

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6260516号
(P6260516)

(45) 発行日 平成30年1月17日 (2018. 1. 17)

(24) 登録日 平成29年12月22日 (2017. 12. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/04701 (2016. 01)

H O 1 M 8/04 T

H O 1 M 8/00 (2016. 01)

H O 1 M 8/00 Z

H O 1 M 8/04 (2016. 01)

H O 1 M 8/04 J

B 6 O L 11/18 (2006. 01)

B 6 O L 11/18 G

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2014-231826 (P2014-231826)
 (22) 出願日 平成26年11月14日 (2014. 11. 14)
 (65) 公開番号 特開2016-96044 (P2016-96044A)
 (43) 公開日 平成28年5月26日 (2016. 5. 26)
 審査請求日 平成28年2月12日 (2016. 2. 12)

前置審査

(73) 特許権者 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 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 (72) 発明者 灘 光博
 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 丸尾 剛
 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 山田 貴史
 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】 燃料電池システムおよび燃料電池搭載車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、
 燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、

制御部と、

前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、

を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第1冷却制御を実行し、

前記第1冷却制御において、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量にて実現させる放熱能力の範囲を少なくとも2以上の区間に区切り、各区間の放熱量を最小電力にて実現する手段として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量のいずれか一方を変化させ他方を固定する、燃料電池システム。

【請求項 2】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、

制御部と、

前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、

を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第1冷却制御を実行し、

10

前記第1冷却制御において、

前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、

前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整し、

前記第1冷却制御において前記冷却系回路から前記発熱量のすべてを放熱できない場合には、

前記制御部は、

前記冷却液に前記発熱量から放熱量を引いた熱量を蓄熱させ、

20

前記発熱量が前記放熱量より小さくなった場合であっても、前記冷却液の温度が予め定められた値以下になるまでは、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量を前記発熱量が前記放熱量より小さくなる前の値に維持する、燃料電池システム。

【請求項3】

請求項2に記載の燃料電池システムにおいて、

前記第1冷却制御において前記冷却液に蓄熱された前記熱量を放熱させるときには、

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて設定した前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値よりも低い駆動量を設定し、前記冷却液の温度が予め定められた値以下になるまで、前記低い駆動量を超えないように前記ラジエータファンの駆動量を調整しつつ前記第1冷却制御を実行する、燃料電池システム。

30

【請求項4】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、

制御部と、

前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、

を備え、

40

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第1冷却制御を実行し、

前記第1冷却制御において、

前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、

前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整し、

前記第1冷却制御において前記冷却系回路から前記発熱量のすべてを放熱できない場合

50

には、

前記制御部は、

前記冷却液に前記発熱量から放熱量を引いた熱量を蓄熱させ、

前記発熱量が前記放熱量より小さくなった場合であっても、前記冷却液に蓄熱された蓄熱量が予め定められた値以下になるまでは、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量を前記発熱量が前記放熱量より小さくなる前の値に維持する、燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の燃料電池システムにおいて、

前記第 1 冷却制御において、前記冷却液に蓄熱された前記蓄熱量を放熱させるときには

10

、
前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて設定した前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値よりも低い駆動量を設定し、前記蓄熱量が予め定められた値以下になるまで、前記低い駆動量を超えないように前記ラジエータファンの駆動量を調整しつつ前記第 1 冷却制御を実行する、燃料電池システム。

【請求項 6】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、

20

制御部と、

前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、

を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第 1 冷却制御を実行し、

前記第 1 冷却制御において、

30

前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、

前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整し、

前記第 1 冷却制御では前記発熱量のすべてを放熱できない場合であって、前記冷却液に前記発熱量から放熱量を引いた差分が前記冷却液に蓄積されて増大していく蓄熱量が予め定められた値より大きくなった場合には、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて設定した前記ラジエータファンの駆動量の上限をさらに高い駆動量に変更して、前記さらに高い駆動量を前記上限値として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第 2 冷却制御を実行する、燃料電池システム。

40

【請求項 7】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、

制御部と、

前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、

前記冷却液の温度を測定するセンサと、

50

を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第1冷却制御を実行し、

前記第1冷却制御において、

前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、

前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整し、

10

前記第1冷却制御では前記発熱量のすべてを放熱できない場合であって、前記冷却液の温度が予め定められた値より大きい場合には、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて設定した前記ラジエータファンの駆動量の上限をさらに高い駆動量に変更し、前記さらに高い駆動量を前記上限値として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第2冷却制御を実行する、燃料電池システム。

【請求項8】

請求項2～7のいずれか一項に記載の燃料電池システムにおいて、

前記制御部は、前記第1冷却制御において、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量にて実現させる放熱能力の範囲を少なくとも2以上の区間に区切り、各区間の放熱量を最小電力にて実現する手段として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量のいずれか一方を変化させ他方を固定する、燃料電池システム。

20

【請求項9】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、

制御部と、

前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、

30

を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第1冷却制御を実行し、

前記第1冷却制御において、

前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、

前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整し、

40

前記制御部は、前記第1冷却制御において、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量にて実現させる放熱能力の範囲を少なくとも2以上の区間に区切り、各区間の放熱量を最小電力にて実現する手段として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量のいずれか一方を変化させ他方を固定する、燃料電池システム。

【請求項10】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、

50

前記燃料電池から排出された前記冷却液を前記ラジエータに送らずに前記冷却液ポンプにバイパスするバイパス管と、

前記燃料電池から排出された前記冷却液を前記ラジエータと前記バイパス管とに分流する分流弁と、

制御部と、

前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、

を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、前記上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第1冷却制御を実行し、

前記第1冷却制御において、

前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、

前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量と前記分流弁の分流比と、を調整し、

前記制御部は、前記第1冷却制御において、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量にて実現させる放熱能力の範囲を少なくとも2以上の区間に区切り、各区間の放熱量を最小電力にて実現する手段として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量のいずれか一方を変化させ他方を固定する、燃料電池システム。

【請求項11】

燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムであって、

燃料電池と、

前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、

前記燃料電池から排出された前記冷却液を前記ラジエータに送らずに前記冷却液ポンプにバイパスするバイパス管と、

前記燃料電池から排出された前記冷却液を前記ラジエータと前記バイパス管とに分流する分流弁と、

制御部と、

前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、

を備え、

前記制御部は、

前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、前記上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第1冷却制御を実行し、

前記第1冷却制御において、

前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、

前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量と前記分流弁の分流比と、を調整し、

前記制御部は、前記第1冷却制御において、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量と前記分流比にて実現させる放熱能力の範囲を少なくとも2以上の区間に区切り、各区間の放熱量を最小電力にて実現する手段として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量と前記分流比のうちのいずれか一つを変化させ他方を固定する、燃料電池システム。

【請求項12】

請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の燃料電池システムを搭載した燃料電池搭載車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、燃料電池と、燃料電池スタックに冷媒を流通させる冷媒流路と、冷媒を燃料電池に循環させるための冷媒循環ポンプと、冷媒を冷却する冷却ファンと、を備え、冷媒循環ポンプ（冷却液ポンプ）と冷却ファンとを駆動することにより燃料電池を冷却する燃料電池システムが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 140696 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

