

(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7月4日(04.07.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/142467 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 21/22 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/030118

(22) 国際出願日: 2023年8月22日(22.08.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2022-211607 2022年12月28日(28.12.2022) JP

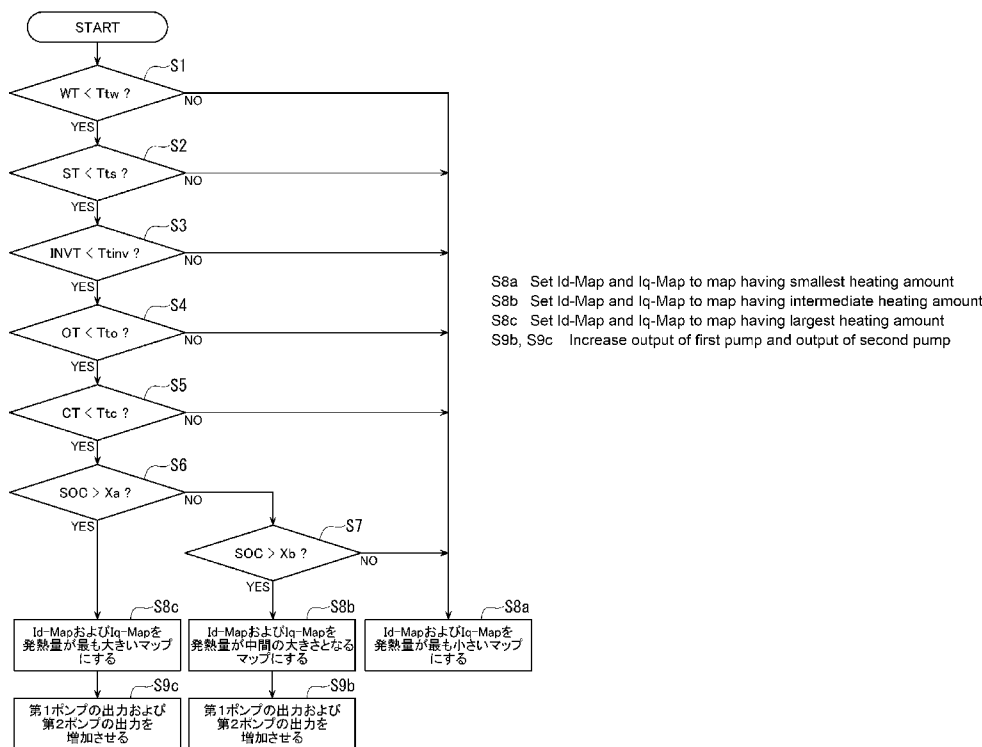
(71) 出願人: ニデック株式会社 (**NIDEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 森 佑樹 (**MORI Yuki**); 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 ニデック株式会社内 Kyoto (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, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) **Title:** CONTROL DEVICE, DRIVING DEVICE, CONTROL METHOD, AND CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御装置、駆動装置、制御方法、および制御プログラム



(57) **Abstract:** An aspect of the present invention is a control device that controls a motor and that is provided with a control unit that controls the motor. The control unit performs regenerative current control for respectively controlling a d-axis current command value and a q-axis current command value on the basis of a regenerative torque command value. When performing the regenerative current control, the control unit determines the ratio of the d-axis current command value to the q-axis current command value on the basis of the charging rate of a battery capable of supplying power to



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))

the motor and temperature information related to the motor.

(57) 要約: 本発明の制御装置の一つの態様は、モータを制御する制御装置であって、モータを制御する制御部を備える。制御部は、回生トルク指令値に基づいてd軸電流指令値とq軸電流指令値とをそれぞれ制御する回生電流制御を実行する。制御部は回生電流制御の実行時に、モータに電力を供給可能なバッテリーの充電率と、モータに関する温度情報と、に基づいて、d軸電流指令値とq軸電流指令値との比率を決定する。

明 細 書

発明の名称：

制御装置、駆動装置、制御方法、および制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、制御装置、駆動装置、制御方法、および制御プログラムに関する。

本願は、2022年月12月28日に日本に出願された特願2022-211607号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来の電気自動車に使用されるモータを内蔵したトランスアクスルなどの動力伝達装置は、運転者がブレーキを踏んだ際や坂道などでは、モータのロータが車両の車輪から伝達されるトルクを受けて回転することにより電力を発生する。すなわち、動力伝達装置のモータは、発電機としての機能することが知られている（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2020-91001号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のような動力伝達装置においては、モータが発電機として機能した際に発生した電力を利用してバッテリーを充電する。この場合、バッテリーの充電率が或る程度大きい場合に、モータからバッテリーに電力が供給されると、バッテリーが過充電される恐れがある。これに対して、バッテリーの充電率が或る程度大きい場合にモータに生じる回生トルクをゼロにする、または低下させるなどの制御を行えば、モータからバッテリーに供給される電力をゼロにする、または低下させることができるため、バッテリーが過充電されることを抑制できる。しかしながら、その場合には、回生トルクをブレーキトルクとして

利用しにくくなるため、車両のブレーキを好適に掛けにくくなるなどの問題があった。

[0005] 本発明は、上記事情に鑑みて、回生トルクを維持しつつ、バッテリーが過充電されることを抑制できる制御装置、駆動装置、制御方法、および制御プログラムを提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の制御装置の一つの態様は、モータを制御する制御装置であって、前記モータを制御する制御部を備える。前記制御部は、回生トルク指令値に基づいて d 軸電流指令値と q 軸電流指令値とをそれぞれ制御する回生電流制御を実行する。前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記モータに電力を供給可能なバッテリーの充電率と、前記モータに関する温度情報と、に基づいて、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を決定する。

[0007] 本発明の駆動装置の一つの態様は、上記の制御装置を有するモータと、前記モータに接続されたギヤ機構と、を備える。

[0008] 本発明の制御方法の一つの態様は、モータを制御する制御方法であって、回生トルク指令値に基づいて d 軸電流指令値と q 軸電流指令値とをそれぞれ制御する回生電流制御を実行することを含み、前記回生電流制御の実行時において、前記モータに電力を供給可能なバッテリーの充電率と前記モータに関する温度情報とに基づいて、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を決定することを含む。

[0009] 本発明の制御プログラムの一つの態様は、上記の制御方法をコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0010] 本発明の一つの態様によれば、モータおよび駆動装置において、回生トルクを維持しつつ、バッテリーが過充電されることを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図 1 は、一実施形態における駆動装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図 2 は、一実施形態における制御部の機能を示すブロック図である。

[図3]図3は、d軸電流成分とq軸電流成分と回生トルクとの関係を示すグラフである。

[図4]図4は、一実施形態における制御部による回生電流制御の制御手順の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 図1に示す駆動装置100は、車両に搭載され、車両の車軸を回転させる駆動装置である。図1に示すように、駆動装置100は、モータ10と、ギヤ機構20と、を備える。ギヤ機構20は、モータ10に接続されている。ギヤ機構20は、車両の車軸にモータ10の後述するロータ12の回転を伝える。ギヤ機構20は、ロータ12に接続された減速装置21と、減速装置21に接続された差動装置22と、を有する。差動装置22は、車両の車軸を回転させる。

[0013] モータ10には、車両に搭載されたバッテリー92から電力が供給される。バッテリー92は、充電式のバッテリーである。モータ10は、モータ本体11と、ハウジング30と、制御装置40と、第1流路部50と、第1ポンプ51と、クーラ52と、冷媒供給部53と、第1温度センサ61と、第2温度センサ62と、を有する。

[0014] モータ本体11は、ギヤ機構20に接続されたロータ12と、ロータ12と隙間を介して対向するステータ13と、を有する。つまり、モータ10は、ロータ12と、ステータ13と、を有する。ロータ12は、減速装置21に接続されたシャフト12aと、シャフト12aに固定されたロータコア12bと、を有する。ステータ13は、ロータ12の径方向外側に位置する。ステータ13は、ステータコア13aと、ステータコア13aに取り付けられた複数のコイル13bと、を有する。つまり、モータ10は、ステータコア13aと、コイル13bと、を有する。

[0015] ハウジング30は、モータ本体11、ギヤ機構20、第1温度センサ61、および第2温度センサ62を内部に収容している。ハウジング30は、オイルOが貯留される貯留部31を有する。貯留部31は、例えば、ハウジン

グ30の下部領域に設けられている。オイルOは、モータ本体11を冷却する冷媒として使用される。また、オイルOは、減速装置21および差動装置22に対して潤滑油として使用される。オイルOとしては、例えば、冷媒および潤滑油の機能を奏するために、比較的粘度の低いオートマチックトランスミッション用潤滑油（ATF：Automatic Transmission Fluid）と同等のオイルを用いることが好ましい。本実施形態においてオイルOは、「第1冷媒」に相当する。ハウジング30には、第1ポンプ51とクーラ52とが取り付けられている。

[0016] 第1温度センサ61は、モータ本体11の温度を計測可能なセンサである。本実施形態において第1温度センサ61は、モータ本体11の温度として、ステータ13のコイル13bの温度STを計測可能である。つまり、本実施形態においてモータ本体11の温度は、コイル13bの温度STを含む。第1温度センサ61は、コイル13bに取り付けられている。第1温度センサ61の計測結果は、制御装置40の後述する制御部42に送られる。

[0017] 第2温度センサ62は、ステータ13に供給される第1冷媒としてのオイルOの温度を計測可能なセンサである。本実施形態において第2温度センサ62は、貯留部31の内部に位置する。第2温度センサ62の計測結果は、制御装置40の後述する制御部42に送られる。

[0018] 制御装置40は、モータ10を制御する。制御装置40は、ケース41と、制御部42と、インバータ回路部43と、コンデンサ44と、第3温度センサ63と、第4温度センサ64と、第5温度センサ65と、を備える。ケース41は、制御部42、インバータ回路部43、第3温度センサ63、第4温度センサ64、および第5温度センサ65を内部に収容している。ケース41は、例えば、ハウジング30に取り付けられている。なお、ケース41の少なくとも一部とハウジング30の少なくとも一部とは、同一の単一部材の一部であってもよい。

[0019] インバータ回路部43は、モータ10のコイル13bに電流を供給可能である。インバータ回路部43は、制御部42からの信号に基づいて、コイル

13bに供給する電力を調整する。インバータ回路部43は、トランジスタ43aを有する。図示は省略するが、トランジスタ43aは、複数設けられている。コンデンサ44は、インバータ回路部43に電氣的に接続されている。コンデンサ44は、例えば、フィルムコンデンサである。

