

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5915613号
(P5915613)

(45) 発行日 平成28年5月11日(2016.5.11)

(24) 登録日 平成28年4月15日(2016.4.15)

(51) Int. Cl.		F I			
HO 1 M	8/02	(2016.01)	HO 1 M	8/02	R
HO 1 M	8/0202	(2016.01)	HO 1 M	8/02	B
HO 1 M	8/10	(2016.01)	HO 1 M	8/10	

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-207072 (P2013-207072)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成25年10月2日(2013.10.2)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2015-72756 (P2015-72756A)	(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
(43) 公開日	平成27年4月16日(2015.4.16)	(74) 代理人	100096817 弁理士 五十嵐 孝雄
審査請求日	平成27年2月23日(2015.2.23)	(72) 発明者	紺野 周重 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	菅野 大輔 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	松本 陶子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セパレータおよび燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料電池に用いられるセパレータであって、
 反応ガスが流通する複数のガス流路溝を有するガス流路と、
 前記ガス流路からの前記反応ガスの排出を行うためのガス排出孔と、
 前記ガス排出孔と前記ガス流路との間に位置し、前記ガス流路から排出される前記反応ガスを前記ガス排出孔に流すための導出流路部と、
 を備え、
 前記複数のガス流路溝は、前記導出流路部に連結される連結流路部を有し、
 前記連結流路部は、重力方向に対して傾斜した傾斜ガス流路溝を有し、
 前記連結流路部の前記傾斜ガス流路溝の溝幅は、水の表面張力に基づいて前記傾斜ガス流路溝部の壁面が前記水を保持する力が、重力によって前記水に加わる力よりも大きくなるように設定されている、セパレータ。

【請求項2】

請求項1に記載のセパレータであって、
 前記導出流路部のガス流路溝の溝幅は、水の表面張力に基づいて前記導出流路部のガス流路溝の壁面が前記水を保持する力が、前記連結流路部のガス流路溝の壁面が前記水を保持する力よりも小さくなるように設定されている、セパレータ。

【請求項3】

膜電極接合体とセパレータとが向かい合って配置され、両者の間に前記膜電極接合体の

表面に沿って反応ガスを供給するためのガス流路が形成された燃料電池であって、
前記セパレータは、
前記反応ガスが流通する複数のガス流路溝を有する前記ガス流路と、
前記ガス流路からの前記反応ガスの排出を行うためのガス排出孔と、
前記ガス排出孔と前記ガス流路との間に位置し、前記ガス流路から排出される前記反応
ガスを前記ガス排出孔に流すための導出流路部と、
を備え、
前記複数のガス流路溝は、前記導出流路部に連結される連結流路部を有し、
前記連結流路部は、重力方向に対して傾斜した傾斜ガス流路溝を有し、
前記連結流路部の前記傾斜ガス流路溝の溝幅は、水の表面張力に基づいて前記傾斜ガス
流路溝部の壁面が前記水を保持する力が、重力によって前記水に加わる力よりも大きくな
るように設定されている、燃料電池。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池に用いられるセパレータに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、燃料電池は、複数のユニットセルを積層したスタック構造を有している。各ユ
ニットセルは、膜電極接合体とセパレータとが向かい合って配置され、両者の間に膜電極
接合体の表面に沿って反応ガスを供給するためのガス流路が形成された構造を有している
。ガス流路としては、例えば、セパレータの外縁部に設けられた反応ガスの供給孔から膜
電極接合体の表面全体を経由して、供給孔の外縁部に対向する外縁部に設けられた排出孔
に向かって流れるように形成されている。例えば、特許文献1には、ガス流路溝と、隣り
合うガス流路溝の部分同士を連通する連通溝とを有し、連通溝がガス流路溝よりも浅く形
成されているセパレータが開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2007/088832号パンフレット

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1のセパレータは、結露水によるガス流路の閉塞を抑制するものである。しか
しながら、この構造の場合、セパレータから膜電極接合体に付与可能な面圧や、複数のユ
ニットセルへのガス分配、ガス流路の圧損等の種々の要求性能を満たすことが難しい。面
圧については、セパレータの接触面積の低下が要因となる。また、ガス分配やガス流路の
圧損については、一部の流路に残水が有っても連通溝の存在によって残水の両端に差圧が
かかりにくいいため、排水性が確保しにくく、該当するユニットセルのガス流路の圧損は変
化するが、積層された複数のユニットセルへのガス分配特性が悪化することが要因となる
。また、燃料電池の高負荷運転時において限界ストイキ比付近での運転で所望の発電性能
を得ることが難しく、要求性能を満たすことが難しい場合もある。なお、ストイキ比とは
、燃料電池の発電電力に対して最低限必要なガス量（即ち電気化学反応に供されるガス量）
と実際に供給されたガス量との比である。すなわち、特許文献1のセパレータの構造は、
上記した付与可能な面圧やガス分配、圧損等の要求性能を損なう可能性がある。

40

【0005】

また、従来のセパレータにおいて、上述したガス流路溝の構造に加えて、ガス流路と反
応ガスの排出孔との間に接続流路を設けた構造とする場合がある。このようなセパレータ
では、燃料電池の運転停止状態においてガス流路内の残水が接続流路に移動して滞留す
る場合があり、燃料電池を氷点下環境で始動させる場合に、接続流路に滞留した水が凍結し

