

(11) 特許出願公開番号

特開2016-201905

(P2016-201905A)

(43) 公開日 平成28年12月1日(2016.12.1)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

B60L 11/18 (2006.01)

B60L 11/18

$$Z$$

5 G 5 0 3

HO 1 M 10/48 (2006.01)

HO 1 M 10/48

301

5H030

HO 1 M 10/44 (2006.01)

HO 1 M 10/44

Q

5H031

HO 1 M 10/42 (2006.01)

HO 1 M 10/48

P

5 H 1 2 5

HO 1 M 10/613 (2014.01)

HO 1 M 10/42

P

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-80604 (P2015-80604)

(22) 出願日 平成27年4月10日 (2015. 4. 10)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市卜ヨタ町1番地

(74) 代理人 110001210

特許業務法人 Y K I 国際特許事務所

(72) 発明者 泉 純太

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 町田 清仁

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 土生 雅和

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

[最終頁に続く](#)

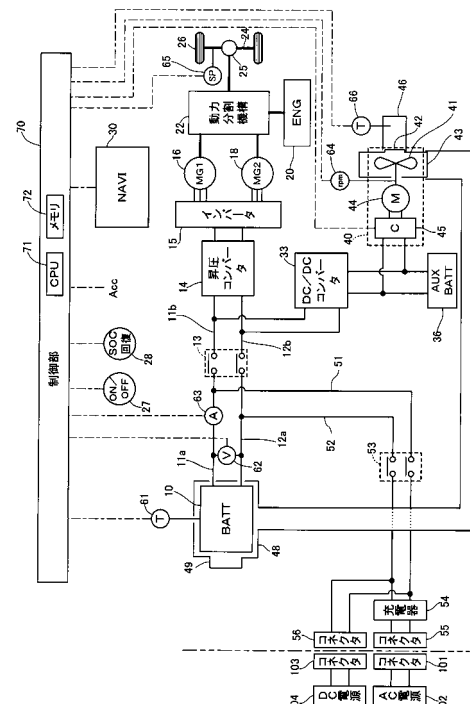
(54) 【発明の名称】 車載二次電池の冷却システム

(57) 【要約】

【課題】冷却ファンの異常の有無検知の機会を十分に確保しつつ、車両駆動用の二次電池を適切に冷却する。

【解決手段】メインバッテリー１０を冷却する冷却システムは、メインバッテリー１０に冷却風を送風する冷却ファン４０と、メインバッテリー１０の温度である電池温度ＴＢを検出する温度センサ６１と、を備え、電動車両の始動後に電池温度ＴＢが規定の第一温度Ｔ０以上になった場合に、一定期間、冷却ファン４０を一定指令値で駆動させる一定制御を行うとともに、その際の冷却ファン４０の実回転数に基づいて冷却ファン４０の異常の有無を検出する異常検出処理を行う。この冷却システムは、車両の始動後、メインバッテリー１０の充電が所定期間以上継続する場合には、電池温度ＴＢが第一温度Ｔ０に達していなくても、一定制御を実行する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電動車両に搭載された車両駆動用の二次電池を冷却する冷却システムであって、
前記二次電池に冷却風を送風する冷却ファンと、
前記二次電池の温度である電池温度を検出する温度センサと、
を備え、前記電動車両の始動後に前記電池温度が規定の第一温度以上になった場合に、
一定期間、前記冷却ファンを一定指令値で駆動させる一定制御を行うとともに、その際の
前記冷却ファンの実回転数に基づいて前記冷却ファンの異常の有無を検出する異常検出処
理を行う冷却システムにおいて、
前記電動車両の始動後、前記二次電池の充電が所定期間以上継続する場合には、前記電
池温度が前記第一温度に達していなくても、前記一定制御を実行する、
ことを特徴とする車載二次電池の冷却システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車載二次電池の冷却システムであって、
前記充電が所定期間以上継続する場合は、前記二次電池の S O C の増加をユーザが指示
するための S O C 回復スイッチがオンされた場合を含む、ことを特徴とする車載二次電池
の冷却システム。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の車載二次電池の冷却システムであって、
前記充電が所定期間以上継続する場合は、前記車両が、外部電源により充電される場合
を含む、ことを特徴とする車載二次電池の冷却システム。

20

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の車載二次電池の冷却システムであって、
前記充電が所定期間以上継続する場合は、前記二次電池の S O C が、予め規定された下
限閾値を下回った場合を含む、ことを特徴とする車載二次電池の冷却システム。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の車載二次電池の冷却システムであって、
前記一定制御を行わない場合であって、前記二次電池の冷却が必要な場合、前記冷却フ
ァンを、少なくとも前記電池温度に応じて変動する指令値で駆動させる可変制御を行う、
ことを特徴とする車載二次電池の冷却システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両駆動用の二次電池を冷却する冷却システムに関する。

【背景技術】

【0002】

ハイブリッド車両や電気自動車等の電動車両には、車両駆動用の電気エネルギーを蓄える
二次電池（バッテリー）が搭載されている。二次電池は内部抵抗があり、充放電を行うこと
により温度が上昇してくるので冷却を行うことが必要となる。そこで、従来から、二次電
池周辺に冷却ファンを設け、冷却ファンにより二次電池を強制空冷することが提案されて
いる。

40

【0003】

例えば、特許文献 1 には、二次電池近傍に冷却ファンを設けた車両電装品の冷却装置が
開示されている。この特許文献 1 では、冷却ファンの駆動により生じた冷却風が流れるダ
クトを、途中で 2 方向に分岐させ、車両に搭載された充電器の温度に応じて、冷却風の経
路を切り替えている。この冷却装置では、冷却ファンの指令デューティは、冷却対象であ
る高電圧二次電池や車載充電器の温度に応じて変化させている。また、この冷却装置は、
冷却ファンの故障の有無を検知し、故障が生じた場合には、ダイアグ出力するとともに、
故障の内容に応じて電装品の制御を変更する。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-158964号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、冷却ファンの異常の有無判断は、冷却ファンの実回転数等の検出パラメータに基づいて行われることが多い。こうした異常の有無判断は、冷却ファンの駆動が安定した定常状態で行うことが望ましい。これは、冷却ファンの駆動状態（ファン回転数等）が大きく変動すると、検出パラメータに制御遅れ等に起因する誤差が含まれることになるため、故障の有無判断の精度を保てないからである。

10

【0006】

特許文献1では、高電圧二次電池や充電器の温度に応じて指令デューティを変化させており、定常状態になり難いため、冷却ファンの異常の有無判断を正確に行うのは難しかった。そこで、冷却ファンの指令デューティ（指令回転数）を変化させず、一定デューティ（一定回転数）で駆動させることも考えられる。この場合、冷却ファンの駆動状態が安定するため、異常の有無判断を正確に行うことができる。しかし、二次電池の状態や走行状態に関わらず、常に一定デューティ（一定回転数）で駆動した場合、回転数が不足して十分に冷却できずに二次電池が劣化したり、逆に、不必要に回転数が高く、不要な騒音や電力消費を招いたりするといった問題があった。

20

【0007】

そこで、本発明は、冷却ファンの異常の有無検知の機会を十分に確保しつつ、車両駆動用の二次電池を適切に冷却することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の車載二次電池の冷却システムは、電動車両に搭載された車両駆動用の二次電池を冷却する冷却システムであって、前記二次電池に冷却風を送風する冷却ファンと、前記二次電池の温度である電池温度を検出する温度センサと、を備え、前記電動車両の始動後に前記電池温度が規定の第一温度以上になった場合に、一定期間、前記冷却ファンを一定指令値で駆動させる一定制御を行うとともに、その際の前記冷却ファンの実回転数に基づいて前記冷却ファンの異常の有無を検出する異常検出処理を行う冷却システムにおいて、前記電動車両の始動後、前記二次電池の充電が所定期間以上継続する場合には、前記電池温度が前記第一温度に達していなくても、前記一定制御を実行する、ことを特徴とする。なお、電動車両の始動とは、電子制御ユニット（ECU, electronic control unit）が起動することを意味する。

30

【0009】

好適な態様では、前記充電が所定期間以上継続する場合は、前記二次電池のSOCの増加をユーザが指示するためのSOC回復スイッチがオンされた場合を含む。他の好適な態様では、前記充電が所定期間以上継続する場合は、前記車両が、外部電源により充電される場合を含む。他の好適な態様では、前記充電が所定期間以上継続する場合は、前記二次電池のSOCが、予め規定された下限閾値を下回った場合を含む。

40

【0010】

他の好適な態様では、前記一定制御を行わない場合であって、前記二次電池の冷却が必要な場合、前記冷却ファンを、少なくとも前記電池温度に応じて変動する指令値で駆動させる可変制御を行う。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、電池温度が第一温度以上になった場合に加え、電池温度が第一温度に達していなくても二次電池の充電が所定期間以上継続する場合には、一定制御を実行するため、異常検出処理の機会が得られる。その結果、冷却ファンの異常の有無検知の機会を

50

十分に確保しつつ、車両駆動用の二次電池を適切に冷却することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態における車載二次電池の冷却システムの構成を示す系統図である。

【図2】デューティ制御の説明図である。

【図3】指令デューティに対する冷却ファンの回転数を示すグラフである。

【図4】指令デューティを決定するためのデューティマップである。

【図5】本発明の実施形態における車載二次電池の冷却システムの動作を示すフローチャートである。

10

【図6】図5に示すフローチャートの一定デューティ制御のルーチンを示すフローチャートである。

【図7】始動時の電池温度が第一温度T0未満かつ充電なしの場合の際の冷却ファンの指令デューティおよび電池温度を示すタイムチャートである。

【図8】始動時の電池温度が第一温度T0未満かつ充電ありの場合の際の冷却ファンの指令デューティおよび電池温度を示すタイムチャートである。

【図9】始動時の電池温度が第一温度T0以上第二温度T1未満かつ充電ありの場合の際の冷却ファンの指令デューティおよび電池温度を示すタイムチャートである。

【図10】始動時の電池温度が第二温度T1以上かつ充電ありの場合の際の冷却ファンの指令デューティおよび電池温度を示すタイムチャートである。

20

【図11】車載二次電池の冷却システムの他の動作を示すフローチャートである。

【図12】車載二次電池の冷却システムの他の動作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】

【0013】

＜電動車両の系統構成＞

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。最初に本実施形態の車載二次電池の冷却システムが搭載される電動車両の系統構成について説明する。なお、図1中の一点鎖線は信号線を示すものである。車両駆動用のメインバッテリー10は、プラス側バスバー11aとマイナス側バスバー12aとによりシステムメインリレー13のプラス側、マイナス側の各入力端子に接続されている。メインバッテリー10は、例えば、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池等の充放電可能な二次電池である。システムメインリレー13のプラス側出力端子とマイナス側出力端子はそれぞれプラス側、マイナス側バスバー11b, 12bにより昇圧コンバータ14に接続されている。昇圧コンバータ14のプラス側、マイナス側の各出力端子は、インバータ15のプラス側、マイナス側の各入力端子に接続されている。インバータ15には、U相、V相、W相の3本の出力バスバーが接続され、各出力バスバーは第1、第2モータジェネレータ16, 18の各相の入力端子に接続されている。各モータジェネレータ16, 18の出力軸は、遊星歯車装置等を用いた動力分割機構22に接続されている。また、エンジン20の出力軸も動力分割機構22に接続されている。動力分割機構22の出力軸は、ギヤ機構25、車軸24を介して車輪26を駆動する。車軸24には回転数から車速を検出する車速センサ65が取り付けられている。

