

(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
2013 年 9 月 26 日(26.09.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/141125 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 27/06 (2006.01) *B60L 9/18* (2006.01)
B60L 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/057120
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 14 日(14.03.2013)
- (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 2012-067793 2012 年 3 月 23 日(23.03.2012) JP
- (71) 出願人: 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 林 慶徳(HAYASHI Yoshinori); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 岡田 星仁(OKADA Hoshihito); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 前田 好彦(MAEDA Yoshihiko); 〒5708677 大阪府守

口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 榎本 陽一(ENOMOTO Yoichi); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP). 鷹尾 宏(TAKAO Hiroshi); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

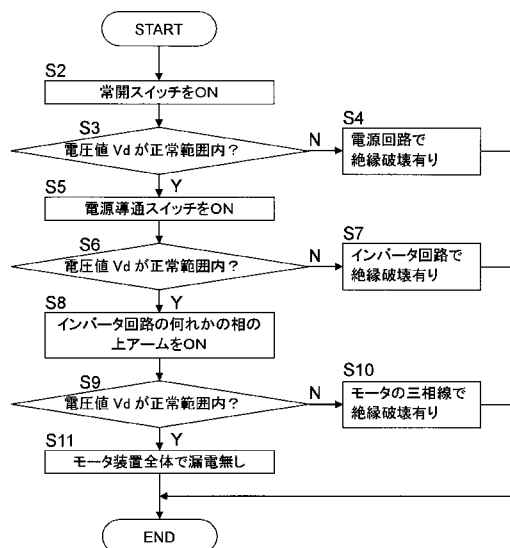
(74) 代理人: 佐野 静夫(SANO Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町 2 - 6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (JP).

(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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: MOTOR DRIVING CIRCUIT, MOTOR DEVICE, AND ELECTRIC VEHICLE

(54) 発明の名称: モータ駆動回路、モータ装置、および電動車両



(57) Abstract: A motor driving circuit, provided with: a power supply line connected to a DC power supply; an inverter for converting inputted power into AC and outputting the converted power to the motor, the input side of the inverter being connected to the power supply line; a power supply conduction switch for switching between conducting and cut-off states of the power supply line, the power supply conduction switch being provided on the power supply line; a voltage detector for detecting the voltage between the DC power supply and the power supply conduction switch; and an insulation resistance detector for performing an action for detecting the insulation resistance on the pre-stage side relative to the power supply conduction switch on the basis of the result of detection by the voltage detector in a state in which the power supply conduction switch is cut off, and then performing an action for detecting the insulation resistance on the post-stage side relative to the power supply conduction switch on the basis of the result of detection by the voltage detector in a state in which the power supply conduction switch is conductive.

(57) 要約:

[続葉有]

- S2 Normally open switch is on
S3, S6, S9 Is voltage value Vd within normal range?
S4 Insulation breakdown present in power supply circuit
S5 Power supply conduction switch is on
S7 Insulation breakdown present in inverter circuit
S8 Upper arm of any phase of inverter circuit is on
S10 Insulation breakdown present in three-phase-line of motor
S11 No power leakage in motor device overall

WO 2013/141125 A1



(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

直流電源に接続された電源ラインと、入力側が電源ラインに接続されており、入力電力を交流に変換してモータに出力するインバータと、電源ライン上に設けられ、電源ラインの導通／遮断を切替える電源導通スイッチと、前記直流電源と電源導通スイッチの間の電圧を検出する電圧検出部と、電源導通スイッチを遮断させた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて電源導通スイッチより前段側の絶縁抵抗を検出する動作を行った後、電源導通スイッチを導通させた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて電源導通スイッチより後段側の絶縁抵抗を検出する動作を行う絶縁抵抗検出部と、を備えるモータ駆動回路とする。

明 細 書

発明の名称： モータ駆動回路、モータ装置、および電動車両 技術分野

[0001] 本発明は、モータ駆動回路、モータ装置、および電動車両に関する。

背景技術

[0002] 従来、電動車両などに用いられるモータ駆動回路として、絶縁抵抗を検出する機能を有したものが提案されている。このようなモータ駆動回路によれば、例えば絶縁破壊の検出時に適切な処置がなされるようにして、絶縁破壊に伴う不具合を出来るだけ回避することが可能である。なお特許文献1には、制御部が高電圧バッテリーや補機バッテリーの電圧を監視しながら、電圧変換装置や動力電動機構を協調操作させて制御を行う電気自動車システムが開示されている。また特許文献2には、漏電に起因する誘起電圧を検知する検知手段を有し、誘起電圧の検知時に電源を遮断する装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-73443号公報

特許文献2：特開平9-117050号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 絶縁抵抗の検出機能を有するモータ駆動回路については、例えば絶縁破壊の箇所をある程度特定可能とするため、部分ごとに絶縁抵抗の検出を行うようにすることが考えられる。しかしながら、絶縁抵抗を検出するための回路を部分ごとに別に設けると、モータ駆動回路の構成が複雑となり製造コストの増大等を招くおそれがある。なお特許文献1および特許文献2に開示されているものは、何れも、部分ごとに絶縁抵抗の検出を行うようにはなっていない。

[0005] 本発明は上述した問題に鑑み、部分ごとに絶縁抵抗の検出を行うものであ

りながら、回路構成を簡素化することが容易となるモータ駆動回路、ならびにこれを備えたモータ装置および電動車両の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係るモータ駆動回路は、直流電源に接続された電源ラインと、入力側が前記電源ラインに接続されており、該電源ラインから入力される直流電力を交流電力に変換して、出力側に接続されたモータに出力するインバータと、前記電源ライン上に設けられ、該電源ラインの導通／遮断を切替える電源導通スイッチと、前記直流電源と前記電源導通スイッチの間の電圧を検出する電圧検出部と、前記電源導通スイッチを遮断させた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて前記電源導通スイッチより前段側の絶縁抵抗を検出する第1検出動作を行った後、前記電源導通スイッチを導通させた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて前記電源導通スイッチより後段側の絶縁抵抗を検出する第2検出動作を行う絶縁抵抗検出部と、を備える構成とする。

発明の効果

[0007] 本発明に係るモータ駆動回路によれば、部分ごとに絶縁抵抗の検出を行うものでありながら、回路構成を簡素化することが容易となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態に係るモータ装置の構成図である。

[図2]第1実施形態に係る絶縁抵抗検出動作のフローチャートである。

[図3]第2実施形態に係るモータ装置の構成図である。

[図4]第2実施形態に係る絶縁抵抗検出動作のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 本発明の実施形態に係るモータ装置について、第1実施形態および第2実施形態を例に挙げて、以下に説明する。なお、第1実施形態は1個のモータを駆動させる形態であり、第2実施形態は複数個（ここでは一例として2個）のモータを駆動させる形態である。

[0010] 1. 第1実施形態

[モータ装置の構成等]

まず第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係るモータ装置9の構成図である。モータ装置9は、モータ駆動回路1にモータ2が接続された形態となっている。モータ装置9は電動車両（例えば、電動自転車、自動二輪車、自動三輪車、および自動四輪車など）に設けられ、モータ2は当該電動車両の駆動輪を回転させる役割を果たす。

[0011] モータ駆動回路1は、直流電源1a、電源回路1bおよびインバータ回路1cを有している。また電源回路1b、インバータ回路1c、およびモータ2は、それぞれ別の金属ケース（5a～5c）に収納されている。各金属ケース（5a～5c）は、電動車両の車体フレームを通じて互いに接続されている。なお本願では特に断りの無い限り、またモータ駆動回路において、「前段側」は直流電源に近い側を指し、「後段側」はモータに近い側を指す。

[0012] 直流電源1aは、例えば電動車両用のバッテリーであり、正極側が正極ラインL1（電源ライン）に接続され、負極側が負極ラインL2（接地ライン）に接続されている。直流電源1aの電圧（バッテリー電圧）は既知である。また直流電源1a、電源回路1b、およびインバータ回路1cは、正極ラインL1と負極ラインL2を通じて互いに接続されている。

[0013] 電源回路1bは、4個の抵抗（11～14）、制御部15、2個の常開スイッチ（Sw1、Sw2）、および電源導通スイッチSw3を有している。

[0014] 電源導通スイッチSw3はFET [Field Effect Transistor] であり、制御部15によって両端間（ソースドレイン間）の開閉（ON/OFF）が制御される。電源導通スイッチSw3は、正極ラインL1に介在するように設けられており、正極ラインL1の導通／遮断を切替える役割を果たす。

[0015] 各常開スイッチ（Sw1、Sw2）はフォトモスリレーであり、制御部15によって両端間（ソースドレイン間）の開閉（ON/OFF）が制御される。常開スイッチSw1は、一端が抵抗11を介して正極ラインL1（但し、電源導通スイッチSw3よりも前段側）に接続され、他端が抵抗12の

一端に接続されている。抵抗 1 2 の他端は、抵抗 1 3 の一端に接続されている。また常開スイッチ S w 2 は、一端が抵抗 1 3 の他端に接続され、他端が抵抗 1 4 を介して負極ライン L 2 に接続されている。

[0016] 抵抗 1 2 と抵抗 1 3 の接続点は、電動車両の車体フレームに接続されている。また常開スイッチ S w 2 と抵抗 1 4 の接続点は、制御部 1 5 に接続されている。これにより制御部 1 5 は、各常開スイッチ (S w 1、S w 2) が閉状態である時に、正極ライン L 1 と負極ライン L 2 の間の電圧を各抵抗 (1 1 ~ 1 4) により分圧した電圧値 V d を、検出することが可能である。

[0017] なお電源回路 1 b における各抵抗 (1 1 ~ 1 4) 等により形成された部分は絶縁抵抗検出回路としての役割を果たし、電圧値 V d の検出結果は、絶縁抵抗 (金属ケース或いは車体フレームとの間の抵抗) の検出に利用される。すなわち絶縁抵抗の小さい箇所 (絶縁破壊の箇所) がある場合は、直流電源 1 a の電圧が車体フレーム或いは金属ケースを介してこの絶縁抵抗検出回路に印加され、これにより電圧値 V d が変動するため、絶縁抵抗の検出が可能である。絶縁抵抗を検出する動作 (絶縁抵抗検出動作) の内容については、改めて詳細に説明する。

