBからなる第2巻線群2Bとを有する3相同期電動機であり、各巻線群2A、2Bにおいて3相巻線U、V、Wが互いに接続された点は中性点をなす。

【0017】

第1巻線群2A及び第2巻線群2Bは図示省略した円筒状の固定子に設けられ、該固定子の中央部に形成した空間にロータ（永久磁石回転子）201が回転可能に備えられ、第1巻線群2Aと第2巻線群2Bとは磁気回路を共有する。

30

そして、第1巻線群2Aの各巻線は第1インバータ1Aに接続され、第2巻線群2Bの各巻線は第2インバータ1Bに接続され、第1巻線群2Aには第1インバータ1Aから電力が供給され、第2巻線群2Bには第2インバータ1Bから電力が供給される。

【0018】

第1インバータ1Aは、第1巻線群2Aの各相の上下アームを1組として3組の半導体スイッチを備えた3相ブリッジ回路からなり、上アームは、半導体スイッチUHA、VHA、WHA、WHAで構成され、下アームは、半導体スイッチULA、VL A、WLAで構成される。

また、第2インバータ1Bは、第2巻線群2Bの各相の上下アームを1組として3組の半導体スイッチを備えた3相ブリッジ回路からなり、上アームは、半導体スイッチUHB、VHB、WHBで構成され、下アームは、半導体スイッチULB、VL B、WLBで構成される。

40

【0019】

本実施形態では、第1インバータ1A及び第2インバータ1Bを構成する各半導体スイッチとしてNチャンネル型MOSFETを用いる。

第1インバータ1A及び第2インバータ1Bにおいて、半導体スイッチUH、ULは、バッテリー電源VBと接地点との間にドレインソース間が直列接続され、半導体スイッチUHと半導体スイッチULとの接続点にU相巻線Uが接続される。

【0020】

また、第1インバータ1A及び第2インバータ1Bにおいて、半導体スイッチVH、V

50

Lは、バッテリー電源VBと接地点との間にドレインソース間が直列接続され、半導体スイッチVHと半導体スイッチVLとの接続点にV相巻線Vが接続される。

また、第1インバータ1A及び第2インバータ1Bにおいて、半導体スイッチWH、WLは、バッテリー電源VBと接地点との間にドレインソース間が直列接続され、半導体スイッチWHと半導体スイッチWLとの接続点にW相巻線Wが接続される。

【0021】

第1駆動回路303Aは、第1インバータ1Aを構成する各半導体スイッチを駆動する回路であり、第1インバータ1Aにおける上アーム（高電位側スイッチング素子、上流側駆動素子）である半導体スイッチVHA、UHA、WHAをそれぞれに駆動する3つの上アームドライバと、第1インバータ1Aにおける下アーム（低電位側スイッチング素子、下流側駆動素子）である半導体スイッチVLA、ULA、WLAをそれぞれに駆動する3つの下アームドライバとを備えている。

10

【0022】

同様に、第2駆動回路303Bは、第2インバータ1Bを構成する各半導体スイッチを駆動する回路であり、第2インバータ1Bにおける上アーム（高電位側スイッチング素子、上流側駆動素子）である半導体スイッチVHB、UHB、WHBをそれぞれに駆動する3つの上アームドライバと、第2インバータ1Bにおける下アーム（低電位側スイッチング素子、下流側駆動素子）である半導体スイッチVLB、ULB、WLBをそれぞれに駆動する3つの下アームドライバとを備えている。

【0023】

20

そして、第1駆動回路303Aは、第1マイクロコンピュータ（第1演算処理装置）302Aからの指令信号（PWM制御信号）に応じて第1インバータ1Aを構成する各半導体スイッチを駆動し、これにより第1巻線群2Aへの通電が制御される。

また、第2駆動回路303Bは、第2マイクロコンピュータ（第2演算処理装置）302Bからの指令信号（PWM制御信号）に応じて第2インバータ1Bを構成する各半導体スイッチを駆動し、これにより第2巻線群2Bへの通電が制御される。

【0024】

つまり、図2に示した一態様では、第1マイクロコンピュータ302A、第1駆動回路303A、第1インバータ1A、第1巻線群2Aによって第1系統が構成され、第2マイクロコンピュータ302B、第2駆動回路303B、第2インバータ1B、第2巻線群2Bによって第2系統が構成され、これら2つの駆動制御系統によって電動モータ130が駆動される。

30

【0025】

また、バッテリー電源VBと第1インバータ1Aの間には第1インバータ1Aへの電源供給を遮断するための電源リレー304Aが設けられ、バッテリー電源VBと第2インバータ1Bの間には第2インバータ1Bへの電源供給を遮断するための電源リレー304Bが設けられている。

本実施形態において、電源リレー304A、304BはNチャンネル型MOSFETなどの半導体スイッチで構成され、電源リレー304A、304Bを構成する半導体スイッチは駆動回路305A、305Bで駆動される。

40

【0026】

なお、電源リレー304A、304Bとして、接点を物理的に動かして開閉する電磁リレーを用いることができる。

駆動回路305Aは、第1マイクロコンピュータ302Aからの指令信号（制御信号）に応じて電源リレー304Aを構成する半導体スイッチを駆動し、駆動回路305Bは、第2マイクロコンピュータ302Bからの指令信号（制御信号）に応じて電源リレー304Bを構成する半導体スイッチを駆動する。つまり、2つの駆動制御系統はそれぞれに独立してインバータ1A、1Bへの電源供給を遮断できるよう構成されている。

【0027】

また、インバータ1A、1Bに供給される電源電圧の変動を抑制するために、電源リレ

50

ー304A, 304Bとインバータ1A, 1Bとの間の電源ラインと接地点とを結ぶラインにコンデンサ306A, 306Bが配置されている。

角度センサ(角度検出手段)308はロータ201の角度を検出し、角度データの信号を各マイクロコンピュータ302A, 302Bに出力する。なお、例えば、第1マイクロコンピュータ302Aが角度センサ308からの角度データ信号を入力し、第1マイクロコンピュータ302Aから第2マイクロコンピュータ302Bに向けて通信回路を介して角度データ信号を転送する構成とすることができる。

【0028】

また、下アームの半導体スイッチUL, VL, WLと上アームの半導体スイッチUH, VH, WHとの間と3相巻線U, V, Wとを接続する駆動ライン、換言すれば、インバータ1A, 1Bの出力点と3相巻線U, V, Wとの間に、3相巻線U, V, Wに流れる電流(相電流)をそれぞれに検出する電流センサ(電流検出抵抗、電流検出器、電流検出手段)301UA, 301VA, 301WA, 301UB, 301VB, 301WBを設けている。