30

40

【0014】

メインバッテリー10に接続されたプラス側バスバー11aとマイナス側バスバー12aからは、それぞれプラス側バスバー51、マイナス側バスバー52が分岐している。各バスバー51, 52は、充電リレー53を介して外部のAC電源からの電力をメインバッテリー10に充電する充電電力に変換する充電器54が接続されている。充電器54には、コネクタ55（いわゆるインレット）が接続されている。このコネクタ55は、AC電源102（例えば、商用電源）のコネクタ101（いわゆる充電プラグ）に接続することができる。コネクタ101をコネクタ55に接続することによりAC電源102によりメインバッテリー10を充電することができる。また、プラス側、マイナス側の各バスバー51,

50

52には、外部のDC電源104のコネクタ103が接続可能なコネクタ56も接続されている。これにより、メインバッテリー10は、外部のDC電源104により充電することもできる。なお、以下では、この外部の電源102、104からの供給電力により充電することを「外部充電」と呼ぶ。

【0015】

メインバッテリー10が接続されるシステムメインリレー13のプラス側出力端子とマイナス側出力端子とがそれぞれ接続されるプラス側、マイナス側バスバー11b、12bには、DC/DCコンバータ33も接続されている。DC/DCコンバータ33の出力は、補機バッテリー36に接続されており、DC/DCコンバータ33は、メインバッテリー10の電圧を、例えば、12Vや24V等の補機電圧まで降圧して補機バッテリー36を充電する。また、補機バッテリー36には、冷却ファン40が接続されている。冷却ファン40は、インペラが格納されたファン本体41と、インペラを駆動するモータ44と、モータ44の速度制御を行うコントロールユニット45とから構成されている。モータは、その回転数を制御できるのであれば、その種類は限定されず、直流モータや交流モータでもよい。本実施形態では、モータ44として、ブラシレスDCモータを用いる。ファン本体41の吸込口42には、冷却空気を吸い込む吸込みダクト46が接続され、ファン本体41の吐出口43には、冷却空気をメインバッテリー10が収容されるケーシング48に供給する接続ダクト47が接続されている。ケーシング48にはメインバッテリー10を冷却した空気を排気する排気ダクト49が取り付けられている。なお、本実施形態では、ファン本体41を吸込みダクト46に接続しているが、ファン本体41を排気ダクト49に接続し、冷却ファン40の駆動に伴いケーシング48の内部を負圧にすることで、メインバッテリー10に冷却風を送風する構成としてもよい。

【0016】

また、電動車両の車室内には、イグニッションスイッチ27やSOC回復スイッチ28等が設けられている。イグニッションスイッチ27は、電動車両の起動、停止の指示をユーザから受け付けるスイッチである。また、SOC回復スイッチ28は、SOCの増加の指示をユーザから受け付けるスイッチである。当該SOC回復スイッチ28がONされた場合、制御部70は、エンジン20の動力によりモータジェネレータ16を回生駆動させるなどして、SOC（満充電容量に対する残存容量の比率）の増加を図るSOC回復制御を実行する。また、車室内には、電動車両の現在位置の検出或いは目的地までのルート案内等を行うナビゲーションシステム30も設けられている。制御部70は、このナビゲーションシステム30から提供される経路情報に基づいて、現在位置の勾配Incを推定する。また、制御部70は、経路情報に基づいて、下り坂走行による回生充電や、回生ブレーキによる充電の継続時間なども予測する。

【0017】

メインバッテリー10には、温度（以下「電池温度TB」という）を検出する温度センサ61が取り付けられている。温度センサ61は、一つだけ設けてもよいし、メインバッテリー10の複数個所に複数、設けるようにしてもよい。温度センサ61を複数設けた場合には、複数の温度センサ61の統計値、例えば、平均値や最低値、最大値等を、電池温度TBとして取り扱う。また、メインバッテリー10に接続されたプラス側、マイナス側の各バスバー11a、12aの間には、メインバッテリー10の電圧VBを検出する電圧センサ62が接続されている。メインバッテリー10とシステムメインリレー13との間のプラス側バスバー11aにはメインバッテリー10の充放電電流IBを検出する電流センサ63が取り付けられている。また、冷却ファン40にはモータ44の回転数を検出する回転数センサ64が取り付けられており、吸込みダクト46には、吸気温度を検出する温度センサ66が取り付けられている。制御部70は、検出された電圧VBや電流IB、電池温度TB等に基づいて、SOCを算出する。そして、制御部70は、このSOCが、予め規定の下限閾値を下回らず、また、予め規定された上限閾値を上回らないように、モータジェネレータ16、18やエンジン20の駆動を制御する。例えば、SOCが下限閾値を下回った場合、制御部70は、エンジン20の動力によりモータジェネレータ16を回生駆動させ

るなどして、SOCの増加を図るSOC回復制御を実行する。

【0018】

図1に示すように、冷却ファン40のコントロールユニット45は、制御部70に接続され、冷却ファン40は、制御部70の指令によって駆動される。イグニッションスイッチ27、温度センサ61、66、電圧センサ62、電流センサ63、回転数センサ64、車速センサ65も制御部70に接続されており、イグニッションスイッチ27のReady-ON、Ready-OFF信号、各センサ61～66の検出信号は、制御部70に入力される。また、アクセルの開度Acc、ブレーキの踏込量等の信号も制御部70に入力されるよう構成されている。制御部70は、内部に演算処理、信号処理を行うCPU71と、制御データ、制御用のマップ、プログラム等を格納するメモリ72とを備えるコンピュータである。また、制御部70には、他の制御装置からエンジン20が動作しているか停止しているかのオン/オフ信号や、コネクタ55、56が外部コネクタ101、103に接続されているか否かを示す信号等も入力される。この制御部70は、実際には、いわゆる電子制御部（ECU, electronic control unit）である。この制御部70が起動することが「車両の始動」ということになる。以下では、制御部70が起動した状態を「Ready-ON」、制御部70が停止した状態を「Ready-OFF」と呼ぶ。

【0019】

<電動車両の基本動作>

以上のように構成された電動車両の基本動作について簡単に説明する。電動車両がReady-ONとなるとシステムメインリレー13がオンとなり、メインバッテリー10の直流電力が昇圧コンバータ14を介してインバータ15から各モータジェネレータ16、18に供給される。ここで、Ready-ONとなるのは、ユーザによりイグニッションスイッチ27がONされた場合や、外部充電操作によって車両始動された場合、予約始動機能に従い予約時間に自動的に車両始動された場合などである。車両の走行を開始する際には、電動車両が停止している状態で第1モータジェネレータ16を始動し、エンジン20を始動する。エンジン20の出力は、動力分割機構22で分配され、当該出力の一部は、第1モータジェネレータ16を駆動し、残余の出力は、モータとして機能する第2モータジェネレータ18の出力と共に動力分割機構22から出力され、車輪26を回転させる。第1モータジェネレータ16は、発電機として機能し、発電した交流電力は、第2モータジェネレータ18の駆動電力として消費される。この時、メインバッテリー10からは、放電により第2モータジェネレータ18に要求電力を供給する。一方、第1モータジェネレータ16の発電電力が第2モータジェネレータ18の必要電力よりも大きい場合、発電された余剰の交流電力はインバータ15で直流に変換された後、メインバッテリー10に充電される。電動車両が減速する際には、第2モータジェネレータ18は、発電機として機能して車輪26の回転を低下させる。この際に発電された交流電力はインバータ15で直流電力に変換されてメインバッテリー10に充電される。

【0020】

<冷却ファンの駆動制御>

冷却ファン40のモータ44の回転数は、デューティ制御によって調整される。デューティ制御は、図2に示すように、モータ44に印加する直流電圧を周期的にオン・オフし、オン・オフの周期（ $P = \text{オン時間} + \text{オフ時間}$ ）に対するオン時間の割合であるデューティを変化させる制御方式である。なお、デューティは、以下の式1で表される。

$$\text{デューティ} = \text{オン時間} / \text{周期 } P = \text{オン時間} / (\text{オン時間} + \text{オフ時間}) \quad \text{式1}$$

【0021】

デューティがゼロの場合はモータ44に電圧が印加されないため冷却ファン40は駆動されず、デューティが100%（MAXデューティ）の場合には、低圧バスバーの電圧がそのままモータ44に印加される。デューティがゼロと100%との間に有る場合には、低圧バスバーの電圧にデューティを掛けた電圧がモータ44に印加される平均電圧となる。

10

20

30

40

50

【0022】

図3に示すように、モータ44の回転数とデューティとの間には一定の相関があるので、デューティ制御によってデューティを調整することによりモータ44の回転数、つまり、冷却ファン40の回転数を所望の回転数に調整することができる。また、冷却ファン40の回転数と風量との間にも一定の相関があるので、デューティを調整することにより、冷却ファン40の風量を所望の風量に調整することができる。冷却ファン40のコントロールユニット45は内部に直流電流をオン・オフするスイッチング素子を備えており、制御部70から入力される指令デューティDに従ってモータ44に供給する直流電流をオン・オフする。

【0023】

本実施形態では、冷却ファン40を、可変デューティ制御または一定デューティ制御で駆動する。可変デューティ制御の場合、制御部70は、少なくとも電池温度TBを含む種々の検知パラメータに応じて冷却ファン40の指令デューティDを決定し、当該指令デューティDをコントロールユニット45に出力する。指令デューティDの決定に際して参照される検知パラメータとしては、電池温度TBに加え、さらに、温度センサ66によって検出した冷却ファン40の吸気温度、温度センサ61で検出した電池温度TB、車速センサ65で検出した車速V_{e1}、電池電流IV、エンジン20やエアコンの駆動状態等を含んでもよい。

【0024】

指令デューティDを決定するために、本実施形態では、制御部70のメモリ72に記憶されたデューティマップを利用する。デューティマップは、各種検知パラメータの値と指令デューティとの相関を示すマップである。このデューティマップとしては、種々の形態が考えられるが、一例を示すと、図4のようなマップがある。図4に示す実線s1は、電池温度TBに対する感度が、比較的低い指令デューティDを規定する基準線である。この比較的低い指令デューティDの基準線s1は、例えば、外気温度が常温近傍で電池温度TBと冷却ファン40の吸気温度との温度差ΔTが大きい場合や、冷却能力よりも消費電力の低減を優先したい場合等に採用される。この場合、指令デューティDは、図4の実線s1に示すように、電池温度TBが温度T10まではゼロ、メインバッテリー10の温度が温度T10から温度T11までの間は、最小値D1(MIN)に設定される。最小値D1は、デューティ制御によって安定してモータ44の回転数を制御するための最小のデューティであり、例えば、10%程度である。電池温度TBが温度T11を超えると指令デューティDは電池温度TBの上昇に伴って高くなり、電池温度TBが温度T12に達すると指令デューティDは最大値D3(MAX, 100%デューティ)となる。T10、T11、T12は、メインバッテリー10の特性、電池の種類(ニッケル水素電池或いはリチウムイオン電池)等によっていろいろな値を取りうるが、一例を示すと、T10としては、36℃程度、T11としては38℃程度、T12としては47℃程度が考えられる。

【0025】

指令デューティDは、電池温度TB以外に、電動車両の車速V_{e1}等の検知パラメータを反映して決定される。例えば、電動車両の車速V_{e1}が高い場合には、必要動力が大きく、メインバッテリー10の入出力電力が大きくなるので、指令デューティDを図4の実線s1から破線s2に上昇させる。逆に電動車両の車速V_{e1}が低い場合には、必要動力も小さく、メインバッテリー10の入出力電力があまり大きくならないので、指令デューティDを図4の実線s1から破線s3に低下させる。このように、指令デューティDは、電池温度TBが一定の場合でも電動車両の車速V_{e1}等の検知パラメータにより図4の破線s2とs3の間の砂地ハッチングした領域Aの中で変化する。以下では、この実線s1、破線s2、s3で規定されるデューティマップを「低デューティマップ」と呼ぶ。

