

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 11 月 24 日(24.11.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/145142 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/003368
- (22) 国際出願日: 2010 年 5 月 19 日(19.05.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 片野剛司 (KATANO, Koji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 明成国際特許事務所 (TOKKYO GYOMUHOJIN MEISEI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目 1 8 番 1 9 号三井住友銀行名古屋ビル 7 階 Aichi (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

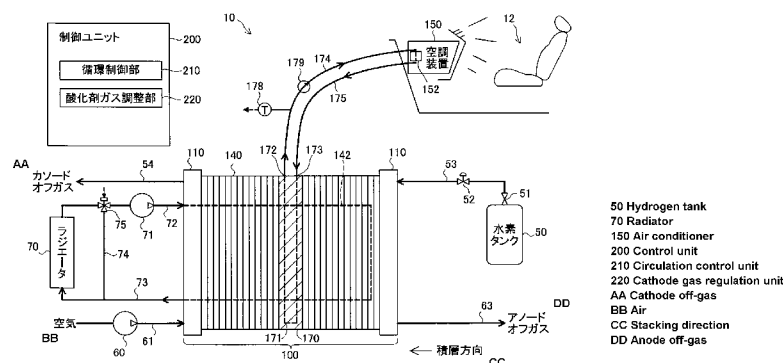
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR HEATING USING FUEL CELL SYSTEM AND HEAT FROM FUEL CELL

(54) 発明の名称: 燃料電池システム及び燃料電池の熱を利用して暖房を行なう方法

[図1]



(57) Abstract: A fuel cell system is provided with: a fuel cell having a fuel cell stack formed by stacking a plurality of cells; a heat exchanger disposed in a middle position in the stacking direction of the fuel cell stack, and having a channel through which a heat exchange fluid passes; and a heating system that provides heat by using the fluid that has passed through the channel.

(57) 要約: 燃料電池システムは、複数のセルが積層されて構成された積層体を有する燃料電池と、積層体の積層方向の中間位置に設けられ、熱交換用の流体が通過する流路を有する熱交換器と、流路を通過した流体を利用して暖房を行なう暖房装置とを備える。

WO 2011/145142 A1

明 細 書

発明の名称：

燃料電池システム及び燃料電池の熱を利用して暖房を行なう方法

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池システム及び燃料電池の熱を利用して暖房を行なう方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、燃料電池の廃熱を利用する技術としては、例えば、特許文献1に開示されたものが知られている。

[0003] しかし、この技術では、燃料電池に発生した熱の利用に関する工夫が十分ではなかった。このような問題は、車両に搭載された燃料電池システムに限らず、燃料電池に発生した熱を利用する燃料電池システム全般に共通する問題であった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-245627号公報

特許文献2：特開2003-130491号公報

特許文献3：特開2001-167779号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[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、燃料電池に発生する熱を効率よく利用することのできる技術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、上述の課題の少なくとも一部を解決するために、以下の形態または適用例を取ることが可能である。

[0007] [適用例 1]

燃料電池システムであって、
複数のセルが積層されて構成された積層体を有する燃料電池と、
前記積層体の積層方向の中間位置に設けられ、熱交換用の流体が通過する
流路を有する熱交換器と、
前記流路を通過した流体を利用して暖房を行なう暖房装置と
を備える燃料電池システム。

[0008] この構成によれば、熱交換器は燃料電池の積層体と効率よく熱交換を行な
うことができるとともに、暖房装置は、燃料電池に発生する熱を効率よく利
用することができる。

[0009] [適用例 2]

適用例 1 に記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記流体の温度を検出する温度センサを備える
燃料電池システム。

[0010] この構成によれば、流体の温度は燃料電池の温度と相関関係があるため、
検出された流体の温度から燃料電池の温度を推定することができる。

[0011] [適用例 3]

適用例 2 に記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記燃料電池を冷却するための冷却媒体を循環させる循環回路と、
前記検出された流体の温度に基づいて、前記循環回路を循環する前記冷却
媒体の流れを制御する循環制御部と
を備える燃料電池システム。

[0012] この構成によれば、燃料電池の温度と相関関係のある流体の温度に基づい
て、冷却媒体の循環を制御することができる。

[0013] [適用例 4]

適用例 3 に記載の燃料電池システムであって、
前記循環制御部は、前記検出された流体の温度が所定値を超えていると判
定した場合に、前記冷却媒体の循環を開始させる

燃料電池システム。

[0014] この構成によれば、燃料電池の暖機運転時に、冷却媒体の循環を開始しなくても燃料電池の温度の上昇を検出することができるので、燃料電池の暖機運転に要する時間を短縮することができるとともに、燃料電池が過熱してしまうことを抑制することができる。

[0015] [適用例 5]

適用例 1 ないし適用例 4 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記燃料電池を覆うケースを備え、

前記流体は、気体であり、

前記流体が前記熱交換器の流路に流入するための流入口は、前記ケースの内部空間に設けられている

燃料電池システム。

[0016] この構成によれば、熱交換器の流路に異物等が入るのを抑制することができる。

[0017] [適用例 6]

適用例 5 に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記流体の水素濃度を検出する水素濃度検出部を備える

燃料電池システム。

[0018] この構成によれば、燃料電池からの水素漏れを検出することができる。

[0019] [適用例 7]

適用例 6 に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記熱交換器の流路を通過した流体を前記暖房装置へ供給する流体供給部と、

前記検出された水素濃度が所定値を超えているか否かを判定する水素濃度判定部と

を備え、

前記流体供給部は、前記検出された水素濃度が所定値を超えている場合に

、前記暖房装置への前記流体の供給を停止する
燃料電池システム。

[0020] この構成によれば、燃料電池からの水素漏れが検出された場合に、暖房装置へ水素が供給されるのを抑制することができる。

[0021] [適用例 8]

適用例 6 または適用例 7 に記載の燃料電池システムであって、
前記流入口は、前記ケースの内部空間の上方に設けられている
燃料電池システム。

[0022] 燃料電池から漏れ出した水素は、ケースの上方に溜まりやすいので、この構成によれば、燃料電池からの水素漏れを感度良く検出することができる。

[0023] [適用例 9]

適用例 2 ないし適用例 8 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記燃料電池を冷却するための冷却媒体の温度を検出する第 2 の温度センサと、

前記検出された冷却媒体の温度と前記検出された流体の温度とに基づいて
、前記流体の流量を制御する流量制御部と
を備える燃料電池システム。

[0024] この構成によれば、流体の流量を制御することによって、燃料電池の温度を調整することができる。

[0025] [適用例 10]

適用例 9 に記載の燃料電池システムであって、

前記流量制御部は、前記検出された冷却媒体の温度が所定値を超えていると判定し、かつ、前記検出された流体の温度が所定値を超えていると判定した場合に、前記流体の流量を増加させる
燃料電池システム。

[0026] この構成によれば、燃料電池の過熱を抑制することができ、燃料電池に含まれる電解質膜の乾燥を抑制することができる。

[0027] [適用例 1 1]

適用例 9 または適用例 1 0 に記載の燃料電池システムであって、さらに、前記熱交換器の流路を通過した流体を前記暖房装置へ供給する流体供給部と、

前記流体供給部に設けられ、前記熱交換器の流路を通過した流体を外部に放出可能なバルブと

を備え、

前記流体は、気体であり、

前記バルブは、前記暖房装置が前記流体を利用した暖房を行なわない場合には開放される

燃料電池システム。

[0028] この構成によれば、暖房装置が流体を利用した暖房を行なわない場合に、熱交換器の流路を通過した流体を外部に放出することが可能となる。

[0029] [適用例 1 2]

