

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-93724  
(P2018-93724A)

(43) 公開日 平成30年6月14日(2018.6.14)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO2P	29/024	(2016.01)	HO2P	29/024				5H125
B60L	3/00	(2006.01)	B60L	3/00		C		5H501
B60L	9/24	(2006.01)	B60L	9/24		A		5H505
HO2P	27/08	(2006.01)	HO2P	27/08				5H572
HO2P	5/46	(2006.01)	HO2P	5/46		J		

審査請求 有 請求項の数 7 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2018-6670 (P2018-6670)  
 (22) 出願日 平成30年1月18日 (2018.1.18)  
 (62) 分割の表示 特願2015-530884 (P2015-530884) の分割  
 原出願日 平成26年8月4日 (2014.8.4)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-164539 (P2013-164539)  
 (32) 優先日 平成25年8月7日 (2013.8.7)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (71) 出願人 598076591  
 東芝インフラシステムズ株式会社  
 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34  
 (74) 代理人 100091982  
 弁理士 永井 浩之  
 (74) 代理人 100091487  
 弁理士 中村 行孝  
 (74) 代理人 100082991  
 弁理士 佐藤 泰和  
 (74) 代理人 100105153  
 弁理士 朝倉 悟

最終頁に続く

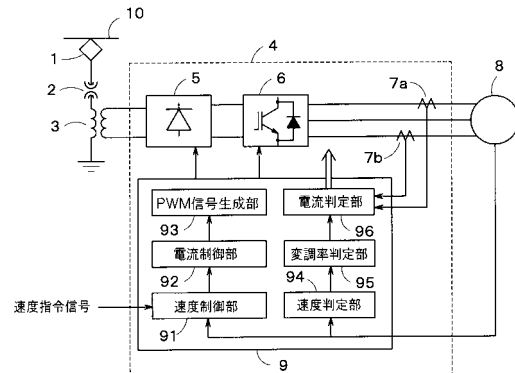
(54) 【発明の名称】 車両用制御装置及び鉄道車両

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 低速度域における異常の発生を速やかに検知することができる車両用制御装置及びこれを備えた鉄道車両を提供すること。

【解決手段】 車両用制御装置4は、直流電力を3相の交流電力に変換し、車両を駆動するモータ8に供給するインバータ6を備える。検出器7a、7bは、インバータ6とモータ8との間の電流値を検出する。制御部9は、検出器7a、7bが検出した電流値、速度指令信号、及びモータ8のロータ周波数に基づき、インバータ6をPWM制御する。制御部9は、ロータ周波数が所定値以下で、PWM変調率が所定値以上である場合に、異常が発生したと判定する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

直流電力を 3 相の交流電力に変換し、車両を駆動するモータに供給するインバータと、  
 前記インバータと前記モータとの間の電流値を検出する検出器と、  
 前記検出器が検出した電流値、速度指令信号、及び前記モータのロータ周波数に基づき、  
 前記インバータを P W M 制御する制御部と、  
 を備え、  
 前記制御部は、  
前記車両の速度が低速度域であるか否かを判定する速度判定部と、  
前記速度判定部が、前記車両の速度が低速度域であると判定したとき、P W M 変調率が  
所定値より大きいか否かを判定する変調率判定部とを有し、  
前記車両の速度が低速度域であり、かつ、P W M 変調率が所定値より大きいとき、異常  
が発生したと判定することを特徴とする車両用制御装置。

10

## 【請求項 2】

前記制御部は、異常が発生したと判定した際に、前記検出器が検出した電流値が所定値未満である場合、欠相による異常であると判定することを特徴とする請求項 1 に記載の車両用制御装置。

## 【請求項 3】

前記インバータは、前記 3 相の交流電力を、車両を駆動する第 1 モータ及び第 2 モータに供給することを特徴とする請求項 1 に記載の車両用制御装置。

20

## 【請求項 4】

前記インバータと前記第 1 モータ及び第 2 モータとを接続する配線は、分岐点において第 1 配線及び第 2 配線に分岐し、前記第 1 配線は前記第 1 モータに接続され、前記第 2 配線は前記第 2 モータに接続され、