[0020] 制御部42は、車両に搭載されたV C U (Vehicle Control Unit) 90から入力された信号に基づいてモータ10を制御する。V C U 90は、車両に搭載された各種の機器を制御する車両制御装置である。図2に示すように、本実施形態においてV C U 90から制御部42に入力される信号は、トルク指令値 T_t および回転数指令値 R_t を含む。トルク指令値 T_t は、力行トルク指令値 T_{tp} と、回生トルク指令値 T_{tr} と、を含む。例えば、力行トルク指令値 T_{tp} は正の値のトルク指令値 T_t であり、回生トルク指令値 T_{tr} は負の値のトルク指令値 T_t である。モータ10は、V C U 90から力行トルク指令値 T_{tp} が入力された場合に力行状態となり、V C U 90から回生トルク指令値 T_{tr} が入力された場合に回生状態となる。力行状態においてモータ10は、バッテリー92に充電された電力を使用して車両の車軸を回転させる。回生状態においてモータ10は、発電機として機能し、車両の車軸が回転させられることによって生じた電力をバッテリー92に充電する。

[0021] 図1に示すように、本実施形態においてV C U 90には、ブレーキ信号 B_s が入力される。ブレーキ信号 B_s は、例えば、車両の運転者がブレーキペダルを踏み込んだ場合にV C U 90に入力される。本実施形態においてV C U 90は、ブレーキ信号 B_s が入力された場合に、制御部42に対して回生トルク指令値 T_{tr} をトルク指令値 T_t として出力する。なお、ブレーキ信号 B_s は、運転者の動作によらず、車両に搭載されたシステムから入力される信号であってもよい。また、V C U 90は、ブレーキ信号 B_s 以外のモータ10を回生状態に移行させる信号が入力された場合に、制御部42に対して回生トルク指令値 T_{tr} をトルク指令値 T_t として出力してもよい。

[0022] V C U 90は、ブレーキ信号 B_s が入力された場合に、車両に対してブレーキ信号 B_s に基づいたブレーキを掛けるために必要なブレーキトルクの値

を算出し、当該ブレーキトルクの値に基づいて、車両に搭載されたメカニカルブレーキ 93 に送るメカニカルブレーキトルク指令値と、制御部 42 に送る回生トルク指令値 T_{tr} と、を決定する。車両に対してブレーキ信号 B_s に基づいたブレーキを掛けるために必要なブレーキトルクの値は、例えば、メカニカルブレーキトルク指令値と制御部 42 に送る回生トルク指令値 T_{tr} とを足し合わせた値に等しい。メカニカルブレーキ 93 は、例えば、ディスクブレーキである。

[0023] 制御部 42 は、モータ 10 のコイル 13 b に供給される電流 I を d 軸電流成分 I_d と q 軸電流成分 I_q とに分けて制御するベクトル制御を行うことで、モータ 10 を制御する。本実施形態においてコイル 13 b に供給される電流 I は、3 相交流電流である。

[0024] d 軸電流成分 I_d は、電流 I のうちモータ本体 11 における d 軸方向の成分である。q 軸電流成分 I_q は、電流 I のうちモータ本体 11 における q 軸方向の成分である。d 軸方向は、モータ本体 11 のロータ 12 の磁極が作る磁束の方向である。q 軸方向は、d 軸方向と電気的および磁氣的に直交する方向である。モータ本体 11 において d 軸方向は、例えば、磁極の周方向中心を通る径方向である。モータ本体 11 において q 軸方向は、例えば、周方向に隣り合う磁極同士を中心を通る径方向である。d 軸電流成分 I_d は、磁束を発生させる電流成分である。q 軸電流成分 I_q は、トルクを発生させる成分である。

[0025] 図 2 に示すように、制御部 42 は、電流演算部 42 a と、電圧演算部 42 b と、3 相変換部 42 c と、を有する。電流演算部 42 a は、d 軸電流成分の目標値である d 軸電流指令値 I_{dt} および q 軸電流成分の目標値である q 軸電流指令値 I_{qt} を算出する。電流演算部 42 a で算出された d 軸電流指令値 I_{dt} および q 軸電流指令値 I_{qt} は、電圧演算部 42 b に入力される。

[0026] 電圧演算部 42 b は、電流演算部 42 a で算出された d 軸電流指令値 I_{dt} および q 軸電流指令値 I_{qt} に基づいて、d 軸電圧成分の目標値である d

軸電圧指令値 V_{dt} および q 軸電圧成分の目標値である q 軸電圧指令値 V_{qt} を算出する。本実施形態において電圧演算部 42b は、インバータ回路部 43 から入力される電流 I を用いてフィードバック制御を行い、 d 軸電圧指令値 V_{dt} および q 軸電圧指令値 V_{qt} を算出する。電圧演算部 42b は、入力された 3 相の電流 I を d 軸電流成分 I_d と q 軸電流成分 I_q とに 2 軸変換する。電圧演算部 42b は、2 軸変換して得られた各電流成分の値を用いてフィードバック制御を行い、各電圧指令値をそれぞれ算出する。電圧演算部 42b で算出された d 軸電圧指令値 V_{dt} および q 軸電圧指令値 V_{qt} は、3 相変換部 42c に入力される。

[0027] 3 相変換部 42c は、入力された 2 軸の電圧指令値を 3 相の電圧指令値に変換する。本実施形態において 3 相変換部 42c は、 d 軸電圧指令値 V_{dt} および q 軸電圧指令値 V_{qt} を、 U 相電圧成分の目標値である指令値 V_{ut} と、 V 相電圧成分の目標値である指令値 V_{vt} と、 W 相電圧成分の目標値である指令値 V_{wt} とに変換する。3 相変換部 42c によって変換された U 相電圧成分の指令値 V_{ut} 、 V 相電圧成分の指令値 V_{vt} 、および W 相電圧成分の指令値 V_{wt} は、インバータ回路部 43 に入力される。インバータ回路部 43 は、入力された 3 相の電圧成分の指令値に基づいて 3 相の電流 I を生成し、コイル 13b に供給する。

[0028] 第 3 温度センサ 63 および第 4 温度センサ 64 は、制御装置 40 の温度を計測可能なセンサである。図 1 に示すように、第 3 温度センサ 63 は、インバータ回路部 43 を構成するトランジスタ 43a に取り付けられており、トランジスタ 43a の温度を計測可能である。つまり、本実施形態において制御装置 40 の温度は、インバータ回路部 43 を構成するトランジスタ 43a の温度 $I_{NV T}$ を含む。第 4 温度センサ 64 は、コンデンサ 44 に取り付けられており、コンデンサ 44 の温度を計測可能である。つまり、本実施形態において制御装置 40 の温度は、コンデンサ 44 の温度 $C T$ を含む。第 3 温度センサ 63 の計測結果および第 4 温度センサ 64 の計測結果は、制御部 42 に送られる。

- [0029] 第5温度センサ65は、後述する冷却流路部71b内を流れる第2冷媒としての水Wの温度を計測可能なセンサである。本実施形態において第5温度センサ65は、冷却流路部71bに取り付けられている。第5温度センサ65の計測結果は、制御装置40の制御部42に送られる。
- [0030] 第1流路部50は、第1ポンプ51によって送られるオイルOが流れる流路である。第1流路部50は、例えば、ハウジング30を構成する壁部に設けられている。第1流路部50は、貯留部31内から冷媒供給部53まで延びている。第1流路部50の途中には、第1ポンプ51およびクーラ52が設けられている。本実施形態において第1ポンプ51は、電動ポンプである。クーラ52は、第1流路部50のうち第1ポンプ51と冷媒供給部53との間の部分に設けられている。
- [0031] 第1ポンプ51が駆動されると、第1ポンプ51によって貯留部31内のオイルOが第1流路部50内に流入する。第1流路部50内に流入したオイルOは、クーラ52の内部を通り、クーラ52によって冷却されてから、冷媒供給部53を介してモータ本体11に供給される。冷媒供給部53は、例えば、供給口を有しハウジング30の内部に位置するパイプである。なお、冷媒供給部53は、ハウジング30を構成する壁部に設けられてもよい。本実施形態において冷媒供給部53は、ステータ13に第1冷媒としてのオイルOを供給する。
- [0032] クーラ52は、内部に水Wが流れる第2流路部71、72によって、車両に搭載されたラジエータ91と接続されている。第2流路部71は、第1接続流路部71aと、冷却流路部71bと、第2接続流路部71cと、を有する。第1接続流路部71aは、ラジエータ91と冷却流路部71bとを繋いでいる。冷却流路部71bは、制御装置40に設けられている。より詳細には、冷却流路部71bは、制御装置40のケース41を構成する壁部に設けられている。冷却流路部71b内に水Wが流れることで、制御装置40が冷却される。つまり、本実施形態において制御装置40は、制御装置40を冷却する水Wが流れる流路部として冷却流路部71bを備える。本実施形態に

においては、冷却流路部 7 1 b 内を流れる水 W によって、インバータ回路部 4 3 およびコンデンサ 4 4 が冷却される。なお、本実施形態において水 W は、「第 2 冷媒」に相当する。第 2 接続流路部 7 1 c は、冷却流路部 7 1 b とクーラ 5 2 とを繋いでいる。第 2 流路部 7 2 は、クーラ 5 2 とラジエータ 9 1 とを繋いでいる。第 1 接続流路部 7 1 a、第 2 接続流路部 7 1 c、および第 2 流路部 7 2 は、例えば、配管によって構成されている。

[0033] 第 1 接続流路部 7 1 a には、水 W を送る第 2 ポンプ 9 4 が設けられている。本実施形態において第 2 ポンプ 9 4 は、電動ポンプである。第 2 ポンプ 9 4 は、V C U 9 0 によって制御される。第 2 ポンプ 9 4 が駆動させられると、第 2 流路部 7 1、7 2 内に水 W が流れる。水 W は、ラジエータ 9 1 で冷却された後、第 2 流路部 7 1 内を流れて、クーラ 5 2 へと流れる。第 2 流路部 7 1 内を流れる水 W は、冷却流路部 7 1 b を流れる際に、制御装置 4 0 のインバータ回路部 4 3 およびコンデンサ 4 4 を冷却する。クーラ 5 2 へと流れた水 W は、第 1 流路部 5 0 を流れるオイル O との熱交換により、第 1 流路部 5 0 内のオイル O を冷却する。クーラ 5 2 へと流れた水 W は、第 2 流路部 7 2 を流れてラジエータ 9 1 へと戻り、ラジエータ 9 1 において再び冷却される。

