

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7022050号

(P7022050)

(45)発行日 令和4年2月17日(2022.2.17)

(24)登録日 令和4年2月8日(2022.2.8)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 R	27/02	(2006.01)	G 0 1 R	27/02	R
G 0 1 R	27/18	(2006.01)	G 0 1 R	27/18	
G 0 1 R	31/52	(2020.01)	G 0 1 R	31/52	
B 6 0 L	3/00	(2019.01)	B 6 0 L	3/00	S

請求項の数 9 (全18頁)

(21)出願番号	特願2018-229897(P2018-229897)
(22)出願日	平成30年12月7日(2018.12.7)
(65)公開番号	特開2020-91248(P2020-91248A)
(43)公開日	令和2年6月11日(2020.6.11)
審査請求日	令和2年11月27日(2020.11.27)

(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
(73)特許権者	000004695 株式会社SOKEN 愛知県日進市米野木町南山500番地20
(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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 絶縁抵抗検出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流電源(40)と、

前記直流電源に接続されかつ接地部(G1)から絶縁された電源経路(L1, L2)に一端が接続されたカップリングコンデンサ(C1)と、

前記カップリングコンデンサの他端に接続された抵抗(R1)と、

前記抵抗に接続され、前記抵抗に所定の周波数信号を出力する発振部(53)と、

を備える電源システム(100)に適用され、前記発振部が前記抵抗に前記周波数信号を出力した場合における前記カップリングコンデンサと前記抵抗との接続点での電圧を所定周期で検出し、検出電圧(VD)の移動平均値(VA)に基づき、前記接地部と前記電源経路との間における絶縁抵抗(Rn)を検出する絶縁抵抗検出装置であって、

前記検出電圧が所定値(Vtg1)以上変化したか否かを判定する第1判定部(S12)と、

前記検出電圧が前記所定値以上変化すると判定された場合に、第1範囲(HS1)の前記検出電圧を用いて算出された第1移動平均値(VA1)に基づき、前記絶縁抵抗を検出する抵抗検出部(S28, S36)と、

前記検出電圧が前記所定値以上変化すると判定された後、当該検出電圧の脈動が減衰したか否かを判定する第2判定部(S26)と、を備え、

前記抵抗検出部は、前記検出電圧の脈動が減衰すると判定された場合に、前記第1移動平均値に代えて、前記第1範囲よりも含まれる前記検出電圧の個数が少ない第2範囲(HS

2) の前記検出電圧を用いて算出された第 2 移動平均値 (VA2) に基づき、前記絶縁抵抗を検出する絶縁抵抗検出装置。

【請求項 2】

前記第 1 範囲及び前記第 2 範囲は、前記検出電圧の有効電圧範囲 (HV1, HV2) を用いて規定され、

前記抵抗検出部は、前記有効電圧範囲内の前記検出電圧を用いて前記第 1 移動平均値及び第 2 移動平均値を算出し、

前記第 2 移動平均値の算出に用いる前記有効電圧範囲 (HV2) は、前記第 1 移動平均値の算出に用いる前記有効電圧範囲 (HV1) よりも狭い請求項 1 に記載の絶縁抵抗検出装置。

10

【請求項 3】

前記第 1 範囲及び前記第 2 範囲は、前記検出電圧の取得期間 (HT1, HT2) を用いて規定され、

前記抵抗検出部は、前記取得期間内の前記検出電圧を用いて前記第 1 移動平均値及び第 2 移動平均値を算出し、

前記第 2 移動平均値の算出に用いる前記取得期間 (HT2) は、前記第 1 移動平均値の算出に用いる前記取得期間 (HT1) よりも短い請求項 1 または請求項 2 に記載の絶縁抵抗検出装置。

【請求項 4】

前記電源システムは、前記直流電源に接続されるモータ (10) を有する電動車両に搭載され、

前記モータの駆動状態を判定する駆動判定部 (S14) と、

前記モータの駆動状態に基づいて前記第 1 範囲を設定する設定部 (S16) と、を備える請求項 1 に記載の絶縁抵抗検出装置。

20

【請求項 5】

前記設定部は、前記モータの回転速度を加速させる加速状態であると判定された場合、前記モータの回転速度を減速させる減速状態であると判定された場合に比べて、前記第 1 範囲を広く設定する請求項 4 に記載の絶縁抵抗検出装置。

【請求項 6】

前記第 2 判定部は、所定期間 (TC) に亘って、前記第 1 移動平均値が増加または減少を続けている場合に、前記検出電圧の脈動が減衰したと判定する請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の絶縁抵抗検出装置。

30

【請求項 7】

前記第 2 判定部は、所定期間 (TC) に亘って、前記第 1 移動平均値の傾き () の絶対値が閾値よりも小さくなっている場合に、前記検出電圧の脈動が減衰したと判定する請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項に記載の絶縁抵抗検出装置。

【請求項 8】

前記直流電源の電力供給量 (PW) に関する情報を取得する情報取得部 (S22) を備え、前記第 2 判定部は、前記直流電源の電力供給量が所定量 (Ptg) よりも少ないことを条件に、前記検出電圧の脈動が減衰したか否かを判定する請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の絶縁抵抗検出装置。

40

【請求項 9】

前記抵抗検出部は、前記第 1 移動平均値と前記第 2 移動平均値とを前記所定期間で繰り返し算出しており、

前記第 2 判定部は、所定期間 (TC) に亘って、前記第 1 移動平均値と前記第 2 移動平均値との差 (VA) が基準値 (Vtg) よりも大きい状況が継続した場合に、前記検出電圧の脈動が減衰したと判定する請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の絶縁抵抗検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、絶縁抵抗検出装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来、例えば車両において、車両に搭載された電気系統と接地部との間における絶縁抵抗の低下に基づいて、漏電を判定する絶縁抵抗検出装置が知られている（例えば、特許文献1）。この絶縁抵抗検出装置では、電気系統に接続される接続線に対して所定の周波数信号を出力するとともに、その接続線における電圧（波高値）を所定周期で検出し、検出電圧の移動平均値に基づいて絶縁抵抗を検出する。特許文献1の絶縁抵抗検出装置では、前周期までに検出された検出電圧に基づいて有効範囲を設定し、この有効範囲内の検出電圧を用いて移動平均値を算出する。これにより、絶縁抵抗検出の精度向上を図っている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 文献 】 特開 2 0 0 9 - 3 0 0 4 0 0 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

しかし、移動平均値の算出には複数の検出電圧が必要であるため、絶縁抵抗の検出に移動平均値を用いると、ノイズ等に関係なく正確な絶縁抵抗の検出が可能である反面、絶縁抵抗が収束するまでの期間が長くなる、という問題が生じる。例えば、漏電発生時には、検出電圧は急激に変化するとともに脈動する。検出電圧の脈動に伴って移動平均値が脈動すると、検出電圧の脈動が減衰するまでは移動平均値の脈動を抑制することができない。移動平均値の脈動を抑制するために、移動平均値の算出に用いる検出電圧の個数を多くすると、検出電圧の変化に対応して移動平均値が変化するのに必要な期間が長期化する。いずれの場合にも、移動平均値が安定するまでに必要な期間が長期化する。この結果、絶縁抵抗が収束するまでの期間が長くなり、漏電判定が遅れる問題が生じる。早期に絶縁抵抗を収束させて、絶縁抵抗を適切に検出可能な技術が望まれている。

20

【 0 0 0 5 】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、絶縁抵抗を適切に検出可能な絶縁抵抗検出装置を提供することにある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明は、直流電源と、前記直流電源に接続されかつ接地部から絶縁された電源経路に一端が接続されたカップリングコンデンサと、前記カップリングコンデンサの他端に接続された抵抗と、前記抵抗に接続され、前記抵抗に所定の周波数信号を出力する発振部と、を備える電源システムに適用され、前記発振部が前記抵抗に前記周波数信号を出力した場合における前記カップリングコンデンサと前記抵抗との接続点での電圧を所定周期で検出し、検出電圧の移動平均値に基づき、前記接地部と前記電源経路との間における絶縁抵抗を検出する絶縁抵抗検出装置であって、前記検出電圧が所定値以上変化したか否かを判定する第1判定部と、前記検出電圧が前記所定値以上変化したと判定された場合に、第1範囲の前記検出電圧を用いて算出された第1移動平均値に基づき、前記絶縁抵抗を検出する抵抗検出部と、前記検出電圧が前記所定値以上変化したと判定された後、当該検出電圧の脈動が減衰したか否かを判定する第2判定部と、を備え、前記抵抗検出部は、前記検出電圧の脈動が減衰したと判定された場合に、前記第1移動平均値に代えて、前記第1範囲よりも含まれる前記検出電圧の個数が少ない第2範囲の前記検出電圧を用いて算出された第2移動平均値に基づき、前記絶縁抵抗を検出する。

