

(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
2023年10月5日(05.10.2023)



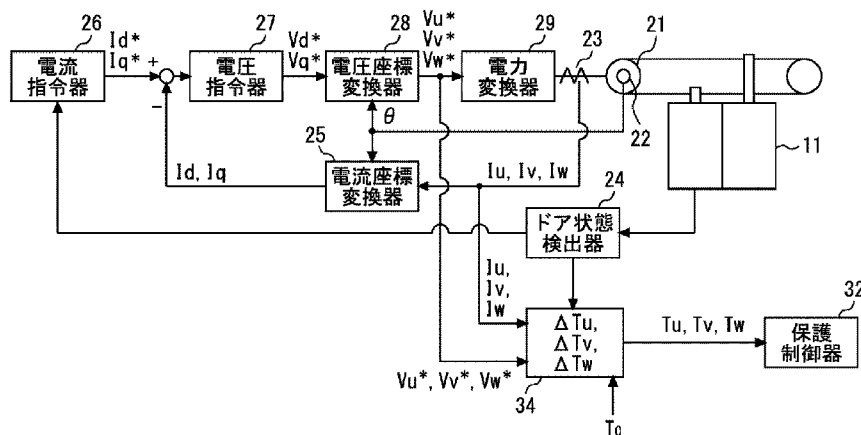
(10) 国際公開番号

WO 2023/188035 A1

- (51) 国際特許分類:
B66B 5/02 (2006.01) *B66B 13/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/015679
- (22) 国際出願日: 2022年3月29日(29.03.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 濱田 朗 充 (HAMADA, Akimitsu); 〒1008310 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 Tokyo (JP). 大塚 康 司 (OTSUKA, Yasushi); 〒1008310 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目1番2号 コンワビル7階 Tokyo (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: ELEVATOR DOOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: エレベータードアの制御装置



- 24 Door state detector
25 Current coordinate converter
26 Current command unit
27 Voltage command unit
28 Voltage coordinate converter
29 Power converter
32 Protection controller

(57) Abstract: Provided is an elevator door control device capable of improving the accuracy of estimating the temperature of a motor. This elevator door control device comprises: a door state detection unit that detects the open/closed state of a door that is driven by a motor having three-phase coils installed in an elevator; a voltage command unit that generates a voltage command value, which is a command value of the voltage applied to the motor, such that the current flowing in the motor follows the current command value; a voltage coordinate conversion unit that converts the voltage command

MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, 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, 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))

value generated by the voltage command unit into three-phase voltage command values to be applied to the three-phase coils; and a temperature rise amount estimation unit that, if the door is detected by the door state detection unit to be in a fully open state or a fully closed state, estimates the amount of rise in the temperature of each of the three-phase coils using the three-phase current values flowing in the three-phase coils and the three-phase voltage command values.

(57) 要約：モータの温度を推定する精度を向上させることができるエレベータードアの制御装置を提供する。エレベータードアの制御装置は、エレベーターに設けられた3相のコイルを有するモータによって駆動されるドアの開閉状態を検出するドア状態検出部と、モータへの印加電圧の指令値であって、モータに流れる電流が電流指令値に追従するような電圧指令値を生成する電圧指令部と、電圧指令部が生成した電圧指令値を3相のコイルにそれぞれ印加する3相の電圧指令値に変換する電圧座標変換部と、ドア状態検出部によってドアが全開状態または全閉状態であると検出された場合に、3相のコイルにそれぞれ流れる3相の電流値と3相の電圧指令値とを用いて3相のコイルの温度上昇量をそれぞれ推定する温度上昇量推定部と、を備えた。

明 細 書

発明の名称：エレベータードアの制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、エレベータードアの制御装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1は、エレベータードアの制御装置を開示する。当該制御装置によれば、ドア用モータに流れる電流値とドア用モータに印加される電圧値とに基づいて、ドア用モータの全体の抵抗値が推定される。推定された全体の抵抗値に基づいて、ドア用モータの全体の温度が推定され得る。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開2006-290507号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載の制御装置において、ドア用モータが3相のコイルで構成されている場合でも、3相のコイルの全体の抵抗値に基づいて温度が推定され得る。しかしながら、3相のコイルの抵抗値および発熱量は、それぞれ異なる。このため、ドア用モータの温度を精度よく推定することができない。

[0005] 本開示は、上述の課題を解決するためになされた。本開示の目的は、モータの温度を推定する精度を向上させることができるエレベータードアの制御装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示に係るエレベータードアの制御装置は、エレベーターに設けられた3相のコイルを有するモータによって駆動されるドアの開閉状態を検出するドア状態検出部と、前記モータへの印加電圧の指令値であって、前記モータに流れる電流が電流指令値に追従するような電圧指令値を生成する電圧指令

部と、前記電圧指令部が生成した電圧指令値を前記３相のコイルにそれぞれ印加する３相の電圧指令値に変換する電圧座標変換部と、前記ドア状態検出部によって前記ドアが全開状態または全閉状態であると検出された場合に、前記３相のコイルにそれぞれ流れる３相の電流値と前記３相の電圧指令値とを用いて前記３相のコイルの温度上昇量をそれぞれ推定する温度上昇量推定部と、を備えた。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、モータの３相のコイルの温度上昇量がそれぞれ推定される。このため、モータの温度を推定する精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置が設けられるエレベーターシステムの概要を示す図である。

[図2]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置のブロック図である。

[図3]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置が生成する試験電流指令値の第１例を示す図である。

[図4]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置が生成する試験電流指令値の第２例を示す図である。

[図5]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置が行う温度推定処理の第１例の概要を説明するためのフローチャートである。

[図6]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置が行う温度推定処理の第２例の概要を説明するためのフローチャートである。

[図7]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置が推定抵抗値を推定する動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[図8]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置が行う過熱保護制御の動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[図9]実施の形態１におけるエレベータードアの制御装置のブロック図である。

[図10]実施の形態1におけるエレベータードアの制御装置が推定する現在のコイル温度の例を示す図である。

[図11]実施の形態1におけるエレベータードアの制御装置が行う動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[図12]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置のブロック図である。

[図13]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置の温度上昇量推定器の概要を示す図である。

[図14]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置の温度上昇量推定器が用いる数値の例を示す図である。

[図15]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置が行う温度推定処理の第1例の概要を説明するためのフローチャートである。

[図16]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置が行う温度推定処理の第2例の概要を説明するためのフローチャートである。

[図17]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置が行う過熱保護制御の動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[図18]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置のブロック図である。

[図19]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置が推定する現在の推定コイル温度の例を示す図である。

[図20]実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置が行う動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[図21]実施の形態1または実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置のハードウェア構成図である。

発明を実施するための形態

[0009] 本開示を実施するための形態について添付の図面に従って説明する。なお、各図中、同一または相当する部分には同一の符号が付される。当該部分の重複説明は適宜に簡略化ないし省略される。

[0010] 実施の形態 1.

図 1 は実施の形態 1 におけるエレベータードアの制御装置が設けられるエレベーターシステムの概要を示す図である。

[0011] 図 1 のエレベーターシステム 1 において、昇降路 2 は、建築物 3 の各階を貫く。機械室 4 は、昇降路 2 の直上に設けられる。複数の乗場 5 は、建築物 3 の各階にそれぞれ設けられる。巻上機 6 は、機械室 4 に設けられる。制御盤 7 は、機械室 4 に設けられる。制御盤 7 は、エレベーターシステム 1 を全体的に制御し得る。主ロープ 8 は、巻上機 6 に巻き掛けられる。かご 9 は、昇降路 2 の内部に設けられる。かご 9 は、主ロープ 8 に吊るされる。

[0012] エレベーターシステム 1 におけるエレベータードアとして、かごドア 10 は、かご 9 に設けられる。かごドア 10 は、ドアであるドアパネル 11 と制御装置 20 とを備える。ドアパネル 11 は、かご 9 の出入口において、水平方向に移動し得るよう設けられる。制御装置 20 は、ドアパネル 11 を水平方向に移動させることで、ドアパネル 11 の開閉状態を制御する。具体的には、制御装置 20 は、ドアパネル 11 の位置、ドアパネル 11 の移動速度、等を駆動制御する。

[0013] エレベーターシステム 1 が運行する場合、巻上機 6 は、制御盤 7 からの指令に基づいて回転する。主ロープ 8 は、巻上機 6 の回転に追従して移動する。かご 9 は、主ロープ 8 の移動に追従して昇降する。かご 9 が目的の乗場 5 に停車した場合、制御装置 20 は、全閉状態のドアパネル 11 を開く。この際、制御装置 20 は、ドアパネル 11 と共に停車した乗場 5 の乗場ドアを開く。利用者は、かご 9 の出入口を通して乗降を行う。利用者が乗降する間、制御装置 20 は、ドアパネル 11 と乗場ドアとの全開状態を維持する。その後、制御装置 20 は、ドアパネル 11 と乗場ドアとを閉じる。

[0014] 次に、図 2 を用いて、制御装置 20 を説明する。

図 2 は実施の形態 1 におけるエレベータードアの制御装置のブロック図である。

[0015] 図 2 に示されるように、制御装置 20 は、モータ 21 と回転センサ 22 と

電流センサ 23 とドア状態検出器 24 と電流座標変換器 25 と電流指令器 26 と電圧指令器 27 と電圧座標変換器 28 と電力変換器 29 と抵抗推定器 30 と温度推定器 31 と保護制御器 32 とを備える。なお、電流センサ 23 とドア状態検出器 24 と電流座標変換器 25 と電流指令器 26 と電圧指令器 27 と電圧座標変換器 28 と電力変換器 29 と抵抗推定器 30 と温度推定器 31 と保護制御器 32 とは、1つの筐体に収められていてもよいし、個別に設けられてもよい。

[0016] モータ 21 は、ドアパネル 11 を駆動させ得るよう設けられる。モータ 21 は、3 相交流によって回転駆動するモータである。図示されないが、モータ 21 には、3 相交流の各相にそれぞれ対応する 3 相のコイルが設けられる。モータ 21 の回転位置、回転速度、回転トルク、等は、供給される電力によって制御される。

[0017] 回転センサ 22 は、モータ 21 の回転位置 θ を測定する。回転センサ 22 には、エンコーダ、レゾルバ、等の種々のセンサが採用され得る。例えば、回転位置 θ の情報は、制御装置 20 において、回転位置の制御、電流の制御基準、等に使用される。

[0018] なお、回転センサ 22 は、モータ 21 の回転位置に基づいて、ドアパネル 11 の位置を測定してもよい。回転センサ 22 は、計測したドアパネル 11 の位置情報を図 2 には図示されない制御盤 7 に送信してもよい。例えば、ドアパネル 11 の位置情報は、制御装置 20 において、ドアパネル 11 の加速位置、減速位置、等を判定する場合に使用されてもよい。

[0019] 電流センサ 23 は、モータ 21 に流れる 3 相の実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w をそれぞれ測定する。なお、電流センサ 23 は、モータ 21 に流れる 3 相の電流のうちの 2 相の実電流値を測定する構成であってもよい。例えば、3 相の実電流値は、制御装置 20 においてモータ 21 の電流制御のフィードバック信号として使用されてもよい。

[0020] ドア状態検出器 24 は、ドア状態検出部として、ドアパネル 11 の開閉状態を検出する。具体的には、ドア状態検出器 24 は、ドアパネル 11 につい

て、全開状態、全閉状態、および全開状態でも全閉状態でもないその他の状態のいずれの状態であるかを検出する。例えば、ドア状態検出器 24 は、回転センサ 22 が検出した回転位置に基づいてドアパネル 11 の開閉状態を検出する。

[0021] なお、ドア状態検出器 24 は、ドアパネル 11 の開閉状態を検出できる構成であれば、任意の方法でドアパネル 11 の開閉状態を検出する機器であってもよい。例えば、ドア状態検出器 24 は、ドアパネル 11 の全閉位置とドアパネル 11 の全開位置とに取り付けられたセンサによってドアパネル 11 の開閉状態を検出する構成であってもよい。

[0022] 電流座標変換器 25 には、回転センサ 22 からモータ 21 の回転位置 θ の値が入力される。電流座標変換器 25 には、電流センサ 23 からモータ 21 に流れる 3 相の実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w が入力される。電流座標変換器 25 は、電流座標変換部として、回転位置 θ を用いて実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w の座標系を $d-q$ 座標系に dq 変換する。即ち、電流座標変換器 25 は、回転位置 θ と実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w とに基づいて、対応する d 軸の実電流値 I_d と q 軸の実電流値 I_q とを出力する。

[0023] 電流指令器 26 の機能は、モータ 21 の位置制御系、速度制御系、等のモータ 21 の制御系の機能を含む。電流指令器 26 は、制御盤 7 からの指令、モータ 21 の位置制御系の信号、モータ 21 の速度制御系の信号、等に基づいて、モータ 21 に流れる電流を制御する電流指令値を作成する。この際、電流指令器 26 は、 $d-q$ 座標系で表現される電流指令値として、 d 軸の電流指令値 I_d^* 、と q 軸の電流指令値 I_q^* とを生成し、出力する。

[0024] なお、 q 軸の実電流値 I_q は、モータ 21 の回転トルクに関する電流値である。ドアパネル 11 を開く制御およびドアパネル 11 の全開状態を維持する制御を行う場合、電流指令器 26 は、ドアパネル 11 の開方向にモータ 21 がトルクを発生させるような電流指令値 I_q^* を生成する。ドアパネル 11 を閉じる制御およびドアパネル 11 の全閉状態を維持する制御を行う場合、電流指令器 26 は、ドアパネル 11 の閉方向にモータ 21 がトルクを発生

させるような電流指令値 I_q^* を生成する。一方で、 d 軸電流値 I_d は、回転トルクに寄与しない電流値である。例えば、ドアパネル 11 を開閉する制御、ドアパネル 11 の全開状態を維持する制御、またはドアパネル 11 の全閉状態を維持する制御を行う場合、電流指令器 26 は、電流指令値 I_d^* を 0 に設定する。なお、例えば、高速かつ高トルクの動作領域でモータ 21 を動作させてドアパネル 11 を開閉させる時に、弱め磁束制御を行うために電流指令値 I_d^* は、0 でない値に設定されてもよい。ただし、この動作領域においても、全開状態または全閉状態を維持する場合には、電流指令器 26 は、電流指令値 I_d^* を 0 に設定する。

[0025] 電圧指令器 27 は、モータ 21 に流れる電流を制御する。電圧指令器 27 は、電圧指令部として、電流指令値と実電流値とに基づいて、モータ 21 の印加電圧を制御する電圧指令値を $d-q$ 座標系の形式で生成し、出力する。具体的には、電圧指令器 27 には、電流座標変換器 25 から実電流値 I_d 、 I_q が入力される。電圧指令器 27 には、電流指令器 26 から電流指令値 I_d^* 、 I_q^* が入力される。電圧指令器 27 は、実電流値 I_d 、 I_q が電流指令値 I_d^* 、 I_q^* に追従するような制御の演算を行い、実電流値 I_d 、 I_q が電流指令値 I_d^* 、 I_q^* に追従するような電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を生成する。この際、例えば、電圧指令器 27 は、実電流値 I_d 、 I_q と電流指令値 I_d^* 、 I_q^* とが一致するような制御の演算を行う。なお、電圧指令器 27 が行う制御は、 PID 制御等の任意の制御方法によって実現される。

[0026] 電圧座標変換器 28 には、回転センサ 22 からモータ 21 の回転位置 θ の値が入力される。電圧座標変換器 28 には、電圧指令器 27 から電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* が入力される。電圧座標変換器 28 は、電圧座標変換部として、回転位置 θ を用いて電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* の座標系を UVW 座標系に変換する。即ち、電圧座標変換器 28 は、回転位置 θ と電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* とに基づいて、対応する U 相の電圧指令値 V_u^* と V 相の電圧指令値 V_v^* と W 相の電圧指令値 V_w^* とを出力する。なお、電圧座標変換器 28 は、電力変換器 29 の設計値に従って、電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* をデューティー

比に変換して出力する。

[0027] 電力変換器 29 は、電力変換部として、モータ 21 に電氣的に接続される。電力変換器 29 とモータ 21 との間には、電流センサ 23 が接続される。

電力変換器 29 は、図示されない動作電源から電力の供給を受ける。

[0028] 電力変換器 29 は、モータ 21 を回転制御する電力を供給するアンプである。電力変換器 29 は、PWM インバータの機能を備える。電力変換器 29 は、電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* をキャリア比較することで、対応する PWM 信号を生成する。電力変換器 29 は、PWM 信号をインバータのスイッチング素子のスイッチング指令として用いる。電力変換器 29 は、当該スイッチング指令に基づいて、動作電源からの電力を変換し、モータ 21 に電力を供給する。

[0029] 抵抗推定器 30 は、抵抗推定部として、電流座標変換器 25 から出力された実電流値 I_d と電圧指令器 27 から出力された電圧指令値 V_d^* とを用いて、モータ 21 のコイルの電気抵抗値を推定する。この際、抵抗推定器 30 は、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ として 3 つのコイルからなる電気回路の全体の電気抵抗値を推定する。

[0030] 温度推定器 31 には、抵抗推定器 30 から推定抵抗値 $R^{\wedge}$ が入力される。温度推定器 31 は、温度推定部として、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を用いて、モータ 21 のコイル温度 T を推定する。

[0031] 保護制御器 32 には、温度推定器 31 から、推定されたコイル温度 T の値が入力される。保護制御器 32 は、保護制御部として、コイル温度 T が過熱保護制御を実行すべきコイル温度であるか否かを判定する。

[0032] 制御装置 20 は、規定の条件が成立する場合、モータ 21 のコイル温度 T を推定する試験として温度推定処理を行う。

[0033] 温度推定動作は、条件として、ドアパネル 11 が全開状態または全閉状態にある場合に開始される。ドア状態検出器 24 によってドアパネル 11 が全開状態または全閉状態にあると検出された場合、電流指令器 26 は、試験のための電流指令値である試験電流指令値 I_d^* 、 I_q^* を生成する。この際、

電流指令器 26 は、複数の組の試験電流指令値 I_d^* 、 I_q^* を生成する。複数の組に含まれる試験電流値 I_q^* の各々は、等しい。複数の組に含まれる試験電流値 I_d^* の各々は、大きさが異なる。即ち、電流指令器 26 は、 q 軸の電流指令値 I_q^* を固定して d 軸の電流指令値 I_d^* を変化させた複数の組の試験電流指令値 I_d^* 、 I_q^* を生成する。

[0034] 電流指令器 26 は、複数の組の試験電流指令値 I_d^* 、 I_q^* のうちの 1 つの組である第 1 試験電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{q1}^* を出力する。その後、規定の制御方法に基づいて、電流指令器 26 は、複数の組の試験電流指令値 I_d^* 、 I_q^* のうちの別の 1 つの組である第 2 試験電流指令値 I_{d2}^* 、 I_{q2}^* を出力する。このように、電流指令器 26 は、複数の組の試験電流指令値 I_d^* 、 I_q^* を時間的に間隔を空けて、順番に出力する。

[0035] 電圧指令器 27 は、試験電流指令値 I_d^* 、 I_q^* に対応する電圧指令値である試験電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を出力する。

[0036] 電力変換器 29 は、試験電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* に基づいて、モータ 21 に電力を供給する。電流センサ 23 では、試験電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* に対応する実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w が測定される。電流座標変換器 25 は、測定された実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w に対応する実電流値 I_d 、 I_q を出力する。

[0037] 抵抗推定器 30 には、第 1 試験電流指令値 I_{d1}^* に対応する第 1 試験電圧指令値 V_{d1}^* が電圧指令器 27 から入力される。抵抗推定器 30 には、電流座標変換器 25 から第 1 試験電圧指令値 V_{d1}^* によって制御された第 1 実電流値 I_{d1} が入力される。

[0038] その後、抵抗推定器 30 には、第 2 試験電流指令値 I_{d2}^* に対応する第 2 試験電圧指令値 V_{d2}^* が電圧指令器 27 から入力される。抵抗推定器 30 には、電流座標変換器 25 から第 2 試験電圧指令値 V_{d2}^* によって制御された第 2 実電流値 I_{d2} が入力される。

[0039] 抵抗推定器 30 は、電圧指令値の変化量 $V_{d2}^* - V_{d1}^*$ と実電流値の変化量 $I_{d2} - I_{d1}$ とを演算する。抵抗推定器 30 は、電圧指令値の変化量を実

