



添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

本発明は、複数の相に対応する巻線から構成される巻線組と、巻線組の各相に電流を出力するインバータとを含む通電システムを複数備えたモータ制御装置及びモータの制御方法に関する。制御装置は、第 1 通電システムの相電流の和が異常値であるときに第 1 通電システムのインバータの作動を停止する。そして、制御装置は、第 1 通電システムのインバータの作動を停止してから所定期間内においては、他の通電システムにおいて相電流の和が異常値になってもインバータの作動を継続させる。これにより、短絡や地絡などの異常が発生した通電システムのインバータの作動を停止させつつ、正常な通電システムのインバータの作動を極力継続させることができる。

明 細 書

発明の名称： モータ制御装置及びモータの制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、複数の相に対応する巻線から構成される巻線組と、前記巻線組の各相に電流を出力するインバータとを含む通電系統を複数備えたモータ制御装置及びモータの制御方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、モータの複数の巻線組への通電を切り替える複数系統のインバータを備えた制御装置において、各系統の相電流の和をそれぞれ算出し、2つの系統間における相電流和の差が所定範囲から外れたときに系統間での短絡の発生を検出し、短絡の発生を検出したときに、相電流和の差を求めた2つの系統のいずれか一方の作動を停止することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 3 - 1 6 5 5 4 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、複数の巻線組それぞれで相電流の和を算出し、算出した相電流和の通電系統間における差が所定範囲から外れたときに一方の通電系統のインバータの作動を停止させる構成とした場合、通電系統間での短絡ではなく、一方の通電系統が異常で他方の通電系統が正常である場合も相電流和の差が所定範囲を外れ、正常な通電系統のインバータの作動を誤って停止させてしまう可能性があった。

[0005] 本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、異常が発生した通電系統のインバータの作動を停止させつつ、正常な通電系統のインバータの作動を極力継続させることができるモータ制御装置及びモータの制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] そのため、本願発明に係るモータ制御装置は、複数の相に対応する巻線から構成される巻線組と、前記巻線組の各相に電流を出力するインバータとを含む通電システムを複数備えたモータ制御装置であって、前記複数の通電システムそれぞれについて異常の有無を検出し、異常の発生を検出した通電システムのインバータの作動を停止する第1制御部と、前記第1制御部によって前記複数の通電システムのうちの1つの通電システムのインバータの作動が停止されてから所定期間内であるか否かを検出し、前記所定期間内で異常の発生が検出された他の通電システムのインバータの作動を継続させる第2制御部と、を含む。

また、本願発明に係るモータの制御方法は、複数の相に対応する巻線から構成される巻線組と、前記巻線組の各相に電流を出力するインバータとを含む通電システムを複数備えたモータの制御方法であって、前記複数の通電システムそれぞれについて異常の有無を検出するステップと、異常の発生が検出された通電システムのインバータの作動を停止するステップと、前記インバータの作動が停止されてから所定期間内であるときに異常の発生が検出された他の通電システムのインバータの作動を継続させるステップと、を含む。

発明の効果

[0007] 上記発明によると、モータ制御を可及的に継続させつつ、異常な通電システムのインバータ作動を適切に停止させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施形態においてモータ制御装置を適用する電動パワーステアリング装置の概略構成図である。

[図2]本発明の実施形態における制御装置の回路図である。

[図3]本発明の実施形態における制御装置の機能ブロック図である。

[図4]本発明の実施形態における異常診断の手順を示すフローチャートである。

[図5]本発明の実施形態における第1通電システムと第2通電システムとが短絡した状態を例示する回路図である。

[図6]本発明の実施形態における第1通電系統と第2通電系統とが短絡した状態での電流検出値を例示するタイムチャートである。

[図7]本発明の実施形態における第1通電系統が地絡した状態を例示する回路図である。

[図8]本発明の実施形態における第1通電系統が地絡した状態での電流検出値を例示するタイムチャートである。

[図9]本発明の実施形態における第1通電系統及び第2通電系統が共に地絡した状態を例示する回路図である。

[図10]本発明の実施形態における第1通電系統及び第2通電系統が共に地絡した状態での電流検出値を例示するタイムチャートである。

[図11]本発明の実施形態におけるデルタ結線を採用したモータの回路図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明に係るモータ制御装置及びモータの制御方法を適用する車両用の電動パワーステアリング装置の一例を示す。

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

[0010] 電動パワーステアリング装置100は、ステアリングホイール110、操舵トルクセンサ120、電動モータ130、電子制御ユニット（ECU）150、電動モータ130の回転を減速してステアリングシャフト（ピニオンシャフト）170に伝達する減速機160などを含んで構成される。

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

[0011] ステアリングシャフト170の先端にはピニオンギア171が設けられていて、このピニオンギア171が回転すると、ラックギア172が車両200の進行方向左右に水平移動する。

ラックギア172の両端にはそれぞれ車輪201の操舵機構202が設け

られており、ラックギア１７２が水平移動することで車輪２０１の向きが変えられる。

[0012] 操舵トルクセンサ１２０は、車両の運転者がステアリング操作を行うことでステアリングシャフト１７０に発生する操舵トルクを検出し、検出した操舵トルクの信号ＳＴを電子制御ユニット１５０に出力する。

マイクロコンピュータ３０２、電動モータ１３０を駆動するためのインバータ１Ａ、１Ｂ、インバータ１Ａ、１Ｂの駆動回路３０３Ａ、３０３Ｂなどを備える電子制御ユニット１５０には、操舵補助力の決定に用いる状態量の情報として、操舵トルク信号ＳＴの他、車速センサ１９０が出力する車速の信号ＶＳＰなどが入力される。

[0013] そして、電子制御ユニット１５０は、操舵トルク信号ＳＴ、車速信号ＶＳＰなどの車両の運転状態に基づいて電動モータ１３０への通電をPWM (Pulse Width Modulation) 制御し、以って、電動モータ１３０の発生トルク、つまり、操舵補助力を制御する。このように、電子制御ユニット１５０は、電動モータ１３０を駆動する制御装置を構成する。

なお、電子制御ユニット１５０に含まれるインバータ、インバータの駆動回路のうち、インバータ、若しくは、インバータ及び駆動回路を、電子制御ユニット１５０の外部に別体として設けることができる。この場合、電子制御ユニット１５０及びインバータ、若しくは、電子制御ユニット１５０、インバータ及び駆動回路によってモータ１３０を駆動する制御装置が構成されることになる。

[0014] 図２は、電子制御ユニット１５０及び電動モータ１３０の回路構成の一例を示す。

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

[0015] 第1巻線組2A及び第2巻線組2Bは図示省略した円筒状の固定子に設けられ、該固定子の中央部に形成した空間に永久磁石回転子201が回転可能に備えられ、第1巻線組2Aと第2巻線組2Bとは磁気回路を共有する。

そして、第1巻線組2Aは第1インバータ1Aと直接接続され、第2巻線組2Bは第2インバータ1Bと直接接続され、第1巻線組2Aには第1インバータ1Aから電力が供給され、第2巻線組2Bには第2インバータ1Bから電力が供給される。

[0016] 第1インバータ1Aは、第1巻線組2AのU相コイルUA、V相コイルUA及びW相コイルWAをそれぞれに駆動する3組の半導体スイッチUHA, UL A、半導体スイッチVHA, VL A、半導体スイッチWHA, WL Aを備えた3相ブリッジ回路からなる。

また、第2インバータ1Bは、第2巻線組2BのU相コイルUB、V相コイルUB及びW相コイルWBをそれぞれに駆動する3組の半導体スイッチUHB, UL B、半導体スイッチVHB, VL B、半導体スイッチWHB, WL Bを備えた3相ブリッジ回路からなる。

[0017] 本実施形態では、第1インバータ1A及び第2インバータ1Bを構成する各半導体スイッチとしてNチャンネル型MOSFETを用いる。

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

[0018] また、第1インバータ1A及び第2インバータ1Bにおいて、半導体スイッチVH, VLは、電源VBと接地点との間にドレインソース間が直列接続され、半導体スイッチVHと半導体スイッチVLとの接続点にV相コイルVが接続される。

また、第1インバータ1A及び第2インバータ1Bにおいて、半導体スイッチWH, WLは、電源VBと接地点との間にドレインソース間が直列接続され、半導体スイッチWHと半導体スイッチWLとの接続点にW相コイル

Wが接続される。

[0019] 第1駆動回路303Aは、第1インバータ1Aを構成する各半導体スイッチを駆動する回路であり、第1インバータ1Aにおける高電位側スイッチング素子である半導体スイッチVHA、UHA、WHAをそれぞれに駆動する3つの高電位側ドライバと、第1インバータ1Aにおける低電位側スイッチング素子である半導体スイッチVLA、ULA、WLAをそれぞれに駆動する3つの低電位側ドライバとを備えている。

[0020] また、第2駆動回路303Bは、第2インバータ1Bを構成する各半導体スイッチを駆動する回路であり、第2インバータ1Bにおける高電位側スイッチング素子である半導体スイッチVHB、UHB、WHBをそれぞれに駆動する3つの高電位側ドライバと、第2インバータ1Bにおける低電位側スイッチング素子である半導体スイッチVLB、ULB、WLBをそれぞれに駆動する3つの低電位側ドライバとを備えている。

なお、高電位側スイッチング素子を上流側駆動素子又は上アームと称し、低電位側スイッチング素子を下流側駆動素子又は下アームと称することができる。

また、高電位側スイッチング素子と低電位側スイッチング素子との接続点は、インバータ出力点を構成する。

[0021] そして、第1駆動回路303A及び第2駆動回路303Bは、マイクロコンピュータ302からの指令信号に応じてインバータ1A、1Bを構成する各半導体スイッチを駆動する。

上記のように、本実施形態のモータ制御装置は、第1巻線組2A、第1インバータ1Aを含む第1通電系統と、第1巻線組2B、第2インバータ1Bを含む第2通電系統との2つの通電系統を備えている。

なお、第1通電系統を第1チャンネルch1と称し、第2通電系統を第2チャンネルch2と称することができる。

[0022] また、電源VBと第1インバータ1Aとの間に、第1インバータ1Aへの電源供給を遮断するための電源リレー304Aを設け、電源VBと第2イン

バータ 1 B との間に、第 2 インバータ 1 B への電源供給を遮断するための電源リレー 304 B を設けてある。

本実施形態において、電源リレー 304 A 及び電源リレー 304 B は半導体スイッチで構成され、電源リレー 304 A、304 B を構成する半導体スイッチは、駆動回路 305 A、305 B で駆動される。

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

[0023] 電源リレー 304 A、304 B の駆動回路 305 A、305 B は、マイクロコンピュータ 302 からの指令信号に応じて電源リレー 304 A、304 B を構成する半導体スイッチを駆動する。つまり、マイクロコンピュータ 302 は、第 1 インバータ 1 A への電源供給と、第 2 インバータ 1 B への電源供給とをそれぞれ独立に遮断できるようになっている。

また、インバータ 1 A、1 B に供給される電源電圧の変動を抑制するために、電源リレー 304 A、304 B とインバータ 1 A、1 B との間の電源ラインと接地点とを接続するコンデンサ 306 A、306 B を設けてある。