50

、接続流路が閉塞している可能性があった。なお、特許文献1には、上述の接続流路を有する構造に関して何らの記載も示唆もない。

【0006】

そこで、本発明は、付与可能な面圧や、ガス分配、ガス圧損等の要求性能を満たしつつ、接続流路に水が滞留し、凍結して、接続流路を閉塞することを抑制す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】

【0007】

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。

10

【0008】

(1)本発明の一形態は、燃料電池に用いられるセパレータである。このセパレータは、反応ガスが流通する複数のガス流路溝を有するガス流路と；前記ガス流路からの前記反応ガスの排出を行うためのガス排出孔と；前記ガス排出孔と前記ガス流路との間に位置し、前記ガス流路から排出される前記反応ガスを前記ガス排出孔に流すための導出流路部と；を備える。前記複数のガス流路溝は、前記導出流路部に連結される連結流路部を有し；前記連結流路部は、重力方向に対して傾斜した傾斜ガス流路溝を有し；前記連結流路部のガス流路溝の溝幅は、水の表面張力に基づいて前記ガス流路溝の壁面が前記水を保持する力が、重力によって前記水に加わる力よりも大きくなるように設定されている。この形態のセパレータによれば、傾斜ガス流路溝部の残水を反応ガス排出孔へ移動しないように保持

20

【0009】

(2)上記形態のセパレータにおいて、前記導出流路部のガス流路溝の溝幅は、水の表面張力に基づいて前記ガス流路溝の壁面が前記水を保持する力が、前記連結流路部のガス流路溝の壁面が前記水を保持する力よりも小さくなるように設定されているようにしてもよい。この形態のセパレータによれば、毛細管現象を利用して、導出流路部から連結流路部へ残水を誘導することが可能となり、導出流路部における残水の凍結による閉塞を抑制することが可能である。

30

【0010】

本発明は、上記形態のセパレータ以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、上記形態のセパレータを備える燃料電池のユニットセル、そのユニットセルを備える燃料電池、その燃料電池を備える燃料電池システム等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態における燃料電池の構成を示す概略斜視図である。

【図2】ユニットセルの構成を分解して示す概略斜視図である。

【図3】アノード側セパレータの構成を示す概略平面図である。

【図4】燃料ガス流路の一部を拡大して示す概略斜視図である。

40

【図5】燃料ガス流路のうち燃料ガス排出孔につながる出口側領域を拡大して示す概略平面図である。

【図6】比較例としての連結流路部を示す概略平面図である。

【図7】図6の連結流路部の一部をガス面側から見た状態を拡大して示す概略斜視図である。

【図8】実施形態としての連結流路部のうち第2の連結流路部分の一部をガス面側から見た状態を拡大して示す概略斜視図である。

【図9】第1の導出流路部分と境界流路溝と第3の連結流路部分の一部について、第2実施形態におけるガス面側の構造を拡大して示す概略平面図および概略斜視図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 2 】

A . 第 1 実施形態 :

図 1 は、燃料電池 1 0 の構成を示す概略斜視図である。燃料電池 1 0 は、複数のユニットセル 1 0 0 を水平方向である Z 方向（以下、「積層方向」とも呼ぶ）に積層し、一対のエンドプレート 1 7 0 F , 1 7 0 E で挟持したスタック構造を有している。前端側のエンドプレート 1 7 0 F とユニットセル 1 0 0 との間には、前端側の絶縁板 1 6 5 F を介して前端側のターミナルプレート 1 6 0 F が設けられている。後端側のエンドプレート 1 7 0 E とユニットセル 1 0 0 との間にも、同様に、後端側の絶縁板 1 6 5 E を介して後端側のターミナルプレート 1 6 0 E が設けられている。ユニットセル 1 0 0 とターミナルプレート 1 6 0 F , 1 6 0 E と絶縁板 1 6 5 F , 1 6 5 E とエンドプレート 1 7 0 F , 1 7 0 E は、それぞれ、略矩形形状の外形を有するプレート構造を有しており、長辺が X 方向（水平方向）で短辺が Y 方向（重力方向、鉛直方向）に沿うように配置されている。

10

【 0 0 1 3 】

前端側におけるエンドプレート 1 7 0 F と絶縁板 1 6 5 F とターミナルプレート 1 6 0 F には、燃料ガス供給孔 1 7 2 I N 及び燃料ガス排出孔 1 7 2 O T と、複数の酸化剤ガス供給孔 1 7 4 I N 及び酸化剤ガス排出孔 1 7 4 O T と、複数の冷却水供給孔 1 7 6 I N 及び冷却水排出孔 1 7 6 O T と、が設けられている。これらの給排水孔は、各ユニットセル 1 0 0 の対応する位置に設けられているそれぞれの孔（不図示）と連結して、それぞれに対応するガス或いは冷却水の給排水マニホールドを構成する。その一方、後端側におけるエンドプレート 1 7 0 E と絶縁板 1 6 5 E とターミナルプレート 1 6 0 E には、これらの給排水孔は設けられていない。これは、反応ガス（燃料ガス、酸化剤ガス）および冷却水を前端側のエンドプレート 1 7 0 F からそれぞれのユニットセル 1 0 0 に対して供給マニホールドを介して供給しつつ、それぞれのユニットセル 1 0 0 からの排出ガスおよび排水を前端側のエンドプレート 1 7 0 から外部に対して排出マニホールドを介して排出するタイプの燃料電池であることによる。ただし、これに限定されるものではなく、例えば、前端側のエンドプレート 1 7 0 F から反応ガスおよび冷却水を供給し、後端側のエンドプレート 1 7 0 E から排出ガスおよび排水が外部へ排出されるタイプ等の種々のタイプとすることができる。

