

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4345205号
(P4345205)

(45) 発行日 平成21年10月14日(2009.10.14)

(24) 登録日 平成21年7月24日(2009.7.24)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 T
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/04 N
	HO 1 M 8/02 C

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2000-213910 (P2000-213910)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成12年7月14日(2000.7.14)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2002-33108 (P2002-33108A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成14年1月31日(2002.1.31)	(74) 代理人	100096817
審査請求日	平成18年1月17日(2006.1.17)		弁理士 五十嵐 孝雄
		(74) 代理人	100097146
			弁理士 下出 隆史
		(74) 代理人	100102750
			弁理士 市川 浩
		(74) 代理人	100109759
			弁理士 加藤 光宏
		(72) 発明者	石川 哲浩
			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】 絶縁性を考慮した燃料電池の冷却

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池システムであって、
 燃料電池と、
 前記燃料電池を冷却するための冷却装置と、
 を備えており、
 前記冷却装置は、前記燃料電池内を通る循環路に冷却材を強制循環させることによって
 前記燃料電池を冷却する第1の強制循環冷却系と、前記第1の強制循環冷却系とは独立し
 た第2の強制循環冷却系と、前記第1および第2の強制循環冷却系とそれぞれ熱交換を行
 う中間冷却系と、を備えており、
 前記中間冷却系の冷却材として、電気絶縁性液体が使用されており、
 前記中間冷却系は、前記電気絶縁性液体を収容する容器を有しており、
 前記電気絶縁性液体は、前記容器の中で自然循環しつつ前記第1および第2の強制循環
 冷却系とそれぞれ熱交換を行う、燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項1記載の燃料電池システムであって、
 前記電気絶縁性液体は、前記容器の中で前記第1の強制循環冷却系から与えられる熱に
 よって沸騰することが許容されている、燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の燃料電池システムであって、

前記第 1 および第 2 の強制循環冷却系は、前記中間冷却系の中において前記電気絶縁性液体との熱交換を促進するための熱交換促進部をそれぞれ備えている、燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

前記第 2 の強制循環冷却系は、外気に熱を放出するための放熱部を備えている、燃料電池システム。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の燃料電池システムであって、

前記電気絶縁性液体は不凍性を有する、燃料電池システム。

10

【請求項 6】

請求項 5 記載の燃料電池システムであって、

前記電気絶縁性液体は、フッ素系不活性液体または絶縁油を含む、燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、燃料電池の冷却技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

水素と酸素の電気化学反応を利用して発電を行う燃料電池は、次世代のエネルギー源として期待されている。燃料電池の運転時（発電時）には、電気化学反応に伴ってかなりの熱が発生する。そこで、通常の燃料電池システムは、燃料電池を冷却するための冷却装置を備えている。

20

【0003】

燃料電池システムの冷却装置としては、例えば本出願人により開示された特開平 8 - 1 8 4 8 7 7 号公報に記載されたものが知られている。この装置では、水とエチレングリコールとを含む不凍液を含む冷却材を用いて燃料電池を冷却している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、水とエチレングリコールとを含む不凍液は、電気の良導体なので、上述した従来の技術では燃料電池システムの絶縁性を十分なレベルに保つことが困難な場合があった。

30

【0005】

本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、燃料電池システムの絶縁性を比較的容易に高めることのできる技術を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記目的を達成するために、本発明の燃料電池システムは、燃料電池と、前記燃料電池を冷却するための冷却装置と、を備えている。前記冷却装置は、前記燃料電池内を通る循環路に冷却材を強制循環させることによって前記燃料電池を冷却する第 1 の強制循環冷却系と、前記第 1 の強制循環冷却系とは独立した第 2 の強制循環冷却系と、前記第 1 および第 2 の強制循環冷却系とそれぞれ熱交換を行う中間冷却系と、を備えており、前記中間冷却系の冷却材として、電気絶縁性液体が使用されている。

40

【0007】

この燃料電池システムでは、燃料電池の冷却装置において電気絶縁性の冷却材を用いているので、燃料電池を外部と電氣的に絶縁することが容易である。従って、燃料電池システムの絶縁性を比較的容易に高めることが可能である。また、中間冷却系の冷却材として電気絶縁性液体を使用するので、第 1 と第 2 の強制循環冷却系に関しては、電氣的な絶縁性を考慮する必要がない。従って、燃料電池システムの絶縁性を比較的容易に高めることが可能である。

