

(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
2012 年 10 月 26 日(26.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/144031 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/059721
- (22) 国際出願日: 2011 年 4 月 20 日(20.04.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久田 周平 (HISADA, Shuhei) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COOLING SYSTEM AND VEHICLE PROVIDED THEREWITH

(54) 発明の名称: 冷却システムおよびそれを備える車両

[図3]

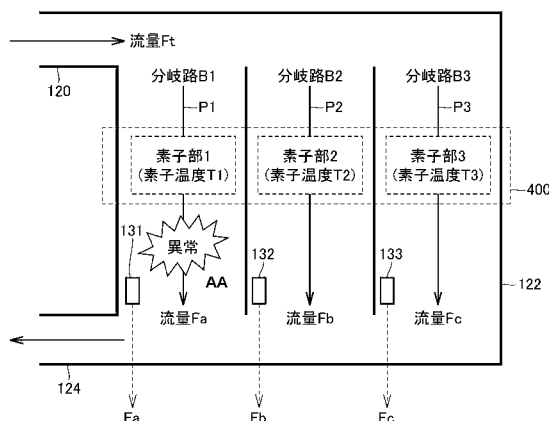


FIG. 3:
Ft Flow rate (Ft)
B1 Branching path (B1)
B2 Branching path (B2)
B3 Branching path (B3)
1 Element unit (1)
2 Element unit (2)
3 Element unit (3)
T1 (Element temperature (T1))
T2 (Element temperature (T2))
T3 (Element temperature (T3))
Fa Flow rate (Fa)
Fb Flow rate (Fb)
Fc Flow rate (Fc)
AA Abnormal

(57) Abstract: A cooling system that is for cooling a heat generating source is provided with: a flow path for letting a liquid medium for cooling the heat generating source circulate; and a pump installed within the flow path, and that is for circulating the liquid medium. The flow path comprises a plurality of branching paths (B1-B3) that are arranged between the upstream side and the downstream side of the heat generating source, and arranged in parallel to the circulating direction of the liquid medium. The cooling system is further provided with a control device for detecting any abnormality in the cooling system, by detecting an unbalance between flow rates of liquid media flowing through each of the plurality of branching paths (B1-B3).

(57) 要約: 発熱源を冷却するための冷却システムは、発熱源を冷却する液媒体を循環させる流路と、流路上に設けられた液媒体を循環させるためのポンプとを備える。流路は、発熱源の上流側と下流側との間に液媒体の流通方向に対して並列に配設された複数の分岐路 (B1~B3) を含む。冷却システムは、各複数の分岐路 (B1~B3) を流れる液媒体の流量のアンバランスを検出することにより、冷却システムに発生した異常を検出するための制御装置をさらに備える。

明 細 書

発明の名称： 冷却システムおよびそれを備える車両

技術分野

[0001] この発明は、冷却システムおよびそれを備える車両に関し、より特定的には、冷却システムの部分異常を診断するための技術に関する。

背景技術

[0002] 駆動源として電動機を用いる電動車両においては、電動機および電動機を駆動するインバータ等の駆動装置の過熱を防ぐために、電動機および駆動装置を冷却するための冷却システムが搭載されている。

[0003] 特開 2 0 0 8 - 2 5 6 3 1 3 号公報（特許文献 1）には、冷却水の循環路、当該循環路に冷却水を循環させるポンプおよび冷却水を冷却するラジエータを備えた冷却システムが開示される。特許文献 1 に記載の冷却システム制御装置は、冷却システムの異常の発生の有無を判定するための技術として、冷却水の循環路に設けられた温度センサから取得した冷却水の温度と、ウォーターポンプの回転数とに基づいて、冷却システムにおいて発生した異常の種類を判断する異常判断部を備える。この異常判断部は、冷却水の温度が予め設定された閾値以上である場合には、ウォーターポンプの回転数に基づいて、ラジエータの異常、循環路の閉塞、およびウォーターポンプの故障等の異常の種類を判断する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2 0 0 8 - 2 5 6 3 1 3 号公報

特許文献 2：特開 2 0 0 5 - 2 0 8 8 1 号公報

特許文献 3：特開 2 0 0 4 - 3 3 2 9 8 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献 1 に記載されるような、冷却水の温度およびウォーターポンプの

回転数に基づいて冷却システムにおける異常の発生の有無を判定する技術では、冷却システムに発生した異常の種類を判断できるが、その異常の原因について判断することは困難である。そのため、特許文献 1 に記載の技術では、異常の種類に応じて、電動機の出カトルクを制限する、あるいは、ウォーターポンプを停止させるといったフェールセーフ処理を行なうことができるが、異常の原因を除去するための処理を行なうことができない。

[0006] それゆえ、この発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、その目的は、冷却システムに発生した異常の原因を特定し、かつ、その異常の原因を除去することが可能な冷却システムおよびそれを備える車両を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] この発明のある局面に従えば、発熱源を冷却するための冷却システムであって、発熱源を冷却する液媒体を循環させる流路と、流路上に設けられた液媒体を循環させるためのポンプとを備える。流路は、発熱源の上流側と下流側との間に液媒体の流通方向に対して並列に配設された複数の分岐路を含む。冷却システムは、各複数の分岐路を流れる液媒体の流量のアンバランスを検出することにより、冷却システムに発生した異常を検出するための制御装置をさらに備える。

[0008] 好ましくは、制御装置は、液媒体の流量のアンバランスが検出されたときのポンプの回転数に少なくとも基づいて、異常の発生原因を診断する。

[0009] 好ましくは、冷却システムは、ポンプの回転数を検出するための回転数センサをさらに備える。制御装置は、液媒体の流量のアンバランスが検出された場合に、ポンプを駆動したときの回転数センサの検出値が制御目標値よりも上昇するという第 1 の条件が成立したときには、流路に空気が混入していると診断する。

[0010] 好ましくは、冷却システムは、液媒体の温度を検出するための温度センサをさらに備える。制御装置は、第 1 の条件が成立しない場合には、温度センサの検出値が所定の閾値よりも低いという第 2 の条件が成立するか否かを判

定し、第2の条件が成立したときには、流路が凍結していると診断する。

[0011] 好ましくは、制御装置は、第2の条件が成立した場合には、流路の流量が制御範囲内にあるか否かを判定し、流路の流量が制御範囲内にあるという第3の条件が成立したときには、複数の分岐路のいずれかが凍結していると診断する。

[0012] 好ましくは、制御装置は、第1の条件が成立しない場合に、第2の条件が成立しないときには、複数の分岐路のいずれかに異物が混入していると診断する。

[0013] 好ましくは、制御装置は、複数の分岐路のいずれかに空気または異物が混入していると診断された場合には、ポンプの回転数を一時的に増加させる。

[0014] 好ましくは、制御装置は、複数の分岐路のいずれかが凍結していると診断された場合には、凍結が診断される分岐路に対応する発熱源を発熱量を一時的に増加させる。

[0015] 好ましくは、発熱源は、電動機および電動機を駆動するインバータを有する駆動装置である。冷却システムは、インバータ中の電力制御素子の温度を検出する素子温度センサをさらに備える。制御装置は、インバータに対する他の駆動指令が発せられない条件を満たす状況下において、インバータ中の電力制御素子を一時的に発熱させた後電力制御素子の発熱を低減させ、素子温度センサの検出値の低下度合いに応じて各複数の分岐路の流量を推定するとともに、各複数の分岐路の流量の推定値に基づいて、液媒体の流量のアンバランスを検出する。

[0016] 好ましくは、複数の分岐路は、互いに等しい流量となるように構成される。

この発明の別の局面に従えば、車両は、電動機を駆動源として用いる駆動装置と、駆動装置を冷却するための冷却システムとを備える。冷却システムは、駆動装置を冷却する液媒体を循環させる流路と、流路上に設けられた液媒体を循環させるためのポンプとを含む。流路は、発熱源の上流側と下流側との間に液媒体の流通方向に対して並列に配設され、かつ、互いに等しい流

量となるように構成された複数の分岐路を含む。車両は、各複数の分岐路を流れる液媒体の流量のアンバランスを検出することにより、冷却システムに発生した異常を検出するための制御装置をさらに備える。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、冷却システムに発生した異常が検出されると、当該異常の原因を特定し、かつ、その異常の原因を除去することができる。これにより、冷却システムに異常が発生した場合であっても、直ちに異常の判定が確定されるのを防止できる。この結果、駆動装置の出力が制限される、あるいは、不要なウォーターポンプの交換が行なわれるのを回避することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の実施の形態による冷却システムが搭載された車両の概略構成図である。

[図2]図1の車両の構成のうち冷却システムの構成が抽出して示す図である。

[図3]PCUを経由する流路の構成を説明する概念図である。

[図4]制御装置の処理構造を概略的に示したフローチャートである。

[図5]図4のステップS04に示した異常原因除去制御を実現するためのフローチャートである。

[図6]本変更例に係る冷却システムの診断時期を説明するための波形図である。

[図7]図6に示した冷却システムの診断時期の制御について説明するためのフローチャートである。

[図8]図7のステップS20の冷却システムの診断時に用いられる流量検出処理を説明するためのフローチャートである。

[図9]図8のステップS23において参照される水温－指令トルクマップの一例を示した図である。

[図10]温度の下降レートの計測について説明するための図である。

[図11]下降レート流量マップの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。
なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明が繰返さない。
。

[0020] (車両の構成)

図1は、本発明の実施の形態による冷却システムが搭載された車両100の概略構成図である。なお、車両100は電気自動車の例を示したが、冷却システムを搭載する車両であれば、本発明は電気自動車以外でも内燃機関を併用するハイブリッド自動車や燃料電池車にも適用可能である。

[0021] 図1を参照して、車両100は、蓄電装置であるバッテリーBと、電圧センサ10と、パワーコントロールユニット(PCU)40と、モータジェネレータMGと、制御装置30とを備える。PCU40は、電圧コンバータ12と、平滑用コンデンサC0、C1と、電圧センサ13と、インバータ14とを含む。なお、PCU40は、電圧コンバータ12を設けずにインバータ14のみを含むものであってもよい。車両100は、モータジェネレータMGを駆動するインバータ14に給電するための正母線PL2をさらに備える。