20

【 0 0 1 4 】

複数の酸化剤ガス供給孔 1 7 4 I N は前端側のエンドプレート 1 7 0 F の下端の外縁部に X 方向（長辺方向）に沿って配置されており、複数の酸化剤ガス排出孔 1 7 4 O T は上端の外縁部に X 方向に沿って配置されている。燃料ガス供給孔 1 7 2 I N は前端側のエンドプレート 1 7 0 F の右端の外縁部の Y 方向（短辺方向）の上端部に配置されており、燃料ガス排出孔 1 7 2 O T は左端の外縁部の Y 方向の下端部に配置されている。複数の冷却水供給孔 1 7 6 I N は燃料ガス供給孔 1 7 2 I N の下側に Y 方向に沿って配置されており、複数の冷却水排出孔 1 7 6 O T は燃料ガス排出孔 1 7 2 O T の上側に Y 方向に沿って配置されている。

30

【 0 0 1 5 】

前端側のターミナルプレート 1 6 0 F および後端側のターミナルプレート 1 6 0 E は、各ユニットセル 1 0 0 の発電電力の集電板であり、不図示の端子から集電した電力を外部へ出力するためのものである。

40

【 0 0 1 6 】

図 2 は、ユニットセル 1 0 0 の構成を分解して示す概略斜視図である。ユニットセル 1 0 0 は、膜電極ガス拡散層接合体（M E G A : Membrane Electrode & Gas Diffusion Layer Assembly）1 1 0 と、M E G A 1 1 0 を両側から挟むアノード側セパレータ 1 2 0 およびカソード側セパレータ 1 3 0 と、カソード側セパレータ 1 3 0 と M E G A 1 1 0 との間に介挿されたガス流路部材 1 5 0 と、M E G A 1 1 0 の外周を覆う接着シール 1 4 0 と、を備えている。

【 0 0 1 7 】

M E G A 1 1 0 は、電解質膜の両面に一対の触媒電極層が形成された膜電極接合体（M

50

E A : Membrane Electrode Assembly) を含み、膜電極接合体の両面に一対のガス拡散層が形成された発電体である。なお、MEGAをMEAと呼ぶ場合もある。

【0018】

アノード側セパレータ120及びカソード側セパレータ130は、ガス遮断性および電子伝導性を有する部材によって構成されており、例えば、カーボン粒子を圧縮してガス不透過とした緻密質カーボン等のカーボン製部材や、ステンレス鋼やチタンなどの金属部材によって形成されている。

【0019】

アノード側セパレータ120には、後述するように、MEGA110側の面に溝状の燃料ガス流路が形成されており、反対側の面に溝状の冷却水流路が形成されている。

10

【0020】

アノード側セパレータ120には、上述したマニホールドを構成する給排孔として、燃料ガス供給孔122IN及び燃料ガス排出孔122OTと、複数の酸化剤ガス供給孔124IN及び酸化剤ガス排出孔124OTと、複数の冷却水供給孔126IN及び冷却水排出孔126OTと、が形成されている。同様に、カソード側セパレータ130には、燃料ガス供給孔132IN及び燃料ガス排出孔132OTと、複数の酸化剤ガス供給孔134IN及び酸化剤ガス排出孔134OTと、複数の冷却水供給孔136IN及び冷却水排出孔136OTと、が形成されている。また、接着シール140にも、同様に、アノード側セパレータ120の給排孔に対応して、燃料ガス供給孔142IN及び燃料ガス排出孔142OTと、複数の酸化剤ガス供給孔144IN及び酸化剤ガス排出孔144OTと、複数の冷却水供給孔146IN及び冷却水排出孔146OTと、が形成されている。

20

【0021】

ガス流路部材150は、カソード側セパレータ130の酸化剤ガス供給孔134INから供給される酸化剤ガスを、MEGA110の面方向(XY平面方向)に沿って流し、酸化剤ガス排出孔134OTから排出するためのガス流路を構成する。ガス流路部材150としては、例えば、金属多孔体(例えば、エキスパンドメタル)などのガス拡散性および導電性を有する多孔質の材料が用いられる。

【0022】

図3は、アノード側セパレータ120の構成を示す概略平面図である。なお、図3は、アノード側セパレータ120に隣接する他のユニットセル100に対向する面(以下、「冷却面」とも呼ぶ)側から見た状態を示している。なお、冷却面とは反対のMEGA110に対向する面を「ガス面」とも呼ぶ。アノード側セパレータ120の外周縁部には、上述したように、反応ガスおよび冷却水の給排孔として、燃料ガス供給孔122IN及び燃料ガス排出孔122OTと、複数の酸化剤ガス供給孔124IN及び酸化剤ガス排出孔124OTと、複数の冷却水供給孔126IN及び冷却水排出孔126OTと、が形成されている。そして、給排孔が形成された内側の流路形成領域121(図2)には、冷却面側において凸部202と凹部204(「溝204」と呼ぶ)とが交互に繰り返し並んだ断面凸凹形状(断面波形状)が形成されている。この断面凸凹形状は、例えば、一枚の平板をプレス加工することによって形成されたものである。冷却面における凸部202がガス面において燃料ガス流路溝(以下、「燃料ガス流路溝202」とも呼ぶ)を構成し、冷却面における溝204がガス面において燃料ガス流路溝202を仕切るリブを構成するとともに、冷却水流路溝(以下、「冷却水流路溝204」とも呼ぶ)を構成している。そして、複数の燃料ガス流路溝202で構成される燃料ガス流路200が、燃料ガス供給孔122INから燃料ガス排出孔122OTへ向けてサーペンタイン状に形成されている。