電流値の変化量で除算した値を推定抵抗値 $R^{\wedge}$ とする。

[0040] 温度推定器 31 には、抵抗推定器 30 から推定抵抗値 $R^{\wedge}$ が入力される。

温度推定器 31 は、モータ 21 の抵抗値とコイル温度との関係を示す温度数式モデルに基づいて、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ からコイル温度 T を推定する。制御装置 20 は、温度推定処理を終了する。

[0041] 温度推定処理によって、モータ 21 の推定抵抗値 $R^{\wedge}$ は、精度よく算出される。次に、温度推定処理によって推定抵抗値 $R^{\wedge}$ が算出される原理を説明する。

[0042] 一般に、モータ 21 において、次の (1) 式および (2) 式が成立する。

(1) 式は、d 軸の電圧方程式である。(2) 式は、q 軸の電圧方程式である。

[0043] [数1]

$$V_d = RI_d - \omega L_q I_q \quad (1)$$

[0044] [数2]

$$V_q = RI_q + \omega(L_d I_d + \phi) \quad (2)$$

[0045] ここで、 R は、モータ 21 のコイルの全体抵抗である。 L_d 、 L_q は、それぞれ d 軸、q 軸のインダクタンスである。 ω は、電気角速度である。 ϕ は、誘起電圧定数である。

[0046] ドアパネル 11 が全開状態または全閉状態にある場合、モータ 21 の回転位置 θ は、時間変化しない。この場合、電気角速度 ω は、0 となる。(1) 式および (2) 式は、それぞれ次の (3) 式および (4) 式とみなすことができる。

[0047] [数3]

$$V_d = RI_d \quad (3)$$

[0048] [数4]

$$V_q = RI_q \quad (4)$$

[0049] (3) 式および (4) 式より、ドアパネル 11 が全開状態または全閉状態にある場合、抵抗値 R は、 V_d と I_d との組または V_q と I_q との組よりオ

ームの法則に基づいて算出され得る。

- [0050] 抵抗値 R を演算する際に用いられる値には、信頼性が要求される。制御装置 20 において、実電流値 I_d 、 I_q は、実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w と回転位置 θ の測定値とに基づいて演算される。即ち、実電流値 I_d 、 I_q は、測定値に基づいて演算される値であるため、正確な値とみなされ得る。
- [0051] 印加電圧値 V_d 、 V_q は、実際の測定値として検出することが困難である。このため、制御装置 20 の温度推定処理において、電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* が用いられる。しかしながら、(3) 式または (4) 式に電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* が直接適用される場合、推定された抵抗値には種々の推定誤差が発生し得る。
- [0052] 例えば、電源から電力変換器 29 に供給される電源電圧値とモータ 21 の制御系で設計値として使用される電圧値との間に設計差がある場合、当該設計差に起因して、電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と実際にモータ 21 に印加される電圧との間には誤差が発生し得る。また、当該設計差に起因して、電力変換器 29 で行われるデッドタイム補正において誤差が発生し得る。
- [0053] なお、制御装置 20 において、電圧指令器 27 は、当該設計差に起因する種々の誤差が小さくなるまたは無くなるように電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を生成する。具体的には、電圧指令器 27 は、電源電圧値と設計値として使用される電圧値との間の差を吸収するように電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を演算し、生成する。電圧指令器 27 は、当該設計差に起因して発生するデッドタイム補正の誤差を補償するように電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* を演算し、生成する。
- [0054] ただし、そのような演算が行われたとしても、電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と実際に印加される電圧値との間には、誤差が発生する可能性がある。また、電源電圧値に起因する誤差を補正するためには、電源電圧値を測定する電圧センサが必要となる。当該電圧センサは、製造コストの制約、機器の基板におけるスペースの物理的な制約、等の制約の影響で、設けられないことがある。電圧センサが設けられない場合、デューティ比の演算には、電源電圧の設計値が用いられ得る。即ち、推定誤差が発生し得る。

[0055] 本実施の形態の温度推定処理において、推定誤差による推定精度の悪化を抑制するために、抵抗値の推定計算には、電圧指令値の差分と実電流値の差分とが用いられる。具体的には、次の（５）式が用いられる。

[0056] [数5]

$$R = \Delta V / \Delta I \quad (5)$$

[0057] （５）式において、差分 ΔV は、 d 軸電圧指令値の変化量または q 軸電圧指令値の変化量である。差分 ΔI は、 d 軸実電流値の変化量または q 軸実電流値の変化量である。２つの電圧指令値の差分がとられることで、電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と実際に印加される電圧との誤差が相殺された値 ΔV が、抵抗値の推定に利用される。 ΔV は、実際に印加される電圧値の差分と等しいとみなされ得る。

[0058] 温度推定処理において、差分 ΔV を演算するために、電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* が少なくとも２組生成される必要がある。このため、電流指令器２６は、試験電流指令値として複数の電流指令値の組を生成する。電圧指令器２７は、試験電圧指令値として、複数の電流指令値の組に対応する電圧指令値の組を生成する。この際、電流指令器２６は、ドアパネル１１が全開状態または全閉状態にあることを維持し得る試験電流指令値を生成する。

[0059] 具体的には、電流指令器２６は、 q 軸の電流指令値 I_q^* を固定して、 d 軸の電流指令値 I_d^* を変化させた試験電流値を生成する。これは、 q 軸の電流指令値 I_q^* を変化させた場合、ドアパネル１１の全開状態または全閉状態を維持できない恐れがあるためである。温度推定処理において、このような第１試験電流値および第２試験電流値に対応して生成または測定される第１試験電圧値 V_{d1}^* 、第２試験電圧値 V_{d2}^* 、第１実電流値 I_{d1} 、第２実電流値 I_{d2} が（５）式に適用される。即ち、次の（６）式より、推定電圧値 $R^{\wedge}$ が演算され得る。

[0060] [数6]

$$R^{\wedge} = (V_{d2}^* - V_{d1}^*) / (I_{d2} - I_{d1}) \quad (6)$$

[0061] なお、モータ２１が表面磁石構造（SPM：Surface Perma

nent Magnet) を有するモータである場合、d 軸電流が通電された場合でも、回転トルクは発生しない。一方で、モータ 21 が内部磁石構造 (IPM: Interior Permanent Magnet) を有するモータである場合、d 軸電流の通電によってリラクタンストルクが発生する。リラクタンストルクは、マグネットトルクよりも比較的小さい場合が多いため、当該リラクタンストルクの影響は小さい。しかしながら、モータ 21 が IPM 構造を有する場合、試験電流指令値 I_d^* の値は、リラクタンストルクの影響を考慮して設定される。

[0062] 以上のような原理に基づいて、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ が演算される。

[0063] その後、温度推定処理において、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ からコイル温度 T が推定される。

[0064] 温度推定器 31 は、コイル温度 T を推定するため温度数式モデルを予め記憶する。温度数式モデルは、モータ 21 のコイル温度を変化させながら抵抗値を測定する試験によって作成されてもよい。温度数式モデルは、理論的に導出される理論モデルが採用されてもよい。

[0065] 以下の (7) 式は、温度数式モデルの第 1 例である。

[0066] [数7]

$$T = \alpha \cdot R + \beta \quad (7)$$

[0067] 温度数式モデルの第 1 例は、コイル温度 T とコイルの抵抗値 R との間の関係に線形性がある場合のモデルである。ここで、 α および β は、設定される定数である。なお、第 1 例において、温度数式モデルは、1 次よりも高次の関数であってもよい。

[0068] 以下の (8) 式は、温度数式モデルの第 2 例である。

[0069] [数8]

$$T = (234.5 + T_0')/R_0 \times R - 234.5 \quad (8)$$

[0070] (8) 式は、コイル温度の理論モデルである。(8) 式において、 T_0' は、基準温度である。 R_0 は、基準温度におけるコイルの基準抵抗値である。

[0071] なお、温度推定器 31 は、第 1 例、第 2 例に限らず、他の方法でコイルの

推定抵抗値 $R^{\wedge}$ からコイル温度 T を推定してもよい。

[0072] 次に、図3と図4とを用いて、電流指令器26が生成する試験電流指令値の例を説明する。

図3は実施の形態1におけるエレベータドアの制御装置が生成する試験電流指令値の第1例を示す図である。図4は実施の形態1におけるエレベータドアの制御装置が生成する試験電流指令値の第2例を示す図である。

[0073] 図3の上段と図4の上段とは、時刻とd軸の指令電流値 I_d^* または指令電流値 I_d との関係を表すグラフである。なお、指令電流値 I_d は、指令電流値 I_d^* に速やかに追従すると仮定される。図3の下段と図4の下段とは、時刻とd軸の指令電圧値 V_d^* との関係を表すグラフである。

[0074] 図3には、試験電流指令値の第1例が示される。第1例において、試験電流指令値は、パルス波形状に設定される。即ち、試験電圧指令値は、大きさが異なる電流指令値が間欠的に設定される。試験電圧指令値は、試験電圧指令値に対応して、パルス波形状に生成される。各パルス波形の長さは、静定時間以上の長さに設定される。静定時間は、電流指令値 I_d^* に対して実電流値 I_d が追従して静定する時間である。なお、静定時間は、電流指令器26の制御ゲインの設計によって定まる時間である。

[0075] 図3では、第1試験電流指令値 I_{d1}^* 、第2試験電流指令値 I_{d2}^* 、および第3試験電流指令値 I_{d3}^* が時間的に間隔を空けて順番に生成される。この際、第1試験電流指令値 I_{d1}^* 、第2試験電流指令値 I_{d2}^* 、および第3試験電流指令値 I_{d3}^* の間におけるd軸の電流指令値は、0に設定される。試験電流指令値に対応して、第1試験電圧指令値 V_{d1}^* 、第2試験電圧指令値 V_{d2}^* 、および第3試験電圧指令値 V_{d3}^* が順番に生成される。試験電圧指令値に対応して、第1実電流値 I_{d1} 、第2実電流値 I_{d2} 、および第3実電流値 I_{d3} が順番に測定される。

[0076] d軸の実電流値が増加した場合、モータ21のコイルにおける発熱量が増加する。第1例において、電圧値がパルス状に印加されるため、当該発熱量を抑制できる。

[0077] 図4には、試験電流指令値の第2例が示される。第2例において、試験電流指令値は、ランプ波形状に設定される。即ち、試験電流指令値は、0から I_{d1}^* 、 I_{d2}^* 、 I_{d3}^* まで連続的に増加するように設定される。第2例では、コイルの発熱が問題にならない時、実電流値の電流指令値に対する追従遅れが問題にならない時、等に適用され得る。

[0078] 第1例および第2例では、3つの試験電流指令値 I_{d1}^* 、 I_{d2}^* 、 I_{d3}^* が生成される。この場合、 R は、以下の3つの値が導出可能となる。 $R = (V_{d2}^* - V_{d1}^*) / (I_{d2} - I_{d1})$ 、 $R = (V_{d3}^* - V_{d2}^*) / (I_{d3} - I_{d2})$ 、 $R = (V_{d3}^* - V_{d1}^*) / (I_{d3} - I_{d1})$ 。例えば、抵抗推定器30は、算出した複数の R の値の平均値を推定抵抗値 $R^{\wedge}$ として推定してもよい。例えば、抵抗推定器30は、より安全に運用され得る値として、算出した複数の R のうち値が最も大きい R を推定抵抗値 $R^{\wedge}$ として推定してもよい。

[0079] なお、第1例および第2例とは別の方法で試験電流指令値が生成されてもよい。

[0080] なお、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ が演算される際に、電流および電圧にフィルタ処理が実施されてもよい。この場合、電流値および電圧値における高周波ノイズが抑制され、 $R^{\wedge}$ の推定精度が向上される。フィルタ処理が実施される際は、同じカットオフ周波数のフィルタ処理が実施される必要がある。これは、電流値と電圧値との時間的な対応関係を一致させるためである。さらに、フィルタ処理が実施され、複数の抵抗値 R が計算された後に、複数の抵抗値 R の平均値が演算されてもよい。

[0081] 次に、図5を用いて、制御装置20が行う温度推定処理の第1例を説明する。

図5は実施の形態1におけるエレベータドアの制御装置が行う温度推定処理の第1例の概要を説明するためのフローチャートである。

[0082] 温度推定処理の第1例は、任意のタイミングで実施され得る。

[0083] ステップS001において、制御装置20は、ドアパネル11が全開状態

または全閉状態であるか否かを判定する。制御装置 20 は、ドア状態検出器 24 の検出結果に基づいて、ステップ S001 の判定を行う。

[0084] ステップ S001 で、ドアパネル 11 が全開状態でも全閉状態でもない場合、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0085] ステップ S001 で、ドアパネル 11 が全開状態または全閉状態である場合、ステップ S002 の動作が行われる。ステップ S002 において、制御装置 20 は、試験電流指令値を生成する。この際、制御装置 20 は、値の異なる複数の試験電流指令値を順番に生成する。

[0086] その後、ステップ S003 の動作が行われる。ステップ S003 において、制御装置 20 は、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する。

[0087] その後、ステップ S004 の動作が行われる。ステップ S004 において、制御装置 20 は、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を用いて、コイル温度 T を推定する。

[0088] その後、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0089] 次に、図 6 を用いて、制御装置 20 が行う温度推定処理の第 2 例を説明する。

図 6 は実施の形態 1 におけるエレベータードアの制御装置が行う温度推定処理の第 2 例の概要を説明するためのフローチャートである。

[0090] 第 2 例において、温度推定処理は、かご 9 が走行している途中に実施される。これは、かご 9 が走行している途中、制御装置 20 は、ドアパネル 11 の全閉状態を維持するためである。

[0091] 図 6 に示されるように、ステップ S101 において、制御装置 20 は、かご 9 が走行中であるか否かを判定する。この際、例えば、制御装置 20 は、制御盤 7 からかご 9 の走行状態に関する制御情報を取得し、制御情報を当該判定に用いる。なお、制御装置 20 の電流指令器 26 は、かご 9 が走行中であるか否かを判定してもよい。

[0092] ステップ S101 で、かご 9 が走行中でない場合、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0093] ステップ S101 で、かご 9 が走行中である場合、ステップ S102 の動

作が行われる。ステップS 1 0 2において、制御装置2 0は、ドアパネル1 1が全閉状態であるか否かを判定する。

[0094] ステップS 1 0 2で、ドアパネル1 1が全閉状態でない場合、制御装置2 0は、フローチャートの動作を終了する。なお、この際、制御装置2 0は、かご9が走行中であるにも関わらずドアパネル1 1が全閉状態であることを示す異常を制御盤7に通知してもよい。この場合、例えば、制御盤7は、かご9を非常停止してもよい。

[0095] ステップS 1 0 2で、ドアパネル1 1が全閉状態である場合、ステップS 1 0 3以降の動作が行われる。ステップS 1 0 3からS 1 0 5で行われる動作は、図5のフローチャートのステップS 0 0 2からステップS 0 0 4で行われる動作と同様である。

[0096] ステップS 1 0 5の動作が行われた後、制御装置2 0は、フローチャートの動作を終了する。

[0097] 次に、図7を用いて、制御装置2 0が推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する処理の例を説明する。

図7は実施の形態1におけるエレベータードアの制御装置が推定抵抗値を推定する動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[0098] 制御装置2 0は、図5のフローチャートにおけるステップS 0 0 2からS 0 0 3で、図7のフローチャートに対応する動作である推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する動作を行う。

[0099] 図7に示されるように、ステップS 2 0 1において、制御装置2 0の電流指令器2 6は、第1試験電流指令値 I_{d1}^* を生成する。制御装置2 0の抵抗推定器3 0は、第1試験電圧指令値 V_{d1}^* と第1実電流値 I_{d1} とを取得する。

[0100] その後、ステップS 2 0 2の動作が行われる。ステップS 2 0 2において、電流指令器2 6は、第2試験電流指令値 I_{d2}^* を生成する。抵抗推定器3 0は、第2試験電圧指令値 V_{d2}^* と第2実電流値 I_{d2} とを取得する。

[0101] その後、ステップS 2 0 3の動作が行われる。ステップS 2 0 3において

、電流指令器 26 は、第 3 試験電流指令値 I_{d3}^* を生成する。抵抗推定器 30 は、第 3 試験電圧指令値 V_{d3}^* と第 3 実電流値 I_{d3} とを取得する。

[0102] その後、ステップ S204 の動作が行われる。ステップ S204 において、抵抗推定器 30 は、取得した試験電圧値と実電流値との組を用いて、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する。

[0103] その後、ステップ S205 の動作が行われる。ステップ S205 において、温度推定器 31 は、ステップ S204 で演算された推定抵抗値 $R^{\wedge}$ に基づいて、コイル温度 T を推定する。

[0104] その後、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0105] なお、図 7 のフローチャートは、値の異なる試験電流指令値が 3 つ生成される場合の動作である。試験電流指令値の組が生成される数に応じて、当該フローチャートのステップ数は変化し得る。

[0106] 次に、図 8 を用いて、制御装置 20 が行う過熱保護制御の例を説明する。

図 8 は実施の形態 1 におけるエレベータードアの制御装置が行う過熱保護制御の動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[0107] 保護制御器 32 は、モータ 21 が焼損する等の故障を防ぐために、コイル温度 T に応じて過熱保護制御を実行すべきか否かを判定する。保護制御器 32 の判定結果に基づいて、電圧指令器 27 は、過熱保護制御としてモータ 21 の駆動制御を停止する。

[0108] ここで、コイル温度 T が上昇する場合、例えば、以下の原因事象が想定される。

[0109] 第 1 原因事象は、モータ 21 の本体に発生した異常である。具体的には、モータ 21 の軸受が摩耗している場合、モータ 21 の寿命が訪れている場合、等の場合にモータ温度 T が上昇し得る。

[0110] 第 2 原因事象は、ドアパネル 11 の開閉頻度が高いことである。具体的には、かご 9 の呼びの頻度が高い場合、ドアパネル 11 の反転動作が増加している場合、等の場合にモータ温度 T が上昇し得る。

[0111] 第 3 原因事象は、かごドア 10 に発生した不具合である。具体的には、例

例えば、かごドア 10 の機械系統の不具合によってドアパネル 11 の移動抵抗が増加した場合に、モータ 21 の回転負荷が上昇し、コイル温度 T が上昇し得る。

[0112] 第 4 原因事象は、昇降路 2 の内部の環境温度が高いことである。この場合、環境温度に伴って、コイル温度 T が上昇し得る。

[0113] コイル温度 T が上昇し得る原因事象が発生している状態において、モータ 21 の発熱量は、通常状態よりも大きい。この状態でモータ 21 の駆動制御が継続された場合、モータ 21 が焼損する恐れがある。

[0114] 図 8 には、過熱保護制御が行われるための規定の条件の判定動作、および過熱保護制御の動作が示される。図 8 のフローチャートの動作は、温度推定処理に続けて行われる。即ち、図 8 のフローチャートにおいて、ドアパネル 11 は、全開状態または全閉状態である。

[0115] ステップ S 301 は、温度推定処理の一部である。ステップ S 301 において、制御装置 20 の温度推定器 31 は、コイル温度 T を推定する。

[0116] その後、ステップ S 302 の動作が行われる。ステップ S 302 において、制御装置 20 の保護制御器 32 は、温度推定器 31 によって推定されたコイル温度 T が基準値以下であるか否かを判定する。例えば、基準値は、モータ 21 のコイルの全体温度の熱設計に基づいて、予め設定される。

[0117] ステップ S 302 で、コイル温度 T が基準値以下である場合、ステップ S 303 の動作が行われる。ステップ S 303 において、制御装置 20 の電圧指令器 27 は、モータ 21 の駆動制御を継続することを決定する。即ち、エレベーターシステム 1 は、通常運行される。

[0118] その後、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0119] ステップ S 302 で、コイル温度 T が基準値より大きい場合、ステップ S 304 の動作が行われる。ステップ S 304 において、電圧指令器 27 は、過熱保護制御として、モータ 21 の駆動制御を停止する。電圧指令器 27 は、モータ 21 の駆動制御を停止した旨を示す情報を制御盤 7 に送信する。即ち、エレベーターシステム 1 は、通常運行の状態から非常停止の状態に移行