[0034] 本実施形態のモータ 1 0 を制御する制御方法は、制御部 4 2 によって実行される。制御部 4 2 は、力行電流制御と、回生電流制御と、を実行可能である。つまり、本実施形態のモータ 1 0 の制御方法は、力行電流制御と、回生電流制御と、を実行することを含む。制御部 4 2 は、トルク指令値 T_t として力行トルク指令値 T_{tp} が入力された場合に力行電流制御を実行し、トルク指令値 T_t として回生トルク指令値 T_{tr} が入力された場合に回生電流制御を実行する。力行電流制御は、モータ 1 0 が力行状態である場合に、コイル 1 3 b に供給される電流 I を制御する電流制御である。

[0035] 回生電流制御は、モータ 1 0 が回生状態である場合に、コイル 1 3 b に生じる電流 I を制御する電流制御である。回生電流制御は、回生トルク指令値 T_{tr} に基づいて d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} とをそれぞれ

れ制御する制御である。回生電流制御は、回生状態であるモータ10のコイル13bに生じる電流 I のd軸電流成分 I_d とq軸電流成分 I_q とをそれぞれ制御するベクトル制御である。

[0036] 図3は、d軸電流成分 I_d とq軸電流成分 I_q と回生トルク T_r との関係を示すグラフである。図3において、縦軸はq軸電流成分 I_q を示しており、横軸はd軸電流成分 I_d を示している。図3に示す複数の双曲線は、等トルク曲線である。図3では、回生トルク T_r が T_{r1} となる場合の等トルク曲線と、回生トルク T_r が T_{r2} となる場合の等トルク曲線と、回生トルク T_r が T_{r3} となる場合の等トルク曲線と、を示している。d軸電流成分 I_d の値とq軸電流成分 I_q の値とを、所望する回生トルク T_r の等トルク曲線上の値に制御すれば、所望する回生トルク T_r を出力することができる。回生トルク T_r を生じさせるd軸電流成分 I_d の値およびq軸電流成分 I_q の値は、負の値である。

[0037] 制御部42は回生電流制御の実行時に、モータ10に電力を供給可能なバッテリー92の充電率SOCと、モータ10に関する温度情報と、に基づいて、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を決定する。言い換えれば、本実施形態のモータ10の制御方法は、回生電流制御の実行時に、モータ10に電力を供給可能なバッテリー92の充電率SOCとモータ10に関する温度情報とに基づいて、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を決定することを含む。バッテリー92の充電率SOCは、例えば、VCU90に入力され、VCU90から制御部42に入力される。

[0038] 本実施形態において制御部42は回生電流制御の実行時に、バッテリー92の充電率SOCと、モータ10に関する温度情報と、に基づいてd軸電流指令値マップ(I_d -Map)およびq軸電流指令値マップ(I_q -Map)をそれぞれ決定し、当該各マップに基づいて回生トルク指令値 T_{tr} の回生トルク T_r を生じさせることが可能なd軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} とを決定する。

[0039] d軸電流指令値マップは、回生トルク指令値 T_{tr} とモータ10の回転数とに対応するd軸電流指令値 I_{dt} がマッピングされたデータマップである。q軸電流指令値マップは、回生トルク指令値 T_{tr} とモータ10の回転数とに対応するq軸電流指令値 I_{qt} がマッピングされたデータマップである。モータ10の回転数は、ロータ12の回転数である。本実施形態においてd軸電流指令値マップおよびq軸電流指令値マップは、それぞれ3つずつ設けられている。3つのd軸電流指令値マップは、モータ10において生じる発熱量が最も小さいd軸電流指令値マップと、モータ10において生じる発熱量が中間の大きさとなるd軸電流指令値マップと、モータ10において生じる発熱量が最も大きいd軸電流指令値マップと、を含む。3つのq軸電流指令値マップは、モータ10において生じる発熱量が最も小さいq軸電流指令値マップと、モータ10において生じる発熱量が中間の大きさとなるq軸電流指令値マップと、モータ10において生じる発熱量が最も大きいq軸電流指令値マップと、を含む。

[0040] 以下の説明においては、モータ10において生じる発熱量が最も小さいd軸電流指令値マップおよびq軸電流指令値マップを「最小発熱量マップ」と呼ぶ場合があり、モータ10において生じる発熱量が中間の大きさとなるd軸電流指令値マップおよびq軸電流指令値マップを「中間発熱量マップ」と呼ぶ場合があり、モータ10において生じる発熱量が最も大きいd軸電流指令値マップおよびq軸電流指令値マップを「最大発熱量マップ」と呼ぶ場合がある。

[0041] モータ10において生じる発熱量は、コイル13bに生じる電流 I の値が大きいほど大きくなる。最小発熱量マップには、モータ10の回転数ごとに、所望する回生トルク T_r を生じさせることができる範囲内で最も電流 I の値を小さくできるd軸電流成分 I_d の値とq軸電流成分 I_q の値とがマッピングされている。所望する回生トルク T_r を生じさせることができる範囲内で最も電流 I の値を小さくできるd軸電流成分 I_d の値とq軸電流成分 I_q の値とは、VCU90から入力された回生トルク指令値 T_{tr} の等トルク曲

線上となる各電流成分の値のうちで、 d 軸電流成分 I_d の値と q 軸電流成分 I_q の値との積が最も小さくなる値である。或る等トルク曲線上となる各電流成分の値のうちで、 d 軸電流成分 I_d の値と q 軸電流成分 I_q の値との積が最も小さくなる値とは、図 3 のグラフにおいて原点から回生トルク指令値 T_{tr} の等トルク曲線までの距離が最も短くなる各電流成分の値である。

[0042] V_{CU90} から入力された回生トルク指令値 T_{tr} の等トルク曲線上となる各電流成分の値のうちから d 軸電流成分 I_d の値と q 軸電流成分 I_q の値との積が大きくなる値を各電流指令値として選択することで、モータ 10 において生じる発熱量を大きくすることができる。言い換えれば、図 3 のグラフにおいて原点から回生トルク指令値 T_{tr} の等トルク曲線までの距離が長くなる各電流成分の値を、各電流指令値として選択することで、モータ 10 において生じる発熱量を大きくすることができる。中間発熱量マップおよび最大発熱量マップにおいては、最小発熱量マップよりもモータ 10 において生じる発熱量を大きくできる各電流成分の値がマッピングされている。最大発熱量マップにおいては、中間発熱量マップよりもモータ 10 において生じる発熱量を大きくできる各電流成分の値がマッピングされている。

[0043] 例えば、図 3 において、回生トルク指令値 T_{tr} が値 T_{r2} であった場合、最小発熱量マップに基づいて決定される d 軸電流指令値 I_{dt} は値 I_{dt1} であり、最小発熱量マップに基づいて決定される q 軸電流指令値 I_{qt} は値 I_{qt3} である。回生トルク指令値 T_{tr} が値 T_{r2} であった場合、中間発熱量マップに基づいて決定される d 軸電流指令値 I_{dt} は値 I_{dt2} であり、中間発熱量マップに基づいて決定される q 軸電流指令値 I_{qt} は値 I_{qt2} である。回生トルク指令値 T_{tr} が値 T_{r2} であった場合、最大発熱量マップに基づいて決定される d 軸電流指令値 I_{dt} は値 I_{dt3} であり、最大発熱量マップに基づいて決定される q 軸電流指令値 I_{qt} は値 I_{qt1} である。値 I_{dt2} の絶対値は、値 I_{dt1} の絶対値よりも大きい。値 I_{dt3} の絶対値は、値 I_{dt2} の絶対値よりも大きい。値 I_{qt2} の絶対値は、値 I_{qt1} の絶対値よりも大きい。値 I_{qt3} の絶対値は、値 I_{qt2} の絶

対値よりも大きい。値 $|d\ t\ 2|$ と値 $|q\ t\ 2|$ との積は、値 $|d\ t\ 1|$ と値 $|q\ t\ 3|$ との積よりも大きい。値 $|d\ t\ 3|$ と値 $|q\ t\ 1|$ との積は、値 $|d\ t\ 2|$ と値 $|q\ t\ 2|$ との積よりも大きい。

[0044] 最小発熱量マップに基づいて決定されるd軸電流指令値 $|d\ t|$ とq軸電流指令値 $|q\ t|$ との比率は、第1比率である。最大発熱量マップに基づいて決定されるd軸電流指令値 $|d\ t|$ とq軸電流指令値 $|q\ t|$ との比率は、第2比率である。中間発熱量マップに基づいて決定されるd軸電流指令値 $|d\ t|$ とq軸電流指令値 $|q\ t|$ との比率は、第3比率である。第2比率におけるq軸電流指令値 $|q\ t|$ に対するd軸電流指令値 $|d\ t|$ の比は、第1比率におけるq軸電流指令値 $|q\ t|$ に対するd軸電流指令値 $|d\ t|$ の比よりも大きい。第3比率におけるq軸電流指令値 $|q\ t|$ に対するd軸電流指令値 $|d\ t|$ の比は、第1比率におけるq軸電流指令値 $|q\ t|$ に対するd軸電流指令値 $|d\ t|$ の比よりも大きく、かつ、第2比率におけるq軸電流指令値 $|q\ t|$ に対するd軸電流指令値 $|d\ t|$ の比よりも小さい。

[0045] なお、本明細書において「或る値に対する他の値の比」とは、他の値を或る値で除した値である。言い換えれば、「或る値に対する他の値の比」とは、 $\{(\text{他の値}) / (\text{或る値})\}$ で示される値である。q軸電流指令値 $|q\ t|$ に対するd軸電流指令値 $|d\ t|$ の比とは、d軸電流指令値 $|d\ t|$ をq軸電流指令値 $|q\ t|$ で除した値であり、 $|d\ t| / |q\ t|$ で示される値である。