30

40

【0023】

冷却面側において、燃料ガス流路溝202は冷却水流路溝204を仕切るリブとして機能する。このため、領域Aでは、燃料ガス流路溝202が壁となって冷却水供給孔126INから冷却水排出孔126OTへ向かう冷却水の流れを阻害する。そこで、この領域の燃料ガス流路溝202を以下で説明する構造とすることにより、これを防止している。

【0024】

50

図4は、図3に示した領域A内の燃料ガス流路200のうちY方向に沿った燃料ガス流路溝202の一部を拡大して示す概略斜視図である。図4において、上方は冷却面側であり、下方はガス面側である。Y方向に沿って形成された燃料ガス流路溝202には、浅溝部208が形成されている。浅溝部208は、他の部分（以下、「深溝部206」とも呼ぶ）よりも深さが浅い部分である。ここで、燃料ガス流路溝202の深さとは、アノード側セパレータ120のガス面のMEGA110に接触する部分の位置から、燃料ガス流路溝202の底部までの距離を意味する。従って、燃料ガス流路溝202の深さは、深溝部206の位置において深く、浅溝部208の位置において浅くなる。この燃料ガス流路溝202は、Y方向に沿って浅溝部208および深溝部206が存在するが、いずれも、MEGA110とは接触しないため、溝に沿って燃料ガスが流れる燃料ガス流路を構成する。

10

【0025】

また、複数のユニットセル100が積層された燃料電池10（図1，2参照）において、アノード側セパレータ120は、隣接するユニットセル100のカソード側セパレータの表面と各深溝部206の位置で接触し、浅溝部208の位置で接触しない。このため、アノード側セパレータ120の浅溝部208の位置の冷却面側には、カソード側セパレータ130の表面との間に、浅溝部208を挟んで隣接する2つの冷却水流路溝204を連通する連通流路溝205が形成される。この構造によって、冷却水は、冷却水流路溝204に沿ってY方向（重力方向）に流れるだけでなく、連通流路溝205を介してX方向（水平方向）にも流れるようにすることが可能となる。これにより、X方向に沿った冷却水流路溝204を流れる冷却水の流れがY方向に沿った燃料ガス流路溝202によって遮断されるのを防止することができる。

20

【0026】

また、図示は省略するが、図3に示した領域AのX方向に沿った燃料ガス流路溝202にも同様に浅溝部208が形成される。これにより、Y方向に沿った燃料ガス流路溝202に平行な冷却水流路溝204を流れる冷却水の流れがX方向に沿った燃料ガス流路溝202によって遮断されるのを防止することができる。

【0027】

また、図示は省略するが、X方向およびY方向に沿った燃料ガス流路溝202だけでなく、X方向およびY方向に対して斜め方向に沿った燃料ガス流路溝202に対しても同様に浅溝部208が形成される。これにより、X方向あるいはY方向に沿った燃料ガス流路溝202に平行な冷却水流路溝204を流れる冷却水の流れが燃料ガス流路溝202によって遮断されるのを防止することができる。

30

【0028】

以上のように、冷却水供給孔126INから供給される冷却水を、X方向およびY方向のいずれの方向に沿った燃料ガス流路溝202によっても遮断されずに、冷却水排出孔126OTへ向けて流すことが可能である。

【0029】

図5は、図3に示した燃料ガス流路200のうち燃料ガス排出孔122OTにつながる出口側領域（図3の領域B）を拡大して示す概略平面図である。燃料ガス排出孔122OTにつながる出口側領域の燃料ガス流路200は、燃料ガス排出孔122OTにつながる導出流路部230、および、導出流路部230と内部流路部210との間の連結流路部220、で構成されている。なお、図3と同様に、図5も冷却面側を示しているため、燃料ガス流路溝202a～202eは凸部として描かれている。

40

【0030】

連結流路部220は、内部流路部210の燃料ガス流路部分200aにつながる第1の連結流路部分200bと、第1の連結流路部分200bにつながる第2の連結流路部分200cと、第2の連結流路部分200cにつながる第3の連結流路部分200dと、第3の連結流路部分200dと導出流路部230とを連結する境界流路溝202eと、で構成されている。第1の連結流路部分200bは、燃料ガス流路部分200aの複数の燃料ガ

50

ス流路溝 202a につながり、X 方向にのびる複数の第 1 の連結流路溝 202b で構成されている。第 2 の連結流路部分 200c は、第 1 の連結流路溝 202b から重力方向に傾斜した方向に沿って下方向に向かってのびる複数の第 2 の連結流路溝 202c (「傾斜ガス流路溝部 202c」とも呼ぶ) で構成されている。この第 2 の連結流路溝 202c は、重力方向に対して傾いた方向 (例えば斜め下方向) に沿って下方に延びていることが好ましいが、重力方向に延びていても良い。第 3 の連結流路部分 200d は、境界流路溝 202e および第 2 の連結流路溝 202c につながり、X 方向にのびる複数の第 3 の連結流路溝 202d で構成されている。境界流路溝 202e は、第 3 の連結流路部分 200d と導出流路部 230 との境界で Y 方向に沿ってのびる溝で構成されている。なお、連結流路部 220 を構成する各連結流路溝 202b, 202c, 202d は、図 4 に示した燃料ガス流路溝と同様に、浅溝部 208 を有しており、冷却面側において冷却水を流す連通路を構成する。

