

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6996430号
(P6996430)

(45)発行日 令和4年2月4日(2022.2.4)

(24)登録日 令和3年12月20日(2021.12.20)

(51)国際特許分類

H 0 1 M	8/0258(2016.01)	F I	H 0 1 M	8/0258
H 0 1 M	8/10 (2016.01)		H 0 1 M	8/10 1 0 1
H 0 1 M	8/0284(2016.01)		H 0 1 M	8/0284

請求項の数 11 (全29頁)

(21)出願番号 特願2018-111845(P2018-111845)
 (22)出願日 平成30年6月12日(2018.6.12)
 (65)公開番号 特開2019-216002(P2019-216002)
 A)
 (43)公開日 令和1年12月19日(2019.12.19)
 審査請求日 令和2年12月22日(2020.12.22)

(73)特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74)代理人 110000028
 特許業務法人明成国際特許事務所
 野々山 順朗
 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 水野 誠司
 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 守安 太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池セルおよび燃料電池スタック

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

燃料電池セルであって、
 膜電極接合体と、
 前記膜電極接合体の発電部の周囲に配置される樹脂フレームと、
 前記膜電極接合体と前記樹脂フレームとを挟む一対のセパレータと、
 前記発電部の周囲に設けられ、前記発電部から排出される排ガスを前記燃料電池セルから
 流出させるマニホールド部と、
 前記一対のセパレータのうちの少なくとも一方と前記樹脂フレームとによって構成され、
 前記排ガスを前記発電部から前記マニホールド部に導く排ガス流路と、
 を備え、
 前記排ガス流路は、
 前記発電部から前記マニホールド部に向かう方向に延びている第1流路部と、
 前記第1流路部より下流側において互いに並列に延びてそれぞれの下流端が前記マニホー
 ルド部に接続されている第2流路部および第3流路部と、
 前記第1流路部の下流端と、前記第2流路部の上流端と、前記第3流路部の上流端と、に
 接続されている連結部と、
 を含み、
 前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに、
 前記第1流路部は、前記第1流路部の下流端を前記連結部内に延長した延長領域が、前記

連結部において、前記第2流路部の上流端側ではなく、前記第3流路部の上流端側に向かって延びるように、前記連結部に接続しており、

前記連結部において、前記延長領域に対して、前記第2流路部と前記第3流路部の配列方向のうち、前記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向側の領域には、前記発電部から延びている流路は接続されていない、燃料電池セル。

【請求項2】

請求項1記載の燃料電池セルであって、

前記連結部は、前記第2流路部と前記第3流路部とに交差するように延びる連結流路であり、

前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで対向する方向に沿って見たときに、
前記第1流路部の下流側部位は、前記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向に傾斜して前記連結流路に接続しており、

前記延長領域の延長方向における端部は、前記第2流路部の上流端に対して、前記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向側に位置する、燃料電池セル。

【請求項3】

燃料電池セルであって、

膜電極接合体と、

前記膜電極接合体の発電部の周囲に配置される樹脂フレームと、

前記膜電極接合体と前記樹脂フレームとを挟む一対のセパレータと、

前記発電部の周囲に設けられ、前記発電部から排出される排ガスを前記燃料電池セルから流出させるマニホールド部と、

前記一対のセパレータのうちの少なくとも一方と前記樹脂フレームとによって構成され、前記排ガスを前記発電部から前記マニホールド部に導く排ガス流路と、

を備え、

前記排ガス流路は、

前記発電部から前記マニホールド部に向かう方向に延びている第1流路部と、

前記第1流路部より下流側において互いに並列に延びてそれぞれの下流端が前記マニホールド部に接続されている第2流路部および第3流路部と、

前記第1流路部の下流端と、前記第2流路部の上流端と、前記第3流路部の上流端と、に接続されている連結部と、

前記第2流路部の上流端に対して、前記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向側に位置し、前記第2流路部の上流端から、前記第2流路部の上流端の中心軸に対して交差する方向に延びている交差壁面部と、

を含み、

前記第1流路部の下流端は、前記連結部において最も上流に位置し、

前記第1流路部の下流端の中心軸方向に見たときに、前記第1流路部の下流端は、前記第2流路部の上流端に対して、前記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向側に位置し、前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに、前記第1流路部の下流端は、前記交差壁面部と、前記第3流路部の上流端と、のうちの少なくとも一方と、前記第1流路部の下流端の中心軸方向において対向し、

前記交差壁面部は、前記第2流路部の上流端から、前記第1流路部の下流端の中心軸に直交する方向に交差する方向であって、前記第1流路部の下流端から離れる方向に延びている、燃料電池セル。

【請求項4】

請求項3記載の燃料電池セルであって、

前記連結部は、前記第2流路部と前記第3流路部とに交差する方向に延びる連結流路であり、

前記交差壁面部は、前記連結流路の壁面の一部を構成しており、

前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで対向する方向に見たときに、前記第1流路部の下流側部位は、前記交差壁面部に対して、前記第2流路部から前記第3流路部に

10

20

30

40

50

向かう方向に傾斜して前記連結流路に接続している、燃料電池セル。

【請求項 5】

請求項 2 記載の燃料電池セルであって、
前記連結流路は、第 1 連結流路であり、
前記延長領域は、第 1 延長領域であり、
前記排ガス流路は、さらに、

前記第 1 流路部と並列に延び、下流端が前記第 1 連結流路に接続されている第 4 流路部と、
前記第 1 流路部の上流端と前記第 4 流路部の上流端とが接続されている第 2 連結流路と、
前記第 2 連結流路より上流側に位置し、下流端が前記第 2 連結流路に接続されている第 5
流路部と、

10

を含み、

前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに、
前記第 5 流路部は、下流端を前記第 2 連結流路内に延長した第 2 延長領域が、前記第 2 連結流路において、前記第 1 流路部の上流端側ではなく、前記第 4 流路部の上流端側に向かって延びるように、前記第 2 連結流路に接続しており、

前記第 2 延長領域に対して、前記第 1 流路部と前記第 4 流路部の配列方向のうち、前記第 4 流路部から前記第 1 流路部に向かう方向側における前記第 2 連結流路の領域には、上流側が前記発電部に接続されている流路は接続されていない、燃料電池セル。

【請求項 6】

請求項 4 記載の燃料電池セルであって、
前記連結流路は第 1 連結流路であり、
前記交差壁面部は第 1 交差壁面部であり、
前記排ガス流路は、さらに、

20

前記第 1 流路部と並列に延び、下流端が前記第 1 連結流路に接続されている第 4 流路部と、
前記第 1 流路部の上流端と前記第 4 流路部の上流端とが接続されている第 2 連結流路と、
前記第 2 連結流路より上流側に位置し、下流端が前記第 2 連結流路に接続されている第 5
流路部と、

前記第 1 流路部の上流端に対して、前記第 1 流路部から前記第 4 流路部に向かう方向側に
位置し、前記第 1 流路部の上流端から、前記第 1 流路部の上流端の中心軸に対して交差す
る方向に延びている第 2 交差壁面部と、

30

を含み、

前記第 5 流路部の下流端は、前記第 2 連結流路において最も上流に位置し、
前記第 5 流路部の下流端の中心軸方向に見たときに、前記第 5 流路部の下流端は、前記第
1 流路部の上流端に対して、前記第 1 流路部から前記第 4 流路部に向かう方向側に位置し、
前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに、
前記第 5 流路部の下流端は、前記第 2 交差壁面部と、前記第 4 流路部の上流端と、のうち
の少なくとも一方と、前記第 5 流路部の下流端の中心軸方向において対向し、
前記第 2 交差壁面部は、前記第 1 流路部の上流端から、前記第 5 流路部の下流端の中心軸
に直交する方向に交差する方向であって、前記第 5 流路部の下流端から離れる方向に延び
ている、燃料電池セル。

40

【請求項 7】

請求項 5 または請求項 6 記載の燃料電池セルであって、
前記第 1 流路部は、前記第 2 流路部から前記第 3 流路部に向かう方向に湾曲して前記第 1
連結流路に接続し、
前記第 5 流路部は、前記第 1 流路部から前記第 4 流路部に向かう方向に湾曲して前記第 2
連結流路に接続している、燃料電池セル。

【請求項 8】

請求項 2、請求項 4 から請求項 7 のいずれか一項に記載の燃料電池セルであって、
前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに、
前記連結流路の中心軸と前記第 2 流路部の上流端の中心軸との間の前記第 3 流路部側の角

50

度 b は、前記連結流路の中心軸と前記第 1 流路部の下流端の中心軸との間の前記第 2 流路部側の角度 a よりも大きい、燃料電池セル。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の燃料電池セルであって、前記第 1 流路部は、前記一対のセパレータのうちの一方のセパレータにおける前記樹脂フレーム側の面に設けられたセパレータ側凹部と、前記樹脂フレームと、の間の空間によって構成され、

前記第 2 流路部および前記第 3 流路部は、前記樹脂フレームの前記一方のセパレータ側の面に設けられたフレーム側凹部と、前記一方のセパレータと、の間の空間によって構成され、

前記連結部は、前記セパレータ側凹部と前記フレーム側凹部とが対向して形成される空間によって構成されている、燃料電池セル。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 のいずれか一項に記載の燃料電池セルであって、前記第 2 流路部が重力方向上側となり、前記第 3 流路部が重力方向下側となるように配置される、燃料電池セル。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の燃料電池セルが、複数個、積層された燃料電池スタックであって、

前記燃料電池セル同士の間ににおいて、前記マニホールド部を囲み、互いに対向する前記セパレータに挟まれて、前記燃料電池セル同士の間からの流体の漏洩を防止するシール部材が配置され、

前記第 2 流路部および前記第 3 流路部は、前記樹脂フレーム内に設けられ、前記燃料電池セルの積層方向に沿って見たときに、前記シール部材と交差するように延びている、燃料電池スタック。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池セルおよび燃料電池スタックに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、下記特許文献 1 には、膜電極接合体 (MEA ; Membrane Electrode Assembly) の周囲に配置され、膜電極接合体とともにセパレータに挟まれる樹脂フレームを備える固体高分子形の燃料電池セルが開示されている。燃料電池セルは、通常、複数個が積層されて燃料電池スタックを構成する。こうした燃料電池セルでは、セパレータや樹脂フレームに形成された溝などの凹部によって、電極を含む発電部に接続される複数のガス流路が形成される場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2013 - 258106 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述したガス流路のうち、発電部から排出される排ガスが流通する排ガス流路には、通常、排ガスとともに多量の水分が流入する。そのため、燃料電池セルの発電停止後に、排ガス流路内に水分が残留していると、例えば、氷点以下の温度になるような低温環境下では、残留水分の凍結によって、排ガス流路が閉塞される場合があった。排ガス流路が閉塞されてしまうと、発電部に反応ガスを十分に到達させることができず、燃料電池セルの発電の再開が困難になる。特に、全ての排ガス流路が閉塞されてしまった場合には、燃料電池

10

20

30

40

50

セルの始動性が著しく低下してしまう。

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 の燃料電池セルは、排ガス流路に流入した排水を排ガス流路によるガイドと重力の作用とによって排水用経路に誘導するものであり、いずれの排ガス流路にも水分が流入するよう構成されている。そのため、特許文献 1 の燃料電池セルでは、全ての排ガス流路が残留水分によって閉塞されてしまう可能性がある。このように、排ガス流路における残留水分による排ガス流路の閉塞を抑制することについては依然として改良の余地がある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明は、以下の形態として実現することが可能である。