【0010】

50

前記中間冷却系は、前記電気絶縁性液体を収容する容器を有しており、前記電気絶縁性液体は、前記容器の中で自然循環しつつ前記第１および第２の強制循環冷却系とそれぞれ熱交換を行うようにしてもよい。

【００１１】

この構成では、中間冷却系の構成が単純になるという効果がある。

【００１２】

前記電気絶縁性液体は、前記容器の中で前記第１の強制循環冷却系から与えられる熱によって沸騰することが許容されているようにしてもよい。

【００１３】

沸騰熱伝達を利用すると、電気絶縁性液体への熱伝達率が高くなるので、冷却効率を高めることが可能である。

10

【００１４】

前記第１および第２の強制循環冷却系は、前記中間冷却系の中において前記電気絶縁性液体との熱交換を促進するための熱交換促進部をそれぞれ備えているようにしてもよい。

【００１５】

この構成では、中間冷却系における冷却効率をさらに高めることが可能である。

【００１６】

前記第２の強制循環冷却系は、外気に熱を放出するための放熱部を備えているようにしてもよい。

【００１７】

20

この構成では、第２の強制循環冷却系における冷却効率を高めることが可能である。

【００１８】

前記電気絶縁性液体は不凍性を有することが好ましい。

【００１９】

この構成では、燃料電池システムの運転可能な温度範囲を広げることが可能である。

【００２０】

前記電気絶縁性液体は、フッ素系不活性液体または絶縁油を含むものとすることができる。

【００２１】

フッ素系不活性液体や絶縁油は、電気絶縁性で不凍性なので、電気絶縁性の冷却材として好ましい。

30

【００２２】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、燃料電池システムや、燃料電池の冷却システム、冷却方法等の態様で実現することができる。

【００２３】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A．第１実施例：

B．第２実施例：

C．参考例：

40

D．変形例

【００２４】

A．第１実施例：

図１は、本発明の第１実施例としての燃料電池システム１００の構成を示す説明図である。この燃料電池システム１００は、燃料電池２０と、燃料電池２０を冷却するための冷却装置（冷却システム）とを備えている。冷却装置は、燃料電池２０を直接冷却する第１の強制循環冷却系３０と、第１の強制循環冷却系と熱交換を行う中間冷却系４０と、中間冷却系と熱交換を行う第２の強制循環冷却系５０と、燃料電池システムの全体を制御するためのコントローラ６０と、を有している。燃料電池２０と第１の強制循環冷却系３０と中間冷却系４０は、燃料電池ケース２２内に収納されている。

50

【 0 0 2 5 】

第 1 の強制循環冷却系 3 0 は、燃料電池 2 0 と中間冷却系 4 0 の熱交換容器 4 2 との間を循環する循環路 3 1 を有している。この循環路 3 1 には、ポンプ 3 2 と、温度センサ 3 3 とが設けられている。コントローラ 6 0 は、温度センサ 3 3 で測定された冷却材温度に応じてポンプ 3 2 の回転を制御する。循環路 3 1 は金属製のパイプであり、中間冷却系 4 0 の容器と循環路 3 1 との間は絶縁材 3 4 で電氣的に絶縁されている。但し、容器 4 0 の外側では、循環路 3 1 を絶縁材料で形成することも可能であり、この場合には絶縁材 3 4 は不要である。循環路 3 1 のうちで、容器 4 0 の内部を通過する配管には、熱交換を促進する熱交換促進部としての複数のフィン 3 5 が設けられている。第 1 の強制循環冷却系 3 0 を循環する第 1 の冷却材 C L 1 としては、例えば水とエチレングリコールとを含む不凍液が使用される。

10

【 0 0 2 6 】

第 2 の強制循環冷却系 5 0 は、外気に熱を放出するための放熱部としてのラジエータ 5 8 を有している。また、ラジエータ 5 8 と中間冷却系 4 0 の熱交換容器 4 2 との間を循環する循環路 5 1 を有している。この循環路 5 1 にも、ポンプ 5 2 と、温度センサ 5 3 とが設けられている。循環路 5 1 は金属製のパイプであり、中間冷却系 4 0 の容器と循環路 5 1 との間は絶縁材 5 4 で電氣的に絶縁されている。但し、容器 4 0 の外側では、循環路 5 1 を絶縁材料で形成することも可能であり、この場合には絶縁材 5 4 は不要である。循環路 5 1 のうちで、容器 4 0 の内部を通過する配管には、複数のフィン 5 5 が設けられている。第 2 の強制循環冷却系 5 0 を循環する第 2 の冷却材 C L 2 としても、例えば水とエチレングリコールとを含む不凍液が使用される。

