

明 細 書

発明の名称：燃料電池モジュール及び燃料電池装置

関連出願の相互参照

- [0001] 本出願は、2022年7月15日に日本国に特許出願された特願2022-114389の優先権を主張するものであり、この先の出願の開示全体をここに参照のために取り込む。

技術分野

- [0002] 本開示は、燃料電池モジュール及び燃料電池装置に関するものである。

背景技術

- [0003] 水素エネルギーの活用において水素の安定的な貯蔵及び輸送のために、有機ハイドライドを利用することが知られている。有機ハイドライドの脱水素は一般的に吸熱反応であるため、熱源が必要である。水素を反応源として発電する燃料電池においては発電反応で高温を発するので、有機ハイドライドの熱源として用いることが提案されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開2013-143179号公報

発明の概要

- [0005] 第1の観点による燃料電池モジュールは、
容器と、
前記容器に収容される燃料電池と、
前記容器に収容され、前記燃料電池において未反応の燃料を含む排ガスの流路を介して供給される、該未反応の燃料を燃焼させる燃焼部と、
前記容器に収容され、前記燃焼部に対向し、脱水素化反応により有機ハイドライドから少なくとも水素と脱水素化物を生成する第1反応器と、を備え、
前記第1反応器が生成した水素の少なくとも一部が前記燃料として前記燃

料電池に供給される。

[0006] 第2の観点による燃料電池装置は、

容器と、前記容器に収容される燃料電池と、前記容器に収容され、前記燃料電池において未反応の燃料を含む排ガスの流路を介して供給される、該未反応の燃料を燃焼させる燃焼部と、前記容器に収容され、前記燃焼部に対向し、脱水素化反応により有機ハイドライドから少なくとも水素と脱水素化物を生成する第1反応器と、を有し、前記第1反応器が生成した水素の少なくとも一部が前記燃料として前記燃料電池に供給される燃料電池モジュールと、

前記第1反応器に第1熱交換器及び第2熱交換器を介して接続され、前記脱水素化物を貯留する貯留部と、を備える。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]本実施形態に係る燃料電池モジュールを含む燃料電池装置の概略構成図である。

[図2]図1の第1反応器、第2反応器、及び燃焼部の構成例を示す構成図である。

[図3]図1の第1反応器、第2反応器、及び燃焼部の別の構成例を示す構成図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、本開示を適用した燃料電池モジュールの実施形態について、図面を参照して説明する。

[0009] 図1に示すように、本開示の一実施形態に係る燃料電池モジュール10を含む燃料電池装置11は、燃料電池モジュール10、第1熱交換器12、第2熱交換器13、貯留部14を含んで構成される。燃料電池装置11は、更に、第3熱交換器15、放熱器16、第1供給路17、及び第2供給路18を含んで構成されてよい。

[0010] 燃料電池モジュール10は、容器19、燃料電池20、燃焼部21、及び第1反応器22を有する。燃料電池モジュール10は、更に、第2反応器2

3を有してよい。

[0011] 容器19は、燃料電池20、燃焼部21、及び第1反応器22を収容する。容器19は、第2反応器23を収容してよい。

[0012] 燃料電池20は、燃料電池セルを積層させたセルスタックであってよい。燃料電池20は、複数のセルスタックを含んでよい。燃料電池セルは、例えば固体酸化物形燃料電池(SOFC)であり、空気中に含まれる酸素含有ガスと、後述するように、第1反応器22から送出される水素等の燃料を用いた電気化学反応により発電する。又、燃料電池20は、電気化学反応により水を生成する。燃料電池20は、未反応の燃料、未反応の酸素、水蒸気を少なくとも含む排ガスを排出する。燃料電池20は、例えばSOFCにおいては、700℃以上の高温で稼働するため、排ガスも高温である。燃料電池20の排ガスは排ガス流路を介して燃焼部21に供給される。

[0013] 燃焼部21は、燃料電池20から供給される排ガスに含まれる未反応の燃料を燃焼させる。燃焼部21は、例えば燃料電池20において未反応の酸化剤を用いて、未反応の燃料を燃焼させる。燃焼部21は、例えば、複数のガス吹出し口を有してよい。複数のガス吹出し口は、平面上に分散して位置してよい。又は、複数のガス吹出し口は、円筒の内周面上に分散して位置してよい。

