

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7207243号  
(P7207243)

(45)発行日 令和5年1月18日(2023.1.18)

(24)登録日 令和5年1月10日(2023.1.10)

(51)国際特許分類

H 02 M	7/48 (2007.01)	H 02 M	7/48	Z
H 02 M	1/00 (2007.01)	H 02 M	1/00	R
B 60 L	3/00 (2019.01)	B 60 L	3/00	N

請求項の数 10 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-166514(P2019-166514)
(22)出願日	令和1年9月12日(2019.9.12)
(65)公開番号	特開2021-44983(P2021-44983A)
(43)公開日	令和3年3月18日(2021.3.18)
審査請求日	令和4年1月27日(2022.1.27)

(73)特許権者	000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74)代理人	100121821 弁理士 山田 強
(74)代理人	100139480 弁理士 日野 京子
(74)代理人	100125575 弁理士 松田 洋
(74)代理人	100175134 弁理士 北 裕介
(72)発明者	小林 久晃 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
(72)発明者	山本 正和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 温度推定装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

蓄電装置(40)と、前記蓄電装置に電気的に接続される電力変換器(30, 50)と、を備えるシステムに適用され、

前記システムを構成するコンポーネントのうち、前記電力変換器の動作によって該電力変換器と前記蓄電装置との間で電力が伝達される場合に昇温するコンポーネントである推定対象コンポーネント(21, 31~33, 51, 80)の温度を推定する温度推定装置(90)において、

前記電力変換器の動作開始時に、前記推定対象コンポーネントの温度初期値( $T_{ini}$ )を推定する初期値推定部と、

前記電力変換器の動作によって該電力変換器から供給される電流値に基づいて、前記推定対象コンポーネントの温度変化量( $\Delta T$ )を推定する変化量推定部と、

前記温度初期値及び前記温度変化量に基づいて、前記推定対象コンポーネントの推定温度( $T_{est}$ )を算出する温度推定部と、を備え、

前記初期値推定部は、前記推定対象コンポーネントの温度推定停止指示が前回なされてから、前記推定対象コンポーネントの温度推定開始指示が今回なされるまでの経過時間が規定時間( $L_{th}$ )を下回る場合、前記温度推定停止指示が前回なされた時における前記推定温度を前記温度初期値とし、前記経過時間が前記規定時間以上となる場合、規定温度( $T_{est}$ )を前記温度初期値とする温度推定装置。

## 【請求項2】

前記初期値推定部は、前記規定温度を、前記温度推定停止指示が前回なされてから前記規定時間が経過した場合に前記推定対象コンポーネントの温度が取り得る範囲の上限値に設定する請求項1に記載の温度推定装置。

【請求項3】

前記初期値推定部は、前記規定温度を、前記推定対象コンポーネントの周辺温度に基づいて設定する請求項1に記載の温度推定装置。

【請求項4】

蓄電装置(40)と、前記蓄電装置に電気的に接続される電力変換器(30, 50)と、を備えるシステムに適用され、

前記システムを構成するコンポーネントのうち、前記電力変換器の動作によって該電力変換器と前記蓄電装置との間で電力が伝達される場合に昇温するコンポーネントである推定対象コンポーネント(21, 31~33, 51, 80)の温度を推定する温度推定装置(90)において、

前記電力変換器の動作開始時に、前記推定対象コンポーネントの温度初期値( $T_{ini}$ )を推定する初期値推定部と、

前記電力変換器の動作によって該電力変換器から供給される電流値に基づいて、前記推定対象コンポーネントの温度変化量( $\Delta T$ )を推定する変化量推定部と、

前記温度初期値及び前記温度変化量に基づいて、前記推定対象コンポーネントの推定温度( $T_{test}$ )を算出する温度推定部と、を備え、

前記初期値推定部は、前記推定対象コンポーネントの温度推定停止指示が前回なされてから、前記推定対象コンポーネントの温度推定開始指示が今回なされるまでの経過時間が規定時間を下回る場合、前記温度推定停止指示が前回なされた時における前記推定温度を前記温度初期値とし、前記経過時間が前記規定時間以上となる場合、前記温度推定停止指示が前回なされた時における前記推定温度が前記経過時間と関係付けられて単調減少する値を前記温度初期値とし、

前記初期値推定部は、前記温度推定停止指示が前回なされた時における前記推定温度が高いほど、前記規定時間を長く設定する温度推定装置。

【請求項5】

蓄電装置(40)と、前記蓄電装置に電気的に接続される電力変換器(30, 50)と、を備えるシステムに適用され、

前記システムを構成するコンポーネントのうち、前記電力変換器の動作によって該電力変換器と前記蓄電装置との間で電力が伝達される場合に昇温するコンポーネントである推定対象コンポーネント(21, 31~33, 51, 80)の温度を推定する温度推定装置(90)において、

前記電力変換器の動作開始時に、前記推定対象コンポーネントの温度初期値( $T_{ini}$ )を推定する初期値推定部と、

前記電力変換器の動作によって該電力変換器から供給される電流値に基づいて、前記推定対象コンポーネントの温度変化量( $\Delta T$ )を推定する変化量推定部と、

前記温度初期値及び前記温度変化量に基づいて、前記推定対象コンポーネントの推定温度( $T_{test}$ )を算出する温度推定部と、を備え、

前記初期値推定部は、前記推定対象コンポーネントの温度推定停止指示が前回なされてから、前記推定対象コンポーネントの温度推定開始指示が今回なされるまでの経過時間が第1規定時間( $L_{th1}$ )を下回る場合、前記温度推定停止指示が前回なされた時における前記推定温度を前記温度初期値とし、前記経過時間が、前記第1規定時間以上であってかつ、前記第1規定時間よりも長い第2規定時間( $L_{th2}$ )を下回る場合、前記温度推定停止指示が前回なされた時における前記推定温度が前記経過時間と関係付けられて単調減少する値を前記温度初期値とし、前記経過時間が前記第2規定時間以上となる場合、規定温度( $T_{ref}$ )を前記温度初期値とし、