[0018] インバータ回路 1 c は、電源回路 1 b の後段側に設けられており、直流電源 1 a から供給される直流電圧を受け、この直流電圧を三相交流に変換してモータ 2 へ出力する役割を果たす。インバータ回路 1 c は、電源平滑用コンデンサ 2 1 に加え、U 相アーム、V 相アーム、および W 相アームからなる三相のアームを有している。

[0019] 電源平滑用コンデンサ 2 1 は、一端が正極ライン L 1 に接続され、他端が負極ライン L 2 に接続されている。また U 相アーム、V 相アーム、および W 相アームは、それぞれ、正極ライン L 1 と負極ライン L 2 の間に並列に接続されている。

[0020] U 相アームは、正極ライン L 1 と負極ライン L 2 の間に直列接続される各スイッチ素子 (S w 4、S w 5) と、各スイッチ素子 (S w 4、S w 5) に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが

正極ラインL 1 側へ向き、アノードが負極ラインL 2 側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子S w 4 はU相の上アームのスイッチ（上素子）に相当し、スイッチ素子S w 5 はU相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。

[0021] V相アームは、正極ラインL 1 と負極ラインL 2 の間に直列接続される各スイッチ素子（S w 6、S w 7）と、各スイッチ素子（S w 6、S w 7）に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが正極ラインL 1 側へ向き、アノードが負極ラインL 2 側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子S w 6 はV相の上アームのスイッチ（上素子）に相当し、スイッチ素子S w 7 はV相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。

[0022] W相アームは、正極ラインL 1 と負極ラインL 2 の間に直列接続される各スイッチ素子（S w 8、S w 9）と、各スイッチ素子（S w 8、S w 9）に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが正極ラインL 1 側へ向き、アノードが負極ラインL 2 側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子S w 8 はW相の上アームのスイッチ（上素子）に相当し、スイッチ素子S w 9 はW相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。

[0023] なおインバータ回路1 cを構成する各スイッチ素子（S w 4～S w 9）はF E Tであり、制御部1 5によって両端間（ソースドレイン間）の開閉（O N／O F F）が制御される。

[0024] モータ2 は、例えば三相の永久磁石同期モータであり、インバータ回路1 cから入力される三相交流電圧によって駆動する。モータ2 は、U相、V相、およびW相の各線からなる三相線2 aを有しており、これらの線はモータ2 の内部で接続されている。なおU相、V相、およびW相の各線は、インバータ回路1 cのU相の上下アーム間、V相の上下アーム間、およびW相の上下アーム間のそれぞれに接続されている。

[0025] また電源回路1 bに設けられている制御部1 5は、制御信号を出力して各

スイッチ（ $S w 1 \sim S w 9$ ）のON／OFFを制御することが可能であり、予め定められた手順に従ってモータ駆動回路1の動作を制御する。モータ駆動回路1が行う動作の一つとしては、モータ装置9の絶縁抵抗の良否を検出するための絶縁抵抗検出動作がある。

[0026] [絶縁抵抗検出動作]

モータ装置9を搭載した電動車両は、イグニッションキーがオンにされると、所定の起動モードを経て、走行が可能となる走行モードに移行する。モータ駆動回路1はこの起動モードにおいて、絶縁抵抗検出動作を行うようになっている。次に、モータ駆動回路1が行う絶縁抵抗検出動作について、図2に示すフローチャートを参照しながら説明する。なお、絶縁抵抗検出動作が開始される前の段階では、各スイッチ（ $S w 1 \sim S w 9$ ）は何れもOFFの状態である。

[0027] 制御部15は先ず、絶縁抵抗センサ起動確認を実行する（ステップS1）。絶縁抵抗センサ起動確認は、各常開スイッチ（ $S w 1$ 、 $S w 2$ ）を閉じる前に、電圧 $V d$ の検出値が正常であるか否か（0Vを基準とした許容誤差の範囲内に収まっているか否か）を確認する動作である。なお電圧 $V d$ の検出値が異常であった場合には、例えば、当該異常を示すアラームが発せられ、絶縁抵抗検出動作が中止されるようになっていても良い。

[0028] 次に制御部15は、各常開スイッチ（ $S w 1$ 、 $S w 2$ ）をONにする（ステップS2）これにより、正極ライン $L 1$ が抵抗11と抵抗12を介して車体フレームに接続され、負極ライン $L 2$ が抵抗13と抵抗14を介して車体フレームに接続された状態となる。なお現段階では未だ電源導通スイッチ $S w 3$ はOFFであるため、電源導通スイッチ $S w 3$ よりも後段側（インバータ回路1cおよびモータ2）は、直流電源1aの正極には導通していない。

[0029] この状態において制御部15は、電圧値 $V d$ が予め設定されている正常範囲に収まっているか否かを判別する（ステップS3）。この動作は、電源回路1b（電源導通スイッチ $S w 3$ より前段側の部分）の絶縁抵抗の良否を検出するための動作である。なおこの正常範囲は、直流電源1aの電圧のバラ

ツキ等も考慮され、絶縁抵抗の良否が適切に検出されるよう決められている。

- [0030] 電源回路 1 b における絶縁抵抗が十分に大きい（正常である）場合には、電圧値 V_d は、直流電源 1 a の電圧を各抵抗（11～14）で分圧した値に近い値となる。しかし当該絶縁抵抗が小さくなるほど（つまり、異常の度合いが大きくなるほど）、電圧値 V_d は、直流電源 1 a の電圧を各抵抗（11～14）で分圧した値から離れた値となる。
- [0031] 制御部 15 はこの原理に基づき、電圧値 V_d が正常範囲に収まっている場合に（ステップ S3 の Y）、電源回路 1 b の絶縁抵抗が正常であること（絶縁破壊無し）を検出する一方、電圧値 V_d が当該正常範囲から逸脱している場合に（ステップ S3 の N）、当該絶縁抵抗が異常であること（絶縁破壊有り）を検出する（ステップ S4）。
- [0032] 制御部 15 は、電源回路 1 b の絶縁抵抗が異常であることを検出したときには、絶縁抵抗検出動作を終了する。このとき制御部 15 は、所定のアラーム A が発せられる（表示或いは音声出力等がなされる）ようにすることで、電源回路 1 b の絶縁抵抗が異常である旨を報知する。これによりユーザは、絶縁破壊が発生したことを認識するとともに、その発生箇所が電源回路 1 b であることを認識することができる。
- [0033] 一方、制御部 15 は、電源回路 1 b の絶縁抵抗が正常であることを検出したときには、電源導通スイッチ Sw_3 を ON にする（ステップ S5）。この動作により、電源導通スイッチ Sw_3 を介して、インバータ回路 1 c が直流電源 1 a の正極に導通した状態となり、電源平滑用コンデンサ 21 が充電される。なお現段階では、インバータ回路 1 c における上アームのスイッチ素子（ Sw_4 、 Sw_6 、 Sw_8 ）は何れも OFF であるため、これらのスイッチ素子よりも後段側（モータ 2）は、直流電源 1 a の正極には導通していない。
- [0034] この状態において制御部 15 は、電圧値 V_d が予め設定されている正常範囲に収まっているか否かを判別する（ステップ S6）。この動作は、インバ

ータ回路 1 c（電源導通スイッチ S w 3 より後段側であって、インバータ回路 1 c の上アームより前段側の部分）の絶縁抵抗の良否を検出するための動作である。

[0035] インバータ回路 1 b における絶縁抵抗が十分に大きい（正常である）場合には、電圧値 V d は、直流電源 1 a の電圧を各抵抗（1 1 ～ 1 4）で分圧した値に近い値となる。しかし当該絶縁抵抗が小さくなるほど（つまり、異常の度合いが大きくなるほど）、電圧値 V d は、直流電源 1 a の電圧を各抵抗（1 1 ～ 1 4）で分圧した値から離れた値となる。

[0036] なお現段階までの絶縁抵抗検出動作により、電源回路 1 b については絶縁抵抗が正常であることが既に判明している。そのため、電圧値 V d が直流電源 1 a の電圧を各抵抗（1 1 ～ 1 4）で分圧した値から離れた値である場合、インバータ回路 1 b における絶縁抵抗が小さいことが、その原因であると言える。

[0037] 制御部 1 5 はこの原理に基づき、電圧値 V d が正常範囲に収まっている場合に（ステップ S 6 の Y）、インバータ回路 1 c の絶縁抵抗が正常であること（絶縁破壊無し）を検出する一方、電圧値 V d が正常範囲から逸脱している場合に（ステップ S 6 の N）、当該絶縁抵抗が異常であること（絶縁破壊有り）を検出する（ステップ S 7）。

[0038] 制御部 1 5 は、インバータ回路 1 c の絶縁抵抗が異常であることを検出したときには、絶縁抵抗検出動作を終了する。なおこのとき制御部 1 5 は、所定のアラーム B（アラーム A とは異なる）が発せられるようにすることで、インバータ回路 1 b の絶縁抵抗が異常である旨を報知する。これによりユーザは、絶縁破壊が発生したことを認識するとともに、その発生箇所がインバータ回路 1 c であることを認識することができる。

[0039] 一方、制御部 1 5 は、インバータ回路 1 c の絶縁抵抗が正常であることを検出したときには、インバータ回路 1 c の何れかの相（例えば U 相）の上アームを所定の時間 T 1 だけ ON にする（ステップ S 8）。なおこの際、上アームが適切に ON の状態となるように、先ずその相の下アームがごく短時間

だけONにされ、この下アームがOFFとなった後に上アームがONにされる。またステップS8の動作に関し、インバータ回路1cの上アームや下アームをONにする制御は、電源回路1bに設けられた制御部15が直接行うようになっていても良く、インバータ回路1cに設けられた不図示のマイコン(CAN[Controller Area Network]通信により制御部15との協調動作が可能)が行うようになっていても良い。

