

(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
2024年12月26日(26.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/261871 A1

(51) 国際特許分類:

B66B 13/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2023/022783

(22) 国際出願日:

2023年6月20日(20.06.2023)

(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: 三菱電機ビルソリューションズ株式会社 (MITSUBISHI ELECTRIC BUILDING SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 Tokyo (JP). 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: 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). 門佳

希(KADO, Yoshiki); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 三菱電機ビルソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP). 濱田 朗充 (HAMADA, Akimitsu); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目7番1号 三菱電機ビルソリューションズ株式会社内 Tokyo (JP).

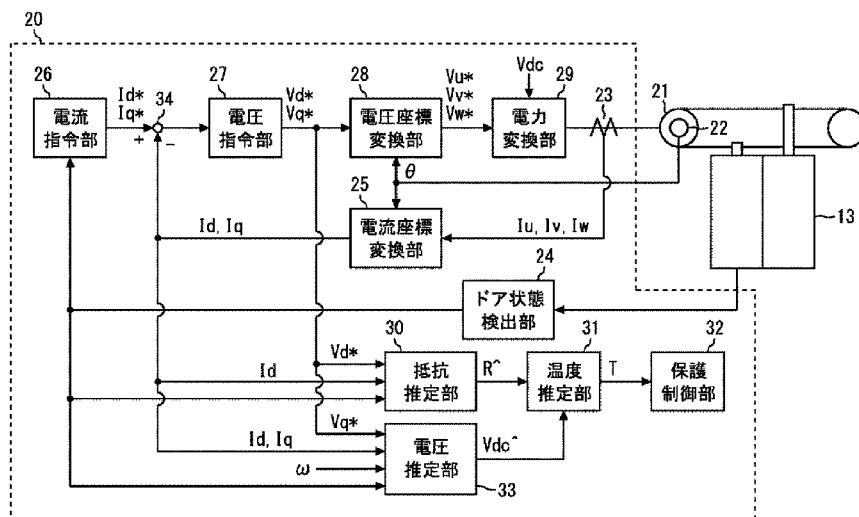
(74) 代理人: 弁理士法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番2号 コンワビル7階 Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 制御装置

[図2]



24 Door state detection unit
25 Current coordinate conversion unit
26 Current command unit
27 Voltage command unit
28 Voltage coordinate conversion unit
29 Power conversion unit
30 Resistance estimation unit
31 Temperature estimation unit
32 Protection control unit
33 Voltage estimation unit

(57) Abstract: A control device (20) comprises a door state detection unit (24), a voltage command unit (27), a voltage estimation unit (33), a resistance estimation unit (30), and a temperature estimation unit (31). The voltage estimation unit (33) estimates a bus voltage value $V_{dc}^{\wedge}$ when the door state detection unit (24) detects that a door (13) is in an operating state. The resistance estimation unit (30) estimates the electric resistance value $R^{\wedge}$ when the door state detection unit (24) detects that the door (13) is in a fully open or a fully closed state. The temperature estimation unit (31) estimates the temperature of a coil T included in a motor (21) by correcting the electric resistance value $R^{\wedge}$ using the bus voltage value $V_{dc}^{\wedge}$.

[続葉有]



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, CV, 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, ME, 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))

(57) 要約: 制御装置 (20) は、ドア状態検出部 (24)、電圧指令部 (27)、電圧推定部 (33)、抵抗推定部 (30)、及び温度推定部 (31) を備える。電圧推定部 (33) は、ドア (13) が動作状態であるとドア状態検出部 (24) によって検出された場合に母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定する。抵抗推定部 (30) は、ドア (13) が全開状態又は全閉状態であるとドア状態検出部 (24) によって検出された場合に電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する。温度推定部 (31) は、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を用いて補正することにより、モータ (21) に含まれるコイル T の温度を推定する。

明 細 書

発明の名称： 制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、エレベーターのドアを制御するための制御装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1に、エレベーターのドアを制御するための制御装置が記載されている。特許文献1に記載された制御装置では、ドアを駆動するモータに流れる電流の値とモータに印加される電圧の値とに基づいて、当該モータの抵抗値が推定される。また、推定された抵抗値に基づいて、当該モータのコイルの温度が推定される。

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] しかしながら、モータに印加される電圧の指令値と実際に印加される電圧の値とには誤差がある。このため、この誤差によってモータの抵抗値を正確に推定することができず、モータのコイルの温度を精度良く推定することができないといった問題があった。

[0005] 本開示は、上述のような課題を解決するためになされた。本開示の目的は、エレベーターのドアを駆動するモータに含まれるコイルの温度を精度良く推定することができる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] 本開示に係る制御装置は、エレベーターのドアの状態を検出するドア状態検出部と、ドアを駆動するモータに流れる電流の値が電流指令値に追従するように電圧指令値を生成する電圧指令部と、ドアが動作状態であるとドア状態検出部によって検出された場合に、モータを駆動するためのインバータに

供給される母線電圧値を推定する電圧推定部と、ドアが全開状態又は全閉状態であるとドア状態検出部によって検出された場合に、モータの電気抵抗値を推定する抵抗推定部と、抵抗推定部によって推定された電気抵抗値を電圧推定部によって推定された母線電圧値を用いて補正することにより、モータに含まれるコイルの温度を推定する温度推定部と、を備える。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、エレベーターのドアを駆動するモータに含まれるコイルの温度を精度良く推定することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1における制御装置を備えたエレベーターシステムの例を示す図である。

[図2]制御装置の例を示す図である。

[図3]制御装置の動作例を示すフローチャートである。

[図4]電圧推定処理の好適な例を示すフローチャートである。

[図5]電圧推定部の機能を説明するための図である。

[図6]抵抗推定処理の好適な例を示すフローチャートである。

[図7]試験電流指令値及び試験電圧指令値の例を示す図である。

[図8]試験電流指令値及び試験電圧指令値の他の例を示す図である。

[図9]制御装置の他の動作例を示すフローチャートである。

[図10]制御装置の他の動作例を示すフローチャートである。

[図11]制御装置のハードウェア資源の例を示す図である。

[図12]制御装置のハードウェア資源の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、図面を参照して詳細な説明を行う。重複する説明は、適宜簡略化或いは省略する。各図において、同一の符号は同一の部分又は相当する部分を示す。

[0010] 実施の形態1.

図1は、実施の形態1における制御装置20を備えたエレベーターシステム

ム 1 の例を示す図である。図 1 に示すエレベーターシステム 1 は、かご 2、及びつり合いおもり 3 を備える。かご 2 は、昇降路 4 を上下に移動する。昇降路 4 は、建築物 5 に形成された空間である。昇降路 4 は、建築物 5 の各階を貫くように形成される。一例として、建築物 5 の各階に、かご 2 が停止可能な乗場 6 が設けられる。

[0011] かご 2 及びつり合いおもり 3 は、ロープ 7 によって昇降路 4 に吊り下げられる。ロープ 7 は、巻上機 8 の駆動綱車 9 に巻き掛けられる。巻上機 8 は、制御盤 10 によって制御される。即ち、巻上機 8 は、制御盤 10 からの指令に基づいて駆動綱車 9 を回転させる。駆動綱車 9 が回転すると、駆動綱車 9 が回転する方向に応じた方向にロープ 7 が移動する。かご 2 は、ロープ 7 が移動する方向に応じて、昇降路 4 を上方或いは下方に移動する。つり合いおもり 3 は、かご 2 が移動する方向とは逆の方向に昇降路 4 を上下に移動する。

[0012] 図 1 は、昇降路 4 の上方に機械室 11 が設けられる例を示す。巻上機 8 及び制御盤 10 は、機械室 11 に設けられる。建築物 5 に機械室 11 がない場合、巻上機 8 及び制御盤 10 は、昇降路 4 に設けられても良い。なお、制御盤 10 は、巻上機 8 を制御するだけでなく、エレベーターシステム 1 の運行を全体的に制御する。

[0013] かご 2 は、かご室 12、ドア 13、制御装置 20、及びモータ 21 を備える。かご室 12 に、利用者が乗降するための出入口が形成される。ドア 13 は、かご室 12 に対して水平方向に移動することにより、当該出入口を開閉する。ドア 13 は、モータ 21 によって駆動される。モータ 21 は、制御装置 20 によって制御される。即ち、制御装置 20 は、ドア 13 を制御するための装置である。具体的に、制御装置 20 は、ドア 13 の位置及び移動速度等を制御する。

[0014] 図 1 は、かご 2 が、ある階の乗場 6 に停止している状態を示す。かご 2 が移動している間、ドア 13 は全閉状態である。他の階から移動してきたかご 2 が乗場 6 に停止すると、制御装置 20 はドア 13 を開く。なお、乗場 6 に

設けられたドア 14 は、その乗場 6 にかご 2 が停止していれば、ドア 13 に連動する。利用者は、ドア 13 が全開するとかご 2 への乗降を行う。利用者が乗降している間、制御装置 20 は、ドア 13 の全開状態を維持する。その後、制御装置 20 は、ドア 13 を閉じる。

[0015] 図 2 は、制御装置 20 の例を示す図である。モータ 21 は、例えば 3 相交流によって回転駆動するモータである。モータ 21 には、3 相交流の各相に対応するコイルが含まれる。即ち、モータ 21 は、U 相コイル、V 相コイル、及び W 相コイルを備える。モータ 21 の回転位置 θ 、回転速度、及び回転トルク等は、供給される電力によって制御される。

[0016] 図 2 に示すように、モータ 21 は、回転センサ 22 を備える。回転センサ 22 は、モータ 21 の回転位置 θ を検出する。回転センサ 22 として、エンコーダ、或いはレゾルバが採用される。回転センサ 22 として、他の種類のセンサが採用されても良い。回転センサ 22 によって検出された回転位置 θ の情報は、制御装置 20 に入力される。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、及び電流の制御基準等に使用される。

[0017] 回転センサ 22 は、モータ 21 の回転位置 θ に基づいて、ドア 13 の位置を検出しても良い。回転センサ 22 によって検出されたドア 13 の位置の情報は、制御盤 10 に入力される。ドア 13 の位置の情報は、制御盤 10 において、ドア 13 の加速位置及び減速位置等を判定するために使用される。

[0018] 制御装置 20 は、電流センサ 23、ドア状態検出部 24、電流座標変換部 25、電流指令部 26、電圧指令部 27、電圧座標変換部 28、電力変換部 29、抵抗推定部 30、温度推定部 31、保護制御部 32、及び電圧推定部 33 を備える。制御装置 20 が備えるこれらの機能を実現するための機器は、1 つの筐体に収められても良いし、複数の筐体に分けて収められても良い。

[0019] 電流センサ 23 は、モータ 21 の各相を流れる電流の値を検出する。即ち、電流センサ 23 は、モータ 21 の U 相を流れる電流の値、V 相を流れる電流の値、及び W 相を流れる電流の値を検出する。以下においては、電流セン

サ 2 3 によって検出された、U相を流れる電流の値を実電流値 I_u とも表記する。電流センサ 2 3 によって検出された、V相を流れる電流の値を実電流値 I_v とも表記する。電流センサ 2 3 によって検出された、W相を流れる電流の値を実電流値 I_w とも表記する。実電流値 I_u 、 I_v 、及び I_w のうちの2つのみが電流センサ 2 3 によって検出されても良い。実電流値 I_u 、 I_v 、及び I_w は、制御装置 2 0 において、モータ 2 1 の電流制御のフィードバック信号として使用されても良い。

[0020] ドア状態検出部 2 4 は、ドア 1 3 の状態を検出する。ドア状態検出部 2 4 が検出するドア 1 3 の状態には、例えば、全開状態、全閉状態、動作状態、及びその他の状態が含まれる。動作状態には、開動作状態及び閉動作状態が含まれる。開動作状態は、ドア 1 3 が開く方向に移動している状態である。例えば、全閉状態のドア 1 3 が開き始めてから全開状態に至るまでの間は、開動作状態である。閉動作状態は、ドア 1 3 が閉じる方向に移動している状態である。例えば、全開状態のドア 1 3 が閉じ始めてから全閉状態に至るまでの間は、閉動作状態である。