[0024] また、各巻線組 2 A、2 B の各巻線端電圧をそれぞれに検出する電圧モニタ回路 307 A、307 B を設けてあり、電圧モニタ回路 307 A、307 B は、各巻線組 2 A、2 B の各巻線端電圧の検出信号をマイクロコンピュータ 302 に出力する。更に、インバータ 1 A、1 B のスイッチング素子が全てオフされたときの各巻線端の電位を固定するために、各巻線組 2 A、2 B の U 相 U A、U B をプルアップするためのプルアップ抵抗 R A、R B を設けてある。

角度センサ 308 は、ロータ 201 の角度を検出し、角度データの信号をマイクロコンピュータ 302 に出力する。

[0025] 更に、低電位側の半導体スイッチ U L、V L、W L と高電位側の半導体スイッチ U H、V H、W H との間と 3 相巻線 U、V、W とを接続する駆動ライン、換言すれば、インバータ 1 A、1 B の出力点と 3 相巻線 U、V、W との間に、3 相巻線 U、V、W に流れる電流をそれぞれに検出する電流センサ 3

01UA、301VA、301WA、301UB、301VB、301WB
を設けてある。

なお、電流センサ301UA、301VA、301WA、301UB、301VB、301WBを、電流検出抵抗、電流検出器或いは電流検出手段と称することができる。

[0026] 図3は、マイクロコンピュータ302におけるインバータ1A、1Bの制御機能の一例を示す機能ブロック図である。

目標アシストトルク演算部6は、操舵トルクや車速などの操舵条件に基づいて目標アシストトルク、つまり、電動モータ130の出力トルクの目標値を演算する。

ここで、目標アシストトルク演算部6は、第1通電系統の目標アシストトルクと、第2通電系統の目標アシストトルクとを個別に設定し、第1通電系統での通電制御で発生させるモータトルクと、第2通電系統での通電制御で発生させるモータトルクとの総和で操舵補助力を発生させる。

[0027] 角度演算部10は、角度センサ308の信号を入力して電動モータ130のロータ201の角度を演算する。

モータ回転演算部5は、角度演算部10が演算したロータ201の角度の情報に基づいて電動モータ130の回転速度(rpm)を演算し、モータ回転速度の信号を出力電圧演算部4に出力する。

[0028] 出力電圧演算部4は、各通電系統の目標アシストトルクのデータ、電動モータ130の回転速度のデータ、更に、3相2相変換部11で演算された通電系統毎のd軸実電流値 I_d 、q軸実電流値 I_q を入力する。

そして、出力電圧演算部4は、第1インバータ1Aのd軸電圧指令値 V_{d1} 、q軸電圧指令値 V_{q1} 、及び、第2インバータ1Bのd軸電圧指令値 V_{d2} 、q軸電圧指令値 V_{q2} を演算して出力する。

[0029] 3相2相変換部11は、電流センサ301UA、301VA、301WAの出力信号、つまり、第1巻線組2Aの各相に流れる実電流の検出値に基づき第1通電系統のd軸実電流値 I_{d1} 及びq軸実電流値 I_{q1} を演算する。

また、3相2相変換部11は、電流センサ301UB、301VB、301WBの出力信号、つまり、第2巻線組2Bの各相に流れる実電流の検出値に基づき第2通電系統のd軸実電流値 I_{d2} 、q軸実電流値 I_{q2} を演算する。

そして、3相2相変換部11は、第1通電系統のd軸実電流値 I_{d1} 、q軸実電流値 I_{q1} 、及び、第2通電系統のd軸実電流値 I_{d2} 、q軸実電流値 I_{q2} のデータを、出力電圧演算部4と目標アシストトルク演算部6とにそれぞれ出力する。

[0030] 出力電圧演算部4が出力するd軸電圧指令値 V_{d1} 、q軸電圧指令値 V_{q1} は、第1出力デューティ演算部7Aに入力される。

第1出力デューティ演算部7Aは、d軸電圧指令値 V_{d1} 、q軸電圧指令値 V_{q1} 、及び、第1インバータ1Aの電源電圧に基づいて、第1インバータ1AのPWM制御におけるd軸デューティ $Duty_{d1}$ 及びq軸デューティ $Duty_{q1}$ を演算する。

[0031] また、出力電圧演算部4が出力するd軸電圧指令値 V_{d2} 及びq軸電圧指令値 V_{q2} は、第2出力デューティ演算部7Bに入力される。

第2出力デューティ演算部7Bは、d軸電圧指令値 V_{d2} 、q軸電圧指令値 V_{q2} 、及び、第2インバータ1Bの電源電圧に基づいて、第2インバータ1BのPWM制御におけるd軸デューティ $Duty_{d2}$ 及びq軸デューティ $Duty_{q2}$ を演算する。

[0032] 第1の2相3相変換部8Aは、第1出力デューティ演算部7Aから出力されるd軸デューティ $Duty_{d1}$ 、q軸デューティ $Duty_{q1}$ 、更に、電動モータ130のロータ角度の情報を入力する。そして、第1の2相3相変換部8Aは、第1巻線組2Aの3相それぞれのデューティ指令値 $Duty_{U1}$ 、 $Duty_{V1}$ 、 $Duty_{W1}$ を演算して出力する。

また、第2の2相3相変換部8Bは、第2出力デューティ演算部7Bから出力されるd軸デューティ $Duty_{d2}$ 、q軸デューティ $Duty_{q2}$ 、更に、電動モータ130のロータ角度の情報を入力する。そして、第2の2相3相変換部8

Bは、第2巻線組2Bの3相それぞれのデューティ指令値DutyU2、DutyV2、DutyW2を演算して出力する。

[0033] 第1デッドタイム補償部9Aは、第1の2相3相変換部8Aから出力されるデューティ指令値DutyU1、DutyV1、DutyW1を入力し、デッドタイム補償を施したデューティ指令値DutyU1、DutyV1、DutyW1を演算してインバータ1Aに出力する。

また、第2デッドタイム補償部9Bは、第2の2相3相変換部8Bから出力されるデューティ指令値DutyU2、DutyV2、DutyW2を入力し、デッドタイム補償を施したデューティ指令値DutyU2、DutyV2、DutyW2を演算してインバータ1Bに出力する。

デッドタイム補償とは、インバータ1A、1Bの上下アームが短絡しないように、三角波と指令値とを比較した結果であるPWM信号の立ち上がりデッドタイム分だけ遅らせてスイッチング素子のゲート信号を作成するPWM制御において、デッドタイム電圧による電圧降下などを抑制するための処理である。

[0034] また、インバータ出力ON/OFF判定部12は、第1通電系統の電流センサ301UA、301VA、301WAの出力信号、及び、第2通電系統の電流センサ301UB、301VB、301WBの出力信号を入力し、第1通電系統のオフ指令信号、第2通電系統のオフ指令信号の出力を電流検出値に基づき制御する。

インバータ出力ON/OFF判定部12が出力する第1通電系統のオフ指令信号は、第1通電系統ON/OFF部13Aに入力され、第1通電系統ON/OFF部13Aは、オフ指令信号を入力すると、第1インバータ1Aのスイッチング素子の全てをオフに操作し、第1インバータ1Aの動作を停止させる。

なお、インバータの動作を停止させる処理は、インバータから巻線への電流出力を停止させる処理である。

[0035] 同様に、インバータ出力ON/OFF判定部12が出力する第2通電系統

のオフ指令信号は、第2通電系統ON/OFF部13Bに入力され、第1通電系統ON/OFF部13Bは、オフ指令信号を入力すると、第2インバータ1Bのスイッチング素子の全てをオフに操作し、第2インバータ1Bの動作を停止させる。

また、インバータ出力ON/OFF判定部12が出力する第1通電系統のオフ指令信号、第2通電系統のオフ指令信号は目標アシストトルク演算部6に出力され、目標アシストトルク演算部6は、インバータ出力ON/OFF判定部12によるインバータ1A、1Bの動作停止指令状態に応じて通電系統毎の目標アシストトルクを演算する。

[0036] 次に、インバータ出力ON/OFF判定部12によるインバータ1A、1Bの動作停止制御を、図4のフローチャートに従って説明する。

図4のフローチャートに示すルーチンは、マイクロコンピュータ302が、所定時間毎の割り込み処理により実行する。

なお、マイクロコンピュータ302において、割り込み処理の周期である所定時間は、例えば1msに設定される。

[0037] まず、マイクロコンピュータ302は、ステップS501では、第1通電系統の異常検出カウンタCAが所定値C1以上であるか否かを判別する。

なお、上記の第1通電系統の異常検出カウンタCA、及び、後述する第2通電系統の異常検出カウンタCBは、初期値が例えば零であるものとする。

また、マイクロコンピュータ302において、所定値C1は例えば5に設定される。

[0038] マイクロコンピュータ302は、第1通電系統の異常検出カウンタCAが所定値C1未満であることを検出すると、ステップS502へ進み、第1通電系統の異常確定フラグFAがオンであるか、又は、第1通電系統の第1巻線組2Aの各巻線に流れている相電流の和の絶対値が所定電流SLCよりも高い状態が所定時間T1以上継続している状態であるかを判断する。

[0039] 相電流の和の絶対値が所定電流SLCよりも高い状態は、相電流の和が零を含む所定範囲を外れている状態である。

なお、マイクロコンピュータ302において、所定電流SLC及び所定時間T1は、通電系統が正常であるか異常であるかを区別できるように設定され、所定電流SLCは $SLC > 0A$ であって例えば10Aに設定され、所定時間T1は例えば5msに設定される。

[0040] 通電系統が正常であるときは相電流の和が略零になるので、マイクロコンピュータ302は、相電流の和の絶対値が零付近であれば、当該通電系統の相電流は正常であると判断する。一方、マイクロコンピュータ302は、相電流値の和が零から所定以上にずれている状態が所定時間T1以上継続していれば、当該通電系統の相電流は異常状態であると判断する。

なお、相電流の和の絶対値が零付近である状態とは、相電流の和の絶対値が零を含む所定範囲内である状態であり、所定範囲は、検出誤差などを加味して略零であると見做すことができる範囲である。

[0041] ここで、第1通電系統の異常確定フラグFAがオフで第1通電系統の異常が確定していない状態であり、かつ、第1巻線組2Aの相電流の和の絶対値が所定電流SLCよりも高い状態が所定時間T1以上継続している状態でもない場合、つまり、第1通電系統の相電流が正常である場合、マイクロコンピュータ302は、ステップS503へ進む。

ステップS503において、マイクロコンピュータ302は、第2通電系統の異常検出カウンタCBが所定値C1以上であるか否かを判別する。

なお、マイクロコンピュータ302において、所定値C1は例えば5に設定される。

[0042] 第2通電系統の異常検出カウンタCBが所定値C1未満であると、マイクロコンピュータ302は、ステップS504へ進み、第2通電系統の異常確定フラグFBがオンであるか、又は、第2通電系統の第2巻線組2Bの各巻線に流れている相電流検出値の和の絶対値が所定電流SLCよりも高い状態が所定時間T1以上継続している状態であるかを判断する。

