

(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  
2017年11月16日(16.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/195301 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02P 29/62 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/064039
- (22) 国際出願日: 2016年5月11日(11.05.2016)
- (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: 高 幣 一 樹 (TAKAHEI, Kazuki); 〒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). 東 俊 博 (AZUMA, Toshihiro); 〒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). 植村 浩希 (UEMURA, Hiroki); 〒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: 高村 順 (TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: モータ制御装置

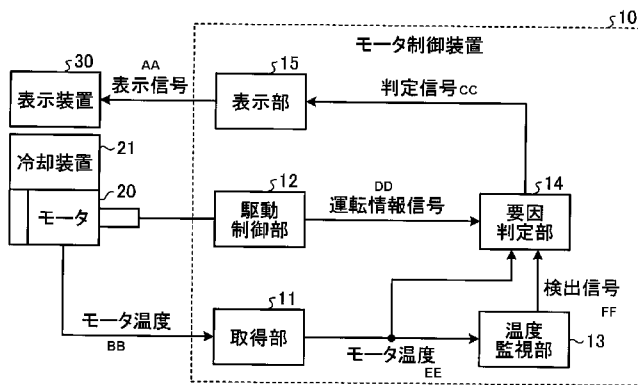
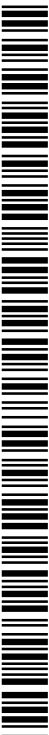


FIG. 1:  
 10 Motor control device  
 11 Acquisition unit  
 12 Drive control unit  
 13 Temperature monitoring unit  
 14 Factor determining unit  
 15 Display unit  
 20 Motor  
 21 Cooling device  
 30 Display device  
 AA Display signal  
 BB Motor temperature  
 CC Determination signal  
 DD Operation information signal  
 EE Motor temperature  
 FF Detection signal

(57) Abstract: A motor control device (10) for controlling a motor (20) that is equipped with a cooling device (21) is provided with: an acquisition unit (11) that acquires the temperature of the motor (20); a drive control unit (12), which drives the motor (20), and outputs, as operation information signals, the drive state and the operation conditions of the motor (20); and a factor determining unit (14) that determines, as heat generation factors of the motor (20), one or more heat generation factors among a plurality of heat generation factors, on the basis of the temperature of the motor (20) and the operation information signals.

(57) 要約: 冷却装置 (21) 付きモータ (20) を制御するモータ制御装置 (10) において、モータ (20) の温度を取得する取得部 (11) と、モータ (20) を駆動させ、モータ (20) の駆動状態および運転条件を運転情報信号として出力する駆動制御部 (12) と、モータ (20) の温度および運転情報信号に基づいて、複数の発熱要因の中から1つ以上をモータ (20) の発熱要因であると判定する要因判定部 (14) を備える。



WO 2017/195301 A1

(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, 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))

## 明 細 書

発明の名称： モータ制御装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、冷却装置付きモータを制御するモータ制御装置に関する。

### 背景技術

[0002] モータは、産業用装置一般に広く利用されており、モータの発熱を抑制するために冷却装置によって強制冷却する方法が多くのモータで用いられている。一例として、冷却ファンをモータに取り付けて冷却風をモータに送ることによりモータを強制冷却する方法がある。冷却ファンを用いた方法以外の方法としては、モータ本体に冷媒用の流路を形成し、オイルクーラで冷媒を冷却させながら、ポンプで流路内の冷媒を循環させることにより、モータを強制冷却する方法がある。以下では、モータを強制冷却するためにモータに付随する装置を冷却装置と総称する。

[0003] 多くの産業用装置では、生産能率の最大化を目的としてモータの運転条件がモータにとって高い負荷がかかる条件に設定されるので、冷却装置の冷却能力以上に高い負荷をかける運転条件が設定されるとモータが発熱する場合がある。一方で、冷却装置にほこりの付着または流路の目詰りが発生すると、冷却能力が低下し、本来問題とならない運転条件でもモータが発熱する場合がある。モータが急激に発熱したり、発熱後のモータの温度が高いままだったりすると、モータ本来の性能を発揮できなくなる。さらには、モータの寿命が短くなり、予期しない故障の原因となる。このため、モータが発熱した場合には、早期に発熱を検出して、発熱要因に応じた適切な対策措置を講じる必要がある。

[0004] モータの温度変化量を推定する方法に関して、特許文献1には、主軸モータの加減速に起因する温度上昇量と一定回転中の切削に起因する温度上昇量をそれぞれ推定し、温度上昇の要因に合わせて運転条件を変更する方法が記述されている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：特許第5727572号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1の方法は、モータの運転条件の不適合に起因する発熱を判定する方法であって、モータの運転条件以外の要因で発熱した場合にその要因を判定できない。具体的には、冷却装置の冷却能力の低下によりモータが適切に冷却されずモータ温度が上昇した場合でも、特許文献1の方法は冷却装置が正常である場合と同様の動作を実行する。本来は冷却装置の冷却能力の低下に応じて装置の動作を変更する必要があるが、特許文献1の方法では発熱要因はすべて運転条件の不適合とみなされる。

[0007] 以上のように装置の発熱を引き起こす複数の要因があるにもかかわらず、特許文献1の方法では発熱要因を予め一つに固定した上で発熱要因を判定し、動作を変更する処理を行っている。すなわち、複数の発熱要因を想定した判定を行っていない。モータが発熱した場合の対策措置の例として、運転条件の変更、冷却装置の清掃、およびモータの交換が挙げられるが、これらは作業時間が異なる上に、モータの発熱要因毎にそれぞれ効果が異なる。このため、要因を特定しないまま対策措置を施すと、作業時間を費やしたにもかかわらずその対策が効果的でないために別の対策を施すことになるという可能性がある。この場合、発熱要因を探索する作業および発熱要因への対策措置を検討する作業を新たに要することになり作業能率の低下を招くという問題があった。

[0008] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、冷却装置付きモータの発熱に対して複数の要因を判定することができるモータ制御装置を得ることを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、冷却装置付きモータを制御するモータ制御装置において、モータの温度を取得する取得部と、モータを駆動させ、モータの駆動状態および運転条件を運転情報信号として出力する駆動制御部と、を備える。さらに本発明は、モータの温度および運転情報信号に基づいて、複数の発熱要因の中から1つ以上をモータの発熱要因であると判定する要因判定部を備えることを特徴とする。

### 発明の効果

[0010] 本発明にかかるモータ制御装置は、冷却装置付きモータの発熱に対して複数の要因を判定することができるという効果を奏する。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施の形態1にかかるモータ制御装置の構成を示すブロック図  
[図2]実施の形態1から4にかかるモータ制御装置の機能をコンピュータで実現する場合のハードウェア構成を示す図

[図3]実施の形態1にかかる表示装置における表示の一例を示す図

[図4]実施の形態1にかかるモータ制御装置で実行される処理を表すフローチャート

[図5]本発明の実施の形態2にかかるモータ制御装置の構成を示すブロック図

[図6]実施の形態2にかかる表示装置における表示の一例を示す図

[図7]実施の形態2にかかる表示装置における表示の一例を示す図

[図8]実施の形態2にかかる表示装置における表示の一例を示す図

[図9]実施の形態2にかかるモータ制御装置で実行される処理を表すフローチャート

[図10]本発明の実施の形態3にかかるモータ制御装置の構成を示すブロック図

[図11]実施の形態3にかかるモータ制御装置で実行される処理を表すフローチャート

[図12]本発明の実施の形態4にかかるモータ制御装置の構成を示すブロック図

[図13]実施の形態4にかかるとモータ制御装置で実行される処理を表すフローチャート

### 発明を実施するための形態

[0012] 以下に、本発明の実施の形態にかかるとモータ制御装置を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0013] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1にかかるとモータ制御装置10の構成を示すブロック図である。モータ制御装置10は、冷却装置21が備えられたモータ20および表示装置30に接続されて、モータ20を制御する。また、モータ制御装置10は、モータ20の温度であるモータ温度を取得し、モータ20の発熱を検出した場合に、モータ20の発熱の要因判定に関する情報を表示装置30に表示する。ここで、冷却装置21の具体例は、冷却ファン、水冷用または油冷用のオイルクーラおよびポンプである。冷却装置21は、モータ20の回転または停止によらず、常にモータ20を冷却するよう動作する。また、表示装置30の具体例は、モータ制御装置10の傍に設置される画面表示装置、通信回線を介して遠隔地に存在するパーソナルコンピュータまたはタブレットといった情報端末である。

[0014] モータ制御装置10は、モータ20に電流を供給してモータ20を駆動させるとともに、モータ20の電流、出力、速度および位置を含んだ駆動状態とモータ温度とを取得する。モータ制御装置10は、モータ温度を取得する取得部11と、モータ20を駆動させる駆動制御部12と、モータ温度を監視する温度監視部13と、モータ20の発熱の要因を判定する要因判定部14と、表示信号を表示装置30に出力する表示部15と、を備える。

[0015] 図2は、実施の形態1から4にかかるとモータ制御装置の機能をコンピュータで実現する場合のハードウェア構成を示す図である。モータ制御装置10の機能をコンピュータで実現する場合、モータ制御装置10の機能は、図2に示すようにCPU (Central Processing Unit)

101およびメモリ102により実現される。モータ制御装置10の機能は、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により実現される。ソフトウェアまたはファームウェアはプログラムとして記述され、メモリ102に格納される。CPU101は、メモリ102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、モータ制御装置10の各部の機能を実現する。すなわち、モータ制御装置10は、各部の機能がコンピュータにより実行されるときに、モータ制御装置10の動作を実施するステップが結果的に実行されることになるプログラムを格納するためのメモリ102を備える。また、これらのプログラムは、モータ制御装置10の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。ここで、メモリ102は、モータ20の運転プログラムも格納する。メモリ102は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリー、EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)といった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 (Digital Versatile Disk) が該当する。

[0016] 以下では、モータ制御装置10の各部の機能の詳細について説明する。

[0017] 取得部11は、モータ20の温度を測定するセンサに接続されて、各時刻のモータ温度を取得する。取得部11は、取得したモータ温度を温度監視部13および要因判定部14に出力する。

[0018] 駆動制御部12は、モータ20に接続され、モータ20を駆動させる。駆動制御部12には運転プログラムによってモータ20の運転条件が予め設定されている。駆動制御部12は、設定された運転条件に基づいてモータ20が運転されるようにモータ20を制御する。駆動制御部12は、モータ20の駆動状態を監視している。駆動制御部12は、モータ20の駆動状態およ

び駆動制御部 1 2 内に設定されているモータ 2 0 の運転条件を、運転情報信号として要因判定部 1 4 に出力する。ここで、モータ 2 0 の運転とは、モータ 2 0 の駆動および一時停止を含んだモータ 2 0 の一連の動作を表す。したがって、モータ 2 0 の運転条件とは、モータ 2 0 に目標とする運転を実現させるための一連の駆動指令および停止指令によって定められる出力、電流、加速度、加減速時定数および運転時間といった条件を表す。

[0019] 温度監視部 1 3 は、取得部 1 1 が取得した運転中のモータ 2 0 のモータ温度を監視し、モータ 2 0 の発熱を検出した場合に、要因判定部 1 4 に検出信号を出力する。温度監視部 1 3 には発熱検出閾値が設定されている。発熱検出閾値は、モータ 2 0 の異常な発熱の可能性を検出するための値であり、異常が無いと考えられる基準運転時の発熱を基準に設定される値である。温度監視部 1 3 は、運転中のモータ 2 0 のモータ温度の運転開始からの増加量を算出して、発熱検出閾値と比較する。モータ温度の変化量が発熱検出閾値を超過した場合に温度監視部 1 3 はモータ 2 0 が発熱したと判定して、検出信号を要因判定部 1 4 に出力する。モータ 2 0 の発熱検出では、モータ温度の増加量以外にモータ温度の時間変化率を用いて閾値と比較して検出するようにしてもよい。さらに、上記以外の判定方法として、基準運転時のモータ 2 0 の温度に対する温度のばらつきが予め定めた量を超えた場合をモータ 2 0 の発熱と判定する方法が挙げられる。