【0029】

なお、図2に示した各相毎に設けられる電流センサに代えて、例えば、各インバータ1A, 1Bの下アームと接地点との間に直列に接続したシャント抵抗を用いて電流検出を行うセンサを設けた構成にでき、各相電流を検出するための構成は図2の構成に限定されない。

各マイクロコンピュータ302A, 302Bは、CPU, ROM, RAMなどを含んで構成され、目標トルクに応じた指令電流から各相の指令電圧を決定し、インバータ1A, 1Bを三角波比較方式などによってPWM制御する。

【0030】

具体的には、第1マイクロコンピュータ302Aは、操舵トルク信号ST、車速信号VSPなどの情報に基づき第1系統の第1目標トルク(第1電流指令値)と第2系統の第2目標トルク(第2電流指令値)とを演算し、第2目標トルクの信号を第2系統の第2マイクロコンピュータ302Bに送信する。

なお、制御装置150は、第1目標トルク及び第2目標トルクを演算し、この目標トルクの信号を各マイクロコンピュータ302A, 302Bに送信する第3のマイクロコンピュータ(又はデジタルシグナルコントローラ)を備えることができる。

【0031】

各マイクロコンピュータ302A, 302Bは、例えば、以下のような機能ブロックによって各インバータ1A, 1Bのスイッチング素子をPWM制御する。

各マイクロコンピュータ302A, 302Bは、一態様として、各相電流検出値をそのときのモータ角度に基づいて2軸の回転座標系(d-q座標系)の実電流Id, Iqに変換する3相-2軸変換部331A, 331Bと、目標トルク(指令トルク)に応じたd軸指令電流、q軸指令電流とモータ角速度に基づいてd-q座標系におけるd軸電流指令値Idref及びq軸電流指令値Iqrefを算出し、d軸電流指令値Idref及びq軸電流指令値Iqrefと実電流Id, Iqとの比較に基づき指令電圧Vq, Vdを決定するベクトル制御部332A, 332Bと、指令電圧Vq, Vdを3相指令電圧Vu, Vv, Vwに変換する2軸-3相変換部333A, 333Bと、変調波としての3相指令電圧Vu, Vv, Vwを三角波キャリアと比較することで、インバータ1A, 1Bのスイッチング素子を駆動するためのスイッチングゲート波形を生成するPWM変調部334A, 334Bとしての機能をソフトウェア(software)として備える。

【0032】

なお、各マイクロコンピュータ302A, 302B(PWM変調部334A, 334B)は、各相の上アームのオン/オフを制御するPWMパルス(スイッチングゲート波形)に対し、各相の下アームのオン/オフを制御するPWMパルスを逆相とする相補方式で、各インバータ1A, 1Bのスイッチング素子をPWM制御する。

各マイクロコンピュータ302A, 302Bは、相電流検出値などに基づきインバータ

10

20

30

40

50

1 A, 1 Bや巻線群 2 A, 2 Bが正常であるか異常（故障状態）であるかを検知する異常診断機能を備え、異常の発生を検知したときには電源リレー 3 0 4 A, 3 0 4 Bをオフしてインバータ 1 A, 1 Bへの電源供給を遮断する（換言すれば、通電制御を停止する）フェイルセーフ処理を実施する。

【0 0 3 3】

また、2つの系統のいずれか一方で異常が発生して電源リレー 3 0 4 A, 3 0 4 Bのいずれか一方がオフされると、正常状態では第1系統の目標トルクと第2系統の目標トルクとの合計のモータトルクを発生させることができたのに、前記一方の系統における目標トルクを発生させることができなくなり、異常発生前後でステアリングの操作性が変化することになってしまう。

10

【0 0 3 4】

そこで、各マイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 Bは、自身の系統で異常が検知されているか示す異常検知信号、換言すれば、異常発生に基づき電源リレー 3 0 4 A, 3 0 4 Bをオフしてインバータ 1 A, 1 Bへの電源供給を遮断しているか否かを通知する信号を相互に相手側に送信する機能を有し、異常の発生を通知する信号を受け取った側の系統（正常な系統）では、異常発生側の系統で電動モータ 1 3 0に供給していた電力を補うモータトルク補償制御を実施する。

【0 0 3 5】

図 3は、異常検知信号をマイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 Bの間で互いに送受するための回路の一態様を示す。

20

図 3において、各系統には、マイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 Bに電源供給を行うとともにマイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 Bの監視を行うの電源回路 3 5 1 A, 3 5 1 Bを備える。例えば、電源回路 3 5 1 A, 3 5 1 Bは、ウォッチドックタイマ（watchdog timer）付の電源 ICである。

【0 0 3 6】

電源回路 3 5 1 A, 3 5 1 Bは、マイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 Bが出力する動作監視用信号（プログラムラン信号）を入力し、この動作監視用信号に基づきマイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 Bの動作異常を検知すると、マイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 Bのリセット信号入力端子 3 2 1 A, 3 2 1 Bにリセット信号（アクティブ信号）を出力して、マイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 Bをリセット（初期化）する。

30

【0 0 3 7】

また、マイクロコンピュータ 3 0 2 A, 3 0 2 B間での異常通知ラインとして、第1マイクロコンピュータ 3 0 2 Aから第2マイクロコンピュータ 3 0 2 Bに向けて第1系統における異常の有無を通知するための第1異常通知ライン 3 6 0 Aと、第2マイクロコンピュータ 3 0 2 Bから第1マイクロコンピュータ 3 0 2 Aに向けて第2系統における異常の有無を通知するための第2異常通知ライン 3 6 0 Bとを設けてある。

【0 0 3 8】

第1異常通知ライン 3 6 0 Aは、第1マイクロコンピュータ 3 0 2 Aの2つ異常通知信号の出力端子（出力ポート） 3 6 1 A, 3 6 2 Aを並列接続した回路と、第2マイクロコンピュータ 3 0 2 Bの異常通知信号の入力端子（入力ポート） 3 6 3 Bとを信号線 3 7 0 Aで直列接続して構成される。

40

更に、第1異常通知ライン 3 6 0 Aは、出力端子 3 6 1 A, 3 6 2 Aを論理レベルとしてロー（Low）レベル、つまり、第1マイクロコンピュータ 3 0 2 Aのグラウンド（ground）レベルにプルダウン処理するプルダウン抵抗 R 1 Aと、入力端子 3 6 3 Bを論理レベルとしてハイ（High）レベル、つまり、第2マイクロコンピュータ 3 0 2 Bの電源電圧にプルアップ処理するプルアップ抵抗 R 2 Bと、入力端子 3 6 3 Bの入力信号をローパス処理する抵抗 R 3 Bとコンデンサ C Bとからなるフィルタ回路 3 6 5 Bとを有している。