[0022] 平滑用コンデンサC1は、正母線PL1および負母線SL2の間に接続される。電圧コンバータ12は、平滑用コンデンサC1の端子間電圧を昇圧する。平滑用コンデンサC0は、電圧コンバータ12によって昇圧された電圧を平滑化する。電圧センサ13は、平滑用コンデンサC0の端子間の電圧VHを検出して制御装置30に出力する。

[0023] 車両100は、さらに、バッテリーBの正極と正母線PL1との間に接続されるシステムメインリレーSMRBと、バッテリーBの負極(負母線SL1)とノードN2との間に接続されるシステムメインリレーSMRGとを備える。
。

[0024] システムメインリレーSMRB、SMRGは、制御装置30から与えられる制御信号SEに応じて導通/非導通状態が制御される。電圧センサ10は、バッテリーBの端子間の電圧VBを検出する。図示しないが、電圧センサ1

0とともに、バッテリーBの充電状態を監視するために、バッテリーBに流れる電流 I_B を検出するための電流センサが設けられている。

[0025] バッテリーBとしては、たとえば、鉛蓄電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池等の二次電池や、電気二重層コンデンサ等の大容量キャパシタなどを用いることができる。負母線 SL_2 は、電圧コンバータ12の中を通過してインバータ14側に延びている。

[0026] 電圧コンバータ12は、バッテリーBと正母線 PL_2 との間に設けられ、電圧変換を行なう電圧変換器である。電圧コンバータ12は、一方端が正母線 PL_1 に接続されるリアクトル L_1 と、正母線 PL_2 と負母線 SL_2 との間に直列に接続されるIGBT素子 Q_1 、 Q_2 と、IGBT素子 Q_1 、 Q_2 にそれぞれ接続されるダイオード D_1 、 D_2 とを含む。

[0027] リアクトル L_1 の他方端はIGBT素子 Q_1 のエミッタおよびIGBT素子 Q_2 のコレクタに接続される。ダイオード D_1 のカソードはIGBT素子 Q_1 のコレクタと接続され、ダイオード D_1 のアノードはIGBT素子 Q_1 のエミッタと接続される。ダイオード D_2 のカソードはIGBT素子 Q_2 のコレクタと接続され、ダイオード D_2 のアノードはIGBT素子 Q_2 のエミッタと接続される。

[0028] インバータ14は、正母線 PL_2 および負母線 SL_2 に接続されている。インバータ14は車輪2を駆動するモータジェネレータMGに対して電圧コンバータ12の出力する直流電圧を三相交流電圧に変換して出力する。またインバータ14は、回生制動に伴ない、モータジェネレータMGにおいて発電された電力を電圧コンバータ12に戻す。このとき電圧コンバータ12は、降圧回路として動作するように制御装置30によって制御される。

[0029] インバータ14は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17とを含む。U相アーム15、V相アーム16およびW相アーム17は、正母線 PL_2 と負母線 SL_2 との間に並列に接続される。

[0030] U相アーム15は、正母線 PL_2 と負母線 SL_2 との間に直列接続されたIGBT素子 Q_3 、 Q_4 と、IGBT素子 Q_3 、 Q_4 とそれぞれ並列に接続

されるダイオードD 3, D 4とを含む。ダイオードD 3のカソードはI G B T素子Q 3のコレクタと接続され、ダイオードD 3のアノードはI G B T素子Q 3のエミッタと接続される。ダイオードD 4のカソードはI G B T素子Q 4のコレクタと接続され、ダイオードD 4のアノードはI G B T素子Q 4のエミッタと接続される。

[0031] V相アーム1 6は、正母線P L 2と負母線S L 2との間に直列接続されたI G B T素子Q 5, Q 6と、I G B T素子Q 5, Q 6とそれぞれ並列に接続されるダイオードD 5, D 6とを含む。ダイオードD 5のカソードはI G B T素子Q 5のコレクタと接続され、ダイオードD 5のアノードはI G B T素子Q 5のエミッタと接続される。ダイオードD 6のカソードはI G B T素子Q 6のコレクタと接続され、ダイオードD 6のアノードはI G B T素子Q 6のエミッタと接続される。

[0032] W相アーム1 7は、正母線P L 2と負母線S L 2との間に直列接続されたI G B T素子Q 7, Q 8と、I G B T素子Q 7, Q 8とそれぞれ並列に接続されるダイオードD 7, D 8とを含む。ダイオードD 7のカソードはI G B T素子Q 7のコレクタと接続され、ダイオードD 7のアノードはI G B T素子Q 7のエミッタと接続される。ダイオードD 8のカソードはI G B T素子Q 8のコレクタと接続され、ダイオードD 8のアノードはI G B T素子Q 8のエミッタと接続される。

[0033] モータジェネレータM Gは、三相の永久磁石同期モータであり、U, V, W相の3つのステータコイルは各々の一方端が中性点に共に接続されている。そして、U相コイルの他方端がI G B T素子Q 3, Q 4の接続ノードから引き出されたラインに接続される。また、V相コイルの他方端がI G B T素子Q 5, Q 6の接続ノードから引き出されたラインに接続される。また、W相コイルの他方端がI G B T素子Q 7, Q 8の接続ノードから引き出されたラインに接続される。

[0034] 電流センサ2 4は、モータジェネレータM Gに流れる電流をモータ電流M C R Tとして検出し、モータ電流M C R Tを制御装置3 0へ出力する。

[0035] 制御装置 30 は、アクセルセンサ 111 からアクセル開度を受け、シフトポジションセンサ 113 からシフトレバーの設定位置を受ける。さらに、制御装置 30 は、モータジェネレータ MG の回転速度（モータ回転数） N_m と、電流 I_B および電圧 V_B , V_H の各値と、モータ電流 $M_C R T$ と、起動信号 $I_G O N$ とを受ける。そして制御装置 30 は、これらの情報に基づいて電圧コンバータ 12 およびインバータ 14 を制御する。

[0036] 具体的には、制御装置 30 は、電圧コンバータ 12 に対して、昇圧指示を行なう制御信号 $P W U$ 、降圧指示を行なう制御信号 $P W D$ および動作禁止を指示するシャットダウン信号を出力する。

[0037] さらに、制御装置 30 は、インバータ 14 に対して、電圧コンバータ 12 から出力される直流電圧を、モータジェネレータ MG を駆動するための交流電圧に変換する駆動指示を行なう制御信号 $P W M I$ と、モータジェネレータ MG で発電された交流電圧を直流電圧に変換して電圧コンバータ 12 側に戻す回生指示を行なう制御信号 $P W M C$ とを出力する。

[0038] （冷却システムの構成）

図 1 に示す構成において、車両 100 は、 $P C U 40$ およびモータジェネレータ MG を冷却するための冷却システムとして、ラジエータ 102 と、リザーバタンク 106 と、ウォーターポンプ 104 とをさらに備える。図 2 には、図 1 の車両 100 の構成のうち冷却システムの構成が抽出して示されている。

[0039] ラジエータ 102 と $P C U 40$ とリザーバタンク 106 とウォーターポンプ 104 とモータジェネレータ MG とは、流路 116 によって直列に環状に接続されている。

[0040] ウォーターポンプ 104 は、不凍液などの冷却水を循環させるためのポンプである。ウォーターポンプ 104 は、リザーバタンク 106 から冷却水を吸引し、モータジェネレータ MG に向けて冷却水を循環させる。回転数センサ 114 は、ウォーターポンプ 104 の回転速度（以下、 W/P 回転数と記す） N_W を検出し、検出した W/P 回転数 N_W を制御装置 30 へ出力する

- 。
- [0041] ラジエータ 102 は、PCU40 内部の電圧コンバータ 12 およびインバータ 14 を冷却した後の冷却水を流路 116 から受け、その受けた冷却水を図示しないラジエータファンを用いて冷却する。
- [0042] PCU40 の冷却水入口付近には、冷却水温を検出する温度センサ 108 が設けられている。温度センサ 108 からは冷却水温 TW が制御装置 30 に送信される。また、PCU40 の内部には、電圧コンバータ 12 の温度 TC を検出する温度センサ 110 と、インバータ 14 の温度 TI を検出する温度センサ 112 とが設けられている。温度センサ 110, 112 としては、インテリジェントパワーモジュールに内蔵されている温度検出素子等が用いられる。
- [0043] 制御装置 30 は、温度センサ 110 からの温度 TC と温度センサ 112 からの温度 TI とに基づいて、ウォーターポンプ 104 を駆動するための信号 SP を生成し、その生成した信号 SP をウォーターポンプ 104 へ出力する。
- 。
- [0044] 図 2 に示す構成において、流路 116 は、PCU40 の上流側から下流側までの区間が複数の分岐路に分岐される。図 3 は、PCU40 を経由する流路 116 の構成を説明する概念図である。図 3 を参照して、PCU40 の内部には、電圧コンバータ 12 およびインバータ 14 の電力制御素子（IGBT 素子など）が搭載されたパワー素子基板 400 が設けられている。このパワー素子基板 400 の裏面には、パワー素子基板 400 を冷却するための流路 122 が設けられている。流路 122 は、冷却水入口 120 および冷却水出口 124 と連通している。
- [0045] 図 3 では、パワー素子基板 400 上に搭載される複数の電力制御素子は、3 つの素子部（素子部 1 ～ 3）に区分されている。そして、流路 122 は、これら 3 つの素子部をそれぞれ経由するように 3 つの分岐路 B1 ～ B3 に分岐されている。これら 3 つの分岐路 B1 ～ B3 は、冷却水入口 120 および冷却水出口 124 の間に、冷却水の流通方向に対して並列に配設されており

、流量が互いに等しくなるように構成されている。したがって、冷却水入口 120 から導入された冷却水は 3 等分されると、それぞれの分岐路 B1～B3 を矢印 P1～P3 に示す方向に沿って流れる。このとき、各分岐路を流れる冷却水と素子部とが熱交換することによって、素子部に含まれる電力制御素子が冷却される。

