

(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2017-208232

(P2017-208232A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H 0 1 M 8/02 (2016.01)	H 0 1 M 8/02 N	5 H 0 2 6
H 0 1 M 8/12 (2016.01)	H 0 1 M 8/02 E	5 H 1 2 6
	H 0 1 M 8/02 Z	
	H 0 1 M 8/12	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-99788 (P2016-99788)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成28年5月18日 (2016. 5. 18)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
		(74) 代理人	100140486
			弁理士 鎌田 徹
		(74) 代理人	100170058
			弁理士 津田 拓真
		(74) 代理人	100139066
			弁理士 伊藤 健太郎
		(72) 発明者	杉原 真一
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		F ターム (参考)	5H026 AA06 HH02 HH05
			5H126 AA02 AA09 AA15 BB06 JJ02
			JJ05

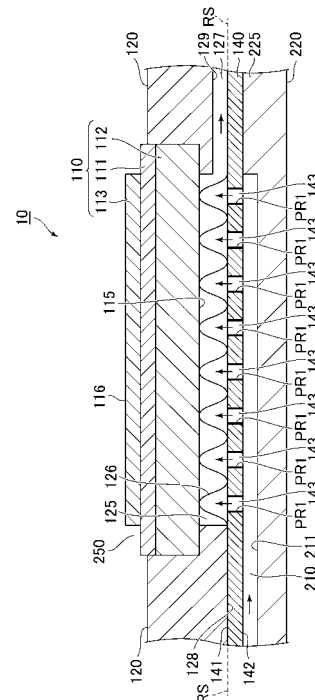
(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】発電性能を犠牲にすることなく、発電中において高温となり過ぎてしまうこと、及び温度むらが発生してしまうこと、のいずれをも防止することのできる燃料電池を提供する。

【解決手段】燃料電池 1 0 は、燃料極 1 1 2 に燃料ガスを供給するための流路である燃料供給流路 (2 1 0 , 1 2 5) を備える。燃料供給流路には、水蒸気改質反応を生じさせるための改質触媒部 P R 1 が、燃料極 1 1 2 から離間しており且つ燃料極 1 1 2 に対向する面、である改質面 R S に沿って設けられている。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を受けて発電を行う燃料電池（１０）であって、
平板状に形成された電解質（１１１）と、
前記電解質の一方の面に形成されており、燃料ガスの供給を受ける部分である燃料極（１１２）と、

前記電解質の他方の面に形成されており、酸化剤ガスの供給を受ける部分である酸素極（１１３）と、
前記燃料極に燃料ガスを供給するための流路である燃料供給流路（２１０，１２５）と、
を備え、

前記燃料供給流路には、
水蒸気改質反応を生じさせるための改質触媒部（ＰＲ１，ＰＲ２，ＰＲ３，ＰＲ４）が、
前記燃料極から離間しており且つ前記燃料極に対向する面、である改質面（ＲＳ）に沿って設けられている燃料電池。

【請求項 2】

前記燃料供給流路には、
燃料ガスを通過させるための貫通穴（１４３）が複数形成された、平板状の分散板（１４０）が設けられている、請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 3】

前記改質触媒部は前記貫通穴の内面に形成されている、請求項 2 に記載の燃料電池。

【請求項 4】

前記改質触媒部は、前記分散板のうち前記燃料極に対向する面（１４１）に設けられている、請求項 2 又は 3 に記載の燃料電池。

【請求項 5】

前記改質触媒部は、前記分散板のうち前記燃料極に対向する面とは反対側の面（１４２）に設けられている、請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記改質触媒部は、燃料ガスの流れ方向に沿って前記分散板よりも上流側となる位置に設けられている、請求項 2 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池。

【請求項 7】

前記改質面の単位面積あたりにおける前記改質触媒部の表面積、を面積比と定義したときに、

燃料ガスの流れ方向に沿った下流側における前記面積比は、上流側における前記面積比よりも大きい、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を受けて発電を行う燃料電池に関する。

【背景技術】**【0002】**

燃料電池は、燃料ガス及び酸化剤ガスが有する化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する発電装置である。その発電効率は非常に高く、また排出されるガスも比較的クリーンであることから、次世代の発電装置として注目されている。

【0003】

燃料電池では、発電により取り出される電流が大きくなるほど、セルスタックの温度が高くなる傾向がある。このため、燃料電池の発電性能を高めるには、セルスタックの冷却が重要となる。

【0004】

特に固体酸化物形燃料電池においては、動作中におけるセルスタックの温度が約 700 と非常に高温となる。このような高温の状態においてセルスタックの温度分布にむらが生

10

20

30

40

50

じると、一部のセルが破損してしまう可能性がある。このため、発電中においては単にセルスタックを冷却するだけでなく、セルスタック全体の温度を均一に保つ必要がある。

【 0 0 0 5 】

セルスタックに含まれる各セルの燃料極では、所謂「内部改質」と称される水蒸気改質反応が生じる。当該反応は吸熱反応であり、セルスタックの温度を低下させる。水蒸気改質反応による吸熱量は、燃料ガスに含まれる炭化水素の量に概ね比例する。このため、燃料極のうち燃料ガスの流れ方向において上流側となる部分では、他の部分よりも内部改質による温度低下が生じやすい傾向がある。

【 0 0 0 6 】

下記特許文献 1 に記載の燃料電池では、内部改質によるセルの温度むらを抑制するために、各セルに熱伝導層が形成された構成となっている。熱伝導層は、電解質層の表面の一部を覆うように設けられており、当該表面に沿った熱伝導を促進することによってセルスタックの温度むらを抑制するものである。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 2 2 4 7 1 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