[0040] この動作により、ONにされた上アームを介して、三相線2aが直流電源1aの正極に導通した状態となる。そして当該上アームがONにされている間に、制御部15は、電圧値Vdが予め設定されている正常範囲に収まっているか否かを判別する(ステップS9)。この動作は、三相線2a(インバータ回路1cの上アームより後段側の部分)の絶縁抵抗の良否を検出するための動作である。

[0041] なお上述した時間T1(上アームをONに維持しておく時間)は、三相線2aの絶縁抵抗の良否を適切に検出することが可能となる範囲内で、出来るだけ短い時間に設定されている。これにより、例えば、ユーザが電動車両を手で押している時に上アームをONにすることで生じるブレーキトルクを、出来るだけ抑えることが可能である。

[0042] 三相線2aにおける絶縁抵抗が十分に大きい(正常である)場合には、電圧値Vdは、直流電源1aの電圧を各抵抗(11~14)で分圧した値に近い値となる。しかし当該絶縁抵抗が小さくなるほど(つまり、異常の度合いが大きくなるほど)、電圧値Vdは、直流電源1aの電圧を各抵抗(11~14)で分圧した値から離れた値となる。

[0043] なお現段階までの絶縁抵抗検出動作により、電源回路1bおよびインバータ回路1cについては、絶縁抵抗が正常であることが既に判明している。そのため、電圧値Vdが直流電源1aの電圧を各抵抗(11~14)で分圧した値から離れた値である場合、三相線2aにおける絶縁抵抗が小さいことが、その原因であると言える。

[0044] 制御部15はこの原理に基づき、電圧値Vdが正常範囲に収まっている場

合に（ステップS 9のY）、三相線2 aにおける絶縁抵抗が正常であること（絶縁破壊無し）を検出する一方、電圧値V dが正常範囲から逸脱している場合に（ステップS 9のN）、当該絶縁抵抗が異常であること（絶縁破壊有り）を検出する（ステップS 10）。なお、三相線2 aの各相の線はモータ2の内部で互いに接続されているため、上述したように何れかの相の上アームをONにするだけで、三相すべての絶縁抵抗を検出することが可能である。

[0045] 制御部15は、三相線2 aの絶縁抵抗が異常であることを検出したときには、絶縁抵抗検出動作を終了する。なおこのとき制御部15は、所定のアラームC（アラームAやアラームBとは異なる）が発せられるようにすることで、三相線2 aの絶縁抵抗が異常である旨を報知する。これによりユーザは、絶縁破壊が発生したことを認識するとともに、その発生箇所が三相線2 aであることを認識することができる。

[0046] 一方、三相線2 aの絶縁抵抗が正常であることが検出されたときには、電源回路1 b、インバータ回路1 c、およびモータの三相線2 aの何れについても、絶縁抵抗が正常であることが検出されたことになる。そこでこの場合には、制御部15は、モータ装置9全体の絶縁抵抗が正常であること（絶縁破壊無し）を検出し（ステップS 11）、絶縁抵抗検出動作を終了する。

[0047] [モータ駆動回路の特徴等]

上述したように第1実施形態のモータ駆動回路1は、直流電源1 aに接続された電源ラインL 1と、入力側が電源ラインL 1に接続されており、電源ラインL 1から入力される直流電力を交流電力に変換して、出力側に接続されたモータ2に出力するインバータ回路1 cと、電源ラインL 1上（本実施形態では一例として、直流電源1 aとインバータ回路1 cの間）に設けられ、電源ラインL 1の導通／遮断を切替える電源導通スイッチSw 3と、を備えている。

[0048] 更にモータ駆動回路1は、直流電源1 aと電源導通スイッチSw 3の間の電圧を検出する機能部（電圧検出部）と、電源導通スイッチSw 3を遮断さ

せた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて電源回路 1 b（電源導通スイッチ S w 3 より前段側）の絶縁抵抗を検出する第 1 検出動作を行った後、電源導通スイッチ S w 3 を導通させた状態における電圧検出部の検出結果に基づいてインバータ回路 1 c（電源導通スイッチ S w 3 より後段側）の絶縁抵抗を検出する第 2 検出動作を行う機能部（絶縁抵抗検出部）を有している。

[0049] そのためモータ駆動回路 1 は、モータ装置 9 の部分ごとに（本実施形態では、電源回路 1 b とインバータ回路 1 c の各々について）絶縁抵抗の検出を行うものでありながら、各部の絶縁抵抗の検出が共通の回路によって実現され、回路構成を簡素化することが容易となっている。なお「部分ごとに」絶縁抵抗の検出を行うことの具体的態様は、本実施形態のような態様には限られず、例えば、直流電力が用いられる部分（D C 側）と交流電力が用いられる部分（A C 側）の各部分について絶縁抵抗の検出を行う態様であってもよい。また本実施形態では、第 1 検出動作はステップ S 3 の動作に相当し、第 2 検出動作はステップ S 6 の動作に相当する。

[0050] またインバータ回路 1 c は三相のアームを有し、各アームには、直流電源 1 a の正極と負極の間に直列に接続されるスイッチ素子として、上素子と下素子が設けられている。また各アームにおける上素子と下素子の間に、三相のモータ 2 が接続される。そして絶縁抵抗検出部は、第 2 検出動作として、上素子を全てオフとさせた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて、インバータ回路 1 c（上素子より前段側）の絶縁抵抗を検出する動作を行い、第 2 検出動作の後に第 3 検出動作として、上素子の何れか一つをオンとさせた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて、モータの三相線 2 a（上素子より後段側）の絶縁抵抗を検出する動作を行う。

[0051] そのためモータ駆動回路 1 は、共通の回路により、電源回路 1 b、インバータ回路 1 c、および三相線 2 a の絶縁抵抗を検出することが可能である。なお本実施形態では、第 3 検出動作はステップ S 9 の動作に相当する。また本実施形態では、インバータ回路 1 c およびモータ 2 は三相となっているが

、単相であってもよく、二相或いは四相以上であっても構わない。

[0052] またモータ駆動回路 1 においては、第 1 検出動作から第 3 検出動作の何れかの検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたとき、検出動作ごとに異なるよう設定された出力（アラーム A～C）を出すようになっている。これにより絶縁破壊が発生したとき、ユーザは絶縁破壊の発生箇所をモータ装置 9 の部分ごとに特定することができるため、発生箇所が分からない場合よりも適切な処置を施すことができる。

[0053] またモータ駆動回路 1 においては、第 1 検出動作から第 3 検出動作の何れかの検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたとき、以降の検出動作の実行が省略されるようになっている。すなわち第 1 検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたときは、第 2 検出動作と第 3 検出動作の実行が省略され、第 2 検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたときは、第 3 検出動作の実行が省略されるようになっている。これにより無用な検出動作が実行されないようにし、モータ駆動回路 1 の動作負担を軽減させることが可能である。

[0054] 2. 第 2 実施形態

次に第 2 実施形態について説明する。なお以下の説明においては、第 1 実施形態と異なる部分の説明に重点をおき、共通する部分については説明を省略することがある。

[0055] [モータ装置の構成等]

図 3 は、第 2 実施形態に係るモータ装置 9 A の構成図である。モータ装置 9 A は、モータ駆動回路 1 に 2 個のモータ（ 2_L 、 2_R ）が接続された形態となっている。より具体的には、モータ駆動回路 1 はインバータ回路などを左系列と右系列の 2 系列分有しており、左系列のインバータ回路 1_{c_L} に左系列に対応したモータ 2_L が、右系列のインバータ回路 1_{c_R} に右系列に対応したモータ 2_R が、それぞれ接続された形態となっている。なお引用符の添え字「L」および「R」は、それぞれ、左系列および右系列のものであることを表す。

[0056] モータ装置 9 A は、左側および右側の各駆動輪を有する電動車両に設けら

れ、左系列のモータ 2_L は、左側の駆動輪を回転させる役割を果たし、右系列のモータ 2_R は、右側の駆動輪を回転させる役割を果たす。モータ装置 9 A は、例えば三輪電動車両や四輪電動車両など、車輪の数を問わず様々な電動車両に設けることが可能である。またモータ装置 9 A は、一つの前輪と左右二つの後輪（駆動輪）を有する三輪電動車両に設けられた場合には各後輪を回転させ、左右二つの前輪（駆動輪）と一つの後輪を有する三輪電動車両に設けられた場合には各前輪を回転させる。

[0057] モータ駆動回路 1 は、直流電源 1 a、電源回路 1 b、左系列のインバータ回路 1_{c_L} 、および右系列のインバータ回路 1_{c_R} を有している。また電源回路 1 b、各インバータ回路（ 1_{c_L} 、 1_{c_R} ）、および各モータ（ 2_L 、 2_R ）は、それぞれ別の金属ケース（ 5_a 、 5_{b_L} 、 5_{b_R} 、 5_{c_L} 、 5_{c_R} ）に収納されている。各金属ケース（ 5_a 、 5_{b_L} 、 5_{b_R} 、 5_{c_L} 、 5_{c_R} ）は、電動車両の車体フレームを通じて互いに接続されている。

[0058] 直流電源 1 a は、第 1 実施形態の場合と同様のものであり、正極側が正極ライン L 1（電源ライン）に接続され、負極側が負極ライン L 2（接地ライン）に接続されている。また直流電源 1 a、電源回路 1 b、および各インバータ回路（ 1_{c_L} 、 1_{c_R} ）は、正極ライン L 1 と負極ライン L 2 を通じて互いに接続されている。なお正極ライン L 1 は、直流電源 1 a の正極と分岐点 P の間は単線となっているが、分岐点 P より後段側においては左系列と右系列に分岐している。

[0059] 電源回路 1 b は、4 個の抵抗（ $1_1 \sim 1_4$ ）、制御部 1 5、左系列の電源導通スイッチ Sw_{3_L} 、右系列の電源導通スイッチ Sw_{3_R} 、および 2 個の常開スイッチ（ Sw_1 、 Sw_2 ）を有している。