適用例 1 ないし適用例 1 1 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記熱交換器には、前記燃料電池を冷却するための冷却媒体が通過するための貫通孔が設けられている

燃料電池システム。

[0030] この構成によれば、熱交換器は冷却媒体と熱交換をすることができる。

[0031] [適用例 1 3]

適用例 1 ないし適用例 1 2 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記熱交換器は、前記積層体の積層方向の略中央の位置に設けられている、

燃料電池システム。

[0032] 積層体の略中央の位置は、積層体の他の部分に比べて比較的高温になるので、この構成によれば、熱交換器が燃料電池の積層体と効率よく熱交換をす

ることができる。

[0033] [適用例 1 4]

適用例 1 ないし適用例 1 3 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記燃料電池が要求される出力と前記暖房装置が要求する熱量とに基づいて、前記燃料電池に供給される酸化剤ガスの供給量を設定する酸化剤ガス供給量設定部と、

前記設定された酸化剤ガスの供給量に基づいて、前記燃料電池に対して前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部と

を備える燃料電池システム。

[0034] この構成によれば、燃料電池が要求される出力と暖房装置が要求する熱量とを満たすように、適切な量の酸化剤ガスを燃料電池に対して供給することができる。

[0035] [適用例 1 5]

適用例 1 ないし適用例 1 4 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記燃料電池は、電位的に浮いた状態となっており、

前記熱交換器は、抵抗器を介して接地されており、

前記燃料電池システムは、さらに、前記抵抗器の両端における電位差を検出する電圧検出器を備える

燃料電池システム。

[0036] 燃料電池に絶縁破壊が生じると、抵抗器の両端に電位差が発生するので、この構成によれば、燃料電池の絶縁破壊を検出することができる。

[0037] 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、燃料電池の熱を利用した暖房を行なう方法および装置、それらの方法または装置の機能を実現するための集積回路、コンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体等の形態で実現することができる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1]本発明の一実施例としての燃料電池システム10の概略構成を示す説明図である。

[図2]燃料電池100の起動時における冷却水の循環開始のタイミングを示す説明図である。

[図3]燃料電池100の出力特性とエアストイキ比との関係を示す説明図である。

[図4]第2実施例における燃料電池システム10bの構成の要部を示す説明図である。

[図5]第2実施例における熱交換器170bの構成を示す説明図である。

[図6]熱交換器170b及びその周辺の断面を拡大して示す説明図である。

[図7]空調装置150bにおける処理を示すフローチャートである。

[図8]第3実施例における燃料電池システム10cの構成の要部を示す説明図である。

[図9]第4実施例における燃料電池システム10dの構成の要部を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0039] 次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

[0040] A. 第1実施例：

図1は、本発明の一実施例としての燃料電池システム10の概略構成を示す説明図である。本実施例における燃料電池システム10は、車両に搭載されており、主として、燃料電池100と、当該車両の客室12内における暖房や冷房等を行なう空調装置150と、燃料電池システム10の全体の制御を行なう制御ユニット200とを備えている。

[0041] 燃料電池100は、複数のセルが積層されて構成された積層体140と、当該積層体140の積層方向の中間位置に設けられた熱交換器170と、積層体140を挟持するエンドプレート110とを備えている。

[0042] 制御ユニット200は、燃料電池100を冷却するための冷却媒体の循環を制御する循環制御部210と、燃料電池100に供給される酸化剤ガス（

空気)の量を調整する酸化剤ガス調整部220とを備えている。これらの詳細については、後述する。

[0043] 燃料電池100には、高圧水素を貯蔵した水素タンク50から、シャットバルブ51、レギュレータ52、配管53を介して、燃料ガスとしての水素ガスが供給される。燃料電池100において利用されなかった燃料ガス(アノードオフガス)は、排出配管63を介して燃料電池100の外部に排出される。なお、燃料電池システム10は、アノードオフガスを配管53側に再循環させる再循環機構を有するとしてもよい。

[0044] 燃料電池100には、また、エアポンプ60および配管61を介して、酸化剤ガスとしての空気が供給される。燃料電池100において利用されなかった酸化剤ガス(カソードオフガス)は、排出配管54を介して燃料電池100の外部に排出される。なお、燃料ガスおよび酸化剤ガスは、反応ガスとも呼ばれる。

[0045] さらに、燃料電池100には、燃料電池100を冷却するため、ウォーターポンプ71および配管72を介して、ラジエータ70により冷却された冷却媒体が供給される。燃料電池100に供給された冷却媒体は、燃料電池100の内部に形成されたマニホールド142内を循環し、燃料電池100から排出される。なお、図示は省略するが、冷却媒体は、積層体140を構成する各セル内においても流通する。燃料電池100から排出された冷却媒体は、配管73を介してラジエータ70に循環する。冷却媒体としては、例えば水、エチレングリコール等の不凍液、空気などが用いられる。

[0046] また、配管73及び配管72には、ラジエータ70をバイパスするための配管74が接続されている。循環制御部210は、配管72に設けられた三方弁75を切り替えることによって、冷却媒体の流路を切り替えることができる。例えば、冷間時など燃料電池100の冷却を行なわない場合には、循環制御部210は、冷却媒体が配管74に流入するように、すなわち、冷却媒体がラジエータ70側には流入しないように、三方弁75を切り替える。

[0047] 熱交換器170は、積層体140の積層方向の中間位置に設けられている

ため、積層体 140 と効率よく熱交換を行なうことができる。なお、本明細書において「中間位置」とは、積層体 140 の中央位置に限らず、積層体 140 を構成するセルの間に挟まれた任意の位置を意味する。熱交換器 170 の内部には、熱交換用の流体（熱媒体）が通過する流路 171 が形成されている。このため、燃料電池 100 が発電を行なって発熱すると、熱交換器 170 及び流路 171 内の熱媒体の温度は上昇する。なお、本実施例では、熱媒体として、不凍液が用いられている。

[0048] なお、この熱媒体と、上述した燃料電池 100 を冷却するための冷却媒体とを明確に区別するため、以下では、熱交換器 170 内の流路 171 を通過する流体を「熱媒体」と呼び、燃料電池 100 を冷却するための冷却媒体を「冷却水」と呼ぶ。

[0049] 熱交換器 170 は、本実施例のように、積層体 140 の積層方向の略中央の位置に設けられていることが好ましい。この理由は次のとおりである。燃料電池 100 が発電を開始すると、積層体 140 の中央付近は、エンドプレート 110 による放熱の影響を受けにくいため、周囲よりも早く温まり、かつ、周囲よりも比較的高温となる。したがって、本実施例のように、熱交換器 170 を、積層体 140 の積層方向の略中央の位置に設ければ、さらに効率的に熱交換を行なうことができる。ただし、熱交換器 170 は、積層体 140 の中間位置のうち、エンドプレート 110 のいずれか一方に偏った位置に設けられていてもよい。

[0050] 流路 171 の流出口 172 には、流路 174 が接続されており、流路 171 の流入口 173 には、流路 175 が接続されている。流路 174 及び流路 175 は、空調装置 150 が有する熱交換器 152 に接続されている。