[0021] ドア状態検出部 2 4 がドア 1 3 の状態を検出する方法は、どのような方法であっても良い。一例として、ドア状態検出部 2 4 は、回転センサ 2 2 によって検出された回転位置 θ に基づいて状態検出を行う。ドア状態検出部 2 4 は、全閉位置に取り付けられたセンサと全開位置に取り付けられたセンサとを用いて、状態検出を行っても良い。

[0022] 電流座標変換部 2 5 に、回転センサ 2 2 によって検出された回転位置 θ の値が入力される。電流座標変換部 2 5 に、電流センサ 2 3 によって検出された実電流値 I_u 、 I_v 、及び I_w が入力される。電流座標変換部 2 5 は、回転位置 θ に基づいて、実電流値 I_u 、 I_v 、及び I_w の座標系を dq 座標系に変換する。即ち、電流座標変換部 2 5 は、入力された回転位置 θ と実電流値 I_u 、 I_v 、及び 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 とを演算し、出力する。

[0023] 電流指令部 2 6 には、モータ 2 1 の制御系の機能が含まれる。当該制御系

の機能は、例えば位置制御系及び速度制御系等の機能である。電流指令部 26 は、モータ 21 を流れる電流を制御するための電流指令値を生成する。当該電流指令値の生成は、例えば、制御盤 10 からの指令、モータ 21 の位置制御系からの信号、モータ 21 の速度制御系からの信号等に基づいて行われる。図 2 に示す例では、電流指令部 26 は、 dq 座標系で表現される電流指令値を生成する。即ち、電流指令部 26 は、 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] 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。電流指令部 26 は、ドア 13 を開く制御及びドア 13 の全開状態を維持する制御を行う場合に、ドア 13 を開く方向にモータ 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。電流指令部 26 は、ドア 13 を閉じる制御及びドア 13 の全閉状態を維持する制御を行う場合に、ドア 13 を閉じる方向にモータ 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。

[0025] d 軸の実電流値 I_d は、回転トルクに寄与しない電流値である。電流指令部 26 は、ドア 13 を開く制御、ドア 13 を閉じる制御、ドア 13 の全開状態を維持する制御、及びドア 13 の全閉状態を維持する制御を行う場合に、電流指令値 I_d^* を 0 に設定する。なお、高速且つ高トルクの特定の動作領域でモータ 21 を動作させてドア 13 を開閉する場合、弱め磁束制御を行うために、電流指令値 I_d^* は 0 ではない値に設定されても良い。但し、当該動作領域でモータ 21 が動作する場合であっても、ドア 13 の全開状態或いは全閉状態を維持する制御が行われる時は、電流指令部 26 は電流指令値 I_d^* を 0 に設定する。

[0026] 電圧指令部 27 は、モータ 21 に流れる電流を制御する。電圧指令部 27 は、モータ 21 に流れる電流の値が電流指令部 26 からの電流指令値に追従するように電圧指令値を生成する。例えば、電圧指令部 27 は、実電流値及び電流指令値に基づいて、モータ 21 の印加電圧を制御するための電圧指令値を dq 座標系で表現される値で生成し、出力する。図 2 に示す例において

、電圧指令部 27 に、減算器 34 の機能が含まれても良い。

[0027] 一例として、電圧指令部 27 に、電流座標変換部 25 によって演算された実電流値 I_d 及び I_q が入力される。電圧指令部 27 に、電流指令部 26 によって生成された電流指令値 I_d^* 及び I_q^* が入力される。電圧指令部 27 は、実電流値 I_d 及び I_q が電流指令値 I_d^* 及び I_q^* に追従するような d 軸の電圧指令値 V_d^* と q 軸の電圧指令値 V_q^* とを演算し、出力する。例えば、電圧指令部 27 は、実電流値 I_d 及び I_q が電流指令値 I_d^* 及び I_q^* に一致するような制御の演算を行う。電圧指令部 27 が行う制御は、 PID 制御等の任意の制御によって実現できる。

[0028] 電圧座標変換部 28 に、回転センサ 22 によって検出された回転位置 θ の値が入力される。電圧座標変換部 28 に、電圧指令部 27 によって生成された電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* が入力される。電圧座標変換部 28 は、回転位置 θ に基づいて、電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* の座標系を UVW 座標系に変換する。即ち、電圧座標変換部 28 は、入力された回転位置 θ と電圧指令値 V_d^* 及び 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^* とを演算し、出力する。なお、電圧座標変換部 28 は、電力変換部 29 の設計値に従って、電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、及び V_w^* をデューティ比に変換して出力しても良い。

[0029] 電力変換部 29 は、モータ 21 に電氣的に接続される。電流センサ 23 は、電力変換部 29 とモータ 21 との間に設けられる。電力変換部 29 は、動作電源（図示せず）から電力が供給される。以下においては、図 2 に示すように、電力変換部 29 が動作電源から供給される電力の電圧値を母線電圧値 V_{dc} と表記する。

[0030] 電力変換部 29 は、モータ 21 を回転制御するための電力を供給するアンプである。一例として、電力変換部 29 は、PWM インバータの機能を備える。電力変換部 29 は、電圧座標変換部 28 からの電圧指令値 V_u^* 、 V_v^* 、及び V_w^* をキャリア比較することにより、対応する PWM 信号を生成する。電力変換部 29 は、生成した 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。電力変換部 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。

[0031] 制御装置 20 は、このようなモータ 21 の制御処理に加え、温度推定処理を行う。温度推定処理は、モータ 21 に含まれるコイルの温度を推定するための処理である。以下においては、モータ 21 に含まれるコイルを単にコイル C と表記する。温度推定処理には、抵抗推定処理と電圧推定処理とが含まれる。抵抗推定処理は、モータ 21 の電気抵抗値を推定するための処理である。電圧推定処理は、電力変換部 29 に供給される母線電圧値を推定するための処理である。制御装置 20 は、温度推定処理の後に過熱保護処理を更に行っても良い。

[0032] 抵抗推定部 30、温度推定部 31、及び電圧推定部 33 は、温度推定処理を行うために制御装置 20 に備えられた機能である。保護制御部 32 は、過熱保護処理を行うために制御装置 20 に備えられた機能である。

[0033] 具体的に、抵抗推定部 30 は、モータ 21 の電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する。即ち、 $R^{\wedge}$ は電気抵抗の推定値を表す。抵抗推定部 30 は、ドア 13 が全開状態又は全閉状態であるとドア状態検出部 24 によって検出された場合に、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ の推定を行う。

[0034] 抵抗推定部 30 に、電流座標変換部 25 によって演算された実電流値 I_d が入力される。抵抗推定部 30 に、電圧指令部 27 によって生成された電圧指令値 V_d^* が入力される。抵抗推定部 30 は、入力された実電流値 I_d 及び電圧指令値 V_d^* に基づいて、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する。一例として、抵抗推定部 30 は、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ として、U 相コイル、V 相コイル、及び W 相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。

[0035] 電圧推定部 33 は、電力変換部 29、即ちモータ 21 を駆動するためのインバータに供給される母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定する。即ち、 $V_{dc}^{\wedge}$ は母線電圧の推定値を表す。電圧推定部 33 は、ドア 13 が動作状態、即ち開動作状態或いは閉動作状態であるとドア状態検出部 24 によって検出された場

合に、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ の推定を行う。

[0036] 電圧推定部 33 に、電流座標変換部 25 によって演算された実電流値 I_d 及び I_q が入力される。電圧推定部 33 に、電圧指令部 27 によって生成された電圧指令値 V_q^* が入力される。電圧推定部 33 に、回転センサ 22 によって検出された回転位置 θ に基づく回転角速度 ω が入力される。電圧推定部 33 は、入力された実電流値 I_d 及び I_q 、電圧指令値 V_q^* 、並びに回転角速度 ω に基づいて、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定する。

[0037] 温度推定部 31 は、モータ 21 に含まれるコイル C の温度 T を推定する。温度推定部 31 に、抵抗推定部 30 によって推定された電気抵抗値 $R^{\wedge}$ が入力される。温度推定部 31 に、電圧推定部 33 によって推定された母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ が入力される。温度推定部 31 は、入力された電気抵抗値 $R^{\wedge}$ 及び母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ に基づいて、コイル C の温度 T を推定する。具体的に、温度推定部 31 は、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を用いて電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を補正する。温度推定部 31 は、補正した電気抵抗値 $R^{\wedge}$ に基づいて、コイル C の温度 T を推定する。

[0038] 保護制御部 32 に、温度推定部 31 によって推定された温度 T の値が入力される。保護制御部 32 は、温度推定部 31 によって推定された温度 T に基づいて、コイル C のための保護制御を実行すべきか否かを判定する。

[0039] 以下に、制御装置 20 が備える機能の原理について、詳しく説明する。先ず、抵抗推定処理において電気抵抗値 $R^{\wedge}$ が算出される原理について説明する。

[0040] 一般に、モータ 21 では、(1) 式及び (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。

[0041] [数1]

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

[0042] [数2]

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

[0043] R は、モータ 21 に含まれるコイルの全体の抵抗値である。 L_d は、d 軸

のインダクタンスである。 L_q は、 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。

[0044] ドア13が全開状態或いは全閉状態であれば、モータ21の回転位置 θ は時間変化しない。このため、電気角速度 ω は0である。この場合、(1)式は(3)式のようにみなすことができる。(2)式は(4)式のようにみなすことができる。

[0045] [数3]

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

[0046] [数4]

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

[0047] (3)式及び(4)式より、ドア13が全開状態或いは全閉状態であれば、抵抗値 R は、 V_d 及び I_d の組或いは V_q 及び I_q の組よりオームの法則に基づいて演算され得る。

[0048] 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 及び I_q は、実電流値 I_u 、 I_v 、及び I_w と回転位置 θ とに基づいて電流座標変換部25によって演算される。実電流値 I_u 、 I_v 、及び I_w と回転位置 θ とは測定された値である。即ち、実電流値 I_d 及び I_q は、測定値に基づいて演算される値であるため、正確な値とみなすことができる。

[0049] 一方、印加電圧値 V_d 及び V_q は、実際に測定することが困難である。このため、温度推定処理では、印加電圧値 V_d 及び V_q の代わりに、電圧指令部27によって生成された電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* が用いられる。しかし、(3)式又は(4)式に電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* を直接適用すると、推定された抵抗値 R には、種々の推定誤差が含まれ得る。

[0050] 例えば、電源から電力変換部29に供給される母線電圧値とモータ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^* 及び V_q^* とモータ21に実際に印加される電圧値との間に誤差が生じ得る。また、当該設計差に起因して、電力変

換部 29 で行われるデッドタイム補正において誤差が生じ得る。

[0051] 電圧指令部 27 は、当該設計差に起因する種々の誤差が小さくなる或いは無くなるように、電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* を生成する。具体的に、電圧指令部 27 は、電力変換部 29 に供給される母線電圧値と設計値として使用される電圧値との差を吸収するように電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* を演算し、生成する。電圧指令部 27 は、当該設計差に起因して生じ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^* 及び V_q^* を演算し、生成する。しかし、このような演算が行われたとしても、電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* と実際に印加される電圧値との間には、誤差が発生してしまう。

[0052] この誤差は、加法的な誤差と乗法的な誤差とに分けて考えることができる。加法的な誤差には、デッドタイム補正の誤差が含まれる。乗法的な誤差には、デューティー比の演算における母線電圧の設計値と実際の電圧値との誤差が含まれる。

[0053] 例えば、母線電圧の設計値と実際の電圧値との誤差を補正するためには、母線電圧値を測定するための電圧センサが必要になる。当該電圧センサは、製造コストの制約或いは基板のスペース的な制約等によって、制御装置 20 に備えることができない場合がある。かかる場合、デューティー比の演算に、実際の電圧値を用いることはできず、母線電圧の設計値を用いなければならない。(5) 式は、電圧指令値 V_d^* と印加電圧値 V_d との関係を示す。(6) 式は、電圧指令値 V_q^* と印加電圧値 V_q との関係を示す。