[0060] 各電源導通スイッチ（ Sw_{3_L} 、 Sw_{3_R} ）は FET であり、制御部 1 5 によって両端間（ソースドレイン間）の開閉（ON/OFF）が制御される。左系列の電源導通スイッチ Sw_{3_L} は、左系列の正極ライン L 1（分岐点 P より後段側）に介在するように設けられており、左系列の正極ライン L 1 の導通／遮断を切替える役割を果たす。右系列の電源導通スイッチ Sw_{3_R} は、右

系列の正極ライン L_1 （分岐点 P より後段側）に介在するように設けられており、右系列の正極ライン L_1 の導通／遮断を切替える役割を果たす。

[0061] 各常開スイッチ（ Sw_1 、 Sw_2 ）はフォトモスリレーであり、制御部15によって両端間（ソースドレイン間）の開閉（ON／OFF）が制御される。常開スイッチ Sw_1 は、一端が抵抗11を介して正極ライン L_1 （但し、各電源導通スイッチ（ Sw_{3L} 、 Sw_{3R} ）よりも前段側）に接続され、他端が抵抗12の一端に接続されている。抵抗12の他端は、抵抗13の一端に接続されている。また常開スイッチ Sw_2 は、一端が抵抗13の他端に接続され、他端が抵抗14を介して負極ライン L_2 に接続されている。

[0062] なお抵抗12と抵抗13の接続点は、電動車両の車体フレームに接続されている。また常開スイッチ Sw_2 と抵抗14の接続点は、制御部15に接続されている。これにより制御部15は、各常開スイッチ（ Sw_1 、 Sw_2 ）が閉状態である時に、正極ライン L_1 と負極ライン L_2 の間の電圧を各抵抗（11～14）により分圧した電圧値 V_d を、検出することが可能である。なお電源回路1bの一部が絶縁抵抗検出回路としての役割を果たし、電圧値 V_d の検出結果が絶縁抵抗の検出に利用される点は、第1実施形態の場合と同様である。

[0063] 左系列のインバータ回路1c_Lは、電源回路1bの後段側に設けられており、直流電源1aから供給される直流電圧を受け、この直流電圧を三相交流に変換して左系列のモータ2_Lへ出力する役割を果たす。インバータ回路1c_Lは、電源平滑用コンデンサ21_Lに加え、U相アーム、V相アーム、およびW相アームからなる三相のアームを有している。

[0064] 電源平滑用コンデンサ21_Lは、一端が左系列の正極ライン L_1 に接続され、他端が負極ライン L_2 に接続されている。またU相アーム、V相アーム、およびW相アームは、それぞれ、左系列の正極ライン L_1 と負極ライン L_2 の間に並列に接続されている。

[0065] U相アームは、左系列の正極ライン L_1 と負極ライン L_2 の間に直列接続される各スイッチ素子（ Sw_{4L} 、 Sw_{5L} ）と、各スイッチ素子（ Sw_{4L} 、 S

w 5_L) に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが正極ラインL 1 側へ向き、アノードが負極ラインL 2 側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子S w 4_LはU相の上アームのスイッチ（上素子）に相当し、スイッチ素子S w 5_LはU相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。

[0066] V相アームは、左系列の正極ラインL 1 と負極ラインL 2 の間に直列接続される各スイッチ素子（S w 6_L、S w 7_L）と、各スイッチ素子（S w 6_L、S w 7_L）に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが正極ラインL 1 側へ向き、アノードが負極ラインL 2 側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子S w 6_LはV相の上アームのスイッチ（上素子）に相当し、スイッチ素子S w 7_LはV相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。

[0067] W相アームは、左系列の正極ラインL 1 と負極ラインL 2 の間に直列接続される各スイッチ素子（S w 8_L、S w 9_L）と、各スイッチ素子（S w 8_L、S w 9_L）に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが正極ラインL 1 側へ向き、アノードが負極ラインL 2 側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子S w 8_LはW相の上アームのスイッチ（上素子）に相当し、スイッチ素子S w 9_LはW相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。

[0068] なおインバータ回路1 c_Lを構成する各スイッチ素子（S w 4_L～S w 9_L）はF E Tであり、制御部1 5 によって両端間（ソースドレイン間）の開閉（O N / O F F）が制御される。

[0069] 左系列のモータ2_Lは、例えば三相の永久磁石同期モータであり、インバータ回路1 c_Lから入力される三相交流電圧によって駆動する。モータ2_Lは、U相、V相、およびW相の各線からなる三相線2 a_Lを有しており、これらの線はモータ2_Lの内部で接続されている。なおU相、V相、およびW相の各線は、インバータ回路1 c_LのU相の上下アーム間、V相の上下アーム間、およびW相の上下アーム間のそれぞれに接続されている。

- [0070] 右系列のインバータ回路 1 c_Rは、電源回路 1 bの後段側に設けられており、直流電源 1 aから供給される直流電圧を受け、この直流電圧を三相交流に変換して右系列のモータ 2_Rへ出力する役割を果たす。インバータ回路 1 c_Rは、電源平滑用コンデンサ 2 1_Rに加え、U相アーム、V相アーム、およびW相アームからなる三相のアームを有している。
- [0071] 電源平滑用コンデンサ 2 1_Rは、一端が右系列の正極ラインL 1に接続され、他端が負極ラインL 2に接続されている。またU相アーム、V相アーム、およびW相アームは、それぞれ、右系列の正極ラインL 1と負極ラインL 2の間に並列に接続されている。
- [0072] U相アームは、右系列の正極ラインL 1と負極ラインL 2の間に直列接続される各スイッチ素子 (S w 4_R、S w 5_R) と、各スイッチ素子 (S w 4_R、S w 5_R) に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが正極ラインL 1側へ向き、アノードが負極ラインL 2側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子 S w 4_RはU相の上アームのスイッチ（上素子）に相当し、スイッチ素子 S w 5_RはU相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。
- [0073] V相アームは、右系列の正極ラインL 1と負極ラインL 2の間に直列接続される各スイッチ素子 (S w 6_R、S w 7_R) と、各スイッチ素子 (S w 6_R、S w 7_R) に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが正極ラインL 1側へ向き、アノードが負極ラインL 2側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子 S w 6_RはV相の上アームのスイッチ（上素子）に相当し、スイッチ素子 S w 7_RはV相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。
- [0074] W相アームは、右系列の正極ラインL 1と負極ラインL 2の間に直列接続される各スイッチ素子 (S w 8_R、S w 9_R) と、各スイッチ素子 (S w 8_R、S w 9_R) に並列に接続された各ダイオードを有する。何れのダイオードも、カソードが正極ラインL 1側へ向き、アノードが負極ラインL 2側へ向くように配置されている。なお、スイッチ素子 S w 8_RはW相の上アームのスイッチ

（上素子）に相当し、スイッチ素子 $S w 9_R$ は W 相の下アームのスイッチ（下素子）に相当する。

[0075] なおインバータ回路 $1 c_R$ を構成する各スイッチ素子（ $S w 4_R \sim S w 9_R$ ）は F E T であり、制御部 1 5 によって両端間（ソースドレイン間）の開閉（O N / O F F）が制御される。

[0076] 右系列のモータ 2_R は、例えば三相の永久磁石同期モータであり、インバータ回路 $1 c_R$ から入力される三相交流電圧によって駆動する。モータ 2_R は、U 相、V 相、および W 相の各線からなる三相線 $2 a_R$ を有しており、これらの線はモータ 2_R の内部で接続されている。なお U 相、V 相、および W 相の各線は、インバータ回路 $1 c_R$ の U 相の上下アーム間、V 相の上下アーム間、および W 相の上下アーム間のそれぞれに接続されている。

[0077] また電源回路 $1 b$ に設けられている制御部 1 5 は、制御信号を出力して各スイッチ（ $S w 1$ 、 $S w 2$ 、 $S w 3_L \sim S w 9_L$ 、 $S w 3_R \sim S w 9_R$ ）の O N / O F F を制御することが可能であり、予め定められた手順に従ってモータ駆動回路 1 の動作を制御する。モータ駆動回路 1 が行う動作の一つとしては、モータ装置 9 A の絶縁抵抗の良否を検出するための絶縁抵抗検出動作がある。

[0078] [絶縁抵抗検出動作]

モータ装置 9 A を搭載した電動車両は、イグニッションキーがオンにされると、所定の起動モードを経て、走行が可能となる走行モードに移行する。モータ駆動回路 1 はこの起動モードにおいて、絶縁抵抗検出動作を行うようになっている。次に、モータ駆動回路 1 が行う絶縁抵抗検出動作について、図 4 に示すフローチャートを参照しながら説明する。なお、絶縁抵抗検出動作が開始される前の段階では、各スイッチ（ $S w 1$ 、 $S w 2$ 、 $S w 3_L \sim S w 9_L$ 、 $S w 3_R \sim S w 9_R$ ）は何れも O F F の状態である。

[0079] 制御部 1 5 はまず、絶縁抵抗センサ起動確認を実行する（ステップ S 2 1）。絶縁抵抗センサ起動確認は、各常開スイッチ（ $S w 1$ 、 $S w 2$ ）を閉じる前に、電圧 $V d$ の検出値が正常であるか否か（0 V を基準とした許容誤差

の範囲内に収まっているか否か)を確認する動作である。なお電圧 V_d の検出値が異常であった場合には、例えば、当該異常を示すアラームが発せられ、絶縁抵抗検出動作が中止されるようになっていても良い。

[0080] 次に制御部15は、各常開スイッチ(Sw_1 、 Sw_2)をONにする(ステップS22)これにより、正極ラインL1が抵抗11と抵抗12を介して車体フレームに接続され、負極ラインL2が抵抗13と抵抗14を介して車体フレームに接続された状態となる。なお現段階では未だ各電源導通スイッチ(Sw_{3L} 、 Sw_{3R})はOFFであるため、各電源導通スイッチ(Sw_{3L} 、 Sw_{3R})よりも後段側、すなわち各インバータ回路($1c_L$ 、 $1c_R$)および各モータ(2_L 、 2_R)は、直流電源1aの正極には導通していない。