【0 0 3 9】

また、第2異常通知ライン 3 6 0 Bは、第2マイクロコンピュータ 3 0 2 Bの2つ異常通知信号の出力端子 3 6 1 B, 3 6 2 Bを並列接続した回路と、第1マイクロコンピュ

50

タ 3 0 2 A の異常通知信号の入力端子 3 6 3 A とを信号線 3 7 0 B で直列接続して構成される。

更に、第 2 異常通知ライン 3 6 0 B は、出力端子 3 6 1 B、3 6 2 B 側を論理レベルとしてロー (Low) レベル、つまり、第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B のグラウンド (ground) レベルにプルダウン処理するプルダウン抵抗 R 1 B と、入力端子 3 6 3 A 側を論理レベルとしてハイ (High) レベル、つまり、第 1 マイクロコンピュータ 3 0 2 A の電源電圧にプルアップ処理するプルアップ抵抗 R 2 A と、入力端子 3 6 3 A の入力信号をローパス処理する抵抗 R 3 A とコンデンサ C A とからなるフィルタ回路 3 6 5 A とを有している。

【0040】

また、第 1 マイクロコンピュータ 3 0 2 A は、入力端子 3 6 3 A の入力信号の電圧を A / D 変換する A / D 変換回路 3 6 4 A を備え、この A / D 変換回路 3 6 4 A が出力する電圧データに基づき第 2 系統での異常の有無を検知する。

同様に、第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B は、入力端子 3 6 3 B の入力信号の電圧を A / D 変換する A / D 変換回路 3 6 4 B を備え、この A / D 変換回路 3 6 4 B が出力する電圧データに基づき第 1 系統での異常の有無を検知する。

【0041】

そして、第 1 マイクロコンピュータ 3 0 2 A は、第 1 インバータ 1 A や第 1 巻線群 2 A などの第 1 系統を構成するデバイスの異常を検知していないときには両出力端子 3 6 1 A、3 6 2 A を論理レベルとしてロー (Low) レベルに設定し、異常を検知したときには両出力端子 3 6 1 A、3 6 2 A を第 1 異常通知ライン 3 6 0 A から電氣的に切り離したハイインピーダンス (High-Z) に設定する。

【0042】

同様に、第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B は、第 2 インバータ 1 B や第 2 巻線群 2 B などの第 2 系統を構成するデバイスの異常を検知していないときには両出力端子 3 6 1 B、3 6 2 B を論理レベルとしてロー (Low) レベルに設定し、異常を検知したときには両出力端子 3 6 1 B、3 6 2 B を第 2 異常通知ライン 3 6 0 B から電氣的に切り離したハイインピーダンス (High-Z) に設定する。

【0043】

係る構成の異常通知ライン 3 6 0 A、3 6 0 B において、例えば、第 1 系統に異常がなく、第 1 マイクロコンピュータ 3 0 2 A が出力端子 3 6 1 A、3 6 2 A を論理レベルとしてロー (Low) レベルに設定していると、第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B の入力端子 3 6 3 B の電圧は論理レベルとしてロー (Low) レベルになり、第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B は A / D 変換回路 3 6 4 B が出力する電圧データが論理レベルとしてロー (Low) レベルであるときに、第 1 系統に異常がない状態であることを検知する。

【0044】

一方、第 1 系統に異常が発生し、第 1 マイクロコンピュータ 3 0 2 A が出力端子 3 6 1 A、3 6 2 A をハイインピーダンス (High-Z) に設定すると、第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B の入力端子 3 6 3 B の電圧がロー (Low) レベルとハイ (High) レベルとの中間電圧になり、第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B は A / D 変換回路 3 6 4 B が出力する電圧データがロー (Low) レベルとハイ (High) レベルとの中間電圧であるときは、第 1 系統に異常が発生している状態であることを検知する。

【0045】

第 1 マイクロコンピュータ 3 0 2 A が出力端子 3 6 1 A、3 6 2 A をハイインピーダンス (High-Z) に設定すると、第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B 側の入力端子 3 6 3 B の電圧は、抵抗 R 2 B と抵抗 R 1 A との直列回路において抵抗 R 1 A にかかる電圧、つまり、電源電圧とグラウンドレベルとの中間電圧となる。

一方、第 1 マイクロコンピュータ 3 0 2 A が出力端子 3 6 1 A、3 6 2 A をロー (Low) レベルに設定すると、抵抗 R 2 B と接地点との間の電圧レベルが第 2 マイクロコンピュータ 3 0 2 B 側の入力端子 3 6 3 B の電圧になり、入力端子 3 6 3 B の電圧はグラウンドレベルとなって論理レベルとしてはロー (Low) レベルとなる。

【0046】

同様に、第2マイクロコンピュータ302Bが出力端子361B、362Bをハイインピーダンス（High-Z）に設定すると、第1マイクロコンピュータ302A側の入力端子363Aの電圧は、抵抗R2Aと抵抗R1Bとの直列回路において抵抗R1Bにかかる電圧、つまり、電源電圧とグランドレベルとの中間電圧となる。

また、第2マイクロコンピュータ302Bが出力端子361B、362Bをロー（Low）レベルに設定すると、抵抗R2Aと接地点との間の電圧レベルが第1マイクロコンピュータ302A側の入力端子363Aの電圧になり、入力端子363Aの電圧は論理レベルとしてロー（Low）レベルとなる。

【0047】

更に、第1マイクロコンピュータ302Aと第2マイクロコンピュータ302Bとの間で信号線370A又は信号線370Bが断線した場合、プルアップ抵抗R2A、R2Bのプルアップ処理によって、断線した信号線に接続される入力端子363A又は363Bの入力は、論理レベルとしてハイ（High）レベルになる。

これにより、マイクロコンピュータ302A、302Bは、入力端子363A、363Bの入力がハイ（High）レベルであるときに、信号線370A、370Bが断線していて、他方の系統の異常検知信号が入力されない状態であることを検知する。

【0048】

更に、マイクロコンピュータ302A、302Bが故障し、電源回路351A、351Bによってリセットされた直後は、異常検知信号用の出力端子361A、362A、361B、362Bが入力モードになってハイインピーダンス状態になるので、異常検知に基づき出力端子361A、362A、361B、362Bをハイインピーダンスに設定するときと同様に、正常な系統は相手側の系統に異常が発生したことを検知できる。