冷却ファンは、消費電力が低いため、冷却ファンの風量を多くした方が、冷却液ポンプによる冷却液量を増やすよりも冷却効率は良い。しかし、一般に、冷却ファンは、冷却液ポンプよりもノイズや振動（ノイズバイブレーション、NVとも呼ぶ。）が大きい。その結果、燃費の低減とノイズバイブレーションの抑制との両立が難しいという問題があった。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態として実現することが可能である。本発明の一形態によれば、燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムが提供される。この燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に前記冷却液を供給する冷却液ポンプとを備える冷却系回路と、制御部と、前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、を備え、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整して前記燃料電池を冷却する第 1 冷却制御を実行し、前記第 1 冷却制御において、前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、前記ラジエータファンの駆動量の前記上限値の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整し、前記第 1 冷却制御において前記冷却系回路から前記発熱量のすべてを放熱できない場合には、前記制御部は、前記冷却液に前記発熱量から放熱量を引いた熱量を蓄熱させ、前記発熱量が前記放熱量より小さくなった場合であっても、前記冷却液に蓄熱された蓄熱量が予め定められた値以下になるまでは、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量を前記発熱量が前記放熱量より小さくなる前の値に維持する。この形態によれば、ノイズバイブレーションを抑制と消費電力の低減（燃費の向上）を両立できる。

30

40

【0006】

（1）本発明の一形態によれば、燃料電池搭載車両に搭載される燃料電池システムが提供される。この燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池に冷却液を供給する冷却液供給流路と、前記冷却液を冷却するラジエータと、前記ラジエータに風を当てるためのラジエータファンと、前記冷却液供給流路に設けられ前記燃料電池に冷却液を供給する冷却

50

液ポンプとを備える冷却系回路と、制御部と、前記燃料電池搭載車両の速度を取得する速度計と、を備える。前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に応じて、前記ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、前記冷却液ポンプの流量、若しくは前記ラジエータファンの駆動量を調整して前記燃料電池を冷却する制御を実行する。一般に、燃料電池搭載車両は、速度が大きくなるほど、風切り音やタイヤと路面の摩擦によるロードノイズや振動、モータの発するノイズや振動などのノイズバイブレーション（N V）が大きくなる。このようなノイズバイブレーションが大きい場合には、ラジエータファンによるノイズバイブレーションが大きくなっても目立たない。本形態では、燃料電池搭載車両の速度に基づいて、ラジエータファンの駆動量に上限値を設定し、該上限値の下で、冷却液ポンプの流量、若しくはラジエータファンの駆動量を調整して燃料電池を冷却する制御を実行するので、ノイズバイブレーションを抑制と消費電力の低減（燃費の向上）を両立できる。

10

【0007】

（2）上記形態の燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて、前記ラジエータファンの駆動量の上限を設定し、前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、前記ラジエータファンの駆動量の上限の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを調整する冷却制御を実行してもよい。この形態によれば、ノイズバイブレーションを抑制と消費電力の低減（燃費の向上）を両立できる。

20

【0008】

（3）上記形態の燃料電池システムにおいて、前記冷却系回路から前記発熱量のすべてを放熱できない場合には、前記制御部は、前記冷却液に前記発熱量から前記放熱量を引いた熱量を蓄熱し、前記発熱量が前記放熱量より小さくなった場合であっても、前記冷却液の温度が予め定められた値以下になるまでは、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンの駆動を維持してもよい。この形態によれば、冷却液に熱量が蓄熱し温度は上昇するが、発熱量が放熱量より小さくなった場合には、冷却液の温度は下がる。このとき、冷却液の温度が予め定められた値以下になるまで、冷却液ポンプの駆動を維持することにより、燃料電池の温度を早く冷却することが可能となる。また、蓄熱量が予め定められた値以下になるまで、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンを駆動することで、温度の応答遅れによる過冷却及び過剰な冷却による電力消費を抑えることが出来る。

30

【0009】

（4）上記形態の燃料電池システムにおいて、前記冷却液に蓄熱された前記熱量を放熱させるときに、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて設定した前記ラジエータファンの駆動量の上限よりも低い駆動量を設定し、前記冷却液の温度が予め定められた値以下になるまで、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンの駆動を維持してもよい。この形態によれば、制御部は、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンの駆動の維持を冷却液の温度で判断するので、蓄熱量を算出しなくてもよい。

【0010】

（5）上記形態の燃料電池システムにおいて、前記冷却系回路から前記発熱量のすべてを放熱できない場合には、前記制御部は、前記冷却液に前記発熱量から前記放熱量を引いた熱量を蓄熱し、前記発熱量が前記放熱量より小さくなった場合であっても、前記蓄熱量が予め定められた値以下になるまでは、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量を維持してもよい。この形態によれば、燃料電池を早く冷却できる。

40

【0011】

（6）上記形態の燃料電池システムにおいて、前記冷却液に蓄熱された前記熱量を放熱させるときに、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて設定した前記ラジエータファンの駆動量の上限よりも低い駆動量を設定し、前記蓄熱量が予め定められた値以下になるまで、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンとを駆動してもよい。この形態によれば、燃料電池を早く冷却できる。

50

【 0 0 1 2 】

(7) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記冷却制御では前記発熱量のすべてを放熱できない場合であって、前記冷却液に前記発熱量から前記放熱量を引いた熱量を蓄熱し、前記蓄熱量が予め定められた値より大きい場合には、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて設定した前記ラジエータファンの駆動量の上限をさらに高い駆動量に設定し、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを制御してもよい。この形態によれば、燃料電池の冷却を優先できる。

【 0 0 1 3 】

(8) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記冷却制御では前記発熱量のすべてを放熱できない場合であって、冷却液の温度が予め定められた値より大きい場合には、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて設定した前記ラジエータファンの駆動量の上限をさらに高い駆動量を設定し前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量とを制御してもよい。この形態によれば、前記冷却制御では前記発熱量のすべてを放熱できない場合であって、冷却液の温度が予め定められた値より大きい場合に、この形態によれば、燃料電池の冷却を優先できる。

10

【 0 0 1 4 】

(9) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量にて実現させる放熱能力範囲を少なくとも 2 以上に区切り、その区間の放熱量を最小電力にて実現する手段として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量のいずれか一方を変化させて冷却制御を実行してもよい。この形態によれば、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量のいずれか一方のみを制御し他方を固定するので、制御を簡素化にできる。

20

【 0 0 1 5 】

(1 0) 上記形態の燃料電池システムにおいて、さらに、前記燃料電池から排出された冷却液を前記ラジエータに送らずに前記冷却液ポンプにバイパスするバイパス管と、前記燃料電池から排出された冷却液を前記ラジエータと前記バイパス管とに分流する分流弁と、を備え、前記制御部は、前記燃料電池搭載車両の速度に基づいて、前記ラジエータファンの駆動量の上限を設定し、前記燃料電池の発電電力から前記燃料電池の発熱量を算出し、前記ラジエータファンの駆動量の上限の下で、前記発熱量を放熱でき、かつ、前記冷却液ポンプと前記ラジエータファンで消費される電力が最小となるように、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量と前記分流比と、を調整する冷却制御を実行してもよい。この形態によれば、さらにバイパス管と分流弁とを備えるので、さらに、分流比をもちいて、冷却制御ができる。