【 0 0 0 7 】

[1] 第 1 の形態は、燃料電池セルとして提供される。この形態の燃料電池セルは、膜電極接合体と；前記膜電極接合体の発電部の周囲に配置される樹脂フレームと；前記膜電極接合体と前記樹脂フレームとを挟む一対のセパレータと；前記発電部の周囲に設けられ、前記発電部から排出される排ガスを前記燃料電池セルから流出させるマニホールド部と；前記一対のセパレータのうちの少なくとも一方と前記樹脂フレームとによって構成され、前記排ガスを前記発電部から前記マニホールド部に導く排ガス流路と；を備える。前記排ガス流路は；前記発電部から前記マニホールド部に向かう方向に延びている第 1 流路部と；前記第 1 流路部より下流側において互いに並列に延びてそれぞれの下流端が前記マニホールド部に接続されている第 2 流路部および第 3 流路部と；前記第 1 流路部の下流端と、前記第 2 流路部の上流端と、前記第 3 流路部の上流端と、に接続されている連結部と；を含む。前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに；前記第 1 流路部は、前記第 1 流路部の下流端を前記連結部内に延長した延長領域が、前記連結部において、前記第 2 流路部の上流端側ではなく、前記第 3 流路部の上流端側に向かって延びるよう、前記連結部に接続しており；前記連結部において、前記延長領域に対して、前記第 2 流路部と前記第 3 流路部の配列方向のうち、前記第 2 流路部から前記第 3 流路部に向かう方向側の領域には、前記発電部から延びている流路は接続されていない。

この形態の燃料電池セルによれば、第 1 流路部から連結部に流入した排ガスの気体成分を第 2 流路部および第 3 流路部の両方へと流入させ、液体成分を、第 2 流路部側ではなく、第 3 流路部側へと誘導することができる。よって、第 2 流路部への液体成分の流入が抑制され、燃料電池セルの発電停止後に、第 2 流路部に水分が残留することが抑制される。そのため、低温環境下において、燃料電池セルにおける全ての排ガス流路が残留水分の凍結によって閉塞されて、発電の再開が困難になってしまうことが抑制される。

【 0 0 0 8 】

[2] 上記形態の燃料電池セルにおいて、前記連結部は、前記第 2 流路部と前記第 3 流路部とに交差するように延びる連結流路であり；前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで対向する方向に沿って見たときに；前記第 1 流路部の下流側部位は、前記第 2 流路部から前記第 3 流路部に向かう方向に傾斜して前記連結流路に接続しており；前記延長領域の延長方向における端部は、前記第 2 流路部の上流端に対して、前記第 2 流路部から前記第 3 流路部に向かう方向側に位置してよい。

この形態の燃料電池セルによれば、連結流路の流路方向に沿って、排ガスの液体成分を、第 2 流路部の上流端側から第 3 流路部の上流端側へと誘導することができるため、より一層、第 2 流路部への液体成分の流入を抑制することができる。

【 0 0 0 9 】

[3] 第 2 の形態は、燃料電池セルとして提供される。この形態の燃料電池セルは、膜電極接合体と；前記膜電極接合体の発電部の周囲に配置される樹脂フレームと；前記膜電極接合体と前記樹脂フレームとを挟む一対のセパレータと；前記発電部の周囲に設けられ、前記発電部から排出される排ガスを前記燃料電池セルから流出させるマニホールド部と；

10

20

30

40

50

前記一対のセパレータのうちの少なくとも一方と前記樹脂フレームとによって構成され、前記排ガスを前記発電部から前記マニホールド部に導く排ガス流路と；を備える。前記排ガス流路は；前記発電部から前記マニホールド部に向かう方向に延びている第1流路部と；前記第1流路部より下流側において互いに並列に延びてそれぞれの下流端が前記マニホールド部に接続されている第2流路部および第3流路部と；前記第1流路部の下流端と、前記第2流路部の上流端と、前記第3流路部の上流端と、に接続されている連結部と；前記第2流路部の上流端に対して、記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向側に位置し、前記第2流路部の上流端から、前記第2流路部の上流端の中心軸に対して交差する方向に延びている交差壁面部と；を含む。前記第1流路部の下流端は、前記連結部において最も上流に位置し；前記第1流路部の下流端の中心軸方向に見たときに、前記第1流路部の下流端は、前記第2流路部の上流端に対して、前記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向側に位置し；前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに；前記第1流路部の下流端は、前記交差壁面部と、前記第3流路部の上流端と、のうちの少なくとも一方と、前記第1流路部の下流端の中心軸方向において対向し；前記交差壁面部は、前記第2流路部の上流端から、前記第1流路部の下流端の中心軸に直交する方向に交差する方向であって、前記第1流路部の下流端から離れる方向に延びている。

この形態の燃料電池セルによれば、第1流路部から連結部に流入した排ガスの気体成分を、第2流路部および第3流路部の両方へと流入させ、液体成分を、第2流路部側ではなく、第3流路部側へと誘導することができる。よって、第2流路部への液体成分の流入が抑制され、燃料電池セルの発電停止後に、第2流路部に水分が残留することが抑制される。そのため、低温環境下において、燃料電池セルにおける全ての排ガス流路が残留水分の凍結によって閉塞されて、発電の再開が困難になってしまふことが抑制される。

【0010】

[4] 上記形態の燃料電池セルにおいて、前記連結部は、前記第2流路部と前記第3流路部とに交差する方向に延びる連結流路であり；前記交差壁面部は、前記連結流路の壁面の一部を構成しており；前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで対向する方向に見たときに、前記第1流路部の下流側部位は、前記交差壁面部に対して、前記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向に傾斜して前記連結流路に接続してよい。

この形態の燃料電池セルによれば、交差壁面部を有する連結流路によって、第1流路部から流出した排ガスの液体成分を、第2流路部側から第3流路部側へと誘導することができる。そのため、より一層、第2流路部への液体成分の流入を抑制することができる。

【0011】

[5] 上記形態の燃料電池セルにおいて、前記連結流路は、第1連結流路であり；前記延長領域は、第1延長領域であり；前記排ガス流路は、さらに；前記第1流路部と並列に延び、下流端が前記第1連結流路に接続されている第4流路部と；前記第1流路部の上流端と前記第4流路部の上流端とが接続されている第2連結流路と；前記第2連結流路より上流側に位置し、下流端が前記第2連結流路に接続されている第5流路部と；を含み；前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに；前記第5流路部は、下流端を前記第2連結流路内に延長した第2延長領域が、前記第2連結流路において、前記第1流路部の上流端側ではなく、前記第4流路部の上流端側に向かって延びるように、前記第2連結流路に接続しており；前記第2延長領域に対して、前記第1流路部と前記第4流路部の配列方向のうち、前記第4流路部から前記第1流路部に向かう方向側における前記第2連結流路の領域には、上流側が前記発電部に接続されている流路は接続されていないくてよい。

この形態の燃料電池セルによれば、第1連結流路と第2連結流路の二段階で第2流路部に流入する水分量を低減することができる。

【0012】

[6] 上記形態の燃料電池セルにおいて、前記連結流路は第1連結流路であり；前記交差壁面部は第1交差壁面部であり；前記排ガス流路は、さらに；前記第1流路部と並列に延

び、下流端が前記第1連結流路に接続されている第4流路部と；前記第1流路部の上流端と前記第4流路部の上流端とが接続されている第2連結流路と；前記第2連結流路より上流側に位置し、下流端が前記第2連結流路に接続されている第5流路部と；前記第1流路部の上流端に対して、前記第1流路部から前記第4流路部に向かう方向側に位置し、前記第1流路部の上流端から、前記第1流路部の上流端の中心軸に対して交差する方向に延びている第2交差壁面部と；を含み；前記第5流路部の下流端は、前記第2連結流路において最も上流に位置し；前記第5流路部の下流端の中心軸方向に見たときに、前記第5流路部の下流端は、前記第1流路部の上流端に対して、前記第1流路部から前記第4流路部に向かう方向側に位置し；前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで互いに対向する方向に見たときに；前記第5流路部の下流端は、前記第2交差壁面部と、前記第4流路部の上流端と、のうちの少なくとも一方と、前記第5流路部の下流端の中心軸方向において対向し；前記第2交差壁面部は、前記第1流路部の上流端から、前記第5流路部の下流端の中心軸に直交する方向に交差する方向であって、前記第5流路部の下流端から離れる方向に延びてよい。

この形態の燃料電池セルによれば、第1連結流路と第2連結流路の二段階で第2流路部に流入する水分量を低減することができる。

【0013】

[7] 上記形態の燃料電池セルにおいて、前記第1流路部は、前記第2流路部から前記第3流路部に向かう方向に湾曲して前記第1連結流路に接続し；前記第5流路部は、前記第1流路部から前記第4流路部に向かう方向に湾曲して前記第2連結流路に接続してよい。この形態の燃料電池セルによれば、第1流路部の上流側が第3流路部から第2流路部に向かう方向に延び、第5流路部の上流側が第4流路部から第1流路部に向かう方向に延びて、排ガス流路の形成範囲が広くなってしまうことを抑制することができる。

【0014】

[8] 上記形態の燃料電池セルにおいて、前記一対のセパレータが前記樹脂フレームを挟んで対向する方向に沿って見たときに；前記連結流路の中心軸と前記第2流路部の上流端の中心軸との間の前記第3流路部側の角度 b は、前記連結流路の中心軸と前記第1流路部の下流端の中心軸との間の前記第2流路部側の角度 a よりも大きくてよい。

この形態の燃料電池セルによれば、排ガスの液体成分を、第3流路部に向かう角度であつて、第2流路部に流入しにくい角度で、連結流路に流入させることができる。よって、排ガスの液体成分が第2流路部に流入することを、より一層抑制することができる。

【0015】

[9] 上記形態の燃料電池セルにおいて、前記第1流路部は、前記一対のセパレータのうちの一方のセパレータにおける前記樹脂フレーム側の面に設けられたセパレータ側凹部と、前記樹脂フレームと、の間の空間によって構成され；前記第2流路部および前記第3流路部は、前記樹脂フレームの前記一方のセパレータ側の面に設けられたフレーム側凹部と、前記一方のセパレータと、の間の空間によって構成され；前記連結部は、前記セパレータ側凹部と前記フレーム側凹部とが対向して形成される空間によって構成されてよい。この形態の燃料電池セルによれば、連結部において、第1流路部の出口である下流端と第2流路部の入口である上流端とが樹脂フレームとセパレータとが積層されている方向においてずれた位置に開口する。そのため、第1流路部から連結部に流入した排ガス中の液体成分が第2流路部に流入することをより効果的に抑制することができる。

【0016】

[10] 上記形態の燃料電池セルにおいて、前記第2流路部が重力方向上側となり、前記第3流路部が重力方向下側となるように配置されてよい。

この形態の燃料電池セルによれば、重力の作用が加わることにより、連結部において、排ガスの液体成分が、第2流路部の上流端側ではなく、第3流路部の上流端側へと、より一層、誘導されやすくなる。そのため、排ガスの液体成分が第2流路部へ流入することが、より一層抑制される。

【0017】

10

20

30

40

50

[1 1] 第 3 の形態は、上記形態の燃料電池セルが、複数個、積層された燃料電池スタックとして提供される。この形態の燃料電池セルでは、前記燃料電池セル同士の間において、前記マニホールド部を囲み、互いに対向する前記セパレータに挟まれて、前記燃料電池セル同士の間からの流体の漏洩を防止するシール部材が配置され；前記第 2 流路部および前記第 3 流路部は、前記樹脂フレーム内に設けられ、前記燃料電池セルの積層方向に沿って見たときに、前記シール部材と交差するように延びてよい。

