

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6533132号  
(P6533132)

(45) 発行日 令和1年6月19日(2019.6.19)

(24) 登録日 令和1年5月31日(2019.5.31)

(51) Int.Cl.

F 1

B60L 3/00 (2019.01)

B60L 3/00

3/00

C

B60L 3/04 (2006.01)

B60L 3/04

3/04

B

H02P 5/46 (2006.01)

H02P 5/46

5/46

J

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2015-180678 (P2015-180678)

(22) 出願日

平成27年9月14日 (2015.9.14)

(65) 公開番号

特開2017-60215 (P2017-60215A)

(43) 公開日

平成29年3月23日 (2017.3.23)

審査請求日

平成29年12月15日 (2017.12.15)

(73) 特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(73) 特許権者 390021577

東海旅客鉄道株式会社

愛知県名古屋市中村区名駅1丁目1番4号

(74) 代理人 110000062

特許業務法人第一国際特許事務所

(72) 発明者 山口 恒男

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72) 発明者 德島 匠

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電気車の制御装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の誘導電動機を駆動する電力変換器を備えた電気車の制御装置において、

電気車の運転台からのノッチ指令が所定値以下でかつ該電気車の速度が第1の所定値以上及び第2の所定値以下であり、なおかつ、前記速度及び前記ノッチ指令から得られるトルク電流パタンと前記電力変換器から出力される電動機電流の検出値から得られるトルク電流検出値との差から求めるトルク電流A C R操作量が所定の閾値以上となることで、前記複数の誘導電動機の内少なくとも1台の相順が誤配線であることを検知し、

前記所定の閾値は、前記誘導電動機が取り得る最大温度より高い温度の下で、前記ノッチ指令が前記所定値以下でかつ前記速度が前記第1の所定値以上及び前記第2の所定値以下の状態で発生する前記トルク電流A C R操作量に基づいて設定される

ことを特徴とする電気車の制御装置。

## 【請求項 2】

請求項1記載の電気車の制御装置において、

前記ノッチ指令の所定値は、前記電気車が営業線へ移動して走行する前の走行状態で取り得る最大ノッチの値であり、

前記速度の第1の所定値は、前記トルク電流A C R操作量が前記誘導電動機の前記誤配線時に前記所定の閾値となる時点の速度であり、

前記速度の第2の所定値は、前記電気車が営業線へ移動して走行する前の走行状態で定められた最高速度である

ことを特徴とする電気車の制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の電気車の制御装置において、  
前記誤配線を検知すると前記複数の誘導電動機への電源供給を遮断する  
 ことを特徴とする電気車の制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の電気車の制御装置において、  
当該制御装置の主電源が投入されてから前記誤配線が検知される前に、前記速度が前記  
第 2 の所定値を超える場合には前記誤配線の検知を不能とする  
 ことを特徴とする電気車の制御装置。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気車の制御装置に係り、特に電気車駆動用の三相交流誘導電動機への出力線の相順が誤配線された場合に、その誤配線を検知可能とする電気車の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

誘導電動機をベクトル制御する方式のインバータ装置は、検出した電動機電流をトルク電流成分と励磁電流成分とに分離変換し、それぞれが P I 制御等で目標値に収束するよう電動機電流を制御している。 20

【0003】

電気車において、インバータ装置と誘導電動機間の配線は基本的に手作業にて接続を行うことが多い。鉄道事業者や電気車メーカーでは、配線の接続先が記載された図面を使用したり、作業手順や注意事項を記載した作業要領書及び作業チェックシートを図面と併用することにより、配線接続を正しく行うようにしている。また、作業後の確認でもこの図面等を使用することにより誤配線を摘出可能としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2014 - 23282 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

鉄道事業者や電気車メーカーでは、上記の図面や作業要領書、作業チェックシート等を使用して作業不良を防止し誘導電動機の誤配線を発生させないようにしている。しかし、ヒューマンエラーは避けようがなく、それにより誤配線を発生させその後の確認においても誤配線を摘出できなかった場合には、電気車走行時に誤配線のまま駆動される誘導電動機が過熱し焼損する可能性がある。 40

【0006】

誘導電動機を駆動するインバータ装置において、トルク電流目標値（トルク電流パタン）と検出した電動機電流から得られるトルク電流検出値との差から求めるトルク電流（ $I_q$ ） A C R 操作量が、誘導電動機に誤配線があった際に正常配線時よりも大きくなることを利用してその誤配線を検知することができる。なおここで、 A C R は、 A u t o m a t i c C u r r e n t R e g u l a t o r の略である。

