

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6575458号
(P6575458)

(45) 発行日 令和1年9月18日 (2019.9.18)

(24) 登録日 令和1年8月30日 (2019.8.30)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 P 29/024 (2016.01)
B 6 O R 16/02 (2006.01)H O 2 P 29/024
B 6 O R 16/02 6 6 O D
B 6 O R 16/02 6 5 O J

請求項の数 8 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2016-157554 (P2016-157554)
 (22) 出願日 平成28年8月10日 (2016.8.10)
 (65) 公開番号 特開2018-26953 (P2018-26953A)
 (43) 公開日 平成30年2月15日 (2018.2.15)
 審査請求日 平成30年10月5日 (2018.10.5)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100121821
 弁理士 山田 強
 (74) 代理人 100139480
 弁理士 日野 京子
 (74) 代理人 100125575
 弁理士 松田 洋
 (74) 代理人 100175134
 弁理士 北 裕介
 (72) 発明者 川津 信介
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異常診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転電機（21）が搭載されたシステムの異常診断を実施する異常診断装置であって、
 前記システムの異常を検出する異常検出部と、
 前記異常検出部で異常を検出したことに伴い、前記回転電機を安全側で制御するための
 フェールセーフ処理を実施するフェールセーフ処理部と、
 前記システムの正常時に、前記フェールセーフ処理を実施するべき異常が生じたもの
 として偽の異常信号を生成する異常信号生成部と、
 前記異常信号生成部により生成された偽の異常信号に基づいて、前記フェールセーフ処
 理が正常に作動するか否かの作動確認を実施する作動確認部と、
 を備える異常診断装置であって、

前記フェールセーフ処理部は、前記回転電機に接続される蓄電部（11，12）の電圧
 と閾値電圧との比較結果に基づいて前記フェールセーフ処理を実施し、

前記閾値電圧と比較する電圧を、前記蓄電部の電圧から、前記閾値電圧よりも低電圧又
 は高電圧に切り替える切替回路（51）が設けられており、

前記異常信号生成部は、前記切替回路により、前記閾値電圧と比較する電圧を、前記蓄
 電部の電圧から、前記閾値電圧よりも低電圧又は高電圧に切り替えることにより前記偽の
 異常信号を生成する、異常診断装置。

【請求項2】

前記回転電機に対して並列接続される第1蓄電部（11）及び第2蓄電部（12）と、

10

20

前記第 1 蓄電部と前記回転電機との間の電気経路に設けられ、前記第 1 蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続又は遮断する第 1 スイッチ (3 1) と、

前記第 2 蓄電部と前記回転電機との間の電気経路に設けられ、前記第 2 蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続又は遮断する第 2 スイッチ (3 2) と、を備え、

前記作動確認部による前記フェールセーフ処理の作動確認中は、該作動確認中に駆動される電気負荷に対して前記第 1 蓄電部から給電し、

前記作動確認部は、前記第 1 スイッチを開放することにより前記第 1 蓄電部と前記回転電機とを電氣的に遮断し、かつ前記第 2 スイッチを閉鎖することにより前記第 2 蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続した状態で前記作動確認を実施する、請求項 1 に記載の異常診断装置。

10

【請求項 3】

回転電機 (2 1) が搭載されたシステムの異常診断を実施する異常診断装置であって、前記システムの異常を検出する異常検出部と、

前記異常検出部で異常を検出したことに伴い、前記回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ処理を実施するフェールセーフ処理部と、

前記システムの正常時に、前記フェールセーフ処理を実施するべき異常が生じたものとして偽の異常信号を生成する異常信号生成部と、

前記異常信号生成部により生成された偽の異常信号に基づいて、前記フェールセーフ処理が正常に作動するか否かの作動確認を実施する作動確認部と、

を備える異常診断装置であって、

20

前記回転電機に対して並列接続される第 1 蓄電部 (1 1) 及び第 2 蓄電部 (1 2) と、

前記第 1 蓄電部と前記回転電機との間の電気経路に設けられ、前記第 1 蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続又は遮断する第 1 スイッチ (3 1) と、

前記第 2 蓄電部と前記回転電機との間の電気経路に設けられ、前記第 2 蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続又は遮断する第 2 スイッチ (3 2) と、を備え、

前記作動確認部による前記フェールセーフ処理の作動確認中は、該作動確認中に駆動される電気負荷に対して前記第 1 蓄電部から給電し、

前記作動確認部は、前記第 1 スイッチを開放することにより前記第 1 蓄電部と前記回転電機とを電氣的に遮断し、かつ前記第 2 スイッチを閉鎖することにより前記第 2 蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続した状態で前記作動確認を実施する、異常診断装置。

30

【請求項 4】

前記作動確認部は、前記回転電機の作動停止期間に、前記偽の異常信号に基づいて前記作動確認を実施する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の異常診断装置。

【請求項 5】

前記異常信号生成部は、前記偽の異常信号として、前記異常検出部による実際の検出結果とは異なる異常情報を含む異常信号を生成する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の異常診断装置。

【請求項 6】

前記作動確認部は、前記回転電機でトルク発生させない電流制御により前記作動確認を実施する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の異常診断装置。

40

【請求項 7】

前記作動確認部により前記フェールセーフ処理が正常に作動しないと判断された場合には前記回転電機を電源遮断する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の異常診断装置。

【請求項 8】

前記回転電機と、前記回転電機の作動を制御する制御装置 (2 4) とを備える機電一体型の回転電機ユニット (1 6) が搭載されたシステムに適用される、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の異常診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、異常診断装置に関し、詳しくは、回転電機を備えるシステムの異常診断を実施する異常診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、回転電機を備えるシステムにおいて、電圧異常等の異常状態を検出し、フェールセーフ機能を作動させることで、回転電機を安全側で制御することが行われている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1には、回転電機の出力回路が過電圧であると判定された場合に、電力変換装置を制御して回転電機を相短絡状態とすることにより、回転電機に短絡電流が流れるようにすることが開示されている。これにより、回転電機が発電機として作動中に制御回路の充電経路に急激な電圧上昇が発生した場合にも、過電圧を抑制するとともに、速やかに電圧低下させることにより、回路素子や各装置の破損等を抑制するようにしている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第4675299号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

回転電機のフェールセーフ機能が正常に作動しなくなった場合でも、システムが正常に作動している限りは主機能に影響が出ないことがある。そのため、ユーザは、回転電機のフェールセーフ機能が正常に作動しなくなっていることに気付くことができないおそれがある。しかしながら、回転電機のフェールセーフ機能が故障している状態で車両の使用を継続すると、システムに異常が発生した場合に何ら対処できず、その結果、回転電機を保護できないことが懸念される。

20

【0005】

例えば、特許文献1に記載されているシステムにおいて、過電圧判定部に異常が発生するとフェールセーフ機能が正常に作動しない状態となるが、主機能である発電機能や力行機能が正常に作動している場合には、ユーザはフェールセーフ機能の異常に気付くことができない。そして、フェールセーフ機能の異常が解消されずに車両の使用が継続され、例えば車両の振動等により制御装置と直流電源とを接続するコネクタが外れるなどして、実際に過電圧が発生した場合、回転電機を相短絡状態にする制御は作動せず、過電圧による回路素子や各装置の損傷等を回避できないことが懸念される。

30

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、異常発生時に回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ処理が正常に作動することを、異常が発生する前に把握することができる異常診断装置を提供することを一つの目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について説明する。

40

【0008】

第1の発明は、回転電機(21)が搭載されたシステムの異常診断を実施する異常診断装置であって、前記システムの異常を検出する異常検出部と、前記異常検出部で異常を検出したことに伴い、前記回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ処理を実施するフェールセーフ処理部と、前記システムの正常時に、前記フェールセーフ処理を実施すべき異常が生じたものとして偽の異常信号を生成する異常信号生成部と、前記異常信号生成部により生成された偽の異常信号に基づいて、前記フェールセーフ処理が正常に作動するか否かの作動確認を実施する作動確認部と、を備える。