この形態の燃料電池スタックによれば、シール部材から樹脂フレームが受ける押圧力によって、樹脂フレームに形成されている排ガス流路の流路径が小さくなっていても、少なくとも、第 2 流路部における凍結水分による閉塞を抑制することができる。

【 0 0 1 8 】

上述した本発明の各形態の有する複数の構成要素はすべてが必須のものではなく、上述の課題の一部又は全部を解決するため、あるいは、本明細書に記載された効果の一部又は全部を達成するために、適宜、前記複数の構成の一部について、その変更、削除、新たな他の構成要素との差し替え、限定内容の一部削除を行うことが可能である。また、上述の課題の一部又は全部を解決するため、あるいは、本明細書に記載された効果の一部又は全部を達成するために、上述した本発明の一形態に含まれる技術的特徴の一部又は全部を上述した本発明の他の形態に含まれる技術的特徴の一部又は全部と組み合わせて、本発明の独立した一形態とすることも可能である。

【 0 0 1 9 】

本発明は、燃料電池セルや燃料電池スタック以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、燃料電池セルや燃料電池スタックを備える燃料電池システム、その燃料電池システムを搭載する車両、燃料電池セルにおける排ガス流路の流路構造、燃料電池セルにおいて排ガス流路を構成する凹部を有する樹脂フレームやセパレータ等の形態で実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【図 1】第 1 実施形態における燃料電池スタックの構成を示す概略図。

【図 2】第 1 実施形態における燃料電池セルを分解して示す概略図。

【図 3】第 1 実施形態における燃料電池セルの概略断面図。

【図 4 A】第 1 実施形態の排ガス流路の一部を抜き出して示す概略図。

【図 4 B】第 1 実施形態の排ガス流路における排ガスの流れを示す模式図。

【図 5】第 1 流路部と第 2 流路部と連結流路とが交差する角度を説明するための概略図。

【図 6 A】第 2 実施形態の排ガス流路の構成を示す概略平面図。

【図 6 B】第 2 実施形態の排ガス流路の構成を示す概略断面図。

【図 7】第 3 実施形態の排ガス流路の構成を示す概略平面図。

【図 8】第 4 実施形態の排ガス流路の構成を示す概略平面図。

【図 9 A】排ガス流路の他の構成例を示す第 1 の概略平面図。

【図 9 B】排ガス流路の他の構成例を示す第 2 の概略平面図。

【図 9 C】排ガス流路の他の構成例を示す第 3 の概略平面図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

1 . 第 1 実施形態 :

図 1 は、第 1 実施形態の燃料電池セル 10 を備える燃料電池スタック 100 の構成を示す概略図である。燃料電池セル 10 は、反応ガスである燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応によって発電する固体高分子形燃料電池である。第 1 実施形態では、燃料ガスは水素であり、酸化剤ガスは酸素である。燃料電池スタック 100 は、複数個の燃料電池セル 10 が積層されて締結された構成を有している。図 1 には、燃料電池スタック 100 における燃料電池セル 10 の積層方向 SD を示す矢印を図示してある。

【 0 0 2 2 】

燃料電池セル 10 は、単セルとも呼ばれ、それぞれが単体でも発電可能な発電要素である

10

20

30

40

50

。燃料電池セル10は、発電体である膜電極接合体20と、膜電極接合体の周囲に配置される樹脂フレーム30と、膜電極接合体20と樹脂フレーム30とを積層方向SDに挟む一対のセパレータ41, 42と、を備える。図1では、膜電極接合体20は燃料電池スタック100の内部に配置されて見えないため、破線の引き出し線によって、その配置位置に符号を付してある。燃料電池セル10の構成の詳細については後述する。

【0023】

積層方向SDに隣り合って配置される燃料電池セル10同士の間にはそれぞれ、ガスケットとも呼ばれるシール部材15が配置されている。シール部材15は燃料電池スタック100の外部から見えないため、図1では、破線の引き出し線によって、燃料電池セル10同士の境界にその符号を付してある。シール部材15は、互いに対向するセパレータ41, 42に挟まれて圧縮された状態で配置され、燃料電池セル10同士の間からの流体の漏洩を防止する。流体には、例えば、反応ガスや、燃料電池スタック100で生成された水分、燃料電池スタック100の運転温度を制御するための冷媒などが含まれる。

10

【0024】

燃料電池スタック100では、燃料電池セル10が積層された積層体11は、2枚のエンドプレート12a, 12bによって積層方向SDに挟まれている。各エンドプレート12a, 12bは例えば、金属板によって構成される。積層体11は、第1エンドプレート12aおよび第2エンドプレート12bを介して、締結部材から、積層方向SDに沿った締結力を付与される。図1では、締結部材の図示は、便宜上、省略されている。

20

【0025】

各エンドプレート12a, 12bと積層体11との間には、集電板13と絶縁板14とが配置されている。集電板13は、導電性を有する板状部材によって構成されている。集電板13は、積層体11に接触しており、各燃料電池セル10と電気的に導通する。燃料電池スタック100において発電された電力は、集電板13を介して外部へと出力される。絶縁板14は、集電板13とエンドプレート12a, 12bとの間に配置されて両者を電気的に絶縁する。

20

【0026】

燃料電池スタック100の内部には、各燃料電池セル10の後述する発電部に接続されるマニホールドM1～M6が設けられている。各マニホールドM1～M6は、各燃料電池セル10を貫通する貫通孔によって構成された後述するマニホールド部が積層方向SDに連結されることによって形成される。各マニホールドM1～M6は、各燃料電池セル10の膜電極接合体20の周囲に配列されている。なお、図1では、マニホールドM1, M4, M5の位置が重なっており、マニホールドM2, M3, M6の位置が重なっている。

30

【0027】

第1マニホールドM1には、各燃料電池セル10のアノードに供給される燃料ガスが流通する。第2マニホールドM2には、各燃料電池セル10のアノードから排出される排ガスが流通する。第3マニホールドM3には、各燃料電池セル10のカソードに供給される酸化剤ガスが流通する。第4マニホールドM4には、各燃料電池セル10のカソードから排出される排ガスが流通する。第5マニホールドM5には、積層方向SDに隣り合う燃料電池セル10同士の間に形成される冷媒流路に供給される冷媒が流通する。第6マニホールドM6には、前述した冷媒流路から排出される冷媒が流通する。

40

【0028】

第1エンドプレート12aと、第1エンドプレート12a側の集電板13および絶縁板14には、各マニホールドM1～M6の端部を構成する貫通孔が設けられている。第1エンドプレート12aの外表面には、反応ガスや冷媒のための配管類を各マニホールドM1～M6に接続するための接続部が設けられている。当該接続部の図示および詳細な説明については省略する。

【0029】

図2および図3を参照し、燃料電池セル10の構成を説明する。図2は、燃料電池セル10を分解して示す概略図である。図2には、カソード23側から積層方向SDに見たとき

50

の膜電極接合体 20 と、樹脂フレーム 30 と、一対のセパレータ 41, 42 と、が図示されている。図 3 は、図 2 に示す F3 - F3 切断に相当する位置における燃料電池セル 10 の概略断面図である。図 3 では、燃料電池スタック 100 を構成したときの任意の隣り合う 2 つの燃料電池セル 10 を例示してある。

【0030】

図 2 および図 3 には、互いに直交する三方向を示す X, Y, Z 軸が図示されている。ここで、第 1 実施形態では、図 2 に示すように、樹脂フレーム 30 および一対のセパレータ 41, 42 は、積層方向 SD に見たときに略四角状の外周形状を有している。X 軸および Y 軸はそれぞれ、樹脂フレーム 30 およびセパレータ 41, 42 の外周の一辺に沿った方向を示している。以下では、X 軸に沿った方向である X 軸方向のうち、+ の方向を +X 方向とも呼び、- の方向を -X 方向とも呼ぶ。また、Y 軸に沿った方向である Y 軸方向のうち、+ の方向を +Y 方向とも呼び、- の方向を -Y 方向とも呼ぶ。Z 軸に沿った方向である Z 軸方向は、樹脂フレーム 30 およびセパレータ 41, 42 の厚み方向と、燃料電池スタック 100 の積層方向 SD と、に平行である。X, Y, Z 軸は、後に参照する他の参照図においても、図 2 および図 3 と対応するように、適宜、図示してある。

10

【0031】

図 2 を参照する。燃料電池セル 10 では、膜電極接合体 20 は、その周囲に枠状の樹脂フレーム 30 が配置された状態で一対のセパレータ 41, 42 に挟まれる。第 1 実施形態では、膜電極接合体 20 は、積層方向 SD に見たときに、その外周端部が樹脂フレーム 30 の内周端部と重なるように配置される。

20

【0032】

図 3 を参照する。膜電極接合体 20 は、電解質膜 21 と、電解質膜 21 の両面に配置された電極層であるアノード 22 およびカソード 23 と、を備える。電解質膜 21 は湿潤状態において良好なプロトン伝導性を示す電解質樹脂の薄膜である。電解質膜 21 は、例えば、フッ素系のイオン交換膜によって構成される。

【0033】

アノード 22 およびカソード 23 は、燃料ガスと酸化剤ガスの電気化学反応を促進する触媒粒子が担持されている導電性材料によって構成される。アノード 22 およびカソード 23 は、内部において X 軸および Y 軸によって規定される面に沿った方向にガスが拡散するガス拡散性を有する。膜電極接合体 20 においてアノード 22 およびカソード 23 が配置されている領域が、供給された反応ガスの電気化学反応によって発電がおこなわれる発電部 25 である。

30

【0034】

第 1 実施形態では、カソード 23 の X 軸方向における長さおよび Y 軸方向における長さは電解質膜 21 およびアノード 22 より小さい。カソード 23 は、その外周端部が、電解質膜 21 の外周端部およびアノード 22 の外周端部より内側に位置するように、電解質膜 21 の面上に配置されている。カソード 23 の外周端部の外側に伸び出ている電解質膜 21 の外周端部は、樹脂フレーム 30 の開口部 31 の内側周縁部に接合される。これによって、膜電極接合体 20 は、図 2 に示すように、樹脂フレーム 30 の中央の開口部 31 内に、膜電極接合体 20 の発電部 25 が配置された状態で、樹脂フレーム 30 に支持される。樹脂フレーム 30 は、例えば、ポリエチレンテレフタレート (PET) によって構成される。樹脂部材としては、ポリプロピレン、ポリエチレン等の他の種々の熱可塑性樹脂部材を採用することができる。

40

【0035】

図 2 に示すように、一対のセパレータ 41, 42 は、膜電極接合体 20 およびそれを支持する樹脂フレーム 30 をほぼ覆うことができる程度のサイズを有している。図 2 では、各セパレータ 41, 42 において膜電極接合体 20 の発電部 25 と Z 軸方向に重なる領域 GA が一点鎖線で図示されている。第 1 セパレータ 41 は、カソード 23 に面するカソードセパレータであり、第 2 セパレータ 42 は、アノード 22 に面するアノードセパレータである。

50

【 0 0 3 6 】

セパレータ 4 1 , 4 2 は導電性およびガス不透過性を有する板状部材によって構成される。第 1 実施形態では、各セパレータ 4 1 , 4 2 は、メタルセパレータであり、ステンレス鋼やチタンなどの金属部材をプレス成形したプレス成形板によって構成されている。他の実施形態では、セパレータ 4 1 , 4 2 はメタルセパレータによって構成されていなくてもよい。セパレータ 4 1 , 4 2 は、例えば、カーボンを板状に成形した部材によって構成されてもよい。