30

【 0 0 1 6 】

(1 1) 上記形態の燃料電池システムにおいて、前記制御部は、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量と前記分流比にて実現させる放熱能力範囲を少なくとも 2 以上に区切り、その区間の放熱量を最小電力にて実現する手段として、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量と前記分流比のうちのいずれか一つを変化させて冷却制御を実行してもよい。この形態によれば、前記冷却液ポンプの流量と前記ラジエータファンの駆動量と分流比のいずれか一つのみを制御し、のこりの 2 つを固定するので制御を簡素化にできる。

40

【 0 0 1 7 】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能である。例えば、燃料電池システムその他、燃料電池搭載車両、燃料電池システムの制御方法等の形態で実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 8 】

【 図 1 】 燃料電池を搭載した燃料電池搭載車両を示す説明図。

【 図 2 】 燃料電池と燃料電池の冷却系回路を示す説明図。

【 図 3 】 制御部における冷却液ポンプとラジエータファンの制御ブロック図。

50

【図４】冷却液ポンプの回転数とラジエータファンの駆動電圧と放熱可能な熱量と冷却液ポンプとラジエータファンの消費電力の和と動作パターンとを示す説明図。

【図５】放熱量と分流比と冷却液ポンプの回転数とラジエータファンの駆動電圧の関係を
示す説明図。

【図６】放熱量と分流比冷却液ポンプの回転数ラジエータファン３６０の駆動電圧の関係を
示すグラフ。

【図７】本実施形態の動作フローチャートを示す説明図。

【図８】発熱量と車速とラジエータファンの駆動電圧の上限 $V_{l u 1}$ の関係を示すグラフ
の一例。

【図９】冷却液に熱が蓄熱された後発熱量 Q_g が放熱能力 $Q_{r 1}$ よりも小さくなった場合
の動作フローチャート。

【図１０】発熱量と車速とラジエータファンの駆動電圧の上限 $V_{l u 2}$ の関係を示すグラ
フ。

【図１１】変形例の燃料電池と燃料電池の冷却系回路を示す説明図。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

第１の実施形態：

図１は、燃料電池を搭載した燃料電池搭載車両１０（以下、単に「車両１０」とも呼ぶ。
。）を示す説明図である。車両１０は、燃料電池１００と、制御部２００（ＥＣＵ（Elec
tronic Control Unit）とも呼ぶ。）と、速度計１２０と、二次電池１３０と、電力分配
コントローラ１４０と、駆動モータ１５０と、ドライブシャフト１６０と、動力分配ギア
１７０と、車輪１８０と、外気温センサ１９０と、を備える。

【００２０】

燃料電池１００は、燃料ガスと酸化剤ガスを電気化学的に反応させて電力を取り出す
ための発電装置である。制御部２００は、燃料電池１００と二次電池１３０の動作を制御
する。制御部２００は、燃料電池１００を車両の主たる動力源として用いるが、車両１０
の起動直後など、燃料電池１００の発電電力が小さい場合には、車両１０を動かすための電
力源として二次電池１３０を用いる。二次電池１３０として、例えば、ニッケル水素電池
や、リチウムイオン電池を採用することが可能である。二次電池１３０への充電は、例え
ば、燃料電池１００から出力信号される電力を用いて直接充電することや、車両１０が減
速するときに車両１０の運動エネルギーを駆動モータ１５０により回生して充電すること
、により行うことが可能である。電力分配コントローラ１４０は、制御部２００からの命
令を受けて、燃料電池１００から駆動モータ１５０への引き出す電力量と、二次電池１３
０から駆動モータ１５０へ引き出す電力量を制御する。また、電力分配コントローラ１４
０は、車両１０の減速時には、制御部２００からの命令を受けて、駆動モータ１５０によ
り回生された電力を二次電池１３０に送る。駆動モータ１５０は、車両１０を動かすため
の電動機として機能する。また、駆動モータ１５０は、車両１０が減速するときには、車
両１０の運動エネルギーを電気エネルギーに回生する発電機として機能する。ドライブシ
ャフト１６０は、駆動モータ１５０が発する駆動力を動力分配ギア１７０に伝達するため
の回転軸である。動力分配ギア１７０は、左右の車輪１８０へ駆動力を分配する。速度計
１２０は、車両１０の速度を測定する。外気温センサ１９０は、外気の温度を測定する。

【００２１】

図２は、燃料電池１００と燃料電池１００の冷却系回路３００を示す説明図である。燃
料電池システムは、冷却系回路３００の他に、酸化ガス供給排出系回路と、燃料ガス供給
排出系回路を備えているが、本明細書では、冷却系回路３００についてのみ説明し、酸化
ガス供給排出系回路と、燃料ガス供給排出系回路については、説明を省略する。

【００２２】

冷却系回路３００は、冷却液供給管３１０と、冷却液排出管３２０と、バイパス管３３
０と、分流弁３４０と、ラジエータ３５０と、ラジエータファン３６０（以下単に「ファ
ン３６０」とも呼ぶ。）と、冷却液ポンプ３７０と、温度センサ３８０、３９０を備える

10

20

30

40

50

。本実施形態では、冷却液として水を用いている。従って、冷却液を冷却水とも呼び、冷却液ポンプ３７０は、「冷却液ポンプ３７０」あるいは「ウォーターポンプ３７０（Ｗ／Ｐ）」とも呼ぶ。本実施形態の図面では、冷却液ポンプ３７０は、「Ｗ／Ｐ」と表記する。

【００２３】

冷却液供給管３１０は、燃料電池１００に冷却液を供給するための管であり、冷却液排出管３２０は、燃料電池１００からの冷却液を排出するための管である。冷却液供給管３１０は、請求項の冷却液供給流路に対応する。ラジエータ３５０は、冷却液供給管３１０と、冷却液排出管３２０との間に配置されている。冷却液排出管３２０と冷却液供給管３１０との間には、ラジエータ３５０と平行に、バイパス管３３０とが配置されている。冷却液排出管３２０とバイパス管３３０との接続部には、分流弁３４０が設けられている。分流弁３４０は、冷却液を、ラジエータ３５０とバイパス管３３０とに分流する。バイパス管３３０は、冷却液をラジエータ３５０に流さずにバイパスさせるための管、流路である。ラジエータ３５０には、ラジエータファン３６０が設けられており、ラジエータ３５０を流れる冷却液を冷却する。冷却液ポンプ３７０は、ラジエータ３５０の下流側に設けられており、燃料電池１００に冷却液を供給する。温度センサ３８０は、冷却液排出管３２０とバイパス管３３０の合流部よりラジエータ３５０側に設けられており、温度センサ３９０は、燃料電池１００に設けられている。温度センサ３８０は、燃料電池１００に供給される冷却液の温度を取得するために用いられ、温度センサ３９０は、燃料電池の温度、あるいは、燃料電池から排出される冷却液の温度を取得するために用いられる。なお、冷却液は、車両１０の室内エアコンの暖房用熱源、燃料ガスのインタークーラー用の冷却液としても用いられるが、これらの用途については、説明を省略する。