【0007】

モータとインバータ間の誤配線を検知する類似の技術として、先行技術文献に掲げた特開 2014 - 23282 号公報（特許文献 1）に記載された技術がある。この公報には、「モータを駆動するインバータと、モータへ入力する入力電流を検出する電流センサと、

10

20

30

40

50

電流センサと前記インバータと接続され、入力電流または運転指令をもとに演算される実際値と指令値を比較し、その比較結果がある一定値以上となる場合に、前記複数台のモータと前記インバータ間に誤配線が生じていることを検知する制御部とを有している」という記載がある。しかし、特許文献1には、モータ延いてはそれを搭載する電気車を保護し安全に走行(運行)させるために、その誤配線の検知を如何に早期にかつ的確に発見し如何なる対策を施すかについての言及がなく実用性に関して課題がある。

#### 【0008】

誘導電動機の保護に関しては、 $I_q A C R$ 操作量が所定の閾値よりも大きくなつた際に誘導電動機への電力供給を遮断することにより、誘導電動機の加熱焼損を回避することが可能となる。

10

一方、配線が正常に接続されれば、誘導電動機は焼損することなく正常に動作することが可能であるから、一度誘導電動機が正常に動作することを確認できれば、次に誘導電動機の配線を接続し直す時まで誤配線の検知は不要となる。

#### 【0009】

以上により、電気車が誘導電動機の配線接続後に初めて起動し高速走行する前に誤配線を検知して、車速が一定速度以上となれば誘導電動機の誤配線の検知は行わない機能を有することにより、誤配線による誘導電動機の焼損を防止できるインバータ装置を提供する。

なお以下では、誘導電動機を、単に電動機として呼称する場合がある。

#### 【課題を解決するための手段】

20

#### 【0010】

本発明は、複数の誘導電動機を駆動する電力変換器を備えた電気車の制御装置において、電気車の運転台からのノッチ指令が所定値以下でかつ電気車の速度が第1の所定値以上及び第2の所定値以下であり、なおかつ、前記速度及び前記ノッチ指令から得られるトルク電流パタンと電力変換器から出力される電動機電流の検出値から得られるトルク電流検出値との差から求めるトルク電流 $A C R$ 操作量が所定の閾値以上となることで、複数の誘導電動機の内少なくとも1台の相順が誤配線であることを検知する。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本発明によれば、複数台の誘導電動機を駆動するベクトル制御方式のインバータ装置を搭載する電気車において、誘導電動機の相順を誤って配線した場合でも、電気車が鉄道事業者の営業線を走行する前に、車両基地内で誘導電動機の誤配線を検知して誘導電動機への電力供給を遮断する。これにより、誘導電動機の過熱焼損を防止すると共に、電気車の乗務員に誘導電動機の誤配線を通知することができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【図1】本発明の実施例に係る電気車の制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施例に係る誘導電動機の誤配線を検知するためのフローチャートを示す図である。

#### 【発明を実施するための形態】

40

#### 【0013】

以下、本発明の実施形態を実施例として、図面を用いて説明する。

#### 【実施例】

#### 【0014】

図1は、本発明の実施例に係る電気車の制御装置の構成を示すブロック図である。

運転台1は、力行ノッチPを出力し、この力行ノッチPを電流指令演算器2及び電動機誤配線判定器5に入力する。

電流指令演算器2は、力行ノッチP及び速度検出器6の出力であるロータ周波数 $f_r$ を入力とし、トルク電流パタン $I_q p$ を出力する。

#### 【0015】

50

トルク電流 A C R 演算器 3 は、トルク電流パタン  $I_{q,p}$  及び電流ベクトル変換器 7 の出力であるトルク電流検出値  $I_{q,f}$  を入力とし、トルク電流  $I_{q}$  及びトルク電流 A C R 操作量  $I_{q,ACR}$  を出力する。

速度検出器 6 は、速度信号発生器 11 の出力である PG 1 ~ PG 4 を入力とし、ロータ周波数  $f_r$  を出力する。なお、ここでは 4 台の速度信号発生器 11 を示したが、これに限定されるものではなく、搭載する複数の誘導電動機に対応した複数台であればよい。

電流ベクトル変換器 7 は、電流検出器 9a、9b、9c から得られる電動機電流検出値  $i_u$ 、 $i_v$ 、 $i_w$  を入力し、トルク電流検出値  $I_{q,f}$  を出力する。

#### 【0016】

ベクトル制御演算器 4 は、トルク電流  $I_{q}$ 、ロータ周波数  $f_r$  及び電動機誤配線判定器 5 の出力である電動機誤配線フラグ MMWW を入力とし、出力電圧指令  $V_p$  を出力する。 10