【0049】

以上のように、インバータ1A、1Bや巻線群2A、2Bに異常がない正常状態では、各マイクロコンピュータ302A、302Bは出力端子361A、362A、361B、362Bをロー（Low）レベルに設定し、異常が発生するとハイインピーダンス（High-Z）に設定する。

そして、各マイクロコンピュータ302A、302Bは、入力端子363A、363Bがロー（Low）レベルであれば相手側系統が正常状態であることを検知し、入力端子363A、363Bがハイ（High）レベルであれば信号線が断線していることを検知し、入力端子363A、363Bが中間電圧であれば相手側系統に異常が発生していることを検知する。

【0050】

ここで、相手側系統の異常には、相手側のインバータや巻線などのデバイス異常と、相手側のマイクロコンピュータの演算処理異常とが含まれる。

相手側系統が正常であることを検知したマイクロコンピュータ302A、302Bは、通常に各系統に割り振られた目標トルクに従ってインバータ1A、1Bによる電動モータ130への電力供給を制御する通常時処理を実施する。

【0051】

また、相手側系統が異常であることを検知したマイクロコンピュータ302A、302Bは、相手側系統では電源リレー304A、304Bをオフし電動モータ130への電力供給を停止するから、異常発生側の系統でモータに供給していた電力を補うモータトルク補償制御（他系統異常時処理）を実施して、異常発生前後でステアリングの操作性が変化することを抑制する。

相手側系統が異常であることを検知したマイクロコンピュータ302A、302Bは、モータトルク補償制御に加えて車両の運転者に異常発生を警告するための警告灯371を点灯させる制御を行うことができる。

なお、警告手段は、警告灯371に限定されず、ブザーや警告文の文字表示などの警告手段を動作させる構成とすることができる。

10

20

30

40

50

【0052】

また、マイクロコンピュータ302A、302Bの間での異常検知信号の送受信に用いる信号線の断線を検知したマイクロコンピュータ302A、302Bは、モータトルク補償制御を実施することなく、通常に各系統に割り振られた目標トルクに従ってインバータ1A、1Bによる電動モータ130への電力供給を制御するものの、前記警告灯371を点灯させる断線時処理を実施する。

【0053】

以上のように、異常通知ライン360A、360Bによって2系統が相互に異常検知信号を送受信する制御装置150では、正常な系統のマイクロコンピュータは、相手側のデバイス異常と演算処理異常との双方に対してモータトルク補償制御などの適切なフェイルセーフ処理（異常時処理）を実施できる。

更に、マイクロコンピュータ302A、302Bは、異常検知信号を授受するため信号線の断線を、各系統の異常と区別して検知できるので、モータトルク補償制御などのフェイルセーフ処理が無用に実施されることを抑制できる。

【0054】

また、異常通知ライン360A、360Bはレベル信号としての異常検知信号を送信し、異常通知信号の受信側はA/D変換によって異常検知信号の信号レベルを検知するから、異常通知ライン360A、360Bにフィルタ回路365A、365Bを設定でき、グラウンド（GND）電位変動の影響による誤検知を抑制できる。

例えば、マイクロコンピュータ302A、302B間での通信によって異常検知情報の受け渡しを行わせる場合、通信ラインにフィルタ回路（ローパスフィルタ）を設定すると通信信号の鈍りが発生してしまうためフィルタ回路を設けることができず、モータ通電開始時などのグラウンド（GND）電位変動が発生する状態では異常検知情報を通信できない可能性がある。

【0055】

また、CAN（Controller Area Network）通信を用いれば、グラウンド（GND）電位差に対してロバストネスを有するシステムにすることが可能であるが、マイクロコンピュータ302A、302B間でクロック誤差があると通信が成立せず、グラウンド（GND）電位差に対してロバストネスを有しかつ同期クロック方式とする通信方式とするためにはコスト高になる。

これに対し、レベル信号としての異常検知信号を送信する構成であってフィルタ回路365A、365Bが設定される異常通知ライン360A、360Bでは、グラウンド（GND）電位変動による誤検知の発生を十分に抑制でき、また、コスト高になることも避けることができる。

【0056】

また、図3に示した異常通知ライン360A、360Bでは、2つの出力端子361A、362Aの並列接続回路と入力端子363Bとを信号線370Aで結び、2つの出力端子361B、362Bの並列接続回路と入力端子363Aとを信号線370Bで結ぶので、並列接続される2つの出力端子の一方がオープン故障しても、正常な出力端子をローレベルに設定することで、入力端子側の論理レベルをローレベルにして、正常であることを相手側に通知できる。

【0057】

なお、2つの出力端子を並列接続させる構成に代えて、1つの出力端子と1つの入力端子とを信号線で結んで異常通知ライン360A、360Bを構成することができ、また、3つ以上の出力端子を並列接続して他系統の入力端子と接続させることができる。

また、入力端子363A、363Bの電圧レベルをA/D変換するA/D変換回路364A、364Bを、図4に示すように、基準電圧（例えば3.3V）が入力される状態と、入力端子363A、363Bの電圧レベルが入力される状態とに切り替えることができるよう構成することで、マイクロコンピュータ302A、302Bは、入力端子363A、363Bのオープン故障を検知することが可能となる。

【0058】

図4に示すA/D変換回路364A, 364Bは、A/D変換対象の電圧を内部コンデンサC3にチャージ（サンプリング）し、チャージした結果をA/D変換に使用する回路であり、入力端子363A, 363Bの電圧を内部コンデンサC3にチャージするための第1スイッチSW1と、基準電圧を内部コンデンサC3にチャージするための第2スイッチSW2とを有する。

基準電圧を内部コンデンサC3にチャージする機能を備えないA/D変換回路を用いる場合、入力端子363A, 363Bがオープン故障してもA/D変換回路は既に内部コンデンサC3にチャージされている電圧をA/D変換することになり、マイクロコンピュータ302A, 302Bは、入力端子363A, 363Bがオープン故障していることを検知できない。

10

【0059】

これに対し、A/D変換回路364A, 364Bは基準電圧を内部コンデンサC3にチャージするための第2スイッチSW2を有するから、マイクロコンピュータ302A, 302Bは、入力端子363A, 363Bがオープン故障していることを検知することができる。

以下に、入力端子363A, 363Bのオープン故障の検知を可能とするA/D変換処理を説明する。

マイクロコンピュータ302A, 302Bは、入力端子363A, 363Bの電圧をA/D変換する前（第1スイッチSW1をオンする前）に、第2スイッチSW2をオンして基準電圧を内部コンデンサC3にチャージし、その後、第2スイッチSW2をオフして第1スイッチSW1をオンする。