20

【 0 0 2 7 】

なお、第 2 の強制循環冷却系 5 0 は、第 1 の強制循環冷却系 3 0 とは独立している。ここで、「独立している」という意味は、互いの循環路が直接的には接触していないことを意味する。第 1 と第 2 の強制循環冷却系 3 0 , 5 0 を互いに独立した構成としたのは、以下で説明する電氣的な絶縁性向上のためである。

【 0 0 2 8 】

中間冷却系 4 0 は、密封された熱交換容器 4 2 の中に冷却材 I C L が収容されたものであり、熱交換容器 4 2 には冷却材 I C L の温度を測定するための温度センサ 4 4 が設けられている。第 1 の強制循環冷却系 3 0 の第 1 の冷却材 C L 1 は、燃料電池 2 0 内の図示しない冷却通路を通過して燃料電池 2 0 を冷却し、中間冷却系 4 0 の熱交換容器 4 2 内において冷却材 I C L に熱を伝達する。冷却材 I C L は、熱交換容器 4 2 中で自然循環（対流）している。この冷却材 I C L の熱は、第 2 の強制循環冷却系 5 0 の第 2 の冷却材 C L 2 に伝達され、ラジエータ 5 8 から外部に放出される。

30

【 0 0 2 9 】

中間冷却系 4 0 の冷却材 I C L は、電気絶縁性液体である。ここで、「電気絶縁性液体」とは、体積抵抗率が室温で約 $10^{12} \cdot m$ 以上の液体を意味する。但し、体積抵抗率は高い方が好ましく、特に約 $10^{16} \cdot m$ 以上であることが好ましい。第 1 と第 2 の強制循環冷却系の循環路 3 1 , 5 1 同士は、電気絶縁性の冷却材 I C L によって絶縁されている。すなわち、第 2 の強制循環冷却系 5 0 は、燃料電池 2 0 から電氣的に絶縁されている。従って、第 1 と第 2 の強制循環冷却系 3 0 , 5 0 の冷却材 C L 1 , C L 2 として電気伝導性の不凍液を用いても、燃料電池システム 1 0 0 の電気絶縁性が損なわれることが無い。なお、以下では、中間冷却系 4 0 の冷却材 I C L を単に「絶縁性冷却材 I C L」と呼ぶ。

40

【 0 0 3 0 】

絶縁性冷却材 I C L は、さらに、不凍性であることが好ましい。ここで、「不凍性」とは、0 で凍結しない性質を意味する。図 1 の燃料電池システム 1 0 0 では、3 種類の冷却材 C L 1 , I C L , C L 2 としていずれも不凍性の液体を用いているので、寒冷地においても冷却材が凍結する心配が無いという利点がある。

【 0 0 3 1 】

なお、絶縁性冷却材 I C L としては、例えば、フッ素系不活性液体である住友スリーエム

50

社製のフロリナート（Fluorinert，商標）や、絶縁油を用いることが可能である。特に、フッ素系不活性液体は、化学的に極めて安定であり、また、熱伝達特性にも優れているという利点がある。

【0032】

図1の例では絶縁性冷却材ICLが熱交換容器42中で自然循環しているが、熱交換容器42内で絶縁性冷却材ICLを沸騰させるようにしてもよい。絶縁性冷却材ICLを熱交換容器42中で沸騰させると、絶縁性冷却材ICLへの熱伝達率が高くなるので、熱交換容器42中における冷却効率を高めることが可能である。この結果、第1と第2の強制循環冷却系30，50の熱交換容器42内における配管長やフィン35，55の表面積を低減することができ、熱交換容器42のサイズを縮小することが可能である。また、熱交換容器42のサイズが小さくなるので、絶縁性冷却材ICLの使用量を低減することができる。特にフッ素系不活性液体は高価なので、この効果が顕著である。

10

【0033】

このような沸騰熱伝達を利用する場合には、熱交換容器42内部の上方に空間が設けられて、絶縁性冷却材ICLの液面が確保される。また、ポンプ32，52は、温度センサ33，44，53で測定された温度に基づいて、絶縁性冷却材ICLが沸騰状態になるように制御される。絶縁性冷却材ICLとしては、その沸点が、第1の冷却材CL1の最高許容温度よりも低いものが選択される。なお、第1の冷却材CL1の最高許容温度は、通常は燃料電池20の最高許容温度から決定される。例えば、第1の冷却材CL1の最高許容温度が約100の場合には、絶縁性冷却材ICLの沸点も約100未満に設定される。また、室温においては、絶縁性冷却材ICLは液体であることが好ましい。従って、沸騰熱伝達を利用する場合には、絶縁性冷却材ICLの沸点は、室温よりも高く、かつ、約100未満であることが好ましい。