前記検出器は、前記第 1 配線に設けられた第 1 の検出器と前記第 2 配線に設けられた第 2 の検出器とで構成されることを特徴とする請求項 3 に記載の車両用制御装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 の検出器が検出した電流値、前記第 2 の検出器が検出した電流値、または、前記第 1 の検出器および第 2 の検出器が検出した 2 つの電流値の和が所定の閾値未満である場合、前記制御部は、前記欠相による異常であると判定することを特徴とする請求項 4 に記載の車両用制御装置。

30

## 【請求項 6】

請求項 1 に記載の車両用制御装置と、  
 前記インバータから前記 3 相の交流電力が供給されるモータと、  
 を備える鉄道車両。

## 【請求項 7】

請求項 3 に記載の車両用制御装置と、  
 前記インバータから前記 3 相の交流電力が供給される第 1 のモータおよび第 2 のモータと、  
 を備える鉄道車両。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の実施形態は、車両用制御装置及び鉄道車両に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

鉄道車両には、車両を駆動するモータと、架線から電力を受け取り、必要な電圧・電流に変換してモータに供給する車両用制御装置とが設けられている。車両用制御装置における電圧・電流の変換は主にインバータ装置により行われる。例えば、インバータ装置から出力される 3 相交流がモータに供給される。

50

## 【 0 0 0 3 】

インバータ装置を駆動するための指令線の断線や、インバータ装置の出力である3相交流の欠相等の異常が発生した場合、モータを正常に駆動させることができない。そのため、欠相等の異常を速やかに、特に車両の低速度域において、検知することが求められている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特許第 2 9 8 0 6 9 8 号 公 報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

本発明が解決しようとする課題は、低速度域における異常の発生を速やかに検知することができる車両用制御装置及びこれを備えた鉄道車両を提供することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 6 】

実施形態の車両用制御装置は、直流電力を3相の交流電力に変換し、車両を駆動するモータに供給するインバータを備える。検出器は、インバータとモータとの間の電流値を検出する。制御部は、検出器が検出した電流値、速度指令信号、及びモータのロータ周波数に基づき、インバータをPWM制御する。制御部は、車両の速度が低速度域であるか否かを判定する速度判定部と、速度判定部が、車両の速度が低速度域であると判定したとき、PWM変調率が所定値より大きいか否かを判定する変調率判定部とを有し、車両の速度が低速度域であり、かつ、PWM変調率が所定値より大きいとき、異常が発生したと判定する。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 本実施形態に係る車両用制御装置の概略構成図である。

【 図 2 】 ロータ周波数  $f$  とモータ電圧  $V$  との関係を示すグラフである。

【 図 3 】 ロータ周波数  $f$  と変調率との関係を示すグラフである。

【 図 4 】 異常発生時のロータ周波数  $f$  と変調率との関係を示すグラフである。

【 図 5 】 本実施形態に係る異常検知方法を説明するフローチャートである。

【 図 6 】 変形例による車両用制御装置の概略構成図である。

【 図 7 】 変形例による車両用制御装置の概略構成図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 0 8 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## 【 0 0 0 9 】

図 1 は、本実施形態に係る車両用制御装置の概略構成を示している。車両用制御装置 4 は、コンバータ 5、インバータ 6、及びコントローラ（制御部）9を備えている。コントローラ 9 は車両用制御装置 4 の外部に設けることも可能である。図 1 に示すように、交流架線 10 からパンタグラフ 1 を介して集電された交流電力が、断流器（VCB：Vacuum Circuit Breaker）2、メイントランス 3 を通してコンバータ 5 に取り込まれる。