ここで、第2通電系統の異常確定フラグFBがオフで、第2通電系統の異常が確定していない状態であり、かつ、第2巻線組2Bの相電流の和の絶対

値が所定電流 $S L C$ よりも高い状態が所定時間 $T 1$ 以上継続している状態でもない場合、つまり、第2通電系統の相電流が正常であってかつ第1通電系統の相電流も正常である場合、マイクロコンピュータ 302 は本ルーチンをそのまま終了させ、通常に第1通電系統及び第2通電系統のインバータを動作させる。

[0043] 一方、第1巻線組 2 A の相電流の和の絶対値が所定電流 $S L C$ よりも高くなり、かつ、係る相電流の異常状態が所定時間 $T 1$ 以上継続すると、マイクロコンピュータ 302 は、ステップ $S 502$ からステップ $S 505$ へ進む。

マイクロコンピュータ 302 は、ステップ $S 505$ において、第2通電系統の異常確定フラグ $F B$ がオフであるか、又は、第2通電系統の異常検出カウンタ $C B$ が所定値 $C 1$ 以上であるか否かを判別する。

[0044] そして、第2通電系統の異常確定フラグ $F B$ がオフである場合、及び、第2通電系統の異常検出カウンタ $C B$ が所定値 $C 1$ 以上である場合、マイクロコンピュータ 302 は、ステップ $S 506$ へ進み、第1通電系統の異常確定フラグ $F A$ を、第1通電系統の異常が確定されたことを示すオン状態に設定する。

ここで、マイクロコンピュータ 302 は、相電流の和の異常を先に第1通電系統で検出した場合、ステップ $S 505$ で第2通電系統の異常確定フラグ $F B$ がオフであるという条件が成立して、ステップ $S 506$ へ進むことになる。

[0045] なお、異常確定フラグ $F A$ 、 $F B$ は初期状態においてオフで、オンに切り替えられた後は、整備工場などでのリセット操作が行われるまでオン状態を保持するものとする。

ステップ $S 506$ にて第1通電系統の異常確定フラグ $F A$ をオンに切り替えた後、マイクロコンピュータ 302 は、ステップ $S 507$ へ進み、第1通電系統のインバータ 1 A のオフ指令を出力することで、第1通電系統の第1インバータ 1 A を構成するスイッチング素子を全てオフに操作し、第1インバータ 1 A の動作を停止させる。

[0046] このとき、マイクロコンピュータ302は、電源リレー304Aをオン状態に保持する。電源リレー304Aをオフ操作した後にコンデンサ306Aの電荷が放電されたり電源電圧VBが上昇したりすると、第1インバータ1AがオフであってもMOSFETの寄生ダイオードの存在に起因して、スイッチング動作を継続している第2インバータ1Bから第1インバータ1Aに電流が流れ、第2通電系統における相電流の和が0でなくなる惧れがある。

このため、マイクロコンピュータ302は、電源リレー304Aをオン状態のままに保持する。但し、マイクロコンピュータ302は、電源リレー304Aのオフ操作後にコンデンサ306Aの放電や電源電圧VBの上昇がないと判断される場合に、電源リレー304Aをオフすることも可能である。

[0047] マイクロコンピュータ302は、ステップS507にて第1通電系統のオフ指令を出力した後、ステップS508へ進み、第1通電系統の異常検出カウンタCAを所定値ΔCだけ前回値から増大させる。

なお、マイクロコンピュータ302において、所定値ΔCは例えば1に設定される。

マイクロコンピュータ302は、上記のようにして第1通電系統の異常検出カウンタCAのカウントアップ処理を実施した後、次の割り込みタイミングでステップS501へ進んだときに、第1通電系統の異常検出カウンタCAが所定値C1未満であると判別すると、ステップS502へ進んで、第1通電系統の異常確定フラグFAがオンであると判定してステップS505へ進むことになる。

[0048] そして、ステップS505で第2通電系統の異常確定フラグFBがオフであると判断すると、ステップS506ーステップS508に進み、第1通電系統の異常検出カウンタCAのカウントアップを再度実行する。

つまり、第1通電系統の異常確定フラグFAをオンに切り替えてインバータ1Aの動作を停止させた後に、第1通電系統の異常検出カウンタCAが所定値C1にまでカウントアップされるまでの遅延期間において、マイクロコンピュータ302は、ステップS503以降に進むことはなく、後述するよ

うに第2通電系統の異常を確定することはない。

[0049] 異常検出カウンタC Aは、本ルーチンが割り込み実行される毎にカウントアップされ、本ルーチンは一定時間毎に割り込み実行されるから、第1通電系統の異常検出カウンタC Aが所定値C 1にまで増加する期間は、所定値C 1と割り込み実行周期で決まる所定時間である。

第1通電系統の異常確定フラグF Aがオンに切り替わった後に、第1通電系統の異常検出カウンタC Aが所定値C 1にまでカウントアップされると、マイクロコンピュータ302は、ステップS501で第1通電系統の異常検出カウンタC Aが所定値C 1以上であると判断して、ステップS502を迂回してステップS503へ進むようになる。

[0050] つまり、第1通電系統の異常検出カウンタC Aが所定値C 1にまでカウントアップされるまでの期間においては、第2通電系統の相電流の和の絶対値が所定電流S L Cよりも高い状態が所定時間T 1以上継続している状態となっても、係る異常状態の検出に基づき第2通電系統の異常が確定されることはなく、第2通電系統のインバータ1 Bの動作は停止されずに継続される。

換言すれば、第1通電系統の異常を確定してから異常検出カウンタC Aが所定値C 1にまでカウントアップされるまでの期間では、第2通電系統における相電流の異常検出は無効とされ、異常がない場合と同様に第2通電系統のインバータ1 Bについて駆動制御がなされる。

[0051] 第1通電系統の異常を確定してから所定期間経過後にステップS503へ進んだ場合、第2通電系統の異常検出カウンタC Bのカウントアップは行われていないので、マイクロコンピュータ302は、第2通電系統の異常検出カウンタC Bは所定値C 1未満であると判断して、ステップS504へ進む。

ここで、マイクロコンピュータ302は、第2通電系統の相電流にも異常が発生していて、第2巻線組2 Bの相電流の和の絶対値が所定電流S L Cよりも高い状態が所定時間T 1以上継続していれば、ステップS504からステップS509へ進む。

[0052] マイクロコンピュータ302は、ステップS509で、第2通電システムの異常確定フラグFBをオンに設定し、次のステップS510で、第2通電システムのオフ指令を出力することで、第2通電システムの第2インバータ1Bを構成するスイッチング素子の全てをオフ操作し、第2インバータ1Bの動作を停止させる。

更に、マイクロコンピュータ302は、ステップS511へ進み、第2通電システムの異常検出カウンタCBを前回値から所定値 $\Delta C1$ だけ増大させる。

[0053] 一方、第1通電システムの異常が確定された後の異常検出カウンタCAが所定値C1に達した時点で、第2通電システムの相電流に異常がなければ、マイクロコンピュータ302は、ステップS509→ステップS511を迂回して本ルーチンを終了させる。

この場合、第1通電システムのインバータ1Aの動作は、第1巻線組2Aの相電流の異常によって停止されるが、第2巻線組2Bの相電流は正常であるので、第2通電システムの第2インバータ1Bの動作によってモータ駆動を継続させる。

[0054] このように、第2通電システムの相電流に異常があっても、第1通電システムの異常が確定された後の異常検出カウンタCAが所定値C1に達するまでの所定期間、マイクロコンピュータ302は、ステップS509以降に進むことはない。これにより、第2通電システムの第2インバータ1Bの動作が継続され、異常検出カウンタCAが所定値C1に達した時点でも第2通電システムの相電流の異常状態が継続していれば、第2通電システムの第2インバータ1Bの動作を停止させる。

[0055] 上記の説明では、第1通電システムの相電流に異常が発生した場合を例として、処理の流れを説明したが、第2通電システムの相電流に異常が発生した場合も、マイクロコンピュータ302は、同様な処理を実施する。

つまり、第1通電システムの相電流が正常な状態で、第2通電システムの相電流に異常が生じ、第2巻線組2Bの相電流の和が零から所定以上にずれた状態が所定時間以上継続すると、マイクロコンピュータ302は、ステップS50

4 からステップ S 5 0 9 からステップ S 5 1 1 に進んで、第 2 通電系統の異常確定フラグ F B をオンに設定し、異常検出カウンタ C B のカウントアップを開始する。

[0056] そして、マイクロコンピュータ 3 0 2 は、第 2 通電系統の異常確定フラグ F B をオンに設定した後に第 1 通電系統の相電流の異常を検出しても、ステップ S 5 0 5 で異常検出カウンタ C B が所定値 C 1 以上になったことを検出するまで、換言すれば、第 2 通電系統のインバータ 1 B の動作を停止させてから所定期間が経過するまで、第 1 通電系統の異常を確定させることなく、第 1 通電系統のインバータ 1 A の動作を継続させる。

[0057] 第 2 通電系統のインバータ 1 B の動作を停止させてから所定期間が経過したときに、第 1 通電系統の相電流が異常であれば、マイクロコンピュータ 3 0 2 は、ステップ S 5 0 5 からステップ S 5 0 6 へ進み、第 2 通電系統の異常確定に引き続き第 1 通電系統の異常を確定することになる。

ここで、第 1 通電系統の相電流の異常と、第 2 通電系統の相電流の異常とが略同時に発生した場合、図 4 のフローチャートによる処理の場合、マイクロコンピュータ 3 0 2 は、第 1 通電系統の相電流の異常判定を、第 2 通電系統の相電流の異常判定よりも前に実施するため、まず、第 1 通電系統の異常を確定し、その後所定期間が経過してから第 2 通電系統の異常を確定することになる。

[0058] つまり、図 4 のフローチャートに例示した処理では、第 1 通電系統の異常判定を優先する構成としてあるが、逆に、第 2 通電系統の異常判定を優先させる構成とすることができる。

なお、目標アシストトルク演算部 6 は、各通電系統に異常がない場合、操舵トルクや車速などの操舵条件に基づき要求される総目標アシストトルクを、例えば、第 1 通電系統と第 2 通電系統とに等分に割り振る。

[0059] 一方、インバータ 1 A とインバータ 1 B とのいずれか一方について異常が確定し、一方の動作を停止させ他方の動作を継続する場合、目標アシストトルク演算部 6 は、異常が確定した通電系統の目標アシストトルクを零に設定

する一方で、操舵トルクや車速などの操舵条件に基づき要求される総目標アシストトルクを他方のインバータの動作で発生させるように、他方の通電システムの目標アシストトルクを総目標アシストトルクとすることができる。

また、正常である他方の通電システムの目標アシストトルクを、総目標アシストトルクよりも小さく、総目標アシストトルクの半分よりも高い任意の値に設定することもできる。

[0060] 次に、図4のフローチャートに示したマイクロコンピュータ302の処理の作用、効果を、故障モードを例示して具体的に説明する。

図5は、故障モードの一例として、通電システム間での短絡が発生した場合を例示し、具体的には、第1巻線組2AのW相の駆動ラインと第2巻線組2BのU相の駆動ラインとが短絡した例を示す。