40

【 0 0 0 7 】

移動平均値を用いて絶縁抵抗を検出するため、ノイズ等に関係なく正確な絶縁抵抗の検出を実施できる。また、接地部と電源経路との間に漏電が発生した場合には、検出電圧が所

50

定値以上変化するとともに脈動する。そのため、検出電圧が所定値以上変化したと判定された場合には、比較的多くの検出電圧を用いて第1移動平均値を算出し、その第1移動平均値に基づいて絶縁抵抗を検出する構成とする。これにより、検出電圧の脈動に起因する第1移動平均値の脈動を抑制することができる。また、検出電圧が所定値以上変化したと判定された後、当該検出電圧の脈動が減衰したと判定された場合には、第1移動平均値に代えて、比較的少ない検出電圧を用いて第2移動平均値を算出し、その第2移動平均値に基づいて絶縁抵抗を検出する構成とする。これにより、早期に第2移動平均値を、漏電発生後の電圧で安定させることができる。この結果、漏電が発生している場合でも早期に絶縁抵抗を収束させることができ、絶縁抵抗を適切に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0008】

【図1】車両電源システムの全体構成図。

【図2】第1実施形態に係る絶縁抵抗検出処理のフローチャート。

【図3】第1実施形態に係る検出電圧と移動平均値との推移を示すタイムチャート。

【図4】第1取得期間の推移を示すタイムチャート。

【図5】第2実施形態に係る検出電圧と移動平均値との推移を示すタイムチャート。

【図6】第3実施形態に係る絶縁抵抗検出処理のフローチャート。

【図7】第3実施形態に係る検出電圧と移動平均値との推移を示すタイムチャート。

【図8】その他の実施形態に係る移動平均値の推移を示すタイムチャート。

【発明を実施するための形態】

20

【0009】

(第1実施形態)

以下、本発明に係る絶縁抵抗検出装置を具体化した第1実施形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態の絶縁抵抗検出装置50は、回転電機を有する電動車両、例えばハイブリット車に搭載されている。

【0010】

図1に示すように、本実施形態の車両電源システム100は、回転電機10と、インバータ20と、コンバータ30と、直流電源40と、絶縁抵抗検出装置50とを備えている。本実施形態において、回転電機10は、星形結線された3相の巻線11を備えたモータである。回転電機10のロータは、車両の駆動輪と動力伝達が可能なように接続されている。回転電機10は、例えば同期機である。

30

【0011】

回転電機10は、インバータ20及びコンバータ30を介して、直流電源40に接続されている。本実施形態において、直流電源40は、充放電可能な蓄電池であり、複数の電池セル42が直列接続されて構成されている。電池セルとして、例えば、リチウムイオン蓄電池や、ニッケル水素蓄電池を用いることができる。

【0012】

インバータ20は、U、V、W相それぞれについて、上アームスイッチS_{IH}と下アームスイッチS_{IL}との直列接続体を備えている。本実施形態では、各スイッチS_{IH}、S_{IL}として、ユニポーラ素子であってかつS_{iC}のNチャンネルMOSFETが用いられている。上アームスイッチS_{IH}は、ボディダイオードとしての上アームダイオードD_{IH}を有し、下アームスイッチS_{IL}は、ボディダイオードとしての下アームダイオードD_{IL}を有している。

40

【0013】

インバータ20は、回転電機10及びコンバータ30に接続されている。具体的には、各相において、上アームスイッチS_{IH}のソースと下アームスイッチS_{IL}のドレインとの接続点には、回転電機10の巻線11の第1端が接続されている。各相の巻線11の第2端は、中性点で接続されている。

【0014】

コンバータ30は、直流電源40の電源電圧V_{batt}を昇圧させて、インバータ20に出

50

力する昇圧型のDC-DCコンバータである。コンバータ30は、上アーム変圧スイッチSCHと下アーム変圧スイッチSCLとの直列接続体31と、平滑リアクトル32とを備えている。本実施形態では、各変圧スイッチSCH, SCLとして、ユニポーラ素子であってかつSiCのNチャネルMOSFETが用いられている。上アーム変圧スイッチSCHは、ボディダイオードとしての上アーム変圧ダイオードDCHを有し、下アーム変圧スイッチSCLは、ボディダイオードとしての下アーム変圧ダイオードDCLを有している。

【0015】

上アーム変圧スイッチSCHのドレインには、インバータ20の各相における上アームスイッチSIHのドレインが接続されている。上アーム変圧スイッチSCHのソースと下アーム変圧スイッチSCLのドレインとの接続点には、平滑リアクトル32の第1端が接続されている。平滑リアクトル32の第2端には、直流電源40の正極端子が接続されている。下アーム変圧スイッチSCLのソースには、直流電源40の負極端子及びインバータ20の各相における下アームスイッチSIHのソースが接続されている。

10

【0016】

車両電源システム100は、平滑コンデンサ22と、電源電圧検出部24とを備えている。平滑コンデンサ22は、コンバータ30における上アーム変圧スイッチSCHのドレインと、下アーム変圧スイッチSCLのソースとの間に配置されている。電源電圧検出部24は、平滑コンデンサ22の端子電圧を電源電圧Vbatとして検出する。

【0017】

直流電源40の正極端子に接続される正極側電源経路L1には、コンバータ30等の電気負荷の正極側端子（例えば、上アーム変圧スイッチSCHのドレイン）が接続されている。同様に、直流電源40の負極端子に接続される負極側電源経路L2には、コンバータ30等の電気負荷の負極側端子（例えば、下アーム変圧スイッチSCLのソース）が接続されている。

20

【0018】

正極側電源経路L1及び負極側電源経路L2は、車体などの接地部G1に対して電氣的に絶縁されている。これら電源経路L1, L2と、接地部G1との間における抵抗を絶縁抵抗Rnとして表すことができる。また、電源経路L1, L2と、接地部G1の間には、ノイズ除去用のコンデンサや浮遊容量等の対地静電容量が存在し、これらの容量をまとめて絶縁容量Cnとして表す。

30

【0019】

なお、回転電機10は、電源経路L1, L2に電氣的に接続されている。そのため、回転電機10と、接地部G1との間における抵抗も絶縁抵抗Rnと示し、回転電機10と、接地部G1との間における容量も絶縁容量Cnと示すこととする。

【0020】

絶縁抵抗検出装置50は、正極側電源経路L1と負極側電源経路L2のうちいずれかに接続されており、接地部G1と電源経路L1, L2との間における絶縁抵抗Rnを検出する。以下、絶縁抵抗検出装置50について説明する。

【0021】

絶縁抵抗検出装置50は、回路部52と、フィルタ回路54と、制御部56とを備えている。回路部52は、所定周波数の交流信号を出力する発振部53と、抵抗R1と、カップリングコンデンサC1を備えている。発振部53と抵抗R1とカップリングコンデンサC1とは、この順に直列接続されており、発振部53の第1端は、抵抗R1を介してカップリングコンデンサC1に接続されている。発振部53の第2端は、接地部G1に接続されている。

40

【0022】

カップリングコンデンサC1は、負極側電源経路L2の接続点M1に接続されている。カップリングコンデンサC1は、低電圧回路である絶縁抵抗検出装置50と、高電圧回路である直流電源40、コンバータ30、インバータ20、及び回転電機10との間で、入力

50

【 0 0 2 3 】

回路部 5 2 では、発振部 5 3 が抵抗 R 1 及びカップリングコンデンサ C 1 を介して交流信号を出力する場合、接続点 M 2 の電圧は、最終的に、発振部 5 3 が出力した交流信号を、抵抗 R 1 の抵抗値と絶縁抵抗 R n の抵抗値とで分圧した値となる。フィルタ回路 5 4 には、この検出電圧 V D が入力される。なお、本実施形態において、交流信号が「周波数信号」に相当する。