20

これにより、入力端子363A, 363Bが正常であれば、第1スイッチSW1をオンすることで内部コンデンサC3には入力端子363A, 363Bの電圧がチャージされ、A/D変換回路364A, 364Bは入力端子363A, 363Bの入力電圧をA/D変換することになる。

【0060】

一方、入力端子363A, 363Bがオープン故障している場合、第1スイッチSW1をオンしても内部コンデンサC3を放電させる経路が入力端子363A, 363Bのオープン故障によって断たれているため、A/D変換回路364A, 364Bは基準電圧をA/D変換することになり、マイクロコンピュータ302A, 302Bは、基準電圧値がA/D変換値として得られたことに基づき入力端子363A, 363Bのオープン故障を検知できる。

30

【0061】

ここで、基準電圧値を論理レベルでのハイ（High）レベルとした場合、マイクロコンピュータ302A, 302Bは、A/D変換値がハイ（High）レベルであるときに、信号線370A, 370Bの故障又は入力端子363A, 363Bのオープン故障であること、つまり、異常通知ラインの断線故障を検知できる。

また、マイクロコンピュータ302A, 302Bは、異常通知ライン360A, 360Bの正常性チェック（初期診断）を行う機能をソフトウェアとして備えることができる。

40

【0062】

各マイクロコンピュータ302A, 302Bは、異常通知ライン360A, 360Bの正常性チェックにおいて、異常の検知とは無関係に予め定められたパターンで出力端子361A, 362A, 361B, 362Bの出力を周期的に切り替える処理を並行して実施し、入力端子363A, 363Bの入力レベルが相手側の出力状態に対応しているか否かを検証することで、1系統の動作停止、端子異常、断線などの有無を検出する。

【0063】

図5のフローチャートは、各マイクロコンピュータ302A, 302Bが、異常通知ライン360A, 360Bの正常性チェック（初期診断）のために出力端子361A, 362A, 361B, 362Bの出力を切り替える処理の流れを示す。

50

各マイクロコンピュータ 302A, 302Bは、図5のフローチャートに示す処理プログラムをそれぞれメモリに格納し、係る処理プログラムに沿ってそれぞれ動作することで、異常通知信号用の出力端子の出力切り替えを並行して実施するが、以下では、第1マイクロコンピュータ 302A側の処理として説明する。

【0064】

第1マイクロコンピュータ 302Aは、ステップS101で起動に伴うリセットが解除されると、ステップS102で各種のイニシャル処理（初期化処理）を実施する。

第1マイクロコンピュータ 302Aは、イニシャル処理が終了すると、ステップS103で異常通知信号用の出力端子 361A, 362Aを共に論理レベルとしてハイ（High）レベルに設定する。

10

【0065】

第1マイクロコンピュータ 302Aが出力端子 361A, 362Aを共にハイ（High）レベルに設定すると、異常通知ライン 360Aが正常であれば、第2マイクロコンピュータ 302Bの入力端子 363Bの入力は論理レベルとしてハイになる。

第1マイクロコンピュータ 302Aは、ステップS104で、出力端子 361A, 362Aを共にハイ（High）レベルに切り替えた後からの経過時間を、第2マイクロコンピュータ 302B側でのイニシャル処理の終了を待っている時間として計測する処理を開始する。

【0066】

そして、第1マイクロコンピュータ 302Aは、ステップS105で、第2マイクロコンピュータ 302B側でのイニシャル処理の終了を待っている時間（イニシャル処理終了待ち時間）が第1所定時間（例えば40ms）を下回っているか否かを判別する。

20

ここで、イニシャル処理終了待ち時間が第1所定時間を下回っている場合、第1マイクロコンピュータ 302Aは、ステップS106に進み、第2マイクロコンピュータ 302B側で各種のイニシャル処理（初期化処理）が終了したか否かを、第1マイクロコンピュータ 302Aの入力端子 363Aの入力がハイになっているか否かに基づいて検出する。

【0067】

つまり、第2マイクロコンピュータ 302B側でも、第1マイクロコンピュータ 302Aと同様に、イニシャル処理が終了すると異常通知信号用の出力端子 361B, 362Bを共に論理レベルとしてハイ（High）レベルに設定する処理を行うから、これによって、第1マイクロコンピュータ 302Aの入力端子 363Aの入力がハイになる。

30

したがって、第1マイクロコンピュータ 302Aは、入力端子 363Aの入力がハイになっていない場合は第2マイクロコンピュータ 302B側でのイニシャル処理（初期化処理）が終了していないことを検知し、入力端子 363Aの入力がハイに切り替わったときに第2マイクロコンピュータ 302B側でのイニシャル処理（初期化処理）が終了していることを検知できる。

【0068】

そして、第1マイクロコンピュータ 302Aは、入力端子 363Aの入力がハイにならないときには、ステップS105に戻って、イニシャル処理終了待ち時間が第1所定時間を下回っているか否かを判別する。

40

マイクロコンピュータ 302A, 302Bが、ステップS105においてイニシャル処理終了待ち時間と比較する第1所定時間は、相手側のマイクロコンピュータが正常であれば、イニシャル処理が終了すると見込まれる時間に設定される。

【0069】

したがって、イニシャル処理終了待ち時間が第1所定時間を下回っている間は、相手側のマイクロコンピュータが正常であるか否かが不定であり、第1マイクロコンピュータ 302Aは、ステップS106の処理を繰り返す。

ここで、イニシャル処理終了待ち時間が第1所定時間以上になっても入力端子 363Aの入力がハイに切り替わらない場合、第1マイクロコンピュータ 302Aは、第2マイクロコンピュータ 302Bの動作停止を検知してステップS117に進み、モータ通電制御

50

を開始する。

【0070】

第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS105からステップS117に進んだ場合、第2マイクロコンピュータ302Bの動作停止を検知しているが、起動時から第2マイクロコンピュータ302Bが動作せず、途中から第2マイクロコンピュータ302B側で制御されるモータトルクが無くなる状態ではないので、第2マイクロコンピュータ302B側で制御されるモータトルクを補うトルク補償は行わず、自系統に割り当てられたトルク指令に基づきモータ通電を制御する。

【0071】

但し、両系統が正常である場合よりもアシストトルクが減るので、第1マイクロコンピュータ302Aは、警告灯371を点灯させる警告制御を行うことで、車両の運転者に異常（故障）の発生を警告して認知させる。