する。

[0120] その後、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0121] なお、ステップ S 304 において、モータ 21 の駆動制御を停止すると、利用者がかご 9 に乗車できない、またはかご 9 から降車できない。そのため、制御盤 7 は、利用者をかご 9 から降車させた後に、エレベーターシステム 1 を非常停止の状態にしてもよい。この際、制御盤 7 は、利用者に対してサービスを停止する旨の警告またはアナウンスを発してもよい。

[0122] 次に、図 9 を用いて、制御装置 20 が過熱保護制御から復帰する復帰制御を説明する。

図 9 は実施の形態 1 におけるエレベータードアの制御装置のブロック図である。

[0123] 図 9 に示されるように、復帰制御を行うために、制御装置 20 は、温度降下量推定器 33 を更に備える。モータ 21 のコイル温度が基準値以下となった場合、復帰制御として、モータ 21 の駆動制御および図 9 には図示されないかご 9 のサービスが開始され得る。

[0124] 温度降下量推定器 33 は、保護制御器 32 によってコイル温度 T が閾値より大きいと判定された場合に、温度推定器 31 が推定したコイル温度 T の降下量を推定する降下量推定処理を開始する。

[0125] 具体的には、降下量推定処理において、まず、保護制御器 32 によってコイル温度 T が閾値より大きいと判定された場合に、温度降下量推定器 33 には、温度推定器 31 が推定したコイル温度 T の値が入力される。この際、温度降下量推定器 33 は、コイル温度 T の値が入力された時点から、経過時間 t を計測する。即ち、温度降下量推定器 33 は、保護制御器 32 によってコイル温度 T が閾値より大きいと判定された時点をもとにした経過時間 t を測定する。温度降下量推定器 33 は、入力されたコイル温度 T を初期温度とし、経過時間 t に対する現在のコイル温度 T' を推定し、出力する。なお、過熱保護制御によってモータ 21 の駆動制御が停止した場合、温度降下量推定器 33 は、モータ 21 の電流指令値等の制御系の情報を使用することができ

ない。そのため、温度降下量推定器 33 は、経過時間 t を用いて現在のコイル温度 T' を推定する。

[0126] 温度降下量推定器 33 は、推定した現在のコイル温度 T' の値を保護制御器 32 に入力する。保護制御器 32 は、現在のコイル温度 T' が基準値以下になったか否かを判定する。保護制御器 32 によって現在のコイル温度 T' が基準値以下になったと判定された場合、電圧指令器 27 は、過熱保護制御を終了し、復帰制御として、モータ 21 の駆動制御を再び開始する。なお、この際用いられる基準値は、過熱保護制御を行う際に用いられるコイル温度の閾値と同じ値であってもよいし、異なる値であってもよい。

[0127] ここで、温度降下量推定器 33 は、コイル温度と経過時刻との関係を示す降下量数式モデルに基づいて、現在のコイル温度を推定する。降下量数式モデルは、種々のモデルが採用され得る。

[0128] 降下量数式モデルの第 1 例は、以下の (9) 式に示される。

[0129] [数9]

$$T' = T \exp(-t/Ta) \quad (9)$$

[0130] (9) 式において、 Ta は、温度降下の速さを表す時定数である。 Ta は、予め設定される。(9) 式によれば、初期温度 T が与えられることで、経過時間 t に対して現在のコイル温度 T' が推定され得る。

[0131] 降下量数式モデルの第 2 例は、以下の (10) 式に示されるように、複数の時定数を含むモデルである。

[0132] [数10]

$$T' = T \sum_{i=1}^N \alpha_i \exp(-t/Ta_i) \quad (10)$$

[0133] (10) 式において、 i は、1 番目から N 番目の順番を示す自然数である。 Ta_i は、 i 番目の時定数である。 α_i は、 i 番目の定数である。

[0134] なお、一般的に、(9) 式または (10) 式において、時定数は、雰囲気温度によって異なる値となり得る。雰囲気温度を測定可能な機器に適用される場合、測定された雰囲気温度によって時定数の値が決定されてもよい。雰

囲気温度を測定しない機器の場合、時定数には、設定された定数が用いられればよい。この際、例えば、時定数には、適用され得る数値範囲の中で、温度降下の速さが最も遅くなる数値が採用される。即ち、温度降下量推定器 33 は、安全勝手な条件であるモータ 21 の放熱が最も起こりにくい条件における温度降下量を推定する。

[0135] なお、降下量数式モデルは、経過時間 t の 1 次関数、経過時間 t の 2 次関数、等の別の関数であってもよい。さらに、降下量数式モデルの係数が既知であって、経過時間に対する温度降下量が概ね既知である場合、現在のコイル温度 T' が基準値以下になったと判定してもよい。具体的には、例えば、適用されるモデルが、100 秒間で 50℃ の温度降下量となるモデルであると仮定する。過熱保護制御に移行した時のコイル温度 T が 120℃ であり、基準温度が 20℃ である場合、100℃ の温度降下が起これば、現在のコイル温度が基準値以下となり得る。即ち、200 秒経過すれば、現在のコイル温度が基準値以下となり得る。この場合、温度降下量推定器 33 は、現在のコイル温度 T' を演算することなく、経過時間が 200 秒となった場合に現在のコイル温度 T' が基準値以下になったと判定してもよい。

[0136] 次に、図 10 を用いて、現在のコイル温度 T' の推定値の例を示す。

図 10 は実施の形態 1 におけるエレベータードアの制御装置が推定する現在のコイル温度の例を示す図である。

[0137] 図 10 の上段は、時刻と経過時間 t との関係を表すグラフである。過熱保護制御は、時刻 0 において開始する。時刻 0 において、経過時間 t の計測が開始される。経過時間 t は、時刻に比例して増加する。

[0138] 図 10 の下段は、時刻と推定された現在のコイル温度 T' との関係を表すグラフである。横軸は、時刻である。縦軸は、推定された現在のコイル温度 T' である。破線 1 は、コイル温度の基準値を示す。

[0139] 過熱程制御が開始した時刻において、温度推定器 31 によって推定されたコイル温度は、 T である。現在のコイル温度 T' は、経過時間が増加するに

つれて単調に減少する。時刻 t_1 において、現在のコイル温度 T' は、基準値以下となる。即ち、時刻 t_1 は、復帰制御を行うことが可能となった時刻である。例えば、制御装置 20 は、時刻 t_1 においてモータ 21 の駆動制御を再び開始する。

[0140] 次に、図 11 を用いて、制御装置 20 が過熱保護制御からの復帰を行う動作を説明する。

図 11 は実施の形態 1 におけるエレベータードアの制御装置が行う動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[0141] 図 11 のフローチャートのステップ S401 から S404 で行われる動作は、図 8 のフローチャートのステップ S301 から S304 で行われる動作と同じである。ステップ S403 の動作が行われた後、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0142] ステップ S404 の動作が行われた後、ステップ S405 の動作が行われる。ステップ S405 において、制御装置 20 の温度降下量推定器 33 は、降下量推定処理を開始する。

[0143] その後、ステップ S406 の動作が行われる。ステップ S406 において、温度降下量推定器 33 は、現在のコイル温度 T' が基準値以下であるか否かを判定する。

[0144] ステップ S406 で、現在のコイル温度 T' が基準値よりも大きい場合、モータ 21 の駆動制御が停止された状態が継続される、即ち、ステップ S404 以降の動作が行われる。

[0145] ステップ S406 で、現在のコイル温度 T' が基準値以下である場合、ステップ S407 の動作が行われる。ステップ S407 において、制御装置 20 は、過熱保護制御から復帰する、即ちモータ 21 の駆動制御を再び開始する。

[0146] その後、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0147] なお、温度降下量推定器 33 が、現在のコイル温度 T' を推定することなく、経過時間のみで復帰の判定を行う場合、フローチャートの動作は、対応

した動作となる。具体的には、ステップS405において、温度降下量推定器33は、経過時間を演算する。ステップS406において、経過時間が基準時間以上であるか否かを判定する。

[0148] 以上で説明した実施の形態1によれば、制御装置20は、ドア状態検出部であるドア状態検出器24と電流指令部である電流指令器26と電圧指令部である電圧指令器27と抵抗推定部である抵抗推定器30と温度推定部である温度推定器31とを備える。制御装置20は、試験電流指令値を生成することで、モータ21への電圧指令値とモータ21に流れる実電流値とを変化させる。制御装置20は、試験電流指令値に追従することで変化した電流値の変化量を演算する。制御装置20は、試験電流指令値が生成されたことで変化した電圧指令値の変化量を演算する。制御装置20は、電圧指令値の変化量を実電流値の変化量で除算することで、モータ21の推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する。ここで、電圧指令値の変化量は、実際にモータ21に印加される電圧値の変化量に対応する。推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を演算する際に、電圧指令値と実際に印加される電圧値との誤差の影響が除かれた値が用いられる。このため、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ の推定精度を向上させることができる。その結果、モータ21の温度であるコイル温度 T を推定する精度を向上させることができる。

[0149] また、制御装置20は、第1試験電流指令値と第2試験電流指令値とを生成する。制御装置20は、第1試験電流指令値と第2試験電流指令値とに基づいて生成された第1試験電圧指令値と第2試験電圧指令値とに基づいて推定抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する。これらの生成された値は、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ の推定に適した値が採用され得る。このため、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ の推定精度を向上させることができる。

[0150] なお、制御装置20は、第1試験電流指令値に対応する第1試験電圧指令値と、第1試験電圧指令値が生成される直前に生成された試験電圧指令値との差を電圧指令値の変化量とみなしてもよい。この場合、制御装置20は、第1試験電流指令値に追従した実電流値と、第1試験電流指令値が生成され

る直前の実電流値と、の差を電流値の変化量とみなしてもよい。

[0151] また、制御装置 20 は、d 軸の電流値が異なる第 1 試験電流指令値および第 2 試験電流指令値を生成する。d 軸の電流値が変化しても、ドアパネル 11 の開閉状態にはほとんど影響がない。このため、推定抵抗値 $R^{\wedge}$ の推定精度を向上させることができる。

[0152] また、制御装置 20 は、第 1 試験電流指令値と第 2 試験電流指令とをパルス波形状に生成、即ち時間的な間隔を空けて順番に生成する。モータ 21 は、第 1 試験電流指令値に追従した電流が流れ終わってから第 2 試験電流値に追従した電流が流れ始めるまでの間に、試験電流値によって発熱しない。このため、モータ 21 の発熱量を抑制することができる。

[0153] また、制御装置 20 は、かご 9 が走行している時に、試験電流指令値を生成する。即ち、制御装置 20 は、かご 9 が走行している時にコイル温度 T の温度推定動作を行う。温度推定動作において、d 軸電流が流れることによって、モータ 21 からは磁歪に起因する磁歪音等の騒音が発生し得る。かご 9 が走行している時に温度推定動作を行うことで、当該騒音は、かご 9 の走行音にかき消され得る。このため、かご 9 の内部の利用者等に対して当該騒音に起因する不快感を与えることを抑制できる。

[0154] また、制御装置 20 は、モータ温度 T を温度数式モデルに基づいて推定する。このため、正確にモータ温度 T を推定することができる。

[0155] また、制御装置 20 は、コイル温度 T が基準値以上となった場合に、モータ 21 の駆動制御を停止する。即ち、モータ 21 の過熱保護を適切に実施することができる。このため、モータ 21 の焼損、モータ 21 の発熱に起因する火災、等の災害を未然に防止することができる。その結果、エレベーターシステム 1 の安全性を向上させることができる。

[0156] また、制御装置 20 は、温度降下量推定部として温度降下量推定器 33 を更に備える。制御装置 20 は、コイル温度 T の温度降下量を推定することで、現在のコイル温度 $T^{\wedge}$ を推定する。制御装置 20 は、現在のコイル温度 $T^{\wedge}$ が基準値より小さくなった場合に、モータ 21 の駆動制御を再開する。モ

ータ 21 の駆動制御が停止した状態では、利用者は、エレベーターシステム 1 の利用をすることができない。制御装置 20 は、適切なタイミングでモータ 21 の駆動制御を再開することで、エレベーターシステム 1 の利用効率を向上させることができる。

[0157] また、制御装置 20 は、降下量数式モデルに基づいて、現在のコイル温度 T' を推定する。このため、正確に現在のコイル温度 T' を推定することができる。

[0158] 実施の形態 2.

図 12 は実施の形態 2 におけるエレベータードアの制御装置のブロック図である。なお、実施の形態 1 の部分と同一又は相当部分には同一符号が付される。当該部分の説明は省略される。

[0159] 図 12 に示されるように、実施の形態 2 において、制御装置 20 は、温度上昇量推定器 34 を更に備える。なお、図 12 には図示されないが、制御装置 20 は、抵抗推定器 30 と温度推定器 31 とを備えていてもよい。

[0160] 温度上昇量推定器 34 は、モータ 21 における 3 相のコイルのコイル温度の上昇量をそれぞれ推定する。具体的には、温度上昇量推定器 34 には、電流センサ 23 からモータ 21 に流れる 3 相の実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w が入力される。温度上昇量推定器 34 には、電圧座標変換器 28 から電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* が入力される。この際、温度上昇量推定器 34 には、デューティ比に変換される前の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* が入力される。即ち、電圧座標変換器 28 は、温度上昇量推定器 34 にデューティ比に変換する前の電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を入力する。温度上昇量推定器 34 は、実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w に基づいて、または実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w および電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* に基づいて、3 相コイルの温度上昇量 ΔT_u 、 ΔT_v 、 ΔT_w をそれぞれ演算し、推定値として出力する。なお、温度上昇量 ΔT_u は、モータ 21 の U 相のコイルの温度上昇量である。温度上昇量 ΔT_v は、モータ 21 の V 相のコイルの温度上昇量である。温度上昇量 ΔT_w は、モータ 21 の W 相のコイルの温度上昇量である。

[0161] 温度上昇量推定器 34 には、3 相のコイルの初期温度 T_0 の値が入力される。初期温度 T_0 は、温度上昇量推定器 34 が温度上昇量の推定を開始した時点におけるコイル温度である。なお、初期温度 T_0 は、3 相のコイルで異なる値であってもよいし、同じ値であってもよい。初期温度 T_0 は、任意の手法によって取得され得る。例えば、実施の形態 1 における温度推定器 31 が推定したコイル温度 T が初期温度 T_0 として温度上昇量推定器 34 に入力されてもよい。例えば、モータ 21 の全体温度が温度センサによって測定され、初期温度 T_0 として温度上昇量推定器 34 に入力されてもよい。

[0162] 温度上昇量推定器 34 は、初期温度 T_0 に温度上昇量 ΔT_u 、 ΔT_v 、 ΔT_w をそれぞれ加算し、3 相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w をそれぞれ演算し、出力する。

[0163] 保護制御器 32 には、温度上昇量推定器 34 から 3 相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w の値が入力される。実施の形態 2 において、保護制御器 32 は、3 相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w の値と対応する基準値とをそれぞれ比較し、過熱保護制御を開始すべきか否かを判定する。

[0164] ここで、温度上昇量推定器 34 では、ジュールの法則に基づいて、3 相のコイルそれぞれについて、発熱量が演算される。以下の (11) 式は、一般的なジュールの法則を示す。

[0165] [数11]

$$P = VI = RI^2 \quad (11)$$

[0166] (11) 式において、 P は、単位時間あたりの発熱量である。即ち、 P は、電圧 V 、電流 I 、および抵抗 R によって演算され得る。(11) 式より、時間 τ の間に発生する全発熱量 Q は、以下の (12) 式で表される。

[0167] [数12]

$$Q = VI\tau = RI^2\tau \quad (12)$$

[0168] (12) 式より、コイルの発熱量 Q は、 $Q = VI\tau$ または $Q = RI^2\tau$ のいずれかの式によって演算され得る。温度上昇量推定器 34 は、2 つの式にそれぞれ基づいた 2 つの演算方法を用いて、推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w

を演算する。

[0169] 次に、図 13 を用いて、温度上昇量推定器 34 で行われる演算を説明する。

図 13 は実施の形態 2 におけるエレベータードアの制御装置の温度上昇量推定器の概要を示す図である。

[0170] 図 13 に示されるように、温度上昇量推定器 34 は、第 1 推定部 341 と第 1 加算部 342 と第 2 推定部 343 と第 2 加算部 344 と出力判定部 345 とを備える。

[0171] 第 1 推定部 341 は、 $Q = R I^2 \tau$ の式に基づいて演算した発熱量 Q を用いて、第 1 温度上昇量 ΔT_{u1} 、 ΔT_{v1} 、 ΔT_{w1} をそれぞれ演算する。まず、第 1 推定部 341 には、実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w が入力される。第 1 推定部 341 は、実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w の各々の 2 乗値を演算する。第 1 推定部 341 は、3 相の実電流値のそれぞれについて、演算した 2 乗値に比例定数 K_1 を乗算し、積分する。ここで、例えば、比例定数 K_1 は、コイルの抵抗値 R と積分周期との積である。

[0172] なお、比例定数 K_1 に含まれるコイルの抵抗値 R の値は、想定され得る抵抗値の中で最も大きい値が採用される。温度上昇量を実際よりも少ない値として推定した場合、モータ 21 が焼損する恐れがある。そのため、抵抗値 R および比例定数 K_1 は、安全勝手の値、即ち最も発熱量が大きくなる値が採用される。

[0173] 当該積分後の値は、 $Q = R I^2 \tau$ の式の右辺の値に相当する。ここで、3 相のそれぞれに対応する値が積分によって演算される。第 1 推定部 341 の第 1 演算部 341a は、このように演算した U V W 相の各相の第 1 発熱量 Q を用いて、第 1 温度上昇量 ΔT_{u1} 、 ΔT_{v1} 、 ΔT_{w1} をそれぞれ演算し、出力する。例えば、第 1 演算部 341a は、 U 相の第 1 発熱量 Q を用いて、 U 相の第 1 温度上昇量 ΔT_{u1} を演算し、出力する。なお、第 1 発熱量 Q から第 1 温度上昇量 ΔT_{u1} 、 ΔT_{v1} 、 ΔT_{w1} が演算される方法は、適する任意の方法が採用され得る。例えば、3 相のコイルの熱容量に基づいて、各相の第 1

発熱量 Q から第1温度上昇量 ΔT_{u1} 、 ΔT_{v1} 、 ΔT_{w1} が演算されてもよい。

[0174] 第1加算部342には、第1推定部341が推定した第1温度上昇量 ΔT_{u1} 、 ΔT_{v1} 、 ΔT_{w1} が入力される。第1加算部342には、初期温度 T_0 の値が入力される。第1加算部342は、初期温度 T_0 に第1温度上昇量 ΔT_{u1} 、 ΔT_{v1} 、 ΔT_{w1} をそれぞれ加算することで、第1推定コイル温度 T_{u1} 、 T_{v1} 、 T_{w1} をそれぞれ演算し、出力する。例えば、第1加算部342は、U相の初期温度 T_0 にU相の第1温度上昇量 ΔT_{u1} を加算することで、U相の第1推定コイル温度 T_{u1} を演算し、出力する。

[0175] 第2推定部343は、 $Q = V I \tau$ の式に基づいて演算した発熱量 Q を用いて、第2温度上昇量 ΔT_{u2} 、 ΔT_{v2} 、 ΔT_{w2} をそれぞれ演算する。まず、第2推定部343には、実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w と電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* が入力される。また、第2推定部343には、温度上昇量推定器34が温度上昇量の推定を開始した時点における初期電圧指令値 V_{u0}^* 、 V_{v0}^* 、 V_{w0}^* が入力される。第2推定部343は、初期電圧指令値 V_{u0}^* 、 V_{v0}^* 、 V_{w0}^* の値を保持する。

[0176] 第2推定部343は、U相、V相、W相のそれぞれについて、電圧指令値から初期電圧指令値を減算した差を電圧指令値の変化量とする。第2推定部343は、U相、V相、W相のそれぞれについて、電圧指令値の変化量と実電流値とを積算する。第2推定部343は、U相、V相、W相のそれぞれについて、電圧指令値の変化量と実電流値との積に比例定数 K_2 を乗算し、各相の第2発熱量を演算する。第2推定部343の第2演算部343aは、各相の第2発熱量を用いて、第2温度上昇量 ΔT_{u2} 、 ΔT_{v2} 、 ΔT_{w2} を演算し、出力する。例えば、第2演算部343aは、U相の第2発熱量を用いて、U相の第2温度上昇量 ΔT_{u2} を演算し、出力する。なお、第2発熱量から第2温度上昇量 ΔT_{u2} 、 ΔT_{v2} 、 ΔT_{w2} が演算される方法は、適する任意の方法が採用され得る。

