

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5554397号
(P5554397)

(45) 発行日 平成26年7月23日(2014. 7. 23)

(24) 登録日 平成26年6月6日(2014. 6. 6)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 6 B 1/30 (2006.01)
B 6 6 B 1/24 (2006.01)B 6 6 B 1/30 B
B 6 6 B 1/24

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-502893 (P2012-502893)
 (86) (22) 出願日 平成22年12月8日(2010. 12. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/007148
 (87) 国際公開番号 W02011/108047
 (87) 国際公開日 平成23年9月9日(2011. 9. 9)
 審査請求日 平成24年3月28日(2012. 3. 28)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-46485 (P2010-46485)
 (32) 優先日 平成22年3月3日(2010. 3. 3)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曾我 道治
 (74) 代理人 100094695
 弁理士 鈴木 憲七
 (74) 代理人 100111648
 弁理士 梶並 順
 (74) 代理人 100122437
 弁理士 大宅 一宏
 (74) 代理人 100147566
 弁理士 上田 俊一
 (74) 代理人 100161171
 弁理士 吉田 潤一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エレベーターの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エレベーターの負荷に基づいて、速度パターンを変更して運転するエレベーターにおいて、

負荷に対する前記速度パターンを演算するための走行モデルを有し、

前記走行モデルは、エレベーターの走行時のロス、システムの効率、及びエレベーターの負荷の検出誤差を未知パラメータとして含み、

前記エレベーターの負荷の検出誤差を除く前記未知パラメータをエレベーターの走行時の走行データより同定すること特徴とするエレベーターの制御装置。

【請求項 2】

前記速度パターンには、速度または加速度のパターンが含まれていることを特徴とする請求項 1 に記載のエレベーターの制御装置。

【請求項 3】

前記走行モデルの同定を、エレベーターの据付時に、かごの積載状態を2通り以上変更して走行させた走行データに基づいて行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のエレベーターの制御装置。

【請求項 4】

前記未知パラメータを同定するために用いる走行データは電動機電流のトルク成分またはトルク指令値であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載のエレベーターの制御装置。

10

20

【請求項 5】

前記走行モデルの未知パラメータをエレベーターが空の状態で行走するときの走行データを用いて定期的に再調整することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 の何れか 1 項に記載のエレベーターの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はエレベーターの負荷に応じて走行速度を可変とするエレベーターの制御装置に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

かごの積載量等、エレベーターの負荷に応じて電動機に与える速度指令値を変更して加減速度や最高速度を調整する制御装置が開発されている。この種の制御装置においては、秤装置やモータ電流などにより検出されたかご負荷に対応してあらかじめ定められた速度、またはかご積載量に基づいて演算された速度によりかごの走行を行う。

【0003】

例えば、かごの積載量を検出する手段を設け、かごの積載量と移動距離に応じて速度指令値を変更して加減速度や最高速度を調整する制御装置が提示され、この装置において、秤装置の検出誤差や走行時の機械的、電気的なロスによる影響を考慮して、電動機やインバーターなどの駆動機器の負担が大きくなるように、あらかじめ、秤装置の誤差やシステムのロスを見込んだ速度指令値の演算を行うことが示されている（例えば特許文献 1 参照）。

20

【0004】

しかし、誤差やシステムのロスには、ばらつきがあるため、誤差やシステムのロスが少ない場合には保守的になり、本来の発揮できる速度よりも遅い速度で走行が行われ、その結果、駆動機器の能力を十分に発揮できないという問題がある。さらに、物件毎に、かご自重や昇降行程などが異なるため、それらのばらつきによる影響を見込んで速度指令値を演算する必要もあり、同様に保守的になる問題があり、この問題に対し走行時の走行状態量と予め設定された閾値を比較することで、学習により速度や加速度を調整する制御装置が提案されている（例えば特許文献 2 参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2003 - 238037 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 149425 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

エレベーター毎に負荷に応じた速度を最適調整する技術において、従来の制御装置では、エレベーターの運用中にパラメータを徐々に最適化していくため、最適化が完了するまでに種々の負荷状態で走行する必要があり、そのため調整が完了するのに時間がかかるという問題があった。

40

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、エレベーターの据付調整時に少ない起動回数で、物件毎の走行抵抗や機械ロスのばらつきを補償して駆動機器の能力範囲内で制御パラメータが自動調整されるエレベーターの制御装置を得ることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

エレベーターの負荷に基づいて、速度パターンを変更して運転するエレベーターの制御装置において、負荷に対する速度パターンを演算するための走行モデルを有し、前記走行

50

モデルは、エレベーターの走行時のロス、システムの効率、及びエレベーターの負荷の検出誤差を未知パラメータとして含み、前記エレベーターの負荷の検出誤差を除く前記未知パラメータをエレベーターの走行時の走行データより同定するようにした。

【発明の効果】

【0008】

エレベーターの速度指令値を演算するための走行モデルを有し、据付調整時に、そのパラメーターを自動調整する手段を設けたことにより、エレベーター毎に異なる走行抵抗や機械ロスを補償する制御装置の最適調整を、短時間で行うことが可能となる。その結果、かごの運転を高効率に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1】本発明に係るエレベーターの制御装置の構成を示した構成図である。