【0009】

上記構成では、システムの正常時に、フェールセーフ処理を実施すべき異常が生じた

50

ものとして偽の異常信号を生成し、その偽の異常信号に基づいて、回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ機能が正常に作動するか否かの作動確認を実施する。つまり、システムの正常時において、異常状態に陥っているものと仮想的に認識させ、その仮想的な異常状態に伴い、フェールセーフ機能が正常に作動するか否かの作動確認を実施する。こうした構成によれば、異常が発生する前に、回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ機能が作動するかしないかを把握することができる。また、フェールセーフ機能の作動の可否を異常発生前に把握しておくことにより、異常発生前の段階でフェールセーフ機能が作動するかしないかに応じた制御を実施することが可能である。これにより、回転電機を適切に保護することができる。

【 0 0 1 0 】

10

第2の発明は、前記作動確認部は、前記回転電機の作動停止期間に、前記偽の異常信号に基づいて前記作動確認を実施する。こうした構成とすることで、回転電機の発電及び力行の通常機能を阻害しないようにしつつ、異常検出に伴うフェールセーフ機能の作動を確認することができる。

【 0 0 1 1 】

第3の発明は、前記フェールセーフ処理部は、前記回転電機に接続される蓄電部（11，12）の電圧と閾値電圧との比較結果に基づいて前記フェールセーフ処理を実施し、前記閾値電圧と比較する電圧を、前記蓄電部の電圧から、前記閾値電圧よりも低電圧又は高電圧に切り替える切替回路（51）が設けられており、前記異常信号生成部は、前記切替回路により、前記閾値電圧と比較する電圧を、前記蓄電部の電圧から、前記閾値電圧よりも低電圧又は高電圧に切り替えることにより前記偽の異常信号を生成する。

20

【 0 0 1 2 】

この構成によれば、回転電機の電源電圧を仮想的に異常な電圧値とするため、閾値電圧との比較処理が正常に作動するか否かを併せて確認することができる。つまり、システムの異常を検出する異常検出機能と、当該異常検出機能による異常検出に伴い回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ機能とが正常に作動するか否かを一連の流れで確認することができる。

【 0 0 1 3 】

第4の発明は、前記異常信号生成部は、前記偽の異常信号として、前記異常検出部による実際の検出結果とは異なる異常情報を含む異常信号を生成する。この構成によれば、システム異常時に実際に生成される異常情報を含む異常信号に基づいて、回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ機能が正常に作動するか否かを確認することができる。

30

【 0 0 1 4 】

第5の発明は、前記作動確認部は、前記回転電機でトルク発生させない電流制御により前記作動確認を実施する。この場合、回転電機でトルクを発生させないようにしつつ、回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ機能の作動を確認することができる。これにより、意図しないシステム挙動が生じることによる不都合を回避することができる。

【 0 0 1 5 】

第6の発明は、前記作動確認部により前記フェールセーフ処理が正常に作動しないと判断された場合には前記回転電機を電源遮断する。この場合、異常が生じたにも関わらず、回転電機のフェールセーフ機能が正常に作動せず、回転電機を適切に保護できないといった状況に陥ることを回避することができる。

40

【 0 0 1 6 】

第7の発明は、前記回転電機に対して並列接続される第1蓄電部（11）及び第2蓄電部（12）と、前記第1蓄電部と前記回転電機との間の電気経路に設けられ、前記第1蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続又は遮断する第1スイッチ（31）と、前記第2蓄電部と前記回転電機との間の電気経路に設けられ、前記第2蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続又は遮断する第2スイッチ（32）と、を備え、前記作動確認部による前記フェールセーフ処理の作動確認中は、該作動確認中に駆動される電気負荷に対して前記第1蓄電部から給電し、前記作動確認部は、前記第1スイッチを開放することにより前記第1

50

蓄電部と前記回転電機とを電氣的に遮断し、かつ前記第2スイッチを閉鎖することにより前記第2蓄電部と前記回転電機とを電氣的に接続した状態で前記作動確認を実施する。

【0017】

この構成では、フェールセーフ機能の作動確認の実施中は、第2蓄電部及び回転電機を第1蓄電部から切り離し、第2蓄電部から回転電機に給電することによって行う。このとき、フェールセーフ機能の作動確認中は、該作動確認中に駆動される電気負荷に対して第1蓄電部から給電するため、負荷を安定して駆動させることができる。また、フェールセーフ機能の作動確認についても安定した電力状態で実施することができ、作動確認処理を適正に実施することができる。

【0018】

第8の発明は、前記回転電機と、前記回転電機の作動を制御する制御装置(24)とを備える機電一体型の回転電機ユニット(16)が搭載されたシステムに適用される。この場合、機電一体型の回転電機ユニットが正常に機能している状況下で、回転電機ユニットを構成する回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ機能が異常発生時に正常に作動するか否かを、フェールセーフ機能を作動させる状況になる前に事前に確認しておくことができる。また、回転電機ユニットが備える制御装置から出力される偽の異常信号に基づいて、フェールセーフ機能が作動するか否かを確認する構成では、上記フェールセーフ機能の作動確認をできるだけ速やかに行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】車両システムを示す電気回路図。

【図2】回転電機ユニットの電氣的構成を示す回路図。

【図3】電圧監視部の電氣的構成の一部を示す回路図。

【図4】第1実施形態の異常診断機能の作動確認処理を表す機能ブロック図。

【図5】電圧異常に対する作動確認処理の処理手順を示すフローチャート。

【図6】第2実施形態の作動確認処理を示すタイムチャート。

【図7】第2実施形態の異常診断機能の作動確認処理を表す機能ブロック図。

【図8】異常信号に対する作動確認処理の処理手順を示すフローチャート。

【図9】電源状態切替処理の処理手順を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0020】

(第1実施形態)

以下、第1実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態では、エンジン(内燃機関)を駆動源として走行する車両の各種機器に電力を供給する車両システムにおいて、当該システムの異常診断を実施する異常診断装置を具体化するものとしている。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一又は均等である部分には、図中、同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

【0021】

図1に示すように、車両システムは、蓄電部として鉛蓄電池11とリチウムイオン蓄電池12とを有する2電源システムである。各蓄電池11、12からは、スタータ13や、各種の電気負荷14、15、回転電機ユニット16への給電が可能となっている。また、各蓄電池11、12に対しては、回転電機ユニット16による充電が可能となっている。本システムでは、回転電機ユニット16及び電気負荷14、15のそれぞれに対して、鉛蓄電池11及びリチウムイオン蓄電池12が並列に接続されている。

【0022】

鉛蓄電池11は周知の汎用蓄電池である。リチウムイオン蓄電池12は、鉛蓄電池11に比べて、充放電における電力損失が少なく、出力密度、及びエネルギー密度の高い高密度蓄電池である。リチウムイオン蓄電池12は、鉛蓄電池11に比べて充放電時のエネルギー効率が非常に高い蓄電池であることが望ましい。このリチウムイオン蓄電池12は、それぞれ複数の単電池を有してなる組電池として構成されている。これら各蓄電池11、12の定格

10

20

30

40

50

電圧はいずれも同じであり、例えば 12 V である。

【0023】

リチウムイオン蓄電池 12 は、収容ケースに収容されて基板一体の電池ユニット U として構成されている。電池ユニット U は、2 つの出力端子 P1, P2 を有しており、このうち出力端子 P1 に鉛蓄電池 11 とスタータ 13 と電気負荷 14 とが接続され、出力端子 P2 に電気負荷 15 と回転電機ユニット 16 とが接続されている。

【0024】

各電気負荷 14, 15 は、各蓄電池 11, 12 からの供給電力の電圧に対する要求が相違するものである。具体的には、電気負荷 14 には、供給電力の電圧が一定又は少なくとも所定範囲内で変動するよう安定であることが要求される定電圧要求負荷が含まれる。これに対し、電気負荷 15 は、定電圧要求負荷以外の一般的な電気負荷である。

10

【0025】

定電圧要求負荷である電気負荷 14 の具体例としては、ナビゲーション装置やオーディオ装置、メータ装置、エンジン ECU 等の各種 ECU が挙げられる。この場合、供給電力の電圧変動が抑えられることで、上記各装置において不要なリセット等が生じることが抑制され、安定動作が確保される。電気負荷 14 として、電動ステアリング装置やブレーキ装置等の走行系アクチュエータが含まれていてもよい。電気負荷 15 の具体例としては、シートヒータやリヤウインドウのデフロスタ用ヒータ、ヘッドライト、フロントウインドウのワイパ、空調装置の送風ファン等が挙げられる。