[0020] 要因判定部 1 4 は、温度監視部 1 3 が出力した検出信号を受け取ると、モータ温度と、運転情報信号と、に基づいてモータ 2 0 の発熱の要因を判定し、要因判定部 1 4 の内部状態の情報を含んだ判定信号を表示部 1 5 に出力する。要因判定部 1 4 の内部状態は、要因判定部 1 4 における判定状況、判定結果および発熱要因に応じた対策措置を含む。要因判定部 1 4 は、駆動制御部 1 2 から出力される運転情報信号と、取得部 1 1 が取得したモータ温度と、に基づいて、温度監視部 1 3 が検出したモータ 2 0 の発熱の要因を判定する。以下では、要因判定部 1 4 における判定結果毎の判定方法について述べる。

[0021] 要因判定部 14 は、運転中のモータ 20 の駆動状態に基づいて、駆動制御部 12 で設定されている運転条件がモータ 20 の仕様に対して不適合であるか否かを判定する。要因判定部 14 は、運転情報信号に基づいて運転条件判定時間幅を算出する。運転条件判定時間幅は、モータ 20 に対する運転条件を判定するための時間幅であり、モータ 20 が運転プログラムに記述された運転を実行するための時間を運転条件に基づいて推定した値である。また、運転条件判定時間幅には、固定値を設定してもよい。さらに、要因判定部 14 には、運転条件判定閾値が予め設定されている。運転条件判定閾値は、運転条件判定時間幅におけるモータ 20 の運転がモータ 20 の仕様に対して不適合であるか否かを判定するための基準値である。要因判定部 14 は、モータ 20 の運転中の出力の運転条件判定時間幅における平均値が、運転条件判定閾値以上であれば、モータ 20 の発熱の要因は駆動制御部 12 で設定されている「運転条件の不適合」と判定する。ここで、モータ 20 の出力とはモータ 20 の回転数とトルクの積に相当する物理量である。運転条件判定時間幅と運転条件判定閾値は複数組設定しておくことも可能である。この場合、いずれか 1 つの運転条件判定時間幅から算出されるモータ 20 の出力の平均値が当該運転条件判定時間幅に対応する運転条件判定閾値以上である場合に「運転条件の不適合」と判定する。なお、モータ 20 の出力の代わりにモータ 20 の運転中のトルク電流を判定に用いてもよい。

[0022] 上記に加え、要因判定部 14 は、モータ 20 が停止中のモータ温度に基づいて、冷却装置 21 の冷却能力が低下したか否かを判定する。要因判定部 14 には、冷却装置判定時間幅および冷却装置判定閾値が予め設定されている。冷却装置判定時間幅は、冷却能力の低下を判定するために要する時間幅である。冷却装置判定閾値は、冷却装置判定時間幅におけるモータ 20 の温度変化から冷却装置 21 の冷却能力が低下しているか否かを判定するための基準値である。要因判定部 14 は、モータ 20 が一時停止または運転終了の状態であるときに、冷却装置判定時間だけ経過したときのモータ温度の減少量が冷却装置判定閾値以下であれば、モータ 20 の発熱の要因は冷却装置 21

の「冷却能力の低下」であると判定する。ここで、モータ温度の減少量の代わりに、モータ温度の時間変化率を閾値と比較して判定してもよい。さらに、上記以外の判定方法として、冷却装置 21 が正常に動作している時のモータ 20 の温度に対する温度のばらつきが予め定めた量を超えた場合に冷却装置 21 の「冷却能力の低下」と判定する方法を用いてもよい。

[0023] なお、要因判定部 14 は、モータ 20 の発熱の原因が「運転条件の不適合」でも冷却装置 21 の「冷却能力の低下」でもない場合は、「その他の要因」とであると判定する。

[0024] 表示部 15 は、要因判定部 14 から入力される判定信号に基づいて、モータ 20 の発熱要因の判定に関する情報を表示信号として表示装置 30 に出力する。表示信号は、温度監視部 13 から検出信号が入力された旨の情報を含む。また、表示信号は、要因判定部 14 における判定状況に関する情報、要因判定部 14 における判定結果に関する情報および発熱要因に応じた対策措置に関する情報の少なくとも一つを含む信号である。

[0025] 図 3 は、実施の形態 1 にかかる表示装置 30 における表示の一例を示す図である。図 3 の左列から順番に、発熱検出の番号「No.」、発熱検出の「発生時刻」、要因の「判定状況」、要因の「判定結果」、要因毎の対策措置を示す「メッセージ」、が表示されている。

[0026] 発熱検出の「発生時刻」とは、要因判定部 14 が温度監視部 13 から検出信号を受け取った時刻である。要因の「判定状況」とは、要因判定部 14 の内部の判定状況であり、判定が確定されている「判定済み」であるか、判定が確定されていない「判定中」であるかの状態を表す。要因の「判定結果」とは、要因判定部 14 で確定された要因判定の結果を表す。要因毎の対策措置を示す「メッセージ」とは、要因判定部 14 で判定された結果に応じた、作業者が講じるべき対策措置を表す。

[0027] 図 3 の例では、最新の発熱である「No. 136」の「判定状況」に「判定中」と表示されているため、「判定結果」には「冷却装置の冷却能力低下の可能性あり」と表示される。判定は確定されていないので、「メッセージ

」は表示されない。「No. 135」以前は「判定状況」に「判定済み」と表示されているため、「判定結果」には「運転条件の不適合」、「冷却装置の冷却能力低下」または「その他」と表示されている。判定が確定されているので、「判定結果」が「運転条件の不適合」である場合には「メッセージ」に「運転条件を変更してください」と表示され、「判定結果」が「冷却装置の冷却能力低下」である場合には「メッセージ」に「冷却装置を点検してください」と表示される。「判定結果」が「その他」である場合には、「メッセージ」に「モータを点検してください」と表示される。

[0028] 図4は、実施の形態1にかかるモータ制御装置10で実行される処理を表すフローチャートである。

[0029] まず、ステップS11で、駆動制御部12が運転条件に基づいてモータ20に運転を開始させる。

[0030] 次に、ステップS12において、温度監視部13は運転中のモータ20の発熱が検出されたか否かを判定する。モータ20の発熱が検出された場合（ステップS12：Yes）は、ステップS13へ進む。モータ20の発熱が検出されない場合（ステップS12：No）は、ステップS16へ進む。

[0031] ステップS13で、要因判定部14は、モータ20の駆動状態に基づいてモータ20の発熱の原因が駆動制御部12における運転条件の不適合であるか否かを判定する。運転条件の不適合であると要因判定部14が判定した場合（ステップS13：Yes）は、ステップS16へ進む。運転条件の不適合ではないと要因判定部14が判定した場合（ステップS13：No）は、ステップS14へ進む。

[0032] ステップS14では、冷却装置21の冷却能力の低下の有無を判定するためにモータ20が一時停止するまで要因判定部14は待機する。

[0033] ステップS15では、要因判定部14は、モータ20の一時停止中に、モータ温度に基づいてモータ20の発熱の原因が冷却装置21の冷却能力の低下であるか否かを判定する。冷却能力の低下であると要因判定部14が判定した場合（ステップS15：Yes）、ステップS16へ進む。冷却能力の

低下ではないと要因判定部 14 が判定した場合（ステップ S 15 : No）、モータ 20 の発熱の原因がその他の要因であると判定してステップ S 12 へ戻り、温度監視部 13 がモータ 20 の発熱の有無を再度判定する。

[0034] ステップ S 16 では、駆動制御部 12 がモータ 20 の運転を終了させるか否かを判断する。駆動制御部 12 がモータ 20 の運転を終了させる場合（ステップ S 16 : Yes）、モータ制御装置 10 は処理を終了する。駆動制御部 12 がモータ 20 の運転を継続させる場合（ステップ S 16 : No）、ステップ S 12 へ戻り、温度監視部 13 がモータ 20 の発熱の有無を再度判定する。

[0035] なお、ステップ S 15 の処理では、モータ 20 の一時停止中に冷却装置 21 の冷却能力の低下の有無を要因判定部 14 が判定するが、運転中にモータ 20 が冷却装置判定時間幅より長く一時停止しない場合には、ステップ S 15 の判定はせずに次の処理を行う。すなわち、ステップ S 15 より前に分岐を設ける。当該分岐では、運転中にモータ 20 が冷却装置判定時間幅より長く一時停止しない場合には、ステップ S 16 の運転終了後に要因判定部 14 が冷却能力の低下を判定する処理を実行する。運転中にモータ 20 が冷却装置判定時間幅より長く一時停止する場合には、図 4 に従って一時停止中に要因判定部 14 が冷却能力の低下を判定する処理を実行する。

[0036] 以上説明したように、実施の形態 1 にかかるモータ制御装置 10 においては、温度監視部 13 がモータ 20 の発熱を検出した場合に、要因判定部 14 がモータ 20 の発熱要因を判定する。要因判定部 14 は、分析による要因の「判定状況」、「判定結果」および「判定結果」に応じた対策措置を示す「メッセージ」を表示装置 30 へ出力する。すなわち、モータ制御装置 10 は、モータ 20 の発熱が検出された場合には、モータ 20 の発熱を検出した旨と、要因判定に関する判定状況および判定結果と、発熱要因に応じた対策措置を作業者に提示する。

[0037] すなわち、実施の形態 1 にかかるモータ制御装置 10 によれば、モータ 20 の発熱を検出した場合には、温度情報または運転情報に基づいて、複数の

発熱要因の中から1つ以上をモータ20の発熱要因として判定することができるので、作業者は、発熱の要因に応じた適切な措置を施すことができるという効果が得られる。そして、モータ20の発熱が発生した場合に、発熱要因の探索に要する時間と発熱要因への対策措置を検討する時間を削減することができるので、作業者は発熱要因に応じた適切な対策措置を即座に講じることができる。したがって、作業者の作業能率の向上を図ることができる。

[0038] 実施の形態1では、図3に示すように表形式で一元的に要因判定に関する情報を表示しているが、表示方法は図3の形式に限定されるものではない。要因の判定結果の表示方法は、判定結果別に並べる形式でもよい。また、表示部15が表示装置30の画面にモータ制御装置10、モータ20および冷却装置21を併せて図示しておき、モータ20の発熱が検出されて要因判定が完了した場合には発熱の要因となった要素を強調してメッセージを併記する方法でもよい。さらに、判定した発熱要因に対する対策措置のメッセージは、図3のメッセージ内容に制限されるものではなく、発熱要因に応じて適宜異なるメッセージを表示してもよい。具体的には、図3のように「運転条件を変更してください」と表示する代わりに、現在設定されている運転条件と推奨する運転条件とを併記して表示してもかまわない。また、図3のように「冷却装置を点検してください」と表示する代わりに「冷却装置を交換してください」というメッセージを表示してもかまわない。また、図3のように「モータを点検してください」と表示する代わりに「モータを交換してください」というメッセージを表示してもかまわない。

[0039] 図4のフローチャートでは、先に運転条件の不適合の有無を判定し、その後で冷却能力の低下の有無を判定するという順番で要因を判定する処理を示した。しかし、実施の形態1にかかるモータ制御装置10による発熱要因の判定は、図4で示した順番に限定されるものではなく、判定の順番を逆にしてもかまわない。さらに、発熱要因の判定結果は一つである必要はなく、ステップS13での判定結果によらずステップS14へ進んで、冷却能力の低下の有無も判定して、「運転条件の不適合」および「冷却能力の低下」の複

数の発熱要因が生じていると判定してもよい。

[0040] 実施の形態 2.