上記特許文献 1 に記載されている構成においては、電解質層のうち熱伝導層に覆われた部分には、燃料極層を形成することができない。つまり、上記特許文献 1 に記載されている燃料電池は、その発電性能の一部を犠牲にしながら熱伝導層を形成し、これによりセルスタックの温度むらを抑制するような構成となっている。このような構成において、十分な発電性能を発揮させるには、それぞれのセルを大型化（大面積化）しなければならない。

【 0 0 0 9 】

尚、内部改質に起因した温度むらを抑制するための対策としては、セルスタックの外部に設けられた改質器において予め水蒸気改質反応を十分に行わせ、当該改質器を通過した燃料ガスをセルスタックに供給することも考えられる。しかしながら、その場合には内部改質がほとんど生じないこととなるので、セルスタックの冷却が不十分なものとなる。その結果、燃料電池から十分な電流を取り出すことができなくなってしまう。

【 0 0 1 0 】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、発電性能を犠牲にすることなく、発電中において高温となり過ぎてしまうこと、及び温度むらが発生してしまうこと、のいずれをも防止することのできる燃料電池を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

上記課題を解決するために、本発明に係る燃料電池は、燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を受けて発電を行う燃料電池（ 1 0 ）であって、平板状に形成された電解質（ 1 1 1 ）と、電解質の一方の面に形成されており、燃料ガスの供給を受ける部分である燃料極（ 1 1 2 ）と、電解質の他方の面に形成されており、酸化剤ガスの供給を受ける部分である酸素極（ 1 1 3 ）と、燃料極に燃料ガスを供給するための流路である燃料供給流路（ 2 1 0 ， 1 2 5 ）と、を備える。燃料供給流路には、水蒸気改質反応を生じさせるための改質触媒部（ P R 1 ， P R 2 ， P R 3 ， P R 4 ）が、燃料極から離間しており且つ燃料極に対向する面、である改質面（ R S ）に沿って設けられている。

【 0 0 1 2 】

このような燃料電池では、燃料ガスが燃料極に到達するよりも前に、予め改質触媒部で水蒸気改質反応が生じる。このため、燃料極で生じる内部改質が抑制されるので、燃料極の一部における局所的な温度低下が抑制される。その結果、燃料電池（具体的にはセルス

10

20

30

40

50

タック)の温度むらが抑制される。

【0013】

また、改質触媒部は、燃料極から離間しており且つ燃料極に対向する面に沿って設けられている。このため、改質触媒部で生じた水蒸気反応は、燃料極、電解質、及び酸素極からなるセルを冷却するために用いられる。つまり、本発明に係る燃料電池では、燃料極で生じる内部改質を抑制する構成としながらも、発電中において高温となり過ぎてしまうことを防止することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、発電性能を犠牲にすることなく、発電中において高温となり過ぎてしまうこと、及び温度むらが発生してしまうこと、のいずれをも防止することのできる燃料電池が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1実施形態に係る燃料電池の構成を示す分解組立図である。

【図2】燃料電池の内部構成を示す模式的な断面図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係る燃料電池の内部構成を示す模式的な断面図である。

【図4】本発明の第3実施形態に係る燃料電池の内部構成を示す模式的な断面図である。

【図5】本発明の第4実施形態に係る燃料電池の内部構成を示す模式的な断面図である。

【図6】本発明の第5実施形態に係る燃料電池の分散板を示す図である。

【図7】本発明の第6実施形態に係る燃料電池の分散板を示す図である。

【図8】改質触媒部が設けられていない場合における温度分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

【0017】

図1及び図2を参照しながら、本発明の第1実施形態に係る燃料電池10の構成について説明する。燃料電池10は、燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を受けて発電を行う装置であって、本実施形態では固体酸化物形の燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell: SOFC)として構成されている。燃料電池10は、所謂「平板型」の単セル110を複数備えており、セパレータ220を介しそれぞれの単セル110を積層し直列接続した構成となっている。尚、図1においては、燃料電池10が備える複数の単セル110のうちの1つと、その上下両側に設けられたセパレータ220のみが描かれている。

【0018】

図2に示されるように、単セル110は、電解質111と、燃料極112と、酸素極113と、を有している。電解質111は平板状に形成されており、酸素イオン電導性を有する固体電解質である。電解質111の材料としては、例えばジルコニアやペロブスカイト酸化物等、公知の材料を用いることができる。

【0019】

燃料極112は、電解質111の一方の面上に形成された層であって、燃料ガスの供給を受ける部分である。燃料極112は、例えばYSZ等の電解質セラミックスと、Ni等の触媒金属と、を含むサーメットにより構成された多孔質層である。燃料極112に燃料ガスが供給されると、燃料ガスに含まれる水素と、電解質111を通過した酸化物イオンとが反応し、電子が放出される。当該電子が、発電により得られる電流として取り出される。

【0020】

燃料極112では、燃料ガスに含まれる炭化水素と水との間における水蒸気改質反応、すなわち内部改質が生じる。内部改質によって生じた水素は、燃料ガスに当初から含まれ

10

20

30

40

50

ていた水素と同様に発電に供される。また、水蒸気改質反応は、よく知られているように吸熱反応である。このため、発電で生じた熱が水蒸気改質反応のために用いられると共に、燃料極 1 1 2 及びその周辺の温度上昇が抑制される。