前記初期値推定部は、前記温度推定停止指示が前回なされた時における前記推定温度が高いほど、前記第1規定時間及び前記第2規定時間を長く設定する温度推定装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 6】**

前記初期値推定部は、前記規定温度を、前記温度推定停止指示が前回なされてから前記第2規定時間が経過した場合に前記推定対象コンポーネントの温度が取り得る範囲の上限値に設定する請求項5に記載の温度推定装置。

**【請求項 7】**

前記初期値推定部は、前記規定温度を、前記推定対象コンポーネントの周辺温度に基づいて設定する請求項5に記載の温度推定装置。

**【請求項 8】**

前記システムは、回転電機(20)と、前記電力変換器としてのインバータ(30)と、前記回転電機及び前記インバータの間を接続する電気経路(33)と、前記電気経路に流れる電流を検出する電流センサ(80)と、を備え、

10

前記推定対象コンポーネントは、前記システムを構成するコンポーネントのうち、前記インバータの動作によって電流が流れる経路を構成するコンポーネント(21, 31~33)、及び前記電流センサの少なくとも1つであり、

前記変化量推定部は、前記電流センサにより検出された電流値に基づいて、前記温度変化量を推定する請求項1~7のいずれか1項に記載の温度推定装置。

**【請求項 9】**

前記温度推定停止指示は、前記回転電機の駆動停止指示がなされた場合になされ、

前記温度推定開始指示は、前記回転電機の駆動許可がなされた場合になされ、

前記初期値推定部において用いられる前記経過時間は、前記駆動停止指示が前回なされてから、前記駆動許可が今回なされるまでの経過時間である請求項8に記載の温度推定装置。

20

**【請求項 10】**

前記温度推定停止指示が前回なされてから前記温度推定開始指示が今回なされるまでの期間において、前記電力変換器が停止して該電力変換器から電流が供給されない請求項1~9のいずれか1項に記載の温度推定装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、蓄電池と、蓄電池に電気的に接続された電力変換器と、を備えるシステムに適用され、システムを構成するコンポーネントの温度を推定する温度推定装置に関する。

30

**【背景技術】****【0002】**

従来、蓄電池と、蓄電池に接続されたインバータと、回転電機と、回転電機及びインバータを接続するケーブルとを備える車載システムが知られている。回転電機を駆動するためにケーブルに電流が流れると、ケーブルが発熱する。その結果、ケーブルの温度がその許容上限値を超えるおそれがある。

**【0003】**

そこで、特許文献1に記載されているように、ケーブル温度又はケーブル周辺温度を推定し、推定温度が閾値温度を超えたと判定した場合、ケーブルが過熱状態となるのを回避すべく、回転電機の出力を制限する制御装置が知られている。

40

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0004】****【文献】特許第5786452号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ケーブル温度を推定するに際し、ケーブル温度の初期値が適正に設定されていないと、ケーブル温度の推定精度が低下し得る。特に、回転電機の駆動直後におけるケーブル温度

50

の推定精度が低下し得る。

【0006】

ケーブルが過熱状態に近い状況で回転電機の駆動を停止させて停車させ、その後すぐに回転電機を再始動させる場合を例にして説明する。ケーブル温度を推定するにあたり、ケーブル温度の初期値が、例えばケーブル周辺温度と等しい値に設定されるとする。この場合、その後ケーブルに電流が流れる状況下において、推定されたケーブル温度がケーブルの実際の温度よりも低くなり得る。その結果、ケーブルの実際の温度がその許容上限値を超えてしまい、ケーブルが過熱状態に陥る懸念がある。

【0007】

なお、温度推定対象は、ケーブルに限らない。蓄電装置と、蓄電装置に電気的に接続された電力変換器とを備えるシステムにおいて、そのシステムを構成するコンポーネントのうち、電力変換器の動作によって電力変換器と蓄電装置との間で電力が伝達される場合に昇温するコンポーネントが温度推定対象であれば、上述した問題が同様に発生し得る。

10

【0008】

本発明は、推定対象コンポーネントの温度推定精度を高めることができる温度推定装置を提供することを主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、蓄電装置と、前記蓄電装置に電気的に接続される電力変換器と、を備えるシステムに適用され、

20

前記システムを構成するコンポーネントのうち、前記電力変換器の動作によって該電力変換器と前記蓄電装置との間で電力が伝達される場合に昇温するコンポーネントである推定対象コンポーネントの温度を推定する温度推定装置において、

前記電力変換器の動作開始時に、前記推定対象コンポーネントの温度初期値を推定する初期値推定部と、

前記電力変換器の動作によって該電力変換器から供給される電流値に基づいて、前記推定対象コンポーネントの温度変化量を推定する変化量推定部と、

前記温度初期値及び前記温度変化量に基づいて、前記推定対象コンポーネントの推定温度を算出する温度推定部と、を備え、

前記初期値推定部は、前記推定対象コンポーネントの温度推定停止指示が前回なされてから、前記推定対象コンポーネントの温度推定開始指示が今回なされるまでの経過時間に基づいて、前記温度初期値を推定する。

30

【0010】

本発明では、電力変換器の動作開始時に、推定対象コンポーネントの温度初期値が推定される。そして、電力変換器の動作に伴って電力変換器から供給される電流値に基づいて、推定対象コンポーネントの温度変化量が推定される。そして、推定された温度初期値及び温度変化量に基づいて、推定対象コンポーネントの推定温度が算出される。

【0011】

ここで、推定対象コンポーネントの温度推定停止指示が前回なされてから、推定対象コンポーネントの温度推定開始指示が今回なされるまでの経過時間は、温度初期値の推定精度に大きく影響する。この点に鑑み、本発明では、上記経過時間に基づいて、温度初期値が推定される。このため、推定対象コンポーネントの温度推定精度を高めることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1実施形態に係る車載システムの全体構成図。