【図2】実施の形態1に係る、エレベーターの制御装置の動作フローチャートを示した図である。

【図3】実施の形態1に係る、走行時のトルク電流の変化を示した図である。

【図4】実施の形態2に係る、エレベーターの制御装置の動作フローチャートを示した図である。

【図5】実施の形態2に係る、走行時のトルク電流の変化を示した図である。

【図6】実施の形態3に係る、エレベーターの制御装置の構成を示した構成図である。

【図7】実施の形態3に係る、エレベーターの制御装置の動作フローチャートを示した図である。

20

【図8】実施の形態3に係る、走行時のトルク電流の成分を示した図である。

【符号の説明】

【0010】

1 パラメーター同定手段、2 パラメーター記憶部、3 速度指令演算装置、4 電動機制御装置、13 荷重検出器。

【発明を実施するための形態】

【0011】

実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態1を示す構成図である。本実施の形態におけるエレベーターおよびその制御装置は、パラメーター同定手段1、パラメーター記憶部2、速度指令演算装置3、電動機制御装置4、電力変換器5、電流検出器6、電動機7、位置・速度検出器8、シープ9、ロープ10、かご11、釣合錘12、荷重検出器13によって構成される。

30

【0012】

上記の構成において、ロープ10の両端にかご11と釣合錘12がシープ9を介して連結されており、前記シープ9は電動機7により回転され、前記かご11を昇降させる。電動機7は電力変換器5によって駆動される。電力変換器5はインバーターやマトリクスコンバーターなどがあり、電動機制御装置4によって電流制御される。このときベクトル制御が用いられることが多く、位置・速度検出器8によって検出される電動機7の速度と磁極位置、そして電流検出器6によって検出される電動機電流を用いて電流制御が行われる。電動機制御装置4は、速度検出器8によって検出された電動機の速度が速度指令演算装置3によって生成された速度パターンに追従するように速度制御を行う。荷重検出器13は、かごの乗客負荷を検出する装置であり、秤装置等により実現できる。また、電動機電流や制御装置の内部で用いる制御信号である電動機のトルク指令などで代用することもできる。荷重検出器13によって検出された乗客負荷は速度指令演算装置3に送られる。

40

【0013】

パラメーター同定手段1、速度指令演算装置3、電動機制御装置4は制御プログラムを実装したマイクロコンピュータ等により実現できる。

パラメーター同定手段1は速度指令値演算装置3が速度指令値を演算するために必要な、エレベーターのシステムパラメーターを同定する手段である。詳細は後述する。

50

パラメーター記憶部 2 にはパラメーター同定手段 1 で同定されたエレベーターのシステムパラメーターが格納されている。なお、パラメーター記憶部はメモリなどの記憶装置で実現可能である。

【0014】

次に本発明の特徴であるパラメーター同定手段 1 を用いた速度パターンの自動調整について述べる。速度指令値演算装置 3 では乗客負荷に基づいて、電動機や電力変換器の許容内で速度や加速度、ジャーク（加加速度）等の速度パターンを演算するためのパラメーターを最適化し、運行時間を短縮する速度パターンを演算する。本発明では、エレベーターの速度パターンを演算するための走行モデルを有し、そのモデルに基づいて速度パターンを設定する。

10

【0015】

例えば電動機の定格電力を超えない速度を決定するエレベーターの走行モデルの一例は以下の数式で表される。

数式 1 : $V = Ht / \{ L (| \beta - \gamma | + Er + H0) / (6120 \eta p) \}$: 力行走行時

数式 2 : $V = Ht / \{ L (| \beta - \gamma | + Er - H0) / (6120 \eta r) \}$: 回生走行時

【0016】

ここで、 V は一定速度時の速度 (m / min)、 Ht は電動機の定格電力 (kW)、 L は定格積載量 (kg)、 β はかご負荷 ($0 \sim 1$ の値を取る、 0 は無積載時、 1 は定格積載時を表す)、 γ はカウンタ率 (定格積載の 50% で釣合い錘と釣合う場合は 0.5 で表す)、 Er はかご負荷の検出誤差を表す。また、 $H0$ は走行時の走行抵抗を表し、例えばガイドとレールの摩擦によるロスやロープの曲げロスなどにかご負荷と同じ単位に換算したもの

20

を表す。また ηp 、 ηr は電動機や電力変換器の効率を表し、力行時が ηp 、回生時が ηr である。これらのパラメーターのうち、外部検出装置等で検出して利用する値 (数式 1、2 においては β) 以外はシステムパラメーターとしてパラメーター記憶部に格納されており、速度指令演算装置 3 は速度の演算時に該当するパラメーターをパラメーター記憶部から読み出す。