【 0 0 3 7 】

図 2 を参照する。燃料電池セル 1 0 は、発電部 2 5 の周囲に設けられたマニホールド部 5 1 ~ 5 6 を有する。マニホールド部 5 1 ~ 5 6 は、樹脂フレーム 3 0 およびセパレータ 4 1 , 4 2 を貫通する貫通孔によって構成される。上述したように、燃料電池スタック 1 0 において、各燃料電池セル 1 0 のマニホールド部 5 1 ~ 5 6 は積層方向 S D に連結され、図 1 で説明したマニホールド M 1 ~ M 6 を構成する。マニホールド部 5 1 ~ 5 6 はそれぞれ、符号の末尾の数字が同じである対応するマニホールド M 1 ~ M 6 を構成する。

10

【 0 0 3 8 】

反応ガスの供給用のマニホールド部 5 1 , 5 3 は、各燃料電池セル 1 0 の一対のセパレータ 4 1 , 4 2 の間に反応ガスを流入させる。反応ガスの排出用のマニホールド部 5 2 , 5 4 は、各燃料電池セル 1 0 の一対のセパレータ 4 1 , 4 2 の間から排ガスを流出させる。冷媒供給用のマニホールド部 5 5 は、燃料電池スタック 1 0 0 において互いに隣り合って積層された燃料電池セル 1 0 同士の間に冷媒を流入させる。冷媒排出用のマニホールド部 5 6 は、当該互いに隣り合って積層された燃料電池セル 1 0 同士の間を通過した冷媒を流出させる。

20

【 0 0 3 9 】

燃料ガス供給用の第 1 マニホールド部 5 1 は、発電部 2 5 の + Y 方向側の端部の + X 方向側に設けられている。アノード 2 2 側の排ガス用の第 2 マニホールド部 5 2 は、発電部 2 5 の - Y 方向側の端部の - X 方向側に設けられている。第 1 マニホールド部 5 1 と第 2 マニホールド部 5 2 とは、発電部 2 5 を挟んで対角の位置に設けられている。

【 0 0 4 0 】

酸化剤ガス供給用の第 3 マニホールド部 5 3 は、発電部 2 5 の + Y 方向側の端部の - X 方向側に設けられている。カソード 2 3 側の排ガス用の第 4 マニホールド部 5 4 は、発電部 2 5 の - Y 方向側の端部の + X 方向側に設けられている。第 3 マニホールド部 5 3 と第 4 マニホールド部 5 4 とは、発電部 2 5 を挟んで対角の位置に設けられている。

30

【 0 0 4 1 】

冷媒供給用の第 5 マニホールド部 5 5 は、発電部 2 5 の + X 方向側に設けられ、Y 軸方向において第 1 マニホールド部 5 1 と第 4 マニホールド部 5 4 とに挟まれている。冷媒排出用の第 6 マニホールド部 5 6 は、発電部 2 5 の - X 方向側に設けられ、Y 軸方向において第 2 マニホールド部 5 2 と第 3 マニホールド部 5 3 とに挟まれている。

【 0 0 4 2 】

マニホールド部 5 1 ~ 5 6 が形成される位置は上記の位置に限定されることはない。マニホールド部 5 1 ~ 5 6 は、発電部 2 5 の周囲に形成されればよい。なお、第 1 実施形態では、燃料ガス用のマニホールド部 5 1 , 5 2 の開口面積は、酸化剤ガス用のマニホールド部 5 3 , 5 4 の開口面積より小さい。そして、燃料ガス用のマニホールド部 5 1 , 5 2 の Y 軸方向における開口幅は、酸化剤ガス用のマニホールド部 5 3 , 5 4 の Y 軸方向における開口幅より小さい。

40

【 0 0 4 3 】

燃料電池セル 1 0 には、一対のセパレータ 4 1 , 4 2 の間に、反応ガス供給用のマニホールド部 5 1 , 5 3 と発電部 2 5 とを接続し、マニホールド部 5 1 , 5 3 の反応ガスを発電部 2 5 に導く供給ガス流路 6 0 が設けられている。供給ガス流路 6 0 は、第 1 マニホールド部 5 1 と発電部 2 5 との間、および、第 3 マニホールド部 5 3 と発電部 2 5 との間、にそれぞれ設けられている。

50

【 0 0 4 4 】

反応ガス供給用のマニホールド部 5 1 , 5 3 に連結されている上流側供給流路 6 1 と、発電部 2 5 に連結されている下流側供給流路 6 2 と、を含む。上流側供給流路 6 1 は、樹脂フレーム 3 0 に設けられた溝状、あるいは、スリット状の凹部と、当該凹部を覆うセパレータ 4 1 , 4 2 の表面との間の空間によって構成されている。図 2 では、樹脂フレーム 3 0 の右上の部位に図示されている燃料ガス用の上流側供給流路 6 1 は、樹脂フレーム 3 0 の裏側に設けられているため、破線で図示してある。

【 0 0 4 5 】

下流側供給流路 6 2 は、セパレータ 4 1 , 4 2 の樹脂フレーム 3 0 側の面に設けられた溝状の凹部と、当該凹部を覆う樹脂フレーム 3 0 の表面との間の空間によって構成されている。図 2 では、第 1 セパレータ 4 1 の左上の部位に図示されている酸化剤ガス用のカソード側の下流側供給流路 6 2 は、第 1 セパレータ 4 1 の裏側に設けられているため、破線で図示してある。下流側供給流路 6 2 を構成するセパレータ 4 1 , 4 2 の凹部は、プレス加工によってセパレータ 4 1 , 4 2 の基材を厚み方向に凹凸するように折り曲げることによって形成されてもよい。セパレータ 4 1 , 4 2 の当該凹部は、エッチング処理など、セパレータ 4 1 , 4 2 の基材表面に対する溝掘り加工によって形成されてもよい。このように、供給ガス流路 6 0 は、一対のセパレータ 4 1 , 4 2 の少なくとも一方と樹脂フレーム 3 0 とによって構成されている。

10

【 0 0 4 6 】

燃料電池セル 1 0 には、発電部 2 5 と排ガス用のマニホールド部 5 2 , 5 4 とを接続し、排ガスをマニホールド部 5 2 , 5 4 に導く排ガス流路 6 5 が設けられている。排ガス流路 6 5 は、一対のセパレータ 4 1 , 4 2 に設けられている。排ガスには、発電部 2 5 において発電に用いられなかった反応ガスと、発電部 2 5 において生成された水分と、が含まれる。

20

【 0 0 4 7 】

複数の排ガス流路 6 5 は、発電部 2 5 と第 2 マニホールド部 5 2 との間と、発電部 2 5 と第 4 マニホールド部 5 4 との間と、にそれぞれ設けられている。排ガス流路 6 5 は、供給ガス流路 6 0 と同様に、一対のセパレータ 4 1 , 4 2 のうちの少なくとも一方と樹脂フレーム 3 0 とで構成される。排ガス流路 6 5 は、セパレータ 4 1 , 4 2 側に設けられたセパレータ側流路部 6 8 として構成された部位と、樹脂フレーム 3 0 側に設けられた樹脂フレーム側流路部 6 9 として構成された部位と、を含む。

30

【 0 0 4 8 】

セパレータ側流路部 6 8 は、セパレータ 4 1 , 4 2 の樹脂フレーム 3 0 側の面に設けられた溝状の凹部と、当該凹部に面する樹脂フレーム 3 0 の表面との間の空間によって構成されている。図 2 では、第 1 セパレータ 4 1 の右下の部位に図示されているカソード 2 3 側の排ガス用のセパレータ側流路部 6 8 は、第 1 セパレータ 4 1 の裏側に設けられているため、破線で図示してある。

【 0 0 4 9 】

以下では、セパレータ側流路部 6 8 を構成するためのセパレータ 4 1 , 4 2 の凹部を「セパレータ側凹部」とも呼ぶ。第 1 実施形態では、セパレータ側凹部は、セパレータ 4 1 , 4 2 の基材をプレス加工によって厚み方向に凹凸するように折り曲げることによって形成される。ただし、他の実施形態では、セパレータ側凹部は、プレス加工の代わりに、エッチング処理など、セパレータ 4 1 , 4 2 の基材表面に対する溝掘り加工によって形成されてもよい。

40

【 0 0 5 0 】

樹脂フレーム側流路部 6 9 は、樹脂フレーム 3 0 に設けられる溝状の凹部と、当該凹部に面するセパレータ 4 1 , 4 2 の表面との間の空間によって構成されている。図 2 では、樹脂フレーム 3 0 の左下の部位に図示されているアノード 2 2 側の排ガス用の樹脂フレーム側流路部 6 9 は、樹脂フレーム 3 0 の裏側に設けられているため、破線で図示してある。

【 0 0 5 1 】

50

以下では、樹脂フレーム側流路部 6 9 を構成するための樹脂フレーム 3 0 の凹部を「フレーム側凹部」とも呼ぶ。第 1 実施形態では、フレーム側凹部は、樹脂フレーム 3 0 の表面を局所的に窪ませた有底の凹部によって構成される。他の実施形態では、フレーム側凹部としては、例えば、スリットや貫通孔など、樹脂フレーム 3 0 を貫通する構成が採用されてもよい。

【 0 0 5 2 】

排ガス流路 6 5 は、発電部 2 5 からマニホールド部 5 2 , 5 4 へと並列に延びている複数の並列流路 6 6 と、並列流路 6 6 に交差する方向に延びている連結流路 6 7 と、を有する。並列流路 6 6 の上流端は、発電部 2 5 に接続されており、並列流路 6 6 の上流側は、セパレータ側流路部 6 8 によって構成されている。並列流路 6 6 の下流端は、マニホールド部 5 2 , 5 4 に接続されており、並列流路 6 6 の下流側は、樹脂フレーム側流路部 6 9 によって構成されている。並列流路 6 6 では、並列流路 6 6 を構成しているセパレータ側流路部 6 8 の下流端部と樹脂フレーム側流路部 6 9 の上流端部とが Z 軸方向に重なり合うことによって、並列流路 6 6 の上流側と下流側とが連結されている。

10

【 0 0 5 3 】

複数の並列流路 6 6 は、発電部 2 5 側の上流端同士の間隔が、マニホールド部 5 2 , 5 4 側の下流端同士の間隔より広く、発電部 2 5 からマニホールド部 5 2 , 5 4 に向かって集まるように延びている。これによって、発電部 2 5 におけるより広い範囲から排ガスを効率良くマニホールド部 5 2 , 5 4 へと集めることができる。なお、上述したように、第 1 実施形態の燃料電池セル 1 0 では、燃料ガス用のマニホールド M 1 , M 2 の Y 軸方向における開口幅は、酸化剤ガス用のマニホールド M 3 , M 4 の Y 軸方向における開口幅よりも小さい。そのため、第 1 実施形態では、アノード側の並列流路 6 6 の本数は、カソード側の並列流路 6 6 の本数よりも少ない。