[0054] [数5]

$$V_d = \gamma * V_d^* + \Delta V_d \quad \dots (5)$$

[0055] [数6]

$$V_q = \gamma * V_q^* + \Delta V_q \quad \dots (6)$$

[0056] γ は、乗法的な誤差を示す係数である。 ΔV_d は、d 軸の加法的な誤差である。 ΔV_q は、q 軸の加法的な誤差である。

[0057] 本実施の形態に示す例では、推定値の精度が誤差によって悪化することを抑制するため、抵抗推定処理において電圧指令値の差分と実電流値の差分と

を用いる。例えば、抵抗推定処理において（７）式が用いられる。

[0058] [数7]

$$R = \Delta V / \Delta I \quad \dots (7)$$

[0059] 差分 ΔV は、 d 軸の電圧指令値の変化量又は q 軸の電圧指令値の変化量である。差分 ΔI は、 d 軸の実電流値の変化量又は q 軸の実電流値の変化量である。差分 ΔV は、２つの電圧指令値の差分である。このため、差分 ΔV は、電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* と実際に印加される電圧の値との間に存在する加法的な誤差 ΔV_d 及び ΔV_q が相殺された値となる。抵抗推定処理では、このような値を利用することが好適である。

[0060] 差分 ΔV を演算するためには、少なくとも２組の電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* が必要になる。差分 ΔV を演算するために、３組以上の電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* が使用されても良い。なお、複数組の電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* を生成する具体的な例については後述する。例えば、 q 軸の電流指令値 I_q^* を一定の値として、電圧指令値である第１の値 V_{d1}^* 及び第２の値 V_{d2}^* と、対応する実電流値である第１の値 I_{d1} 及び第２の値 I_{d2} とを（７）式に適用すると、（８）式を得ることができる。

[0061] [数8]

$$R^{\wedge} = (V_{d2}^* - V_{d1}^*) / (I_{d2} - I_{d1}) \quad \dots (8)$$

[0062] （８）式から、抵抗推定部３０は、モータ２１の電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定することができる。

[0063] 次に、電圧推定処理において母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ が算出される原理について説明する。

[0064] 母線電圧の設計値 V_{dc}^* と実際の母線電圧値 V_{dc} とを用いると、印加電圧値 V_d と電圧指令値 V_d^* の関係は、（９）式のように表される。印加電圧値 V_q と電圧指令値 V_q^* との関係は、（１０）式のように表される。

[0065] [数9]

$$V_d = V_d^* \frac{V_{dc}}{V_{dc}^*} \quad \dots (9)$$

[0066] [数10]

$$V_q = V_q^* \frac{V_{dc}}{V_{dc}^*} \quad \dots (10)$$

[0067] V_d^*/V_{dc}^* と V_q^*/V_{dc}^* とは、所謂デューティ比相当の値である。制御装置20においてデューティ比が演算され、その演算結果に対して母線電圧の実際の値 V_{dc} が乗算されることにより、モータ21に印加される電圧値が決定する。実際の母線電圧値 V_{dc} が母線電圧の設計値 V_{dc}^* に一致していれば、印加電圧値は電圧指令値に一致する。(9)式を電圧指令値 V_d^* について解くと、電圧指令値 V_d^* と印加電圧値 V_d との関係を(11)式のように得ることができる。(10)式を電圧指令値 V_d^* について解くと、電圧指令値 V_q^* と印加電圧値 V_q との関係を(12)式のように得ることができる。

[0068] [数11]

$$V_d^* = V_d \frac{V_{dc}^*}{V_{dc}} \quad \dots (11)$$

[0069] [数12]

$$V_q^* = V_q \frac{V_{dc}^*}{V_{dc}} \quad \dots (12)$$

[0070] V_{dc}/V_{dc}^* は、(5)式及び(6)式の係数 γ である。このように、乗法的に作用する電圧誤差は、(7)式のように電圧の差分を用いて抵抗値を計算しても打ち消すことはできない。このため、当該電圧誤差は、抵抗値の推定誤差、即ち温度の推定誤差となる。

[0071] (1)式及び(2)式に示すように、モータ21の電圧は、電圧方程式によって表される。(11)式の印加電圧値 V_d 、即ちモータ21の実電圧値を(1)式の電圧方程式に置き換えると、(13)式を得ることができる。

(12)式の印加電圧値 V_q 、即ちモータ21の実電圧値を(2)式の電圧方程式に置き換えると、(14)式を得ることができる。

[0072] [数13]

$$V_d^* = (RI_d - \omega L_q I_q) \frac{V_{dc}^*}{V_{dc}} \quad \dots (13)$$

[0073] [数14]

$$V_q^* = (RI_q + \omega(L_d I_d + \varphi)) \frac{V_{dc}^*}{V_{dc}} \quad \dots (14)$$

[0074] 抵抗値 R は未知であるため、電圧推定処理においてパラメータとして用いることはできない。このため、抵抗値 R を含む項を無視できるような小さい電流値であることが、母線電圧値を推定するための条件となる。また、インダクタンス L は、電流に応じて磁気飽和の影響で変化する。このため、インダクタンス L を含む項についても無視できるような条件が好ましいが、当該条件も電流値を小さくすることによって達成できる。電流値が小さければ、(13) 式は (15) 式のように、また (14) 式は (16) 式のように近似できる。

[0075] [数15]

$$V_d^* \cong 0 \quad \dots (15)$$

[0076] [数16]

$$V_q^* = \omega \varphi \frac{V_{dc}^*}{V_{dc}} \quad \dots (16)$$

[0077] (15) 式に示すように、電流値が小さければ、電圧指令値 V_d^* はほぼ 0 となる。このため、電流値が小さい場合は、(15) 式を電圧推定処理において使用することはできない。一方、モータ 21 の回転角速度 ω がある程度大きければ、電圧指令値 V_q^* は 0 にはならない。このため、電圧推定部 33 は、(16) 式を変形した (17) 式から、母線電圧値 $\hat{V}_{dc}$ を推定することができる。

[0078] [数17]

$$\hat{V}_{dc} = \frac{\omega \varphi}{V_q^*} V_{dc}^* \quad \dots (17)$$

[0079] なお、モータ 21 の実際の q 軸の電圧値は、電流が小さい条件では、回転角速度 ω と誘起電圧定数 φ とを乗算した値で表すことができる。以下においては、当該値を q 軸の電圧理論計算値 $\omega \varphi$ ともいう。

[0080] 次に、図 3 から図 8 も参照し、制御装置 20 が行う電圧推定処理について

詳しく説明する。図3は、制御装置20の動作例を示すフローチャートである。制御装置20では、ドア13が開動作を開始したか否かが判定される（S001）。ドア状態検出部24が検出するドア13の状態が全閉状態から開動作状態に変わると、S001でYesと判定される。

[0081] S001でYesと判定されると、電圧推定処理が開始される（S002）。電圧推定処理では、電圧推定部33は、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定する。

[0082] また、S001でYesと判定されると、ドア13が全開したか否かが判定される（S003）。S001でYesと判定された後にドア13が全開状態であることがドア状態検出部24によって検出されると、S003でYesと判定される。S003でYesと判定されるまで、電圧推定処理が継続される。S003でYesと判定されると、電圧推定処理は終了する。

[0083] 図3のS001からS003に示す処理は、ドア13の開動作が行われている時に電圧推定処理が実施される例を示す。電圧推定処理は、ドア13の開動作が行われている時に実施されても良い。かかる場合は、S001においてドア13が開動作を開始したか否かが判定される。S003においてドア13が全開したか否かが判定される。電圧推定処理は、S001でYesと判定された後、S003でYesと判定されるまで継続される。

[0084] 図4は、電圧推定処理の好適な例を示すフローチャートである。図4は、図3のS002で行われる処理の例を示す。上述したように、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ の推定は、モータ21の回転角速度 ω がある程度大きく、且つモータ21に流れる電流の値が小さい時に行われることが好ましい。

[0085] 電圧推定処理において、電圧推定部33は、モータ21の回転角速度 ω が第1基準値 T_{h1} 以上であるか否かを判定する（S101）。第1基準値 T_{h1} は、予め設定される。回転角速度 ω が第1基準値 T_{h1} 以上であれば、S101でYesと判定される。

[0086] なお、回転角速度 ω に関しては、ドア13が開動作を行う時とドア13が閉動作を行う時とで符号が異なる。ドア13が閉動作を行う場合も考慮する

と、S101では、回転角速度 ω の絶対値が第1基準値 $Th1$ 以上であれば、Yesと判定される。S101の判定を行うために、ドア13が開動作を行う時とドア13が閉動作を行う時とにおいて、第1基準値 $Th1$ として異なる値が用いられても良い。

[0087] S101でYesと判定されると、電圧推定部33は、モータ21に流れる電流の値が第2基準値 $Th2$ 以下であるか否かを判定する(S102)。第2基準値 $Th2$ は、予め設定される。モータ21に流れる電流の値が第2基準値 $Th2$ 以下であれば、S102でYesと判定される。

[0088] なお、モータ21に流れる電流の値に関しては、ドア13が開動作を行う時とドア13が閉動作を行う時とで符号が異なる。ドア13が閉動作を行う場合も考慮すると、S102では、当該電流の絶対値が第2基準値 $Th2$ 以下であれば、Yesと判定される。S102の判定を行うために、ドア13が開動作を行う時とドア13が閉動作を行う時とにおいて、第2基準値 $Th2$ として異なる値が用いられても良い。

[0089] S102でYesと判定されると、母線電圧値 $Vdc^{\wedge}$ の推定が行われる(S103)。即ち、電圧推定部33は、回転角速度 ω の絶対値が第1基準値 $Th1$ 以上であり、且つモータ21に流れる電流の絶対値が第2基準値 $Th2$ 以下である場合に、(17)式を用いて母線電圧値 $Vdc^{\wedge}$ を演算する。

[0090] 図4に示す例では、回転角速度 ω の絶対値が第1基準値 $Th1$ 以上でなければ、S101でNoと判定される。S101でNoと判定されると、電圧推定部33は、母線電圧値 $Vdc^{\wedge}$ の推定演算を行わない。また、モータ21に流れる電流の絶対値が第2基準値 $Th2$ 以下でなければ、S102でNoと判定される。S102でNoと判定されると、電圧推定部33は、母線電圧値 $Vdc^{\wedge}$ の推定演算を行わない。

[0091] 図5は、電圧推定部33の機能を説明するための図である。図5の上段は、ドア13の開動作又は閉動作が行われる時のモータ21の回転角速度 ω の時間変化を示す。図5の中段は、ドア13の開動作又は閉動作が行われる時

のd軸の実電流値 I_d の時間変化を示す。図5の下段は、ドア13の開動作又は閉動作が行われる時のq軸の実電流値 I_q の時間変化を示す。

[0092] 図5に示すように、回転角速度 ω は、ドア13の開動作又は閉動作の開始後に増大し、その後に減少するように変化する。d軸の実電流値 I_d は、モータ21が一般的な永久磁石同期モータであれば、ドア13の開動作又は閉動作が行われる時に0に制御される。q軸の実電流値 I_q は、回転角速度 ω が指令値に追従するために必要なトルク相当の値となる。

[0093] 母線電圧値 V_{dc} の推定演算を行うための推定条件は、回転角速度 ω に関する第1の条件と、モータ21に流れる電流に関する第2の条件との双方が成立する場合に成立する。第1の条件は、回転角速度 ω が第1基準値 T_{h1} 以上、即ちモータ21の電圧方程式において $\omega\phi$ が十分に大きくなるための条件である。第2の条件は、実電流値 I_d 及び I_q のそれぞれが第2基準値 T_{h2} 以下、即ちモータ21の電圧方程式が抵抗値 R 及びインダクタンス L の影響を受けなくなるための条件である。