【0021】

酸素極 1 1 3 は、電解質 1 1 1 のうち燃料極 1 1 2 とは反対側の面上に形成された層であって、酸化剤ガス（本実施形態では空気である）の供給を受ける部分である。酸素極 1 1 3 は、例えばペロブスカイト型酸化物のような導電性セラミックスにより構成された多孔質層である。酸素極 1 1 3 に空気が供給されると、空気に含まれる酸素が外部から供給される電子を受け取ることにより、酸化物イオンが生じる。酸化物イオンは、電解質 1 1 1 を通って燃料極 1 1 2 に到達した後、上記のように水素と反応する。

10

【0022】

単セル 1 1 0 はセルフフレーム 1 2 0 に保持されている。セルフフレーム 1 2 0 は、単セル 1 1 0 よりも一回り大きな矩形の板であり、ステンレスにより形成されている。図 2 に示されるように、セルフフレーム 1 2 0 の中央には、単セル 1 1 0 の外形に沿って矩形の貫通穴が形成されている。単セル 1 1 0 は、当該貫通穴の縁に形成された段部により保持されている。

【0023】

図 1 に示されるように、セルフフレーム 1 2 0 のうち単セル 1 1 0 の外側となる位置には、燃料ガス穴 1 2 1 と、燃料ガス穴 1 2 2 と、空気穴 1 2 3 と、空気穴 1 2 4 と、が形成されている。図 1 には、外部から供給され燃料電池 1 0 を通過する燃料ガスの流れが、矢印 A 1、A 2、A 3 により示されている。また、外部から供給され燃料電池 1 0 を通過する空気の流れが、矢印 A 4、A 5、A 6 により示されている。

20

【0024】

燃料ガス穴 1 2 1 は、セルフフレーム 1 2 0 のうち 1 つの辺に沿って 4 つ並ぶように形成された貫通穴である。燃料ガスは、燃料ガス穴 1 2 1 を下方から上方に向かって流れながら（矢印 A 1）、その一部が燃料極 1 1 2 の下方側に流入し、燃料極 1 1 2 に沿って流れる（矢印 A 2）。これにより、燃料ガスが燃料極 1 1 2 に供給され、発電に供される。

【0025】

燃料ガス穴 1 2 2 は、燃料ガス穴 1 2 1 と同様に、セルフフレーム 1 2 0 のうち 1 つの辺に沿って 4 つ並ぶように形成された貫通穴である。燃料ガス穴 1 2 2 が形成されている辺と、燃料ガス穴 1 2 1 が形成されている辺とは、互いに平行となっている。燃料ガスは、燃料ガス穴 1 2 2 を上方から下方に向かって流れている（矢印 A 3）。燃料極 1 1 2 に沿って流れた燃料ガス（矢印 A 2）は、燃料ガス穴 1 2 2 に到達し、その後は矢印 A 3 で示される燃料ガスの流れに合流する。

30

【0026】

空気穴 1 2 3 は、セルフフレーム 1 2 0 のうち 1 つの辺に沿って 4 つ並ぶように形成された貫通穴である。空気穴 1 2 3 が形成されている辺と、燃料ガス穴 1 2 1 が形成されている方の辺とは、互いに垂直となっている。空気は、空気穴 1 2 3 を下方から上方に向かって流れながら（矢印 A 4）、その一部が酸素極 1 1 3 の上方側に流入し、酸素極 1 1 3 に沿って流れる（矢印 A 5）。これにより、空気が酸素極 1 1 3 に供給され、発電に供される。

40

【0027】

空気穴 1 2 4 は、空気穴 1 2 3 と同様に、セルフフレーム 1 2 0 のうち 1 つの辺に沿って 4 つ並ぶように形成された貫通穴である。空気穴 1 2 4 が形成されている辺と、空気穴 1 2 3 が形成されている辺とは、互いに平行となっている。空気は、空気穴 1 2 4 を上方から下方に向かって流れている（矢印 A 6）。酸素極 1 1 3 に沿って流れた空気（矢印 A 5）は、空気穴 1 2 3 に到達し、その後は矢印 A 6 で示される空気の流れに合流する。

【0028】

セパレータ 2 2 0 は、ステンレスにより形成された板状の部材である。上面視におけるセパレータ 2 2 0 の外形は、セルフフレーム 1 2 0 の外形と概ね同一である。導電性の部材

50

であるセパレータ 2 2 0 により、積層された全ての単セル 1 1 0 が電氣的に直列接続されている。

【 0 0 2 9 】

セパレータ 2 2 0 のうち単セル 1 1 0 よりも外側となる位置には、燃料ガス穴 2 2 1 と、燃料ガス穴 2 2 2 と、空気穴 2 2 3 と、空気穴 2 2 4 と、が形成されている。

【 0 0 3 0 】

燃料ガス穴 2 2 1 は、セルフフレーム 1 2 0 の燃料ガス穴 1 2 1 と同様に、セパレータ 2 2 0 のうち 1 つの辺に沿って 4 つ並ぶように形成された貫通穴である。それぞれの燃料ガス穴 2 2 1 が形成されている位置は、上面視においてそれぞれの燃料ガス穴 1 2 1 と重なる位置である。このため、矢印 A 1 で示される燃料ガスの流れは、燃料ガス穴 1 2 1 と燃料ガス穴 2 2 1 とを交互に通過する流れとなっている。

10

【 0 0 3 1 】

燃料ガス穴 2 2 2 は、セルフフレーム 1 2 0 の燃料ガス穴 1 2 2 と同様に、セパレータ 2 2 0 のうち 1 つの辺に沿って 4 つ並ぶように形成された貫通穴である。それぞれの燃料ガス穴 2 2 2 が形成されている位置は、上面視においてそれぞれの燃料ガス穴 1 2 2 と重なる位置である。このため、矢印 A 3 で示される燃料ガスの流れは、燃料ガス穴 1 2 2 と燃料ガス穴 2 2 2 とを交互に通過する流れとなっている。