20

【 0 0 5 4 】

連結流路 6 7 は、並列流路 6 6 のうちの少なくとも一部を連結する連結部として機能する。第 1 実施形態では、連結流路 6 7 は、セパレータ側流路部 6 8 として構成されている。第 1 実施形態では、連結流路 6 7 は、Y 軸方向に沿って延びており、並列流路 6 6 のうち、+ Y 方向側に配列されている流路に連結され、- Y 方向側に配列されている流路には連結されていない。なお、他の実施形態では、連結流路 6 7 は、全ての並列流路 6 6 に連結されてもよい。また、- Y 方向側に配列されている流路にのみ連結されてもよいし、並列流路 6 6 の Y 軸方向における中央の領域に配列されている流路にのみ連結されてもよい。並列流路 6 6 および連結流路 6 7 は、排ガスに含まれる液体成分が毛管力によって保持されて滞留してしまわない程度の流路断面積を有することが望ましい。

30

【 0 0 5 5 】

排ガス流路 6 5 では、並列流路 6 6 と連結流路 6 7 とは、連結流路 6 7 に連結されている並列流路 6 6 の一部に、流入する排ガス中の液体成分の量が他よりも低減される流路が形成されるように接続されている。その詳細については後述する。

【 0 0 5 6 】

図 3 を参照する。セパレータ 4 1 , 4 2 の膜電極接合体 2 0 側の面である内側面には、発電部 2 5 と面する領域 G A の全体にわたって、反応ガスの流路を構成するガス流路溝 4 4 が形成されている。また、セパレータ 4 1 , 4 2 のその反対側の外側面には、冷媒の流路を構成する冷媒流路溝 4 5 が形成されている。なお、図 2 では、便宜上、ガス流路溝 4 4 および冷媒流路溝 4 5 の平面視の図示は省略されている。また、本明細書では、冷媒流路溝 4 5 と冷媒用のマニホールド部 5 5 , 5 6 とを接続する流路の構成についての説明は省略する。

40

【 0 0 5 7 】

図 3 に示すように、セパレータ 4 1 , 4 2 の樹脂フレーム 3 0 とは反対側の外側面には、図 1 で説明したシール部材 1 5 を収容するための空間を形成する溝状のシール収納凹部 4 6 が設けられている。シール部材 1 5 は、積層方向 S D に見たときに、図 2 に示すように、発電部 2 5 と各マニホールド部 5 1 ~ 5 6 をそれぞれ囲むように配置されている。図 2

50

では、便宜上、シール収納凹部 4 6 の図示は省略されている。

【 0 0 5 8 】

図 2 を参照する。図 2 には、重力方向を示す矢印 G を図示してある。なお、重力方向を示す矢印 G は、後に参照する他の図においても図 2 に対応するように図示してある。第 1 実施形態の燃料電池スタック 1 0 0 は、発電の際には、 - Y 方向側が重力方向下側となるように配置される。つまり、燃料電池スタック 1 0 0 は、発電の際に、反応ガス供給用のマニホールド部 5 1 , 5 3 が重力方向上側となり、排ガス用のマニホールド部 5 2 , 5 4 が重力方向下側となるように配置される。そのため、発電中の発電部 2 5 では、アノード 2 2 側においてカソード 2 3 側においても、反応ガスが重力方向上側から下側へと流れる。これによって、発電部 2 5 で生成された水分が重力に従って発電部 2 5 の下方へと移動するため、当該水分が発電部 2 5 から排出されやすくなっている。

10

【 0 0 5 9 】

図 4 A、図 4 B、図 5 を順に参照して、第 1 実施形態の排ガス流路 6 5 の流路構成を説明する。図 4 A は、図 2 に示す領域 F 4 に含まれる排ガス流路 6 5 の一部を、一対のセパレータ 4 1 , 4 2 が樹脂フレーム 3 0 を挟んで対向する方向である積層方向 S D に見たときの概略平面図である。図 4 A では、便宜上、排ガス流路 6 5 の内部空間を白抜きで示し、排ガス流路 6 5 の壁部を構成するセパレータ 4 2 の部分を、斜線ハッチングを付して示してある。

20

【 0 0 6 0 】

以下における排ガス流路 6 5 の構成の説明は、特に断らない限り、一対のセパレータ 4 1 , 4 2 が樹脂フレーム 3 0 を挟んで対向する方向に見たときのものである。以下では、アノード側の排ガス流路 6 5 の構成について説明する。第 1 実施形態の燃料電池セル 1 0 では、カソード側の排ガス流路 6 5 も、アノード側の排ガス流路 6 5 と同様な構成を有している。以下のアノード側の排ガス流路 6 5 についての説明を、カソード側の排ガス流路 6 5 に適用する場合には、第 2 マニホールド部 5 2 が第 4 マニホールド部 5 4 に置き換えられ、 + X 方向および - X 方向の正負が入れ替えられる。

20

【 0 0 6 1 】

排ガス流路 6 5 の並列流路 6 6 は、連結流路 6 7 よりも上流側の第 1 流路部 7 1 と、連結流路 6 7 よりも下流側の第 2 流路部 7 2 および第 3 流路部 7 3 を有する。第 1 流路部 7 1 は、発電部 2 5 から第 2 マニホールド部 5 2 に向かう方向に延びており、その下流端が連結流路 6 7 に接続されている。第 1 実施形態では、第 1 流路部 7 1 は、その下流側部位 7 1 d が、発電部 2 5 から - X 方向側および - Y 方向側に向かって斜めに延びて、連結流路 6 7 に接続されている。

30

【 0 0 6 2 】

第 2 流路部 7 2 および第 3 流路部 7 3 は、連結流路 6 7 から互いに並列に延びてあり、それぞれの上流端が連結流路 6 7 に接続されている。本明細書において、「並列に延びている」構成は、平行に延びている構成に限定されず、互いに交差する方向に延びている構成も含む。第 2 流路部 7 2 と第 3 流路部 7 3 とは、並列流路 6 6 の配列方向において互いに隣り合っている。第 2 流路部 7 2 は + Y 方向側に位置し、第 3 流路部 7 3 は - Y 方向側に位置する。

40

【 0 0 6 3 】

第 2 流路部 7 2 および第 3 流路部 7 3 のそれぞれの下流端は、図 2 において図示されているように、別個に第 2 マニホールド部 5 2 に接続されている。なお、第 1 実施形態では、第 2 流路部 7 2 と第 3 流路部 7 3 の上流側部位は、第 1 流路部 7 1 および連結流路 6 7 と同様に、セパレータ側流路部 6 8 として構成されている。第 2 流路部 7 2 と第 3 流路部 7 3 の下流側部位は、樹脂フレーム側流路部 6 9 として構成されている。

【 0 0 6 4 】

第 1 実施形態では、並列流路 6 6 は、連結流路 6 7 の上流側に、第 1 流路部 7 1 の他に、上流側流路部 7 4 を有している。上流側流路部 7 4 は、第 1 流路部 7 1 の - Y 方向側において、発電部 2 5 から第 2 マニホールド部 5 2 に向かって延び、下流端が連結流路 6 7 に

50

接続されている。第1実施形態では、連結流路67よりも上流側の流路である第1流路部71および上流側流路部74は、連結流路67から発電部25に向かって放射状に延びている。他の実施形態では、上流側流路部74は省略されてもよいし、連結流路67から発電部25に向かって放射状に延びていなくてもよい。

【0065】

第1実施形態では、並列流路66は、連結流路67の下流側に、第2流路部72および第3流路部73の他に、下流側流路部75を有している。下流側流路部75は、第3流路部73よりも-Y方向側に位置し、上流端が連結流路67に接続され、それぞれの下流端が第2マニホールド部52に接続されている。なお、下流側流路部75では、第2流路部72および第3流路部73と同様に、上流側がセパレータ側流路部68として構成され、下流側が樹脂フレーム側流路部69として構成されている。他の実施形態では、下流側流路部75は省略されてもよい。

10

【0066】

第1流路部71の下流端は、連結流路67において最も上流に位置する。連結流路67において、第1流路部71の下流端に対して、第2流路部72と第3流路部73の配列方向のうちの第3流路部73から第2流路部72に向かう方向側の領域には、発電部25から延びている流路は接続されていない。つまり、連結流路67において、第1流路部71の下流端よりも+Y方向側の領域には発電部25から延びている流路は接続されていない。第1流路部71は、下流端が連結流路67に連結されている流路のうち、並列流路66の配列方向において最も外側に位置する。

20

【0067】

第1流路部71の下流側部位71dは、連結流路67に対して、第2流路部72から第3流路部73に向かう方向である-Y方向側に向かって傾斜して接続されている。第1流路部71の下流端の中心軸CXaに平行な中心軸方向に見たときに、第1流路部71の下流端は、第2流路部72の上流端に対して、第2流路部72から第3流路部73に向かう方向側、つまり、+Y方向側に位置する。

【0068】

なお、本明細書において、流路の中心軸とは、当該流路に直交する流路断面における中心を結ぶ仮想軸を意味する。また、流路の下流端や上流端における中心軸は、流路の上流端や下流端を構成する開口における中心位置での中心軸を意味する。

30

【0069】

図4Aでは、第1流路部71の下流端を連結流路67内に延長した延長領域77に、網点のハッティングが付されている。第1流路部71の下流端の延長領域77は、第1流路部71の下流端を構成する+Y方向側の壁面の接線C1と-Y方向側の壁面の接線C2とに挟まれている領域である。

【0070】

延長領域77は、第1流路部71の下流端における中心軸CXaを連結流路67内に延長した延長軸EXaに沿った方向に延びている。延長軸EXaは、第2流路部72の上流端よりも第3流路部73の上流端側の領域に向かって、第2流路部72の上流端の中心軸CXbに対して斜めに交差する方向に延びている。

40

【0071】

延長領域77の延長方向における端部77eは、連結流路67において、第2流路部72の上流端よりも第3流路部73の上流端側、つまり、-Y方向側に位置する。第2流路部72の上流端は、延長領域77の端部77eと重なる部位を有していない。第1実施形態では、延長領域77の端部77eは、第3流路部73の上流端と重なる部位を有している。なお、他の実施形態では、第3流路部73の上流端は、延長領域77の端部77eよりも-Y方向側に位置してもよい。

【0072】

延長領域77は、第2流路部72の上流端がない領域であって、第2流路部72の上流端

50

から見て第3流路部73がある方側の領域に向かって延びている。つまり、第1流路部71は、その下流端を連結流路67内に延長した延長領域77が、第2流路部72の上流端側ではなく、第3流路部73の上流端側に向かって延びるように、連結流路67に接続している。

【0073】

ここで、排ガス流路65は、第2流路部72の上流端から、第2流路部72の上流端の中心軸CXbに対して交差する方向に延びている交差壁面部79を有している。交差壁面部79は、第2流路部72の上流端に対して、第2流路部72と第3流路部73の配列方向のうちの第2流路部72から第3流路部73に向かう方向側に位置する。第1実施形態では、交差壁面部79は、連結流路67の壁面の一部を構成しており、第2流路部72の上流端と第3流路部73の上流端との間に位置している。10

【0074】

交差壁面部79は、第2流路部72の上流端から、第1流路部71の下流端の中心軸CXaに直交する方向に交差する方向であって、第1流路部71の下流端から離れる方向に延びている。交差壁面部79は、第1流路部71の下流端の中心軸CXaに対して、第2流路部72から第3流路部73に向かう方向に傾斜して交差している。交差壁面部79は、第1流路部71の下流端の中心軸CXaに対して、交差壁面部79と第1流路部71の下流端の中心軸CXaとの間の角度のうち、第3流路部73側の角度が第2流路部72側の角度より大きくなるように傾斜して交差している。第1実施形態では、第1流路部71の下流端は、その中心軸CXaに平行な中心軸方向において、交差壁面部79と、第3流路部73の上流端と、対向している。20