[0094] 電圧推定部33は、第1の条件及び第2の条件が成立する場合に、(17)式に基づいて母線電圧値 V_{dc} を推定する。(17)式に基づく推定では、q軸の電圧指令値 V_q^* とモータ21のq軸の電圧方程式に基づいて計算されたq軸の電圧理論計算値 $\omega\phi$ とが用いられる。より具体的には、当該推定において、q軸の電圧理論計算値 $\omega\phi$ とq軸の電圧指令値 V_q^* との比が用いられる。即ち、電圧推定部33は、図4のS103において、回転角速度 ω に、誘起電圧定数 ϕ 及び母線電圧の設計値 V_{dc}^* を乗算し、その結果を電圧指令値 V_q^* で除算することにより、母線電圧値 V_{dc} を得る。

[0095] 図3のS003でYesと判定されると、抵抗推定処理が開始される(S004)。なお、抵抗推定処理は、ドア13が全開又は全閉していることを条件に開始される。図3は、ドア13が全開している時に抵抗推定処理が実施される例を示す。詳細は後述するが、抵抗推定処理は、ドア13が全閉している時に実施されても良い。

[0096] 上述したように、抵抗推定部30は、(8)式からモータ21の電気抵抗

値 $R^{\wedge}$ を推定することができる。(8)式によって電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定するためには、複数組の電圧指令値が必要になる。そこで、電流指令部26は、抵抗推定処理が開始されると、複数組の電流指令値を生成する(S005)。当該電流指令値は、コイルCの温度Tを推定するために生成される値である。以下においては、当該電流指令値を試験電流指令値ともいう。

[0097] ドア13が全開している時に抵抗推定処理を実施する場合、電流指令部26は、S005において、ドア13が全開状態を維持するような複数組の試験電流指令値を生成する。ドア13が全閉している時に抵抗推定処理を実施する場合、電流指令部26は、S005において、ドア13が全閉状態を維持するような複数組の試験電流指令値を生成する。

[0098] 試験電流指令値のそれぞれには、d軸の試験電流指令値 I_d^* とq軸の試験電流指令値 I_q^* とが含まれる。複数組の試験電流指令値に含まれる試験電流指令値 I_q^* のそれぞれは、同じ大きさの値である。複数組の試験電流指令値に含まれる試験電流指令値 I_d^* のそれぞれは、異なる大きさの値である。即ち、電流指令部26は、試験電流指令値 I_q^* を一定値に固定し、試験電流指令値 I_d^* を異なる値に設定した複数組の試験電流指令値 I_d^* 及び I_q^* を生成する。試験電流指令値 I_q^* を一定値に固定するのは、試験電流指令値 I_q^* を変化させると、ドア13の全開状態或いは全閉状態を維持できなくなる可能性があるためである。電流指令部26は、試験電流指令値 I_d^* 及び I_q^* を一組ずつ順番に生成する。

[0099] なお、モータ21が表面磁石構造(SPM: Surface Permanent Magnet)を有する場合、d軸電流が流れていても回転トルクは発生しない。一方、モータ21が内部磁石構造(IPM: Interior Permanent Magnet)を有する場合、d軸電流が流れると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ことが多く、その影響は小さい。しかし、モータ21が内部磁石構造を有する場合、d軸の試験電流指令値 I_d^* は、リラクタンストルクの影響を考慮して生成されても良い。

[0100] S005で複数組の試験電流指令値 I_d^* 及び I_q^* が生成されると、電圧指令部27は、対応する複数組の電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* を生成する。以下においては、当該電圧指令値を試験電圧指令値ともいう。モータ21では、生成された試験電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* に応じた動作が行われる。そして、この時の実電流値 I_u 、 I_v 、及び I_w が電流センサ23によって検出される。抵抗推定部30は、電圧指令部27からの試験電圧指令値 V_q^* と電流座標変換部25からの実電流値 I_d 及び I_q とに基づいて、(8)式から電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する(S006)。

[0101] 図6は、抵抗推定処理の好適な例を示すフローチャートである。図7は、図3のS005及びS006で行われる処理の具体例を示す。上述したように、抵抗推定処理では、複数組の試験電流指令値が生成される。例えば、電流指令部26は、d軸の電流値が0ではない複数組の試験電流指令値を生成する。以下においては、値が異なる3組の試験電流指令値が一定の時間間隔を空けて順番に生成される例について説明する。

[0102] S004で抵抗推定処理が開始されると、電流指令部26は、1組目の試験電流指令値、即ちd軸の第1試験電流指令値 I_{d1}^* とq軸の第1試験電流指令値 I_{q1}^* とを生成する(S201)。電圧指令部27は、第1試験電流指令値 I_{d1}^* に対応するd軸の第1試験電圧指令値 V_{d1}^* を生成する。電圧指令部27は、第1試験電流指令値 I_{q1}^* に対応するq軸の第1試験電圧指令値 V_{q1}^* を生成する。これにより、抵抗推定部30は、第1試験電圧指令値 V_{d1}^* を電圧指令部27から取得する。

[0103] 電力変換部29は、第1試験電圧指令値 V_{d1}^* 及び V_{q1}^* に基づく電力をモータ21に供給する。これにより、第1試験電圧指令値 V_{d1}^* 及び V_{q1}^* に対応する実電流値 I_{u1} 、 I_{v1} 、及び I_{w1} が電流センサ23によって検出され、対応するd軸の第1実電流値 I_{d1} とq軸の第1実電流値 I_{q1} が電流座標変換部25から出力される。抵抗推定部30は、第1試験電流指令値 I_{d1}^* に追従したモータ21の電流値である第1実電流値 I_{d1} を、電流座標変換部25から取得する(S202)。

[0104] 次に、電流指令部 26 は、2 組目の試験電流指令値、即ち d 軸の第 2 試験電流指令値 I_{d2}^* と q 軸の第 2 試験電流指令値 I_{q2}^* とを生成する (S203)。第 2 試験電流指令値 I_{d2}^* は、第 1 試験電流指令値 I_{d1}^* とは異なる大きさの値である。電圧指令部 27 は、第 2 試験電流指令値 I_{d2}^* に対応する d 軸の第 2 試験電圧指令値 V_{d2}^* を生成する。電圧指令部 27 は、第 2 試験電流指令値 I_{q2}^* に対応する q 軸の第 2 試験電圧指令値 V_{q2}^* を生成する。これにより、抵抗推定部 30 は、第 2 試験電圧指令値 V_{d2}^* を電圧指令部 27 から取得する。

[0105] 電力変換部 29 は、第 2 試験電圧指令値 V_{d2}^* 及び V_{q2}^* に基づく電力をモータ 21 に供給する。これにより、第 2 試験電圧指令値 V_{d2}^* 及び V_{q2}^* に対応する実電流値 I_u2 、 I_v2 、及び I_w2 が電流センサ 23 によって検出され、対応する d 軸の第 2 実電流値 I_d2 と q 軸の第 2 実電流値 I_q2 が電流座標変換部 25 から出力される。抵抗推定部 30 は、第 2 試験電流指令値 I_{d2}^* に追従したモータ 21 の電流値である第 2 実電流値 I_d2 を、電流座標変換部 25 から取得する (S204)。

[0106] 次に、電流指令部 26 は、3 組目の試験電流指令値、即ち d 軸の第 3 試験電流指令値 I_{d3}^* と q 軸の第 3 試験電流指令値 I_{q3}^* とを生成する (S205)。第 3 試験電流指令値 I_{d3}^* は、第 1 試験電流指令値 I_{d1}^* 及び第 2 試験電流指令値 I_{d2}^* とは異なる大きさの値である。電圧指令部 27 は、第 3 試験電流指令値 I_{d3}^* に対応する d 軸の第 3 試験電圧指令値 V_{d3}^* を生成する。電圧指令部 27 は、第 3 試験電流指令値 I_{q3}^* に対応する q 軸の第 3 試験電圧指令値 V_{q3}^* を生成する。これにより、抵抗推定部 30 は、第 3 試験電圧指令値 V_{d3}^* を電圧指令部 27 から取得する。

[0107] 電力変換部 29 は、第 3 試験電圧指令値 V_{d3}^* 及び V_{q3}^* に基づく電力をモータ 21 に供給する。これにより、第 3 試験電圧指令値 V_{d3}^* 及び V_{q3}^* に対応する実電流値 I_u3 、 I_v3 、及び I_w3 が電流センサ 23 によって検出され、対応する d 軸の第 3 実電流値 I_d3 と q 軸の第 3 実電流値 I_q3 が電流座標変換部 25 から出力される。抵抗推定部 30 は、第 3 試

験電流指令値 $I_d 3^*$ に追従したモータ 21 の電流値である第 3 実電流値 $I_d 3$ を、電流座標変換部 25 から取得する (S 206)。

[0108] 抵抗推定部 30 は、S 202、S 204、及び S 206 で取得した情報に基づいて、(8) 式から電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する (S 207)。

[0109] 図 7 は、試験電流指令値及び試験電圧指令値の例を示す図である。図 7 の上段は、電流指令部 26 によって生成される d 軸の試験電流指令値 I_d^* の例を示す。なお、実電流値 I_d が試験電流指令値 I_d^* に速やかに追従する場合、図 7 の上段は実電流値 I_d の例も示す。図 7 の下段は、電圧指令部 27 によって生成される d 軸の試験電圧指令値 V_d^* の例を示す。

[0110] 図 7 に示す例では、電流指令部 26 は、d 軸の試験電流指令値 I_d^* として、パルス波形状の出力を行う。即ち、図 7 の上段に示す 3 つのパルス出力のうち、左側のパルス出力は、第 1 試験電流指令値 $I_d 1^*$ に相当する。中央のパルス出力は、第 2 試験電流指令値 $I_d 2^*$ に相当する。右側のパルス出力は、第 3 試験電流指令値 $I_d 3^*$ に相当する。電流指令部 26 は、d 軸の試験電流指令値 I_d^* として、大きさが異なるパルス出力を間欠的に生成する。電圧指令部 27 は、d 軸の試験電圧指令値 V_d^* として、パルス波形状の出力を行う。

[0111] 当該パルス出力の各幅は、整定時間以上の幅に設定される。整定時間は、電流指令値 I_d^* に対して実電流値 I_d が追従して整定するために必要な時間である。整定時間は、電流指令部 26 の制御ゲインの設計によって定まる時間である。整定時間は、予め設定される。

[0112] 図 7 に示す例では、第 1 試験電流指令値 $I_d 1^*$ が生成された後に、第 2 試験電流指令値 $I_d 2^*$ が生成される。第 1 試験電流指令値 $I_d 1^*$ の生成が終了してから第 2 試験電流指令値 $I_d 2^*$ の生成が開始されるまでの間に、d 軸の電流指令値 I_d^* が 0 になる時間が存在する。また、第 2 試験電流指令値 $I_d 2^*$ が生成された後に、第 3 試験電流指令値 $I_d 3^*$ が生成される。第 2 試験電流指令値 $I_d 2^*$ の生成が終了してから第 3 試験電流指令値 $I_d 3^*$ の生成が開始されるまでの間に、d 軸の電流指令値 I_d^* が 0 にな

る時間が存在する。

[0113] 第1試験電流指令値 I_{d1}^* 、第2試験電流指令値 I_{d2}^* 、及び第3試験電流指令値 I_{d3}^* が順番に生成されるため、第1試験電圧指令値 V_{d1}^* 、第2試験電圧指令値 V_{d2}^* 、及び第3試験電圧指令値 V_{d3}^* も順番に生成される。同様に、第1実電流値 I_{d1} 、第2実電流値 I_{d2} 、及び第3実電流値 I_{d3} も順番に検出される。

[0114] なお、 d 軸の実電流値 I_d が大きくなると、コイルCの発熱量が大きくなる。図7に示す例では、モータ21に印加される電圧がパルス状になるため、当該発熱量を抑制することができる。

[0115] 図8は、試験電流指令値及び試験電圧指令値の他の例を示す図である。図8の上段は、電流指令部26によって生成される d 軸の試験電流指令値 I_d^* の例を示す。なお、実電流値 I_d が試験電流指令値 I_d^* に速やかに追従する場合、図8の上段は実電流値 I_d の例も示す。図8の下段は、電圧指令部27によって生成される d 軸の試験電圧指令値 V_d^* の例を示す。