【0026】

20

回転電機ユニット 16 は、回転電機 21 と、インバータ 22 と、界磁回路 23 と、回転電機 21 の作動を制御する回転電機 ECU 24 とを備えている。回転電機ユニット 16 は、モータ機能付き発電機であり、機電一体型の ISG (Integrated Starter Generator) として構成されている。回転電機ユニット 16 の詳細については後述する。

【0027】

電池ユニット U には、ユニット内電気経路として、各出力端子 P1, P2 を繋ぐ電気経路 L1 と、電気経路 L1 上の点 N1 とリチウムイオン蓄電池 12 とを繋ぐ電気経路 L2 とが設けられている。このうち電気経路 L1 にスイッチ 31 が設けられ、電気経路 L2 にスイッチ 32 が設けられている。

【0028】

30

また、電池ユニット U には、スイッチ 31 を迂回するバイパス経路 L3 が設けられている。バイパス経路 L3 は、出力端子 P3 と電気経路 L1 上の点 N1 とを接続するようにして設けられている。出力端子 P3 は、ヒューズ 35 を介して鉛蓄電池 11 に接続されている。このバイパス経路 L3 によって、スイッチ 31 を介さずに、鉛蓄電池 11 と電気負荷 15 及び回転電機ユニット 16 との接続が可能となっている。バイパス経路 L3 には、例えば常閉式の機械式リレーからなるバイパススイッチ 36 が設けられている。バイパススイッチ 36 をオン (閉鎖) することで、スイッチ 31 がオフ (開放) されていても鉛蓄電池 11 と電気負荷 15 及び回転電機ユニット 16 とが電氣的に接続される。

【0029】

電池ユニット U は、各スイッチ 31, 32 のオンオフ (開閉) を制御する電池 ECU 37 を備えている。電池 ECU 37 は、CPU、ROM、RAM、入出力インターフェース等を含むマイコンにより構成されている。電池 ECU 37 は、車両の走行状態や各蓄電池 11, 12 の蓄電状態に基づいて、各スイッチ 31, 32 のオンオフを制御する。これにより、鉛蓄電池 11 とリチウムイオン蓄電池 12 とを選択的に用いて充放電が実施される。例えば、電池 ECU 37 は、リチウムイオン蓄電池 12 の SOC (State Of Charge) を算出し、SOC が所定の使用範囲内に保持されるようにリチウムイオン蓄電池 12 への充電量及び放電量を制御する。

40

【0030】

回転電機ユニット 16 の回転電機 ECU 24 や、電池ユニット U の電池 ECU 37 には、各 ECU 23, 37 を統括的に管理する上位制御装置としてのエンジン ECU 40 が接

50

続されている。エンジンECU40は、CPU、ROM、RAM、入出力インターフェース等を含むマイコンにより構成されており、都度のエンジン運転状態や車両走行状態に基づいてエンジン42の運転を制御する。各ECU23, 37, 40は、CAN等の通信ネットワークを構築する通信線41により接続されて相互に通信可能となっており、所定期間で双方向の通信が実施される。これにより、各ECU23, 37, 40に記憶される各種データを互いに共有している。

【0031】

次に、回転電機ユニット16の電氣的構成について図2を用いて説明する。回転電機21は3相交流モータであり、3相電機子巻線25としてU相、V相、W相の相巻線25U, 25V, 25Wと、界磁巻線26とを備えている。回転電機ユニット16は、エンジン出力軸や車軸の回転により発電（回生発電）を行う発電機能と、エンジン出力軸に回転力を付与する力行機能とを備えるものとなっている。具体的には、回転電機21の回転軸は、図示しないエンジン出力軸に対してベルトにより駆動連結されている。このベルトを介して、エンジン出力軸の回転に伴い回転電機21の回転軸が回転することによって発電し、回転電機21の回転軸の回転に伴いエンジン出力軸が回転することによって、エンジン出力軸に回転力を付与する。

【0032】

インバータ22は、各相巻線25U, 25V, 25Wから出力される交流電圧を直流電圧に変換して電池ユニットUに対して出力する。また、インバータ22は、電池ユニットUから入力される直流電圧を交流電圧に変換して各相巻線24U, 24V, 24Wへ出力する。インバータ22は、相巻線の相数と同数の上下アームを有するブリッジ回路であり、3相全波整流回路を構成している。インバータ22は、回転電機21に供給される電力を調節することで回転電機21を駆動する駆動回路を構成している。

【0033】

インバータ22は、相ごとに上アームスイッチSp及び下アームスイッチSnを備えている。本実施形態では、各スイッチSp, Snとして、電圧制御形の半導体スイッチング素子を用いており、具体的には、NチャネルMOSFETを用いている。上アームスイッチSpには、上アームダイオードDpが逆並列に接続され、下アームスイッチSnには、下アームダイオードDnが逆並列に接続されている。本実施形態では、各ダイオードDp, Dnとして、各スイッチSp, Snのボディダイオードを用いている。なお、各ダイオードDp, Dnとしては、ボディダイオードに限らず、例えば各スイッチSp, Snとは別部品のダイオードであってもよい。各相におけるスイッチSp, Snの直列接続体の中間接続点は、各相巻線25U, 25V, 25Wの一端にそれぞれ接続されている。

【0034】

界磁回路23は双方向スイッチであり、界磁巻線26に直流電圧を印加可能とされている。本実施形態において界磁回路23は、4個のスイッチSp, Snを組み合わせたHブリッジ整流回路を構成している。各スイッチSp, Snの基本構成はインバータ22の各スイッチと同じであるため、ここでは説明を省略する。本実施形態では、各スイッチSp, Snのスイッチング制御によって界磁巻線26に印加する直流電圧を調整することにより、界磁巻線26に流れる界磁電流の向き及び電流量を制御する。

【0035】

インバータ22及び界磁回路23を構成する各スイッチSp, Snは、ドライバ27を介してそれぞれ独立にオン/オフ駆動が切り替えられる。本システムには、各相電流iu, iv, iwを検出する電流検出部29A、及び界磁電流ifを検出する電流検出部29Bがそれぞれ設けられている。電流検出部29A, 29Bは、例えばカレントトランスや抵抗器を備えるものが用いられる。

【0036】

回転電機ECU24は、CPU、ROM、RAM、入出力インターフェース等を含むマイコンにより構成されている。回転電機ECU24は、界磁巻線26に流す界磁電流を調整することにより、回転電機ユニット16の発電電圧（電池ユニットUに対する出力電圧

10

20

30

40

50

）を制御する。また、回転電機 ECU24 は、車両の走行開始後にインバータ 22 を制御して回転電機 21 を駆動させて、エンジンの駆動力をアシストする。回転電機 21 は、エンジン始動時にクランク軸に初期回転を付与することが可能であり、エンジン始動装置としての機能も有している。

【0037】

次に、本システムで実施される異常診断処理について説明する。本システムは、異常診断機能として、当該システムに異常が生じていることを検出する異常検出機能、及び当該異常検出処理による異常検出に伴い回転電機 21 を安全側で制御するためのフェールセーフ機能を有している。

【0038】

システム異常としては、回転電機 21 に接続される蓄電部（鉛蓄電池 11、リチウムイオン蓄電池 12）の端子電圧である電源電圧の低下又は上昇といった電圧異常、電池ユニット U での各スイッチのオンオフ故障、リチウムイオン蓄電池 12 の異常高温等が挙げられる。電源電圧異常や電池ユニット U での異常発生に対するフェールセーフ処理として、回転電機ユニット 16 は、回転電機 21 の作動制限を実施する。本実施形態では、回転電機 21 の作動制限として、インバータ 22 及び界磁回路 23 の各スイッチ S_p 、 S_n をオフにして回転電機 21 を電流遮断する処理を実施する。

【0039】

電源電圧の異常検出は、回転電機ユニット 16 に搭載された ASIC28 によって実施される。図 3 は、電源電圧の低下を監視する電圧監視部の電氣的構成を示す図である。ASIC28 は、電源電圧が閾値電圧 V_{th} 以上であることを監視するための電圧監視部としてコンパレータ 46 を備えている。コンパレータ 46 の一方の入力端子（ここでは反転入力端子）には、電源（鉛蓄電池 11、リチウムイオン蓄電池 12）の電圧が抵抗 41 及びバッファ 45 を介して印加され、他方の入力端子（ここでは非反転入力端子）には、電源 47 の電圧を分圧した電圧が印加されている。