[0046] モータ10に関する温度情報とは、モータ10に係する温度の情報であれば、どのような情報であってもよく、モータ10を構成する各部の温度のみに限られず、モータ10に供給される物質の温度などであってもよい。本実施形態においてモータ10に関する温度情報は、少なくとも1つの温度パラメータを含んでいる。当該温度パラメータは、モータ10の温度と、オイルOの温度OTと、水Wの温度WTと、を含む。モータ10の温度は、コイル13bの温度STと、制御装置40の温度と、を含む。つまり、当該温度パラメータは、コイル13bの温度STと、制御装置40の温度と、を含む。制御装置40の温度は、トランジスタ43aの温度INTと、コンデン

サ44の温度 C_T と、を含む。

[0047] モータ10に関する温度情報に含まれる各温度パラメータの温度は、それぞれ第1閾値を有する。当該第1閾値は、温度パラメータごとに決定される。各温度パラメータにおける各第1閾値は、互いに異なってもよいし、互いに同じであってもよい。

[0048] ここで、モータ10が回生状態である場合にモータ10からバッテリー92に供給される回生電流は、モータ10におけるエネルギー損失が大きくなるほど小さくなる。モータ10におけるエネルギー損失は、モータ10における発熱量が大きくなるほど大きくなる。回生電流を I_r とし、回生電圧を V_r とし、回生状態においてモータ10が生じる回生エネルギーを E_r とし、発熱によってモータ10に生じる損失を L_m としたとき、回生電流 I_r は、 $I_r = (E_r - L_m) / V_r$ で表される。したがって、回生状態において、モータ10に生じる発熱量を大きくすることで、バッテリー92に供給される回生電流 I_r を小さくすることができる。

[0049] 本実施形態によれば、制御部42は回生電流制御の実行時に、モータ10に電力を供給可能なバッテリー92の充電率SOCと、モータ10に関する温度情報と、に基づいて、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を決定する。そのため、充電率SOCが比較的大きい場合に、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を、モータ10における発熱量が大きくなる比率に決定することにより、バッテリー92に供給される回生電流 I_r を小さくする、またはゼロにすることができる。したがって、バッテリー92が過充電されることを抑制できる。このように、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を調整することで回生電流 I_r を小さくしても、モータ10によって生じる回生トルク T_r は小さくならない。そのため、回生トルク T_r を維持しつつ、バッテリー92が過充電されることを抑制できる。これにより、回生トルク T_r をブレーキトルクとして利用することができ、車両のブレーキを好適に掛けることができる。また、メカニカルブレーキ93によって生じさせるメカニカルブレーキトルクが大きくなる

ことを抑制できるため、メカニカルブレーキ 93 において生じる発熱が大きくなることを抑制できる。

[0050] 上述したようにしてモータ 10 において生じる発熱量を大きくしてバッテリー 92 の過充電を抑制する場合、モータ 10 において生じる熱によってモータ 10 の温度が高くなり過ぎる恐れがある。これに対して、本実施形態によれば、制御部 42 は、回生電流制御の実行時に、バッテリー 92 の充電率 SOC だけでなく、モータ 10 に関する温度情報にも基づいて d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率を決定する。そのため、モータ 10 における発熱量を大きくすることでモータ 10 の温度が高くなり過ぎる恐れがある場合には、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率を、モータ 10 における発熱量が小さくなる比率に決定することができる。これにより、モータ 10 の温度が高くなり過ぎることを抑制できる。

[0051] また、本実施形態において制御部 42 は回生電流制御の実行時に、回生トルク指令値 T_{tr} とモータ 10 の回転数との d 軸電流指令値マップに基づいて d 軸電流指令値 I_{dt} を決定し、回生トルク指令値 T_{tr} とモータ 10 の回転数との q 軸電流指令値マップに基づいて q 軸電流指令値 I_{qt} を決定する。言い換えれば、モータ 10 の制御方法は、回生電流制御の実行時において、回生トルク指令値 T_{tr} とモータ 10 の回転数との d 軸電流指令値マップに基づいて d 軸電流指令値 I_{dt} を決定し、回生トルク指令値 T_{tr} とモータ 10 の回転数との q 軸電流指令値マップに基づいて q 軸電流指令値 I_{qt} を決定することを含む。そのため、回生トルク指令値 T_{tr} およびモータ 10 の回転数に応じた d 軸電流指令値 I_{dt} および q 軸電流指令値 I_{qt} を容易かつ好適に決定することができる。

[0052] 図 4 は、制御部 42 による回生電流制御の制御手順の一例を示すフローチャートである。図 4 に示すように、本実施形態において制御部 42 は回生電流制御の実行時に、モータ 10 に関する温度情報の各温度パラメータの温度を各温度パラメータにおける第 1 閾値と比較する。具体的に、制御部 42 は回生電流制御の実行時に、第 5 温度センサ 65 の計測結果に基づいて、水 W

の温度 $W T$ が第1閾値 $T t w$ よりも小さいか否かを判定する（ステップ $S 1$ ）。

[0053] 水 W の温度 $W T$ が第1閾値 $T t w$ 以上の場合（ステップ $S 1 : N O$ ）、制御部42は、 d 軸電流指令値マップ（ $I d - M a p$ ）および q 軸電流指令値マップ（ $I q - M a p$ ）を発熱量が最も小さいマップ、すなわち最小発熱量マップにする（ステップ $S 8 a$ ）。これにより、 d 軸電流指令値 $I d t$ と q 軸電流指令値 $I q t$ とが最小発熱量マップに基づいて決定され、 d 軸電流指令値 $I d t$ と q 軸電流指令値 $I q t$ との比率は、第1比率となる。一方、水 W の温度 $W T$ が第1閾値 $T t w$ よりも小さい場合（ステップ $S 1 : Y E S$ ）、制御部42は、第1温度センサ61の計測結果に基づいて、コイル13bの温度 $S T$ が第1閾値 $T t s$ よりも小さいか否かを判定する（ステップ $S 2$ ）。

[0054] コイル13bの温度 $S T$ が第1閾値 $T t s$ 以上の場合（ステップ $S 2 : N O$ ）、制御部42は、 d 軸電流指令値マップ（ $I d - M a p$ ）および q 軸電流指令値マップ（ $I q - M a p$ ）を発熱量が最も小さいマップ、すなわち最小発熱量マップにする（ステップ $S 8 a$ ）。これにより、 d 軸電流指令値 $I d t$ と q 軸電流指令値 $I q t$ とが最小発熱量マップに基づいて決定され、 d 軸電流指令値 $I d t$ と q 軸電流指令値 $I q t$ との比率は、第1比率となる。一方、コイル13bの温度 $S T$ が第1閾値 $T t s$ よりも小さい場合（ステップ $S 2 : Y E S$ ）、制御部42は、第3温度センサ63の計測結果に基づいて、トランジスタ43aの温度 $I N V T$ が第1閾値 $T t i n v$ よりも小さいか否かを判定する（ステップ $S 3$ ）。

[0055] トランジスタ43aの温度 $I N V T$ が第1閾値 $T t i n v$ 以上の場合（ステップ $S 3 : N O$ ）、制御部42は、 d 軸電流指令値マップ（ $I d - M a p$ ）および q 軸電流指令値マップ（ $I q - M a p$ ）を発熱量が最も小さいマップ、すなわち最小発熱量マップにする（ステップ $S 8 a$ ）。これにより、 d 軸電流指令値 $I d t$ と q 軸電流指令値 $I q t$ とが最小発熱量マップに基づいて決定され、 d 軸電流指令値 $I d t$ と q 軸電流指令値 $I q t$ との比率は、第

1 比率となる。一方、トランジスタ 43a の温度 $I_{NV}T$ が第 1 閾値 $T_{t i n v}$ よりも小さい場合（ステップ S3 : YES）、制御部 42 は、第 2 温度センサ 62 の計測結果に基づいて、オイル O の温度 $O T$ が第 1 閾値 $T_{t o}$ よりも小さいか否かを判定する（ステップ S4）。

[0056] オイル O の温度 $O T$ が第 1 閾値 $T_{t o}$ 以上の場合（ステップ S4 : NO）、制御部 42 は、d 軸電流指令値マップ（ $I_d - Map$ ）および q 軸電流指令値マップ（ $I_q - Map$ ）を発熱量が最も小さいマップ、すなわち最小発熱量マップにする（ステップ S8a）。これにより、d 軸電流指令値 $I_d t$ と q 軸電流指令値 $I_q t$ とが最小発熱量マップに基づいて決定され、d 軸電流指令値 $I_d t$ と q 軸電流指令値 $I_q t$ との比率は、第 1 比率となる。一方、オイル O の温度 $O T$ が第 1 閾値 $T_{t o}$ よりも小さい場合（ステップ S4 : YES）、制御部 42 は、第 4 温度センサ 64 の計測結果に基づいて、コンデンサ 44 の温度 $C T$ が第 1 閾値 $T_{t c}$ よりも小さいか否かを判定する（ステップ S5）。

[0057] コンデンサ 44 の温度 $C T$ が第 1 閾値 $T_{t c}$ 以上の場合（ステップ S5 : NO）、制御部 42 は、d 軸電流指令値マップ（ $I_d - Map$ ）および q 軸電流指令値マップ（ $I_q - Map$ ）を発熱量が最も小さいマップ、すなわち最小発熱量マップにする（ステップ S8a）。これにより、d 軸電流指令値 $I_d t$ と q 軸電流指令値 $I_q t$ とが最小発熱量マップに基づいて決定され、d 軸電流指令値 $I_d t$ と q 軸電流指令値 $I_q t$ との比率は、第 1 比率となる。

[0058] 一方、コンデンサ 44 の温度 $C T$ が第 1 閾値 $T_{t c}$ よりも小さい場合（ステップ S5 : YES）、制御部 42 は、バッテリー 92 の充電率 SOC が第 2 閾値 $X a$ よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S6）。第 2 閾値 $X a$ は、例えば、80%以上、100%未満程度の値である。

[0059] バッテリー 92 の充電率 SOC が第 2 閾値 $X a$ よりも大きい場合（ステップ S6 : YES）、制御部 42 は、d 軸電流指令値マップ（ $I_d - Map$ ）および q 軸電流指令値マップ（ $I_q - Map$ ）を発熱量が最も大きいマップ、

すなわち最大発熱量マップにする（ステップS8c）。これにより、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} とが最大発熱量マップに基づいて決定され、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率は、第2比率となる。