【0026】

また、図4に示す実線u1は、電池温度TBに対する感度が、比較的高い指令デューティDを規定する基準線である。この比較的高い指令デューティDの基準線u1は、例えば、外気温度が常温近傍で電池温度TBと冷却ファン40の吸気温度との温度差ΔTが小さ

10

20

30

40

50

い場合等や、メインバッテリー 10 の迅速な冷却が必要な場合等に採用される。この場合、指令デューティ D は、基準線 u 1 で示す通り、電池温度 T B が温度 T 10 まではゼロ、メインバッテリー 10 の温度が温度 T 10 から温度 T 21 (T 11 よりも低い) までの間は、D 2 に設定される。D 2 は、最小値 D 1 よりも高く、最大値 D 3 よりも小さい値である。電池温度 T B が温度 T 21 を超えると指令デューティ D は、電池温度 T B の上昇に伴って高くなり、電池温度 T B が、温度 T 22 に達すると指令デューティ D は最大値 D 3 (MAX, 100% デューティ) となる。この際、電池温度 T B に対する指令デューティの上昇割合は、先に説明した実線 s 1 の場合よりも大きくなっている。また、指令デューティ D は、電動車両の車速 V e l 等により図 4 の破線 u 2 と u 3 の間のハッチングした領域 B の中で変化する。T 21、T 22 も T 10、T 11、T 12 同様、いろいろな値を取りうるが、一例を示すと、T 21 としては、37℃程度、T 22 としては 42℃程度が考えられる。以下では、この実線 u 1、破線 u 2、u 3 で規定されるデューティマップを「高デューティマップ」と呼ぶ。

10

【0027】

可変デューティ制御を行う場合、制御部 70 は、説明したようなデューティマップに基づいて冷却ファン 40 の指令デューティ D を決定し、当該指令デューティ D をコントロールユニット 45 に出力する。なお、指令デューティ D の決定に際して、低デューティマップおよび高デューティマップのいずれを参照するかは、電池温度 T B や、電池温度 T B と冷却ファン 40 の吸気温度との温度差 ΔT 、車両の駆動状況（エンジン駆動状況やエアコン駆動状況等）に応じて決定する。また、図 4 では、2 種類のデューティマップ（高デューティマップおよび低デューティマップ）のみを図示しているが、より多数のデューティマップを記憶するようにしてもよい。さらに、本実施形態では、マップに基づいて指令デューティ D を決定しているが、電池温度 T B 等の検知パラメータを変数とする関数に基づいて指令デューティ D を算出するようにしてもよい。

20

【0028】

また、既述した通り、本実施形態では、一定デューティ制御も行う。一定デューティ制御の場合、制御部 70 は、一定期間、一定の指令デューティ D をコントロールユニット 45 に出力する。一定デューティ制御の際に用いられる指令デューティ D は、一定期間の間不変であればよく、一定デューティ制御の度に異なる値になってもよい。また、一定デューティ制御を行う際の指令デューティ D は、後に詳説するように、電池温度 T B や、入出力電力 W i n, W o u t、車速 V e l、アクセル開度 A c c、勾配 I n c、エンジン駆動状況等に応じて決定される。本実施形態では、この一定デューティ制御で冷却ファン 40 を駆動し、その際に得られる実回転数と目標回転数との差分 $\Delta \omega$ に基づいて、冷却ファン 40 の異常の有無判断を行っている。

30

【0029】

<車載二次電池の冷却システムの基本動作>

次に、図 5、図 6 を参照しながら車載二次電池の冷却システムの動作について説明する。制御部 70 は、R e a d y - O N の信号が入力されたら、図 5 のステップ S 101 に示すように、温度センサ 61 により電池温度 T B を検出し、第一温度 T 0 と比較する。ここで、第一温度 T 0 は、メインバッテリー 10 の耐熱性や発熱特性などに応じて規定される温度であり、メインバッテリー 10 の強制空冷が必要になる最低温度である。この第一温度 T 0 としては、例えば、36℃が設定される。

40

【0030】

電池温度 T B が、第一温度 T 0 未満の場合、制御部 70 は、ステップ S 102 に進み、充電が所定期間以上継続するか否かを確認する。なお、充電が継続するか否かの判断方法としては種々考えられるが、本実施形態では、S O C 回復スイッチ 28 のオンに伴い S O C 回復制御を実行している場合、S O C が規定の下限閾値を下回ったことを契機に S O C 回復制御を実行している場合、外部充電が開始された場合に、充電が所定期間以上、継続すると判断する。また、ナビゲーションシステム 30 から与えられる経路情報から、下り坂走行による回生充電や、ブレーキを O N した場合の回生ブレーキによる充電の継続時間

50

が予想できる場合には、この予想される充電継続時間に基づいて、充電が所定期間継続されるか否か、ひいては、冷却ファン４０を一定デューティ制御で駆動するか否かを判断してもよい。充電が所定期間以上、継続しないと判断した場合（ステップＳ１０２でＮｏ）、制御部７０は、ステップＳ１０１に戻り、再度、電池温度ＴＢと第一温度Ｔ０との比較を行う。また、充電が所定期間以上、継続すると判断した場合（ステップＳ１０２でＹｅｓ）、制御部７０は、ステップＳ１０４に進み、冷却ファン４０を一定デューティ制御で駆動する。一定デューティ制御は、後に詳説するように、冷却ファン４０を一定期間、一定デューティ制御で駆動する制御である。また、一定デューティ制御の実行とともに異常検出処理（Ｓ１０５）も行う。異常検出処理は、一定デューティ制御で冷却ファン４０を駆動している際に得られる当該冷却ファン４０の実回転数に基づいて冷却ファン４０の異常の有無を判断する処理である。制御部７０は、図１に示す回転数センサ６４によってモータ４４の実回転数を検出し、指令デューティＤに基づく一定の目標回転数と実回転数との差 $\Delta\omega$ に応じて、異常の有無を判断し、その結果を示す信号をダイアグ等に出力する。

10

【００３１】

電池温度ＴＢが第一温度Ｔ０以上の場合、制御部７０は、ステップＳ１０７に進み、電池温度ＴＢが第二温度Ｔ１未満かどうかを判断する。ここで、第二温度Ｔ１は、第一温度Ｔ０よりも高い温度であり、例えば、４０℃程度の温度である。ステップＳ１０７でＹｅｓの場合、すなわち、 $T0 \leq TB < T1$ の場合、制御部７０は、ステップＳ１０４に進み、冷却ファン４０を一定デューティ制御で駆動する。

【００３２】

20

一方、電池温度ＴＢが、第二温度Ｔ１以上の場合、制御部７０は、指令デューティＤを、少なくとも電池温度ＴＢに応じて変動させる可変デューティ制御で冷却ファン４０を駆動する（Ｓ１０９、Ｓ１１０）。ただし、この可変デューティ制御の際、指令デューティＤの決定のために参照されるデューティマップは、電池温度ＴＢに応じて、変更される。すなわち、電池温度ＴＢが、第二温度Ｔ１以上の場合、制御部７０は、ステップＳ１０８に進み、電池温度ＴＢと第三温度Ｔ２とを比較する。第三温度Ｔ２は、第二温度Ｔ１より高い温度で、例えば、４５℃程度の温度である。ステップＳ１０８でＹｅｓの場合、すなわち、 $T1 \leq TB < T2$ の場合、制御部７０は、ステップＳ１０９に進み、図４において実線ｓ１、破線ｓ２、ｓ３で規定される低デューティマップに基づく可変デューティ制御を実行する。また、ステップＳ１０８でＮｏの場合、すなわち、 $T2 \leq TB$ の場合、制御部７０は、ステップＳ１１０に進み、図４において実線ｕ１、破線ｕ２、ｕ３で規定される高デューティマップに基づく可変デューティ制御を実行する。

30

【００３３】

ステップＳ１０９、Ｓ１１０において、可変デューティ制御が一定期間実行されれば、ステップＳ１０１に戻り、再度、電池温度ＴＢの確認（Ｓ１０１、１０７、１０８）や充電の有無の確認（Ｓ１０２）を行う。そして、最終的に一定デューティで冷却ファン４０を駆動するステップＳ１０４に進むまでの間は、電池温度ＴＢや、充電の状態に応じた処理を繰り返し実行する。

【００３４】

電池温度ＴＢが、第一温度Ｔ０以上かつ第二温度Ｔ１未満の場合（Ｓ１０７でＹｅｓ）、または、電池温度ＴＢが第一温度Ｔ０に達していないものの充電が所定期間以上継続する場合（Ｓ１０２でＹｅｓ）には、既述した通り、ステップＳ１０４に進み、冷却ファン４０を一定デューティ制御で駆動し、さらに、そのとき得られる回転数に基づいて異常検出処理（Ｓ１０５）を実行する。そして、以降は、Ｒｅａｄｙ－ＯＦＦとなるまで、図４のデューティマップに基づく可変デューティ制御で冷却ファン４０を駆動する（Ｓ１０６）。

40

【００３５】

以上説明したような動作とする理由について説明する。電池温度ＴＢ等に応じて指令デューティＤを変動させる可変デューティ制御は、効率的かつ適切にメインバッテリー１０を冷却できる一方で、冷却ファン４０の異常の有無を判断しづらいという問題があった。す

50

なわち、一般に、冷却ファン４０の異常の有無判断は、冷却ファン４０を実際に駆動した際に検出されるパラメータ、例えば、実回転数等に基づいて行われることが多い。例えば、冷却ファン４０を、特定の指令デューティＤで駆動した際に、実際に得られた実回転数と、その指令デューティＤで得られると予想される目標回転数と、の比較に基づいて、冷却ファン４０の異常の有無が判断される。こうした異常の有無判断は、指令デューティＤの値が一定値で安定した定常状態で行われることが望ましい。これは、冷却ファン４０への指令値が大きく変動すると、制御遅れ等が生じやすくなり、異常の有無判断の精度を保てなくなるからである。そこで、冷却ファン４０の指令デューティ（指令回転数）を変化させず、常に、一定デューティ（一定回転数）で駆動させることも考えられる。この場合、冷却ファン４０の駆動状態が常に安定するため、異常の有無判断を正確に行うことができる。しかし、メインバッテリー１０の状態や走行状態に関わらず、常に一定デューティ（一定回転数）で駆動した場合、回転数が不足して十分に冷却できずにメインバッテリー１０が劣化したり、逆に、不必要に回転数が高く、不要な騒音や電力消費を招いたりするといった問題があった。

10

【００３６】

そこで、本実施形態では、特定の条件を満たした場合にのみ、一定期間、一定デューティ（一定指令値）で冷却ファン４０を駆動する一定デューティ制御を実行し、異常検出処理の機会を確保している。本実施形態では、電池温度ＴＢが第一温度Ｔ０以上かつ第二温度Ｔ１未満の場合に一定デューティ制御を実行している。また、本実施形態では、電池温度ＴＢが、第一温度Ｔ０に達していなくても、充電が所定期間以上継続すると判断できる場合には、一定デューティ制御を実行している。かかる条件で一定デューティ制御および異常検出処理を行うのは、次の理由による。

20

【００３７】

一般に、車両の始動（Ready-ON）から一定の走行を行った後に駆動停止（Ready-OFF）するまでの期間を「トリップ」と呼ぶ。冷却ファン４０の異常を早期に発見するために、異常検出処理を行ったトリップ（以下「検査済トリップ」と呼ぶ）の割合を一定以上（例えば６０％以上）とし、異常検出処理を１回も行わなかったトリップ（以下「未検査トリップ」と呼ぶ）の割合を一定未満（例えば４０％未満）にすることが望まれている。

