

(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
2024年5月2日(02.05.2024)



(10) 国際公開番号

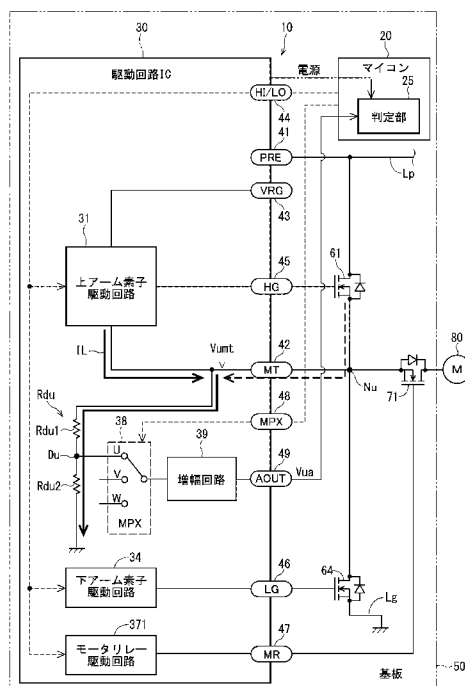
WO 2024/090232 A1

(51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01) H02P 27/06 (2006.01)
(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/037134
(22) 国際出願日: 2023年10月13日(13.10.2023)
(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 2022-170553 2022年10月25日(25.10.2022) JP
(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 松田 邦彦 (MATSUDA Kunihiro); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
(74) 代理人: 弁理士法人服部国際特許事務所 (HATTORI & PARTNERS); 〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内一丁目4番12号 アレックスビル8階 Aichi (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: ABNORMALITY DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 異常検出装置



10 Power
20 Microcomputer
25 Determination unit
30 Driving circuit IC
31 Upper arm element driving circuit
34 Lower arm element driving circuit
39 Amplification circuit
50 Board
371 Motor relay driving circuit

(57) Abstract: Pull-down resistors (Rdu, Rdv, Rdw) are composed of two voltage dividing resistors which divide voltages between the ground and inter-arm connection points (Nu, Nv, Nw) that are connection points of upper arm elements (61, 62, 63) and lower arm elements (64, 65, 66), and connect the inter-arm connection points and the ground. A determination unit (25) detects an abnormality in at least the upper arm elements and the lower arm elements on the basis of the voltage at a voltage dividing point that is a connection point of the two voltage dividing resistors. A power line (Lp) is not connected to

MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the inter-arm connection points through a pull-up resistor. The determination unit (25) detects ON adherence abnormality and OFF adherence abnormality of the upper and lower arm elements on the basis of the voltage at the voltage dividing point when a leak current (IL) flows to the ground via a pull-down resistor from an upper arm element driving circuit at the time of operating the upper arm element driving circuits (31, 32, 33).

(57) 要約：プルダウン抵抗 (R_{du} 、 R_{dv} 、 R_{dw}) は、上アーム素子 (61、62、63) と下アーム素子 (64、65、66) との接続点であるアーム間接続点 (N_u 、 N_v 、 N_w) とグラウンドとの間の電圧を分圧する二つの分圧抵抗で構成され、アーム間接続点とグラウンドとを接続する。判定部 (25) は、二つの分圧抵抗の接続点である分圧点の電圧に基づいて、少なくとも上アーム素子及び下アーム素子の異常を検出する。電源ライン (L_p) とアーム間接続点とはプルアップ抵抗を介して接続されていない。判定部 (25) は、上アーム素子駆動回路 (31、32、33) の動作時に上アーム素子駆動回路からプルダウン抵抗を経由してグラウンドにリーク電流 (I_L) が流れたときの分圧点の電圧に基づいて、上アーム素子及び下アーム素子のON固着異常及びOFF固着異常を検出する。

明 細 書

発明の名称：異常検出装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2022年10月25日に出願された日本出願番号2022-170553号に基づくものであり、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、異常検出装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、多相モータへ電力供給する回路のイニシャルチェックにおいて、半導体スイッチング素子で構成されたリレー等の異常を検出する装置が知られている。例えば特許文献1に開示された異常検出装置は、インバータの各相の上下アーム接続点にプルアップ抵抗及びプルダウン抵抗が接続されている。各相のプルダウン抵抗は、直列接続された二つの分圧抵抗で構成されている。判定部は、二つの分圧抵抗の接続点である分圧点の電圧に基づき、モータリレーのON固着異常（ショート故障）及びOFF固着異常（オープン故障）を判定する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2020-174419号公報

発明の概要

[0005] 特許文献1の従来技術では、電圧モニタ用のプルアップ抵抗及びプルダウン抵抗のうち少なくともプルダウン抵抗が駆動回路ICの内部に設けられることで、基板実装面積の増加が抑制される。しかし、電源ラインの電圧をプルアップ抵抗で降圧させた電圧を利用して異常検出する思想が基本となっており、プルアップ抵抗が駆動回路ICの内部に設けられるか基板に実装されるかに関わらず、部品として必要であることに変わりない。特にプルアップ抵抗が基板に実装される構成では基板実装面積をさらに低減する余地がある

が、特許文献 1 には、プルアップ抵抗を削除する可能性について全く言及されていない。

[0006] 本開示の目的は、電圧モニタ用のプルアップ抵抗を削除可能な異常検出装置を提供することにある。

[0007] 本開示の異常検出装置は、インバータと、上アーム素子駆動回路と、下アーム素子駆動回路と、複数のプルダウン抵抗と、判定部と、を備える。

[0008] インバータは、バッテリーに接続される電源ラインとグラウンドラインとの間に複数相の上アーム素子及び下アーム素子がブリッジ接続されて構成され、バッテリーの直流電力を変換して多相モータの各相巻線に供給する。上アーム素子駆動回路は、上アーム素子にゲート信号を出力する。下アーム素子駆動回路は、下アーム素子にゲート信号を出力する。

[0009] 複数のプルダウン抵抗は、各相の上アーム素子と下アーム素子との接続点であるアーム間接続点とグラウンドとの間の電圧を分圧する一相につき二つの分圧抵抗で構成され、アーム間接続点とグラウンドとを接続する。判定部は、二つの分圧抵抗の接続点である分圧点の電圧に基づいて、少なくとも上アーム素子及び下アーム素子の異常を検出する。

[0010] 電源ラインと各相のアーム間接続点とはプルアップ抵抗を介して接続されていない。

[0011] 判定部は、上アーム素子駆動回路の動作時に上アーム素子駆動回路からプルダウン抵抗を経由してグラウンドにリーク電流が流れたときの分圧点の電圧に基づいて、上アーム素子及び下アーム素子の ON 固着異常及び OFF 固着異常を検出する。

[0012] 本開示では、電源ライン電圧をプルアップ抵抗で降圧させた電圧を用いるのではなく、上アーム素子駆動回路からのリーク電流がプルダウン抵抗を流れることにより生じる電圧を利用して異常検出を行う。電圧モニタ用のプルアップ抵抗を削除することで、部品点数を低減し、プルアップ抵抗分の基板実装面積をさらに低減することができる。

[0013] なお特許文献 1 では、「（上アーム素子）駆動回路からプルダウン抵抗へ

のリーク電流によって電圧の浮きが大きくなり、誤差要因となる。」というように、リーク電流は弊害として認識されている。そして、モータリレーの異常検出時に駆動回路の動作を停止させてリーク電流をカットすることが、誤差を低減するための解決手段として記載されている。それに対し本開示では、電圧モニタ用の電圧源としてリーク電流を積極的に利用するという逆転の発想により、プルアップ抵抗の削除を可能にする。

図面の簡単な説明

- [0014] 本開示についての上記目的及びその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
- [図1]図1は、一実施形態による異常検出装置の回路図であり、
- [図2]図2は、図1におけるU相一相分の電圧モニタに関する構成を示す図であり、
- [図3A]図3Aは、リークカット無しでの上アーム素子ON固着異常の判定図であり、
- [図3B]図3Bは、上アーム素子駆動回路の動作を停止させた状態（リークカット有り）での上アーム素子ON固着異常の判定図であり、
- [図4]図4は、上アーム素子OFF固着異常の判定図であり、
- [図5]図5は、下アーム素子ON固着異常の判定図であり、
- [図6]図6は、下アーム素子OFF固着異常の判定図であり、
- [図7]図7は、U相モータリレーON固着異常チェックでの正常時電流経路の図であり、
- [図8]図8は、U相モータリレーON固着異常チェックでの異常時電流経路の図であり、
- [図9]図9は、U相モータリレーON固着異常の判定図であり、
- [図10]図10は、U相モータリレーOFF固着異常チェックでの正常時電流経路の図であり、
- [図11]図11は、U相モータリレーOFF固着異常チェックでの異常時電流経路の図であり、