[0081] この状態において制御部15は、電圧値 V_d が予め設定されている正常範囲に収まっているか否かを判別する(ステップS23)。この動作は、第1実施形態でのステップS3の動作と同様の原理により、電源回路1b(各電源導通スイッチ(Sw_{3L} 、 Sw_{3R})より前段側の部分)の絶縁抵抗の良否を検出するための動作である。なおこの正常範囲は、直流電源1aの電圧のバラツキ等も考慮され、絶縁抵抗の良否が適切に検出されるよう決められている。

[0082] 制御部15は、電圧値 V_d が正常範囲に収まっている場合に(ステップS23のY)、電源回路1bの絶縁抵抗が正常であること(絶縁破壊無し)を検出する一方、電圧値 V_d が当該正常範囲から逸脱している場合に(ステップS23のN)、当該絶縁抵抗が異常であること(絶縁破壊有り)を検出する(ステップS24)。

[0083] 制御部15は、電源回路1bの絶縁抵抗が異常であることを検出したときには、絶縁抵抗検出動作を終了する。このとき制御部15は、所定のアラームAが発せられる(表示或いは音声出力等がなされる)ようにすることで、電源回路1bの絶縁抵抗が異常である旨を報知する。これによりユーザは、絶縁破壊が発生したことを認識するとともに、その発生箇所が電源回路1bであることを認識することができる。

- [0084] 一方、制御部 15 は、電源回路 1b の絶縁抵抗が正常であることを検出したときには、左系列の電源導通スイッチ $Sw3_L$ を ON にする（ステップ S25）。この動作により、左系列の電源導通スイッチ $Sw3_L$ を介して、左系列のインバータ回路 1c_L が直流電源 1a の正極に導通した状態となり、左系列の電源平滑用コンデンサ 21_L が充電される。なお現段階では、左系列のインバータ回路 1c_L における上アームのスイッチ素子（ $Sw4_L$ 、 $Sw6_L$ 、 $Sw8_L$ ）は何れも OFF であるため、これらのスイッチ素子よりも後段側（左系列のモータ 2_L）は、直流電源 1a の正極には導通していない。
- [0085] この状態において制御部 15 は、電圧値 V_d が予め設定されている正常範囲に収まっているか否かを判別する（ステップ S26）。この動作は、第 1 実施形態でのステップ S6 の動作と同様の原理により、左系列のインバータ回路 1c_L（左系列の電源導通スイッチ $Sw3_L$ より後段側であって、左系列のインバータ回路 1c_L の上アームより前段側の部分）の絶縁抵抗の良否を検出するための動作である。
- [0086] 制御部 15 は、電圧値 V_d が正常範囲に収まっている場合に（ステップ S26 の Y）、左系列のインバータ回路 1c_L の絶縁抵抗が正常であること（絶縁破壊無し）を検出する一方、電圧値 V_d が正常範囲から逸脱している場合に（ステップ S26 の N）、当該絶縁抵抗が異常であること（絶縁破壊有り）を検出する（ステップ S27）。
- [0087] 制御部 15 は、左系列のインバータ回路 1c_L の絶縁抵抗が異常であることを検出したときには、絶縁抵抗検出動作を終了する。なおこのとき制御部 15 は、所定のアラーム B1（アラーム A とは異なる）が発せられるようにすることで、左系列のインバータ回路 1c_L の絶縁抵抗が異常である旨を報知する。これによりユーザは、絶縁破壊が発生したことを認識するとともに、その発生箇所が左系列のインバータ回路 1c_L であることを認識することができる。
- [0088] 一方、制御部 15 は、左系列のインバータ回路 1c_L の絶縁抵抗が正常であることを検出したときには、右系列の電源導通スイッチ $Sw3_R$ を ON にする

(ステップS 2 8)。この動作により、右系列の電源導通スイッチ $S w 3_R$ を介して、右系列のインバータ回路 $1 c_R$ が直流電源 $1 a$ の正極に導通した状態となり、右系列の電源平滑用コンデンサ $2 1_R$ が充電される。なお現段階では、右系列のインバータ回路 $1 c_R$ における上アームのスイッチ素子 ($S w 4_R$ 、 $S w 6_R$ 、 $S w 8_R$) は何れもOFFであるため、これらのスイッチ素子よりも後段側 (右系列のモータ 2_R) は、直流電源 $1 a$ の正極には導通していない。

[0089] この状態において制御部 $1 5$ は、電圧値 $V d$ が予め設定されている正常範囲に収まっているか否かを判別する (ステップS 2 9)。この動作は、第1実施形態でのステップS 6の動作と同様の原理により、右系列のインバータ回路 $1 c_R$ (右系列の電源導通スイッチ $S w 3_R$ より後段側であって、右系列のインバータ回路 $1 c_R$ の上アームより前段側の部分) の絶縁抵抗の良否を検出するための動作である。

[0090] 制御部 $1 5$ は、電圧値 $V d$ が正常範囲に収まっている場合に (ステップS 2 9のY)、右系列のインバータ回路 $1 c_R$ の絶縁抵抗が正常であること (絶縁破壊無し) を検出する一方、電圧値 $V d$ が正常範囲から逸脱している場合に (ステップS 2 9のN)、当該絶縁抵抗が異常であること (絶縁破壊有り) を検出する (ステップS 3 0)。

[0091] 制御部 $1 5$ は、右系列のインバータ回路 $1 c_R$ の絶縁抵抗が異常であることを検出したときには、絶縁抵抗検出動作を終了する。なおこのとき制御部 $1 5$ は、所定のアラーム $B 2$ (アラーム A および $B 1$ とは異なる) が発せられるようにすることで、右系列のインバータ回路 $1 c_R$ の絶縁抵抗が異常である旨を報知する。これによりユーザは、絶縁破壊が発生したことを認識するとともに、その発生箇所が右系列のインバータ回路 $1 c_R$ であることを認識することができる。

[0092] 一方、制御部 $1 5$ は、右系列のインバータ回路 $1 c_R$ の絶縁抵抗が正常であることを検出したときには、左系列のインバータ回路 $1 c_L$ の何れかの相 (例えばU相) の上アームを所定時間だけONにする (ステップS 3 1)。なおこの際、上アームが適切にONの状態となるように、先ずその相の下アーム

がごく短時間だけONにされ、この下アームがOFFとなった後に上アームがONにされる。またステップS31の動作に関し、インバータ回路1c_Lの上アームや下アームをONにする制御は、電源回路1bに設けられた制御部15が直接行うようになっていても良く、インバータ回路1c_Lに設けられた不図示のマイコン（CAN通信により制御部15との協調動作が可能）が行うようになっていても良い。

[0093] この動作により、ONにされた上アームを介して、左系列の三相線2a_Lが直流電源1aの正極に導通した状態となる。そして当該上アームがONにされている間に、制御部15は、電圧値V_dが予め設定されている正常範囲に収まっているか否かを判別する（ステップS32）。この動作は、第1実施形態でのステップS9の動作と同様の原理により、左系列の三相線2a_L（左系列のインバータ回路1c_Lの上アームより後段側の部分）の絶縁抵抗の良否を検出するための動作である。

[0094] 制御部15は、電圧値V_dが正常範囲に収まっている場合に（ステップS32のY）、左系列の三相線2a_Lにおける絶縁抵抗が正常であること（絶縁破壊無し）を検出する一方、電圧値V_dが正常範囲から逸脱している場合に（ステップS32のN）、当該絶縁抵抗が異常であること（絶縁破壊有り）を検出する（ステップS33）。

[0095] 制御部15は、左系列の三相線2a_Lの絶縁抵抗が異常であることを検出したときには、絶縁抵抗検出動作を終了する。なおこのとき制御部15は、所定のアラームC1（アラームA、B1、およびB2とは異なる）が発せられるようにすることで、左系列の三相線2a_Lの絶縁抵抗が異常である旨を報知する。これによりユーザは、絶縁破壊が発生したことを認識するとともに、その発生箇所が左系列の三相線2a_Lであることを認識することができる。

[0096] 一方、制御部15は、左系列の三相線2a_Lの絶縁抵抗が正常であることを検出したときには、右系列のインバータ回路1c_Rの何れかの相（例えばU相）の上アームを所定時間だけONにする（ステップS34）。なおこの際、上アームが適切にONの状態となるように、先ずその相の下アームがごく短

時間だけONにされ、この下アームがOFFとなった後に上アームがONにされる。またステップS34の動作に関し、インバータ回路1c_Rの上アームや下アームをONにする制御は、電源回路1bに設けられた制御部15が直接行うようになっていても良く、インバータ回路1c_Rに設けられた不図示のマイコン（CAN通信により制御部15との協調動作が可能）が行うようになっていても良い。

[0097] この動作により、ONにされた上アームを介して、右系列の三相線2a_Rが直流電源1aの正極に導通した状態となる。そして当該上アームがONにされている間に、制御部15は、電圧値V_dが予め設定されている正常範囲に収まっているか否かを判別する（ステップS35）。この動作は、第1実施形態でのステップS9の動作と同様の原理により、右系列の三相線2a_R（右系列のインバータ回路1c_Rの上アームより後段側の部分）の絶縁抵抗の良否を検出するための動作である。

[0098] 制御部15は、電圧値V_dが正常範囲に収まっている場合に（ステップS35のY）、右系列の三相線2a_Rにおける絶縁抵抗が正常であること（絶縁破壊無し）を検出する一方、電圧値V_dが正常範囲から逸脱している場合に（ステップS35のN）、当該絶縁抵抗が異常であること（絶縁破壊有り）を検出する（ステップS36）。

[0099] 制御部15は、右系列の三相線2a_Rの絶縁抵抗が異常であることを検出したときには、絶縁抵抗検出動作を終了する。なおこのとき制御部15は、所定のアラームC2（アラームA、B1、B2、およびC1とは異なる）が発せられるようにすることで、右系列の三相線2a_Rの絶縁抵抗が異常である旨を報知する。これによりユーザは、絶縁破壊が発生したことを認識するとともに、その発生箇所が右系列の三相線2a_Rであることを認識することができる。