図 5 は、本発明の実施の形態 2 にかかるモータ制御装置 10 b の構成を示すブロック図である。図 5 では、実施の形態 1 にかかる図 1 に示す構成要素と同一又は同等である構成要素には同一の符号が付されている。図 5 では、図 1 と比較して周囲温度センサ 40 が追加される。周囲温度センサ 40 は、モータ制御装置 10 b に接続されている。周囲温度センサ 40 はモータ 20 の周囲の温度を測定するためのセンサである。モータ制御装置 10 b の機能をコンピュータで実現する場合、モータ制御装置 10 b の機能は、図 2 に示すように CPU 101 およびメモリ 102 により実現される。

[0041] 実施の形態 2 では実施の形態 1 に比べて、取得部 11 b、要因判定部 14 b および表示部 15 b の動作が異なるので、以下ではこれらの動作に関わる部分を中心に説明する。

[0042] 取得部 11 b は、モータ 20 の温度を測定するセンサおよび周囲温度センサ 40 に接続され、各時刻のモータ温度および周囲温度を取得する。取得部 11 b は、取得したモータ温度を温度監視部 13 および要因判定部 14 b に出力する。さらに、取得部 11 b は、取得した周囲温度を要因判定部 14 b に出力する。

[0043] 要因判定部 14 b は、温度監視部 13 が出力した検出信号を受け取ると、モータ温度と、周囲温度と、運転情報信号と、に基づいてモータ 20 の発熱の要因を判定し、要因判定部 14 b の内部状態の情報を含んだ判定信号を表示部 15 b に出力する。要因判定部 14 b の内部状態は、要因判定部 14 b における判定状況、判定結果および発熱要因に応じた対策措置を含む。要因判定部 14 b は、駆動制御部 12 から出力される運転情報信号と、取得部 11 b が取得したモータ温度と、に基づいて、温度監視部 13 で検出したモータ 20 の発熱の要因を判定する。以下では、要因判定部 14 b における各判定結果に対応する判定方法について述べる。

[0044] 要因判定部 14 b は、温度監視部 13 が出力した検出信号を受け取ると、

入力された周囲温度に基づいて、モータ 20 の周囲環境が変化したか否かを判定する。要因判定部 14 b には、周囲温度がモータ 20 の発熱の要因だと判定する基準となる周囲環境判定閾値が予め設定されている。要因判定部 14 b は、実施の形態 1 における要因判定部 14 で実行するモータ 20 に対する「運転条件の不適合」および冷却装置 21 の「冷却能力の低下」の判定に加え、モータ 20 の「周囲環境の変化」およびモータ 20 の本体の「劣化」を判定対象にする。周囲温度が周囲環境判定閾値以上であれば、モータ 20 の発熱の要因がモータ 20 の「周囲環境の変化」による周囲温度の上昇であると判定する。

[0045] 要因判定部 14 b は、モータ 20 の発熱の原因がモータ 20 の「周囲環境の変化」でも「運転条件の不適合」でも冷却装置 21 の「冷却能力の低下」でもない場合は、モータ 20 の本体の「劣化」とであると判定する。

[0046] 表示部 15 b は、要因判定部 14 b から入力される判定信号に基づいて、モータ 20 の発熱の要因判定に関する情報を表示信号として表示装置 30 へ出力する。表示信号には、温度監視部 13 でモータ 20 の発熱を検出した旨と、要因判定部 14 b における判定状況と、要因判定部 14 b における判定結果と、発熱要因に応じた対策措置と、が含まれる。

[0047] 図 6 から図 8 は、実施の形態 2 にかかる表示装置 30 における表示の一例を示す図である。図 6 から図 8 の各図においては、モータ 20 の発熱の主要因であるモータ制御装置 10 b、モータ 20 の本体、冷却装置 21 およびモータ周囲環境 50 の概略を示す概略図欄 60 と、判定状況および判定結果に応じた作業向けメッセージを表示するメッセージ欄 70 と、が示されている。図 6 はモータ 20 の発熱が未検出のときの表示の一例を示す図であり、図 7 はモータ 20 の発熱が検出された場合であって要因判定中の表示の一例を示す図であり、図 8 はモータ 20 の発熱が検出された場合であって要因判定済みのときの表示の一例を示す図である。

[0048] 図 6 に示すように、モータ 20 の発熱が未検出のときは、要因判定に関するメッセージは表示されない。図 7 に示すように、モータ 20 の発熱が検出

された場合であっても要因判定中であるときは、要因判定処理が完了していないので、「モータ発熱検出(要因判定中)」と表示される。

[0049] 図8に示すように、モータ20の発熱が検出された場合で要因判定が完了して発熱の要因がモータ20の本体にあると判定された例においては、概略図欄60においてモータ20の本体が強調して表示されるとともに、メッセージ欄70においては、発熱要因がモータ20の本体の劣化である場合の対策措置である「モータを点検してください」というメッセージの表示がなされる。要因判定が完了したときに表示されるメッセージは、要因の判定結果によって異なる。判定結果が「運転条件の不適合」であれば「運転条件を変更してください」と表示され、判定結果が冷却装置21の「冷却能力の低下」であれば「冷却装置を点検してください」と表示され、判定結果がモータ20の「周囲環境の変化」であれば「周囲環境を点検してください」と表示され、判定結果がモータ20の本体の「劣化」であれば「モータを点検してください」と表示される。

[0050] 図9は、実施の形態2にかかるモータ制御装置10bで実行される処理を表すフローチャートである。

[0051] まず、ステップS21で、駆動制御部12が運転条件に基づいてモータ20に運転を開始させる。

[0052] 次に、ステップS22において、温度監視部13は運転中のモータ20の発熱が検出されたか否かを判定する。モータ20の発熱が検出された場合（ステップS22：Yes）、ステップS23へ進む。モータ20の発熱が検出されない場合（ステップS22：No）、ステップS27へ進む。

[0053] ステップS23では、要因判定部14bは、周囲温度に基づいてモータ20の発熱の原因がモータ20の周囲環境の変化であるか否かを判定する。モータ20の周囲環境の変化であると要因判定部14bが判定した場合（ステップS23：Yes）、ステップS27へ進む。モータ20の周囲環境の変化ではないと要因判定部14bが判定した場合（ステップS23：No）、ステップS24へ進む。

- [0054] ステップS24で、要因判定部14bは、モータ20の駆動状態に基づいてモータ20の発熱の原因が駆動制御部12における運転条件の不適合であるか否かを判定する。運転条件の不適合であると要因判定部14bが判定した場合（ステップS24：Yes）、ステップS27へ進む。運転条件の不適合ではないと要因判定部14bが判定した場合（ステップS24：No）、ステップS25へ進む。
- [0055] ステップS25では、冷却装置21の冷却能力の低下の有無を判定するためにモータ20が一時停止するまで要因判定部14bは待機する。
- [0056] ステップS26では、要因判定部14bは、モータ20の一時停止中に、モータ温度に基づいてモータ20の発熱の原因が冷却装置21の冷却能力の低下であるか否かを判定する。冷却能力の低下であると要因判定部14bが判定した場合（ステップS26：Yes）、ステップS27へ進む。冷却能力の低下ではないと要因判定部14bが判定した場合（ステップS26：No）、要因判定部14bはモータ20の発熱の原因がモータ20の本体の「劣化」と判定してステップS22へ戻り、モータ20の発熱の有無を再度判定する。
- [0057] ステップS27では、駆動制御部12がモータ20の運転を終了させるか否かを判断する。駆動制御部12がモータ20の運転を終了させる場合（ステップS27：Yes）、処理を終了する。駆動制御部12がモータ20の運転を継続させる場合（ステップS27：No）、ステップS22へ戻り、モータ20の発熱の有無を再度判定する。
- [0058] なお、ステップS26の処理では、モータ20の一時停止中に冷却装置21の冷却能力の低下の有無を要因判定部14bが判定するが、運転中にモータ20が冷却装置判定時間幅より長く一時停止しない場合には、ステップS26の判定はせずに次の処理を行う。すなわち、ステップS26より前に分岐を設ける。当該分岐では、運転中にモータ20が冷却装置判定時間幅より長く一時停止しない場合には、ステップS27の運転終了後に要因判定部14bが冷却能力の低下を判定する処理を実行する。運転中にモータ20が冷

却装置判定時間幅より長く一時停止する場合には、図9に従って一時停止中に要因判定部14bが冷却能力の低下を判定する処理を実行する。

[0059] 以上説明したように、実施の形態2にかかるモータ制御装置10bは、実施の形態1にかかるモータ制御装置10の構成に加え、周囲温度センサ40から周囲温度を取得する構成である。このため、実施の形態2にかかるモータ制御装置10bは、以下の効果を奏する。

[0060] モータ制御装置10bは周囲温度を取得するので、実施の形態1で行っていた要因判定により得られる判定結果に加えて、モータ20の「周囲環境の変化」およびモータ20の本体の「劣化」をモータ20の発熱の要因の判定結果の候補に含めて判定することができる。これにより、実施の形態1にかかるモータ制御装置10に比べてさらに詳細な判定が可能となる。したがって、作業者は表示装置30の表示を基にして、さらに適切な対策措置をとることができる。

[0061] また、要因判定部14bは、モータ20の発熱要因の判定を運転中のモータ20を不要に停止させずに、運転を継続している状態において判定を行いやすい発熱要因から行うようにしているので、全体の判定に要する時間をできるだけ短くすることができる。

[0062] 実施の形態2では、図6から図8に示すように図形式で要因判定に関する情報を表示しているが、表示方法は図6から図8の形式に限定されるものではない。表示方法は、実施の形態1で説明した図3のような表形式でもよい。さらに、判定した発熱要因に対する対策措置のメッセージは、図8で示したメッセージの内容に制限されるものではなく、発熱要因に応じて適宜異なるメッセージを表示してもよい。具体的には、「モータを点検してください」と表示する代わりに「モータを交換してください」というメッセージでもかまわない。また、「周囲環境を点検してください」と表示する代わりに「冷却装置の冷却能力を向上させてください」というメッセージであってもかまわない。

[0063] 図9のフローチャートでは、先にモータ20の周囲環境の変化の有無を判

定し、その次に運転条件の不適合の有無を判定し、その後で冷却能力の低下の有無を判定するという順番で要因を判定する処理を示した。しかし、実施の形態2にかかるモータ制御装置10bによる発熱要因の判定は図9で示した順番に限定されるものではなく、判定の順番を変えてもかまわない。さらに、発熱要因の判定結果は一つである必要はなく、ステップS23での判定結果によらずステップS24を実行するといったことにより、複数の発熱要因が生じていることを判定してもよい。すなわち、モータ20の発熱の要因として、「周囲環境の変化」、「運転条件の不適合」および「冷却能力の低下」のいずれかまたは二つ以上、またはモータ20の本体の「劣化」であると判定してもかまわない。

[0064] 実施の形態3.