[0116] 図8に示す例では、電流指令部26は、 d 軸の試験電流指令値 I_d^* として、ランプ波形状の出力を行う。即ち、電流指令部26は、 d 軸の試験電流指令値 I_d^* として、0から連続的に増加する出力を行う。図8に示す例は、コイルCの発熱が問題にならない場合、及び実電流値 I_d の試験電流指令値 I_d^* に対する追従遅れが問題にならない場合等に適用できる。

[0117] d 軸の試験電流指令値 I_d^* の生成方法は、図7に示す例及び図8に示す例に限定されない。

[0118] (8)式に示すように、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ は、 d 軸の試験電流指令値 I_d^* によって変化した d 軸の試験電圧指令値 V_d^* の変化量を、当該 d 軸の試験電流指令値 I_d^* によって変化したモータ21に流れる電流の変化量で除算することによって推定される。一例として、上記試験電圧指令値の変化量は、第1試験電圧指令値 V_{d1}^* と第2試験電圧指令値 V_{d2}^* との差として演算できる。上記電流の変化量は、第1実電流値 I_{d1} と第2実電流値 I_{d2} との差として演算できる。

[0119] 図7に示す例及び図8に示す例のように、3つの試験電流指令値 I_{d*} 、即ち第1試験電流指令値 I_{d1*} 、第2試験電流指令値 I_{d2*} 、及び第3試験電流指令値 I_{d3*} が生成されると、抵抗値 R として3つの値を導出することが可能である。即ち、(8)式から、以下の3つの抵抗値 R を算出できる。

$$R = (V_{d2*} - V_{d1*}) / (I_{d2} - I_{d1})$$

$$R = (V_{d3*} - V_{d2*}) / (I_{d3} - I_{d2})$$

$$R = (V_{d1*} - V_{d3*}) / (I_{d1} - I_{d3})$$

[0120] 複数の抵抗値 R を算出することができる場合、S207において、抵抗推定部30は、算出した複数の抵抗値 R の平均値を電気抵抗値 $R^{\wedge}$ として推定しても良い。より安全な運用を実現するため、抵抗推定部30は、S207において、算出した複数の抵抗値 R の中で最も大きいものを電気抵抗値 $R^{\wedge}$ として推定しても良い。

[0121] なお、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を演算する際に、電流及び電圧に対してフィルタ処理が実施されても良い。これにより、電流値及び電圧値に含まれる高周波ノイズを抑制することができ、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ の推定精度が向上する。フィルタ処理が実施される場合は、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。フィルタ処理が実施され、複数の抵抗値 R が算出された後に、算出された複数の抵抗値 R の平均値が電気抵抗値 $R^{\wedge}$ として推定されても良い。

[0122] 図3のS006で電気抵抗値 $R^{\wedge}$ が推定されると、S006で推定された電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を補正する処理が開始される。温度推定部31は、S002で推定された母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を用いて、S006で推定された電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を補正する(S007)。

[0123] (7)式に示すように、電圧の差分 ΔV を用いた計算を行うことにより、抵抗推定部30が推定する電気抵抗値 $R^{\wedge}$ から加法的な誤差の影響を排除することができる。しかし、乗法的な誤差の影響については、抵抗推定部30

が推定する電気抵抗値 $R^{\wedge}$ に残存している。このため、この電気抵抗値 $R^{\wedge}$ に基づいてコイル C の温度 T を算出すると、その結果には乗法的な誤差に起因する誤差が含まれてしまう。温度推定部 31 は、S002 で推定された母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を用いることにより、当該誤差を抑制する。

[0124] (8) 式に (5) 式を代入して整理すると、(18) 式を得ることができる。

[0125] [数18]

$$\begin{aligned} R^{\wedge} &= (V_{d2}^{\star} - V_{d1}^{\star}) / (I_{d2} - I_{d1}) = V_{dc}^{\star} / V_{dc} \times (V_{d2} - V_{d1}) / (I_{d2} - I_{d1}) \\ &= V_{dc}^{\star} / V_{dc} \times R \quad \dots (18) \end{aligned}$$

[0126] (18) 式に示すように、推定された電気抵抗値 $R^{\wedge}$ は、母線電圧の設計値 $V_{dc}^{\star}$ と実際の母線電圧値 V_{dc} との比の分だけ誤差を有している。(17) 式の母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を用いると、(19) 式を得ることができる。(19) 式は、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を用いた補正を行うことにより、補正後の値が抵抗の真値に一致することを表す。

[0127] [数19]

$$R = \hat{V}_{dc} / V_{dc}^{\star} R^{\wedge} \quad \dots (19)$$

[0128] 温度推定部 31 は、(19) 式を用いて、S006 で推定された電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を補正する。

[0129] S007 で電気抵抗値 $R^{\wedge}$ が補正されると、コイル C の温度 T を推定する処理が開始される。温度推定部 31 は、S007 で補正した電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を用いて、コイル C の温度 T を推定する (S008)。

[0130] 一例として、温度推定部 31 は、モータ 21 の電気抵抗値とコイル C の温度との関係を示す温度数式モデルに基づいて、温度 T の推定を行う。温度数式モデルは、制御装置 20 の記憶領域に予め記憶される。温度数式モデルは、コイル C の温度を変化させながらモータ 21 の抵抗値を測定する試験によって作成されても良い。温度数式モデルは、理論的に導出されるモデルが採用されても良い。(20) 式は、当該温度数式モデルの一例を示す。

[0131]

[数20]

$$T = \alpha \cdot R + \beta \quad \dots (20)$$

[0132] (20) 式は、コイルCの温度Tとモータ21の抵抗値Rとの間に線形性の関係があるモデルの例を示す。 α 及び β はそれぞれ定数である。 α 及び β は予め設定される。(21) 式は、当該温度数式モデルの他の例を示す。

[0133] [数21]

$$T = (234.5 + T_0')/R_0 \times R - 234.5 \quad \dots (21)$$

[0134] (21) 式は、コイルCの温度Tの論理モデルである。 T_0' は基準温度である。 R_0 は、基準温度におけるコイルCの基準抵抗値である。なお、温度数式モデルは、(20) 式及び(21) 式以外の式で表されても良い。例えば、温度数式モデルは、1次より高次の関数であっても良い。

[0135] 図9は、制御装置20の他の動作例を示すフローチャートである。図9は、温度推定処理の他の例を示す。具体的に、図9は、ドア13の閉動作が行われている時に電圧推定処理が実施される例を示す。また、図9は、かご2が走行している時に抵抗推定処理が実施される例を示す。なお、下記において詳しく説明しない事項については、上述した例と同様である。

[0136] 制御装置20では、ドア13が閉動作を開始したか否かが判定される(S301)。ドア状態検出部24が検出するドア13の状態が全開状態から閉動作状態に変わると、S301でYesと判定される。S301でYesと判定されると、電圧推定処理が開始される(S302)。S302で行われる電圧推定処理は、S002で行われる電圧推定処理と同様である。電圧推定処理では、電圧推定部33は、母線電圧値 V_{dc} を推定する。

[0137] また、S301でYesと判定されると、ドア13が全閉したか否かが判定される(S303)。S301でYesと判定された後にドア13が全閉状態であることがドア状態検出部24によって検出されると、S303でYesと判定される。S303でYesと判定されるまで、電圧推定処理が継続される。S303でYesと判定されると、電圧推定処理は終了する。

[0138] S303でYesと判定されると、制御装置20では、かご2が走行して

いるか否かが判定される（S304）。一例として、制御装置20は、かご2が走行しているか否かを判定するための情報を制御盤10から取得する。S304の判定は、当該情報に基づいて行われる。他の例として、電流指令部26がS304の判定を行っても良い。

[0139] S303でYesと判定された後にかご2が走行を開始すると、S304でYesと判定される。S304でYesと判定されると、抵抗推定処理が開始される（S305）。かご2が走行している間、制御装置20では、ドア13を全閉状態に維持するための制御が行われる。図9に示す例では、この間に抵抗推定処理を行う。S303でYesと判定されなければ、抵抗推定処理は開始されない。なお、図9のS305からS309に示す処理は、図3のS004からS008に示す処理と同様である。

[0140] 次に、図10を参照して、過熱保護処理について説明する。図10は、制御装置20の他の動作例を示すフローチャートである。図10は、温度推定処理においてコイルCの温度Tが推定された後に行われる過熱保護処理の例を示す。過熱保護処理は、コイルCの温度Tが高くなることによってモータ21が焼損するような事故を防ぐための処理である。

[0141] コイルCの温度Tの温度が上昇する原因として、以下の例が考えられる。

[0142] 例えば、コイルCの温度Tは、モータ21の本体に異常が発生することによって上昇し得る。具体的には、モータ21の軸受けが摩耗している場合、及びモータ21の寿命が近い場合等に、温度Tは上昇する。

[0143] 他の例として、ドア13の開閉の頻度が高い場合にコイルCの温度Tは上昇し得る。具体的には、かご2の呼びが頻繁になされる場合、及びドア13の反転動作が頻繁に行われる場合等に、温度Tは上昇する。

[0144] 他の例として、コイルCの温度Tは、ドア13に不具合が発生することによって上昇し得る。例えば、ドア13の機械系統に不具合が発生すると、ドア13の移動抵抗が増加する。ドア13の移動抵抗が増加すると、モータ21の回転負荷が上昇する。これにより、コイルCの温度Tが上昇する。

[0145] 他の例として、コイルCの温度Tは、環境温度、即ち昇降路4内の温度が

高い場合に上昇し得る。

- [0146] コイルCの温度Tが上昇している場合は、モータ21の発熱量が通常の値よりも大きくなる。この状態でモータ21の駆動が継続されると、モータ21が焼損する可能性がある。
- [0147] 上述したように、過熱保護処理はモータ21が焼損するような事故を防ぐための処理であり、温度推定処理に続けて行われる。したがって、過熱保護処理が開始される時に、ドア13は全開或いは全閉している。
- [0148] 保護制御部32は、温度推定処理で推定された温度Tを取得する(S401)。次に、保護制御部32は、温度推定部31によって推定された温度Tが第3基準値以上であるか否かを判定する(S402)。第3基準値は、コイルCの温度がモータ21の焼損に繋がり得る温度まで上昇したことを判定するための値である。第3基準値は、コイルCの熱設計等に基づいて、予め設定される。
- [0149] 温度Tが第3基準値より小さければ、S402でNoと判定される。S402でNoと判定されると、モータ21の駆動制御が継続される(S403)。例えば、電圧指令部27は、電流指令部26からの電流指令値 I_d^* 及び I_q^* と電流座標変換部25からの実電流値 I_d 及び I_q とに基づいて、電圧指令値 V_d^* 及び V_q^* を生成する。即ち、エレベーターシステム1では、通常運行が継続される。
- [0150] 温度Tが第3基準値以上であれば、S402でYesと判定される。S402でYesと判定されると、電圧指令部27は、保護制御として、モータ21の駆動制御を停止させる(S404)。また、電圧指令部27は、コイルCの温度Tが第3基準値以上である旨の情報を制御盤10に送信する。制御盤10は、当該情報を受信すると、かご2を非常停止するための制御を開始する。
- [0151] なお、モータ21の駆動制御が停止されると、ドア13の開閉を行うことができない。このため、利用者をかご2から降ろすための制御が行われた後に、モータ21の駆動制御が停止されても良い。制御盤10は、サービスを