【００３８】

未検査トリップの割合を減らすためには、当然のことながら、毎トリップごとに、異常検出処理を実行すればよい。しかし、電池温度ＴＢが低い状態（すなわち、冷却ファン４０による冷却が不要な状態）で、異常検出処理、ひいては、冷却ファン４０を一定デューティ制御で駆動すると、メインバッテリー１０が過冷却となり、メインバッテリー１０の充放電特性の悪化や、無駄な電力消費を招く恐れがある。また、電池温度ＴＢが、ある程度高い状態で、異常検出処理、ひいては、冷却ファン４０の一定デューティ制御での駆動を行うと、メインバッテリー１０が冷却不足となるおそれがある。そこで、本実施形態では、電池温度ＴＢが、第一温度Ｔ０以上、かつ、第二温度Ｔ１未満の場合に、一定デューティ制御を行っている。

30

【００３９】

さらに、充電が行われている場合、メインバッテリー１０は、比較的、迅速に温度上昇することが予想され、電池温度ＴＢが、第一温度Ｔ０未満の状態から冷却ファン４０を駆動したとしても、メインバッテリー１０が過冷却となる可能性が低い。また、充電中は、電力に余力があることが多く、冷却ファン４０の駆動のために電力を消費しても問題とならないことが多い。そこで、本実施形態では、車両始動後、メインバッテリー１０への充電が所定期間以上継続すると予想される場合には、異常検出処理の機会確保を優先し、電池温度ＴＢが第一温度Ｔ０に達していなくても、一定デューティ制御を実行する。これにより、未検査トリップの割合を効果的に低減できる。なお、一定デューティ制御および異常検出処理は、１トリップで１回行えば十分であるため、一定デューティ制御および異常検出処理を１回実行すれば、それ以降、そのトリップの終了まで一定デューティ制御および異常

40

50

検出処理は行わない。

【0040】

＜一定デューティ制御＞

次に、図5のステップS104の冷却ファン40の一定デューティ制御について図6を参照しながら詳しく説明する。冷却ファン40の一定デューティ制御は、冷却ファン40を一定期間の間、一定の指令デューティDで回転させる制御である。この一定デューティ制御を行う際の指令デューティDは、電池温度TBや、入出力電力Win, Wout等に応じて変更される。具体的には、図6のステップS201に示すように、一定デューティ制御を行う場合、制御部70は、まず、電池温度TBが、第一温度T0未満から上昇して初めて第一温度T0を超えたかどうか判断する。制御部70は、ステップS201の条件を満たすと判断した場合、ステップS201からステップS211にジャンプして、指令デューティDを一定期間の間、図4に示すデューティマップの中の最小値D1に保持する。これにより、冷却ファン40は一定の目標回転数（最低回転数）で回転するように制御される。また、制御部70は、回転数センサ64によってモータ44の実回転数、すなわち、冷却ファン40の実回転数を検出する。そして、制御部70は、指令デューティDに基づく一定の目標回転数と実回転数とを比較し、その差 $\Delta\omega$ 或いはその差 $\Delta\omega$ の絶対値が所定の閾値以上である場合には、冷却ファン40に異常が発生していると判断してファン異常信号を例えばダイアグ等に出力する。一方、回転数の差 $\Delta\omega$ 或いは差 $\Delta\omega$ の絶対値が所定の閾値未満の場合、制御部70は、冷却ファン40に異常はないと判断してファン正常信号を例えばダイアグ等に出力する。ここで、一定期間とは、冷却ファン40の実回転数と指令デューティに基づく目標回転数との差異を判断できるだけの期間であり、例えば、数十秒から数分程度の時間である。

【0041】

制御部70は、ステップS201でNOと判断した場合、ステップS202に進み、次の条件を満たすかどうかを判断する。すなわち、制御部70は、図1に示す電圧センサ62によって検出したメインバッテリー10の電圧と電流センサ63によって検出したメインバッテリー10の電流とからメインバッテリー10への入力電力Winを計算する。そして、制御部70は、メインバッテリー10への入力電力Win（充電電力）が所定の閾値Win_Loよりも小さい場合には、メインバッテリー10の温度上昇も小さいので、冷却ファン40の風量は少なくともよいと判断してステップS211にジャンプし、指令デューティDを最小値D1として冷却ファン40を一定デューティ制御で駆動する。制御部70は、メインバッテリー10への入力電力Winが所定の閾値Win_Lo以上の場合には、ステップS203に進み、次の条件を満たすかどうかを判断する。

【0042】

ステップS202でNOと判断した場合、制御部70は、ステップS203に進み、出力電力Woutが所定の閾値Wout_Lo未満か否かを判断する。すなわち、制御部70は、電圧センサ62によって検出したメインバッテリー10の電圧と電流センサ63で検出したメインバッテリー10の電流からメインバッテリー10から出力される出力電力Woutを計算し、当該出力電力Woutと所定の閾値Wout_Loとを比較する。メインバッテリー10からの出力電力Woutが所定の閾値Wout_Loよりも小さい場合、メインバッテリー10の温度上昇も小さいので、制御部70は、冷却ファン40の風量は少なくともよいと判断してステップS211にジャンプし、指令デューティDを最小値D1として冷却ファン40を一定デューティ制御で駆動する。制御部70は、メインバッテリー10への出力電力Woutが所定の閾値Wout_Lo以上の場合には、ステップS204に進み、次の条件を満たすかどうかを判断する。

【0043】

ステップS204において、制御部70は、車速Velと所定の閾値Vel_Loとを比較する。そして、車速Velが所定の閾値Vel_Loよりも小さい場合、メインバッテリー10の温度上昇も小さいので、制御部70は、冷却ファン40の風量は少なくともよいと判断してステップS211にジャンプし、指令デューティDを最小値D1として冷却

ファン４０を一定デューティ制御で駆動する。車速 V_{el} が所定の閾値 V_{el_Lo} 以上の場合、制御部７０は、ステップＳ２０５に進み、次の条件を満たすかどうかを判断する。

【００４４】

ステップＳ２０５において、制御部７０は、アクセル開度 A_{cc} と所定の閾値 A_{cc_Lo} とを比較する。そして、アクセル開度 A_{cc} が所定の閾値 A_{cc_Lo} よりも小さい場合、つまり、電動車両の要求駆動力が小さい場合、メインバッテリー１０の温度上昇も小さいので、制御部７０は、冷却ファン４０の風量は少なくともよいと判断してステップＳ２１１にジャンプし、指令デューティ D を最小値 D_1 として冷却ファン４０を一定デューティ制御で駆動する。アクセル開度 A_{cc} が所定の閾値 A_{cc_Lo} 以上の場合、制御部

10

【００４５】

ステップＳ２０６において、制御部７０は、他の制御装置から入力されるエンジン２０のオン／オフ状態の信号がオンの信号であるか否かを確認する。エンジン２０のオン／オフ状態の信号がオンの信号である場合、すなわち、エンジン２０が駆動している場合、制御部７０は、指令デューティ D を最小値 D_1 として冷却ファン４０を一定デューティ制御で駆動する。エンジン２０がオンとなっている場合には、電動車両の要求動力が大きくなった場合でも、必要動力がエンジン２０から出力されるので、メインバッテリー１０の出力電力はさほど大きくならない。そのため、メインバッテリー１０の温度上昇も小さく、冷却ファン４０の風量は少なくともよい。このため、制御部７０は、ステップＳ２０６でエン

20

【００４６】

ステップＳ２０７において、制御部７０は、勾配 I_{nc} と、所定の閾値 I_{nc_Lo} とを比較する。すなわち、制御部７０は、電動車両の搭載したナビゲーションシステム３０から電動車両の走行ルート中の勾配 I_{nc} のデータを取得する。そして、現在の勾配 I_{nc} が所定の閾値 I_{nc_Lo} よりも小さい場合には、急な登坂による要求出力の増大や急

30

【００４７】

以上説明したように、制御部７０は、図６に示すステップＳ２０１からＳ２０７において、（１）電池温度 T_B が第一温度 T_0 未満から上昇して初めて T_0 を超えたか、（２）メインバッテリー１０の入出力電力が小さいか、（３）車速 V_{el} 、アクセル開度 A_{cc} 、走行ルート中の勾配が小さいか、（４）エンジン２０がオンとなっているか、という特定の

40

【００４８】

制御部７０は、ステップＳ２０１～Ｓ２０７で特定の条件を一つも満たさないと判断した場合には、ステップＳ２０８に進み、電池温度 T_B が基準温度 T_c より高いかどうかを判断する。基準温度 T_c は、第一温度 T_0 以上で、且つ、冷却ファン４０の一定デューティ制御を禁止する第二温度 T_1 未満の温度である。先に説明したように、第二温度 T_1 は

50

、冷却ファン４０の異常検出処理の頻度等によって可変であるが、一例として、４０℃としてもよい。先に説明した例のように、Ｔ０を３６℃とした場合、基準温度Ｔｃは、３６℃以上、４０℃未満の温度であり、例えば、３８℃とすることができる。

【００４９】

制御部７０は、電池温度ＴＢが基準温度Ｔｃを超えている場合、例えば、電池温度ＴＢが第一温度Ｔ０（３６℃）以上、第二温度Ｔ１（４０℃）未満で、且つ、基準温度Ｔｃ（３８℃）を超えている場合の３９℃の場合、制御部７０は、ステップＳ２０９に進む。ステップＳ２０９で、制御部７０は、指令デューティＤを図４のデューティマップに示す最大値Ｄ３一定に保持する。これにより、冷却ファン４０は、一定の目標回転数（最高回転数）で回転するように制御される。そして、先の説明と同様に、制御部７０は、図１に示す回転数センサ６４によってモータ４４の実回転数を検出し、指令デューティＤに基づく一定の目標回転数と実回転数とを比較し、その差 $\Delta\omega$ 或いは差 $\Delta\omega$ の絶対値に基づいて、異常の有無を判断する。このように、電池温度ＴＢが比較的高い場合には、冷却ファン４０を最高回転速度で駆動してメインバッテリー１０を冷却してもメインバッテリー１０を過冷却してしまうおそれがなく、逆にメインバッテリー１０の冷却が要求される。そのため、電池温度ＴＢが比較的高い場合、制御部７０は、指令デューティＤを最大値Ｄ３一定にして冷却ファン４０を駆動する。

10

【００５０】

また、制御部７０は、電池温度ＴＢが基準温度Ｔｃ以下の場合、例えば、電池温度ＴＢが、第一温度Ｔ０（３６℃）以上、第二温度Ｔ１（４０℃）未満で、且つ、基準温度Ｔｃ（３８℃）以下の３７℃の場合、ステップＳ２１０に進む。ステップＳ２１０で、制御部７０は、指令デューティＤを図４のデューティマップに示す最大値Ｄ３と最小値Ｄ１との間の中間値ＤＭ一定に保持する。これにより、冷却ファン４０は一定の目標回転数（中間回転数）で回転するように制御される。先に説明したと同様、制御部７０は、図１に示す回転数センサ６４によってモータ４４の実回転数を検出し、指令デューティＤに基づく一定の目標回転数と実回転数との差 $\Delta\omega$ に応じて、異常の有無を判断し、その結果を示す信号をダイアグ等に出力する。

20

【００５１】

制御部７０は、ステップＳ２０９、Ｓ２１０、Ｓ２１１のいずれかのステップで一定デューティ制御を行ったら当該処理を終了する。

30

【００５２】

次に、車載二次電池の冷却システムの動作の例について図７～図１０を参照して説明する。図７～図１０は、いずれも、冷却システムの動作例を示す図で、上段は、指令デューティＤを、下段は、電池温度ＴＢを示している。