[0061] このように通電システム間での短絡故障が発生した場合、例えば、両通電システムのインバータがU相からV相に電流を流す状態に制御されているとすると、第1通電システムでは、U相に流れ込んだ電流が、W相を介して短絡経路に流れ出し、この短絡経路に流れ出す電流は、電流センサ301UA、301VA、301WAで検出されない電流となる。

このため、モータに電流が流れ込む方向、換言すれば、中性点に向かう方向をプラスで表し、モータから電流が流れ出る方向、換言すれば、中性点から離れる方向をマイナスで表すと、電流センサ301UA、301VA、301WAで検出される電流の和は、マイナス方向の電流である短絡経路に流れ出る電流が検出されないことで、図6に示すように、故障がないときの零からプラス側にずれることになる。

[0062] 一方、第2通電システムでは、第1通電システムからの漏洩電流がU相に流れ込むことで、電流センサ301UA、301VA、301WAで検出されないプラス方向の電流が発生し、マイナスの電流としては、第1通電システムからの漏洩電流も含めて検出するから、第2通電システムでの相電流の和は、図6に示すように、故障がないときの零からマイナス側にずれることになる。

このような故障モードにおいて、図4のフローチャートに示した処理をマ

マイクロコンピュータ 302 が実施すると、まず、第 1 通電系統の相電流の和の異常が検出されることで、第 1 通電系統の第 1 インバータ 1 A のスイッチング素子が全てオフされる。

[0063] 第 1 通電系統と第 2 通電系統との間で短絡が発生した場合、第 1 通電系統の相電流の和が異常であるときは、第 2 通電系統の相電流の和も異常となるが、前述したように、第 1 通電系統の異常を確定して第 1 インバータ 1 A の動作を停止させてから所定期間は、第 2 通電系統の異常診断に基づく第 2 インバータ 1 B の動作停止処理は行われない。

そして、第 1 通電系統の相電流の和の異常が確定し、第 1 通電系統の第 1 インバータ 1 A のスイッチング素子を全てオフすると、短絡経路を介した第 1 通電系統から第 2 通電系統への電流の流れ込みが無くなるので、第 2 通電系統の相電流の和は、正常である零付近に戻るようになる。

[0064] ここで、第 1 通電系統の異常を確定し第 1 インバータ 1 A の動作を停止させた後所定期間が経過してから、第 2 通電系統の異常診断に基づく第 2 インバータ 1 B の動作停止処理を行うから、系統間での短絡故障の場合、短絡の影響が無くなってから第 2 通電系統の相電流の和が正常であるか否かを最終的に判断することになる。

従って、短絡故障によって双方の通電系統で相電流の和が異常を示すようになっても、両通電系統のインバータ動作を停止させてしまうことが抑制され、一方の通電系統のインバータの動作継続によってモータ駆動を継続させることができる。

[0065] これにより、電動パワーステアリング装置 100 では、通電系統間の短絡故障が発生しても操舵補助力を継続して発生させることができる。

なお、第 1 通電系統の異常を確定してから第 2 通電系統の異常診断を実施するまでの期間は、第 1 通電系統のインバータ 1 A のスイッチング素子がオフ状態に安定し、系統間の短絡故障が発生しているときに第 2 通電系統の相電流の和が正常値である零付近に戻るのに必要十分な時間になるように適する。

[0066] 換言すれば、両通電系統間の短絡故障が発生しているときに、第1通電系統の第1インバータ1Aのスイッチング素子をオフ状態にしても、第2通電系統の診断を実施させるまでの遅延時間が短いと、第2通電系統の相電流の和が正常値に戻る前に診断が行われてしまうことで、一方の通電系統によるモータ駆動の継続が可能であるのに、双方の通電系統が異常であると診断されて両通電系統のインバータ動作が停止されてしまう場合がある。

[0067] そこで、通電系統間の短絡故障が発生しているときに、一方の通電系統のインバータの動作を停止させることで他方の通電系統の相電流の和が正常値に戻るのに十分な時間になるように、所定値C1を設定してある。

また、図7は、第1通電系統と第2通電系統とのいずれか一方に異常が発生し他方が正常である故障モードを例示する。具体的には、第1通電系統のW相の駆動ラインと接地点とが短絡し、第2通電系統には短絡などの故障が発生していない場合を例示する。

[0068] 係る故障モードでは、図7に示すように、第1通電系統のW相を通過した電流が、電流センサ301WAに流れる前に接地点に流れ出すことで、図8に示すように、相電流の和は零から正側にずれることになるが、第2通電系統の相電流の和は、正常値である零付近を維持する。

そして、上記故障モードの場合、第1通電系統の相電流の和が零から正側にずれることで、第1通電系統の異常が確定される。しかし、第1通電系統の相電流の和に異常が生じて、係る異常は第2通電系統の相電流に影響を与えない。従って、第1通電系統の異常が確定されてから所定期間が経過した時点で、第2通電系統の相電流は正常であり、第2通電系統のインバータ1Bの動作は継続されることになる。

[0069] つまり、図4のフローチャートに示した処理では、2つの通電系統の一方に異常が発生し、他方の通電系統が正常である場合、異常が生じた通電系統のインバータ動作を停止させるが、正常な通電系統のインバータの動作を継続させてモータ駆動を継続させることができ、操舵補助力を継続して発生させることができる。

[0070] また、図9は、第1通電系統と第2通電系統との双方に異常が発生した故障モードを例示する。具体的には、第1通電系統のW相の駆動ラインと接地点とが短絡し、同じく、第2通電系統のW相の駆動ラインと接地点とが短絡した場合を例示する。

係る故障モードでは、図9に示すように、第1通電系統のW相を通過した電流が、電流センサ301WAに流れる前に接地点に流れ出すことで、図10に示すように、第1通電系統の相電流の和は零から正側にずれ、同じく、第2通電系統のW相を通過した電流が、電流センサ301WBに流れる前に接地点に流れ出すことで、図10に示すように、第2通電系統の相電流の和は零から正側にずれることになる。

[0071] そして、上記故障モードの場合、第1通電系統の相電流の和が零から正側にずれることで、まず、第1通電系統の異常が確定される。係る第1通電系統の異常確定により、第1通電系統のインバータ動作は停止されるが、これによって第2通電系統の相電流の和が正常に戻ることはなく、第1通電系統の異常確定後から所定期間経過後に第2通電系統についても異常確定されて、両通電系統のインバータ動作が停止される。

これにより、異常が発生している両通電系統のインバータの動作を停止させ、両通電系統の異常状態でモータ駆動が継続されてしまうことを抑制できる。

[0072] 両通電系統それぞれに個別の故障が生じた場合、両通電系統間が短絡した場合と同様に、相電流の和が両通電系統で正常値からずれることになる。しかし、先に一方の通電系統の異常を確定し、一方の通電系統のインバータ動作を停止させた後に、他方の通電系統についてその相電流の和に基づき異常の有無を確定させるので、他方の通電系統の相電流の和が、一方の通電系統のインバータ動作停止後も異常であれば、両通電系統に個別の異常が発生していることになり、通電系統間の短絡故障と各通電系統の個別故障とを区別できる。

[0073] つまり、両通電系統それぞれでの相電流の和が共に異常値を示す場合でも

、通電系統間の短絡故障の場合は、いずれか一方の通電系統のインバータ動作を継続させてモータ駆動を継続できる一方、各通電系統それぞれ個別の故障を生じている場合は、両通電系統のインバータ動作を共に停止させることで、モータが誤って制御されることを抑制できる。

前述の図6、図8、図10には、第1通電系統における3相それぞれの電流検出値の和と、第2通電系統における3相それぞれの電流検出値の和との加算値を示してある。

[0074] 図6に示すように、両通電系統間で短絡が発生し、一方の通電系統における相電流の和が正側にずれ、他方の通電系統における相電流の和が負側にずれた場合、両通電系統のインバータを動作させている状態での加算値は、一方の通電系統の和の正側へのずれと他方の通電系統の和の負側へのずれとが相殺されることで零付近となる。

また、一方の通電系統のインバータ動作を停止させると、一方の相電流の和が零になり、更に、他方の通電系統への短絡経路を介した電流の流れ込みが無くなることで、他方の相電流の和が零に戻り、加算値は異常確定の前後を通じて零付近を維持することになる。

[0075] つまり、両通電系統間で短絡が発している場合、両通電系統それぞれでの相電流の和は零からずれた異常値を示すものの、一方の通電系統のインバータ動作の停止前後で加算値は略零を維持することになる。換言すれば、両通電系統で相電流の和が異常値を示すときに、相電流の和の加算値が略零で、一方の通電系統のインバータ動作を停止させた後も略零を維持する場合には、両通電系統の短絡故障の発生を診断することができる。

[0076] 一方、図8に示すように、一方の通電系統に異常が発生し、他方の通電系統が正常である場合、異常が発生している通電系統のインバータ動作を停止する前の状態では、加算値は零からずれ、異常が発生している通電系統のインバータ動作を停止することで加算値は零に戻るようになる。

従って、一方の通電系統のインバータ動作を相電流の和の異常に基づき停止させた後、異常検出カウンタが所定値C1にまでカウントアップされるま

での所定期間が経過したときに、他方の通電系統の相電流の和が正常値を示す場合において、前記一方の通電系統のインバータ動作を停止させる前での加算値が零付近である場合は両通電系統間での短絡故障であると判定でき、前記一方の通電系統のインバータ動作を停止させる前での加算値が零でない場合は前記一方の通電系統の個別故障であると判定することができる。

[0077] また、図6の両通電系統間での短絡故障の場合と、図10の両通電系統それぞれの個別故障の場合とを比較すると、一方の通電系統のインバータ動作を相電流の和の異常に基づき停止させる前において、双方の故障モードで両通電系統の相電流の和はそれぞれ異常値を示す。

しかし、両通電系統間での短絡故障モードでは、異常値を示す相電流の和の加算値は零付近になるのに対し、両通電系統の個別故障モードでは、異常値を示す相電流の和の加算値は零付近にならない場合があり、異常値を示す相電流の和の加算値が零付近であるときに両通電系統間での短絡故障を判定できる。

[0078] 更に、一方の通電系統のインバータ動作を相電流の和の異常に基づき停止させる前において、両通電系統の相電流の和が共に異常値を示す場合に、一方の動作停止後異常検出カウンタが所定値C1にまでカウントアップされるまでの所定期間が経過しても、他方の通電系統の相電流の和が継続して異常値を示せば、両通電系統が共に個別故障状態であると判定することができる。

[0079] 以上、好ましい実施形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば種々の変形態様を採り得ることは自明である。

本発明に係るモータ制御装置は、3相巻線U、V、Wがスター結線される電動モータ130の他、3相巻線U、V、Wがデルタ結線又は三角結線と称される結線構造で結線される電動モータにも適用できる。