図10は、本発明の実施の形態3にかかるモータ制御装置10cの構成を示すブロック図である。図10では、図1に示す実施の形態1にかかるモータ制御装置10の構成要素と同一又は同等である構成要素には同一の符号が付されている。図10では、図1と比較してモータ制御装置10c内の構成要素として表示部15の代わりに補正部16が備えられている。したがって、図10では、表示装置30は示していない。モータ制御装置10cの機能をコンピュータで実現する場合、モータ制御装置10cの機能は、図2に示すようにCPU101およびメモリ102により実現される。

[0065] 実施の形態3では実施の形態1に比べて、取得部11cおよび駆動制御部12cの動作が異なり、新たに補正部16が追加されているので、以下ではこれらの動作に関わる部分を中心に説明する。

[0066] 取得部11cは、モータ20の温度を測定するセンサに接続され、各時刻のモータ温度を取得する。取得部11cは、取得したモータ温度を温度監視部13、要因判定部14および駆動制御部12cに出力する。

[0067] 駆動制御部12cは、モータ20に接続され、モータ20を駆動させる。駆動制御部12cには運転プログラムによってモータ20の運転条件が予め設定されており、駆動制御部12cは運転条件に基づいてモータ20が運転

するようにモータ20を制御する。

[0068] 上記に加えて、駆動制御部12cは、モータ20の駆動状態およびモータ温度を監視する。駆動制御部12cには、過負荷判定閾値および過熱判定閾値が設定されている。過負荷判定閾値および過熱判定閾値は、運転条件によらずにモータ20の仕様によって決定される値であり、モータ20を過負荷および過熱から保護するための閾値である。モータ20の回転数とトルクの積である出力が過負荷判定閾値を超過した場合には、駆動制御部12cはモータ20が過負荷であると判定し、モータ20を停止させる信号を出力する。同様に、駆動制御部12cは、モータ温度が過熱判定閾値を超過した場合にはモータ20が過熱であると判定し、モータ20を停止させる信号を出力する。ここで、駆動制御部12cはモータ20の出力の瞬時値を用いて過負荷を判定しているが、モータ20の仕様から過負荷判定のための時間幅が駆動制御部12cに予め設定されていて、駆動制御部12cはこの時間幅におけるモータ20の出力の平均値または累積値を求めて判定に用いてもよい。また、駆動制御部12cは、モータ20の出力の代わりにモータ20の電流を判定に用いてもよい。なお、駆動制御部12cで判定する過負荷判定および過熱判定は、運転条件によらずにモータ20を過負荷および過熱から保護するための判定である。したがって、温度監視部13が基準運転時との比較に基づいて行う発熱の判定とは判定の目的が異なる。

[0069] 駆動制御部12cが監視している駆動状態および駆動制御部12c内に設定されている運転条件は、運転情報信号として要因判定部14に駆動制御部12cが出力する。さらに、駆動制御部12cは、補正部16から補正信号が入力されると、運転条件、過負荷判定閾値または過熱判定閾値の少なくとも一つを変更する。

[0070] 補正部16は、要因判定部14から入力される判定信号に基づいて、駆動制御部12cに補正信号を出力する。補正信号の内容は、要因判定部14の判定結果、すなわちモータ20の発熱要因によって異なる。要因判定の結果が「運転条件の不適合」である場合には、補正信号は、運転条件を変更させ

るための信号になる。具体的には、出力を減少させる処理、電流を減少させる処理、加速度を減少させる処理および加減速時定数を増加させる処理のうち少なくとも一つを指令する信号である。要因判定の結果が冷却装置 21 の「冷却能力の低下」である場合には、補正信号は、駆動制御部 12c に設定されている過負荷判定閾値または過熱判定閾値を駆動制御部 12c に減少させるための信号となる。要因判定の結果が「その他の要因」である場合には、補正信号は、駆動制御部 12c にモータ 20 を停止させるための信号となる。

[0071] 図 11 は、実施の形態 3 にかかるモータ制御装置 10c で実行される処理を表すフローチャートである。

[0072] まず、ステップ S31 で、駆動制御部 12c が運転条件に基づいてモータ 20 に運転を開始させる。

[0073] 次に、ステップ S32 において、温度監視部 13 は運転中のモータ 20 の発熱が検出されたか否かを判定する。モータ 20 の発熱が検出された場合（ステップ S32：Yes）、ステップ S33 へ進む。モータ 20 の発熱が検出されない場合（ステップ S32：No）、ステップ S39 へ進む。

[0074] ステップ S33 で、要因判定部 14 は、モータ 20 の駆動状態に基づいてモータ 20 の発熱の原因が駆動制御部 12c における運転条件の不適合であるか否かを判定する。運転条件の不適合であると要因判定部 14 が判定した場合（ステップ S33：Yes）、ステップ S34 へ進む。運転条件の不適合ではないと要因判定部 14 が判定した場合（ステップ S33：No）、ステップ S35 へ進む。

[0075] ステップ S34 では、ステップ S33 でモータ 20 の発熱要因が運転条件の不適合であると判定されたので、補正部 16 は駆動制御部 12c へ運転条件を変更させるための補正信号を出力し、駆動制御部 12c は補正信号に基づいて運転条件を変更する。ステップ S34 の終了後はステップ S39 へ進む。

[0076] ステップ S35 では、冷却装置 21 の冷却能力の低下の有無を判定するた

めにモータ20が一時停止するまで要因判定部14は待機する。

- [0077] ステップS36では、要因判定部14は、モータ20の一時停止中に、モータ温度に基づいてモータ20の発熱の原因が冷却装置21の冷却能力の低下であるか否かを判定する。冷却能力の低下であると要因判定部14が判定した場合（ステップS36：Yes）、ステップS37へ進む。冷却能力の低下ではないと要因判定部14が判定した場合（ステップS36：No）、ステップS38へ進む。
- [0078] ステップS37では、ステップS36でモータ20の発熱要因が冷却装置21の冷却能力の低下であると判定されたので、補正部16は過負荷判定閾値または過熱判定閾値を変更させるための補正信号を駆動制御部12cへ出力し、駆動制御部12cは補正信号に基づいて少なくとも両閾値のいずれか一方を変更する。ステップS37の終了後はステップS39へ進む。
- [0079] ステップS38では、モータ20の発熱要因が「運転条件の不適合」でもなく冷却装置21の「冷却能力の低下」でもなく「その他の要因」であると判定されているので、駆動制御部12cはモータ20を停止させて、運転を終了させる。
- [0080] ステップS39では、駆動制御部12cがモータ20の運転を終了させるか否かを判断する。駆動制御部12cがモータ20の運転を終了させる場合（ステップS39：Yes）、処理を終了する。駆動制御部12cがモータ20の運転を継続させる場合（ステップS39：No）、ステップS32へ戻り、モータ20の発熱の有無を再度判定する。
- [0081] なお、ステップS36の処理では、モータ20の一時停止中に冷却装置21の冷却能力の低下の有無を要因判定部14が判定するが、運転中にモータ20が冷却装置判定時間幅より長く一時停止しない場合には、ステップS36の判定はせずに次の処理を行う。すなわち、ステップS36より前に分岐を設ける。当該分岐では、運転中にモータ20が冷却装置判定時間幅より長く一時停止しない場合には、ステップS39の運転終了後に要因判定部14が冷却能力の低下を判定する処理を実行し、さらに冷却能力の低下であると

判定された場合には駆動制御部 12c は閾値を変更する処理を実行する。モータ 20 が冷却装置判定時間幅より長く一時停止する場合には、図 11 に従って一時停止中に要因判定部 14 が冷却能力の低下を判定する処理を実行する。運転終了後にモータ 20 の発熱の原因が冷却装置 21 の冷却能力の低下であると判定された場合は、次の運転時に、駆動制御部 12c は過負荷判定閾値または過熱判定閾値を予め減少させた状態で運転を開始する。

[0082] 以上説明したように、実施の形態 3 にかかるモータ制御装置 10c は、温度監視部 13 がモータ 20 の発熱を検出した場合に、要因判定部 14 でモータ 20 の発熱要因を判定し、その判定結果に応じた補正を駆動制御部 12c へ出力する構成である。

[0083] 実施の形態 3 にかかるモータ制御装置 10c は、モータ 20 の発熱要因が「運転条件の不適合」であると判定された場合には、モータ 20 の運転条件を変更するのでモータ 20 自体の発熱を抑制できる。また、モータ 20 の発熱要因が冷却装置 21 の「冷却能力の低下」であると判定された場合には、駆動制御部 12c は過負荷判定閾値または過熱判定閾値を減少させる。すなわち、駆動制御部 12c は、冷却能力の低下に応じたモータ 20 の保護のための動作ができる。

[0084] このように、実施の形態 3 にかかるモータ制御装置 10c は、モータ 20 の発熱要因の判定ができ、判定した発熱要因に応じて自動的に運転動作を変更することができる。

[0085] 実施の形態 3 にかかるモータ制御装置 10c では、補正信号は補正部 16 の説明で述べた内容の信号に限定されるものではなく、発熱要因に応じて駆動制御部 12c の動作を適宜変更させる信号であればよい。上記においては、要因判定部 14 でモータ 20 の発熱要因が冷却装置 21 の冷却能力の低下と判定された場合には、補正部 16 は過負荷判定閾値または過熱判定閾値を減少させることを指示する補正信号を出力するとしたが、他の内容の補正信号、具体的には、運転中の一時停止時間を延長させることを指示する補正信号を出力するようにしてもかまわない。

[0086] 図11のフローチャートでは、先に運転条件の不適合の有無を判定し、その後で冷却能力の低下の有無を判定するという順番で要因を判定する処理を示した。しかし、実施の形態3にかかるモータ制御装置10cによる発熱要因の判定は、図11で示した順番に限定されるものではなく、判定の順番を逆にして発熱要因に応じた補正信号を生成するようにしても、同等の効果を奏することができる。さらに、発熱要因の判定結果は一つである必要はなく、ステップS33での判定結果によらずステップS35へ進んで冷却能力の低下の有無も判定し、「運転条件の不適合」および「冷却能力の低下」の複数の発熱要因が存在すると判定して、複数の対策措置を実行するようにしてもよい。

[0087] 実施の形態4.

図12は、本発明の実施の形態4にかかるモータ制御装置10dの構成を示すブロック図である。図12では、図5に示す実施の形態2にかかるモータ制御装置10bおよび図10に示す実施の形態3にかかるモータ制御装置10cの構成要素と同一又は同等である構成要素には同一の符号が付されている。図12のモータ制御装置10dには、図10に示すモータ制御装置10cと比較して周囲温度センサ40が追加される。周囲温度センサ40はモータ制御装置10dに接続されている。モータ制御装置10dの機能をコンピュータで実現する場合、モータ制御装置10dの機能は、図2に示すようにCPU101およびメモリ102により実現される。

[0088] 実施の形態4では実施の形態2および3に比べて、取得部11d、温度監視部13dおよび補正部16dの動作が異なるので、以下ではこれらの動作に関わる部分を中心に説明する。

[0089] 取得部11dは、モータ20の温度を測定するセンサおよび周囲温度センサ40に接続され、各時刻のモータ温度および周囲温度を取得する。取得部11dは、取得したモータ温度を駆動制御部12c、温度監視部13dおよび要因判定部14bに出力する。さらに、取得部11dは、取得した周囲温度を温度監視部13dおよび要因判定部14bに出力する。

- [0090] 温度監視部 13 d は、取得部 11 d で取得した運転中のモータ 20 のモータ温度および周囲温度を監視し、モータ 20 の発熱を検出した場合に、要因判定部 14 b に検出信号を出力する。温度監視部 13 d には発熱検出閾値が設定されている。温度監視部 13 d は周囲温度とモータ温度との差分を算出し、発熱検出閾値と比較する。周囲温度とモータ温度との差分が発熱検出閾値を超過した場合に温度監視部 13 d はモータ 20 が発熱したと判定して、検出信号を要因判定部 14 b に出力する。モータ 20 の発熱検出では、温度監視部 13 d は、周囲温度とモータ温度との差分以外に、当該差分の時間変化率を用いて閾値と比較して検出するようにしてもよい。
- [0091] 補正部 16 d は、要因判定部 14 b から入力される判定信号に基づいて、駆動制御部 12 c に補正信号を出力する。補正信号の内容は、実施の形態 3 で述べた補正信号の種類に加え、実施の形態 2 で説明した要因判定部 14 b の判定結果、すなわちモータ 20 の発熱要因に応じて次のような種類の補正信号が追加される。要因判定の結果がモータ 20 の「周囲環境の変化」であれば、補正信号は、駆動制御部 12 c にモータ 20 の出力または電流の最大値を制限することを指示する信号となる。要因判定の結果がモータ 20 の本体の「劣化」である場合には、補正信号は、駆動制御部 12 c にモータ 20 を停止させることを指示する信号となる。
- [0092] 図 13 は、実施の形態 4 にかかるモータ制御装置 10 d で実行される処理を表すフローチャートである。
- [0093] まず、ステップ S41 で、駆動制御部 12 c が運転条件に基づいてモータ 20 に運転を開始させる。
- [0094] 次に、ステップ S42 において、温度監視部 13 d は運転中のモータ 20 の発熱が検出されたか否かを判定する。モータ 20 の発熱が検出された場合（ステップ S42：Yes）、ステップ S43 へ進む。モータ 20 の発熱が検出されない場合（ステップ S42：No）、ステップ S51 へ進む。
- [0095] ステップ S43 では、要因判定部 14 b は、周囲温度に基づいてモータ 20 の発熱の原因がモータ 20 の周囲環境の変化であるか否かを判定する。モ