[0100] 一方、右系列の三相線2a_Rの絶縁抵抗が正常であることが検出されたときには、電源回路1b、各インバータ回路（1c_L、1c_R）、および各三相線（2a_L、2a_R）の何れについても、絶縁抵抗が正常であることが検出されたこ

となる。そこでこの場合には、制御部 15 は、モータ装置 9 A 全体の絶縁抵抗が正常であること（絶縁破壊無し）を検出し（ステップ S 37）、絶縁抵抗検出動作を終了する。

[0101] [モータ駆動回路の特徴等]

上述したように第 2 実施形態のモータ駆動回路 1 は、直流電源 1 a に接続された電源ライン L 1 と、入力側が電源ライン L 1 に接続されており、電源ライン L 1 から入力される直流電力を交流電力に変換して、出力側に接続されたモータに出力するインバータ回路と、電源ライン L 1 上に設けられ、電源ライン L 1 の導通／遮断を切替える電源導通スイッチと、を備えている。なおインバータ回路としては、左右 2 系列のインバータ回路（ $1c_L$ 、 $1c_R$ ）が設けられ、電源導通スイッチとしては、左右 2 系列の電源導通スイッチ（ $Sw3_L$ 、 $Sw3_R$ ）が設けられている。また本実施形態では一例として、直流電源 1 a と左系列のインバータ回路 $1c_L$ の間に左系列の電源導通スイッチ $Sw3_L$ が設けられ、直流電源 1 a と右系列のインバータ回路 $1c_R$ の間に右系列の電源導通スイッチ $Sw3_R$ が設けられている。

[0102] 更にモータ駆動回路 1 は、直流電源 1 a と左系列の電源導通スイッチ $Sw3_L$ の間であり、かつ、直流電源 1 a と右系列の電源導通スイッチ $Sw3_R$ の間である箇所、すなわち、何れの電源導通スイッチ（ $Sw3_L$ 、 $Sw3_R$ ）についても直流電源 1 a と電源導通スイッチの間となる箇所の電圧を検出する機能部（電圧検出部）を有している。また更にモータ駆動回路 1 は、各電源導通スイッチ（ $Sw3_L$ 、 $Sw3_R$ ）を遮断させた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて電源回路 1 b（各電源導通スイッチ（ $Sw3_L$ 、 $Sw3_R$ ）より前段側）の絶縁抵抗を検出する第 1 検出動作を行った後、電源導通スイッチを導通させた状態における電圧検出部の検出結果に基づいてインバータ回路（電源導通スイッチより後段側）の絶縁抵抗を検出する第 2 検出動作を行う機能部（絶縁抵抗検出部）を有している。なお第 2 検出動作は、左右の各系列について行われる。

[0103] そのためモータ駆動回路 1 は、モータ装置 9 の部分ごとに（本実施形態で

は、電源回路 1 b、各インバータ回路（ $1 c_L$ 、 $1 c_R$ ）の各々について）絶縁抵抗の検出を行うものでありながら、各部の絶縁抵抗の検出が共通の回路によって実現され、回路構成を簡素化することが容易となっている。なお本実施形態では、第 1 検出動作はステップ S 2 3 の動作に相当し、第 2 検出動作はステップ S 2 6 および S 2 9 の動作に相当する。

[0104] また各インバータ回路（ $1 c_L$ 、 $1 c_R$ ）は三相のアームを有し、各アームには、直流電源 1 a の正極と負極の間に直列に接続されるスイッチ素子として、上素子と下素子が設けられている。また各アームにおける上素子と下素子の間に、三相のモータ（ 2_L 、 2_R ）が接続される。そして絶縁抵抗検出部は、第 2 検出動作として、上素子を全てオフとさせた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて、インバータ回路（上素子より前段側）の絶縁抵抗を検出する動作を行った後、第 3 検出動作として、上素子の何れか一つをオンとさせた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて、モータの三相線（上素子より後段側）の絶縁抵抗を検出する動作を行う。なお第 3 検出動作は、左右の各系列について行われる。

[0105] そのためモータ駆動回路 1 は、共通の回路により、電源回路 1 b、各インバータ回路（ $1 c_L$ 、 $1 c_R$ ）、および各三相線（ $2 a_L$ 、 $2 a_R$ ）の絶縁抵抗を検出することが可能である。なお本実施形態では、第 3 検出動作はステップ S 3 2 および S 3 5 の動作に相当する。また本実施形態では、インバータ回路 1 c およびモータ 2 は三相となっているが、単相であってもよく、二相或いは四相以上であっても構わない。

[0106] なおモータ駆動回路 1 は、それぞれが並列に設けられた左右の各系列のインバータ回路（ $1 c_L$ 、 $1 c_R$ ）と、左右の各系列に対応するように設けられた複数の電源導通スイッチ（ $Sw 3_L$ 、 $Sw 3_R$ ）と、を備えていると見ることが出来る。そして電圧検出部は、直流電源 1 a と各電源導通スイッチとの間の電圧を検出するものであり、絶縁抵抗検出部は、第 1 検出動作として、何れの電源導通スイッチをも遮断させた状態における電圧検出部の検出結果に基づいて、何れの電源導通スイッチよりも前段側の絶縁抵抗を検出する動作を

行った後、左右の各系列について第2検出動作および第3検出動作を行うと見ることが出来る。

[0107] より具体的に言えば、絶縁抵抗検出部は、左右の各系列についての第2検出動作を行った後、左右の各系列についての第3検出動作を行うようになっている。このようにしてモータ駆動回路1は、電源回路1b、各インバータ回路(1c_L、1c_R)、および各三相線(2a_L、2a_R)の絶縁抵抗を逐次検出していくことが可能である。

[0108] またモータ駆動回路1においては、第1検出動作から第3検出動作の何れかの検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたとき、検出動作ごとに異なるよう設定された出力(アラームA、B1、B2、C1、C2)を出すようになっている。これにより絶縁破壊が発生したとき、ユーザは絶縁破壊の発生箇所をモータ装置9Aの部分ごとに特定することができるため、発生箇所が分からない場合よりも適切な処置を施すことができる。

[0109] またモータ駆動回路1においては、第1検出動作から第3検出動作の何れかの検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたとき、以降の検出動作の実行が省略されるようになっている。すなわち第1検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたときは、第2検出動作と第3検出動作の実行が省略され、第2検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたときは、第3検出動作の実行が省略されるようになっている。これにより無用な検出動作が実行されないようにし、モータ駆動回路1の動作負担を軽減させることが可能である。

[0110] また第2実施形態のモータ装置9は、インバータ回路1bやモータ2等について左右の2系列を有する形態となっている。但し変形例として、3系列以上を有する形態とすることも可能である。この場合にも、本実施形態に準じた絶縁抵抗検出動作が行われるようにし、各部の絶縁抵抗を検出させることが可能である。

[0111] 3. その他

本発明の構成は、上記実施形態のほか、発明の主旨を逸脱しない範囲で種

々の変更を加えることが可能である。すなわち、上記実施形態は、全ての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の技術的範囲は、上記実施形態の説明ではなく、請求の範囲によって示されるものであり、請求の範囲と均等の意味及び範囲内に属する全ての変更が含まれると理解されるべきである。

[0112] 例えば各実施形態に係るモータ駆動装置 1 は、電動車両に適用されて駆動輪を回転させる役割を果たすものであるが、本発明の適用範囲はこのような形態には限られない。本発明に係るモータ駆動回路は、モータが用いられる様々な用途への適用が可能である。

産業上の利用可能性

[0113] 本発明は、例えば電動車両に利用することができる。

符号の説明

[0114]	1	モータ駆動回路
	1 a	直流電源
	1 b	電源回路
	1 c、1 c _L 、1 c _R	インバータ回路
	2、2 _L 、2 _R	モータ
	2 a、2 a _L 、2 a _R	三相線
	5 a～5 c、5 b _L 、5 c _L 、5 b _R 、5 c _R	金属ケース
	9、9 A	モータ装置
	11～14	抵抗
	15	制御部
	21、21 _L 、21 _R	電源平滑用コンデンサ
	L1	正極ライン（電源ライン）
	L2	負極ライン
	Sw1、Sw2	常開スイッチ
	Sw3、Sw3 _L 、Sw3 _R	電源導通スイッチ
	Sw4、Sw4 _L 、Sw4 _R	スイッチ素子（U相の上素子）

S w 5、S w 5_L、S w 5_R スイッチ素子 (U相の下素子)

S w 6、S w 6_L、S w 6_R スイッチ素子 (V相の上素子)

S w 7、S w 7_L、S w 7_R スイッチ素子 (V相の下素子)

S w 8、S w 8_L、S w 8_R スイッチ素子 (W相の上素子)

S w 9、S w 9_L、S w 9_R スイッチ素子 (W相の下素子)

請求の範囲

[請求項1]

直流電源に接続された電源ラインと、

入力側が前記電源ラインに接続されており、該電源ラインから入力される直流電力を交流電力に変換して、出力側に接続されたモータに出力するインバータと、

前記電源ライン上に設けられ、該電源ラインの導通／遮断を切替える電源導通スイッチと、

前記直流電源と前記電源導通スイッチの間の電圧を検出する電圧検出部と、

前記電源導通スイッチを遮断させた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて前記電源導通スイッチより前段側の絶縁抵抗を検出する第1検出動作を行った後、前記電源導通スイッチを導通させた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて前記電源導通スイッチより後段側の絶縁抵抗を検出する第2検出動作を行う絶縁抵抗検出部と、

を備えるモータ駆動回路。

[請求項2]

前記電源導通スイッチは、

前記直流電源と前記インバータの間に設けられている請求項1に記載のモータ駆動回路。

[請求項3]