【0040】

電源 47 は、例えば定電圧回路により構成されており、定電圧が例えば 5 V である。電源 47 には、2 つの抵抗 43、44 が直列に接続されており、抵抗 43、44 により分圧回路が形成されている。これら抵抗 43、44 の中間点電圧が、閾値電圧 V_{th} としてコンパレータ 46 の非反転入力端子に入力される。コンパレータ 46 の出力端子からは、電源電圧と閾値電圧 V_{th} との比較結果に応じた信号（H 又は L）が出力される。なお、電源電圧は、抵抗 41 で降圧されて基準電圧を生成するものであるため、コンパレータ 46 の反転入力端子には、実際には、電源電圧を降圧した電圧が印加されている。

【0041】

コンパレータ 46 の出力信号はドライバ 27 に入力され、その入力された信号に応じてインバータ 22 及び界磁回路 23 の各スイッチ S_p 、 S_n がオン、オフ駆動される。具体的には、コンパレータ 46 の出力信号が L であれば電源電圧は正常と判断され、この場合には、上位制御装置からのトルク指令に基づく通常のスイッチング制御が実施される。一方、コンパレータ 46 の出力信号が H であれば、電源電圧が低下する電圧低下異常が生じているものとされ、この場合にはインバータ 22 及び界磁回路 23 の各スイッチ S_p 、 S_n がオフ駆動される。

【0042】

なお、スイッチ故障や異常高温等といった電池ユニット U での異常については、電池 ECU37 で検出される。電池 ECU37 は、異常発生を示す異常信号を、通信線 41 を介して他の ECU、すなわち回転電機 ECU24 やエンジン ECU40 に対して出力する。回転電機 ECU24 は、ASIC28 による電圧異常の検出結果や、電池 ECU37 から受信した異常信号に基づいて、回転電機 21 をフェールセーフ作動させる。

【0043】

ここで、車両システムにおいてフェールセーフ機能が正常に作動しない状態になっている場合でも、システムが正常に作動している限り、主機能に影響が出ないことがある。そ

10

20

30

40

50

のため、ユーザはフェールセーフ機能が正常に作動しなくなっていることに気付くことができないおそれがある。しかしながら、フェールセーフ機能が故障している状態で車両の使用を継続すると、システム異常が発生した場合に何ら対処できず、その結果、回転電機 21 を保護できないことが懸念される。

【0044】

そこで本実施形態では、車両システムの正常時に、フェールセーフ処理を実施すべき異常が生じたものとして偽の異常信号を A S I C 28 から出力されるように構成し、その偽の異常信号に基づいてフェールセーフ機能が正常に作動するか否かの作動確認を実施することとしている。つまり、車両システムの正常時に、フェールセーフ処理を実施すべき異常を仮想的に作り出し、その仮想的な異常の状況下で、フェールセーフ機能が正常に作動するか否かの作動確認を実施する。

10

【0045】

具体的には、本実施形態では、回転電機 21 の作動停止期間において、コンパレータ 46 の反転入力端子に、閾値電圧 V_{th} よりも低い電圧値を入力することによって、電圧低下異常が生じていることを示す偽の異常信号を A S I C 28 で生成させる。そして、その偽の異常信号を A S I C 28 からステータ側又は界磁側に出力する。このときの各相電流及び界磁電流をモニタすることにより、電源電圧の低下時に回転電機 21 の電流遮断を確実に実施できることを確認する。なお、本実施形態では、フェールセーフ処理部 24 C 及び A S I C 28 によって、本開示の「フェールセーフ処理部」を構成しており、回転電機 E C U 24 及び A S I C 28 が「異常信号生成部」を構成している。

20

【0046】

偽の異常信号を生成するための構成について、回転電機ユニット 16 は、図 3 に示すように、A S I C 28 の上流側に電圧切替回路 51 を備えている。電圧切替回路 51 は、コンパレータ 46 の反転入力端子の入力電圧を、実際の電源電圧に対応する電圧値とするか、それとも閾値電圧 V_{th} よりも低い電圧値とするかを切り替える。

【0047】

具体的には、電圧切替回路 51 は、図 3 に示すように、回転電機 E C U 24 によってオンオフ制御されるスイッチ 52 を備えている。スイッチ 52 の一端は接地されており、他端には、直列に配置された 2 つの抵抗 53, 41 を介して電池ユニット U に接続されている。これら 2 つの抵抗 41, 53 により分圧回路が形成されている。スイッチ 52 がオフからオンへ切り替えられると、2 つの抵抗 41, 53 の中間点電圧 T_m がコンパレータ 46 の反転入力端子に入力される。このとき入力される中間点電圧 T_m が閾値電圧 V_{th} よりも低くなるように、2 つの抵抗 41, 53 の抵抗値がそれぞれ定められている。

30

【0048】

図 4 は、電圧異常に対する異常診断機能が正常に作動することを確認する作動確認処理を表す機能ブロック図である。回転電機 E C U 24 は、トルク制御部 24 A と、異常検出部 24 B と、フェールセーフ処理部 24 C と、作動確認部 24 D とを備えている。トルク制御部 24 A は、エンジン E C U 40 から受信したトルク指令に基づいて、インバータ 22 及び界磁回路 23 の各スイッチをスイッチング制御する。これにより、回転電機 21 による発電又は力行が行われる。

40

【0049】

異常検出部 24 B は、回転電機ユニット 16 で発生する異常を検出したり、他の E C U (本実施形態では電池 E C U 37) から異常信号を受信したりする。フェールセーフ処理部 24 C は、異常検出部 24 B から、車両システムで発生した異常に関する情報(異常情報)を含む異常信号を受信したことに基づいて、フェールセーフ処理のための電流制御を実施する。フェールセーフ処理として本実施形態では、ステータ側及び界磁側の電流遮断を実施する。

【0050】

異常診断機能の作動確認処理に関し、トルク制御部 24 A は、異常診断機能の作動確認処理を実行するためのトリガとして確認開始フラグを入力すると、回転電機 21 に対し、

50

電流遮断が行われることを確認するための微小電流として作動確認用電流を流すべく電流制御を実施する。本実施形態では、ステータ側及び界磁側の作動確認を別個に実施する。したがって、ステータ側及び界磁側のうち一方を作動確認対象として選択し、その選択した作動確認対象に作動確認用電流を流す。これにより、回転電機 21 からトルク発生しないようにする。確認開始フラグは、本実施形態では、システム終了に伴いエンジン ECU 40 から受信するフラグである。

【0051】

作動確認部 24D は、確認開始フラグの入力に伴い作動確認対象に電流を流した後、電圧切替回路 51 のスイッチ 52 に切替指令を出力し、スイッチ 52 をオン駆動する。これにより、ASIC 28 の電圧監視部 28A には、閾値電圧 V_{th} と比較する電圧として、閾値電圧 V_{th} よりも低い電圧が入力される。この低電圧の入力により、ASIC 28 からドライバ 27 を介してインバータ 22 及び界磁回路 23 に異常信号、つまり仮想的な異常を生じさせるための偽の異常信号が出力される。この異常信号の出力により、回転電機 21 の電流遮断を行うべく、作動確認対象の各スイッチがオフ駆動される。作動確認部 24D は、このとき入力される界磁側及びステータ側の電流検出値に基づき、作動確認対象の各スイッチが実際にオフになったか否か、つまり電流遮断が行われたか否かを確認する。

【0052】

なお、界磁側の作動確認は各相について順次行うが、その実施の順序は特に限定されない。作動確認用電流については、作動確認対象の電気経路において電流が流れるように電流制御し、作動確認の際には、作動確認用電流を流した電気経路上のスイッチをオフにする。また、ステータ側についても同じく、作動確認は U 相、V 相、W 相について順次行うが、その際の実施の順序は特に限定されない。作動確認用電流については、作動確認対象とする相巻線に電流が流れるように電流制御し、作動確認の際には、作動確認用電流を流した相巻線に接続されるスイッチをオフにする。

【0053】

次に、電圧低下異常に対する異常診断機能の作動確認処理について、図 5 のフローチャートを用いて説明する。この処理は、回転電機 ECU 24 が確認開始フラグを入力したことに伴い回転電機 ECU 24 により実行される。

