

(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6月6日(06.06.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/116296 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 29/62 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/044044

(22) 国際出願日: 2022年11月29日(29.11.2022)

(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: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

(72) 発明者: 尹 遠東(YIN Yuandong); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

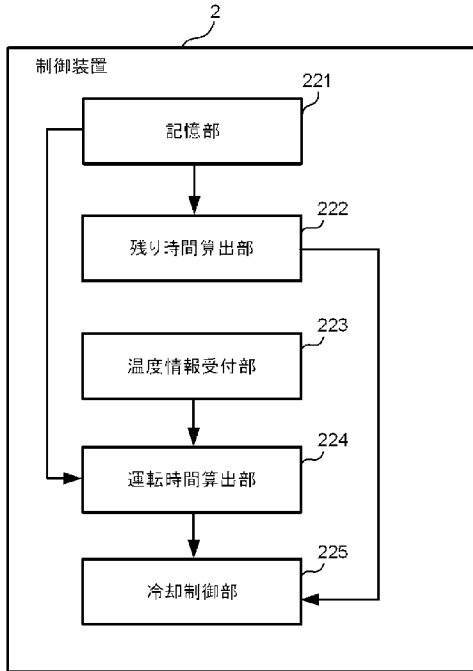
(74) 代理人: あいわ弁理士法人 (AIWA INTERNATIONAL PATENT AGENCY); 〒1040045 東京都中央区築地一丁目 1 2 番 2 2 号 コンワビル4階 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: CONTROL DEVICE FOR CONTROLLING COOLING DEVICE

(54) 発明の名称: 冷却装置を制御する制御装置

[図2]



2... CONTROL DEVICE
221... STORAGE UNIT
222... REMAINING TIME CALCULATION UNIT
223... TEMPERATURE INFORMATION RECEPTION UNIT
224... OPERATING TIME CALCULATION UNIT
225... COOLING CONTROLLER

(57) Abstract: This control device comprises: a remaining time calculation unit that, by analyzing an operation program, calculates time remaining until a reference time; a temperature information reception unit that receives temperature information relating to a motor temperature detected by a sensor; an operating time calculation unit that calculates an operation time of the motor on the basis of at least the temperature information, the operation program, and a thermal model of the motor; and a cooling controller that controls a cooling device, which cools the motor, on the basis of the time remaining



LS, LU, LY, MA, MD, 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, 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))

calculated by the remaining time calculation unit and the operational time calculated by the operating time calculation unit.

(57) 要約：制御装置が、動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を算出する残り時間算出部と、センサによって検出されたモータの温度に関する温度情報を受け付ける温度情報受付部と、少なくとも、温度情報、動作プログラム、およびモータの熱モデルに基づいて、モータの運転可能時間を算出する運転時間算出部と、残り時間算出部によって算出された残り時間と、運転時間算出部によって算出された運転可能時間とに基づいて、モータを冷却する冷却装置を制御する冷却制御部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：冷却装置を制御する制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、冷却装置を制御する制御装置に関する。

背景技術

[0002] 産業機械などに用いられるモータが過熱状態に達することを防ぐために、モータは、駆動中に冷却装置を用いて冷却される。例えば、冷却ファンを一定の速度で回転させて空気をモータに送ってモータを冷却する冷却装置が知られている。また、リアルタイムで計測されたモータの温度に応じて、冷却ファンの回転速度を制御してモータを冷却する冷却装置も知られている（例えば、特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平11-37097号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 冷却ファンが一定の速度で回転して送り込まれた空気によってモータを冷却する場合、モータを必要以上に冷却してしまうことがある。この場合、冷却装置は必要以上にエネルギーを消費することになる。

[0005] 一方、リアルタイムで計測されたモータの温度に基づいて冷却ファンの回転が制御された場合、モータの温度の変動に冷却能力が追従できないことがある。この場合、モータが過熱状態に達してしまうおそれがある。したがって、冷却装置が必要以上にエネルギーを消費すること、および、モータが過熱状態に達することを防ぐことが可能な冷却装置の制御装置が求められている。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の制御装置は、動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を

算出する残り時間算出部と、センサによって検出されたモータの温度に関する温度情報を受け付ける温度情報受付部と、少なくとも、温度情報、動作プログラム、およびモータの熱モデルに基づいて、モータの運転可能時間を算出する運転時間算出部と、残り時間算出部によって算出された残り時間と、運転時間算出部によって算出された運転可能時間とに基づいて、モータを冷却する冷却装置を制御する冷却制御部と、を備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]制御装置が実装される産業機械のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

[図2]第1の実施形態の制御装置の機能の一例を示すブロック図である。

[図3]モータの温度の推移などを示すグラフの一例である。

[図4]制御装置で実行される処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図5]第2の実施形態の制御装置の機能の一例を示すブロック図である。

[図6]モータの温度の推移などを示すグラフの一例である。

[図7]制御装置で実行される処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図8]第3の実施形態の制御装置の機能の一例を示すブロック図である。

[図9]制御装置で実行される処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図10]モータの温度の推移などを示すグラフの一例である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示の実施形態に係る制御装置について図面を参照して説明する。なお、以下の説明では、同一または類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。そして、それら構成の重複する説明は、省略する場合がある。

[0009] 本願でいう「XXに基づく」とは、「少なくともXXに基づく」ことを意味し、XXに加えて別の要素に基づく場合も含む。また、「XXに基づく」とは、XXを直接に用いる場合に限定されず、XXに対して演算や加工が行われたものに基づく場合も含む。「XX」は、任意の要素（例えば、任意の情報）である。

[0010] 〈第1の実施形態〉

制御装置は、冷却装置を制御する装置である。制御装置は、さらに、産業機械を制御してもよい。すなわち、制御装置は、産業機械を制御する装置であってよい。また、制御装置は、産業機械を制御する装置とは別の装置であってもよい。以下では、制御装置が産業機械を制御する装置である例について説明する。

[0011] 産業機械は、産業現場で稼働する機械である。産業機械は、例えば、工作機械、射出成形機、レーザ加工機、3次元プリンタ、および、ロボットである。

[0012] 図1は、制御装置が実装される産業機械のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。産業機械1は、制御装置2と、入出力装置3と、サーボアンプ4と、サーボモータ5と、スピンドルアンプ6と、スピンドルモータ7と、補助機器8と、センサ9と、冷却装置10とを備える。

[0013] 制御装置2は、例えば、産業機械1を制御する数値制御装置である。制御装置2は、例えば、ハードウェアプロセッサ201と、バス202と、ROM (Read Only Memory) 203と、RAM (Random Access Memory) 204と、不揮発性メモリ205とを備える。

[0014] ハードウェアプロセッサ201は、システムプログラムに従って制御装置2全体を制御するプロセッサである。ハードウェアプロセッサ201は、バス202を介してROM203に格納されたシステムプログラムなどを読み出す。ハードウェアプロセッサ201は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、または電子回路である。

[0015] バス202は、制御装置2の各ハードウェアを互いに接続する通信路である。制御装置2の各ハードウェアはバス202を介してデータをやり取りする。

[0016] ROM203は、システムプログラムなどを記憶する記憶装置である。ROM203は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。

[0017] RAM204は、各種データを一時的に格納する記憶装置である。RAM204は、ハードウェアプロセッサ201が各種データを処理するための作業領域

として機能する。

- [0018] 不揮発性メモリ 205 は、制御装置 2 の電源が切られた状態でもデータを保持する記憶装置である。不揮発性メモリ 205 は、例えば、産業機械 1 の動作プログラムを記憶する。不揮発性メモリ 205 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。不揮発性メモリ 205 は、例えば、バッテリーでバックアップされたメモリ、または、SSD (Solid State Drive) で構成される。
- [0019] 制御装置 2 は、さらに、第 1 のインタフェース 206 と、軸制御回路 207 と、スピンドル制御回路 208 と、PLC (Programmable Logic Controller) 209 と、I/O ユニット 210 と、第 2 のインタフェース 211 と、第 3 のインタフェース 212 とを備える。
- [0020] 第 1 のインタフェース 206 は、バス 202 と入出力装置 3 とを接続する。第 1 のインタフェース 206 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 によって処理された各種データを入出力装置 3 に送る。
- [0021] 入出力装置 3 は、第 1 のインタフェース 206 を介して各種データを受け、各種データを表示する。また、入出力装置 3 は、各種データの入力を受け付けて、各種データを第 1 のインタフェース 206 を介して、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 に送る。
- [0022] 入出力装置 3 は、例えば、タッチパネルである。入出力装置 3 がタッチパネルである場合、入出力装置 3 は、例えば、静電容量方式のタッチパネルである。タッチパネルは、静電容量方式に限らず、他の方式のタッチパネルであってもよい。入出力装置 3 は、制御装置 2 が格納される操作盤 (不図示) に設置される。
- [0023] 軸制御回路 207 は、サーボモータ 5 を制御するための回路である。軸制御回路 207 は、ハードウェアプロセッサ 201 からの制御指令を受けてサーボモータ 5 を駆動させるための各種指令をサーボアンプ 4 に送る。軸制御回路 207 は、例えば、サーボモータ 5 のトルクを制御するトルクコマンドをサーボアンプ 4 に送る。

- [0024] サーボアンプ4は、軸制御回路207からの指令を受けて、サーボモータ5に電流を供給する。
- [0025] サーボモータ5は、サーボアンプ4から電流の供給を受けて駆動する。サーボモータ5は、産業機械1の各制御軸に設けられる。産業機械1が5軸を有する工作機械である場合、サーボモータ5は、例えば、X軸用サーボモータ、Y軸用サーボモータ、Z軸用サーボモータ、A軸用サーボモータ、およびC軸用サーボモータを含む。この場合、軸制御回路207、およびサーボアンプ4は、各サーボモータ5に対してそれぞれ設けられる。
- [0026] サーボモータ5は、例えば、刃物台を駆動させるボールねじに連結される。サーボモータ5が駆動することにより、刃物台などの産業機械1の構造物が所定の制御軸に沿って移動する。サーボモータ5は、制御軸の位置、および送り速度を検出するエンコーダ（不図示）を内蔵する。エンコーダによって検出される制御軸の位置、および制御軸の送り速度をそれぞれ示す位置フィードバック情報、および速度フィードバック情報は、軸制御回路207にフィードバックされる。これにより、軸制御回路207は、各制御軸のフィードバック制御を行う。
- [0027] スピンドル制御回路208は、スピンドルモータ7を制御するための回路である。スピンドル制御回路208は、ハードウェアプロセッサ201からの制御指令を受けてスピンドルモータ7を駆動させるための指令をスピンドルアンプ6に送る。スピンドル制御回路208は、例えば、スピンドルモータ7の回転速度を制御するスピンドル速度コマンドをスピンドルアンプ6に送る。
- [0028] スピンドルアンプ6は、スピンドル制御回路208からの指令を受けて、スピンドルモータ7に電流を供給する。
- [0029] スピンドルモータ7は、スピンドルアンプ6から電流の供給を受けて駆動する。スピンドルモータ7は、主軸に連結され、主軸を回転させる。
- [0030] PLC209は、ラダープログラムを実行して補助機器8を制御する装置である。PLC209は、I/Oユニット210を介して補助機器8に対して指令を送