ータ20の周囲環境の変化であると要因判定部14bが判定した場合（ステップS43：Yes）、ステップS44へ進む。モータ20の周囲環境の変化ではないと要因判定部14bが判定した場合（ステップS43：No）、ステップS45へ進む。

[0096] ステップS44では、ステップS43でモータ20の発熱要因がモータ20の周囲環境の変化であると判定されたので、補正部16dは駆動制御部12cへモータ20の出力または電流の最大値を制限することを指示する信号を出力する。ステップS44の終了後はステップS51へ進む。

[0097] ステップS45で、要因判定部14bは、モータ20の駆動状態に基づいてモータ20の発熱の原因が駆動制御部12cにおける運転条件の不適合であるか否かを判定する。運転条件の不適合であると要因判定部14bが判定した場合（ステップS45：Yes）、ステップS46へ進む。運転条件の不適合ではないと要因判定部14bが判定した場合（ステップS45：No）、ステップS47へ進む。

[0098] ステップS46では、ステップS45でモータ20の発熱要因が運転条件の不適合であると判定されたので、補正部16dは駆動制御部12cへ運転条件を変更させるための補正信号を出力し、駆動制御部12cは補正信号に基づいて運転条件を変更する。ステップS46の終了後はステップS51へ進む。

[0099] ステップS47では、冷却装置21の冷却能力の低下の有無を判定するためにモータ20が一時停止するまで要因判定部14bは待機する。

[0100] ステップS48では、要因判定部14bは、モータ20の一時停止中に、モータ温度に基づいてモータ20の発熱の原因が冷却装置21の冷却能力の低下であるか否かを判定する。冷却能力の低下であると要因判定部14bが判定した場合（ステップS48：Yes）、ステップS49へ進む。冷却能力の低下ではないと要因判定部14bが判定した場合（ステップS48：No）、ステップS50へ進む。

[0101] ステップS49では、ステップS48でモータ20の発熱要因が冷却装置

21の冷却能力の低下であると判定されたので、補正部16dは過負荷判定閾値または過熱判定閾値を変更させるための補正信号を駆動制御部12cへ出力し、駆動制御部12cは補正信号に基づいて少なくとも両閾値のいずれか一方を変更する。ステップS49の終了後はステップS51へ進む。

[0102] ステップS50では、モータ20の発熱要因が「周囲環境の変化」でもなく「運転条件の不適合」でもなく冷却装置21の「冷却能力の低下」でもなくモータ20の本体の「劣化」であると判定されているので、駆動制御部12cはモータ20を停止させて、運転を終了させる。

[0103] ステップS51では、駆動制御部12cがモータ20の運転を終了させるか否かを判断する。駆動制御部12cがモータ20の運転を終了させる場合（ステップS51：Yes）、モータ制御装置10dは処理を終了する。駆動制御部12cがモータ20の運転を継続させる場合（ステップS51：No）、ステップS42へ戻り、温度監視部13dは、モータ20の発熱の有無を再度判定する。

[0104] なお、ステップS48の処理では、モータ20の一時停止中に冷却装置21の冷却能力の低下の有無を要因判定部14bが判定するが、運転中にモータ20が冷却装置判定時間幅より長く一時停止しない場合には、ステップS48の判定はせずに次の処理を行う。すなわち、ステップS48より前に分岐を設ける。当該分岐では、運転中にモータ20が冷却装置判定時間幅より長く一時停止しない場合には、ステップS51の運転終了後に要因判定部14bが冷却能力の低下を判定する処理を実行し、さらに冷却能力の低下であると判定された場合には駆動制御部12cは閾値を変更する処理を実行する。モータ20が冷却装置判定時間幅より長く一時停止する場合には、図13に従って一時停止中に要因判定部14bが冷却能力の低下を判定する処理を実行する。運転終了後にモータ20の発熱の原因が冷却装置21の冷却能力の低下であると判定された場合は、次の運転時に、駆動制御部12cは過負荷判定閾値または過熱判定閾値を予め減少させた状態で運転を開始する。

[0105] 以上説明したように、実施の形態4にかかるモータ制御装置10dは、実

施の形態3にかかるモータ制御装置10cの構成に加え、周囲温度センサ40から周囲温度を取得する構成である。このため、実施の形態4にかかるモータ制御装置10dは以下の効果を奏する。

- [0106] モータ制御装置10dは周囲温度を取得するので、実施の形態3で行っていた要因判定により得られる判定結果に加えて、モータ20の「周囲環境の変化」およびモータ20の本体の「劣化」をモータ20の発熱の要因の判定結果の候補に含めて判定することができる。これにより、実施の形態3にかかるモータ制御装置10cに比べてさらに詳細な判定が可能となる。したがって、モータ制御装置10dは、モータ20の発熱要因に応じてより適切に動作を変更することができる。
- [0107] また、要因判定部14bは、モータ20の発熱要因の判定を運転中のモータ20を不要に停止させずに、運転を継続している状態で判定を行いやすい発熱要因から行うようにしているので、全体の判定に要する時間をできるだけ短くすることができる。
- [0108] また、実施の形態4では、温度監視部13dは、モータ20の発熱の検出にモータ温度に加えて周囲温度も用いる構成としたが、実施の形態1から3の温度監視部13のように温度監視部13dはモータ温度のみを監視してモータ20の発熱の検出を行ってもかまわない。
- [0109] 実施の形態4にかかるモータ制御装置10dでは、補正信号は補正部16dの説明で述べた内容の信号に限定されるものではなく、発熱要因に応じて駆動制御部12cの動作を適宜変更させる信号であればよい。上記においては、要因判定部14bでモータ20の発熱要因がモータ20の周囲環境の変化と判定された場合には、補正部16dはモータ20の出力または電流の最大値を制限することを指示する補正信号を出力するとしたが、他の内容の補正信号、具体的には、モータ20の制御ゲインを減少させることを指示する補正信号を出力するようにしてもかまわない。
- [0110] 図13のフローチャートでは、先にモータ20の周囲環境の変化の有無を判定し、その次に運転条件の不適合の有無を判定し、その後で冷却能力の低

下の有無を判定するという順番で要因を判定する処理を示した。しかし、実施の形態4にかかるモータ制御装置10dによる発熱要因の判定は図13で示した順番に限定されるものではなく、判定の順番を変えてもかまわない。さらに、発熱要因の判定結果は一つである必要はなく、ステップS43での結果によらずステップS45を実行することで、複数の発熱要因が生じていると判定して、複数の対策措置を実行するようにしてもよい。すなわち、モータ20の発熱の要因として、「周囲環境の変化」、「運転条件の不適合」および「冷却能力の低下」のいずれかまたは二つ以上、またはモータ20の本体の「劣化」であると判定して複数の対策措置を実行するようにしてもかまわない。

[0111] 以上述べた実施の形態1から4の構成では、単一のモータ20に対してモータ20の発熱の要因を判定する構成であったが、複数のモータ20を駆動しながらモータ温度を取得し、それぞれのモータ20についての発熱要因を判定する構成にしてもよい。さらに、実施の形態1から4の構成は、冷却装置21の形態または冷却方式によらずに適用することができる。

[0112] 以上の実施の形態に示した構成は、本発明の内容の一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

### 符号の説明

[0113] 10, 10b, 10c, 10d モータ制御装置、11, 11b, 11c, 11d 取得部、12, 12c 駆動制御部、13, 13d 温度監視部、14, 14b 要因判定部、15, 15b 表示部、16, 16d 補正部、20 モータ、21 冷却装置、30 表示装置、40 周囲温度センサ、50 モータ周囲環境、60 概略図欄、70 メッセージ欄、101 CPU、102 メモリ。

## 請求の範囲

- [請求項1]           冷却装置付きモータを制御するモータ制御装置において、  
前記モータの温度を取得する取得部と、  
前記モータを駆動させ、前記モータの駆動状態および運転条件を運転情報信号として出力する駆動制御部と、  
前記モータの温度および前記運転情報信号に基づいて、複数の発熱要因の中から1つ以上を前記モータの発熱要因であると判定する要因判定部と、  
を備えたことを特徴とするモータ制御装置。
- [請求項2]           前記要因判定部は、前記運転条件の不適合および前記冷却装置の冷却能力の低下のいずれかまたは両方が前記モータの発熱要因であると判定する、またはその他の要因が前記モータの発熱要因であると判定する  
ことを特徴とする請求項1に記載のモータ制御装置。
- [請求項3]           前記取得部は、前記モータの周囲温度も取得し、  
前記要因判定部は、前記周囲温度にも基づいて、前記運転条件の不適合、前記冷却装置の冷却能力の低下および前記モータの周囲環境の変化の中から1つ以上が前記モータの発熱要因であると判定する、または前記モータの本体の劣化が前記モータの発熱要因であると判定する  
ことを特徴とする請求項1に記載のモータ制御装置。
- [請求項4]           前記要因判定部は、  
前記発熱要因が前記運転条件の不適合であるか否かを、前記モータの運転中の出力または電流に基づいて判定し、  
前記発熱要因が前記冷却能力の低下であるか否かを、停止中の前記モータの温度に基づいて、または停止中の前記モータの温度および前記周囲温度に基づいて判定し、  
前記発熱要因が前記周囲環境の変化であるか否かを、前記周囲温度

に基づいて判定する

ことを特徴とする請求項3に記載のモータ制御装置。

[請求項5] 前記発熱要因の判定に関する情報を表示信号として表示装置に出力する表示部を備える

ことを特徴とする請求項1から3のいずれか1つに記載のモータ制御装置。

[請求項6] 前記表示信号は、前記要因判定部における判定状況に関する情報、前記要因判定部における判定結果に関する情報および前記発熱要因に応じた対策措置に関する情報の少なくとも一つを含む信号である