【0054】

図 5 において、ステップ S101 では、作動確認用電流制御を行うための指令を出力する。ここでは、ステータ側及び界磁側のうち、まずは界磁側を作動確認対象として選択し、界磁巻線 26 に作動確認用電流を流す。続くステップ S102 では、電流検出部による電流検出値に基づいて、作動確認用電流が流れているか否かを確認する。電流検出値が所定値以上であれば作動確認用電流が流れているものと判断し、ステップ S103 へ進む。

【0055】

ステップ S103 では、電圧切替回路 51 に切替指令を出力する。これにより、スイッチ 52 がオンされて偽の異常信号が生成され、その偽の異常信号が ASIC 28 からドライバ 27 に出力される。続くステップ S104 では、電流検出部による電流検出値に基づいて、電流遮断が行われているか否かを確認する。例えば、作動確認対象が界磁側である場合には、電流検出部による界磁電流 i_f の電流検出値と閾値とを比較する。電流検出値が閾値以下である場合には、界磁側については電流遮断が正常に行われ、異常診断機能は正常に作動するものと判断する。

【0056】

そしてステップ S105 へ進み、電圧低下異常に対する異常診断機能の作動確認の診断パターンが全て完了したか否かを判定する。界磁側及びステータ側のうちステータ側についての作動確認が未実施である場合には、ステップ S105 で否定判定され、ステータ側について、ステップ S101 ~ S105 の処理を再度実行する。界磁側及びステータ側のそれぞれについて、異常診断機能の作動確認が終了すると、ステップ S105 で肯定判定され、そのまま本処理を終了する。

【 0 0 5 7 】

作動確認用電流を流したにもかかわらず所定値以上の電流値が確認されなかった場合には、ステップ S 1 0 2 で否定判定され、ステップ S 1 0 6 に進み、異常有りの旨をエンジン E C U 4 0 及び電池 E C U 3 7 に出力する。

【 0 0 5 8 】

電圧切替回路 5 1 に切替指令を出力したにもかかわらず電流遮断が確認されなかった場合には、ステップ S 1 0 4 で否定判定されてステップ S 1 0 6 に進み、異常診断機能に異常有りと判定する。この場合、回転電機ユニット 1 6 は、回転電機 2 1 を電流遮断する。なお、回転電機 2 1 を電流遮断する構成に替えて、ドライバに異常有りの旨を通知してもよいし、又はその両方を実施してもよい。また併せて、異常診断機能に異常が生じていることを示す信号をエンジン E C U 4 0 及び電池 E C U 3 7 に出力する。なお、異常診断機能の作動確認を複数回行い、所定回以上異常有りと判定されたことを条件に、回転電機 2 1 の電流遮断、ドライバへの通知を実施してもよい。

10

【 0 0 5 9 】

以上詳述した本実施形態によれば、次の優れた効果が得られる。

【 0 0 6 0 】

システムの正常時に、回転電機 2 1 を安全側で制御するためのフェールセーフ処理を実施すべき異常が生じたものとして偽の異常信号を生成し、その偽の異常信号に基づいて当該フェールセーフ機能が正常に作動するか否かの作動確認を実施する構成とした。こうした構成によれば、異常が発生する前に、回転電機 2 1 を安全側で制御するためのフェールセーフ機能が作動するかしないかを事前に把握することができる。これにより、フェールセーフ機能が作動するかしないかに応じた制御を実施することができ、ひいては回転電機 2 1 を適切に保護することができる。

20

【 0 0 6 1 】

回転電機 2 1 の作動停止期間に、偽の異常信号に基づいてフェールセーフ機能の作動確認を実施する構成としたため、回転電機 2 1 の発電及び力行の通常機能を阻害しないようにしつつ、異常検出に伴うフェールセーフ機能の作動を確認することができる。特に本実施形態では、システム終了時に作動確認処理を実施することから、フェールセーフ機能の作動確認のための時間を十分に確保することができ、作動確認処理を確実に完了させることができる。

30

【 0 0 6 2 】

電源電圧が閾値電圧 V_{th} 以下の場合にフェールセーフ処理を実施する構成において、閾値電圧 V_{th} と比較する電圧を、電源電圧から、閾値電圧 V_{th} よりも低電圧に切り替える切替回路として電圧切替回路 5 1 を設け、フェールセーフ機能の作動確認時には、電圧切替回路 5 1 のスイッチ 5 2 をオン駆動することにより偽の異常信号を出力する構成とした。この構成によれば、回転電機 2 1 の電源電圧を仮想的に異常な電圧値とすることができるため、閾値電圧 V_{th} との比較処理が正常に作動するか否かを併せて確認することができる。つまり、システムの異常を検出する異常検出機能と、当該異常検出機能による異常検出に伴い回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ機能とが正常に作動するか否かを一連の流れで確認することができる。

40

【 0 0 6 3 】

回転電機 2 1 のフェールセーフ機能の作動確認を、回転電機 2 1 でトルク発生させない電流制御によって実施する構成としたため、意図しないシステム挙動が生じることによる不都合、具体的には、意図しない車両挙動やドライバビリティの低下等が生じることを回避することができる。

【 0 0 6 4 】

作動確認処理によって回転電機 2 1 のフェールセーフ処理が正常に作動しないと判断された場合には回転電機 2 1 を電源遮断する構成とした。こうすることにより、システムに異常が生じたにも関わらず回転電機 2 1 のフェールセーフ機能が正常に作動せず、回転電機 2 1 を適切に保護できないといった状況に陥ることを回避することができる。

50

【 0 0 6 5 】

(第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。上記第 1 実施形態では、電圧切替回路 5 1 によって電圧低下異常を仮想的に生じさせることで生じた偽の異常信号に基づいて、電圧低下異常に対してフェールセーフ機能が作動するか否かの確認を行った。これに対し、本実施形態では、上記構成に加え、更に、異常検出部 2 4 B による実際の検出結果とは異なる異常情報を含む異常信号を偽の異常信号として回転電機 E C U 2 4 で生成し、その偽の異常信号に基づいて、回転電機 E C U 2 4 が直接、又は A S I C 2 8 を介して、フェールセーフ機能を正常に作動させることができるか否かを確認する。

10

【 0 0 6 6 】

図 6 は、異常診断機能の作動確認処理を表すタイムチャートである。この処理は、システム終了時に回転電機 E C U 2 4 により実行される。

【 0 0 6 7 】

図 6 において、コネクタ電源がオンからオフに切り替えられると、まず、インバータ 2 2 及び界磁回路 2 3 の各スイッチを全て一旦オフにする（時刻 t_{11} ）。その後、界磁側の電流遮断機能を確認する処理である界磁側確認処理と、ステータ側の電流遮断を確認する処理であるステータ側確認処理とをこの順で実施する。

【 0 0 6 8 】

具体的には、時刻 t_{11} から所定時間が経過した時刻 t_{12} 以降では、界磁側確認処理として、A S I C 2 8 からの指令に基づき界磁電流 i_f を遮断できるか否かを確認する第 1 処理と、回転電機 E C U 2 4 からの指令に基づき界磁電流 i_f を遮断できるか否かを確認する第 2 処理とを実施する。

20

【 0 0 6 9 】

第 1 処理では、まず、作動確認用電流として界磁電流 i_f を流した後、電圧切替回路 5 1 のスイッチ 5 2 をオンすることによって、システムに電圧低下異常を仮想的に生じさせ、その仮想的な異常の状況下での界磁電流 i_f をモニタすることによりフェールセーフ機能の作動を確認する（時刻 $t_{12} \sim t_{14}$ ）。具体的には、時刻 t_{12} から所定時間、界磁電流 i_f を流し、その後、仮想的な電圧低下異常によってフェールセーフ処理が作動し、時刻 t_{13} で界磁回路 2 3 の全スイッチがオフされることによって電流遮断されたことを確認する。

30

【 0 0 7 0 】

また、第 2 処理では、作動確認用電流として界磁電流 i_f を流した後、回転電機 E C U 2 4 で生成された偽の異常信号に基づいて界磁回路 2 3 の各スイッチのオフ指令が出力されることにより、界磁電流 i_f を遮断できるか否かを確認する（時刻 $t_{14} \sim t_{15}$ ）。界磁側確認処理の実施中は、ステータ側の全スイッチをオフにしたままとする。なお、作動確認は各相について別個に行われるが、その実施の順序は特に限定されない。作動確認用電流については、作動確認対象の電気経路で電流が流れるように電流制御し、作動確認の際には、作動確認用電流を流した電気経路上のスイッチをオフにする。