【００２４】

本実施形態では、冷却液ポンプ３７０によって、冷却液供給管３１０を通して燃料電池１００に冷却液が供給され、冷却液は、燃料電池１００を冷却したのち、冷却液排出管３２０から排出される。冷却液は、分流弁３４０により、ラジエータ３５０と、バイパス管３３０とに分流される。ラジエータ３５０側に分流された冷却液は、ラジエータ３５０およびラジエータファン３６０により冷却されるが、バイパス管３３０に分流された冷却液は冷却されない。制御部２００は、ラジエータ３５０に流れる冷却液とバイパス管３３０に流れる冷却液の流量比（分流比）と、ラジエータファン３６０の回転数（駆動電圧）と、冷却液ポンプ３７０の流量とを調整することにより、冷却液の温度および燃料電池１００の冷却を制御する。

【００２５】

図３は、制御部２００における冷却液ポンプ３７０とラジエータファンの制御ブロック図である。制御部２００は、発熱量算出部２１０と、放熱能力算出部２４０と、動作パターン算出部２５０と、ファン制御部２６０と、冷却液ポンプ制御部２７０（図３では、Ｗ／Ｐ制御部）と、を備える。発熱量算出部２１０は、燃料電池１００の発電電力（電流と電圧）を用いて、燃料電池１００の発熱量を算出する。具体的には、ＩＶ特性と、ＨＨＶ（高位発熱量）とＬＨＶ（低位発熱量）とを用いて算出する。ここで、「ＨＨＶ（高位発熱量）」は、燃料ガスを完全に電力に変換した時に生成される水が液体の場合における発電電力に相当する熱量であり、「ＬＨＶ（低位発熱量）」は、燃料ガスを完全に電力に変換した時に生成される水が気体の場合における発電電力に相当する熱量である。ＬＨＶ（低位発熱量）は、ＨＨＶ（高位発熱量）から水蒸気の凝縮潜熱を差し引いた値である。

【００２６】

放熱能力算出部２４０は、冷却系回路３００から放熱可能な熱量（「放熱能力」とも呼ぶ。）を算出する。放熱可能な熱量は、車両１０の車速、外気温を用いて、算出される。外気温が低ければ、ラジエータ３５０に供給される空気の温度が下がるため、放熱可能な熱量は大きくなる。ラジエータ３５０には、ラジエータファン３６０による風その他、車速による風も当たるので、車速が高いほど、放熱可能な熱量は大きくなる。

【００２７】

動作パターン算出部 250 は、発熱量算出部 210 で算出された発熱量と、放熱能力算出部 240 で算出された放熱可能な熱量とを用いて、分流弁 340 と、ラジエータファン 360 と、冷却液ポンプ 370 の動作パターンを生成する。動作パターンについては、予め実験等により定められていても良い。動作パターンの具体例については、後述する。ファン制御部 260 は、ラジエータファン 360 の駆動量（駆動電圧）を制御し、冷却液ポンプ制御部 270 は、冷却液ポンプの動作を制御する。

【0028】

図 4 は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w と、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o と、放熱可能な熱量 Q と、冷却液ポンプ 370 とラジエータファン 360 の消費電力の和と、動作パターンとを示す説明図である。ラジエータファン 360 の駆動量は、ラジエータファンの駆動電圧で制御されるので、ここでは、ラジエータファンの駆動電圧で説明する。まず、一般的な動作について説明する。ラジエータ 350 の放熱量は、一般に、（ラジエータ 350 の表面温度 - 空気温度）と（空気の流量）及び（冷却液の流量）に相関する。ラジエータ 350 の表面温度は、冷却液の温度と等しいと仮定しても良い。空気の流量は、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o と車速風により決まる。冷却液ポンプ 370 の冷却液の流量は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w に比例する。したがって、車速と外気温とラジエータ 350 の表面温度がそれぞれ一定であると仮定すると、放熱可能な熱量は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w とラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o により決まる。冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を上げる、あるいは、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を上げると、放熱可能な熱量は大きくなる。ただし、冷却液ポンプ 370 とラジエータファン 360 の消費電力の和は大きくなる。また、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を大きくしても、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を高くしなければ、ラジエータ 350 内の冷却液と空気との熱交換効率が低下する。その結果、ラジエータ 350 から放熱量が却って少なくなってしまう。したがって、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を大きくした場合には、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w も大きくすることが好ましい。そのため、本実施形態では、動作パターンは、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w と、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o とが、交互に一方が固定され、他方が変化するように作成されている。冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w と、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o の動作パターンは、階段状に変化している。こうすることで、制御を簡素化できる。また、アクチュエータの変動を小さくでき、アクチュエータの変動による NV（音や振動の変化）を抑制できる。なお、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w と、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を細かく制御すれば、破線で示した滑らかな曲線となる。この場合、動作パターンを格納するためのマップが大きくなる。

【0029】

図 5 は、放熱量 Q と、分流比 d_r と、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w と、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o の関係を示す説明図である。図 6 は、放熱量 Q と、分流比 d_r と、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w と、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o の関係を示すグラフである。なお、図 5 及び図 6 において、放熱量 $Q_0 \sim Q_6$ はいずれもゼロでなく、 Q_0 から Q_6 の順に次第に大きくなる値である。また、回転数 $r_{w1} \sim r_{w3}$ もいずれもゼロでなく、 $r_{w1} < r_{w2} < r_{w3}$ である。また、駆動電圧 $V_{o1} \sim V_{o3}$ もいずれもゼロでなく、 $V_{o1} < V_{o2} < V_{o3}$ である。また、図 5、6 で示す動作パターンは、ノイズバイブレーションを抑制しつつ、冷却液ポンプ 370 と、ラジエータファン 360 の消費電力を最小にするための動作パターンである。したがって、ノイズバイブレーションを抑制すべきで無い場合、例えば、ノイズバイブレーションよりも放熱を優先する場合には用いられない。

【0030】

（１）放熱量 Q が 0 以上 Q_0 未満

冷却液ポンプ 370 の回転数はゼロであり、冷却液は循環しない。したがって、燃料電池 100 はほとんど冷却されない。なお、ここで説明する放熱量は、発熱量に応じて算出された放熱すべき熱量を意味する。

(2) 放熱量 Q が Q_0 以上 Q_1 未満

動作パターン算出部 250 は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w1} として冷却液を循環させるとともに、放熱量に応じて分流比を 0 から 1 の間で制御する。なお、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o をゼロである。なお、ラジエータファン 360 が回っていても、自然冷却、車両の走行によってラジエータ 350 に当たる風により、冷却液の冷却が可能である。なお、制御部 200 は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w1} に固定するのではなく、放熱量に応じて、ゼロから r_{w1} に上げてても良い。