【図2】温度推定処理の手順を示すフローチャート。

【図3】初期値推定処理の手順を示すフローチャート。

【図4】経過時間が短い場合の初期値推定方法を示すタイムチャート。

【図5】経過時間が長い場合の初期値推定方法を示すタイムチャート。

【図6】第2実施形態に係る初期値推定処理の手順を示すフローチャート。

50

【図7】初期値推定方法を示すタイムチャート。

【図8】経過時間が中程度の場合の初期値推定方法を示すタイムチャート。

【図9】第3実施形態に係る初期値推定処理の手順を示すフローチャート。

【図10】第4実施形態に係る初期値推定処理の手順を示すフローチャート。

【図11】経過時間が長い場合の初期値推定方法を示すタイムチャート。

【図12】第5実施形態に係る初期値推定処理の手順を示すフローチャート。

【図13】第6実施形態に係る初期値推定処理の手順を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0013】

＜第1実施形態＞

10

以下、本発明に係る温度推定装置を具体化した第1実施形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態の温度推定装置は、ハイブリッド自動車や電気自動車に搭載されるシステムを構成する。

【0014】

図1に示すように、車両10は、回転電機20、電力変換器としてのインバータ30、及び蓄電装置としての蓄電池40を備えている。回転電機20は、例えば、星型結線されたプラスレスの同期機である。回転電機20のロータは、車両10の駆動輪と動力伝達可能とされている。これにより、回転電機20は、車両10の走行動力源となる。

【0015】

蓄電池40は、充放電可能な2次電池であり、具体的には例えば、リチウムイオン蓄電池又はニッケル水素蓄電池である。蓄電池40は、回転電機20が電動機として機能する場合に回転電機20の電力供給源となり、回転電機20が発電機として機能する場合に発電電力を貯蔵する。

20

【0016】

インバータ30は、相数分(3相分)の上下アームのスイッチSWと、平滑用のコンデンサ31とを備えている。スイッチSWは、例えば、電圧制御形の半導体スイッチング素子であり、具体的にはNチャネルMOSFET又はIGBTである。各相において、上、下アームのスイッチSWの接続点は、インバータ30のコネクタ部32に接続されている。

【0017】

車両10は、3相分の交流ケーブル33を備えている。各相において、交流ケーブル33の第1端は、インバータ30のコネクタ部32に接続され、交流ケーブル33の第2端は、回転電機20のコネクタ部21に接続されている。各相において、回転電機20のコネクタ部21は、回転電機20のステータ巻線に接続されている。

30

【0018】

車両10は、蓄電池40とインバータ30とを接続するリレー35を備えている。リレー35は、オンされることにより蓄電池40とインバータ30とを電気的に接続し、オフされることにより蓄電池40とインバータ30とを電気的に遮断する。

【0019】

車両10は、電力変換器としての充電器50を備えている。充電器50の充電コネクタ部51は、充電ケーブル61を介して、車両10の外部に設けられた給電設備60と接続可能とされている。充電器50は、給電設備60から充電ケーブル61及び充電コネクタ部51を介して供給される交流電力を直流電力に変換して蓄電池40に供給する。これにより、蓄電池40が充電される。なお、蓄電池40と充電器50との間にリレーが設けられるが、図1では、そのリレーの図示を省略している。

40

【0020】

車両10は、インバータ30を冷却する冷却装置70を備えている。本実施形態において、冷却装置70は、インバータ30を冷却する冷却流体(冷却水)が流れる冷却水通路及びその通路に冷却水を循環させるためのポンプと、インバータ30に送風して冷却するためのファンとを含む。

【0021】

50

回転電機 2 0、インバータ 3 0、交流ケーブル 3 3、リレー 3 5、蓄電池 4 0 及び充電器 5 0 は、車両 1 0 に設けられた所定の機器配置空間であるモータルームに配置されている。モータルームは、例えば、車両 1 0 において運転席の前方に設けられている。

#### 【 0 0 2 2 】

車両 1 0 は、相電流センサ 8 0 及び周辺温度センサ 8 1 を備えている。相電流センサ 8 0 は、交流ケーブル 3 3 に流れる相電流を検出する。本実施形態では、相電流センサ 8 0 として、例えばカレントトランスを備える非接触式のものが用いられている。周辺温度センサ 8 1 は、モータルーム内の温度を周辺温度  $T_{m r}$  として検出する。特に本実施形態では、周辺温度センサ 8 1 は、モータルームのうち、交流ケーブル 3 3 周辺の温度を周辺温度  $T_{m r}$  として検出する。相電流センサ 8 0 及び周辺温度センサ 8 1 の検出値や、冷却装置 7 0 の動作状態は、車両 1 0 に備えられる電子制御装置 ( E C U 9 0 ) に入力される。

10

#### 【 0 0 2 3 】

E C U 9 0 は、マイコンを主体として構成され、リレー 3 5 を操作したり、回転電機 2 0 のトルクを指令トルクに制御すべくインバータ 3 0 の各スイッチ S W を操作したり、蓄電池 4 0 を充電すべく充電器 5 0 を操作したりする。なお、本実施形態では、蓄電池 4 0 の充電は、車両 1 0 の停車中に実施される。また、E C U 9 0 が提供する機能は、例えば、実体的なメモリ装置に記録されたソフトウェア及びそれを実行するコンピュータ、ハードウェア、又はそれらの組み合わせによって提供することができる。

#### 【 0 0 2 4 】

E C U 9 0 は、車載システムのコンポーネントの温度を推定する温度推定処理を行う。本実施形態では、その処理による温度推定対象を交流ケーブル 3 3 とする。E C U 9 0 は、温度推定開始指示がなされたと判定してから、温度推定停止指示がなされたと判定するまでの期間に亘って温度推定処理を行い、温度推定停止指示がなされたと判定してから、温度推定開始指示がなされたと判定するまでの期間に亘って温度推定処理を停止する。

