

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-31200

(P2019-31200A)

(43) 公開日 平成31年2月28日(2019.2.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B60K 11/04 (2006.01)	B60K 11/04	3D038
H05K 7/20 (2006.01)	H05K 7/20 M	3D235
B60R 16/04 (2006.01)	B60R 16/04 Y	5E322
B60K 7/00 (2006.01)	B60K 7/00	5H125
B60L 1/00 (2006.01)	B60L 1/00 L	
審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 32 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-153471 (P2017-153471)
 (22) 出願日 平成29年8月8日 (2017.8.8)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 床 桜 大輔
 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) 3D038 AA10 AC23
 3D235 BB45 CC12 FF43 GA70 GB42
 HH02
 5E322 AA05 AA10 AB10 DA01 EA10
 5H125 AA01 AC12 BA09 BC19 CD06
 EE05 EE15 EE25 EE52 EE64
 EE70 FF22 FF23 FF24

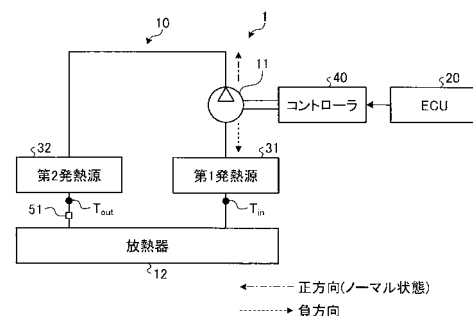
(54) 【発明の名称】 車両の冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 複数の発熱源が直列に配置された冷却回路内についての冷却性能を向上させること。

【解決手段】 複数の発熱源 31, 32 が冷却液を流通可能に直列に配置された冷却回路 10 内で、電動ポンプ 11 の回転方向を切り替えることにより冷却液の循環方向を切り替えることができる車両の冷却装置 1 において、ECU 20 は、複数の発熱源 31, 32 のうち、現在の冷却液の循環方向で放熱器 12 の流出口を基準にして最も下流側に位置する対象発熱源の温度が所定の高温状態にあると判断できる場合に、電動ポンプ 11 の回転方向を切り替える切替手段を備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発熱源を冷却するための冷却液が循環する冷却回路と、

前記冷却回路内に配置され、前記冷却回路内で前記冷却液を循環させるとともに、回転方向が正回転方向と、正回転方向とは反対の負回転方向との間で切り替わる電動ポンプと、

前記電動ポンプの作動を制御する制御部と、

前記冷却回路内に配置され、前記冷却回路内を流れる前記冷却液から放熱させる放熱器と、

を備え、複数の前記発熱源が前記冷却液を流通可能に直列に配置された前記冷却回路内で、前記電動ポンプの回転方向を切り替えることにより前記冷却液の循環方向を切り替える車両の冷却装置において、

前記制御部は、複数の前記発熱源のうち、前記電動ポンプが回転中の前記冷却液の循環方向で前記放熱器の流出口を基準にして最も下流側に位置する対象発熱源が所定の高温状態にあると判断した場合に、前記電動ポンプの回転方向を切り替える切替手段を備える

ことを特徴とする車両の冷却装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記対象発熱源の流出口側での前記冷却液の温度が、前記対象発熱源に応じて定まる基準温度よりも高い場合に、前記対象発熱源が所定の高温状態にあると判断する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の車両の冷却装置。

【請求項 3】

前記冷却回路は、前記対象発熱源と前記放熱器との間に配置され、前記対象発熱源の流出口側での前記冷却液の温度を測定する温度センサを含み、

前記切替手段は、前記温度センサにより測定された前記冷却液の温度が前記基準温度よりも高い場合に、前記電動ポンプの回転方向を切り替える

ことを特徴とする請求項 2 に記載の車両の冷却装置。

【請求項 4】

複数の前記発熱源は、前記電動ポンプが正回転方向に回転している状態での前記冷却液の循環方向で前記放熱器の流出口を基準にして、最も上流側に位置する第 1 発熱源と、最も下流側に位置する第 2 発熱源と、を含み、

前記温度センサは、前記電動ポンプが正回転方向に回転している状態での前記冷却液の循環方向で、前記第 2 発熱源の流出口と前記放熱器の流入口との間に配置され、

前記制御部は、前記電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合に、前記温度センサにより測定した前記冷却液の温度を用いて、前記第 1 発熱源の流出口側での前記冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、

前記切替手段は、

前記電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合には、前記第 2 発熱源を前記対象発熱源とし、前記温度センサにより測定した前記冷却液の温度が前記基準温度よりも高いときに、前記電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替え、

前記電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合には、前記第 1 発熱源を前記対象発熱源とし、前記温度推定手段により推定した前記冷却液の温度が前記基準温度よりも高いときに、前記電動ポンプの回転方向を負回転方向から正回転方向に切り替える

ことを特徴とする請求項 3 に記載の車両の冷却装置。

【請求項 5】

前記車両の走行状態に応じた前記第 2 発熱源の発熱量の変化量は、前記第 1 発熱源の発熱量の変化量よりも大きい

ことを特徴とする請求項 4 に記載の車両の冷却装置。

【請求項 6】

複数の前記発熱源は、前記電動ポンプが正回転方向に回転している状態での前記冷却液

10

20

30

40

50

の循環方向で前記放熱器の流出口を基準にして、最も上流側に位置する第 1 発熱源と、最も下流側に位置する第 2 発熱源と、を含み、

前記温度センサは、前記電動ポンプが正回転方向に回転している状態での前記冷却液の循環方向で、前記放熱器の流出口と前記第 1 発熱源の流入口との間に配置され、

前記制御部は、前記電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合に、前記温度センサにより測定した前記冷却液の温度を用いて、前記第 2 発熱源の流出口側での前記冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、

前記切替手段は、

前記電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合には、前記第 2 発熱源を前記対象発熱源とし、前記温度推定手段により推定した前記冷却液の温度が前記基準温度よりも高いときに、前記電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替え、

前記電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合には、前記第 1 発熱源を前記対象発熱源とし、前記温度センサにより測定した前記冷却液の温度が前記基準温度よりも高いときに、前記電動ポンプの回転方向を負回転方向から正回転方向に切り替える

ことを特徴とする請求項 3 に記載の車両の冷却装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記車両の走行状態に基づいて、前記対象発熱源の流出口側での前記冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、

前記切替手段は、前記温度推定手段により推定された前記冷却液の温度が前記基準温度よりも高い場合に、前記電動ポンプの回転方向を切り替える

ことを特徴とする請求項 2 に記載の車両の冷却装置。

【請求項 8】

複数の前記発熱源は、前記電動ポンプが正回転方向に回転している状態での前記冷却液の循環方向で前記放熱器の流出口を基準にして、最も上流側に位置する第 1 発熱源と、最も下流側に位置する第 2 発熱源と、を含み、

前記制御部は、

前記電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合には、前記第 2 発熱源を前記対象発熱源とし、前記車両の走行状態に基づいて前記第 2 発熱源の流出口側での前記冷却液の温度を推定し、

前記電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合には、前記第 1 発熱源を前記対象発熱源とし、前記車両の走行状態に基づいて前記第 1 発熱源の流出口側での前記冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、

前記切替手段は、

前記電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合には、前記温度推定手段により推定した前記第 2 発熱源の流出口側での前記冷却液の温度が前記基準温度よりも高いときに、前記電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替え、

前記電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合には、前記温度推定手段により推定した前記第 1 発熱源の流出口側での前記冷却液の温度が前記基準温度よりも高いときに、前記電動ポンプの回転方向を負回転方向から正回転方向に切り替える

ことを特徴とする請求項 7 に記載の車両の冷却装置。

【請求項 9】

前記基準温度は、前記対象発熱源が正常に動作可能な温度範囲内の所定温度である

ことを特徴とする請求項 2 から 8 のうちのいずれか一項に記載の車両の冷却装置。

【請求項 10】

発熱源を冷却するための冷却液が循環する冷却回路と、

前記冷却回路内に配置され、前記冷却回路内で前記冷却液を循環させるとともに、回転方向が正回転方向と、正回転方向とは反対の負回転方向との間で切り替わる電動ポンプと、

前記電動ポンプの作動を制御する制御部と、

前記冷却回路内に配置され、前記冷却回路内を流れる前記冷却液から放熱させる放熱器

10

20

30

40

50

と、

を備え、複数の前記発熱源が前記冷却液を流通可能に直列に配置された前記冷却回路内で、前記電動ポンプの回転方向を切り替えることにより前記冷却液の循環方向を切り替える車両の冷却装置において、

前記制御部は、複数の前記発熱源のうち、前記電動ポンプが正回転方向に回転している状態での前記冷却液の循環方向で前記放熱器の流出口を基準にして、最も上流側に位置する第1発熱源と、最も下流側に位置する第2発熱源とを対象とし、前記電動ポンプが正回転方向に回転している場合には前記第2発熱源の温度から前記第1発熱源の温度を引いた値である第1温度差が所定の基準を超える高温状態にあると判断したときに、あるいは前記電動ポンプが負回転方向に回転している場合には前記第1発熱源の温度から前記第2発熱源の温度を引いた値である第2温度差が所定の基準を超える高温状態にあると判断したときに、前記電動ポンプの回転方向を切り替える切替手段を備える

10

ことを特徴とする車両の冷却装置。

【請求項11】

前記制御部は、前記第1発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度と、前記第2発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度との関係を示す温度マップを用いて前記高温状態にあるか否かを判断する

ことを特徴とする請求項10に記載の車両の冷却装置。

【請求項12】

前記温度マップは、前記第1発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度が前記第1発熱源の温度に対応し、かつ前記第2発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度が前記第2発熱源の温度に対応するマップであり、

20

前記温度マップには、前記第1発熱源が正常に動作可能な温度範囲の上限値である第1限界温度および前記第2発熱源が正常に動作可能な温度範囲の上限値である第2限界温度に基づいて予め定められた基準直線が含まれ、

前記制御部は、前記第1発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度、および前記第2発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度により前記温度マップ上で定まる対象点と前記基準直線との距離が所定値よりも大きい場合に、前記高温状態にあると判断する

ことを特徴とする請求項11に記載の車両の冷却装置。

30

【請求項13】

前記冷却回路は、前記第2発熱源と前記放熱器との間に配置され、前記冷却液の温度を測定する温度センサを含み、

前記制御部は、前記温度センサにより測定した前記冷却液の温度を用いて、前記第1発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、

前記基準直線は、前記温度マップ上において、前記第1限界温度と前記第2限界温度とを成分とする点と、前記第1発熱源の温度および前記第2発熱源の温度が0℃である点とを結ぶ直線であり、

前記制御部は、前記温度推定手段により推定した前記冷却液の温度を前記温度マップ上での前記第1発熱源の温度とみなし、前記温度センサにより測定した前記冷却液の温度を前記温度マップ上での前記第2発熱源の温度とみなした前記対象点を決定する

40

ことを特徴とする請求項12に記載の車両の冷却装置。

【請求項14】

前記車両の走行状態に応じた前記第2発熱源の発熱量の変化量は、前記第1発熱源の発熱量の変化量よりも大きい

ことを特徴とする請求項13に記載の車両の冷却装置。

【請求項15】

前記冷却回路は、前記第1発熱源と前記放熱器との間に配置され、前記冷却液の温度を測定する温度センサを含み、

50

前記制御部は、前記温度センサにより測定した前記冷却液の温度を用いて、前記第 2 発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、

前記基準直線は、前記温度マップ上において、前記第 1 限界温度と前記第 2 限界温度とを成分とする点と、前記第 1 発熱源の温度および前記第 2 発熱源の温度が 0℃である点とを結ぶ直線であり、

前記制御部は、前記温度センサにより測定した前記冷却液の温度を前記第 1 発熱源の温度とみなし、前記温度推定手段により推定した前記冷却液の温度を前記第 2 発熱源の温度とみなした前記対象点を決定する

ことを特徴とする請求項 12 に記載の車両の冷却装置。

10

【請求項 16】

前記制御部は、前記車両の走行状態に基づいて、前記第 1 発熱源と前記放熱器との間を流れる前記冷却液の温度を推定し、かつ前記第 2 発熱源と前記放熱器との間の前記冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、

前記基準直線は、前記温度マップ上において、前記第 1 限界温度と前記第 2 限界温度とを成分とする点と、前記第 1 発熱源の温度および前記第 2 発熱源の温度が 0℃である点とを結ぶ直線であり、

前記制御部は、前記温度推定手段により測定した前記第 1 発熱源側での前記冷却液の温度を前記第 1 発熱源の温度とみなし、前記温度推定手段により推定した前記第 2 発熱源側での前記冷却液の温度を前記第 2 発熱源の温度とみなした前記対象点を決定する

20

ことを特徴とする請求項 12 に記載の車両の冷却装置。

【請求項 17】

前記所定値は、

前記温度マップ上における、前記第 1 限界温度の 70～90%の温度範囲内の第 1 温度と前記第 2 限界温度とを成分とする点から前記基準直線までの距離である第 1 所定値と、

前記温度マップ上における、前記第 2 限界温度の 70～90%の温度範囲内の第 2 温度と前記第 1 限界温度とを成分とする点から前記基準直線までの距離である第 2 所定値と、を含み、

前記切替手段は、

前記電動ポンプの回転方向が正回転方向であり、かつ前記第 2 発熱源側での前記冷却液の温度が前記第 1 発熱源側での前記冷却液の温度よりも高い場合には、前記対象点から前記基準直線までの距離が前記第 1 所定値よりも大きいときに、前記電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替え、

30

前記電動ポンプの回転方向が負回転方向であり、かつ前記第 1 発熱源側での前記冷却液の温度が前記第 2 発熱源側での前記冷却液の温度よりも高い場合には、前記対象点から前記基準直線までの距離が前記第 2 所定値よりも大きいときに、前記電動ポンプの回転方向を負回転方向から正回転方向に切り替える

