

(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2020-9550  
(P2020-9550A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1M 8/04029 (2016.01)	HO 1M 8/04029	5H127
HO 1M 8/04 (2016.01)	HO 1M 8/04 J	
	HO 1M 8/04 N	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2018-126949 (P2018-126949)	(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
(22) 出願日	平成30年7月3日(2018.7.3)	(74) 代理人	100079049 弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995 弁理士 加藤 和詳
		(74) 代理人	100099025 弁理士 福田 浩志
		(72) 発明者	深谷 良介 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)	5H127 AB04 AC01 BB02 BB12 BB26 BB37 CC06 CC07

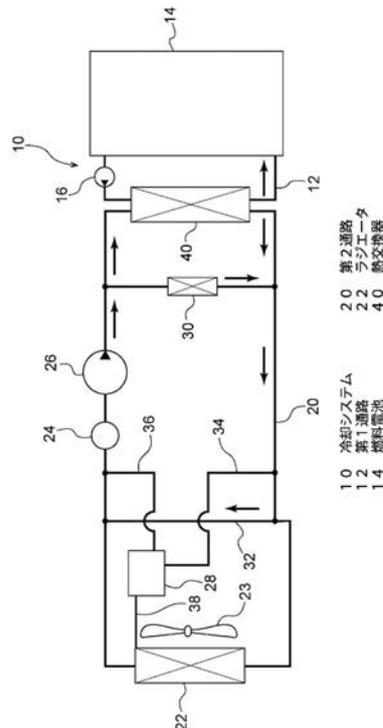
(54) 【発明の名称】 燃料電池の冷却システム

(57) 【要約】

【課題】燃料電池からの漏電を抑制できる燃料電池の冷却システムを得る。

【解決手段】燃料電池14を冷却する絶縁冷媒が循環する第1通路12と、絶縁冷媒と熱交換される冷媒が循環し、かつ、その冷媒の熱を放出するラジエータ22が接続された第2通路20と、第1通路12と第2通路20との間で熱交換させる熱交換器40と、を備えた燃料電池14の冷却システム10とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

燃料電池を冷却する絶縁冷媒が循環する第 1 通路と、  
前記絶縁冷媒と熱交換される冷媒が循環し、かつ前記冷媒の熱を放出するラジエータが  
接続された第 2 通路と、  
前記第 1 通路と前記第 2 通路との間で熱交換させる熱交換器と、  
を備えた燃料電池の冷却システム。

## 【請求項 2】

燃料電池を冷却する第 1 冷媒が循環する第 1 通路と、  
前記第 1 冷媒と熱交換される第 2 冷媒が循環し、かつ前記第 2 冷媒の熱を放出するラジ  
エータが接続された第 2 通路と、  
絶縁体で構成され、前記第 1 通路と前記第 2 通路との間で熱交換させる熱交換器と、  
を備えた燃料電池の冷却システム。

## 【請求項 3】

前記熱交換器が絶縁体で構成されている請求項 1 に記載の燃料電池の冷却システム。

## 【請求項 4】

少なくとも前記第 1 通路を覆う絶縁カバーが設けられている請求項 2 に記載の燃料電池  
の冷却システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

20

## 【0001】

本発明は、燃料電池の冷却システムに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

燃料電池を冷却する冷却液の通路に、通路を流れる液圧によって回転する羽根車を 2 つ  
設け、各羽根車の先端同士の間隔を小さくすることで、局所的に断面積が小さい通路を作  
り出し、冷却液の電氣的絶縁抵抗を確保するようにした燃料電池の冷却システムは、従来  
から提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

30

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 117884 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、冷却液の通路に 2 つの羽根車を設けると、通路内における通液抵抗が増  
加する。したがって、通路内における冷却液の流量を確保するために、ポンプの出力を増  
加させるなどの対策が必要となる。このように、燃料電池を冷却する冷却液の電氣的絶  
縁抵抗を確保する（燃料電池からの漏電を抑制する）構造には、未だ改善の余地がある。