[0046] 分岐路 B1～B3 には、冷却水の流量を検出するための流量センサ 131～133 がそれぞれ設けられている。流量センサ 131 からは分岐路 B1 における冷却水の流量 F_a が制御装置 30 に送信される。流量センサ 132 からは分岐路 B2 における冷却水の流量 F_b が制御装置 30 に送信される。流量センサ 133 からは、分岐路 B3 における冷却水の流量 F_c が制御装置 30 に送信される。

[0047] 制御装置 30 は、流量センサ 131～133 からそれぞれ入力される流量 F_a 、 F_b 、 F_c に基づいて、冷却システムの部分異常を診断する。本実施の形態における冷却システムの部分異常とは、複数の分岐路のうちのいずれかに異常が発生することをいう。図 3 には、部分異常の一例として、分岐路 B1 の内部に異物が混入した場合を示す。この場合、分岐路 B1 を流れる冷却水の流量が低下するため、分岐路 B1～B3 の間で流量のアンバランスが生じてしまう。このような流量のアンバランスが生じると、素子部 1～3 の間で冷却能力に差が生じるため、素子温度が部分的に高温となるという不具合が生じる虞がある。図 3 の場合では、素子部 1 の素子温度 T_1 が、素子部 2 の素子温度 T_2 および素子部 3 の素子温度 T_3 と比較して高温となる虞がある。したがって、冷却システムの部分異常を速やかに検出するとともに、部分異常による流量のアンバランスを解消する必要がある。

[0048] 本実施の形態に係る冷却システムでは、以下に説明する図 4 および図 5 に従って、制御装置 30 は、流量センサ 131～133 の検出値（流量 F_a 、 F_b 、 F_c ）に基づいて、流量 F_a 、 F_b 、 F_c 間にアンバランスが発生しているかどうかを検出する。流量のアンバランスの発生時には、制御装置 30 は、冷却システムの部分異常と判定する。

[0049] そして、冷却システムの部分異常と判定されると、制御装置 30 は、部分異常発生時の冷却システムの状態に基づいて、当該部分異常の原因を診断する。部分異常の原因が診断されると、制御装置 30 は、さらに診断された原因を除去するための制御を実行することによって当該部分異常を解消させる。

[0050] 図 4 は、制御装置 30 の処理構造を概略的に示したフローチャートである。なお、このフローチャートの処理は、一定時間毎または所定の条件が成立するごとに実行される。

[0051] 図 4 を参照して、制御装置 30 は、ステップ S01 では、流量センサ 131 ~ 133 (図 3) により検出される分岐路 B1 ~ B3 の流量 F_a , F_b , F_c を読み込む。続いて、制御装置 30 は、ステップ S02 により、回転数センサ 114 (図 1) により検出されるウォーターポンプ 104 の回転速度 (W/P 回転数) NW をモニタリングする。

[0052] 制御装置 30 は、ステップ S03 により、流量 F_a , F_b , F_c に基づいて、冷却システムの部分異常が発生しているかどうかを判定する。具体的には、制御装置 30 は、流量 F_a , F_b , F_c の間にアンバランスが発生しているか否かを判定する。たとえば、制御装置 30 は、流量 F_a 、流量 F_b および流量 F_c の合計値 (流路 116 の流量 F_t に相当) に対する各流量 F_a , F_b , F_c の割合を算出する。そして、制御装置 30 は、算出した割合を比較することにより、流量のアンバランスが発生しているか否かを判定する。

[0053] 算出した割合が流量 F_a , F_b , F_c 間で異なっている場合、すなわち、各流量の割合が $1/3$ から外れている場合には、制御装置 30 は、冷却システムの部分異常が発生していると判定する。このとき、制御装置 30 は、流量の割合が他の分岐路と比較して小さくなる分岐路に異常が生じているものと判定する。

[0054] ステップ S03 において冷却システムの部分異常と判定されると、制御装置 30 は、ステップ S04 により、部分異常発生時の冷却システムの状態に

基づいて、当該部分異常の原因を診断する。そして、制御装置 30 は、診断された原因を除去するための制御（以下、「異常原因除去制御」という）を実行する。そして、異常原因除去制御の実行によっても部分異常が解消されない場合には、ステップ S05 により、制御装置 30 は、冷却システムの異常を確定する。冷却システムの異常が確定されると、制御装置 30 は、表示装置や警告ランプなどに警告を表示する。

[0055] 図 5 は、図 4 のステップ S04 に示した異常原因除去制御を実現するためのフローチャートである。なお、図 5 のステップ S01, S02 による処理は、図 4 のステップ S01, S02 による処理と同じである。また、図 5 のステップ S031, S032, S033 による処理は、図 4 のステップ S03 による処理に対応する。

[0056] 図 5 を参照して、制御装置 30 は、ステップ S01 により、流量センサ 131 ~ 133（図 3）により検出される分岐路 B1 ~ B3 の流量 F_a , F_b , F_c を読み込むとともに、ステップ S02 により、ウォーターポンプ 104 の回転速度（W/P 回転数） NW をモニタリングする。

[0057] 制御装置 30 は、ステップ S031 により、流路 116 の流量 F_t に対する各流量 F_a , F_b , F_c の割合を比較した結果に基づいて、流量 F_a , F_b , F_c の間にアンバランスが発生しているか否かを判定する。流量 F_a , F_b , F_c のアンバランスが発生していない場合（ステップ S031 の NO 判定時）には、制御装置 30 は、ステップ S033 により、冷却システムが正常と判定する。

[0058] 一方、流量 F_a , F_b , F_c のアンバランスが発生している場合（ステップ S031 の YES 判定時）には、制御装置 30 は、ステップ S032 により、冷却システムの部分異常と判定する。制御装置 30 は、複数の分岐路 B1 ~ B3 のうち流量 F_t に対する流量の割合が小さい分岐路において、異常が生じていると判定する。ステップ S032 において冷却システムの部分異常と判定されると、制御装置 30 は、ステップ S041 ~ S050 による処理を行なうことにより、部分異常の原因の診断および冷却システムの異常原

因除去制御を実行する。

[0059] 具体的には、最初に、ステップS 0 4 1により、制御装置3 0は、モニタリングしたW/P回転数NWに基づいて、W/P回転数NWが上昇したか否かを判定する。W/P回転数NWが上昇した場合（ステップS 0 4 1のYES判定時）には、制御装置3 0は、ステップS 0 4 5により、異常と判定された分岐路の内部に空気が混入している可能性があるとは診断する。分岐路内に空気が混入するとは、空気の塊が当該分岐路内に存在することをいう。流路内に空気が混入している場合、ウォーターポンプ1 0 4にかかる負荷は、空気が混入していない場合に比べて小さくなる。そのため、ウォーターポンプ1 0 4の実回転数が、信号SPにより指定される制御回転数よりも大きくなる。W/P回転数NWが制御回転数よりも高い状態が所定時間以上継続した場合には、制御装置3 0は、分岐路内に空気が混入している可能性があるとは診断する。

[0060] ステップS 0 4 5により分岐路内に空気が混入している可能性があるとは診断されると、制御装置3 0は、ステップS 0 4 4により、ウォーターポンプ1 0 4の出力を一時的に増加させる。たとえば、制御装置3 0は、ウォーターポンプ1 0 4を一定時間最高回転数で駆動する。ウォーターポンプ1 0 4の回転数を上げることによってウォーターポンプ1 0 4の吐出流量が増大することにより、分岐路内に残存している空気が冷却水とともにリザーバータンク1 0 6に押し流される。リザーバータンク1 0 6内では、空気と冷却水とが分離させられ、空気が大気に放出される。これにより、分岐路に残存していた空気を取り除くことができる。

[0061] これに対して、ステップS 0 4 1においてW/P回転数NWが上昇していない場合（ステップS 0 4 1のNO判定時）には、制御装置3 0は、ステップS 0 4 2により、温度センサ1 0 8により検出された冷却水温TWが所定の閾値以下であるか否かを判定する。所定の閾値は、たとえば、流路内の冷却水が凍結する温度に設定される。なお、温度センサ1 0 8により検出された冷却水温TWに代えて、外気温を検出するための温度センサの検出値に基

づいて判定してもよい。

[0062] 冷却水温 T_W が所定の閾値以下である場合（ステップ $S042$ の YES 判定時）には、制御装置 30 は、続いて、ステップ $S046$ により、流路 116 を流れる冷却水の流量 F_t が正常であるか否かを判定する。制御装置 30 は、流量 F_t として、流量センサ $131 \sim 133$ によりそれぞれ検出される流量 F_a , F_b , F_c の合計値を算出する。そして、制御装置 30 は、流量 F_t が、ウォーターポンプ 104 の制御回転数に応じた流量の制御範囲内にある場合には、流量 F_t が正常であると判定する。

[0063] ステップ $S046$ において流量 F_t が正常であると判定された場合（ステップ $S046$ の YES 判定時）には、制御装置 30 は、ステップ $S047$ により、冷却水温が低いために、図 3 に示す分岐路 $B1 \sim B3$ が部分的に凍結している可能性があるとは診断する。制御装置 30 は、複数の分岐路 $B1 \sim B3$ のうち、総流量に対する流量の割合が他の分岐路と比較して小さい分岐路が凍結していると推定する。そこで、制御装置 30 は、ステップ $S048$ により、この凍結が推定される分岐路に対応する素子部を強制的に発熱させる。具体的には、制御装置 30 は、当該分岐路に対応する素子部に含まれる電力制御素子に対して、短時間通電状態とするための制御信号を出力する。なお、この制御信号は、電力制御素子を発熱させるためのものであるため、制御信号 $PWMI$, $PMWC$ のように車両を駆動するためのトルクを発生させるものではない。電力制御素子が短時間自己発熱することで、分岐路の凍結を解消することができる。

[0064] これに対して、ステップ $S046$ において流量 F_t が正常でないと判定された場合（ステップ $S046$ の NO 判定時）には、制御装置 30 は、ステップ $S049$ により、複数の分岐路 $B1 \sim B3$ を含む流路 116 が凍結している可能性があるとは診断する。この場合、制御装置 30 は、ステップ $S050$ により、素子部 $1 \sim 3$ の全てを強制的に発熱させる。具体的には、制御装置 30 は、素子部 $1 \sim 3$ に含まれる電力制御素子に対して、短時間通電状態とするための制御信号を出力する。パワー素子基板 400 に搭載される全ての