一方、イニシャル処理終了待ち時間が第1所定時間を下回っている間に、入力端子363Aの入力がハイに切り替わると、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS107へ進み、入力端子363Aの入力がハイに切り替わってから第2所定時間（例えば、10ms）が経過したか否かを検出する。

【0072】

そして、入力端子363Aの入力がハイに切り替わってから第2所定時間が経過すると、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS108へ進み、出力端子361A及び出力端子362Aの出力をハイレベルからローレベルに切り替える。

例えば、図6に示すように、第1マイクロコンピュータ302Aにおけるイニシャル処理の終了が、第2マイクロコンピュータ302Bにおけるイニシャル処理の終了よりも早かった場合には、第1マイクロコンピュータ302Aは、第2マイクロコンピュータ302Bにおけるイニシャル処理の終了を待ち、第2マイクロコンピュータ302Bのイニシャル処理が終了してから第2所定時間後に出力端子361A及び出力端子362Aの出力をハイレベルからローレベルに切り替える。

【0073】

この場合、第2マイクロコンピュータ302Bがイニシャル処理を終了して出力端子361B及び出力端子362Bの出力をハイレベルに立ち上げたときには、第1マイクロコンピュータ302A側からの入力がハイレベルになっていることから、第2マイクロコンピュータ302Bは、イニシャル処理の終了時点から第2所定時間が経過したときに、出力をハイレベルからローレベルに切り替えることになる。

【0074】

この結果、マイクロコンピュータ302A、302B間でイニシャル処理の終了タイミングが異なっても、双方が同じタイミングで異常検知信号の出力をハイレベルからローレベルに切り替えることになる。

第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS108において出力端子361A、362Aの出力レベルをハイからローに切り替えた後、ステップS109へ進み、第3所定時間が経過したか否かを検出する。

【0075】

第1マイクロコンピュータ302Aは、出力端子361A、362Aの出力レベルをハイからローに切り替えた時点から第3所定時間が経過するまでは、ステップS109の検出を繰り返し、第3所定時間が経過するとステップS110に進む。

第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS110において、出力端子361Aの出力をローレベルからハイレベルに切り替え、出力端子362Aをローレベルからハイインピーダンス（High-Z）に設定する。

【0076】

なお、第2マイクロコンピュータ302Bでも、異常検知信号の出力をハイレベルからローレベルに切り替えた後から第3所定時間の経過を待って、出力端子361Bをハイレベルに切り替え、出力端子362Bをハイインピーダンス（High-Z）に切り替える処理が

10

20

30

40

50

実施される。

その後、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS111に進み、出力端子361Aをハイレベルとし、出力端子362Aをハイインピーダンスとしてからの経過時間が第4所定時間に達したか否かを検出し、第4所定時間が経過するまでステップS111の検出処理を繰り返す。

【0077】

そして、第4所定時間が経過すると、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS112に進み、出力端子361A及び出力端子362Aをハイインピーダンスに設定する。

なお、第2マイクロコンピュータ302Bでも、第4所定時間が経過した時点で2つの異常検知信号がハイインピーダンス（High-Z）に切り替える処理が実施される。

出力端子361A及び出力端子362Aをハイインピーダンスに設定した後、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS113に進み、出力端子361A及び出力端子362Aをハイインピーダンスに設定してから第5所定時間が経過したか否かを検出する。

【0078】

そして、第5所定時間が経過すると、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS114に進み、出力端子361Aをハイインピーダンスに維持し、出力端子362Aをハイインピーダンスからハイレベルに切り替える。

なお、第2マイクロコンピュータ302Bでも、第5所定時間が経過した時点で出力端子361Bをハイインピーダンスに維持し、出力端子362Bをハイレベルに切り替える。

【0079】

出力端子361Aをハイインピーダンス、出力端子362Aをハイレベルに設定した後、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS115に進み、出力端子361Aをハイインピーダンス、出力端子362Aをハイレベルに設定してから第6所定時間が経過したか否かを検出する。

なお、第2所定時間～第6所定時間を全て同じ時間（例えば10ms）とすることができ、また、第2所定時間～第6所定時間を全て異なる時間に設定でき、更に、第2所定時間～第6所定時間のうちの一部を同じに設定することもでき、第2所定時間～第6所定時間は任意に設定できる時間である。但し、出力端子の切り替えを相手側が確認するのに要する時間を最小時間とする。

【0080】

そして、出力端子361Aをハイインピーダンス、出力端子362Aをハイレベルに設定してから第6所定時間が経過すると、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS115に進み、出力端子361A及び出力端子362Aを共にローレベルに切り替えて、端子異常や断線などの有無を診断するための切り替え処理を終了させる。

なお、第2マイクロコンピュータ302Bでも、第6所定時間が経過した時点で両出力端子361B、出力端子362Bをローレベルに切り替える。

【0081】

上記出力端子の切り替え処理を実施することで、マイクロコンピュータ302A、302Bは、同じタイミング毎に出力端子の状態を同じ状態に切り替えることになり、そのときの入力端子の状態から、正規の入力信号を受けているか否かを検出できることになる。

つまり、図6に示したように、2つの出力端子を共にハイレベルに設定している場合、相手側の2つの出力端子もハイレベルに設定されるから、入力がハイレベルであれば異常通知ラインが正常であることになり、2つの出力端子を共にローレベルに設定している場合、相手側の2つの出力端子もローレベルに設定されるから、入力がローレベルであれば異常通知ラインが正常であることになる。

【0082】

更に、2つの出力端子を共にハイインピーダンスに設定している場合、相手側の2つの

10

20

30

40

50

出力端子もハイインピーダンスに設定されるから、入力が中間電圧であれば異常通知ラインが正常であることになり、2つの出力端子の一方をハイレベルとし他方をハイインピーダンスに設定している場合、相手側の2つの出力端子も一方をハイレベルとし他方をハイインピーダンスに設定されるから、入力がハイレベルであれば異常通知ラインが正常であることになる。

【0083】

このようにして、各マイクロコンピュータ302A、302Bは、異常通知ライン360A、360Bの正常性チェックを行い、ステップS117の通電制御にその結果を反映させる。

異常通知ライン360A、360Bに断線などの異常が発生している場合、相手側システムの故障検出は行わず、また、相手側の通電制御で発生させるモータトルクを補うトルク補償制御を行わず、各マイクロコンピュータ302A、302Bは、割り当てられた目標トルクに応じた通常の通電制御をそれぞれ実施する。また、異常通知ライン360A、360Bに異常が発生している場合、各マイクロコンピュータ302A、302Bは、異常発生を警告するための警告灯371を点灯させる制御を行う。