前記インバータは、

単相または複数相のアームを有し、

前記アームには、

前記直流電源の正極と負極の間に直列に接続されるスイッチ素子として、上素子と下素子が設けられており、

前記上素子と前記下素子の間に前記モータが接続されるものであり、

前記絶縁抵抗検出部は、

前記第2検出動作として、

前記上素子を全てオフとさせた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて、前記上素子より前段側の絶縁抵抗を検出する動作を行い、

前記第2検出動作の後に、第3検出動作として、

前記上素子の少なくとも一つをオンとさせた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて、前記上素子より後段側の絶縁抵抗を検出する動作を行う請求項2に記載のモータ駆動回路。

[請求項4]

前記インバータは、

三相の前記アームを有し、各々の前記アームにおける前記上素子と前記下素子の間に三相の前記モータが接続されるものであり、

前記絶縁抵抗検出部は、

前記第2検出動作として、

前記上素子を全てオフとさせた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて、前記インバータの絶縁抵抗を検出する動作を行い、

前記第3検出動作として、

前記上素子の何れか一つをオンとさせた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて、前記モータの三相線の絶縁抵抗を検出する動作を行う請求項3に記載のモータ駆動回路。

[請求項5]

それぞれが並列に設けられた複数系列の前記インバータと、

前記複数系列の各々に対応するように設けられた複数の前記電源導通スイッチと、

を備え、

前記電圧検出部は、

何れの前記電源導通スイッチについても前記直流電源と前記電源導通スイッチの間となる箇所の電圧を検出するものであり、

前記絶縁抵抗検出部は、

前記第1検出動作として、何れの前記電源導通スイッチをも遮断させた状態における前記電圧検出部の検出結果に基づいて、何れの前記

電源導通スイッチよりも前段側の絶縁抵抗を検出する動作を行った後、

前記複数系列の各々について、前記第2検出動作および前記第3検出動作を行う請求項3に記載のモータ駆動回路。

[請求項6] 前記絶縁抵抗検出部は、

前記複数系列の各々についての第2検出動作を行った後、前記複数系列の各々についての前記第3検出動作を行うことを特徴とする請求項5に記載のモータ駆動回路。

[請求項7] 前記第1検出動作から前記第3検出動作の何れかの検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたとき、