【0017】

エレベーターの起動時に、検出されたかご負荷 β と走行方向に基づいて力行走行か回生走行かを判定し、数式 1 あるいは数式 2 に基づいて速度が決定される。ここで、定格電力 Ht やカウンタ率 γ は既知であるが、かご負荷の検出誤差 Er や走行抵抗 $H0$ 、効率 ηp 、 ηr はエレベーター毎に異なる。 Er 、 $H0$ 、 ηp 、 ηr については、想定される最悪値として予め定めておくことによって、速度を求めることが可能であるが、保守的な設計となる。本発明では上記パラメーターのうち $H0$ 、 ηp 、 ηr については走行時の走行データを用いて同定することにより、前記の保守性を改善し、最適な速度の自動調整が可能となる。また、走行モデルのパラメータの同定は少ない走行回数で可能であるため、短時間で最適な速度の自動調整が可能となる。以下にその方法について述べる。

30

【0018】

数式 1、2 の右辺の分母 $(L (| \beta - \gamma | + Er + H0) / (6120 \eta p))$ 、 $(L (| \beta - \gamma | + Er - H0) / (6120 \eta r))$ は、電動機の発生するトルクに相当する。したがって、力行、回生時の電動機電流のトルク成分 (トルク電流) との関係は既知の変換係数 Ki を用いて次式で表せる。なお、 Ki は定格積載量時のトルク計算値が電動機の定格トルク電流値となるような変換係数である。

40

【0019】

これは例えば、数式 3 において左辺を定格トルク電流値 (設計値)、右辺で $\beta = 1$ 、 Er は想定される秤誤差、 $H0$ 、 ηp は適当な初期値 (例えば想定される最悪値) を代入して求めた値として求めることができる。

数式 3 : $iqp = Ki \times \{ L (| \beta - \gamma | + Er + H0) / (6120 \eta p) \}$: 力行走行時

数式 4 : $iqr = Ki \times \{ L (| \beta - \gamma | + Er - H0) / (6120 \eta r) \}$: 回生走行時

ここで、 iqp 、 iqr はそれぞれ力行、回生時の電動機電流のトルク成分を表す。本発明では

50

エレベーターの据え付け時に図 2 に示す手順に従って、 H_0 、 η_p 、 η_r を同定する。

【 0 0 2 0 】

まずステップ S1 でロープアンバランス量の同定を行う。ロープアンバランス量とはシーブ 9 に掛かるロープ 10 のかご側重量と釣合い錘側重量の重量差のことであり、かご位置によって変化する。例えばかごが最下階にあるときにはかご側にほぼすべてのロープ荷重がロープアンバランス量として加わり、かごが最上階にあるときには釣合い錘側にほぼすべてのロープ荷重がロープアンバランス量として加わる。かごが中間位置にあるときにはロープアンバランス量はゼロになる。本実施の形態では数式 3、4 を用いてシステムパラメータの同定を行うが、数式 3、4 はロープアンバランス量の影響を含まない（除去した）モデルとしている。したがって、本ステップでは、ロープアンバランス量を除去するため

10

【 0 0 2 1 】

図 3 は、かごを空の状態にして最上階から最下階まで走行させたときのかご速度（上段）とトルク電流（下段）を表す。かごが一定速度の区間 T のトルク電流の変化量を計測することで、かごの移動量に対するトルク電流の変化量、つまりかご位置に対するロープアンバランス量を求めることができる。これは数式 3、4 に対応させて求めるため、力行走行時、回生走行時の 2 通りについて行うが、同一積載量（例えばかごが空の状態）で上昇方向と下降方向に走行させて行うことができる。

20

【 0 0 2 2 】

つぎにステップ S 2 では 0 % 負荷、つまりかごが空の状態エレベーターを走行させて、そのときのトルク電流値の時系列データを取得する。これはかごの上昇（回生）、下降（力行）の 2 通りで行う。

【 0 0 2 3 】

つぎにステップ S 3 では 5 0 % 負荷、つまりかごと釣合い錘とが釣り合う状態となるように、かごにテストウェイトを積んで走行させ、そのときのトルク電流を取得する。5 0 % 負荷時は上昇、下降ともに力行走行で同じ負荷状態となるため、どちらかで取得すればよい。

30

【 0 0 2 4 】

つぎにステップ S 4 ではステップ S 2、S 3 で取得したトルク電流とステップ S 1 で求めたロープアンバランス量を用いてエレベーターのシステムパラメーターを同定する。その方法を以下で説明する。

【 0 0 2 5 】

まず、ステップ S 2 で取得した上昇時のトルク電流値の時系列データから、ロープアンバランス分を除去する。これは、一定速度で走行時の電流を抽出し、ステップ S 1 で求めた上昇時のロープアンバランス量に相当する電流分を除去することで行う。このとき、理想的には一定速走行時のトルク電流値の時系列データは一定値となるが、実際には外乱等によりばらつくため電流の平均値を求める。この値を i_{qr0} とおく。

40

【 0 0 2 6 】

次に、ステップ S 2 で取得した下降時のトルク電流について、上昇時と同様の処理を行い、下降時のロープアンバランス量に相当する電流分を除去して平均した値を i_{qp0} とおく。つぎにステップ S 3 で取得したトルク電流において、 i_{qp0} を求める手順と同様の手順で 5 0 % 負荷時の電流を求める。この値を i_{qp50} とする。