## 【0005】

40

そこで、本発明は、燃料電池からの漏電を抑制できる燃料電池の冷却システムを得るこ  
とを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記の目的を達成するために、本発明に係る請求項 1 に記載の燃料電池の冷却システム  
は、燃料電池を冷却する絶縁冷媒が循環する第 1 通路と、前記絶縁冷媒と熱交換される冷  
媒が循環し、かつ前記冷媒の熱を放出するラジエータが接続された第 2 通路と、前記第 1  
通路と前記第 2 通路との間で熱交換させる熱交換器と、を備えている。

## 【0007】

請求項 1 に記載の発明によれば、燃料電池を冷却する冷媒が絶縁冷媒とされている。そ

50

して、その絶縁冷媒が循環する第1通路と、絶縁冷媒と熱交換されるとともにラジエータによって冷却される冷媒が循環する第2通路と、が分離されている。したがって、第1通路を介した燃料電池からの漏電が抑制される。また、第2通路の冷媒が帯電するおそれがないため、第2通路における電氣的絶縁抵抗を確保しない状態でも、冷却システムとしての電氣的絶縁抵抗が確保される。

【0008】

また、本発明に係る請求項2に記載の燃料電池の冷却システムは、燃料電池を冷却する第1冷媒が循環する第1通路と、前記第1冷媒と熱交換される第2冷媒が循環し、かつ前記第2冷媒の熱を放出するラジエータが接続された第2通路と、絶縁体で構成され、前記第1通路と前記第2通路との間で熱交換させる熱交換器と、を備えている。

10

【0009】

請求項2に記載の発明によれば、燃料電池を冷却する第1冷媒が循環する第1通路と、第1冷媒と熱交換されるとともにラジエータによって冷却される第2冷媒が循環する第2通路と、が分離されている。そして、第1冷媒が循環する第1通路と第2冷媒が循環する第2通路との間で熱交換させる熱交換器が絶縁体で構成されている。したがって、第2通路が第1通路から電氣的に絶縁され、第2通路を介した燃料電池からの漏電が抑制される。

【0010】

また、請求項3に記載の燃料電池の冷却システムは、請求項1に記載の燃料電池の冷却システムであって、前記熱交換器が絶縁体で構成されている。

20

【0011】

請求項3に記載の発明によれば、絶縁冷媒が循環する第1通路と冷媒が循環する第2通路との間で熱交換させる熱交換器が絶縁体で構成されている。したがって、第2通路が第1通路から電氣的に絶縁され、第1通路及び第2通路を介した燃料電池からの漏電が抑制される。

【0012】

また、請求項4に記載の燃料電池の冷却システムは、請求項2に記載の燃料電池の冷却システムであって、少なくとも前記第1通路を覆う絶縁カバーが設けられている。

【0013】

請求項4に記載の発明によれば、燃料電池を冷却する第1冷媒が循環する第1通路が絶縁カバーで覆われている。したがって、第1通路に接触することで起きる感電が防止される。

30

【発明の効果】

【0014】

請求項1に係る発明によれば、第1通路を介した燃料電池からの漏電を抑制することができる。

【0015】

請求項2に係る発明によれば、第2通路を介した燃料電池からの漏電を抑制することができる。

【0016】

請求項3に係る発明によれば、第1通路及び第2通路を介した燃料電池からの漏電を抑制することができる。

40

【0017】

請求項4に係る発明によれば、第1通路に接触することで起きる感電を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1実施形態に係る燃料電池の冷却システムを示す模式図である。

【図2】第2実施形態に係る燃料電池の冷却システムを示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

50

## 【0019】

以下、本発明に係る実施の形態について、図面を基に詳細に説明する。なお、本実施形態に係る燃料電池14の冷却システム10は、車両に搭載されている。また、以下において、冷媒（絶縁冷媒を含む）の循環方向上流側を単に「上流側」と言い、循環方向下流側を単に「下流側」と言う場合がある。まず、第1実施形態に係る冷却システム10について説明する。