電力制御素子が短時間自己発熱することによって、流路の凍結を解消することができる。

[0065] ステップS 0 4 2に戻って、冷却水温TWが所定の閾値以下でない場合（ステップS 0 4 2のNO判定時）には、制御装置30は、複数の分岐路B 1～B 3の一部に異物または空気が混入している可能性があるとして診断する。制御装置30は、複数の分岐路B 1～B 3のうち、総流量に対する流量の割合が小さい分岐路に異物または空気が混入していると推定する。なお、ステップS 0 4 3における分岐路内への空気の混入とは、ステップS 0 4 5と同様に、空気の塊が当該分岐路内に存在することをいう。ただし、ステップS 0 4 3は、ステップS 0 4 5と比較して、大きさがより小さい空気の塊が分岐路内に無数に存在するために、当該分岐路の流通面積を低下させている場合を想定している点で異なる。

[0066] ステップS 0 4 1により分岐路内に異物または空気が混入している可能性があるとして診断されると、制御装置30は、ステップS 0 4 4により、ウォーターポンプ104の出力を一時的に増加させる。上記のように、ウォーターポンプ104の吐出流量を増大させることにより、分岐路に残存していた異物または空気を取り除くことができる。

[0067] 以上に述べたように、ウォーターポンプ104の回転数および冷却水温に基づいて冷却システムの部分異常の原因を診断すると、診断された原因を除去するのに最適な制御態様で異常原因除去制御を実行する。そして、制御装置30は、ステップS 0 5 1により、流量F a, F b, F cのアンバランスが解消したか否かを判定する。流量のアンバランスが解消していない場合（ステップS 0 5 1のNO判定時）には、制御装置30は、ステップS 0 5により、冷却システムの異常を確定する。

[0068] 一方、上記の異常原因除去制御により流量のアンバランスが解消した場合（ステップS 0 5 1のYES判定時）には、制御装置30は、ステップS 0 6により、冷却システムの部分異常が解消され、冷却システムが正常状態に復帰したものと判定する。

- [0069] 以上のように、本実施の形態に係る冷却システムによれば、冷却水の流通方向に対して並列に接続された複数の分岐路の間で冷却水の流量のアンバランスが発生しているか否かを判定することにより、冷却システムの部分異常を検出することができる。
- [0070] ここで、上記のように、複数の分岐路の間で冷却水の流量のアンバランスが発生した場合には、素子温度が部分的に高温となるという不具合が生じる虞がある。したがって、電圧コンバータ 12 の温度 TC を検出する温度センサ 110 およびインバータ 14 の温度 TI を検出する温度センサ 112（図 1 参照）の検出値に基づいて、冷却システムの異常を判定する構成とすることができる。
- [0071] しかしながら、温度センサの検出値に基づいて冷却システムの異常を判定する構成では、電力制御素子の温度上昇が、過電流が流れることによる電力制御素子の発熱量の増加によるものか、流路に空気または異物が混入したことによる流量の低下によるものか、あるいは、ウォーターポンプ 104 の故障によるものかを切り分けることができない。そのため、電力制御素子の温度上昇を抑えるために、モータジェネレータ MG の負荷率が制限されてしまう虞がある。あるいは、正常に動作可能であるにも拘らず、ウォーターポンプ 104 が誤って交換されてしまう虞がある。
- [0072] これに対して、本実施の形態に係る冷却システムでは、複数の分岐路間の流量のアンバランスが発生しているか否かを判定することにより、流路の部分的な異常を検出することができる。したがって、モータジェネレータ MG の負荷率が制限される、あるいは、不要なウォーターポンプ 104 の交換が行なわれるといった不具合を回避することができる。
- [0073] また、部分異常が検出された際のウォーターポンプ 104 の回転数および冷却水温 TW に基づいて、部分異常の原因を切り分けることが可能となるため、当該原因を除去するための制御を実行することによって部分異常を解消することができる。
- [0074] （変更例）

なお、本実施の形態に係る冷却システムは、複数の分岐路B 1～B 3における流量 F_a 、 F_b 、 F_c を、分岐路ごとに設けた流量センサによって検出する構成としたが、流量 F_a 、 F_b 、 F_c を推定する構成としてもよい。流量の推定方法としては、たとえば、図2に示す冷却システムにおいて、制御装置30は、PCU40に対する他の駆動命令が発せられない条件を満たす状況下において、流量推定のために、インバータ14中の電力制御素子を一時的に発熱させ、その後当該電力制御素子が冷却されていく度合いに基づいて流量を推定することができる。これによれば、分岐路ごとに流量センサを設けることなく、流量を精度良く検出することが可能となる。

[0075] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態の変更例に係る冷却システムの診断処理について説明する。

[0076] 図6は、本変更例に係る冷却システムの診断時期を説明するための波形図である。

図1、図6を参照して、車両のスタートボタン等によって運転者から起動指示が与えられると、車両はECUのセルフチェックなどを完了してReady ON状態となる。その後時刻 $t_1 \sim t_2$ において車両がパーキングレンジに設定され停車されている状態において、制御装置30がインバータ14にトルク指令を短時間出力する。このトルク指令は、時刻 t_3 以降の走行時のトルク指令に比べると小さなものである。したがって、パーキングレンジに設定されており、アクセルペダルが踏まれていなければ、車両が動き出すほどのトルクは発生しない。

[0077] なお、この短時間のトルク指令はインバータの電力制御素子を発熱させるためのものであるので、トルクを発生させるものでなくてもよい。たとえば、トルクを発生させないように、インバータのd軸電流のみを流してq軸電流を流さないようにインバータ14を制御するものであってもよい。

[0078] そして時刻 t_3 までにウォータポンプ104の動作状況の診断が完了し、動作状況が正常であることが確認された場合には、時刻 $t_3 \sim t_4$ に示すようにアクセルペダルからなどの加減速の指示に応じてトルク指令が発生され

、車両が走行できる状態に移行する。なお、時刻 t_3 時点を読みオン状態と定義してもよい。

[0079] 図7は、図6に示した冷却システムの診断時期の制御について説明するためのフローチャートである。このフローチャートの処理は、車両システムを起動するスタートスイッチがON状態に設定されると、メインルーチンから呼び出されて実行される。

[0080] 図6、図7を参照して、ステップS10においてバッテリーBからインバータ14を用いた充放電動作の有無が判断される。充放電動作が無い場合にはステップS20に処理が進み冷却システムの診断が行なわれる。これにより、冷却システム104の診断に適したノイズの少ない環境が確保される。ステップS10において充放電動作がある場合、たとえばすぐにアクセルが踏まれた場合などでは、冷却システムの診断は行なわずに次の機会を待つこととし、ステップS60において制御はメインルーチンに戻される。

[0081] なお、冷却システムの診断を優先させることとして、冷却システムの診断が終了するまでは、スタートスイッチ後のシフト位置をパーキング位置から移動禁止したり、アクセルペダルの入力を受け付けないようにしたりしても良い。

[0082] ステップS20では、インバータ14の電力制御素子を短時間発熱させ、その後それが冷却されていく度合に基づいて、流路116の流量 F_t および分岐路B1～B3の流量 F_a 、 F_b 、 F_c を検出する。検出した流量 F_a 、 F_b 、 F_c に基づいて流量のアンバランスが発生しているかどうかを診断することができる。

[0083] ステップS30において、冷却システムが正常か否かが判断される。ステップS30による処理は、図4および図5のフローチャートに従って実行される。冷却システムが正常と判断された場合にはステップS40に処理が進み、バッテリーBからのインバータ14を用いた充放電動作が許可される。これにより車両は走行が可能となる。なお、検出した冷却水量をフィードバックして、ポンプの制御に使用してもよい。一方、ステップS30において冷

却システムが正常でないと判断された場合、すなわち、冷却システムの異常が確定された場合には、表示装置や警告ランプなどに警告表示が行われる。

[0084] ステップS 4 0またはステップS 5 0の処理が終了すると、ステップS 6 0において制御はメインルーチンに移される。

[0085] 図8は、図7のステップS 2 0の冷却システムの診断時に用いられる流量検出処理を説明するためのフローチャートである。このフローチャートの処理は、メインルーチンである図7のフローチャートの処理から呼び出されて実行される。また、このフローチャートの処理は、流路1 1 6および分岐路B 1 ~ B 3を対象として並行して実行される。

[0086] 図8を参照して、このフローチャートの処理は、車両システム起動または車両システム終了を指示する操作に基づいて開始される。まずステップS 2 1において、制御装置3 0は、シフトレンジがP（パーキング）レンジに設定されており、かつアクセルペダルが操作されていない（OFF状態）という条件が成立するか否かを判断する。この条件が成立しない間は、ステップS 3 7に処理が進み、制御はメインルーチンに移される。なお、ハイブリッド自動車の場合は、バッテリーの蓄電量が低下しているときにエンジンを始動させるためにモータのインバータに通電するものがあるので、バッテリーの蓄電量が低下していないという条件を追加してもよい。

[0087] ステップS 2 1の条件が成立した場合には、ステップS 2 2に処理が進み、その時の水温 T_w を値 T_{w0} として記憶し、また、インバータ素子温度 T_i を値 T_{i0} として記憶する。

[0088] 続いて、ステップS 2 3において、水温—指令トルクマップから、指令トルクを決定する。

[0089] 図9は、図8のステップS 2 3において参照される水温—指令トルクマップの一例を示した図である。図9に示すマップの例では、水温が上昇するほど小さくなるように指令トルクが設定されている。

[0090] 再び、図8を参照して、ステップS 2 3に続き、ステップS 2 4において、制御装置3 0は、インバータ1 4に対して水温に基づいて決定された指令

トルクを与える（トルクON）。ステップS25では、指令トルクを再びゼロにする（トルクOFF）。以上によってインバータ中の電力制御素子は図3の時刻 $t_1 \sim t_2$ に示すように短時間発熱する。