[図12]図12は、U相モータリレーOFF固着異常の判定図である。

発明を実施するための形態

[0015] (一実施形態)

一実施形態による異常検出装置を図面に基づいて説明する。本実施形態の異常検出装置は、例えば電動パワーステアリング装置の操舵アシストモータとして用いられる多相モータへ電力供給する回路に適用される。この異常検出装置は、電力供給回路のイニシャルチェックにおいて、インバータの上下アーム素子及びモータリレーのON固着異常（ショート故障）及びOFF固着異常（オープン故障）を検出する。

[0016] 具体的には、特許文献1（特開2020-174419号公報、対応US公報：US2020/0321902A1）と同様に、電動パワーステアリング装置のECUが異常検出装置として機能する。ECUは、マイコンやブリドライバ等で構成され、図示しないCPU、ROM、RAM、I/O、及び、これらの構成を接続するバスライン等を備えている。ECUは、予め記憶されたプログラムをCPUで実行することによるソフトウェア処理や、専用の電子回路によるハードウェア処理による制御を実行する。

[0017] 図1に一実施形態の構成を示す。本実施形態では「多相モータ」として三相モータ80が用いられる。以下、三相モータ80を単にモータ80と記す。異常検出装置としてのECU10は、インバータ60により生成した三相交流電力をモータ80の三相巻線81、82、83に供給する。例えばY結線のモータ80の場合、三相巻線81、82、83は中性点84で接続されている。なお、三相巻線81、82、83はΔ結線されてもよい。

[0018] ECU10は、車両スイッチのON後、モータ駆動開始前のイニシャルチェックとして、モータへの電力供給回路の異常を検出する。イニシャルチェックでモータ80への電力供給回路が正常と判定されると、ECU10は、操舵トルクに基づいて、モータ80が所望のアシストトルクを発生するようにモータ80の駆動を制御する。

[0019] ECU10は、平滑コンデンサ55、インバータ60、モータリレー71

、 72、73、駆動回路 IC30、及び、マイコン20等を備える。駆動回路 IC30の内部の構成については後述する。マイコン20は、対象素子の異常を検出する判定部25を有する。

[0020] インバータ60は、バッテリー15の正極と電源ラインLpを介して接続され、バッテリー15の負極とグラウンドラインLgを介して接続される。インバータ60は、電源ラインLpとグラウンドラインLgとの間に三相、すなわちU相、V相、W相の上アーム素子61、62、63及び下アーム素子64、65、66がブリッジ接続されて構成される。以下、上アーム素子61、62、63及び下アーム素子64、65、66をまとめて「上下アーム素子61ー66」と記載する場合もある。インバータ60は、バッテリー15の直流電力を変換してモータ80の三相巻線81、82、83に供給する。

[0021] インバータ60の入力部に設けられた平滑コンデンサ55は、インバータ60への入力電圧を平滑化する。バッテリー15からインバータ60までの電源ラインLpの途中には電源リレーや逆接続保護リレーが設けられてもよい。

[0022] インバータ60において、各相の上アーム素子61、62、63と下アーム素子64、65、66との接続点を「アーム間接続点Nu、Nv、Nw」と定義する。モータリレー71、72、73は、インバータ60の各相のアーム間接続点Nu、Nv、Nwとモータ80の三相巻線81、82、83とを接続するモータ電流経路に設けられる。モータリレー71、72、73は、インバータ60側からモータ80側への電流を導通する寄生ダイオードが並列接続されており、OFF時にモータ80側からインバータ60側への電流を遮断する。

[0023] 本実施形態の上下アーム素子61ー66及びモータリレー71、72、73はMOSFETで構成されている。モータリレー71、72、73では、MOSFETの寄生ダイオードはインバータ60側からモータ80側への電流を導通する。上下アーム素子61ー66では、MOSFETの寄生ダイオードは低電位側から高電位側への電流を導通する。

[0024] ここで、特許文献１の図２には、電源ライン L_p と各相のモータ電流経路とを接続するプルアップ抵抗 R_{uu} 、 R_{uv} 、 R_{uw} が示されている。それに対し本実施形態では、電源ライン L_p と各相のアーム間接続点 N_u 、 N_v 、 N_w とはプルアップ抵抗を介して接続されていない。つまり、本実施形態のECU10では、従来技術に対しプルアップ抵抗が削除されている。

[0025] 駆動回路IC30は、カスタマイズされた統合ICである。駆動回路IC30の内部には、上アーム素子駆動回路31、32、33、下アーム素子駆動回路34、35、36、モータリレー駆動回路371、372、373、各相のプルダウン抵抗 R_{du} 、 R_{dv} 、 R_{dw} 、マルチプレクサ38及び増幅回路39が設けられている。

[0026] 上アーム素子駆動回路31、32、33は上アーム素子61、62、63にゲート信号を出力する。下アーム素子駆動回路34、35、36は下アーム素子64、65、66にゲート信号を出力する。モータリレー駆動回路371、372、373はモータリレー71、72、73にゲート信号を出力する。

[0027] 図中、「上アーム素子駆動回路31、32、33」のブロックは、正確にはU相上アーム素子駆動回路31、V相上アーム素子駆動回路32、W相上アーム素子駆動回路33の三つのブロックに分かれるが、スペースの都合上、一つにまとめて図示される。上アーム素子駆動回路31、32、33のブロックから、上アーム素子61、62、63を囲んだ二点鎖線の枠に向かう細線矢印は、各相の上アーム素子61、62、63へのゲート信号をまとめて表している。

[0028] 下アーム素子駆動回路34、35、36及びモータリレー駆動回路371、372、373についても同様である。「下アーム素子駆動回路34、35、36」のブロックは、U相下アーム素子駆動回路34、V相下アーム素子駆動回路35及びW相下アーム素子駆動回路36をまとめて表す。「モータリレー駆動回路371、372、373」のブロックは、U相モータリレー駆動回路371、V相モータリレー駆動回路372及びW相モータリレー

駆動回路 373 をまとめて表す。

[0029] また、「上アーム素子駆動回路 31、32、33」のブロックと各相のアーム間接続点 N_u 、 N_v 、 N_w とを結ぶ破線は、上アーム素子駆動回路 31、32、33 の動作時に流れるリーク電流 I_L の経路を示す。本実施形態におけるリーク電流 I_L の技術的意義については後述する。

[0030] プルダウン抵抗 R_{du} 、 R_{dv} 、 R_{dw} は、各相のアーム間接続点 N_u 、 N_v 、 N_w とグラウンドとの間の電圧を分圧する一相につき二つの分圧抵抗で構成され、アーム間接続点 N_u 、 N_v 、 N_w とグラウンドとを接続する。各相の二つの分圧抵抗のうちアーム間接続点 N_u 、 N_v 、 N_w 側の分圧抵抗を第 1 分圧抵抗 R_{du1} 、 R_{dv1} 、 R_{dw1} と表し、グラウンド側の分圧抵抗を第 2 分圧抵抗 R_{du2} 、 R_{dv2} 、 R_{dw2} と表す。また、二つの分圧抵抗の接続点を分圧点 D_u 、 D_v 、 D_w と表す。

[0031] 各相の分圧点 D_u 、 D_v 、 D_w の電圧はマルチプレクサ（図中「MPX」）38 に入力される。マルチプレクサ 38 は、いずれかの相の分圧点 D_u 、 D_v 、 D_w の電圧を選択して増幅回路 39 に出力する。増幅回路 39 は、選択された相の分圧点 D_u 、 D_v 、 D_w の電圧を増幅したモニタ電圧 V_{ua} 、 V_{va} 、 V_{wa} を判定部 25 に出力する。

[0032] 判定部 25 は、直接的にはモニタ電圧 V_{ua} 、 V_{va} 、 V_{wa} に基づいて、インバータ 60 の上下アーム素子 61－66 及びモータリレー 71、72、73 の異常を検出する。根本的には、判定部 25 は、上アーム素子駆動回路 31、32、33 の動作時に上アーム素子駆動回路 31、32、33 からプルダウン抵抗 P_{du} 、 P_{dv} 、 P_{dw} を経由してグラウンドにリーク電流 I_L が流れたときの分圧点 D_u 、 D_v 、 D_w の電圧に基づいて、上下アーム素子 61－66 及びモータリレー 71、72、73 の異常を検出する。なお、マイコン 20 から駆動回路 IC30 への破線矢印は各種信号をまとめて示す。

[0033] 次に図 2 を参照し、U 相一相分の電圧モニタに関する構成について説明する。図 2 は、特許文献 1 の図 4 に対し、U 相上アーム素子 61 と並列接続さ