## 【0020】

<第1実施形態>

図1に示されるように、第1実施形態に係る冷却システム10は、燃料電池（FCスタック）14の内部を冷却する絶縁冷媒を循環させる第1通路12と、ラジエータ22によって冷却される冷媒としての冷却水（Long Life Coolant：LLC）を循環させる第2通路20と、第1通路12（第1通路12内を流れる絶縁冷媒）と第2通路20（第2通路20内を流れる冷却水）との間で熱交換させる熱交換器40と、を備えている。

10

## 【0021】

第1通路12には、絶縁冷媒を循環させるためのポンプ16が接続されており、第1通路12の循環経路は、できるだけ短くなるように構成されている。なお、ここで言う「絶縁冷媒」とは、ある一定以上（例えば $1.0 \times 10^{13} \cdot \text{m}$ 程度）の体積抵抗率を有する冷媒（液体）であり、フッ素系冷媒が一例として挙げられる。また、「ある一定以上の体積抵抗率」としたのは、法規により、車両全体として1V（ボルト）当たり100以上の絶縁抵抗を確保しなければならないためであり、他の

20

## 【0022】

第2通路20には、冷却水の熱を大気へ放出するラジエータ22と、冷却水の温度を検出する温度センサー24と、冷却水を循環させるためのポンプ26と、が上流側から下流側にかけて、この順で接続されている。なお、ラジエータ22には、ラジエータ22へ冷却風を送風するためのファン23が対向配置されている。

## 【0023】

また、図1において、第2通路20との接続部位における各電磁切替弁の図示は省略するが、ラジエータ22よりも下流側で、かつ温度センサー24よりも上流側の第2通路20と、ラジエータ22よりも上流側の第2通路20と、がバイパス32によって接続されている。

30

## 【0024】

そして、バイパス32の上流側が接続された部位よりも上流側の第2通路20と、リザーバタンク28と、が第1分岐路34によって接続され、バイパス32の下流側が接続された部位よりも下流側で、かつ温度センサー24よりも上流側の第2通路20と、リザーバタンク28と、が第2分岐路36によって接続されている。更に、ラジエータ22とリザーバタンク28とが第3分岐路38によって接続されている。

## 【0025】

そして、ポンプ26よりも下流側の第2通路20と、第1分岐路34が接続された部位よりも上流側の第2通路20との間に（ラジエータ22及び後述する熱交換器40と並列に繋がるように）インタークーラー30が接続されている。このインタークーラー30は、図示しない過給機の圧縮により昇温した空気と熱交換し、その空気を冷却する熱交換器である。

40

## 【0026】

また、インタークーラー30の上流側が接続された部位よりも下流側の第2通路20と、インタークーラー30の下流側が接続された部位よりも上流側の第2通路20との間に（ラジエータ22と直列に繋がるように）熱交換器40が接続されている。そして、ポンプ16よりも下流側の第1通路12にも熱交換器40が接続されている。この熱交換器40は、第1通路12内を循環する絶縁冷媒の熱と、第2通路20内を循環する冷却水の熱と、を熱交換するものであり、絶縁冷媒を冷却水によって冷却するものである。

50

## 【0027】

なお、熱交換器40により、第1通路12内を循環する絶縁冷媒から奪った熱は、第2通路20内を循環する冷却水によってラジエータ22へ運ばれ、そのラジエータ22によって大気へ放出されるようになっている。すなわち、ラジエータ22を流れる冷却水の熱と、ラジエータ22へ送風される冷却風の熱と、が熱交換されるようになっている。そして、ラジエータ22で熱交換されて冷却された冷却水は、再び熱交換器40へ送られるようになっている。