【 0 0 3 2 】

空気穴 2 2 3 は、セルフフレーム 1 2 0 の空気穴 1 2 3 と同様に、セパレータ 2 2 0 のうち 1 つの辺に沿って 4 つ並ぶように形成された貫通穴である。それぞれの空気穴 2 2 3 が形成されている位置は、上面視においてそれぞれの空気穴 1 2 3 と重なる位置である。このため、矢印 A 4 で示される空気の流れは、空気穴 1 2 3 と空気穴 2 2 3 とを交互に通過する流れとなっている。

20

【 0 0 3 3 】

空気穴 2 2 4 は、セルフフレーム 1 2 0 の空気穴 1 2 4 と同様に、セパレータ 2 2 0 のうち 1 つの辺に沿って 4 つ並ぶように形成された貫通穴である。それぞれの空気穴 2 2 4 が形成されている位置は、上面視においてそれぞれの空気穴 1 2 4 と重なる位置である。このため、矢印 A 6 で示される空気の流れは、空気穴 1 2 4 と空気穴 2 2 4 とを交互に通過する流れとなっている。

【 0 0 3 4 】

30

セパレータ 2 2 0 のうち燃料極 1 1 2 側の面 2 1 1 には凹部が形成されており、当該凹部が燃料ガスの流れる流路 2 1 0 となっている。流路 2 1 0 は、燃料極 1 1 2 に燃料ガスを供給するための流路であるから、本実施形態における「燃料供給流路」の一部に該当する。図 1 において矢印 A 2 で示される燃料ガスの流れは、流路 2 1 0 における燃料ガスの流れである。

【 0 0 3 5 】

セパレータ 2 2 0 のうち酸素極 1 1 3 側の面（不図示）と、酸素極 1 1 3 との間には、空気の流れる流路 2 5 0（図 2 を参照）が形成されている。矢印 A 5 で示される空気の流れは、流路 2 5 0 における空気の流れである。

【 0 0 3 6 】

40

このように、本実施形態では、燃料極 1 1 2 を燃料ガスが流れる方向（矢印 A 2）と、酸素極 1 1 3 を空気が流れる方向（矢印 A 5）とが、互いに直行するようなクロスフロー方式が採用されている。このような態様に替えて、それぞれの流れが互いに同じ方向となるコフロー方式や、それぞれの流れが互いに反対方向となるカウンタフロー方式を採用してもよい。

【 0 0 3 7 】

その他の構成について説明する。セパレータ 2 2 0 の燃料極 1 1 2 側（図 1 では上面側）と、セルフフレーム 1 2 0 との間には、スペーサ 2 3 0 が配置されている。スペーサ 2 3 0 は、セパレータ 2 2 0 とセルフフレーム 1 2 0 との間の隙間を所定の大きさに保つよう、両者の間に挿入された板状の部材である。スペーサ 2 3 0 は、セパレータ 2 2 0 とセルフ

50

レーム 1 2 0 との間における燃料ガスの流れ、及び空気の流れを妨げることの無いように、上面視において燃料極 1 1 2 や燃料ガス穴 1 2 1 等を避ける位置に設けられている。本実施形態では、スペーサ 2 3 0 はステンレスにより形成されている。

【 0 0 3 8 】

セパレータ 2 2 0 の酸素極 1 1 3 側（図 1 では下面側）と、セルフレーム 1 2 0 との間には、スペーサ 1 3 0 が配置されている。スペーサ 1 3 0 は、スペーサ 2 3 0 と同様に、セパレータ 2 2 0 とセルフレーム 1 2 0 との間の隙間を所定の大きさに保つよう、両者の間に挿入された板状の部材である。スペーサ 1 3 0 は、セパレータ 2 2 0 とセルフレーム 1 2 0 との間における燃料ガスの流れ、及び空気の流れを妨げることの無いように、上面視において酸素極 1 1 3 や燃料ガス穴 1 2 1 等を避ける位置に設けられている。本実施形態では、スペーサ 1 3 0 はセラミックスにより形成されている。

10

【 0 0 3 9 】

図 2 に示されるように、セパレータ 2 2 0 の燃料極 1 1 2 側（上面側）と、セルフレーム 1 2 0 との間には、分散板 1 4 0 が配置されている。分散板 1 4 0 はステンレスによって形成された平板状の部材である。分散板 1 4 0 のうち燃料極 1 1 2 と対向する部分には、複数の貫通穴 1 4 3 が形成されている。

【 0 0 4 0 】

分散板 1 4 0 のうちセパレータ 2 2 0 側の面 1 4 2 と、セパレータ 2 2 0 の面 2 1 1 とは対向している。両者の間に形成された空間が、既に述べた流路 2 1 0 となっている。また、分散板 1 4 0 のうちセルフレーム 1 2 0 側の面 1 4 1 と、燃料極 1 1 2 とは対向している。両者の間には空間 1 2 5 が形成されている。図 2 において矢印で示されるように、燃料ガスは、流路 2 1 0 を左側から右側に向かって流れながら、それぞれの貫通穴 1 4 3 を通って空間 1 2 5 に流入する。その後、燃料極 1 1 2 に到達して発電に供される。このように、空間 1 2 5 は、（流路 2 1 0 と共に）燃料極 1 1 2 に燃料ガスを供給するための流路となっており、本実施形態における「燃料供給流路」の一部に該当する。