PWM インバータ 8 では出力電圧指令  $V_p$  が入力され、これにより演算されるゲート信号は主回路を構成するスイッチング素子を動作させる。これにより、直流電源（架線）12 より得られる直流電力が三相交流電力に変換され、その電力は複数の誘導電動機 10 に供給される。

#### 【0017】

複数の誘導電動機 10 の内一つでも誤配線があった場合、誤配線の誘導電動機は電気車の進行方向と反対向きのトルクを出力したまま強制的に電気車の進行方向に回転させられる状態となり、正常時と異なった電動機電流が流れる。この結果、電流ベクトル変換器 7 の出力であるトルク電流検出値  $I_{q,f}$  も正常時とは異なった値を示し、トルク電流パタン  $I_{q,p}$  との差が正常時よりも大きくなる。そうすると、トルク電流パタン  $I_{q,p}$  とトルク電流検出値  $I_{q,f}$  の差が大きいほど、トルク電流 A C R 演算器 3 から出力されるトルク電流 A C R 操作量  $I_{q,ACR}$  が大きくなる。 20

#### 【0018】

電動機誤配線判定器 5 は、力行ノッチ  $P$ 、トルク電流 A C R 操作量  $I_{q,ACR}$  及びロータ周波数  $f_r$  を入力とし、電動機誤配線フラグ MMWW を出力する。電動機誤配線判定器 5 は、その内部にトルク電流 A C R 操作量  $I_{q,ACR}$  と閾値  $D$  との比較部を設け、誘導電動機の誤配線によりトルク電流 A C R 操作量  $I_{q,ACR}$  が閾値  $D$  以上となった場合に、電動機誤配線フラグ MMWW を出力する。ここで、閾値  $D$  は、後述するように、電動機配線を誤配線とみなす場合のトルク電流 A C R 操作量  $I_{q,ACR}$  の値である。 30

#### 【0019】

ベクトル制御演算器 4 は、電動機誤配線フラグ MMWW が入力された場合に、出力電圧指令  $V_p$  の出力を遮断することで、PWM インバータ 8 から誘導電動機 10 への電力供給を遮断する。これにより、誤配線時における誘導電動機 10 の焼損の防止を図ることができる。また、電動機誤配線フラグ MMWW は運転台等に設置されたモニタ装置 13 へも入力され、電気車の乗務員へ誘導電動機の誤配線を通知することができる。

#### 【0020】

電動機誤配線判定器 5 は、誘導電動機の主回路結線作業を行った後、初回の電気車走行（以下、単に「走行」という）時に誘導電動機の誤配線の有無を検知する。すなわち、誘導電動機の誤配線があった場合は、誘導電動機の主回路結線作業を行った後の初回に低速で走行している内に、電動機誤配線フラグ MMWW が outputされるように論理を構成するものである。 40

#### 【0021】

即ち、以下の 3 つの条件（1）～（3）が全て成立した場合に、誘導電動機は誤配線されていると検知する。

（1）誘導電動機の主回路結線作業後、初回の走行で、トルク電流 A C R 操作量  $I_{q,ACR}$  が閾値  $D$  以上となる。

（2）誘導電動機の主回路結線作業後、初回の走行で、力行ノッチ  $P$  の値が閾値  $A$  以下である。

（3）誘導電動機の主回路結線作業後、初回の走行で、走行速度が閾値  $B$  以上でかつ閾値 50

C 以下であり閾値 C を一度も超過していない。

【0022】

結局のところ、誘導電動機の主回路結線作業後、初回の走行で、誘導電動機の誤配線を検知しない場合には、電動機配線は正常とみなす。そこで、誘導電動機の主回路結線作業後、初回の走行速度が閾値 C を超えると、インバータ制御装置の主電源を遮断するに至るまではトルク電流 A C R 操作量  $I_{q A C R}$  が閾値 D 以上となつても電動機誤配線フラグ M M W W を出力しない。すなわち、誘導電動機の誤配線の検知を不能にする。要するに、誘導電動機の誤配線の検知を、誘導電動機の主回路結線作業後、初回の走行速度が閾値 C を超えるまでに終えるようにするものである。

【0023】

10

ここで、閾値 A ~ D については以下のように定める。

閾値 A については、電気車が誘導電動機の主回路結線を行う敷地（例えば、車両基地）内で取り得る最大ノッチの値とする。誘導電動機の主回路結線作業を行った後の敷地内の走行において、この閾値 A 以下のノッチで異常が検知されなければ電動機配線は正常といえる。これにより、電気車は営業線上へ移動し走行することが可能であり誤配線検知を行う必要が無くなつたとみなす。