10

【0031】

導出流路部 230 は、境界流路溝 202e につながる第 1 の導出流路部分 230A と、第 1 の導出流路部分 230A および燃料ガス排出孔 122OT につながる第 2 の導出流路部分 230B と、で構成されている。これらの導出流路部分 230A, 230B は、アノード側セパレータのガス面との間に配置されたシーリングプレート 128 と、アノード側セパレータ 120 との間に形成されている。第 1 の導出流路部分 230A は、境界流路溝 202e につながり、略くし歯状流路を構成する複数の第 1 の導出流路溝 232A で構成されている。また、第 2 の導出流路部分 230B は、シーリングプレート 128 に形成された略くし歯状の凸部 234B によって形成され、略くし歯状流路を構成する複数の第 2 の導出流路溝 232B で構成されている。

20

【0032】

なお、図示および説明を省略するが、燃料ガス流路 200 のうち燃料ガス供給孔 122IN につながる入口側領域も、出口側領域と同様に、燃料ガス供給孔 122IN につながる導入流路部、および、導入流路部と内部流路部との間の連結流路部、で構成されている。

【0033】

アノード側セパレータ 120 は、以下で説明するように、導出流路部 230 につながる連結流路部 220 の構造に特徴を有している。

30

【0034】

図 6 は、比較例としての連結流路部 220R を示す概略平面図である。また、図 7 は、図 6 の連結流路部 220R の一部をガス面側から見た状態を拡大して示す概略斜視図である。連結流路部 220R は、ガス面側に凸の複数のエンボス 216 およびガス面側に凹の複数のディンプル 218 が、交互に、かつ、離間して配置されることにより構成されている。なお、連結流路部 220R で連結される内部流路部 210 および導出流路部 230 は、本実施形態の連結流路部 220 と同様である。

【0035】

内部流路部 210 の Y 方向上部側を流れる燃料ガス (図 6 の実線矢印で示す) は、連結流路部 220R において、ディンプル 218 が離間して配置されている構造上、導出流路部 230 方向へ向かって流れ易い。このため、連結流路部 220R の上部領域 C には水が滞留し易く、また、運転停止前に実行される掃気によっても排出され難い。一方、ディンプル 218 およびエンボス 216 の構造の場合、図 7 に示すように、残水 219 に接触するディンプル 218 およびエンボス 216 の壁面が少ないため、連結流路部 220R のディンプル 218 で構成される流路においては、毛管現象によって水を上昇させる力 (「毛管力」とも呼ぶ) は、水に加わる重力よりも小さくなる。なお、毛管力は下式 (1) で示される液面高さ h で表すことができる。また、この毛管力は、水の表面張力に基づいてガス流路溝の壁面が水を保持する力に相当する。

40

$$h = 2 \cdot T \cdot \cos \theta / (\rho \cdot g \cdot r) \dots (1)$$

T : 表面張力, θ : 接触角, ρ : 液体密度, g : 重力加速度, r : 管の内径

50

ここで、断面が円形で無い流路に対する「管の内径 r 」は、流路断面積に等しい円の直径に相当する。ディンプル構造の場合、内径 r が大きいと、液面高さ h は小さく、すなわち、毛管力は小さくなる。

【 0 0 3 6 】

このため、上部領域 C の残水 2 1 9 は、運転停止している状態において、図 7 に矢印で示したように連結流路部 2 2 0 R を下方（重力方向）に移動することになり、移動した水が導出流路部 2 3 0 で滞留し易くなる。そして、導出流路部 2 3 0 に滞留した水が凍結した場合には、導出流路部 2 3 0 を閉塞することにより、燃料ガス流路が閉塞されることになり、燃料電池 1 0 の運転動作の不具合等を招く可能性がある。

【 0 0 3 7 】

これに対して、実施形態の連結流路部 2 2 0（図 5）は、以下で説明するように、導出流路部 2 3 0 への水の移動を抑制することができる。

【 0 0 3 8 】

図 8 は、図 5 の第 2 の連結流路部分 2 0 0 c の一部をガス面側から見た状態を拡大して示している。この場合、比較例の場合に比べて、水に接触する壁面が多くなり、また、流路断面積が小さくなるので管の内径 r が小さくなり、毛管力を大きくすることができる。特に、重力方向に傾斜した方向に伸びる第 2 の連結流路溝 2 0 2 c における毛管力 F が、仮に溝が満水でも重力よりも大きくなるように、第 2 の連結流路溝 2 0 2 c の溝幅を設定することが好ましい。特に、重力による力 g に加えて振動による力 v を考慮し、これらの力の合計（ $g + v$ ）よりも、毛管力 F の方が大きくなるように第 2 の連結流路溝 2 0 2 c の溝幅を設定することが好ましい。この場合には、振動力 v としては、燃料電池 1 0 の使用環境において想定される予め設定した値を使用可能である。なお、溝幅に加えて、溝の深さもこれらの目的に沿うように設定することが好ましい。また、第 1 の連結流路溝 2 0 2 b および第 3 の連結流路溝 2 0 2 d の溝幅および溝深さも、第 2 の連結流路溝 2 0 2 c と等しい値に設定することが好ましい。なお、溝深さをあらかじめ定めた一定値とした場合には、第 2 の連結流路溝 2 0 2 c の溝幅を設定し、これに合わせて第 1 の連結流路溝 2 0 2 b および第 3 の連結流路溝 2 0 2 d の溝幅を設定することができる。このようにすれば、仮に掃気時において排出されない残水が第 2 の連結流路溝 2 0 2 c に有ったとしても、図 8 に示すように、その水が導出流路部 2 3 0 へ移動しないように保持することが可能である。