20

【 0 0 4 1 】

尚、流路 2 1 0 を燃料ガスが流れる方向における上流側（図 2 では左側）では、セルフレーム 1 2 0 の底面 1 2 8 が分散板 1 4 0 の面 1 4 1 に当接している。一方、燃料ガスの流れ方向における下流側（図 2 では右側）では、セルフレーム 1 2 0 の底面 1 2 9 と分散板 1 4 0 の面 1 4 1 との間に隙間 1 2 7 が形成されている。燃料極 1 1 2 で発電に供されなかった残余の燃料ガス、及び燃料極 1 1 2 で生じた水分等を含む気体は、隙間 1 2 7 を通って外部に排出される。

30

【 0 0 4 2 】

また、流路 2 1 0 を燃料ガスが流れる方向における下流側では、セパレータ 2 2 0 の一部（符号 2 2 5 が付された部分）が分散板 1 4 0 に向けて突出しており、当該部分において分散板 1 4 0 の面 1 4 2 に当接している。これにより、流路 2 1 0 の下流側端部が区画されている。

【 0 0 4 3 】

空間 1 2 5 には集電体 1 2 6 が配置されている。集電体 1 2 6 はメッシュ状に形成された金属であって、表面 1 1 5 と面 1 4 1 との両方に当接している。これにより、燃料極 1 1 2、分散板 1 4 0、及びセパレータ 2 2 0 の間における導通が確保されている。集電体 1 2 6 はメッシュ状であるから、燃料ガスは集電体 1 2 6 を通過して流れることができる。

40

【 0 0 4 4 】

また、図示は省略しているが、流路 2 5 0 にも、集電体 1 2 6 と同様の集電体が配置されている。当該集電体は、酸素極 1 1 3 の表面 1 1 6 とセパレータ 2 2 0 との両方に当接している。これにより、一つの単セル 1 1 0 の燃料極 1 1 2 と、（これと隣り合う）他の単セル 1 1 0 の酸素極 1 1 3 と、の間における導通が確保されている。また、集電体 1 2 6 と同様に上記集電体はメッシュ状であるから、空気は上記集電体を通過して流れることができる。

50

【 0 0 4 5 】

これまで説明したように、燃料ガスは面 2 1 1 に沿って流路 2 1 0 を流れた後、貫通穴 1 4 3、空間 1 2 5 を順に通って燃料極 1 1 2 に供給され、最終的には隙間 1 2 7 を通って外部に排出される。燃料ガスに含まれる炭化水素の量は、流路 2 1 0 を燃料ガスが流れる方向のうち上流側（図 2 では左側）となる位置においては多く、下流側（図 2 では右側）に行くほど少なくなっていく。このため、燃料極 1 1 2 で生じる内部改質は上流側において特に生じやすい。上流側部分では、内部改質（水蒸気改質反応）による吸熱量が大きくなるので、他の部分よりも温度が低下してしまう傾向がある。

【 0 0 4 6 】

図 8 に示されるのは、後述の改質触媒部 P R 1 が設けられていない場合における、単セル 1 1 0 の温度分布の一例である。図 8 の横軸には、燃料ガスの流れ方向に沿った位置が示されている。点 P 0 は最も上流側となる位置であり、点 P 1 は最も下流側となる位置である。図 8 の縦軸には、それぞれの位置における単セル 1 1 0 の温度が示されている。

10

【 0 0 4 7 】

図 8 に示されるように、最も上流側である点 P 0 の近傍、具体的には点線 D L で囲まれた範囲においては、内部改質に伴う温度低下が特に生じやすくなっている。このため、燃料ガスの流れ方向に沿った温度勾配、すなわち温度むらが他の部分に比べて大きくなっており、単セル 1 1 0 の破損が生じてしまう可能性がある。そこで、本実施形態に係る燃料電池 1 0 では、上記のような温度むらを抑制するために、以下に述べる改質触媒部 P R 1 が設けられている。

20

【 0 0 4 8 】

図 2 を再び参照しながら、改質触媒部 P R 1 について説明する。改質触媒部 P R 1 は、燃料ガスに含まれる炭化水素及び水との間で水蒸気改質反応を生じせしめるための触媒層である。つまり、燃料極 1 1 2 と同様の改質反応を、燃料極 1 1 2 とは異なる位置において生じさせるための部分である。本実施形態では、改質触媒部 P R 1 はニッケル鍍金層であり、それぞれの貫通穴 1 4 3 の内面全体を覆うように形成されている。尚、改質触媒部 P R 1 の材料としては、例えば白金等、ニッケル以外の触媒金属を用いることもできる。また、改質触媒部 P R 1 は、鍍金以外の方法で形成されていてもよい。

【 0 0 4 9 】

上記のように形成された改質触媒部 P R 1 は、流路 2 1 0 及び空間 1 2 5 からなる燃料供給流路において、分散板 1 4 0 の面 1 4 1 を含む仮想的な平面に沿って並ぶように設けられている。当該平面のことを以下では「改質面 R S」とも表記する。改質面 R S は、燃料極 1 1 2 から離間しており、且つ、単セル 1 1 0 の積層方向に沿って燃料極 1 1 2 と対向する面となっている。

30

【 0 0 5 0 】

燃料電池 1 0 で発電が行われているときには、燃料ガスが燃料極 1 1 2 に到達するよりも前に、予め改質触媒部 P R 1 で水蒸気改質反応が生じることとなる。燃料極 1 1 2 に到達した燃料ガスに含まれる炭化水素の量は、改質触媒部 P R 1 が形成されていない場合に比べて少なくなる。燃料極 1 1 2 で生じる内部改質が抑制されるので、図 8 を参照しながら説明したような、燃料極 1 1 2 の一部（上流側部分）における局所的な温度低下が抑制される。その結果、セルスタック全体の温度むらが抑制される。