ことを特徴とする請求項 12 から 16 のうちのいずれか一項に記載の車両の冷却装置。

【請求項 18】

前記第 1 発熱源および前記第 2 発熱源は、いずれもバッテリーユニットに含まれるバッテリーモジュールである

40

ことを特徴とする請求項 4、6、8、10 から 13、15、16 のうちのいずれか一項に記載の車両の冷却装置。

【請求項 19】

前記第 1 発熱源は、インバータであり、

前記第 2 発熱源は、前記車両の動力伝達装置に供給されるオイルと前記冷却液との間で熱交換を行う熱交換器である

ことを特徴とする請求項 4 から 6、8、10 から 17 のうちのいずれか一項に記載の車両の冷却装置。

【請求項 20】

50

前記第 1 発熱源および前記第 2 発熱源は、前記車両の左右の車輪に設けられたインホイールモータを冷却するオイルとの前記冷却液との間で熱交換を行う熱交換器である

ことを特徴とする請求項 4、6、8、10 から 13、15、16 のうちのいずれか一項に記載の車両の冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の冷却装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、ポンプによって冷却液を冷却回路内に循環させるとともに、冷却液の循環方向に直列に配置された複数の発熱源となる電池セルを冷却するために、ポンプの回転方向を周期的に切り替える車両の冷却装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009-245802 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 に記載の構成では、複数の発熱源の発熱状態を考慮せずに、周期的にポンプの回転方向を切り替えている。そのため、冷却液の循環方向を切り替える必要性が低い状況でもポンプの回転方向を切り替えてしまうことがある。その場合、ポンプの回転方向を切り替える際にはポンプ吐出量が減少するので、頻繁にポンプの回転方向が切り替わると冷却性能を低下させるおそれがある。

【0005】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、冷却性能の低下を抑制しつつポンプの回転方向を切り替えることができる車両の冷却装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、発熱源を冷却するための冷却液が循環する冷却回路と、冷却回路内に配置され、冷却回路内で冷却液を循環させるとともに、回転方向が正回転方向と、正回転方向とは反対の負回転方向との間で切り替わる電動ポンプと、電動ポンプの作動を制御する制御部と、冷却回路内に配置され、冷却回路内を流れる冷却液から放熱させる放熱器と、を備え、複数の発熱源が冷却液を流通可能に直列に配置された冷却回路内で、電動ポンプの回転方向を切り替えることにより冷却液の循環方向を切り替える車両の冷却装置において、制御部は、複数の発熱源のうち、電動ポンプが回転中の冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして最も下流側に位置する対象発熱源が所定の高温状態にあると判断した場合に、電動ポンプの回転方向を切り替える切替手段を備えることを特徴とする。

【0007】

この構成によれば、対象発熱源が所定の高温状態にあると判断した際に電動ポンプの回転方向を切り替えることができる。これにより、対象発熱源の発熱状態を考慮して冷却液の循環方向を切り替えることができるため、冷却性能の低下を抑制することができる。

【0008】

制御部は、対象発熱源の流出口側での冷却液の温度が、対象発熱源に応じて定まる基準温度よりも高い場合に、対象発熱源が所定の高温状態にあると判断してもよい。

【0009】

この構成によれば、対象発熱源の流出口側を流れる冷却液の温度に基づいて対象発熱源の発熱状態を推定することができる。

【0010】

10

20

30

40

50

冷却回路は、対象発熱源と放熱器との間に配置され、対象発熱源の流出口側での冷却液の温度を測定する温度センサを含み、切替手段は、温度センサにより測定された冷却液の温度が基準温度よりも高い場合に、電動ポンプの回転方向を切り替えてもよい。

【0011】

この構成によれば、温度センサにより測定した冷却液の温度に基づいて対象発熱源での発熱状態を推定できる。そのため、対象発熱源が所定の高温状態であることを推定する精度が向上する。

【0012】

複数の発熱源は、電動ポンプが正回転方向に回転している状態での冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして、最も上流側に位置する第1発熱源と、最も下流側に位置する第2発熱源と、を含み、温度センサは、電動ポンプが正回転方向に回転している状態での冷却液の循環方向で、第2発熱源の流出口と放熱器の流入口との間に配置され、制御部は、電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合に、温度センサにより測定した冷却液の温度を用いて、第1発熱源の流出口側での冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、切替手段は、電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合には、第2発熱源を対象発熱源とし、温度センサにより測定した冷却液の温度が基準温度よりも高いときに、電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替え、電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合には、第1発熱源を対象発熱源とし、温度推定手段により推定した冷却液の温度が基準温度よりも高いときに、電動ポンプの回転方向を負回転方向から正回転方向に切り替えてもよい。

【0013】

この構成によれば、電動ポンプが正回転方向に回転している冷却液の循環方向で第1発熱源よりも下流側に位置する第2発熱源と放熱器との間に温度センサを設けるため、第2発熱源が対象発熱源となる場合に温度センサにより測定した冷却液の温度によって第2発熱源の温度を推定する精度が向上する。また、冷却回路内に一つの温度センサを設ければよい。

【0014】

車両の走行状態に応じた第2発熱源の発熱量の変化量は、第1発熱源の発熱量の変化量よりも大きくてもよい。

【0015】

この構成では、電動ポンプが正回転方向に回転している状態において、第2発熱源は第1発熱源よりも下流側に位置するため、相対的に第2発熱源からの熱引き性は小さくなる。そのため、第2発熱源のほうが第1発熱源よりも高温になりやすく熱的に厳しい。そこで、第2発熱源側の冷却液の温度を温度センサによって測定する。

【0016】

複数の発熱源は、電動ポンプが正回転方向に回転している状態での冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして、最も上流側に位置する第1発熱源と、最も下流側に位置する第2発熱源と、を含み、温度センサは、電動ポンプが正回転方向に回転している状態での冷却液の循環方向で、放熱器の流出口と第1発熱源の流入口との間に配置され、制御部は、電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合に、温度センサにより測定した冷却液の温度を用いて、第2発熱源の流出口側での冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、切替手段は、電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合には、第2発熱源を対象発熱源とし、温度推定手段により推定した冷却液の温度が基準温度よりも高いときに、電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替え、電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合には、第1発熱源を対象発熱源とし、温度センサにより測定した冷却液の温度が基準温度よりも高いときに、電動ポンプの回転方向を負回転方向から正回転方向に切り替えてもよい。

【0017】

この構成によれば、冷却回路内で温度センサを配置可能な個所が第2発熱源側に限定されない。また、冷却回路内に一つの温度センサを設ければよい。

【0018】

制御部は、車両の走行状態に基づいて、対象発熱源の流出口側での冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、切替手段は、温度推定手段により推定された冷却液の温度基準温度よりも高い場合に、電動ポンプの回転方向を切り替えてもよい。

【0019】

この構成によれば、冷却回路内の温度センサを設けなくても、対象発熱源での発熱状態を考慮して冷却液の循環方向を切り替えることができる。また、温度センサを設けない分だけ部品点数を削減できるので、コストを削減できる。

【0020】

複数の発熱源は、電動ポンプが正回転方向に回転している状態での冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして、最も上流側に位置する第1発熱源と、最も下流側に位置する第2発熱源と、を含み、制御部は、電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合には、第2発熱源を対象発熱源とし、車両の走行状態に基づいて第2発熱源の流出口側での冷却液の温度を推定し、電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合には、第1発熱源を対象発熱源とし、車両の走行状態に基づいて第1発熱源の流出口側での冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、切替手段は、電動ポンプの回転方向が正回転方向の場合には、温度推定手段により推定した第2発熱源の流出口側での冷却液の温度が基準温度よりも高いときに、電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替え、電動ポンプの回転方向が負回転方向の場合には、温度推定手段により推定した第1発熱源の流出口側での冷却液の温度が基準温度よりも高いときに、電動ポンプの回転方向を負回転方向から正回転方向に切り替えてもよい。

【0021】

この構成によれば、冷却回路内に温度センサを設けなくても、第1発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度と、第2発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度とを推定することができる。また、温度センサを設けない分だけ部品点数を削減できるので、コストを削減できる。

【0022】

基準温度は、対象発熱源が正常に動作可能な温度範囲内の所定温度であってもよい。

【0023】

この構成によれば、対象発熱源が正常に動作可能な温度範囲の上限値を超えることを抑制できる。これにより、熱による発熱源の寿命低下を抑制することができる。

【0024】

本発明は、発熱源を冷却するための冷却液が循環する冷却回路と、冷却回路内に配置され、冷却回路内で冷却液を循環させるとともに、回転方向が正回転方向と、正回転方向とは反対の負回転方向との間で切り替わる電動ポンプと、電動ポンプの作動を制御する制御部と、冷却回路内に配置され、冷却回路内を流れる冷却液から放熱させる放熱器と、を備え、複数の発熱源が冷却液を流通可能に直列に配置された冷却回路内で、電動ポンプの回転方向を切り替えることにより冷却液の循環方向を切り替える車両の冷却装置において、制御部は、複数の発熱源のうち、電動ポンプが正回転方向に回転している状態での冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして、最も上流側に位置する第1発熱源と、最も下流側に位置する第2発熱源とを対象とし、電動ポンプが正回転方向に回転している場合には第2発熱源の温度から第1発熱源の温度を引いた値である第1温度差が所定の基準を超える高温状態にあると判断したときに、あるいは電動ポンプが負回転方向に回転している場合には第1発熱源の温度から第2発熱源の温度を引いた値である第2温度差が所定の基準を超える高温状態にあると判断したときに、電動ポンプの回転方向を切り替える切替手段を備えることを特徴とする。

【0025】

この構成によれば、第1発熱源の温度と第2発熱源の温度との温度差が所定の基準を超える高温状態にあると判断した場合に電動ポンプの回転方向を切り替えるので、第1発熱源の冷却量と第2発熱源の冷却量との差を小さくできる。

【0026】

制御部は、第1発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度と、第2発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度との関係を示す温度マップを用いて高温状態であるか否かを判断してもよい。

【0027】

この構成によれば、冷却液の温度に関する温度マップを用いて、第1温度差または第2温度差が所定の基準を超えた高温状態にあるか否かを判断することができる。

【0028】

温度マップは、第1発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度が第1発熱源の温度に対応し、かつ第2発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度が第2発熱源の温度に対応するマップであり、温度マップには、第1発熱源が正常に動作可能な温度範囲の上限値である第1限界温度および第2発熱源が正常に動作可能な温度範囲の上限値である第2限界温度に基づいて予め定められた基準直線が含まれ、制御部は、第1発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度、および第2発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度により温度マップ上で定まる対象点と基準直線との距離が所定値よりも大きい場合に、高温状態にあると判断してもよい。

【0029】

この構成によれば、第1発熱源の温度と第2発熱源の温度との関係を示す温度マップ上で、対象点から基準直線までの距離が所定値よりも大きい場合に電動ポンプの回転方向を切り替えて冷却液の循環方向を切り替えることができる。

【0030】

冷却回路は、第2発熱源と放熱器との間に配置され、冷却液の温度を測定する温度センサを含み、制御部は、温度センサにより測定した冷却液の温度を用いて、第1発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、基準直線は、温度マップ上において、第1限界温度と第2限界温度とを成分とする点と、第1発熱源の温度および第2発熱源の温度が0℃である点とを結ぶ直線であり、制御部は、温度推定手段により推定した冷却液の温度を温度マップ上での第1発熱源の温度とみなし、温度センサにより測定した冷却液の温度を温度マップ上での第2発熱源の温度とみなした対象点を決定してもよい。

【0031】

この構成によれば、温度センサによって第2発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度を測定でき、その測定温度によって第1発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度を推定できる。冷却回路内に温度センサを一つ設ければよいので、コストの増大を抑制できる。

【0032】

車両の走行状態に応じた第2発熱源の発熱量の変化量は、第1発熱源の発熱量の変化量よりも大きくてもよい。

【0033】

この構成によれば、電動ポンプが正回転方向に回転している状態において、相対的に発熱量の変化量が多い第2発熱源側の冷却液の温度を温度センサによって測定できる。この構成では、電動ポンプが正回転方向に回転している状態において、第2発熱源は第1発熱源よりも下流に位置するため、相対的に第2発熱源からの熱引き性は小さくなる。そのため、第2発熱源のほうが第1発熱源よりも高温になりやすく熱的に厳しい。そこで、第2発熱源側の冷却液の温度を温度センサによって測定する。

【0034】

冷却回路は、第1発熱源と放熱器との間に配置され、冷却液の温度を測定する温度センサを含み、制御部は、温度センサにより測定した冷却液の温度を用いて、第2発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、基準直線は、温度マップ上において、第1限界温度と第2限界温度とを成分とする点と、第1発熱源の温度および第2発熱源の温度が0℃である点とを結ぶ直線であり、制御部は、温度センサ

により測定した冷却液の温度を第1発熱源の温度とみなし、温度推定手段により推定した冷却液の温度を第2発熱源の温度とみなした対象点を決定してもよい。

【0035】

この構成によれば、冷却回路内で温度センサを配置可能な個所が第2発熱源側に限定されない。また、冷却回路内に一つの温度センサを設ければよい。

【0036】

制御部は、車両の走行状態に基づいて、第1発熱源と放熱器との間を流れる冷却液の温度を推定し、かつ第2発熱源と放熱器との間の冷却液の温度を推定する温度推定手段、をさらに備え、基準直線は、温度マップ上において、第1限界温度と第2限界温度とを成分とする点と、第1発熱源の温度および第2発熱源の温度が0℃である点とを結ぶ直線であり、制御部は、温度推定手段により測定した第1発熱源側での冷却液の温度を第1発熱源の温度とみなし、温度推定手段により推定した第2発熱源側での冷却液の温度を第2発熱源の温度とみなした対象点を決定してもよい。

10

【0037】

この構成によれば、第1発熱源側と第2発熱源側とで推定した冷却液の温度を用いて温度マップ上での対象点を決定することができる。

【0038】

所定値は、温度マップ上における、第1限界温度の70～90%の温度範囲内の第1温度と第2限界温度とを成分とする点から基準直線までの距離である第1所定値と、温度マップ上における、第2限界温度の70～90%の温度範囲内の第2温度と第1限界温度とを成分とする点から基準直線までの距離である第2所定値と、を含み、切替手段は、電動ポンプの回転方向が正回転方向であり、かつ第2発熱源側での冷却液の温度が第1発熱源側での冷却液の温度よりも高い場合には、対象点から基準直線までの距離が第1所定値よりも大きいときに、電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替え、電動ポンプの回転方向が負回転方向であり、かつ第1発熱源側での冷却液の温度が第2発熱源側での冷却液の温度よりも高い場合には、対象点から基準直線までの距離が第2所定値よりも大きいときに、電動ポンプの回転方向を負回転方向から正回転方向に切り替えてもよい。