[0051] 流路 174 には、熱交換器 170 から流出した熱媒体の温度を検出する温度センサ 178 と、熱交換器 170 から流出した熱媒体を空調装置 150 の熱交換器 152 に供給するための循環ポンプ 179 とが設けられている。流路 174 を流れる熱媒体の温度は、燃料電池 100 の温度と相関関係があるため、温度センサ 178 によって流路 174 を流れる熱媒体の温度を検出す

れば、燃料電池 100 の温度を推定することができる。さらに、上述したように、熱交換器 170 が積層体 140 の積層方向の略中央の位置に設けられていれば、燃料電池 100 において最も高温となる箇所の温度を検出することが可能となる。

[0052] 空調装置 150 は、熱交換器 152 の熱を利用して、客室 12 の暖房（例えば、デフロスタからの送風等）を行なう。換言すれば、空調装置 150 は、熱交換器 170 の流路 171 を通過した熱媒体を利用して、客室 12 の暖房を行なう。上述したように、熱交換器 170 は、燃料電池 100 と効率よく熱交換を行なうことができるので、空調装置 150 は、燃料電池 100 の熱を効率よく利用して暖房を行なうことができる。

[0053] なお、熱交換器 170 と空調装置 150 とを接続する流路 174 及び流路 175 としては、例えば、弾性ゴム等の柔軟な素材で形成された冷却水用ホースを採用することができる。こうすれば、燃料電池 100 及び空調装置 150 を車両に搭載する際のレイアウトの自由度を増すことができる。特に、燃料電池 100 を車両の進行方向における前部（いわゆるエンジンコンパートメント内）に搭載する場合に効果的である。

[0054] 循環制御部 210 は、温度センサ 178 によって検出された熱媒体の温度に基づいて、燃料電池 100 を冷却するための冷却水の流れを制御する。具体的には、循環制御部 210 は、燃料電池 100 の起動時における冷却水の循環開始の制御を行なう。燃料電池 100 を冷却するための冷却水の流れの制御を、温度センサ 178 によって検出された熱媒体の温度に基づいて行なうことができる理由は、上述したように、燃料電池 100 の温度が、熱媒体の温度と相関関係があるためである。

[0055] 図 2 は、燃料電池 100 の起動時における冷却水の循環開始のタイミングを示す説明図である。この図 2 において、横軸は時間を示し、縦軸は燃料電池 100 の温度及び熱媒体の温度を示している。

[0056] 循環制御部 210 は、温度センサ 178 によって検出された熱媒体の温度が、所定値 T_{th} を超えているか否かを判定し、熱媒体の温度が所定値 T_t

hを超えていると判定した場合に、ウォーターポンプ71を始動させて、冷却水の循環を開始させる。図2に示すように、冷却水の循環が開始されると、燃料電池100の温度は低下し始める。このように、熱媒体の温度に基づいて冷却水の循環の開始を判定する理由は、以下のとおりである。

[0057] 燃料電池100の起動時における暖機運転では、燃料電池100の温度が早期に好適な運転温度（例えば、70℃程度）となるように、すなわち、暖機運転に要する時間を低減するために、冷却水の循環を行なわないことが好ましい。しかし、冷却水の温度に基づいて冷却水の循環の開始を判定する構成では、冷却水の循環が行なわれていないと、冷却水の温度から燃料電池100の温度を推定することが困難となる。この結果、冷却水の循環の開始のタイミングを正確に定めることが困難となり、燃料電池100が過熱するおそれがある。そこで、本実施例のように、熱媒体の温度に基づいて冷却水の循環の開始を判定すれば、燃料電池100の温度に基づいた適切なタイミングで冷却水の循環を開始することができ、燃料電池100の過熱を抑制することが可能となる。

[0058] さらに、燃料電池100が熱交換器170内の熱媒体に奪われる熱量は、冷却水を循環させた場合に奪われる熱量と比較して少ないため、燃料電池100の起動時にエンドプレート110や積層体140の端側におけるセルを温めることを省略することもできる。しかも、燃料電池100の温度が早期に好適な運転温度に近づいていくため、寒冷地等における低温起動時においてもセル電圧の低下を抑制することができ、より多くの出力電流を得ることができる。この結果、燃料電池100の発熱量も増大し、低温環境化における燃料電池100の起動性を高めることができる。

[0059] さらに、低温環境下における燃料電池100の起動性が高まるため、燃料電池100の停止時における掃気処理を低減することもできる。なお、掃気処理とは、低温環境下において、停止後の燃料電池100内における水分が凍るのを抑制するために、燃料電池100内を掃気して燃料電池100内を乾燥させる処理である。

[0060] なお、暖機運転時に燃料電池 100 に生じた熱は、熱交換器 170 に奪われることになるが、燃料電池 100 の暖機運転に要する時間は、積層体 140 の端に位置するセルの温度が所定値まで上昇したか否かで決まるため、熱交換器 170 に熱を奪われることによって暖機運転の時間が長くなるという影響はない。

[0061] 図 3 は、燃料電池 100 の出力特性とエアストイキ比との関係を示す説明図である。酸化剤ガス調整部 220 は、燃料電池 100 に供給される酸化剤ガスの供給量を調整することによって、エアストイキ比を調整する。

[0062] ここで、「エアストイキ比」とは、燃料電池 100 に供給される酸化剤ガス（空気）の量と、燃料電池 100 において発電に利用されるべき酸化剤ガス（空気）の量と、の比を示している。燃料電池 100 に供給される酸化剤ガス中の酸素ガスがすべて発電に利用される場合には、エアストイキ比は 1.0 である。燃料電池システム 10 を動作させる際には、エアストイキ比は、通常、1.0 よりも大きな値（例えば 1.8 等）に設定される。この図 3 から理解できるように、燃料電池 100 の出力電圧 V と出力電流 I との関係は、エアストイキ比によって変化する。

[0063] 酸化剤ガス調整部 220 は、燃料電池 100 が要求される出力 W_{fc} と、空調装置 150 が要求する熱量 Q_h とに基づいて、燃料電池 100 に供給される酸化剤ガスの供給量を設定する。具体的には、例えば、酸化剤ガス調整部 220 は、以下の式（1）及び式（2）から、出力電圧 V （式（3）参照）及び出力電流 I （式（4）参照）を算出する。そして、酸化剤ガス調整部 220 は、算出された出力電圧 V 及び出力電流 I を満たすエアストイキ比を設定し、酸化剤ガスの供給量を設定する。

$$W_{fc} = I \times V \quad \cdots (1)$$

$$Q_h = I \times (V_0 - V) \quad \cdots (2)$$

$$V = W_{fc} \times V_0 / (Q_h + W_{fc}) \quad \cdots (3)$$

$$I = (Q_h + W_{fc}) / V_0 \quad \cdots (4)$$

ここで、 V_0 は、電流 I が 0 の場合における燃料電池 100 の出力電圧を示

す。

[0064] なお、本実施例では、各エアストイキ比における出力電圧 V と出力電流 I との関係が、予めメモリに格納されている。酸化剤ガス調整部220は、メモリに格納された各エアストイキ比における出力電圧 V と出力電流 I との関係を参照することによって、出力電圧 V と出力電流 I を満たすエアストイキ比を選択するとともに、酸化剤ガスの供給量を設定する。