40

【 0 0 5 1 】

また、改質触媒部 P R 1 は、燃料極 1 1 2 から離間しており且つ燃料極 1 1 2 に対向する改質面 R S に沿って設けられている。このため、改質触媒部 P R 1 で生じた水蒸気反応による吸熱は、内部改質による吸熱と同様に、積層された複数の単セル 1 1 0 を冷却するために用いられることとなる。つまり、本実施形態に係る燃料電池 1 0 では、燃料極 1 1 2 で生じる内部改質を抑制する構成としながらも、発電中において高温となり過ぎてしまうことを防止している。更に、本実施形態では、改質触媒部 P R 1 を設けるにあたり、燃料極 1 1 2 や酸素極 1 1 3 の配置は一切制限されない。つまり、燃料電池 1 0 の発電性能を犠牲にすることなく、上記のような効果を得ることができる。

50

【 0 0 5 2 】

また、燃料ガスには、炭素（C）の数が比較的大きな炭化水素分子も含まれている。このような炭化水素分子が燃料極 1 1 2 に到達すると、燃料極 1 1 2 において炭素析出が生じ、多孔質である燃料極 1 1 2 の目詰まりが生じることがある。しかしながら、本実施形態では、大きな炭化水素分子の大部分は、改質触媒部 P R 1 においてメタンや水素に変化する。このため、燃料極 1 1 2 の目詰まりが生じる可能性は極めて低くなっている。尚、改質触媒部 P R 1 で炭素析出が生じる可能性はあるが、改質触媒部 P R 1 の周囲は（多孔質ではなく）広い空間になっているので、目詰まりのような問題が生じることは無い。

【 0 0 5 3 】

本発明の第 2 実施形態について、図 3 を参照しながら説明する。本実施形態では、ニッケル鍍金層である改質触媒部 P R 2 が、貫通穴 1 4 3 の内面ではなく分散板 1 4 0 の面 1 4 1 上に形成されている。つまり、改質触媒部 P R 2 が、分散板 1 4 0 のうち燃料極 1 1 2 と対向する面に設けられている。その他の点については第 1 実施形態と同様である。第 1 実施形態と同様に本実施形態においても、改質触媒部 P R 2 が沿っている改質面 R S は、分散板 1 4 0 の面 1 4 1 を含む面となっている。このような態様においても、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

10

【 0 0 5 4 】

本発明の第 3 実施形態について、図 4 を参照しながら説明する。本実施形態では、ニッケル鍍金層である改質触媒部 P R 3 が、貫通穴 1 4 3 の内面ではなく分散板 1 4 0 の面 1 4 2 上に形成されている。つまり、改質触媒部 P R 3 が、分散板 1 4 0 のうち燃料極 1 1 2 と対向する面とは反対側の面に設けられている。その他の点については第 1 実施形態と同様である。本実施形態においては、改質触媒部 P R 3 が沿っている改質面 R S は、分散板 1 4 0 の面 1 4 2 を含む面となっている。このような態様においても、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

20

【 0 0 5 5 】

本発明の第 4 実施形態について、図 5 を参照しながら説明する。本実施形態では、ニッケル鍍金層である改質触媒部 P R 4 が、分散板 1 4 0 の一部ではなく、セパレータ 2 2 0 のうち燃料極 1 1 2 側の面 2 1 1 上に形成されている。つまり、改質触媒部 P R 4 が、燃料ガスの流れ方向に沿って分散板 1 4 0 よりも上流側となる位置に設けられている。その他の点については第 1 実施形態と同様である。本実施形態においては、改質触媒部 P R 4 が沿っている改質面 R S は、セパレータ 2 2 0 の面 2 1 1 を含む面となっている。このような態様においても、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

30

【 0 0 5 6 】

本発明の第 5 実施形態について、図 6 を参照しながら説明する。本実施形態では、分散板 1 4 0 に形成された貫通穴 1 4 3 の形状において第 1 実施形態と異なっている。その他の点については第 1 実施形態と同様である。図 6 には、分散板 1 4 0 のうち燃料極 1 1 2 と対向する部分が上面視で示されている。また、図 6 では、流路 2 1 0 を燃料ガスが流れる方向が矢印で示されている。

【 0 0 5 7 】

図 6 に示されるように、燃料ガスの流れ方向における上流側（図 6 では左側）では、貫通穴 1 4 3 の直径は比較的小さい。貫通穴 1 4 3 の直径は、燃料ガスの流れ方向における下流側に行くほど大きくなっている。

40

【 0 0 5 8 】

本実施形態でも、貫通穴 1 4 3 の内面には改質触媒部 P R 1 が形成されている。ここで、改質面 R S の単位面積あたりにおける改質触媒部 P R 1 の表面積、を面積比と定義する。この面積比は、改質面 R S をその法線方向に沿って見た場合において、改質面 R S の特定領域に含まれる改質触媒部 P R 1 の表面積を、当該特定領域の面積で除することにより得られる値である。ここでいう「改質触媒部 P R 1 の表面積」とは、改質触媒部 P R 1 によって覆われた面の面積ではなく、改質触媒部 P R 1 の立体形状における表面積、すなわち、触媒として実質的に機能する部分の表面積のことである。従って、面積比の値は 1 よ

50

りも大きくなる場合がある。

【0059】

本実施形態では、それぞれの貫通穴143の中心位置は等間隔で配置されている。この場合、上記のように定義される面積比は貫通穴143の直径に概ね比例する。このため、本実施形態においては、燃料ガスの流れ方向に沿った下流側における面積比が、上流側における面積比よりも大きくなっている。