## 【 0 0 1 0 】

コンバータ 5 は、取り込んだ交流電力を、直流電力に変換して出力する。コンバータ 5 は、例えば PWM（Pulse Width Modulation：パルス幅変調）コンバータであり、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor：絶縁ゲートバイポーラトランジスタ）等の半導体スイッチング素子や、半導体スイッチング素子に並列に接続されたダイオード又はクランプダイオード等を内蔵している。半導体スイッチング素子のオン/オフはコントローラ 9 により制御される。

## 【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

インバータ 6 は、コンバータ 5 から出力された直流電力を交流電力に変換し、位相が相互に  $120^\circ$  ずれた U 相、V 相、W 相の 3 相交流を生成する。インバータ 6 は、IGBT 等の半導体スイッチング素子や、半導体スイッチング素子に並列に接続されたダイオード又はクランプダイオード等を内蔵する V V V F (Variable Voltage Variable Frequency) インバータである。インバータ 6 の半導体スイッチング素子は、コントローラ 9 から出力されたゲート信号によりオン/オフ動作する。すなわち、コントローラ 9 は、コンバータ 5 から出力された直流電力に対して、PWM 方式による変調が行われるようインバータ 6 の半導体スイッチング素子を制御する。

【0012】

インバータ 6 は、生成した 3 相交流をモータ (3 相誘導電動機) 8 に供給し、鉄道車両を駆動制御する。モータ 8 は、そのロータ (図示せず) が歯車などを介して駆動用車輪の車軸と接続されるか、またはロータが駆動用車輪の車軸と直接接続されて、鉄道車両を駆動する。また、ロータの角度 (位置) を検出するロータリーエンコーダ等の角度検出手段 (図示せず) が設けられており、コントローラ 9 は、角度検出手段から検出結果を取得する。コントローラ 9 は、角度検出手段の検出結果に基づいてロータ周波数 (モータ速度) を算出することができる。

10

【0013】

図 1 に示すように、インバータ 6 から出力される 3 相電流のうちの 2 相の相電流値を検出する電流検出器 7 a、7 b が設けられている。コントローラ 9 は、電流検出器 7 a、7 b が検出した電流値を取得する。3 相交流では、2 相の電流値を加算して符号を逆にしたものが、残りの 1 相の電流値となる。そのため、電流検出器 7 a、7 b が検出した電流値から、電流検出器 7 a、7 b の設けられていない相の相電流を求めることができる。

20

【0014】

コントローラ 9 は、速度指令信号と現在のモータ速度とを比較して加速/減速の指令を生成する速度制御部 9 1、速度制御部 9 1 から指令と電流検出器 7 a、7 b で検出された電流値から求めた現在のモータ電流とを用いて電流指令値を生成する電流制御部 9 2、及び電流指令値に対応するモータ電流が流れるように PWM 信号を生成してインバータ 6 へ送信する PWM 信号生成部 9 3 を有する。インバータ 6 の半導体スイッチング素子は PWM 信号に基づいてオン・オフ動作する。また、PWM 信号生成部 9 3 は、コンバータ 5 の半導体スイッチング素子をオン・オフ動作させる PWM 信号を生成して、コンバータ 5

30

【0015】

また、図 1 に示すように、コントローラ 9 は、車両速度が所定値以下の低速度域にあるか否かを判定する速度判定部 9 4、及びインバータ 6 の PWM 変調率 (PWM のパルス幅の割合) が所定値より大きいか否かを判定する変調率判定部 9 5、及び電流判定部 9 6 を有する。例えば、速度判定部 9 4 は、ロータ周波数が所定値未満の場合、車両速度が低速度域にあり、所定値以上の場合、車両速度は低速度域にないと判定する。PWM 変調率 (以下、単に「変調率」とも称する) については後述する。

【0016】

図 2 は、通常時 (異常が発生していない時) のロータ周波数  $f$  とモータ電圧  $V$  との関係を示すグラフである。図 2 に示すように、V V V F インバータのベクトル制御では、所定の周波数 (図中、周波数  $f_1$ ) 以下の範囲では、ロータ周波数  $f$  とモータ電圧  $V$  とは比例関係にある。そして、ロータ周波数  $f$  が周波数  $f_1$  以上となると、モータ電圧  $V$  が電圧  $V_1$  で一定となるように制御される。