[0014] 燃焼部21は、燃料電池20を構成する燃料電池セルの積層方向に垂直な方向、又は積層方向に平行な方向において、燃料電池20に並んで位置してよい。燃焼部21が燃料電池20に並んで位置する構成において、複数のガス吹出し口は積層方向に沿って分散するように設けられていてよい。

[0015] 第1反応器22は、燃焼部21に対向するように設けられている。図2に示すように、第1反応器22は、複数のガス吹出し口が平面上に分散して位置する燃焼部21に対しては、ガス吹出し口が設けられる面24に対向するように設けられてよい。又は、図3に示すように、第1反応器22は、複数のガス吹出し口が円筒の内周面25上に分散して位置する構成においては、内周面25に対向するように設けられてよい。

- [0016] 図2、3に示すように、第1反応器22には、後述するように、有機ハイドライドが供給されてよい。有機ハイドライドは、例えば、メチルシクロヘキサン、シクロヘキサン、デカリン等のように、水素を可逆的に放出可能な有機化合物である。第1反応器22は、脱水素化反応により有機ハイドライドから、少なくとも水素と脱水素化物を生成する。第1反応器22からは、水素、脱水素化物、及び未反応の有機ハイドライドを含む原燃料ガスが送出されてよい。原燃料ガスに含まれる水素の少なくとも一部が、後述するように、燃料として燃料電池20に供給される。
- [0017] 第1反応器22は、第1気化部26及び脱水素部27を有してよい。第1気化部26及び脱水素部27は、第1反応器22内で、例えば、内壁により区切られていてよい。第1気化部26及び脱水素部27は、連通してよい。脱水素部27が第1気化部26の下流に位置するように、第1反応器22は、燃料電池モジュール10内に設けられてよい。
- [0018] 第1気化部26は、有機ハイドライドを気化してよい。第1気化部26は、気化を促進させるために充填剤が充填されていてよい。脱水素部27は、脱水素触媒を収容してよい。脱水素部27は、第1気化部26において気化した有機ハイドライドに脱水素化反応を生じさせてよい。
- [0019] 第2反応器23は、第1反応器22及び燃焼部21の間に位置してよい。第2反応器23には、分離ガスと、燃焼部21における燃焼により発生する水とが供給されてよい。後述するように、分離ガスは、第1反応器22から送出され、水素及び当該水素とともに供給される有機化合物を含んでよい。
- [0020] 第2反応器23は、例えば、水蒸気改質反応により、有機化合物から、水素及び二酸化炭素を生成する。なお、第2反応器23に供給される水素は、そのまま送出されてよい。第2反応器23からは、水素、二酸化炭素、及び未反応の水蒸気送出されてよい。第2反応器23が生成した燃料ガスは、燃料電池20に供給される。
- [0021] 第2反応器23は、第2気化部28及び改質部29を有してよい。第2気化部28及び改質部29は、第2反応器23内で、例えば、内壁により区切

られていてよい。第2気化部28及び改質部29は、連通していてよい。改質部29が第2気化部28の下流に位置するように、第2反応器23は、燃料電池モジュール10内に設けられてよい。燃料電池モジュール10内で、第2気化部28は、第1気化部26から離れて配置されていてよい。具体的には、第1気化部26及び第2気化部28は、第1反応器22及び第2反応器23が並ぶ並列方向から見て、離れて位置してよい。更に、具体的には、当該並列方向の一方の端に第1気化部26が位置し、他方の端に第2気化部28が位置してよい。

[0022] 第2気化部28は、水を気化してよい。第2気化部28は、気化を促進させるために充填剤が充填されていてよい。改質部29は、改質触媒を収容してよい。改質部29は、第2気化部28において気化した水を用いて、有機化合物に改質反応を生じさせてよい。

[0023] 燃焼部21、第1反応器22、及び第2反応器23は、容器19内の任意の位置に任意の姿勢で設けられてよい。燃焼部21、第1反応器22、及び第2反応器23は、例えば、燃料電池装置11に対する正しい設置姿勢における、燃料電池20の鉛直上方に設けられてよい。又は、燃焼部21、第1反応器22、及び第2反応器23は、例えば、燃料電池装置11の正しい設置姿勢における、燃料電池20の側方に設けられてよい。燃焼部21と燃料電池20との間には隔壁が設けられてよい。