【0060】

下流側に行くほど、燃料ガスに含まれる炭化水素の量は少なくなる。このため、第1実施形態のように全ての貫通穴143の直径が互いに等しい場合には、改質触媒部PR1における水蒸気改質反応は、下流側に行くほど生じにくくなる。その結果、吸熱による燃料ガスや改質触媒部PR1の温度低下は、上流側で生じやすく下流側で生じにくい。

10

【0061】

これに対し、本実施形態では、上記のように面積比が調整されているので、上流側における水蒸気改質反応が抑制される。これにより、上流側における吸熱量と、下流側における吸熱量とが、概ね等しくなっている。水蒸気改質反応を用いた単セル110の冷却がより均等に行われることとなるので、温度むらが更に抑制されており、燃料電池10の発電性能を十分に発揮させることが可能となっている。

【0062】

また、本実施形態では、それぞれの貫通穴143の位置や直径を適宜変更することにより、燃料極112の各部に到達する燃料の流量を調整することもできる。これにより、燃料極112の各部で生じる内部改質（吸熱）のバランスが適切となるように貫通穴143の直径等を調整し、セルスタックの温度むらを更に抑制することができる。

20

【0063】

本発明の第6実施形態について、図7を参照しながら説明する。図6と同様に、図7には、分散板140のうち燃料極112と対向する部分が上面視で示されている。また、図7では、流路210を燃料ガスが流れる方向が矢印で示されている。

【0064】

本実施形態では、図3に示される第2実施形態と同様に、改質触媒部PR2が分散板140の面141に形成されている。しかしながら、改質触媒部PR2は面141の全体に一樣に形成されているのではなく、複数領域に分かれるように形成されている。

30

【0065】

本実施形態では、貫通穴143は7行×7列となるように配置されている。また、それぞれの貫通穴143の直径は全て同じであり、互いに隣り合う貫通穴143同士の間隔も全て同じである。

【0066】

改質触媒部PR2は、面141のうち、それぞれの貫通穴143の近傍部部分に形成されている。図7に示されるように、燃料ガスの流れ方向における上流側となる部分（図7では左側の2列）では、それぞれの改質触媒部PR2が、単一の貫通穴143を囲むような小さな矩形領域に形成されている。この改質触媒部PR2は、図7では改質触媒部PR21として示されている。改質触媒部PR21の周囲では、面141が比較的大きく露出している。

40

【0067】

燃料ガスの流れ方向において中央となる部分（図7では中央の3列）では、それぞれの改質触媒部PR2が、同一行に並ぶ3つの貫通穴143を囲むような矩形領域に形成されている。この改質触媒部PR2は、図7では改質触媒部PR22として示されている。改質触媒部PR22の周囲では、面141が僅かに露出している。

【0068】

燃料ガスの流れ方向における下流側となる部分（図7では右側の2列）では、単一の改質触媒部PR2が、全ての貫通穴143を囲むような大きな矩形領域に形成されている。この改質触媒部PR2は、図7では改質触媒部PR23として示されている。当該領域で

50

は、面 1 4 1 の全体が改質触媒部 P R 2 3 で覆われている。

【 0 0 6 9 】

改質触媒部 P R 2 が以上のように設けられているので、本実施形態でも第 5 実施形態と同様に、燃料ガスの流れ方向に沿った下流側における面積比が、上流側における面積比よりも大きくなっている。これにより、第 5 実施形態で説明したものと同一効果を奏する。尚、面積比を上記のように調整するための改質触媒部 P R 2 の具体的な配置は、図 7 に示される例に限定されることなく、様々な配置を採用することができる。

【 0 0 7 0 】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、前述した各具体例が備える各要素及びその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