[0080] 図11は、3相巻線U、V、Wがデルタ結線される電動モータにおける電流センサ301の配置を例示する。図11に示す例では、インバータ1A、

1 Bの出力点とデルタ結線される3相巻線U、V、Wの接続点との間に電流センサ301U、301V、301Wが配置される。

また、3相巻線U、V、Wからなる巻線組を3個以上備え、それぞれの巻線組を駆動するインバータを3個以上備える装置においても、本発明に係るモータ制御装置を適用することができる。

[0081] また、本発明に係る制御装置を適用するモータは、車両用の電動パワーステアリング装置において操舵補助力を発生する電動モータに限定されるものではなく、エンジンの可変動弁機構のアクチュエータとしてのモータや、ポンプ駆動に用いられるモータなどの種々のモータに適用できる。

また、複数の通電システムのいずれかに故障が発生したときに、モータを使用する電動パワーステアリング装置の異常を、ランプ、ブザーなどの警告装置を作動させて車両の運転者に知らせることができる。

符号の説明

[0082] 1A…第1インバータ、1B…第2インバータ、2A…第1巻線組、2B…第2巻線組、4…出力電圧演算部、5…モータ回転演算部、6…目標アシストトルク演算部、7A…第1出力デューティ演算部、7B…第2出力デューティ演算部、8A…第1の2相3相変換部、8B…第2の2相3相変換部、9A…第1デッドタイム補償部、9B…第2デッドタイム補償部、11…3相2相変換部、12…インバータ出力ON/OFF判定部、13A…第1通電系統ON/OFF部、13B…第2通電系統ON/OFF部、130…電動モータ、150…電子制御ユニット、301UA、301VA、301WA、301UB、301VB、301WB…電流センサ、302…マイクロコンピュータ、304A、304B…電源リレー、307…電圧モニタ回路、UHA、VHA、WHA、UHB、VHB、WHB…高電位側スイッチング素子、ULA、VLA、WLA、ULB、VLB、WLB…低電位側スイッチング素子

請求の範囲

- [請求項1] 複数の相に対応する巻線から構成される巻線組と、前記巻線組の各相に電流を出力するインバータとを含む通電系統を複数備えたモータ制御装置であって、
- 前記複数の通電系統それぞれについて異常の有無を検出し、異常の発生を検出した通電系統のインバータの作動を停止する第1制御部と、
- 前記第1制御部によって前記複数の通電系統のうちの1つの通電系統のインバータの作動が停止されてから所定期間内であるか否かを検出し、前記所定期間内で異常の発生が検出された他の通電系統のインバータの作動を継続させる第2制御部と、
- を含む、モータ制御装置。
- [請求項2] 前記第1制御部は、前記巻線組の巻線それぞれに流れる電流の検出値を読み込み、電流の検出値の和が所定範囲を外れた巻線組を含む通電系統について異常の発生を検出する、請求項1記載のモータ制御装置。
- [請求項3] 前記第2制御部は、前記所定期間内において前記第1制御部における他の通電系統についての異常発生の検出を無効とする、請求項1記載のモータ制御装置。
- [請求項4] 前記第1制御部は、前記所定期間が経過してから異常が検出された通電系統についてインバータの作動を停止する、請求項3記載のモータ制御装置。
- [請求項5] 前記巻線組の巻線それぞれに流れる電流の検出値を読み込むと共に前記第1制御部によるインバータの作動停止指令を入力し、
- 各相の電流の和が所定範囲を外れる異常が複数の通電系統で発生し、異常が発生した複数の通電系統のうちの1つについてインバータの作動を停止することで他の通電系統における各相の電流の和が正常に戻ったときに、異常が発生した複数の通電系統間における短絡の発生

を検出する第3制御部を更に含む、請求項3記載のモータ制御装置。

[請求項6] 前記巻線組の巻線それぞれに流れる電流の検出値を読み込み、
各相の電流の和が所定範囲を外れる異常が複数の通電システムで発生し、異常が発生した複数の通電システムそれぞれにおける各相の電流の和を加算した値が所定範囲内であるときに、異常が発生した複数の通電システム間における短絡の発生を検出する第4制御部を更に含む、請求項3記載のモータ制御装置。

[請求項7] 前記巻線組の巻線それぞれに流れる電流の検出値を読み込むと共に前記第1制御部によるインバータの作動停止指令を入力し、
各相の電流の和が所定範囲を外れる異常が複数の通電システムで発生し、異常が発生した複数の通電システムのうちの1つについてインバータの作動を停止しても他の通電システムにおける各相の電流の和が正常に戻らないときに、複数の通電システムで個別の異常が発生したことを検出する第5制御部を更に含む、請求項3記載のモータ制御装置。

[請求項8] 前記第2制御部における前記所定期間は、前記インバータの作動を停止させる処理を行ってから各相の電流が安定するまでの時間に基づく期間である、請求項1記載のモータ制御装置。

[請求項9] 前記第1制御部は、前記巻線組の巻線それぞれに流れる電流の検出値を読み込み、読み込んだ電流の検出値に基づき異常の有無を検出する、請求項1記載のモータ制御装置。

[請求項10] 前記インバータの出力部それぞれに各相の電流を検出する電流検出器を備えた、請求項9記載のモータ制御装置。

[請求項11] 前記第1制御部は、異常の発生を検出した通電システムのインバータの作動を停止させ、作動を停止させたインバータと電源との間に配置された電源リレーをオンに保持する、請求項1記載のモータ制御装置。

[請求項12] 前記複数の通電システムとして第1通電システムと第2通電システムとの2つの通電システムを備え、

前記第1制御部は、前記第1通電システムが正常であるときに前記第2

通電系統について異常の有無の検出を行うと共に、前記第 1 通電系統のインバータの作動を停止させてから前記所定期間が経過しているときに前記第 2 通電系統について異常の有無の検出を行う、請求項 1 記載のモータ制御装置。

[請求項13] 前記第 1 制御部は、前記巻線組の巻線それぞれに流れる電流の検出値を通電系統毎に読み込み、各相の電流の和の絶対値が所定値（所定値 >0 ）よりも大きい状態が所定時間継続した通電系統について異常の発生を検出する、請求項 1 記載のモータ制御装置。

[請求項14] 前記複数の通電系統として第 1 通電系統と第 2 通電系統との 2 つの通電系統を備え、

前記第 1 制御部によるインバータの作動停止指令及び前記第 2 制御部によるインバータの作動継続指令を入力し、前記第 1 通電系統と前記第 2 通電系統とのいずれか一方のインバータの作動が停止され、他方のインバータの作動が継続されるときに、前記他方のインバータを含む通電系統における目標モータトルクを前記一方のインバータの作動が停止される前よりも増大させる第 6 制御部を更に備えた、請求項 1 記載のモータ制御装置。