【0031】

(3) 放熱量 Q が Q_1 以上 Q_2 未満

動作パターン算出部 250 は、分流比 d_r を 1 とし、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o をゼロとし、放熱量 Q に応じて、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w1} から r_{w2} の間で制御する。分流弁 340 は、所定の開度に固定してしまえば、電力は消費されない。分流比 d_r を 1 とすると、冷却液は、全てラジエータ 350 に流れるため、冷却液が冷却されやすい。その結果、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w が低くても、燃料電池 100 を冷却できる。ラジエータファン 360 が駆動されていないため、ノイズバイブレーションにおいて有利である。なお、放熱量 Q が Q_1 以上の場合には、分流比 d_r は 1 であるため、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w と、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o についてのみ説明する。

【0032】

(4) 放熱量 Q が Q_2 以上 Q_3 未満

動作パターン算出部 250 は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w2} とし、放熱量に応じて、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o をゼロから V_{o1} の間で制御する。

【0033】

(5) 放熱量 Q が Q_3 以上 Q_4 未満

動作パターン算出部 250 は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w2} とし、放熱量に応じて、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を V_{o1} から V_{o2} の間で制御する。なお、放熱量が Q_2 以上 Q_4 未満の間は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w2} とし、放熱量に応じて、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o をゼロから V_{o2} の間で制御するとも言える。

【0034】

(6) 放熱量 Q が Q_4 以上 Q_5 未満

動作パターン算出部 250 は、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を V_{o2} とし、発熱量に応じて冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w2} から r_{w3} の間で制御する。

【0035】

(7) 放熱量 Q が Q_5 以上 Q_6 未満

動作パターン算出部 250 は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w3} とし、放熱量に応じて、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を V_{o2} から V_{o3} の間で制御する。

【0036】

(8) 放熱量 Q が Q_6 以上

動作パターン算出部 250 は、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_{w3} とし、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を V_{o3} とする。

【0037】

本実施形態では、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o を 0、 V_{o1} 、 V_{o2} 、 V_{o3} の 4 段階とし、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を、0、 r_{w1} 、 r_{w2} 、 r_{w3} の 4 段階としたが、動作パターン算出部 250 は、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o と、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w をもっと細かく区切って、動作パターンをもっと細かくしても良い。

【0038】

上記実施形態では、放熱量によって、複数の区間に区切り、各区間においては、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o (ラジエータファンの駆動量) と、冷却液ポンプ 370

10

20

30

40

50

の回転数と、分流弁の開度のうちの2つを固定し、残りの1つを発熱量に応じて制御している。このようにすれば、各区間において制御するパラメータは1つとなるため、制御が簡素化できるとともに、その区間の放熱を最小電力で実現できる。

【0039】

本実施形態では、発熱量は最大放熱能力以下の場合には、放熱量を発熱量とする冷却制御をおこなうことで、燃費を向上させる。発熱量が最大放熱能力よりも大きい場合には、ノイズバイブレーションが目立たない範囲でラジエータファン360と冷却液ポンプ370とを駆動する。(発熱量 - 放熱量)が冷却液に蓄熱されるので、蓄熱量を積算する。蓄熱量が大きい場合、冷却液の温度が高い場合には、ラジエータファン360の駆動量(駆動電圧)の上限を増加させて冷却を優先する。また、発熱量が放熱量よりも高い期間があり、蓄熱量がある場合には、発熱量が放熱量よりも下がっても、蓄熱量が無くなるまで、冷却を継続する。制御部110は、蓄熱量が無くなったか否かは、蓄熱量の積算値、あるいは、冷却液の温度により判断する。また、発熱量が放熱量よりも下がった場合には、制御部110は、ノイズバイブレーションを低減するため、ラジエータファン360の駆動量の上限を下げて良い。このような制御のもと、制御フローチャートの一例を用いて具体的に説明する。

10

【0040】

図7は、本実施形態の動作フローチャートを示す説明図である。

【0041】

ステップS100では、発熱量算出部210は、燃料電池100に流れる電流および電圧を用いて、燃料電池100の発熱量 Q_g を算出する。

20

【0042】

ステップS110では、放熱能力算出部240は、車両10の車速および外気温を取得する。ステップS120では、ラジエータファン360の駆動電圧の上限 V_{lu1} を取得する。この上限 V_{lu1} は以下のように決定される。一般に、車両10のノイズバイブレーションは、車両10の速度に依存する。また、ラジエータファン360のノイズバイブレーションは、ラジエータファン360の駆動量(駆動電圧)に依存する。そこで、ラジエータファン360の駆動電圧の上限 V_{lu1} は、ラジエータファン360のノイズバイブレーションが、車両10のノイズバイブレーションによって目立たないような駆動電圧に決められる。放熱能力算出部240は、車速とラジエータファンの駆動電圧の上限 V_{lu1} との関係を定めたマップを有していても良い。

30

【0043】

ステップS130では、放熱能力算出部240は、ラジエータファン360の駆動電圧が、上限 V_{lu1} を越えない条件の下で、冷却系回路300の放熱能力 Q_{r1} を算出する。

【0044】

ステップS140では、動作パターン算出部250は、発熱量 Q_g と放熱能力 Q_{r1} とを比較する。発熱量 Q_g が放熱能力 Q_{r1} 以下の場合には、動作パターン算出部250は、ステップS150に移行し、図4の動作パターン上で、ラジエータファン360の駆動電圧を V_{lu1} 以下とする条件下で、冷却液ポンプ370と、ラジエータファン360の消費電力の和が最小となるよう動作点を算出する。例えば、車両10の速度から得られるラジエータファン360の駆動電圧の上限(V_{lu1})が V_{o3} 、発熱量 Q_g が $Q_5 < Q_g < Q_6$ の場合、動作パターン算出部250は、冷却液ポンプ制御部270の回転数 r_w を回転数 r_{w3} とし、ラジエータファン360の駆動電圧 V_o を V_{o2} から V_{o3} の間で Q_g の熱量を排熱できる回転数を動作点とする。このとき、発熱量と放熱量は等しい。また、車両10の速度から得られるラジエータファン360の駆動電圧の上限(V_{lu1})が V_{o2} 、発熱量 Q_g が $Q_4 < Q_g < Q_5$ の場合、動作パターン算出部250は、ラジエータファン360の駆動電圧 V_o を駆動電圧 V_{o2} とし、冷却液ポンプ制御部270の回転数 r_w を $r_{w2} \sim r_{w3}$ の間で Q_g の熱量を排熱できる回転数を動作点とする。同様に、発熱量と放熱量は等しい。ファン制御部260と、冷却液ポンプ制御部270とは、こ