【 0 0 2 7 】

つぎに、数式 3、4 を用いてシステムパラメーターを同定する。据付け時にはテストウェイトを用いているため、かご積載量が既知であり、秤誤差 E_r はゼロである。よって、数式 3、および 4 に前記で求めた各負荷でのトルク電流と対応する負荷の値、 $E_r=0$ を代入した次式が成り立つ。

50

【 0 0 2 8 】

数式 5 : $i_{qp0} = K_i \times \{ L(|0 - y| + H_0) / (6120 \eta_p) \}$

数式 6 : $i_{qp50} = K_i \times \{ L(|0.5 - y| + H_0) / (6120 \eta_p) \}$

数式 7 : $i_{qr0} = K_i \times \{ L(|0 - y| - H_0) / (6120 \eta_r) \}$

数式 5、6、7 において未知のシステムパラメーターは H_0 、 η_p 、 η_r の 3 個であり、連立方程式は 3 つあるため、上式から上記のシステムパラメーター H_0 、 η_p 、 η_r を求めることができる。以上の手順でステップ S4 ではシステムパラメーター H_0 、 η_p 、 η_r を同定する。

10

【 0 0 2 9 】

つぎにステップ S5 ではステップ S4 で同定したシステムパラメーターをパラメーター記憶部に書き込むことで、速度演算式の更新を行う。

【 0 0 3 0 】

上記の手順により、数式 1、2 で用いるシステムパラメーターが実機に相当する値に調整されるため、従来は最悪値を見込んで設定していたシステムパラメーターを最適化でき、エレベーター毎に最適な速度を設定することができる。そして上記のシステムパラメーターの調整は、ステップ S2 の 2 回の走行、およびステップ S3 の 1 回の走行の計 3 回の走行で行えるため、据付時に短時間で最適な調整を行うことができる。

20

【 0 0 3 1 】

なお、かごが最上階と最下階のちょうど中間位置にあるときにはロープアンバランスがゼロになることから、ステップ S4 において、ステップ S2、ステップ S3 で取得したトルク電流値の、かごが中間位置での電流値を用いることで、ステップ S1 およびステップ S4 におけるロープアンバランス量の除去のプロセスを省略することができる。

【 0 0 3 2 】

また、本実施の形態では 0 % 負荷と 50 % 負荷で、かごを走行させてエレベーターのシステムパラメーターを同定、調整する例を示したが、かごと釣合い錘の重量差が異なる積載量の組合せであれば良く、例えば 0 % 負荷と 25 % 負荷で行ってもよい(同等の効果を奏することはいうまでもない)。

30

【 0 0 3 3 】

また、本実施の形態では電動機電流検出値のトルク成分を用いてシステムパラメーターの同定を行う例を示したが、電動機電流検出値のトルク成分の代わりに、制御信号であるトルク指令値やトルク電流指令値を用いてもよい。

【 0 0 3 4 】

実施の形態 2 .

本実施の形態では、乗客負荷に基づいて、電動機の許容最大トルクを超えない範囲で速度パターンのうち、加速度を自動調整する場合について説明する。加速度 α を決定するエレベーターの走行モデルの一例は以下の数式で表される。

数式 8 : $\alpha = \{ T_{max} - L(|\beta - y| + E_r + H_0) / (6120 \eta_p) \} / \{ (J_a + J_b \times \beta) / \eta_p \}$: 力行走行時

40

数式 9 : $\alpha = \{ T_{max} - L(|\beta - y| + E_r - H_0) / (6120 \eta_r) \} / \{ (J_a + J_b \times \beta) / \eta_r \}$: 回生走行時

【 0 0 3 5 】

ここで、 T_{max} は電動機の加速時の許容最大トルクであり既知である、 $(J_a + J_b \times \beta)$ はエレベーターのイナーシャに相当する量である。エレベーターのイナーシャは、かご負荷 β によって変わるため、かご負荷に依存する部分を表すためのパラメーター J_b と、かご負荷に依存しない部分を表すためのパラメーター J_a を用いて β の線形関数によって表すことができる。

【 0 0 3 6 】

50

数式 8、9 は、電動機の許容最大トルク T_{max} から、エレベーターのかご側重量と釣合い錘重量の差に相当するアンバランストルク分を引いた残り全トルクを、加速に割り当てるような加速度 α を求めるための計算式であり、加速時の電動機のトルクが T_{max} となるような加速度を求めることができる。つまり、電動機の許容限界となる加速度の最大値を求める意味で最適なものとなっている。なお、 T_{max} を実際の電動機の許容限界値よりも小さく設定すれば、電動機のトルクに余裕を持たせて加速度が設定できることは言うまでもない。

【 0 0 3 7 】

これらのパラメーターのうち、外部検出装置等で検出して利用する値（数式 8、9 においては β ）以外はシステムパラメーターとしてパラメーター記憶部に格納されており、速度指令演算装置 3 は速度の演算時に該当するパラメーターをパラメーター記憶部から読み出す。