【0075】

燃料電池セル10では、第1流路部71と第2流路部72と第3流路部73とが、連結流路67に対して、上記のように接続されることによって、以下に説明するように、排ガスの液体成分が第2流路部72へと進入することが抑制されている。

【0076】

図4Bを参照して、排ガス流路65での排ガスの流れを説明する。図4Bでは、図4Aで図示した排ガス流路65に、排ガスの気体成分の流れを示す矢印と、排ガスに含まれる液体成分LQと、が模式的に図示されている。

【0077】

連結流路67には、発電部25から並列流路66のそれぞれに、排ガスの気体成分とともに、排ガスの液体成分LQが流入する。排ガスの気体成分は、液体成分LQに比較して、運動量が小さく、移動方向が変化しやすい。第1流路部71から連結流路67に流出した排ガスの気体成分は、連結流路67において拡散し、連結流路67を通じて、第2流路部72や、第3流路部73、下流側流路部75に分岐流入する。第1流路部71以外の他の上流側流路部74から連結流路67に流出した排ガスの気体成分についても同様である。30

【0078】

一方、第1流路部71から連結流路67に流出した排ガスの液体成分LQは、気体成分よりも運動量が大きいため、その多くが、慣性力に従って、第1流路部71の下流端の延長領域77に沿って、交差壁面部79に向かって移動する。そして、液体成分LQは、前述の慣性力のY軸方向に沿った成分によって、連結流路67内を-Y方向に移動し、連結流路67よりも下流側の第3流路部73や他の下流側流路部75に流入する。第1実施形態では、上述したように、交差壁面部79が、第1流路部71の下流端の中心軸CXaに対して第2流路部72から第3流路部73に向かう方向に傾斜している。そのため、排ガスの液体成分LQは交差壁面部79によって第2流路部72の上流端側から第3流路部73の上流端側へと誘導される。第1流路部71以外の他の上流側流路部74から連結流路67に流出した排ガスの液体成分LQも、連結流路67に沿って-Y方向に移動し、第3流路部73や他の下流側流路部75に流入する。40

【0079】

このように、排ガス流路65の流路構成によれば、第1流路部71の排ガスのうち、運動

10

20

30

40

50

量が大きい液体成分 L Q が、第 2 流路部 7 2 ではなく、第 3 流路部 7 3 の方へと誘導される。そして、運動量が小さく、液体成分 L Q から分離された気体成分の一部が第 2 流路部 7 2 へと流入する。上述したように、第 1 流路部 7 1 の下流端は、連結流路 6 7 において最も上流に位置し、第 1 流路部 7 1 の延長領域 7 7 よりも + Y 方向側の領域には発電部 2 5 から延びて連結流路 6 7 に接続する流路がない。そのため、第 1 流路部 7 1 以外から第 2 流路部 7 2 へと排ガスの液体成分 L Q が進入する可能性は低い。

【 0 0 8 0 】

よって、燃料電池スタック 1 0 0 の発電中に、第 2 流路部 7 2 に排ガスの液体成分 L Q が流入することが抑制され、第 2 流路部 7 2 に流入する水分量が、第 3 流路部 7 3 や他の下流側流路部 7 5 より低減される。また、仮に、第 2 流路部 7 2 に液体成分 L Q が入り込んでしまったとしても、第 2 流路部 7 2 へ流入する気体成分の圧力によって、第 2 流路部 7 2 の下流へと液体成分 L Q が排出される。そのため、第 2 流路部 7 2 が液体成分 L Q によって閉塞されてしまうことが抑制され、燃料電池スタック 1 0 0 の発電停止後に、第 2 流路部 7 2 に多量の水分が残留してしまうことが抑制される。よって、外気温が氷点下になるような低温環境下において、排ガス流路 6 5 の全てが残留水分の凍結によって閉塞されて、燃料電池スタック 1 0 0 の発電再開が困難になってしまることが抑制される。10

【 0 0 8 1 】

ここで、第 1 実施形態の燃料電池セル 1 0 は、その発電の際には、第 2 流路部 7 2 が重力方向上側となり、第 3 流路部 7 3 が重力方向下側となるように配置される。そのため、排ガスの液体成分 L Q は、重力の作用によっても、連結流路 6 7 において、第 2 流路部 7 2 よりも下方の流路部 7 3 , 7 5 へと誘導される。よって、排ガスの液体成分 L Q の第 2 流路部 7 2 への流入がより一層、抑制される。20

【 0 0 8 2 】

また、第 1 実施形態の燃料電池セル 1 0 では、上述したように、アノード側の並列流路 6 6 の本数は、カソード側の並列流路 6 6 の本数よりも少ない。第 1 実施形態では、そうした並列流路 6 6 の本数の少ないアノード側の排ガス流路 6 5 に第 2 流路部 7 2 を有する構成が適用されている。そのため、排水量に対して並列流路 6 6 の数が少ないアノード側の排ガス流路 6 5 が、排水によって閉塞しやすくなってしまうことが抑制されている。また、第 1 実施形態の燃料電池セル 1 0 では、カソード側の排ガス流路 6 5 においても、液体成分 L Q の流入が抑制される第 2 流路部 7 2 を有する構成が適用されているため、残留水分による排ガス流路 6 5 の閉塞が、さらに抑制されている。30

【 0 0 8 3 】

図 5 を参照して、第 1 流路部 7 1 と第 2 流路部 7 2 と連結流路 6 7 とが交差する角度について説明する。連結流路 6 7 の中心軸 C X c と、第 1 流路部 7 1 の下流端の中心軸 C X a を連結流路 6 7 内に延長した延長軸 E X a との間の角度のうち、+ Y 方向側の角度、つまり、第 2 流路部 7 2 側の角度を a とする。また、連結流路 6 7 の中心軸 C X c と、第 2 流路部 7 2 の下流端の中心軸 C X b を連結流路 6 7 内に延長した延長軸 E X b と、の間の角度のうち、- Y 方向側の角度、つまり、第 3 流路部 7 3 側の角度を b とする。このとき、b は a よりも大きいことが望ましい。また、b と a との差が大きいほど望ましい。これによって、第 1 流路部 7 1 から連結流路 6 7 に流入した排ガスの液体成分 L Q が、第 2 流路部 7 2 側ではなく、第 3 流路部 7 3 側へと、より一層、誘導されるようになる。そのため、排ガスの液体成分 L Q の第 2 流路部 7 2 への進入を、さらに効果的に抑制することができる。40

【 0 0 8 4 】

以上のように、第 1 実施形態の燃料電池セル 1 0 および燃料電池スタック 1 0 0 によれば、排ガス流路 6 5 において、排ガスの液体成分 L Q が第 2 流路部 7 2 に流入することが抑制される。よって、燃料電池スタック 1 0 0 の発電停止後に、第 2 流路部 7 2 に水分が残留することが抑制され、低温環境下において、全ての排ガス流路 6 5 が残留水分の凍結によって閉塞されて、発電の再開が困難になってしまることが抑制される。その他に、第 1 実施形態の燃料電池セル 1 0 および燃料電池スタック 1 0 0 によれば、第 1 実施形態中で50

説明した種々の作用効果を奏することができる。

【0085】

2. 第2実施形態：

図6Aおよび図6Bを参照して、第2実施形態の燃料電池セルが有する排ガス流路65Bの構成を説明する。図6Aは、第2実施形態の排ガス流路65Bの一部を積層方向SDに沿って見たときの概略平面図である。図6Aでは、図4Aと同様に、アノード側の排ガス流路65Bについて、排ガス流路65Bの内部空間を白抜きで示し、排ガス流路65Bの壁部を構成するセパレータ42の部分を、斜線ハッチングを付して示してある。図6Bは、図6Aに示すF6-F6切断における第2実施形態の燃料電池セルの概略断面図である。

【0086】

第2実施形態の燃料電池セルおよび燃料電池スタックの構成は、第2実施形態の排ガス流路65Bを有している点以外は、第1実施形態の燃料電池セル10および燃料電池スタック100の構成とほぼ同じである。第2実施形態の排ガス流路65Bの構成は、以下で特に説明しない点については、第1実施形態の排ガス流路65の構成とほぼ同じである。なお、第2実施形態の燃料電池セルおよび燃料電池スタックでは、第1実施形態と同様に、排ガス流路65Bの構成は、アノード側とカソード側とで共通である。

10

【0087】

排ガス流路65Bでは、第1流路部71は、第1実施形態で説明したのと同様に、セパレータ側流路部68として形成されている。つまり、第1流路部71は、セパレータ41, 42の樹脂フレーム30側の面に設けられたセパレータ側凹部47と樹脂フレーム30との間の空間によって構成されている。第1流路部71以外の他の上流側流路部74についても同様に、セパレータ側流路部68として形成されている。

20

【0088】

排ガス流路65Bでは、第1実施形態とは異なり、第2流路部72および第3流路部73の上流側部位は、樹脂フレーム側流路部69として形成されている。つまり、第2流路部72および第3流路部73は、上流端から下流端にわたって、樹脂フレーム30のフレーム側凹部37と、当該フレーム側凹部37に面するセパレータ41, 42の表面との間の空間によって構成されている。他の下流側流路部75についても同様に、上流端から下流端にわたって、樹脂フレーム側流路部69として形成されている。なお、図6Aでは、樹脂フレーム側流路部69はセパレータ41, 42に覆われて見えないため、その位置を破線で図示してある。

30

【0089】

図6Bを参照する。排ガス流路65Bでは、連結流路67は、セパレータ側凹部47とフレーム側凹部37とが対向して形成される空間によって構成されている。つまり、連結流路67は、セパレータ側流路部68として形成されている部位と、樹脂フレーム側流路部69として形成されている部位と、が積層方向SDに重ねられて構成されている。そのため、排ガス流路65Bでは、交差壁面部79は、セパレータ41, 42の一部と樹脂フレーム30の一部とで構成されている。なお、交差壁面部79は、図6Bには表れていない。

【0090】

第2実施形態の排ガス流路65Bによれば、図6Bに示すように、第1流路部71の下流端と、第2流路部72の上流端とが、連結流路67内において、Z軸方向において離間した位置で開口している。そのため、第1流路部71の下流端から流出した排ガスの液体成分が、第2流路部72に流入することが、さらに抑制される。

40

【0091】

図6Aには、第1実施形態において図2および図3を参照して説明したシール部材15が配置される位置を一点鎖線で図示してある。連結流路67よりも下流側の樹脂フレーム側流路部69である第2流路部72と第3流路部73と他の下流側流路部75は、燃料電池セル10を積層方向SDに見たときに、シール部材15の下方において、シール部材15と交差するように延びている。

【0092】

50

ここで、樹脂フレーム側流路部 6 9 は、樹脂フレーム 3 0 がセパレータ 4 1 , 4 2 を介してシール部材 1 5 から押圧力を受けて厚み方向に圧縮されることによって、その流路径が小さくなってしまう場合がある。排ガス流路 6 5 B によれば、第 2 流路部 7 2 への排ガスの液体成分の進入が抑制されるため、シール部材 1 5 によって樹脂フレーム側流路部 6 9 の流路径が小さくなっていても、少なくとも、第 2 流路部 7 2 が液体成分によって閉塞されることが抑制される。また、シール部材 1 5 を支持するための反力を得るために、シール部材 1 5 と交差する樹脂フレーム側流路部 6 9 の流路径を、より小さく設計することも可能になる。

【 0 0 9 3 】

以上のように、第 2 実施形態の排ガス流路 6 5 B を備える燃料電池セルおよび燃料電池スタックによれば、第 2 流路部 7 2 への排ガスの液体成分の進入をより効果的に抑制できる。また、第 2 実施形態中で説明した種々の作用効果に加えて、第 1 実施形態中で説明したのと同様な種々の作用効果を奏すことができる。