20

【0039】

この構成によれば、各所定値が発熱源の限界温度に基づいて定められる。また、電動ポンプの回転方向と、第1発熱源側の冷却液の温度と第2発熱源側の冷却液の温度との大小関係とに基づいて、対象点から基準直線までの距離と比較する所定値を使い分けることができる。

30

【0040】

第1発熱源および第2発熱源は、いずれもバッテリーユニットに含まれるバッテリーモジュールであってもよい。

【0041】

この構成によれば、冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして最も下流側に位置するバッテリーモジュールの発熱状態を考慮して、冷却液の循環方向を切り替えることができる。

40

【0042】

第1発熱源は、インバータであり、第2発熱源は、車両の動力伝達装置に供給されるオイルと冷却液との間で熱交換を行う熱交換器であってもよい。

【0043】

この構成によれば、電動ポンプの回転方向を正回転方向から負回転方向に切り替えることによって、切り替え前よりも熱交換器での熱交換量を大きくすることができる。

【0044】

第1発熱源および第2発熱源は、車両の左右の車輪に設けられたインホイールモータを冷却するオイルとの冷却液との間で熱交換を行う熱交換器であってもよい。

【0045】

50

この構成によれば、冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして相対的に下流側に位置する熱交換器の熱交換量を、電動ポンプの回転方向を切り替えることによって、切り替え前よりも大きくすることができる。

【発明の効果】

【0046】

本発明によれば、複数の発熱源が直列に配置された冷却回路を対象とし、冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして最も下流側に位置する対象発熱源での発熱状態を考慮して電動ポンプの回転方向を切り替えることができる。これにより、対象発熱源での冷却必要性が増大した際に電動ポンプの回転方向が切り替わるため、切替時に冷却流量が減少する頻度を抑制でき、冷却回路全体での冷却性能を向上させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】図1は、第1実施形態における車両の冷却装置を模式的に示す図である。

【図2】図2は、ECUの構成を説明するためのブロック図である。

【図3】図3は、電動ポンプにおける出力と吐出量との関係を示すマップである。

【図4】図4は、車速と流量をパラメータとする放熱器の放熱性能を示すマップである。

【図5】図5は、回転方向の切替制御フローを示すフローチャート図である。

【図6】図6は、電気自動車に搭載された冷却回路の一例を模式的に示す図である。

【図7】図7は、電気自動車に搭載されたバッテリーユニットの一例を模式的に示す図である。

20

【図8】図8は、ハイブリッド車両に搭載された冷却回路の一例を模式的に示す図である。

【図9】図9は、インホイールモータ車両に搭載された冷却回路の一例を模式的に示す図である。

【図10】図10は、インホイールモータ車両の一例を模式的に示す図である。

【図11】図11は、第1熱源側の冷却液の温度と第2発熱源側の冷却液の温度との関係を示す温度マップである。

【図12】図12は、第2実施形態で用いる温度マップを説明するための図である。

【図13】図13は、冷却液が正方向に流れる場合の冷却液の温度変化を説明するための図である。

30

【図14】図14は、第2実施形態における回転方向の切替制御フローを示すフローチャート図である。

【図15】図15は、図13に示す温度マップ上での距離の変化を説明するための図である。

【図16】図16は、実施例4で用いる温度マップの一例を模式的に示すマップである。

【図17】図17は、実施例5で用いる温度マップの一例を模式的に示すマップである。

【図18】図18は、実施例6で用いる温度マップの一例を模式的に示すマップである。

【発明を実施するための形態】

【0048】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態における車両の冷却装置について具体的に説明する。

40

【0049】

(第1実施形態)

第1実施形態における車両の冷却装置は、複数の発熱源が直列に配置された冷却回路内に冷却液を循環させる構成を対象とするものである。この冷却装置では、複数の発熱源のうち、冷却液の循環方向で放熱器の流出口を基準にして最も下流側に位置する発熱源に対する冷却性能を考慮して、冷却液の循環方向を切り替えることができる。さらに、第1実施形態では、上述した最も下流側に位置する発熱源から流出した冷却液の温度に基づいて、その発熱源に対する冷却必要性が増大したことを推定することができる。

【0050】

50

図 1 は、第 1 実施形態における車両の冷却装置 1 を模式的に示す図である。冷却装置 1 は、複数の発熱源を冷却するための冷却液が循環する冷却回路 10 と、発熱源の発熱状態に応じて冷却液の循環方向を切り替える制御を実施する ECU 20 とを備える。

【0051】

冷却回路 10 は、冷却液を循環させる電動ポンプ 11 と、冷却液から放熱させる放熱器 12 と、第 1 の冷却対象である第 1 発熱源 31 と、第 2 の冷却対象である第 2 発熱源 32 と、を含むように構成された閉回路である。冷却回路 10 では、複数の発熱源 31、32 と電動ポンプ 11 と放熱器 12 とが冷却液を流通可能に直列に配置されている。なお、冷却回路 10 内の各要素は循環路（冷却液の流路）を介して接続されている。

【0052】

電動ポンプ 11 は、回転体の回転方向を切り替え可能なポンプであり、回転体が回転することによって冷却液を吸入口から吸入し、その冷却液を吐出口から吐出する。例えば、電動ポンプ 11 はタービンポンプや回転ポンプなどにより構成される。この電動ポンプ 11 は、ECU 20 およびコントローラ 40 によって駆動制御される。電動ポンプ 11 の回転方向が通常状態の正回転方向の場合、図 1 に一点鎖線の矢印で示すように、冷却液は冷却回路 10 内を正方向に流れる。冷却液が正方向に流れると、放熱器 12 で冷却された冷却液は第 1 発熱源 31 に供給されてから第 2 発熱源 32 に供給される。一方、電動ポンプ 11 の回転方向が正回転方向とは反対の負回転方向の場合、図 1 に破線の矢印で示すように、冷却液は冷却回路 10 内を負方向に流れる。冷却液が負方向に流れると、放熱器 12 で冷却された冷却液は第 2 発熱源 32 に供給されてから第 1 発熱源 31 に供給される。このように電動ポンプ 11 の回転方向が切り替わることによって冷却回路 10 内での冷却液の循環方向が切り替わる。なお、回転方向が正回転方向の場合に冷却液を吸入する吸入口は、回転方向が逆転して負回転方向になると、吐出口として機能する。反対に、回転方向が正回転方向の場合に冷却液を吐出する吐出口は、回転方向が逆転して負回転方向になると、吸入口として機能する。

【0053】

放熱器 12 は、車両に搭載されたラジエータである。この放熱器 12 によって、冷却回路 10 内を流れる冷却液と外気との間で熱交換が行われて冷却液が冷却される。

【0054】

第 1 発熱源 31 および第 2 発熱源 32 は、車両が駆動することにより発熱する構成要素であり、例えばバッテリーモジュールや、インバータや、熱交換器などが該当する。冷却液が正方向に流れる場合、放熱器 12 の流出口を基準にして最も下流側に位置する発熱源（対象発熱源）は、第 2 発熱源 32 となる。反対に、冷却液が負方向に流れる場合、放熱器 12 の流出口を基準にして最も下流側に位置する発熱源（対象発熱源）は、第 1 発熱源 31 となる。

【0055】

また、冷却回路 10 には、第 2 発熱源 32 と放熱器 12 との間に、冷却液の温度を測定する温度センサ 51 が設けられている。温度センサ 51 により測定した冷却液の温度 T_{ut} はセンサ値として ECU 20 に入力される。

【0056】

ECU 20 は、車両に搭載された各種センサから入力される信号に基づいて車両を制御する電子制御装置であり、電動ポンプ 11 の回転方向を切り替える制御を実施する。ECU 20 からコントローラ 40 に指令信号が出力される。なお、ECU 20 の詳細構成は、図 2 を参照して後述する。

【0057】

コントローラ 40 は、電動ポンプ 11 と接続されており、ECU 20 から入力される指令信号に応じて電動ポンプ 11 の回転方向を切り替える。ECU 20 がコントローラ 40 を制御することによって電動ポンプ 11 の回転方向や吐出量（流量）を変化させることができる。

【0058】

図 2 は、E C U 2 0 の構成を説明するためのブロック図である。E C U 2 0 は、温度推定手段 2 1 と、切替手段 2 2 とを有する。また、E C U 2 0 には、温度センサ 5 1 に加えて、車速を測定する車速センサ 5 2、車両の外気温を測定する外気温センサ 5 3 からのセンサ信号が入力される。

【0059】

温度推定手段 2 1 は、冷却液が負方向に流れている場合に、第 1 発熱源 3 1 と放熱器 1 2 との間を流れる冷却液の温度 T_{in} を推定する。例えば、電動ポンプ 1 1 の作動状態と放熱器 1 2 の放熱量 Q とに基づいて温度 T_{in} を推定することができる。この温度 T_{in} の推定方法について、図 3 ～ 図 4 を参照して説明する。

【0060】

図 3 は、電動ポンプ 1 1 における出力 P と吐出量 V との関係を示すマップである。図 4 は、車速 S と流量 V をパラメータとする放熱器 1 2 の放熱性能 q を示すマップである。図 3 に示すように、出力 P が小さい状態では、出力 P と吐出量 V とは比例関係にあり、出力 P が所定値以上の状態では、出力 P が変化しても吐出量 V は一定となる。そして、E C U 2 0 は、電動ポンプ 1 1 に通電する電流値を変化させることにより電動ポンプ 1 1 の出力 P を変化させることが可能であり、その電流値に基づいて出力 P を演算することができる。そのため、E C U 2 0 は、出力 P と、図 3 に示すマップとを用いて、吐出量 V を算出できる。また、図 3 に示す吐出量 V は、冷却回路 1 0 内を単位時間あたりに流れる冷却液の流量 V と等しい。さらに、E C U 2 0 は、算出した流量 V と、車速センサ 5 2 により測定された車速 S と、図 4 に示すマップとを用いて、放熱器 1 2 の放熱性能 q を算出する。なお、図 4 に示す車速 S は、放熱器 1 2 を冷却する空気の流れとみなすことができる。また、図 4 に示された曲線は、放熱性能 q が等しい線を表す。

【0061】

そして、冷却液が負方向に流れている場合、温度 T_{in} の冷却液が第 1 発熱源 3 1 側から放熱器 1 2 に流入して、放熱器 1 2 で冷却される。この場合の放熱器 1 2 の放熱量 Q は、下式 (1) により表される。

【0062】

【数 1】

$$Q = q \cdot (T_{in} - T_{air}) \quad \cdots (1)$$

【0063】

上式 (1) において、 q は放熱器 1 2 の放熱性能、 T_{air} は外気温センサ 5 3 により測定された外気温、 T_{in} は放熱器 1 2 に流入した冷却液の温度である。

【0064】

さらに、冷却液が負方向に流れている場合には、放熱器 1 2 から流出した冷却液がまず第 2 発熱源 3 2 に供給される。そのため、放熱器 1 2 と第 2 発熱源 3 2 との間の冷却液の温度 T_{out} は、放熱器 1 2 で冷却される前の冷却液の温度 T_{in} と、上式 (1) の放熱量 Q とを用いて、下式 (2) により表される。

【0065】

【数 2】

$$T_{out} = T_{in} - \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot V} = T_{in} - \frac{q \cdot (T_{in} - T_{air})}{\rho \cdot c \cdot V} \quad \cdots (2)$$

【0066】

上式 (2) において、 ρ は冷却液の密度、 c は冷却液の比熱、 V は冷却液の流量である。

【0067】

また、放熱器 1 2 と第 2 発熱源 3 2 との間の冷却液の温度 T_{out} は、温度センサ 5 1 により測定可能である。そのため、上式 (2) 中において、温度 T_{in} のみが未知数となる。そこで、上式 (2) を変形して、未知数の温度 T_{in} についての式を、下式 (3) の

ように表すことができる。

【0068】

【数3】

$$T_{in} = \frac{\rho \cdot c \cdot V \cdot T_{out} - q \cdot T_{air}}{\rho \cdot c \cdot V - q} \quad \dots(3)$$

【0069】

このように、温度推定手段21は、上式(3)を用いて、冷却液が冷却回路10内を負方向に流れている場合の温度 T_{in} を算出することができる。

【0070】

10

切替手段22は、電動ポンプ11の回転方向を切り替える制御(回転方向の切替制御)を実施する。また、切替手段22は、複数の発熱源のうち、放熱器12の流出口を基準にして最も下流側に位置する発熱源である対象発熱源の流出口での冷却液の温度に基づいて、電動ポンプ11の回転方向を切り替えるか否かを判定することができる。第1実施形態では、冷却液が正方向に流れる場合には温度 T_{out} を用いて判定を行い、冷却液が負方向に流れる場合には温度 T_{in} を用いて判定を行う。

【0071】

図5は、回転方向の切替制御フローを示すフローチャート図である。図5に示す制御は、ECU20によって実施される。

【0072】

20

ECU20は、電動ポンプ11の回転方向が正回転方向であるか否かを判定する(ステップS1)。ステップS1では、冷却液が正方向に流れているか否かを判定する。

【0073】

ステップS1で肯定的に判定された場合(ステップS1:Yes)、ECU20は第2発熱源32の流出口側での冷却液の温度 T_{out} が所定温度よりも高いか否かを判定する(ステップS2)。ステップS2で用いる所定温度は、第2発熱源32に応じて定まる基準温度であり、第2発熱源32が正常に動作可能な温度範囲内の所定温度に設定される。例えば、ステップS2の所定温度は第2発熱源32の限界温度(上述した温度範囲の上限値)に設定されてもよい。また、ステップS2が実施される場合、冷却液の循環方向は正方向なので、第1発熱源31を冷却した後に第2発熱源32を冷却した冷却液が放熱器12に向けて流れている。そのため、第2発熱源32の流出口側での冷却液の温度 T_{out} を第2発熱源32の温度とみなすことができる。つまり、電動ポンプ11の回転方向が正回転方向である場合には、冷却液の温度 T_{out} によって第2発熱源32の発熱状態を推定することができる。なお、第2発熱源32の限界温度を第2限界温度と記載する場合がある。