[0065] 酸化剤ガスの供給量が設定されると、酸化剤ガス調整部220は、設定された量の酸化剤ガスが燃料電池100に供給されるように、エアポンプ60を制御する。このようにすれば、燃料電池100が要求される出力と、空調装置150の要求熱量を満たす制御を実現することができる。

[0066] このように、本実施例の燃料電池システム10によれば、燃料電池100に生じる熱を効率よく利用することができるとともに、燃料電池100に生じる熱を効率よく利用した暖房をすることができる。

[0067] B. 第2実施例：

図4は、第2実施例における燃料電池システム10bの構成の要部を示す説明図である。図1に示した第1実施例との違いは、主に以下の点であり、他の構成は第1実施例と同じである。

- ・熱交換器170b内の流路171bを流れる熱媒体が気体（外気）である点。

- ・空調装置150bは、熱交換器170b内の流路171bを通過した熱媒体（気体）を客室12の送風口から排出して暖房を行なう点。

- ・制御ユニット200は、ブロア302を制御することによって熱媒体の風量を制御する風量制御部225をさらに備える点。

- ・冷却水が通過する配管に冷却水の温度を検出する温度センサ185が設けられている点。

[0068] 上述したように、本実施例では、熱媒体として気体（外気）を利用し、空調装置150bは、当該熱媒体を送風口から排出するため、空調装置150bにおける熱交換器を省略することができる。

- [0069] 次に、熱交換器 170b の周辺における電位について説明する。熱交換器 170b の流出口 172b には、絶縁性のダクト 181 が接続されており、ダクト 181 には、配管 182 が接続されている。配管 182 は、車両のボディに接続されて接地されている。このため、燃料電池 100 の電位が外部に伝わることを抑制することができる。
- [0070] さらに、熱交換器 170b の流入口 173b 側は、抵抗器 183 を介して車両のボディに接続されて接地されている。そして、抵抗器 183 の両端における電位差を検出する電圧検出器 184 が、抵抗器 183 に並列に接続されている。燃料電池 100 は、電位的に浮いた状態（フローティング状態）となっているため、燃料電池 100 に絶縁破壊が生じると、抵抗器 183 の両端に電位差が生じることになる。したがって、この抵抗器 183 の両端における電位差を検出すれば、燃料電池 100 の絶縁破壊を検出することができる。
- [0071] 図 5 は、第 2 実施例における熱交換器 170b の構成を示す説明図である。熱交換器 170b の内部の略中央には、熱媒体としての気体が通過するための流路 171b が形成されている。この流路 171b は、燃料電池 100 の積層方向に垂直な方向となるように形成されている。
- [0072] 流路 171b の両側には、冷却水が通過するための貫通孔 191, 192 と、反応ガスが通過するための貫通孔 193, 194, 195, 196 とが形成されている。本実施例のように、熱交換器 170b に、冷却水が通過するための貫通孔 191, 192 を形成すれば、冷却水の熱を、熱交換器 170b に伝えることができるため、熱交換器 170b をさらに効率よく温めることが可能となる。しかも、冷却水が通過するための流路を別途設ける必要がないため、省スペース化を実現することができる。なお、冷却水が通過するための貫通孔 191, 192 は、冷却水と接触する面積が小さいため、冷却水の劣化を抑制するための貫通孔 191, 192 内の洗浄を省略することもできる。
- [0073] 図 6 は、熱交換器 170b 及びその周辺の断面の一例を拡大して示す説明

図である。積層体 140 を構成する各セル 141 は、MEA (Membrane Electrode Assembly : 膜電極接合体) 142 と、MEA 142 を挟持するセパレータ 143, 144 とを備えている。セパレータ 143 には、燃料ガスとしての水素ガスが通過するための流路が形成されており、セパレータ 144 には、酸化剤ガスとしての空気が通過するための流路が形成されている。各セル 141 の間には、冷却水が通過するための流路が形成されている。

[0074] 本実施例では、熱交換器 170b と接している冷却水の流路には、冷却水が供給されていない。この理由は、熱交換器 170b の両側に配置されたセル 141 の熱は、熱交換器 170b に伝わるため、冷却水を省略しても、熱交換器 170b の両側に配置されたセル 141 を冷却することが可能であるためである。なお、第 1 実施例においても同様に、熱交換器 170 と接している流路への冷却水の供給を省略することとしてもよい。

[0075] 図 7 は、熱媒体の風量の制御を示すフローチャートである。風量制御部 225 は、図 7 に示す処理を所定期間毎に繰り返し実行することによって、燃料電池 100 の温度の上昇を抑制する。

[0076] ステップ S100 では、風量制御部 225 は、温度センサ 185 によって検出された冷却水の温度が所定値を超えているか否かを判定する。検出された冷却水の温度が所定値を超えていると判定した場合（ステップ S100 : Yes）には、風量制御部 225 は、温度センサ 178 によって検出された熱媒体の温度が所定値を超えているか否かを判定する（ステップ S110）。検出された熱媒体の温度が所定値を超えていると判定した場合（ステップ S110 : Yes）には、風量制御部 225 は、ブロー 302 を制御し、熱交換器 170b を通過する熱媒体の風量を増加させると共に（ステップ S120）、再びステップ S110 における判定を実行する。

[0077] 一方、ステップ S100 において冷却水の温度が所定値を超えていないと判定した場合及びステップ S110 において熱媒体の温度が所定値を超えていないと判定した場合には、風量制御部 225 は、処理を終了する。

[0078] このように、冷却水の温度及び熱媒体の温度に基づいて熱媒体の風量の制御を行なえば、燃料電池 100 の温度の上昇を抑制することができるので、MEA 142 を構成する電解質膜の温度の上昇を抑制し、電解質膜の乾燥を抑制することができる。

[0079] なお、空調装置 150 b からの暖房要求がない場合には、バルブ 303 が開放される。こうすれば、フロア 302 が動作状態であっても、空調装置 150 b への熱媒体の供給を停止させることができる。すなわち、熱交換器 170 b 内の熱媒体の流れを維持しつつ、空調装置 150 b からの熱媒体の送出を停止させることができる。

[0080] このように、本実施例の燃料電池システム 10 b によれば、上記実施例と同様の効果を奏することができるとともに、熱媒体として気体（外気）を利用して効率よく暖房を行なうことができる。

[0081] C. 第 3 実施例：

図 8 は、第 3 実施例における燃料電池システム 10 c の構成の要部を示す説明図である。図 4 に示した第 2 実施例との違いは、主に以下の点であり、他の構成は第 2 実施例と同じである。

- ・燃料電池 100 を覆うケース 300 が設けられている点。
- ・熱交換器 170 b の流路 171 b の流入口 173 b がケース 300 の内部空間に位置している点。
- ・熱交換器 170 b と空調装置 150 b とを接続する配管上に、水素ディテクタ 301 が設けられている点。

[0082] 本実施例では、燃料電池 100 を覆うケース 300 が設けられており、熱交換器 170 b の流路 171 b の流入口 173 b がケース 300 の内部空間に設けられているので、熱交換器 170 b の流入口 173 b から水滴やほこり等の異物が流入するのを抑制することができる。また、熱交換器 170 b の防水処置を省略することもできる。

[0083] さらに、本実施例のように、熱交換器 170 b と空調装置 150 b とを接続する配管上に、水素ディテクタ 301 が設けられていることが好ましい。