停止する旨の情報を利用者に対して提供しても良い。

- [0152] 本実施の形態に示す例では、温度推定部31は、抵抗推定部30によって推定された電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を、電圧推定部33によって推定された母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を用いて補正する。そして、温度推定部31は、補正した電気抵抗値 $R^{\wedge}$ に基づいて、コイルCの温度Tを推定する。したがって、コイルCの温度Tを精度良く推定することができる。
- [0153] 本実施の形態に示す例では、電圧推定部33は、ドア13が動作状態である場合であって、回転角速度 ω の絶対値が第1基準値 T_{h1} 以上であり、且つモータ21に流れる電流の絶対値が第2基準値 T_{h2} 以下である場合に、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定する。したがって、簡易な(17)式を用いて精度良く母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を演算することができる。
- [0154] 本実施の形態に示す例では、電圧推定部33は、q軸の電圧指令値 V_{q*} とq軸の電圧理論計算値 $\omega\phi$ とを用いて母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定する。また、電圧推定部33は、q軸の電圧指令値 V_{q*} とq軸の電圧理論計算値 $\omega\phi$ との比を用いて母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定する。したがって、簡易な(17)式を用いて精度良く母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を演算することができる。
- [0155] 本実施の形態に示す例では、電流指令部26は、第1試験電流指令値及び第2試験電流指令値を生成する。電圧指令部27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2試験電流指令値に対応する第2試験電圧指令値とを生成する。そして、抵抗推定部30は、第1試験電圧指令値及び第2試験電圧指令値を用いて、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定する。この例であれば、第1試験電圧指令値及び第2試験電圧指令値として、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を推定するために適した値を採用できる。したがって、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を精度良く推定することができる。
- [0156] なお、電流指令部26は、1つの試験電流指令値のみを新たに生成しても良い。かかる場合、当該試験電流指令値の直前に生成した電流指令値を他の試験電流指令値とみなして、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ が生成されても良い。
- [0157] 本実施の形態に示す例では、電流指令部26は、d軸の電流値が0ではな

い第1試験電流指令値及び第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13の開閉状態には殆ど影響がない。したがって、このような試験電流指令値を採用しても、電気抵抗値 $R^{\wedge}$ を精度良く推定することができる。

[0158] 図9に示す例では、かご2が走行している時に抵抗推定処理が行われる。即ち、かご2が走行している時に試験電流指令値が生成される。試験電流指令値が生成されることによってモータ21にd軸電流が流れるが、d軸電流が流れるとモータ21から磁歪に起因する騒音が発生し得る。図9に示す例では、当該騒音をかご2の走行音によってかき消すことができる。したがって、磁歪に起因する騒音によってかご2内の乗客が不快に感じることを防止できる。

[0159] 本実施の形態に示す例では、温度推定部31は、温度数式モデルに基づいてコイルCの温度 T を推定する。したがって、温度 T を精度良く推定することができる。

[0160] 本実施の形態に示す例では、温度推定部31によって推定されたコイルCの温度 T が第3基準値以上になると、モータ21の駆動制御が停止する。したがって、モータ21の焼損を未然に防止することができ、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。

[0161] 以下に、制御装置20が採用可能な他の機能について説明する。以下に示す例では、上述した例と相違する点についてのみ詳しく説明する。上述した例と同じ点については、その説明を省略する。

[0162] 電圧推定部33は、(17)式を用いずに、状態推定オブザーバに基づいて母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定しても良い。

[0163] なお、本例においても、電圧推定部33は、図4に示す動作フローに基づいて、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定することができる。即ち、電圧推定部33は、ドア13が動作状態であるとドア状態検出部24によって検出された場合に母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ の推定を行う。また、電圧推定部33は、回転角速度 ω の絶対値が第1基準値 T_{h1} 以上であり、且つモータ21に流れる電流

の絶対値が第2基準値 T_h2 以下である場合に母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定することが好ましい。

[0164] 上述したように、印加電圧値 V_d と電圧指令値 V_d^* の関係は、(9) 式のように表される。印加電圧値 V_q と電圧指令値 V_q^* の関係は、(10) 式のように表される。また、電圧推定処理では、パラメータとして抵抗値 R 及びインダクタンス L を使用しない、即ち電流値が小さいことが条件となる。当該条件では d 軸の電圧指令値はほぼ0になるため、以下においては、 q 軸についての説明のみ行う。

[0165] (10) 式の母線電圧値 V_{dc} を推定値 $V_{dc}^{\wedge}$ に置き換えると、印加電圧の推定値 $V_q^{\wedge}$ について(22)式を得ることができる。

[0166] [数22]

$$\hat{V}_q = V_q^* \frac{\hat{V}_{dc}}{V_{dc}^*} \quad \dots (22)$$

[0167] (23) 式は、(10) 式と(22) 式との差を示す。(23) 式が0になれば、母線電圧の推定値 $V_{dc}^{\wedge}$ と実際の母線電圧値 V_{dc} とは一致することになる。

[0168] [数23]

$$V_q - \hat{V}_q = (V_{dc} - \hat{V}_{dc}) \frac{V_q^*}{V_{dc}^*} \quad \dots (23)$$

[0169] (23) 式から、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定するための状態推定オブザーバの一例として(24) 式を得ることができる。上述したように、モータ21の実際の q 軸の印加電圧値 V_q は、電流が小さい条件では $\omega\phi$ で表すことができる。また、印加電圧の推定値 $V_q^{\wedge}$ は(22) 式に示す通りである。

[0170] [数24]

$$\hat{V}_{dc} = K \int (V_q - \hat{V}_q) dt = K \int \left(\omega\phi - V_q^* \frac{\hat{V}_{dc}}{V_{dc}^*} \right) dt \quad \dots (24)$$

[0171] 電圧推定部33は、S103において、 q 軸の電圧理論計算値 $\omega\phi$ と q 軸の電圧指令値 V_q^* とを用いた(24) 式に示す状態推定オブザーバに基づいて、母線電圧値 $V_{dc}^{\wedge}$ を推定することができる。(24) 式において K

は状態推定オブザーバの収束速度を決めるゲインであり、大きいほど収束に要する時間が短くなるが大きすぎると発振する。逆に小さいと収束に要する時間は長くなるがオブザーバは安定する。ゲインKは収束速度と安定性を考慮し、設計者が適切に設定する必要がある。

[0172] 図11は、制御装置20のハードウェア資源の例を示す図である。制御装置20は、ハードウェア資源として、プロセッサ41とメモリ42とを含む処理回路40を備える。処理回路40に複数のプロセッサ41が含まれても良い。処理回路40に複数のメモリ42が含まれても良い。

[0173] 本実施の形態において、符号24～33に示す各部は、制御装置20が有する機能を示す。符号24～33に示す各部の機能は、プログラムとして記述されたソフトウェア、ファームウェア、又はソフトウェアとファームウェアとの組み合わせによって実現できる。当該プログラムは、メモリ42に記憶される。制御装置20は、メモリ42に記憶されたプログラムをプロセッサ41（コンピュータ）によって実行することにより、符号24～33に示す各部の機能を実現する。

[0174] プロセッサ41は、CPU（Central Processing Unit）、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、或いはDSPともいわれる。メモリ42として、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、或いはDVDを採用しても良い。採用可能な半導体メモリには、RAM、ROM、フラッシュメモリ、EPROM、及びEEPROM等が含まれる。

[0175] 図12は、制御装置20のハードウェア資源の他の例を示す図である。図12に示す例では、制御装置20は、プロセッサ41、メモリ42、及び専用ハードウェア43を含む処理回路40を備える。図12は、制御装置20が有する機能の一部を専用ハードウェア43によって実現する例を示す。制御装置20が有する機能の全部を専用ハードウェア43によって実現しても良い。一例として、符号24～33に示す各部のうち、電流指令部26のみ

を専用ハードウェア43によって実現しても良い。かかる場合、符号24、25、27～33に示す各部は、メモリ42に記憶されたプログラムをプロセッサ41（コンピュータ）によって実行することによって実現される。専用ハードウェア43として、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、又はこれらの組み合わせを採用できる。

産業上の利用可能性

[0176] 本開示は、エレベーターのドアを制御する制御装置に適用できる。

符号の説明

[0177] 1 エレベーターシステム、 2 かご、 3 つり合いおもり、 4 昇降路、 5 建築物、 6 乗場、 7 ロープ、 8 巻上機、 9 駆動綱車、 10 制御盤、 11 機械室、 12 かご室、 13 ドア、 14 ドア、 20 制御装置、 21 モータ、 22 回転センサ、 23 電流センサ、 24 ドア状態検出部、 25 電流座標変換部、 26 電流指令部、 27 電圧指令部、 28 電圧座標変換部、 29 電力変換部、 30 抵抗推定部、 31 温度推定部、 32 保護制御部、 33 電圧推定部、 34 減算器、 40 処理回路、 41 プロセッサ、 42 メモリ、 43 専用ハードウェア

請求の範囲

- [請求項1] エレベーターのドアの状態を検出するドア状態検出部と、
前記ドアを駆動するモータに流れる電流の値が電流指令値に追従するように電圧指令値を生成する電圧指令部と、
前記ドアが動作状態であると前記ドア状態検出部によって検出された場合に、前記モータを駆動するためのインバータに供給される母線電圧値を推定する電圧推定部と、
前記ドアが全開状態又は全閉状態であると前記ドア状態検出部によって検出された場合に、前記モータの電気抵抗値を推定する抵抗推定部と、
前記抵抗推定部によって推定された前記電気抵抗値を前記電圧推定部によって推定された前記母線電圧値を用いて補正することにより、前記モータに含まれるコイルの温度を推定する温度推定部と、
を備えた制御装置。
- [請求項2] 前記電圧推定部は、前記ドアが動作状態であると前記ドア状態検出部によって検出された場合であって、前記モータの回転角速度の絶対値が第1基準値以上であり、且つ前記モータに流れる電流の絶対値が第2基準値以下である場合に、前記母線電圧値を推定する請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記電圧推定部は、前記モータのq軸の電圧方程式に基づいて計算されたq軸の電圧理論計算値と前記電圧指令部によって生成されたq軸の電圧指令値とを用いて、前記母線電圧値を推定する請求項1又は請求項2に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記電圧推定部は、前記モータのq軸の電圧方程式に基づいて計算されたq軸の電圧理論計算値と前記電圧指令部によって生成されたq軸の電圧指令値との比を用いて、前記母線電圧値を推定する請求項1又は請求項2に記載の制御装置。
- [請求項5] 前記電圧推定部は、前記モータのq軸の電圧方程式に基づいて計算

された q 軸の電圧理論計算値と前記電圧指令部によって生成された q 軸の電圧指令値とを用いた状態推定オブザーバに基づいて、前記母線電圧値を推定する請求項 1 又は請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項6]

前記電流指令値を生成する電流指令部を更に備え、

前記電流指令部は、前記ドアが全開状態又は全閉状態であると前記ドア状態検出部によって検出された場合に、前記コイルの温度を推定するための試験電流指令値を生成し、

前記抵抗推定部は、前記試験電流指令値によって変化した前記電圧指令値の変化量を前記試験電流指令値によって変化した前記モータに流れる電流の変化量で除算することにより、前記電気抵抗値を推定する請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の制御装置。

[請求項7]

前記電流指令部は、前記試験電流指令値として、d 軸の電流値が 0 ではない第 1 試験電流指令値と第 2 試験電流指令値とを生成し、

前記第 2 試験電流指令値の大きさは、前記第 1 試験電流指令値の大きさとは異なる請求項 6 に記載の制御装置。

[請求項8]

前記電圧指令部は、前記第 1 試験電流指令値に対応する第 1 試験電圧指令値と前記第 2 試験電流指令値に対応する第 2 試験電圧指令値とを生成し、

前記抵抗推定部は、前記電圧指令値の変化量として前記第 1 試験電圧指令値と前記第 2 試験電圧指令値との差を演算し、前記モータに流れる電流の変化量として、前記第 1 試験電流指令値に追従した前記モータの電流値と前記第 2 試験電流指令値に追従した前記モータの電流値との差を演算する請求項 7 に記載の制御装置。

[請求項9]