れたプルアップ抵抗 R_{uu} が無い図にほぼ相当する。細かな相違点として、本実施形態の図 2 では各駆動回路 31、34、371 における FET を省略し、FET を含めたものを駆動回路として記載する。また、増幅回路 39 の具体的な回路図を省略し、ブロックのみを記す。

[0034] 分圧抵抗の記号は、特許文献 1 の「 R_{duH} 、 R_{duL} 」に代えて「 R_{du1} 、 R_{du2} 」とする。リーク電流の記号は、特許文献 1 の「 I_L 」に代えて「 I_L 」とする。その他、本実施形態の図 2 では、基本的に特許文献 1 の図 4 の符号や記号を共用する。

[0035] 図 2 には代表として U 相を示し、説明文中では U 相の構成要素の符号を用いる。なお、V 相、W 相についても同様の構成である。基板 50 上にはマイコン 20 及び駆動回路 IC 30 がチップとして実装される他、上アーム素子 61、下アーム素子 64 及びモータリレー 71 を構成する MOSFET が実装されている。

[0036] 駆動回路 IC 30 の内部には、上アーム素子駆動回路 31、下アーム素子駆動回路 34 及びモータリレー駆動回路 371 が内蔵されている。また駆動回路 IC 30 の内部には、直列接続された二つの分圧抵抗 R_{du1} 、 R_{du2} で構成されたプルダウン抵抗 R_{du} 、マルチプレクサ 38 及び増幅回路 39 が設けられている。マルチプレクサ 38 は、U 相の分圧点 D_u の電圧が入力される状態となっている。駆動回路 IC 30 の各端子 41－49 は特許文献 1 と同じであるため説明を省略する。

[0037] 上アーム素子駆動回路 31 の動作時、太線矢印で示すように、上アーム素子駆動回路 31 からプルダウン抵抗 R_{du} を経由してグラウンドにリーク電流 I_L が流れる。詳しくは、上アーム素子 61 の ON 動作時には上アーム素子 61 の OFF 動作時よりも大きいリーク電流 I_L が流れる。上アーム素子駆動回路 31 の動作が停止するとリーク電流 I_L は流れない。上アーム素子駆動回路 31 の動作時に、上アーム素子 61 及び下アーム素子 64 がいずれも OFF のとき、各相のアーム間接続点 N_u 、 N_v 、 N_w の電圧であるモータ端子電圧 V_{*mt} ($*$ = u , v , w) は、式 (1) で表される。ここで、 R

1 は第 1 分圧抵抗 R_{d1} の抵抗値であり、 R_2 は第 2 分圧抵抗 R_{d2} の抵抗値である。

[0038]
$$V_{mt} = (R_1 + R_2) \times I_L \quad \dots (1)$$

[0039] また、判定部 25 に入力されるモニタ電圧 V_a とモータ端子電圧 V_{mt} ($*$ = u , v , w) との関係は、増幅回路 39 の増幅率を G とすると式 (2) で表される。なお増幅回路 39 が設けられない回路では、 $G = 1$ と見做す。このように本実施形態では、リーク電流 I_L により発生する電圧を利用して異常検出を行う。

[0040]
$$\begin{aligned} V_a &= G \times V_{mt} \times R_2 / (R_1 + R_2) \\ &= G \times R_2 \times I_L \quad \dots (2) \end{aligned}$$

[0041] 特許文献 1 の従来技術では、電源ライン L_p の電圧をプルアップ抵抗で降圧させた電圧を利用して異常検出する思想が基本となっている。そのため、特許文献 1 の図 3 のようにプルアップ抵抗が駆動回路 IC 30 の内部に設けられるか、図 4 のように基板 50 に実装されるかに関わらず、部品として必要であることに変わりない。特にプルアップ抵抗が基板に実装される図 4 の構成では基板実装面積をさらに低減する余地があるが、特許文献 1 には、プルアップ抵抗を削除する可能性について全く言及されていない。

[0042] また、特許文献 1 の段落 [0045]、[0046] には、「上アーム素子駆動回路からプルダウン抵抗へのリーク電流によって電圧の浮きが大きくなり、誤差要因となる」こと、「異常検出時に上アーム素子駆動回路の動作を停止させることによって、プルダウン抵抗に流れるリーク電流をカットし、誤差の影響を最小限にすることができる」ことが記載されている。このように、特許文献 1 ではリーク電流 I_L は弊害として認識されている。

[0043] それに対し本実施形態では、電圧モニタ用の電圧源としてリーク電流 I_L を積極的に利用するという逆転の発想により、プルアップ抵抗の削除を可能にする。本実施形態では、電圧モニタ用のプルアップ抵抗を削除することで、部品点数を低減し、プルアップ抵抗分の基板実装面積をさらに低減することができる。また、上アーム素子駆動回路 31 とプルダウン抵抗 R_{du} とが

同じ駆動回路 I C 3 0 の内部に設けられることで、リーク電流 I L の経路途中の端子接続が無くなり、電圧が安定する。

[0044] 次に、本実施形態による上下アーム素子 6 1 - 6 6 及びモータリレー 7 1、7 2、7 3 の具体的な異常検出の方法について、順に説明する。まず図 3 ~ 図 6 を参照し、上アーム素子 6 1、6 2、6 3 及び下アーム素子 6 4、6 5、6 6 の O N 固着異常及び O F F 固着異常の検出について説明する。説明文中では、図 2 に基づき、代表として U 相の上アーム素子 6 1 及び下アーム素子 6 4 等の符号を用いる。

[0045] 原則として判定部 2 5 は、上アーム素子駆動回路 3 1 の動作時に、上アーム素子駆動回路 3 1 からプルダウン抵抗 P d u を経由してグラウンドにリーク電流が流れたときの分圧点 D u の電圧に基づいて、上アーム素子 6 1 及び下アーム素子 6 4 の O N 固着異常及び O F F 固着異常を検出する。ここで、「上アーム素子駆動回路 3 1 の動作を停止させてリーク電流 I L をカットすること」を「リークカット」という。本実施形態では原則としてリーク電流 I L をカットしない。図 4 ~ 図 6 には、原則通りリークカット無しでの異常判定図を示す。ただし、上アーム素子 6 1 の O N 固着異常チェックだけは、図 3 A 及び図 3 B に、「リークカット無し」の場合と「リークカット有り」の場合とを分けて示す。

[0046] 各図の縦軸は、判定部 2 5 が取得するモニタ電圧 V * a そのものではなく、モータ端子電圧 V * m t (* = u, v, w) に換算された値を示す。上アーム素子 6 1 及び下アーム素子 6 4 がいずれも O F F のとき、式 (1) の値「 $(R 1 + R 2) \times I L$ 」となる。

[0047] 上アーム素子 6 1 の O N 固着異常及び O F F 固着異常の検出について、図 3 A、図 3 B、図 4 を参照する。上アーム素子 6 1 は、O N 固着異常のチェック時に O F F 操作され、O F F 固着異常のチェック時に O N 操作されることは自明である。下アーム素子 6 4 はいずれのチェック時にも O F F される。

[0048] 図 3 A に示すように、上アーム素子 6 1 の O N 固着異常チェックにおいて

、正常OFF時、モータ端子電圧 V_{umt} は「 $(R1 + R2) \times IL$ 」となり、閾値 V_{th_H} を下回る。一方、下アーム素子64のON固着異常時のモータ端子電圧 V_{umt} は、閾値 V_{th_H} を上回った範囲でバッテリー電圧の上昇に伴って上昇する。

[0049] ところで、上アーム素子61のON固着異常チェックでは上アーム素子61をOFFするため、上アーム素子駆動回路31の動作を停止させてリークカットした状態としてもよい。そこで判定部25は、上アーム素子駆動回路31の動作を停止させた状態で上アーム素子61のON固着異常を検出可能である。図3Bに示すように、リークカット有りの状態では、正常OFF時のモータ端子電圧 V_{umt} はグランド付近の値となる。これにより、誤検出に対するマージンをより大きく確保することができる。

[0050] 上アーム素子61のOFF固着異常チェックでは上アーム素子61をON操作する必要があるため、上アーム素子駆動回路31の動作を停止させてリーク電流 IL をカットすることは不可である。図4に示すように、上アーム素子61の正常ON時のモータ端子電圧 V_{umt} は、閾値 V_{th_H} を上回った範囲でバッテリー電圧の上昇に伴って上昇する。一方、上アーム素子61のOFF固着異常時のモータ端子電圧 V_{umt} は「 $(R1 + R2) \times IL$ 」となり、閾値 V_{th_H} を下回る。

[0051] 次に下アーム素子64のON固着異常及びOFF固着異常の検出について、図5、図6を参照する。下アーム素子64は、ON固着異常のチェック時にOFF操作され、OFF固着異常のチェック時にON操作されることは自明である。上アーム素子61は常にOFFされる。