【 0 0 3 9 】

ここで、連結流路部 2 2 0 を含む燃料ガス流路 2 0 0 には、MEGA 1 0 0（図 2 参照）に含まれるガス拡散層が接しているため、連結流路部 2 2 0 が残水の凍結によって閉塞したとしても、ガス拡散層を介して燃料ガスが流れることによって、燃料ガス流路が全体として閉塞されることはない。これに対して、導出流路部 2 3 0 には、ガス拡散層が接していないため、導出流路部 2 3 0 の残水の凍結によって燃料ガス流路が全体として閉塞されることになる。

【 0 0 4 0 】

上記したように、連結流路部 2 2 0 は残水が導出流路部 2 3 0 へ移動しないように保持することができるので、燃料電池 1 0 の氷点下始動時において、導出流路部 2 3 0 に滞留する水が凍結することによる導出流路部 2 3 0 の閉塞を抑制することが可能となり、燃料ガス流路が全体として閉塞されるのを抑制することができる。また、導出流路部 2 3 0 の閉塞の抑制は、従来技術で説明した構造のセパレータとは異なり、付与可能面圧やガス分配、ガス圧損等の要求性能を満たしつつ実現可能である。また、一般的に実行される流路溝の表面に撥水処理を施す場合のように閉塞の抑制効果が継時的に低下するものではない。

【 0 0 4 1 】

B . 第 2 実施形態 :

第 1 実施形態では、残水を保持可能なガス流路溝構造について説明した。第 2 実施形態のセパレータは、さらに、導出流路部 2 3 0 と連結流路部 2 2 0 との間の接続構造に関する特徴を有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

図 9 (A) は図 5 に示した第 1 の導出流路部分 2 3 0 A と境界流路溝 2 0 2 e と第 3 の連結流路部分 2 0 0 d の一部について、第 2 実施形態におけるガス面側の構造を拡大して示す概略平面図であり、図 9 (B) は図 9 (A) を模式的に示す概略斜視図である。

【 0 0 4 3 】

第 1 の導出流路溝 2 3 2 A の溝幅および溝深さは、第 1 の導出流路溝 2 3 2 A の毛管力 $F(232A)$ が第 3 の連結流路溝 2 0 2 d の毛管力 $F(202d)$ よりも小さくなるように設定されている。

【 0 0 4 4 】

この場合、図 9 (B) に示すように、境界流路溝 2 0 2 e を挟んで第 1 の導出流路部分 2 3 0 A および第 3 の連結流路部分 2 0 0 d にまたがって連結した残水 2 1 9 があつた場合に、第 3 の連結流路溝 2 0 2 d の毛管力 $F(202d)$ と第 1 の導出流路溝 2 3 2 A の毛管力 $F(232A)$ との毛管力の差によって、残水 2 1 9 を第 1 の導出流路溝 2 3 2 A 側から第 3 の連結流路溝 2 0 2 d 側へ移動させることができる。これにより、第 1 の導出流路溝 2 3 2 A に水が滞留し凍結することによって閉塞することを抑制することが可能となる。

【 0 0 4 5 】

さらに、導出流路部分 2 3 0 B の第 2 の導出流路溝 2 3 2 B (図 5 参照) の溝幅および溝深さは、第 2 の導出流路溝 2 3 2 B の毛管力 $F(232B)$ が第 1 の導出流路溝 2 3 2 A の毛管力 $F(232A)$ よりも小さくなるように設定されていてもよい。この場合、境界流路溝 2 0 2 e を挟んで第 2 の導出流路部分 2 3 0 B および第 1 の導出流路部分 2 3 0 A と第 3 の連結流路部分 2 0 0 d にまたがって連結した残水があつた場合に、第 2 の導出流路溝 2 3 2 B の毛管力 $F(232B)$ と第 1 の導出流路溝 2 3 2 A の毛管力 $F(232A)$ と第 3 の連結流路溝 2 0 2 d の毛管力 $F(202d)$ との毛管力の差によって、第 2 の導出流路溝 2 3 2 B および第 1 の導出流路溝 2 3 2 A の残水を第 3 の連結流路溝 2 0 2 d 側へ移動させることができる。これにより、燃料電池 1 0 の氷点下始動時において、第 1 の導出流路部 2 3 0 A 及び第 2 の導出流路部 2 3 0 B、すなわち、導出流路部 2 3 0 に滞留する水が凍結することによる導出流路部 2 3 0 の閉塞を抑制することが可能となる。また、導出流路 2 3 0 の閉塞の抑制は、従来技術で説明した構造のセパレータとは異なり、付与可能面圧やガス分配、ガス圧損等の要求性能を満たしつつ実現可能である。また、一般的に実行される流路溝の表面に撥水处理を施す場合のように閉塞の抑制効果が継時的に低下するものではない。