【0084】

異常通知ライン360A、360Bに断線などの異常が発生していても、各マイクロコンピュータ302A、302Bが通常にモータ通電制御を行う場合があり、この場合は、アシストトルクは正常に発生することになるが、異常通知ライン360A、360Bに異常が発生しているので、係る異常の修理などを運転者に促すために、各マイクロコンピュータ302A、302Bは警告灯371を点灯させる制御を実施する。

通電制御開始後に、第1マイクロコンピュータ302Aは、ステップS118に進み、自身のシステムでの異常発生（故障）の有無を検出し、異常（故障）が発生したときには、ステップS119に進んで、モータ通電制御を停止し、また、出力端子361A及び出力端子362Aを共にハイインピーダンスに設定して第2マイクロコンピュータ302Bに異常の発生を通知する。

【0085】

ここで、第2マイクロコンピュータ302Bが正常に動作していて、かつ、異常通知ライン360A、360Bが正常であれば、第2マイクロコンピュータ302Bは、第1マイクロコンピュータ302Aによる通電制御が停止されることによるモータトルクの減少分を補う補償制御を実施する。

なお、図5のフローチャートに示す初期診断において、マイクロコンピュータ302A、302Bの間でのシステムクロックの相対差が大きいと、クロックが異常である側のマイクロコンピュータが相手側のマイクロコンピュータの異常を誤診断する可能性がある。そこで、各システム内の監視機能により、自システムのクロック周波数が正常時の値を含む正常範囲内であるか否かを診断し、自システムのクロック周波数が正常範囲を逸脱している場合は自システムの動作を停止するよう構成することができる。

【0086】

また、図7に示すように、マイクロコンピュータ302A、302B間で相互に通信するための通信回路711を設け、初期診断のためにマイクロコンピュータ302A、302Bが出力端子の状態を切り替えるタイミングを、前記通信回路によって相手側に通知することで、相手側の出力端子の状態に見合う入力状態になっているか否かを診断することができる。

【0087】

通信回路711を用いて相手側が出力端子の状態を切り替えるタイミングを監視する場合、初期診断で通信回路711の異常が検知されると（通信回路711を介して通信できなかったとき）、マイクロコンピュータ302A、302Bは、相手側システムの故障検出は行わず、また、相手側の通電制御で発生させるモータトルクを補うトルク補償制御を行わず、割り当てられた目標トルクに応じた通常の通電制御をそれぞれ実施する。また、通信回路711に異常が発生している場合、各マイクロコンピュータ302A、302Bは、

異常発生を警告するための警告灯 371 を点灯させる制御を行う。

【0088】

以上、好ましい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、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば種々の変形態様を採り得ることは自明である。

上記実施形態では、電動パワーステアリング装置 100 において電動モータ 130 を制御する制御装置に本発明を適用したが、本発明を適用するシステムを電動パワーステアリング装置に限定するものではなく、また、制御対象をモータに限定するものでもなく、例えば、車両の電子ブレーキ装置や変速制御装置などの種々の制御装置に適用することが可能である。

10

【0089】

また、3つ以上のマイクロコンピュータ（演算処理装置）間の異常通知に、本発明を適用できることは明らかであり、2つのマイクロコンピュータ間で一方から他方への異常通知にのみ本発明に係る異常通知を適用することもできる。

また、異常時処理には、異常検知履歴をメモリに格納すること、異常を警告すること、他系統の異常に基づき自系統の制御を停止させることなど、異常検知の結果に基づく種々の処理が含まれる。

また、図5のフローチャートに示した異常通知ラインの初期診断において、出力端子の状態を切り替える順番を任意に設定できることは明らかであり、また、2つの出力端子の出力の組み合わせパターンを、例えばハイインピーダンスとハイレベルとの組み合わせに限定することも可能である。

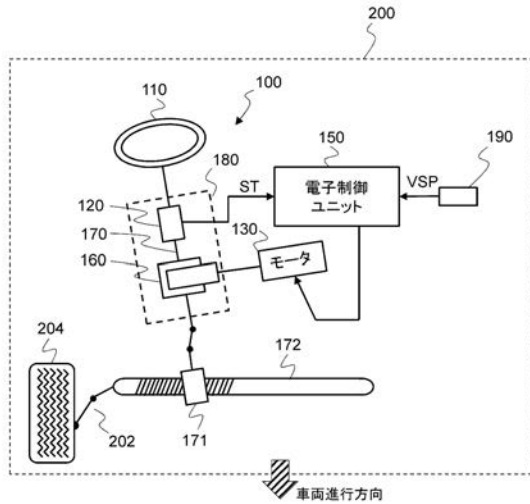
20

【符号の説明】

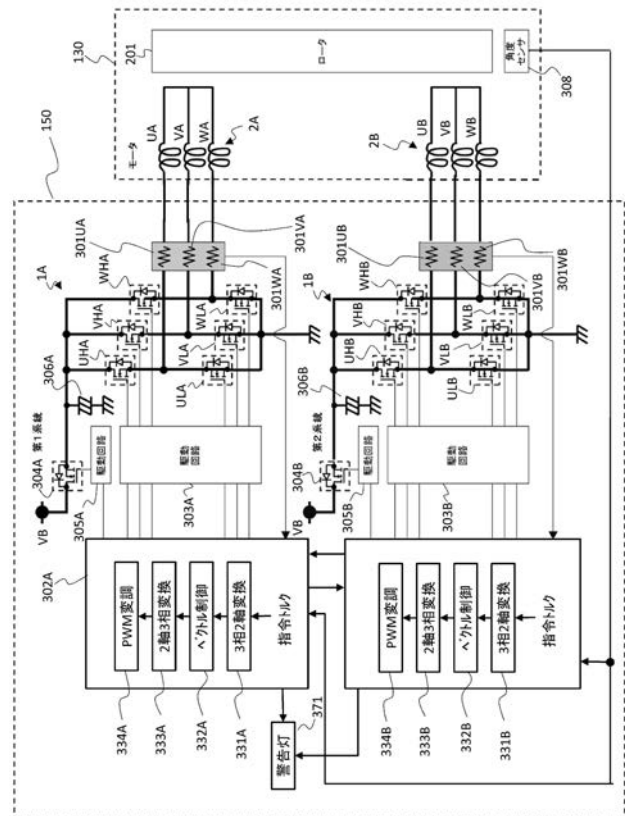
【0090】

100…電動パワーステアリング装置、130…電動モータ、302A, 302B…マイクロコンピュータ、360A, 360B…異常通知ライン、361A, 362A, 361B, 362B…出力端子（出力ポート）、363A, 363B…入力端子（入力ポート）、R1A, R1B…プルダウン抵抗、R2A, R2B…プルアップ抵抗、364A, 364B…A/D変換回路