【0024】

閾値 B については、電動機誤配線時にあって、トルク電流 A C R 操作量  $I_{q A C R}$  が閾値 D 以上となる時点の速度とする。この閾値 B を設けることにより、起動直後の速度が 0  $k m / h$  時においてトルク電流 A C R 操作量  $I_{q A C R}$  の値が不安定となつても、電動機誤配線以外の要因によって誤検知することを防止する。

20

【0025】

閾値 C については、電気車が誘導電動機の主回路結線を行う敷地（例えば、車両基地）内を走行する場合の定められた最高速度とする。この速度を超えるまでに異常が検知されなければ電動機配線は正常といえる。これにより、電気車は営業線上へ移動し走行することが可能であり誤配線検知を行う必要が無くなつたとみなす。

【0026】

閾値 D については、電動機配線を誤配線とみなす場合のトルク電流 A C R 操作量  $I_{q A C R}$  の値とする。ただし、電動機配線が正常でも誘導電動機が過熱すると、トルク電流 A C R 操作量  $I_{q A C R}$  は誘導電動機の低温時と比較して数倍大きい値となる。そこで、誘導電動機の高温時における誤検知防止を考慮して閾値 D を決定する必要がある。例えば、想定される最悪条件下にて誘導電動機が取り得る最大温度よりも高い 200 の電動機温度において、トルク電流 A C R 操作量  $I_{q A C R}$  が、閾値 B 以上閾値 C 以下の間の車両速度で閾値 A のノッチ状態にて発生する最大値の 1.2 倍のマージンを見込んだ値を、閾値 D とする。

30

【0027】

電動機誤配線判定器 5 は、誘導電動機の誤配線を検知し電動機誤配線フラグ M M W W を出力した場合には、インバータ制御装置の主電源を遮断するに至るまでは電動機誤配線フラグ M M W W の出力を保持する。これを受け、図 1 のベクトル制御演算器 4 は、その出力である出力電圧指令  $V_p$  を遮断し続け、図 1 の誘導電動機 10 への電力供給を遮断する。

40

【0028】

次に、第 2 図を参照して、車両運転時に誘導電動機の誤配線を検知し誘導電動機への電力供給を遮断するための処理フローについて説明する。第 2 図は、そのためのフローチャートを示す図である。

【0029】

先ず、ステップ S 100 で、運転者が電気車の運転台から力行ノッチを投入する。これにより誘導電動機に電力が供給され電気車が起動する。

ステップ S 110 で、トルク電流 A C R 演算器 3 からトルク電流 A C R 操作量  $I_{q A C R}$  が出力される。

50

## 【0030】

ステップS120で、電動機誤配線判定器5は、トルク電流A C R操作量Iq A C Rが閾値D以上であるか否かを判定する。

トルク電流A C R操作量Iq A C Rが閾値D以上である場合に(Yes)、ステップS130で、電動機誤配線判定器5は、力行ノッチPの値が閾値A以下であるか否かを判定する。

## 【0031】

力行ノッチPの値が閾値A以下である場合(Yes)、ステップS140で、電動機誤配線判定器5は、電気車の速度が閾値B以上でかつ閾値C以下であるか否かを判定する。

電気車の速度が閾値B以上でかつ閾値C以下である場合に(Yes)、ステップS150で、電動機誤配線判定器5は、インバータ制御装置の主電源を投入後、電気車の速度が閾値C以上となったことはあるか否かを判定する。

10

## 【0032】

電気車の速度が閾値C以上となったことがない場合(No)、ステップS160で、電動機誤配線判定器5は、電動機配線は誤配線であると検知(判定)し、誘導電動機への電力供給を遮断する。すなわち、このステップS160は、前述した誘導電動機の誤配線検知のための3つの条件を全て満たす場合に相当する。

## 【0033】

以上のステップS120からS140の判定がそれぞれ否定される場合(No)、またはステップS150の判定が肯定される場合(Yes)には、周期的に以上のステップによる判定ループの処理が繰り返される。すなわち、誘導電動機への電力供給は継続され、電気車は走行を続けることになる。

20

なお、上記ステップS120からS150までの判定ステップは、その判定順序が固定されるものではなく、どのステップから判定を始めてよい。

## 【0034】

また、2台以上の複数台の誘導電動機に誤配線がなされていた場合であっても、上記の処理フローを通して誤配線を検知すると、全ての誘導電動機の配線を点検することになるから、その時に誤配線の誘導電動機を2台以上であっても見つけることができればその場で対処が図れるものである。たとえ、その時の点検を経てもまだ誤配線の見逃しが残った場合でも、点検修復後に当然車両基地内で上記処理フローの作業が再度行われることから、見逃した誤配線による異常が再度検知されることになる。