[0091] ステップS25においては、制御装置30は、指令トルクをゼロに戻すと同時にその時のインバータ中の電力制御素子の温度をピーク温度 T_{i1} として保存し、その時の時刻を t_1 として保存する。

[0092] 図10は、温度の下降レートの計測について説明するための図である。

図8、図10を参照して、インバータのトルク指令をON状態に設定したことに応じて、時刻 t_0 においてインバータの電力制御素子の温度が上昇を開始する。そして、インバータのトルク指令をOFF状態に設定するまでは、素子温度は上昇し続ける。インバータのトルク指令をOFF状態に設定したことに対応する時刻 t_1 において素子温度はピーク値 T_{i1} をとる。このピーク値 T_{i1} およびその時の時刻 t_1 は、ステップS25の処理時において制御装置30の内部メモリなどに記録される。

[0093] 続いてステップS26において、ピーク温度 T_{i1} と現在のインバータ素子温度 T_{i0} の差分値 ΔT_{i01} を次式（1）に基づいて算出する。

$$\Delta T_{i01} = T_{i1} - T_{i0} \quad \cdots (1)$$

そして、ステップS27において規定回数 m が設定され、さらにカウンタの初期化が行われる。カウンタ値 n に“2”がセットされる。

[0094] ステップS28からステップS34の処理はカウンタ値 n に基づいて繰返し行われる。

まずステップS28では、制御装置30は、インバータの電力制御素子の温度の下降レートの算出温度を決定する。カウンタ値 n に対応するインバータの電力制御素子の温度の下降レートを算出するための算出温度の差分を ΔT_{i1n} とすると次式（2）のようになる。

$$\Delta T_{i1n} = \Delta T_{i01} * (n - 1) / n \quad \cdots (2)$$

たとえば、 $n = 2$ のときは、 $\Delta T_{i12} = \Delta T_{i01} * 1 / 2$ となり、温度差が半分まで低下したときが第1回目の測定となる。また $n = 3$ のときは

、温度差が $1/3$ まで低下したときとなる。

[0095] 続いて、ステップS29では、現在の温度が次式(3)であらわされる温度 T_{in} まで下降したか否かが判断される。

$$T_{in} = T_{i1} - \Delta T_{i1n} \quad \dots (3)$$

ステップS29では、ステップS28において計算された温度の差分 ΔT_{i12} 、 ΔT_{i13} 、 ΔT_{i14} がピーク値 T_{i1} から低下したときに、それぞれ時刻 t_2 、 t_3 、 t_4 が計測される。時刻 t_2 、 t_3 は、たとえば温度の差分が ΔT_{i01} のそれぞれ $1/2$ 、 $1/3$ となる時刻とすることができる。また図8のフローチャートには示されていないが、図10の時刻 t_4 のように、初期温度 T_{i0} より少し高い温度(たとえば $+2^{\circ}\text{C}$)となる時刻を測定点とすることもできる。

[0096] 計測された時刻 t_n と保存されている時刻 t_1 とに基づいて、ステップS30で時刻 t_1 からの時間差 Δt_{1n} が算出される。図10に示されるように、温度の差分 ΔT_{i12} 、 ΔT_{i13} 、 ΔT_{i14} にそれぞれ対応する時間差 Δt_{12} 、 Δt_{13} 、 Δt_{14} が算出される。算出された値は制御装置30の内部メモリなどに記録される。

[0097] 続いて、ステップS31において、温度の差分 ΔT_{in} および時間差 Δt_{in} と下降レート流量マップから流量を算出する。

[0098] 図11は、下降レート流量マップの一例を示す図である。図11の下降レート流量マップは、車両の冷却系ごとに異なるので、あらかじめ実験的に求めておいた値が使用される。なお、工場出荷や検査直後のウォーターポンプ正常時にデータを車両自身が取得してこれを基準値にするようにしてもよい。ステップS31では、求めた流量 Q_n が保存される。

[0099] 続いて、ステップS32においては、ステップS21の条件が継続されているか否かが再び判断される。この条件は、シフトレンジがP(パーキング)レンジに設定されており、かつアクセルペダルが操作されていない(OFF状態)という条件である。

[0100] この条件が成立しなくなっていた場合には、ステップS35に処理が進み

今までの計測結果に基づいて流量を算出する。一方、この条件がまだ成立している場合は、ステップS 3 3に処理が進みさらに検出流量の精度を上げるために計測データの取得が行われる。

[0101] ステップS 3 3では、ステップS 2 7において設定したカウンタのカウンタ値 n を1だけ増加させる。そしてステップS 2 4において、カウンタ値がステップS 2 7で設定しておいた測定回数 m より小さいか否かが判断される。 $n < m$ である場合には、ステップS 2 8からの処理が再び繰返され時間差 Δt_{1n} と温度の差分 ΔT_{in} のデータの組の取得が継続される。

[0102] ステップS 3 4において n が m に一致し、規定の測定回数 m 回分の測定が完了していた場合には、ステップS 3 5に処理が進む。

[0103] ステップS 3 5においては、測定した回数分の流量 Q_j ($j = 2, \dots, m$) の平均値 Q_{out} を算出する。そして、ステップS 3 6において、流路1 1 6および分岐路B 1 ~ B 3の各々について検出された流量に基づいて、図4および図5のフローチャートによる処理が実行されることにより、冷却システムが正常か否かが判断される。ステップS 3 6に続くステップS 3 7では、制御はメインルーチンである図7のフローチャートに移される。

[0104] 本変更例によれば、正確な冷却液媒体の流量を検知することができるため、冷却システムの正確な異常判定が可能となる。より具体的には、インバータ素子温度の下降レートを検出することで、「下降レートと流量」の関係を示すマップから、新たな流量センサを追加することなく、冷却水の水量がわかる。

[0105] また走行開始前または終了後、ハイブリッド自動車であればエンジン停止時かつ停車時にポンプ診断を実施することで、インバータ素子温度上昇を発生させる外乱を除去し、正確な流量検出が可能となる。

[0106] さらに、冷却水温に基づきインバータ指令トルクの大きさを変化させることによって、インバータ素子の破壊を回避しながら熱源としてインバータ素子を上昇させることができる。

[0107] また、下降レートを複数回計測することで、「下降レートと流量」の関係

を示すマップから精度よく冷却水流量を算出できる。この場合、規定回数計測する前に走行開始やエンジン始動した場合（ハイブリッド自動車では、エンジン始動にモータのインバータを使用するものがある）でも、その前までに計測した下降レートから冷却水量を算出することができる。

[0108] なお、本実施の形態では、冷却システムが搭載された車両の一例として、電気自動車を例示したが、本発明の適用はこのような例に限定されるものではない。すなわち、冷却システムを搭載する車両であれば、本発明は、内燃機関を併用するハイブリッド自動車や燃料電池車にも適用可能である。

[0109] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0110] この発明は、冷却システムが搭載された車両に適用することができる。

符号の説明

[0111] 10 電圧センサ、12 電圧コンバータ、13 電圧センサ、14 インバータ、15 U相アーム、16 V相アーム、17 W相アーム、24 電流センサ、30 制御装置、100 車両、102 ラジエータ、104 ウォーターポンプ、106 リザーバータンク、108, 110, 112 温度センサ、111 アクセルセンサ、113 シフトポジションセンサ、114 回転数センサ、116, 122 流路、120 冷却水入口、124 冷却水出口、131～133 流量センサ、400 パワー素子基板、B バッテリ、B1～B3 分岐路、C0, C1 平滑用コンデンサ、D1～D8 ダイオード、L1 リアクトル、MG モータジェネレータ、Q1～Q8 IGBT素子、SMRB, SMRG システムメインリレー。

請求の範囲

- [請求項1] 発熱源を冷却するための冷却システムであって、
前記発熱源を冷却する液媒体を循環させる流路（１１６）と、
前記流路（１１６）上に設けられた前記液媒体を循環させるための
ポンプ（１０４）とを備え、
前記流路（１１６）は、前記発熱源の上流側と下流側との間に前記
液媒体の流通方向に対して並列に配設された複数の分岐路（Ｂ１～Ｂ
３）を含み、
各前記複数の分岐路（Ｂ１～Ｂ３）を流れる前記液媒体の流量のア
ンバランスを検出することにより、前記冷却システムに発生した異常
を検出するための制御装置（３０）をさらに備える、冷却システム。
- [請求項2] 前記制御装置（３０）は、前記液媒体の流量のアンバランスが検出
されたときの前記ポンプ（１０４）の回転数に少なくとも基づいて、
前記異常の発生原因を診断する、請求項１に記載の冷却システム。
- [請求項3] 前記ポンプ（１０４）の回転数を検出するための回転数センサ（１
１４）をさらに備え、
前記制御装置（３０）は、前記液媒体の流量のアンバランスが検出
された場合に、前記ポンプ（１０４）を駆動したときの前記回転数セ
ンサの検出値が制御目標値よりも上昇するという第１の条件が成立し
たときには、前記流路（１１６）に空気が混入していると診断する、
請求項２に記載の冷却システム。
- [請求項4] 前記液媒体の温度を検出するための温度センサ（１０８）をさらに
備え、
前記制御装置（３０）は、前記第１の条件が成立しない場合には、
前記温度センサ（１０８）の検出値が所定の閾値よりも低いという第
２の条件が成立するか否かを判定し、前記第２の条件が成立したとき
には、前記流路（１１６）が凍結していると診断する、請求項３に記
載の冷却システム。