40

50

のようにして求めた動作点に基づいて、発熱量と放熱量とが等しくなるように、ラジエータファン360と、冷却液ポンプ370とを制御する。

【0045】

ステップS140で放熱能力 Q_r1 が発熱量 Q_g よりも小さい場合、動作パターン算出部250は、ステップS160に移行し、発熱量 Q_g から放熱能力 Q_r1 を引いた差分($Q_g - Q_r1$)が、予め定められた値 Q_{t1} 以下か否かを判断する。この差分($Q_g - Q_r1$)が Q_{t1} 以下の場合には、ステップS170に移行する。ステップS170では、動作パターン算出部250は、ラジエータファン360の駆動電圧を V_{lu1} として、冷却液ポンプ370の回転数 r_w をその最大値 r_{w3} とした点を動作点にする。例えば、車両10の速度から得られるラジエータファン360の駆動電圧の上限(V_{lu1})が V_{o2} 、発熱量 Q_g が $Q_4 < Q_g < Q_5$ の場合、動作パターン算出部250は、動作点として、ラジエータファン360の駆動電圧 V_o を V_{o2} とし、冷却液ポンプ制御部270の回転数 r_w を回転数 r_{w3} とする。この場合、放熱能力 Q_r1 と同量の熱量を放熱できるが、発熱量 Q_g の方が大きいため、($Q_g - Q_r1$)の熱量が、冷却液に蓄熱され、冷却液の温度が上昇する。なお、差分($Q_g - Q_r1$)が、予め定められた値 Q_{t1} 以下であるので、燃料温度100の温度が急激に上昇する恐れがない。そのため、燃料電池100の動作を継続することが可能である。また、この場合、冷却液ポンプ370の消費電力は増加するが、ノイズバイブレーションの発生を抑制出来る。ステップS180では、蓄熱量を積算する。

【0046】

続くステップS185は、発熱量 Q_g が放熱能力 Q_r1 よりも小さく変化した場合に行われる処理である。発熱量 Q_g が放熱能力 Q_r1 よりも小さくなれば、蓄熱量が減少する。発熱量 Q_g が放熱能力 Q_r1 よりも小さく変化した場合の処理内容については、後述する。ステップS190において、蓄熱量が0以下となれば、動作パターン算出部250は、ステップS150に移行する。蓄熱量が0以下となったか否かは、例えば、冷却液の温度を測定することにより判断可能である。このために、動作パターン算出部250は、予め判定温度を設定しておき、冷却液の温度が判定温度以下となったときには、蓄熱量が0以下となったと判断できる。また、発熱量は放熱量より小さいので、蓄熱量に、放熱量と発熱量の差分(マイナス値)を積算していくことで、蓄熱量を算出しても良い。

【0047】

ステップS160において、発熱量 Q_g から放熱能力 Q_r1 を引いた差分($Q_g - Q_r1$)が、予め定められた値 Q_{t1} よりも大きい場合、燃料電池100の温度が急激に上昇して運転可能な温度を超えるおそれがある。そのため、動作パターン算出部250は、ノイズバイブレーションを考慮せずに燃料電池100の冷却をより強力に行う動作パターンを算出する。具体的には、動作パターン算出部250は、ステップS200に移行し、ステップS120で設定したノイズバイブレーションを考慮したラジエータファン360の駆動電圧の上限 V_{lu1} を上げる。但し、ラジエータファン360の駆動電圧は、その定格を越えないことが好ましい。そして、ステップS210において、発熱量 Q_g を放熱できる条件で、冷却液ポンプ370とラジエータファン360の消費電力の和が最小となるよう動作点を算出し、ファン制御部260と、冷却液ポンプ制御部270に、この動作点に基づいて、ラジエータファン360と、冷却液ポンプ370とを制御させる。この場合、図4～6に示す動作パターンは使用されない。これにより、ノイズバイブレーションは大きくなるが、燃料電池100の発熱量 Q_g を放熱でき、燃料電池100の温度上昇を抑制できる。本実施形態では、発熱量 Q_g から放熱能力 Q_r1 を引いた差分により、ステップS170の処理を行うか、ステップS200、S210の処理を行うか分離していたが、発熱量 Q_g の方が放熱能力 Q_r1 よりも大きい場合には、ステップS160、S170の処理を行わずに、ステップS200、S210の処理を行っても良い。また、ステップS210において、発熱量 Q_g を放熱できる条件が発見されない場合には、ラジエータファン360の駆動電圧を最大として、最大量の放熱を実行してもよい。この場合、放熱出来なかった熱は、冷却液に蓄熱される。そして、発熱が低下した場合でも、蓄熱量がなくな

るまで冷却を継続してもよい。発熱量が低下した場合には、ノイズバイブレーションの解消を優先して、ラジエータファン３６０の駆動電圧の上限を下げてても良い。

【００４８】

図８は、燃料電池１００の発熱量と、車速 v と、ラジエータファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} の関係を示すグラフの一例である。放熱能力算出部２４０は、車速 v の他に、燃料電池１００の発熱量を考慮してラジエータファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} を定めても良い。車両１０の車速 v が v_2 まで上昇すると、ファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} は、 V_{o3} から V_{o4} （図５，図６）に上昇する。ここでは、ラジエータファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} と、後述する駆動電圧の上限 V_{lu2} との差をわかりやすくするために、図５、６に示すよりもラジエータファン３６０の駆動電圧を細かく区切っている。燃料電池１００の発熱量が少ない場合（実線で示す場合）には、車速 v が v_6 まで上昇すると、ファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} は、 V_{o4} から V_{o5} に上昇する。一方、燃料電池１００の発熱量が多い場合（一点鎖線で示す場合）には、車速が v_4 （ $v_4 < v_6$ ）まで上昇すると、ファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} は、 V_{o4} から V_{o5} に上昇する。ノイズバイブレーションを考慮すれば、車速が v_6 まで上昇しなければ、ファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} を V_{o5} まで上げないことが好ましい。しかし、燃料電池１００の発熱量が多い場合（一点鎖線で示す場合）には、動作パターン算出部２５０は、ノイズバイブレーションを考慮しない。すなわち、速度 v が v_4 まで上昇すれば、ラジエータファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} を V_{o5} に上げる。この場合、車速 v に基づくノイズバイブレーションに対して、ラジエータファン３６０によるノイズバイブレーションが目立つようになるが、燃料電池１００の冷却を優先するので、燃料電池１００を十分に冷却することが可能となる。

【００４９】

本実施形態では、車速 v が低下するとき、燃料電池１００の発熱量が少ない場合（破線で示す場合）には、車速 v が v_5 （ $v_5 < v_6$ ）まで下降しなければ、ファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} は、 V_{o4} に下降しない。また、燃料電池１００の発熱量が多い場合（一点鎖線で示す場合）には、車速が v_3 （ $v_3 < v_4 < v_5$ ）まで下降しなければ、ファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} は、 V_{o3} に下降しない。このように、車速 v とファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} との間にヒステリシスを持たせてもよい。こうすれば、車速 v が少し上下するだけでファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} も上下に変動するハンチング現象を抑制できる。