30

【0074】

ステップS2で肯定的に判定された場合(ステップS2:Yes)、ECU20は電動ポンプ11の回転方向を正回転方向から負回転方向に逆転させる(ステップS3)。ステップS3では、電動ポンプ11の回転方向を負回転方向にする指令信号がECU20からコントローラ40に出力される。そして、ステップS3が実施されると、この制御ルーチンは終了する。

40

【0075】

ステップS2で否定的に判定された場合(ステップS2:No)には、電動ポンプ11の回転方向を切り替える制御は実施されず、電動ポンプ11の回転方向は現在の正回転方向に維持されたまま、この制御ルーチンは終了する。

【0076】

ステップS1で否定的に判定された場合(ステップS1:No)、冷却液が負方向に流れているので、ECU20は第1発熱源31の流出口側での冷却液の温度 T_{in} を推定する(ステップS4)。ステップS4では、上述した式(3)を用いる推定方法によって冷却液の温度 T_{in} を推定することができる。また、ステップS4が実施される場合、冷却

50

液が負方向に流れているので、放熱器 12 から流出して第 2 発熱源 32 を冷却した後に第 1 発熱源 31 を冷却した後の冷却液についての温度 T_{in} が推定される。

【0077】

ECU20 は、ステップ S4 で推定した温度 T_{in} が所定温度よりも高いか否かを判定する（ステップ S5）。ステップ S5 で用いる所定温度は、第 1 発熱源 31 に応じて定まる基準温度であり、第 1 発熱源 31 が正常に動作可能な温度範囲内の所定温度に設定される。例えば、ステップ S5 の所定温度は第 1 発熱源 31 の限界温度（上述した温度範囲の上限値）に設定されてもよい。また、ステップ S5 が実施される場合、冷却液の循環方向は負方向なので、第 2 発熱源 32 を冷却した後に第 1 発熱源 31 を冷却した冷却液が放熱器 12 に向けて流れている。そのため、第 1 発熱源 31 の流出口側での冷却液の温度 T_{in} を第 1 発熱源 31 の温度とみなすことができる。つまり、電動ポンプ 11 の回転方向が負回転方向である場合には、冷却液の温度 T_{in} によって第 1 発熱源 31 の発熱状態を推定することができる。なお、第 1 発熱源 31 の限界温度を第 1 限界温度と記載する場合がある。

【0078】

ステップ S5 で肯定的に判定された場合（ステップ S5：Yes）、ECU20 は電動ポンプ 11 の回転方向を負回転方向から正回転方向に逆転させる（ステップ S6）。ステップ S6 では、電動ポンプ 11 の回転方向を正回転方向にする指令信号が ECU20 からコントローラ 40 に出力される。そして、ステップ S6 が実施されると、この制御ルーチンは終了する。

【0079】

ステップ S5 で否定的に判定された場合（ステップ S5：No）には、電動ポンプ 11 の回転方向を切り替える制御は実施されず、電動ポンプ 11 の回転方向は現在の負回転方向に維持されたまま、この制御ルーチンは終了する。

【0080】

上述したステップ S2、およびステップ S5 では、第 1 発熱源 31 と第 2 発熱源 32 とのうち、電動ポンプ 11 が回転中の冷却液の循環方向で放熱器 12 の流出口側を基準にして最も下流側に位置する対象発熱源の流出口側での冷却液の温度が所定温度よりも高いか否かが判定される。その冷却液の温度が所定温度よりも高い場合には、対象発熱源が所定の高温状態にあると判断できる。第 1 発熱源 31 の発熱量、および第 2 発熱源 32 の発熱量は、車両の駆動状態に応じて変化する。そのため、冷却装置 1 は各発熱源 31、32 の発熱状態を考慮して、相対的に冷却必要性の高い発熱源に対して放熱器 12 で冷却された冷却液を先に供給できるよう、電動ポンプ 11 の回転方向を切り替えて冷却液の循環方向を切り替える。これにより、冷却回路 10 内に直列に配置された複数の発熱源のうち、相対的に冷却必要性が増大した発熱源について、より低温の冷却液を優先的に供給することができる。なお、低温の冷却液とは、放熱器 12 から流出した後に他の発熱源によって温められていない冷却液のことをいう。

【0081】

以上説明した通り、第 1 実施形態の冷却装置 1 によれば、複数の発熱源 31、32 が直列に配置された冷却回路 10 において、発熱源の発熱状態に応じて電動ポンプ 11 の回転方向すなわち冷却液の循環方向を切り替えることができる。これにより、複数の発熱源に対して冷却性能を十分に発揮することが可能になり、システム全体の冷却性能が向上する。

【0082】

さらに、第 1 実施形態によれば、従来構成のように複数の発熱源の流入口側と流出口側の両方に合計二つの温度センサを設けなくても、複数の発熱源のうち放熱器 12 の流出口を基準として最も下流側に位置する発熱源の発熱状態を推定できる。そして、冷却回路 10 内で第 2 発熱源 32 と放熱器 12 との間に温度センサ 51 を一つ設ければよいので、部品点数を削減でき、コスト増大を抑制できる。

【0083】

また、第1実施形態によれば、複数の発熱源の発熱状態に応じて冷却液の循環方向を切り替えることによって、放熱器12の流出口を基準にして最も下流側に位置する発熱源での冷却性能を確保できる。つまり、その下流側の発熱源での冷却量を確保することを基準にして電動ポンプ11の吐出量を増大させる必要がなくなるので、電動ポンプ11の出力を低減することができる。さらに、その発熱源での冷却性能を確保するために、発熱源を含む構成要素の容積を大きくして冷却液の流量を増大させる必要もなくなるため、その発熱源の小型化を図ることが可能になる。

【0084】

なお、冷却回路10内における電動ポンプ11の設置場所は上述した図1に示す例に限定されない。電動ポンプ11は冷却対象ではないので、冷却回路10内に配置された複数の発熱源に電動ポンプ11が含まれないことは当然である。そのため、電動ポンプ11は、放熱器12と第1発熱源31との間に配置されてもよく、第2発熱源32と放熱器12との間に配置されてもよい。つまり、第1発熱源31と第2発熱源32とは、同じ構成要素内に配置された相対的に最上流側の発熱源と最下流側の発熱源とみなすことができる。

【0085】

(第1実施形態の実施例)

(実施例1)

図6～図7を参照して、第1実施形態の冷却装置1を電気自動車に適用した実施例1について説明する。図6は、電気自動車に搭載された冷却回路10Aの一例を模式的に示す図である。図7は、電気自動車に搭載されたバッテリーユニット60の一例を模式的に示す図である。

【0086】

図6に示すように、電気自動車に搭載された冷却回路10Aには、複数の発熱源となるバッテリーモジュールが全 X 個($B_1 \sim B_X$)直列に配置されたバッテリーユニット60が含まれる。このバッテリーユニット60は、電気自動車に搭載されたモータに電力を供給する電池を有し、複数の電池が電氣的に直列に接続されている。そして、冷却回路10Aは、バッテリーユニット60内に冷却液を供給するとともに、各モジュール $B_1 \sim B_X$ を経由した冷却液を放熱器12で冷却する。電動ポンプ11が正回転方向に回転して冷却液が正方向に流れる場合、バッテリーユニット60内では、第1モジュール B_1 、第2モジュール B_2 、そして第 X モジュール B_X に至るまで、各モジュール $B_1 \sim B_X$ 内を経由して冷却液が直列に流れる。一方、電動ポンプ11が負回転方向に回転して冷却液が負方向に流れる場合、バッテリーユニット60内では第 X モジュール B_X から第1モジュール B_1 に向けて冷却液が流れる。例えば、図7に示すように、バッテリーモジュールを全6個($X=6$)有するバッテリーユニット60の場合、第1～第6モジュール $B_1 \sim B_6$ は冷却液を流通可能に直列に接続されている。なお、図7では温度センサ51が省略されている。また、各モジュール $B_1 \sim B_X$ は複数の電池セルにより構成される。

【0087】

冷却回路10Aでは、温度センサ51がバッテリーユニット60の第 X モジュール B_X 側と放熱器12との間に配置される。そして、ECU20は、冷却液が正方向に流れる場合には第 X モジュール B_X の流出口側の温度 T_{out} 、冷却液が負方向に流れる場合には第1モジュール B_1 の流出口側の温度 T_{in} に基づいて、電動ポンプ11の回転方向を切り替える。実施例1では、第1モジュール B_1 が第1発熱源31に、第 X モジュール B_X が第2発熱源32に相当する。つまり、冷却液が正方向に流れる場合には第 X モジュール B_X が対象発熱源となるため、冷却液の温度 T_{out} を第 X モジュール B_X の温度とみなす。冷却液が負方向に流れる場合には第1モジュール B_1 が対象発熱源となるため、冷却液の温度 T_{in} を第1モジュール B_1 の温度とみなす。

【0088】

ここで、実施例1における切替制御フローと、上述した図5に示す制御フローとの対応関係について説明する。ECU20は、図5のステップS2にて、第 X モジュール B_X の流出口側での冷却液の温度 T_{out} が所定温度以上であるか否かを判定する。ステップS

2で用いる所定温度（基準温度）は、第Xモジュール B_X が正常に動作可能な温度範囲内の所定温度に設定される。例えば、ステップS2の所定温度は第Xモジュール B_X の限界温度に設定されてもよい。さらに、ECU20は、図5のステップS4にて、冷却液が負方向に流れている状態での第1モジュール B_1 と放熱器12との間の冷却液の温度 T_{in} を推定する。そして、ECU20は、図5のステップS5にて、第1モジュール B_1 から放熱器12に流れる冷却液の温度 T_{in} が所定温度よりも高いか否かを判定する。ステップS5で用いる所定温度（基準温度）は、第1モジュール B_1 が正常に動作可能な温度範囲内の所定温度に設定される。例えば、ステップS5の所定温度は第1モジュール B_1 の限界温度に設定されてもよい。また、実施例1では各モジュール $B_1 \sim B_X$ が同一の構成を有するので、第1モジュール B_1 の限界温度と第Xモジュール B_X の限界温度とが同じ温度になる。そのため、ステップS2で用いる所定温度とステップS5で用いる所定温度とを同じ温度に設定することが可能である。

10

【0089】

実施例1によれば、第1モジュール B_1 と第Xモジュール B_X との冷却性能の差を小さくできる。バッテリーユニット60では、複数のモジュールが電氣的に直列に接続されているので、仮に最も下流側のモジュールで熱による電池寿命の低下が生じて電池容量が低下するとバッテリーユニット60全体の電池容量低下に繋がる。これに対して、実施例1によれば、第1モジュール B_1 における熱による電池の能力低下と第Xモジュール B_X における熱による電池の能力低下との差が小さくなる。この能力低下には、劣化（電池寿命の低下）による電池容量の低下や、高温時の一時的な電池容量低下が含まれる。そのため、電池が電氣的に直列に接続されたバッテリーユニット60全体として電池容量の低下を小さくすることが可能になる。その結果、電気自動車の電費が大幅に改善される。

20

【0090】

（実施例2）

図8を参照して、第1実施形態の冷却装置1をハイブリッド車両に適用した実施例2について説明する。図8は、ハイブリッド車両に搭載された冷却回路10Bの一例を模式的に示す図である。

【0091】

図8に示すように、ハイブリッド車両に搭載された冷却回路10B内には、複数の発熱源として、インバータ71と、熱交換器72とが直列に配置されている。インバータ71は、ハイブリッド車両の動力源であるモータに電力を供給するバッテリーと電氣的に接続されている。熱交換器72は、ハイブリッド車両の動力伝達装置であるトランスアクスルに供給されるオイル（トランスアクスルオイル）と、冷却回路10B内を循環する冷却液との間で熱交換を行う。この冷却回路10B内を流れる冷却液は冷却水である。実施例2では、インバータ71が第1発熱源31に、熱交換器72が第2発熱源32に相当する。熱交換器72はトランスアクスルオイルによって温度上昇する。つまり、冷却液が正方向に流れる場合にはインバータ71が対象発熱源となるため、冷却液の温度 T_{out} を熱交換器72の温度（トランスアクスルオイルの油温）とみなす。冷却液が負方向に流れる場合にはインバータ71が対象発熱源となるため、冷却液の温度 T_{in} をインバータ71の温度とみなす。また、冷却回路10Bでは、熱交換器72と放熱器12との間に温度センサ51が配置される。熱交換器72で熱交換を行うトランスアクスルオイルの供給先であるトランスアクスルの発熱量の変化量は、インバータ71の発熱量の変化量よりも大きい。そのため、温度センサ51によって熱交換器72側の冷却液の温度を測定することで、相対的に発熱量の変化量が大きい熱交換器72の温度を精度よく取得することができる。なお、この冷却回路10Bには、冷却液専用の放熱器（HVラジエータ）12と、冷却液を一時的に溜めることができるリザーバタンク13とが含まれる。

30

40

【0092】

ここで、実施例2における切替制御フローと、上述した図5に示す制御フローとの対応関係について説明する。ECU20は、図5のステップS2にて、熱交換器72の流出口側での冷却液の温度 T_{out} が所定温度よりも高いか否かを判定する。ステップS2で用