- [請求項5] 前記制御装置（30）は、前記第2の条件が成立した場合には、前記流路（116）の流量が制御範囲内にあるか否かを判定し、前記流路（116）の流量が前記制御範囲内にあるという第3の条件が成立したときには、前記複数の分岐路（B1～B3）のいずれかが凍結していると診断する、請求項4に記載の冷却システム。
- [請求項6] 前記制御装置（30）は、前記第1の条件が成立しない場合に、前記第2の条件が成立しないときには、前記複数の分岐路（B1～B3）のいずれかに異物が混入していると診断する、請求項3に記載の冷却システム。
- [請求項7] 前記制御装置（30）は、前記複数の分岐路（B1～B3）のいずれかに空気または異物が混入していると診断された場合には、前記ポンプ（104）の回転数を一時的に増加させる、請求項3または6に記載の冷却システム。
- [請求項8] 前記制御装置（30）は、前記複数の分岐路（B1～B3）のいずれかが凍結していると診断された場合には、凍結が診断される分岐路に対応する発熱源を発熱量を一時的に増加させる、請求項5に記載の冷却システム。
- [請求項9] 前記発熱源は、電動機（MG）および前記電動機（MG）を駆動するインバータ（14）を有する駆動装置であり、
前記インバータ（14）中の電力制御素子の温度を検出する素子温度センサをさらに備え、
前記制御装置（30）は、前記インバータ（14）に対する他の駆動指令が発せられない条件を満たす状況下において、前記インバータ（14）中の電力制御素子を一時的に発熱させた後前記電力制御素子の発熱を低減させ、前記素子温度センサの検出値の低下度合いに応じて各前記複数の分岐路（B1～B3）の流量を推定するとともに、各前記複数の分岐路（B1～B3）の流量の推定値に基づいて、前記液媒体の流量のアンバランスを検出する、請求項1に記載の冷却システム。

ム。

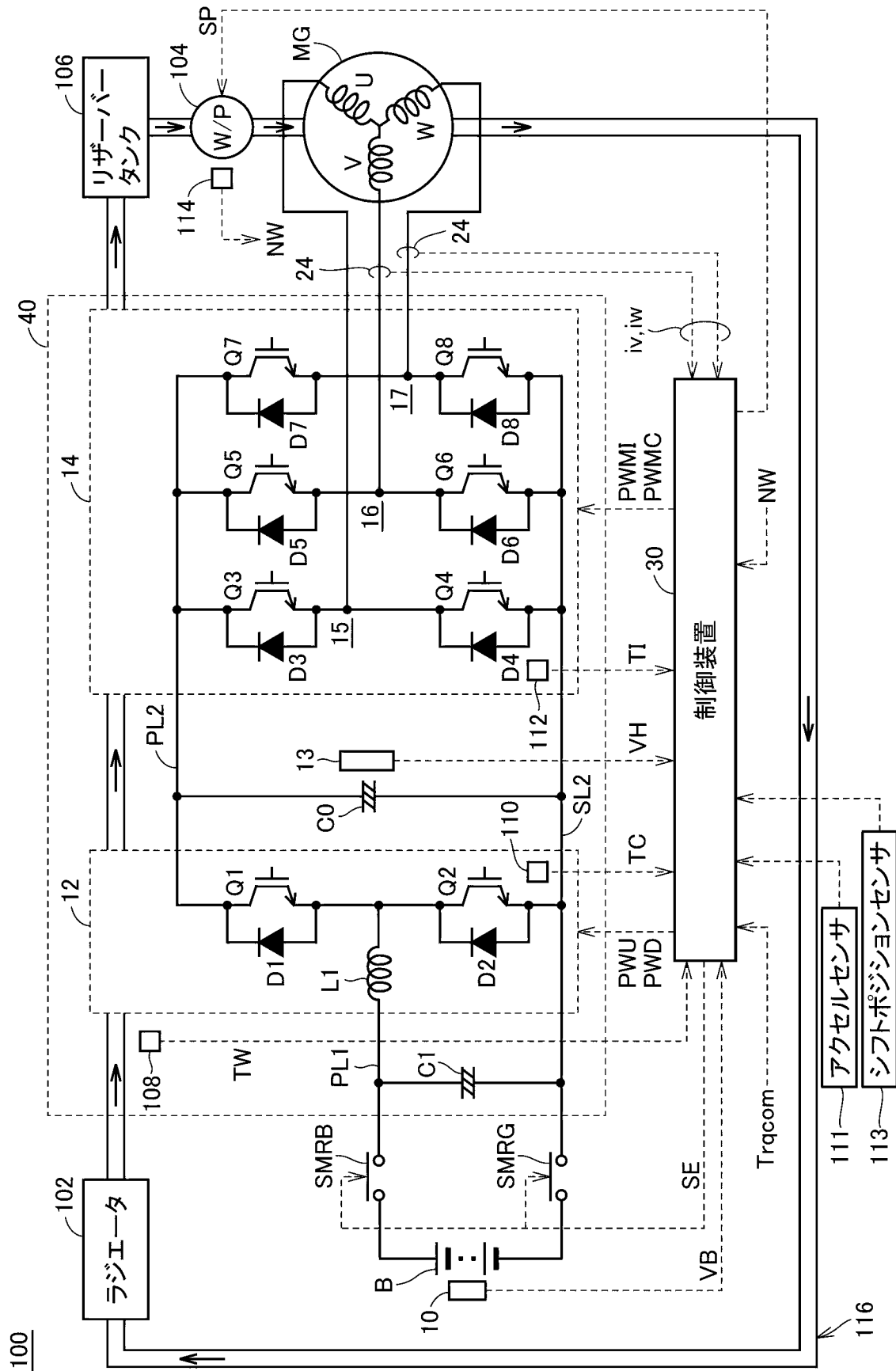
[請求項10] 前記複数の分岐路（B 1 ～ B 3）は、互いに等しい流量となるように構成される、請求項 1 に記載の冷却システム。

[請求項11] 電動機（MG）を駆動源として用いる駆動装置と、
前記駆動装置を冷却するための冷却システムとを備え、
前記冷却システムは、
前記駆動装置を冷却する液媒体を循環させる流路（1 1 6）と、
前記流路（1 1 6）上に設けられた前記液媒体を循環させるための
ポンプ（1 0 4）とを含み、

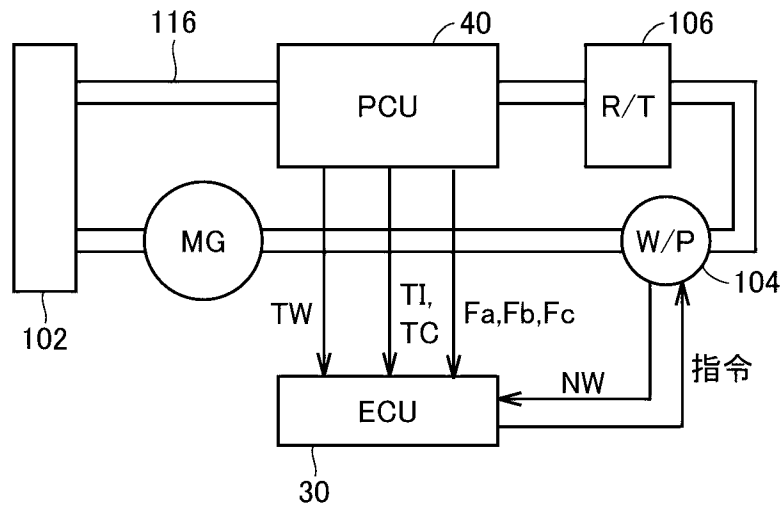
前記流路（1 1 6）は、前記発熱源の上流側と下流側との間に前記
液媒体の流通方向に対して並列に配設され、かつ、互いに等しい流路
面積を有するように構成された複数の分岐路（B 1 ～ B 3）を含み、

各前記複数の分岐路（B 1 ～ B 3）を流れる前記液媒体の流量のア
ンバランスを検出することにより、前記冷却システムに発生した異常
を検出するための制御装置（3 0）をさらに備える、車両。

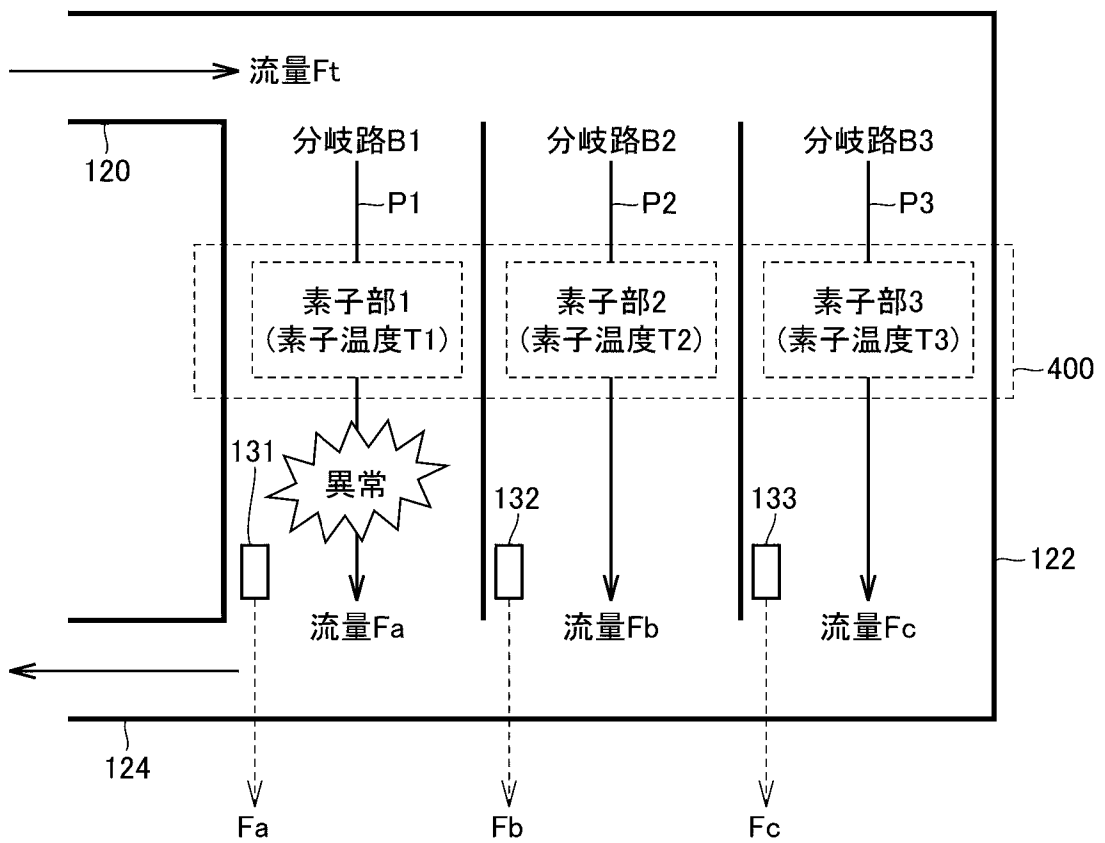
[図1]