40

【0017】

図 3 は、通常時のロータ周波数  $f$  と変調率との関係を示すグラフである。変調率は例えば以下の式で算出することができる。

$$\text{変調率 (\%)} = \text{現在のモータ電圧} / \text{モータ最大電圧}$$

ここでモータ最大電圧は、図 2 の電圧  $V_1$  に相当する。また、現在のモータ電圧は、電流指令値に基づいて算出することができる。

50

## 【 0 0 1 8 】

図 2、図 3 に示すように、モータ電圧  $V$  が一定となるときの、変調率は 100% となる。また、図 3 に示すように、ロータ周波数が低い場合、すなわち車両速度が低い場合、変調率とロータ周波数  $f$  とは比例関係にある。

## 【 0 0 1 9 】

ここで、車両用制御装置 14 に何らかの異常が発生した場合、ロータ周波数  $f$  と変調率との関係は、図 4 に示すグラフ 41 のようになる。比較のため、通常時のロータ周波数  $f$  と変調率との関係を破線 42 で示している。異常が発生し、電流指令値に対応する実電流が流れなくなると、変調率（モータ電圧）を上げて所望の電流が流れるような制御が行われる。そのため、異常発生時は、通常時と比較して、低速度域（ロータ周波数  $f$  が低い領域）において、電流指令値が大きくなる。つまり、現在のモータ電圧が高くなるため、変調率が高くなる。

10

## 【 0 0 2 0 】

そのため、本実施形態では、このような特性を利用して、低速度域において変調率が所定の閾値を超えた場合、コントローラ 9 が車両用制御装置 4 に異常が発生したと判断し、異常発生を報知する。例えば、車両の（通常走行時の）最高速度の 30% 以下を低速度域とみなし、ロータ周波数  $f$  が  $0.3 \times f_1$  に達していない状態で、変調率が 30% を超えた場合、コントローラ 9 は異常が発生したと判断する。

## 【 0 0 2 1 】

このように、変調率を利用することで、低速度域において、異常の発生を速やかに検知することができる。

20

## 【 0 0 2 2 】

さらに、コントローラ 9 は、異常が発生したと判断した後、電流検出器 7a 及び 7b が検出した電流値を用いて、発生した異常が欠相であるか否かを判定することができる。電流検出器 7a が検出した電流値、電流検出器 7b が検出した電流値、または電流検出器 7a 及び 7b が検出した電流値の和が所定の閾値未満である場合、コントローラ 9 は、発生した異常が欠相であると判断する。

## 【 0 0 2 3 】

このような異常及び欠相の検知方法を、図 5 に示すフローチャートを用いて説明する。

## 【 0 0 2 4 】

（ステップ S101）速度判定部 94 により、車両速度が所定値未満であるか否かが判定される。車両速度が所定値未満である場合は、速度判定部 94 は変調率判定部 95 へ判定要求信号を送る（つまり、ステップ S102 へ進む）。車両速度が所定値以上である場合は処理が終了する。本実施形態では、低速度域における異常（欠相）の発生を検知するためである。ここで、車両速度はロータ周波数  $f$ （モータ速度）に置き換えてもよい。

30

## 【 0 0 2 5 】

（ステップ S102）速度判定部 94 からの判定要求信号が入力された変調率判定部 95 は、PWM 変調率が所定値より大きいと判定する。PWM 変調率が所定値より大きい場合は、異常が発生したと判定し、変調率判定部 95 から電流判定部 96 へ電流判定要求信号が出力される（つまり、ステップ S103 へ進む）。PWM 変調率が所定値以下の場合は処理が終了する。なお、異常が発生したとの判定は、PWM 変調率が所定値より大きい状態が一定時間継続することを条件としてもよい。