る。

[0031] I/Oユニット210は、PLC209と補助機器8とを接続するインタフェースである。I/Oユニット210は、PLC209から受けた指令を補助機器8に送る。

[0032] 補助機器8は、産業機械1に設置され、産業機械1において補助的な動作を行う機器である。補助機器8は、I/Oユニット210から受けた指令に基づいて動作する。補助機器8は、産業機械1の周辺に設置される機器であってもよい。補助機器8は、例えば、工具交換装置、切削液噴射装置、または開閉ドア駆動装置である。

[0033] 第2のインタフェース211は、バス202とセンサ9とを接続する。第2のインタフェース211は、例えば、センサ9によって取得された情報を、バス202を介してハードウェアプロセッサ201に送る。

[0034] センサ9は、サーボモータ5、およびスピンドルモータ7の少なくともいずれかの温度を検出する温度センサである。センサ9は、検出したサーボモータ5、およびスピンドルモータ7の温度に関する温度情報を、第2のインタフェース211を介して、例えば、ハードウェアプロセッサ201に送る。センサ9は、例えば、サーボモータ5の巻線、およびスピンドルモータ7の巻線に取り付けられる。

[0035] 第3のインタフェース212は、冷却装置10とバス202とを接続する。第3のインタフェース212は、例えば、ハードウェアプロセッサ201からの指令を冷却装置10に送る。

[0036] 冷却装置10は、モータを冷却する装置である。冷却装置10は、モータに流体を送るポンプを有する。例えば、冷却装置10が空冷式の場合、冷却装置10は、モータに空気を送る冷却ファンを含む。また、冷却装置10が水冷式の場合、冷却装置10は、モータに冷却液を送るギアポンプを含む。

[0037] 図2は、第1の実施形態の制御装置2の機能の一例を示すブロック図である。制御装置2は、記憶部221と、残り時間算出部222と、温度情報受付部223と、運転時間算出部224と、冷却制御部225とを備えている。

。

[0038] 記憶部 221 は、例えば、各種情報が RAM 204 または不揮発性メモリ 205 に記憶されることにより実現される。残り時間算出部 222、温度情報受付部 223、運転時間算出部 224、および冷却制御部 225 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 が、ROM 203 に記憶されたシステムプログラム、および不揮発性メモリ 205 に記憶された各種データを用いて演算処理することにより実現される。

[0039] 記憶部 221 は、例えば、動作プログラム、モータ情報、機械情報、熱モデル、および運転可能時間算出式を記憶する。動作プログラムは、産業機械 1 を動作させるためのプログラムである。動作プログラムは、例えば、工作機械の加工プログラムである。加工プログラムは、例えば、主軸の回転数を指定する指令、各軸の送り速度を指定する指令、および座標値を用いた各軸の移動指令を含む。

[0040] モータ情報は、モータに関する情報である。モータ情報は、モータの抵抗値、モータの熱容量、モータの鉄損発熱係数、およびモータの仕様に関する情報を含む。モータの仕様に関する情報は、モータの定格電流、始動トルク、始動電流などを示す情報を含んでいてよい。鉄損発熱係数については、後述する。

[0041] 機械情報は、産業機械 1 に関する情報である。機械情報は、産業機械 1 の仕様に関する情報を含んでいてよい。機械情報は、例えば、工作機械のテーブルなど、各軸に沿って動作する産業機械 1 の構造物の重量を示す情報を含む。また、機械情報は、産業機械 1 の各構造物が各軸に沿って移動する際に生じる摩擦力に関する情報を含んでいてもよい。

[0042] 機械情報は、例えば、ロボットのアームなど、各軸周りに回転する産業機械 1 の構造物の重量を示す情報を含んでいてもよい。機械情報は、産業機械 1 の各構造物が各軸に周りに回転する際に生じる摩擦力に関する情報を含んでいてもよい。

[0043] 熱モデルは、動作プログラムが実行されたときのモータの動作と発熱能力

との関係を示す数式である。熱モデルは、例えば、次の数1式で表される。

[0044] [数1]

$$H_m = 3I^2R + NH$$

ただし、 H_m はモータの発熱能力、 I はモータの二乗平均電流値、 R はモータの抵抗値、 N はモータの二乗平均回転数、 H は鉄損発熱係数である。

[0045] モータの発熱能力は、当該発熱能力の算出時点から基準時までモータが発生させる熱量の推定値である。基準時は、例えば、実行中の動作プログラムの終了時である。基準時は、例えば、動作プログラムのオプションストップが実行される時点であってもよい。

[0046] モータの二乗平均電流値は、当該二乗平均電流値の算出時点から基準までの間の各時刻のモータの電流値の二乗の平均を示す値である。二乗平均電流値は、動作プログラム、モータ情報、および機械情報に基づいて算出される。

[0047] 例えば、二乗平均電流値の算出には、動作プログラムで指定されるモータ回転数、各軸の送り速度、および各軸の移動距離が用いられる。また、二乗平均電流値の算出には、動作プログラムに基づいて算出される値が用いられてもよい。動作プログラムに基づいて算出される値は、例えば、各軸の加速度である。

[0048] モータの二乗平均電流値の算出には、さらに、モータの定格電流、およびモータの始動トルクなどのモータの仕様に関する情報が用いられてもよい。

[0049] モータの二乗平均電流値の算出には、工作機械のテーブルの重量などの機械の仕様に関する情報が用いられる。また、モータの二乗平均電流値の算出には、テーブルなどの構造物が各軸に沿って移動する際に生じる摩擦力に関する情報が用いられてもよい。

[0050] モータの抵抗値は、モータの巻線の抵抗を示す値である。モータの抵抗値は、あらかじめ計測された値、または、モータの設計情報が示す値である。

[0051] モータの二乗平均回転数は、当該二乗平均回転数の算出時点から基準までの間の各時刻のモータの回転数の二乗の平均を示す値である。二乗平均回

転数は、動作プログラムで指定された指令値に基づいて算出される。

[0052] 鉄損発熱係数は、モータが所定の回転動作を行ったときの、モータの二乗平均回転数に対するモータの発熱量の割合を示す値である。鉄損発熱係数は、あらかじめ実験によって求められてよい。あるいは、鉄損発熱係数は、設計情報が示す値であってもよい。

[0053] 運転可能時間算出式は、モータの運転可能時間を算出するための数式である。運転可能時間は、当該運転可能時間の算出時点からモータが目標温度に到達するまでの時間である。

[0054] 運転可能時間は、運転可能時間の算出時点の冷却装置 10 の冷却能力を維持させたと仮定した場合にモータが過熱状態に達するまでの時間として算出される。運転可能時間算出式は、例えば、以下の数 2 式で表される。

[0055] [数2]

$$t_m = \frac{(T_t - T_c)}{(H_m - H_r)} C_m$$

ただし、 t_m は運転可能時間、 T_t は目標温度、 T_c は現在の温度、 H_m はモータの発熱能力、 H_r はモータの冷却能力、 C_m はモータの熱容量である。

[0056] 目標温度 T_t は、動作プログラムが実行された場合にモータの到達目標となる温度である。目標温度 T_t は、例えば、モータが過熱状態に達する温度である。すなわち、目標温度 T_t は、モータの許容上限温度である。モータの目標温度 T_t は、例えば、100 [°C] である。モータの目標温度 T_t は、あらかじめ記憶部 221 に記憶されていてよい。

[0057] 現在の温度 T_c は、運転可能時間の算出時におけるモータの温度である。すなわち、現在の温度 T_c は、モータの温度に関する温度情報である。現在の温度 T_c は、センサ 9 によって取得される。

[0058] モータの冷却能力 H_r は、モータを冷却する能力を示す値である。モータの冷却能力 H_r は、自冷、空冷、および水冷に応じて異なる。冷却能力 H_r は、自冷、空冷、および水冷に応じてそれぞれ、数 3 式、数 4 式および数 5 式で表される。モータの冷却能力 H_r は、あらかじめ、記憶部 221 に記憶される

。

[0059] [数3]

$$H_r = J_1(T_c - T_E)$$

ただし、 J_1 は自冷時のモータの除熱係数、 T_E はモータが設置されている環境の温度である。

[0060] [数4]

$$H_r = J_2 S_f$$

ただし、 J_2 は空冷時の除熱係数、 S_f は冷却装置10の冷却ファンの回転数である。

[0061] [数5]

$$H_r = J_3 Q$$

ただし、 J_3 は水冷時の除熱係数、 Q は冷却液の流量である。

[0062] モータの熱容量 C_m はモータの温度を1℃上昇させるために必要な熱量である。モータの熱容量 C_m は、あらかじめ測定されて記憶部221に記憶される。

[0063] 残り時間算出部222は、動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を算出する。すなわち、残り時間は、残り時間の算出時点から基準時までの間の時間である。残り時間算出部222は、動作プログラムの各軸の移動指令、および送り速度を指定する指令などに基づいて残り時間を算出する。

[0064] 残り時間算出部222は、動作プログラムの実行開始時および動作プログラムの実行中に基準時までの時間を算出する。残り時間算出部222は、例えば、動作プログラムの実行中に、10[s]ごとに残り時間を算出する。

[0065] 温度情報受付部223は、センサ9によって検出されたモータの温度に関する温度情報をセンサ9から受け付ける。モータは、例えば、スピンドルモータ7、およびサーボモータ5である。モータは、産業機械1が備えるリニアモータであってもよい。温度情報受付部223は、例えば、制御装置2の

制御周期ごとにセンサ 9 から温度情報を受け付ける。

[0066] 運転時間算出部 224 は、少なくとも、センサ 9 によって検出された温度に関する温度情報、動作プログラム、およびモータの熱モデルに基づいて、モータの運転可能時間を算出する。運転時間算出部 224 は、例えば、上述した運転可能時間算出式を用いてモータの運転可能時間を算出する。この場合、運転時間算出部 224 は、記憶部 221 に記憶された情報などを運転可能時間算出式に代入し、運転可能時間を算出する。

[0067] 運転時間算出部 224 は、例えば、モータの抵抗値、鉄損発熱係数、目標温度、およびモータの熱容量を用いて運転可能時間を算出する。また、運転時間算出部 224 は、算出されたモータの発熱能力、およびモータの温度に関する温度情報を用いて運転可能時間を算出する。