【 0 0 2 4 】

フィルタ回路 5 4 は、抵抗 R 1 とカップリングコンデンサ C 1 との間の接続点 M 2 に接続されている。フィルタ回路 5 4 は、発振部 5 3 が抵抗 R 1 に交流電圧を出力した場合における接続点 M 2 での電圧（アナログ信号）を、制御部 5 6 の処理に適したデジタル信号に変換して出力する A / D 変換回路である。

10

【 0 0 2 5 】

制御部 5 6 は、フィルタ回路 5 4 を介して接続点 M 2 の電圧を所定周期で検出し、検出電圧 V D の移動平均値 V A に基づき、接地部 G 1 と電源経路 L 1 , L 2 との間における絶縁抵抗 R n を検出する。所定周期は、交流電圧の周期と等しく、略 2 H z である。制御部 5 6 は、検出した絶縁抵抗 R n を用いて高電圧回路の絶縁状態、すなわち、漏電の有無を判定する。

【 0 0 2 6 】

制御部 5 6 は、漏電が生じていると判定した場合、漏電に応じた各種処理を実施する。例えば、警報の出力を実施する。なお、制御部 5 6 が提供する機能は、例えば、実体的なメモリ装置に記録されたソフトウェア及びそれを実施するコンピュータ、ハードウェア、又はそれらの組み合わせによって提供することができる。

20

【 0 0 2 7 】

制御部 5 6 には、各種のセンサの出力信号が入力される。例えば直流電源 4 0 の充放電電流を検出する電流センサ 6 0 によって、直流電源 4 0 の電力供給量 P W が取得される。例えば電力供給量 P W は、直流電源 4 0 から回転電機 1 0 や図示しない空調システム等に供給される電力量である。また、アクセルセンサ 6 2 によってアクセル操作（アクセルペダルの操作）に伴うアクセル操作量が取得され、車速センサ 6 4 によって車速 Y M が取得される。

【 0 0 2 8 】

ところで、移動平均値 V A の算出には複数の検出電圧 V D が必要であるため、絶縁抵抗 R n の検出に移動平均値 V A を用いると、ノイズ等に関係なく正確な絶縁抵抗 R n の検出が可能である反面、絶縁抵抗 R n が収束するまでの期間が長くなる、という問題が生じる。例えば、漏電発生時には、検出電圧 V D は急激に変化するとともに脈動する。検出電圧 V D の脈動に伴って移動平均値 V A が脈動すると、検出電圧 V D の脈動が減衰するまでは移動平均値 V A の脈動を抑制することができない。移動平均値 V A の脈動を抑制するために、移動平均値 V A の算出に用いる検出電圧 V D の個数を多くすると、検出電圧 V D の変化に対応して移動平均値 V A が変化するのに必要な期間が長期化する。いずれの場合にも、移動平均値 V A が安定するまでに必要な期間が長期化する。この結果、絶縁抵抗 R n が収束するまでの期間が長くなり、漏電判定が遅れる問題が生じる。早期に絶縁抵抗 R n を収束させて、絶縁抵抗 R n を適切に検出可能な技術が望まれている。

30

40

【 0 0 2 9 】

本実施形態の絶縁抵抗検出装置 5 0 では、検出電圧 V D が所定値以上変化すると判定された場合に、比較的多くの検出電圧 V D を用いて第 1 移動平均値 V A 1 を算出し、その第 1 移動平均値 V A 1 に基づき絶縁抵抗 R n を検出する。また、検出電圧 V D が所定値以上変化すると判定された後、検出電圧 V D の脈動が減衰すると判定された場合に、第 1 移動平均値 V A 1 に代えて、比較的少ない検出電圧 V D を用いて第 2 移動平均値 V A 2 を算出し、その第 2 移動平均値 V A 2 に基づき絶縁抵抗 R n を検出する絶縁抵抗検出処理を実施する。これにより、第 1 移動平均値 V A 1 のみに基づいて、又は、第 2 移動平均値 V A 2 のみに基づいて絶縁抵抗 R n を検出する場合に比べて、早期に絶縁抵抗 R n を収束させるこ

50

とができ、絶縁抵抗 R_n を適切に検出することができる。

【0030】

図2に本実施形態の絶縁抵抗検出処理のフローチャートを示す。制御部56は、車両電源システム100のシステム駆動時、すなわち、絶縁抵抗検出装置50が搭載された車両のイグニッションスイッチがオンに切り替えられている期間に、絶縁抵抗検出処理を所定周期で繰り返し実施する。

【0031】

絶縁抵抗検出処理を開始すると、まずステップS10において、接続点M2の電圧を検出する。続くステップS12において、ステップS10で検出された検出電圧VDが、前周期で検出された検出電圧VDから第1所定値Vtg1以上変化したか否かを判定する。第1所定値Vtg1は、絶縁電圧VFと短絡電圧VN（図3参照）との電圧差に相当する値である。ここで、絶縁電圧VFは、接地部G1と電源経路L1、L2との間に短絡が発生していない状況下、すなわち、漏電が発生していない状況下における接続点M2の電圧である。また、短絡電圧VNは、接地部G1と電源経路L1、L2との間に短絡が発生している状況下、すなわち、漏電が発生している状況下における接続点M2の電圧である。なお、本実施形態において、第1所定値Vtg1が「所定値」に相当し、ステップS12の処理が「第1判定部」に相当する。

10

【0032】

ステップS12で肯定判定すると、ステップS14において、アクセルセンサ62の出力信号に基づいてアクセル操作量を取得し、回転電機10の駆動状態を判定する。上述したように、回転電機10のロータは、車両の駆動輪に接続されており、回転電機10の駆動により車両が走行する。そのため、回転電機10の駆動状態は、車両走行状態を示している、ということができ、例えば回転電機10の回転速度を加速させる加速状態は、車両の車両加速状態に相当する。また、回転電機10の回転速度を減速させる減速状態は、車両の車両減速状態に相当する。なお、本実施形態において、ステップS14の処理が「駆動判定部」に相当する。

20

【0033】

続くステップS16において、移動平均値VAの算出に用いられる検出電圧VDの範囲HSを設定する。範囲HSは、検出電圧VDの有効電圧範囲HVと取得期間HTとにより規定される。有効電圧範囲HVは、検出電圧VDを取得する電圧範囲であり、取得期間HTは、検出電圧VDを取得する期間である。移動平均値VAは、有効電圧範囲HV内、且つ取得期間HT内の検出電圧VDを用いて算出され、有効電圧範囲HV外、または取得期間HT外の検出電圧VDは、移動平均値VAの算出に用いられない（図3×印参照）。

30

【0034】

本実施形態では、有効電圧範囲HVと取得期間HTとのうち、有効電圧範囲HVは第1所定値Vtg1に基づいて予め定められた一定の電圧範囲に設定されている。そのため、ステップS20では、取得期間HTのみが設定され、具体的には、ステップS14で判定された回転電機10の駆動状態に基づいて第1取得期間HT1（図3参照）が設定される。これにより、第1移動平均値VA1の算出に用いられる第1範囲HS1が設定される。なお、本実施形態において、ステップS16の処理が「設定部」に相当する。

40

【0035】

続くステップS18、S20において、ステップS16で設定された第1範囲HS1を用いて第1移動平均値VA1を算出する。具体的には、ステップS18において、第1変動制限処理を実施する。第1変動制限処理では、移動平均を用いて検出電圧VDに含まれるノイズ等を低減する際に、第1取得期間HT1の検出電圧VDに対して有効電圧範囲HVを設定することで、電源電圧Vbatの変化の影響を抑制する処理である。本実施形態では、有効電圧範囲HVの上限值HUと下限値HDとを、前周期までに検出された検出電圧VDに基づいて設定する。続くステップS20において、第1移動平均値VA1を算出する。第1移動平均値VA1は、現時点から第1取得期間HT1前までに検出された検出電圧VDの平均値である。

50

【 0 0 3 6 】

ステップ S 2 2 において、電流センサ 6 0 の出力信号に基づいて直流電源 4 0 の電力供給量 PW を取得する。続くステップ S 2 4 において、ステップ S 2 2 で取得された電力供給量 PW が所定量 Ptg よりも少ないか否かを判定する。所定量 Ptg は、第 1 所定値 $Vtg1$ よりも小さい第 2 所定値 $Vtg2$ (図 3 参照) 以上のノイズを電源電圧 $Vbat$ に生じさせる電力供給量 PW である。なお、本実施形態において、ステップ S 2 2 の処理が「情報取得部」に相当する。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 2 4 で肯定判定すると、ステップ S 2 6 において、検出電圧 VD の脈動が減衰したか否かを判定する。すなわち、ステップ S 1 2 で検出電圧 VD が第 1 所定値 $Vtg1$ 以上変化すると判定された後、当該検出電圧 VD の脈動が減衰したか否かを判定する。具体的には、第 1 移動平均値 $VA1$ の変化量 V が第 2 所定値 $Vtg2$ よりも小さくなっているか否かを判定する。なお、本実施形態において、ステップ S 2 6 の処理が「第 2 判定部」に相当する。