[0024] 図1に示すように、第1熱交換器12は、第1反応器22から送出される原燃料ガスと、燃料電池20に供給する酸素含有ガスとの熱交換を行ってよい。第1反応器22から送出される原燃料ガスが酸素含有ガスとの熱交換により冷却されることにより、原燃料ガス中で沸点の低い成分が液化してよい。原燃料ガス中の沸点の低い成分は、脱水素化物及び有機ハイドライドであってよい。酸素含有ガスは、例えば、ブロワ等を用いて昇圧することにより、第1熱交換器12に送出されてよい。酸素含有ガスは、熱交換により加熱され、燃料電池20に供給されてよい。

[0025] 第2熱交換器13は、第1熱交換器12において熱交換を行った原燃料ガ

スト、熱媒との熱交換を行ってよい。第2熱交換器13には、原燃料ガスとともに、液化した成分も供給されてよい。熱媒は、液体であってよい。熱媒は、水であってよい。第1熱交換器12から送出される原燃料ガスが熱媒との熱交換により更に冷却されることにより、沸点の低い成分が更に液化してよい。

[0026] 貯留部14は、第1熱交換器12及び第2熱交換器13を介して第1反応器22に接続されてよい。貯留部14は、原燃料ガスに含まれる脱水素化物を貯留してよい。貯留部14は、原燃料ガスに含まれる有機ハイドライドを貯留してよい。貯留部14は、例えば、第1熱交換器12及び第2熱交換器13における熱交換により液化した脱水素化物及び有機ハイドライドを水素ガスから分離して貯留してよい。液化した脱水素化物及び有機ハイドライドは、例えば、第2熱交換器13及び貯留部14の間に設けられる第1気液分離器30により水素ガスと分離されてよい。第1気液分離器30は、原燃料ガスから分離した水素ガスを主成分とする分離ガスを第2反応器23に供給してよい。分離ガスは、上述の有機化合物として液化しなかったガス状の脱水素化物及び有機ハイドライドを含んでよい。

[0027] 第3熱交換器15は、燃料電池モジュール10から排出される排ガスと、第2熱交換器13において熱交換を行った熱媒との熱交換を行ってよい。燃料電池モジュール10から排出される排ガスは、具体的には、燃焼部21で燃焼させた排ガスであってよい。当該排ガスは、二酸化炭素、酸素、水蒸気、窒素等を含んでよい。燃料電池モジュール10の排ガスが熱媒との熱交換により冷却されることにより、排ガス中の水蒸気が液化してよい。

[0028] 第3熱交換器15における熱交換により液化した水は、第2気液分離器31により排ガスから分離されてよい。分離された水は、改質水タンク32に貯留されてよい。改質水タンク32に貯留された水が、ポンプ33により昇圧されて第2反応器23に供給されてよい。

[0029] 放熱器16は、第3熱交換器15において熱交換を行った熱媒を冷却してよい。放熱器16は、冷却した熱媒を第2熱交換器13に循環させてよい。

放熱器 16 は、例えば、ラジエータである。第3熱交換器 15 において熱交換を行った熱媒から、熱が回収されて、利用されてよい。

[0030] 第1反応器 22 には、第1供給路 17 及び第2供給路 18 が切替可能に接続されてよい。例えば、第1反応器 22 は、三方弁 34 を介して第1供給路 17 及び第2供給路 18 に接続されてよい。第1供給路 17 には、燃料電池装置 11 外から有機ハイドライドが供給されてよい。第2供給路 18 には、燃料電池装置 11 外から第1燃料が供給されてよい。第1燃料は、燃料電池 20 の燃料として使用され得る物質であってよい。第1燃料は、例えば水素である。

[0031] 以上のような構成の本実施形態の燃料電池モジュール 10 は、燃料電池 20 において未反応の燃料を含む排ガスの流路を介して供給される当該未反応の燃料を燃焼させる燃焼部 21 と、燃焼部 21 に対向し且つ脱水素化反応により有機ハイドライドから少なくとも水素と脱水素化物を生成する第1反応器 22 とを備え、第1反応器 22 が生成した水素の少なくとも一部が燃料として燃料電池 20 に供給される。このような構成により、燃料電池モジュール 10 は、燃料電池 20 の稼働のための高温の熱を有機ハイドライドの吸熱反応に利用させながら、未反応の燃料の燃焼により発生させる高温の熱も有機ハイドライドの吸熱反応に利用させ得る。したがって、燃料電池モジュール 10 は、燃焼部 21 のような比較的簡潔化した構成で、燃料電池 20 の稼働のための熱量が発電量に応じて変動しても安定的に発電し得る。