50

いる所定温度は、熱交換器 72 において冷却液との間で熱交換を行うトランスアクスルオイルの限界油温 T_{oil_max} に基づいて設定される。例えば、ステップ S2 の所定温度はトランスアクスルオイルの限界油温 T_{oil_max} に設定されてもよい。トランスアクスルオイルの限界油温 T_{oil_max} とは、トランスアクスルが正常に動作可能な温度範囲の上限値に基づいて定められた油温の上限値である。そして、ECU20 が図 5 のステップ S3 を実施することにより、冷却液の循環方向が逆転し、HV ラジエータ 12 から流出した低温の冷却液をインバータ 71 よりも先に熱交換器 72 に供給される。これにより、電動ポンプ 11 の回転方向が逆転する前よりも熱交換器 72 での熱交換量を大きくでき、トランスアクスルオイルの冷却量を大きくすることができる。さらに、ECU20 は、図 5 のステップ S4 にて、冷却液が負方向に流れている状態でのインバータ 71 と放熱器 12 との間を流れる冷却液の温度 T_{in} を推定する。そして、ECU20 は、図 5 のステップ S5 にて、インバータ 71 から流出した冷却液の温度 T_{in} が所定温度よりも高いか否かを判定する。ステップ S5 で用いる所定温度は、インバータ素子の限界温度 T_{inv_max} に基づいて設定される。インバータ素子の限界温度 T_{inv_max} は、インバータ素子が正常に動作可能な温度範囲の上限値である。ECU20 が図 5 のステップ S6 を実施することにより、冷却液の循環方向が逆転し、HV ラジエータ 12 から流出した低温の冷却液が熱交換器 72 よりも先にインバータ 71 に供給される。これにより、電動ポンプ 11 の回転方向が逆転する前よりもインバータ 71 の冷却量を大きくすることができる。

【0093】

実施例 2 によれば、車両が高車速で走行する高車速状態や登坂路を走行する高負荷状態であっても、トランスアクスルオイルの油温が限界油温 T_{oil_max} よりも低い状態で限界油温 T_{oil_max} からの温度差が大きく、インバータ素子の温度も限界温度 T_{inv_max} よりも低い状態で限界温度 T_{inv_max} からの温度差が大きくなる。特に、高車速状態ではトランスアクスルオイルの油温が限界油温 T_{oil_max} から大きく離れた状態となり、トランスアクスルの冷却性能が向上する。

【0094】

(実施例 3)

図 9～図 10 を参照して、第 1 実施形態の冷却装置 1 をインホイールモータ車両に適用した実施例 3 について説明する。図 9 は、インホイールモータ車両に搭載された冷却回路 10C の一例を模式的に示す図である。図 10 は、インホイールモータ車両の一例を模式的に示す図である。

【0095】

図 9 および図 10 に示すように、インホイールモータ車両に搭載された冷却回路 10C 内には、複数の発熱源として、第 1 熱交換器 81 と第 2 熱交換器 82 とが直列に配置されている。第 1 熱交換器 81 は、車両 Ve の右側後輪 W_{RH} に設けられたインホイールモータ（以下「第 1 モータユニット」という） M_{RH} のオイルと冷却回路 10C 内を循環する冷却液との間で熱交換を行う。第 2 熱交換器 82 は、第 1 モータユニット M_{RH} とは別の駆動輪である左側後輪 W_{LH} に設けられたインホイールモータ（以下「第 2 モータユニット」という） M_{LH} のオイルと冷却回路 10C 内を循環する冷却液との間で熱交換を行う。この冷却回路 10C 内を流れる冷却液は冷却水である。実施例 3 では、第 1 熱交換器 81 が第 1 発熱源 31 に、第 2 熱交換器 82 が第 2 発熱源 32 に相当する。そして、第 1 熱交換器 81 が第 1 モータユニット M_{RH} のオイルによって温度上昇し、第 2 熱交換器 82 が第 2 モータユニット M_{LH} のオイルによって温度上昇する。つまり、冷却液が正方向に流れる場合には第 2 熱交換器 82 が対象発熱源となるため、冷却液の温度 T_{out} を第 2 熱交換器 82 の温度（第 2 モータユニット M_{LH} のオイルの油温）とみなす。冷却液が負方向に流れる場合には第 1 熱交換器 81 が対象発熱源となるため、冷却液の温度 T_{in} を第 1 熱交換器 81 の温度（第 1 モータユニット M_{RH} のオイルの油温）とみなす。また、冷却回路 10C では、第 2 熱交換器 82 と放熱器（ラジエータ）12 との間に温度センサ 51 が配置される。この冷却回路 10C にはリザーバタンク 13 が含まれる。なお、図 1

0では温度センサ51が省略されている。

【0096】

ここで、実施例3における切替制御フローと、上述した図5に示す制御フローとの対応関係について説明する。ECU20は、図5のステップS2にて、第2熱交換器82と放熱器12との間を流れる冷却液の温度 T_{out} が所定温度よりも高いか否かを判定する。ステップS2で用いる所定温度は、第2熱交換器82で冷却液との間で熱交換を行う第2モータユニット M_{LH} のオイルの限界油温 T_{LH_max} に基づいて設定される。例えば、ステップS2の所定温度は第2モータユニット M_{LH} のオイルの限界油温 T_{LH_max} に設定されてもよい。限界油温 T_{LH_max} とは、第2モータユニット M_{LH} が正常に動作可能な温度範囲の上限値（インホイールモータを構成する磁石やコイルの限界温度）に基づいて設定された油温の上限値である。ECU20が図5のステップS3を実施することにより、冷却液の循環方向が逆転し、放熱器12から流出した低温の冷却液が第1熱交換器81よりも先に第2熱交換器82に供給される。これにより、電動ポンプ11の回転方向を逆転する前よりも第2熱交換器82での熱交換量を大きくでき、第2モータユニット M_{LH} のオイルの冷却量を大きくすることができる。さらに、ECU20は、図5のステップS4にて、冷却液が負方向に流れている状態での第1熱交換器81と放熱器12との間の冷却液の温度 T_{in} を推定する。そして、ECU20は、図5のステップS5にて、冷却液の温度 T_{in} が所定温度よりも高いか否かを判定する。ステップS5で用いる所定温度は、第1熱交換器81で冷却液との間で熱交換を行う第1モータユニット M_{RH} のオイルの限界油温 T_{RH_max} に基づいて設定される。例えば、ステップS5の所定温度は第1モータユニット M_{RH} のオイルの限界油温 T_{RH_max} に設定されてもよい。限界油温 T_{RH_max} とは、第1モータユニット M_{RH} が正常に動作可能な温度範囲の上限値（インホイールモータを構成する磁石やコイルの限界温度）に基づいて定められる油温の上限値である。そして、ECU20が図5のステップS6を実施することにより、冷却液の循環方向が逆転し、放熱器12から流出した低温の冷却液が第2熱交換器82よりも先に第1熱交換器81に供給される。これにより、電動ポンプ11の回転方向が逆転する前よりも第1熱交換器81での熱交換量を大きくでき、第1モータユニット M_{RH} のオイルの冷却量を大きくすることができる。また、実施例3では各モータユニット M_{RH} 、 M_{LH} が同一の構成を有するので、第1モータユニット M_{RH} のオイルの限界油温 T_{RH_max} と第2モータユニット M_{LH} のオイルの限界油温 T_{LH_max} とが同じ温度になる。そのため、ステップS2で用いる所定温度とステップS5で用いる所定温度とを同じ温度に設定することが可能である。

【0097】

実施例3によれば、第1熱交換器81および第2熱交換器82の熱交換性能の差、すなわち左右のインホイールモータの冷却性能の差が小さくなる。これにより、熱により各モータユニット M_{RH} 、 M_{LH} で出力可能なトルクに制限がかかることを抑制できる。さらに、各モータユニット M_{RH} 、 M_{LH} が高温になり銅損が大きくなることを抑制できるので、車両の電費を向上させることができる。

【0098】

（第2実施形態）

第2実施形態における冷却装置1は、冷却液の循環方向が同一の状態で、複数の発熱源に流入する冷却液の温度 T_{in} と、複数の発熱源から流出した冷却液の温度 T_{out} との両方を用いて、対象発熱源が所定の高温状態であることを判断できるように構成されている。なお、第2実施形態の説明では、第1実施形態と同様の構成については説明を省略し、その参照符号を引用する。

【0099】

まず、第2実施形態における冷却装置1は、上述した第1実施形態と同様の冷却回路10を含むように構成される。第2実施形態でも、図1に示す冷却回路10を備える。

【0100】

第2実施形態のECU20では、温度推定手段21が冷却液の循環方向を問わずに、第

1 発熱源 3 1 と放熱器 1 2 との間の冷却液の温度 T_{in} を推定する。この温度 T_{in} の推定方法は、冷却液が正方向に流れている場合と、冷却液が負方向に流れている場合とで、異なる式を用いた演算方法となる。冷却液が負方向に流れている状態での温度 T_{in} の推定方法は、上述した第 1 実施形態の推定方法と同様であり、上式 (1) ~ (3) を用いる演算方法である。一方、冷却液が正方向に流れている状態での温度 T_{in} の推定方法は、下式 (4) ~ (5) を用いる演算方法である。なお、冷却液が正方向に流れている場合の温度 T_{in} の推定方法にも、上述した図 2 ~ 図 3 が適用される。

【0101】

冷却液が正方向に流れている場合、温度 T_{in} の冷却液が放熱器 1 2 から第 1 発熱源 3 1 に流入する。この場合の放熱器 1 2 の放熱量 Q は、下式 (4) により表される。

10

【0102】

【数 4】

$$Q = q \cdot (T_{out} - T_{air}) \quad \cdots(4)$$

【0103】

上式 (4) において、 q は放熱器 1 2 の放熱性能、 T_{air} は外気温センサ 5 3 により測定された外気温、 T_{out} は温度センサ 5 1 により測定された冷却液の温度である。

【0104】

さらに、冷却液が正方向に流れている場合には、放熱器 1 2 から流出した冷却液がまず第 1 発熱源 3 1 に供給される。そのため、放熱器 1 2 と第 1 発熱源 3 1 との間の冷却液の温度 T_{in} は、放熱器 1 2 で冷却される前の冷却液の温度 T_{out} と、上式 (4) の放熱量 Q とを用いて、下式 (5) により表される。

20

【0105】

【数 5】

$$T_{in} = T_{out} - \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot V} = T_{out} - \frac{q \cdot (T_{out} - T_{air})}{\rho \cdot c \cdot V} \quad \cdots(5)$$

【0106】

上式 (5) において、 ρ は冷却液の密度、 c は冷却液の比熱、 V は冷却液の流量である。

30

【0107】

このように、温度推定手段 2 1 は、上式 (5) を用いて、冷却液が正方向に流れている場合の温度 T_{in} を算出することができる。

【0108】

そして、ECU 2 0 は、温度 T_{in} と温度 T_{out} との温度差を用いて、対象発熱源が所定の基準を超える高温状態にあるか否かを判断することができる。具体的には、ECU 2 0 は、電動ポンプ 1 1 が正回転方向に回転する場合には下流側の温度 T_{out} から上流側の温度 T_{in} を引いた値である第 1 温度差 ($T_{out} - T_{in}$) が所定値よりも大きいときに、対象発熱源となる第 2 発熱源 3 2 が所定の基準を超える高温状態にあると判断する。また、ECU 2 0 は、電動ポンプ 1 1 が負回転方向に回転する場合には下流側の温度 T_{in} から上流側の温度 T_{out} を引いた値である第 2 温度差 ($T_{in} - T_{out}$) が所定値よりも大きいときに、対象発熱源となる第 1 発熱源 3 1 が所定の基準を超える高温状態にあると判断する。このように冷却液の温度差を用いて対象発熱源が高温状態にあると判断した場合に、ECU 2 0 は電動ポンプ 1 1 の回転方向を切り替える制御を実施する。この第 2 実施形態では、第 1 温度差または第 2 温度差が所定値よりも高いか否かを判断する際に、温度 T_{in} と T_{out} との関係を示す温度マップを用いるように構成される。

40

【0109】

図 1 1 は、第 1 発熱源 3 1 側の冷却液の温度 T_{in} と第 2 発熱源 3 2 側の冷却液の温度 T_{out} との関係を示す温度マップである。図 1 1 に示す温度マップでは、縦軸が温度 T_{in} 、横軸が温度 T_{out} である。ECU 2 0 は、温度 T_{out} と温度 T_{in} とから求ま

50

るパラメータと、図 11 に示す温度マップとを用いて、パラメータが温度マップ上で所定領域にあるか否かを判断する。電動ポンプ 11 が正回転している場合には、ECU 20 は、第 1 温度差 ($T_{out} - T_{in}$) が所定値よりも大きいと判断できる領域 F1 にパラメータがあるか否かを判断する。一方、電動ポンプ 11 が負回転している場合には、ECU 20 は、第 2 温度差 ($T_{in} - T_{out}$) が所定値よりも大きいと判断できる領域 F2 にパラメータがあるか否かを判断する。ここで、領域 F1 は、電動ポンプ 11 が正回転中に下流側の温度 T_{out} が上流側の温度 T_{in} よりも大幅に高い状態であり、温度 T_{out} が冷却液の限界温度 T_{out_max} を超えないように電動ポンプ 11 の回転方向を負回転方向に逆転させる必要がある領域である。冷却液の限界温度 T_{out_max} は、第 2 発熱源 32 の限界温度に基づいて設定される温度である。また、領域 F2 は、電動ポンプ 11 が負回転中に下流側の温度 T_{in} が上流側の温度 T_{out} よりも大幅に高い状態であり、温度 T_{in} が冷却液の限界温度 T_{in_max} を超えないように電動ポンプ 11 の回転方向を正回転方向に逆転させる必要がある領域である。限界温度 T_{in_max} は、第 1 発熱源 31 の限界温度に基づいて設定される温度である。限界温度 T_{out_max} は、第 2 発熱源 32 の限界温度に基づいて設定される温度である。