20

#### 【 0 0 2 5 】

本実施形態において、E C U 9 0 は、回転電機 2 0 の駆動許可がなされたと判定した場合、温度推定開始指示がなされたと判定する。また、E C U 9 0 は、回転電機 2 0 の駆動停止指示がなされたと判定した場合、温度推定停止指示がなされたと判定する。このため、温度推定停止指示がなされてから温度推定開始指示がなされるまでの期間には、交流ケーブル 3 3 に電流が流れない。なお、E C U 9 0 は、例えば、リレー 3 5 がオンに切り替えられたと判定した場合に駆動許可がなされたと判定し、リレー 3 5 がオフに切り替えられたと判定した場合に駆動停止指示がなされたと判定してもよい。

30

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 に、温度推定処理の手順を示す。この処理は、交流ケーブル 3 3 の温度推定開始指示がなされたと判定されたことをトリガに実行される。

#### 【 0 0 2 7 】

ステップ S 1 0 では、交流ケーブル 3 3 の温度初期値  $T_{i n i}$  を推定する初期値推定処理を行う。この処理については、後に詳述する。なお、ステップ S 1 0 の処理が初期値推定部に相当する。

40

#### 【 0 0 2 8 】

ステップ S 1 0 の処理の完了後、ステップ S 1 1 ~ S 1 5 の処理を実行する。ステップ S 1 1 ~ S 1 5 の処理は、所定の制御周期で繰り返し実行される。

#### 【 0 0 2 9 】

ステップ S 1 1 では、相電流センサ 8 0 により検出された電流値と、周辺温度センサ 8 1 により検出された周辺温度  $T_{m r}$  とに基づいて、温度推定開始指示がなされてからの交流ケーブル 3 3 の温度変化量  $T$  を算出する。詳しくは、交流ケーブル 3 3 の発熱量と、交流ケーブル 3 3 からの放熱量とに基づいて、温度変化量  $T$  を算出する。発熱量は、相電流センサ 8 0 により検出された電流値と、交流ケーブル 3 3 周辺の発熱部品からの受熱量とに基づいて算出されればよい。また、放熱量は、推定温度  $T_{e s t}$  と周辺温度  $T_{m r}$  との温度差、及び冷却装置 7 0 による交流ケーブル 3 3 の放熱量に基づいて算出されれば

50

よい。冷却装置 70 による放熱量には、ファンによって交流ケーブル 33 に風が当たることによる放熱量と、ポンプにより循環させられる冷却水による交流ケーブル 33 の放熱量とが含まれる。なお、ステップ S11 の処理が変化量推定部に相当する。

【0030】

ステップ S12 では、ステップ S10 で推定した温度初期値  $T_{ini}$  に、ステップ S11 で推定した温度変化量  $\Delta T$  を加算することにより、今回の制御周期における交流ケーブル 33 の推定温度  $T_{est}(n)$  を算出する。なお、ステップ S12 の処理が温度推定部に相当する。

【0031】

ステップ S13 では、ステップ S12 で算出した推定温度  $T_{est}$  が閾値温度  $T_{th}$  以上であるか否かを判定する。

10

【0032】

ステップ S13 において肯定判定した場合には、ステップ S14 に進み、指令トルクをその上限値で制限する。これにより、交流ケーブル 33 に流れる電流（具体的には、交流電流の振幅）の増加を抑制し、交流ケーブル 33 が過熱状態になることを回避する。

【0033】

ステップ S14 の処理が完了した場合、又はステップ S13 において否定判定した場合には、ステップ S15 に進み、温度推定停止指示がなされたか否かを判定する。温度推定停止指示がなされていないと判定した場合には、ステップ S11 に移行する。一方、温度推定停止指示がなされたと判定した場合には、温度推定処理を停止する。

20

【0034】

図 3 に、ステップ S10 の初期値推定処理の手順を示す。

【0035】

ステップ S20 では、温度推定停止指示が前回なされたタイミングから、温度推定開始指示が今回なされたタイミングまでの経過時間を算出する。

【0036】

ステップ S21 では、ステップ S20 で算出した経過時間が規定時間  $Lth$  を下回るか否かを判定する。規定時間  $Lth$  は、例えば、交流ケーブル 33 の温度がモータルームの温度になるまでに要する時間に設定されればよい。より具体的には例えば、規定時間  $Lth$  は、モータルームの温度が取り得る範囲の上限値と同じ温度にモータルームの温度が維持されている場合において、交流ケーブル 33 の温度が、その取り得る範囲の上限値と同じ温度からモータルームの温度になるまでに要する時間に設定されればよい。規定時間  $Lth$  は、例えば、実験や数値計算等により予め定められた値である。

30

【0037】

ステップ S21 において肯定判定した場合には、ステップ S22 に進み、温度推定停止指示が前回なされたタイミングの直前に算出した推定温度  $T_{est}$  を温度初期値  $T_{ini}$  とする。

【0038】

一方、ステップ S21 において否定判定した場合には、ステップ S23 に進み、規定温度  $T$  を温度初期値  $T_{ini}$  にする。つまり、温度初期値  $T_{ini}$  を規定温度  $T$  にリセットする。本実施形態において、規定温度  $T$  は、温度推定停止指示が前回なされたタイミングから規定時間  $Lth$  が経過したタイミングにおいて、交流ケーブル 33 の温度が取り得る範囲の上限値（例えば 85 ）に設定されている。ステップ S22 又は S23 の処理が完了した場合、ステップ S11 に進む。

40

【0039】

図 4 及び図 5 を用いて、推定温度  $T_{est}$  の算出方法の一例を説明する。

【0040】

まず、図 4 を用いて、算出された経過時間が規定時間  $Lth$  を下回る場合について説明する。図 4 において、 $T_r$  は、交流ケーブル 33 の実際の温度を示す。