[0052] 図5に示すように、下アーム素子64のON固着異常チェックにおいて、正常OFF時のモータ端子電圧 V_{umt} は「 $(R1 + R2) \times IL$ 」となり、閾値 V_{th_L} を上回る。一方、下アーム素子64のON固着異常時のモータ端子電圧 V_{umt} はグランド付近の値となり、閾値 V_{th_L} を下回る。なお、仮にリークカットを行うと、正常OFF時の電圧が低下するため異常検出が困難となる。したがって、下アーム素子64のON固着異常チェッ

クではリークカットを行うことはできない。

[0053] 図6に示すように、下アーム素子64のOFF固着異常チェックにおいて、下アーム素子64の正常ON時のモータ端子電圧 V_{umt} はグラウンド付近の値となり、閾値 V_{th_L} を下回る。一方、下アーム素子64のOFF固着異常時、モータ端子電圧 V_{umt} は「 $(R_1 + R_2) \times I_L$ 」となり、閾値 V_{th_L} を上回る。

[0054] 以上のように、インバータ60の上下アーム素子61-66のON固着異常及びOFF固着異常の検出について、各相の上アーム素子駆動回路からプルダウン抵抗を経由してグラウンドに流れるリーク電流を利用することで、従来技術に対し電圧モニタ用のプルアップ抵抗を削除することができる。また好ましくは、判定部25は、上アーム素子駆動回路31、32、33の動作を停止させた状態で上アーム素子61、62、63のON固着異常を検出することで、誤検出に対するマージンをより大きく確保することができる。

[0055] 次に図7～図12を参照し、モータリレー71、72、73のON固着異常及びOFF固着異常の検出について説明する。異常検出の対象となる相を対象相という。また、対象相以外の二相のうち、分圧点の電圧が判定部25による異常検出に用いられる一相又は二相をモニタ相という。ここでは、U相が対象相であり、V相がモニタ相である場合を例として説明する。U相が対象相である場合、V相に代えて又は加えてW相がモニタ相に選定されてもよい。図7等ではマルチプレクサ38及び増幅回路39の図示を省略する。

[0056] 判定部25は、モニタ相の上アーム素子駆動回路からのリーク電流がプルダウン抵抗を流れることにより生じる電圧を利用して異常検出を行う。モータリレーの異常検出では、モニタ相の上アーム素子駆動回路の動作を停止させてリーク電流 I_L をカットすることはしない。この点で本実施形態は、特許文献1の従来後術とは明らかに異なる。

[0057] U相モータリレー71のON固着異常チェックについて、図7～図9を参照する。ON固着異常のチェック時に、対象相であるU相のモータリレー71がOFF操作されることは自明である。その他、インバータ60では、全

相の上アーム素子 6 1、6 2、6 3、及び、対象相以外の二相である V 相及び W 相の下アーム素子 6 5、6 6 が OFF され、対象相である U 相の下アーム素子 6 4 が ON される。また、「対象相以外かつモニタ相以外の相」である W 相のモータリレー 7 3 が OFF される。

[0058] モニタ相である V 相のモータリレー 7 2 については、OFF の場合と ON の場合との両方があり得る。V 相モータリレー 7 2 が OFF の場合、インバータ 6 0 側からモータ 8 0 側に流れる電流は MOSFET の寄生ダイオードを通過するため、寄生ダイオードの電圧降下 V_f が発生する。V 相モータリレー 7 2 が ON の場合、MOSFET の素子本体を電流が流れるため、電圧降下は 0 に近い値となる。

[0059] 図 7 に示すように、U 相モータリレー 7 1 の正常 OFF 時、モータ 8 0 の中性点 8 4 から U 相下アーム素子 6 4 を経由してグラウンドに流れる経路は U 相モータリレー 7 1 により遮断され、V 相上アーム素子駆動回路 3 2 からのリーク電流 I_L は、全てプルダウン抵抗 R_{dv} に流れる。図 9 に示すように、正常 OFF 時のモータ端子電圧 V_{vmt} は「 $(R_1 + R_2) \times I_L$ 」となり、閾値 V_{th_M} を上回る。

[0060] 図 8 に示すように、U 相モータリレー 7 1 の ON 固着異常時、モータ 8 0 の中性点 8 4 から U 相モータリレー 7 1 及び U 相下アーム素子 6 4 を経由してグラウンドに流れる経路が導通する。そのため、破線で示すように、プルダウン抵抗 R_{dv} にはわずかなリーク電流 I_L しか流れない。

[0061] 図 9 に示すように、V 相モータリレー 7 2 が ON/OFF いずれの場合も、ON 固着異常時のモータ端子電圧 V_{vmt} は閾値 V_{th_M} を下回る。V 相モータリレー 7 2 が OFF の場合、ON 固着異常時のモータ端子電圧 V_{vmt} は、寄生ダイオードの電圧降下 V_f 相当の値となる。それに対し、V 相モータリレー 7 2 が ON の場合、ON 固着異常時のモータ端子電圧 V_{vmt} はグラウンド付近の値となり、誤検出に対するマージンをより大きく確保することができる。

[0062] 続いて U 相モータリレー 7 1 の OFF 固着異常チェックについて、図 10

～図 1 2 を参照する。OFF 固着異常のチェック時に、対象相である U 相のモータリレー 7 1 が ON 操作されることは自明である。その他、インバータ 6 0 の上下アーム素子 6 1 - 6 6、及び、モニタ相以外の相である W 相のモータリレー 7 3、モニタ相である V 相のモータリレー 7 2 の ON/OFF については ON 固着異常チェックと同様である。

[0063] 図 1 0 に示す正常 ON 時の電流経路は、図 8 に示す ON 固着異常時の電流経路と同じである。図 1 1 に示す OFF 固着異常時の電流経路は、図 7 に示す正常 OFF 時の電流経路と同じである。したがって図 1 2 に示すように、OFF 固着異常時のモータ端子電圧 V_{vmt} は「 $(R1 + R2) \times IL$ 」となり、閾値 V_{th_M} を上回る。

[0064] また、図 1 2 に示すように、V 相モータリレー 7 2 が ON/OFF いずれの場合も、正常 ON 時のモータ端子電圧 V_{vmt} は閾値 V_{th_M} を下回る。V 相モータリレー 7 2 が OFF の場合、正常 ON 時のモータ端子電圧 V_{vmt} は、寄生ダイオードの電圧降下 V_f 相当の値となる。それに対し、V 相モータリレー 7 2 が ON の場合、正常 ON 時のモータ端子電圧 V_{vmt} はグラウンド付近の値となり、誤検出に対するマージンをより大きく確保することができる。

[0065] 以上のように、対象相のモータリレーの ON 固着異常及び OFF 固着異常の検出についても、モニタ相の上アーム素子駆動回路からプルダウン抵抗を經由してグラウンドに流れるリーク電流 IL を利用することで、従来技術に対し電圧モニタ用のプルアップ抵抗を削除することができる。また好ましくは、判定部 2 5 は、モニタ相である V 相のモータリレー 7 2 が ON された状態で、リーク電流 IL が流れたときのモニタ相の分圧点 D_v の電圧に基づいて、対象相である U 相のモータリレー 7 1 の ON 固着異常及び OFF 固着異常を検出する。これにより、誤検出に対するマージンをより大きく確保することができる。

[0066] (その他の実施形態)

(a) 本開示の異常検出装置は、モータリレーを備えない電力供給回路に

適用されてもよい。その場合、判定部 25 は、少なくとも上アーム素子 61、62、63 及び下アーム素子 64、65、66 の異常を検出すればよい。

[0067] (b) プルダウン抵抗 P_{du} 、 P_{dv} 、 P_{dw} 、マルチプレクサ 38 及び増幅回路 39 は駆動回路 IC 30 の内部に設けられる構成に限らず、基板上に実装されてもよい。また判定部 25 は、マイコン 20 の内部に限らず、基板上に論理回路で構成されてもよい。

[0068] (c) 各相の分圧点 D_u 、 D_v 、 D_w の出力側にマルチプレクサ 38 を設けず、相毎に増幅回路 39 を設けてもよい。その場合、各相の増幅回路 39 の出力側にマルチプレクサ 38 を設けてモニタ端子を共通にしてもよい。

[0069] (d) 上下アーム素子 61-66 及びモータリレー 71、72、73 は、MOSFET に限らず、他の半導体スイッチング素子で構成されてもよい。例えばバイポーラトランジスタに並列接続された還流ダイオードは、MOSFET における寄生ダイオードと均等の要素と見做される。

[0070] (e) 本開示の異常検出装置は、特許文献 1 に開示されているように、二組の多相巻線を有する多相モータに適用される二系統構成であってもよい。多相モータは三相モータに限らず、四相以上のモータであってもよい。また多相モータは、電動パワーステアリング装置の操舵アシストモータに限らず、他の用途のモータであってもよい。