## 【0028】

以上のような構成とされた第1実施形態に係る冷却システム10において、次にその作用について説明する。

10

## 【0029】

第1通路12では、ポンプ16の駆動により絶縁冷媒が循環している。そして、燃料電池14を通過し、燃料電池14と熱交換された（燃料電池14で加熱された）絶縁冷媒は、熱交換器40を通過することにより、第2通路20を循環する冷却水と熱交換される（冷却される）。なお、熱交換された（冷却された）絶縁冷媒は、再び燃料電池14を通過し、その燃料電池14と熱交換される（燃料電池14で加熱される）。

## 【0030】

第2通路20では、ポンプ26の駆動により冷却水が循環している。そして、熱交換器40で絶縁冷媒と熱交換された冷却水は、ラジエータ22を通過することにより、ラジエータ22へ送風される冷却風と熱交換される。すなわち、冷却水の熱が大気へ放出され、その冷却水が冷却される。なお、熱交換された（冷却された）冷却水は、再び熱交換器40を通過し、第1通路12を循環する絶縁冷媒と熱交換される。

20

## 【0031】

以上のようにして燃料電池14が冷却されるが、この冷却システム10では、燃料電池14を冷却する絶縁冷媒が循環する第1通路12と、絶縁冷媒と熱交換されるとともにラジエータ22によって冷却される冷却水が循環する第2通路20と、が分離されている。そして、第1通路12を循環して燃料電池14を冷却する冷媒は、ある一定以上の体積抵抗率を有する絶縁冷媒とされている。

## 【0032】

したがって、第1通路12を介した燃料電池14からの漏電を抑制又は防止することができる。また、第2通路20の冷却水が帯電する（冷却水に高電圧が印加される）おそれがないため、第2通路20における電氣的絶縁抵抗を確保しない状態でも、冷却システム10（車両全体）としての電氣的絶縁抵抗を確保することができる。すなわち、ユーザーが誤って第1通路12や第2通路20に接触しても、感電するおそれがない。

30

## 【0033】

なお、絶縁冷媒は、水に比べて比熱が小さく、冷媒としての性能が劣るが、第1通路12は、循環経路が短いため、通液抵抗が小さく、ポンプ16の能力が高くなくても（通常的能力でも）適切な流量を確保することができる。また、第2通路20は、循環経路が長い、ラジエータ22及び熱交換器40等が設けられているだけであるため（通液抵抗が大きいため）、ポンプ26の能力が通常的能力で足り、ラジエータ22における放熱能力を十分に確保することができる。

40

## 【0034】

また、上記の通り、第2通路20の冷却水が帯電する（冷却水に高電圧が印加される）おそれがないため、第2通路20において、絶縁抵抗の管理が不要となる。すなわち、第2通路20において、冷却水の導電率上昇の原因となるイオンを除去するイオン交換器を設ける必要がなくなる。したがって、車両としての製造コストを低減させることができる。

## 【0035】

また、第2通路20では、冷却水（LLC）が循環するだけであり、絶縁冷媒には防錆剤などの添加物（絶縁抵抗を低下させるイオン性の化合物）が含まれていないため、ラジ

50

エータ 2 2 への負荷が少なく（ラジエータ 2 2 において腐食の発生が抑制され）、ラジエータ 2 2 の寿命を延ばすことができる。更に、冷却水（LLC）は、安価で色付きであるため、高価で無色透明な絶縁冷媒と区別が付き易く、その交換作業も容易にできる。

【0036】

< 第 2 実施形態 >

次に、第 2 実施形態に係る冷却システム 10 について説明する。なお、上記第 1 実施形態と同等の部位には、同じ符号を付して詳細な説明（共通する作用も含む）は適宜省略する。

【0037】

この第 2 実施形態では、第 1 通路 1 2 を循環する第 1 冷媒が、絶縁冷媒ではなく、第 2 通路 2 0 を循環する第 2 冷媒としての第 2 冷却水（LLC）と同じ第 1 冷却水（LLC）とされている点、及び、熱交換器 4 0 が、絶縁体で構成されている点が、上記第 1 実施形態と異なっている。そして、この第 2 実施形態では、図 2 に示されるように、第 1 通路 1 2 及び熱交換器 4 0 が、絶縁カバー 1 8 で覆われている点が、上記第 1 実施形態と異なっている。