【0110】

なお、電動ポンプ 11 の回転方向が正回転方向から負回転方向に切り替わった直後は上流側の第 2 発熱源 32 の温度が下流側の第 1 発熱源 31 の温度よりも高いものの、電動ポンプ 11 の負回転状態が継続すると、下流側の第 1 発熱源 31 の温度が上流側の第 2 発熱源 32 の温度よりも高くなる。そのため、温度 T_{in} が温度 T_{out} よりも高くなり第 2 温度差 ($T_{in} - T_{out}$) は大きくなる。同様に、電動ポンプ 11 の回転方向が負回転方向から正回転方向に切り替わった直後は上流側の第 1 発熱源 31 の温度が下流側の第 2 発熱源 32 の温度よりも高いものの、電動ポンプ 11 の正回転状態が継続すると、下流側の第 2 発熱源 32 の温度が上流側の第 1 発熱源 31 の温度よりも高くなる。そのため、温度 T_{out} が温度 T_{in} よりも高くなり第 1 温度差 ($T_{out} - T_{in}$) は大きくなる。また、第 1 発熱源 31 の発熱量の変化量と第 2 発熱源 32 の発熱量の変化量とが同じ場合には、第 1 温度差と比較する所定値は第 2 温度差と比較する所定値と同じ値に設定される。一方、第 1 発熱源 31 の発熱量の変化量と第 2 発熱源 32 の発熱量の変化量とが異なる場合には、第 1 温度差と比較する所定値は第 2 温度差と比較する所定値とは異なる値に設定される。

【0111】

また、第 2 実施形態の ECU 20 では、上述した図 11 の温度マップを用いる方法とは別に、温度推定手段 21 により推定された冷却液の温度 T_{in} を第 1 発熱源 31 の温度とみなし、温度センサ 51 により測定された冷却液の温度 T_{out} を第 2 発熱源 32 の温度とみなした点（以下「対象点」という）を温度マップ上で決定することができる。この場合に用いる温度マップは、第 1 発熱源 31 の温度と第 2 発熱源 32 の温度との関係を示すマップ（図 12 に示す）である。

【0112】

図 12 は、第 2 実施形態で用いる温度マップを説明するための図である。図 12 に示す温度マップでは、縦軸が第 1 発熱源 31 の温度、横軸が第 2 発熱源 32 の温度である。また、図 12 に示す温度マップは、温度 T_{in} が第 1 発熱源 31 の温度に対応し、かつ温度 T_{out} が第 2 発熱源 32 の温度に対応するマップである。このマップ上の対象点 A は、温度 T_{in} と温度 T_{out} とを成分とする対象点であり、切替手段 22 により決定される。対象点 A は、ECU 20 が電動ポンプ 11 の回転方向を切り替えるか否かを判定する際に用いられる。また、マップ上の点 G は、第 1 発熱源 31 の限界温度 T_{1_max} と第 2 発熱源 32 の限界温度 T_{2_max} とを成分とする点である。基準直線 R は、点 G と、温度が「0℃」になる点とを結ぶ直線である。そして、距離 L は、対象点 A から基準直線 R までの距離である。また、点 M は、第 1 発熱源 31 の限界温度 T_{1_max} の 70～90% の温度範囲内の所定温度（以下「第 1 温度」という） $T_{1_β}$ と、第 2 発熱源 32 の限界温度 T_{2_max} とを成分とする点である。所定値 Z_1 は、点 M から基準直線 R までの

距離である。点Nは、第1発熱源31の限界温度 T_{1_max} と、第2発熱源32の限界温度 T_{2_max} の70～90%の温度範囲内の所定温度（以下「第2温度」という） $T_{2_β}$ とを成分とする点である。所定値 Z_2 は、点Nから基準直線Rまでの距離である。

【0113】

ここで、図12に示す温度マップ上での対象点Aの変位について説明する。まず、冷却液が正方向に流れる場合、放熱器12で冷却された冷却液は第1発熱源31に供給されてから第2発熱源32に供給されるので、温度 T_{out} は温度 T_{in} よりも高い。この場合、温度 T_{out} は時間経過とともに第2発熱源32の限界温度 T_{2_max} に近づくように上昇する。さらに、図13に示すように、温度 T_{in} と温度 T_{out} とは初期温度 T_0 から走行時間や充電時間などの時間経過とともに温度差（ $T_{out} - T_{in}$ ）が大きくなる傾向にある（ $T_{out} > T_{in}$ ）。そのため、冷却液が正方向に流れる状態が継続すると、図12の温度マップ上では、対象点Aが基準直線Rから離れて第2発熱源32の限界温度 T_{2_max} に近づくように変位する。そして、対象点Aが第2発熱源32の限界温度 T_{2_max} に接近した状態では、第2発熱源32が第1発熱源31よりも大幅に高温な状態となるため、対象点Aは基準直線Rから大きく離れている。この状態が、第2発熱源32の冷却必要性が第1発熱源31の冷却必要性よりも高い状態（所定の高温状態）と言える。なお、この説明の温度差は絶対値で表現される。

【0114】

反対に、冷却液が負方向に流れる場合、放熱器12で冷却された冷却液は第2発熱源32に供給されてから第1発熱源31に供給されるので、温度 T_{in} は温度 T_{out} よりも高い。この場合、温度 T_{in} は時間経過とともに第1発熱源31の限界温度 T_{1_max} に近づくように上昇する。さらに、図13に示す例とは温度 T_{in} と温度 T_{out} とが逆であるが、冷却液が負方向に流れる場合も、温度 T_{in} と温度 T_{out} とは時間経過とともに温度差（ $T_{in} - T_{out}$ ）が大きくなる傾向にある（ $T_{in} > T_{out}$ ）。そのため、冷却液が負方向に流れる状態が継続すると、図12の温度マップ上では、対象点Aが基準直線Rから離れて第1発熱源31の限界温度 T_{1_max} に近づくように変位する。そして、対象点Aが第1発熱源31の限界温度 T_{1_max} に接近した状態では、第1発熱源31が第2発熱源32よりも大幅に高温な状態となるため、対象点Aは基準直線Rから大きく離れている。この状態が、第1発熱源31の冷却必要性が第2発熱源32の冷却必要性よりも高い状態（所定の高温状態）と言える。

【0115】

そこで、切替手段22は、温度マップ上において、対象点Aと基準直線Rとの距離Lが所定値よりも大きいか否かを判定する。この判定結果によって、第2実施形態では電動ポンプ11の回転方向を逆転させるか否かを判断する。また、上述した温度マップは、冷却液の循環方向が正方向であるか負方向であるかを問わず用いることができる。

【0116】

図14は、第2実施形態における回転方向の切替制御フローを示すフローチャート図である。図14に示す制御フローはECU20によって実施される。なお、この制御フローの説明では、上述した図12の温度マップ上の符号を用いる。

【0117】

ECU20は、第1発熱源31と第2発熱源32とに対応する温度マップ上で、冷却液の温度 T_{in} と温度 T_{out} とを成分とする対象点Aを決定する（ステップS11）。冷却液の温度 T_{out} は温度センサ51により取得できる。冷却液の温度 T_{in} は、上述した推定方法によって推定できる。

【0118】

そして、ECU20は、電動ポンプ11の回転方向が正回転方向であるか否かを判定する（ステップS12）。ステップS12では、冷却液が正方向に流れているか否かを判定する。

【0119】

ステップS12で肯定的に判定された場合（ステップS12：Yes）、ECU20は

温度マップ上での対象点Aと基準直線Rとの距離Lが所定値 Z_1 よりも大きいかな否かを判定する（ステップS13）。ステップS13で用いる所定値 Z_1 は、第1所定値（基準温度）であり、第2発熱源32の限界温度 T_{2_max} と第1発熱源31についての第1温度 $T_{1_β}$ とに基づいて設定される値である。

【0120】

ステップS13で肯定的に判定された場合（ステップS13：Yes）、ECU20は電動ポンプ11の回転方向を正回転方向から負回転方向に逆転させる（ステップS14）。ステップS14によって冷却液の循環方向が逆転すると、温度マップ上では対象点Aが「 $T_{out} > T_{in}$ 」の状態から基準直線Rに近づくように変位し始め、距離Lが小さくなる。このステップS14が実施されると、この制御ルーチンは終了する。

10

【0121】

ステップS13で否定的に判定された場合（ステップS13：No）、電動ポンプ11の回転方向を切り替える制御は実施されず、電動ポンプ11の回転方向は現在の正回転方向に維持されたまま、この制御ルーチンは終了する。

【0122】

一方、ステップS12で否定的に判定された場合（ステップS12：No）、ECU20は温度マップ上での対象点Aと基準直線Rとの距離Lが所定値 Z_2 よりも大きいかな否かを判定する（ステップS15）。ステップS15で用いる所定値 Z_2 は、第2所定値（基準温度）であり、第1発熱源31の限界温度 T_{1_max} と第2発熱源32についての第2温度 $T_{2_β}$ とに基づいて設定される値である。

20

【0123】

ステップS15で肯定的に判定された場合（ステップS15：Yes）、ECU20は電動ポンプ11の回転方向を負回転方向から正回転方向に逆転させる（ステップS16）。ステップS16によって冷却液の循環方向が逆転すると、温度マップ上では対象点Aが「 $T_{in} > T_{out}$ 」の状態から基準直線Rに近づくように変位し始め、距離Lが小さくなる。そして、ステップS16が実施されると、この制御ルーチンは終了する。

【0124】

ステップS15で否定的に判定された場合（ステップS15：No）、電動ポンプ11の回転方向を切り替える制御は実施されず、電動ポンプ11の回転方向は現在の負回転方向に維持されたまま、この制御ルーチンは終了する。

30

【0125】

上述した図14に示す制御フローは車両が走行中にECU20によって繰り返し実施される。そのため、図15に示すように、温度マップ上での距離Lは、電動ポンプ11が正回転方向に回転すると所定値 Z_1 に近づくように変化し、電動ポンプ11が負回転方向に回転すると所定値 Z_2 に近づくように変化する。なお、図15に示す縦軸は距離Lの絶対値である。

【0126】

以上説明した通り、第2実施形態の冷却装置1によれば、上述した第1実施形態と同様に、複数の発熱源31、32が直列に配置された冷却回路10において、発熱源の発熱状態に応じて冷却液の循環方向を切り替えることができる。これにより、複数の発熱源に対して冷却性能を十分に発揮することが可能になり、システム全体の冷却性能が向上する。

40

【0127】

（第2実施形態の実施例）

（実施例4）

図16を参照して、第2実施形態の冷却装置1を電気自動車に適用した実施例4について説明する。図16は、実施例4で用いる温度マップの一例を模式的に示すマップである。なお、実施例4の冷却回路は、上述した実施例1の冷却回路10A（図6に示す）と同様である。また、実施例4の説明では、実施例1と同様の構成については説明を省略し、その参照符号を引用する。

【0128】

50

図16に示すマップは、縦軸を第1モジュール B_1 の温度、横軸を第Xモジュール B_X の温度とするマップである。ECU20は、このマップ上で、冷却液の循環方向を問わず、第1モジュール B_1 側を流れる冷却液の温度 T_{in} を第1モジュール B_1 の温度とみなし、第Xモジュール B_X 側を流れる冷却液の温度 T_{out} を第Xモジュール B_X の温度とみなした対象点Aを決定する。点Gは、第1モジュール B_1 の限界温度 T_{B1_max} と第Xモジュール B_X の限界温度 T_{BX_max} とを成分とする点である。基準直線Rは、点Gと、第1モジュール B_1 の温度および第Xモジュール B_X の温度が「0℃」になる点とを結ぶ直線である。点Mは、第1モジュール B_1 の限界温度 T_{B1_max} の70～90%の温度範囲内の所定温度（以下「第1温度」という） $T_{B1_β}$ と、第Xモジュール B_X の限界温度 T_{BX_max} とを成分とする点である。所定値 Z_1 は、点Mから基準直線Rまでの距離である。点Nは、第Xモジュール B_X の限界温度 T_{BX_max} の70～90%の温度範囲内の所定温度（以下「第2温度」という） $T_{BX_β}$ と、第1モジュール B_1 の限界温度 T_{B1_max} とを成分とする点である。所定値 Z_2 は、点Nから基準直線Rまでの距離である。この実施例4も上述した実施例1と同様に、第1モジュール B_1 の限界温度 T_{B1_max} と、第Xモジュール B_X の限界温度 T_{BX_max} とは同じ温度である。そのため、所定値 Z_1 と所定値 Z_2 とを同じ値に設定することが可能である。この実施例4では「 $Z_1 = Z_2$ 」とする。

【0129】

ここで、実施例4での切替制御フローと、上述した図14に示す制御フローとの対応関係について説明する。ECU20は、図14のステップS11にて、第1モジュール B_1 側を流れる冷却液の温度 T_{in} 、および第Xモジュール B_X 側を流れる冷却液の温度 T_{out} を成分とする対象点Aを決定する。そして、ECU20は、図14のステップS13にて、温度マップ上での対象点Aと基準直線Rとの距離Lが所定値 Z_1 よりも大きいかな否かを判定する。ステップS13で用いる所定値 Z_1 は、第Xモジュール B_X の限界温度 T_{BX_max} と、第1モジュール B_1 の第1温度 $T_{B1_β}$ とに基づいて設定される値である。ステップS13で肯定的に判定された場合、第Xモジュール B_X の温度が第1モジュール B_1 の温度よりも大幅に高く、第Xモジュール B_X の冷却必要性が第1モジュール B_1 の冷却必要性よりも高い状態（所定の高温状態）にあると判断できる。また、ECU20は、図14のステップS15にて、冷却液が負方向に流れている状態で温度マップ上での対象点Aと基準直線Rとの距離Lが所定値 Z_2 よりも大きいかな否かを判定する。ステップS15で用いる所定値 Z_2 は、第1モジュール B_1 の限界温度 T_{B1_max} と、第Xモジュール B_X の第2温度 $T_{BX_β}$ とに基づいて設定される値である。ステップS15で肯定的に判定された場合、第1モジュール B_1 の温度が第Xモジュール B_X の温度よりも大幅に高く、第1モジュール B_1 の冷却必要性が第Xモジュール B_X の冷却必要性よりも高い状態（所定の高温状態）にあると判断できる。

【0130】

この実施例4によれば、上述した実施例1と同様の効果を奏することができる。

【0131】

（実施例5）

図17を参照して、第2実施形態の冷却装置1をハイブリッド車両に適用した実施例5について説明する。図17は、実施例5で用いる温度マップの一例を模式的に示すマップである。なお、実施例5の冷却回路は、上述した実施例2の冷却回路10B（図8に示す）と同様である。また、実施例5の説明では、実施例2と同様の構成については説明を省略し、その参照符号を引用する。