10

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 6 で否定判定すると、ステップ S 2 8 において、第 1 移動平均値 $VA1$ に基づいて絶縁抵抗 Rn を検出する。すなわち、検出電圧 VD が第 1 所定値 $Vtg1$ 以上変化すると判定され、且つ検出電圧 VD の脈動が減衰していないと判定された場合には、第 1 範囲 $HS1$ の検出電圧 VD を用いて算出された第 1 移動平均値 $VA1$ に基づき、絶縁抵抗 Rn が検出される。制御部 5 6 は、制御部 5 6 の記憶部 5 7 (図 1 参照) に記憶された換算情報を用いて、第 1 移動平均値 $VA1$ から絶縁抵抗 Rn を検出する。なお、記憶部 5 7 は、例えば、ROM、書き換え可能な不揮発性メモリ等によって構成されている。

20

【 0 0 3 9 】

なお、ステップ S 2 4 で否定判定すると、ステップ S 2 6 の判定をすることなく、ステップ S 2 8 で第 1 移動平均値 $VA1$ に基づいて絶縁抵抗 Rn を検出する。すなわち、直流電源 4 0 の電力供給量 PW が所定量 Ptg よりも少ないことを条件に、ステップ S 2 6 で検出電圧 VD の脈動が減衰したか否かが判定される。

【 0 0 4 0 】

一方、ステップ S 1 2 で否定判定、またはステップ S 2 6 で肯定判定すると、ステップ S 3 0 において、第 2 移動平均値 $VA2$ の算出に用いられる検出電圧 VD の第 2 範囲 $HS2$ を設定する。具体的には、第 2 範囲 $HS2$ の有効電圧範囲 HV は予め定められており、第 2 範囲 $HS2$ の第 2 取得期間 $HT2$ (図 3 参照) が設定される。本実施形態では、第 2 取得期間 $HT2$ が第 1 取得期間 $HT1$ よりも短く設定される。そのため、第 2 範囲 $HS2$ は、第 1 範囲 $HS1$ よりも狭く、含まれる検出電圧 VD の個数が第 1 範囲 $HS1$ よりも少ない。

30

【 0 0 4 1 】

続くステップ S 3 2 , S 3 4 において、ステップ S 3 0 で設定された第 2 範囲 $HS2$ を用いて第 2 移動平均値 $VA2$ を算出する。具体的には、ステップ S 3 2 において、第 2 変動制限処理を実施する。ステップ S 3 2 で実施される第 2 変動制限処理は、第 2 取得期間 $HT2$ の検出電圧 VD に対して有効電圧範囲 HV を設定する点で、ステップ S 1 8 で実施される第 1 変動制限処理と異なる。続くステップ S 3 4 において、第 2 移動平均値 $VA2$ を算出する。第 2 移動平均値 $VA2$ は、現時点から第 2 取得期間 $HT2$ 前までに検出された検出電圧 VD の平均値である。

40

【 0 0 4 2 】

ステップ S 3 6 において、第 2 移動平均値 $VA2$ に基づいて絶縁抵抗 Rn を検出する。すなわち、検出電圧 VD の脈動が減衰すると判定された場合には、第 1 移動平均値 $VA1$ に代えて、第 2 範囲 $HS2$ の検出電圧 VD を用いて算出された第 2 移動平均値 $VA2$ に基づき、絶縁抵抗 Rn が検出される。なお、本実施形態において、ステップ S 2 8 , 3 6 の処理が「抵抗検出部」に相当する。

【 0 0 4 3 】

50

続くステップ S 4 2 において、ステップ S 2 8 , S 3 6 で検出された絶縁抵抗 R_n を用いて漏電判定処理を実施する。例えば、漏電判定処理では、ステップ S 2 8 , S 3 6 で検出された絶縁抵抗 R_n と基準値を比較して、漏電の有無を判定する。また例えば、ステップ S 2 8 , S 3 6 で検出された絶縁抵抗 R_n と電源電圧 V_{bat} との比に基づいて漏電の有無を判定する。続くステップ S 4 4 において、ステップ S 4 2 の処理結果に基づいて漏電が生じているか否かを判定する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 4 2 で否定判定すると、絶縁抵抗検出処理を終了する。一方、ステップ S 4 2 で肯定判定すると、ステップ S 4 4 において、漏電発生警告を出力し、絶縁抵抗検出処理を終了する。制御部 5 6 は、漏電発生警告とともに、例えば、直流電源 4 0 からの電力供給や充電を停止し、高電圧回路と直流電源 4 0 との通電を遮断する処理を実施してもよい。具体的には、高電圧回路と直流電源 4 0 との通電を遮断すべく、上、下アーム変圧スイッチ S C H , S C L それぞれに対応する駆動信号を、上、下アーム変圧スイッチ S C H , S C L に出力する等の処理を実施してもよい。

10

【 0 0 4 5 】

続いて、図 3 に、絶縁抵抗検出処理の一例を示す。図 3 は、漏電発生時における検出電圧 V_D と移動平均値 V_A との推移を示す。図 3 (a) は、検出電圧 V_D の推移を示し、図 3 (b) は、移動平均値 V_A の推移を示し、図 3 (c) は、取得期間 H_T の推移を示す。なお、図 3 (b) では、第 1 移動平均値 V_{A1} と第 2 移動平均値 V_{A2} とを組み合わせて用いる本実施形態の移動平均値 V_A が実線で示され、第 1 移動平均値 V_{A1} のみを用いる比較例の移動平均値 V_A が二点鎖線で示され、第 2 移動平均値 V_{A2} のみを用いる比較例の移動平均値 V_A が一点鎖線で示されている。なお、比較例の移動平均値 V_A では、有効電圧範囲 H_V が設定されておらず、第 1 取得期間 H_{T1} 及び第 2 取得期間 H_{T2} 内の全ての検出電圧 V_D を用いて、移動平均値 V_A が算出される。

20

【 0 0 4 6 】

上述したように、第 2 範囲 H_{S2} は、第 1 範囲 H_{S1} よりも含まれる検出電圧 V_D の個数が少ない。そのため、第 2 範囲 H_{S2} を用いて算出される第 2 移動平均値 V_{A2} は、第 1 範囲 H_{S1} を用いて算出される第 1 移動平均値 V_{A1} に比べて、応答性がよい反面、安定性に欠け、脈動しやすい特性を有する。

【 0 0 4 7 】

図 3 に示すように、時刻 t_1 に漏電が発生すると、検出電圧 V_D は絶縁電圧 V_F から短絡電圧 V_N に変化するとともに脈動する。そのため、漏電発生時に移動平均値 V_A として第 2 移動平均値 V_{A2} が算出されると、検出電圧 V_D の脈動に伴って移動平均値 V_A が脈動する。この結果、検出電圧 V_D の脈動等が収まる時刻 t_3 から一定期間後の時刻 t_4 まで移動平均値 V_A を安定させることができない。

30

【 0 0 4 8 】

移動平均値 V_A の脈動を抑制するために、移動平均値 V_A として第 1 移動平均値 V_{A1} を算出することが考えられる。しかし、第 1 移動平均値 V_{A1} は、第 2 移動平均値 V_{A2} に比べて、安定性がよい反面、応答性に欠け、変化にかかる時間が長い特性を有する。そのため、移動平均値 V_A が絶縁電圧 V_F から短絡電圧 V_N に変化するのに必要な期間が長期化し、時刻 t_4 まで移動平均値 V_A を安定させることができない。つまり、移動平均値 V_A として、第 1 移動平均値 V_{A1} のみを用いた場合でも、第 2 移動平均値 V_{A2} のみを用いた場合でも、移動平均値 V_A が漏電発生後の短絡電圧 V_N で安定するまでには、時刻 t_1 から時刻 t_4 までの過渡期間 T_A が必要とされ、絶縁抵抗 R_n を収束させるまでの期間が長期化していた。