[0060] 以上のように、本実施形態によれば、制御部42は回生電流制御の実行時に、モータ10に関する温度情報に含まれる1つ以上の温度パラメータの値が第1閾値以上の場合、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を第1比率とし、モータ10に関する温度情報に含まれる全ての温度パラメータの値が第1閾値よりも小さく、かつ、バッテリー92の充電率SOCの値が第2閾値 Xa よりも大きい場合、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を第2比率とする。言い換えれば、本実施形態のモータ10の制御方法は、回生電流制御の実行時において、1つ以上の温度パラメータの値が第1閾値以上の場合、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を第1比率とすることと、全ての温度パラメータの値が第1閾値よりも小さく、かつ、バッテリー92の充電率SOCの値が第2閾値 Xa よりも大きい場合、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を第2比率とすることと、を含む。第2比率におけるq軸電流指令値 I_{qt} に対するd軸電流指令値 I_{dt} の比は、第1比率におけるq軸電流指令値 I_{qt} に対するd軸電流指令値 I_{dt} の比よりも大きい。そのため、回生電流制御においてモータ10における発熱量を大きくするとモータ10の温度が高くなり過ぎる恐れがある場合にはモータ10の発熱量を大きくせずに、回生電流制御においてモータ10における発熱量を大きくしてもモータ10の温度が高くなり過ぎにくい場合にモータ10の発熱量を大きくしてバッテリー92が過充電されることを抑制できる。したがって、モータ10の温度が高くなり過ぎることを好適に抑制しつつ、バッテリー92が過充電されることを抑制できる。

[0061] また、本実施形態によれば、モータ10に関する温度情報に含まれる温度パラメータは、モータ10のコイル13bの温度STを含む。そのため、コ

イル 13b の温度 S_T が第 1 閾値 T_{ts} 以上の場合に d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率を第 1 比率として、モータ 10 において生じる発熱量を少なくできる。これにより、コイル 13b の温度 S_T が高くなり過ぎることを好適に抑制できる。

[0062] また、本実施形態によれば、モータ 10 に関する温度情報に含まれる温度パラメータは、制御装置 40 の温度を含む。そのため、制御装置 40 の温度が第 1 閾値以上の場合に d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率を第 1 比率として、モータ 10 において生じる発熱量を少なくできる。これにより、制御装置 40 の温度が高くなり過ぎることを好適に抑制できる。具体的に本実施形態では、制御装置 40 の温度は、モータ 10 のコイル 13b に電流 I を供給可能なインバータ回路部 43 を構成するトランジスタ 43a の温度 $INVT$ を含む。そのため、トランジスタ 43a の温度 $INVT$ が高くなり過ぎることを好適に抑制できる。また、本実施形態では、制御装置 40 の温度は、モータ 10 のコイル 13b に電流 I を供給可能なインバータ回路部 43 に電氣的に接続されたコンデンサ 44 の温度 CT を含む。そのため、コンデンサ 44 の温度 CT が高くなり過ぎることを好適に抑制できる。

[0063] また、本実施形態によれば、モータ 10 に関する温度情報に含まれる温度パラメータは、モータ 10 のステータ 13 に供給される第 1 冷媒としてのオイル O の温度 OT を含む。そのため、オイル O の温度 OT が比較的高く、オイル O によるステータ 13 の冷却度合いが比較的小さくなる場合に、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率を第 1 比率として、モータ 10 において生じる発熱量を少なくできる。これにより、モータ 10 の温度が高くなり過ぎることをより好適に抑制できる。

[0064] また、本実施形態によれば、モータ 10 に関する温度情報に含まれる温度パラメータは、冷却流路部 71b 内を流れる第 2 冷媒としての水 W の温度 WT を含む。そのため、水 W の温度 WT が比較的高く、水 W による制御装置 40 の冷却度合いが比較的小さくなる場合に、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電

流指令値 I_{qt} との比率を第 1 比率として、モータ 10 において生じる発熱量を少なくできる。これにより、制御装置 40 の温度が高くなり過ぎることをより好適に抑制できる。本実施形態では、インバータ回路部 43 の温度 I_{NVT} およびコンデンサ 44 の温度 C_T が高くなり過ぎることを好適に抑制できる。

[0065] 本実施形態のステップ S8c において d 軸電流指令値マップおよび q 軸電流指令値マップが最大発熱量マップとされた場合、制御部 42 は、第 1 ポンプ 51 の出力および第 2 ポンプ 94 の出力を増加させる（ステップ S9c）。具体的には、制御部 42 は、第 1 ポンプ 51 および第 2 ポンプ 94 に送る出力指令値を大きくする。本実施形態において制御部 42 は、VCU90 に信号を送ることで、VCU90 から第 2 ポンプ 94 に送られる出力指令値を大きくする。

[0066] ステップ S9c において第 1 ポンプ 51 および第 2 ポンプ 94 に送られる出力指令値は、d 軸電流指令値マップ ($I_d\text{-Map}$) および q 軸電流指令値マップ ($I_q\text{-Map}$) が最小発熱量マップとされた場合よりも大きい。つまり、制御部 42 は回生電流制御の実行時に、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率が第 2 比率である場合、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率が第 1 比率である場合よりも、モータ 10 のステータ 13 を冷却する冷媒としてのオイル O を送る第 1 ポンプ 51 の出力指令値を大きくする。言い換えれば、モータ 10 の制御方法は、回生電流制御の実行時において、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率が第 2 比率である場合、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率が第 1 比率である場合よりも、モータ 10 を冷却する第 1 冷媒としてのオイル O を送る第 1 ポンプ 51 の出力指令値を大きくすることを含む。そのため、回生電流制御においてモータ 10 における発熱量を大きくしても、第 1 ポンプ 51 によってステータ 13 に送られるオイル O の量を多くしてステータ 13 の冷却度合いを向上させることができ、コイル 13b の温度 S_T が高くなり過ぎることを抑制できる。これにより、モータ 10 の温度が高

くなり過ぎることを好適に抑制しつつ、バッテリー 92 が過充電されることを抑制できる。

[0067] また、制御部 42 は回生電流制御の実行時に、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率が第 2 比率である場合、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率が第 1 比率である場合よりも、制御装置 40 を冷却する冷媒としての水 W を送る第 2 ポンプ 94 の出力指令値を大きくする。言い換えれば、モータ 10 の制御方法は、回生電流制御の実行時において、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率が第 2 比率である場合、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率が第 1 比率である場合よりも、モータ 10 の制御装置 40 を冷却する第 2 冷媒としての水 W を送る第 2 ポンプ 94 の出力指令値を大きくすることを含む。そのため、回生電流制御においてモータ 10 における発熱量を大きくしても、第 2 ポンプ 94 によって制御装置 40 に送られる水 W の量を多くして制御装置 40 の冷却度合いを向上させることができ、制御装置 40 の温度が高くなり過ぎることを抑制できる。これにより、モータ 10 の温度が高くなり過ぎることをより好適に抑制できる。

[0068] バッテリー 92 の充電率 SOC が第 2 閾値 X_a 以下の場合（ステップ S6 : NO）、制御部 42 は、バッテリー 92 の充電率 SOC が第 3 閾値 X_b よりも大きいかな否かを判定する（ステップ S7）。第 3 閾値 X_b は、第 2 閾値 X_a よりも小さい。第 3 閾値 X_b は、例えば、60%以上、80%以下程度の値である。

[0069] バッテリー 92 の充電率 SOC が第 3 閾値 X_b よりも大きい場合（ステップ S7 : YES）、制御部 42 は、d 軸電流指令値マップ (I_d -Map) および q 軸電流指令値マップ (I_q -Map) を発熱量が中間の大きさとなるマップ、すなわち中間発熱量マップにする（ステップ S8b）。これにより、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} とが中間発熱量マップに基づいて決定され、d 軸電流指令値 I_{dt} と q 軸電流指令値 I_{qt} との比率は、第 3 比率となる。

[0070] このように、制御部42は回生電流制御の実行時に、モータ10に関する温度情報に含まれる全ての温度パラメータが第1閾値よりも小さく、かつ、バッテリー92の充電率SOCの値が第2閾値 X_a よりも小さい第3閾値 X_b よりも大きく第2閾値 X_a 以下である場合、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を第3比率とする。言い換えれば、モータ10の制御方法は、回生電流制御の実行時において、全ての温度パラメータが第1閾値よりも低く、かつ、バッテリー92の充電率SOCが第2閾値 X_a よりも小さい第3閾値 X_b よりも大きく第2閾値 X_a 以下である場合、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を第3比率とすることを含む。第3比率におけるq軸電流指令値 I_{qt} に対するd軸電流指令値 I_{dt} の比は、第1比率におけるq軸電流指令値 I_{qt} に対するd軸電流指令値 I_{dt} の比よりも大きく、かつ、第2比率におけるq軸電流指令値 I_{qt} に対するd軸電流指令値 I_{dt} の比よりも小さい。そのため、回生電流制御において、バッテリー92の充電率SOCが比較的大きい範囲内において第2閾値 X_a 以下である場合に、バッテリー92に供給される回生電流 I_r を小さくしつつ、モータ10において生じる発熱量が大きくなることを抑制できる。これにより、バッテリー92が過充電されることを抑制しつつ、モータ10の温度が高くなり過ぎることをより好適に抑制できる。

[0071] 本実施形態のステップS8bにおいてd軸電流指令値マップおよびq軸電流指令値マップが中間発熱量マップとされた場合、制御部42は、第1ポンプ51の出力および第2ポンプ94の出力を増加させる（ステップS9b）。ステップS9bにおいて第1ポンプ51および第2ポンプ94に送られる出力指令値は、d軸電流指令値マップ（ I_{d-Map} ）およびq軸電流指令値マップ（ I_{q-Map} ）が最小発熱量マップとされた場合よりも大きい。また、ステップS9bにおいて第1ポンプ51および第2ポンプ94に送られる出力指令値は、d軸電流指令値マップ（ I_{d-Map} ）およびq軸電流指令値マップ（ I_{q-Map} ）が最大発熱量マップとされた場合よりも小さい。つまり、制御部42は回生電流制御の実行時に、d軸電流指令値 I_{dt}

とq軸電流指令値 I_{qt} との比率が第3比率である場合、第1ポンプ51の出力指令値および第2ポンプ94の出力指令値を、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率が第1比率である場合よりも大きくし、かつ、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率が第2比率である場合よりも小さくする。これにより、回生電流制御においてモータ10における発熱量が大きくなった場合に、増加する発熱量に応じて第1ポンプ51の出力および第2ポンプ94の出力を好適に大きくしてモータ10を好適に冷却しつつ、第1ポンプ51の出力および第2ポンプ94の出力が必要以上に大きくなることを抑制できる。