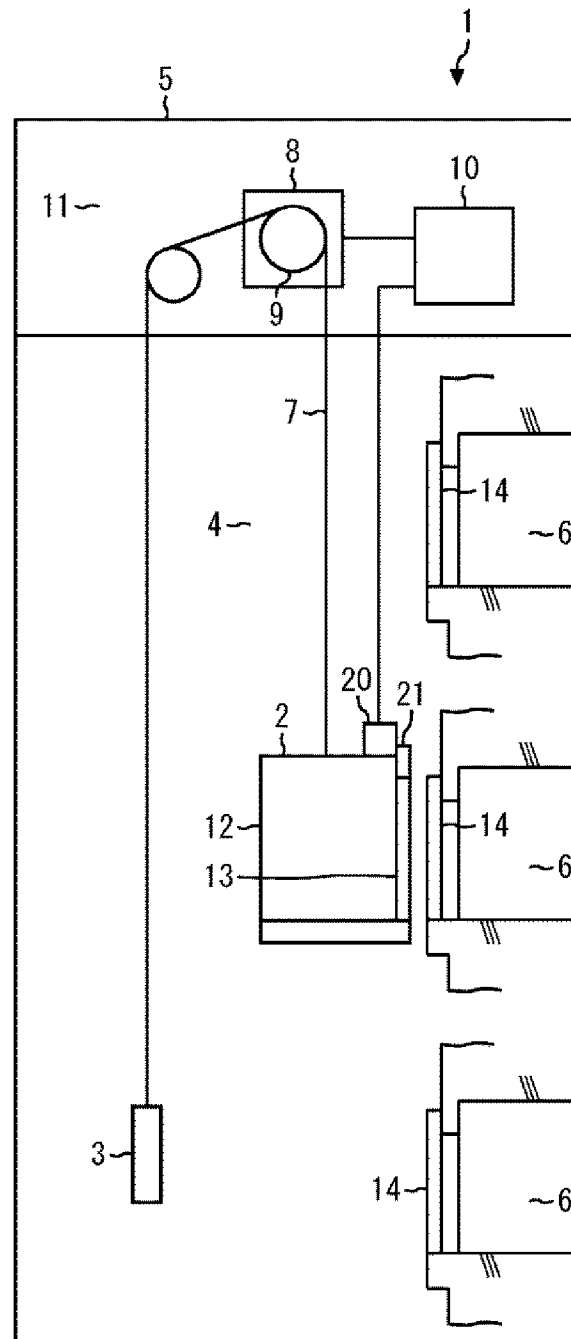
前記温度推定部は、前記モータの電気抵抗値と前記コイルの温度との関係を示す温度数式モデルに基づいて、前記コイルの温度を推定する請求項 1 から請求項 8 の何れか一項に記載の制御装置。

[請求項10]

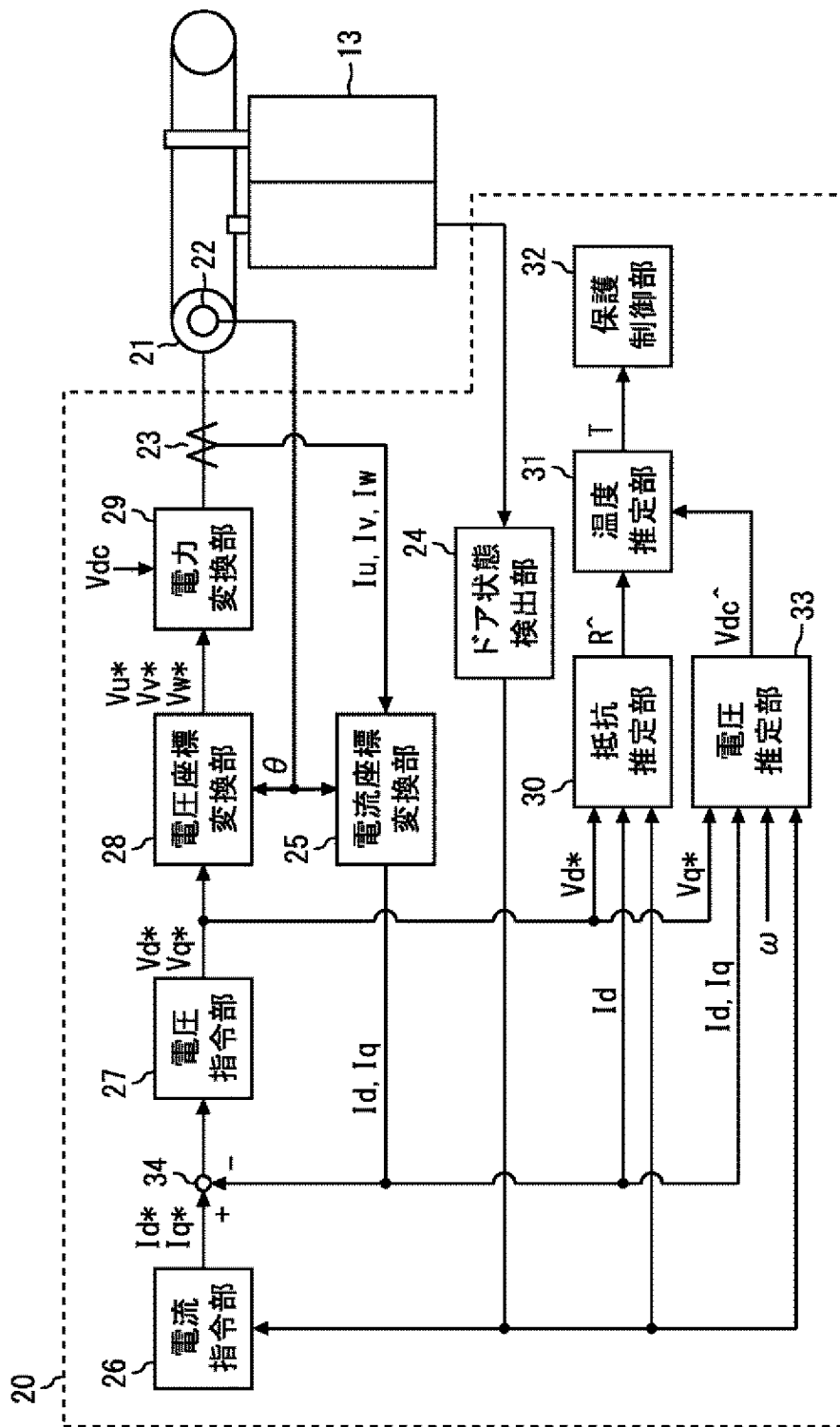
前記電圧指令部は、前記温度推定部によって推定された前記コイルの温度が第 3 基準値以上である場合に、前記モータの駆動制御を停止

させる請求項 1 から請求項 9 の何れか一項に記載の制御装置。

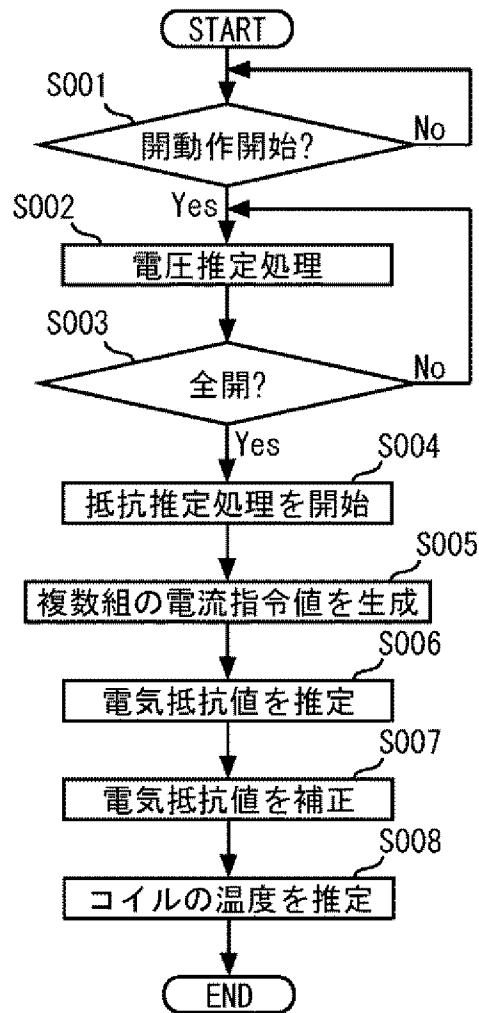
[図1]



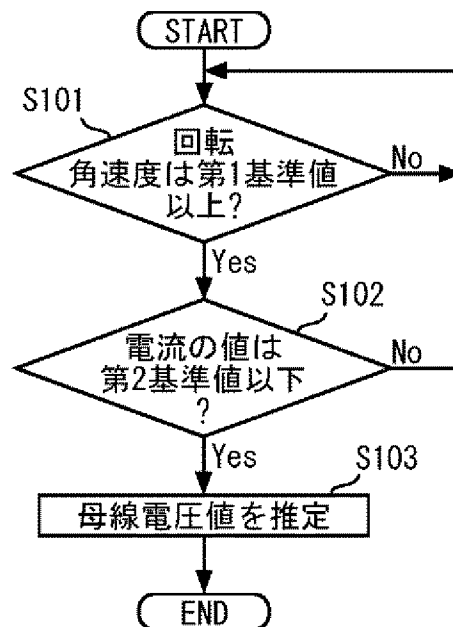
[図2]



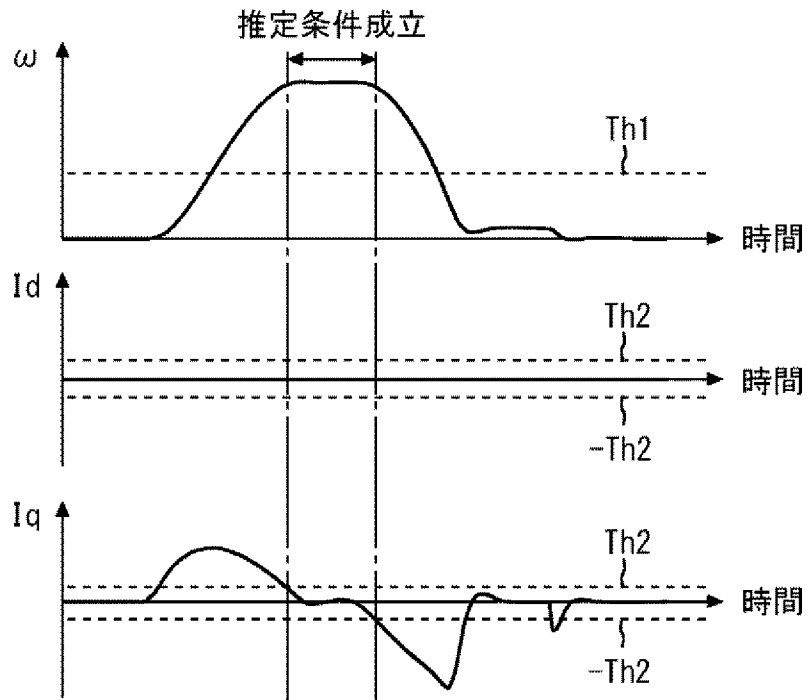
[図3]



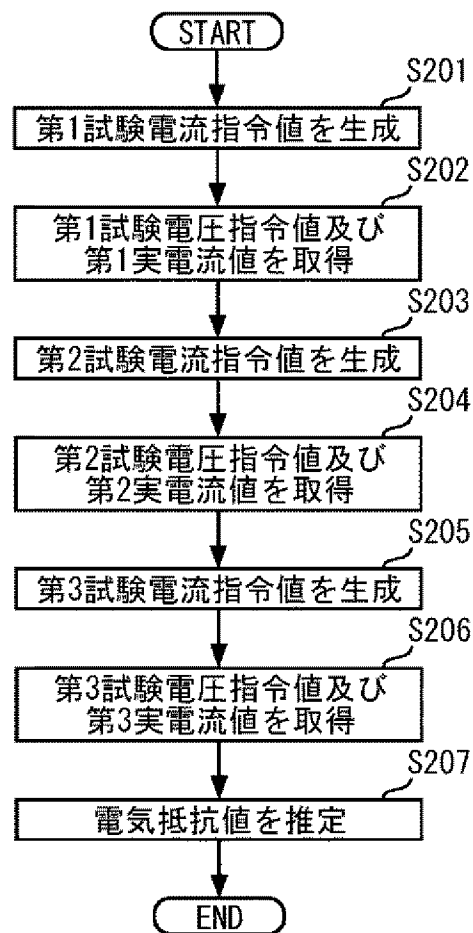
[図4]