40

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、時刻 t_1 に検出電圧 V_D が第 1 所定値 V_{tg1} 以上変化すると判定された場合には、比較的多くの検出電圧 V_D を用いて第 1 移動平均値 V_{A1} を算出し、その第 1 移動平均値 V_{A1} に基づいて絶縁抵抗 R_n を検出する。第 1 移動平均値 V_{A1} は安定性がよいため、検出電圧 V_D の脈動に起因する第 1 移動平均値 V_{A1} の脈動を好適に抑制す

50

ることができる。また、時刻 t_1 後の時刻 t_2 に検出電圧 V_D の脈動が減衰したと判定された場合には、第 1 移動平均値 V_{A1} に代えて、比較的少ない検出電圧 V_D を用いて第 2 移動平均値 V_{A2} を算出し、その第 2 移動平均値 V_{A2} に基づいて絶縁抵抗 R_n を検出する。第 2 移動平均値 V_{A2} は応答性がよいため、移動平均値 V_A を時刻 t_2 直後に漏電発生後の短絡電圧 V_N で安定させることができる。この結果、漏電発生時において、絶縁抵抗 R_n が収束するまでの期間を、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの判定期間 T_B に短縮することができる。絶縁抵抗 R_n を適切に検出することができる。

【0050】

図 3 に示すように、検出電圧 V_D の脈動が減衰した後、時刻 t_3 までの期間において、検出電圧 V_D は車両走行状態等に起因して変化している。図 3 に二点鎖線で示すように、有効電圧範囲 H_V が設定されていない第 2 移動平均値 V_{A2} では、車両走行状態等に起因して移動平均値 V_A が変化し、絶縁抵抗 R_n を適切に検出することができない。

10

【0051】

本実施形態では、第 2 移動平均値 V_{A2} の算出に用いる第 2 範囲 H_{S2} に、第 1 所定値 V_{tg1} に基づいて定められた有効電圧範囲 H_V が設定されており、この有効電圧範囲 H_V に第 2 変動制限処理が実施されている。これにより、適切に設定された有効電圧範囲 H_V 内の検出電圧 V_D を用いて第 2 移動平均値 V_{A2} を算出することができる。この結果、車両走行状態等に起因する第 2 移動平均値 V_{A2} の変化を抑制することができ、絶縁抵抗 R_n を適切に検出することができる。

【0052】

図 4 に、第 1 範囲 H_{S1} の設定方法の一例を示す。図 4 は、第 1 取得期間 H_{T1} の推移を示す。図 4 (a) は、アクセル操作の推移を示し、図 4 (b) は、車速 Y_M の推移を示し、図 4 (c) は、アクセル操作に伴い電源電圧 V_{bat} に生じるノイズ等の推移を示し、図 4 (d) は、第 1 取得期間 H_{T1} の推移を示す。なお、図 4 (a) では、アクセル操作されている状態が「オン」状態として示され、アクセル操作されていない状態が「オフ」状態として示されている。

20

【0053】

図 4 に示すように、時刻 t_{11} にアクセル操作がオフ状態からオン状態に切り替わり、車両の状態が車両停止状態から車両加速状態に切り替わると、車速 Y_M がゼロから上昇する。アクセル操作のオン状態への切り替えに伴い、電源電圧 V_{bat} を昇圧するコンバータ 30 の昇圧動作等が実施され、電源電圧 V_{bat} に生じるノイズ等が大きくなる。本実施形態では、アクセルセンサ 62 の出力信号に基づいて車両加速状態であると判定された場合には、第 1 取得期間 H_{T1} が比較的長い長側取得期間 H_{T1L} に設定される。

30

【0054】

また、時刻 t_{12} に車速 Y_M が閾値速度 Y_{tg} に達すると、アクセル操作がオン状態からオフ状態に切り替わり、車両の状態が車両加速状態から車両減速状態に切り替わる。車両減速状態は、時刻 t_{13} まで継続し、時刻 t_{13} に車両停止状態に切り替わる。アクセル操作のオフ状態への切り替えに伴い、コンバータ 30 の昇圧動作等が停止され、電源電圧 V_{bat} に生じるノイズ等が小さくなる。本実施形態では、アクセルセンサ 62 の出力信号に基づいて車両減速状態であると判定された場合には、第 1 取得期間 H_{T1} が比較的短い短側取得期間 H_{T1S} に設定される。

40

【0055】

すなわち、本実施形態では、車両加速状態であると判定された場合、車両減速状態であると判定された場合に比べて、第 1 取得期間 H_{T1} が長く設定され、これに伴い第 1 範囲 H_{S1} が広く設定される。車両走行状態等に起因して生じるノイズ等の大きさに応じて第 1 範囲 H_{S1} が設定されることで、ノイズ等が第 1 移動平均値 V_{A1} に及ぼす影響を抑制することができ、絶縁抵抗 R_n を適切に検出することができる。

【0056】

以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

【0057】

50

・本実施形態では、移動平均値 V_A を用いて絶縁抵抗 R_n を検出するため、ノイズ等に関係なく正確な絶縁抵抗 R_n の検出を実施できる。また、接地部 G_1 と電源経路 L_1, L_2 との間に漏電が発生した場合には、検出電圧 V_D が第1所定値 V_{tg1} 以上変化するとともに脈動する。そのため、検出電圧 V_D が第1所定値 V_{tg1} 以上変化したと判定された場合には、比較的多くの検出電圧 V_D を用いて第1移動平均値 V_{A1} を算出し、その第1移動平均値 V_{A1} に基づいて絶縁抵抗 R_n を検出する。これにより、検出電圧 V_D の脈動に起因する第1移動平均値 V_{A1} の脈動を抑制することができる。また、検出電圧 V_D が第1所定値 V_{tg1} 以上変化したと判定された後、当該検出電圧 V_D の脈動が減衰したと判定された場合には、第1移動平均値 V_{A1} に代えて、比較的少ない検出電圧 V_D を用いて第2移動平均値 V_{A2} を算出し、その第2移動平均値 V_{A2} に基づいて絶縁抵抗 R_n を検出する。これにより、早期に第2移動平均値 V_{A2} を、漏電発生後の短絡電圧 V_N で安定させることができる。この結果、漏電が発生している場合でも早期に絶縁抵抗 R_n を収束させることができ、絶縁抵抗 R_n を適切に検出することができる。

10

【0058】

・特に、本実施形態では、第1移動平均値 V_{A1} を用いて検出電圧 V_D の脈動が減衰したか否かを判定する。これにより、安定性のよい第1移動平均値 V_{A1} を用いて、検出電圧 V_D の脈動が減衰したことを精度よく判定することができる。

【0059】

・移動平均値 V_A の算出に用いる検出電圧 V_D の取得期間 H_T が長いほど、移動平均値 V_A の算出に用いる検出電圧 V_D の範囲 H_S が広くなり、移動平均値 V_A の算出に用いられる検出電圧 V_D の個数が多くなる。本実施形態では、第2移動平均値 V_{A2} の算出に用いる第2取得期間 H_{T2} が、第1移動平均値 V_{A1} の算出に用いる第1取得期間 H_{T1} よりも短く設定されている。そのため、第1移動平均値 V_{A1} を用いて検出電圧 V_D の脈動の影響を抑制するとともに、第2移動平均値 V_{A2} を用いて早期に絶縁抵抗 R_n を収束させることができる。

20

【0060】

・車両電源システム100では、回転電機10の駆動状態、すなわち、車両走行状態により電源電圧 V_{bat} にノイズ等が生じる。本実施形態では、車両走行状態に基づいて第1取得期間 H_{T1} を設定し、これにより第1範囲 H_{S1} を設定するので、車両走行状態に起因するノイズ等の影響を抑制し、絶縁抵抗 R_n を適切に検出することができる。

30

【0061】

・具体的には、車両加速状態では、アクセル操作に伴うコンバータ30の昇圧動作等により電源電圧 V_{bat} にノイズ等が生じやすく、車両減速状態では、コンバータ30の昇圧動作等が停止されるため、ノイズ等が生じにくい。本実施形態では、車両加速状態であると判定された場合に、車両減速状態であると判定された場合に比べて、第1取得期間 H_{T1} を長く設定し、第1範囲 H_{S1} を広く設定するため、ノイズ等の影響を好適に抑制することができる。