[0072] バッテリ92の充電率SOCが第3閾値 X_b 以下の場合（ステップS7：NO）、制御部42は、d軸電流指令値マップ（ I_{d-Map} ）およびq軸電流指令値マップ（ I_{q-Map} ）を発熱量が最も小さいマップ、すなわち最小発熱量マップにする（ステップS8a）。つまり、制御部42は回生電流制御の実行時に、モータ10に関する温度情報の全ての温度パラメータの値が第1閾値よりも小さい場合であっても、バッテリ92の充電率SOCが第3閾値 X_b 以下であれば、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を第1比率とする。バッテリ92の充電率SOCが第3閾値 X_b 以下の場合には、バッテリ92に回生電流 I_r が供給されてもバッテリ92が過充電されにくい。そのため、バッテリ92の充電率SOCが第3閾値 X_b 以下の場合には、d軸電流指令値 I_{dt} とq軸電流指令値 I_{qt} との比率を第1比率とすることでバッテリ92に供給される回生電流 I_r を大きくして、バッテリ92を好適に充電することができる。

[0073] 制御装置40における制御部42は、上述した本実施形態のモータ10の制御方法を実行するコンピュータである。制御部42には、本実施形態のモータ10の制御方法をコンピュータである制御部42に実行させる制御プログラムがインストールされている。制御部42の各構成要素における機能の少なくとも一部は、例えば、CPU（Central Processing Unit）などのプロセッサが、図示しない記憶部に記憶された制御プログラム、すなわちソフト

ウェアを実行することで実現される。

[0074] なお、制御部42の各構成要素の機能の少なくとも一部は、例えば、LSI (Large Scale Integration)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、FPGA (Field-Programmable Gate Array)、およびGPU (Graphics Processing Unit)などの回路部を含むハードウェアによって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアとの協働によって実現されていてもよい。図示しない記憶部は、例えば、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory)、HDD (hard disk drive)、およびフラッシュメモリなどの記憶媒体によって実現される。

[0075] 本発明は上述の実施形態に限られず、本発明の技術的思想の範囲内において、他の構成および方法を採用することもできる。モータに関する温度情報に含まれる温度パラメータの数は、1つ以上であれば、特に限定されない。制御部は回生電流制御の実行時に、モータに電力を供給可能なバッテリーの充電率と、モータに関する温度情報と、に基づいて、d軸電流指令値とq軸電流指令値との比率を決定するならば、どのようにd軸電流指令値とq軸電流指令値との比率を決定してもよい。例えば、上述した実施形態において、ステップS1からステップS5までの各温度の判定は、どのような順番で行われてもよい。d軸電流指令値マップおよびq軸電流指令値マップは、それぞれ、上述した実施形態の最小発熱量マップおよび最大発熱量マップの2つのみ設けられてもよいし、4つ以上設けられてもよい。また、制御部は、d軸電流指令値とq軸電流指令値とをマップに基づかずに、演算などによって算出して決定してもよい。第1閾値、第2閾値、および第3閾値は、どのような値であってもよい。

[0076] なお、本技術は以下のような構成をとることが可能である。

(1) モータを制御する制御装置であって、前記モータを制御する制御部を備え、前記制御部は、回生トルク指令値に基づいてd軸電流指令値とq軸電流指令値とをそれぞれ制御する回生電流制御を実行し、前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記モータに電力を供給可能なバッテリーの充電率

と、前記モータに関する温度情報と、に基づいて、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を決定する、制御装置。

(2) 前記温度情報は、少なくとも 1 つの温度パラメータを含み、前記少なくとも 1 つの温度パラメータは、それぞれ第 1 閾値を有し、前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、1 つ以上の前記温度パラメータの値が前記第 1 閾値以上の場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 1 比率とし、全ての前記温度パラメータの値が前記第 1 閾値よりも小さく、かつ、前記バッテリーの充電率の値が第 2 閾値よりも大きい場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 2 比率とし、前記第 2 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比は、前記第 1 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも大きい、(1) に記載の制御装置。

(3) 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 2 比率である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 1 比率である場合よりも、前記モータのステータを冷却する冷媒を送る第 1 ポンプの出力指令値を大きくする、(2) に記載の制御装置。

(4) 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 2 比率である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 1 比率である場合よりも、前記制御装置を冷却する冷媒を送る第 2 ポンプの出力指令値を大きくする、(2) または (3) に記載の制御装置。

(5) 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、全ての前記温度パラメータが前記第 1 閾値よりも小さく、かつ、前記バッテリーの充電率の値が前記第 2 閾値よりも小さい第 3 閾値よりも大きく前記第 2 閾値以下である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 3 比率とし、前記第 3 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比は、前記第 1 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よ

りも大きく、かつ、前記第2比率における前記q軸電流指令値に対する前記d軸電流指令値の比よりも小さい、(2)から(4)のいずれか一項に記載の制御装置。

(6) 前記温度パラメータは、前記モータのコイルの温度を含む、(2)から(5)のいずれか一項に記載の制御装置。

(7) 前記温度パラメータは、前記制御装置の温度を含む、(2)から(6)のいずれか一項に記載の制御装置。

(8) 前記制御装置の温度は、前記モータのコイルに電流を供給可能なインバータ回路部を構成するトランジスタの温度を含む、(7)に記載の制御装置。

(9) 前記制御装置の温度は、前記モータのコイルに電流を供給可能なインバータ回路部に電氣的に接続されたコンデンサの温度を含む、(7)または(8)に記載の制御装置。

(10) 前記温度パラメータは、前記モータのステータに供給される第1冷媒の温度を含む、(2)から(9)のいずれか一項に記載の制御装置。

(11) 前記制御装置を冷却する第2冷媒が流れる流路部を備え、前記温度パラメータは、前記第2冷媒の温度を含む、(2)から(10)のいずれか一項に記載の制御装置。

(12) 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記回生トルク指令値と前記モータの回転数とのd軸電流指令値マップに基づいて前記d軸電流指令値を決定し、前記回生トルク指令値と前記モータの回転数とのq軸電流指令値マップに基づいて前記q軸電流指令値を決定する、(1)から(11)のいずれか一項に記載の制御装置。

(13) (1)から(12)のいずれか一項に記載の制御装置を有するモータと、前記モータに接続されたギヤ機構と、を備える、駆動装置。

(14) モータを制御する制御方法であって、回生トルク指令値に基づいてd軸電流指令値とq軸電流指令値とをそれぞれ制御する回生電流制御を実行することを含み、前記回生電流制御の実行時において、前記モータに電力

を供給可能なバッテリーの充電率と前記モータに関する温度情報とに基づいて、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を決定することを含む、制御方法。

(15) 前記温度情報は、少なくとも 1 つの温度パラメータを含み、前記少なくとも 1 つの温度パラメータは、それぞれ第 1 閾値を有し、前記回生電流制御の実行時において、1 つ以上の前記温度パラメータの値が前記第 1 閾値以上の場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 1 比率とすることと、全ての前記温度パラメータの値が前記第 1 閾値よりも小さく、かつ、前記バッテリーの充電率の値が第 2 閾値よりも大きい場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 2 比率とすることと、を含み、前記第 2 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比は、前記第 1 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも大きい、(14) に記載の制御方法。

(16) 前記回生電流制御の実行時において、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 2 比率である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 1 比率である場合よりも、前記モータを冷却する第 1 冷媒を送る第 1 ポンプの出力指令値を大きくすることを含む、(15) に記載の制御方法。

(17) 前記回生電流制御の実行時において、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 2 比率である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 1 比率である場合よりも、前記モータの制御部を冷却する第 2 冷媒を送る第 2 ポンプの出力指令値を大きくすることを含む、(15) または (16) に記載の制御方法。

(18) 前記回生電流制御の実行時において、全ての前記温度パラメータが前記第 1 閾値よりも低く、かつ、前記バッテリーの充電率が前記第 2 閾値よりも小さい第 3 閾値よりも大きく前記第 2 閾値以下である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 3 比率とすることを含み、前記第 3 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比は、

前記第 1 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも大きく、かつ、前記第 2 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも小さい、(15) から (17) のいずれか一項に記載の制御方法。

(19) 前記回生電流制御の実行時において、前記回生トルク指令値と前記モータの回転数との d 軸電流指令値マップに基づいて前記 d 軸電流指令値を決定し、前記回生トルク指令値と前記モータの回転数との q 軸電流指令値マップに基づいて前記 q 軸電流指令値を決定することを含む、(14) から (18) のいずれか一項に記載の制御方法。

(20) (14) から (19) のいずれか一項に記載の制御方法をコンピュータに実行させる、制御プログラム。

[0077] 以上、本明細書において説明した構成および方法は、相互に矛盾しない範囲内において、適宜組み合わせることができる。

符号の説明

[0078] 10…モータ、13…ステータ、13b…コイル、20…ギヤ機構、40…制御装置、42…制御部、43…インバータ回路部、43a…トランジスタ、44…コンデンサ、51…第 1 ポンプ、53…冷媒供給部、71b…冷却流路部（流路部）、92…バッテリー、94…第 2 ポンプ、100…駆動装置、CT, INVT, OT, ST, WT…温度、I…電流、Idt…d 軸電流指令値、Iqt…q 軸電流指令値、O…オイル（第 1 冷媒）、SOC…充電率、Ttc, Ttinvt, Tto, Tts, Ttw…第 1 閾値、Ttr…回生トルク指令値、Xa…第 2 閾値、Xb…第 3 閾値

請求の範囲

- [請求項1] モータを制御する制御装置であって、
 前記モータを制御する制御部を備え、
 前記制御部は、回生トルク指令値に基づいて d 軸電流指令値と q 軸電流指令値とをそれぞれ制御する回生電流制御を実行し、
 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記モータに電力を供給可能なバッテリーの充電率と、前記モータに関する温度情報と、に基づいて、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を決定する、制御装置。
- [請求項2] 前記温度情報は、少なくとも 1 つの温度パラメータを含み、
 前記少なくとも 1 つの温度パラメータは、それぞれ第 1 閾値を有し、
 、
 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、
 1 つ以上の前記温度パラメータの値が前記第 1 閾値以上の場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 1 比率とし、
 全ての前記温度パラメータの値が前記第 1 閾値よりも小さく、かつ、前記バッテリーの充電率の値が第 2 閾値よりも大きい場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 2 比率とし、
 前記第 2 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比は、前記第 1 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも大きい、請求項 1 に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 2 比率である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 1 比率である場合よりも、前記モータのステータを冷却する冷媒を送る第 1 ポンプの出力指令値を大きくする、請求項 2 に記載の制御装置。
- [請求項4] 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 2 比率である場合、前記 d 軸電