【 0 0 4 6 】

C . 変形例 :

なお、上述した第 1 実施形態では、第 1 の連結流路溝 2 0 2 b および第 3 の連結流路溝 2 0 2 d の溝幅および溝深さを第 2 の連結流路溝 2 0 2 c の溝幅および溝深さに合わせるものとして説明したが、必ずしも、第 2 の連結流路溝 2 0 2 c の溝幅および溝深さに合わせる必要はない。但し、重力方向に対して傾斜した方向に沿って下方向を向く第 2 の連結流路溝 2 0 2 c の溝幅は、重力に抗して残水を保持可能なように設定することが好ましい。具体的には、第 2 の連結流路溝 2 0 2 c の溝幅を、 $0.2\text{ mm} \sim 1.0\text{ mm}$ の範囲とすることが好ましく、 $0.2 \sim 0.8\text{ mm}$ の範囲とすることが更に好ましい。なお、溝幅が深さ方向に一定でない場合には、平均的な溝幅をこれらの範囲に設定することが好ましい。また、第 2 の連結流路溝 2 0 2 c の溝深さは、 $0.2 \sim 0.8\text{ mm}$ の範囲とすることが好ましく、 $0.2 \sim 0.6\text{ mm}$ の範囲とすることが好ましい。

【 0 0 4 7 】

また、上述した第 1 , 2 実施形態では、導出流路部 2 3 0 につながる連結流路部 2 2 0 について説明したが、燃料ガス供給孔 1 2 2 I N 側の導入流路部につながる連結流路部についても同様に適用することができる。

【 0 0 4 8 】

また、上述した第 1 , 第 2 実施形態では、アノード側セパレータ 1 2 0 の燃料ガス流路

10

20

30

40

50

について説明したが、カソード側セパレータの酸化剤ガス流路が燃料ガス流路と同様の流路構造を有する場合には、同様に適用することが可能である。

【 0 0 4 9 】

本発明は、上述の実施形態や実施例、変形例に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施形態、実施例、変形例中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、前述した実施形態および各変形例における構成要素の中の、独立請求項で記載された要素以外の要素は、付加的な要素であり、適宜省略可能である。

10

【符号の説明】

【 0 0 5 0 】

- 1 0 ... 燃料電池
- 1 0 0 ... ユニットセル
- 1 2 0 ... アノード側セパレータ
- 1 2 1 ... 流路形成領域
- 1 2 2 I N ... 燃料ガス供給孔
- 1 2 2 O T ... 燃料ガス排出孔
- 1 2 4 I N ... 酸化剤ガス供給孔
- 1 2 4 O T ... 酸化剤ガス排出孔
- 1 2 6 I N ... 冷却水供給孔
- 1 2 6 O T ... 冷却水排出孔
- 1 2 8 ... シーリングプレート
- 1 3 0 ... カソード側セパレータ
- 1 3 2 I N ... 燃料ガス供給孔
- 1 3 2 O T ... 燃料ガス排出孔
- 1 3 4 I N ... 酸化剤ガス供給孔
- 1 3 4 O T ... 酸化剤ガス排出孔
- 1 3 6 I N ... 冷却水供給孔
- 1 3 6 O T ... 冷却水排出孔
- 1 4 0 ... 接着シール
- 1 4 2 I N ... 燃料ガス供給孔
- 1 4 2 O T ... 燃料ガス排出孔
- 1 4 4 I N ... 酸化剤ガス供給孔
- 1 4 4 O T ... 酸化剤ガス排出孔
- 1 4 6 I N ... 冷却水供給孔
- 1 4 6 O T ... 冷却水排出孔
- 1 5 0 ... ガス流路部材
- 1 6 0 E ... ターミナルプレート
- 1 6 0 F ... ターミナルプレート
- 1 6 5 E ... 絶縁板
- 1 6 5 F ... 絶縁板
- 1 7 0 E ... エンドプレート
- 1 7 0 F ... エンドプレート
- 1 7 2 I N ... 燃料ガス供給孔
- 1 7 2 O T ... 燃料ガス排出孔
- 1 7 4 I N ... 酸化剤ガス供給孔
- 1 7 4 O T ... 酸化剤ガス排出孔
- 1 7 6 I N ... 冷却水供給孔
- 1 7 6 O T ... 冷却水排出孔