20

【0034】

なお、上述のような特定の範囲の沸点を有する絶縁性冷却材ICLを用いた場合には、温度に基づくポンプ32，52の制御を行わずに、ポンプ32，52を定常運転することも可能である。このときには、温度センサ32，44，53のうちの少なくとも一部を省略することができる。

【0035】

以上のように、第1実施例の燃料電池システム100では、2つの強制循環冷却系30，50を独立させ、また、その間に絶縁性冷却材ICLを用いた中間冷却系40を設けたので、高い絶縁性を得ることが可能である。

30

【0036】

B．第2実施例：

図2は、第2実施例の燃料電池システム110の構成を示す説明図である。この燃料電池システム110は、中間冷却系が図1に示した第1実施例と異なるだけであり、他の構成は第1実施例と同じである。第2実施例の中間冷却系40aの容器42aは、第1の強制循環冷却系30の循環路31が通過する第1の熱交換室45aと、第2の強制循環冷却系50の循環路51が通過する第2の熱交換室45bとを有しており、それらの間が配管部46a，46bで接続されている。また、一方の配管部46aには、ポンプ48が設けられている。このポンプ48が運転されると、絶縁性冷却材ICLが容器42a内を強制循環する。

40

【0037】

第2実施例の燃料電池システム110も、第1実施例と同様に高い絶縁性を得ることが可能である。また、第2実施例では、絶縁性冷却材ICLが強制循環するので、第1実施例のように自然循環する場合に比べて絶縁性冷却材への熱伝達率が高くなる。この結果、燃料電池20の冷却効率を高めることが可能である。但し、強制循環のためのポンプ48の動力が必要となるので、エネルギーの節約という観点からは、第2実施例よりも第1実施例の方が好ましい。また、燃料電池システムのサイズの点からも第1実施例の方が好ましい。

50

【 0 0 3 8 】

C . 参考例 :

図 3 は、参考例の燃料電池システム 1 2 0 の構成を示す説明図である。この燃料電池システム 1 2 0 は、第 1 および第 2 実施例と異なり、中間冷却系や第 2 の強制循環冷却系を有しておらず、第 1 の強制循環冷却系のみを備えている。

【 0 0 3 9 】

この第 1 の強制循環冷却系 3 0 a は、ラジエータ 3 8 を有しており、また、ラジエータ 3 8 と燃料電池 2 0 との間を循環する循環路 3 1 a を有している。この循環路 3 1 a には、ポンプ 3 2 と、温度センサ 3 3 とが設けられている。循環路 3 1 は金属製のパイプであり、燃料電池 2 0 と循環路 3 1 a との間には、絶縁材で形成された継ぎ手 8 0 が設けられている。また、冷却材としては第 1 実施例で説明した絶縁性冷却材 I C L が使用されている。なお、循環路 3 1 a を絶縁材料で形成した場合には、絶縁性の継ぎ手 8 0 は不要である。

10

【 0 0 4 0 】

参考例では、燃料電池 2 0 と循環路 3 1 a の配管との間が絶縁されており、また、絶縁性冷却材 I C L が使用されているので、ラジエータ 3 8 は燃料電池 2 0 から電氣的に絶縁されている。従って、第 1 および第 2 実施例と同様に、燃料電池システムに関して高い絶縁性を得ることが可能である。また、第 1 および第 2 実施例に比べてシステムの構成が単純であるという利点もある。但し、絶縁性冷却材 I C L として、上述したフロリナートのような高価な液体を使用する場合には、図 1 に示した第 1 実施例の方が絶縁性冷却材 I C L の量が少なく済むので、参考例よりも好ましい。

20

【 0 0 4 1 】

D . 変形例 :

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【 0 0 4 2 】

D 1 . 変形例 1 :

上述した各種の実施例から理解できるように、燃料電池 2 0 の冷却装置（冷却システム）の構成としては、複数の冷却系を有するものや、1 つの冷却系のみを有するものなどの種々の構成を採用することが可能である。一般には、燃料電池の冷却装置は、燃料電池を冷却する第 1 の強制循環冷却系を少なくとも備えていればよく、また、冷却装置内で使用されている少なくとも 1 種類の冷却材として、電気絶縁性液体が用いられていればよい。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例としての燃料電池システムの構成を示す説明図。