【００５３】

<始動時の電池温度ＴＢが第一温度未満かつ充電を実行しない場合>

まず、図７を参照しながらＲｅａｄｙ－ＯＮの際の電池温度ＴＢが第一温度Ｔ０未満であり、また、充電が行われない場合の車載二次電池の冷却システムの動作について説明する。図７の時刻ｔ０に、Ｒｅａｄｙ－ＯＮの信号が制御部７０に入力されたとする。時刻ｔ０の直前では、Ｒｅａｄｙ－ＯＦＦで、電動車両、冷却ファン４０は停止しており、冷却ファン４０の指令デューティＤは、ゼロである。また、時刻ｔ０の直前では、電池温度ＴＢは、第一温度Ｔ０より低い温度Ｔａである。

40

【００５４】

時刻ｔ０においてＲｅａｄｙ－ＯＮとなると、制御部７０は、まず、電池温度ＴＢと第一温度Ｔ０とを比較する。また、電池温度ＴＢが、第一温度Ｔ０未満の場合は、さらに、充電が所定期間以上継続するか否かを確認する。図７の例では、時刻ｔ０の段階で、電池温度ＴＢ（Ｔａ）は、第一温度Ｔ０未満、かつ、充電は実行されていない。したがって、この場合、制御部７０は、電池温度ＴＢが、第一温度Ｔ０に到達、または、充電が所定期間以上継続すると予測されるまで冷却ファン４０を駆動させることなく、待機させる。

【００５５】

50

車両の始動後、電池温度 T_B が徐々に上昇し、時刻 t_1 で、電池温度 T_B が、第一温度 T_0 に達したとする。この場合、制御部 70 は、一定期間、一定指令デューティ D で冷却ファン 40 を駆動する。また、電動冷却ファン 40 の異常の有無を判断する異常検出処理を実行する。なお、この時刻 t_1 において、「電池温度 T_B が第一温度 T_0 未満から上昇して初めて T_0 を超えた」という条件を満たし、図 6 におけるステップ S_{201} において Yes となる。したがって、時刻 t_1 において、一定デューティ制御を行う際の指令デューティ D は、図 4 における最小デューティ D_1 となる。

【0056】

冷却ファン 40 を一定デューティ制御で駆動開始してから一定期間が経過すれば、制御部 70 は、冷却ファン 40 の一定デューティ制御を終了し、可変デューティ制御へと移行する。すなわち、制御部 70 は、図 4 のデューティマップに基づいて、電池温度 T_B 等に応じて変動する指令デューティ D を決定し、当該変動する指令デューティ D で冷却ファン 40 を駆動する。これにより、図 7 の上段に示すように、冷却ファン 40 の指令デューティ D は、電池温度 T_B 等に応じて変動する。

【0057】

＜始動時の電池温度 T_B が第一温度未満かつ充電を実行する場合＞

次に、図 8 を参照しながら $Ready-ON$ の際の電池温度 T_B が第一温度 T_0 未満であり、また、充電が実行される場合の車載二次電池の冷却システムの動作について説明する。図 7 の例と同様に、時刻 t_0 で $Ready-ON$ となり、その際の電池温度 T_B (T_a) が、第一温度 T_0 未満であるとする。電池温度 T_B が、第一温度 T_0 未満の場合は、制御部 70 は、続いて、充電が所定期間以上継続するか否かを確認する。図 8 の例では、時刻 t_0 の段階では、電池温度 T_B (T_a) は、第一温度 T_0 未満、かつ、充電は実行されていない。したがって、この場合、制御部 70 は、電池温度 T_B が、第一温度 T_0 に到達、または、充電が所定期間以上継続すると予測されるまで冷却ファン 40 を駆動させることなく、待機させる。

【0058】

その後、時刻 t_1 において、外部充電が開始されたとする。外部充電は、ある程度の期間、充電が継続することが普通である。そのため、この時刻 t_1 において、制御部 70 は、充電が所定期間以上継続すると判断する。この場合、電池温度 T_B が、第一温度 T_0 未満であったとしても、制御部 70 は、冷却ファン 40 を一定デューティ制御で駆動開始する。また、その際得られる実回転数および目標回転数に基づいて異常の有無判断を行う。そして、一定デューティ制御開始後、一定期間が経過した時刻 t_2 において、電池温度 T_B が、第一温度 T_0 に達していない場合には、制御部 70 は、冷却ファン 40 の駆動を停止する。

【0059】

その後、電池温度 T_B が徐々に上昇し、時刻 t_3 において、第一温度 T_0 に達したとする。この場合、冷却ファン 40 を駆動して、メインバッテリー 10 を冷却する。このとき、一定デューティ制御は、既に、実行済みであるため、再度の一定デューティ制御は行わず、電池温度 T_B に応じて指令デューティを変動させる可変デューティ制御を実行する。

【0060】

＜始動時の電池温度 T_B が第一温度以上第二温度未満かつ充電を実行する場合＞

次に、図 9 を参照しながら $Ready-ON$ の際の電池温度 T_B が第一温度 T_0 以上第二温度 T_1 未満であり、また、始動後の時刻 t_2 において外部充電が開始される場合の車載二次電池の冷却システムの動作について説明する。図 9 において太実線は、図 6 におけるステップ S_{201} から S_{207} においていずれかを Yes と判断する場合を、破線は、ステップ S_{201} から S_{207} で全て No と判断した場合を示す。

【0061】

図 9 に示すように、時刻 t_0 で $Ready-ON$ となり、その際の電池温度 T_B (T_a) が、第一温度 T_0 以上第二温度 T_1 未満であるとする。時刻 t_0 における電池温度 T_B が、第一温度 T_0 以上かつ第二温度 T_1 未満の場合、制御部 70 は、始動と同時に、一定

10

20

30

40

50

デューティ制御を開始する。また、その際得られる実回転数と目標回転数との差分に基づいて冷却ファン40の異常の有無を判断する。この一定デューティ制御の際に用いられる指令デューティDは、ステップS201からS207においていずれかでYesとなる場合、例えば入力電力Winが規定の閾値Win_Lo未満の場合、太実線で示すように最小値D1となる。一方、ステップS201からS207で全てNoと判断した場合、一定デューティ制御の際の指令デューティは、破線で示すように中間値DMとなる。

【0062】

一定デューティ制御が終了すれば、以降は、電池温度TB等に応じて指令デューティを変動させる可変デューティ制御のみを実行する。したがって、例えば、一定デューティ制御を実行した後の時刻t2において外部充電が開始されたとしても、可変デューティ制御が継続される。

10

【0063】

＜始動時の電池温度TBが第二温度以上かつ充電を実行する場合＞

次に、図10を参照しながらReady-ONの際の電池温度TBが第二温度T1以上であり、また、始動後の時刻t1において外部充電が開始される場合の車載二次電池の冷却システムの動作について説明する。図10に示すように、時刻t0でReady-ONとなり、その際の電池温度TB(Ta)が、第二温度T1以上第三温度T2未満であるとする。この場合、制御部70は、始動と同時に、冷却ファン40を、電池温度TB等に応じて指令デューティを変動させる可変デューティ制御で駆動する。これは、電池温度TBが第二温度T1を下回るまで継続される。したがって、時刻t1において、外部充電が開始されたとしても、可変デューティ制御が継続される。そして、時刻t2において、電池温度TBが、第二温度T1を下回れば、その時点で、一定デューティ制御を開始する。また、その際得られる実回転数および目標回転数との差分に基づいて、異常の有無判断を行う。このとき、電池温度TBは、基準温度Tc以上であるため、指令デューティDは、最大値D3が選択される。一定デューティ制御が終了すれば、以降は、可変デューティ制御が継続される。

20

【0064】

なお、図10の例では、可変デューティ制御を続けることで、電池温度TBが第二温度T1未満まで低下するとしているが、可変デューティ制御を続けても電池温度TBが第二温度T1未満まで低下しない場合、制御部70は、一定デューティ制御および異常の有無検査を行わず、Ready-OFFまで可変デューティ制御を継続する。この場合、当該トリップは、異常検出処理を実行しない未検査トリップとなる。

30

【0065】

＜第二温度T1の設定変更＞

以上説明した本実施形態の車載二次電池の冷却システムは、Ready-ONの際の電池温度TBが第二温度T1以上の場合に、冷却ファン40の一定デューティ制御を禁止する。このため、第二温度T1が低い場合には、冷却ファン40の一定デューティ制御を禁止する温度範囲が広くなり、異常検出処理を行う機会が減少してくる。逆に第二温度T1が高くなると、一定デューティ制御を禁止する温度範囲が狭くなり、異常検出処理を行う機会が増加してくる。つまり、第二温度T1を増減することで、異常検出処理の機会を増減することができる。この第二温度T1は、メインバッテリー10の劣化度合いや、異常検出処理を行ったトリップ（検査済トリップ）の割合、異常検出処理を行っていない期間等に応じて変動させてもよい。

40

【0066】

すなわち、冷却ファン40の異常検出処理を行う際には、指令デューティDを一定にして冷却ファン40の回転数を一定にすることが必要となる。このため、異常検出処理中はメインバッテリー10の温度制御ができなくなり、メインバッテリー10の温度が上昇し、メインバッテリー10の劣化が進んでしまう場合がある。しかし、温度が高くなることによる劣化の進行度合いは、一律ではなく、メインバッテリー10の劣化度合いが大きい程大きくなる。逆に、メインバッテリー10が新しく、ほとんど劣化していない場合には、劣化の進

50

行は、ほとんど生じない。

【0067】

そのため、メインバッテリー10が新品の場合あるいは、メインバッテリーの劣化度合いが小さい場合には、メインバッテリー10の劣化度合いが大きい場合に比較して第二温度T1を高くしてもよい。この場合、メインバッテリー10の性能に大きな影響を与えずに冷却ファン40の異常検出処理の機会を増加させることができる。また、逆に、メインバッテリーの劣化度合いが大きい場合には、メインバッテリー10の劣化度合いが小さい場合に比較して第二温度T1を低くしてもよい。これにより、メインバッテリー10の劣化を抑制することができる。

【0068】

なお、メインバッテリー10の劣化度合いは、様々な方法で規定することができるが、例えば、同一電力を出力した際の単位時間当たりのSOCの低下割合によって規定したり、内部抵抗の大きさによって規定したりしてもよい。

【0069】

このように第二温度T1を状況に応じて変動させることで、メインバッテリー10の劣化を防止しつつ、異常検出処理の機会を適切に確保することができる。なお、第二温度T1と第三温度T2と基準温度Tcの関係は、 $T_c < T_1 < T_2$ であるから、第二温度T1を変更した際には、 $T_c < T_1 < T_2$ の関係を満たすように、第三温度T2、基準温度Tcを第二温度T1に応じて変更する。

【0070】

以上説明したように、本実施形態の車載二次電池の冷却システム及びそれを搭載した電動車両は、冷却ファン40の異常の有無検知の機会を十分に確保しつつ、車両駆動用のメインバッテリー10を適切に冷却することができる。

【0071】

なお、以上説明した実施形態では、冷却ファン40の異常検出処理を、1トリップに1回だけ行うこととしているが、1トリップ中に複数回行ってもよい。例えば、図11のステップS111に示すように、異常検出処理を実行してからの経過時間が基準時間以上か否かを定期的に確認し、経過時間が基準時間以上の場合は、ステップS112に示すように、ステップS101に戻って、一定デューティ制御の実行条件を満たすかを再び、監視し、満たす場合には、一定デューティ制御および異常検出処理を実行するようにしてもよい。このように、定期的に、一定デューティ制御および異常検出処理を実行することで、冷却ファン40の異常をより早期に発見することができる。