10

【 0 0 9 4 】

3 . 第 3 実施形態 :

図 7 は、第 3 実施形態の排ガス流路 6 5 C の一部を積層方向 S D に沿って見たときの概略平面図である。図 7 では、図 4 A と同様に、アノード側の排ガス流路 6 5 C について、排ガス流路 6 5 C の内部空間を白抜きで示し、排ガス流路 6 5 C の壁部を構成するセパレータ 4 2 の部分を、斜線ハッチングを付して示してある。

20

【 0 0 9 5 】

第 3 実施形態の燃料電池セルおよび燃料電池スタックの構成は、第 3 実施形態の排ガス流路 6 5 C を有している点以外は、第 1 実施形態の燃料電池セル 1 0 および燃料電池スタック 1 0 0 の構成とほぼ同じである。第 3 実施形態の排ガス流路 6 5 C の構成は、以下で特に説明しない点については、第 1 実施形態の排ガス流路 6 5 の構成とほぼ同じである。なお、第 3 実施形態の燃料電池セルおよび燃料電池スタックでは、第 1 実施形態と同様に、排ガス流路 6 5 C の構成は、アノード側とカソード側とで共通である。以下における排ガス流路 6 5 C の構成の説明は、特に断らない限り、一対のセパレータ 4 1 , 4 2 が樹脂フレーム 3 0 を挟んで対向する方向に見たものである。

【 0 0 9 6 】

第 3 実施形態の排ガス流路 6 5 C は、連結流路 6 7 の上流側、つまり、連結流路 6 7 と発電部 2 5 との間にも、並列流路 6 6 に交差するように延びている連結流路 8 2 を有している。以下では、区別のために、下流側の連結流路 6 7 を「第 1 連結流路 6 7 」とも呼び、その上流側の連結流路 8 2 を「第 2 連結流路 8 2 」とも呼ぶ。

30

【 0 0 9 7 】

第 2 連結流路 8 2 には、第 1 流路部 7 1 の上流端と、第 1 流路部 7 1 と並列に延びている他の上流側流路部 7 4 の上流端と、が接続されている。以下では、上流側流路部 7 4 のうち、第 1 流路部 7 1 の - Y 方向側に位置し、第 1 流路部 7 1 と隣り合う並列な流路を、特に、「第 4 流路部 8 4 」と呼ぶ。第 4 流路部 8 4 の下流端は、第 1 流路部 7 1 の下流端と同様に、第 1 連結流路 6 7 に接続されている。第 4 流路部 8 4 の上流端は、第 1 流路部 7 1 の上流端よりも第 2 連結流路 8 2 の下流側において、第 2 連結流路 8 2 に接続されている。

40

【 0 0 9 8 】

排ガス流路 6 5 C は、さらに、第 2 連結流路 8 2 よりも上流側に位置する第 5 流路部 8 5 を有している。第 5 流路部 8 5 の下流端は第 2 連結流路 8 2 に接続されている。また、排ガス流路 6 5 C は、第 5 流路部 8 5 の - Y 方向側に、並列な複数の流路部 8 6 を有している。各流路部 8 6 の下流端は、第 2 連結流路 8 2 に接続され、上流端は発電部 2 5 に接続されている。以下では、第 1 連結流路 6 7 に接続されている上流側流路部 7 4 を「第 1 上流側流路部 7 4 」と呼び、第 2 連結流路 8 2 に接続されている複数の並列な流路部 8 6 を「第 2 上流側流路部 8 6 」とも呼ぶ。

【 0 0 9 9 】

50

第5流路部85の下流端は、第2連結流路82において最も上流に位置している。第2連結流路82における第5流路部85の下流端よりも、第1流路部71と第4流路部84の配列方向のうちの第4流路部84から第1流路部71に向かう方向側の領域には、上流側が発電部25に接続されている流路は接続されていない。つまり、第2連結流路82における第5流路部85の下流端よりも+Y方向側の領域には、上流側が発電部25に接続されている流路は接続されていない。第5流路部85は、発電部25と第2連結流路82とを接続する並列流路66の配列方向において最も外側に位置する。第5流路部85の下流端の中心軸CXeに平行な中心軸方向に見たときに、第5流路部85の下流端は、第1流路部71の上流端に対して、第1流路部71と第4流路部84の配列方向のうちの第1流路部71から第4流路部84に向かう方向側に位置する。

10

【0100】

第5流路部85の下流端を第2連結流路82内に延長した延長領域87は、第2連結流路82において、第1流路部71の上流端側ではなく、第4流路部84の上流端側に向かって延びている。延長領域87は、第1流路部71の上流端がない領域であって、第1流路部71の上流端から見て、第4流路部84がある方の領域に向かって延びている。以下、第1実施形態で説明した第1連結流路67内における第1流路部71の下流端の延長領域77を「第1延長領域77」と呼び、第2連結流路82内における第5流路部85の下流端の延長領域87を「第2延長領域87」と呼ぶ。第2延長領域87は、第5流路部85の下流端を構成する+Y方向側の壁面の接線C3と-Y方向側の壁面の接線C4とに挟まれている領域である。

20

【0101】

第2延長領域87は、第5流路部85の下流端における中心軸CXeを第2連結流路82内に延長した延長軸EXeに沿った方向に延びている。延長軸EXeは、第1流路部71の上流端よりも第4流路部84の上流端側の領域に向かって、第1流路部71の上流端の中心軸CXfに対して斜めに交差する方向に延びている。第2連結流路82の第2延長領域87よりも+Y方向側、つまり、第4流路部84から第1流路部71に向かう方向側の領域には、上流側が発電部25に接続されている流路は接続されていない。

【0102】

第2延長領域87の延長方向における端部87eは、第2連結流路82において、第1流路部71の上流端よりも第4流路部84の上流端側、つまり、-Y方向側に位置する。第1流路部71の上流端は、第2延長領域87の端部87eと重なる部位を有していない。第3実施形態では、第4流路部84の上流端は、第2延長領域87の端部87eと重なる部位を有している。他の実施形態では、第4流路部84の上流端は、第2延長領域87の端部87eと重なる部位を有しないように、第2延長領域87の端部87eよりも-Y方向側に位置していてもよい。

30

【0103】

ここで、排ガス流路65Cは、第1流路部71の上流端から、第1流路部71の上流端の中心軸CXfに対して交差する方向に延びている交差壁面部89を有している。交差壁面部89は、第1流路部71の上流端に対して、第1流路部71と第4流路部84の配列方向のうちの第1流路部71から第4流路部84に向かう方向側に位置する。交差壁面部89は、第2連結流路82の壁面の一部を構成しており、第1流路部71の上流端と第4流路部84の上流端との間に位置している。以下、第1実施形態で説明した第1連結流路67内の交差壁面部79を「第1交差壁面部79」と呼び、第2連結流路82内の交差壁面部89を「第2交差壁面部89」と呼ぶ。

40

【0104】

第2交差壁面部89は、第1流路部71の上流端から、第5流路部85の下流端の中心軸CXeに直交する方向に交差する方向であって、第5流路部85の下流端から離れる方向に延びている。第2交差壁面部89は、第5流路部85の下流端の中心軸CXeに対して、第1流路部71から第4流路部84に向かう方向に傾斜して交差している。第2交差壁面部89は、第5流路部85の下流端の中心軸CXeに対して、第2交差壁面部89と第

50

5流路部85の下流端の中心軸CXeとの間の角度のうち、第4流路部84側の角度が第1流路部71側の角度より大きくなるように傾斜して交差している。第5流路部85の下流端は、その中心軸CXeに平行な中心軸方向において、第2交差壁面部89と、第4流路部84の上流端と、対向している。

【0105】

排ガス流路65Cでは、第5流路部85から第2連結流路82へと流入した排ガスの液体成分の移動経路は、図4Bで説明した第1流路部71から第1連結流路67へと流入した排ガスの液体成分LQと同様になる。排ガス流路65Cでは、第5流路部85から第2連結流路82に流入した排ガスの液体成分は、第2延長領域87に沿って移動した後、第2交差壁面部89に沿って-Y方向側へと誘導されるため、第1流路部71に流入することが抑制される。また、排ガス流路65Cでは、仮に、第1流路部71に排ガスの液体成分が流入したとしても、当該液体成分は、第1連結流路67を介して第2流路部72へと流入することが抑制される。このように、排ガス流路65Cでは、第2連結流路82と第1連結流路67の二段階で、第2流路部72へと到達して流入する水分量が低減されている。よって、残留水分による排ガス流路65Cの閉塞が、より一層、効果的に抑制される。

【0106】

排ガス流路65Cでは、第1流路部71の下流側部位71dは、第2流路部72から第3流路部73に向かう-Y方向側に湾曲して第1連結流路67に接続している。また、同様に、第5流路部85の下流側部位85dは、第1流路部71から第4流路部84に向かう-Y方向側に湾曲して第2連結流路82に接続している。

【0107】

第1流路部71の下流側部位71dが上記のように湾曲していることによって、下流側部位71dが湾曲していない構成よりも、第1流路部71の上流側部位を-Y方向側に位置させることができる。第5流路部85の下流側部位85dについても同様である。よって、排ガス流路65Cが形成される範囲のY軸方向における幅が大きくなることを抑制できる。

【0108】

第3実施形態では、第1流路部71に隣り合う第4流路部84の下流側部位は、第1流路部71の下流側部位71dと干渉しないように、第1流路部71の下流側部位71dと同様に湾曲している。また、第5流路部85に隣り合う第2上流側流路部86の下流側部位も、第5流路部85の下流側部位85dと干渉しないように、第5流路部85の下流側部位85dと同様に湾曲している。これによって、第1流路部71と第4流路部84との間隔および第5流路部85とその隣の第2上流側流路部86との間隔を狭くすることができ、排ガス流路65Cが形成される範囲のY軸方向における幅をより小さくすることができる。

【0109】

以上、第3実施形態の排ガス流路65Cを備える燃料電池セルおよび燃料電池スタックによれば、第2流路部72への排ガスの液体成分の進入が、さらに抑制される。また、第1流路部71の下流側部位71dおよび第5流路部85の下流側部位85dに湾曲部を設けることによって、排ガス流路65Cの形成領域が広がってしまうことが抑制されている。その他に、第3実施形態の燃料電池セルおよび燃料電池スタックによれば、第3実施形態中で説明した種々の作用効果に加えて、第1実施形態中や第2実施形態中で説明したのと同様な種々の作用効果を奏することができる。

【0110】

4. 第4実施形態：

図8は、第4実施形態の排ガス流路65Dを積層方向SDに沿って見たときの概略平面図である。図8では、図4Aと同様に、アノード側の排ガス流路65Dについて、排ガス流路65Dの内部空間を白抜きで示し、排ガス流路65Dの壁部を構成するセパレータ42の部分を、斜線ハッチングを付して示してある。第4実施形態の燃料電池セルおよび燃料電池スタックの構成は、第4実施形態の排ガス流路65Dを有している点以外は、第1実

施形態の燃料電池セル 10 および燃料電池スタック 100 の構成とほぼ同じである。なお、第4実施形態の燃料電池セルおよび燃料電池スタックでは、第1実施形態と同様に、排ガス流路 65D の構成は、アノード側とカソード側とで共通である。以下における排ガス流路 65D の構成の説明は、特に断らない限り、一対のセパレータ 41, 42 が樹脂フレーム 30 を挟んで対向する方向に見たときのものである。