流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 1 比率である場合よりも、前記制御装置を冷却する冷媒を送る第 2 ポンプの出力指令値を大きくする、請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項5] 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、全ての前記温度パラメータが前記第 1 閾値よりも小さく、かつ、前記バッテリーの充電率の値が前記第 2 閾値よりも小さい第 3 閾値よりも大きく前記第 2 閾値以下である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 3 比率とし、

前記第 3 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比は、前記第 1 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも大きく、かつ、前記第 2 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも小さい、請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項6] 前記温度パラメータは、前記モータのコイルの温度を含む、請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項7] 前記温度パラメータは、前記制御装置の温度を含む、請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項8] 前記制御装置の温度は、前記モータのコイルに電流を供給可能なインバータ回路部を構成するトランジスタの温度を含む、請求項 7 に記載の制御装置。

[請求項9] 前記制御装置の温度は、前記モータのコイルに電流を供給可能なインバータ回路部に電氣的に接続されたコンデンサの温度を含む、請求項 7 に記載の制御装置。

[請求項10] 前記温度パラメータは、前記モータのステータに供給される第 1 冷媒の温度を含む、請求項 2 に記載の制御装置。

[請求項11] 前記制御装置を冷却する第 2 冷媒が流れる流路部を備え、
前記温度パラメータは、前記第 2 冷媒の温度を含む、請求項 2 に記載の制御装置。

- [請求項12] 前記制御部は前記回生電流制御の実行時に、前記回生トルク指令値と前記モータの回転数とのd軸電流指令値マップに基づいて前記d軸電流指令値を決定し、前記回生トルク指令値と前記モータの回転数とのq軸電流指令値マップに基づいて前記q軸電流指令値を決定する、請求項1に記載の制御装置。
- [請求項13] 請求項1から12のいずれか一項に記載の制御装置を有するモータと、
前記モータに接続されたギヤ機構と、
を備える、駆動装置。
- [請求項14] モータを制御する制御方法であって、
回生トルク指令値に基づいてd軸電流指令値とq軸電流指令値とをそれぞれ制御する回生電流制御を実行することを含み、
前記回生電流制御の実行時において、前記モータに電力を供給可能なバッテリーの充電率と前記モータに関する温度情報とに基づいて、前記d軸電流指令値と前記q軸電流指令値との比率を決定することを含む、制御方法。
- [請求項15] 前記温度情報は、少なくとも1つの温度パラメータを含み、
前記少なくとも1つの温度パラメータは、それぞれ第1閾値を有し、
前記回生電流制御の実行時において、
1つ以上の前記温度パラメータの値が前記第1閾値以上の場合、
前記d軸電流指令値と前記q軸電流指令値との比率を第1比率とすることと、
全ての前記温度パラメータの値が前記第1閾値よりも小さく、かつ、前記バッテリーの充電率の値が第2閾値よりも大きい場合、前記d軸電流指令値と前記q軸電流指令値との比率を第2比率とすることと、
を含み、

前記第 2 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比は、前記第 1 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも大きい、請求項 1 4 に記載の制御方法。

[請求項16] 前記回生電流制御の実行時において、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 2 比率である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 1 比率である場合よりも、前記モータを冷却する第 1 冷媒を送る第 1 ポンプの出力指令値を大きくすることを含み、請求項 1 5 に記載の制御方法。

[請求項17] 前記回生電流制御の実行時において、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 2 比率である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率が前記第 1 比率である場合よりも、前記モータの制御装置を冷却する第 2 冷媒を送る第 2 ポンプの出力指令値を大きくすることを含み、請求項 1 5 に記載の制御方法。

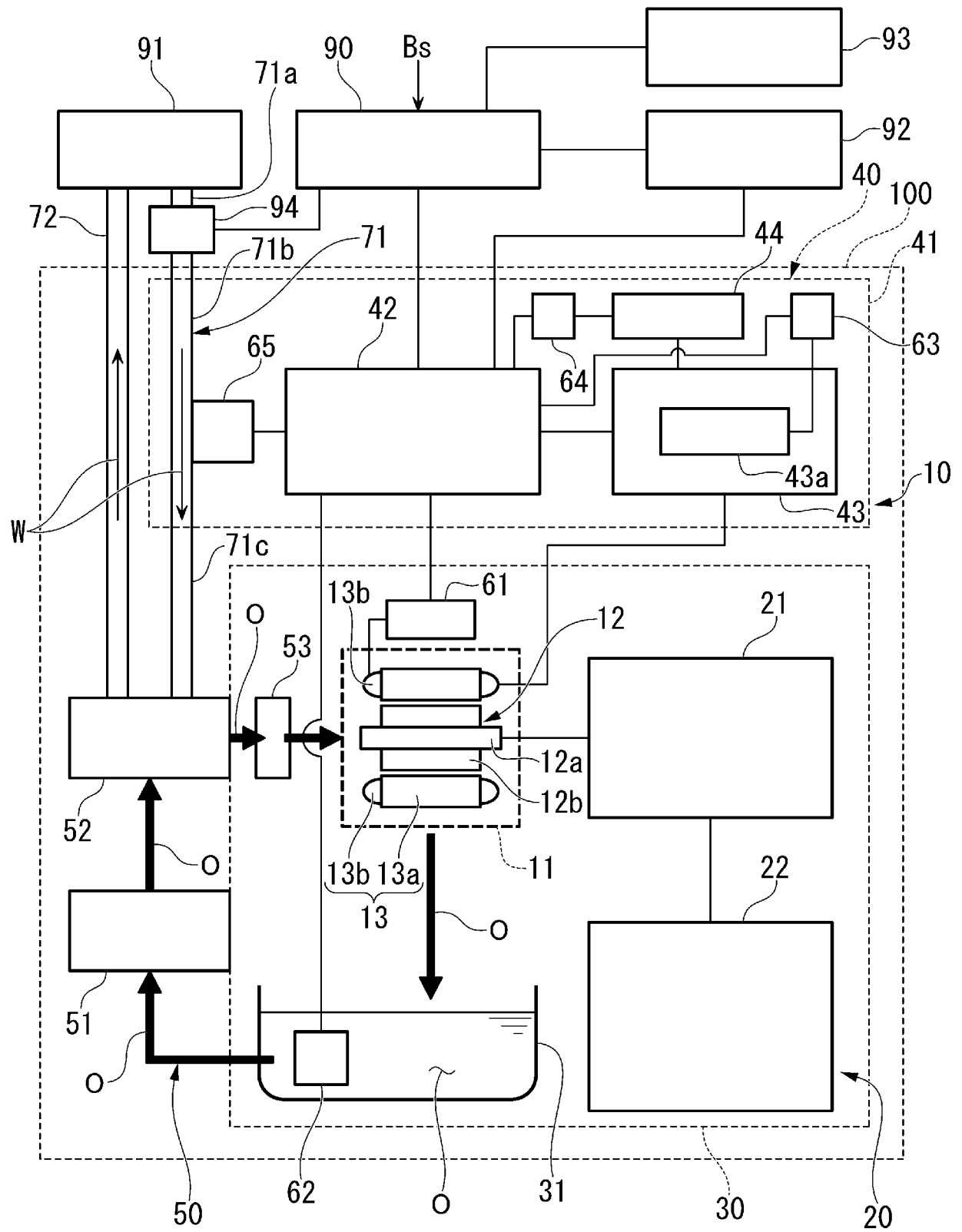
[請求項18] 前記回生電流制御の実行時において、全ての前記温度パラメータが前記第 1 閾値よりも低く、かつ、前記バッテリーの充電率が前記第 2 閾値よりも小さい第 3 閾値よりも大きく前記第 2 閾値以下である場合、前記 d 軸電流指令値と前記 q 軸電流指令値との比率を第 3 比率とすることを含み、

前記第 3 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比は、前記第 1 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも大きく、かつ、前記第 2 比率における前記 q 軸電流指令値に対する前記 d 軸電流指令値の比よりも小さい、請求項 1 5 に記載の制御方法。

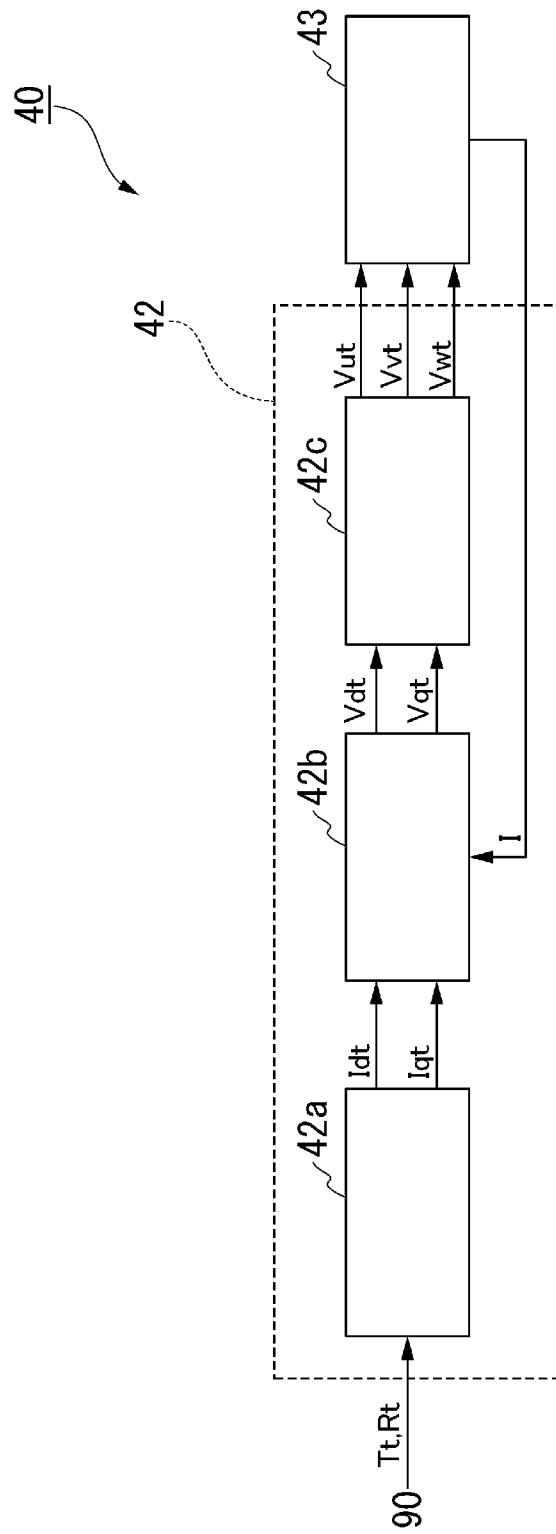
[請求項19] 前記回生電流制御の実行時において、前記回生トルク指令値と前記モータの回転数との d 軸電流指令値マップに基づいて前記 d 軸電流指令値を決定し、前記回生トルク指令値と前記モータの回転数との q 軸電流指令値マップに基づいて前記 q 軸電流指令値を決定することを含み、請求項 1 4 に記載の制御方法。