【0072】

また、以上説明した実施形態では、制御部70において指令デューティDを算出、出力することとして説明したが、冷却ファン40のコントロールユニット45において指令デューティDの算出を行うとともにモータ44の制御を行うようにしてもよい。すなわち、制御部70が、電池温度TB等の冷却ファン40の駆動制御に必要な情報をコントロールユニット45に出力し、コントロールユニット45が、これらの情報に基づいて、冷却ファン40を駆動するためのデューティを演算するようにしてもよい。また、本実施形態では、冷却ファン40は、モータ44によって駆動されるものとして説明したが、交流モータで駆動されるように構成してもよい。この場合、コントロールユニット45においてデューティに応じた交流駆動波形を生成して交流モータの回転数を制御するようにしてもよい。

【0073】

また、図5に示す例では、車両始動直後の電池温度TBが、第二温度T1以上の場合（S107でNoの場合）には、一定デューティ制御を実行せず、可変デューティ制御を実行している。しかし、充電が所定期間以上継続する場合には、電池温度TBが高温であったとしても、一定デューティ制御を実行するようにしてもよい。すなわち、図12に示すように、電池温度TBを確認（ステップS101，S107，S108）するより先に、充電が所定期間以上継続するか否かを確認（S102）し、充電が継続しない場合にのみ

10

20

30

40

50

、電池温度 T_B を確認し、充電が継続する場合には、電池温度 T_B に関わらず、一定デューティ制御 (S 1 0 4) を実行するようにしてもよい。

【0 0 7 4】

また、本実施形態では、充電が所定期間以上継続する場合には、電池温度 T_B が極低温 (例えば 0°C 未満等) でも、一定デューティ制御を実行している。しかし、電池温度 T_B が極低温の場合には、電池温度 T_B が一定温度 (例えば 0°C) 以上になるまで、一定デューティ制御を実行しない構成としてもよい。この場合でも、電池温度 T_B が、一定温度以上であれば、第一温度 T_0 に達しなくても一定デューティ制御が実行されることになるため、冷却ファン 4 0 の異常の有無検知の機会を十分に確保しつつ、車両駆動用のメインバッテリー 1 0 を適切に冷却することができる。

10

【0 0 7 5】

また、本実施形態では、一定デューティ制御を行う際の指令デューティ D を図 6 に示すフローに基づいて決定しているが、この決定フローは、一例であり、適宜変更されてもよい。例えば、図 6 のフローでは、電池温度 T_B が、基準温度 T_c を超えるか否かの判断 (ステップ S 2 0 8) を最後に行っているが、当該判断を、最初に行うようにしてもよい。すなわち、電池温度 T_B が、基準温度 T_c 以上である場合、他の条件を満たすか否かに関わらず、最大値 D_3 を用いて一定デューティ制御を行うようにしてもよい。

【0 0 7 6】

また、本実施形態では、Ready-ON から Ready-OFF までの期間を「トリップ」としているが、こうした期間のうち特定の条件を満たした期間のみを「トリップ」としてカウントするようにしてもよい。例えば、Ready-ON から Ready-OFF までの期間のうち、その期間の長さが 1 0 分以上、その期間中に連続アイドル 3 0 秒以上を実行、その期間中に時速 4 0 km 以上でしばらく走行した等の所定条件の少なくとも一つを満たす期間のみを「トリップ」としてカウントするようにしてもよい。

20

【0 0 7 7】

また、本発明は以上説明した実施形態に限定されるものではなく、請求の範囲により規定されている本発明の技術的範囲ないし本質から逸脱することない全ての変更及び修正を包含するものである。

【符号の説明】

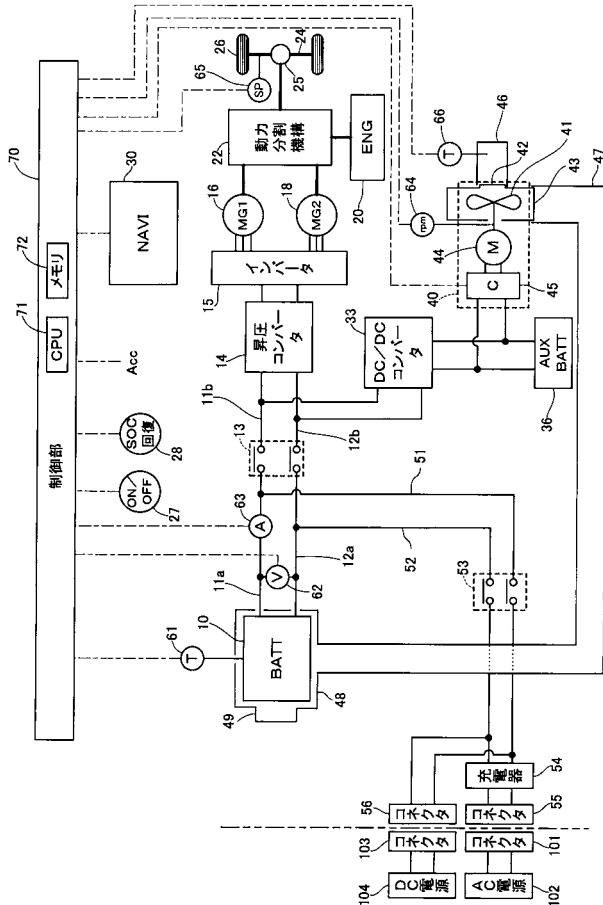
【0 0 7 8】

1 0 メインバッテリー、1 1 a, 1 1 b, 5 1 プラス側バスバー、1 2 a, 1 2 b, 5 2 マイナス側バスバー、1 3 システムメインリレー、1 4 昇圧コンバータ、1 5 インバータ、1 6 第 1 モータジェネレータ、1 8 第 2 モータジェネレータ、2 0 エンジン、2 2 動力分割機構、2 4 車軸、2 5 ギヤ機構、2 6 車輪、2 7 イグニッションスイッチ、3 0 ナビゲーションシステム、3 3 DC/DC コンバータ、3 6 補機バッテリー、4 0 冷却ファン、4 1 ファン本体、4 2 吸込口、4 3 吐出口、4 4 モータ、4 5 コントロールユニット、4 6 吸込みダクト、4 7 接続ダクト、4 8 ケーシング、4 9 排気ダクト、5 3 充電リレー、5 4 充電器、5 5, 5 6 コネクタ、6 1, 6 6 温度センサ、6 2 電圧センサ、6 3 電流センサ、6 4 回転数センサ、6 5 車速センサ、7 0 制御部、7 1 CPU、7 2 メモリ、1 0 1, 1 0 3 コネクタ、1 0 2 AC 電源、1 0 4 DC 電源。