この理由は以下の通りである。

[0084] 燃料電池 100 から燃料ガスとしての水素ガスが漏れ出した場合には、漏れ出した水素ガスは、ケース 300 内に充満する。ケース 300 内に充満した水素ガスは、熱交換器 170b の流路 171b を通過し、熱交換器 170b と空調装置 150b とを接続する配管を通過して、空調装置 150b に供給される。したがって、熱交換器 170b と空調装置 150b とを接続する配管上に、水素ディテクタ 301 が設けられていれば、燃料電池 100 からの燃料ガス（水素ガス）の漏れを検出することができる。

[0085] 本実施例における制御ユニット 200 は、水素濃度判定部 230 をさらに備えている。水素濃度判定部 230 は、水素ディテクタ 301 によって検出された水素濃度が所定値を超えているか否かを判定し、検出された水素濃度が所定値を超えている場合には、ブロー 302 を停止させて、空調装置 150b への熱媒体の供給を停止する。このようにすれば、空調装置 150b へ水素ガスが供給されることを抑制することができ、客室 12 内へ水素ガスが送り込まれてしまうことを抑制することができる。

[0086] このように、本実施例の燃料電池システム 10c によれば、上記実施例と同様の効果を奏することができるとともに、燃料電池 100 からの水素ガスの漏れを検出することができる。

[0087] D. 第 4 実施例：

図 9 は、第 4 実施例における燃料電池システム 10d の構成の要部を示す説明図である。この図 9 は、燃料電池 100 の積層方向に垂直な面における熱交換器 170d 及びケース 300 の断面図である。図 8 に示した第 3 実施例との違いは、熱媒体の流入口 173d がケース 300 の内部空間の上方に設けられている点だけであり、他の構成は第 3 実施例と同じである。

[0088] 燃料ガスとしての水素ガスは空気よりも軽いため、燃料電池 100 から水素ガスが漏れ出した場合には、当該水素ガスは、ケース 300 の内部空間の上方に溜まることになる。したがって、熱交換器 170d の流入口 173d がケース 300 の内部空間の上方に設けられていれば、ケース 300 の内部

空間の上方に溜まった水素ガスを水素ディテクタ 301 に送り込むことができるので、水素ガスがケース 300 内の全体に充満するよりも早期に、そして感度良く、水素ガスの漏れを検出することが可能となる。

[0089] なお、流入口 173 d は、熱交換器 170 d の一部分として形成されていてもよく、また、熱交換器とは別部材として設けられていてもよい。例えば、熱交換器の周囲に設けられたダクトの流入口を、流入口 173 d としてもよい。

[0090] このように、本実施例の燃料電池システム 10 d によれば、上記実施例と同様の効果を奏することができるとともに、燃料電池 100 からの水素ガスの漏れを感度良く検出することができる。

[0091] E. 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。

[0092] 変形例 1：

上記第 1 実施例では、循環制御部 210 は、温度センサ 178 によって検出された熱媒体の温度に基づいて、燃料電池 100 の起動時における冷却水の循環開始の制御を行なっていたが、循環制御部 210 は、これに加えて、冷却水の流路を変更するための三方弁 75 の制御や、冷却水の流速の制御等を、熱媒体の温度に基づいて行なうこととしてもよい。また、循環制御部 210 は、冷却水の温度に基づいて、冷却水の循環の制御を行なってもよい。

[0093] 変形例 2：

上記第 2 実施例では、風量制御部 225 は、冷却水の温度及び熱媒体の温度に基づいて、熱媒体の風量を増加させていたが、冷却水の温度及び熱媒体の温度に基づいて、熱媒体の風量を減少させる制御をさらに行なってもよい。このようにすれば、燃料電池 100 の温度を適宜調整することができる。

[0094] 変形例 3：

上記第 3 実施例では、水素ディテクタ 301 は、熱交換器 170 b と空調

装置 1 5 0 b とを接続する配管上に設けられていたが、水素ディテクタ 3 0 1 は、熱媒体の水素濃度を検出可能な場所に設けられていればよい。例えば、水素ディテクタ 3 0 1 は、熱交換器 1 7 0 b の流路 1 7 1 b 内に設けられていてもよい。

[0095] 変形例 4 :

上記各実施例では、車両に搭載された燃料電池システムについて説明したが、本発明は、家庭用や業務用等の据え置き型の燃料電池システムに対しても適用することができる。また、本発明の燃料電池システムは、航空機等の他の移動体に搭載することもできる。

[0096] 変形例 5 :

上記各実施例においてソフトウェアで実現されている機能の一部をハードウェアで実現してもよく、あるいは、ハードウェアで実現されている機能の一部をソフトウェアで実現してもよい。

[0097] 変形例 6 :

上記各実施例において説明された構成は、各実施例に対して適宜適用することが可能であり、また適宜省略することも可能である。

符号の説明

- [0098] 1 0 …燃料電池システム
 1 0 b …燃料電池システム
 1 0 c …燃料電池システム
 1 0 d …燃料電池システム
 1 2 …客室
 5 0 …水素タンク
 5 1 …シャットバルブ
 5 2 …レギュレータ
 5 3 …配管
 5 4 …排出配管
 6 0 …エアポンプ

6 1 …配管
6 3 …排出配管
7 0 …ラジエータ
7 1 …ウォーターポンプ
7 2 …配管
7 3 …配管
7 4 …配管
7 5 …三方弁
1 0 0 …燃料電池
1 1 0 …エンドプレート
1 4 0 …積層体
1 4 1 …セル
1 4 2 …マニホールド
1 4 3 …セパレータ
1 4 4 …セパレータ
1 5 0 …空調装置
1 5 0 b …空調装置
1 5 2 …熱交換器
1 7 0 …熱交換器
1 7 0 b …熱交換器
1 7 0 d …熱交換器
1 7 1 …流路
1 7 1 b …流路
1 7 2 …流出口
1 7 2 b …流出口
1 7 3 …流入口
1 7 3 b …流入口
1 7 3 d …流入口

- 174…流路
- 175…流路
- 178…温度センサ
- 179…循環ポンプ
- 181…ダクト
- 182…配管
- 183…抵抗器
- 184…電圧検出器
- 185…温度センサ
- 191…貫通孔
- 193…貫通孔
- 200…制御ユニット
- 210…循環制御部
- 220…酸化剤ガス調整部
- 225…風量制御部
- 230…水素濃度判定部
- 300…ケース
- 301…水素ディテクタ
- 302…ブロア
- 303…バルブ

請求の範囲

- [請求項1] 燃料電池システムであって、
複数のセルが積層されて構成された積層体を有する燃料電池と、
前記積層体の積層方向の中間位置に設けられ、熱交換用の流体が通過する流路を有する熱交換器と、
前記流路を通過した流体を利用して暖房を行なう暖房装置と
を備える燃料電池システム。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記流体の温度を検出する温度センサを備える
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であって、さらに、
前記燃料電池を冷却するための冷却媒体を循環させる循環回路と、
前記検出された流体の温度に基づいて、前記循環回路を循環する前記冷却媒体の流れを制御する循環制御部と
を備える燃料電池システム。
- [請求項4] 請求項 3 に記載の燃料電池システムであって、
前記循環制御部は、前記検出された流体の温度が所定値を超えていと判定した場合に、前記冷却媒体の循環を開始させる
燃料電池システム。
- [請求項5] 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記燃料電池を覆うケースを備え、
前記流体は、気体であり、
前記流体が前記熱交換器の流路に流入するための流入口は、前記ケースの内部空間に設けられている
燃料電池システム。
- [請求項6] 請求項 5 に記載の燃料電池システムであって、さらに、
前記流体の水素濃度を検出する水素濃度検出部を備える