10

【0038】

熱交換器 4 0 は、ある一定以上の体積抵抗率を有する絶縁材料（絶縁体）で構成されており、その絶縁材料としては、例えば炭化ケイ素系や窒化ケイ素系のセラミック材料が一例として挙げられる。また、この第 2 実施形態に係る冷却システム 10 でも、車両全体として 1 V 当たり 1 0 0 以上の絶縁抵抗が確保されるように、熱交換器 4 0 の絶縁抵抗が設定されている。

20

【0039】

絶縁カバー 1 8 は、ユーザーが誤って第 1 通路 1 2 に接触すること、即ち感電することを防止するためのものであり、第 1 通路 1 2 及び熱交換器 4 0 を収容可能な筐体状に形成されている。なお、絶縁カバー 1 8 は、上記の通り、ユーザーが第 1 通路 1 2 に接触することを防止するためのものであるため、少なくとも第 1 通路 1 2 を覆っていればよい。

【0040】

以上のような構成とされた第 2 実施形態に係る冷却システム 10 において、次にその作用について説明する。

【0041】

第 1 通路 1 2 では、ポンプ 1 6 の駆動により第 1 冷却水（LLC）が循環している。そして、燃料電池 1 4 を通過し、燃料電池 1 4 と熱交換された（燃料電池 1 4 で加熱された）第 1 冷却水は、熱交換器 4 0 を通過することにより、第 2 通路 2 0 を循環する第 2 冷却水と熱交換される（冷却される）。なお、熱交換された（冷却された）第 1 冷却水は、再び燃料電池 1 4 を通過し、その燃料電池 1 4 と熱交換される（燃料電池 1 4 で加熱される）。

30

【0042】

第 2 通路 2 0 では、ポンプ 2 6 の駆動により第 2 冷却水（LLC）が循環している。そして、熱交換器 4 0 で第 1 冷却水と熱交換された第 2 冷却水は、ラジエータ 2 2 を通過することにより、ラジエータ 2 2 へ送風される冷却風と熱交換される。すなわち、第 2 冷却水の熱が大気へ放出され、その第 2 冷却水が冷却される。なお、熱交換された（冷却された）第 2 冷却水は、再び熱交換器 4 0 を通過し、第 1 通路 1 2 を循環する第 1 冷却水と熱交換される。

40

【0043】

以上のようにして燃料電池 1 4 が冷却されるが、この冷却システム 10 では、燃料電池 1 4 を冷却する第 1 冷却水が循環する第 1 通路 1 2 と、第 1 冷却水と熱交換されるとともにラジエータ 2 2 によって冷却される第 2 冷却水が循環する第 2 通路 2 0 と、が分離されている。そして、第 1 冷却水が循環する第 1 通路 1 2 と第 2 冷却水が循環する第 2 通路 2 0 との間で熱交換させる熱交換器 4 0 が絶縁体（絶縁材料）で構成されている。

【0044】

50

したがって、第1通路12を循環させる第1冷媒を絶縁冷媒にしなくても、第2通路20を第1通路12（高電圧系）から電氣的に絶縁することができ、第2通路20を介した燃料電池14からの漏電を抑制することができる。また、少なくとも第1通路12が絶縁カバー18で覆われているため、ユーザーが誤って第1通路12に接触するおそれがない。つまり、ユーザーが第1通路12に接触して感電するおそれがない。

【0045】

また、第1通路12を循環させる第1冷媒に、絶縁冷媒ではなく、第1冷却水（LLC）を使用するため、燃料電池14を冷却する冷媒としての性能が劣ることがない。したがって、燃料電池14から第1冷却水へ良好に熱伝達させることができる（燃料電池14を良好に冷却することができる）。