[0177] 第2加算部344には、第2推定部343が推定した第2温度上昇量 ΔT

u_2 、 ΔT_{v_2} 、 ΔT_{w_2} が入力される。第2加算部344には、初期温度 T_0 の値が入力される。第2加算部344は、初期温度 T_0 に第2温度上昇量 ΔT_{u_2} 、 ΔT_{v_2} 、 ΔT_{w_2} をそれぞれ加算することで、第2推定コイル温度 T_{u_2} 、 T_{v_2} 、 T_{w_2} をそれぞれ演算し、出力する。例えば、第2加算部344は、U相の初期温度 T_0 にU相の第2温度上昇量 ΔT_{u_2} を加算することで、U相の第2推定コイル温度 T_{u_2} を演算し、出力する。

[0178] 出力判定部345には、第1加算部342から第1推定コイル温度 T_{u_1} 、 T_{v_1} 、 T_{w_1} の値が入力される。出力判定部345には、第2加算部344から第2推定コイル温度 T_{u_2} 、 T_{v_2} 、 T_{w_2} の値が入力される。出力判定部345は、第1推定コイル温度と第2推定コイル温度との整合性を判定する。出力判定部345は、判定結果に基づいて、温度上昇量推定器34の出力である推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w を出力する。

[0179] 整合性を判定する場合、出力判定部345は、第1推定コイル温度と第2推定コイル温度との差の絶対値を演算する。出力判定部345は、当該差の絶対値が規定の閾値以下である場合、第1推定コイル温度と第2推定コイル温度とが整合すると判定する。出力判定部345は、当該差の絶対値が規定の閾値より大きい場合、第1推定コイル温度と第2推定コイル温度とが整合しないと判定する。出力判定部345は、コイルの各相について当該判定を行う。

[0180] 出力判定部345は、ある相に関する当該判定において整合すると判定した場合、当該相の第1推定コイル温度および第2コイル温度のうちいずれかを推定コイル温度として出力する。なお、出力判定部345は、ある相に関する当該判定において整合すると判定した場合、当該相の第1推定コイル温度と第2推定コイル温度との平均値を推定コイル温度として出力してもよい。

[0181] 出力判定部345は、ある相に関する当該判定において整合しないと判定した場合、当該相の第1推定コイル温度および第2推定コイル温度のうちの温度が高い方を推定コイル温度として出力する。そのため、安全勝手の条件

、即ちより高い温度が見積もられる条件によって、過熱保護制御を行うか否かの判定が行われ得る。

[0182] 次に、図 1 4 を用いて、温度上昇量推定器 3 4 で演算に用いられる各数値の例を説明する。

図 1 4 は実施の形態 2 におけるエレベータードアの制御装置の温度上昇量推定器が用いる数値の例を示す図である。

[0183] 図 1 4 には、本例の条件である、モータ 2 1 が回転しない状態で回転トルクを発生させている場合の、各数値の時間推移が示される。具体的には、ドアパネル 1 1 が全開状態でさらにモータ 2 1 がドアパネル 1 1 に対して開方向のトルクを与えている場合、ドアパネル 1 1 が全閉状態でさらにモータ 2 1 がドアパネル 1 1 に対して閉方向のトルクを与えている場合、全閉状態のドアパネル 1 1 をこじ開けようとする外力がドアパネル 1 1 に与えられる事象であるこじ開けが発生した場合、等の場合の、各数値の時間推移が示される。例えば、こじ開けは、かご 9 の内部から利用者が全閉状態のドアパネル 1 1 をこじ開けようとした際に発生する。

[0184] 図 1 4 の上段は、時刻と q 軸の実電流値 I_q との関係を表すグラフである。本例において、モータ 2 1 には、トルクを発生させるために一定値の q 軸電流が流される。なお、トルクの発生方向に応じて、 I_q が流れる方向は異なる。

[0185] 図 1 4 の中段は、時刻と各相の実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w との関係を表すグラフである。モータ 2 1 の回転角度が固定された状態で各相のコイルに電流が流れるため、各相の実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w は、いずれも直流値となる。各相の実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w の大きさは、実電流値 I_q の大きさおよびモータ 2 1 の回転位置の値に対応して、それぞれ異なる。

[0186] 図 1 4 の下段は、時刻と電流指令値との関係を表すグラフである。横軸は、時刻である。縦軸は、電流指令値である。図 1 4 の下段には、電流指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* を表すグラフ、および初期電圧指令値 V_{u0}^* 、 V_{v0}^* 、 V_{w0}^* の値を表す破線が示される。

- [0187] 基点時刻は、各グラフの最も左側の時刻である。下段のグラフにおいて、基点時刻の電流指令値が、初期電圧指令値 V_{u0}^* 、 V_{v0}^* 、 V_{w0}^* である。各相のコイルに流れる電流値が異なるため、各相のコイルの温度上昇量は、それぞれ異なる。温度上昇に伴う各相のコイルの抵抗値の上昇量は、それぞれ異なる。
- [0188] 各相のコイルの抵抗値が時間と共に上昇するため、電流指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* の各々の絶対値は、実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w をそれぞれ一定に保つように、時間と共に上昇する。
- [0189] 第1推定部341は、温度上昇量を推定する際に、実電流値の2乗に比例定数 K_1 を乗算し、積分した値を用いる。実電流値は、コイルの抵抗値に関わらず一定の値になるように制御される。即ち、実電流値は、実際のコイルの抵抗値の上昇量が反映されない数値である。演算結果に温度上昇量であるコイルの抵抗値の上昇量に関する情報が含まれるよう、第1推定部341は、実電流値の2乗と比例定数 K_1 との積を積分した値を温度上昇量の推定に用いる。
- [0190] 第2推定部343は、温度上昇量を推定する際に、電流指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* から初期電圧指令値 V_{u0}^* 、 V_{v0}^* 、 V_{w0}^* を減算した値と実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w との積を用いる。初期電圧指令値 V_{u0}^* 、 V_{v0}^* 、 V_{w0}^* は、固定値である。電流指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* は、コイルの抵抗値の変化に伴って変化する。即ち、電流指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* には、温度上昇量に関する情報が含まれる。そのため、第2推定部343は、各数値の積を、積分することなく温度上昇量の推定に用いることが可能である。
- [0191] また、第2推定部343は、 $Q = V I \tau$ の式の電圧 V として、電流指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* から初期電圧指令値 V_{u0}^* 、 V_{v0}^* 、 V_{w0}^* を減算した値を用いる。これは、電流指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* と実際に各相のコイルに印加される実電圧値との誤差の影響を小さくするためである。具体的には、電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と実際に印加される電圧との間には、電源電圧の違い等に起因する誤差が発生し得る。電流指令値 V_u^* 、 V_v^* 、 V_w^* は、

電圧指令値 V_d^* 、 V_q^* と回転位置とに基づいて変換される値であるため、実電圧値との誤差を含む。第2推定部343は、温度上昇量の推定誤差を小さくするために、同様の誤差を含む初期電圧指令値 V_{u0}^* 、 V_{v0}^* 、 V_{w0}^* との差分を温度上昇量の推定に用いる。

[0192] 一方で、実電流値 I_u 、 I_v 、 I_w は、電流センサ23の測定値であるため、正確な値であるとみなされ、温度上昇量の推定にそのまま用いる。

[0193] なお、第1推定部341および第2推定部343において、高周波ノイズなどの影響が排除され得るように、推定された温度上昇量にフィルタ処理が施されてもよい。即ち、第1推定部341および第2推定部343は、フィルタ処理が施された温度上昇量を出力してもよい。

[0194] 次に、実施の形態2において、制御装置20が行う温度推定処理の第1例を説明する。

図15は実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置が行う温度推定処理の第1例の概要を説明するためのフローチャートである。

[0195] 温度推定処理の第1例は、任意のタイミングで実施され得る。

[0196] ステップS501において、制御装置20は、ドアパネル11が全閉状態または全開状態であるか否かを判定する。

[0197] ステップS501で、ドアパネル11が全開状態でも全閉状態でもない場合、制御装置20は、フローチャートの動作を終了する。

[0198] ステップS501で、ドアパネル11が全開状態または全閉状態である場合、ステップS502の動作が行われる。ステップS502において、制御装置20の温度上昇量推定器34は、3相の第1推定コイル温度 T_{u1} 、 T_{v1} 、 T_{w1} をそれぞれ推定する。

[0199] その後、ステップS503の動作が行われる。ステップS503において、温度上昇量推定器34は、3相の第2推定コイル温度 T_{u2} 、 T_{v2} 、 T_{w2} をそれぞれ推定する。

[0200] その後、ステップS504の動作が行われる。ステップS504において、温度上昇量推定器34は、U相の第1推定コイル温度 T_{u1} とU相の第2推

定コイル温度 T_{u2} とが整合するか否かを判定する。

- [0201] ステップS504で、整合する場合、ステップS505の動作が行われる。ステップS505において、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{u1} および第2推定コイル温度 T_{u2} のうちの一方を、U相の推定コイル温度 T_u に決定する。なお、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{u1} と第2推定コイル温度 T_{u2} との平均値を、U相の推定コイル温度 T_u に決定してもよい。
- [0202] ステップS504で、整合しない場合、ステップS506の動作が行われる。ステップS506において、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{u1} および第2推定コイル温度 T_{u2} のうちの最悪値、即ち温度が大きい方の値をU相の推定コイル温度 T_u に決定する。
- [0203] ステップS505の動作またはステップS506の動作が行われた後、ステップS507の動作が行われる。ステップS507において、温度上昇量推定器34は、V相の第1推定コイル温度 T_{v1} とV相の第2推定コイル温度 T_{v2} とが整合するか否かを判定する。
- [0204] ステップS507で、整合する場合、ステップS508の動作が行われる。ステップS508において、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{v1} および第2推定コイル温度 T_{v2} のうちの一方を、V相の推定コイル温度 T_v に決定する。なお、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{v1} と第2推定コイル温度 T_{v2} との平均値を、V相の推定コイル温度 T_v に決定してもよい。
- [0205] ステップS507で、整合しない場合、ステップS509の動作が行われる。ステップS509において、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{v1} および第2推定コイル温度 T_{v2} のうちの最悪値、即ち温度が大きい方の値をV相の推定コイル温度 T_v に決定する。
- [0206] ステップS508の動作またはステップS509の動作が行われた後、ステップS510の動作が行われる。ステップS510において、温度上昇量推定器34は、W相の第1推定コイル温度 T_{w1} とW相の第2推定コイル温度

T_{w2} とが整合するか否かを判定する。

- [0207] ステップS510で、整合する場合、ステップS511の動作が行われる。ステップS511において、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{w1} および第2推定コイル温度 T_{w2} のうちの一方を、W相の推定コイル温度 T_w に決定する。なお、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{w1} と第2推定コイル温度 T_{w2} との平均値を、W相の推定コイル温度 T_w に決定してもよい。
- [0208] ステップS510で、整合しない場合、ステップS512の動作が行われる。ステップS512において、温度上昇量推定器34は、第1推定コイル温度 T_{w1} および第2推定コイル温度 T_{w2} のうちの最悪値、即ち温度が大きい方の値をW相の推定コイル温度 T_w に決定する。
- [0209] ステップS511の動作またはステップS512の動作が行われた後、ステップS513の動作が行われる。ステップS513において、温度上昇量推定器34は、決定した各相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w を出力する。
- [0210] その後、制御装置20は、フローチャートの動作を終了する。
- [0211] なお、本フローチャートの温度推定は、モータ21が全開状態のドアパネル11をさらに開方向へ押し付ける場合、またはモータ21が全閉状態のドアパネル11をさらに閉方向へ押し付ける場合に、特に有効である。これは、この状態において、モータ21に負荷が発生しやすく、コイルの温度が上昇しやすいからである。
- [0212] モータ21が全開状態のドアパネル11をさらに開方向へ押し付ける状況は、かご9に設けられた操作盤で「開」ボタンが押され続けている場合、ドアパネル11が開いている状態で乗場5に設けられた操作盤の呼びボタンが操作され続けている場合、等に発生し得る。
- [0213] 全閉状態のドアパネル11をさらに閉方向へ押し付ける状況は、例えば、こじ開けが発生した場合等に発生し得る。この場合、モータ21は、ドアパネル11をこじ開けようとする力に打ち勝つようトルクを発生させる。その

ため、モータ 21 のコイルには大きな電流が流れ、コイルの発熱量が大きくなる。

[0214] 次に、実施の形態 2 における温度推定処理の第 2 例として、こじ開けが発生した場合に制御装置 20 が行う動作を説明する。

図 16 は実施の形態 2 におけるエレベータードアの制御装置が行う温度推定処理の第 2 例の概要を説明するためのフローチャートである。

[0215] 図 16 に示されるように、ステップ S 601 において、制御装置 20 は、こじ開けが発生したか否かを判定する。例えば、制御装置 20 のドア状態検出器 24 は、こじ開けが発生したか否かを判定する。この際、ドア状態検出器 24 は、ドアパネル 11 が全閉状態であって閉方向に規定の値以上のトルクを発生させている場合に、こじ開けが発生したと判定する。なお、制御装置 20 がこじ開けの発生を判定する方法は、任意の方法が適用されてもよい。また、例えば、電流指令器 26 がこじ開けが発生したか否かを判定してもよい。

[0216] ステップ S 601 で、こじ開けが発生していないと判定された場合、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。即ち、第 2 例において、制御装置 20 は、こじ開けが発生しない限り温度推定処理を行わない。なお、制御装置 20 は、こじ開けが発生していないと判定した後に、温度推定処理の第 1 例の動作を行ってもよい。

[0217] ステップ S 601 で、こじ開けが発生したと判定された場合、制御装置 20 は、ステップ S 602 以降の動作を行う。ステップ S 602 から S 613 で行われる動作は、第 1 例である図 15 のフローチャートのステップ S 502 から S 513 で行われる動作と同様の動作が行われる。

[0218] 次に、図 17 を用いて、実施の形態 2 において制御装置 20 が行う過熱保護制御の例を説明する。

図 17 は実施の形態 2 におけるエレベータードアの制御装置が行う過熱保護制御の動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[0219] 保護制御器 32 は、推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w のそれぞれについて

、過熱保護制御を開始すべきであるか否かを判定する。

[0220] 図17に示されるように、ステップS701において、制御装置20の温度上昇量推定器34は、各相の温度上昇量をそれぞれ推定する。この際、温度上昇量推定器34は、第1温度上昇量および第2温度上昇量を演算する。

[0221] その後、ステップS702の動作が行われる。ステップS702において、温度上昇量推定器34は、推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w を演算し、出力する。即ち、温度上昇量推定器34は、推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w をそれぞれ推定する。

[0222] その後、ステップS703の動作が行われる。ステップS703において、制御装置20の保護制御器32には、推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w の値が入力される。保護制御器32は、U相の推定コイル温度 T_u が基準値以下であるか否かを判定する。

[0223] ステップS703で、推定コイル温度 T_u が基準値以下である場合、ステップS704の動作が行われる。ステップS704において、保護制御器32は、V相の推定コイル温度 T_v が基準値以下であるか否かを判定する。

[0224] ステップS704で、推定コイル温度 T_v が基準値以下である場合、ステップS705の動作が行われる。ステップS705において、保護制御器32は、W相の推定コイル温度 T_w が基準値以下であるか否かを判定する。

[0225] ステップS705で、推定コイル温度 T_w が基準値以下である場合、ステップS706の動作が行われる。ステップS706において、電圧指令器27は、モータ21の駆動制御を継続することを決定する。即ち、エレベータシステム1は、通常運行される。

[0226] その後、制御装置20は、フローチャートの動作を終了する。

[0227] ステップS703で推定コイル温度 T_u が基準値を超える場合、ステップS704で推定コイル温度 T_v が基準値を超える場合、またはステップS705で推定コイル温度 T_w が基準値を超える場合、ステップS707の動作が行われる。ステップS707で行われる動作は、実施の形態1の図8のフローチャートのステップS304で行われる動作と同様の動作である。即ち

、電圧指令器 27 は、過熱保護制御として、モータ 21 の駆動制御を停止する。電圧指令器 27 は、モータ 21 の駆動制御を停止した旨を示す情報を制御盤 7 に送信する。即ち、エレベーターシステム 1 は、通常運行の状態から非常停止の状態に移行する。

[0228] その後、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0229] 次に、図 18 を用いて、実施の形態 2 において制御装置 20 が過熱保護制御から復帰する復帰制御を説明する。

図 18 は実施の形態 2 におけるエレベータードアの制御装置のブロック図である。

[0230] 図 18 に示されるように、実施の形態 2 において、制御装置 20 は、温度降下量推定器 33 を更に備える。温度降下量推定器 33 は、降下量推定処理において、コイルの各相に関する推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w の降下量を推定する点で、実施の形態 1 と異なる。なお、各推定コイル温度の降下量を演算する処理は、実施の形態 1 と同様である。

[0231] 即ち、保護制御器 32 によって推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w の少なくともいずれかが基準値を超えると判定された場合、温度降下量推定器 33 には、推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w の値が入力される。この際、温度降下量推定器 33 は、推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w の値が入力された時点を基点として、経過時間 t を計測する。温度降下量推定器 33 は、入力された推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w をそれぞれ初期温度とし、経過時間 t に対する現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' をそれぞれ推定し、出力する。

[0232] 保護制御器 32 には、温度降下量推定器 33 から現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' が入力される。保護制御器 32 は、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' がいずれも基準値以下であるか否かを判定する。

[0233] ここで、温度降下量推定器 33 は、推定コイル温度と経過時刻との関係を示す降下量数式モデルに基づいて、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、

T_w' をそれぞれ推定する。降下量数式モデルは、種々のモデルが採用され得る。

[0234] 降下量数式モデルの第1例は、以下の(13)式から(15)式に示される。なお、各係数は、(9)式と同様である。

[0235] [数13]

$$T_u' = T_u \exp(-t/Ta) \quad (13)$$

[0236] [数14]

$$T_v' = T_v \exp(-t/Ta) \quad (14)$$

[0237] [数15]

$$T_w' = T_w \exp(-t/Ta) \quad (15)$$

[0238] なお、時定数 Ta は、各相の温度数式モデルで異なる値が用いられてもよい。

[0239] 降下量数式モデルの第2例は、以下の(16)式から(18)式に示されるように、複数の時定数を含むモデルである。なお、各係数は、(10)式と同様である。

[0240] [数16]

$$T_u' = T_u \sum_{i=1}^N \alpha_i \exp(-t/Ta_i) \quad (16)$$

[0241] [数17]

$$T_v' = T_v \sum_{i=1}^N \alpha_i \exp(-t/Ta_i) \quad (17)$$

[0242] [数18]

$$T_w' = T_w \sum_{i=1}^N \alpha_i \exp(-t/Ta_i) \quad (18)$$

[0243] なお、一般的に、(13)式から(18)式において、時定数は、雰囲気温度によって異なる値となり得る。雰囲気温度を測定可能な機器に適用される場合、当該雰囲気温度によって時定数の値が決定されてもよい。雰囲気温度を測定しない機器の場合、時定数には、設定された定数が用いられればよ

い。この際、例えば、時定数には、適用され得る数値範囲の中で、温度降下の速さが最も遅くなる数値が採用される。即ち、温度降下量推定器 33 は、安全勝手な条件であるモータ 21 の放熱が最も起こりにくい条件における温度降下量を推定する。

[0244] なお、降下量数式モデルは、経過時間 t の 1 次関数、経過時間 t の 2 次関数、等の別の関数であってもよい。さらに、降下量数式モデルの係数が既知であって、経過時間に対する温度降下量が概ね既知である場合、温度降下量推定器 33 は、現在のコイル温度が推定されることなく、経過時間に基づいて、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' がいずれも基準値以下になったと判定してもよい。具体的には、例えば、全ての相について適用されるモデルが、100 秒間で 50℃ の温度降下量となるモデルであると仮定する。過熱保護制御に移行した時のいずれかの相の推定コイル温度が 120℃ であり、基準温度が 20℃ である場合、100℃ の温度降下が起これば、当該相の現在の推定コイル温度が基準値以下となり得る。即ち、200 秒経過すれば、全ての相に関する現在の推定コイル温度が基準値以下となり得る。この場合、温度降下量推定器 33 は、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' を演算することなく、経過時間が 200 秒となった場合に現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' がいずれも基準値以下になったと判定してもよい。その後、保護制御器 32 には、温度降下量推定器 33 から現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' がいずれも基準値以下になった旨の信号が入力されてもよい。