[0071] 以上、本開示はこのような実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において、種々の形態で実施することができる。

[0072] 「前記インバータの各相の前記アーム間接続点と前記多相モータの前記各相巻線とを接続するモータ電流経路に設けられ、前記インバータ側から前記多相モータ側への電流を導通する寄生ダイオードが並列接続されており、OFF 時に前記多相モータ側から前記インバータ側への電流を遮断する複数のモータリレーと、前記モータリレーにゲート信号を出力するモータリレー駆動回路と、をさらに備え、前記判定部は、前記リーク電流が流れたときの前記分圧点の電圧に基づいて、対象相の前記モータリレーの ON 固着異常及び OFF 固着異常を検出する異常検出装置。」についての開示は、「前記判定

部は、前記上アーム素子駆動回路の動作を停止させた状態で前記上アーム素子のON固着異常を検出する異常検出装置。」についての開示と組み合わせられてもよい。

[0073] 本開示に記載の異常検出装置及びその手法は、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、本開示に記載の異常検出装置及びその手法は、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、本開示に記載の異常検出装置及びその手法は、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いてもよい。

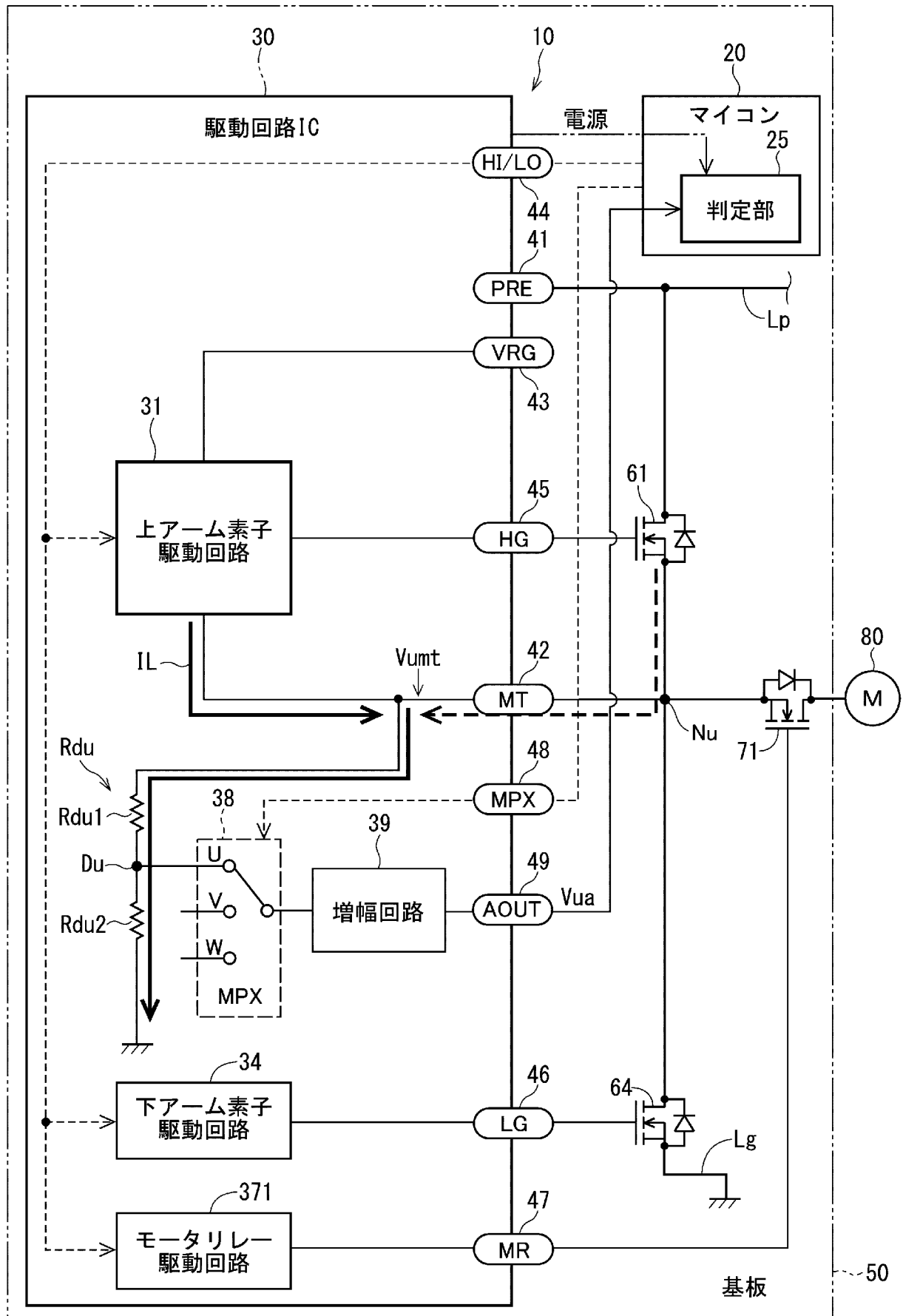
[0074] 本開示は実施形態に準拠して記述された。しかしながら、本開示は当該実施形態および構造に限定されるものではない。本開示は、様々な変形例および均等の範囲内の変形をも包含する。また、様々な組み合わせおよび形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせおよび形態も本開示の範疇および思想範囲に入るものである。

請求の範囲

- [請求項1] バッテリ（１５）に接続される電源ライン（Ｌｐ）とグラウンドライン（Ｌｇ）との間に複数相の上アーム素子（６１、６２、６３）及び下アーム素子（６４、６５、６６）がブリッジ接続されて構成され、前記バッテリーの直流電力を変換して多相モータ（８０）の各相巻線（８１、８２、８３）に供給するインバータ（６０）と、
- 前記上アーム素子にゲート信号を出力する上アーム素子駆動回路（３１、３２、３３）と、
- 前記下アーム素子にゲート信号を出力する下アーム素子駆動回路（３４、３５、３６）と、
- 各相の前記上アーム素子と前記下アーム素子との接続点であるアーム間接続点（Ｎｕ、Ｎｖ、Ｎｗ）とグラウンドとの間の電圧を分圧する一相につき二つの分圧抵抗で構成され、前記アーム間接続点とグラウンドとを接続する複数のプルダウン抵抗（Ｒｄｕ、Ｒｄｖ、Ｒｄｗ）と、
- 前記二つの分圧抵抗の接続点である分圧点の電圧に基づいて、少なくとも前記上アーム素子及び前記下アーム素子の異常を検出する判定部（２５）と、を備え、
- 前記電源ラインと各相の前記アーム間接続点とはプルアップ抵抗を介して接続されておらず、
- 前記判定部は、前記上アーム素子駆動回路の動作時に前記上アーム素子駆動回路から前記プルダウン抵抗を経由してグラウンドにリーク電流が流れたときの前記分圧点の電圧に基づいて、前記上アーム素子及び前記下アーム素子のＯＮ固着異常及びＯＦＦ固着異常を検出する異常検出装置。
- [請求項2] 前記判定部は、前記上アーム素子駆動回路の動作を停止させた状態で前記上アーム素子のＯＮ固着異常を検出する請求項１に記載の異常検出装置。

- [請求項3] 前記インバータの各相の前記アーム間接続点と前記多相モータの前記各相巻線とを接続するモータ電流経路に設けられ、前記インバータ側から前記多相モータ側への電流を導通する寄生ダイオードが並列接続されており、OFF時に前記多相モータ側から前記インバータ側への電流を遮断する複数のモータリレー（71、72、73）と、
- 前記モータリレーにゲート信号を出力するモータリレー駆動回路（371、372、373）と、をさらに備え、
- 前記判定部は、前記リーク電流が流れたときの前記分圧点の電圧に基づいて、対象相の前記モータリレーのON固着異常及びOFF固着異常を検出する請求項1に記載の異常検出装置。
- [請求項4] 前記多相モータは三相モータであり、対象相以外の二相のうち前記分圧点の電圧が前記判定部による異常検出に用いられる一相又は二相をモニタ相とすると、
- 前記判定部は、全相の前記上アーム素子及び対象相以外の二相の前記下アーム素子がOFFされ、対象相の前記下アーム素子がONされ、少なくとも対象相以外かつ前記モニタ相以外の相の前記モータリレーがOFFされた状態で、前記リーク電流が流れたときの前記モニタ相の前記分圧点の電圧に基づいて、対象相の前記モータリレーのON固着異常及びOFF固着異常を検出する請求項3に記載の異常検出装置。
- [請求項5] 前記判定部は、前記モニタ相の前記モータリレーがONされた状態で、前記リーク電流が流れたときの前記モニタ相の前記分圧点の電圧に基づいて、対象相の前記モータリレーのON固着異常及びOFF固着異常を検出する請求項4に記載の異常検出装置。
- [請求項6] 前記プルダウン抵抗は、前記上アーム素子駆動回路が内蔵された駆動回路IC（30）の内部に設けられている請求項1～5のいずれか一項に記載の異常検出装置。