10

【 0 0 3 8 】

エレベーターの起動時に、検出されたかご負荷 β と走行方向に基づいて力行走行か回生走行かを判定し、数式 8 あるいは数式 9 に基づいて加速度が決定される。ここで、実施の形態 1 と同様に上記パラメーターのうち H_0 、 η_p 、 η_r 、 J_a 、 J_b について走行時の走行データを用いて同定することにより、最適な加速度の自動調整が可能となる。以下にその方法について述べる。 H_0 、 η_p 、 η_r については実施の形態 1 で述べた方法で同定可能である。以下では J_a 、 J_b の同定方法を主として述べる。

【 0 0 3 9 】

実施の形態 1 では、数式 3、4 によって一定速走行時のトルク電流を表しているが、それを加速走行時のトルク電流に拡張したものは次式 10、11 で表せる。

20

数式 10 : $i_{qp_a} = K_i \times \{ L (| \beta - \gamma | + E_r + H_0) / (6120 \eta_p) + \alpha \times (J_a + J_b \times \beta) / \eta_p \}$: 力行走行時

数式 11 : $i_{qr_a} = K_i \times \{ L (| \beta - \gamma | + E_r - H_0) / (6120 \eta_r) + \alpha \times (J_a + J_b \times \beta) / \eta_r \}$: 回生走行時

ここで、 i_{qp_a} 、 i_{qr_a} はそれぞれ力行、回生時の電動機電流のトルク成分を表す。また、 α はかごの加速度を表す。

30

【 0 0 4 0 】

本実施の形態では、エレベーターの据え付け時に図 4 に示す手順に従って、 H_0 、 η_p 、 η_r 、 J_a 、 J_b を同定する。なお、図 4 において図 2 と同等の符号で示した手順は実施の形態 1 と同じである。

【 0 0 4 1 】

ステップ S1 ~ S3 は、実施の形態 1 で述べた手順と同等であるため、説明を省略する。ステップ S44 ではステップ S2、S3 で取得したトルク電流とステップ S1 で求めたロープアンバランス量を用いてエレベーターのシステムパラメーターを同定する。まず、 H_0 、 η_p 、 η_r については実施の形態 1 で述べた方法と同様にして同定する。つぎに J_a 、 J_b の同定方法について以下に述べる。

40

【 0 0 4 2 】

まず、ステップ S2、S3 で取得したトルク電流のうち、図 5 に示すように一定加速区間 T_a でのトルク電流値からロープアンバランス量を除去して平均した値を求める。このとき、ステップ S2 で取得した下降時のトルク電流値について上記処理を行ったときのトルク電流値を i_{qp0_a} とおき、ステップ S3 で取得したトルク電流値について同様の処理を行った後のトルク電流値を i_{qp50_a} とおく。

【 0 0 4 3 】

つぎにステップ S44 で、数式 10 を用いてシステムパラメーターを同定する。据付け時にはテストウェイトを用いているため、かご積載量が既知であり、秤誤差 E_r はゼロである。また、加速度 α の値も既知である（ α_t とおく）。

50

【 0 0 4 4 】

よって、数式 1 0 に前記で求めた各負荷でのトルク電流と対応する負荷の値、 $E_r=0$ 、既知の加速度 αt を代入した次式が成り立つ。

数式 1 2 : $i_{qp0_a} = K_i \times \{ L (| 0 - y | + H_0) / (6 1 2 0 \eta_p) + \alpha t \times (J_a + J_b \times 0) / \eta_p \}$

数式 1 3 : $i_{qp50_a} = K_i \times \{ L (| 0.5 - y | + H_0) / (6 1 2 0 \eta_p) + \alpha t \times (J_a + J_b \times 0.5) / \eta_p \}$

【 0 0 4 5 】

数式 1 2、1 3 において H_0 、 η_p 、 η_r は前記ステップで求めているため既知である。よって未知パラメータは J_a 、 J_b の 2 個であり、連立方程式は 2 つあるため、上式 1 2、1 3 からシステムパラメータ J_a 、 J_b を求めることができる。

10

【 0 0 4 6 】

つぎにステップ S 4 5 ではステップ S 4 4 で同定したシステムパラメータをパラメータ記憶部に書き込み更新を行う。

【 0 0 4 7 】

上記の手順により、数式 8、9 で用いるシステムパラメータが実機に最適な値に調整されるため、従来は最悪値を見込んで設定していたシステムパラメータを最適化でき、エレベーター毎に最適な加速度を設定することができる。

【 0 0 4 8 】

本実施の形態ではステップ S 4 4 で数式 1 0 のみを用いたが、数式 1 1 を用いても良い。このとき、数式 1 2 はステップ S 2 で上昇時に取得したトルク電流 i_{qr0_a} を用いた次式 1 4 となる。

20

数式 1 4 : $i_{qr0_a} = K_i \times \{ L (| 0 - y | - H_0) / (6 1 2 0 \eta_r) + \alpha t \times (J_a + J_b \times 0) / \eta_r \}$

【 0 0 4 9 】

また、本実施の形態では 0 % 負荷と 5 0 % 負荷でかごを走行させてエレベーターのシステムパラメータを同定、調整する例を示したが、かごと釣合い錘の重量差が異なる積載量の組合せであれば良く、例えば 0 % 負荷と 2 5 % 負荷で行っても良い。