【0132】

図17に示すマップは、縦軸をインバータ素子の温度、横軸をトランスアクスルの油温とするマップである。ECU20は、このマップ上で、冷却液の循環方向を問わず、インバータ71側を流れる冷却液の温度 T_{in} をインバータ71の温度（インバータ素子の温度）とみなし、熱交換器72側を流れる冷却液の温度 T_{out} を熱交換器72の温度（トランスアクスルオイルの油温）とみなした対象点Aを決定する。点Gは、インバータ素子

の限界温度 T_{inv_max} とトランスアクスルオイルの限界油温 T_{oil_max} とを成分とする点である。基準直線 R は、点 G と、インバータ素子の温度およびトランスアクスルオイルの油温が「 0°C 」になる点とを結ぶ直線である。点 M は、インバータ素子の限界温度 T_{inv_max} の $70\sim 90\%$ の温度範囲内の所定温度（以下「第 1 温度」という） $T_{inv_ \beta}$ と、トランスアクスルオイルの限界油温 T_{oil_max} とを成分とする点である。所定値 Z_1 は、点 M から基準直線 R までの距離である。点 N は、トランスアクスルオイルの限界油温 T_{oil_max} の $70\sim 90\%$ の温度範囲内の所定温度（以下「第 2 温度」という） $T_{oil_ \beta}$ と、インバータ素子の限界温度 T_{inv_max} とを成分とする点である。所定値 Z_2 は、点 N から基準直線 R までの距離である。また、実施例 5 でも上述した実施例 2 と同様に、車両の運転状況によってトランスアクスルの発熱量の変化量はインバータ 71 の発熱量の変化量よりも大きくなるので、トランスアクスルオイルの限界油温 T_{oil_max} がインバータ素子の限界温度 T_{inv_max} よりも高い。そのため、所定値 Z_1 と所定値 Z_2 とは異なる値に設定することが可能である。この実施例 5 では「 $Z_1 < Z_2$ 」とする。

【0133】

ここで、実施例 5 での切替制御フローと、上述した図 14 に示す制御フローとの対応関係について説明する。ECU 20 は、図 14 のステップ S11 にて、インバータ 71 側を流れる冷却液の温度 T_{in} 、および熱交換器 72 側を流れる冷却液の温度 T_{out} を成分とする対象点 A を決定する。そして、ECU は、図 14 のステップ S13 にて、温度マップ上において対象点 A と基準直線 R との距離 L が所定値 Z_1 よりも大きいかな否かを判定する。ステップ S13 で用いる所定値 Z_1 は、トランスアクスルオイルの限界油温 T_{oil_max} と、インバータ素子の第 1 温度 $T_{inv_ \beta}$ とに基づいて設定される値である。ステップ S13 で肯定的に判定された場合、トランスアクスルオイルの油温がインバータ素子の温度よりも大幅に高く、熱交換器 72 の冷却必要性がインバータ 71 の冷却必要性よりも高い状態（所定の高温状態）と判断できる。また、ECU 20 は、図 14 のステップ S15 にて、冷却液が負方向に流れている状態で、マップ上における対象点 A と基準直線 R との距離 L が所定値 Z_2 よりも大きいかな否かを判定する。ステップ S15 で用いる所定値 Z_2 は、インバータ素子の限界温度 T_{inv_max} と、トランスアクスルオイルの第 2 温度 $T_{oil_ \beta}$ とに基づいて設定される値である。ステップ S15 で肯定的に判定された場合、インバータ素子の温度がトランスアクスルオイルの油温よりも大幅に高く、インバータ 71 の冷却必要性が熱交換器 72 の冷却必要性よりも高い状態（所定の高温状態）と判断できる。

【0134】

この実施例 5 によれば、上述した実施例 2 と同様の効果を奏することができる。

【0135】

（実施例 6）

図 18 を参照して、第 2 実施形態の冷却装置 1 をインホイールモータ車両に適用した実施例 6 について説明する。図 18 は、実施例 6 で用いる温度マップの一例を模式的に示すマップである。なお、実施例 6 の冷却回路は、上述した実施例 3 の冷却回路 10C（図 9 に示す）と同様である。また、実施例 6 の説明では、実施例 3 と同様の構成については説明を省略し、その参照符号を引用する。

【0136】

図 18 に示すマップは、縦軸を第 1 モータユニット M_{RH} のオイルの油温、横軸を第 2 モータユニット M_{LH} のオイルの油温とするマップである。ECU 20 は、このマップ上で、冷却液の循環方向を問わず、第 1 熱交換器 81 側を流れる冷却液の温度 T_{in} を第 1 熱交換器 81 の温度（第 1 モータユニット M_{RH} のオイルの油温）とみなし、第 2 熱交換器 82 側を流れる冷却液の温度 T_{out} を第 2 熱交換器 82 の温度（第 2 モータユニット M_{LH} のオイルの油温）とみなした対象点 A を決定する。点 G は、第 1 モータユニット M_{RH} のオイルの限界油温 T_{RH_max} と第 2 モータユニット M_{LH} のオイルの限界油温 T_{LH_max} とを成分とする点である。基準直線 R は、点 G と、各モータユニット M_R

M_{RH} 、 M_{LH} のオイルの油温が「 0°C 」になる点とを通過する直線である。点Mは、第1モータユニット M_{RH} のオイルの限界油温 T_{RH_max} の70～90%の温度範囲内の所定温度（以下「第1温度」という） $T_{RH_ \beta}$ と、第2モータユニット M_{LH} のオイルの限界油温 T_{LH_max} とを成分とする点である。所定値 Z_1 は、点Mから基準直線Rまでの距離である。点Nは、第2モータユニット M_{LH} のオイルの限界油温 T_{LH_max} の70～90%の温度範囲内の所定温度（以下「第2温度」という） $T_{LH_ \beta}$ と、第1モータユニット M_{RH} のオイルの限界油温 T_{RH_max} とを成分とする点である。所定値 Z_2 は、点Nから基準直線Rまでの距離である。左右の車輪に設けられた一対のインホイールモータでは各モータユニット M_{RH} 、 M_{LH} が同じ構成を有するので、第1モータユニット M_{RH} のオイルの限界油温 T_{RH_max} と、第2モータユニット M_{LH} のオイルの限界油温 T_{LH_max} とは同じ温度である。そのため、所定値 Z_1 と所定値 Z_2 とを同じ値に設定することが可能である。この実施例6では「 $Z_1 = Z_2$ 」とする。

【0137】

ここで、実施例6での切替制御フローと、上述した図14に示す制御フローとの対応関係について説明する。ECU20は、図14のステップS11にて、第1熱交換器81側を流れる冷却液の温度 T_{in} 、および第2熱交換器82側を流れる冷却液の温度 T_{out} を推定するとともに、その温度 T_{in} と温度 T_{out} とを成分とする対象点Aを決定する。そして、ECU20は、図14のステップS13にて、温度マップ上において対象点Aと基準直線Rとの距離Lが所定値 Z_1 よりも大きいか否かを判定する。ステップS13で用いる所定値 Z_1 は、第2モータユニット M_{LH} のオイルの限界油温 T_{LH_max} と、第1モータユニット M_{RH} のオイルの第1温度 $T_{RH_ \beta}$ とに基づいて設定される値である。ステップS13で肯定的に判定された場合、第2モータユニット M_{LH} のオイルの油温が第1モータユニット M_{RH} のオイルの油温よりも大幅に高く、第2熱交換器82の冷却必要性が第1熱交換器81の冷却必要性よりも高い状態（所定の高温状態）にあると判断できる。また、ECU20は、図14のステップS15にて、冷却液が負方向に流れている状態で、マップ上における対象点Aと基準直線Rとの距離Lが所定値 Z_2 よりも大きいか否かを判定する。ステップS15で用いる所定値 Z_2 は、第1モータユニット M_{RH} のオイルの限界油温 T_{RH_max} と、第2モータユニット M_{LH} のオイルの第2温度 $T_{LH_ \beta}$ とに基づいて設定される値である。ステップS15で肯定的に判定された場合、第1モータユニット M_{RH} のオイルの油温が第2モータユニット M_{LH} のオイルの油温よりも大幅に高く、第1熱交換器81の冷却必要性が第2熱交換器82の冷却必要性よりも高い状態（所定の高温状態）にあると判断できる。

【0138】

この実施例6によれば、上述した実施例3と同様の効果を奏することができる。

【0139】

（各実施形態の変形例）

ここで、上述した実施形態に適用可能な変形例について説明する。なお、この変形例の説明では、上述した各実施形態と同様の構成については、説明を省略し、その参照符号を引用する。

【0140】

（変形例1）

例えば、冷却回路10内に配置される温度センサ51は、図1に例示する位置に限定されない。変形例1として、温度センサ51が第1発熱源31側の冷却液の温度 T_{in} を測定し、ECU20が第2発熱源32側の冷却液の温度 T_{out} を推定してもよい。この変形例1の温度センサ51は、冷却回路10内で第1発熱源31と放熱器12との間に配置される。この場合、冷却液が正方向に流れる状態で、放熱器12の流出口から流出して第1発熱源31の流入口へと流れる冷却液の温度 T_{in} が温度センサ51によって測定される。そして、ECU20は温度センサ51により測定した冷却液の温度 T_{in} を用いて、第2発熱源32と放熱器12との間を流れる冷却液の温度 T_{out} を推定する。この温度 T_{out} の推定方法を説明する。

10

20

30

40

50

【0141】

冷却液が正方向に流れている場合には、上式（５）について温度 T_{in} が既知の値、温度 T_{out} が未知数となる。そこで、上式（５）を変形して、未知数の温度 T_{out} についての式を、下式（６）のように表すことができる。

【0142】

【数６】

$$T_{out} = \frac{\rho \cdot c \cdot V \cdot T_{in} - q \cdot T_{air}}{\rho \cdot c \cdot V - q} \quad \dots(6)$$

【0143】

このように、温度推定手段２１は、上式（６）を用いて、冷却液が冷却回路１０内を正方向に流れている場合の温度 T_{out} を算出することができる。

【0144】

そして、冷却液が負方向に流れる場合には、温度 T_{in} が既知の値となるので、ＥＣＵ２０は上式（２）を用いて、温度 T_{out} を算出することができる。

【0145】

さらに、この変形例１は、上述した実施例１～６のうち、複数の発熱源での発熱量の変化量が同じとみなせる実施例１、実施例３、実施例４、実施例６について適用可能である。

【0146】

(変形例２)

また、別の変形例として、冷却回路１０内に温度センサ５１を設けずに、ＥＣＵ２０によって第１発熱源３１側の冷却液の温度 T_{in} と第２発熱源３２側の温度 T_{out} とを両方とも推定値として算出してもよい。この変形例２では、各発熱源３１，３２の発熱量が車両の走行状況に応じてマップ化されており、このマップ化された情報がＥＣＵ２０に含まれる記憶部（図示せず）に予め記憶されている。そして、温度センサ５１、車速センサ５２、外気温センサ５３等の車両に搭載された各種センサからＥＣＵ２０に入力される信号に基づいた車両運転情報に基づいて、ＥＣＵ２０は記憶部に記憶されたマップを参照して、各発熱源３１，３２での発熱量を推定するとともに、第１発熱源３１側の冷却液の温度 T_{in} および第２発熱源３２側の冷却液の温度 T_{out} を推定する。

【0147】

さらに、この変形例２では、上述した実施例２、実施例３、実施例５、および実施例６のように、各発熱源３１，３２のうちの少なくとも一方が熱交換器となる場合には、その熱交換器に接続された発熱源での発熱量がマップ化されていてもよい。そして、そのマップを用いて、冷却回路１０内における第１発熱源３１側の冷却液の温度 T_{in} と第２発熱源３２側の冷却液の温度 T_{out} とを推定してもよい。

【0148】

例えば、実施例２や実施例４のようにハイブリッド車両に変形例２を適用する場合には、動力源となるモータジェネレータとトランスアクスルとがトランスアクスルオイルによって冷却される（いずれも不図示）。そのため、熱交換器７２に接続されたモータジェネレータとトランスアクスルとについての発熱量がそれぞれにマップ化されていてもよい。また、実施例３や実施例６のようにインホイールモータ車両に変形例２を適用する場合には、各熱交換器８１，８２に接続された各モータユニット M_{RH} ， M_{LH} の発熱量がマップ化されていてもよい。また、モータジェネレータの発熱量（実施例２、実施例４）と各モータユニット M_{RH} ， M_{LH} の発熱量（実施例３、実施例６）は、車速 S と、トルクと、バッテリーの充電状態（SOC）とを用いて算出することもできる。実施例２、実施例４の場合、トランスアクスルの発熱量は回転数とトルクとを用いて算出することもできる。

【0149】

(変形例３)

また、変形例２のようにマップを用いて各発熱源３１，３２の発熱量を推定できる場合

には、冷却液の温度を推定しなくても、発熱量の推定値に基づいて各発熱源 3 1, 3 2 の温度を推定できる。そのため、変形例 3 として、各発熱源 3 1, 3 2 の発熱量を推定して対象発熱源の温度を推定できる場合には、冷却液の温度は用いずに、対象発熱源の温度の推定値（推定温度）を用いて電動ポンプ 1 1 の回転方向を切り替えてもよい。E C U 2 0 は、推定した対象発熱源の温度が対象発熱源に於いて定まる基準温度よりも高いか否かを判定し、その推定温度が基準温度よりも高い場合に、対象発熱源が所定の高温状態にあると判断する。さらに、E C U 2 0 は、第 1 発熱源 3 1 の温度の推定値（第 1 推定温度）と第 2 発熱源 3 2 の温度の推定値（第 2 推定温度）との差（温度差）を用いて電動ポンプ 1 1 の回転方向を切り替えることもできる。この変形例 3 によれば、冷却液の温度を用いなくても、発熱量の推定値に基づいて対象発熱源の温度を推定できるので、その推定温度を用いて対象発熱源が所定の高温状態であるか否かを判断することができる。