[請求項15] 複数の相に対応する巻線から構成される巻線組と、前記巻線組の各相に電流を出力するインバータとを含む通電系統を複数備えたモータの制御方法であって、

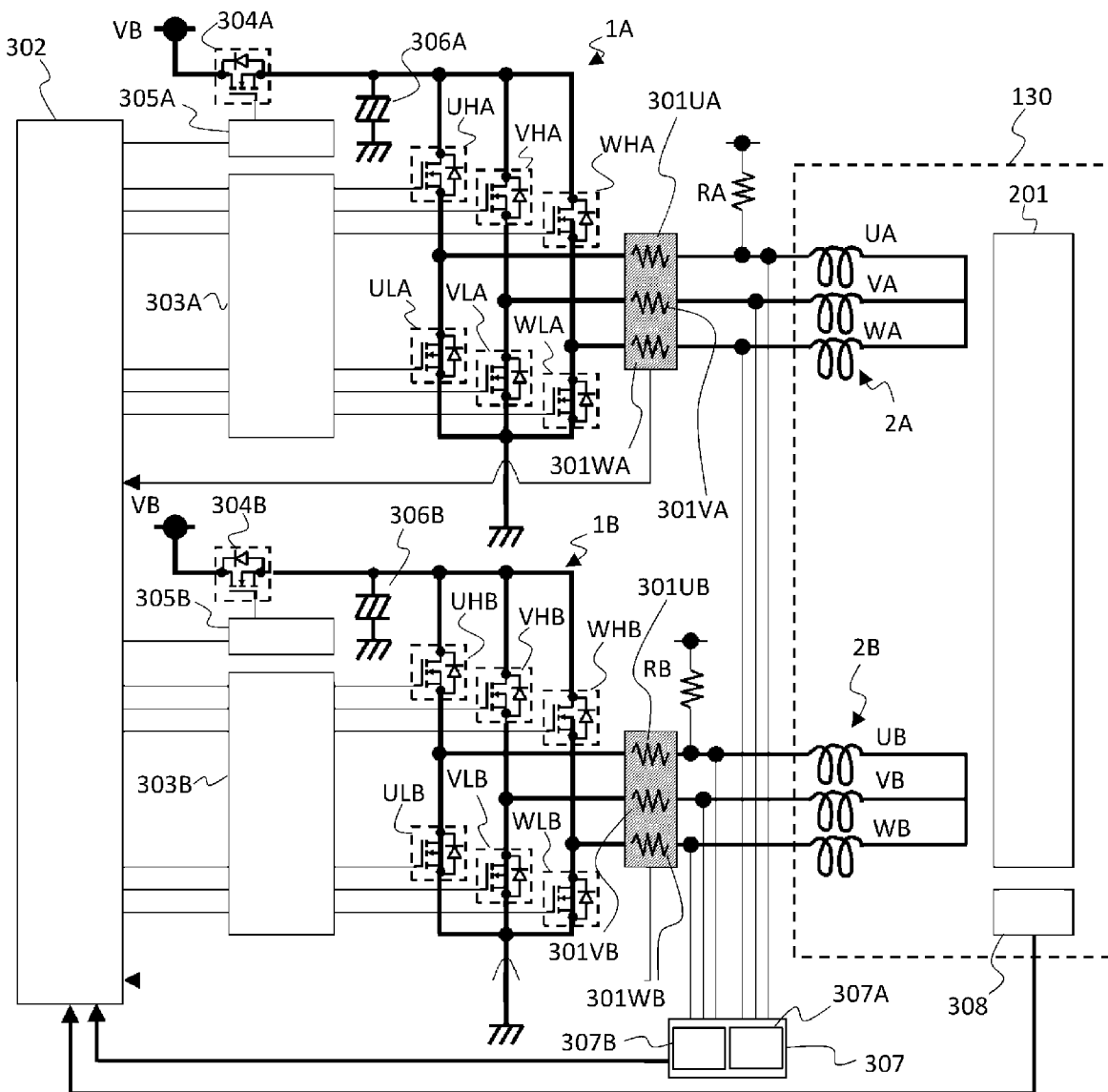
前記複数の通電系統それぞれについて異常の有無を検出するステップと、

異常の発生が検出された通電系統のインバータの作動を停止するステップと、

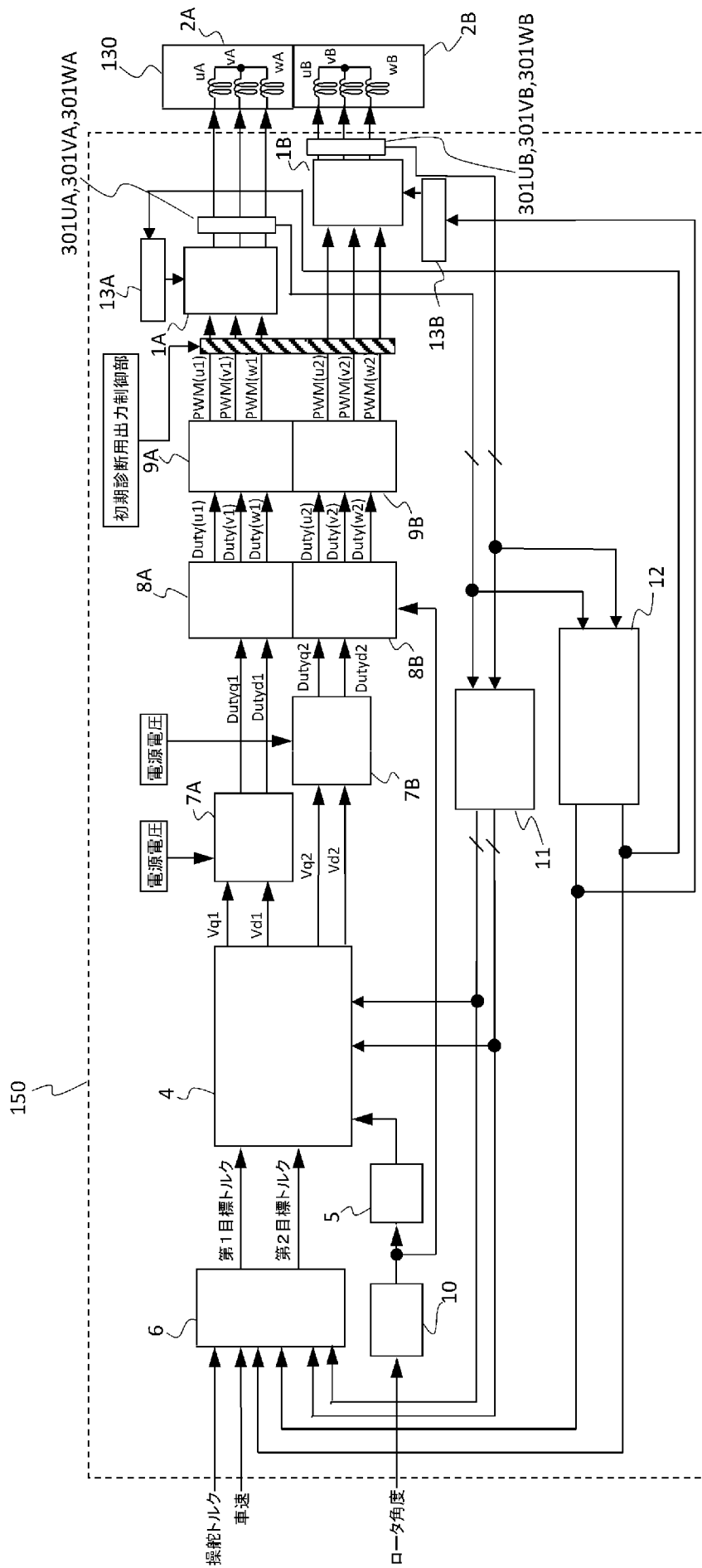
前記インバータの作動が停止されてから所定期間内であるときに異常の発生が検出された他の通電系統のインバータの作動を継続させるステップと、

を含む、モータの制御方法。

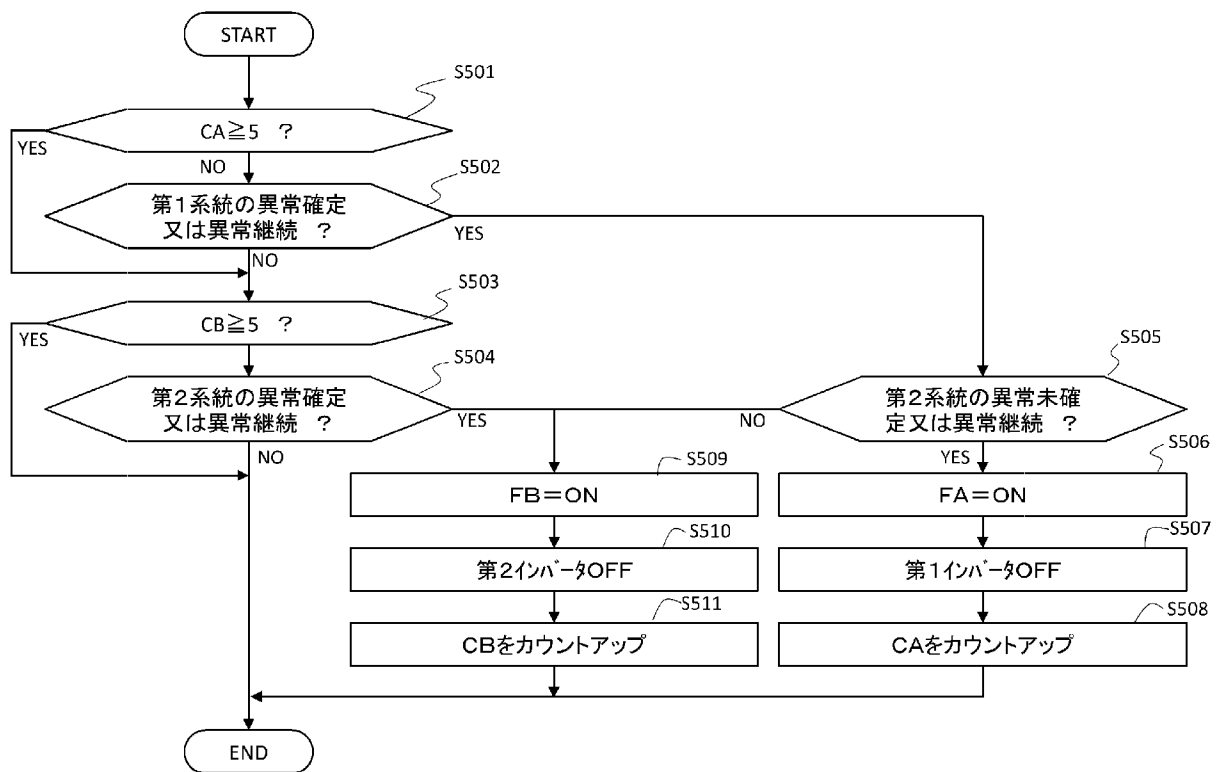
[図2]



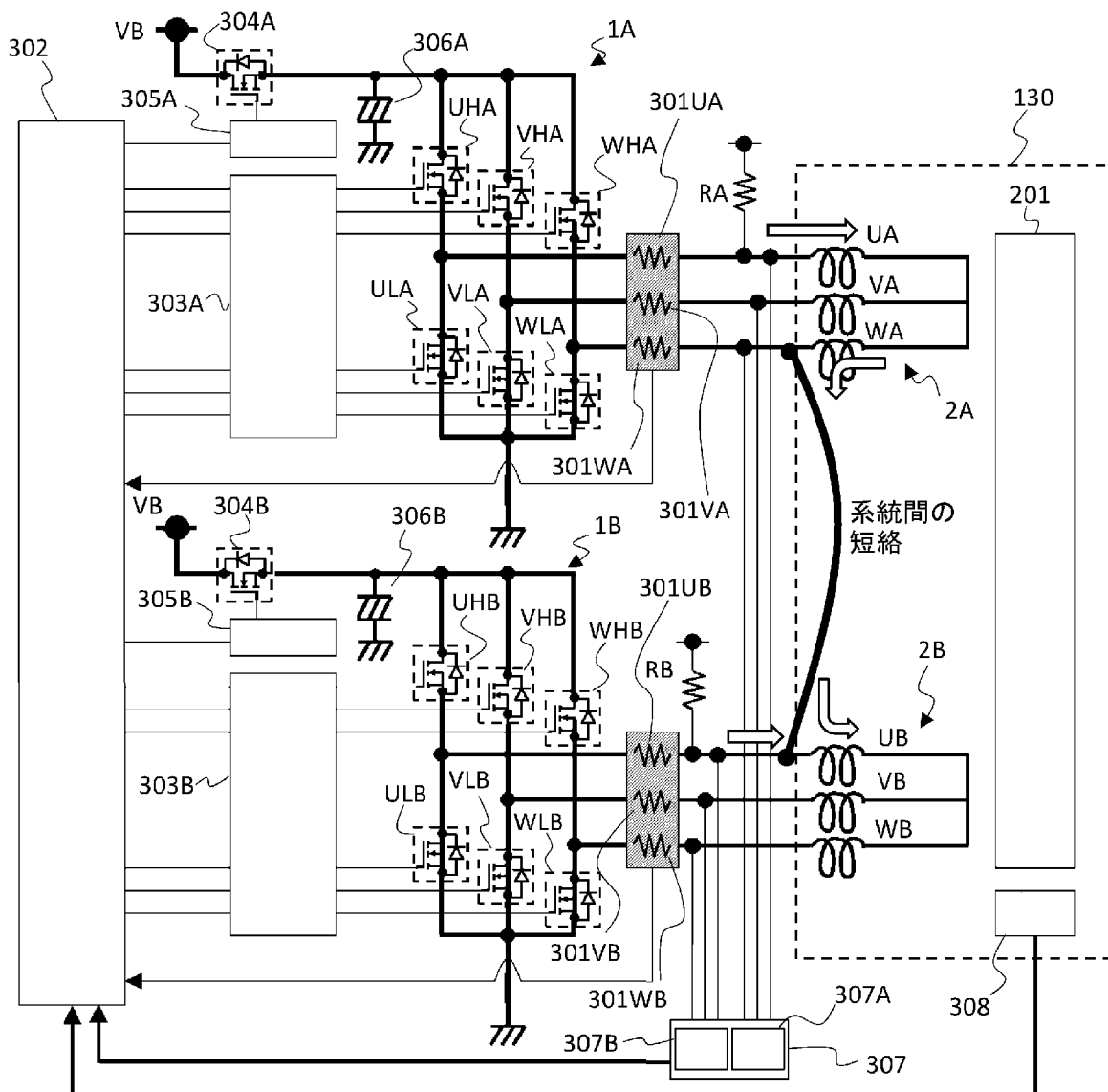
[図3]