また、ステップ S 4 4 において、 J_a 、 J_b を同定する際に加速時のトルク電流を用いたが、一定減速時のトルク電流を用いてもよい。

30

【 0 0 5 0 】

また、本実施の形態では加速度 α を決定するエレベーターの走行モデルとして許容最大トルクを超えない条件とした数式 8、9 を用いたが、加速時に許容最大電力を超えない条件とした以下の走行モデルを用いても良い。

数式 1 5 : $\alpha = \{ H_{max} / V - L (| \beta - y | + E_r + H_0) / (6 1 2 0 \eta_p) \} / \{ (J_a + J_b \times \beta) / \eta_p \}$: 力行走行時

数式 1 6 : $\alpha = \{ H_{max} / V - L (| \beta - y | + E_r - H_0) / (6 1 2 0 \eta_r) \} / \{ (J_a + J_b \times \beta) / \eta_r \}$: 回生走行時

【 0 0 5 1 】

40

数式 1 5、1 6 において H_{max} は加速時における電動機の許容最大電力であり、 V は一定速走行時 (図 5 の v_1)、あるいは一定加速から加速丸めを開始する速度 (図 5 の v_2) である。なお、 H_{max} については既知であり、 V については負荷率 β が決定すると、数式 1、2 から求めることができる。

【 0 0 5 2 】

このように、加速度の最適調整についても数回 (本実施例では 3 回、そのうち加速度の最適調整には 2 回走行分のデータを利用) の走行で調整することができ、短時間で調整できる。

【 0 0 5 3 】

実施の形態 3 .

50

図 6 は本発明の実施の形態 3 を示す構成図である。図 1 と同じ符号で記した要素は実施の形態 1、2 と同様の動作をする。本実施の形態では、システムパラメーターを定期的に再調整することを特徴とする。この再調整はエレベーターのかご負荷が確定可能な負荷状態であるときに実施する。本実施の形態では、かご負荷が確定可能な状況として、かご内が無

【0054】

無人検出手段 614 はかご内が無

10

【0055】

パラメーター同定手段 61 は実施の形態 1、2 で述べた据え付け時のシステムパラメーターの自動調整に加えて、無人走行時の定期的なシステムパラメーターの再調整を実施する。パラメーター記憶部 62 はエレベーターのシステムパラメーターについて、その履歴値も記録する。つまり、再調整前の値も記憶する。さらに、システムパラメーターを同定する際に用いる走行データの履歴値も記憶する。

【0056】

本実施の形態では図 7 のフローチャートに従って、定期的なパラメーターの再調整が行わ

20

れる。以下にその手順について説明する。
まずステップ S71 では、パラメーターの再調整を行うために、走行毎に無人検出手段 614 により、無人状態であるか否かを判定する。無人走行でないと判定されたときには次回走行時まで待機する（再調整は行わない）が、無人状態であると判定された場合は、ステップ S72 に移行する。ステップ S72 では無人状態での走行時のトルク電流を取得し、パラメーター記憶部で記憶する。つぎにステップ S73 ではステップ S72 で取得したトルク電流値を用いてシステムパラメーターの同定を行う。以下にその方法について述べる。

【0057】

図 8 は無人走行時のかごの下降時のかご速度とトルク電流パターンを示している。トルク電流のうち、a の部分はロープアンバランス分、b は走行ロス分、c はかご重量と釣合い錘重量のアンバランス分、d は加速時のイナーシャトルク分、e は減速時のイナーシャトルク分を表す。なお図 8 において、ロープアンバランスはかごが中間位置よりも上方にある場合は正であり、中間位置よりも下方にある場合は負となるため、途中で符号が逆転している。イナーシャトルク e についても同様で、減速時は負の値となる。b ~ e の電流の大きさをそれぞれ i_{qb} 、 i_{qc} 、 i_{qd} 、 i_{qe} としたとき、これを数式 10 に対応させると以下のようになる。

30

【0058】

数式 17 : $i_{qb} = K_i \times H_0 / (6120 \eta_p)$

数式 18 : $i_{qc} = K_i \times L(|0 - y|) / (6120 \eta_p)$

数式 19 : $i_{qd} = K_i \times \alpha_t \times (J_a + J_b \times 0) / \eta_p$

40

数式 20 : $i_{qe} = K_i \times \alpha_d \times (J_a + J_b \times 0) / \eta_p$

なお、加速度、減速度の大きさをそれぞれ α_t 、 α_d とした。 α_t 、 α_d は既知である。

【0059】

まず、a のロープアンバランス分については、実施の 1 と同様な方法で除去することができる。つぎに d または e の大きさを求める。これは一定加速時または一定減速時のトルク電流と一定速度時のトルク電流値の差により求まる。

また、b と c については、個別に求めることはできないが、その和については一定速度時のトルク電流から求めることができる。

【0060】

ここで数式 19 から、据付調整時に 0 % 負荷で取得したトルク電流の d に相当する値 (i_q

50

d0とする)と、再調整時のdに相当する値(i_{qd})の比率が据付走行時に同定した効率(η_{p0} とする)と再調整時の η_p の逆比率になることが分かる。