[0245] 次に、図 19 を用いて、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' の推定値の例を示す。

図 19 は実施の形態 2 におけるエレベータドアの制御装置が推定する現在の推定コイル温度の例を示す図である。

[0246] 図 19 の (A) は、時刻と経過時間 t との関係を表すグラフである。過熱保護制御は、基点である時刻 0 において開始する。

[0247] 図 19 の (B) は、時刻と U 相に関する現在の推定コイル温度 T_u' との

関係を表すグラフである。図19の(C)は、時刻とV相に関する現在の推定コイル温度 T_v' との関係を表すグラフである。図19の(D)は、時刻とW相に関する現在の推定コイル温度 T_w' との関係を表すグラフである。

[0248] 図19に示される例において、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' は、経過時間に対して指数関数的に減少する。例えば、こじ開けが発生したことによって過熱保護制御が開始した場合、各相の温度上昇量はそれぞれ異なる。このため、過熱保護制御が開始した時点において、各相の初期温度は、それぞれ異なる。

[0249] 時刻0において、 T_v の値が最も小さい。 T_v' は、時刻 t_2 において T_u' 、 T_w' よりも先に基準値以下となる。時刻0において、 T_w の値が2番目に小さい。 T_w' は、時刻 t_2 よりも後の時刻 t_3 において基準値以下となる。時刻0において、 T_u の値が最も大きい。 T_u' は、時刻 t_3 よりも後の時刻 t_4 において基準値以下となる。

[0250] 保護制御器32は、時刻 t_4 において、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' がいずれも基準値以下になったと判定する。

[0251] 次に、図20を用いて、制御装置20が過熱保護制御からの復帰を行う動作を説明する。

図20は実施の形態2におけるエレベータードアの制御装置が行う動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[0252] 図20のフローチャートのステップS801からS807で行われる動作は、図17のフローチャートのステップS701からS707で行われる動作と同じである。ステップS706の動作が行われた後、制御装置20は、フローチャートの動作を終了する。

[0253] ステップS807の動作が行われた後、ステップS808の動作が行われる。ステップS808において、制御装置20の温度降下量推定器33は、各相の温度降下量を演算することで、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' をそれぞれ推定する。

[0254] その後、ステップS809の動作が行われる。ステップS809において

、保護制御器 32 は、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' がいずれも基準値以下になったか否かを判定する。

[0255] ステップ S809 で、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' がいずれも基準値以下になった場合、ステップ S810 の動作が行われる。ステップ S810 において、制御装置 20 は、過熱保護制御から復帰する、即ちモータ 21 の駆動制御を再び開始する。

[0256] その後、制御装置 20 は、フローチャートの動作を終了する。

[0257] ステップ S809 で、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' のうち少なくとも 1 つが基準値より大きい場合、モータ 21 の駆動制御が停止された状態が継続される、即ち、ステップ S807 以降の動作が行われる。

[0258] なお、温度降下量推定器 33 が、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' を推定することなく、経過時間のみで復帰の判定を行う場合、フローチャートの動作は、対応した動作となる。具体的には、ステップ S808 において、温度降下量推定器 33 は、経過時間を演算する。ステップ S809 において、温度降下量推定器 33 は、経過時間が基準時間以上経過したか否かを判定する。ステップ S810 において、保護制御器 32 は、温度降下量推定器 33 からの信号に基づいて、モータ 21 の駆動制御を再び開始してよいと判定する。制御装置 20 は、モータ 21 の駆動制御を再び開始する。

[0259] 以上で説明した実施の形態 2 によれば、制御装置 20 は、ドア状態検出部であるドア状態検出器 24 と電圧指令部である電圧指令器 27 と電圧座標変換部である電圧座標変換器 28 と温度上昇量推定部である温度上昇量推定器 34 とを備える。制御装置 20 は、3 相の温度上昇量 ΔT_u 、 ΔT_v 、 ΔT_w をそれぞれ推定する。3 相の温度上昇量 ΔT_u 、 ΔT_v 、 ΔT_w が推定されると、モータ 21 の温度が推定され得る。このため、モータ 21 の温度を推定する精度を向上させることができる。

[0260] また、制御装置 20 は、3 相の温度上昇量 ΔT_u 、 ΔT_v 、 ΔT_w に基づいて 3 相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w をそれぞれ推定する。このため、モータの温度を推定する精度を向上させることができる。

- [0261] また、温度上昇量推定器 34 は、第 1 推定部 341 と第 2 推定部 343 と出力判定部 345 とを備える。制御装置 20 は、第 1 推定コイル温度 T_{u1} 、 T_{v1} 、 T_{w1} と第 2 推定コイル温度 T_{u2} 、 T_{v2} 、 T_{w2} とを推定する。制御装置 20 は、第 1 推定コイル温度 T_{u1} 、 T_{v1} 、 T_{w1} と第 2 推定コイル温度 T_{u2} 、 T_{v2} 、 T_{w2} との整合性を判定し、判定結果に基づいて、3 相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w を推定する。その結果、各コイルの温度を推定する精度を向上させることができる。
- [0262] また、制御装置 20 は、それぞれの推定原理に適した方法で、第 1 温度上昇量 ΔT_{u1} 、 ΔT_{v1} 、 ΔT_{w1} および第 2 温度上昇量 ΔT_{u2} 、 ΔT_{v2} 、 ΔT_{w2} をそれぞれ推定する。このため、各コイルの温度を推定する精度を向上させることができる。
- [0263] また、制御装置 20 は、こじ開けが発生したことを検出する。制御装置 20 は、こじ開けが発生した場合に、3 相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w を推定する。こじ開けが発生した場合、モータ 21 の温度が上昇しやすい。制御装置 20 は、こじ開けが発生した場合でも 3 相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w を推定することができる。このため、モータ 21 の安全性を向上させることができる。
- [0264] また、制御装置 20 は、3 相の推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w のうちの少なくとも 1 つが基準値以上となった場合に、モータ 21 の駆動制御を停止する。このため、モータ 21 の焼損、モータ 21 の発熱に起因する火災、等の災害を未然に防止することができる。その結果、エレベーターシステム 1 の安全性を向上させることができる。
- [0265] また、制御装置 20 は、温度降下量推定部として温度降下量推定器 33 を更に備える。制御装置 20 は、推定コイル温度 T_u 、 T_v 、 T_w の温度降下量をそれぞれ推定することで、現在の推定コイル温度 $T_{u'}$ 、 $T_{v'}$ 、 $T_{w'}$ をそれぞれ推定する。制御装置 20 は、現在の推定コイル温度 $T_{u'}$ 、 $T_{v'}$ 、 $T_{w'}$ がいずれも基準値よりも小さくなった場合に、モータ 21 の駆動制御を再び開始する。制御装置 20 は、適切なタイミングでモータ 21 の

駆動制御を再開することで、エレベーターシステム 1 の利用効率を向上させることができる。

[0266] また、制御装置 20 は、降下量数式モデルに基づいて、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' を推定する。このため、現在の推定コイル温度 T_u' 、 T_v' 、 T_w' をそれぞれ正確に推定することができる。

[0267] 次に、図 21 を用いて、制御装置 20 を構成するハードウェアの例を説明する。

図 21 は実施の形態 1 または実施の形態 2 におけるエレベータードアの制御装置のハードウェア構成図である。

[0268] 制御装置 20 が備える各機器は、1 つの機器にまとめられた処理回路により実現されてもよい。制御装置 20 が備える各機器は、任意の組み合わせで複数の機器にまとめられた処理回路により実現されてもよい。また、制御装置 20 が備える各機器は、それぞれが処理回路により実現されてもよい。以降では、処理回路は、制御装置 20 が備える各機器が 1 つにまとめられた処理回路または制御装置 20 が備える各機器の処理回路のいずれかの呼称である。例えば、処理回路は、少なくとも 1 つのプロセッサ 100a と少なくとも 1 つのメモリ 100b とを備える。例えば、処理回路は、少なくとも 1 つの専用のハードウェア 200 を備える。

[0269] 処理回路が少なくとも 1 つのプロセッサ 100a と少なくとも 1 つのメモリ 100b とを備える場合、制御装置 20 の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせで実現される。ソフトウェアおよびファームウェアの少なくとも一方は、プログラムとして記述される。ソフトウェアおよびファームウェアの少なくとも一方は、少なくとも 1 つのメモリ 100b に格納される。少なくとも 1 つのプロセッサ 100a は、少なくとも 1 つのメモリ 100b に記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、制御装置 20 の各機能を実現する。少なくとも 1 つのプロセッサ 100a は、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP ともいう。例えば、少

なくとも1つのメモリ100bは、RAM、ROM、フラッシュメモリ、EPROM、EEPROM等の、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD等である。

[0270] 処理回路が少なくとも1つの専用のハードウェア200を備える場合、処理回路は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC、FPGA、またはこれらの組み合わせで実現される。例えば、制御装置20の各機能は、それぞれ処理回路で実現される。例えば、制御装置20の各機能は、まとめて処理回路で実現される。

[0271] 制御装置20の各機能について、一部を専用のハードウェア200で実現し、他部をソフトウェアまたはファームウェアで実現してもよい。例えば、電流指令値を生成する機能については専用のハードウェア200としての処理回路で実現し、電流指令値を生成する機能以外の機能については少なくとも1つのプロセッサ100aが少なくとも1つのメモリ100bに格納されたプログラムを読み出して実行することにより実現してもよい。

[0272] このように、処理回路は、ハードウェア200、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせで制御装置20の各機能を実現する。

産業上の利用可能性

[0273] 以上のように、本開示に係る制御装置は、エレベーターシステムに利用できる。

符号の説明

[0274] 1 エレベーターシステム、 2 昇降路、 3 建築物、 4 機械室、 5 乗場、 6 巻上機、 7 制御盤、 8 主ロープ、 9 かご、 10 かごドア、 11 ドアパネル、 20 制御装置、 21 モータ、 22 回転センサ、 23 電流センサ、 24 ドア状態検出器、 25 電流座標変換器、 26 電流指令器、 27 電圧指令器、 28 電圧座標変換器、 29 電力変換器、 30 抵抗推定器、 31

温度推定器、 3 2 保護制御器、 3 3 温度降下量推定器、 3 4
温度上昇量推定器、 1 0 0 a プロセッサ、 1 0 0 b メモリ、 2 0
0 ハードウェア、 3 4 1 第 1 推定部、 3 4 1 a 第 1 演算部、 3
4 2 第 1 加算部、 3 4 3 第 2 推定部、 3 4 3 a 第 2 演算部、 3
4 4 第 2 加算部、 3 4 5 出力判定部

請求の範囲

- [請求項1] エレベーターに設けられた3相のコイルを有するモータによって駆動されるドアの開閉状態を検出するドア状態検出部と、
前記モータへの印加電圧の指令値であって、前記モータに流れる電流が電流指令値に追従するような電圧指令値を生成する電圧指令部と、
前記電圧指令部が生成した電圧指令値を前記3相のコイルにそれぞれ印加する3相の電圧指令値に変換する電圧座標変換部と、
前記ドア状態検出部によって前記ドアが全開状態または全閉状態であると検出された場合に、前記3相のコイルにそれぞれ流れる3相の電流値と前記3相の電圧指令値とを用いて前記3相のコイルの温度上昇量をそれぞれ推定する温度上昇量推定部と、
を備えたエレベータードアの制御装置。
- [請求項2] 前記温度上昇量推定部は、前記3相のコイルの温度上昇量に基づいて前記3相のコイルの推定コイル温度をそれぞれ推定する請求項1に記載のエレベータードアの制御装置。
- [請求項3] 前記温度上昇量推定部は、
前記3相の電流値を用いて前記3相のコイルの第1温度上昇量をそれぞれ推定する第1推定部と、
前記3相の電流値と前記3相の電圧指令値とを用いて前記3相のコイルの第2温度上昇量をそれぞれ推定する第2推定部と、
前記第1温度上昇量に基づいて推定された前記3相のコイルの第1推定コイル温度と前記第2温度上昇量に基づいて推定された前記3相のコイルの第2推定コイル温度との整合性を判定し、判定結果に基づいて前記3相のコイルの推定コイル温度をそれぞれ推定する出力判定部と、
を有する請求項2に記載のエレベータードアの制御装置。
- [請求項4] 前記第1推定部は、コイルの電流値を2乗した値と規定の比例定数

との積が積算された値を用いて前記3相のコイルの第1温度上昇量をそれぞれ推定し、

前記第2推定部は、電圧指令値の変化量と電流値と規定の比例定数との積を用いて前記3相のコイルの第2温度上昇量をそれぞれ推定する請求項3に記載のエレベータードアの制御装置。

[請求項5] 前記ドア状態検出部は、全閉状態の前記ドアに対して前記ドアを開けようとする外力が加えられている状態であるこじ開けが発生したことを検出し、

前記温度上昇量推定部は、前記ドア状態検出部がこじ開けの発生を検出した場合に、前記3相のコイルの推定コイル温度をそれぞれ推定する請求項2から請求項4のいずれか一項に記載のエレベータードアの制御装置。

[請求項6] 前記電圧指令部は、前記温度上昇量推定部が推定した前記3相のコイルの推定コイル温度のうちの少なくとも1つが基準値以上となった場合に、前記モータの駆動制御を停止する請求項2から請求項5のいずれか一項に記載のエレベータードアの制御装置。

[請求項7] 前記電圧指令部が前記3相のコイルの推定コイル温度のうちのいずれかに基づいて前記モータの駆動制御を停止した場合に、前記3相のコイルの温度降下量をそれぞれ推定することで前記3相のコイルの現在の推定コイル温度をそれぞれ推定する温度降下量推定部、
を更に備え、

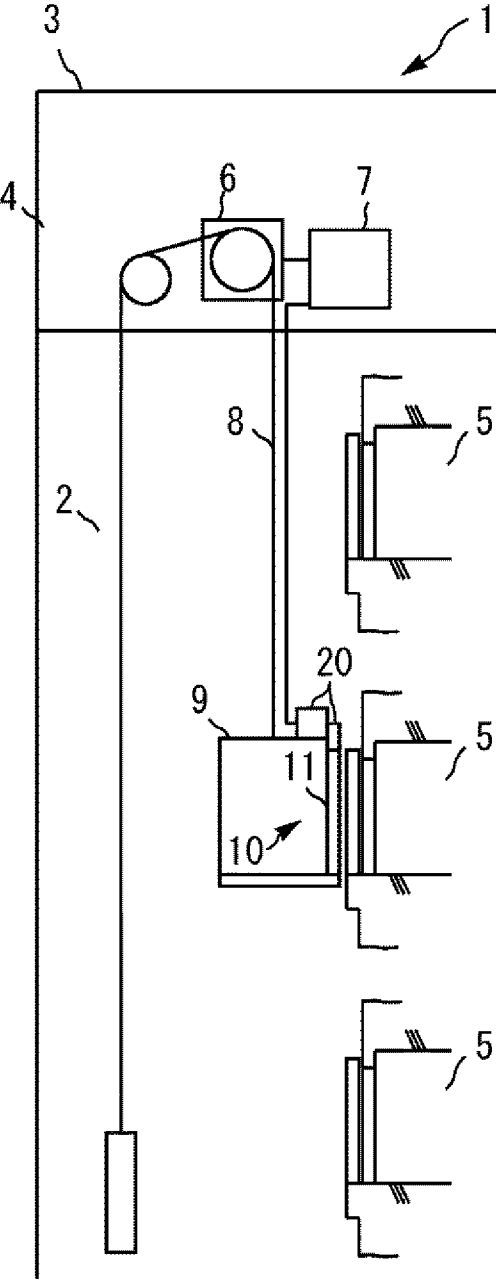
前記電圧指令部は、前記温度降下量推定部によって推定された前記3相のコイルの前記現在の推定コイル温度がいずれも基準値よりも小さくなった場合に、前記モータの駆動制御を再び開始する請求項6に記載のエレベータードアの制御装置。

[請求項8] 前記温度降下量推定部は、前記3相のコイルの推定コイル温度のうちのいずれかに基づいて前記モータの駆動制御を停止した時刻を基点とした経過時間を用いて、前記3相のコイルの前記現在の推定コイル

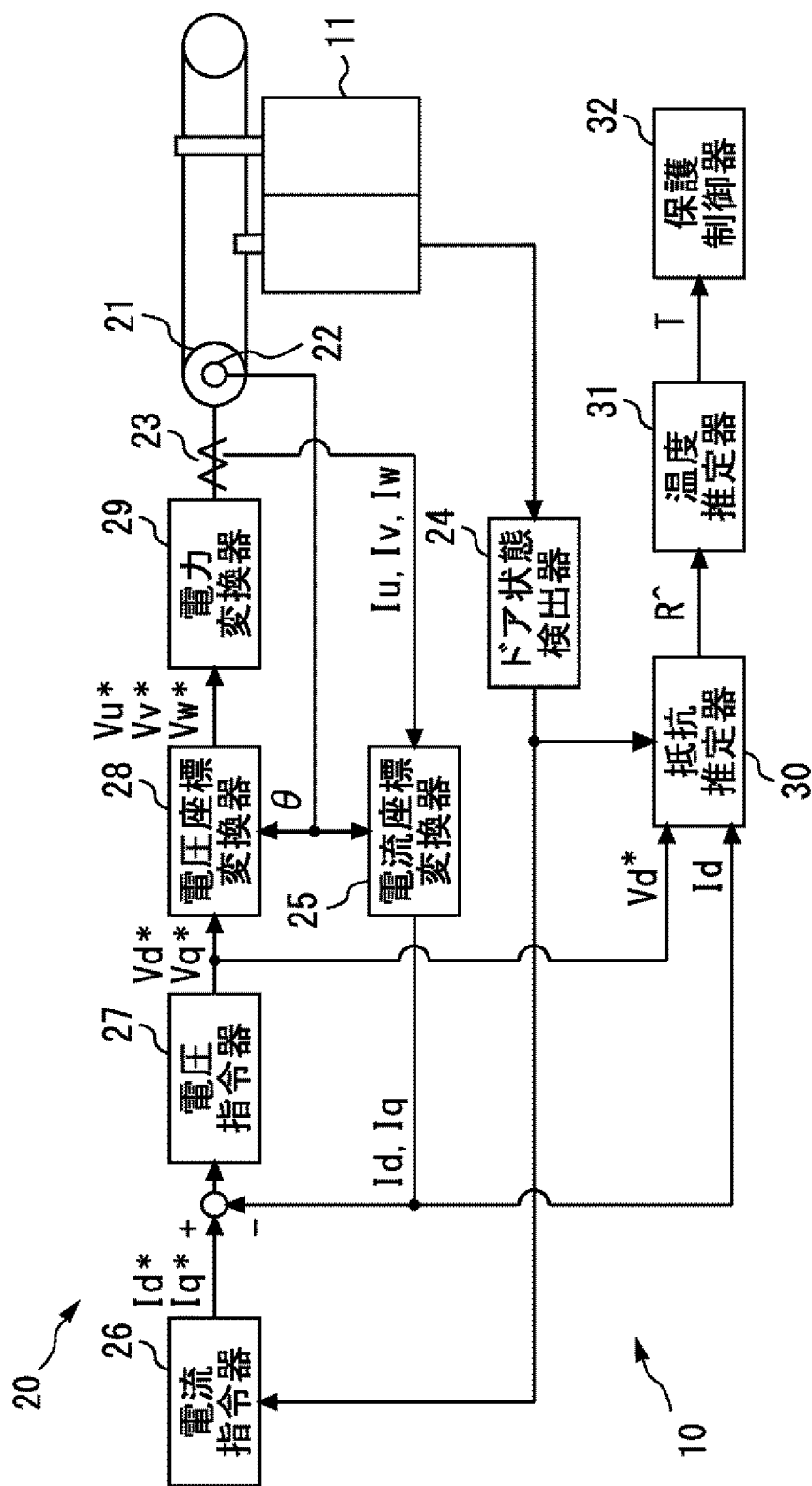
温度をそれぞれ推定する請求項 7 に記載のエレベータードアの制御装置。

[請求項9] 前記温度降下量推定部は、前記経過時間と前記モータのコイル温度の温度降下量との関係を表す降下量数式モデルに基づいて、前記経過時間から前記 3 相のコイルの温度降下量をそれぞれ演算し、前記 3 相のコイルの前記現在の推定コイル温度をそれぞれ推定する請求項 8 に記載のエレベータードアの制御装置。