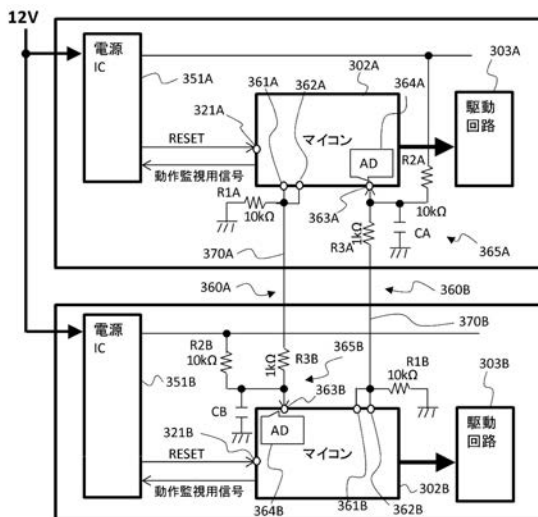
【図 1】



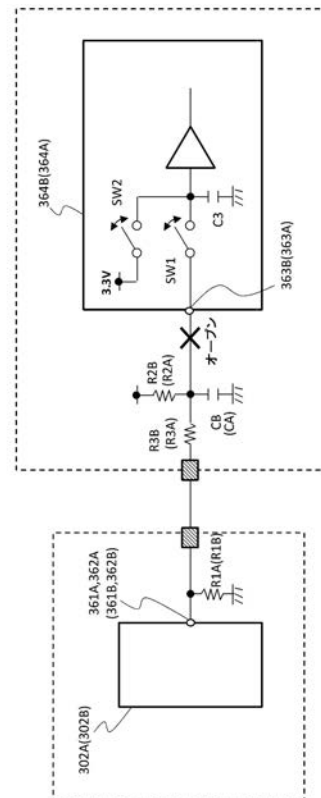
【図 2】



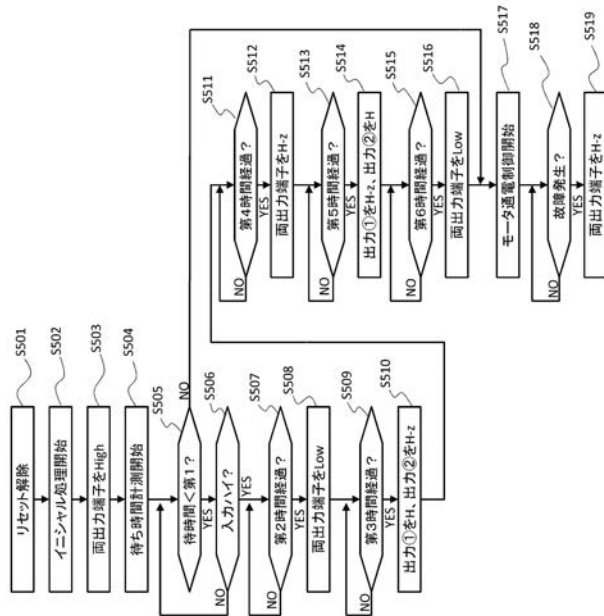
【図 3】



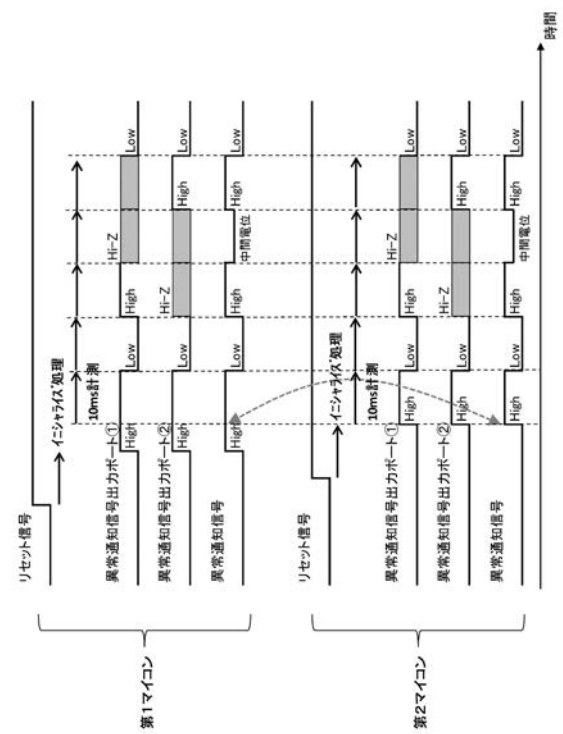
【図 4】



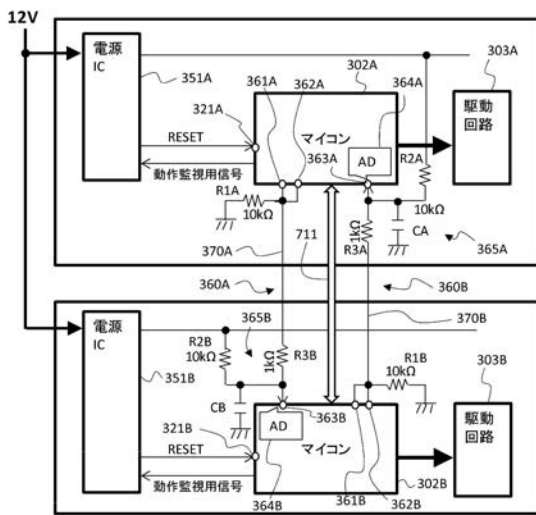
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 6 F 15/78 5 1 7

(72)発明者 飯島 郁弥

群馬県伊勢崎市粕川町 1 6 7 1 番地 1 日立オートモティブシステムズ株式会社内

F ターム (参考) 3D232 CC35 CC37 CC38 CC39 CC40 DA15 DB20 DC09 DC33 DC34
DD03 DD10 DE09 EB11 EC23 GG01
3D333 CB02 CB13 CC43 CD53 CD56 CE29 CE38 CE39 CE41
5B062 AA08 DD07 JJ06
5H501 AA20 CC04 DD04 HA08 HB08 HB16 JJ03 JJ16 JJ17 JJ25
LL22 LL23 LL32 LL35 LL52 LL53 MM01 MM09 MM11