10

【0046】

また、絶縁材料は、金属材料に比べて熱伝導率が小さく、絶縁材料で構成された熱交換器40は、金属材料で構成された熱交換器（図示省略）に比べると、熱伝達効率が低下する。しかしながら、熱交換器40における熱交換は、液体（冷却水）同士の熱交換であるため、液体と気体の熱交換を行うラジエータ22に比べて、熱伝達効率を確保し易い。

【0047】

なお、図2に示されるように、熱交換器40が燃料電池14と比較的近い位置に設置されている場合には、第1通路12及び熱交換器40だけではなく、燃料電池14も覆う絶縁カバー18としてもよい。これによれば、第1通路12、熱交換器40、燃料電池14を、筐体状の絶縁カバー18に組み込まれた1つのモジュールとして取り扱うことが可能となる。

20

【0048】

また、第2実施形態において、絶縁カバー18を廃止し、第1通路12を循環させる第1冷媒を第1冷却水ではなく、第1実施形態と同じように、絶縁冷媒としてもよい。換言すれば、第1実施形態において、熱交換器40を、第2実施形態と同じように、絶縁体（絶縁材料）で構成してもよい。

【0049】

このような構成にすれば、第2通路20における電氣的絶縁抵抗を確保することができ（冷却システム10としての電氣的絶縁抵抗を確保することができ）、第1通路12及び第2通路20を介した燃料電池14からの漏電をより一層抑制又は防止することができる。したがって、ユーザーが誤って第1通路12や第2通路20に接触しても感電するおそれなくなる。

30

【0050】

また、この場合の冷却システム10における絶縁抵抗は、絶縁冷媒の体積抵抗率と絶縁体（絶縁材料）で構成された熱交換器40の体積抵抗率とを合わせたものとなる。ここで、車両全体としての絶縁抵抗は、1V当たり100以上確保されていればよい。したがって、絶縁冷媒の体積抵抗率を上記第1実施形態における絶縁冷媒の体積抵抗率よりも低くすることができ、熱交換器40の体積抵抗率を上記第2実施形態における熱交換器40の体積抵抗率よりも低くすることができる。

40

【0051】

以上、本実施形態に係る燃料電池14の冷却システム10について、図面を基に説明したが、本実施形態に係る冷却システム10は、図示のものに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、適宜設計変更可能なものである。例えば、絶縁カバー18は、筐体状に形成されるものに限定されるものではない。また、第1通路12に設けるポンプ16は、熱交換器40の上流側ではなく、下流側に設けられていてもよい。

【符号の説明】

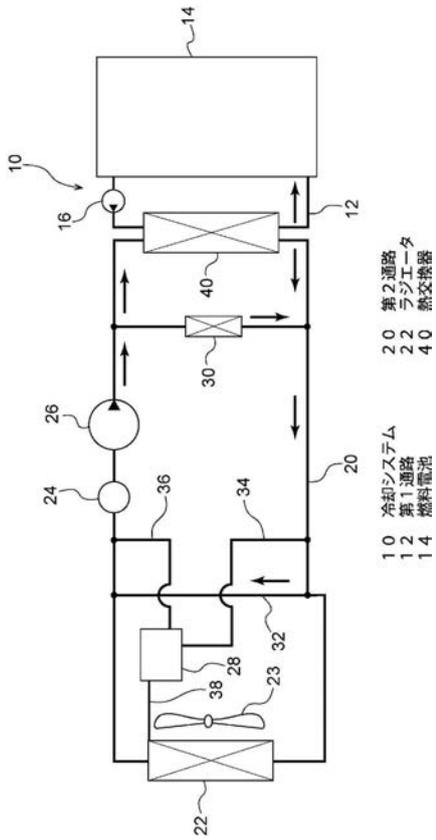
【0052】

- 10 冷却システム
- 12 第1通路

50

- 14 燃料電池
- 18 絶縁カバー
- 20 第2通路
- 22 ラジエータ
- 40 熱交換器

【図1】



【図2】