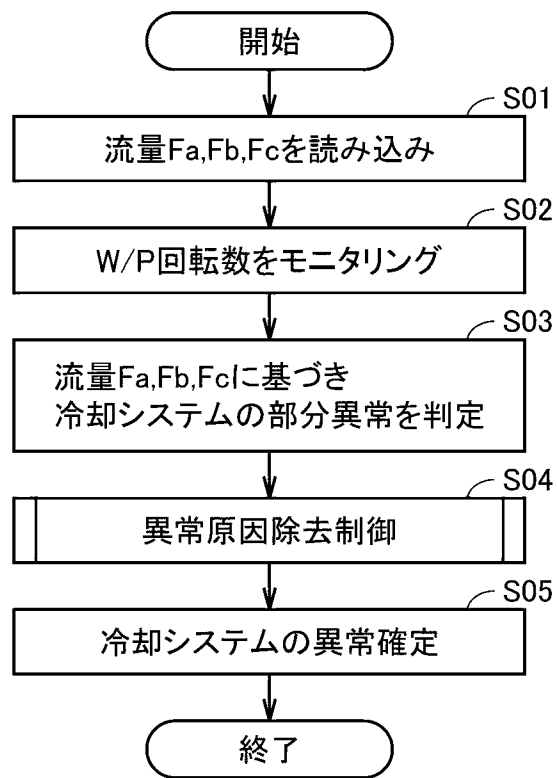
[図2]



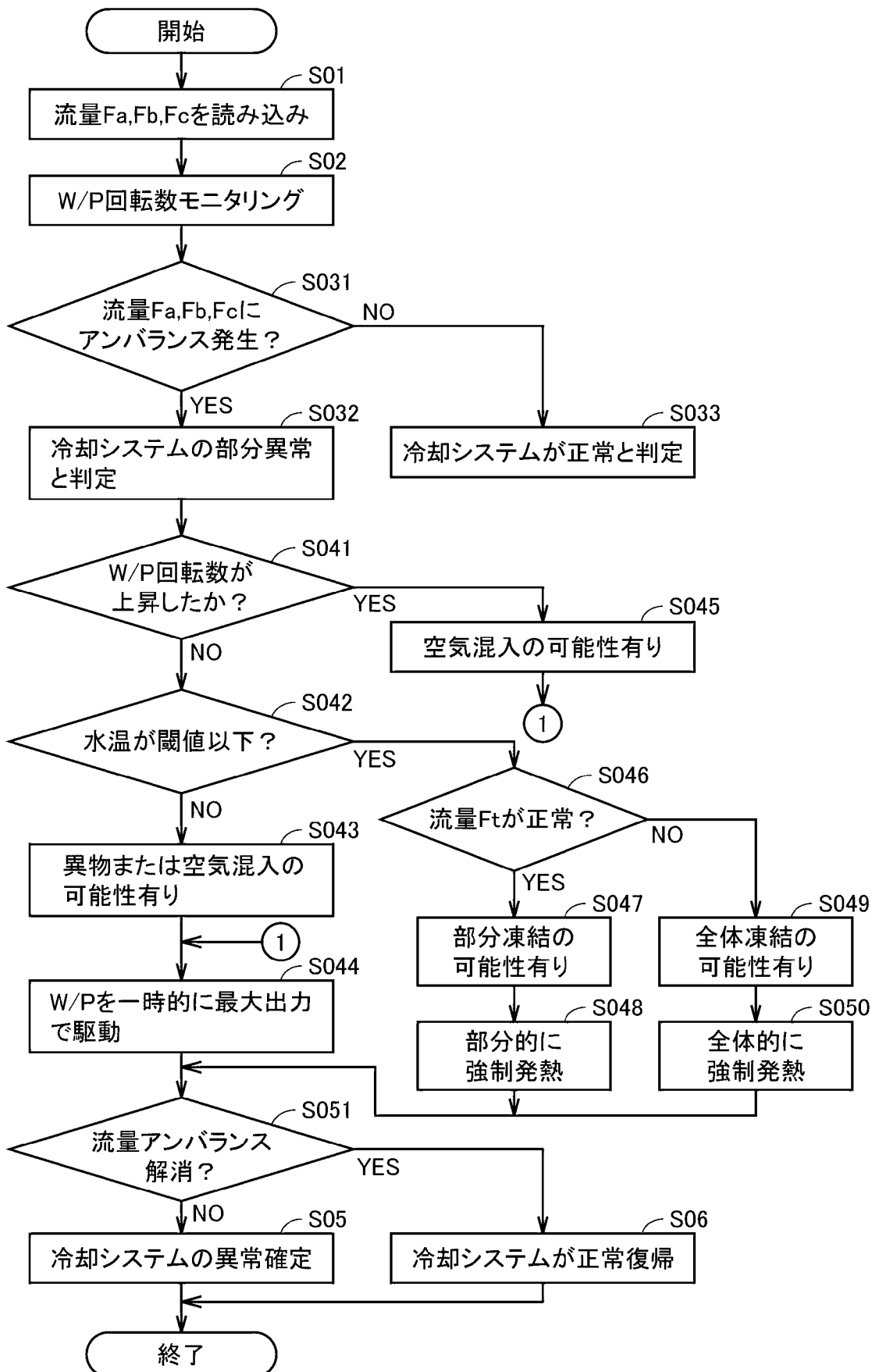
[図3]



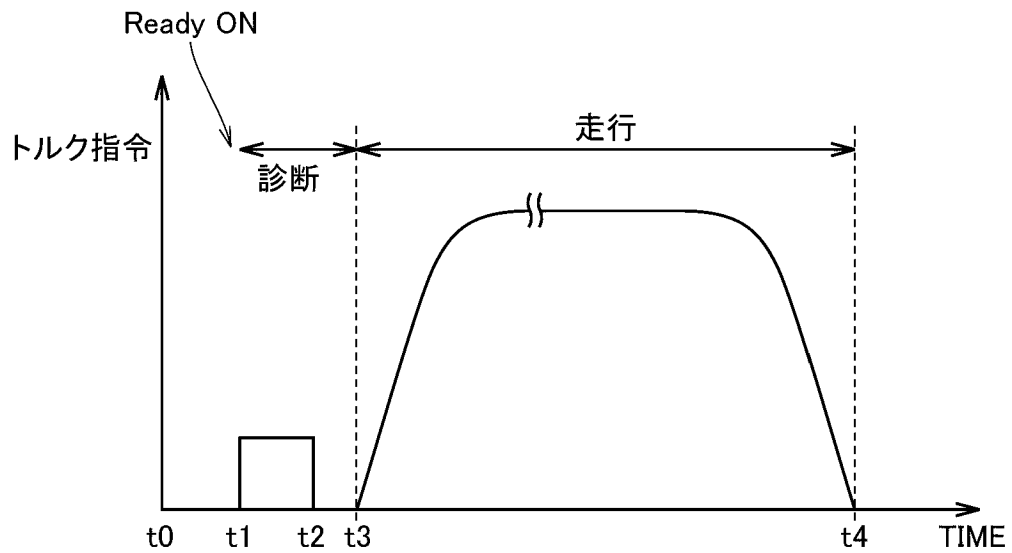
[図4]



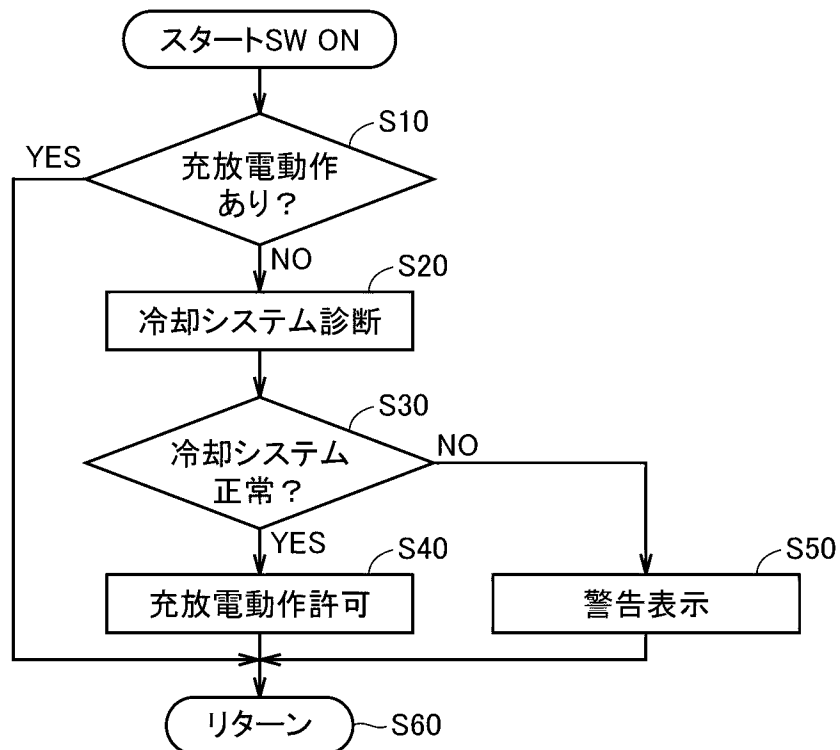
[図5]