【0041】

50

時刻  $t_1$  において、温度推定停止指示がなされるため、温度推定処理が停止される。その後、時刻  $t_2$  において、温度推定開始指示がなされるため、温度推定処理が再開される。この際、時刻  $t_1 \sim t_2$  で表される経過時間が規定時間  $L_{th}$  を下回るため、温度初期値  $T_{ini}$  として、時刻  $t_1$  における推定温度  $T_{est}$  が用いられる。

#### 【0042】

続いて、図5を用いて、算出された経過時間が規定時間  $L_{th}$  以上になる場合について説明する。

#### 【0043】

時刻  $t_1$  において温度推定停止指示がなされるため、温度推定処理が停止される。その後、時刻  $t_3$  において、温度推定開始指示がなされるため、温度推定処理が再開される。時刻  $t_1 \sim t_3$  で表される経過時間が規定時間  $L_{th}$  以上となるため、温度初期値  $T_{ini}$  として、規定温度  $T$  が用いられる。なお、図5では、説明の便宜上、時刻  $t_2$  で推定温度  $T_{est}$  がリセットされて変化しているが、実際には、時刻  $t_1 \sim t_3$  の期間では、推定処理が停止されている。

10

#### 【0044】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

#### 【0045】

本実施形態では、インバータ30の動作開始時に、交流ケーブル33の温度初期値  $T_{ini}$  が推定される。そして、インバータ30の動作中における相電流センサ80の電流検出値等に基づいて、交流ケーブル33の温度変化量  $T$  が推定される。そして、推定された温度初期値  $T_{ini}$  及び温度変化量  $T$  に基づいて、交流ケーブル33の温度  $T_{est}$  が推定される。

20

#### 【0046】

ここで、温度推定停止指示が前回なされたタイミングから、温度推定開始指示が今回なされたタイミングまでの経過時間が規定時間  $L_{th}$  を下回ると判定された場合、温度推定停止指示が前回なされたタイミングの直前に算出された推定温度  $T_{est}$  が温度初期値  $T_{ini}$  とされる。一方、上記経過時間が規定時間  $L_{th}$  以上であると判定された場合、規定温度  $T$  が温度初期値  $T_{ini}$  とされる。このように、上記経過時間に合わせて温度初期値  $T_{ini}$  が推定されるため、交流ケーブル33の温度推定精度を高めることができる。その結果、例えば、車両10を長時間停車させた場合において、交流ケーブル33の推定温度  $T_{est}$  が交流ケーブル33の実際の温度に対して過度に高くなることを防止したり、車両10を短時間停車させた場合において、交流ケーブル33の推定温度  $T_{est}$  が交流ケーブル33の実際の温度に対して過度に低くなることを防止したりできる。

30

#### 【0047】

規定温度  $T$  は、温度推定停止指示が前回なされたタイミングから規定時間  $L_{th}$  が経過したタイミングにおいて、交流ケーブル33の温度が取り得る範囲の上限値に設定されている。これにより、交流ケーブル33の実際の温度が推定温度  $T_{est}$  を確実に上回らないようにすることができ、ひいては交流ケーブル33の過熱保護を的確に実施できる。

#### 【0048】

<第2実施形態>

40

以下、第2実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、初期値推定処理の処理内容を変更する。

#### 【0049】

図6に、本実施形態に係る初期値推定処理の手順を示す。なお、図6において、先の図3に示した処理と同一の処理については、便宜上、同一の符号を付している。

#### 【0050】

ステップS20の完了後、ステップS24に進み、算出した経過時間が第1規定時間  $L_{th1}$  を下回るか否かを判定する。ステップS21において肯定判定した場合には、ステップS22に進む。

#### 【0051】

50

一方、ステップ S 2 4 において否定判定した場合には、ステップ S 2 5 に進み、算出した経過時間が、第 1 規定時間 L t h 1 以上であって、かつ、第 2 規定時間 L t h 2 ( $> L t h 1$ ) を下回るか否かを判定する。第 2 規定時間 L t h 2 は、例えば、第 1 実施形態で説明した規定時間 L t h と同じ時間に設定されている。ステップ S 2 5 において経過時間が第 2 規定時間 L t h 2 を上回ると判定した場合には、ステップ S 2 3 に進む。

#### 【0052】

一方、ステップ S 2 5 において肯定判定した場合には、ステップ S 2 6 に進み、温度推定停止指示が前回なされた直前に算出した推定温度 T e s t が、経過時間と関係付けられて単調減少する値を温度初期値 T i n i として推定する。以下、図 7 を用いて、ステップ S 2 6 における温度初期値 T i n i の推定方法について説明する。

10

#### 【0053】

図 7 において、t a は、温度推定停止指示が前回なされたタイミングを示し、t b は、温度推定開始指示が今回なされたタイミングを示し、T e n d は、温度推定停止指示が前回なされたタイミングの直前の推定温度 T e s t である停止時温度を示す。このため、「t b - t a」がステップ S 2 0 で算出される経過時間となる。この場合において、下式 (eq1)、ステップ S 2 0 で算出した経過時間、周辺温度 T m r 及び停止時温度 T e n d を用いて、温度初期値 T i n i を推定する。

#### 【0054】

##### 【数1】

$$T_{ini} = T_{mr} + (T_{end} - T_{mr}) \times e^{\left\{-\frac{t_b - t_a}{\tau}\right\}} \dots (eq1)$$

20

上式 (eq1) は、経過時間に応じて、停止時温度 T e n d が周辺温度 T m r に漸近する推定式である。上式 (eq1) の右辺の時定数  $\tau$  は、例えば、実験や数値計算等により適合される値であり、1 ~ 2 時間に設定されている。時定数  $\tau$  は、例えば、交流ケーブル 3 3 の温度がモータルームの温度になるまでに要する時間に基づいて設定されればよい。より具体的には例えば、時定数  $\tau$  は、モータルームの温度が取り得る範囲の上限値と同じ温度にモータルームの温度が維持されている場合において、交流ケーブル 3 3 の温度が、その取り得る範囲の上限値と同じ温度からモータルームの温度になるまでに要する時間に基づいて設定されればよい。