30

## 【0035】

このように、電動機誤配線判定器5を電気車の制御装置に適用することにより、鉄道事業者の営業線上における誤検知動作を防止し、不要な保護動作の排除を可能にする。そして、車両基地内での低速走行時に限って誘導電動機の誤配線を検知することにより、電気車が営業線上を走行する前に、誤配線による誘導電動機の過熱焼損の防止を図ることができる。すなわち、本発明は、よりフェイルセーフな状態で電気車が営業線上を安全に走行(運行)することに寄与し実用性に優れたものである。

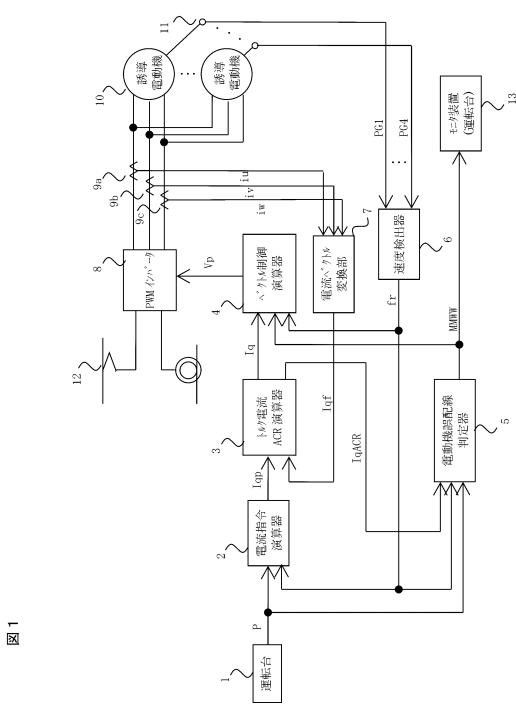
## 【符号の説明】

## 【0036】

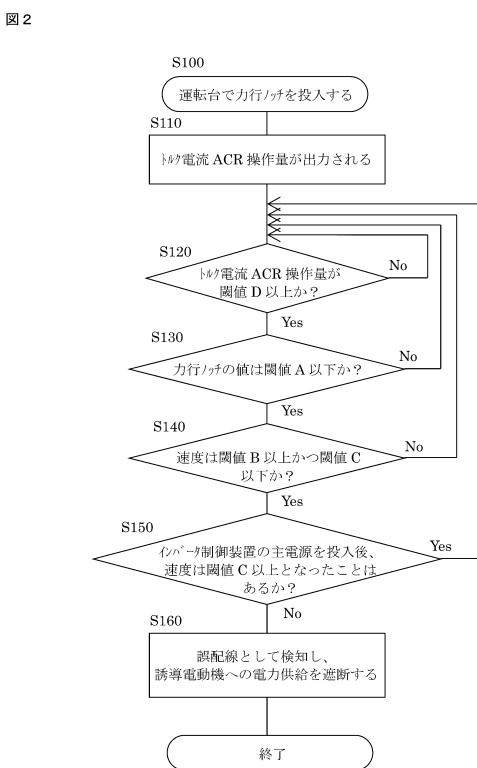
40

1...運転台、2...電流指令演算器、3...トルク電流A C R演算器、4...ベクトル制御演算器、5...電動機誤配線判定器、6...速度検出器、7...電流ベクトル変換器、8...P W Mインバータ、9...電流検出器、10...誘導電動機、11...速度信号発生器、12...直流電源、13...モニタ装置

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大河原 洋

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 坂上 啓

東京都千代田区丸の内一丁目9番1号 丸の内中央ビル7F 東海旅客鉄道株式会社内

(72)発明者 加藤 宏和

東京都千代田区丸の内一丁目9番1号 丸の内中央ビル7F 東海旅客鉄道株式会社内

(72)発明者 下山 拓紀

東京都千代田区丸の内一丁目9番1号 丸の内中央ビル7F 東海旅客鉄道株式会社内

審査官 清水 康

(56)参考文献 特開2015-119600 (JP, A)

特開2008-086085 (JP, A)

特開2015-126621 (JP, A)

特開2014-023282 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 1/00 - 3/12

B60L 7/00 - 13/00

B60L 15/00 - 15/42

B60L 50/00 - 58/40

H02P 5/46