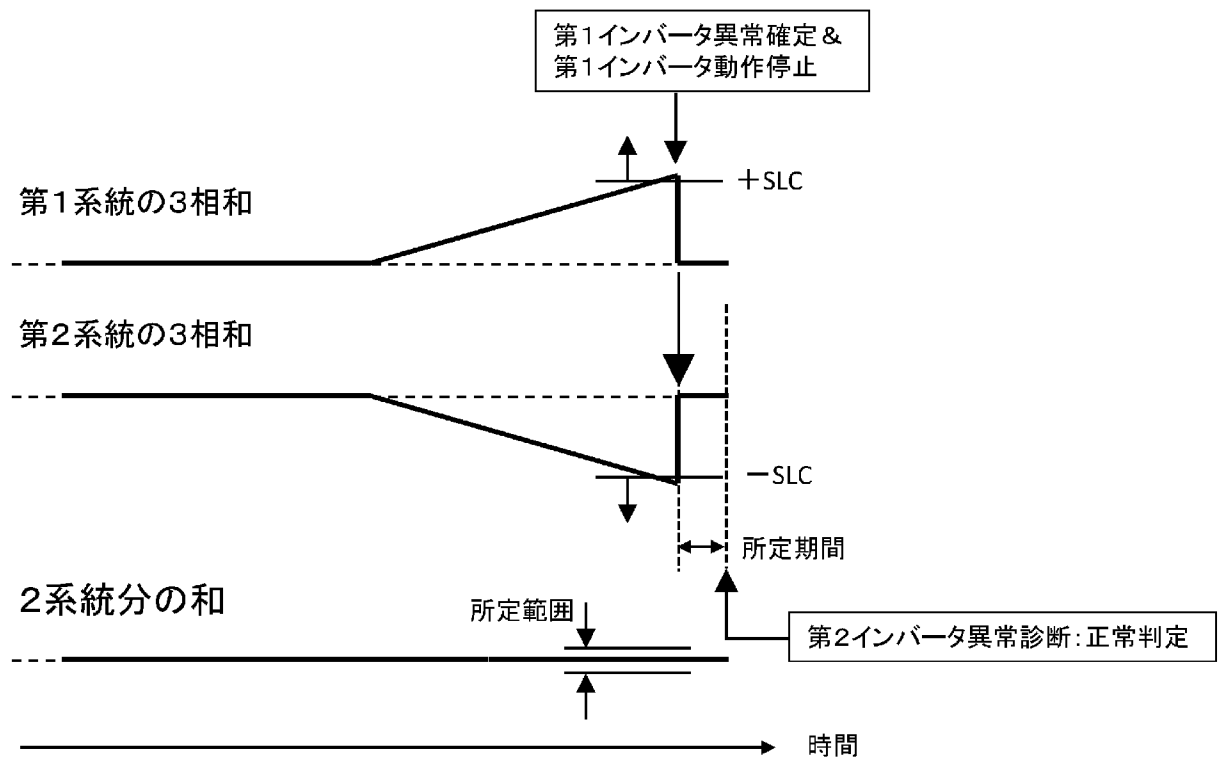
[図4]



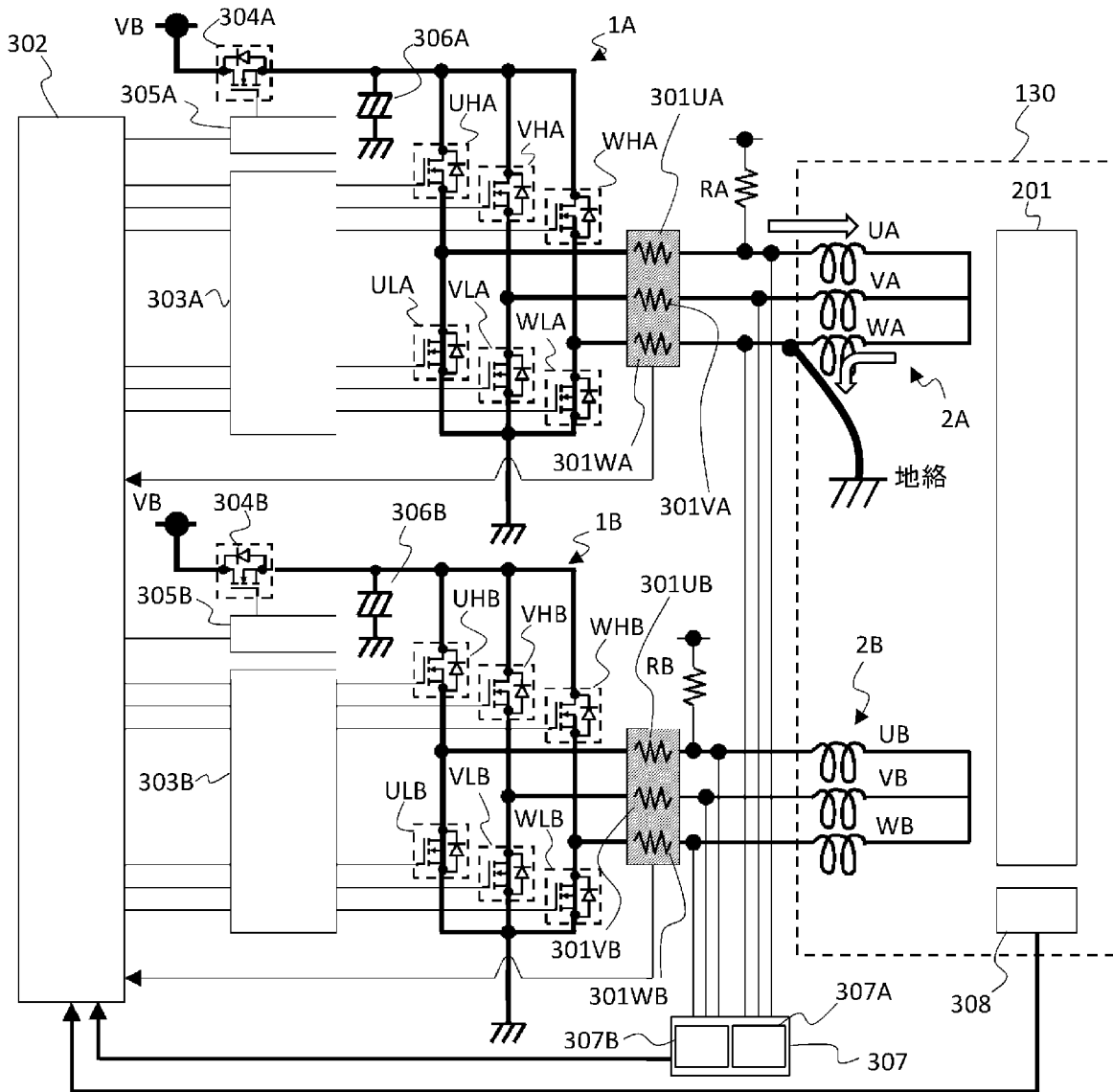
[図5]



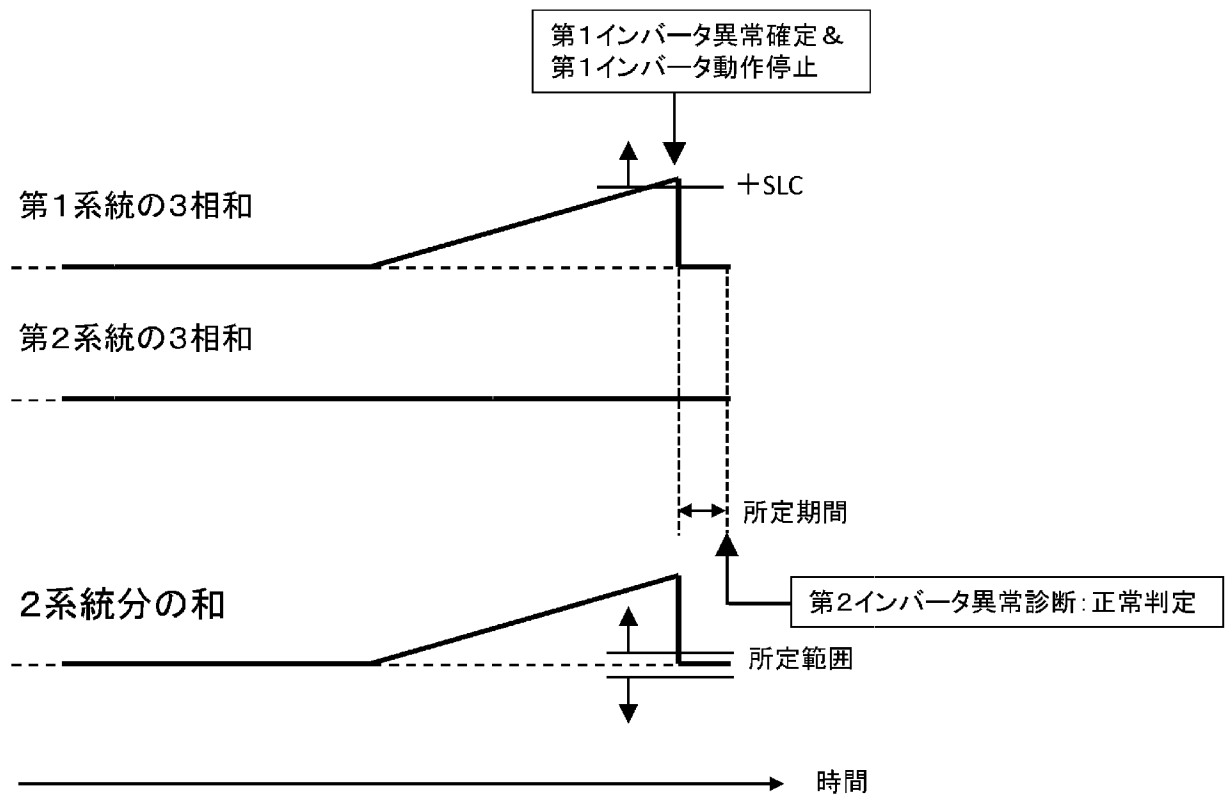
[図6]