つまり、 $i_{qd}/i_{qd0} = \eta_{p0}/\eta_p$ となることから、 η_p は、

数式 21 : $\eta_p = \eta_{p0} \times i_{qd0}/i_{qd}$

により求めることができる。

【0061】

なお、 η_p の再調整は減速時のトルク電流 i_{qd} を用いてもよい。或いは両方の平均としてもよい。

また、回生方向の効率 η_r は上昇運転時に上記と同様な手順で再同定することができる。

【0062】

つぎにH0を同定するが、これは数式 17、18、21および一定速度時のトルク電流($i_{qb}+i_{qc}$ の実測値： i_{qbc} とする)から求めることができる。

今、 η_p の同定ができたので、数式 18の右辺に代入して i_{qc} の値を求めることができる。そして一定速度時のトルク電流(i_{qbc})から i_{qc} を減じた値が i_{qb} であり、これが数式 17と等しくなることからH0を求めることができる。

つまり次式 22によりH0を再同定することができる。

数式 22 : $H0 = (i_{qbc} - i_{qc}) \times 6120 \eta_p / K_i$

【0063】

上記は力行走行時のトルク電流値を用いてH0を再同定する例を示したが、回生走行時のトルク電流値を用いて、上記と同様な方法で求めることもできる。また、力行走行、回生走行の両方で再同定し、両者の平均をとる方法を用いても良い。

さらには、パラメーターの再同定を数回繰り返し、その平均値を用いるようにしても良い。

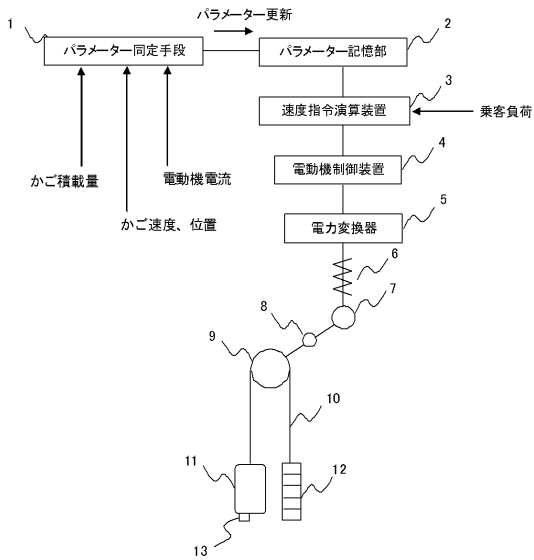
【0064】

本発明により、エレベーターのシステムパラメーターが定期的に再調整されるのでエレベーターの経年変化の影響を考慮して自動的にシステムパラメーターを再調整することができる。また、この再調整は数回の走行で完了するため、短時間で再調整することができる。