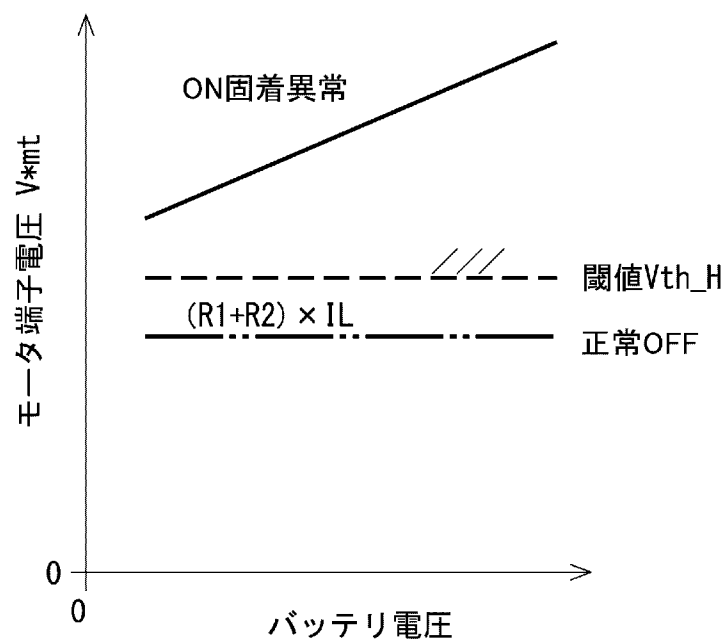
[図2]



[図3A]

上アーム素子 ON固着異常

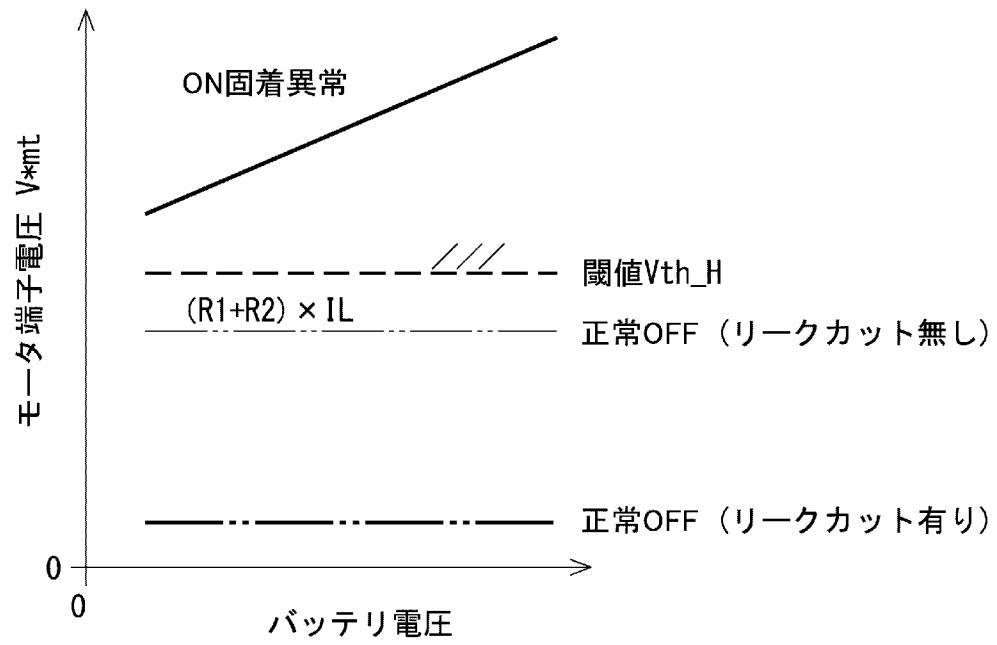
リークカット無し



[図3B]

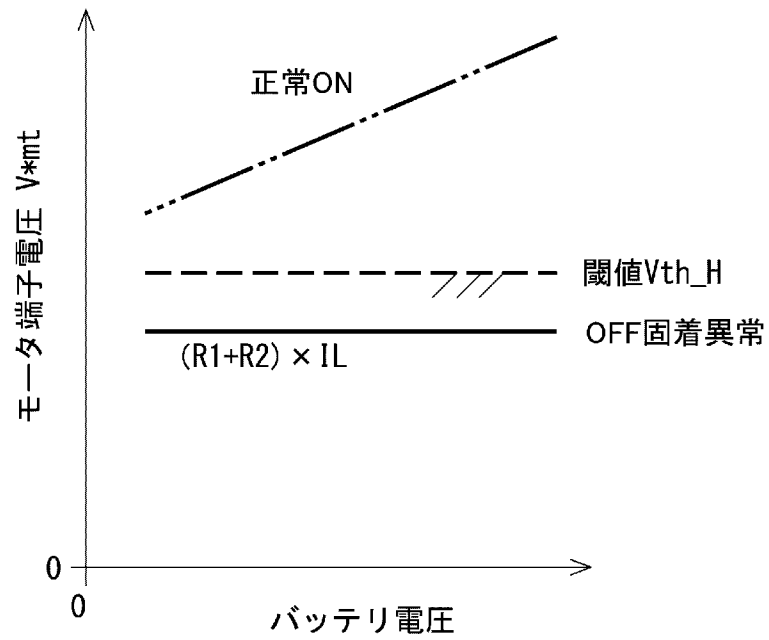
上アーム素子 ON固着異常

リークカット有り



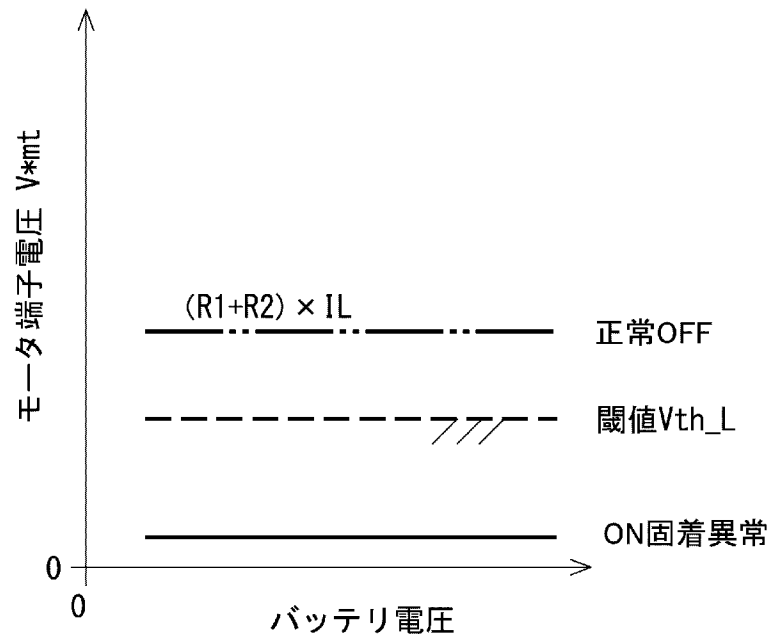
[図4]

上アーム素子 OFF固着異常



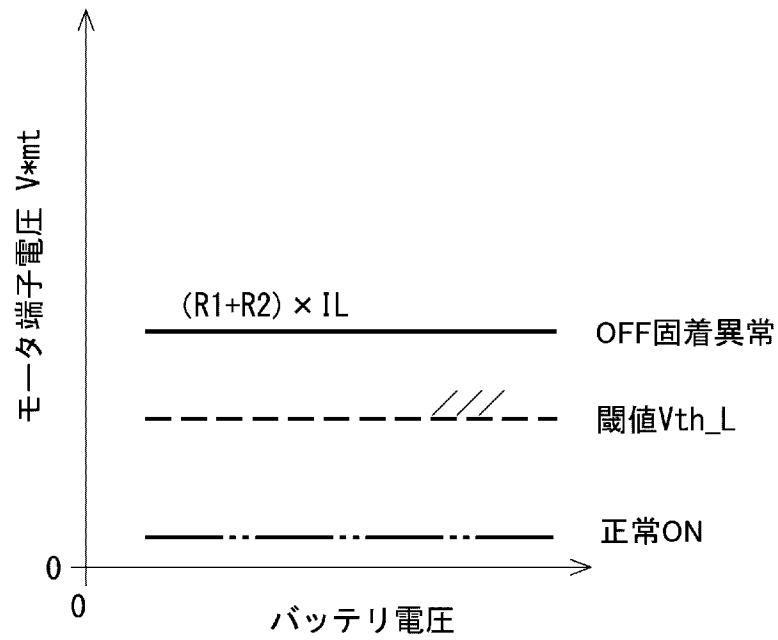
[図5]