40

## 【 0 0 2 6 】

（ステップ S103）電流指令値に対応した実電流が流れなくなっているため、装置に何らかの異常が発生したと判定する。

## 【 0 0 2 7 】

（ステップ S104）変調率判定部 95 からの電流判要求頼信号が入力された電流判定部 96 は、電流検出器 7a、7b が検出した電流値を取得する。電流検出器 7a の検出した電流値、電流検出器 7b が検出した電流値、または電流検出器 7a 及び 7b が検出した電流値の和が、電流判定部 96 に予め設定されている所定値未満の場合は、発生した異常

50

は欠相であると判定する（つまり、ステップ S 1 0 5 へ進む）。

【 0 0 2 8 】

（ステップ S 1 0 5）コントローラ 9 の電流判定部 9 6 は、発生した異常は欠相であると判定する。例えば、電流検出器 7 a の検出値が所定値未満である場合、電流検出器 7 a が設けられた配線に断線が生じたと判定される。また、電流検出器 7 b の検出値が所定値未満である場合、電流検出器 7 b が設けられた配線に断線が生じたと判定される。また、電流検出器 7 a 及び 7 b の検出値の和が所定値未満である場合、電流検出器 7 a、7 b が設けられていない配線に断線が生じたと判定される。このとき、必要に応じて外部へ異常発生を出力し、外部表示器で表示を行うことも可能である。

【 0 0 2 9 】

このように、変調率と、電流検出器 7 a、7 b の検出結果を用いることで、車両の低速領域において、欠相の発生を的確に検知することができる。

【 0 0 3 0 】

なお、ステップ S 1 0 4 において、電流検出器 7 a の検出値、電流検出器 7 b の検出値、電流検出器 7 a 及び 7 b の検出値の和が所定値以上の場合は、欠相以外の異常（故障）が発生したと判定される。

【 0 0 3 1 】

図 6 に示すように、2 つのモータ 8 a、8 b を設けた構成にしてもよい。3 相交流が流れる配線は分岐点 1 6 により第 1 配線と第 2 配線とに分岐し、第 1 配線がモータ 8 a に接続され、第 2 配線がモータ 8 b に接続される。図 6 に示す構成では、電流検出器 7 a、7 b が、インバータ 6 と分岐点 1 6 との間に設けられているが、この構成は、分岐点 1 6 とモータ 8 a、8 b との間で欠相が生じた場合、異常が発生したことは検知できるが、どの相で欠相が生じたかを検知することができない。

【 0 0 3 2 】

そのため、図 7 に示すように、2 つのモータ 8 a、8 b を設ける場合は、分岐点 1 6 とモータ 8 a、8 b との間に、それぞれ電流検出器 7 a、7 b を設けることが好ましい。各モータ 8 a、8 b に対応して電流検出器 7 a、7 b を設けることで、どの相で欠相が生じたかを検知することができる。

【 0 0 3 3 】

上記実施形態では、インバータ 6 とモータ 8 との間に流れる 3 相電流のうちの 2 相の相電流を検出する電流検出器 7 a、7 b を設ける例について説明したが、3 つの電流検出器を設け、各相の相電流を検出するようにしてもよい。

【 0 0 3 4 】

上記実施形態では架線 1 0 が交流架線（交流電源）の場合を例として説明したが、架線 1 0 を直流架線（直流電源）としてもよく、その場合、メイントランス 3 やコンバータ 5 を省略し、リアクトル及びコンデンサからなる LC フィルタを設ければよい。