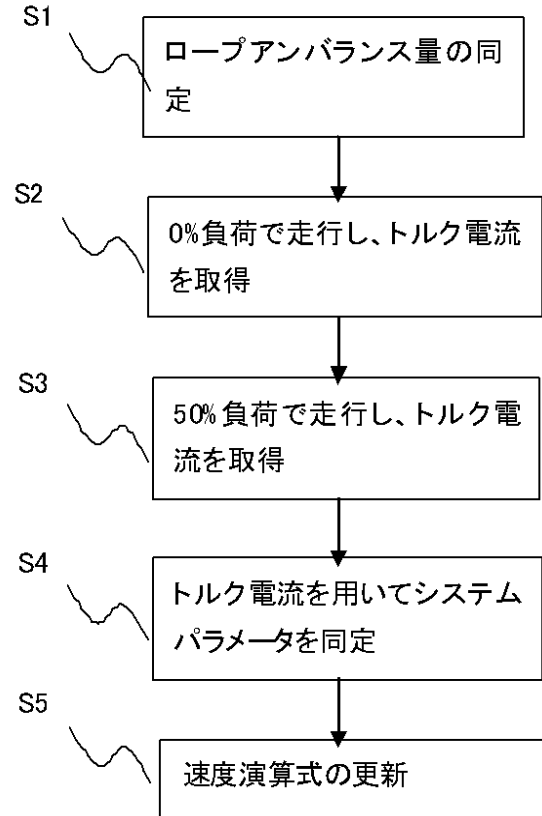
10

20

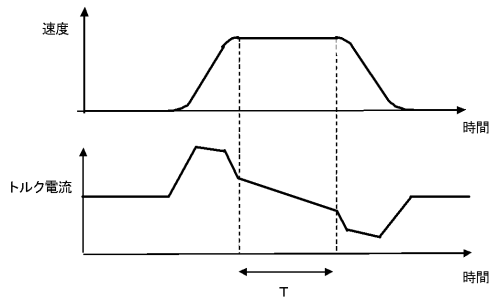
【図 1】



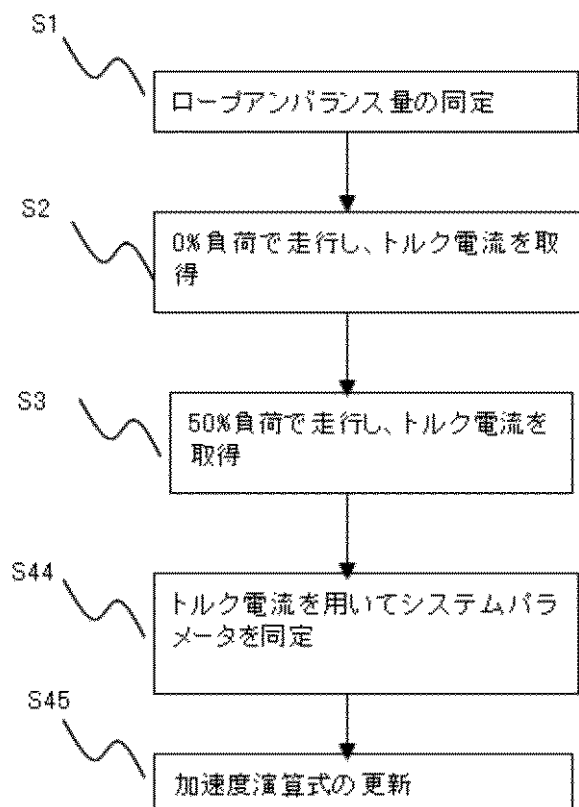
【図 2】



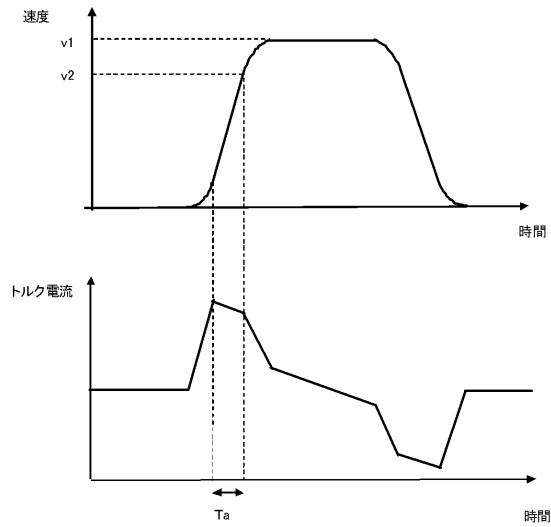
【図 3】



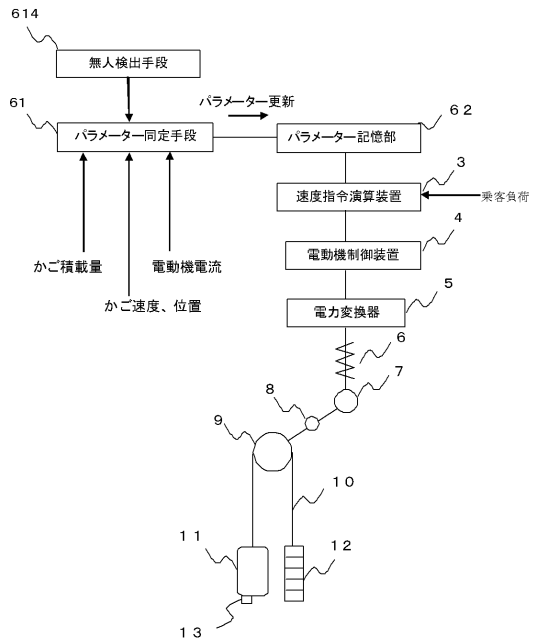
【図 4】



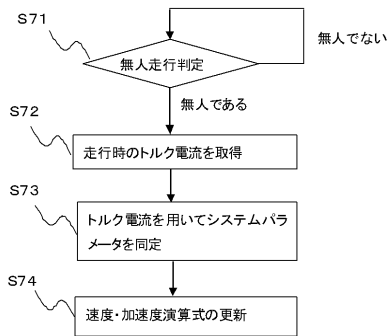
【図 5】



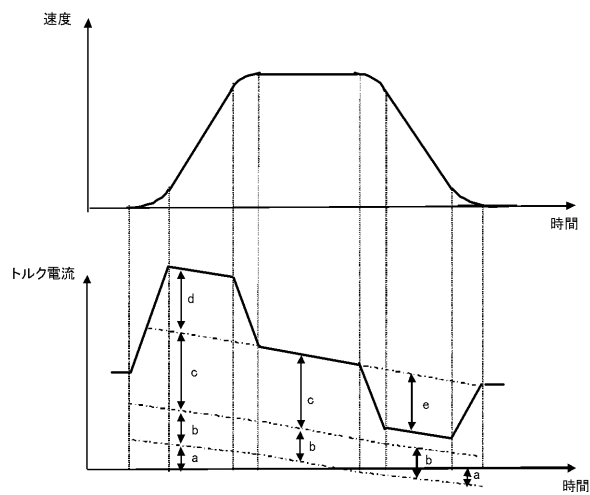
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(74)代理人 100161115

弁理士 飯野 智史

(72)発明者 酒井 雅也

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 藤村 聖子

(56)参考文献 特開2009-149425(JP,A)

特開2005-170537(JP,A)

特開2006-315773(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B66B 1/00-1/52