[0068] なお、運転時間算出部 224 は、上述した運転可能時間算出式に限らず、他の式を用いてもよい。また、運転可能時間算出式には、モータの抵抗値、鉄損発熱係数、目標温度、モータの熱容量などの情報があらかじめ組み込まれていてもよい。この場合、運転時間算出部 224 は、運転可能時間の算出時に記憶部 221 からこれらの情報を読み出す必要がない。

[0069] 冷却制御部 225 は、残り時間算出部 222 によって算出された残り時間と、運転時間算出部 224 によって算出された運転可能時間とに基づいて、モータを冷却する冷却装置 10 を制御する。冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転を開始または冷却装置 10 の運転を停止させる制御を行う。この場合、冷却装置 10 の冷却能力は、あらかじめ定められた一定の能力であってよい。

[0070] 冷却制御部 225 は、まず、残り時間と運転可能時間とを比較する。冷却制御部 225 は、比較結果に基づいて冷却装置 10 を制御する。

[0071] 冷却装置 10 が運転中であって残り時間が運転可能時間よりも短い場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転を停止させる。また、冷却装置 10 の運転が停止中であって残り時間が運転可能時間よりも短い場合、冷却制御部 225 は冷却装置 10 の停止状態を継続させる。

- [0072] 冷却装置 10 が運転中であって残り時間と運転可能時間が同じである場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転を継続させる。冷却装置 10 が停止中であって残り時間と運転可能時間が同じである場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の停止状態を維持させる。
- [0073] 冷却装置 10 が停止中であって残り時間が運転可能時間よりも長い場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転を開始させる。
- [0074] 図 3 は、モータの温度の推移などを示すグラフの一例である。L1 は、従来のモータの冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合のモータの温度の推移を示す。L2 は、従来のモータの冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合の冷却装置 10 の冷却能力の推移を示す。L3 は、本実施形態における冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合のモータの温度の推移を示す。L4 は本実施形態における冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合の冷却装置 10 の冷却能力の推移を示す。L5 はモータの目標温度 T_t を示す。
- [0075] L1 および L2 が示すように、従来の冷却方法では、モータがある温度 T_1 に達すると動作プログラムの実行が終了する基準時 t_0 までモータの温度はその温度 T_1 に維持される。しかし、この温度 T_1 は、目標温度 T_t よりもかなり低い温度である。すなわち、従来の冷却方法では、モータが過剰に冷却されているといえる。
- [0076] 一方、L3 および L4 が示すように、本実施形態における冷却方法では、冷却制御部 225 は、時間 t_1 において冷却装置 10 の運転を停止させている。冷却制御部 225 が時間 t_1 において、残り時間と運転可能時間とを比較して残り時間が運転可能時間よりも短いと判断したからである。これにより、本実施形態における冷却方法では、モータが過剰に冷却されることを防いでいる。その結果、冷却装置 10 で消費されるエネルギーが節約される。
- [0077] 図 4 は、制御装置 2 で実行される処理の流れの一例を示すフローチャートである。制御装置 2 では、まず、残り時間算出部 222 が動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を算出する（ステップ SA1）。例えば、動

作プログラムの実行が開始されてから所定時間が経過した時点において、残り時間算出部 222 は、残り時間を、600 [s] であると算出する。

[0078] 次に、温度情報受付部 223 がセンサ 9 によって検出されたモータの温度に関する温度情報を受け付ける（ステップ S A 2）。温度情報受付部 223 は、例えば、モータの温度が 20 [°C] であることを示す温度情報を受け付ける。

[0079] 次に、運転時間算出部 224 が、少なくとも、温度情報、動作プログラム、および熱モデルに基づいて、モータの運転可能時間を算出する（ステップ S A 3）。運転時間算出部 224 は、例えば、残り時間である 600 [s] の間のモータの二乗平均電流、およびモータの二乗平均回転数などを示す情報に基づいて、モータが、毎秒 0.2 [°C] の速さで温度が上昇することを算出する。目標温度が 100 [°C] である場合、運転時間算出部 224 は、運転可能時間を、例えば、400 [s] であると算出する。

[0080] 最後に、冷却制御部 225 が、残り時間算出部 222 によって算出された残り時間と、運転時間算出部 224 によって算出された運転可能時間とに基づいて、モータを冷却する冷却装置 10 を制御する（ステップ S A 4）。例えば、残り時間が 600 [s]、運転可能時間が 400 [s] である場合は、残り時間が運転可能時間よりも長いため、冷却装置 10 の運転を停止させることができない。この場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転を継続させる。

[0081] ステップ S A 1 ～ステップ S A 4 までの処理は、例えば、動作プログラムの実行中に所定時間ごとに繰り返し実行される。この所定時間は、上述したように、例えば、10 [s] である。

[0082] 例えば、残り時間が 180 [s] の時点において、温度情報受付部 223 は、モータの温度が 66 [°C] であることを示す温度情報を受け付ける（ステップ S A 2）。また、運転時間算出部 224 は、モータが、毎秒 0.18 [°C] の速さで上昇することを算出する（ステップ S A 3）。この場合、目標温度である 100 [°C] にモータの温度が到達するまでに、188 [s] の時

間を要する。すなわち、運転可能時間が188[s]である。すなわち、残り時間である180[s]は運転可能時間である188[s]よりも短いため、冷却制御部225は、冷却装置10の運転を停止させ（ステップSA4）、当該処理が終了する。

[0083] 〈第2の実施形態〉

図5は、第2の実施形態の制御装置2の機能の一例を示すブロック図である。第2の実施形態の制御装置2は、第1の実施形態の制御装置2が備える機能に加え、さらに、冷却情報受付部226を備える。冷却情報受付部226は、例えば、ハードウェアプロセッサ201が、ROM203に記憶されているシステムプログラム、および不揮発性メモリ205に記憶されている各種データを用いて演算処理することにより実現される。

[0084] 冷却情報受付部226は、冷却装置10の冷却能力を示す冷却情報を受け付ける。冷却能力を示す冷却情報は、例えば、モータが空冷によって冷却されるか、または水冷によって冷却されるかを示す情報を含む。

[0085] モータが空冷によって冷却される場合、冷却能力を示す冷却情報は、空冷時の除熱係数 J_2 、および冷却装置10のファンの回転数 S_f を含む。すなわち、冷却情報は、上述した数4式で表される。

[0086] モータが水冷によって冷却される場合、冷却能力を示す冷却情報は、水冷時のモータの除熱係数 J_3 、および冷却液の流量 Q を含む。すなわち、冷却情報は、上述した数5式で表される。

[0087] 運転時間算出部224は、さらに、冷却情報受付部226が受け付けた冷却情報に基づいて、運転可能時間を算出する。すなわち、運転時間算出部224は、少なくとも、センサ9によって検出されたモータの温度に関する温度情報、動作プログラム、熱モデル、および、冷却情報に基づいて運転可能時間を算出する。

[0088] 冷却制御部225は、まず、残り時間算出部222によって算出された残り時間と運転時間算出部224によって算出された運転可能時間とを比較する。冷却制御部225は、比較結果に基づいて冷却装置10を制御する。こ

の場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の冷却能力を向上または低下させる制御を行う。

[0089] 冷却装置 10 が運転中であって残り時間が運転可能時間よりも短い場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の冷却能力を低下させる。すなわち、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の冷却ファンの回転数を下げ、冷却装置 10 の冷却液の流量を減らし、または、冷却装置 10 の運転を停止させる。

[0090] 冷却装置 10 が運転中であって残り時間が運転可能時間よりも長い場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の冷却能力を向上させる。すなわち、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の冷却ファンの回転数を上げ、冷却装置 10 の冷却液の流量を増やす。

[0091] 冷却装置 10 が運転中であって残り時間と運転可能時間とが同じである場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転を継続させる。この場合、冷却制御部 225 は冷却装置 10 の冷却能力を維持させる。すなわち、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の冷却ファンの回転数を維持させ、または、冷却装置 10 の冷却液の流量を維持させる。

[0092] 冷却装置 10 の運転が停止中であって残り時間と運転可能時間が同じである場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の停止状態を維持させる。

[0093] 冷却装置 10 の運転が停止中であって残り時間が運転可能時間よりも長い場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の冷却能力を向上させる。すなわち、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転を開始させる。

[0094] 冷却装置 10 の運転が停止中であって残り時間が運転可能時間よりも短い場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転の停止状態を維持させる。

[0095] 図 6 は、モータの温度の推移などを示すグラフの一例である。L 11 は、従来のモータの冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合のモータの温度の推移を示す。L 12 は、従来のモータの冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合の冷却装置 10 の冷却能力の推移を示す。L 13 は、従来のモータの冷却方法においてあらかじめ設定された設定温度 T_s を示している。L 14 は、目標温度 T_t を示す。L 15 は、本実施形態における冷却方法

に基づいてモータの冷却が行われた場合のモータの温度の推移を示す。L 16は、本実施形態における冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合の冷却装置10の冷却能力の推移を示す。

[0096] L 11、L 12およびL 13が示すように、従来のモータの冷却方法では、モータの温度が設定温度 T_s に達したタイミング t_{12} において、冷却装置10の運転が開始されている。しかし、冷却装置10の運転が開始されたタイミング t_{12} とモータの温度が低下し始めるタイミングとの間にはタイムラグが生じる。そのため、モータが設定温度 T_s に達したあとに冷却装置10の運転が開始されても、モータの温度は上昇して目標温度 T_t に到達してしまう。

[0097] 一方、本実施形態のモータの冷却方法では、動作プログラムの実行が開始されてから所定の時間が経過したタイミング t_{11} において、冷却制御部225が冷却装置10の冷却能力を向上させている。図6に示す例では、冷却装置10の冷却能力は、10[W]まで向上している。冷却制御部225は、冷却情報受付部226が受け付けた冷却情報に基づいて、運転可能時間が残り時間よりもわずかに長くなるように冷却能力を向上させる。そのため、本実施形態の冷却方法では、動作プログラムの実行が終了する基準時 t_c までに、モータの温度は目標温度 T_t に到達しない。

[0098] 図7は、制御装置2で実行される処理の流れの一例を示すフローチャートである。制御装置2では、まず、残り時間算出部222が動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を算出する（ステップSB1）。例えば、動作プログラムの実行が開始されてから所定時間が経過した時点において、残り時間算出部222は、残り時間を、600[s]であると算出する。

[0099] 次に、温度情報受付部223がセンサ9によって検出されたモータの温度に関する温度情報を受け付ける（ステップSB2）。温度情報受付部223は、例えば、モータの温度が20[°C]であることを示す温度情報を受け付ける。