【 0 0 3 5 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

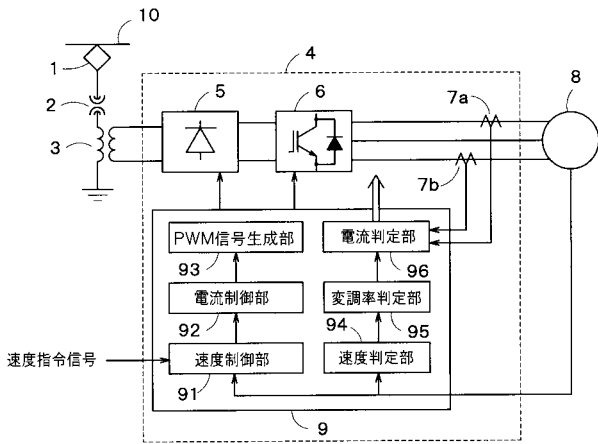
10

20

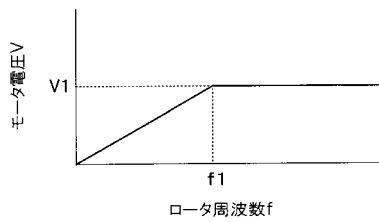
30

40

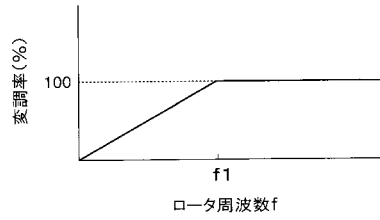
【図1】



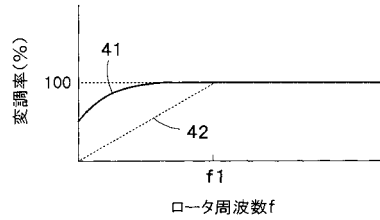
【図2】



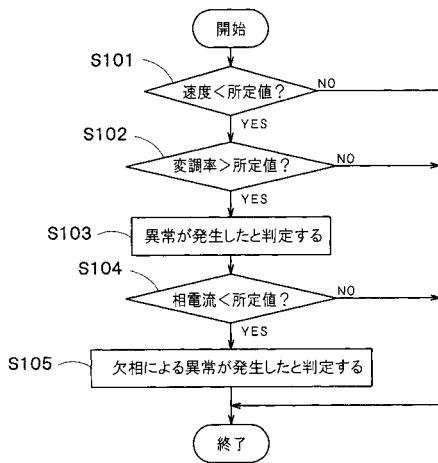
【図3】



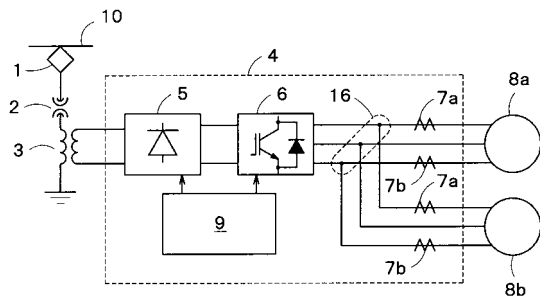
【図4】



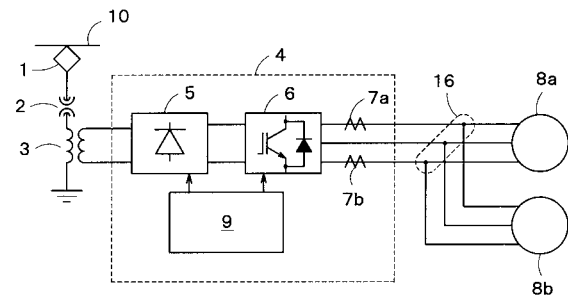
【図5】



【図7】



【図6】



## フロントページの続き

(74)代理人 100107582

弁理士 関根 毅

(74)代理人 100118843

弁理士 赤岡 明

(72)発明者 尾谷 浩昭

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 伊東 正尚

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 5H125 AA05 AC02 BA04 BB02 EE08 EE11 EE12 EE16 EE52

5H501 AA01 BB08 DD03 FF07 GG03 GG05 HA09 HB07 HB16 LL07

LL22 LL52 MM01 MM09

5H505 AA19 DD03 DD05 EE49 FF07 GG02 GG04 HA10 HB01 LL07

LL22 LL55 MM01 MM12

5H572 AA01 BB07 DD03 FF07 GG02 GG04 HA10 HB09 HC08 LL07

LL22 LL46 MM01 MM09