【0062】

・直流電源40では、直流電源40の電力供給量 P_W が多いほど、すなわち、直流電源40から回転電機10や空調システムに供給される電力量が多いほど、電源電圧 V_{bat} に生じるノイズ等が大きくなる。この結果、第1移動平均値 V_{A1} が変化する。そのため、検出電圧 V_D の脈動が減衰し、これに伴い第1移動平均値 V_{A1} の脈動が減衰していても、電力供給量 P_W に起因して第1移動平均値 V_{A1} が変化している場合、検出電圧 V_D の脈動が減衰していることを適切に判定することができない。本実施形態では、直流電源40の電力供給量 P_W が所定量 P_{tg} よりも少ないことを条件に、検出電圧 V_D の脈動が減衰したか否かを判定する。直流電源40の電力供給量 P_W が所定量 P_{tg} よりも少なく、第1移動平均値 V_{A1} があまり変化しない状態で検出電圧 V_D の脈動の減衰を判定するので、検出電圧 V_D の脈動が減衰していることを適切に判定することができる。

40

【0063】

(第2実施形態)

50

以下、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図5を参照しつつ説明する。本実施形態では、範囲HSを規定する有効電圧範囲HVと取得期間HTとのうち、取得期間HTが予め定められた一定の期間に設定されており、有効電圧範囲HVが設定可能である点で第1実施形態と異なる。

【0064】

本実施形態では、回転電機10の駆動状態に基づいて第1有効電圧範囲HV1（図5参照）が設定され、これにより第1移動平均値VA1の算出に用いられる第1範囲HS1が設定される。また、第2移動平均値VA2の算出に用いる第2有効電圧範囲HV2（図5参照）が、第1有効電圧範囲HV1よりも狭く設定される。そのため、第2範囲HS2は、第1範囲HS1よりも狭く、含まれる検出電圧VDの個数が第1範囲HS1よりも少ない。

10

【0065】

図5に、本実施形態の絶縁抵抗検出処理の一例を示す。なお、図5において、先の図3に示した内容と同一の内容については、便宜上、同一の符号を付して説明を省略する。

【0066】

本実施形態では、時刻t1に検出電圧VDが第1所定値Vtg1以上変化すると判定された場合には、第1有効電圧範囲HV1の第1上限値HU1と第1下限値HD1とが設定される。そして、第1有効電圧範囲HV1内の検出電圧VDを用いて第1移動平均値VA1を算出し、その第1移動平均値VA1に基づいて絶縁抵抗Rnを検出する。第1移動平均値VA1は安定性がよいため、検出電圧VDの脈動に起因する第1移動平均値VA1の脈動を好適に抑制することができる。

20

【0067】

また、時刻t1後の時刻t2に検出電圧VDの脈動が減衰すると判定された場合には、第2有効電圧範囲HV2の第2上限値HU2と第2下限値HD2とが設定される。そして、第2有効電圧範囲HV2内の検出電圧VDを用いて第2移動平均値VA2を算出し、その第2移動平均値VA2に基づいて絶縁抵抗Rnを検出する。第2移動平均値VA2は応答性がよいため、移動平均値VAを時刻t2直後に漏電発生後の短絡電圧VNで安定させることができる。この結果、漏電発生時において、絶縁抵抗Rnが収束するまでの期間を短縮することができ、絶縁抵抗Rnを適切に検出することができる。

【0068】

・以上説明した本実施形態によれば、検出電圧VDが第1所定値Vtg1以上変化すると判定された場合には、第1有効電圧範囲HV1内の検出電圧VDを用いて第1移動平均値VA1を算出し、その第1移動平均値VA1に基づいて絶縁抵抗Rnを検出する。また、検出電圧VDの脈動が減衰すると判定された場合には、第2有効電圧範囲HV2内の検出電圧VDを用いて第2移動平均値VA2を算出し、その第2移動平均値VA2に基づいて絶縁抵抗Rnを検出する。

30

【0069】

・移動平均値VAの算出に用いる検出電圧VDの有効電圧範囲HVが広いほど、移動平均値VAの算出に用いる検出電圧VDの範囲HSが広くなり、移動平均値VAの算出に用いられる検出電圧VDの個数が多くなる。本実施形態では、第2移動平均値VA2の算出に用いる第2有効電圧範囲HV2が、第1移動平均値VA1の算出に用いる第1有効電圧範囲HV1よりも狭く設定されている。そのため、第1移動平均値VA1を用いて検出電圧VDの脈動の影響を抑制できるとともに、第2移動平均値VA2を用いて早期に絶縁抵抗Rnを収束させることができる。この結果、漏電が発生している場合でも絶縁抵抗Rnを適切に検出することができる。

40

【0070】

（第3実施形態）

以下、第3実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図6、図7を参照しつつ説明する。本実施形態では、検出電圧VDが第1所定値Vtg1以上変化すると判定された後、検出電圧VDの脈動が減衰すると判定される前に、第2移動平均値VA2が算出される点で第1実施形態と異なる。

50

【 0 0 7 1 】

図 6 に、第 2 実施形態における絶縁抵抗検出処理のフローチャートを示す。なお、図 6 において、先の図 2 に示した処理と同一の処理については、便宜上、同一のステップ番号を付して説明を省略する。

【 0 0 7 2 】

図 6 に示すように、本実施形態の絶縁抵抗検出処理では、ステップ S 1 4 で回転電機 1 0 の駆動状態を判定すると、ステップ S 5 0 において、第 1 範囲 H S 1 及び第 2 範囲 H S 2 を設定する。具体的には、ステップ S 1 4 で判定された回転電機 1 0 の駆動状態に基づいて第 1 取得期間 H T 1 が設定され、これにより第 1 移動平均値 V A 1 の算出に用いられる第 1 範囲 H S 1 が設定される。また、第 2 範囲 H S 2 の第 2 取得期間 H T 2 が、第 1 範囲 H S 1 の第 1 取得期間 H T 1 よりも短く設定され、これにより第 2 移動平均値 V A 2 の算出に用いられる第 2 範囲 H S 2 が設定される。

10

【 0 0 7 3 】

また、ステップ S 2 0 で第 1 移動平均値 V A 1 が算出されると、ステップ S 5 2 , S 5 4 において、ステップ S 5 0 で設定された第 2 範囲 H S 2 を用いて第 2 移動平均値 V A 2 を算出する。すなわち、本実施形態では、ステップ S 1 2 で検出電圧 V D が第 1 所定値 V t g 1 以上変化したと判定された場合には、第 1 移動平均値 V A 1 と第 2 移動平均値 V A 2 とが所定周期で繰り返し算出される。なお、ステップ S 5 2 , S 5 4 の処理は、ステップ S 3 2 , S 3 4 の処理と同一の処理であり、重複した説明を省略する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 5 2 , S 5 4 で第 2 移動平均値 V A 2 が算出されると、検出電圧 V D の脈動が減衰したか否かを判定する。本実施形態では、検出電圧 V D における脈動の減衰を判定する判定条件が第 1 実施形態と異なる。

20

【 0 0 7 5 】

具体的には、ステップ S 5 6 において、ステップ S 2 0 で算出された第 1 移動平均値 V A 1 と、ステップ S 5 4 で算出された第 2 移動平均値 V A 2 との移動平均値差 V A が算出される。移動平均値差 V A は、(式 1) のように表される。

【 0 0 7 6 】

$$V A = V A 1 - V A 2 \cdots (式 1)$$

続くステップ S 5 8 において、移動平均値差 V A が基準差 V t g よりも大きいかが判定する。基準差 V t g は、検出電圧 V D における脈動の減衰を示す電圧差である。具体的には、ステップ S 5 8 では、所定期間 T C に亘って、移動平均値差 V A が基準差 V t g よりも大きい状態が継続しているかが判定される。

30

【 0 0 7 7 】

ステップ S 5 8 で肯定判定すると、ステップ S 2 8 に進む。一方、ステップ S 5 8 で否定判定すると、ステップ S 3 6 に進む。

【 0 0 7 8 】

なお、本実施形態の絶縁抵抗検出処理では、ステップ S 3 0 において、第 1 範囲 H S 1 が設定されることなく第 2 範囲 H S 2 が設定される。この場合、例えば第 2 範囲 H S 2 の第 2 取得期間 H T 2 は、第 2 取得期間 H T 2 を設定可能な取得期間 H T のうち、最も短い取得期間 H T に設定される。