30

#### 【0055】

図 8 を用いて、算出された経過時間が、第 1 規定時間 L t h 1 以上であってかつ第 2 規定時間 L t h 2 を下回る場合について説明する。

#### 【0056】

時刻 t 1 において温度推定停止指示がなされるため、温度推定処理が停止される。その後、時刻 t 2 において、温度推定開始指示がなされるため、温度推定処理が開始される。この際、時刻 t 2 における温度初期値 T i n i は、先の図 7 で説明したように、時刻 t 1 ~ t 2 で表される経過時間に応じた値となる。なお、図 8 では、説明の便宜上、時刻 t 1 ~ t 2 で推定温度 T e s t が変化しているが、実際には、t 1 ~ t 2 の期間では推定処理が停止されている。

40

#### 【0057】

以上説明した本実施形態によれば、算出された経過時間が第 1 規定時間 L t h 1 以上であってかつ第 2 規定時間 L t h 2 を下回る場合における交流ケーブル 3 3 の温度推定精度を高めることができる。

#### 【0058】

##### <第3実施形態>

以下、第3実施形態について、第1, 第2実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、初期値推定処理も処理内容を変更する。

#### 【0059】

50

図9に、本実施形態に係る初期値推定処理の手順を示す。本実施形態では、ステップS21において否定判定した場合には、ステップS26に進む。なお、図9において、先の図3、図6に示した処理と同一の処理については、便宜上、同一の符号を付している。

#### 【0060】

以上説明した本実施形態によれば、第2実施形態の効果に準じた効果を得ることができる。

#### 【0061】

##### <第4実施形態>

以下、第4実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、初期値推定処理の処理内容を変更する。

10

#### 【0062】

図10に、本実施形態に係る初期値推定処理の手順を示す。なお、図10において、先の図3に示した処理と同一の処理については、便宜上、同一の符号を付している。

#### 【0063】

ステップS21において否定判定した場合には、ステップS27に進み、周辺温度センサ81により検出された周辺温度 $T_{mr}$ に基づいて、温度初期値 $T_{ini}$ を推定する。本実施形態では、周辺温度 $T_{mr}$ に所定のオフセット量 $C$ を加算することにより、モータルームの温度が取り得る範囲の上限値以下の値であって、かつ、周辺温度 $T_{mr}$ よりも高い値として温度初期値 $T_{ini}$ を推定する。

20

#### 【0064】

図11を用いて、算出された経過時間が規定時間 $L_{th}$ 以上となる場合について説明する。

#### 【0065】

時刻 $t_1$ において温度推定停止指示がなされるため、温度推定処理が停止される。その後、時刻 $t_3$ において、温度推定開始指示がなされるため、温度推定処理が開始される。この際、時刻 $t_3$ における温度初期値 $T_{ini}$ は、周辺温度 $T_{mr}$ に所定のオフセット量 $C$ 加算した値となる。なお、図11では、説明の便宜上、時刻 $t_2$ で推定温度 $T_{est}$ が変化しているが、実際には、 $t_1 \sim t_3$ の期間では推定処理が停止されている。

#### 【0066】

以上説明した本実施形態によれば、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

30

#### 【0067】

##### <第4実施形態の変形例>

周辺温度センサ81として、冷却装置70を構成する冷却水の温度を検出する水温センサが車両10に備えられる場合、ステップS27において、周辺温度 $T_{mr}$ として、水温センサにより検出された冷却水温度が用いられてもよい。また、この場合、温度推定対象をコンデンサ31としてもよい。この場合、例えば、交流ケーブル33よりも冷却水が流れる位置に近い位置に配置されるコンデンサ31の温度初期値が、モータルームの温度が取り得る範囲の上限値（例えば85）と冷却水温度（例えば45）との平均値（例えば65）として推定されてもよい。

40

#### 【0068】

##### <第5実施形態>

以下、第5実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、初期値推定処理の処理内容を変更する。

#### 【0069】

図12に、本実施形態に係る初期値推定処理の手順を示す。なお、図12において、先の図3に示した処理と同一の処理については、便宜上、同一の符号を付している。

#### 【0070】

ステップS20の処理が完了した場合、ステップS28に進み、温度推定停止指示が前回なされたタイミングの直前で算出した推定温度 $T_{est}$ （第2実施形態の停止時温度 $T_{end}$ ）が高いほど、規定時間 $L_{th}$ を長く設定する。詳しくは、例えば、温度推定停止

50

指示が前回なされたタイミングの直前で算出した推定温度  $T_{est}$  が規定温度  $T$  よりも高い場合において、その推定温度  $T_{est}$  が高いほど、規定時間  $L_{th}$  を長く設定する。

【0071】

ステップ S28 の処理によれば、推定温度  $T_{est}$  が低い場合は推定温度  $T_{est}$  を早期に規定温度  $T$  にリセットし、推定温度  $T_{est}$  が高い場合は推定温度  $T_{est}$  のリセットを遅らす。これにより、温度推定開始指示がなされる場合において、温度初期値  $T_{ini}$  が交流ケーブル 33 の実際の温度よりも低くならないようにすることができる。

【0072】

<第6実施形態>

以下、第6実施形態について、第2実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態は、第5実施形態で説明した規定時間の変更を、第2実施形態に適用したものである。

10

【0073】

図13に、本実施形態に係る初期値推定処理の手順を示す。なお、図12において、先の図6に示した処理と同一の処理については、便宜上、同一の符号を付している。

【0074】

ステップ S20 の処理が完了した場合、ステップ S29 に進み、温度推定停止指示が前回なされたタイミングの直前で算出した推定温度  $T_{est}$  が高いほど、第1規定時間  $L_{th1}$  及び第2規定時間  $L_{th2}$  を長く設定する。詳しくは、例えば、温度推定停止指示が前回なされたタイミングの直前で算出した推定温度  $T_{est}$  が規定温度  $T$  よりも高い場合において、その推定温度  $T_{est}$  が高いほど、第1規定時間  $L_{th1}$  及び第2規定時間  $L_{th2}$  を長く設定する。