20

30

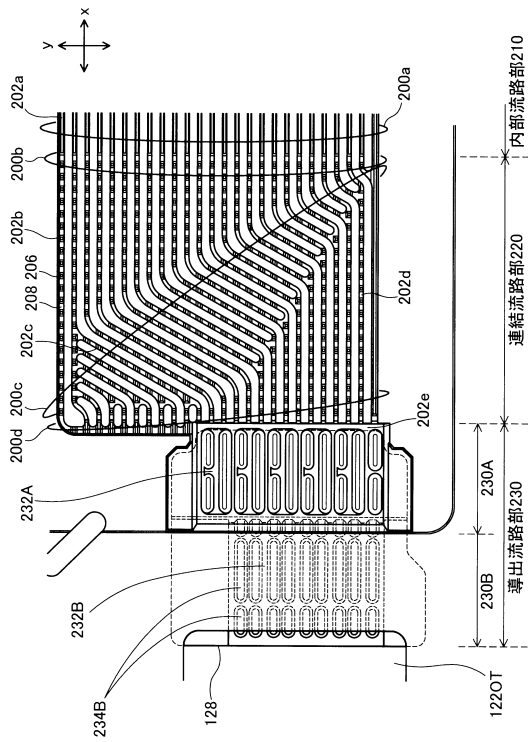
40

50

2 0 0 ... 燃料ガス流路	
2 0 0 a ... 燃料ガス流路部分	
2 0 0 b ... 第 1 の連結流路部分	
2 0 0 c ... 第 2 の連結流路部分	
2 0 0 d ... 第 3 の連結流路部分	
2 0 2 ... 燃料ガス流路溝	
2 0 2 a ... 燃料ガス流路溝	
2 0 2 b ... 第 1 の連結流路溝	
2 0 2 c ... 第 2 の連結流路溝	
2 0 2 d ... 第 3 の連結流路溝	10
2 0 2 e ... 境界流路溝	
2 0 4 ... 冷却水流路溝	
2 0 5 ... 連通流路溝	
2 0 6 ... 深溝部	
2 0 8 ... 浅溝部	
2 1 0 ... 内部流路部	
2 1 6 ... エンボス	
2 1 8 ... ディンプル	
2 1 9 ... 水 (残水)	
2 2 0 ... 連結流路部	20
2 2 0 R ... 連結流路部	
2 3 0 ... 導出流路部	
2 3 0 A ... 第 1 の導出流路部分	
2 3 0 B ... 第 2 の導出流路部分	
2 3 2 A ... 第 1 の導出流路溝	
2 3 2 B ... 第 2 の導出流路溝	
2 3 4 B ... 凸部	

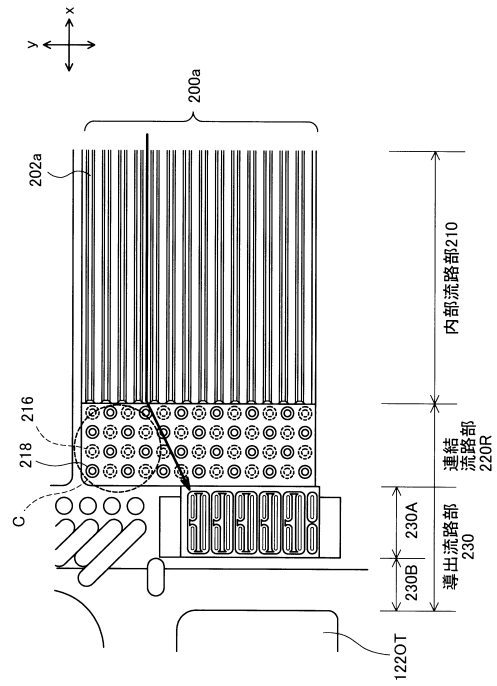
【 図 5 】

図 5



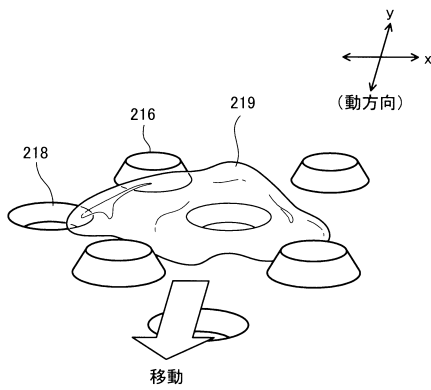
【 図 6 】

図 6



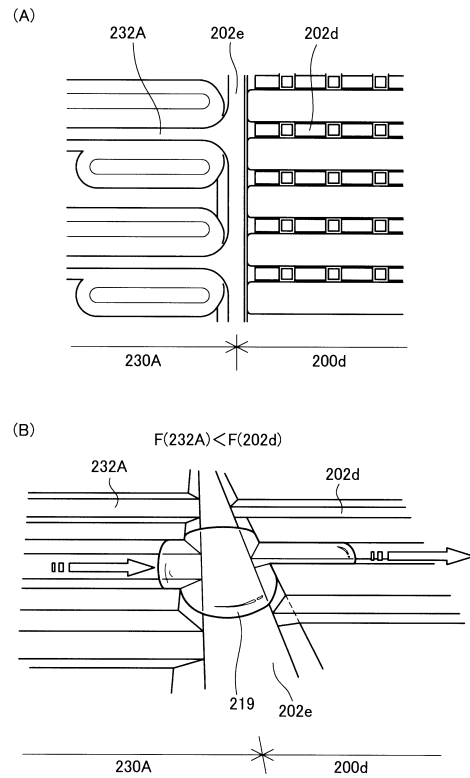
【 図 7 】

図 7



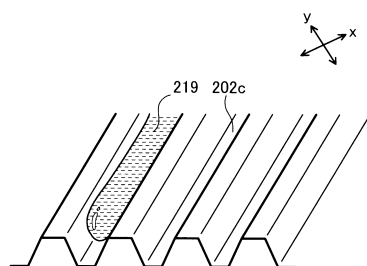
【 図 9 】

図 9



【 図 8 】

図 8



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-147309(JP,A)
特開2010-182515(JP,A)
特開2013-118124(JP,A)
特開2013-206762(JP,A)
国際公開第2006/121157(WO,A1)
特開2005-093244(JP,A)
特開2006-260787(JP,A)
特開2013-118125(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M	8/02
H01M	8/10
H01M	8/24