[0100] 次に、冷却情報受付部226が、冷却装置10の冷却能力を示す冷却情報を受け付ける（ステップSB3）。冷却情報受付部226は、例えば、空冷

時の除熱係数 J_2 と、冷却ファンの回転数が 600 [rpm] であることを示す情報を受け付ける。

[0101] 次に、運転時間算出部 224 が、少なくとも、温度情報、動作プログラム、熱モデル、および冷却情報に基づいて、モータの運転可能時間を算出する（ステップ S B 4）。運転時間算出部 224 は、例えば、残り時間である 600 [s] の間のモータの二乗平均電流、およびモータの二乗平均回転数などを示す情報に基づいて、モータが、毎秒 0.2 [°C] の速さで温度が上昇することを算出する。目標温度が 100 [°C] である場合、運転時間算出部 224 は、運転可能時間を、例えば、400 [s] であると算出する。

[0102] 最後に、冷却制御部 225 が、残り時間算出部 222 によって算出された残り時間と、運転時間算出部 224 によって算出された運転可能時間とに基づいて、モータを冷却する冷却装置 10 を制御する（ステップ S B 5）。例えば、残り時間が 600 [s]、運転可能時間が 400 [s] である場合は、残り時間が運転可能時間よりも長いため、冷却装置 10 の冷却能力が不足している。この場合、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の冷却能力を向上させる。

[0103] 冷却制御部 225 は、例えば、運転可能時間が 600 [s] 以上となるように、冷却装置 10 の冷却能力を算出する（ステップ S B 4）。冷却制御部 225 は、運転可能時間が 600 [s] 以上となるための冷却ファンの回転数を、例えば、1000 [rpm] であると算出する。冷却制御部 225 は、算出した冷却ファンの回転数に基づいて、冷却ファンを制御する（ステップ S B 5）。

[0104] なお、ステップ S B 1 ～ステップ S B 5 までの処理は、例えば、プログラムの実行中に所定時間ごとに繰り返し実行される。この所定時間は、上述したように、例えば、10 [s] である。

[0105] 〈第 3 の実施形態〉

図 8 は、第 3 の実施形態の制御装置 2 の機能の一例を示すブロック図である。第 3 の実施形態の制御装置 2 は、第 2 の実施形態の制御装置 2 が備える

機能に加え、さらに、入力受付部 227 を備える。入力受付部 227 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 が、ROM 203 に記憶されているシステムプログラム、および不揮発性メモリ 205 に記憶されている各種データを用いて演算処理することにより実現される。

[0106] 入力受付部 227 は、制御装置 2 の外部から入力される入力情報を受け付ける。入力受付部 227 は、例えば、入出力装置 3 からの入力情報を受け付ける。入力情報は、例えば、モータの目標温度 T_t である。

[0107] 入力受付部 227 が、例えば、モータの目標温度 T_t を受け付けた場合、運転時間算出部 224 は、さらに、入力受付部 227 が受け付けた入力情報に基づいて、運転可能時間を算出する。すなわち、運転時間算出部 224 は、温度情報、動作プログラム、熱モデル、冷却情報、および目標温度 T_t に基づいて運転可能時間を算出する。

[0108] 図 9 は、制御装置 2 で実行される処理の流れの一例を示す。制御装置 2 では、まず、残り時間算出部 222 が動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を算出する（ステップ SC1）。

[0109] 次に、温度情報受付部 223 がセンサ 9 によって検出されたモータの温度に関する温度情報を受け付ける（ステップ SC2）。

[0110] 次に、入力受付部 227 が入力情報の入力を受け付ける（ステップ SC3）。

[0111] 次に、冷却情報受付部 226 が、冷却装置 10 の冷却能力を示す冷却情報を受け付ける（ステップ SC4）。

[0112] 次に、運転時間算出部 224 が、少なくとも、温度情報、動作プログラム、冷却情報、および入力情報に基づいて、モータの運転可能時間を算出する（ステップ SC5）。

[0113] 最後に、冷却制御部 225 が、残り時間算出部 222 によって算出された残り時間と、運転時間算出部 224 によって算出された運転可能時間とに基づいて、モータを冷却する冷却装置 10 を制御して（ステップ SC6）、当該処理が終了する。

- [0114] なお、ステップSC1～ステップSC6までの処理は、例えば、プログラムの実行中に所定時間ごとに繰り返し実行される。
- [0115] 上述したように、冷却制御部225は、冷却装置10を停止させる制御、または、冷却装置10の冷却能力を低下させる制御を行う場合がある。この場合、冷却制御部225は、冷却装置10を停止させる制御、または、冷却装置10の冷却能力を低下させる制御を行わない場合と比較して節約されたエネルギーを算出してもよい。
- [0116] 冷却制御部225は、例えば、図3に示す例において、従来の冷却方法において冷却装置10が消費するエネルギーと第1の実施形態の冷却方法において冷却装置10が消費するエネルギーの差分を算出してもよい。この差分が節約されたエネルギーとなる。この場合、制御装置2は、例えば、節約されたエネルギーを示す情報を入出力装置3に表示させてもよい。
- [0117] 上述した各実施形態では、1つの動作プログラムが実行される場合のモータの冷却方法について説明した。しかし、複数の動作プログラムが、機械停止期間を挟んで実行される場合であっても、本開示の冷却方法が適用されてもよい。この場合、運転時間算出部224は、温度情報、実行中の動作プログラムに加え、さらに、動作プログラムが実行されていない機械停止期間を加味して運転可能時間を算出する。
- [0118] 図10は、モータの温度の推移などを示すグラフの一例である。図10に示す例では、第1の動作プログラムが実行される第1の期間と、第1の期間の後に、第2の動作プログラムが実行される第2の期間と、第1の期間と第2の期間との間に動作プログラムが実行されない機械停止期間が設けられる。
- [0119] L21は、従来のモータの冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合のモータの温度の推移を示す。L22は、従来のモータの冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合の冷却装置10の冷却能力の推移を示す。L23は、目標温度 T_t を示す。L24は、本実施形態の冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合のモータの温度の推移を示す。L25は、本実

施形態の冷却方法に基づいてモータの冷却が行われた場合のモータの冷却能力の推移を示す。

[0120] L 2 1 および L 2 2 が示すように、従来のモータの冷却方法では、冷却装置 1 0 の冷却能力は、第 1 の期間、機械停止期間、および第 2 の期間を通して一定に保たれている。この場合、モータの温度は、第 1 の期間では上昇する。また、モータの温度は、機械停止期間では低下する。また、モータの温度は、第 2 の期間では上昇して目標温度に達する。

[0121] 一方、本実施形態の冷却方法では、第 1 の動作プログラムの実行開始から所定時間が経過したタイミング t_{21} において、運転時間算出部 2 2 4 が運転可能時間を算出する。運転時間算出部 2 2 4 は、所定時間が経過したタイミング t_{21} における冷却装置 1 0 の冷却能力に基づいて、運転可能時間を算出する。

[0122] ここで、運転可能時間は、制御装置 2 において、第 1 の動作プログラムが実行された後に、所定の機械停止期間が設けられ、その後、第 2 の動作プログラムが実行される場合における運転可能時間である。

[0123] 運転時間算出部 2 2 4 は、まず、タイミング t_{21} において、例えば、上述した数 2 式などを用いて、第 1 の期間の終了時におけるモータの温度を算出する。さらに、運転時間算出部 2 2 4 は、例えば、第 1 の期間の終了時におけるモータの温度、および上述した数 2 式を用いて、機械停止期間の終了時におけるモータの温度を算出する。さらに、運転時間算出部 2 2 4 は、機械停止期間の終了時におけるモータの温度、第 2 の動作プログラム、および熱モデルに基づいて、第 2 の期間における運転可能時間を算出する。運転時間算出部 2 2 4 は、第 1 の期間と、機械停止期間と、第 2 の期間における運転可能時間とを加算することにより、第 1 の動作プログラムが実行された後に、所定の機械停止期間が設けられ、その後、第 2 の動作プログラムが実行される場合における運転可能時間を算出する。

[0124] そして、残り時間算出部 2 2 2 によって算出された残り時間が運転可能時間よりも長い場合、冷却制御部 2 2 5 は、冷却装置 1 0 の冷却能力を向上さ

せる。冷却制御部 225 は、基準時、すなわち、第 2 の動作プログラムの終了時におけるモータの温度が目標温度に達しないように冷却装置 10 の冷却能力を向上させる。

[0125] 以上説明したように、制御装置 2 は、動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を算出する残り時間算出部 222 と、センサ 9 によって検出されたモータの温度に関する温度情報を受け付ける温度情報受付部 223 と、少なくとも、温度情報、動作プログラム、および熱モデルに基づいて、モータの運転可能時間を算出する運転時間算出部 224 と、残り時間算出部 222 によって算出された残り時間と、運転時間算出部 224 によって算出された運転可能時間とに基づいて、モータを冷却する冷却装置 10 を制御する冷却制御部 225 と、を備える。

[0126] したがって、制御装置 2 は、冷却装置 10 が必要以上にエネルギーを消費すること、および、モータが過熱することを防ぐことが可能となる。

[0127] また、制御装置 2 は、冷却装置 10 の冷却能力を示す冷却情報を受け付ける冷却情報受付部 226 をさらに備え、運転時間算出部 224 は、さらに、冷却情報受付部 226 が受け付けた冷却情報に基づいて、運転可能時間を算出する。また、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 の運転を開始または停止させる制御、もしくは、冷却装置 10 の冷却能力を向上または低下させる制御を行う。

[0128] したがって、制御装置 2 は、冷却装置 10 の現在の冷却能力に基づいて、冷却装置 10 を適切に制御することができる。その結果、制御装置 2 は、冷却装置 10 が必要以上にエネルギーを消費すること、および、モータが過熱することをさらに効果的に防ぐことができる。

[0129] また、冷却制御部 225 は、冷却装置 10 を停止させる制御、または、冷却装置 10 の冷却能力を低下させる制御を行う場合、冷却装置 10 を停止させる制御、または、冷却装置 10 の冷却能力を低下させる制御を行わない場合と比較して節約されたエネルギーを算出する。この場合、制御装置 2 は、例えば、入出力装置 3 に節約されたエネルギーを表示させることができる。

[0130] また、モータの目標温度の入力を受け付ける入力受付部 227 をさらに備え、運転時間算出部 224 は、さらに、入力受付部 227 によって受け付けられた目標温度に基づいて、運転可能時間を算出する。したがって、オペレータは、モータの仕様に合わせて、モータの目標温度を入力することができる。また、オペレータは、目標温度を容易に変更することができる。

[0131] また、基準時は、動作プログラムの終了時である。したがって、制御装置 2 は、動作プログラムの終了時までにはモータが過熱状態になることを防ぐことができる。

[0132] また、運転時間算出部 224 は、さらに、動作プログラムが実行されていない機械停止期間を示す情報に基づいて、運転可能時間を算出する。したがって、制御装置 2 は、複数の動作プログラムが連続して、または機械停止期間をあけて実行される場合であっても、冷却装置 10 が必要以上にエネルギーを消費すること、および、モータが過熱することをさらに効果的に防ぐことができる。