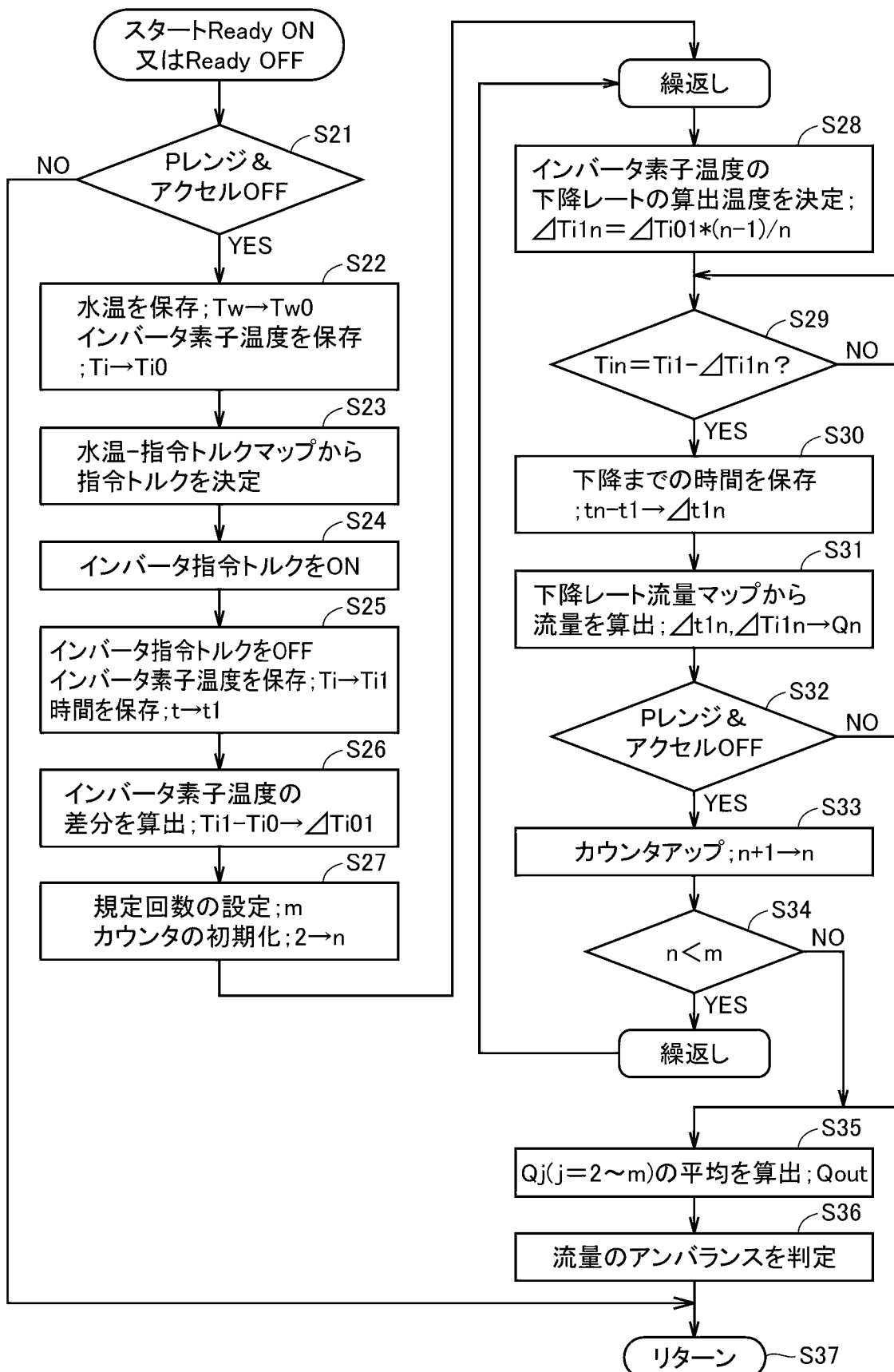
[図6]



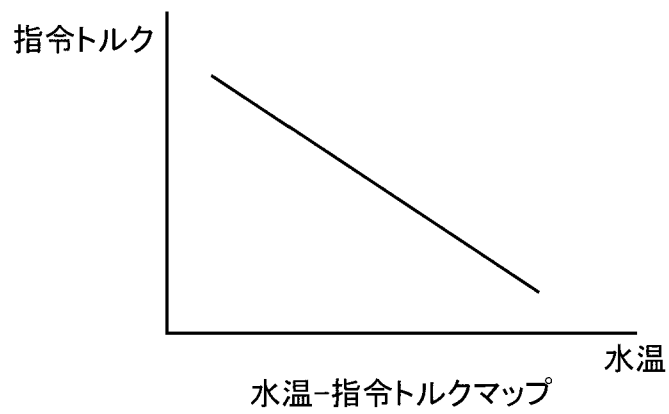
[図7]



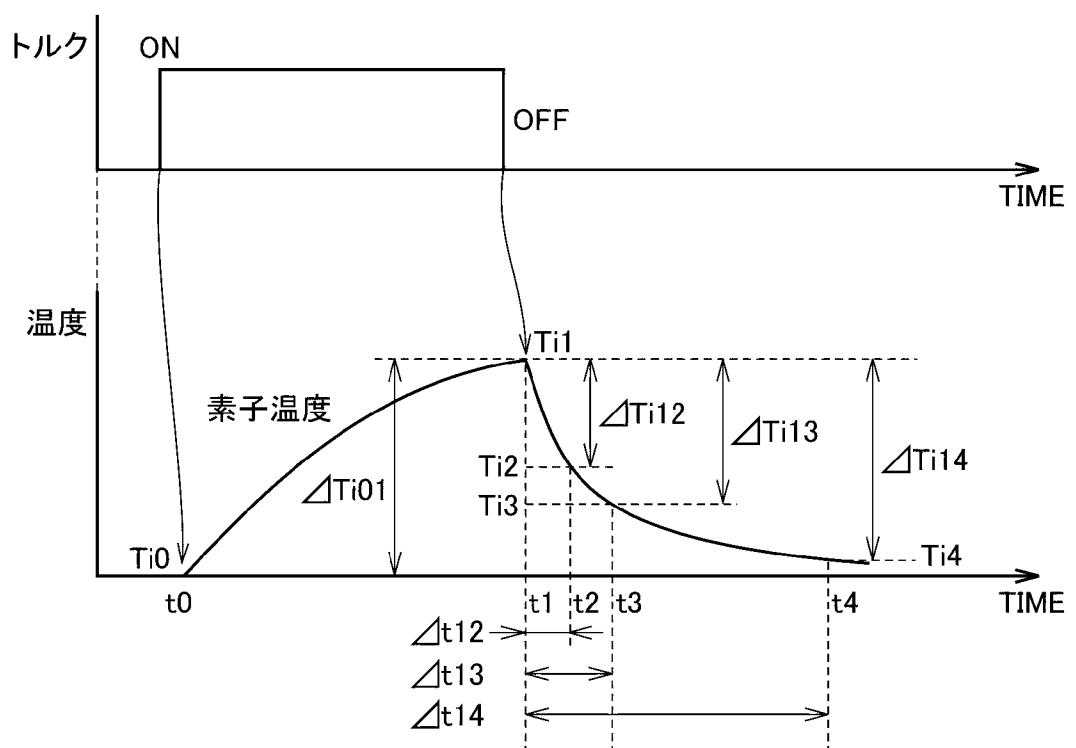
[図8]



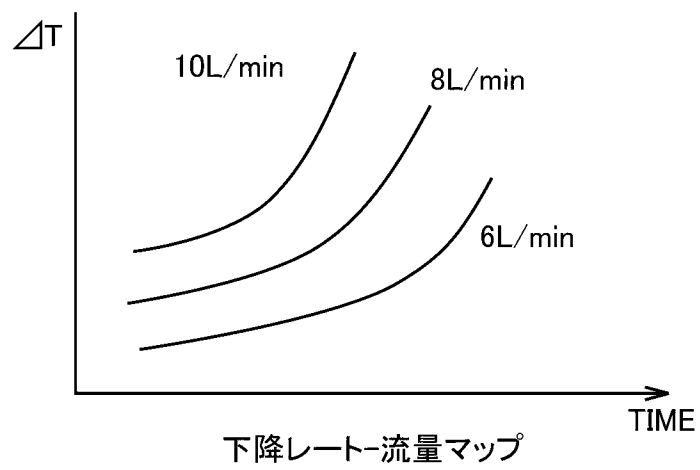
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/059721

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M7/48 (2007.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M7/48

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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 Y A	JP 2005-73400 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 17 March 2005 (17.03.2005), paragraphs [0012] to [0018]; fig. 1 (Family: none)	1, 11 2-4, 10 5-9
Y A	JP 2007-132299 A (Mitsumi Electric Co., Ltd.), 31 May 2007 (31.05.2007), paragraphs [0053] to [0057]; fig. 11, 12 (Family: none)	2-4 5-9
Y A	JP 2002-182793 A (Hitachi, Ltd.), 26 June 2002 (26.06.2002), paragraph [0016]; fig. 1 to 4 & US 2002/0075644 A1 & TW 589522 B	4 5-9

☒ 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
15 July, 2011 (15.07.11)

Date of mailing of the international search report
26 July, 2011 (26.07.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/059721

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 11-89213 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 March 1999 (30.03.1999), paragraph [0035]; fig. 1 (Family: none)	10 5-9
A	JP 7-151492 A (Kubota Corp.), 16 June 1995 (16.06.1995), paragraph [0011]; fig. 1 (Family: none)	5-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M7/48(2007.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	J P 2 0 0 5 - 7 3 4 0 0 A（東芝三菱電機産業システム株式会社）、 2005.03.17、段落【0012】－【0018】、第1図（ファミリーなし）	1, 11 2-4, 10 5-9
Y A	J P 2 0 0 7 - 1 3 2 2 9 9 A（ミツミ電機株式会社）、2007.05.31、段落 【0053】－【0057】、第11、12図（ファミリーなし）	2-4 5-9
Y A	J P 2 0 0 2 - 1 8 2 7 9 3 A（株式会社日立製作所）、2002.06.26、段落 【0016】、第1－4図 & US2002/0075644A1 & TW589522B	4 5-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 5 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

服部 俊樹

3 V

3 7 3 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 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
Y A	J P 1 1 - 8 9 2 1 3 A (三菱電機株式会社)、1999.03.30、段落【0035】、第1図 (ファミリーなし)	10 5-9
A	J P 7 - 1 5 1 4 9 2 A (株式会社クボタ)、1995.06.16、段落【0011】、第1図 (ファミリーなし)	5-9