【００５０】

図９は、冷却液に熱が蓄熱された後、発熱量 Q_g が放熱能力 Q_{r1} よりも小さくなった場合の動作フローチャートである。図９の処理は、図７のステップＳ１８０とステップＳ１９０との間に挿入してもよい。動作パターン算出部２５０は、図７のステップＳ１８０の次に、ステップＳ３００に移行し、発熱量 Q_g が放熱能力 Q_{r1} より小さくなったか否かを判断する。発熱量 Q_g が放熱能力 Q_{r1} 以上の場合には、冷却剤の蓄熱量が少なくなることはないので、図７のステップＳ１６０に移行する。ステップＳ３００において、発熱量 Q_g が放熱能力 Q_{r1} より小さくなった場合には、ステップＳ３１０において、ラジエータファン３６０の駆動電圧の上限を V_{lu2} に設定する。この V_{lu2} は、 V_{lu1} より小さい値である。

【００５１】

図１０は、発熱量と、車速 v と、ラジエータファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu2} の関係を示すグラフである。図８に示すグラフと比較すると、同じ速度において、図９におけるラジエータファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu2} は、図８におけるラジエータファン３６０の駆動電圧の上限 V_{lu1} よりも低くなっている。

【００５２】

図９のステップＳ３２０では、動作パターン算出部２５０は、ラジエータファン３６０の駆動電圧を V_{lu2} 以下とする条件下で、 $Q_g < Q_{r1}$ と冷却液ポンプ３７０と、ラジエータファン３６０の消費電力の和が最小となる条件を満たす動作点を算出し、ファン制

御部 260 と、冷却液ポンプ制御部 270 に、この動作点に基づいて、ラジエータファン 360 と、冷却液ポンプ 370 とを制御させる。例えば、車両 10 の速度から得られるラジエータファン 360 の駆動電圧の上限 (V_{lu1}) が V_o3 であるとする。動作パターン算出部 250 は、ラジエータファン 360 の駆動電圧の上限 (V_{lu2}) を V_o3 より低い V_o2 とする。放熱すべき熱量が Q_r ($Q_4 < Q_r < Q_5$) の場合、動作パターン算出部 250 は、動作点として、ラジエータファン 360 の駆動電圧を V_o2 、冷却液ポンプ 370 の回転数 r_w を r_w2 から r_w3 の間とする。こうすれば、冷却液ポンプ 370 と、ラジエータファン 360 の消費電力を低く抑えながら放熱できる。また、温度の応答遅れによる過冷却及び過剰な冷却による電力消費を抑えることが出来る。

【0053】

本実施形態では、図 9 のステップ S310 において、ラジエータファン 360 の駆動電圧の上限を V_{lu2} に設定しているが、上限を V_{lu1} に維持し、流量も維持しても良い。駆動電圧の上限を V_{lu2} に設定するよりも早く放熱出来る。

【0054】

以上、本実施形態によれば、動作パターン算出部 250 は、車両 10 速度に基づいて、ラジエータファン 360 の駆動電圧の上限 V_{lu1} を設定し、燃料電池 100 の発電量から燃料電池 100 の発熱量を算出する。また、ラジエータファン 360 の駆動電圧の上限の下で、発熱量を放熱でき、かつ、冷却液ポンプ 370 とラジエータファン 360 で消費される電力が最小となるように、冷却液ポンプ 370 の回転数 (流量) とラジエータファン 360 の駆動電圧と分流比と、を制御するので、ノイズバイブレーションの抑制と消費電力の低減を両立できる。なお、発熱量から放熱量を引いた差分が予め定められた値以上の場合には、ラジエータファン 360 の駆動電圧の上限を撤廃し、発熱量を放熱でき、かつ、冷却液ポンプ 370 とラジエータファン 360 で消費される電力が最小となるように、冷却液ポンプ 370 の駆動とラジエータファン 360 の駆動とを制御するので、ノイズバイブレーションよりも燃料電池 100 の冷却を優先することができる。

【0055】

本実施形態では、動作パターン算出部 250 は、車両 10 速度に基づいて、ラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o の上限 V_{lu1} を設定し、燃料電池 100 の発電量から燃料電池 100 の発熱量を算出したが、車速毎に、放熱量と、消費電力を最小とするようなラジエータファン 360 の駆動電圧 V_o と冷却液ポンプ 370 の回転数と、の関係を定めたマップを有していても良い。

【0056】

変形例：

図 11 は変形例の燃料電池と燃料電池の冷却系回路を示す説明図である。図 2 の示す冷却回路と比較すると、バイパス管 330 と分流弁 340 とを備えていない点が異なる。図 5、6 で説明したように、発熱量が Q_1 より大きい場合には、分流比は 1 なので (全てラジエータ 350 に流れるので)、バイパス管 330 と分流弁 340 とを備えない構成であってもよい。この場合、ラジエータファン 360 の駆動量と、冷却液ポンプ 370 の流量により冷却液の温度が制御される。変形例では、分流比が 1 で固定と同じであるので、本実施形態で説明した放熱量が Q_2 以上の動作と同じである。なお、分流弁 340 のみ備えない構成であってもよい。この場合、分流比が 0 から 1 n 間で固定されていると考えることができ、同様にラジエータファン 360 の駆動量と、冷却液ポンプ 370 の流量により冷却液の温度が制御される。

【0057】

以上、いくつかの実施例に基づいて本発明の実施の形態について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨並びに特許請求の範囲を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物が含まれることはもちろんである。

【符号の説明】

【0058】

10

20

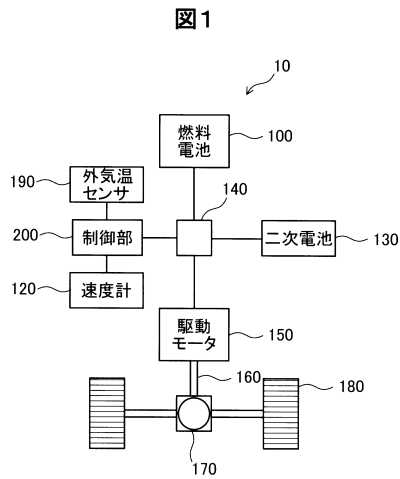
30

40

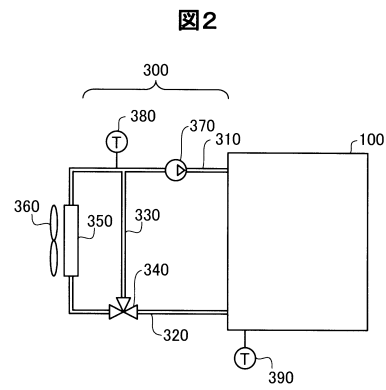
50

1 0 ... 燃料電池搭載車両 (車両)	
1 0 0 ... 燃料電池	
1 2 0 ... 速度計	
1 3 0 ... 二次電池	
1 4 0 ... 電力分配コントローラ	
1 5 0 ... 駆動モータ	
1 6 0 ... ドライブシャフト	
1 7 0 ... 動力分配ギア	
1 8 0 ... 車輪	
1 9 0 ... 外気温センサ	10
2 0 0 ... 制御部	
2 1 0 ... 発熱量算出部	
2 4 0 ... 放熱能力算出部	
2 5 0 ... 動作パターン算出部	
2 6 0 ... ファン制御部	
2 7 0 ... 冷却液ポンプ制御部	
3 0 0 ... 冷却系回路	
3 1 0 ... 冷却液供給管	
3 2 0 ... 冷却液排出管	
3 3 0 ... バイパス管	20
3 4 0 ... 分流弁	
3 5 0 ... ラジエータ	
3 6 0 ... ラジエータファン (ファン)	
3 7 0 ... 冷却液ポンプ (ウォータerpump、W / P)	
3 8 0 ... 温度センサ	
3 9 0 ... 温度センサ	