前記検出動作ごとに異なるよう設定された出力を出すことを特徴とする請求項3に記載のモータ駆動回路。

[請求項8] 前記第1検出動作から前記第3検出動作の何れかの検出動作によって絶縁抵抗の異常が検出されたとき、

以降の前記検出動作の実行が省略されることを特徴とする請求項3に記載のモータ駆動回路。

[請求項9] 請求項1に記載のモータ駆動回路と、

前記インバータの出力側に接続されたモータと、
を備えたモータ装置。

[請求項10] 請求項9に記載のモータ装置と、

前記モータにより回転させられる駆動輪と、
を備えた電動車両。

[請求項11] 2系列の前記インバータを備えた請求項1に記載のモータ駆動回路と、

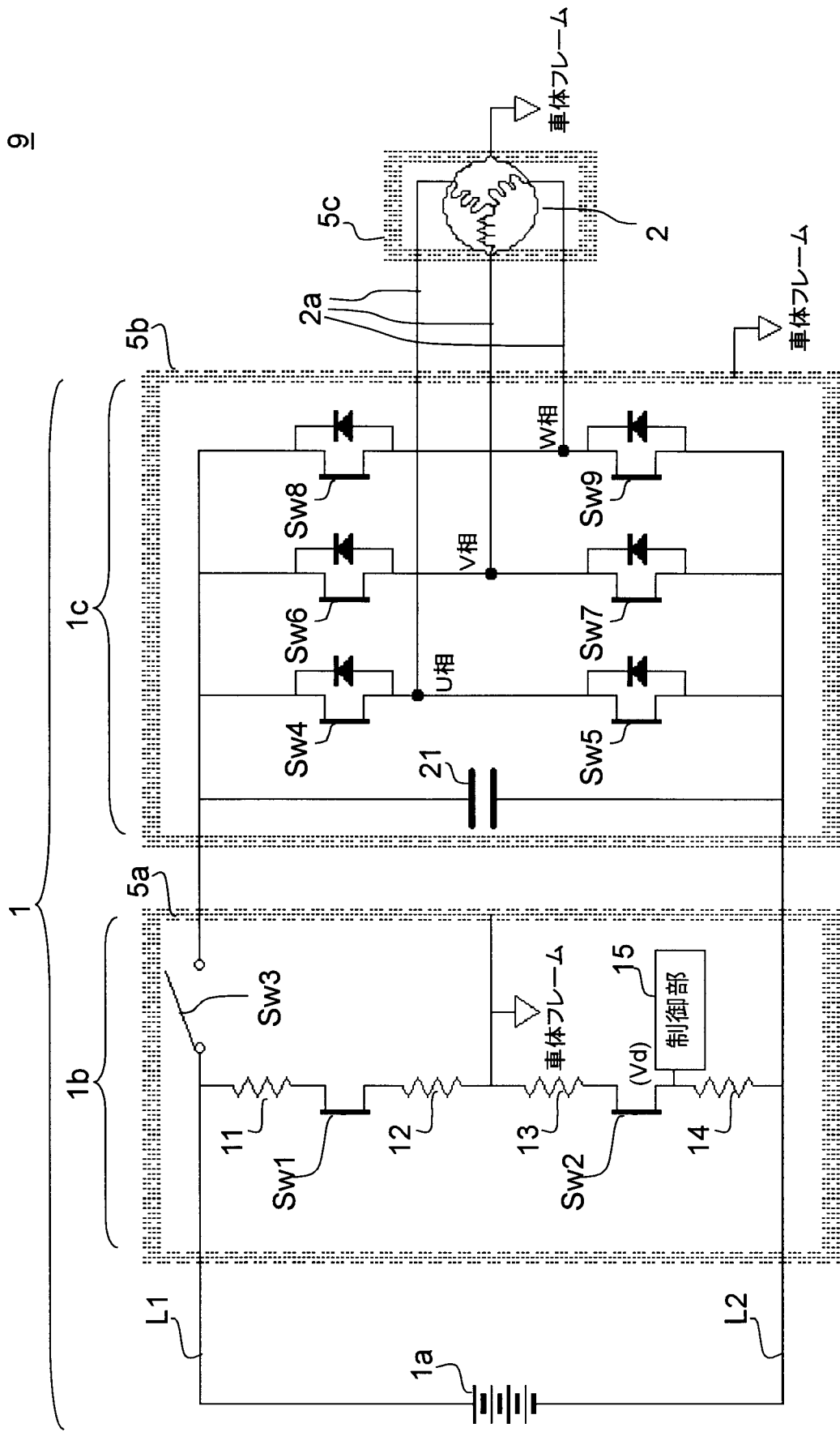
左側および右側の各駆動輪と、

一方の前記インバータの出力側に接続されており、前記左側の駆動輪を回転させる左側モータと、

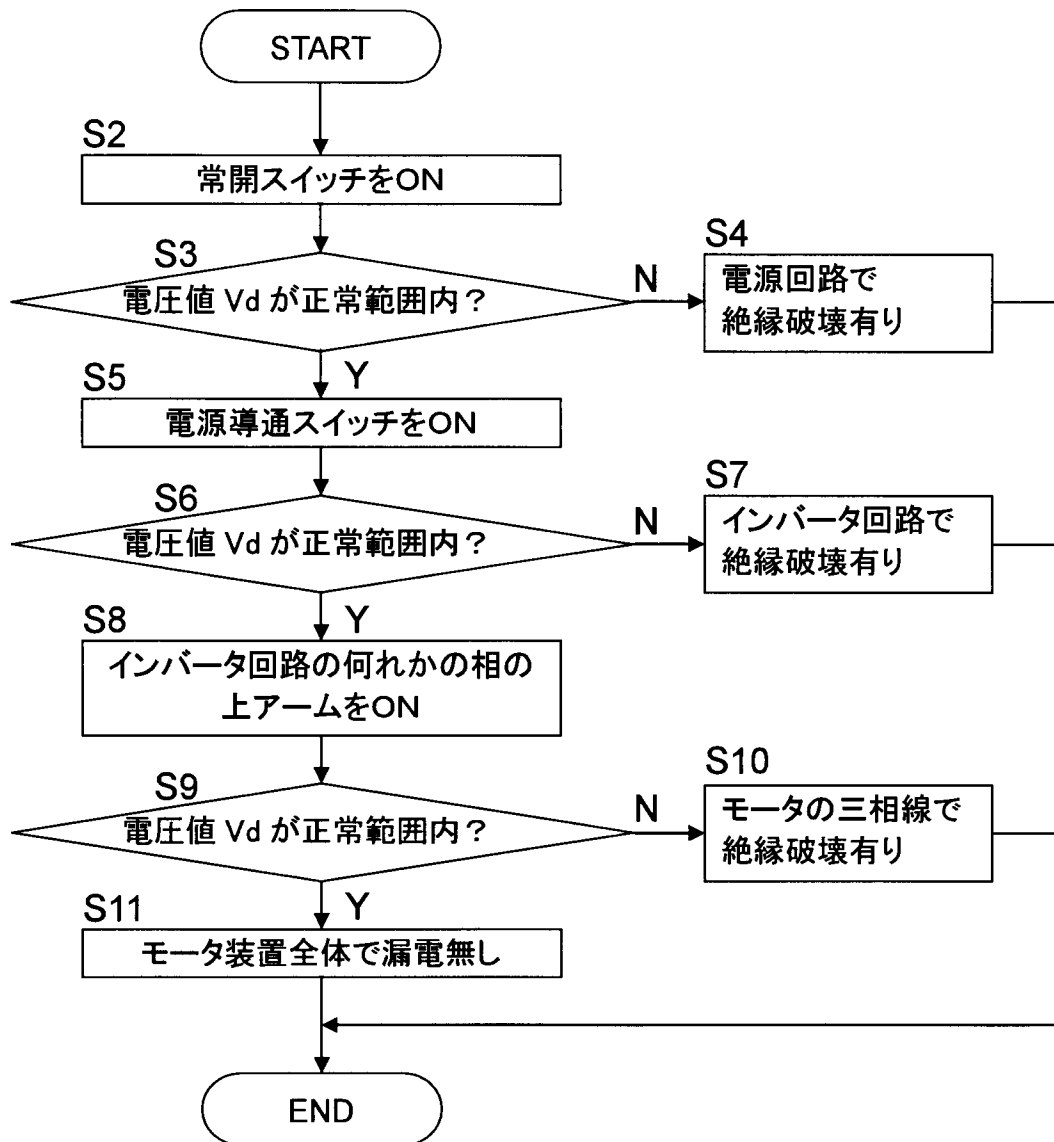
他方の前記インバータの出力側に接続されており、前記右側の駆動

輪を回転させる右側モータと、
を備えた電動車両。

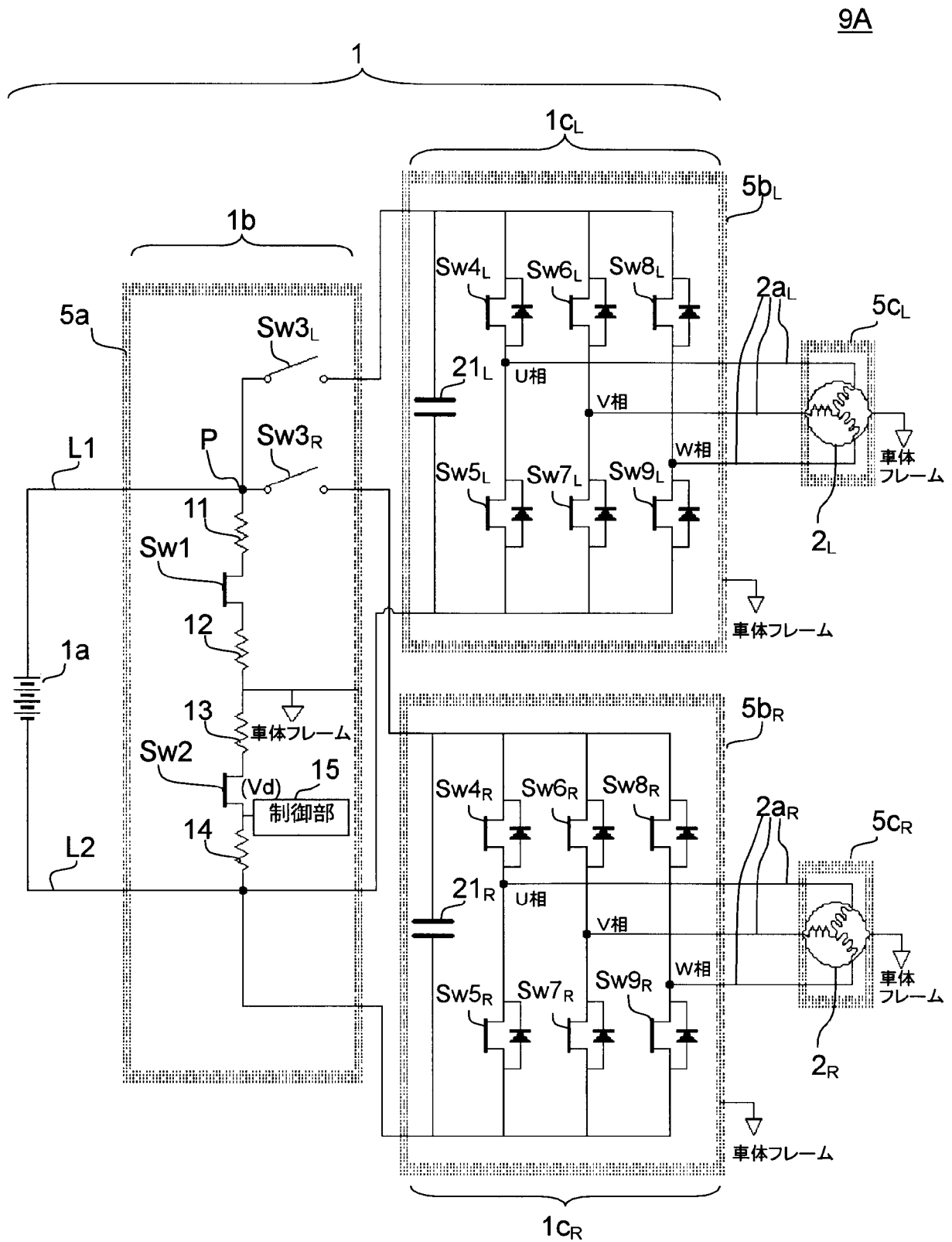
[図1]



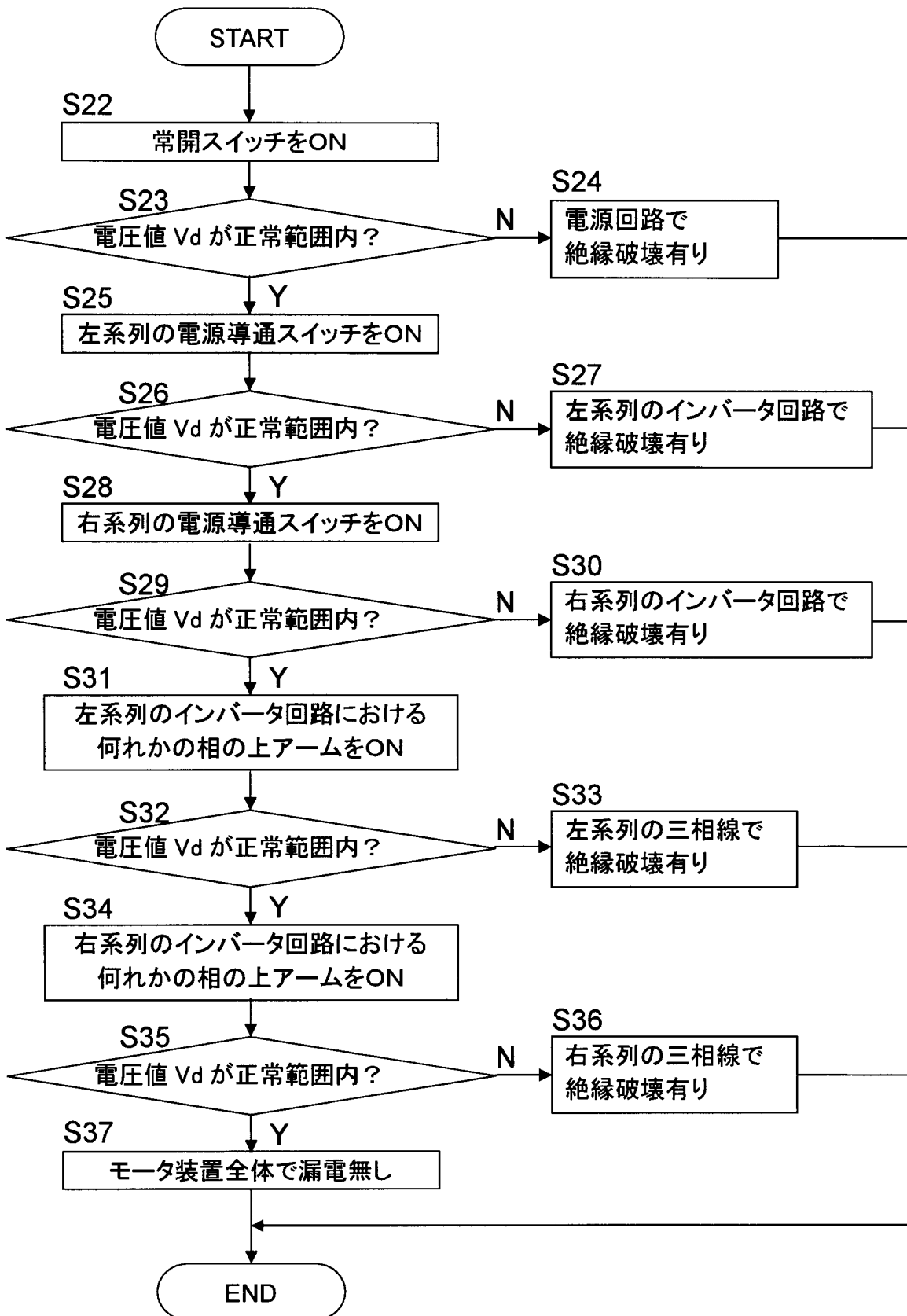
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/057120

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P27/06(2006.01)i, B60L3/00(2006.01)i, B60L9/18(2006.01)i

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)

H02P27/06, B60L3/00, B60L9/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
Y A	JP 2005-304138 A (Toyota Motor Corp.), 27 October 2005 (27.10.2005), paragraphs [0031] to [0102]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2, 9-11 3-8
Y A	JP 8-294225 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 05 November 1996 (05.11.1996), paragraphs [0013] to [0046]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2, 9-11 3-8
Y A	JP 2009-27830 A (Toyota Motor Corp.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraphs [0013] to [0142]; fig. 1 to 2 (Family: none)	11 3-8



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

04 June, 2013 (04.06.13)

Date of mailing of the international search report

11 June, 2013 (11.06.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02P27/06(2006.01)i, B60L3/00(2006.01)i, B60L9/18(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. H02P27/06, B60L3/00, B60L9/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
Y A	JP 2005-304138 A（トヨタ自動車株式会社）2005. 10. 27, [0 0 3 1] - [0 1 0 2], [図1] - [図5]（ファミリーなし）	1-2, 9-11 3-8
Y A	JP 8-294225 A（日産自動車株式会社）1996. 11. 05, [0 0 1 3] - [0 0 4 6], [図1] - [図5]（ファミリーなし）	1-2, 9-11 3-8
Y A	JP 2009-27830 A（トヨタ自動車株式会社）2009. 02. 05, [0 0 1 3] - [0 1 4 2], [図1] - [図2]（ファミリーなし）	11 3-8

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矛盾するものではなく、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

0 4 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 1 . 0 6 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

塩治 雅也

3 V

3 6 3 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8