40

【 0 0 7 9 】

続いて、図 7 に、絶縁抵抗検出処理の一例を示す。図 7 は、漏電発生時における検出電圧 V D と移動平均値 V A との推移を示し、図 7 (c) は、移動平均値差 V A の推移を示す。なお、図 7 において、先の図 3 に示した内容と同一の内容については、便宜上、同一の符号を付して説明を省略する。

【 0 0 8 0 】

本実施形態では、時刻 t 1 に検出電圧 V D が第 1 所定値 V t g 1 以上変化したと判定された場合には、第 1 移動平均値 V A 1 と第 2 移動平均値 V A 2 とが所定周期で算出され、これらを用いて移動平均値差 V A が所定周期で算出される。そして、移動平均値差 V A

50

が基準差 V_{tg} よりも大きい状態が、所定期間 T_C に亘って継続している場合には、検出電圧 V_D の脈動が減衰したと判定する。

【0081】

・以上説明した本実施形態によれば、検出電圧 V_D を用いて算出される第1移動平均値 V_{A1} 及び第2移動平均値 V_{A2} を用いて、検出電圧 V_D の脈動が減衰したか否かを判定する。そのため、検出電圧 V_D の脈動の減衰を適切に判定することができる。

【0082】

・特に、本実施形態では、第1移動平均値 V_{A1} と第2移動平均値 V_{A2} との差分である移動平均値差 V_A を用いて、検出電圧 V_D の脈動が減衰したか否かを判定する。第2移動平均値 V_{A2} は、第1移動平均値 V_{A1} よりも応答性がよく、検出電圧 V_D の脈動に伴って脈動しやすい。そのため、移動平均値差 V_A が基準差 V_{tg} よりも大きい状態が、所定期間 T_C に亘って継続している場合には、第1移動平均値 V_{A1} と第2移動平均値 V_{A2} とのうち、脈動しやすい第2移動平均値 V_{A2} の脈動が抑制されており、この場合には、第1移動平均値 V_{A1} の脈動も当然に抑制されている。したがって、移動平均値差 V_A を用いて検出電圧 V_D の脈動の減衰を適切に判定することができる。

10

【0083】

(その他の実施形態)

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【0084】

・絶縁抵抗検出装置 50 は、ハイブリット車に限らず、エンジン車に搭載されてもよい。

20

【0085】

・上記各実施形態において、絶縁抵抗検出装置 50 は負極側電源経路 L_2 に接続されているが、正極側電源経路 L_1 に接続されてもよい。

【0086】

・周波数信号として、正弦波状の交流信号を用いてもよければ、矩形波状の交流信号を用いてもよい。

【0087】

・上記各実施形態において、検出電圧 V_D の範囲 H_S を設定する際に、有効電圧範囲 H_V と取得期間 H_T との一方を設定する例を示したが、これらの両方を設定してもよい。この場合に、第2範囲 H_{S2} の第2取得期間 H_{T2} が、第1範囲 H_{S1} の第1取得期間 H_{T1} よりも短く設定され、且つ第2範囲 H_{S2} の第2有効電圧範囲 H_{V2} が、第1範囲 H_{S1} の第1有効電圧範囲 H_{V1} よりも狭く設定されてもよい。

30

【0088】

・上記各実施形態において、検出電圧 V_D の脈動が減衰したか否かを判定する判定条件として、第1移動平均値 V_{A1} の変化量 V が第2所定値 V_{tg2} よりも小さくなることを用いる例を示したが、これに限られない。

【0089】

例えば、図8(a)に矢印 Y_A で示すように、所定期間 T_C に亘って、第1移動平均値 V_{A1} が減少を継続していることを判定条件としてもよければ、所定期間 T_C に亘って、第1移動平均値 V_{A1} が増加を継続していることを判定条件としてもよい。この場合、第1移動平均値 V_{A1} が増加または減少を継続しており、増加と減少とを交互に繰り返さないため、検出電圧 V_D の脈動が減衰したと判定することができる。

40

【0090】

また例えば、図8(b)に示すように、所定期間 T_C に亘って、第1移動平均値 V_{A1} の傾き θ の絶対値が、閾値よりも小さくなっていることを判定条件としてもよい。この場合、第1移動平均値 V_{A1} の傾き θ を用いて、検出電圧 V_D の脈動が減衰したことを好適に判定することができる。

【0091】

・上記各実施形態において、検出電圧 V_D の変化が生じうる場合として、漏電発生時を例示したが、これらに限られない。例えば、漏電が発生した後に漏電が解消した場合にも、

50

検出電圧 V_D の変化が生じうる。

【0092】

・上記各実施形態において、第1移動平均値 V_{A1} と第2移動平均値 V_{A2} とを算出する例を示したが、算出される移動平均値 V_A は2つに限られず、3つ以上でもよい。例えば、検出電圧 V_D が第1所定値 V_{tg1} 以上変化したと判定された場合には、第1範囲 $HS1$ を用いて算出された第1移動平均値 V_{A1} に基づいて絶縁抵抗 R_n を検出する。そして、検出電圧 V_D の脈動が減衰したと判定された場合には、含まれる検出電圧 V_D の個数が第1範囲 $HS1$ よりも少ない第2範囲 $HS2$ を用いて、第2移動平均値 V_{A2} を算出する。また、含まれる検出電圧 V_D の個数が第1範囲 $HS1$ よりも少ない第3範囲 $HS3$ を用いて、第3移動平均値 V_{A3} を算出する。そして、第2移動平均値 V_{A2} と第3移動平均値 V_{A3} との少なくとも一方に基づいて絶縁抵抗 R_n を検出してもよい。

10

【0093】

・上記各実施形態において、第1移動平均値 V_{A1} に基づいて絶縁抵抗 R_n を検出する第1状態から、第2移動平均値 V_{A2} に基づいて絶縁抵抗 R_n を検出する第2状態に切り替わった後に、第1状態で算出された第1移動平均値 V_{A1} 、及び第1移動平均値 V_{A1} に基づいて検出された絶縁抵抗 R_n を換算してもよい。具体的には、記憶部57に記憶された所定の換算情報を用いて、第2移動平均値 V_{A2} 、及び第2移動平均値 V_{A2} に基づいて検出された絶縁抵抗 R_n に換算する処理が更に実施されてもよい。

【0094】

本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されてもよい。

20

30

【符号の説明】

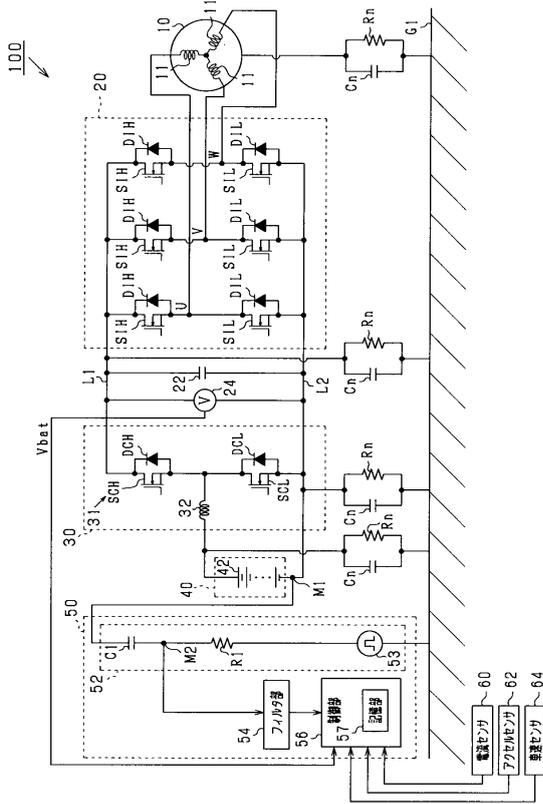
【0095】

53...発振部、100...車両電源システム、C1...カップリングコンデンサ、G1...接地部、HS1...第1範囲、HS2...第2範囲、L1, L2...電源経路、R1...抵抗、 R_n ...絶縁抵抗、 V_A ...移動平均値、 V_{A1} ...第1移動平均値、 V_{A2} ...第2移動平均値、 V_D ...検出電圧、 V_{tg1} ...第1所定値。