[0133] 本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、または、請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の要旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。

[0134] 以下に、本開示の実施形態に係る付記を示す。

付記 [1]

動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を算出する残り時間算出部と、センサによって検出されたモータの温度に関する温度情報を受け付ける温度情報受付部と、少なくとも、前記温度情報、前記動作プログラム、および熱モデルに基づいて、前記モータの運転可能時間を算出する運転時間算出部と、前記残り時間算出部によって算出された前記残り時間と、前記運転時間算出部によって算出された前記運転可能時間とに基づいて、前記モータ

を冷却する冷却装置を制御する冷却制御部と、を備える制御装置。

付記〔２〕

前記冷却装置の冷却能力を示す冷却情報を受け付ける冷却情報受付部をさらに備え、前記運転時間算出部は、さらに、前記冷却情報受付部が受け付けた前記冷却情報に基づいて、前記運転可能時間を算出する付記〔１〕に記載の制御装置。

付記〔３〕

前記冷却制御部は、前記冷却装置の運転を開始または前記冷却装置の運転を停止させる制御、もしくは、前記冷却装置の冷却能力を向上または低下させる制御を行う付記〔１〕または〔２〕に記載の制御装置。

付記〔４〕

前記冷却制御部は、前記冷却装置を停止させる制御、または、前記冷却装置の冷却能力を低下させる制御を行う場合、前記冷却装置を停止させる制御、または、前記冷却装置の冷却能力を低下させる制御を行わない場合と比較して節約されたエネルギーを算出する付記〔３〕に記載の制御装置。

付記〔５〕

前記モータの目標温度の入力を受け付ける入力受付部をさらに備え、前記運転時間算出部は、さらに、前記入力受付部によって受け付けられた前記目標温度に基づいて、前記運転可能時間を算出する付記〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の制御装置。

付記〔６〕

前記基準時は、前記動作プログラムの終了時である付記〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の制御装置。

付記〔７〕

前記運転時間算出部は、さらに、前記動作プログラムが実行されていない機械停止期間を示す情報に基づいて、前記運転可能時間を算出する付記〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の制御装置。

符号の説明

[0135]	1	産業機械
	2	制御装置
	2 0 1	ハードウェアプロセッサ
	2 0 2	バス
	2 0 3	ROM
	2 0 4	RAM
	2 0 5	不揮発性メモリ
	2 0 6	第 1 のインタフェース
	2 0 7	軸制御回路
	2 0 8	スピンドル制御回路
	2 0 9	PLC
	2 1 0	I/Oユニット
	2 1 1	第 2 のインタフェース
	2 1 2	第 3 のインタフェース
	2 2 1	記憶部
	2 2 2	残り時間算出部
	2 2 3	温度情報受付部
	2 2 4	運転時間算出部
	2 2 5	冷却制御部
	2 2 6	冷却情報受付部
	2 2 7	入力受付部
	3	入出力装置
	4	サーボアンプ
	5	サーボモータ
	6	スピンドルアンプ
	7	スピンドルモータ
	8	補助機器
	9	センサ

1 0 冷却装置

請求の範囲

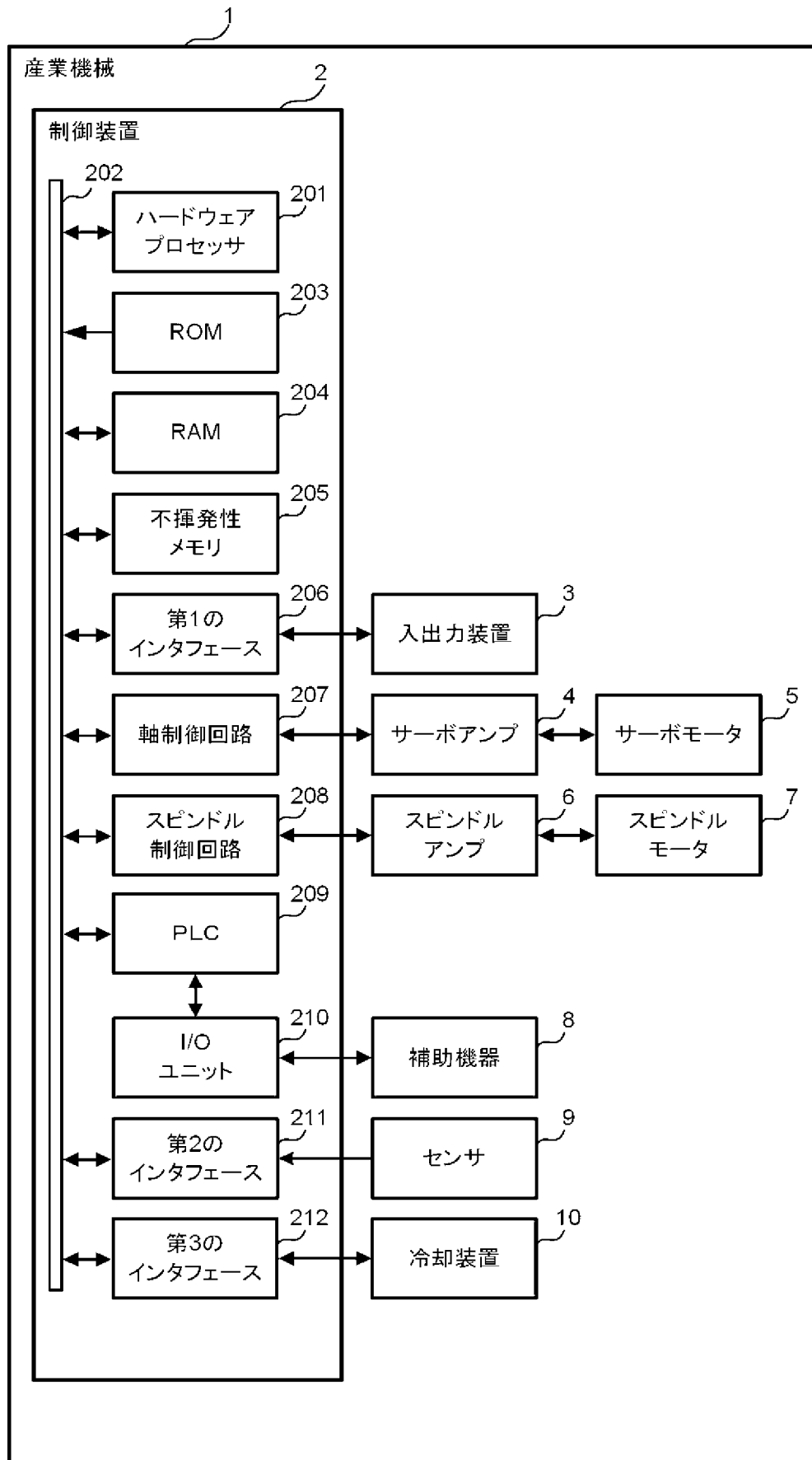
- [請求項1] 動作プログラムを解析して基準時までの残り時間を算出する残り時間算出部と、
- センサによって検出されたモータの温度に関する温度情報を受け付ける温度情報受付部と、
- 前記動作プログラム、前記温度情報、および前記モータの熱モデルに基づいて、前記モータの運転可能時間を算出する運転時間算出部と、
- 、
- 前記残り時間算出部によって算出された前記残り時間と、前記運転時間算出部によって算出された前記運転可能時間とに基づいて、前記モータを冷却する冷却装置を制御する冷却制御部と、
- を備える制御装置。
- [請求項2] 前記冷却装置の冷却能力を示す冷却情報を受け付ける冷却情報受付部をさらに備え、
- 前記運転時間算出部は、さらに、前記冷却情報受付部が受け付けた前記冷却情報に基づいて、前記運転可能時間を算出する請求項1に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記冷却制御部は、前記冷却装置の運転を開始または停止させる制御、もしくは、前記冷却装置の冷却能力を向上または低下させる制御を行う請求項1または2に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記冷却制御部は、前記冷却装置を停止させる制御、または、前記冷却装置の冷却能力を低下させる制御を行う場合、前記冷却装置を停止させる制御、または、前記冷却装置の冷却能力を低下させる制御を行わない場合と比較して節約されたエネルギーを算出する請求項3に記載の制御装置。
- [請求項5] 前記モータの目標温度の入力を受け付ける入力受付部をさらに備え、
- 、
- 前記運転時間算出部は、さらに、前記入力受付部によって受け付け

られた前記目標温度に基づいて、前記運転可能時間を算出する請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

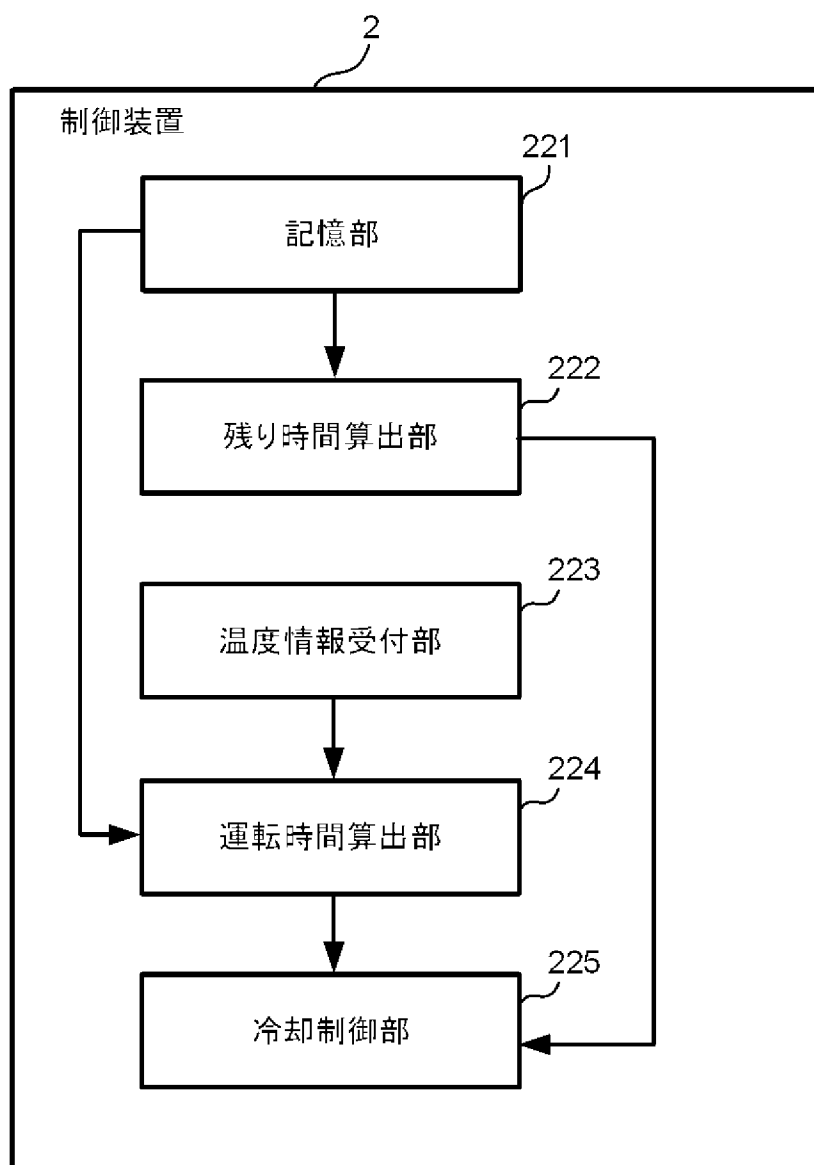
[請求項6] 前記基準時は、前記動作プログラムの終了時である請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