【図 2】 第 2 実施例の燃料電池システムの構成を示す説明図。

【図 3】 参考例の燃料電池システムの構成を示す説明図。

【符号の説明】

2 0 ... 燃料電池

2 2 ... 燃料電池ケース

40

3 0 , 3 0 a ... 第 1 の強制循環冷却系

3 1 ... 循環路

3 2 ... 温度センサ

3 2 ... ポンプ

3 3 ... 温度センサ

3 4 ... 絶縁材

3 5 ... フィン

3 8 ... ラジエータ

4 0 , 4 0 a ... 中間冷却系

4 2 , 4 2 a ... 熱交換容器

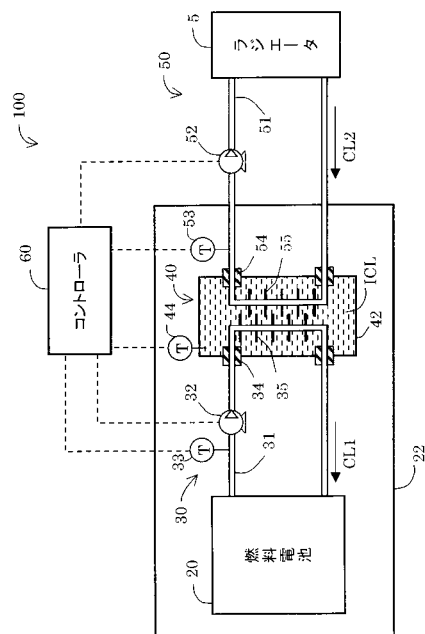
50

- 4 4 ... 温度センサ
- 4 5 a ... 第 1 の熱交換室
- 4 5 b ... 第 2 の熱交換室
- 4 6 a , 4 6 b ... 配管部
- 4 8 ... ポンプ
- 5 0 ... 第 2 の強制循環冷却系
- 5 1 ... 循環路
- 5 2 ... ポンプ
- 5 3 ... 温度センサ
- 5 4 ... 絶縁材
- 5 5 ... フィン
- 5 8 ... ラジエータ
- 6 0 ... コントローラ
- 8 0 ... 継ぎ手
- 1 0 0 ... 燃料電池システム
- 1 1 0 ... 燃料電池システム
- 1 2 0 ... 燃料電池システム
- C L 1 ... 第 1 の冷却材
- C L 2 ... 第 2 の冷却材
- I C L ... 絶縁性冷却材

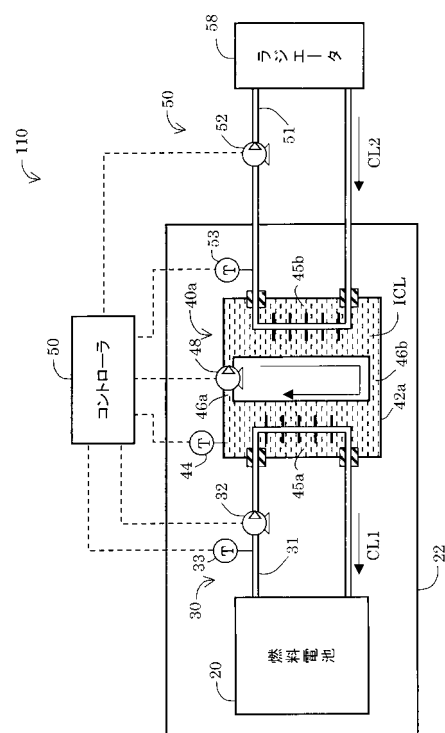
10

20

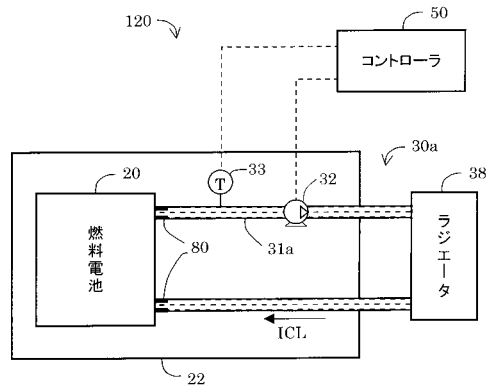
【図 1】



【図 2】



【 図 3 】



フロントページの続き

審査官 井上 能宏

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

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H01M 8/00-8/24