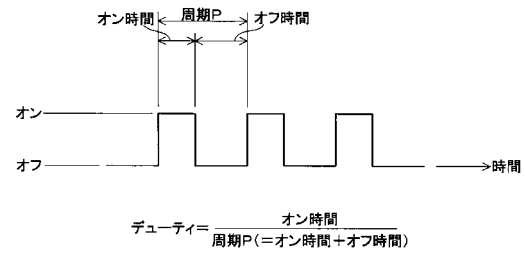
30

40

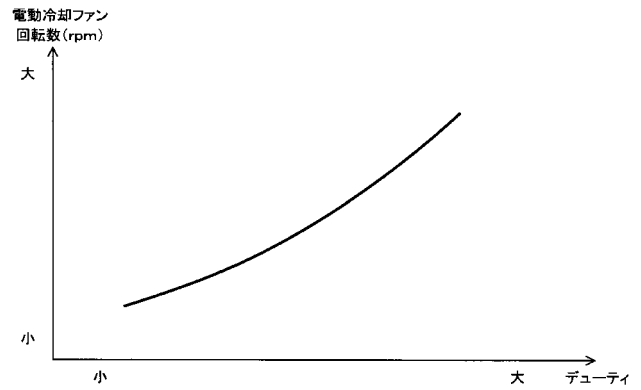
【図 1】



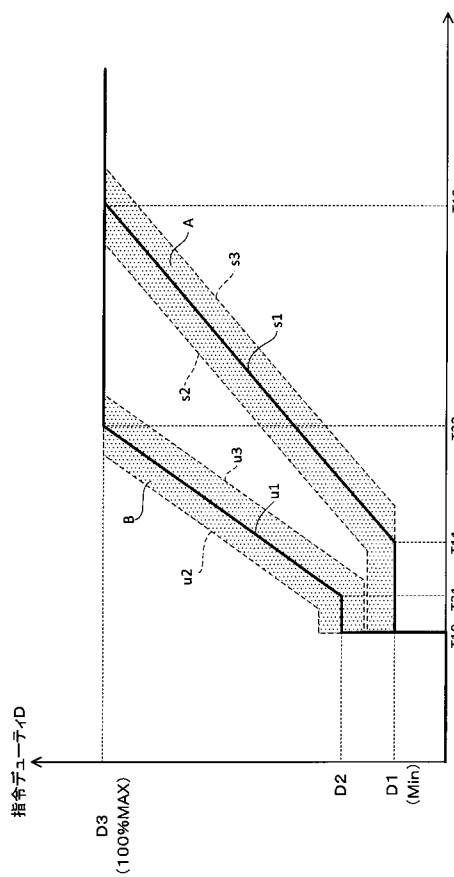
【図 2】



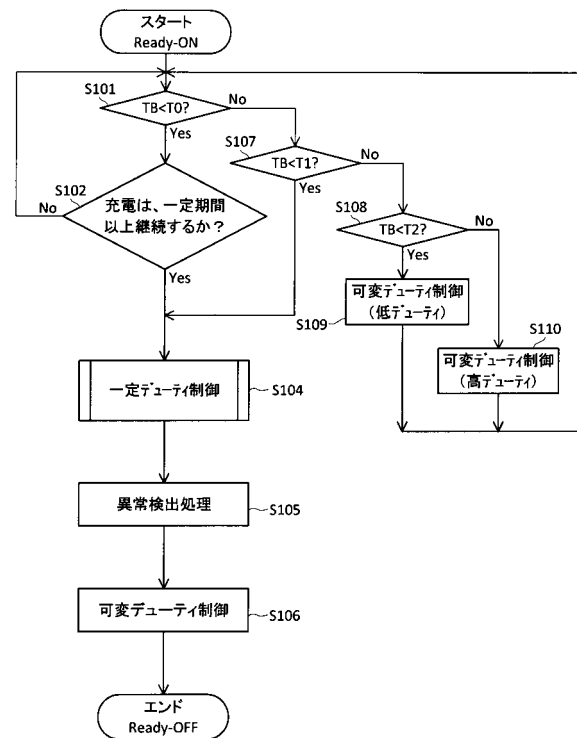
【図 3】



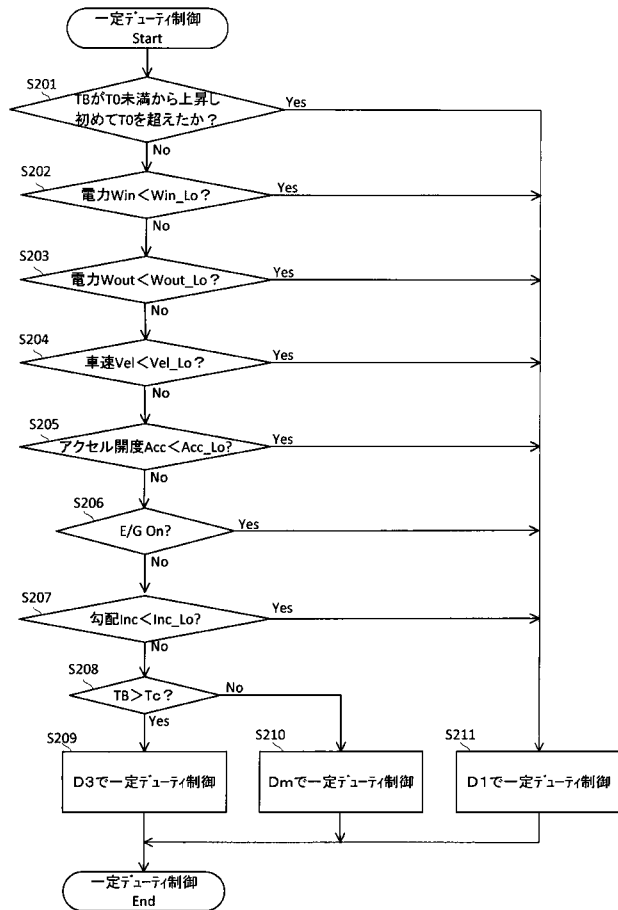
【図 4】



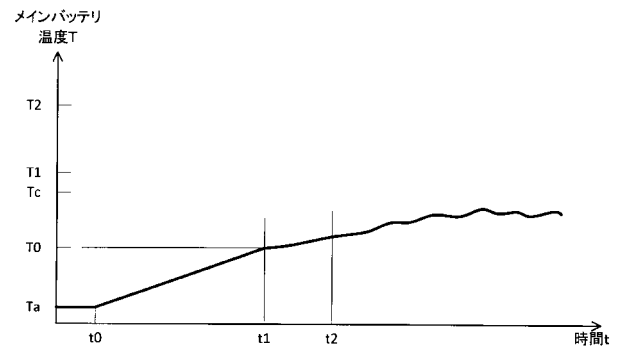
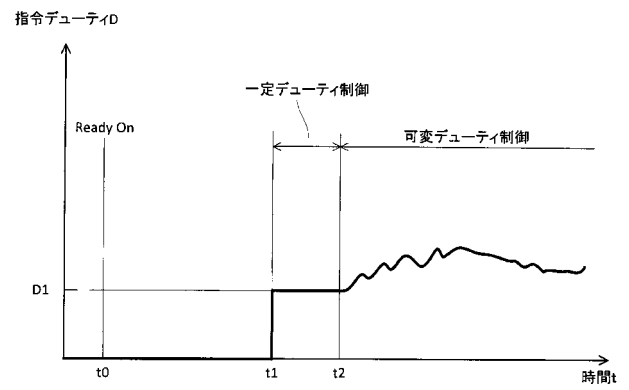
【図 5】



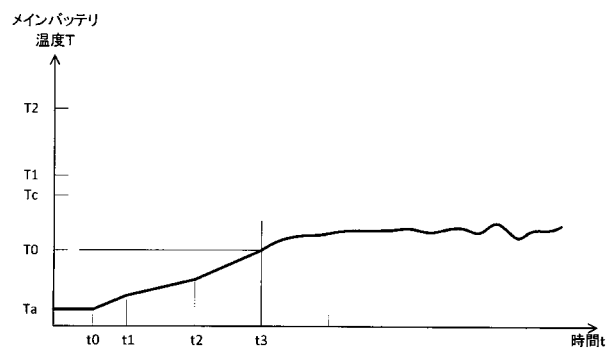
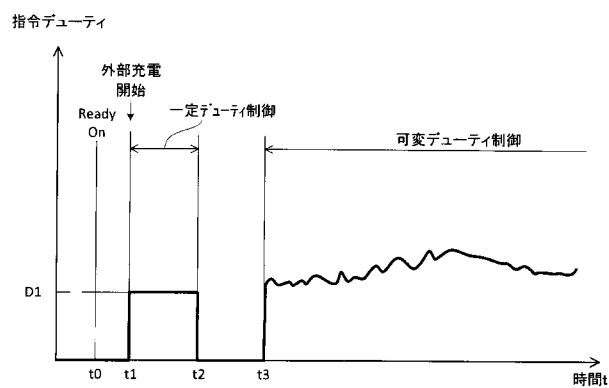
【図 6】



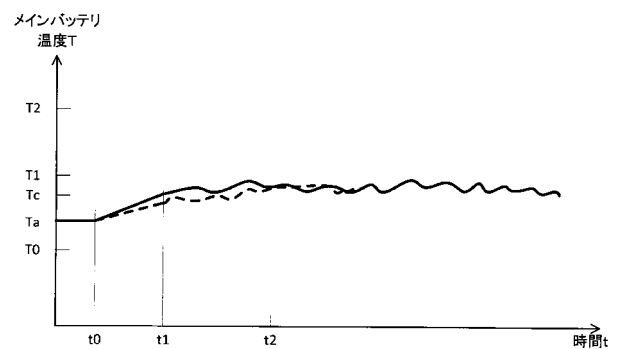
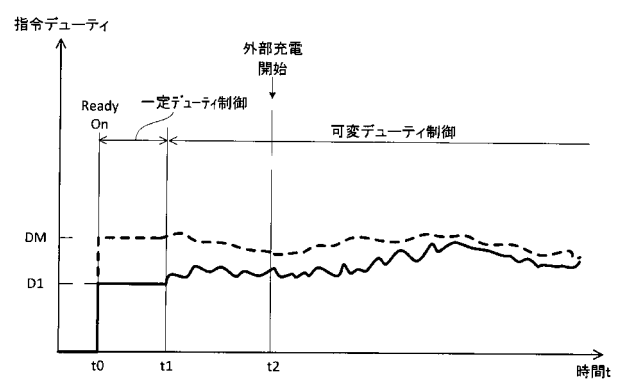
【図 7】



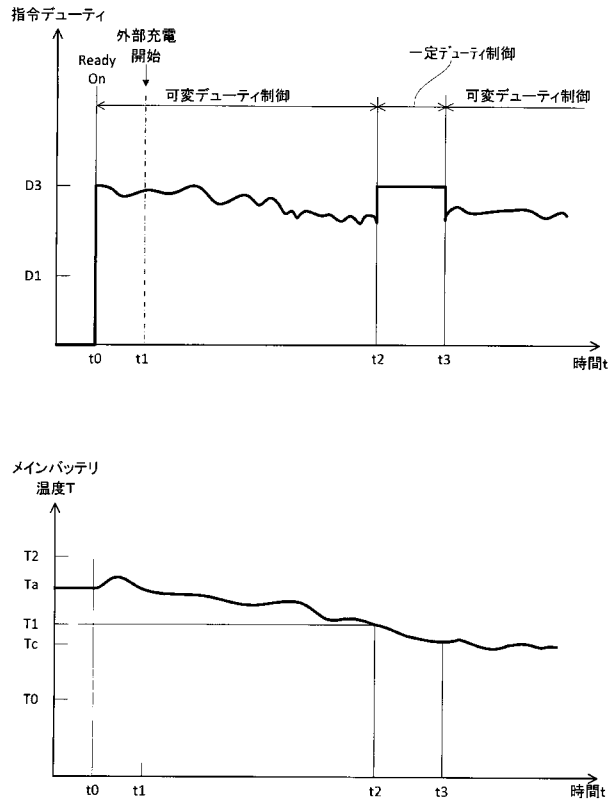
【図 8】



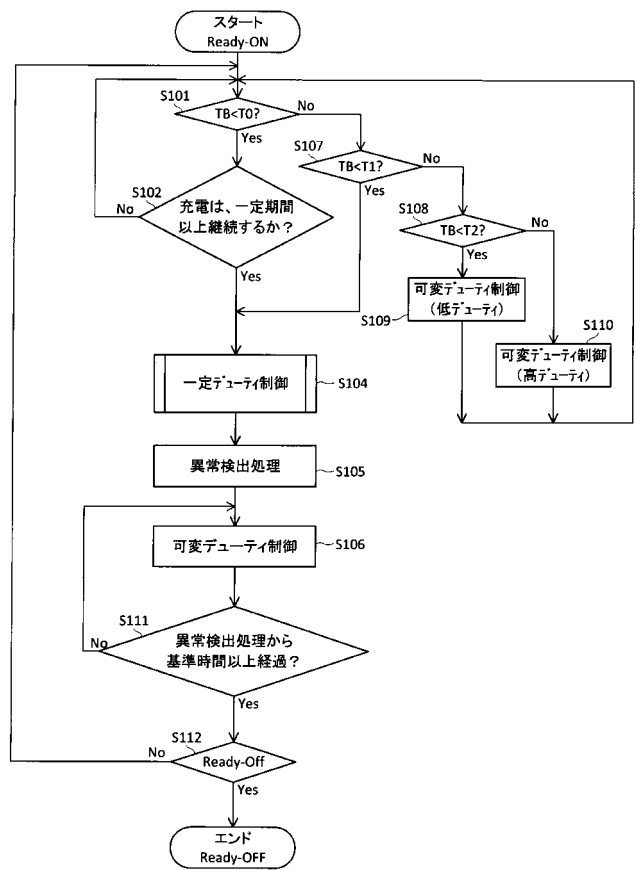
【図 9】



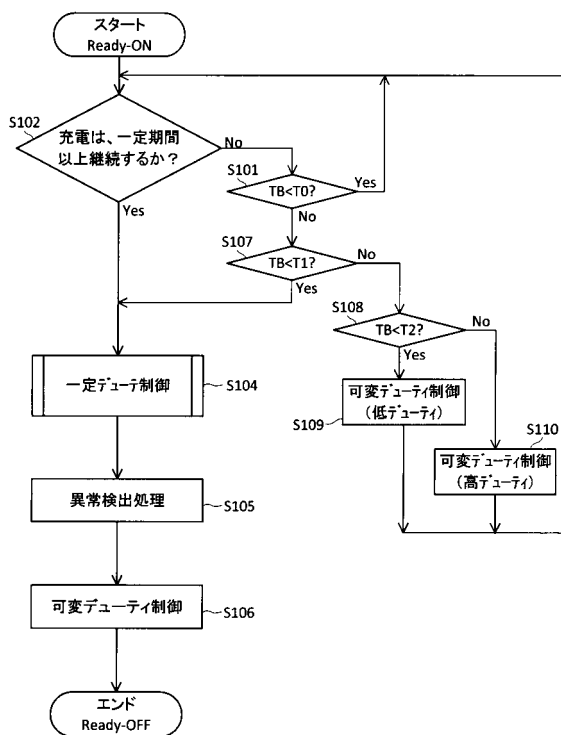
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【手続補正書】

【提出日】平成27年9月29日(2015.9.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

また、既述した通り、本実施形態では、一定デューティ制御も行う。一定デューティ制御の場合、制御部70は、一定期間、一定の指令デューティDをコントロールユニット45に出力する。一定デューティ制御の際に用いられる指令デューティDは、一定期間の間不変であればよく、一定デューティ制御の度に異なる値になってもよい。また、一定デューティ制御を行う際の指令デューティDは、後に詳説するように、電池温度TBや、入出力電力 W_i 、 W_o 等に応じて決定される。本実施形態では、この一定デューティ制御で冷却ファン40を駆動し、その際に得られる実回転数と目標回転数との差分 $\Delta\omega$ に基づいて、冷却ファン40の異常の有無判断を行っている。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