燃料電池システム。

[請求項7]

請求項6に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記熱交換器の流路を通過した流体を前記暖房装置へ供給する流体供給部と、

前記検出された水素濃度が所定値を超えているか否かを判定する水素濃度判定部と

を備え、

前記流体供給部は、前記検出された水素濃度が所定値を超えている場合に、前記暖房装置への前記流体の供給を停止する

燃料電池システム。

[請求項8]

請求項6または請求項7に記載の燃料電池システムであって、

前記流入口は、前記ケースの内部空間の上方に設けられている

燃料電池システム。

[請求項9]

請求項2ないし請求項8のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記燃料電池を冷却するための冷却媒体の温度を検出する第2の温度センサと、

前記検出された冷却媒体の温度と前記検出された流体の温度とに基づいて、前記流体の流量を制御する流量制御部と

を備える燃料電池システム。

[請求項10]

請求項9に記載の燃料電池システムであって、

前記流量制御部は、前記検出された冷却媒体の温度が所定値を超えていると判定し、かつ、前記検出された流体の温度が所定値を超えていると判定した場合に、前記流体の流量を増加させる

燃料電池システム。

[請求項11]

請求項9または請求項10に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記熱交換器の流路を通過した流体を前記暖房装置へ供給する流体

供給部と、

前記流体供給部に設けられ、前記熱交換器の流路を通過した流体を外部に放出可能なバルブと

を備え、

前記流体は、気体であり、

前記バルブは、前記暖房装置が前記流体を利用した暖房を行なわない場合には開放される

燃料電池システム。

[請求項12] 請求項1ないし請求項11のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記熱交換器には、前記燃料電池を冷却するための冷却媒体が通過するための貫通孔が設けられている

燃料電池システム。

[請求項13] 請求項1ないし請求項12のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記熱交換器は、前記積層体の積層方向の略中央の位置に設けられている、

燃料電池システム。

[請求項14] 請求項1ないし請求項13のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、さらに、

前記燃料電池が要求される出力と前記暖房装置が要求する熱量とに基づいて、前記燃料電池に供給される酸化剤ガスの供給量を設定する酸化剤ガス供給量設定部と、

前記設定された酸化剤ガスの供給量に基づいて、前記燃料電池に対して前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給部と

を備える燃料電池システム。

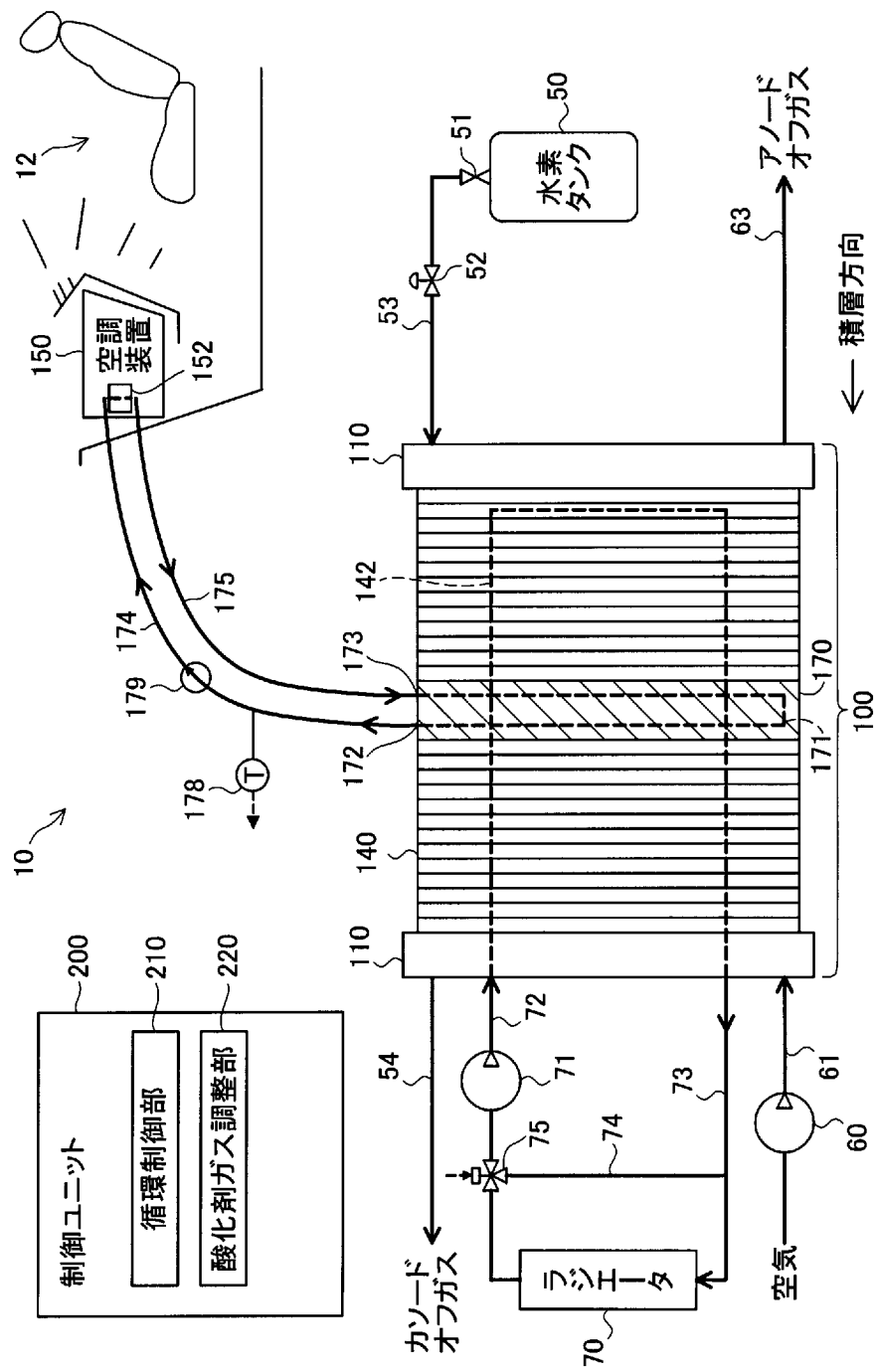
[請求項15] 請求項1ないし請求項14のいずれか一項に記載の燃料電池システムであって、

前記燃料電池は、電位的に浮いた状態となっており、
前記熱交換器は、抵抗器を介して接地されており、
前記燃料電池システムは、さらに、前記抵抗器の両端における電位差を検出する電圧検出器を備える
燃料電池システム。