[0032] 又、燃料電池モジュール 10 は、第1反応器 22 及び燃焼部 21 の間に位置し、第1反応器 22 から送出され、水素とともに供給される有機化合物を改質する第2反応器 23 を備える。第1反応器 22 から送出される原燃料ガスに含まれる水素は第1気液分離器 30 等を用いて脱水素化物及び有機ハイドライド等の有機化合物から分離されるが、完全な分離は難しい。そのため、一部の有機化合物が水素とともに燃料電池 20 の供給路に送出されることが一般的である。このような事象に対して、上記の構成を有する燃料電池モジュール 10 は、混入する有機化合物を水素に改質するので、有機化合物が

燃料電池 20 に供給されることによる影響を軽減し得る。

- [0033] 又、燃料電池モジュール 10 では、第 2 反応器 23 を構成する第 2 気化部 28 は第 1 反応器 22 を構成する第 1 気化部 26 から離れて位置する。第 1 反応器 22 及び第 2 反応器 23 のいずれにおいても、常温の有機ハイドライド及び水の気化は、その後段における脱水素化反応及び改質反応よりも大きな熱が吸熱される。それゆえ、第 1 気化部 26 及び第 2 気化部 28 の近傍における温度低下は大きい。このような事象に対して上述の構成を有する燃料電池モジュール 10 は、第 1 反応器 22 及び第 2 反応器 23 全体における温度分布を均質化し得る。燃料電池モジュール 10 は、温度分布の均質化により、例えば、燃料電池 20 を構成する燃料電池セルの温度分布の均質化に寄与し得る。
- [0034] 又、本実施形態の燃料電池装置 11 は、燃料電池モジュール 10 と、第 1 反応器 22 に第 1 熱交換器 12 及び第 2 熱交換器 13 を介して接続され、脱水素化物を貯留する貯留部 14 とを備える。このような構成により、燃料電池装置 11 は、水素の貯蔵及び輸送に用いられ得る脱水素化物を回収して、水素の供給地において水素化する原料に利用させ得る。
- [0035] 又、本実施形態の燃料電池装置 11 では、第 1 熱交換器 12 は第 1 反応器 22 から送出される原燃料ガスと、燃料電池 20 に供給する酸素含有ガスとの熱交換を行う。燃料電池 20 に供給する酸素含有ガスの温度が高い程、発電効率が向上する。このような事象に対して上述の構成を有する燃料電池装置 11 は、冷却する必要がある原燃料ガスの熱を有効に活用し得る。
- [0036] 又、本実施形態の燃料電池装置 11 では、第 2 熱交換器 13 は第 1 熱交換器 12 において熱交換を行った原燃料ガスと、熱媒との熱交換を行う。このような構成により、燃料電池装置 11 は、原燃料ガスを更に冷却することにより、脱水素化物の回収量を向上させ得る。
- [0037] 又、本実施形態の燃料電池装置 11 は、燃料電池モジュール 10 から排出される排ガスと、第 2 熱交換器 13 において熱交換を行った熱媒との熱交換を行う第 3 熱交換器 15 を備える。このような構成により、燃料電池装置 1

1 は、排ガスから改質水を回収するための熱媒の供給路を、原燃料ガスを冷却するための熱媒の供給路と共用するので、構成を簡潔化し得る。

[0038] 又、本実施形態の燃料電池装置 11 は、第 3 熱交換器 15 において熱交換を行った熱媒を冷却して、第 2 熱交換器 13 に循環させる放熱器 16 を備える。このような構成により、燃料電池装置 11 は、熱媒を十分に冷却して、脱水素化物及び改質水の回収量を維持し得る。

[0039] 又、本実施形態の燃料電池装置 11 は、第 1 反応器 22 に有機ハイドライドを供給する第 1 供給路 17 と、第 1 燃料を供給する第 2 供給路 18 とが切替可能に接続されている。燃料電池 20 の稼働の開始後から発電が開始するまでの間は、燃料電池 20 周辺の温度は低温であって脱水素化のための十分な熱が発生しないことが生じ得る。このような事象に対して上述の構成を有する燃料電池装置 11 は、第 2 供給路 18 を介して直接第 1 燃料を燃料電池 20 に供給し得る。したがって、燃料電池装置 11 は、比較的低温であっても燃料電池 20 に第 1 燃料の供給を開始し得る。