<一定デューティ制御>

次に、図5のステップS104の冷却ファン40の一定デューティ制御について図6を参照しながら詳しく説明する。冷却ファン40の一定デューティ制御は、冷却ファン40を一定期間の間、一定の指令デューティDで回転させる制御である。この一定デューティ制御を行う際の指令デューティDは、電池温度TBや、入出力電力 W_i 、 W_o 等に応じて変更される。具体的には、図6のステップS201に示すように、一定デューティ制御を行う場合、制御部70は、まず、電池温度TBが、第一温度T0未満から上昇して初めて第一温度T0を超えたかどうか判断する。制御部70は、ステップS201の条件を満たすと判断した場合、ステップS201からステップS207にジャンプして、指令デューティDを一定期間の間、図4に示すデューティマップの中の最小値D1に保持する。これにより、冷却ファン40は一定の目標回転数（最低回転数）で回転するように制御される。また、制御部70は、回転数センサ64によってモータ44の実回転数、すなわち、冷却ファン40の実回転数を検出する。そして、制御部70は、指令デューティDに基づく一定の目標回転数と実回転数とを比較し、その差 $\Delta\omega$ 或いはその差 $\Delta\omega$ の絶対値が所定の閾値以上である場合には、冷却ファン40に異常が発生していると判断してファン異常信号を例えばダイアグ等に出力する。一方、回転数の差 $\Delta\omega$ 或いは差 $\Delta\omega$ の絶対値が所定の閾値未満の場合、制御部70は、冷却ファン40に異常はないと判断してファン正常信号を例えばダイアグ等に出力する。ここで、一定期間とは、冷却ファン40の実回転数と指令デューティに基づく目標回転数との差異を判断できるだけの期間であり、例えば、数十秒から数分程度の時間である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

制御部70は、ステップS201でNOと判断した場合、ステップS202に進み、次の条件を満たすかどうかを判断する。すなわち、制御部70は、図1に示す電圧センサ6

2によって検出したメインバッテリー10の電圧と電流センサ63によって検出したメインバッテリー10の電流とからメインバッテリー10への入力電力 W_i を計算する。そして、制御部70は、メインバッテリー10への入力電力 W_i （充電電力）が所定の閾値 W_i_Lo よりも小さい場合には、図6のステップS202でYESと判断し、図6のステップS203に進む。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

ステップS202でYESと判断した場合、制御部70は、ステップS203に進み、出力電力 W_o が所定の閾値 W_o_Lo 未満か否かを判断する。すなわち、制御部70は、電圧センサ62によって検出したメインバッテリー10の電圧と電流センサ63で検出したメインバッテリー10の電流からメインバッテリー10から出力される出力電力 W_o を計算し、当該出力電力 W_o と所定の閾値 W_o_Lo とを比較する。メインバッテリー10からの出力電力 W_o が所定の閾値 W_o_Lo よりも小さい場合、ステップS207に進む。すなわち、この場合、入力電力 W_i および出力電力 W_o がいずれも小さいため、メインバッテリー10の温度上昇も小さいので、制御部70は、冷却ファン40の風量は少なくともよいと判断してステップS207にジャンプし、指令デューティDを最小値D1として冷却ファン40を一定デューティ制御で駆動する。制御部70は、メインバッテリー10への入力電力 W_i が所定の閾値 W_i_Lo 以上の場合、または、出力電力 W_o が所定の閾値 W_o_Lo 以上の場合には、ステップS204に進み、次の条件を満たすかどうかを判断する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

以上説明したように、制御部70は、図6に示すステップS201からS203におい

て、(1) 電池温度 T_B が第一温度 T_0 未満から上昇して初めて T_0 を超えたか、(2) メインバッテリー 10 の入出力電力が小さいか、という特定の条件が満たされるかどうかを判断し、特定の条件の中のいずれか一つが満たされている場合には、ステップ S 207 にジャンプして、一定期間、指令デューティ D を最小値 D_1 として冷却ファン 40 を一定デューティ制御で駆動する。これによって、メインバッテリー 10 を過冷却することなく、且つ、冷却ファン 40 を駆動することによる電力消費を抑制することができる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0048】

制御部 70 は、特定の条件を一つも満たさないと判断した場合には、ステップ S 204 に進み、電池温度 T_B が基準温度 T_c より高いかどうかを判断する。基準温度 T_c は、第一温度 T_0 以上で、且つ、冷却ファン 40 の一定デューティ制御を禁止する第二温度 T_1 未満の温度である。先に説明したように、第二温度 T_1 は、冷却ファン 40 の異常検出処理の頻度等によって可変であるが、一例として、 40°C としてもよい。先に説明した例のように、 T_0 を 36°C とした場合、基準温度 T_c は、 36°C 以上、 40°C 未満の温度であり、例えば、 38°C とすることができる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

制御部 70 は、電池温度 T_B が基準温度 T_c を超えている場合、例えば、電池温度 T_B が第一温度 T_0 (36°C) 以上、第二温度 T_1 (40°C) 未満で、且つ、基準温度 T_c (38°C) を超えている場合の 39°C の場合、制御部 70 は、ステップ S 205 に進む。ステップ S 205 で、制御部 70 は、指令デューティ D を図 4 のデューティマップに示す最大値 D_3 一定に保持する。これにより、冷却ファン 40 は、一定の目標回転数（最高回転数）で回転するように制御される。そして、先の説明と同様に、制御部 70 は、図 1 に示す回転数センサ 64 によってモータ 44 の実回転数を検出し、指令デューティ D に基づく一定の目標回転数と実回転数とを比較し、その差 $\Delta\omega$ 或いは差 $\Delta\omega$ の絶対値に基づいて、異常の有無を判断する。このように、電池温度 T_B が比較的高い場合には、冷却ファン 40 を最高回転速度で駆動してメインバッテリー 10 を冷却してもメインバッテリー 10 を過冷却してしまうおそれがなく、逆にメインバッテリー 10 の冷却が要求される。そのため、電池温度 T_B が比較的高い場合、制御部 70 は、指令デューティ D を最大値 D_3 一定にして冷却ファン 40 を駆動する。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0050】

また、制御部 70 は、電池温度 T_B が基準温度 T_c 以下の場合、例えば、電池温度 T_B が、第一温度 T_0 (36°C) 以上、第二温度 T_1 (40°C) 未満で、且つ、基準温度 T_c (38°C) 以下の 37°C の場合、ステップ S 206 に進む。ステップ S 206 で、制御部 70 は、指令デューティ D を図 4 のデューティマップに示す最大値 D_3 と最小値 D_1 との間の中間値 D_M 一定に保持する。これにより、冷却ファン 40 は一定の目標回転数（中間回転数）で回転するように制御される。先に説明したと同様、制御部 70 は、図 1 に示す

回転数センサ 64 によってモータ 44 の実回転数を検出し、指令デューティ D に基づく一定の目標回転数と実回転数との差 $\Delta \omega$ に応じて、異常の有無を判断し、その結果を示す信号をダイアグ等に出力する。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

制御部 70 は、ステップ S 205、S 206、S 207 のいずれかのステップで一定デューティ制御を行ったら当該処理を終了する。

【手続補正 14】

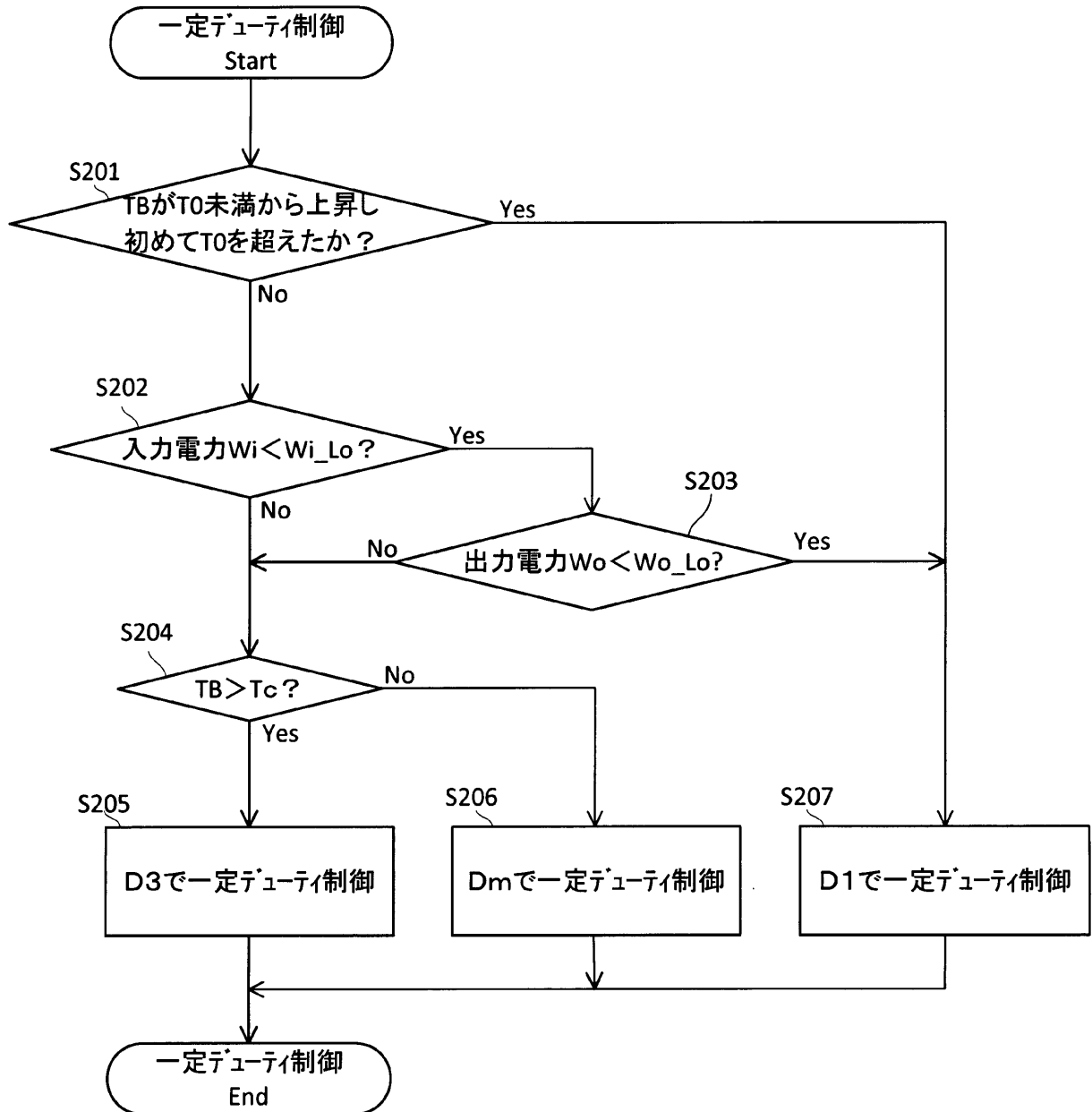
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<i>H 0 1 M 10/625 (2014.01)</i>	H 0 1 M 10/613	
<i>H 0 1 M 10/6563 (2014.01)</i>	H 0 1 M 10/625	
<i>H 0 1 M 10/633 (2014.01)</i>	H 0 1 M 10/6563	
<i>H 0 2 J 7/00 (2006.01)</i>	H 0 1 M 10/633	
<i>H 0 2 J 7/10 (2006.01)</i>	H 0 2 J 7/00	P
	H 0 2 J 7/00	Y
	H 0 2 J 7/10	J
	H 0 2 J 7/10	L

(72)発明者 落合 清恵

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム (参考) 5G503 AA01 BB01 CA08 CB06 CB11 FA06 FA19 GB03 GB06 GD00
 5H030 AA06 AS06 AS08 BB09 BB10 FF22 FF42 FF43 FF44 FF52
 5H031 AA09 CC09 HH06 KK08
 5H125 AA01 AC08 AC12 AC24 BC11 BC19 CD07 DD02 DD05 EE21
 EE25 EE27 EE41 EE70