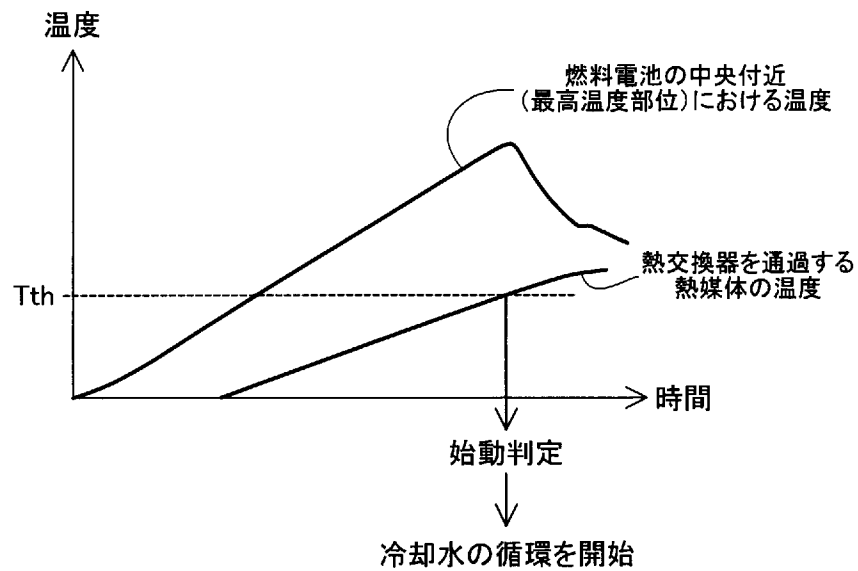
[請求項16]

燃料電池の熱を利用して暖房を行なう方法であって、
複数のセルが積層されて構成された積層体を有する燃料電池を準備する工程と、
前記積層体の積層方向の中間位置に設けられ、熱交換用の流体が通過する流路を有する熱交換器を準備する工程と、
前記流路を通過した流体を利用して暖房を行なう工程と
を備える方法。

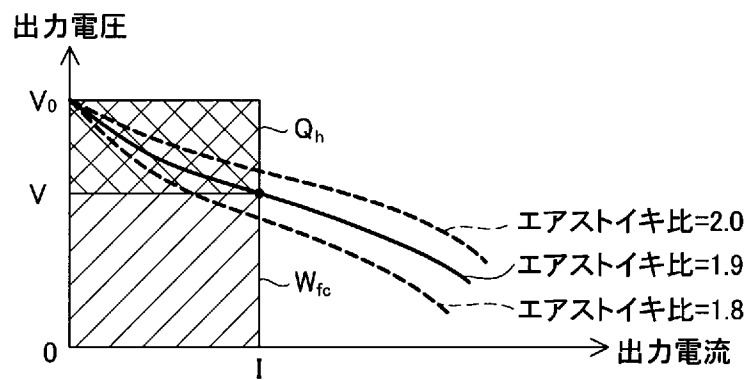
[図1]



[図2]



[図3]