ことを特徴とする請求項5に記載のモータ制御装置。

[請求項7] 前記駆動制御部へ前記発熱要因に応じた補正信号を出力する補正部を備える

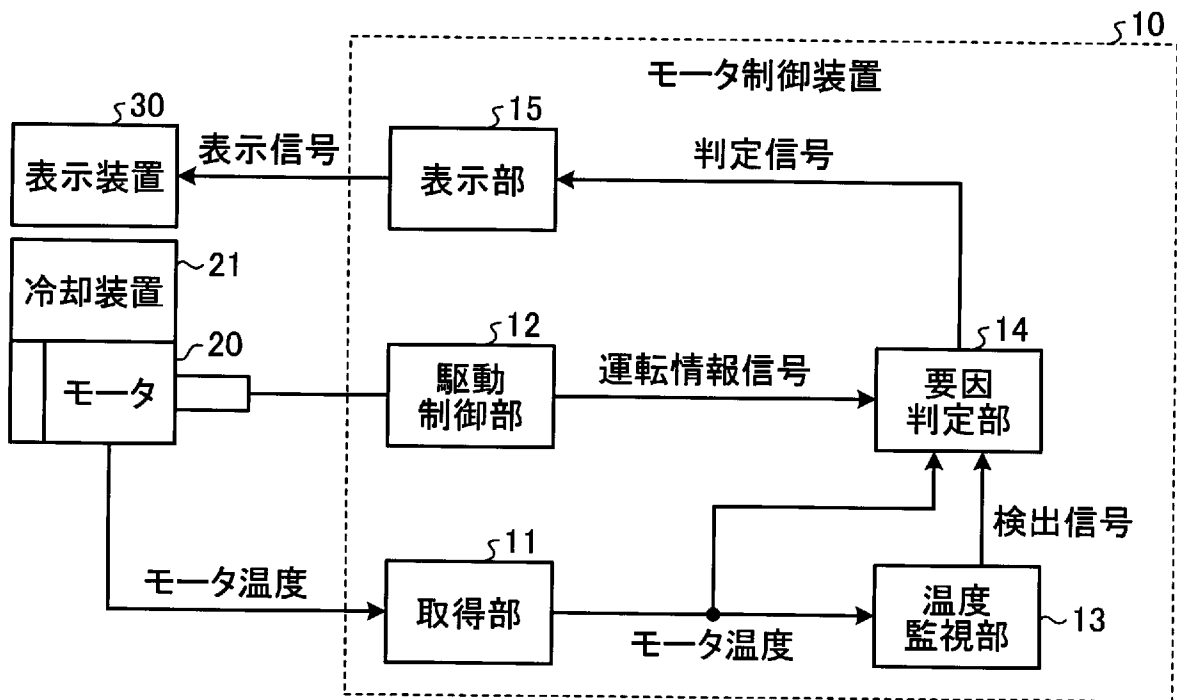
ことを特徴とする請求項1から3のいずれか1つに記載のモータ制御装置。

[請求項8] 前記モータの温度に基づいて前記モータの発熱を検出すると検出信号を前記要因判定部に出力する温度監視部を備え、

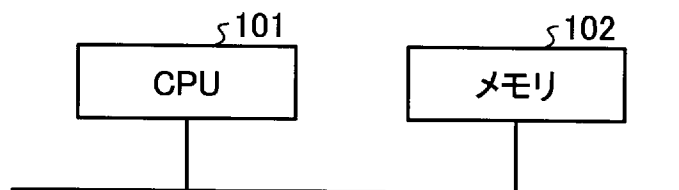
前記要因判定部は、前記検出信号を受け取ると、前記発熱要因の判定を行う

ことを特徴とする請求項1から3のいずれか1つに記載のモータ制御装置。

[図1]



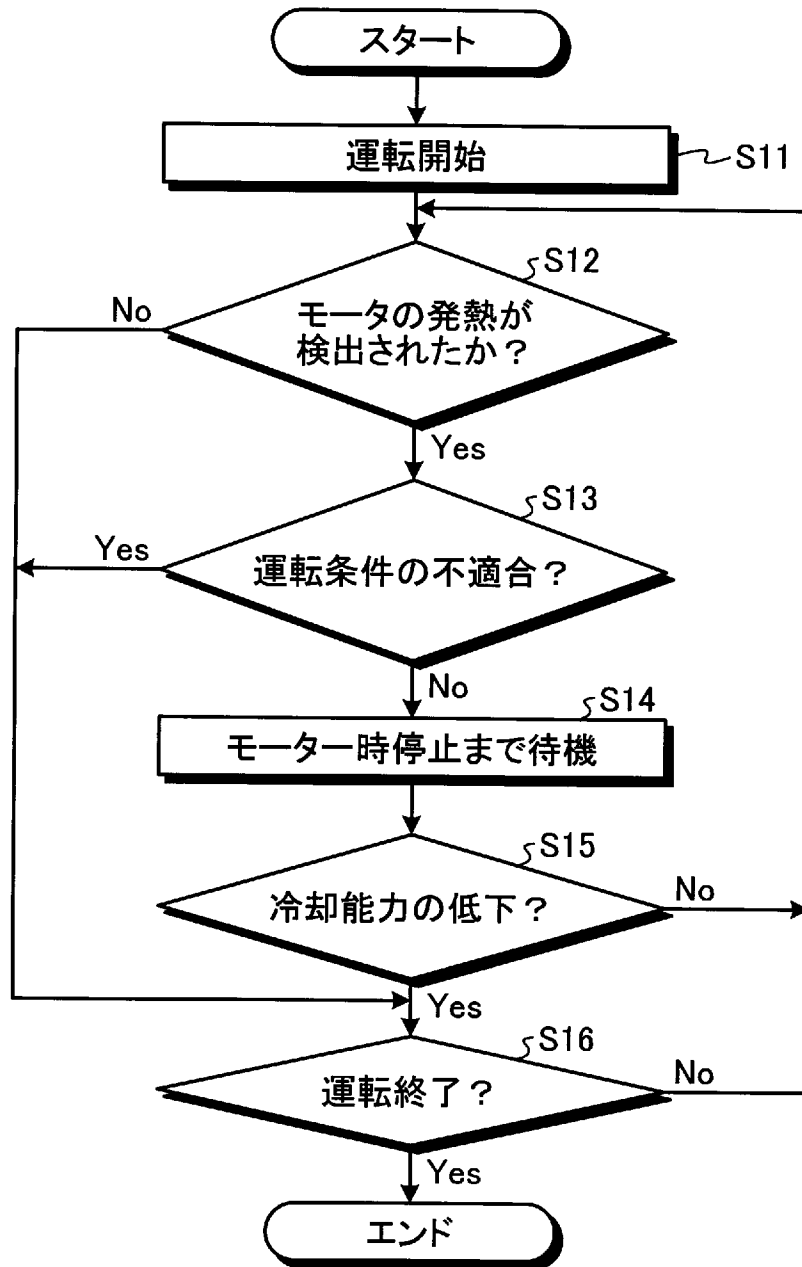
[図2]



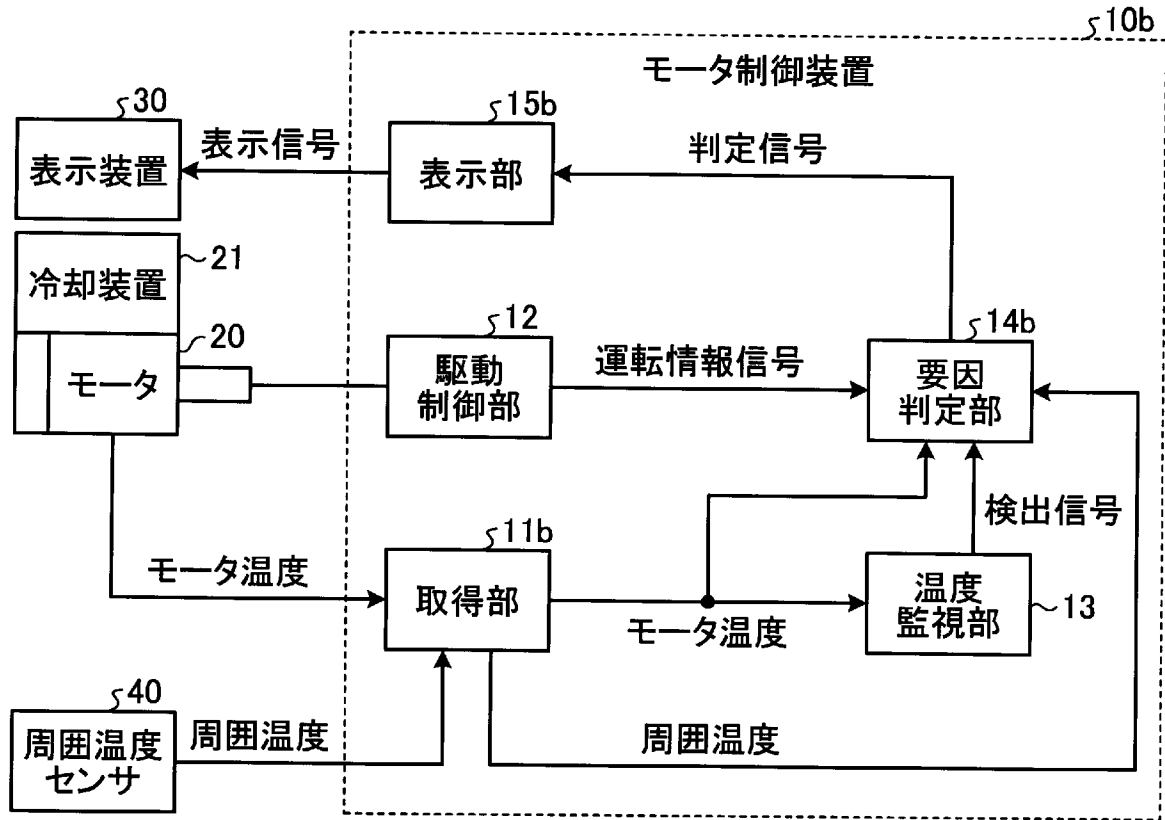
[図3]

No.	発生時刻	判定状況	判定結果	メッセージ
136	9/1 11:28	判定中	冷却装置の冷却能力低下の可能性あり	-
135	8/31 11:20	判定済み	運転条件の不適合	運転条件を変更してください
134	8/20 14:10	判定済み	冷却装置の冷却能力低下	冷却装置を点検してください
133	7/12 11:42	判定済み	その他	モータを点検してください
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

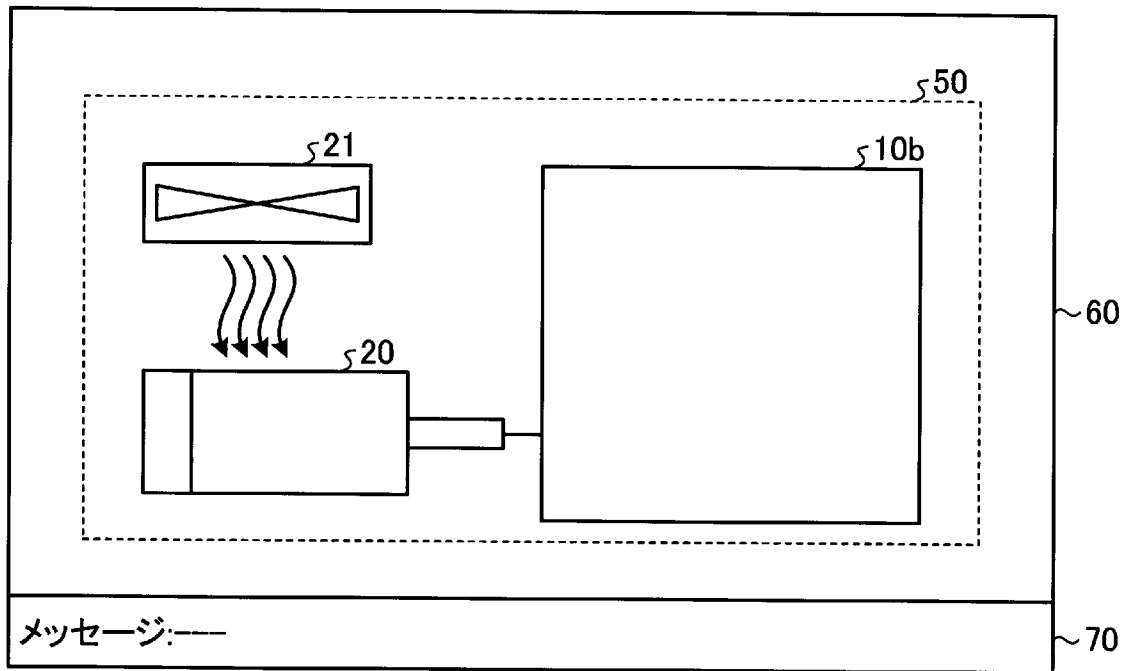
[図4]