【 0 0 7 1 】

界磁側確認処理が終了すると、続いてステータ側確認処理を実施する。ステータ側確認処理としては、A S I C 2 8 からの指令に基づき各相電流 i_u, i_v, i_w を遮断できるか否かを確認する第 3 処理と、回転電機 E C U 2 4 からの指令に基づき各相電流 i_u, i_v, i_w を遮断できるか否かを確認する第 4 処理と、回転電機 E C U 2 4 から A S I C 2 8 を介して出力された指令に基づき各相電流 i_u, i_v, i_w を遮断できるか否かを確認する第 5 処理と、を実施する。

40

【 0 0 7 2 】

第 3 処理では、まず、作動確認用電流として相電流を流した後、電圧切替回路 5 1 のスイッチ 5 2 をオンすることによって、システムに電圧低下異常を仮想的に生じさせる。そして、その仮想的な異常の状況下での相電流をモニタすることにより、フェールセーフ機

50

能の作動を確認する（時刻 $t_{15} \sim t_{16}$ ）。また、第4処理では、作動確認用電流として相電流を流した後、回転電機 ECU24 で生成された偽の異常信号に基づいてインバータ22の各スイッチのオフ指令が出力されることにより、相電流を遮断できるか否かを確認する（時刻 $t_{16} \sim t_{17}$ ）。

【0073】

第5処理では、回転電機 ECU24 は、作動確認用電流として相電流を流す。また、回転電機 ECU24 で生成された偽の異常信号を ASIC28 に出力し、その偽の異常信号に基づいて、ASIC28 がシステム異常を判断してインバータ22の各スイッチのオフ指令を出力する。これにより、相電流を遮断できるか否かを確認する（時刻 $t_{17} \sim t_{18}$ ）。ステータ側確認処理の実施中は、界磁側の各スイッチはオフにしたままとする。ステータ側の作動確認はU相、V相、W相について順次行うが、その際の実施の順序は特に限定されない。作動確認用電流については、作動確認対象とする相巻線に電流が流れるように電流制御し、作動確認の際には、電流を流した相巻線に接続されるスイッチをオフにする。

【0074】

図7は、異常診断機能が正常に作動するか否かを確認する作動確認処理を表す機能ブロック図である。なお、電圧低下異常に対する異常診断機能の作動確認については図4と同じであるため、ここでは説明を省略する。図7中の括弧内の数字は、第1処理～第5処理での偽の異常信号の出力箇所を表し、第1処理～第5処理の処理番号に対応している。

【0075】

回転電機 ECU24 は、トルク制御部24A、異常検出部24B、フェールセーフ処理部24C及び作動確認部24Dに加え、更に異常信号生成部24Eを備えている。異常信号生成部24Eは、作動開始フラグを入力したことに基づいて偽の異常信号を生成し、フェールセーフ処理部24C及びASIC28に出力する。

【0076】

偽の異常信号は、異常検出部24Bで異常が検出されていない場合にその検出結果を異常有りと書き替えることにより生成される。この偽の異常信号には、実際に異常が生じた場合に生成される異常信号と同じく、システムの異常情報が含まれている。異常情報としては、例えば電源電圧の異常、電池ユニットUでの異常等の異常内容に関する情報等がある。フェールセーフ処理部24Cは、異常信号生成部24Eから偽の異常信号を受信すると、その偽の異常信号を受信したことに基づいて、フェールセーフ処理のための電流制御を実施する。

【0077】

なお、異常信号生成部24Eの機能を異常検出部24Bが有するものとしてもよい。この場合、異常検出部24Bの検出結果の出力を「異常無し」から「異常有り」の情報に書き替えることにより、異常検出部24Bからフェールセーフ処理部24Cに偽の異常情報を出力する。

【0078】

ASIC28は、電圧監視部28Aに加え、更に制御部28Bを備えている。ASIC28の制御部28Bは、回転電機 ECU24 の異常信号生成部24Eから偽の異常信号を受信すると、その偽の異常信号を受信したことに基づいて、フェールセーフ処理のための電流制御を実施する。ここでは、ステータ側及び界磁側を電流遮断する。

【0079】

次に、異常信号に対する異常診断機能の作動確認処理について、図8のフローチャートを用いて説明する。図8の処理は第5処理に相当する。この処理は、回転電機 ECU24 が確認開始フラグを入力した後、第1処理～第4処理が終了したタイミングで回転電機 ECU24 により実行される。

【0080】

図8において、ステップS201では、異常診断機能の作動確認用電流制御を行うための指令を出力する。ここでは、ステータ側に作動確認用電流を流す。続くステップS20

10

20

30

40

50

2では、電流検出部による電流検出値に基づいて、作動確認用電流が流れているか否かを確認する。電流検出値が所定値以上であれば作動確認用電流が流れているものと判断し、ステップS203へ進む。

【0081】

ステップS203では、異常検出部24Bによる検出結果を書き替えることによって偽の異常信号を生成し、その生成した偽の異常信号をASIC28に出力する。続くステップS204では、電流検出部による電流検出値に基づいて、電流遮断が行われているか否かを確認する。ここでは、各相電流の電流検出値と閾値とを比較する。電流検出値が閾値以下である場合には、回転電機ECU24からの指令に基づきASIC28によって電流遮断が正常に行われ、異常診断機能は正常に作動するものと判断する。

10

【0082】

作動確認用電流を流したにもかかわらず所定値以上の電流値が確認されなかった場合には、ステップS202で否定判定され、ステップS205に進む。ステップS205では、システムに異常が発生していることを示す信号をエンジンECU40及び電池ECU37に出力する。

【0083】

偽の異常信号の出力後において電圧遮断が確認されなかった場合には、ステップS204で否定判定されてステップS205に進み、異常診断機能に異常有りと判定する。この場合、回転電機ユニット16は、回転電機21を電流遮断するか、ドライバに異常有りの旨を通知するか、又はその両方を実施する。併せて、異常診断機能に異常が生じていることを示す信号をエンジンECU40及び電池ECU37に出力する。

20

【0084】

以上詳述した本実施形態によれば、回転電機ECU24の異常信号生成部24Eが、偽の異常信号として、異常検出部24Bによる実際の検出結果とは異なる異常情報を含む異常信号を生成し、その偽の異常信号に基づいて、フェールセーフ機能の作動確認を行うため、システム異常時に実際に生成される異常情報を含む異常信号に基づいて、回転電機を安全側で制御するためのフェールセーフ機能が正常に作動するか否かを確認することができる。

【0085】

(他の実施形態)

30

本発明は上記実施形態に限定されず、例えば次のように変更してもよい。

【0086】

・上記実施形態では、ASIC28で電源電圧異常を仮想的に生じさせる構成として電源電圧の低下について説明したが、ASIC28において電源電圧の上昇を仮想的に生じさせ、その仮想的な異常が生じた状況下で、電流検出部29により検出される電流値に基づいて、フェールセーフ機能が正常に作動するか否かを確認する構成としてもよい。ASIC28で電源電圧の上昇を仮想的に生じさせる構成については、特に限定されない。例えば、ASIC28に、電源電圧が上限電圧以下であることを監視するための電圧監視部としてコンパレータを設け、コンパレータの出力端子から電源電圧と上限電圧との比較結果に応じた信号(H又はL)が出力されるようにする。

40

【0087】

・フェールセーフ処理の内容については、回転電機21を安全側で制御するための処理を実施するものであればよく、回転電機21を電流遮断するものに限定されない。例えば、フェールセーフ処理により特定の電流パターンで回転電機21の電流制御を実施することにより、回転電機21の出力を制限する構成としてもよい。また、電源電圧異常として電源電圧の上昇を検出した場合に、フェールセーフ処理として、回転電機21を相短絡状態(本実施形態では三相短絡)とすることにより回転電機に短絡電流が流れるように制御する構成としてもよい。