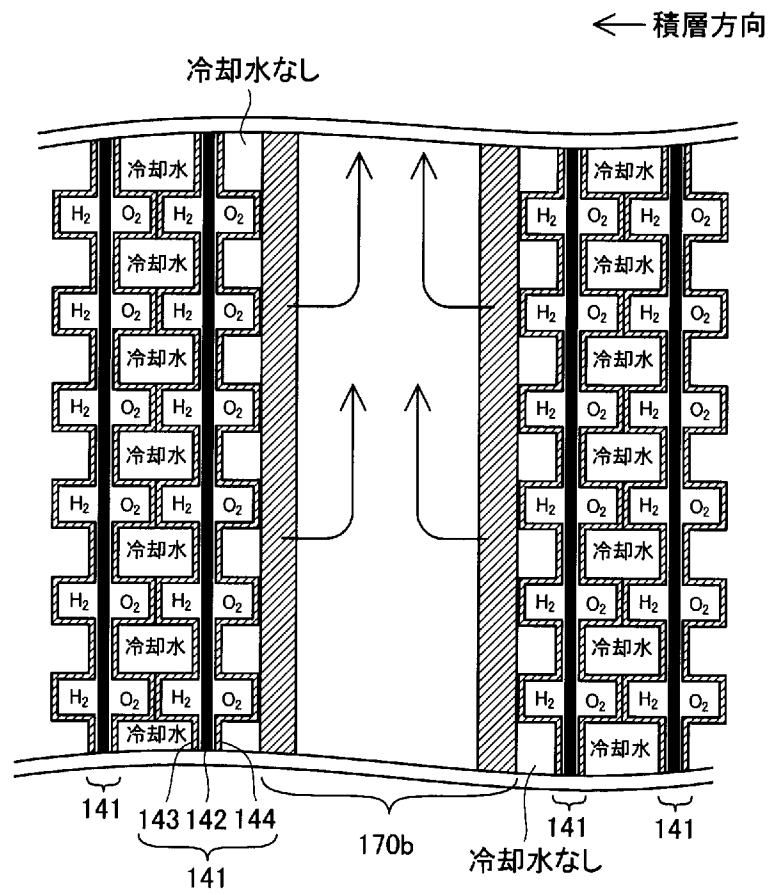
$$W_{fc} = IV$$

$$Q_h = I(V_0 - V)$$

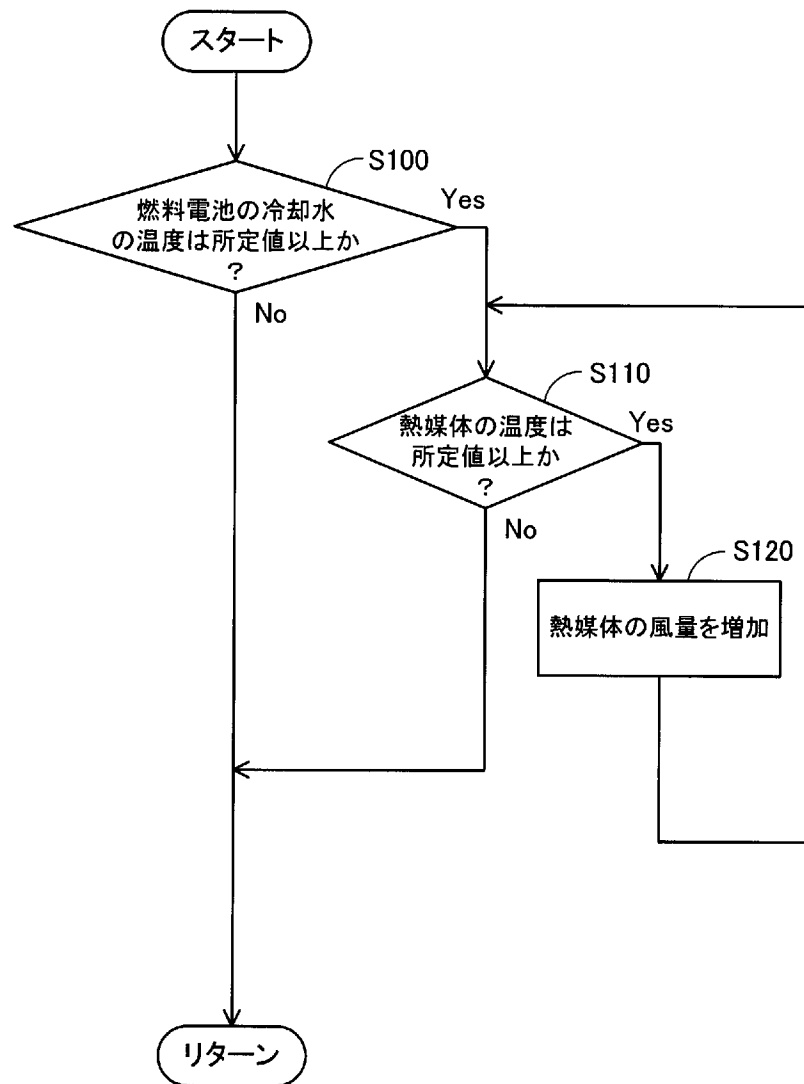
$$V = \frac{W_{fc}}{Q_h + W_{fc}} V_0$$

$$I = (Q_h + W_{fc}) \frac{1}{V_0}$$

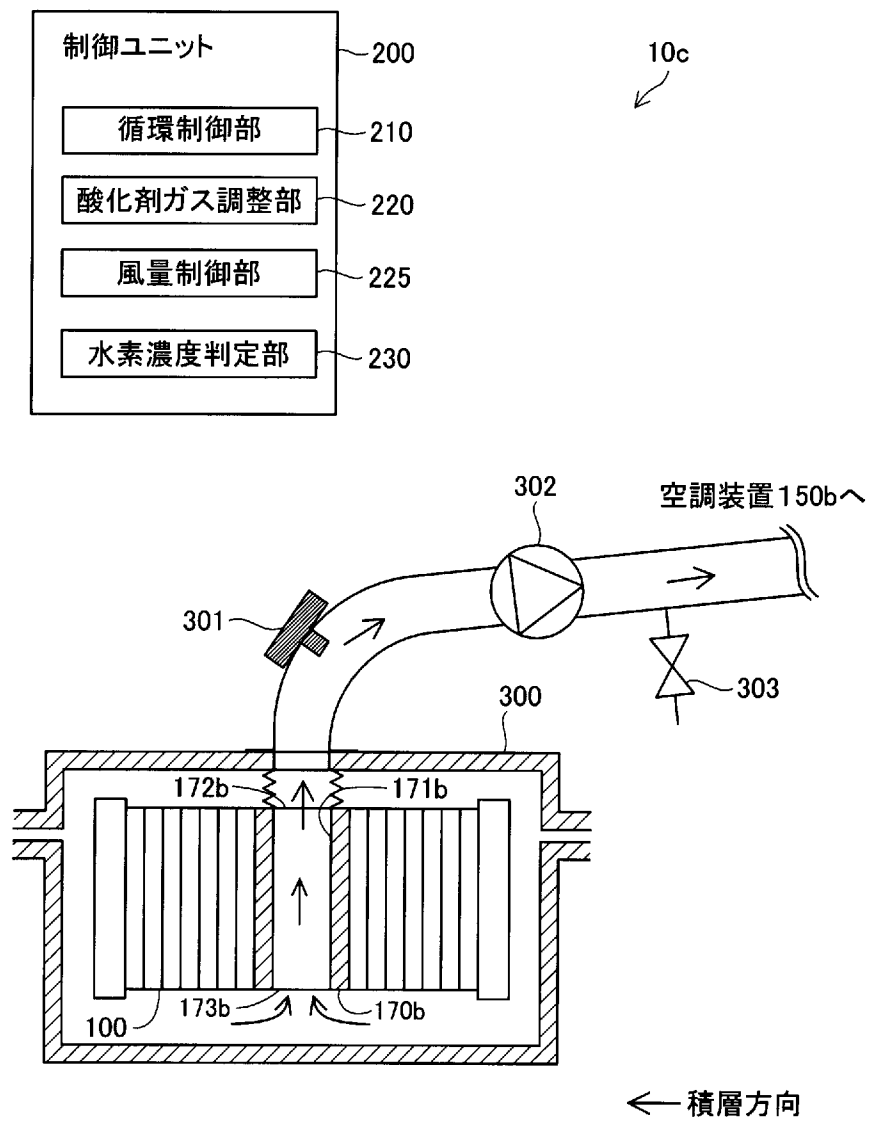
[図6]



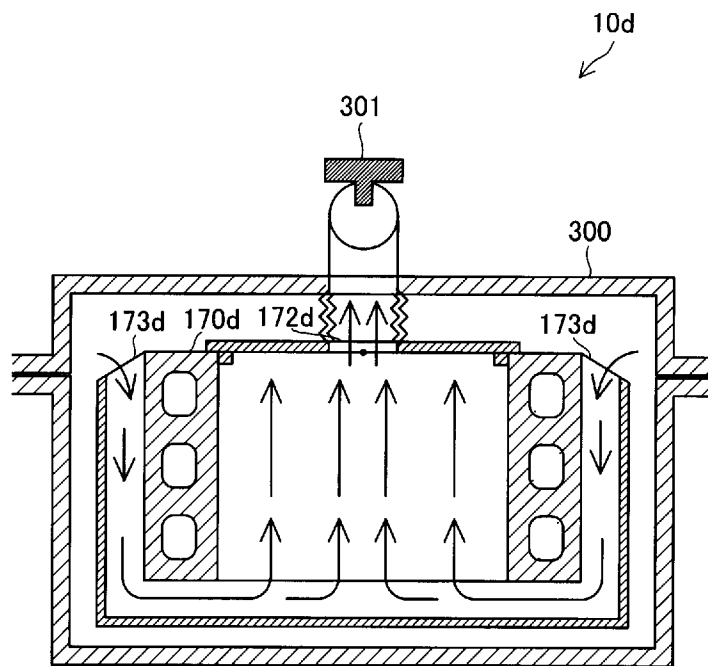
[図7]



[図8]



[図9]



● 積層方向

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003368

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04(2006.01) i, B60L11/18(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M8/04, B60L11/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-123073 A (Denso Corp.),	1, 2, 12-14, 16
Y	12 May 2005 (12.05.2005),	1, 2, 12-14, 16
A	entire text; fig. 1 to 6 (Family: none)	3-11, 15
Y	JP 2008-123697 A (Toyota Motor Corp.),	1, 2, 12-14, 16
A	29 May 2008 (29.05.2008),	3-11, 15
	entire text; fig. 1 to 6 (Family: none)	
Y	JP 2007-157616 A (Toyota Motor Corp.),	1, 2, 12-14, 16
A	21 June 2007 (21.06.2007),	3-11, 15
	entire text; fig. 1 to 2 (Family: none)	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 January, 2011 (12.01.11)Date of mailing of the international search report
25 January, 2011 (25.01.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/003368

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2001-315524 A (Denso Corp.) , 13 November 2001 (13.11.2001) , entire text; fig. 1 to 14 & US 2001/0018832 A1	1, 2, 12-14, 16 3-11, 15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/04(2006.01)i, B60L11/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/04, B60L11/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2005-123073 A (株式会社デンソー) 2005.05.12, 全文, 第 1-6 図 (ファミリーなし)	1, 2, 12-14, 16
Y		1, 2, 12-14, 16
A		3-11, 15
Y	JP 2008-123697 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.05.29, 全文, 第 1-6 図 (ファミリーなし)	1, 2, 12-14, 16
A		3-11, 15

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 2 . 0 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 5 . 0 1 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

長谷山 健

4 K

9 1 7 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2007-157616 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.06.21, 全文, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	1, 2, 12-14, 16 3-11, 15
Y A	JP 2001-315524 A (株式会社デンソー) 2001.11.13, 全文, 第 1-14 図 & US 2001/0018832 A1	1, 2, 12-14, 16 3-11, 15