1 0 : 燃料電池

1 1 1 : 電解質

1 1 2 : 燃料極

1 1 3 : 酸素極

1 4 0 : 分散板

1 4 3 : 貫通穴

2 1 0 : 流路

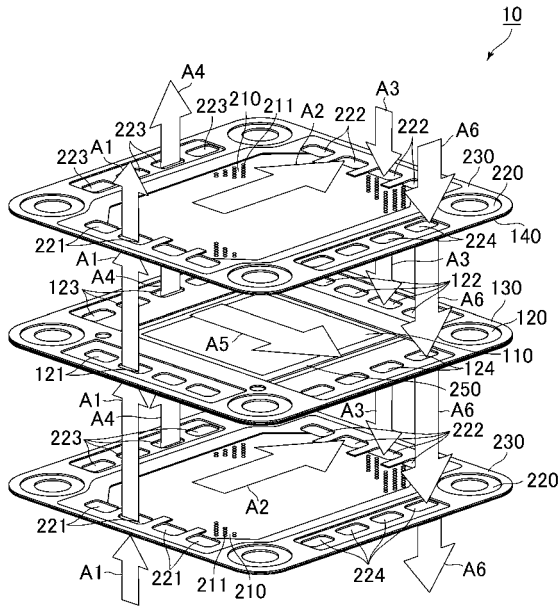
P R 1 , P R 2 , P R 3 , P R 4 : 改質触媒部

R S : 改質面

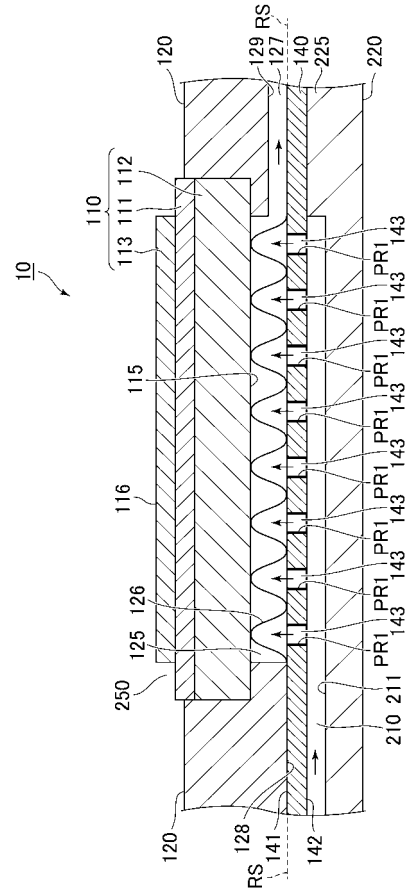
10

20

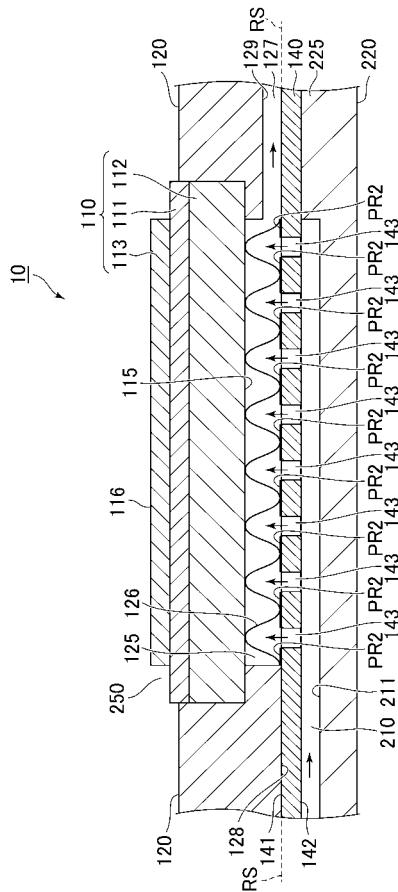
【図 1】



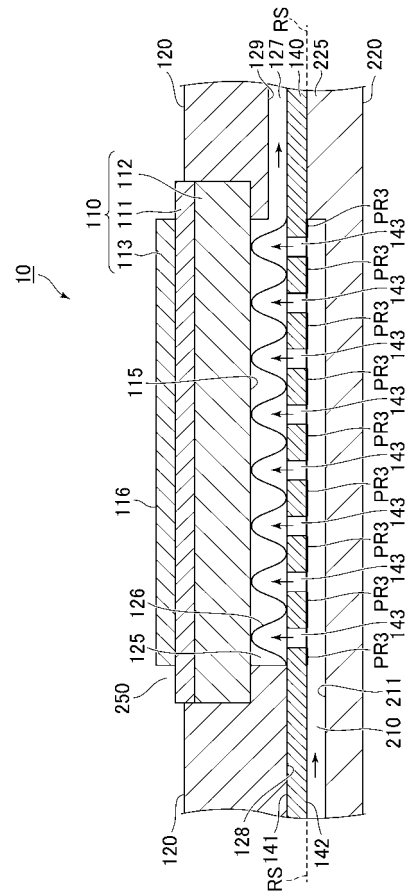
【図 2】



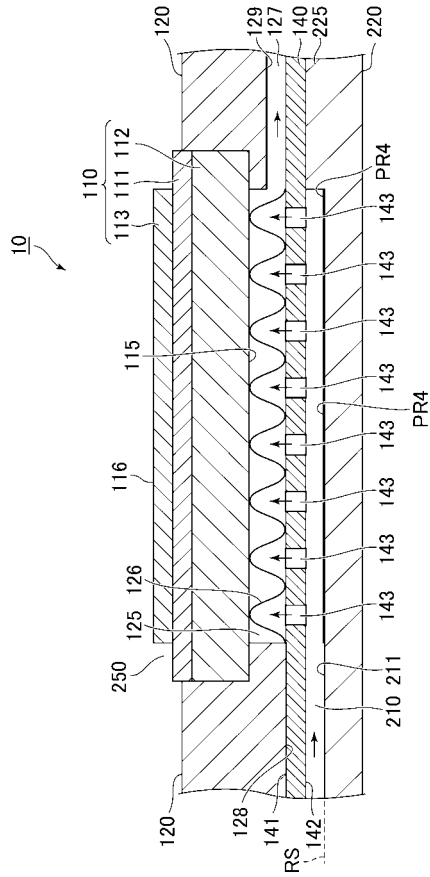
【図 3】



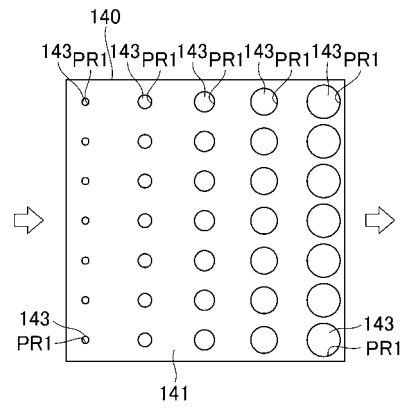
【図 4】



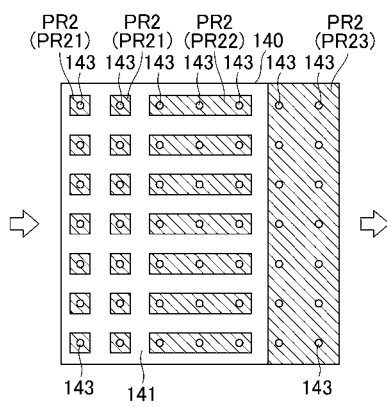
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