[請求項7] 前記運転時間算出部は、さらに、前記動作プログラムが実行されていない機械停止期間を示す情報に基づいて、前記運転可能時間を算出する請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

[図1]

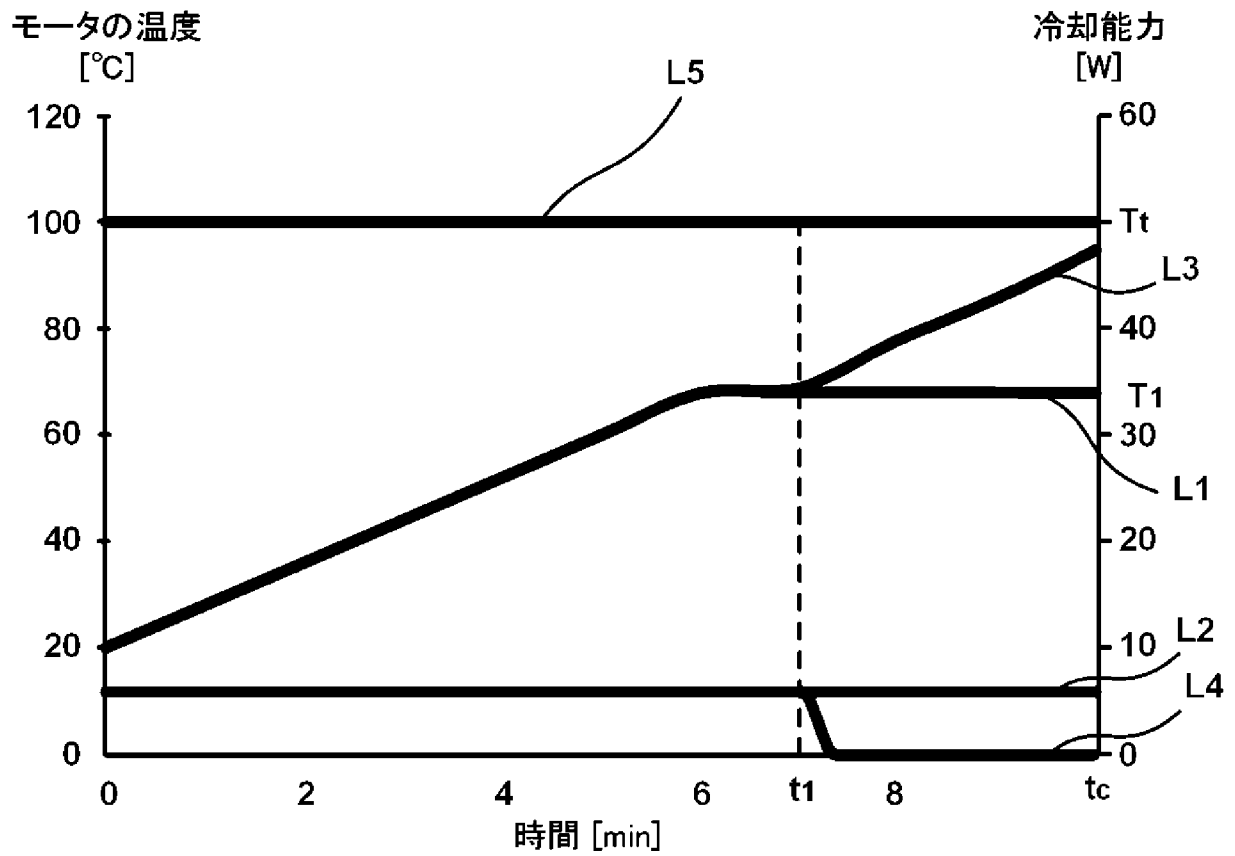


[図2]

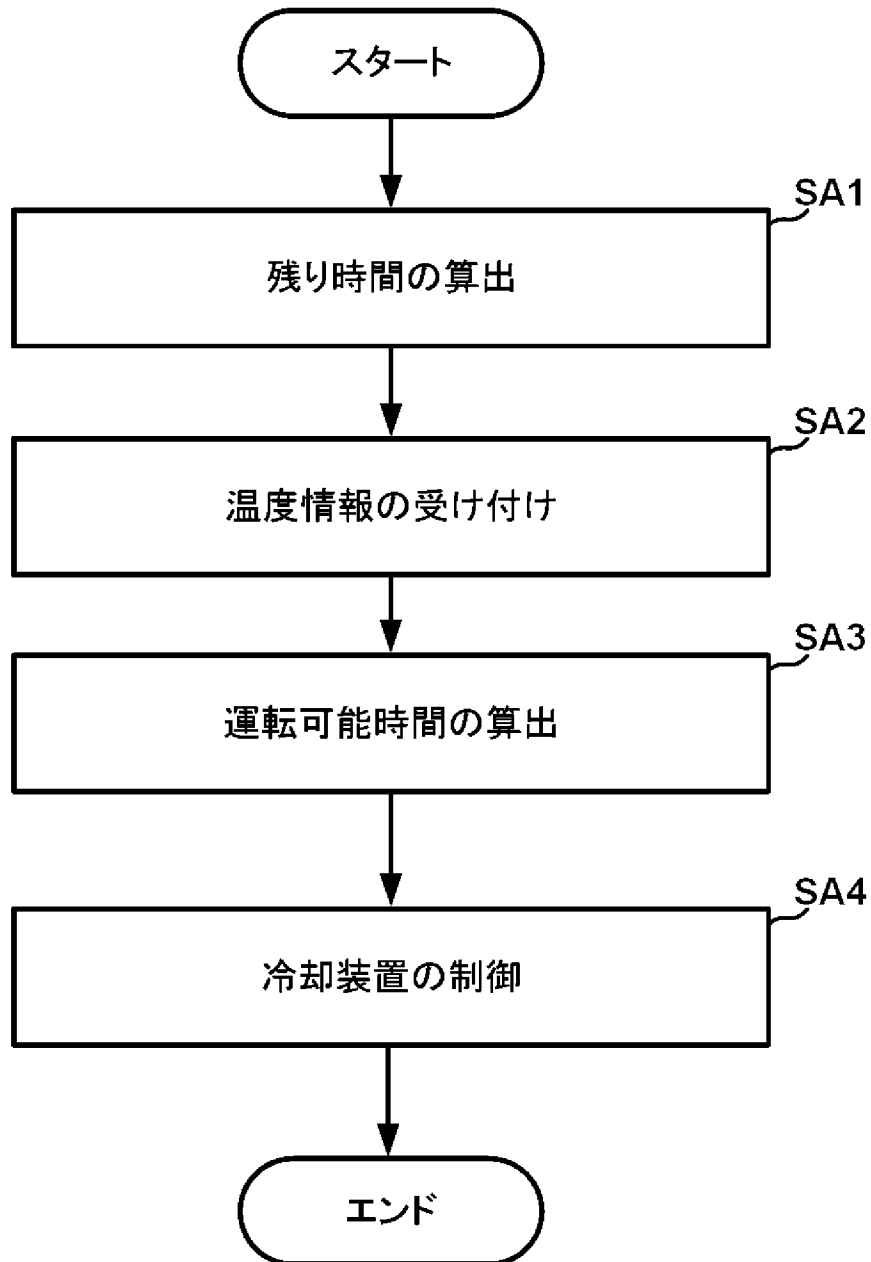


[図3]