[請求項20] 請求項14から19のいずれか一項に記載の制御方法をコンピュータに実行させる、制御プログラム。

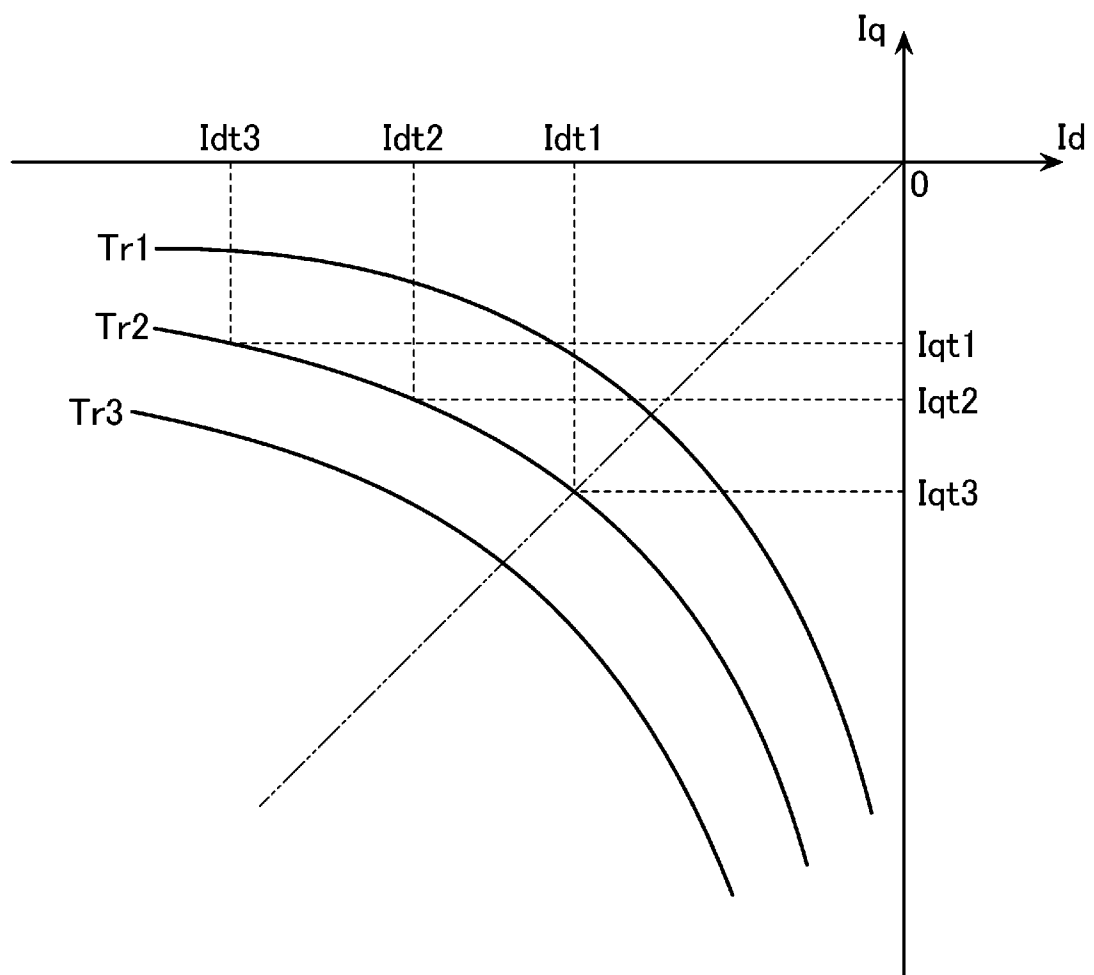
[図1]



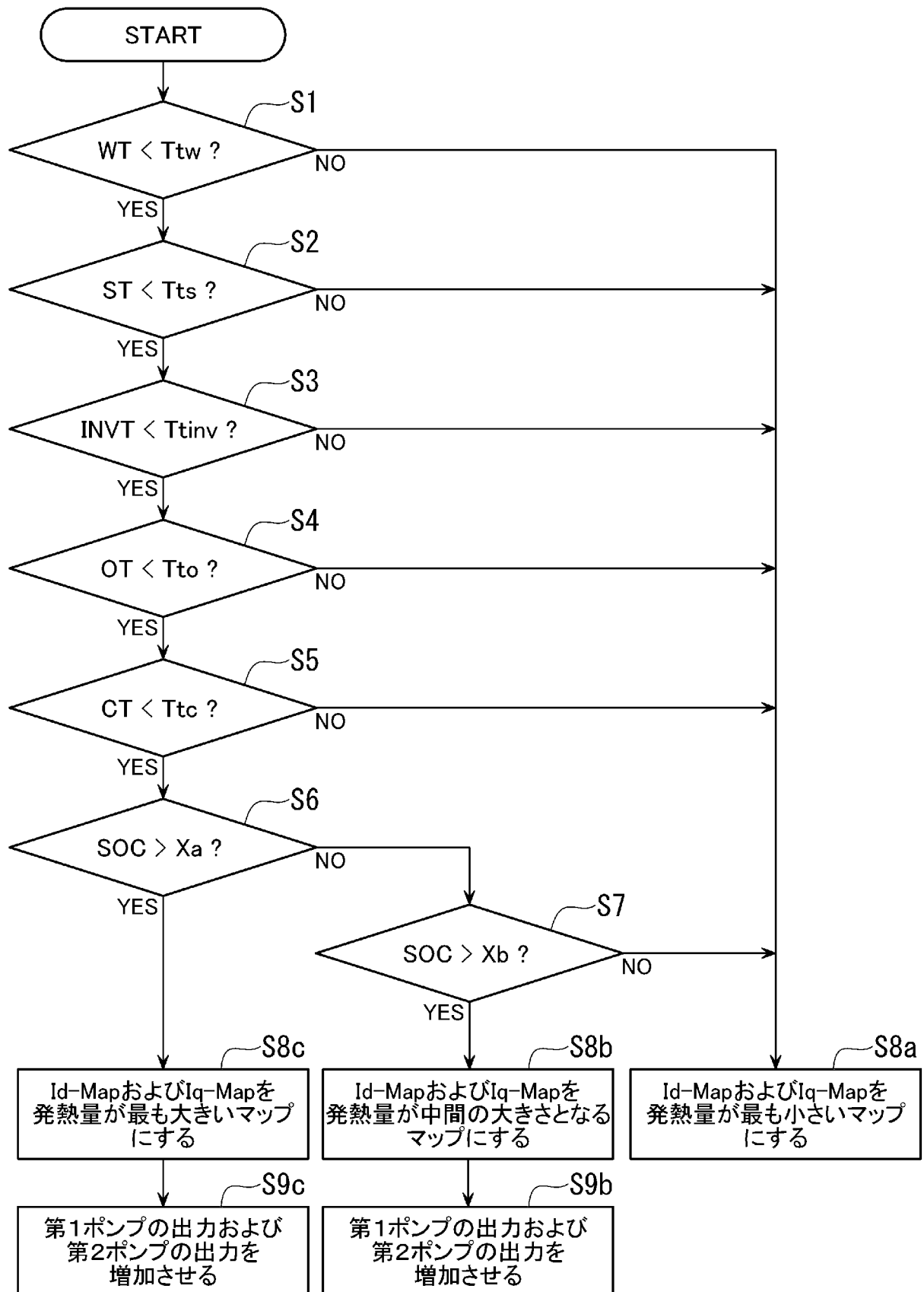
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/030118

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02P 21/22**(2016.01)i

FI: H02P21/22

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)

H02P21/22

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.
X	JP 2013-251988 A (DAIHATSU MOTOR CO., LTD.) 12 December 2013 (2013-12-12) claim 1, paragraphs [0001], [0002], [0007]-[0012], [0026], [0032], [0033], [0036], [0039], [0044], [0045], [0049]-[0052], [0057], [0058], [0064], fig. 1, 3, 4, 6-8	1-2, 5-12, 14-15, 18-20
Y		3-4, 13, 16-17
Y	JP 2021-176258 A (DENSO CORPORATION) 04 November 2021 (2021-11-04) paragraphs [0024], [0046], [0047], fig. 1	3-4, 13, 16-17



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

12 September 2023

Date of mailing of the international search report

26 September 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/JP2023/030118

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2013-251988	A	12 December 2013	(Family: none)	
JP	2021-176258	A	04 November 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 21/22(2016.01)i FI: H02P21/22										
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）） H02P21/22 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								
X	JP 2013-251988 A（ダイハツ工業株式会社）12.12.2013（2013 - 12 - 12） 請求項1, 段落1-2, 7-12, 26, 32-33, 36, 39, 44-45, 49-52, 57-58, 64, 図1, 3-4, 6-8	1-2, 5-12, 14-15, 18-20								
Y		3-4, 13, 16-17								
Y	JP 2021-176258 A（株式会社デンソー）04.11.2021（2021 - 11 - 04） 段落24, 46-47, 図1	3-4, 13, 16-17								
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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 12.09.2023	国際調査報告の発送日 26.09.2023									
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） 若林 治男 3V 4190 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/JP2023/030118

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2013-251988	A	12.12.2013	(ファミリーなし)	
JP	2021-176258	A	04.11.2021	(ファミリーなし)	