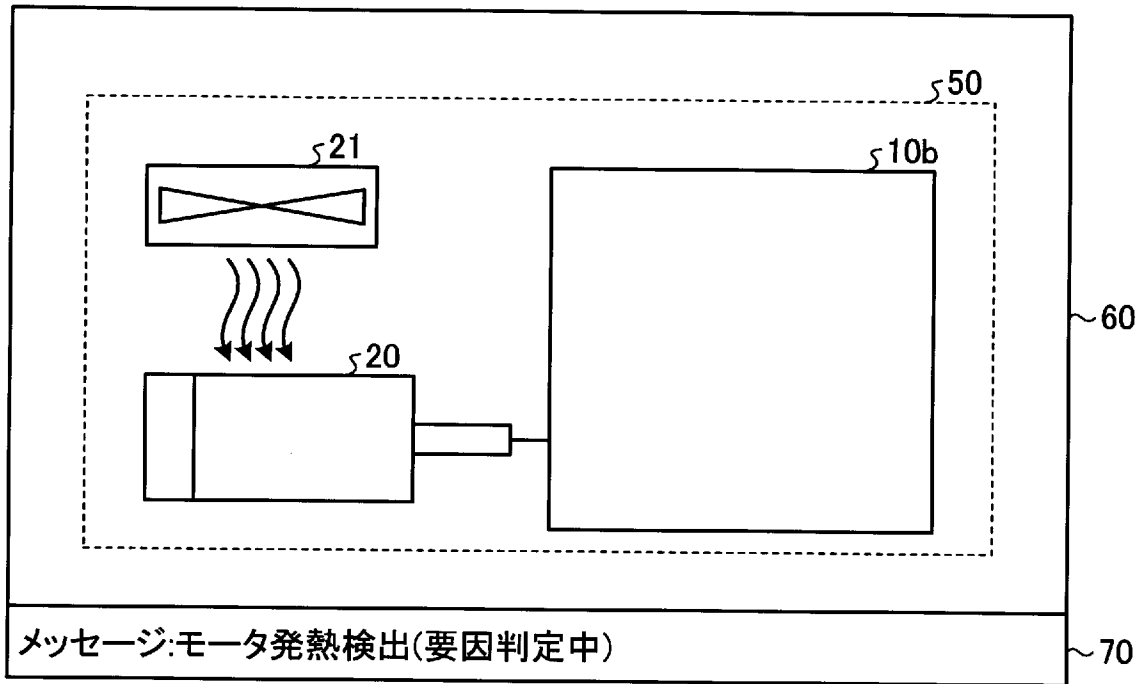
[図5]



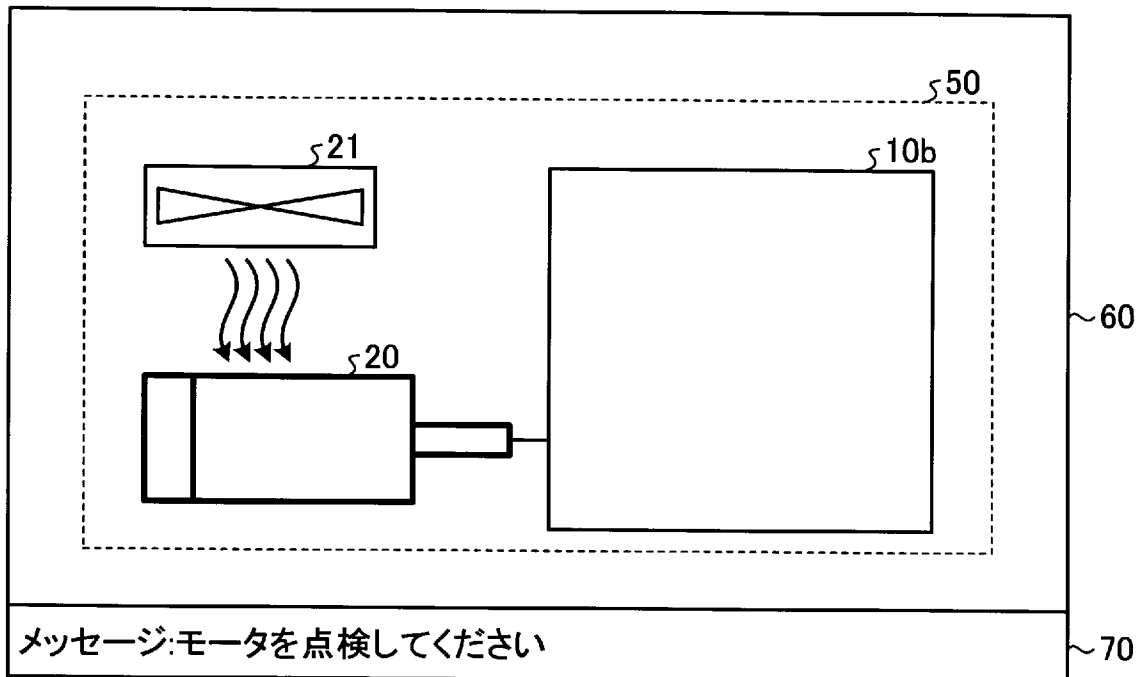
[図6]



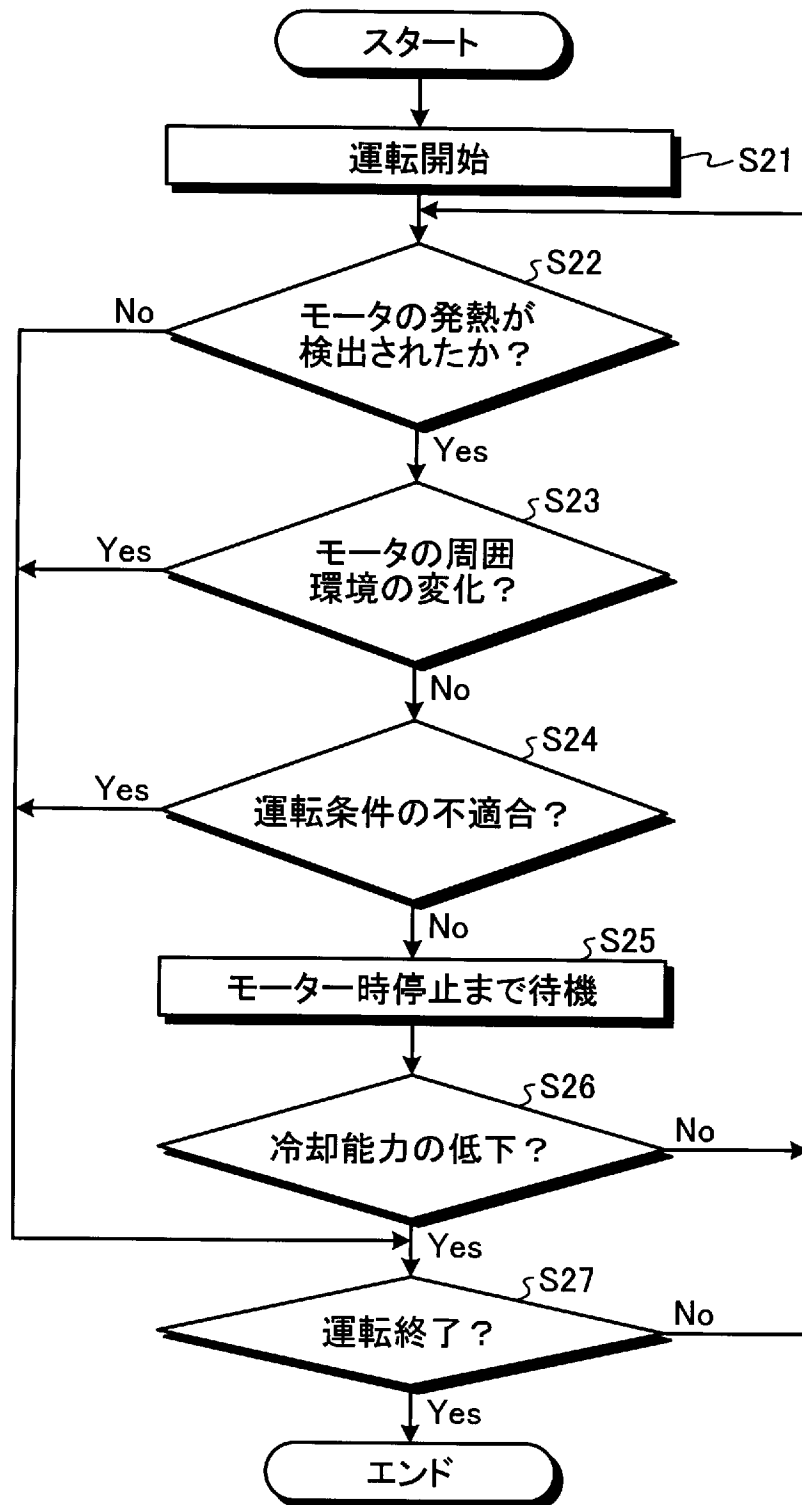
[図7]



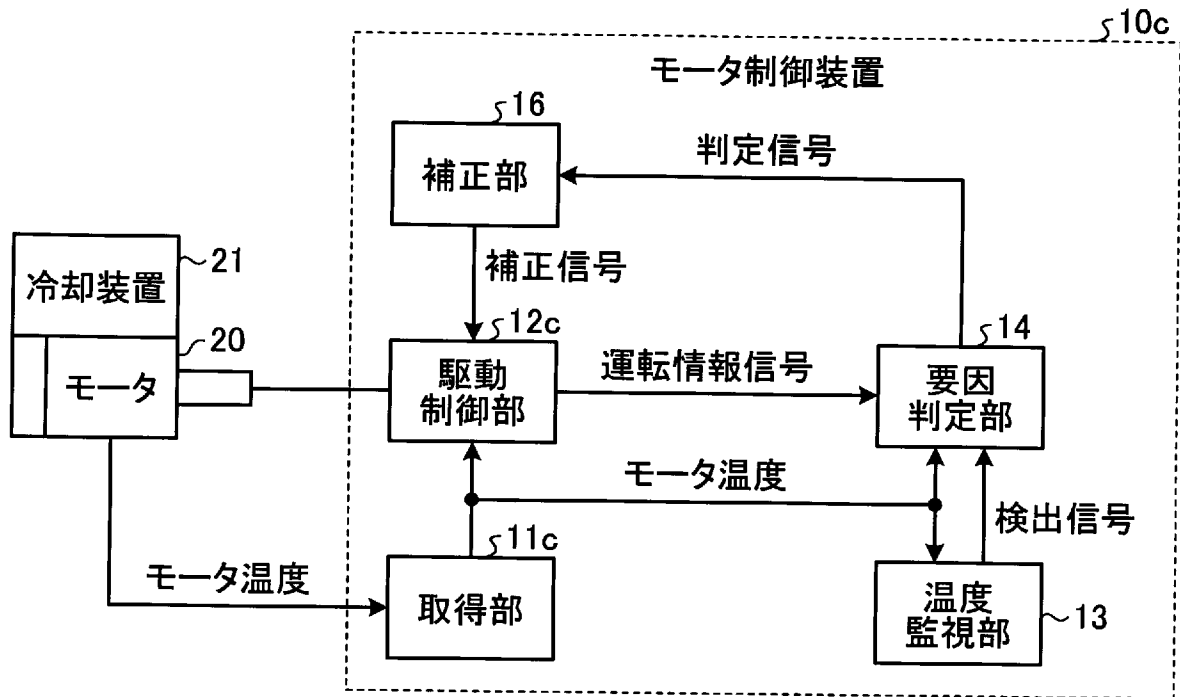
[図8]