下アーム素子 ON固着異常

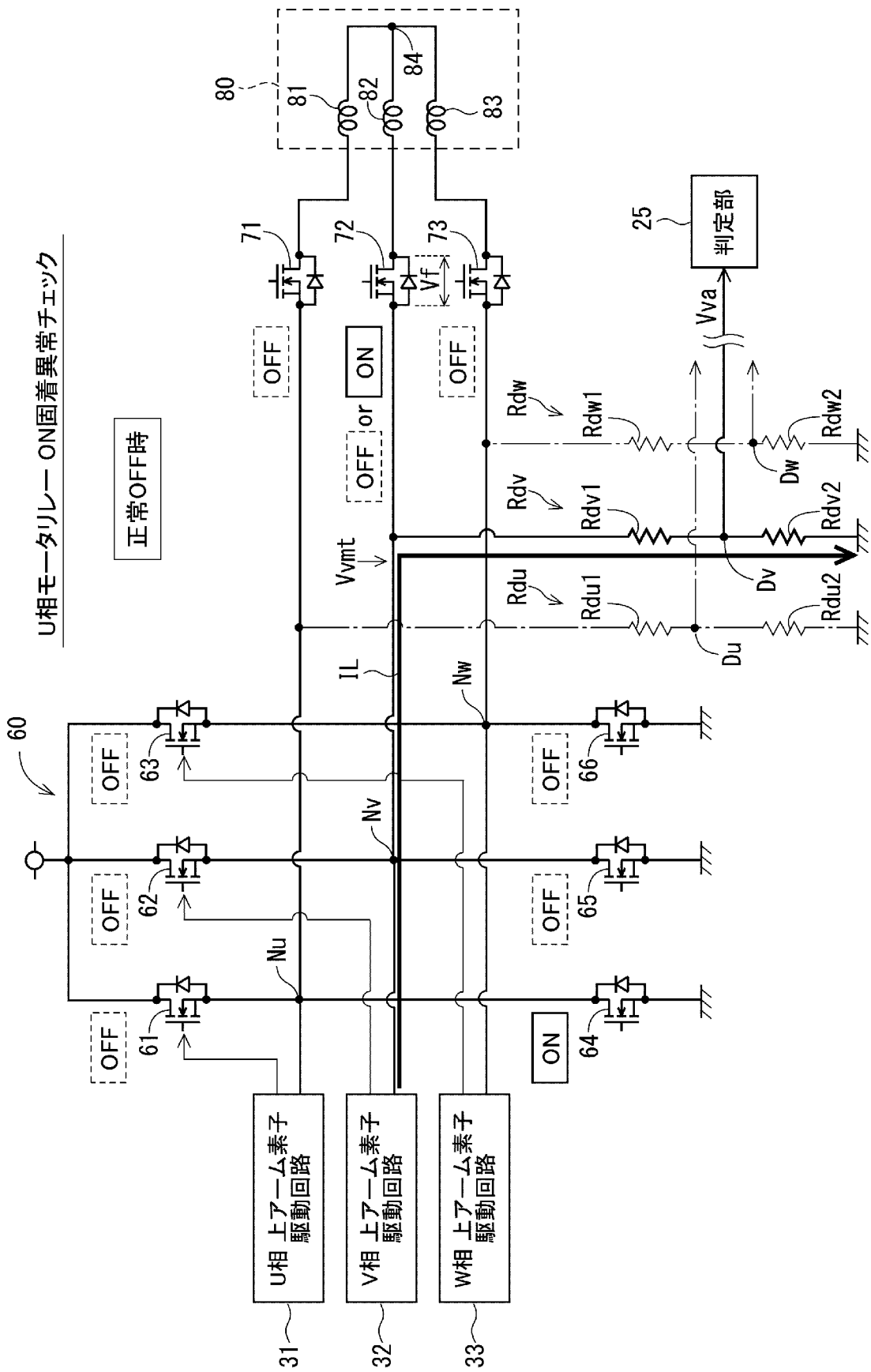


[図6]

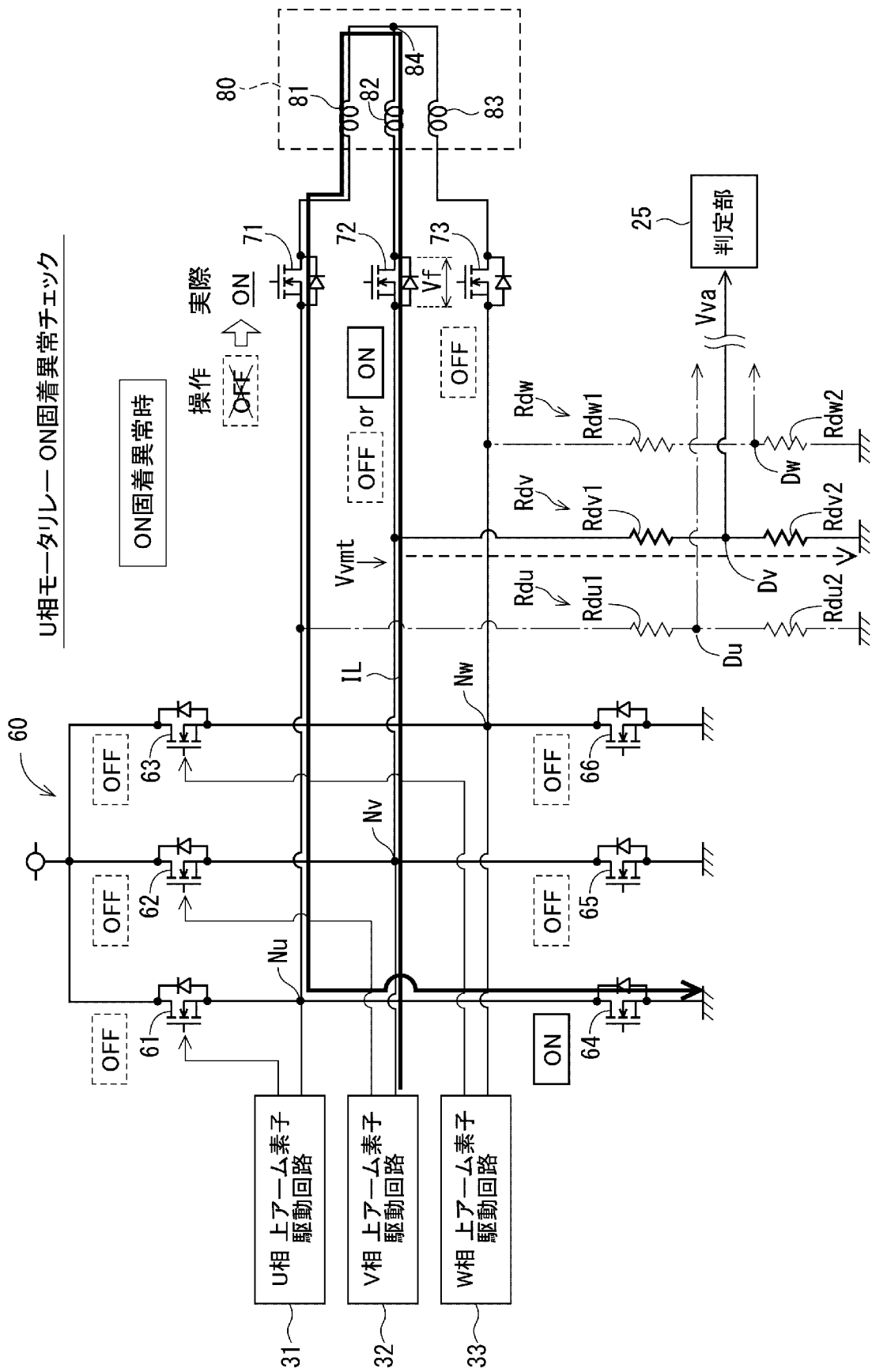
下アーム素子 OFF固着異常



[図7]