20

【0075】

<その他の実施形態>

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【0076】

・図6のステップ S23 の処理を、図10のステップ S27 の処理に変更してもよい。

【0077】

・図2のステップ S11において、1制御周期における温度変化量  $T$  が算出されてもよい。この場合、ステップ S12において、前回の制御周期で算出された推定温度  $T_{est}(n-1)$  に、ステップ S11で算出された温度変化量  $T$  が加算されることにより、今回の制御周期における推定温度  $T_{est}(n)$  が算出されればよい。

30

【0078】

・周辺温度センサ 81 は、モータルームの温度と相関を有する温度であれば、例えば、車両 10 の周囲の温度を周辺温度  $T_{mr}$  として検出してもよい。また、温度推定処理で用いられる周辺温度  $T_{mr}$  としては、センサの検出値に限らず、所定の処理によって推定された推定値であってもよい。

【0079】

・例えば、インバータ 30 と回転電機 20 とが一体化された機電一体型回転電機においては、インバータ 30 と回転電機 20 とを接続する電気経路が、交流ケーブル 33 ではなくバスバーとされる場合もある。この場合、温度推定処理による温度推定対象がバスバーとされればよい。

40

【0080】

・温度推定対象としては、交流ケーブル 33 に限らない。例えば、システムを構成するコンポーネントのうち、インバータ 30 の動作によって電流が流れる経路を構成するコンポーネントであれば、コンデンサ 31 や、インバータ 30 のコネクタ部 32、回転電機 20 のコネクタ部 21 であってもよい。

【0081】

また、温度推定対象としては、交流ケーブル 33 に限らず、例えば、相電流センサ 80 や、充電器 50 の充電コネクタ部 51 であってもよい。

50

## 【0082】

・温度推定停止指示がE C U 9 0の停止指示がなされた場合になされ、温度推定開始指示がE C U 9 0の起動指示がなされた場合になされるシステムにおいて、E C U 9 0は、E C U 9 0の起動指示が今回なされた場合、E C U 9 0の停止指示が前回なされてから、E C U 9 0の起動指示が今回なされるまでの経過時間に基づいて、温度初期値  $T_{ini}$  を推定してもよい。この推定方法は、例えば、回転電機2 0が駆動停止状態を維持しながらE C U 9 0が動作している場合の方法であり、具体的には例えば、給電設備6 0を用いた蓄電池4 0の充電中における推定方法である。この場合、充電器5 0の動作開始時において、充電器5 0の充電コネクタ部5 1の温度初期値を適正に推定でき、ひいては充電中における充電コネクタ部5 1の温度推定精度を高めることができる。なお、温度推定対象が充電コネクタ部5 1とされる場合、温度変化量  $T$  は、例えば、蓄電池4 0に流れる電流を検出する電源電流センサの検出値、又は給電設備6 0から送信される充電電流値に基づいて算出されればよい。