【0088】

・フェールセーフ処理として、電流制御とは無関係の処理を実施するものとしてもよい

50

。例えば、フェールセーフ処理が、回転電機 21 を安全側にするべくドライバへの通知を行う構成のものに適用してもよい。この場合、異常診断機能の作動確認処理としては、例えば、仮想的な電源電圧異常によって偽の異常信号が出力されたことに伴い、メータ ECU からダッシュボードの表示部への出力がなされているか否かを確認することにより行う。

【0089】

・上記実施形態では、異常診断機能に対する作動確認処理を界磁側、ステータ側で別々に実施することにより、回転電機 21 でトルクが発生しないようにしたが、作動確認用電流制御として q 軸電流がゼロになる電流制御を実施することにより、回転電機 21 でトルクが発生しないようにしてもよい。また、車両が動かない状態にあるときに異常診断機能に対する作動確認を実施する構成としてもよい。具体的には、車両においてクラッチが開放されて動力伝達が遮断された状態や、シフトレンジが P レンジであってかつパーキングブレーキが作動された状態で、異常診断機能に対する作動確認を実施してもよい。

10

【0090】

・上記実施形態では、異常診断機能に対する作動確認処理をシステム終了時に実施する構成としたが、システム起動時に実施してもよいし、あるいは回転電機 21 に対する発生トルクの上位指令（例えばエンジン ECU 40 からのトルク指令）がゼロである場合に実施する構成としてもよい。システム起動時及び回転電機 21 のトルクの上位指令がゼロである場合であれば、システム終了時と同じく、回転電機 21 の発電機能及び力行機能を妨げずに異常診断機能の作動確認を実施できる点で好ましい。

20

【0091】

・異常診断機能の作動確認によって異常有りと判定された場合、その判定結果を不揮発メモリに記憶しておき、次回以降のシステム起動後において、その判定結果を維持して回転電機 21 の電流遮断や、ユーザへの通知を継続してもよい。

【0092】

・上記第 2 実施形態では、回転電機 ECU 24 で偽の異常信号を生成し、回転電機 ECU 24 から直接又は ASIC 28 を介して指令することにより、フェールセーフ処理が正常に作動するか否かを判定する構成とした。これに代えて、エンジン ECU 40 が偽の異常信号を生成し、回転電機 ECU 24 又は ASIC 28 に出力することによって、回転電機 21 を安全側に制御するためのフェールセーフ処理が正常に作動するか否かを判定してもよい。あるいは、電池 ECU 37 が偽の異常信号を生成し、回転電機 ECU 24 又は ASIC 28 に出力することによって、回転電機 21 を安全側に制御するためのフェールセーフ処理が正常に作動するか否かを判定してもよい。

30

【0093】

・異常診断機能の作動確認処理については、電池ユニット U からの供給電力によって実施することが好ましい。この場合、作動確認処理の開始前に、電池ユニット U の電源状態が、異常診断機能の作動確認に必要な電力を供給可能な状態であるか否かを判定し、給電可能な状態であることを条件に、異常診断機能の作動確認処理を実施する構成としてもよい。

【0094】

・上記実施形態では、ASIC 28 を回転電機 ECU 24 とは別に設けたが、ASIC 28 の機能を回転電機 ECU 24 が有していてもよい。

40

【0095】

・回転電機 21 に対して並列接続される蓄電池として鉛蓄電池 11（第 1 蓄電部）及びリチウムイオン蓄電池 12（第 2 蓄電部）を備えるシステムにおいて、図 1 に示すように、第 1 蓄電部と回転電機 21 との間の電気経路に設けられ、第 1 蓄電部と回転電機 21 とを電氣的に接続又は遮断するスイッチ 31（第 1 スイッチ）と、第 2 蓄電部と回転電機 21 との間の電気経路に設けられ、第 2 蓄電部と回転電機 21 とを電氣的に接続又は遮断するスイッチ 32（第 2 スイッチ）とを設けておく。そして、作動確認部 24D によるフェールセーフ機能の作動確認中は、該作動確認中に駆動される電気負荷に対して第 1 蓄電部

50

から給電する。また、作動確認部 2 4 D は、スイッチ 3 1 を開放することによって第 1 蓄電部と回転電機 2 1 とを電氣的に遮断し、かつスイッチ 3 2 を閉鎖することによって第 2 蓄電部と回転電機 2 1 とを電氣的に接続した状態で作動確認を実施する電源状態切替処理を実施する構成としてもよい。つまり、フェールセーフ機能の作動確認の実施中は、第 2 蓄電部及び回転電機 2 1 を第 1 蓄電部から切り離し、第 2 蓄電部から回転電機 2 1 に給電することによって行う。このとき、フェールセーフ機能の作動確認中は、該作動確認中に駆動される電気負荷に対して第 1 蓄電部から給電するため、電気負荷を安定して駆動させることができる。また、フェールセーフ機能の作動確認についても安定した電力状態で実施することができ、作動確認処理を適正に実施することができる。

【 0 0 9 6 】

10

図 9 は、電源状態切替処理の処理手順を示すフローチャートである。図 9 において、ステップ S 3 0 1 では、システムの電源状態をフェールセーフ機能の作動確認処理用に切り替える。図 1 のシステムでは、スイッチ 3 1 及びスイッチ 3 6 を開放し、スイッチ 3 2 を閉鎖する。続くステップ S 3 0 2 では、フェールセーフ機能の作動確認処理が終了したか否かを判定する。このとき、作動確認処理が終了していなければ、その電源状態を保持し、終了していれば、ステップ S 3 0 3 へ進み、電源状態を元に戻す。作動確認処理をシステム終了時に行う場合には、スイッチ 3 1 , 3 2 , 3 6 を全て開放状態にする。

【 0 0 9 7 】

・図 1 の構成では、電池ユニット U の出力端子 P 1 の側、すなわち鉛蓄電池 1 1 の側に定電圧要求負荷である電気負荷 1 4 を接続し、出力端子 P 2 側、すなわち回転電機ユニット 1 6 側に一般負荷である電気負荷 1 5 を接続する構成としたが、これを変更してもよい。例えば、電池ユニット U の出力端子 P 1 側に電気負荷 1 5 (一般負荷) を接続し、出力端子 P 2 側に電気負荷 1 4 (定電圧要求負荷) を接続する構成としてもよい。

20

【 0 0 9 8 】

・上記実施形態では、界磁側及びステータ側の両方について、異常診断機能の作動確認を実施したが、いずれか一方についてのみ異常診断機能の作動確認を実施する構成としてもよい。また、上記第 2 実施形態において、第 1 処理 ~ 第 5 処理のうちの一部のみを実施する構成としてもよい。

【 0 0 9 9 】

・上記第 2 実施形態では、電圧切替回路 5 1 を用いて生成した偽の異常信号に基づいて、電圧低下異常に対してフェールセーフ機能が作動するか否かを確認する処理と、回転電機 E C U 2 4 の異常信号生成部 2 4 E で生成した偽の異常信号に基づいて、回転電機 E C U 2 4 が直接又は A S I C 2 8 を介してフェールセーフ機能が作動するか否かを確認する処理とを行ったが、後者の処理のみを実施する構成であってもよい。

30

【 0 1 0 0 】

・上記実施形態では、回転電機 2 1 の作動停止期間に、偽の異常信号に基づくフェールセーフ機能の作動確認を行ったが、回転電機 2 1 の作動期間に行ってもよい。この場合、車両の動力伝達が遮断された状態や、シフトレンジが P レンジであってかつパーキングブレーキが作動された状態で作動確認を実施することが望ましい。

【 0 1 0 1 】

40

・上記実施形態では、第 1 蓄電部として鉛蓄電池 1 1 を設けるとともに、第 2 蓄電部としてリチウムイオン蓄電池 1 2 を設ける構成としたが、これを変更してもよい。第 2 蓄電部として、リチウムイオン蓄電池 1 2 以外の高密度蓄電池、例えばニッケル - 水素電池を用いてもよい。その他、少なくともいずれかの蓄電部としてキャパシタを用いることも可能である。