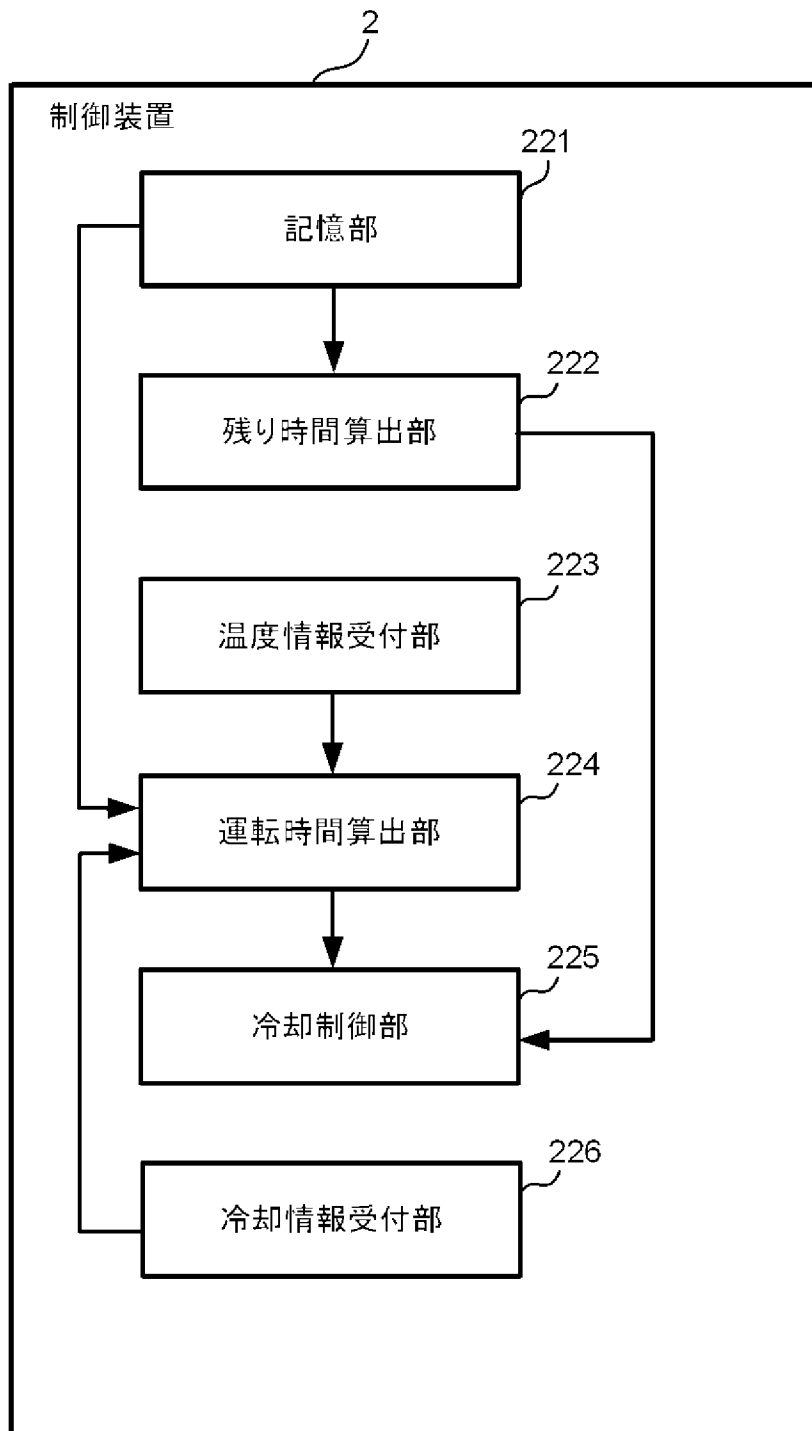
モータの温度&冷却能力



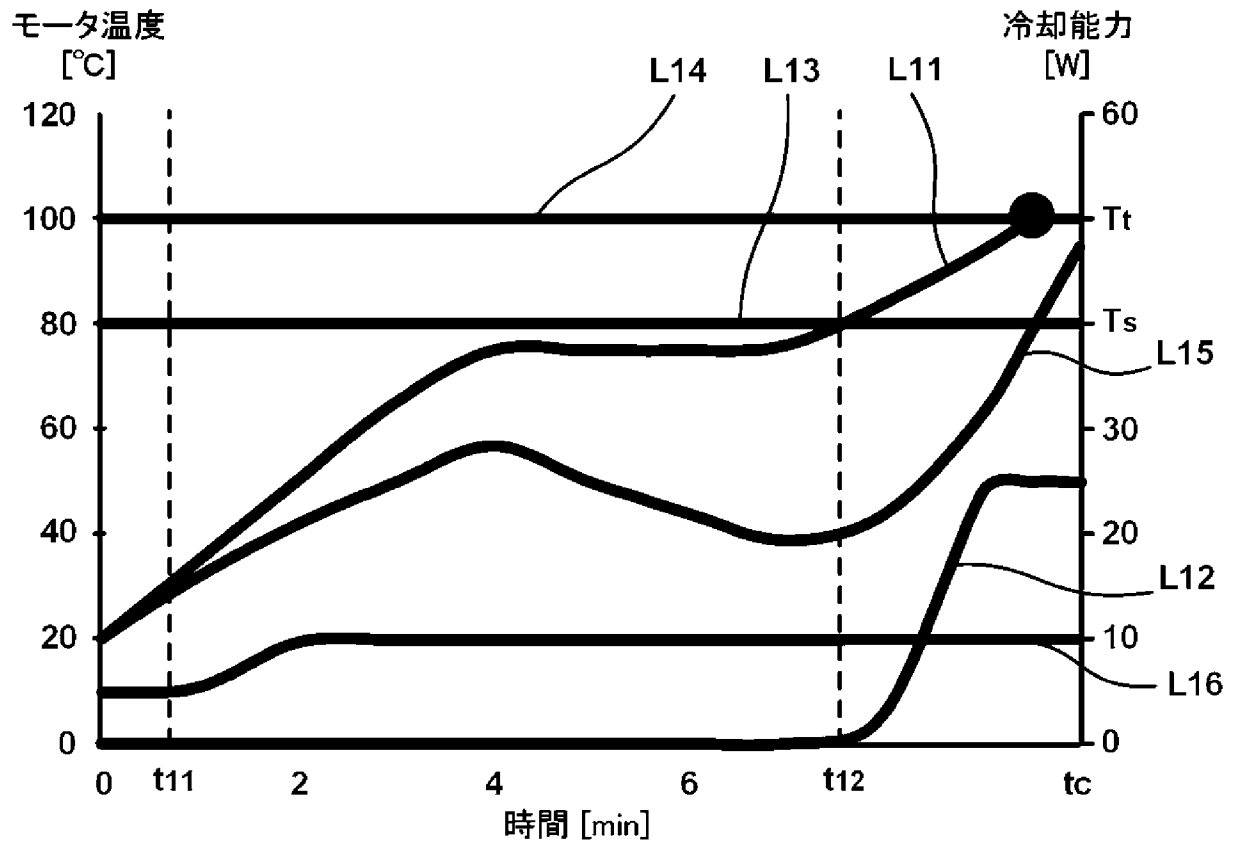
[図4]



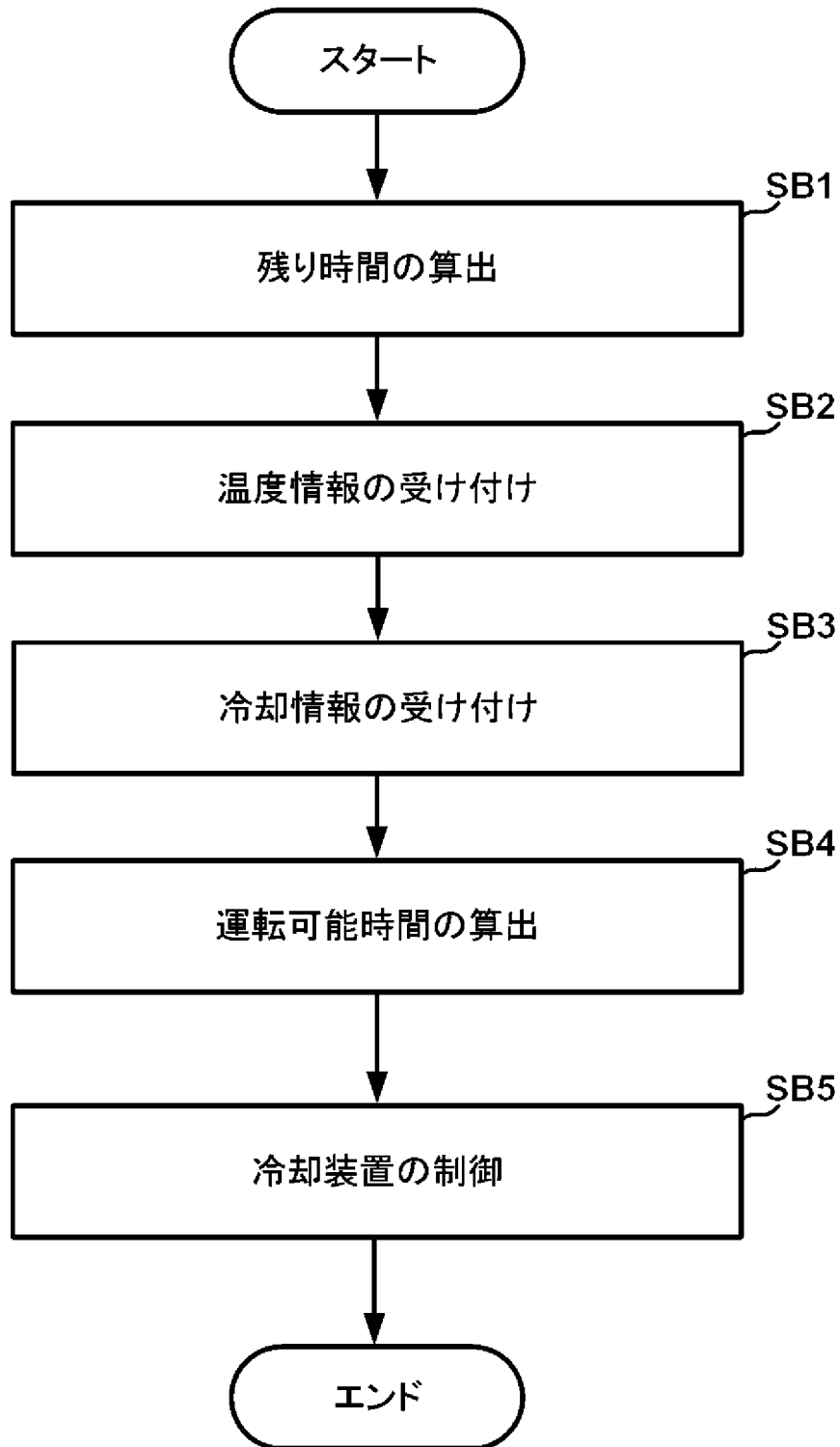
[図5]