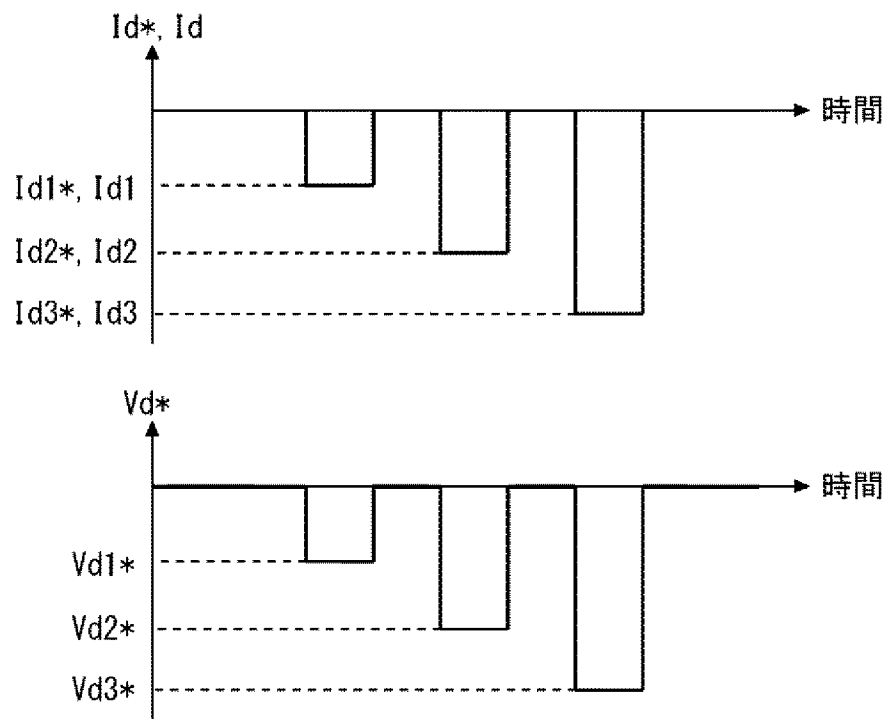
[図5]



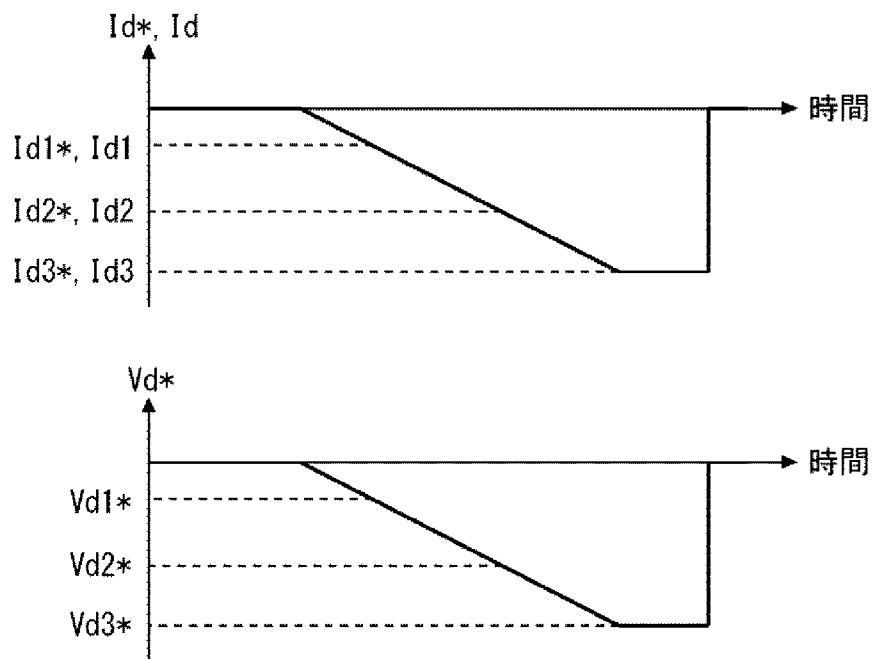
[図6]



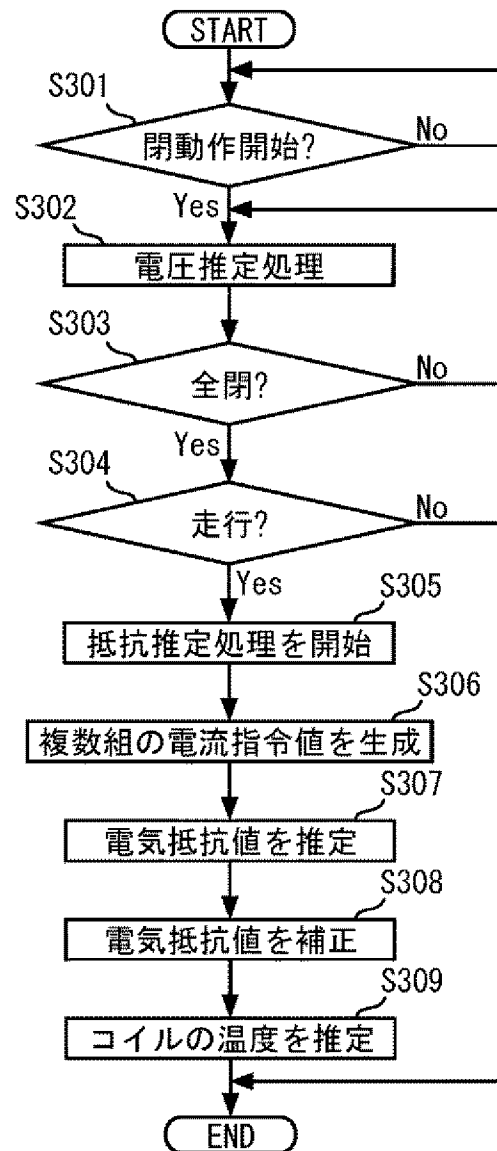
[図7]



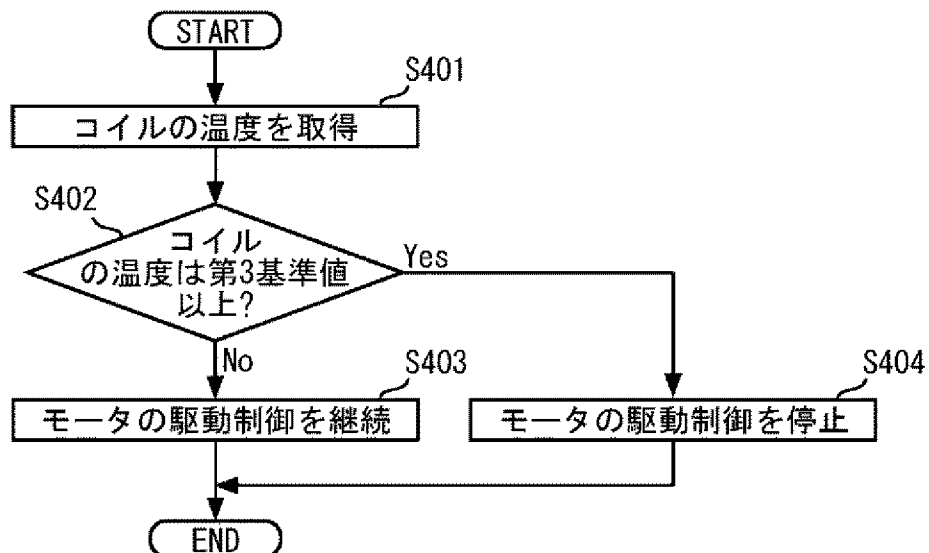
[図8]



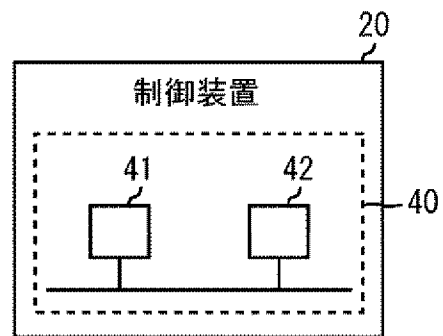
[図9]



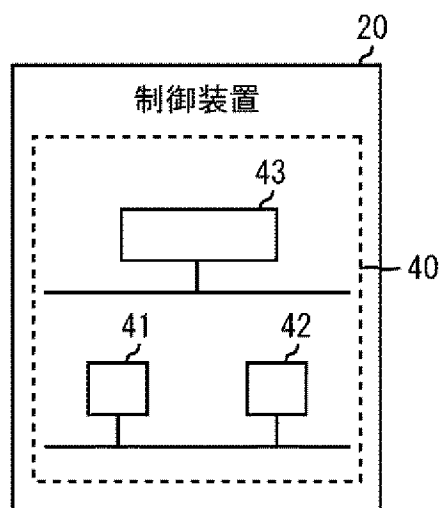
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/022783

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B66B 13/08**(2006.01)i

FI: B66B13/08 Z

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)

B66B1/00-B66B31/02; H02K1/00-H02K99/00; G01K7/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-63404 A (TOSHIBA ELEVATOR CO., LTD.) 31 March 2011 (2011-03-31)	1-10
A	JP 2006-290507 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 26 October 2006 (2006-10-26)	1-10
A	JP 2010-148322 A (AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA) 01 July 2010 (2010-07-01)	1-10
A	JP 2007-315994 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 06 December 2007 (2007-12-06)	1-10
A	JP 2022-65240 A (CANON PRECISION INC.) 27 April 2022 (2022-04-27)	1-10
A	CN 208561335 U (TOSHIBA ELEVATOR KABUSHIKI KAISHA) 01 March 2019 (2019-03-01)	1-10
A	US 2020/0014326 A1 (PANASONIC AUTOMOTIVE SYSTEMS COMPANY OF AMERICA) 09 January 2020 (2020-01-09)	1-10



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

05 July 2023

Date of mailing of the international search report

25 July 2023

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/JP2023/022783

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2011-63404	A	31 March 2011	CN 102020177 A	
JP	2006-290507	A	26 October 2006	(Family: none)	
JP	2010-148322	A	01 July 2010	(Family: none)	
JP	2007-315994	A	06 December 2007	(Family: none)	
JP	2022-65240	A	27 April 2022	(Family: none)	
CN	208561335	U	01 March 2019	SG 10201904326Q A	
US	2020/0014326	A1	09 January 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B66B 13/08(2006.01)i FI: B66B13/08 Z										
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）） B66B1/00-B66B31/02; H02K1/00-H02K99/00; G01K7/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 2011-63404 A（東芝エレベータ株式会社）31.03.2011（2011 - 03 - 31）	1-10								
A	JP 2006-290507 A（三菱電機株式会社）26.10.2006（2006 - 10 - 26）	1-10								
A	JP 2010-148322 A（アイシン精機株式会社）01.07.2010（2010 - 07 - 01）	1-10								
A	JP 2007-315994 A（トヨタ自動車株式会社）06.12.2007（2007 - 12 - 06）	1-10								
A	JP 2022-65240 A（キヤノンプレジジョン株式会社）27.04.2022（2022 - 04 - 27）	1-10								
A	CN 208561335 U（TOSHIBA ELEVATOR KABUSHIKI KAISHA）01.03.2019（2019 - 03 - 01）	1-10								
A	US 2020/0014326 A1（PANASONIC AUTOMOTIVE SYSTEMS COMPANY OF AMERICA） 09.01.2020（2020 - 01 - 09）	1-10								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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						
* 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 05.07.2023	国際調査報告の発送日 25.07.2023									
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） 八板 直人 3F 9429 電話番号 03-3581-1101 内線 3349									

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/JP2023/022783

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2011-63404	A	31.03.2011	CN	102020177	A	
JP	2006-290507	A	26.10.2006	(ファミリーなし)			
JP	2010-148322	A	01.07.2010	(ファミリーなし)			
JP	2007-315994	A	06.12.2007	(ファミリーなし)			
JP	2022-65240	A	27.04.2022	(ファミリーなし)			
CN	208561335	U	01.03.2019	SG	10201904326Q	A	
US	2020/0014326	A1	09.01.2020	(ファミリーなし)			