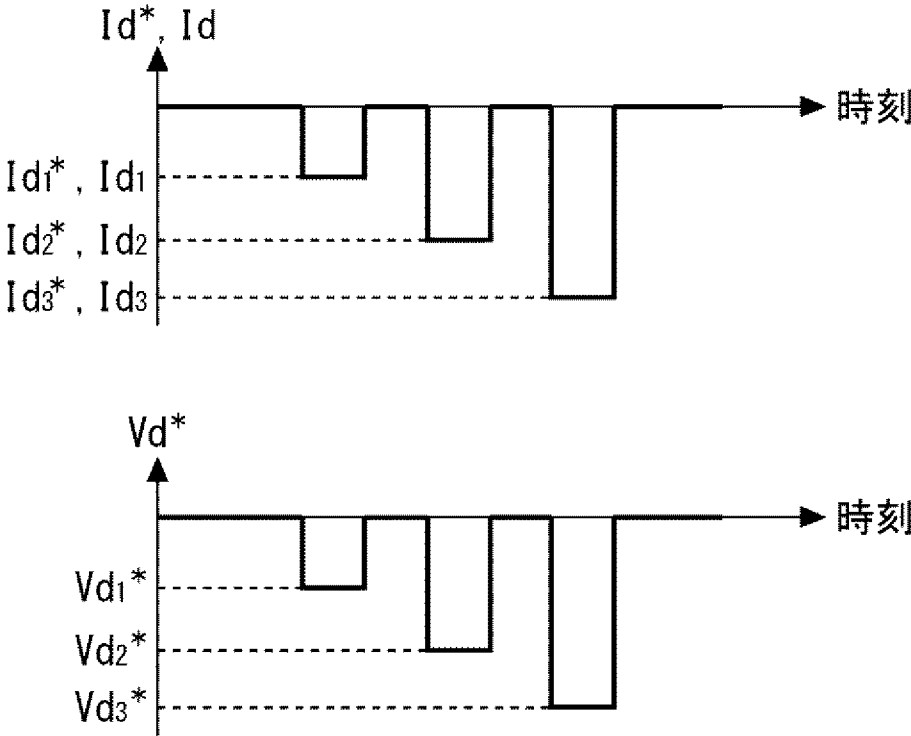
[図1]



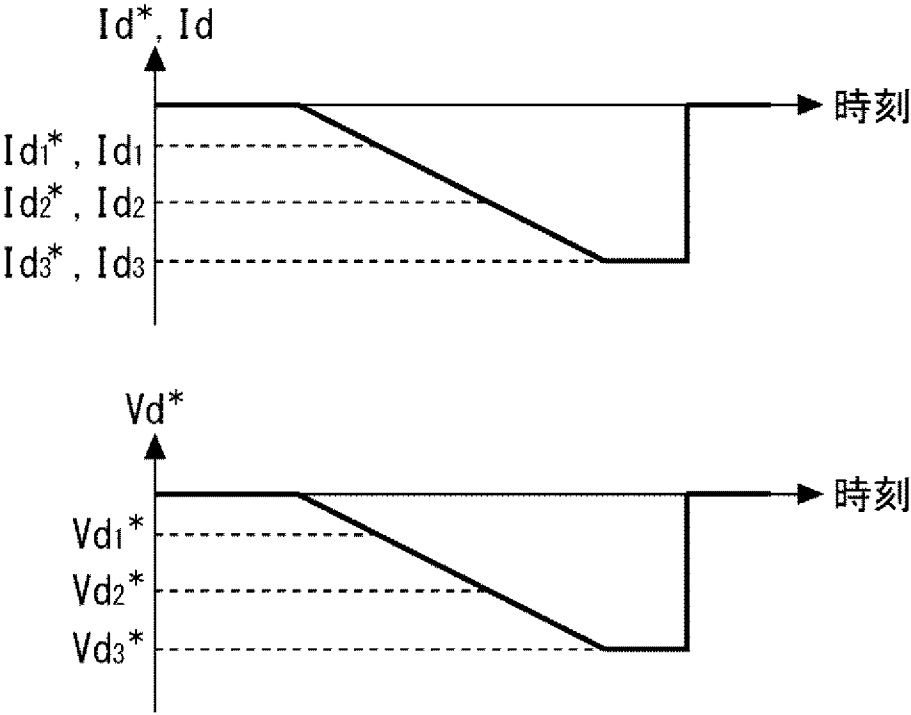
[図2]



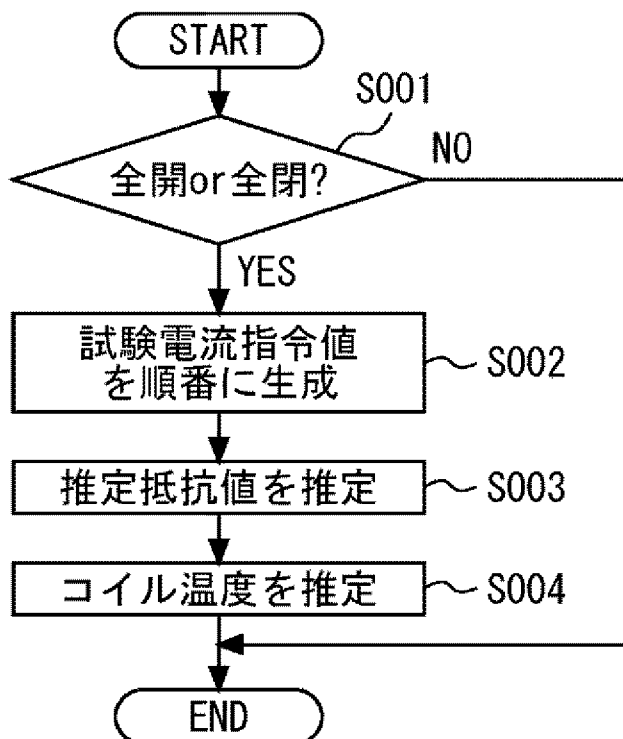
[図3]



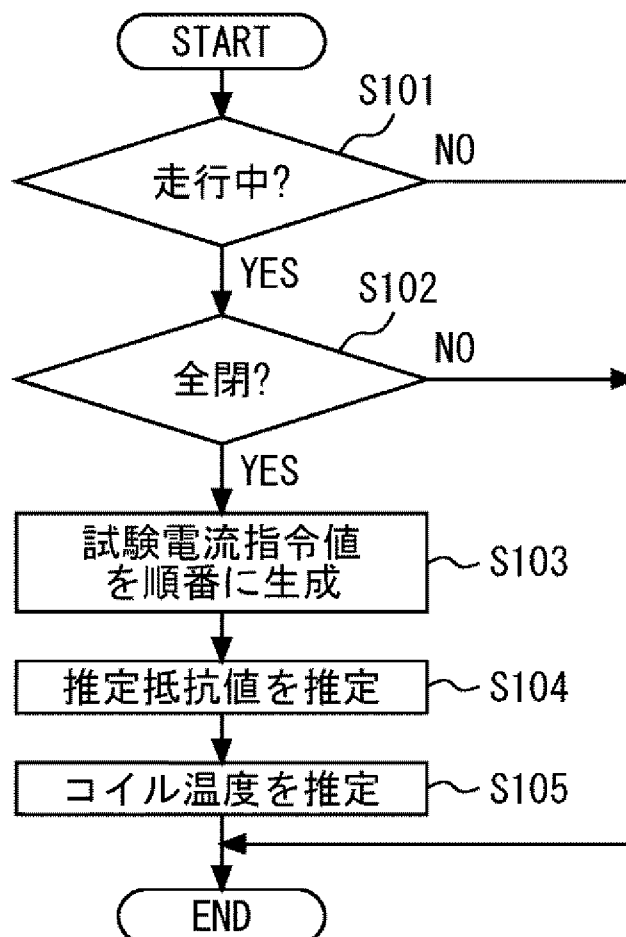
[図4]



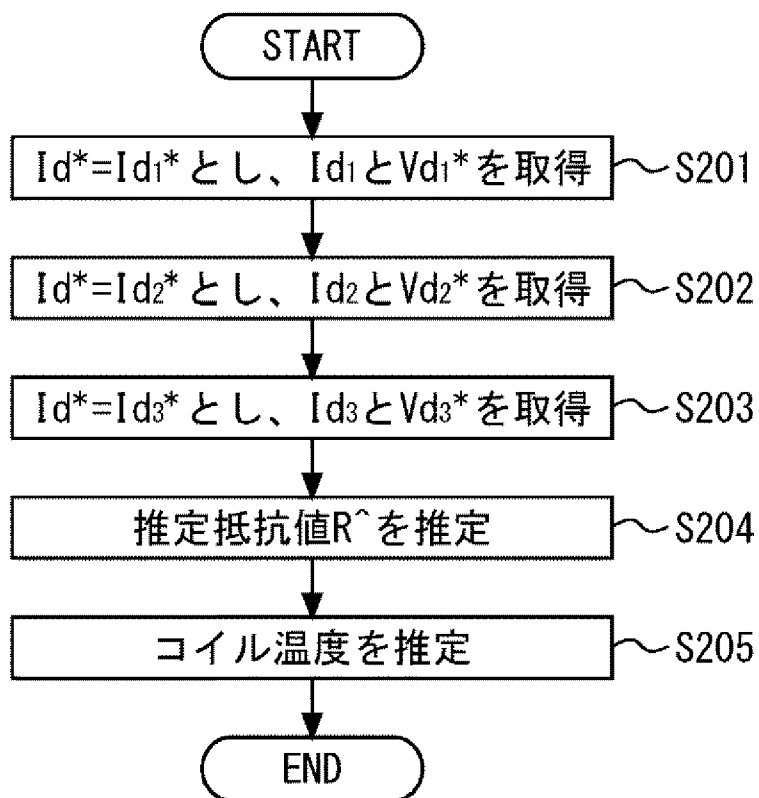
[図5]



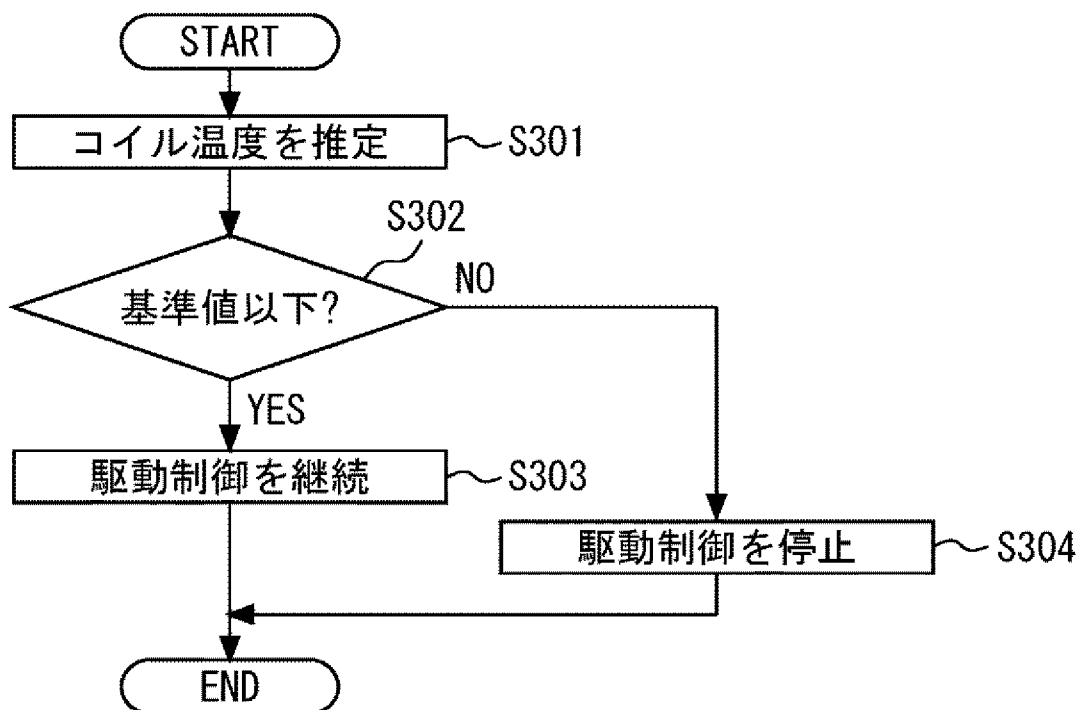
[図6]



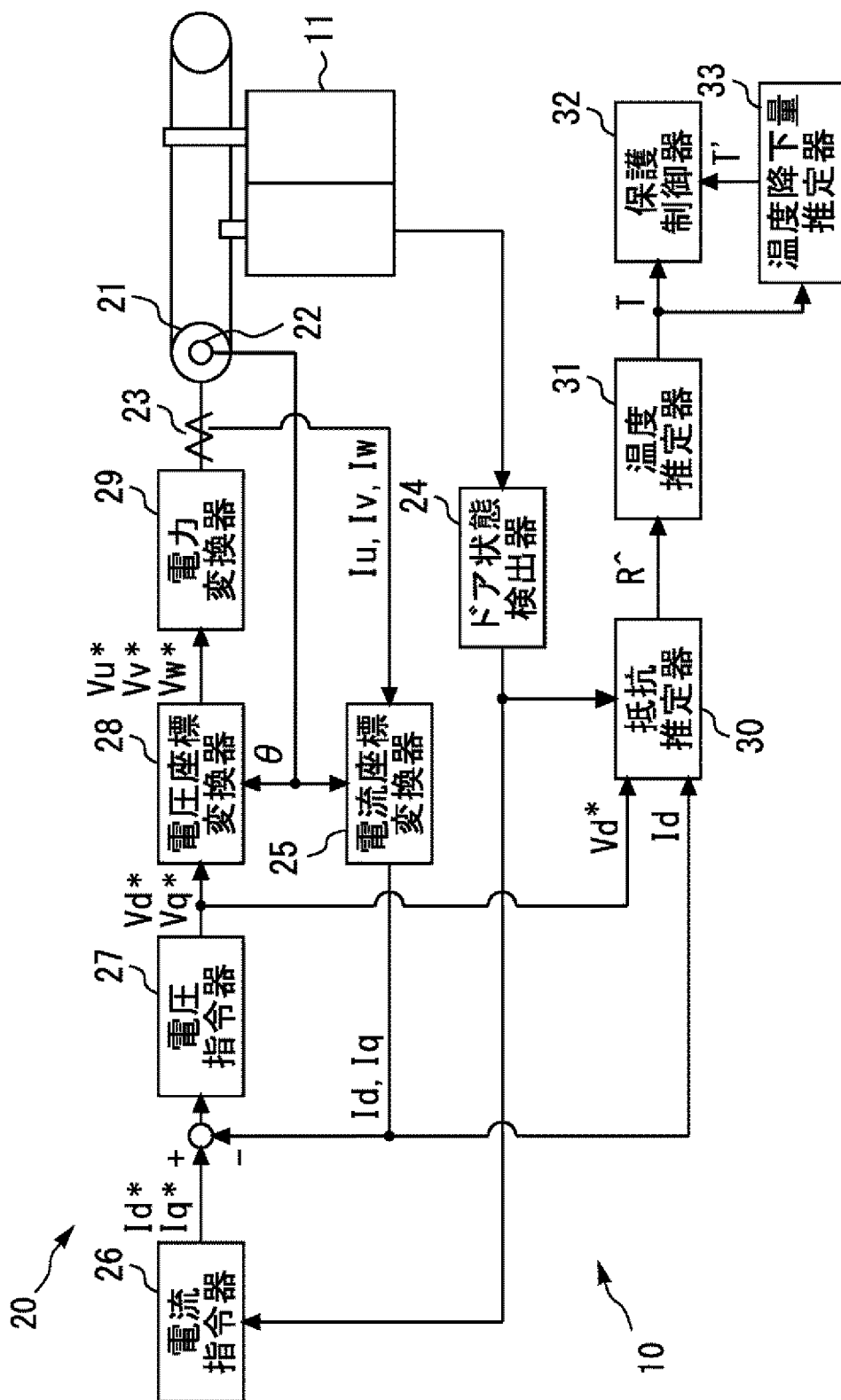
[図7]



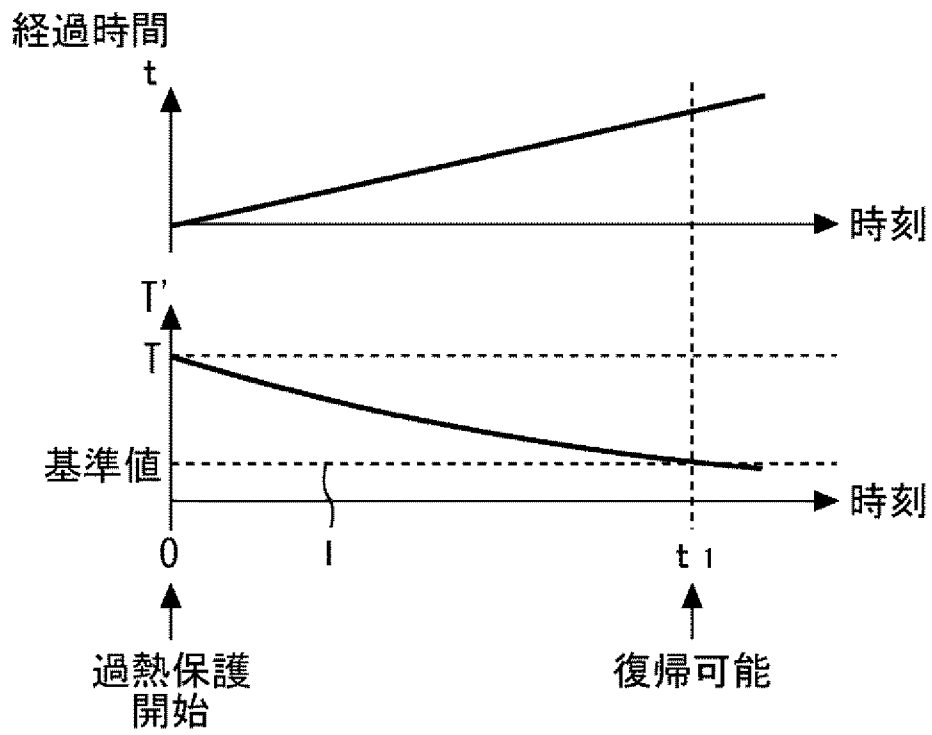
[図8]