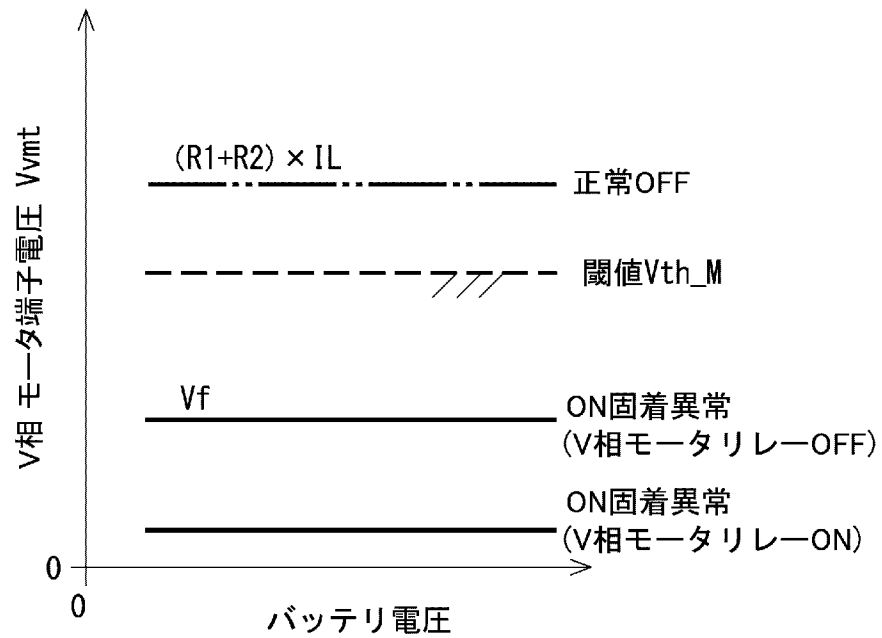
[図8]



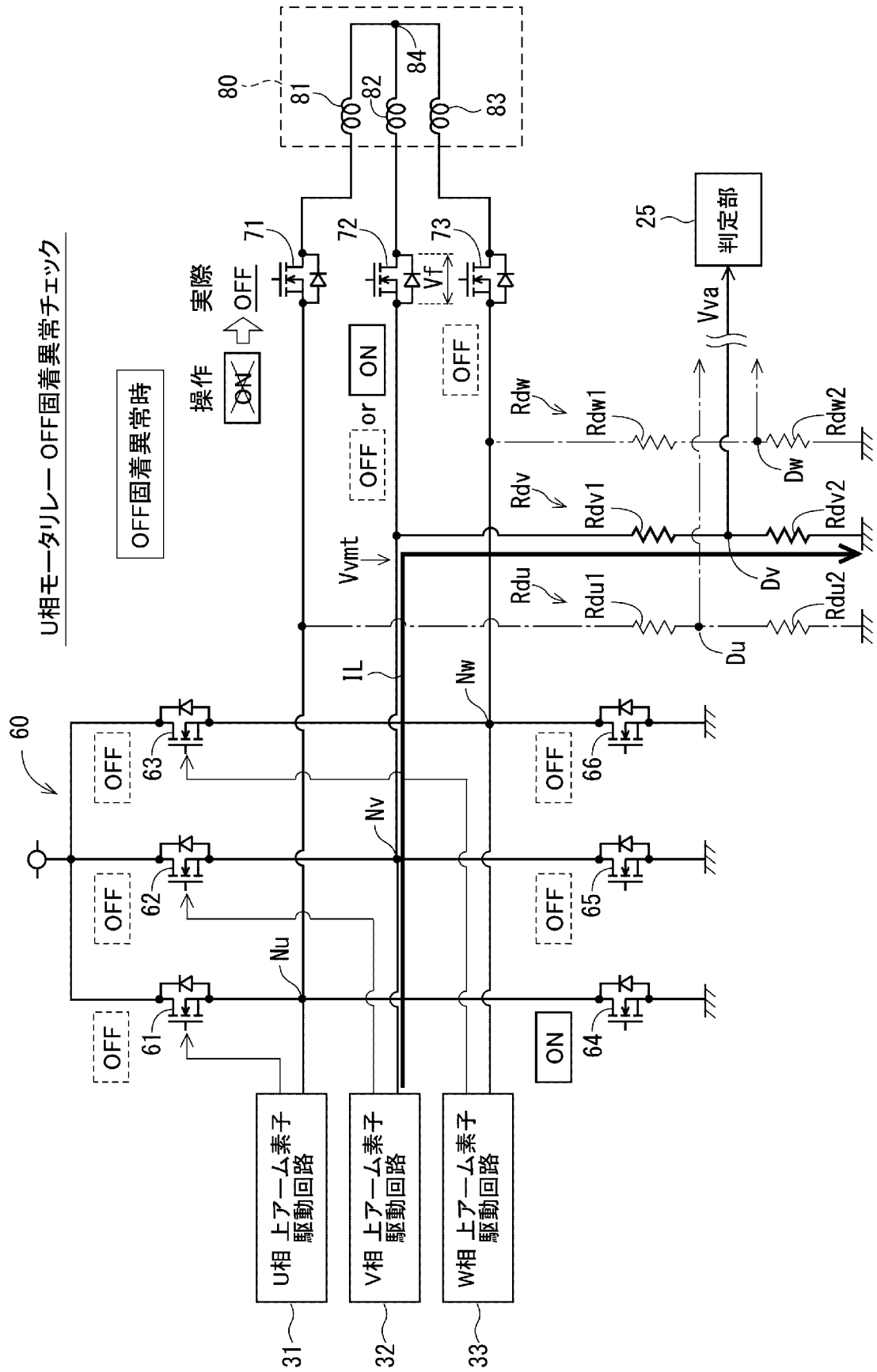
[図9]

U相モータリレー ON固着異常

(モニタ相=V相の場合)



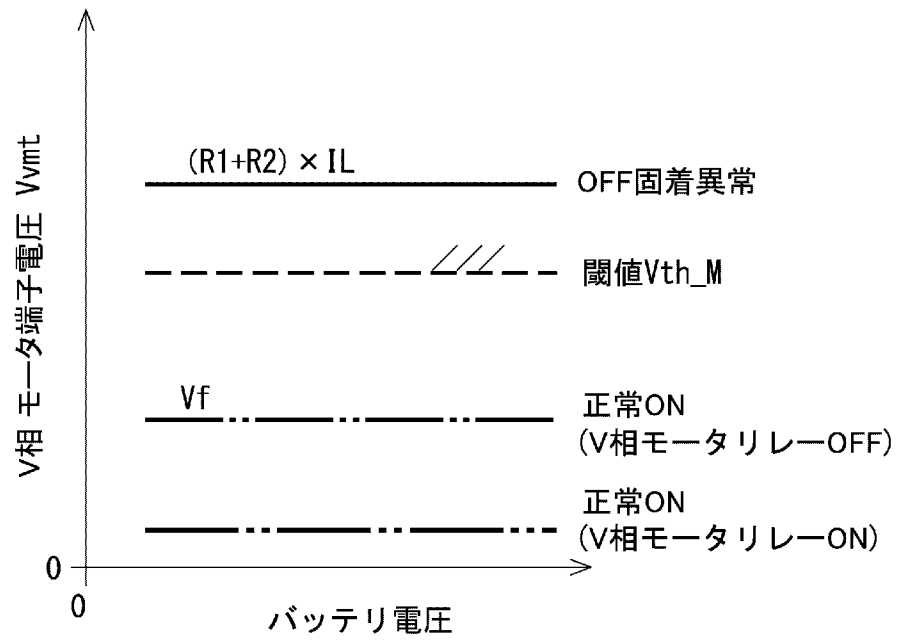
[図11]



[図12]

U相モータリレー OFF固着異常

(モニタ相=V相の場合)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/037134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02M 7/48**(2007.01)i; **H02P 27/06**(2006.01)i

FI: H02M7/48 M; H02P27/06

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)

H02M7/48; H02P27/06

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-174419 A (DENSO CORP) 22 October 2020 (2020-10-22) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2019-9894 A (AISIN SEIKI) 17 January 2019 (2019-01-17) entire text, all drawings	1-6
A	JP 2020-14311 A (DENSO CORP) 23 January 2020 (2020-01-23) entire text, all drawings	1-6



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

20 December 2023

Date of mailing of the international search report

09 January 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/037134

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2020-174419	A	22 October 2020	US	2020/0321902	A1	
JP	2019-9894	A	17 January 2019	EP	3419163	A1	
JP	2020-14311	A	23 January 2020	US	2020/0028463	A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02M 7/48(2007.01)i; H02P 27/06(2006.01)i FI: H02M7/48 M; H02P27/06		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H02M7/48; H02P27/06 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2020-174419 A（株式会社デンソー） 22.10.2020（2020-10-22） 全文、全図	1-6
A	JP 2019-9894 A（アイシン精機株式会社） 17.01.2019（2019-01-17） 全文、全図	1-6
A	JP 2020-14311 A（株式会社デンソー） 23.01.2020（2020-01-23） 全文、全図	1-6
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 20.12.2023	国際調査報告の発送日 09.01.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 栗栖 正和 5G 3987 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/037134

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-174419	A	22.10.2020	US	2020/0321902	A1	
JP	2019-9894	A	17.01.2019	EP	3419163	A1	
JP	2020-14311	A	23.01.2020	US	2020/0028463	A1	