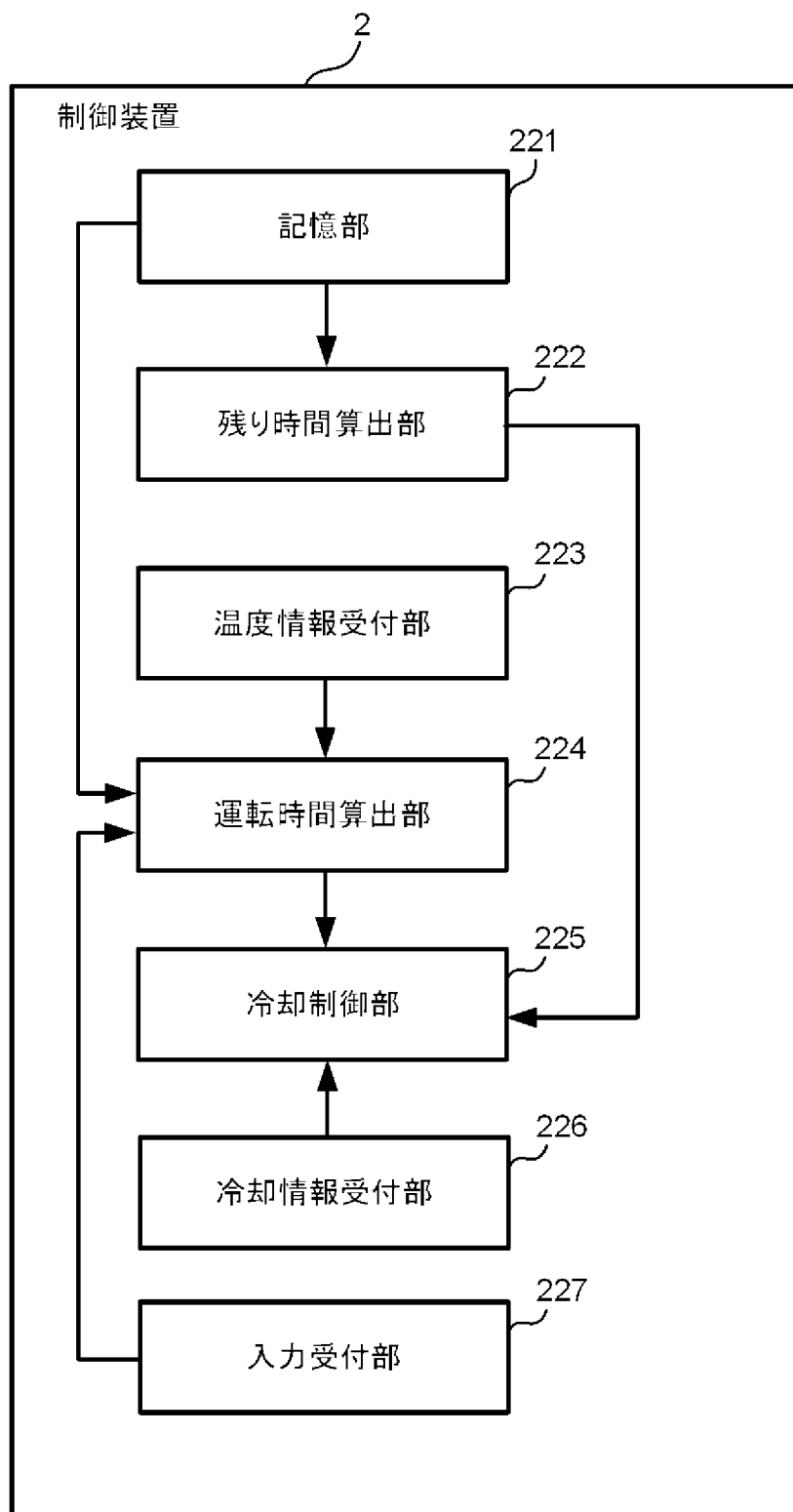
モータの温度&冷却能力



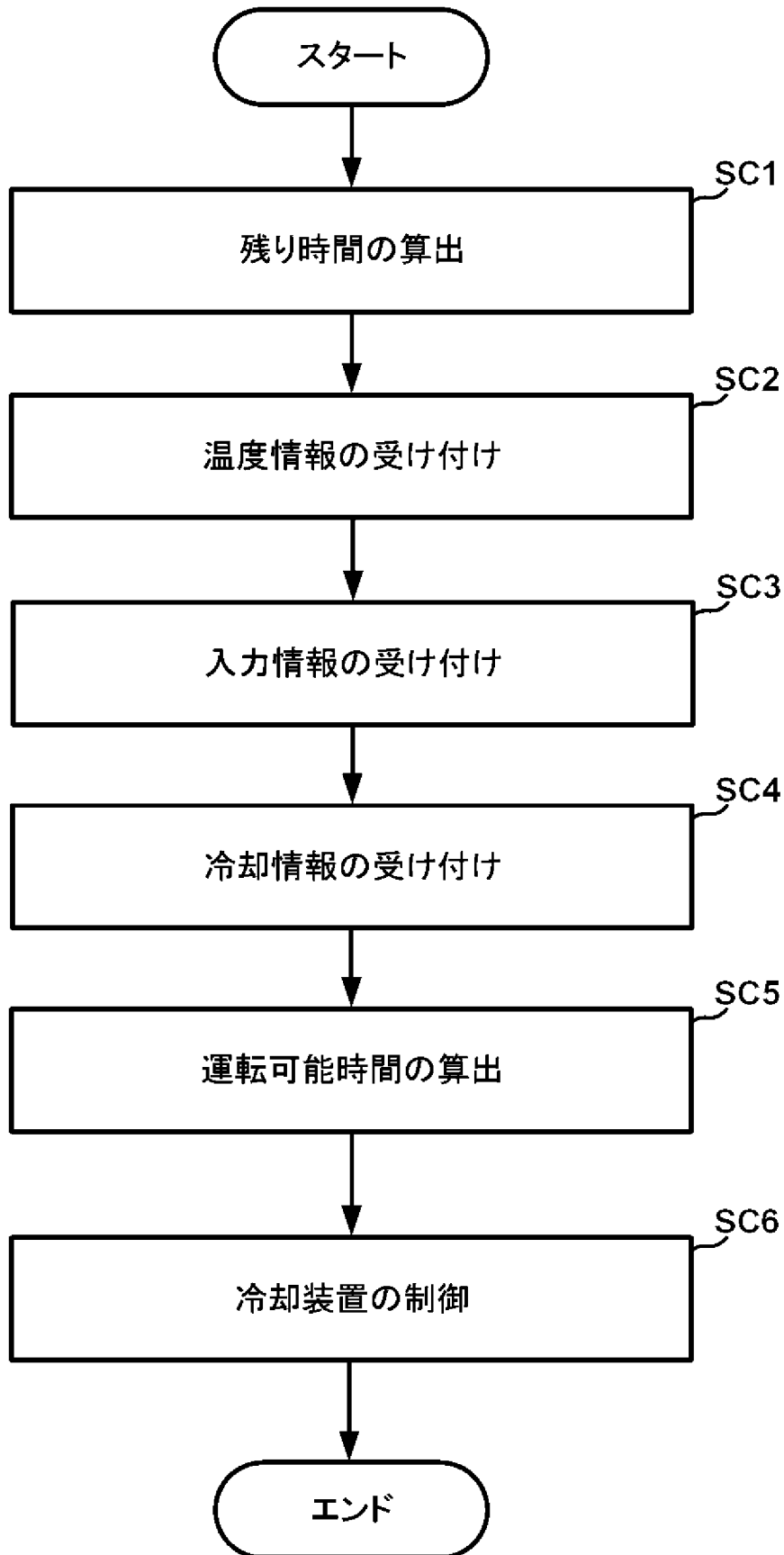
[図7]



[図8]

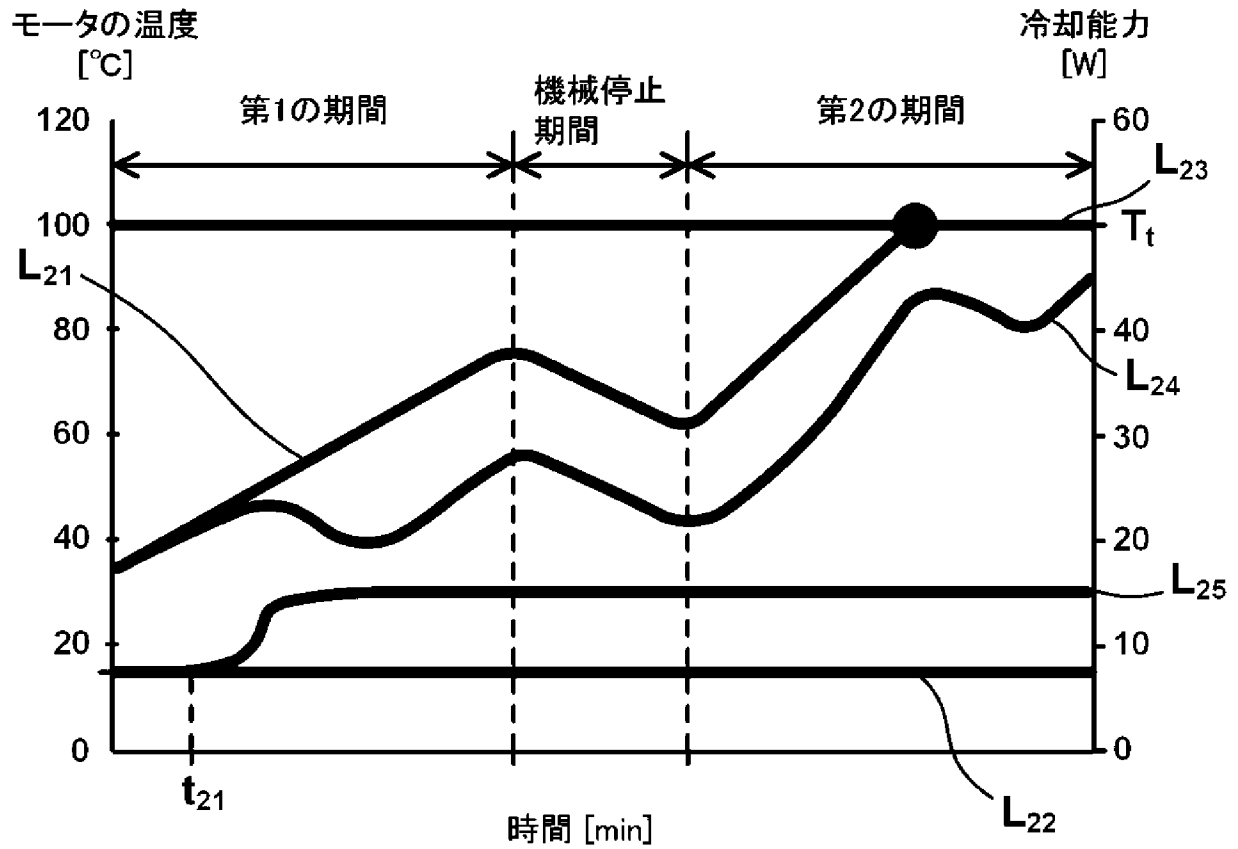


[図9]



[図10]

モータの温度&冷却能力



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/044044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02P 29/62**(2016.01)i

FI: H02P29/62

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

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.
A	JP 2010-74988 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 02 April 2010 (2010-04-02) paragraphs [0014]-[0040], fig. 1-4	1-7
A	JP 2000-175348 A (TOSHIBA CORP.) 23 June 2000 (2000-06-23) paragraphs [0022]-[0033], fig. 1	1-7
A	WO 2020/136765 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 02 July 2020 (2020-07-02) paragraphs [0013]-[0059], fig. 1-4	1-7



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

26 December 2022

Date of mailing of the international search report

10 January 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/JP2022/044044

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010-74988	A	02 April 2010	(Family: none)	
JP	2000-175348	A	23 June 2000	(Family: none)	
WO	2020/136765	A1	02 July 2020	JP 6697794 B1 paragraphs [0013]-[0059], fig. 1-4	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 29/62(2016.01)i FI: H02P29/62										
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）） 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 <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>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 国際調査でを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	1971-2022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
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									
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 2010-74988 A（トヨタ自動車株式会社）02.04.2010（2010-04-02） 段落[0014]-[0040]，図1-4	1-7								
A	JP 2000-175348 A（株式会社東芝）23.06.2000（2000-06-23） 段落[0022]-[0033]，図1	1-7								
A	WO 2020/136765 A1（三菱電機株式会社）02.07.2020（2020-07-02） 段落[0013]-[0059]，図1-4	1-7								
☐ 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 26.12.2022		国際調査報告の発送日 10.01.2023								
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） 柏崎 翔 3V 4788 電話番号 03-3581-1101 内線 3357								

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/JP2022/044044

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2010-74988	A	02.04.2010	(ファミリーなし)	
JP	2000-175348	A	23.06.2000	(ファミリーなし)	
WO	2020/136765	A1	02.07.2020	JP 6697794 B1	
				段落[0013]-[0059], 図1-4	