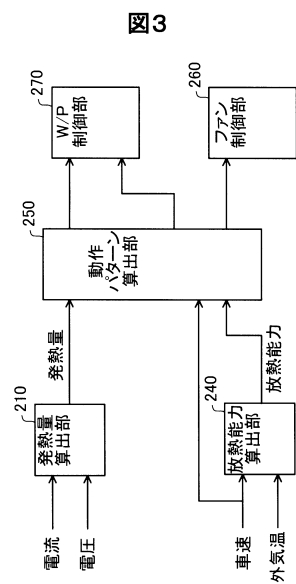
【 図 1 】



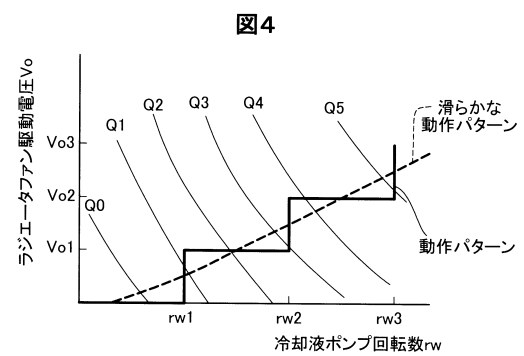
【 図 2 】



【圖 3】



【 図 4 】



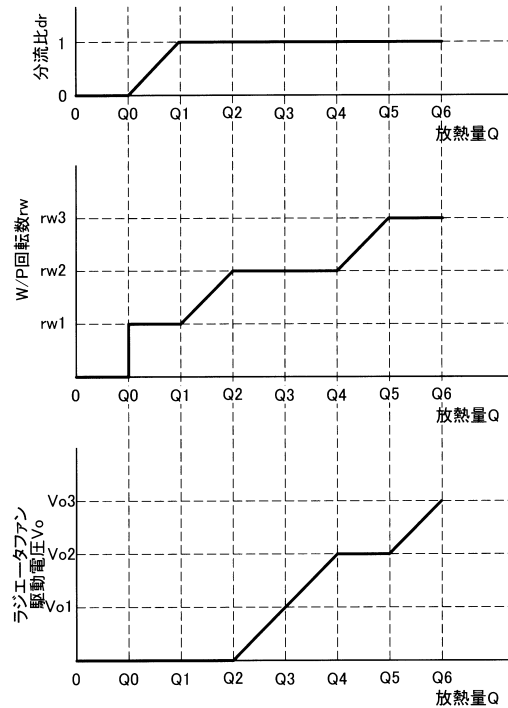
【 図 5 】

图5

放熱量Q	分流比dr (ラジエータへの 分流率)	W/P 回転数rw	ラジエータファン 駆動電圧Vo
～Q0	0	0	0
Q0～Q1	0～1	rw1	0
Q1～Q2	1	rw1～rw2	0
Q2～Q3	1	rw2	0～Vo1
Q3～Q4	1	rw2	Vo1～Vo2
Q4～Q5	1	rw2～rw3	Vo2
Q5～Q6	1	rw3	Vo2～Vo3

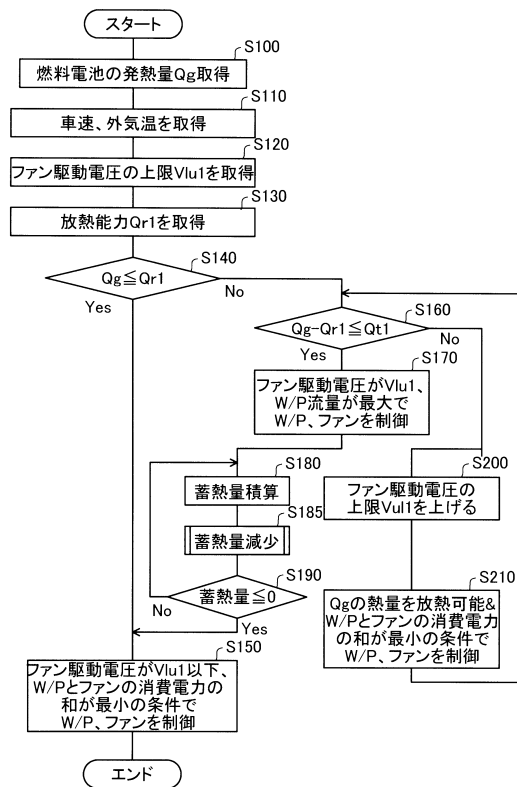
【図 6】

図6



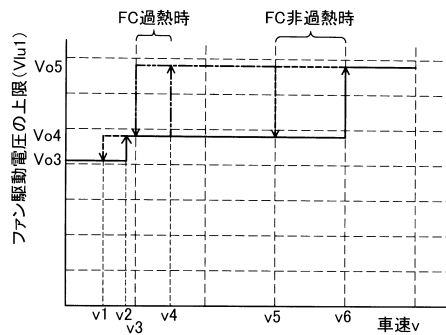
【図 7】

図7



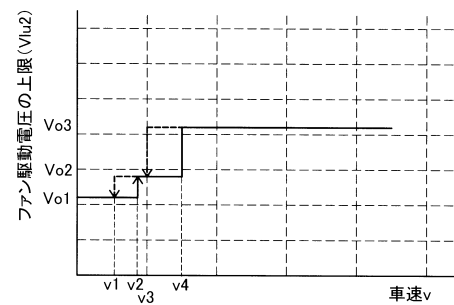
【図 8】

図8



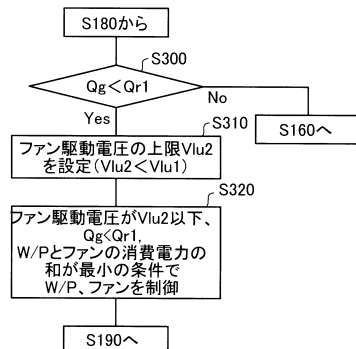
【図 10】

図10



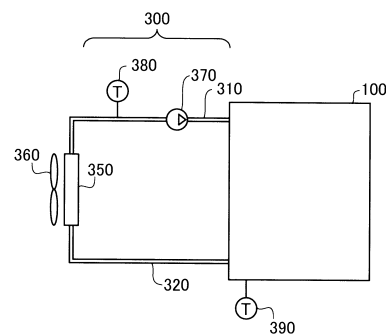
【図 9】

図9



【図 11】

図11



フロントページの続き

審査官 笹岡 友陽

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 2 2 8 6 2 9 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 8 8 5 1 6 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 6 6 5 4 0 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 2 8 6 3 0 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 3 4 9 0 2 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 7 9 1 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 4 6 8 0 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5
B 6 0 L 1 1 / 1 8