【 0 1 0 2 】

・上記実施形態では、巻線界磁型の回転子を備えるモータに適用する場合について説明したが、永久磁石型の回転子を備えるモータに適用してもよい。

【 0 1 0 3 】

・上記実施形態では、回転電機 2 1 として 3 相交流モータを用いる場合について説明し

50

たが、例えば 6 相交流モータ等のような 3 相交流モータ以外のものに適用してもよい。

【 0 1 0 4 】

・上記実施形態では、発電動作と力行動作とを行う回転電機について説明したが、発電動作及び力行動作のいずれかのみを行う回転電機にも適用することができる。

【 0 1 0 5 】

・本発明が適用される電源システムを、車両以外の用途、例えば船舶、航空機、ロボット等の用途に用いることも可能である。

【 0 1 0 6 】

・上記の各構成要素は概念的なものであり、上記実施形態に限定されない。例えば、一つの構成要素が有する機能を複数の構成要素に分散して実現したり、複数の構成要素が有する機能を一つの構成要素で実現したりしてもよい。

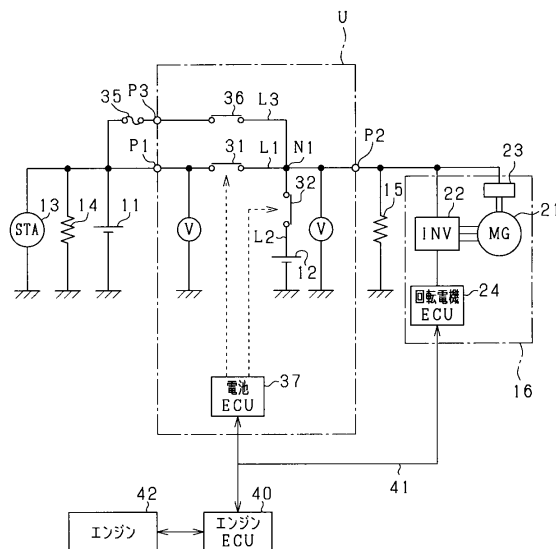
10

【符号の説明】

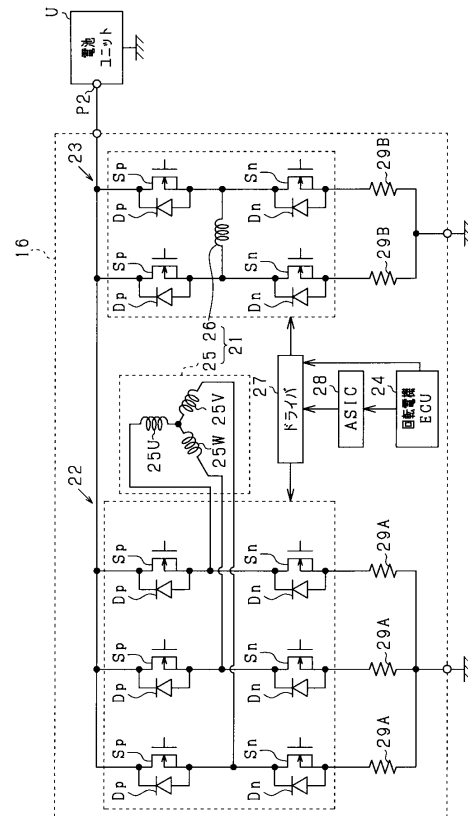
【 0 1 0 7 】

1 1 ... 鉛蓄電池（第 1 蓄電部）、1 2 ... リチウムイオン蓄電池（第 2 蓄電部）、2 1 ... 回転電機、2 2 ... インバータ、2 3 ... 界磁回路、2 4 ... 回転電機 ECU、2 4 B ... 異常検出部、2 4 C ... フェールセーフ処理部、2 4 D ... 作動確認部、2 8 ... A S I C、2 8 A ... 電圧監視部、2 8 B ... 制御部、2 9 ... 電流検出部、3 7 ... 電池 ECU、4 0 ... エンジン ECU、5 1 ... 電圧切替回路。

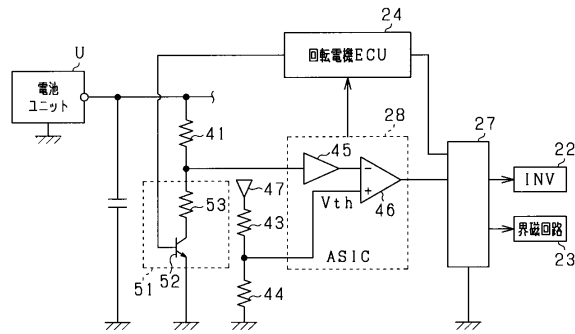
【 図 1 】



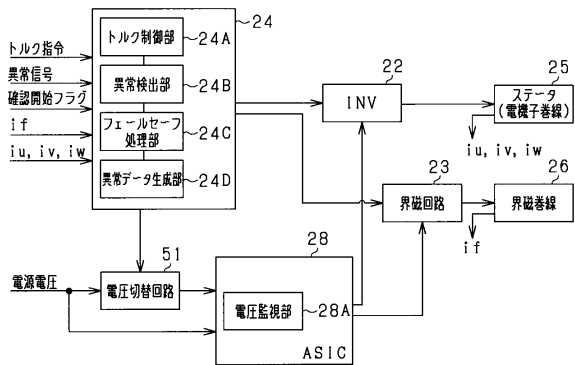
【 図 2 】



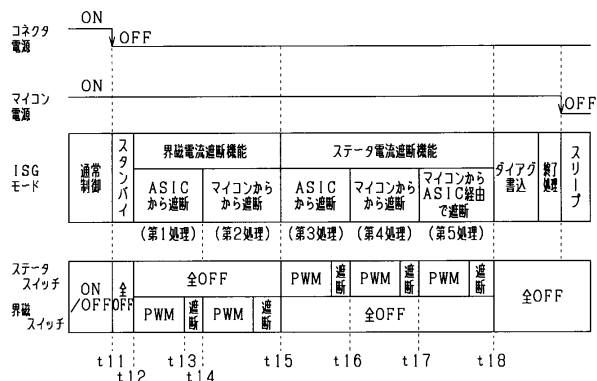
【図 3】



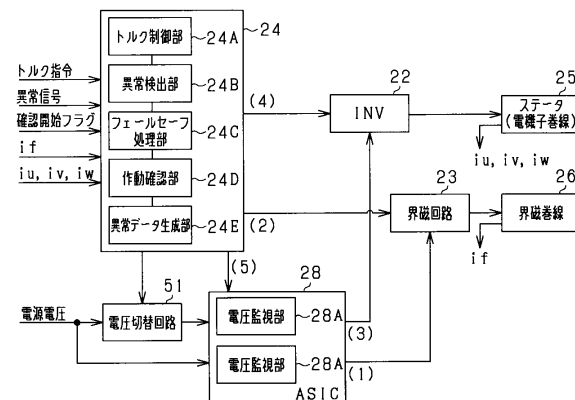
【図 4】



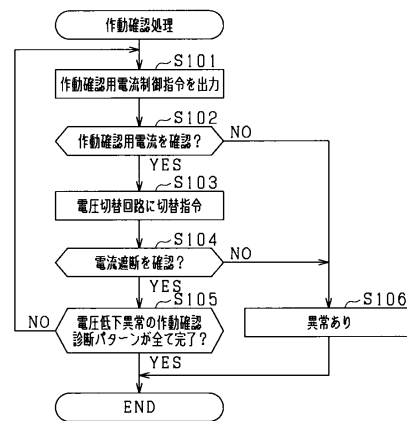
【図 6】



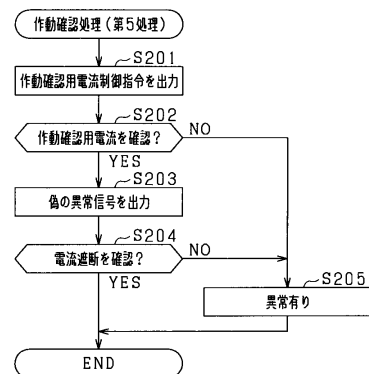
【図 7】



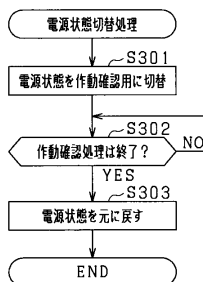
【図 5】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 池田 貴俊

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 6 9 8 6 5 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 7 9 8 2 2 (J P , A)
中国特許出願公開第 1 0 2 7 2 9 5 8 5 (C N , A)
中国特許出願公開第 1 0 3 3 8 9 4 6 3 (C N , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 P 2 9 / 0 2 4
B 6 0 R 1 6 / 0 2