系統間短絡時

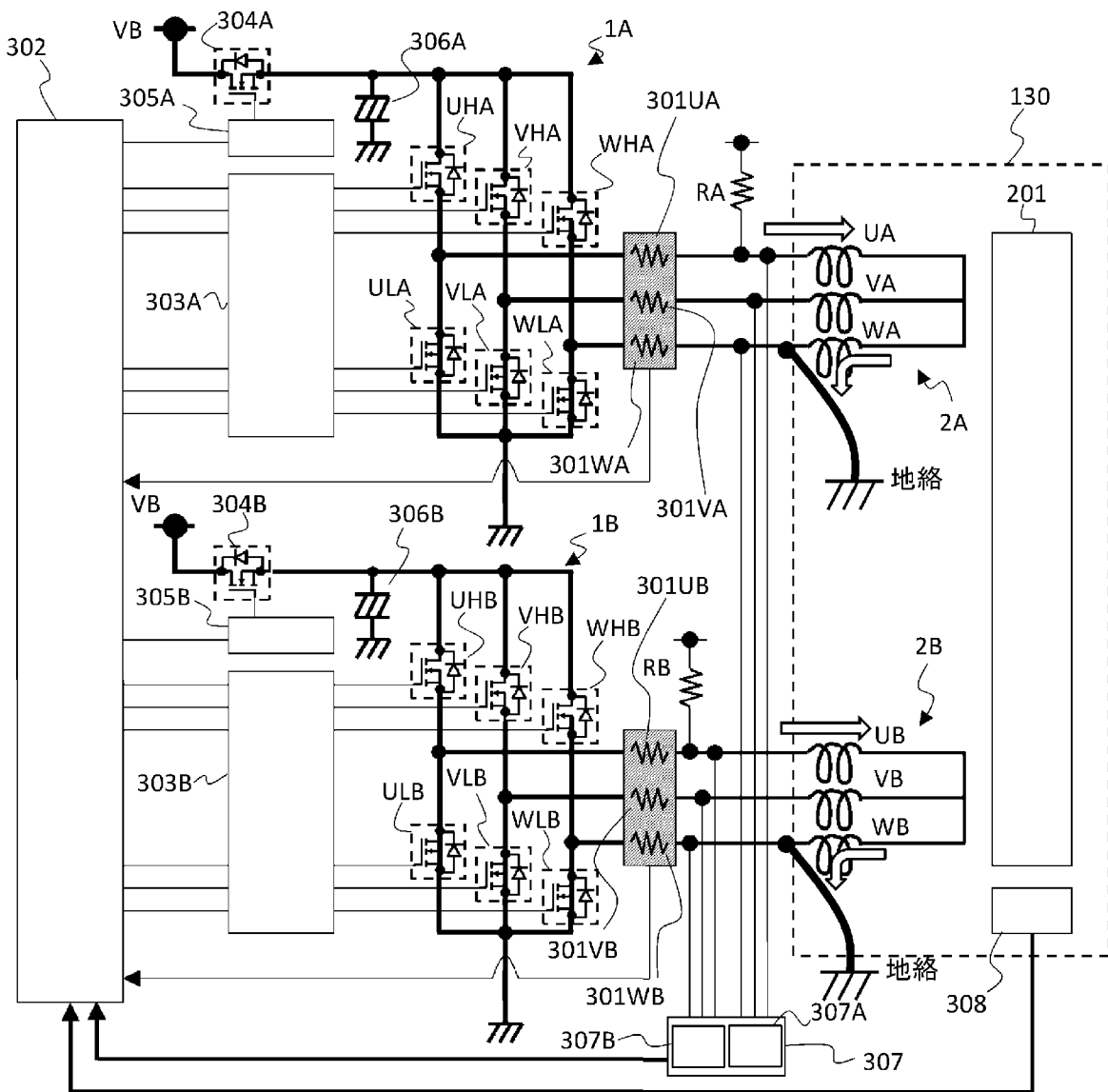
[図7]



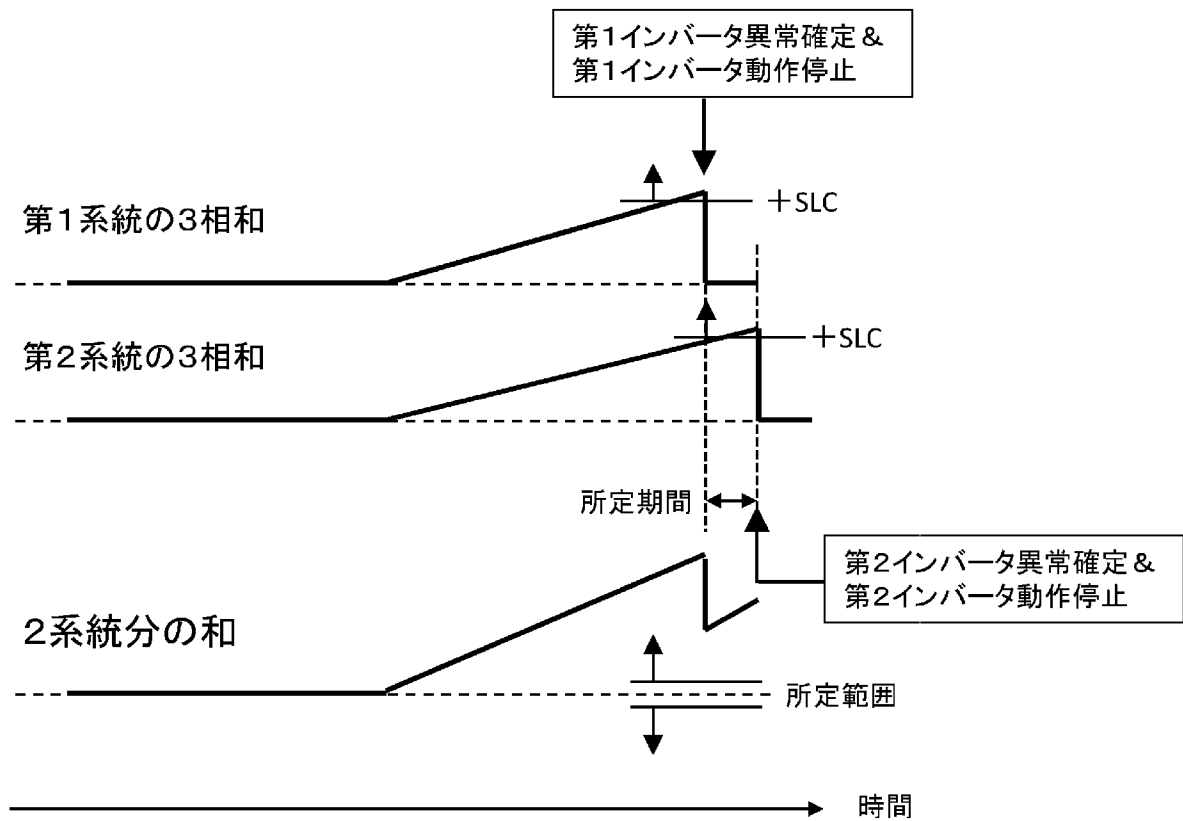
[図8]

1系統の故障時(地絡等)

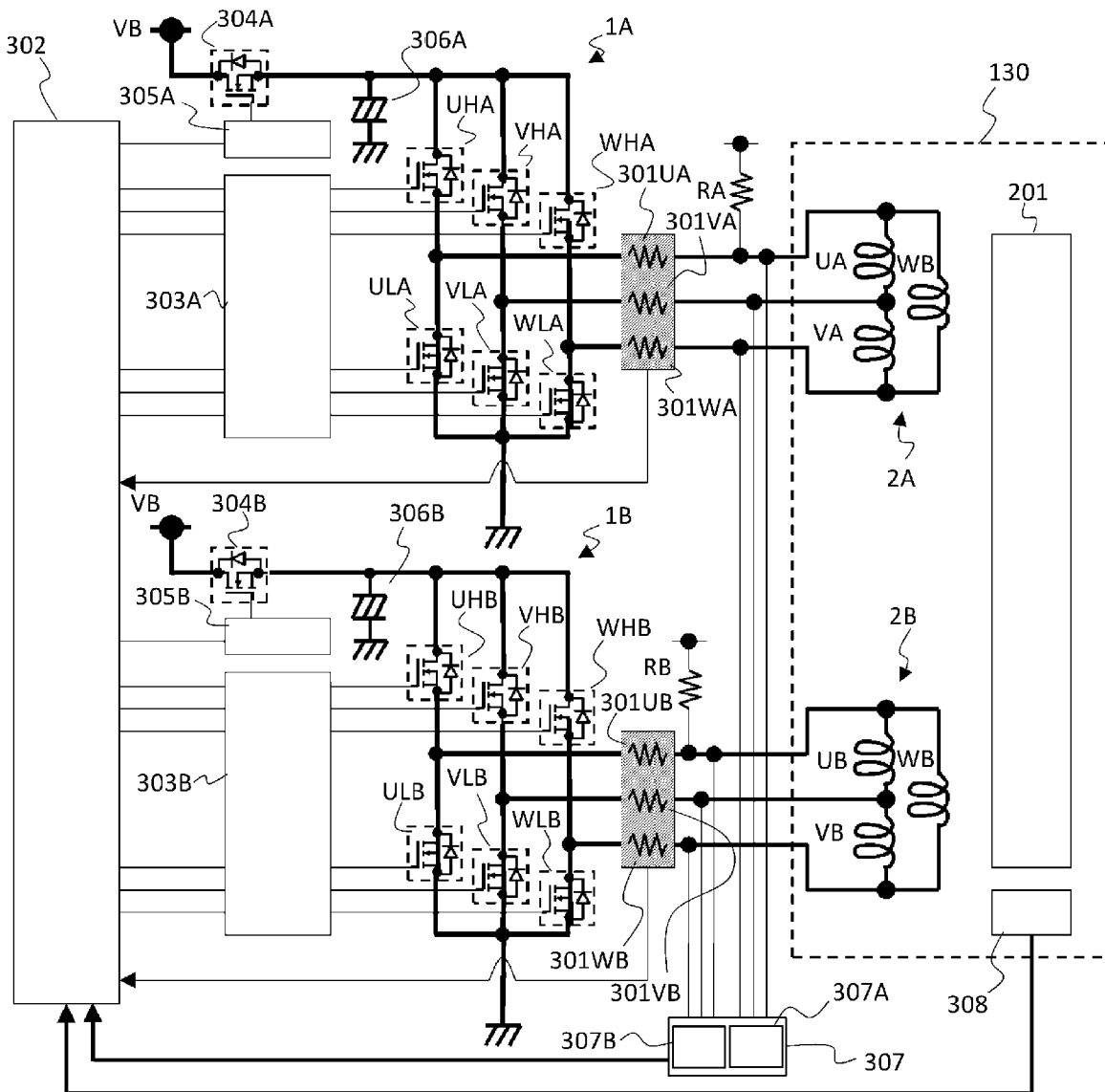
[図9]



[図10]

2系統が個別に故障した場合

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051553

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P27/06(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

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2013-79027 A (Denso Corp.), 02 May 2013 (02.05.2013), claim 4; paragraph [0037]; fig. 2, 4 & US 2013/0090809 A1	1-15
A	JP 2013-165541 A (Denso Corp.), 22 August 2013 (22.08.2013), claim 2 & US 2013/0207586 A1 & CN 103248317 A	1-15
A	JP 2013-162680 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 August 2013 (19.08.2013), entire text; all drawings & US 2013/0200827 A1 & DE 102012221536 A1	1-15

☒ 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
23 March 2015 (23.03.15)

Date of mailing of the international search report
31 March 2015 (31.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051553

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-135692 A (Denso Corp.), 07 July 2011 (07.07.2011), entire text; all drawings & US 2011/0156626 A1 & DE 102010061501 A1	1-15

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

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

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 2013-79027 A（株式会社デンソー） 2013.05.02, 請求項 4, 段落【0037】, 図 2, 4 & US 2013/0090809 A1	1-15
A	JP 2013-165541 A（株式会社デンソー） 2013.08.22, 請求項 2 & US 2013/0207586 A1 & CN 103248317 A	1-15
A	JP 2013-162680 A（三菱電機株式会社） 2013.08.19, 全文, 全図 & US 2013/0200827 A1 & DE 102012221536 A1	1-15

☒ 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

2 3 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 3 . 2 0 1 5

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）

マキロイ 寛済

3 V

4 0 3 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

C (続き) . 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 2011-135692 A (株式会社デンソー) 2011.07.07, 全文, 全図 & US 2011/0156626 A1 & DE 102010061501 A1	1-15