[0040] 一実施形態において、(1) 燃料電池モジュールは、
容器と、
前記容器に収容される燃料電池と、
前記容器に収容され、前記燃料電池において未反応の燃料を含む排ガスの流路を介して供給される、該未反応の燃料を燃焼させる燃焼部と、
前記容器に収容され、前記燃焼部に対向し、脱水素化反応により有機ハイドライドから少なくとも水素と脱水素化物を生成する第 1 反応器と、を備え、
前記第 1 反応器が生成した水素の少なくとも一部が前記燃料として前記燃料電池に供給される。

[0041] (2) 上記 (1) の燃料電池モジュールでは、
請求項 1 に記載の燃料電池モジュールにおいて、
前記第 1 反応器は、前記有機ハイドライドを気化する第 1 気化部と、前記第 1 気化部の下流に設けられ且つ脱水素触媒を収容する脱水素部とを有する

。

- [0042] (3) 上記(2)の燃料電池モジュールは、
前記容器に収容され、前記第1反応器及び前記燃焼部の間に位置し、前記第1反応器から送出され、前記水素とともに供給される有機化合物を改質する第2反応器を、更に備える。
- [0043] (4) 上記(3)の燃料電池モジュールでは、
前記第2反応器は、前記有機化合物の改質に用いる水を気化する第2気化部と、前記第2気化部の下流に設けられ且つ改質触媒を収容する改質部とを有する。
- [0044] (5) 上記(4)の燃料電池モジュールでは、
前記第2気化部は、前記第1気化部から離れて配置されている。
- [0045] 一実施形態において、(6) 燃料電池装置は、
上記(1)乃至(5)のいずれかの燃料電池モジュールと、
前記第1反応器に第1熱交換器及び第2熱交換器を介して接続され、前記脱水素化物を貯留する貯留部と、を備える。
- [0046] (7) 上記(6)の燃料電池装置では、
前記第1熱交換器は、前記第1反応器から送出されるガスと、前記燃料電池に供給する酸素含有ガスとの熱交換を行う。
- [0047] (8) 上記(7)の燃料電池装置では、
前記第2熱交換器は、前記第1熱交換器において熱交換を行った前記ガスと、熱媒との熱交換を行う。
- [0048] (9) 上記(8)の燃料電池装置は、
前記燃料電池モジュールから排出される排ガスと、前記第2熱交換器において熱交換を行った前記熱媒との熱交換を行う第3熱交換器を、更に備える。
。
- [0049] (10) 上記(9)の燃料電池装置は、
前記第3熱交換器において熱交換を行った前記熱媒を冷却して、前記第2熱交換器に循環させる放熱器を、更に備える。

- [0050] (11) 上記(6)乃至(10)のいずれかの燃料電池装置は、
前記第1反応器に、前記有機ハイドライドを供給する第1供給路と、第1燃料を供給する第2供給路とが切替可能に接続されている。
- [0051] 本開示に係る実施形態について説明する図は模式的なものである。図面上の寸法比率等は、現実のものとは必ずしも一致していない。
- [0052] 本開示に係る実施形態について、諸図面及び実施例に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形又は改変を行うことが可能であることに注意されたい。従って、これらの変形又は改変は本開示の範囲に含まれることに留意されたい。例えば、各構成部等に含まれる機能等は論理的に矛盾しないように再配置可能であり、複数の構成部等を1つに組み合わせたり、或いは分割したりすることが可能である。
- [0053] 本開示に記載された構成要件の全て、及び／又は、開示された全ての方法、又は、処理の全てのステップについては、これらの特徴が相互に排他的である組合せを除き、任意の組合せで組み合わせることができる。また、本開示に記載された特徴の各々は、明示的に否定されない限り、同一の目的、同等の目的、または類似する目的のために働く代替の特徴に置換することができる。したがって、明示的に否定されない限り、開示された特徴の各々は、包括的な一連の同一、又は、均等となる特徴の一例にすぎない。
- [0054] さらに、本開示に係る実施形態は、上述した実施形態のいずれの具体的構成にも制限されるものではない。本開示に係る実施形態は、本開示に記載された全ての新規な特徴、又は、それらの組合せ、あるいは記載された全ての新規な方法、又は、処理のステップ、又は、それらの組合せに拡張することができる。
- [0055] 本開示において「第1」及び「第2」等の記載は、当該構成を区別するための識別子である。本開示における「第1」及び「第2」等の記載で区別された構成は、当該構成における番号を交換することができる。例えば、第1熱交換器は、第2熱交換器と識別子である「第1」と「第2」とを交換することができる。識別子の交換は同時に行われる。識別子の交換後も当該構成