10

## 【0083】

・温度推定対象の数は、1つに限らず、複数であってもよい。

## 【0084】

・本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されてもよい。

20

## 【符号の説明】

## 【0085】

1 0 …車両、3 0 …インバータ、3 3 …交流ケーブル、4 0 …蓄電池、9 0 …E C U。

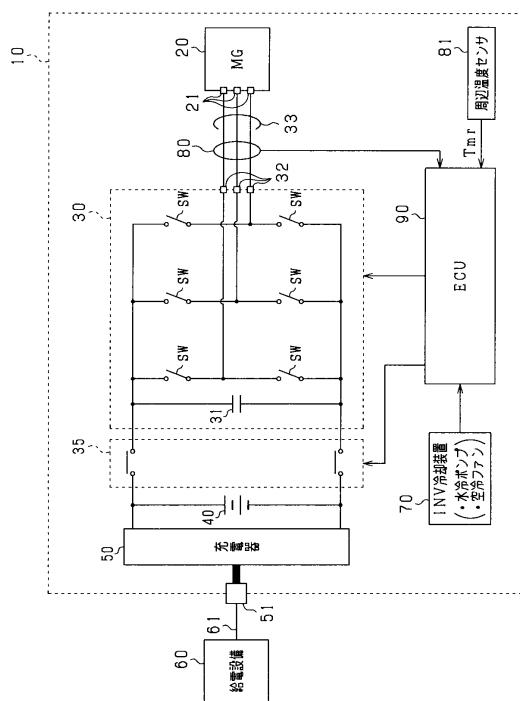
30

40

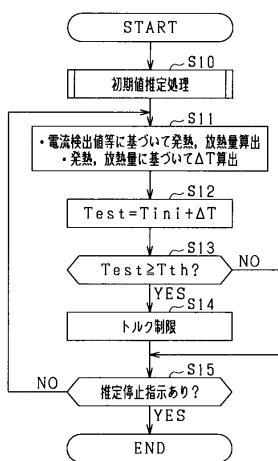
50

【図面】

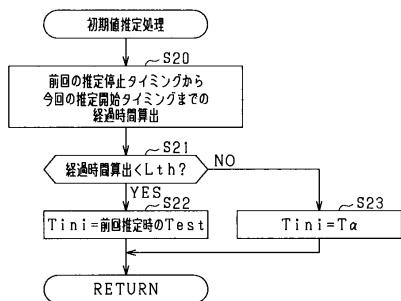
【図 1】



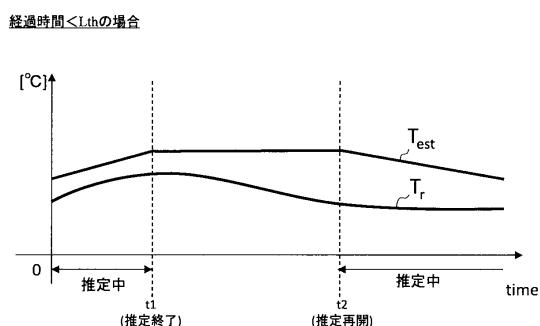
【図 2】



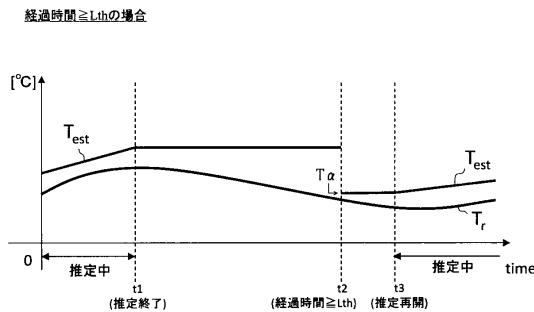
【図 3】



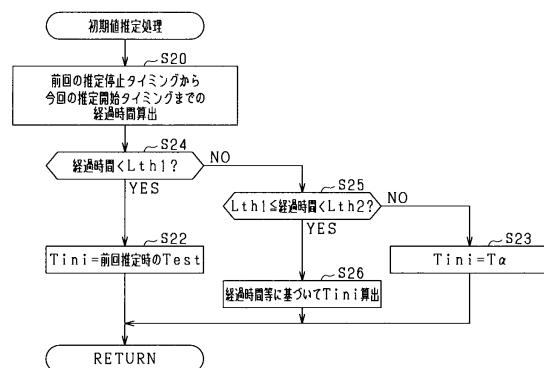
【図 4】



【図 5】



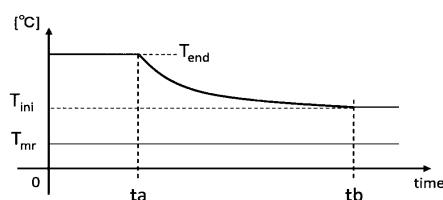
【図 6】



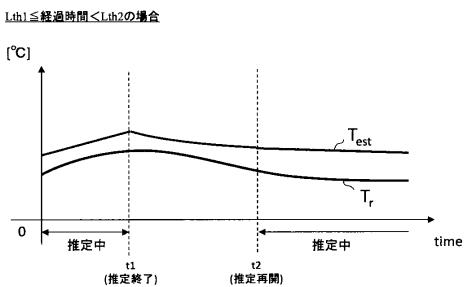
10

20

【図 7】



【図 8】

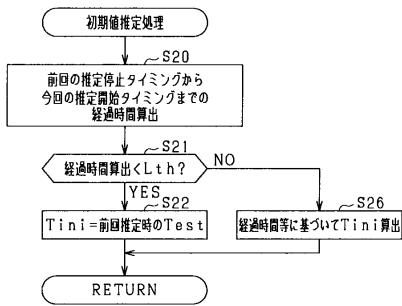


30

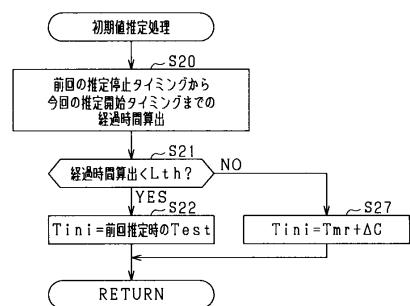
40

50

【図 9】

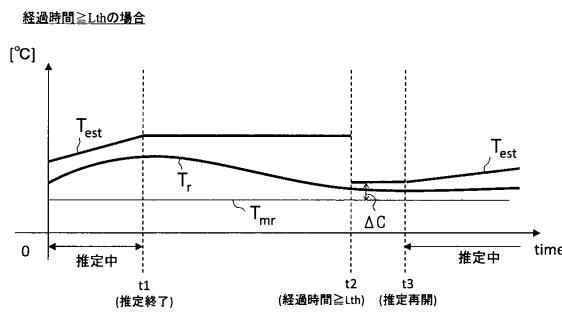


【図 10】

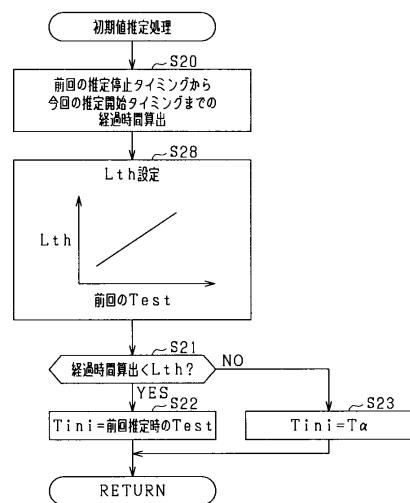


10

【図 11】



【図 12】



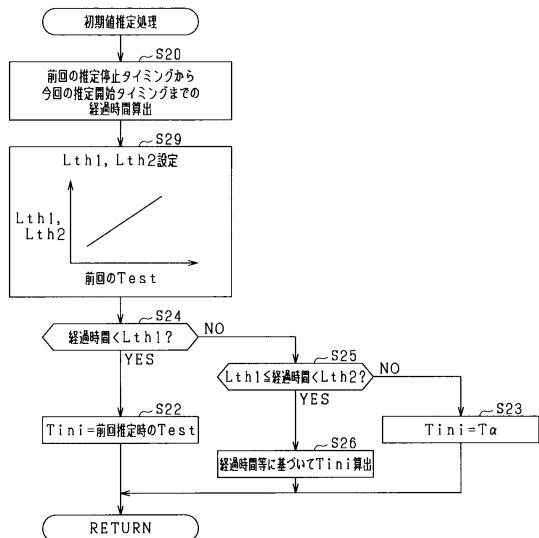
20

30

40

50

【図 1 3】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 栗栖 正和

(56)参考文献 特開2017-057973 (JP, A)

特開2017-073898 (JP, A)

特開2020-088911 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02M 7/48

H02M 1/00

B60L 3/00