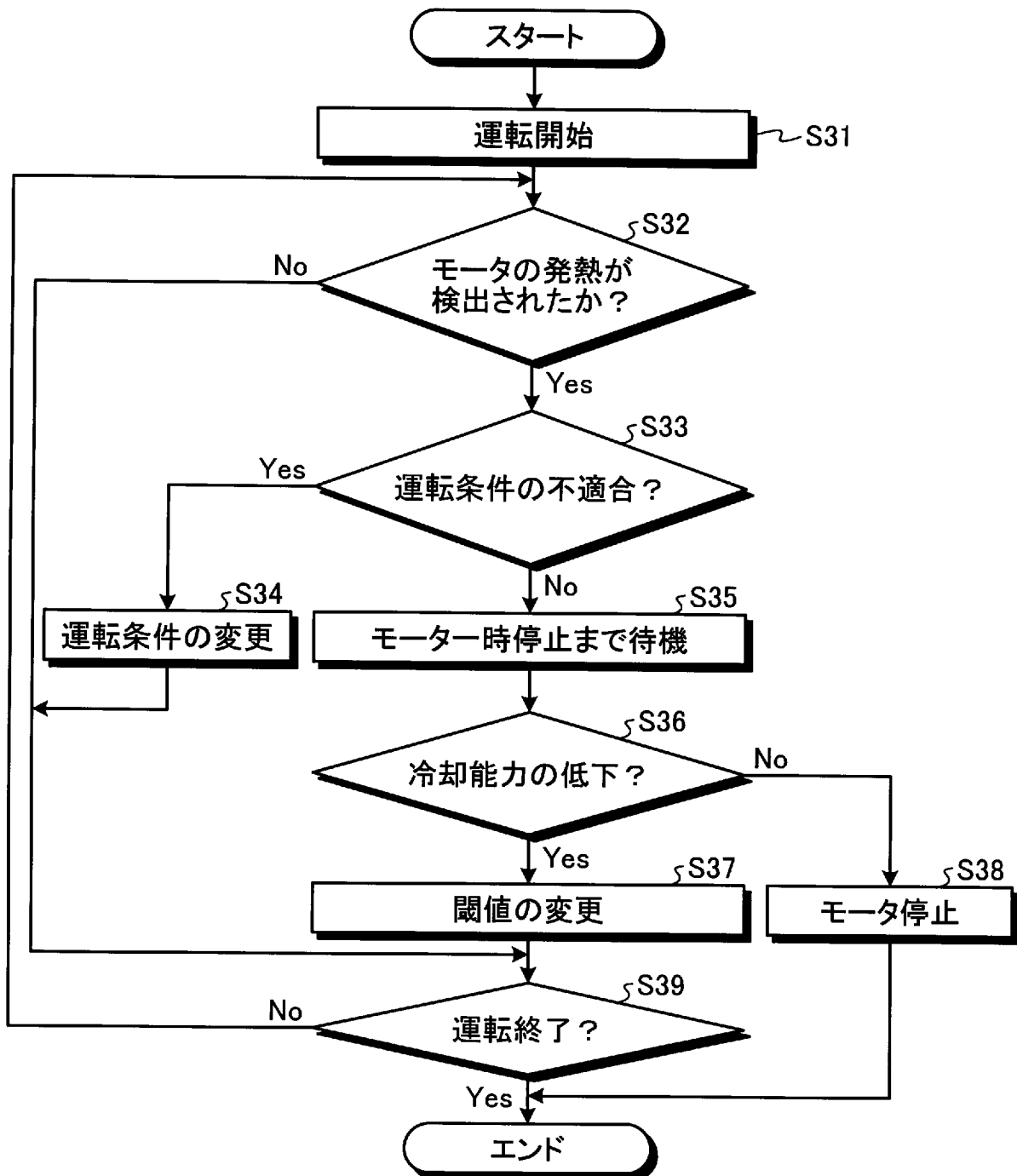
[図9]



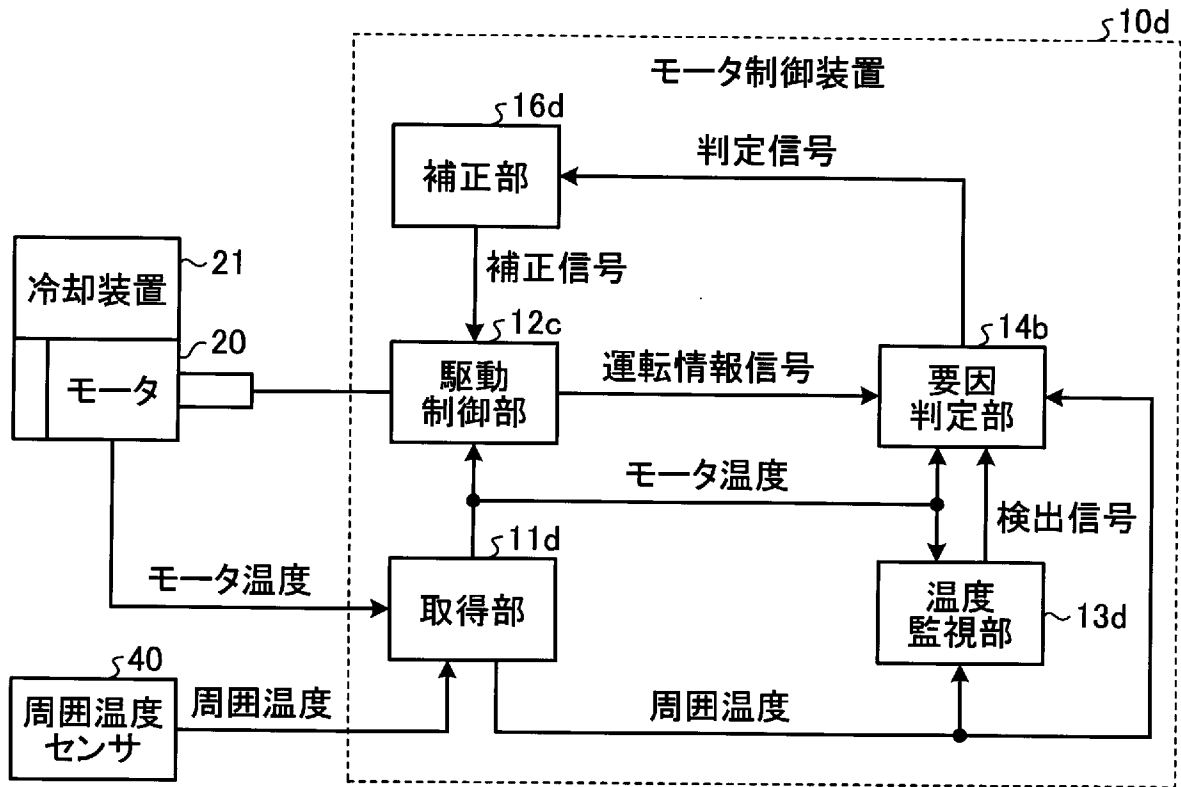
[図10]



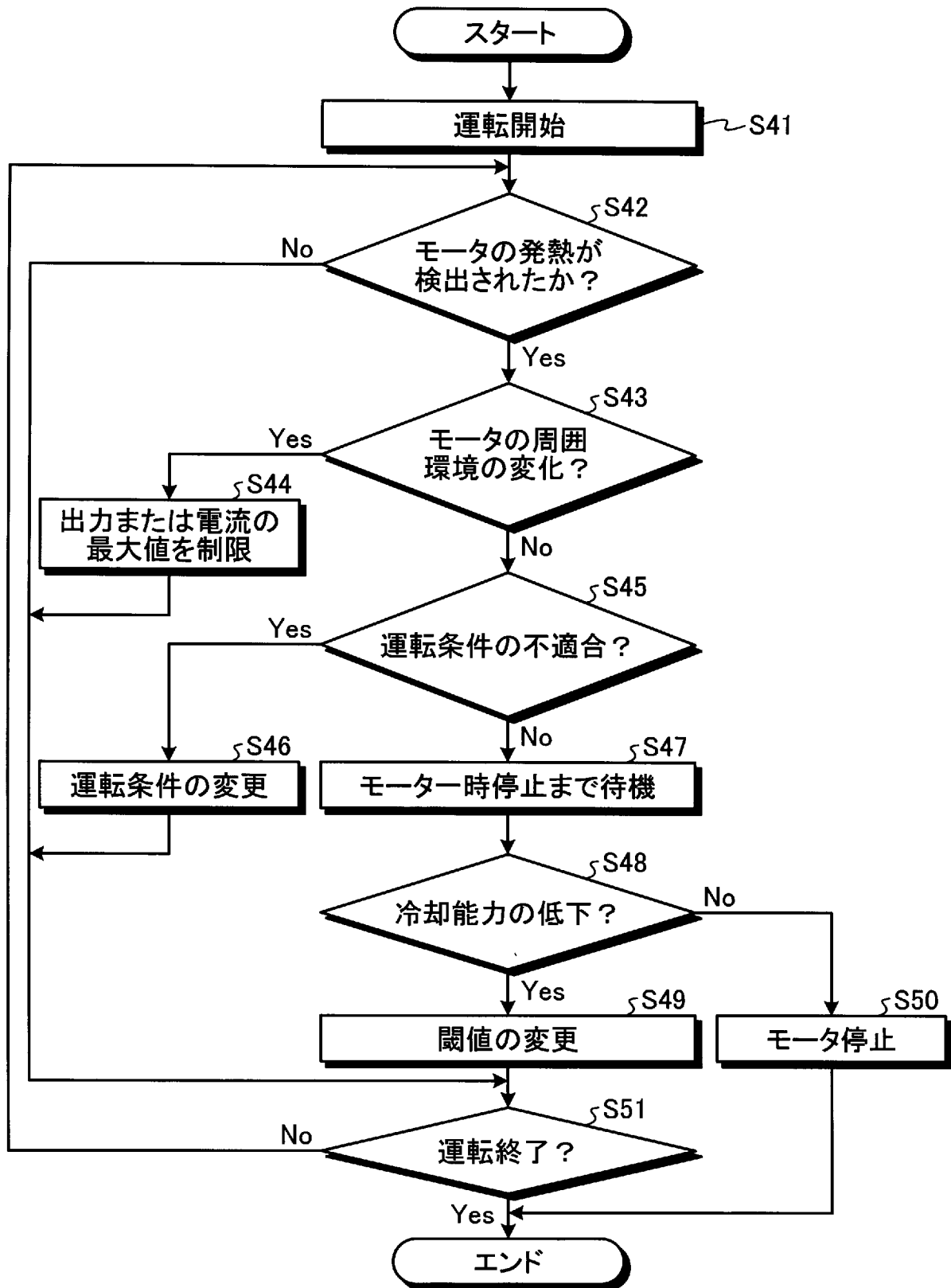
[図11]



[図12]



[図13]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2016/064039

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H02P29/62(2016.01) i

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)  
H02P29/62

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2002-345147 A (Hitachi, Ltd.), 29 November 2002 (29.11.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2006-254549 A (CKD Corp.), 21 September 2006 (21.09.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2001-129522 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 May 2001 (15.05.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03 August 2016 (03.08.16)	Date of mailing of the international search report 16 August 2016 (16.08.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P29/62(2016.01)i

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))

Int.Cl. H02P29/62

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	JP 2002-345147 A (株式会社日立製作所) 2002. 11. 29, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2006-254549 A (シーケーディ株式会社) 2006. 09. 21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2001-129522 A (松下電器産業株式会社) 2001. 05. 15, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8

☐ 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矛盾するものではなく、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

03.08.2016

国際調査報告の発送日

16.08.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

尾家 英樹

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

3V

9335