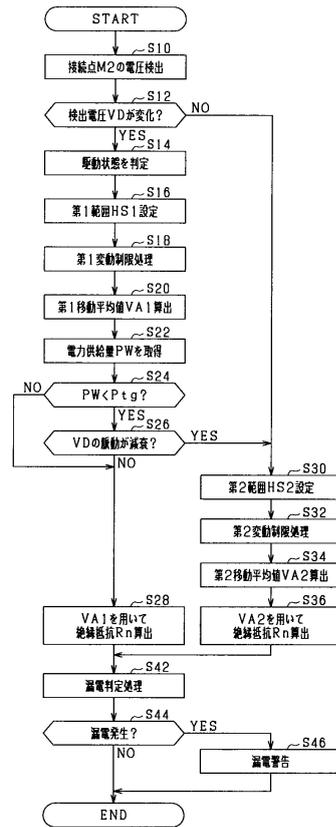
40

50

【図面】
【図 1】



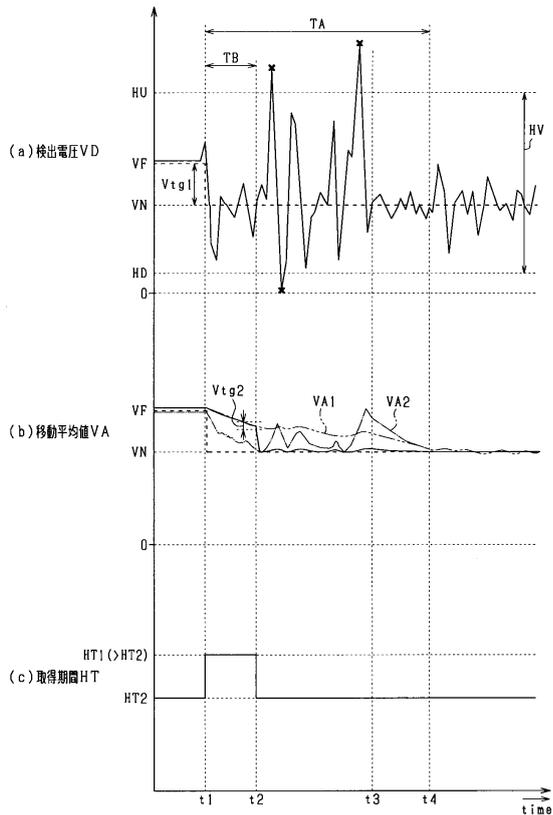
【図 2】



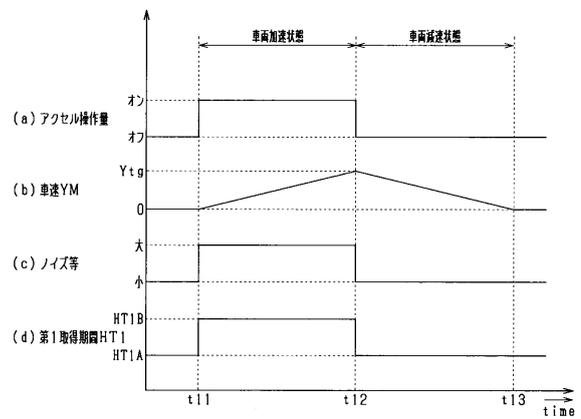
10

20

【図 3】



【図 4】

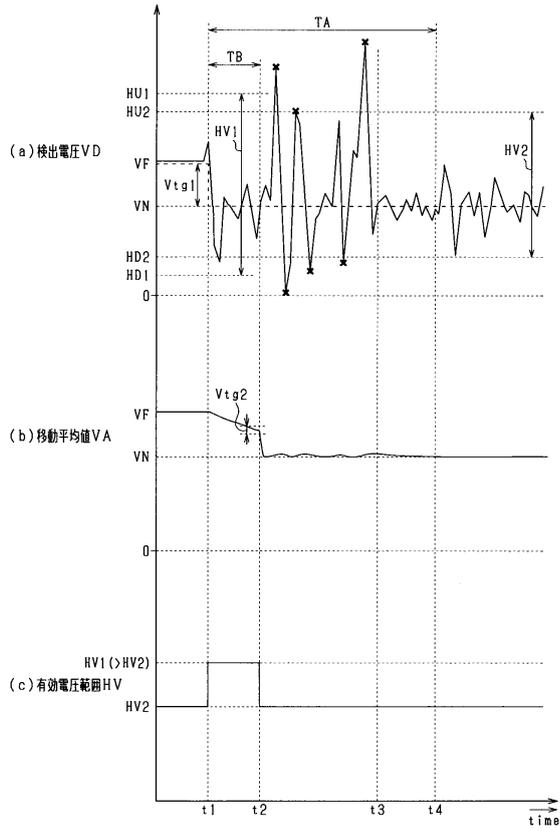


30

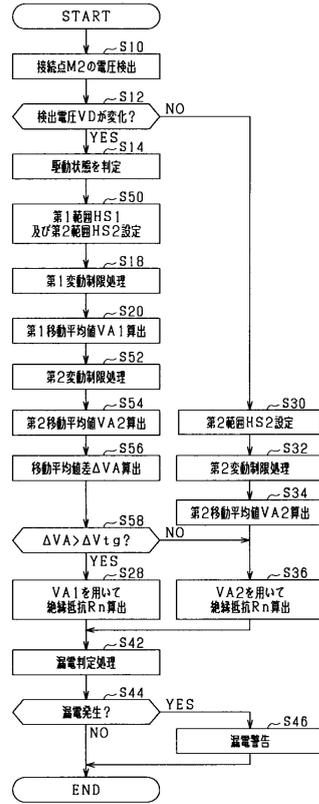
40

50

【図5】



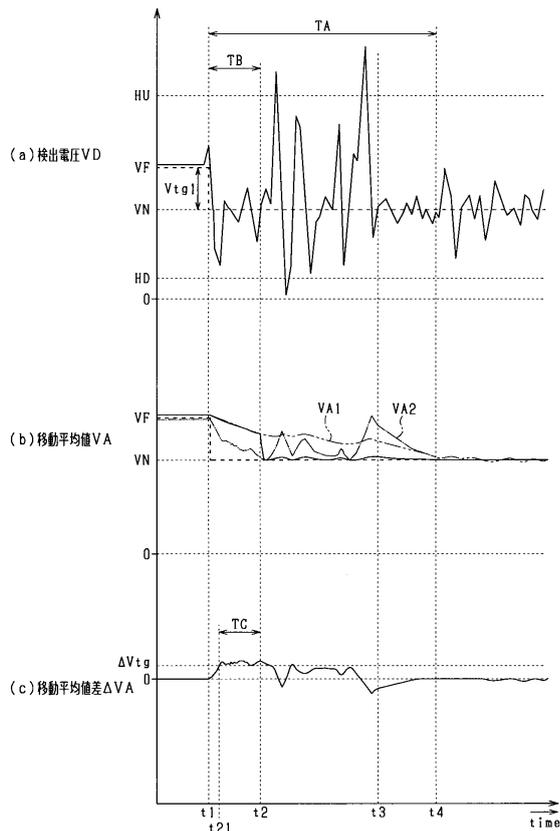
【図6】



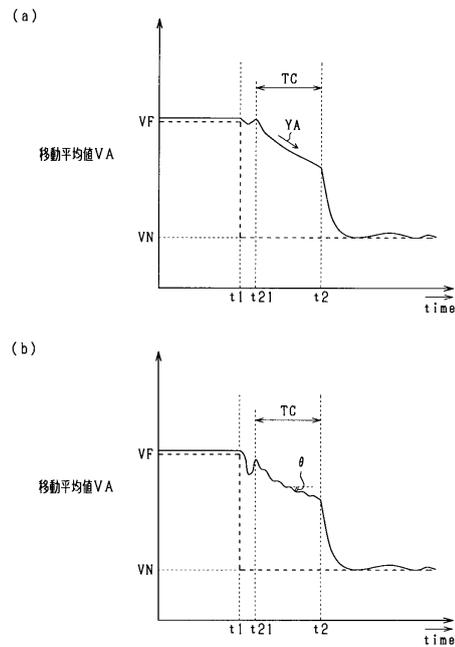
10

20

【図7】



【図8】



30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 幸田 真和
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 久保川 竜太
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 進藤 祐輔
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 脇本 亨
愛知県日進市米野木町南山500番地20 株式会社SOKEN内
- 審査官 永井 皓喜
- (56)参考文献 国際公開第2018/074394(WO, A1)
特開2010-8356(JP, A)
特開2009-287983(JP, A)
特開2016-31298(JP, A)
国際公開第2008/016179(WO, A1)
特開平11-23637(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01R 27/02
G01R 27/18
G01R 31/50
B60L 3/00