10

【0150】

（変形例 4）

また、第 2 実施形態の変形例として、熱交換器を含む冷却回路の場合には、その熱交換器に流入するオイルの油温（第 2 冷却液の温度）を油温センサで測定して、その油温を用いて対象点 A を決定してもよい。変形例 4 では、冷却回路 1 0 内で熱交換器側を流れる冷却液の温度を用いずに、電動ポンプ 1 1 の回転方向を切り替えることができる。この変形例 4 は、上述した実施例 5 と実施例 6 とに適用可能である。

【0151】

この変形例 4 を上述した実施例 5 に適用した場合、冷却回路 1 0 B 内の熱交換器 7 2 に流入するトランスアクスルオイルの油温 T_{oi1} を油温センサ（不図示）によって測定する。そして、上述した熱交換器 7 2 側の冷却液の温度 T_{ut} の代わりにトランスアクスルオイルの油温 T_{oi1} （第 2 冷却液の温度）を成分とする対象点 A を決定することができる。

20

【0152】

また、この変形例 4 を上述した実施例 6 に適用した場合、第 1 熱交換器 8 1 に流入する第 1 モータユニット M_{RH} のオイルの油温 T_{oi1-1} を第 1 油温センサ（不図示）によって測定し、第 2 熱交換器 8 2 に流入する第 2 モータユニット M_{LH} のオイルの油温 T_{oi1-2} を第 2 油温センサ（不図示）によって測定する。そして、上述した第 1 熱交換器 8 1 側の冷却液の温度 T_{in} の代わりにオイルの油温 T_{oi1-1} を、第 2 熱交換器 8 2 側の冷却液の温度 T_{ut} の代わりにオイルの油温 T_{oi1-2} を成分とする対象点 A を決定することができる。

30

【0153】

なお、本発明は、上述した各実施形態に限定されず、本発明の目的を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

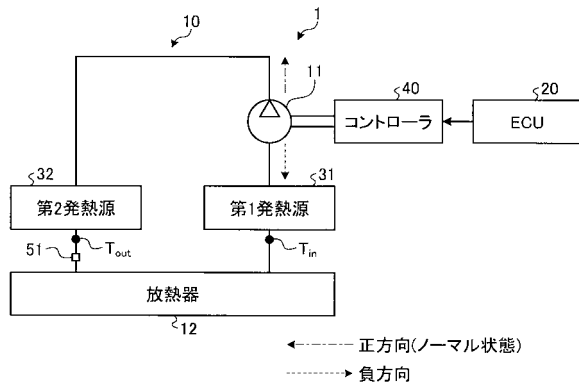
【符号の説明】

【0154】

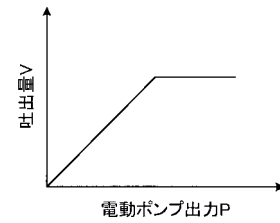
- 1 冷却装置
- 10 冷却回路
- 11 電動ポンプ
- 12 放熱器
- 20 ECU
- 31 第 1 発熱源
- 32 第 2 発熱源
- 40 コントローラ
- 51 温度センサ
- 60 バッテリユニット
- Ve 車両

40

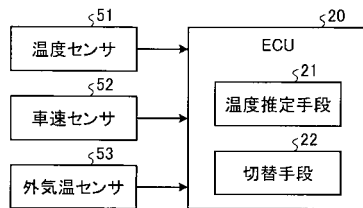
【図 1】



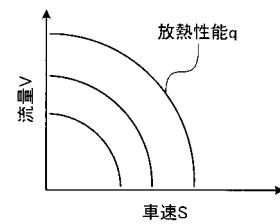
【図 3】



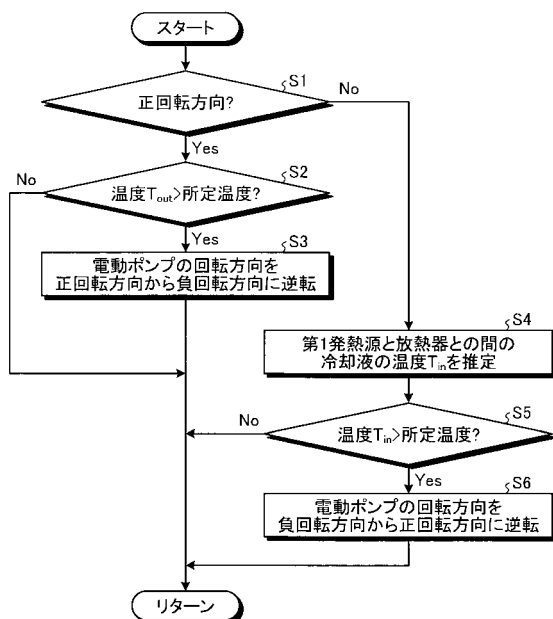
【図 2】



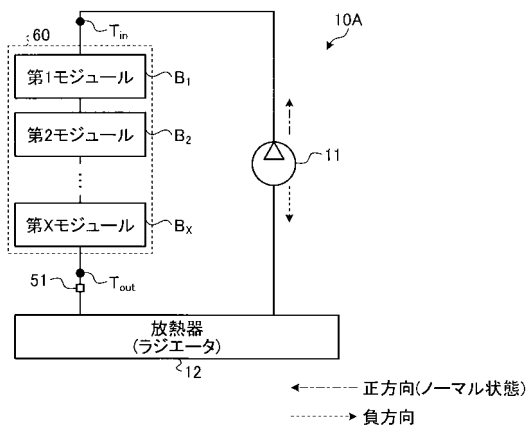
【図 4】



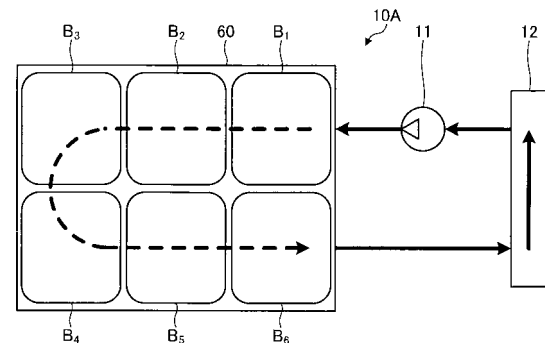
【図 5】



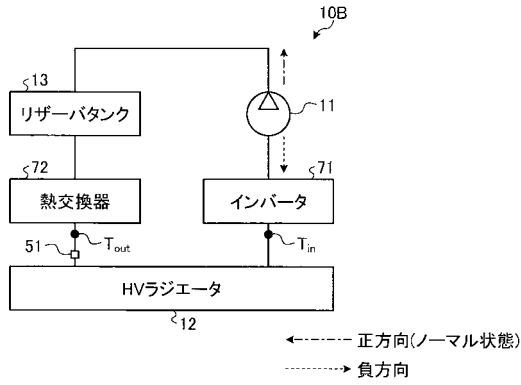
【図 6】



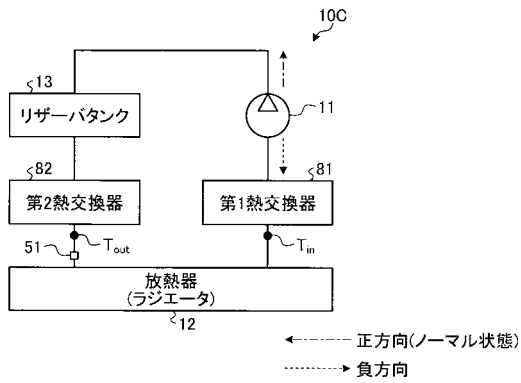
【図 7】



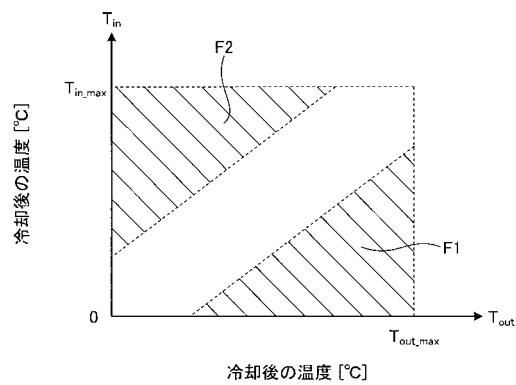
【図 8】



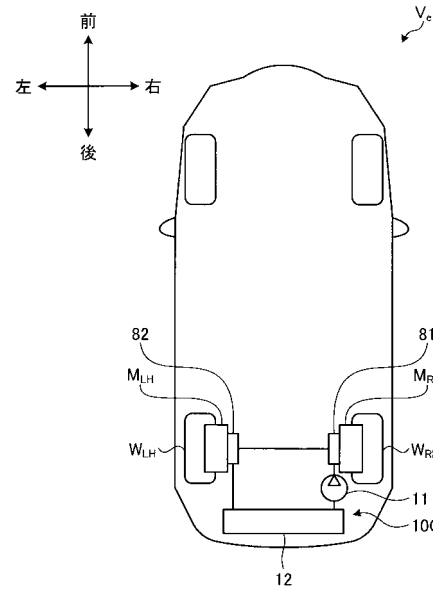
【図 9】



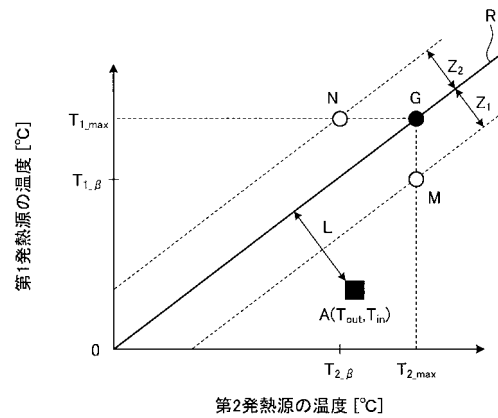
【図 11】



【図 10】



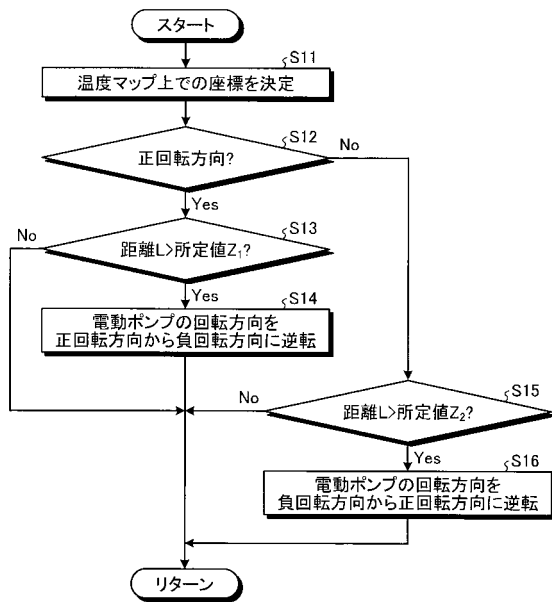
【図 12】



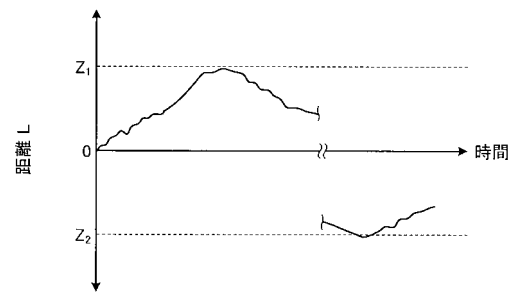
【図 13】



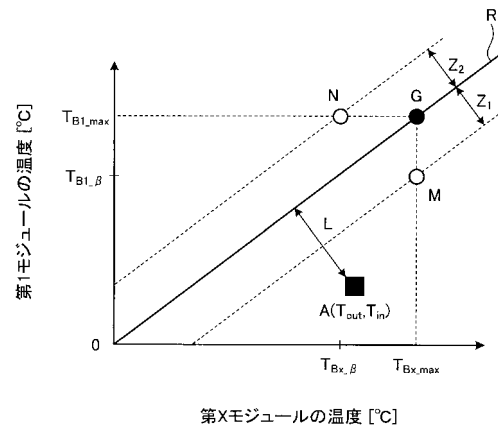
【図 14】



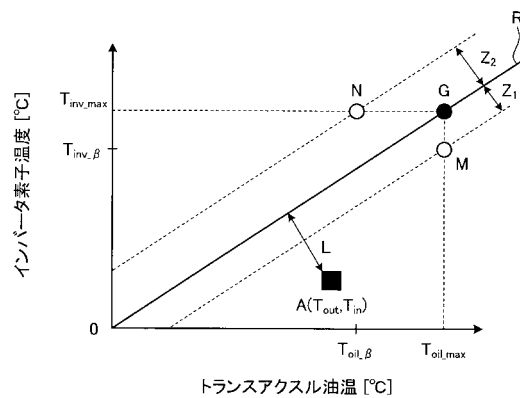
【図 15】



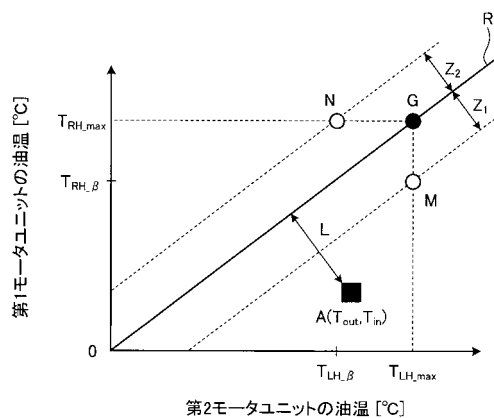
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)	
<i>B 6 0 L</i>	<i>50/40</i>	<i>(2019.01)</i>	<i>B 6 0 L</i>	11/18	Z
<i>B 6 0 L</i>	<i>50/50</i>	<i>(2019.01)</i>	<i>B 6 0 L</i>	3/00	J
<i>B 6 0 L</i>	<i>53/00</i>	<i>(2019.01)</i>			
<i>B 6 0 L</i>	<i>55/00</i>	<i>(2019.01)</i>			
<i>B 6 0 L</i>	<i>58/00</i>	<i>(2019.01)</i>			
<i>B 6 0 L</i>	<i>3/00</i>	<i>(2019.01)</i>			