は区別される。識別子は削除してよい。識別子を削除した構成は、符号で区別される。本開示における「第1」及び「第2」等の識別子の記載のみに基づいて、当該構成の順序の解釈、小さい番号の識別子が存在することの根拠に利用してはならない。

符号の説明

- [0056] 1 0 燃料電池モジュール
- 1 1 燃料電池装置
- 1 2 第1熱交換器
- 1 3 第2熱交換器
- 1 4 貯留部
- 1 5 第3熱交換器
- 1 6 放熱器
- 1 7 第1供給部
- 1 8 第2供給部
- 1 9 容器
- 2 0 燃料電池
- 2 1 燃焼部
- 2 2 第1反応器
- 2 3 第2反応器
- 2 4 ガス吹出し口が設けられる面
- 2 5 内周面
- 2 6 第1気化部
- 2 7 脱水素部
- 2 8 第2気化部
- 2 9 改質部
- 3 0 第1気液分離器
- 3 1 第2気液分離器
- 3 2 改質水タンク

3 3 ポンプ

3 4 三方弁

請求の範囲

- [請求項1] 容器と、
 前記容器に収容される燃料電池と、
 前記容器に収容され、前記燃料電池において未反応の燃料を含む排
 ガスの流路を介して供給される、該未反応の燃料を燃焼させる燃焼部
 と、
 前記容器に収容され、前記燃焼部に対向し、脱水素化反応により有
 機ハイドライドから少なくとも水素と脱水素化物を生成する第1 反応
 器と、を備え、
 前記第1 反応器が生成した水素の少なくとも一部が前記燃料として
 前記燃料電池に供給される
 燃料電池モジュール。
- [請求項2] 請求項1 に記載の燃料電池モジュールにおいて、
 前記第1 反応器は、前記有機ハイドライドを気化する第1 気化部と
 、前記第1 気化部の下流に設けられ且つ脱水素触媒を収容する脱水素
 部とを有する
 燃料電池モジュール。
- [請求項3] 請求項2 に記載の燃料電池モジュールにおいて、
 前記容器に収容され、前記第1 反応器及び前記燃焼部の間に位置し
 、前記第1 反応器から送出され、前記水素とともに供給される有機化
 合物を改質する第2 反応器を、更に備える
 燃料電池モジュール。
- [請求項4] 請求項3 に記載の燃料電池モジュールにおいて、
 前記第2 反応器は、前記有機化合物の改質に用いる水を気化する第
 2 気化部と、前記第2 気化部の下流に設けられ且つ改質触媒を収容す
 る改質部とを有する
 燃料電池モジュール。
- [請求項5] 請求項4 に記載の燃料電池モジュールにおいて、

前記第2気化部は、前記第1気化部から離れて配置されている燃料電池モジュール。

[請求項6] 請求項1から5のいずれか1項に記載の燃料電池モジュールと、前記第1反応器に第1熱交換器及び第2熱交換器を介して接続され、前記脱水素化物を貯留する貯留部と、を備える燃料電池装置。

[請求項7] 請求項6に記載の燃料電池装置において、前記第1熱交換器は、前記第1反応器から送出されるガスと、前記燃料電池に供給する酸素含有ガスとの熱交換を行う燃料電池装置。

[請求項8] 請求項7に記載の燃料電池装置において、前記第2熱交換器は、前記第1熱交換器において熱交換を行った前記ガスと、熱媒との熱交換を行う燃料電池装置。

[請求項9] 請求項8に記載の燃料電池装置において、前記燃料電池モジュールから排出される排ガスと、前記第2熱交換器において熱交換を行った前記熱媒との熱交換を行う第3熱交換器を、更に備える燃料電池装置。

[請求項10] 請求項9に記載の燃料電池装置において、前記第3熱交換器において熱交換を行った前記熱媒を冷却して、前記第2熱交換器に循環させる放熱器を、更に備える燃料電池装置。

[請求項11] 請求項6から10のいずれか1項に記載の燃料電池装置において、前記第1反応器に、前記有機ハイドライドを供給する第1供給路と、第1燃料を供給する第2供給路とが切替可能に接続されている燃料電池装置。