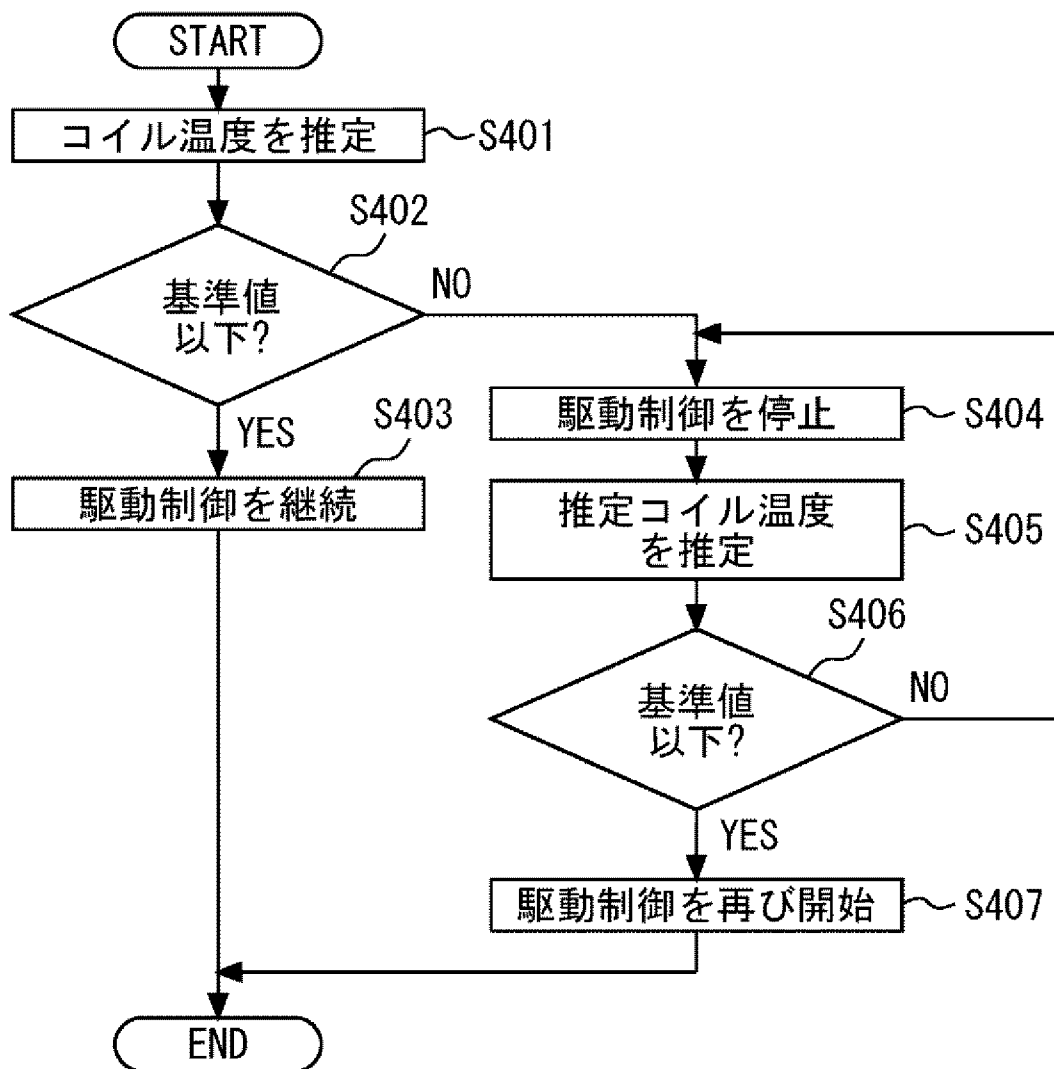
[図9]



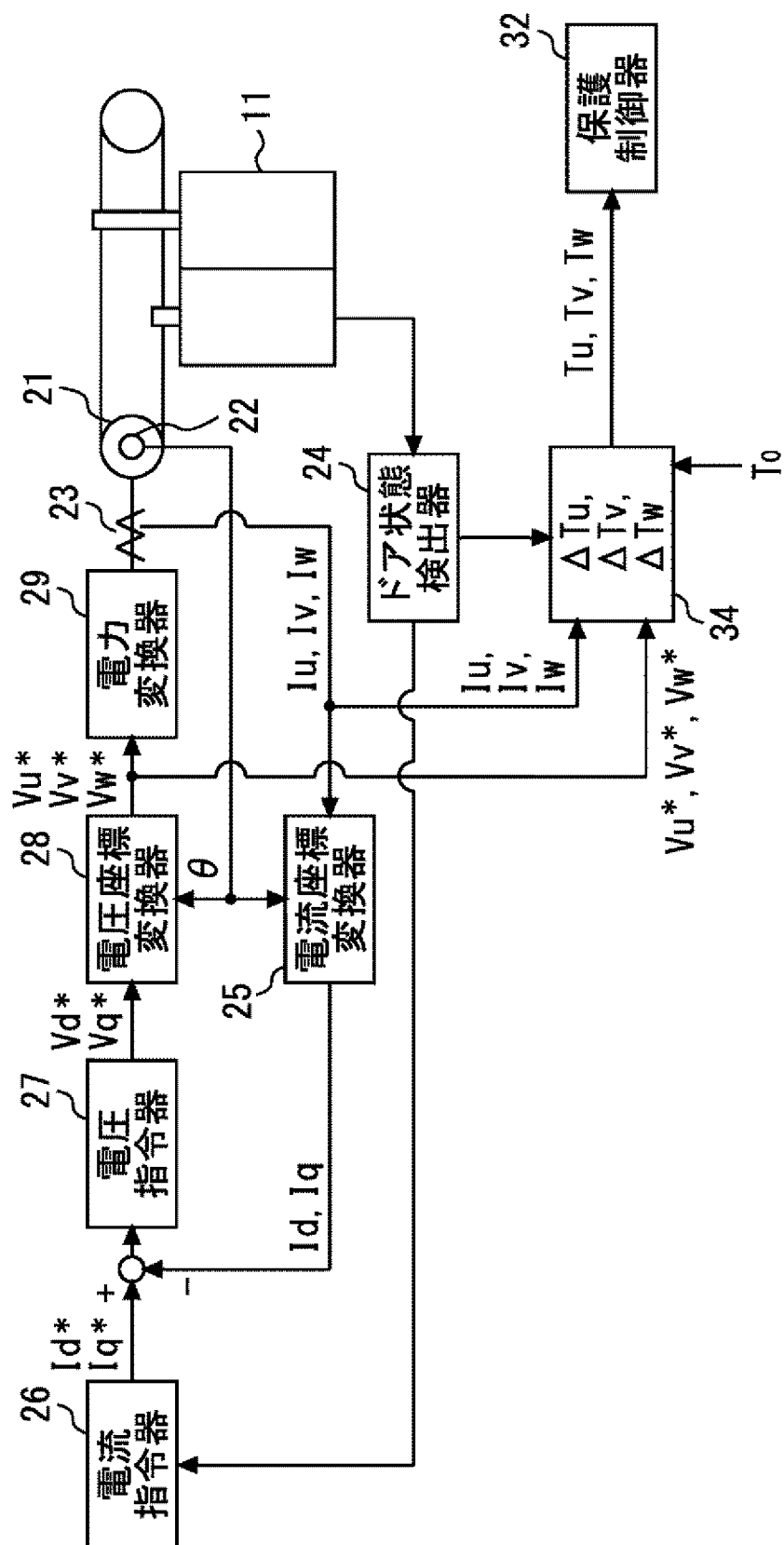
[図10]



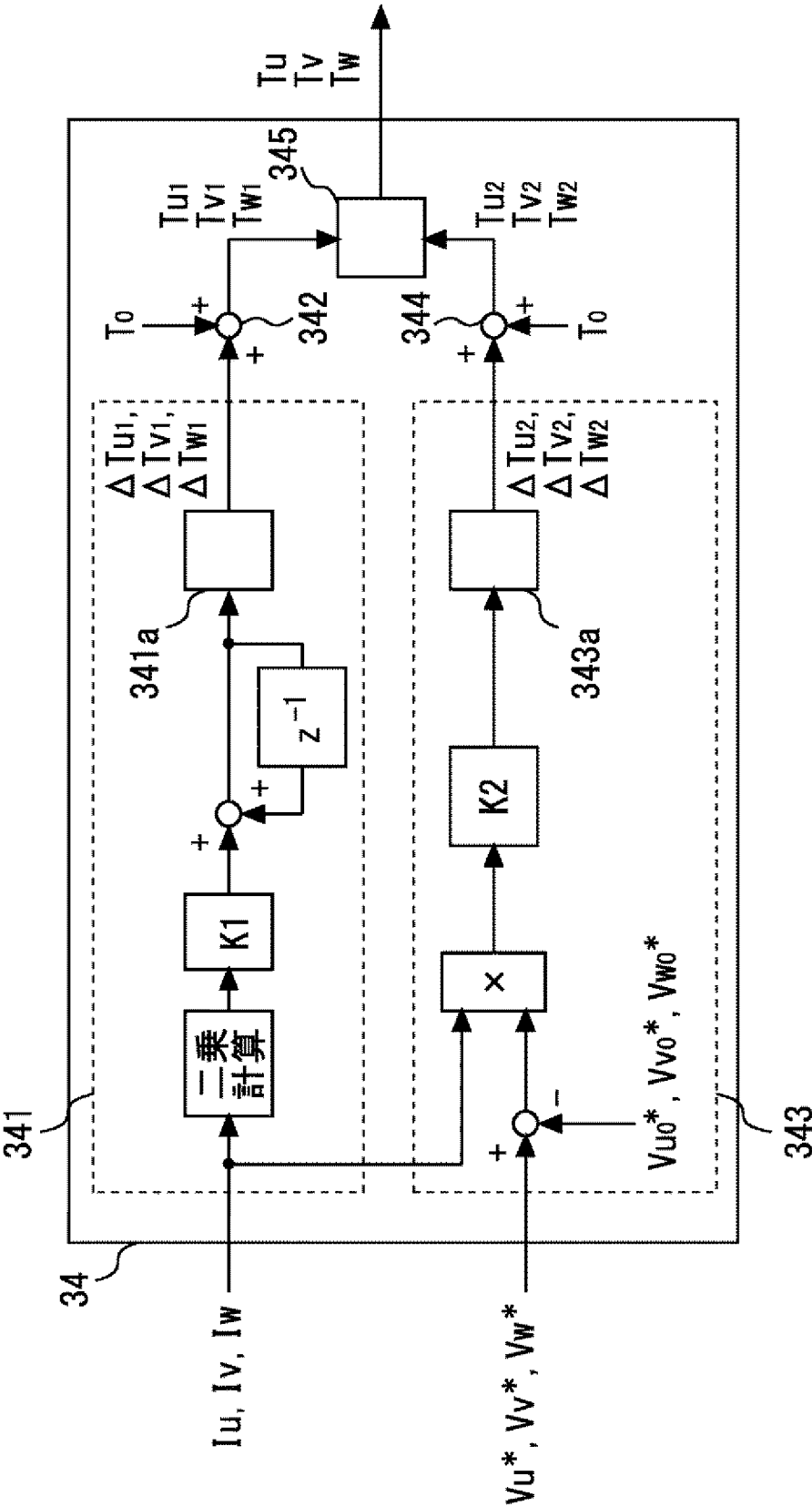
[図11]



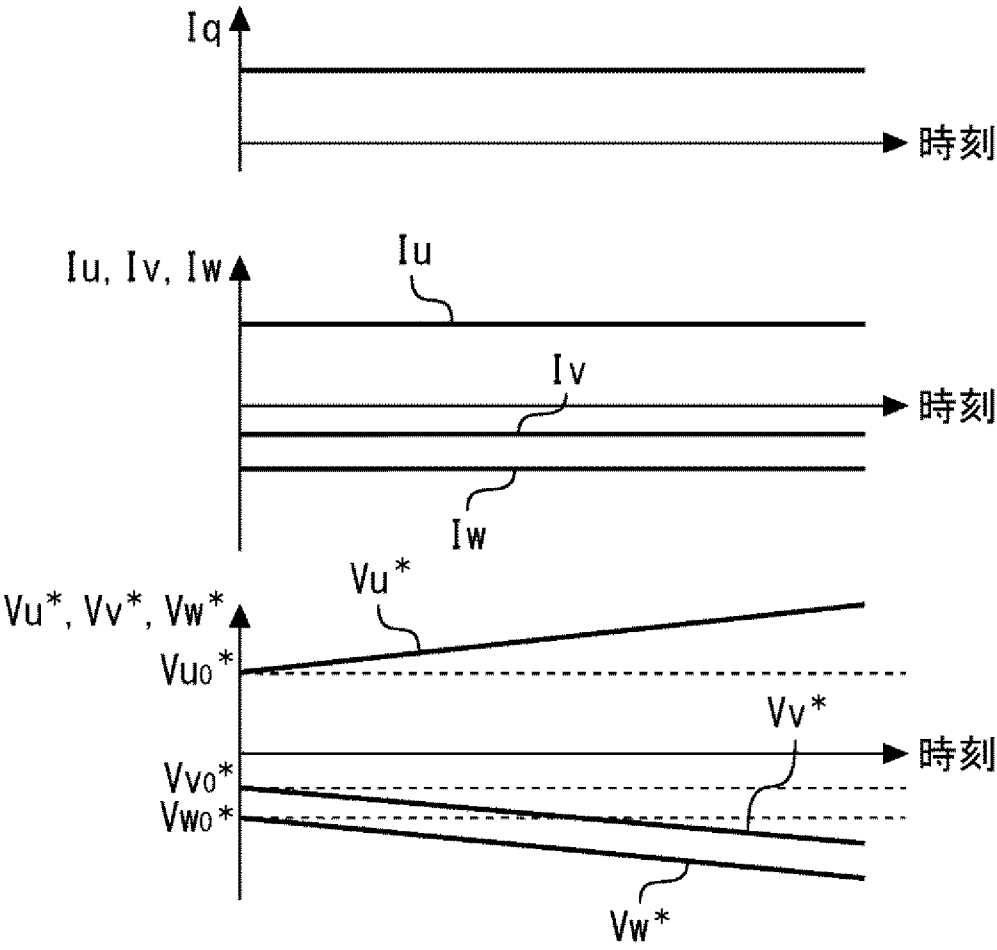
[図12]



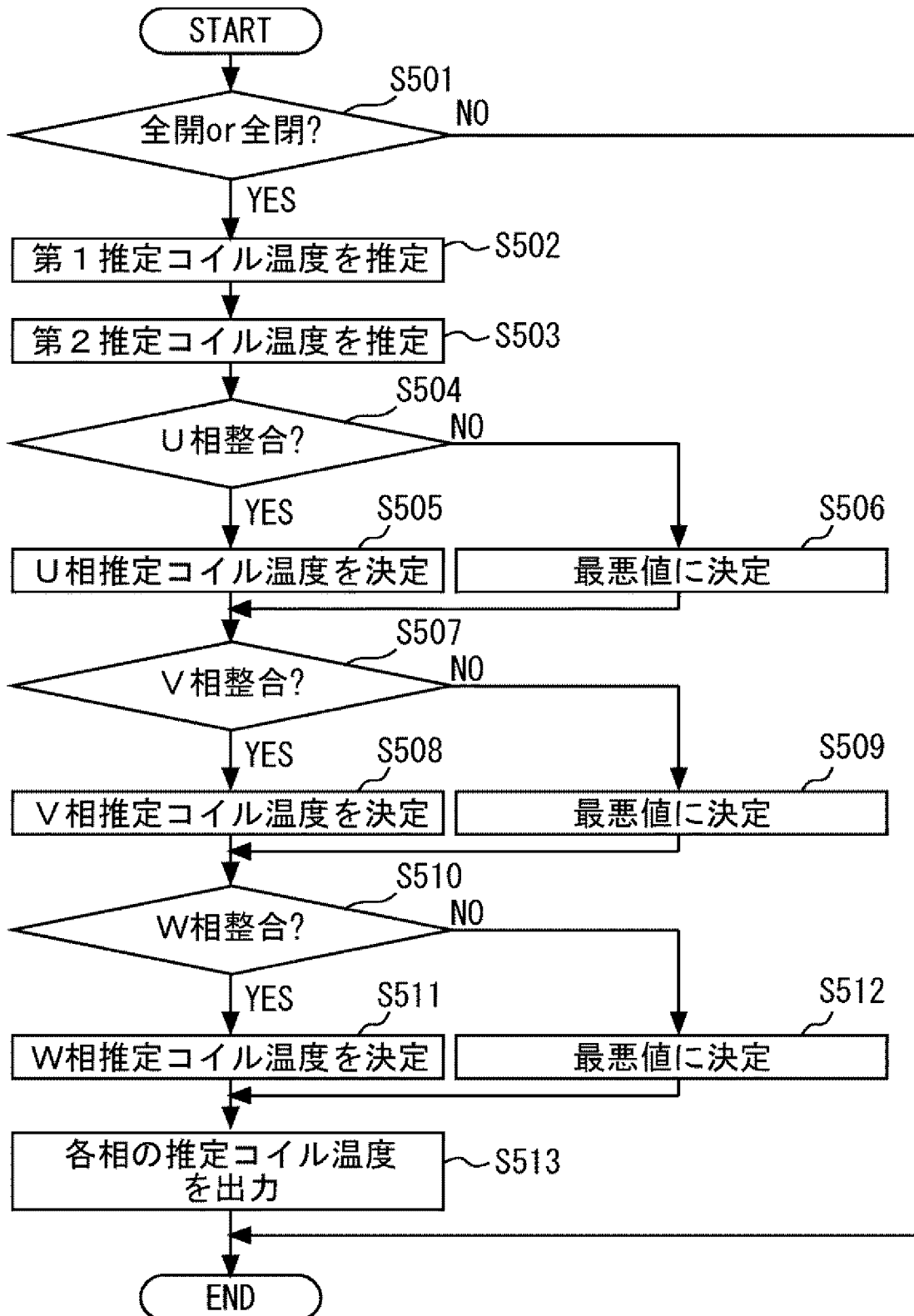
[図13]



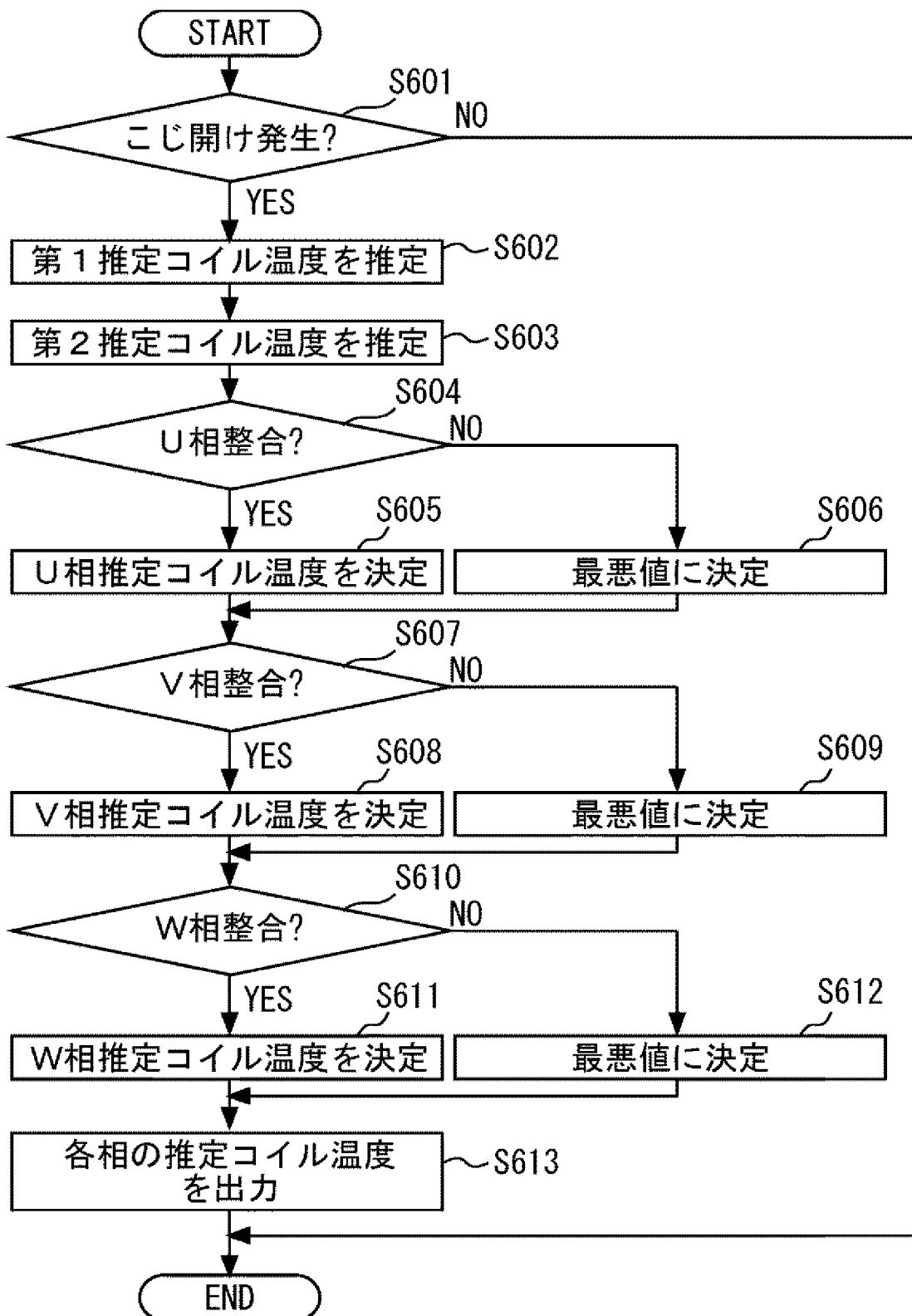
[図14]



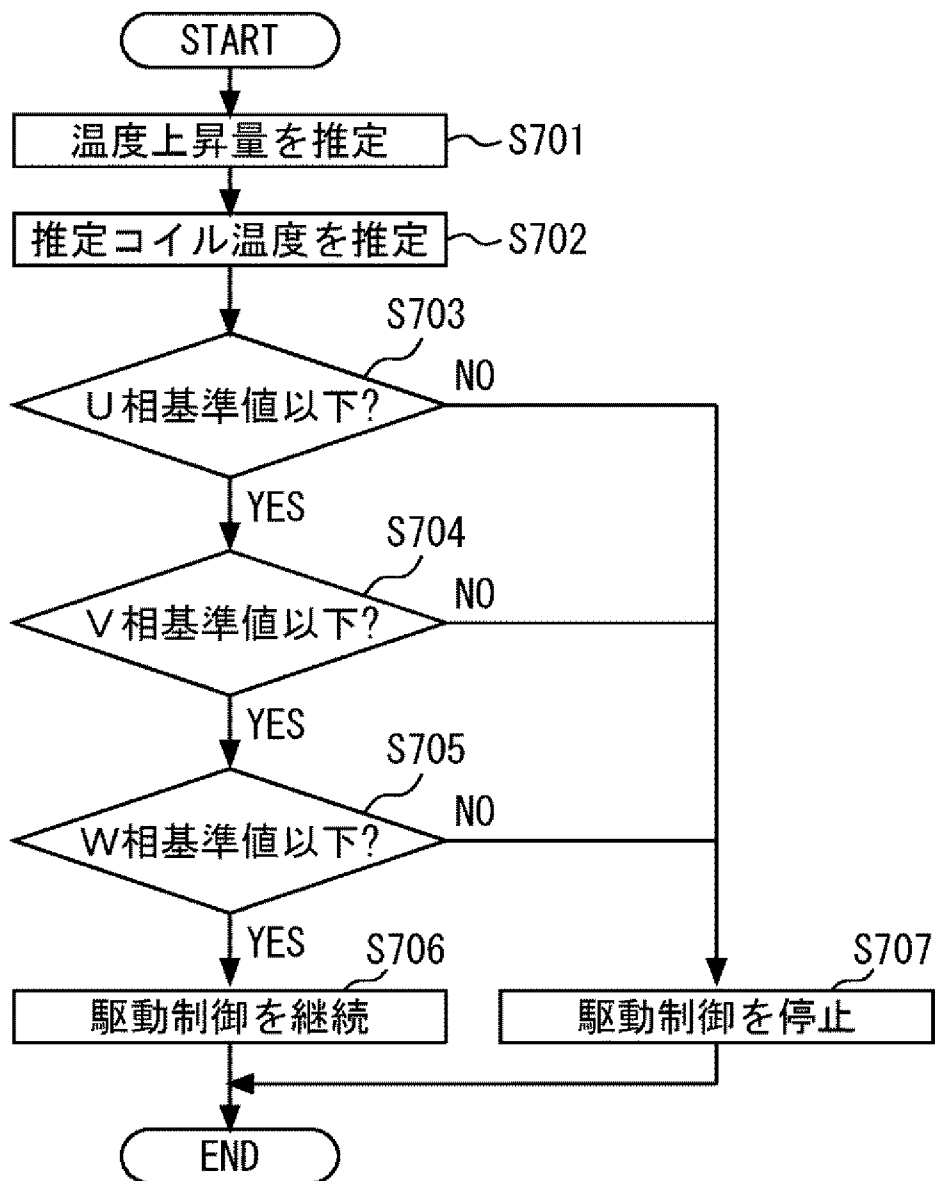
[図15]



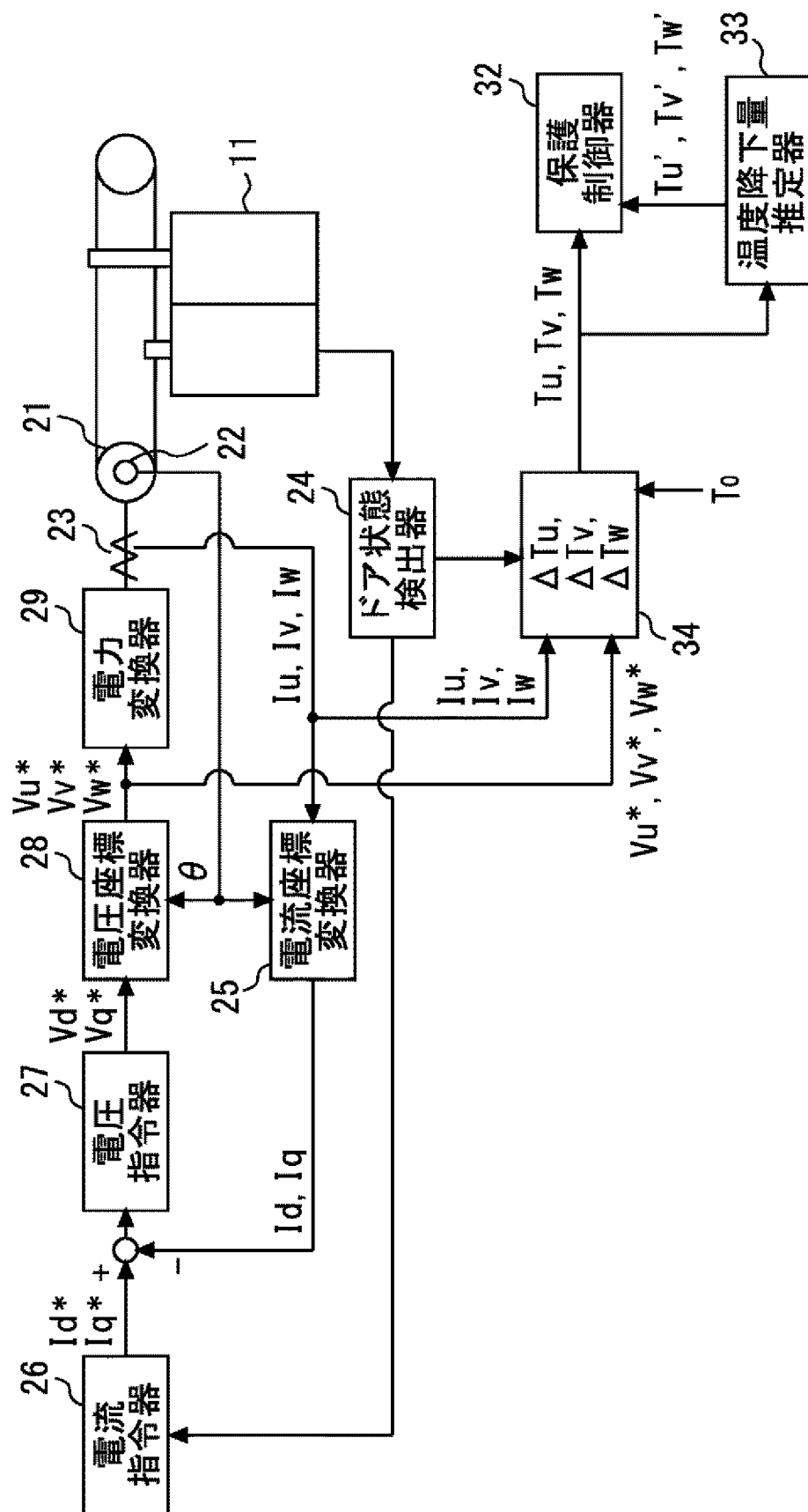
[図16]



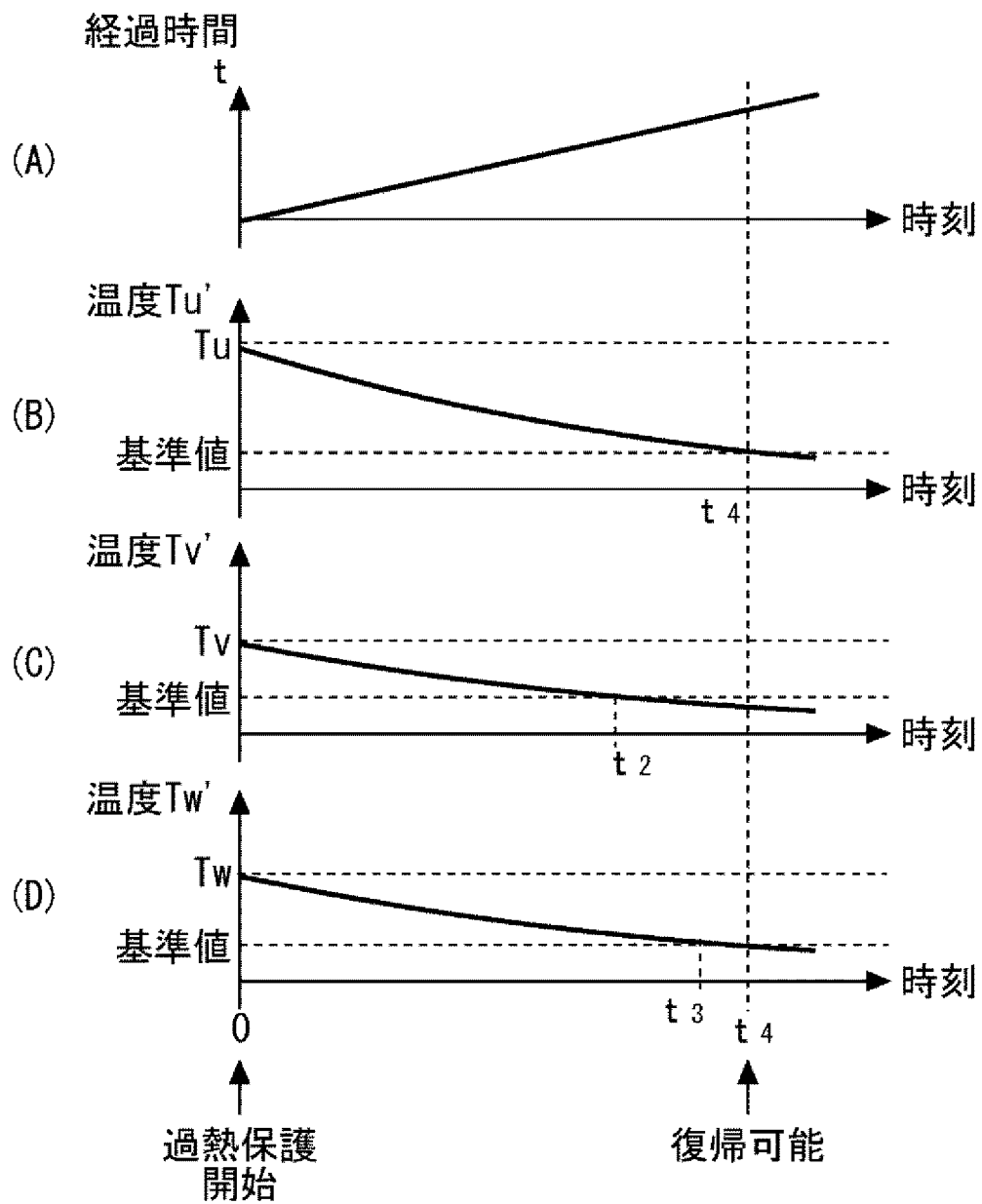
[図17]



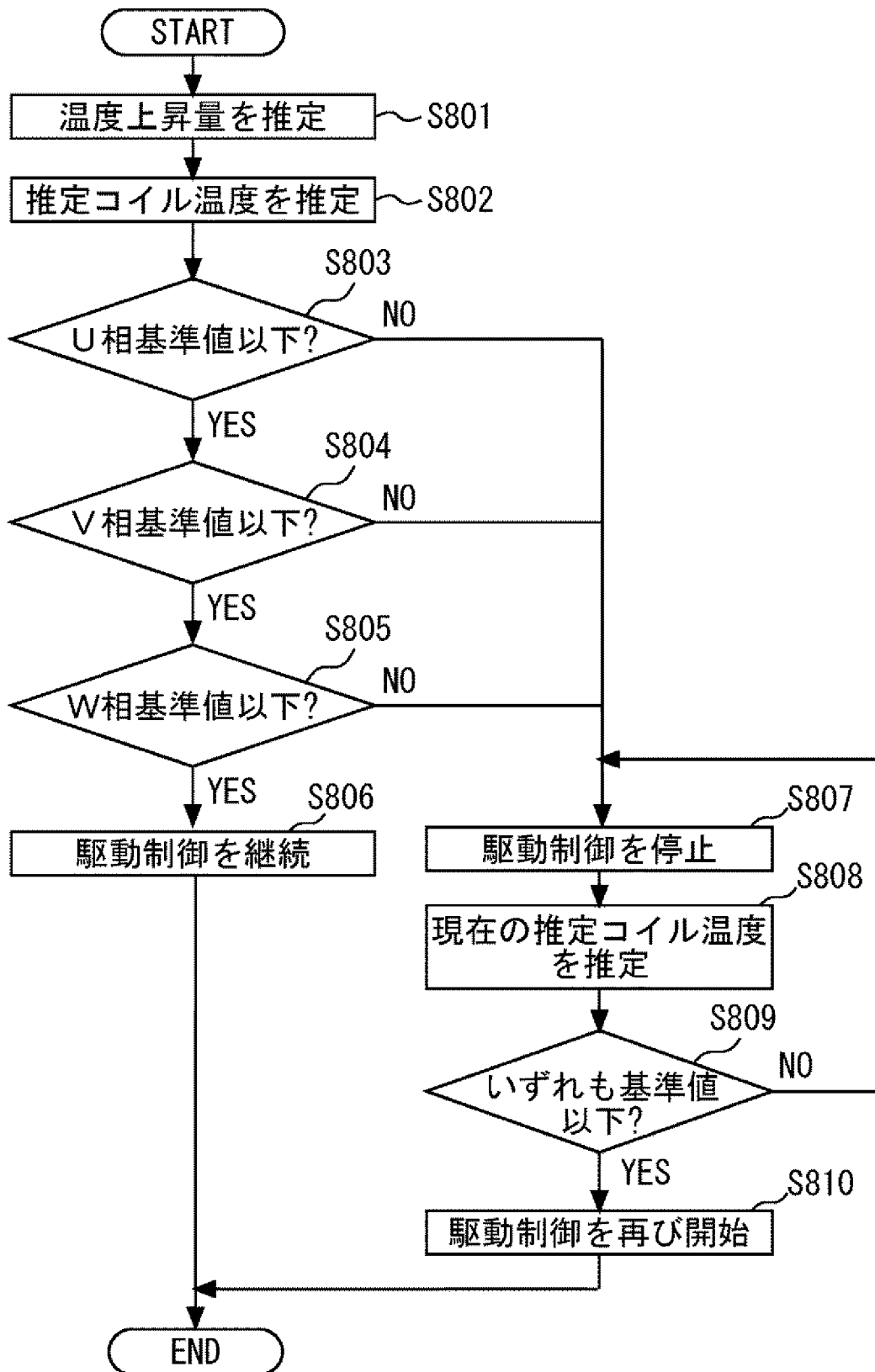
[図18]



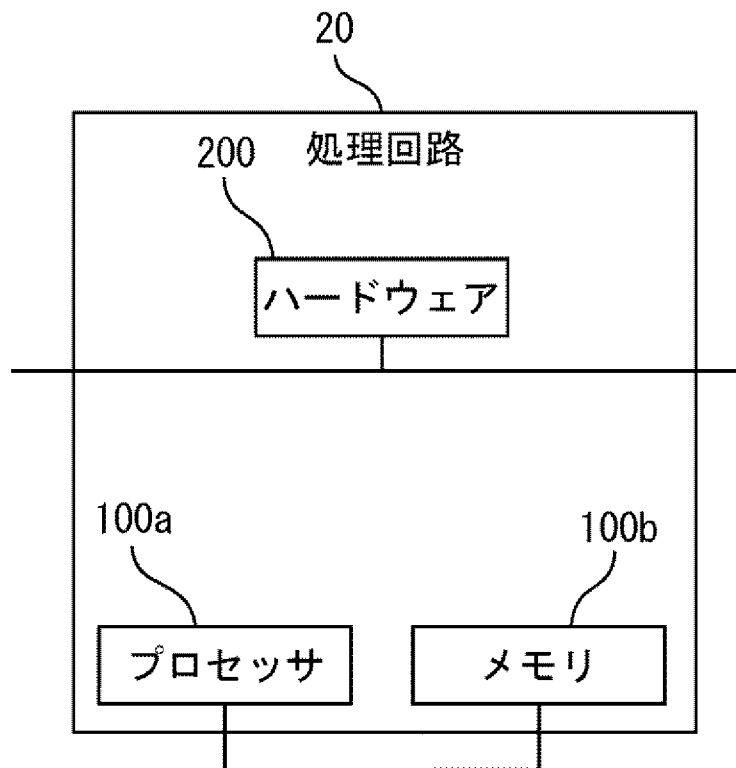
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/015679

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B66B 5/02**(2006.01)i; **B66B 13/14**(2006.01)i

FI: B66B13/14 Z; B66B5/02 X

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)

B66B5/02; B66B13/14

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 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
Y	JP 2011-063404 A (TOSHIBA ELEVATOR CO., LTD.) 31 March 2011 (2011-03-31) paragraphs [0011]-[0032], fig. 3	1-2, 5-9
A		3-4
Y	JP 2010-148322 A (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) 01 July 2010 (2010-07-01) paragraphs [0016]-[0049], fig. 1-6	1-2, 5-9
Y	JP 2005-104667 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 21 April 2005 (2005-04-21) paragraph [0005]	5-9
A	JP 2015-073404 A (JTEKT CORP.) 16 April 2015 (2015-04-16)	1-9
A	JP 2009-012928 A (TOSHIBA ELEVATOR CO., LTD.) 22 January 2009 (2009-01-22)	1-9
A	JP 2020-100493 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 July 2020 (2020-07-02)	1-9
A	JP 2-286588 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 26 November 1990 (1990-11-26)	1-9



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

01 June 2022

Date of mailing of the international search report

14 June 2022

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/JP2022/015679

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2011-063404	A	31 March 2011	CN	102020177	A	
JP	2010-148322	A	01 July 2010	(Family: none)			
JP	2005-104667	A	21 April 2005	(Family: none)			
JP	2015-073404	A	16 April 2015	(Family: none)			
JP	2009-012928	A	22 January 2009	CN	101337637	A	
JP	2020-100493	A	02 July 2020	(Family: none)			
JP	2-286588	A	26 November 1990	CN	1046720	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B66B 5/02(2006.01)i; B66B 13/14(2006.01)i FI: B66B13/14 Z; B66B5/02 X		
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）） B66B5/02; B66B13/14		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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
Y	JP 2011-063404 A（東芝エレベータ株式会社）31.03.2011（2011-03-31） 段落[0011]-[0032], 図3	1-2, 5-9
A		3-4
Y	JP 2010-148322 A（アイシン精機株式会社）01.07.2010（2010-07-01） 段落[0016]-[0049], 図1-6	1-2, 5-9
Y	JP 2005-104667 A（三菱電機株式会社）21.04.2005（2005-04-21） 段落[0005]	5-9
A	JP 2015-073404 A（株式会社ジェイテクト）16.04.2015（2015-04-16）	1-9
A	JP 2009-012928 A（東芝エレベータ株式会社）22.01.2009（2009-01-22）	1-9
A	JP 2020-100493 A（三菱電機株式会社）02.07.2020（2020-07-02）	1-9
A	JP 2-286588 A（三菱電機株式会社）26.11.1990（1990-11-26）	1-9
☐ 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 01.06.2022		国際調査報告の発送日 14.06.2022
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） 今野 聖一 3F 5786 電話番号 03-3581-1101 内線 3351

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/JP2022/015679

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2011-063404	A	31.03.2011	CN	102020177	A	
JP	2010-148322	A	01.07.2010	(ファミリーなし)			
JP	2005-104667	A	21.04.2005	(ファミリーなし)			
JP	2015-073404	A	16.04.2015	(ファミリーなし)			
JP	2009-012928	A	22.01.2009	CN	101337637	A	
JP	2020-100493	A	02.07.2020	(ファミリーなし)			
JP	2-286588	A	26.11.1990	CN	1046720	A	