【0111】

排ガス流路 65D は、発電部 25 からマニホールド部 52, 54 に向かって並列に延びる複数の並列流路 90 を有する。各並列流路 90 の上流端は発電部 25 に接続され、下流端はマニホールド部 52, 54 に接続されている。複数の並列流路 90 は、分岐流路 94 を含んでいる。分岐流路 94 は、上流側の第1流路部 91 と、第1流路部 91 から分岐している下流側の第2流路部 92 と第3流路部 93 とを有する。分岐流路 94 では、第1流路部 91 と第3流路部 93 とは直線状に並んでおり、第2流路部 92 は、第1流路部 91 と第3流路部 93 とに対して斜めに交差するように接続している。

10

【0112】

第1流路部 91 は発電部 25 からマニホールド部 52, 54 に向かって延び、その下流端が連結部 95 に接続されている。第2流路部 92 と第3流路部 93 の上流端は連結部 95 に接続されている。第2流路部 92 と第3流路部 93 とは、連結部 95 から互いに並列に延びてそれぞれの下流端が別個にマニホールド部 52, 54 に接続されている。なお、図示はされていないが、第2流路部 92 と第3流路部 93 の下流側部位は、第1実施形態で説明した樹脂フレーム側流路部 69 として構成されている。

20

【0113】

ここで、分岐流路 94 において、連結部 95 は、第2流路部 92 の上流端に面している領域である。第1流路部 91 は、第2流路部 92 の上流端よりも上流側の流路であり、第3流路部 93 は第2流路部の上流端よりも下流側の流路である。第1流路部 91 の下流端は、連結部 95 において最も上流に位置している。また、第2流路部 92 の上流端は、第3流路部 93 の上流端よりも連結部 95 の上流端側において、連結部 95 に接続されている。

【0114】

第2流路部 92 の上流端は、連結部 95 に接続されている第1流路部 91 の下流端を連結部 95 内に延長した延長領域 97 の +Y 方向側に位置している。第1流路部 91 の延長領域 97 は、第2流路部 92 の上流端側ではなく、第3流路部 93 の上流端側に向かって延びている。延長領域 97 は、第2流路部 92 の上流端がない領域であって、第2流路部 92 の上流端から見たときに、第3流路部 93 の上流端がある方の領域に向かって延びている。連結部 95 における延長領域 97 よりも +Y 方向側の領域、つまり、第3流路部 93 から第2流路部 92 に向かう方向側の領域には、発電部 25 から延びている流路は接続されていない。

30

【0115】

積層方向 SD に見たときに、第1流路部 91 の下流端は、連結部 95 を挟んで、第1流路部 91 の下流端の中心軸 CXg に平行な中心軸方向において、第3流路部 93 の上流端と対向している。分岐流路 94 は、第2流路部 92 の上流端から、第2流路部 92 の上流端の中心軸 CXh に対して交差する方向に延びている交差壁面部 99 を有している。交差壁面部 99 は、第2流路部 92 の上流端に対して第2流路部 92 から第3流路部 93 に向かう方向側に位置する。

40

【0116】

積層方向 SD に見たときに、交差壁面部 99 は、第1流路部 91 の下流端の中心軸 CXg に直交する方向に交差する方向であって、第2流路部 92 の上流端から第1流路部 91 の下流端から離れる方向に延びている。交差壁面部 99 は、第3流路部 93 の壁面の一部を構成しており、第3流路部 93 の中心軸に沿って延びている。交差壁面部 99 は、第1流路部 91 の下流端とは、その中心軸 CXg に平行な中心軸方向において対向していない。

【0117】

排ガス流路 65D の分岐流路 94 では、第1流路部 91 を流れる排ガスのうち、運動量が

50

小さい気体成分は、第2流路部92と第3流路部93とに分岐して流れる。一方、運動量が大きい液体成分のほとんどは、連結部95内の延長領域97に沿ってそのまま第3流路部93へと流入し、交差壁面部99によって第3流路部93の下流側へと誘導される。このように、排ガス流路65Dの分岐流路94では、第2流路部92への排ガスの液体成分の進入が抑制される。そのため、少なくとも、第2流路部92では、燃料電池セルおよび燃料電池スタックの発電停止後に水分が残留することが抑制される。よって、残留水分によって排ガス流路65Dの全てが閉塞されてしまうことが抑制される。その他に、第4実施形態の燃料電池セルおよび燃料電池スタックによれば、第4実施形態中で説明した種々の作用効果に加えて、他の各実施形態中で説明したのと同様な種々の作用効果を奏することができる。

10

【0118】

5. 他の実施形態：

上記の各実施形態で説明した種々の構成は、例えば、以下のように改変することが可能である。以下に説明する他の実施形態はいずれも、上記の各実施形態と同様に、発明を実施するための形態の一例として位置づけられる。

【0119】

(1) 他の実施形態1：

図9A～図9Cを参照して、第1実施形態における排ガス流路65の他の構成例を説明する。図9Aに示す排ガス流路65aのように、第1流路部71の下流端は、第3流路部73の上流端と対向せず、交差壁面部79のみと対向していてもよい。図9Bに示す排ガス流路65bのように、第1流路部71は、第2流路部72および第3流路部73とほぼ平行な角度で延びていてもよい。第1流路部71の下流端の延長領域77が延びる方向に平行なベクトルが、第2流路部72の上流端側から第3流路部73の上流端側に向かう方向の成分を有し、延長領域77が第2流路部72の上流端よりも第3流路部73の上流端側に位置していればよい。図9Cに示す排ガス流路65cのように、第2流路部72と第3流路部73とは互いに交差する方向に延びていてもよい。

20

【0120】

(2) 他の実施形態2：

上記の各実施形態の排ガス流路65, 65B～65C, 65a～65cにおいて、連結流路67に接続されている第1流路部71、第2流路部72、および、第3流路部73以外の流路部74, 75は省略されてもよい。上記の各実施形態の排ガス流路65, 65B～65Cにおいて、連結流路67の+Y方向側に、連結流路67に接続されず、発電部25とマニホールド部52, 54とを接続する流路が設けられていてもよい。第4実施形態の排ガス流路65Dにおいて、分岐流路94以外の並列流路90が省略されてもよい。分岐流路94の+Y方向側に他の並列流路90が設けられてもよい。

30

【0121】

(3) 他の実施形態3：

他の実施形態を含む上記の各実施形態の構成において、第1流路部71, 91、第2流路部72, 92、第3流路部73, 93、連結流路67、および、連結部95は、樹脂フレーム側流路部69として構成されていてもよい。第3実施形態の排ガス流路65Cにおいて、第2連結流路82および第2連結流路82よりも下流側の流路が樹脂フレーム側流路部69として構成されていてもよい。第3実施形態の排ガス流路65Cにおいて、第1流路部71、第2流路部72、第3流路部73、第1連結流路67、第4流路部84、第5流路部85、第2連結流路82が樹脂フレーム側流路部69として構成されていてもよい。第4実施形態の排ガス流路65Dにおいて、第1流路部71がセパレータ側流路部68によって構成され、第2流路部92および第3流路部93が樹脂フレーム側流路部69によって構成されてもよい。また、連結部95が、セパレータ側凹部47とフレーム側凹部37とが対向して形成される空間によって構成されていてもよい。

40

【0122】

(4) 他の実施形態4：

50

燃料電池セル10の発電中の配置姿勢は、上記の各実施形態で説明した第2流路部72, 92が重力方向上側となり、第3流路部73, 93が重力方向下側となる姿勢には限定されない。燃料電池セル10は、発電中に、例えば、積層方向SDが重力方向に沿った方向となるように配置されてもよい。

【0123】

(5) 他の実施形態5:

上記の各実施形態における排ガス流路65, 65B~65Dの流路構成は、アノード側とカソード側の両方に適用されなくてよく、アノード側とカソード側のいずれか一方にのみ適用されていてもよい。なお、上実施形態における排ガス流路65, 65B~65Dの流路構成は、少なくとも、アノード側に適用されることが望ましい。

10

【0124】

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、その技術的特徴が本明細書中に必須ではないと説明されているものに限らず、その技術的特徴が本明細書中に必須であると説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【符号の説明】

【0125】

10 ... 燃料電池セル、11 ... 積層体、12a ... 第1エンドプレート、12b ... 第2エンドプレート、13 ... 集電板、14 ... 絶縁板、15 ... シール部材、20 ... 膜電極接合体、21 ... 電解質膜、22 ... アノード、23 ... カソード、25 ... 発電部、30 ... 樹脂フレーム、31 ... 開口部、37 ... フレーム側凹部、41 ... 第1セパレータ、42 ... 第2セパレータ、44 ... ガス流路溝、45 ... 冷媒流路溝、46 ... シール収納凹部、47 ... セパレータ側凹部、51~56 ... マニホールド部、60 ... 供給ガス流路、61 ... 上流側供給流路、62 ... 下流側供給流路、65, 65B~65D, 65a~65c ... 排ガス流路、66 ... 並列流路、67 ... 連結流路 / 第1連結流路、68 ... セパレータ側流路部、69 ... 樹脂フレーム側流路部、71 ... 第1流路部、71d ... 下流側部位、72 ... 第2流路部、73 ... 第3流路部、74 ... 上流側流路部 / 第1上流側流路部、75 ... 下流側流路部、77 ... 延長領域 / 第1延長領域、77e ... 端部、79 ... 交差壁面部 / 第1交差壁面部、82 ... 第2連結流路、84 ... 第4流路部、85 ... 第5流路部、85d ... 下流側部位、86 ... 第2上流側流路部、87 ... 第2延長領域、87e ... 端部、89 ... 第2交差壁面部、90 ... 並列流路、91 ... 第1流路部、92 ... 第2流路部、93 ... 第3流路部、94 ... 分岐流路、95 ... 連結部、97 ... 延長領域、99 ... 交差壁面部、100 ... 燃料電池スタック、C1~C4 ... 接線、CXa~CXc, CXe~CXh ... 中心軸、EXa, EXb, EXe ... 延長軸、LQ ... 液体成分、M1~M6 ... マニホールド

20

30

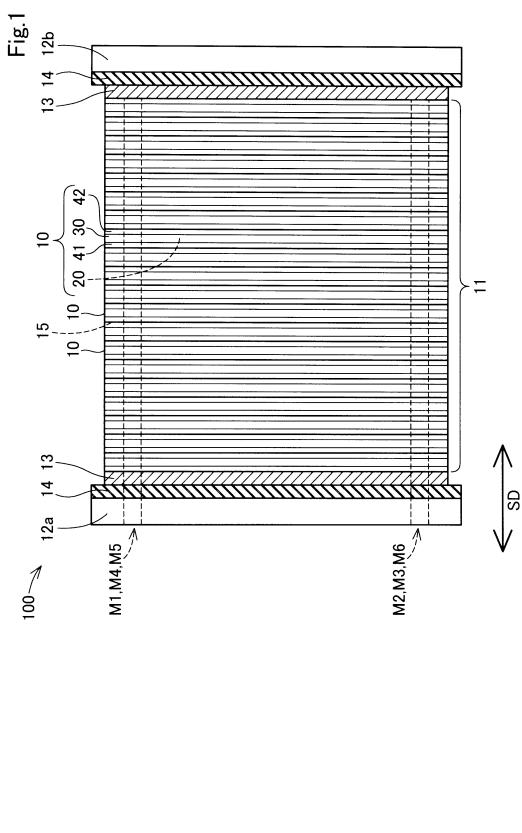
30

40

50

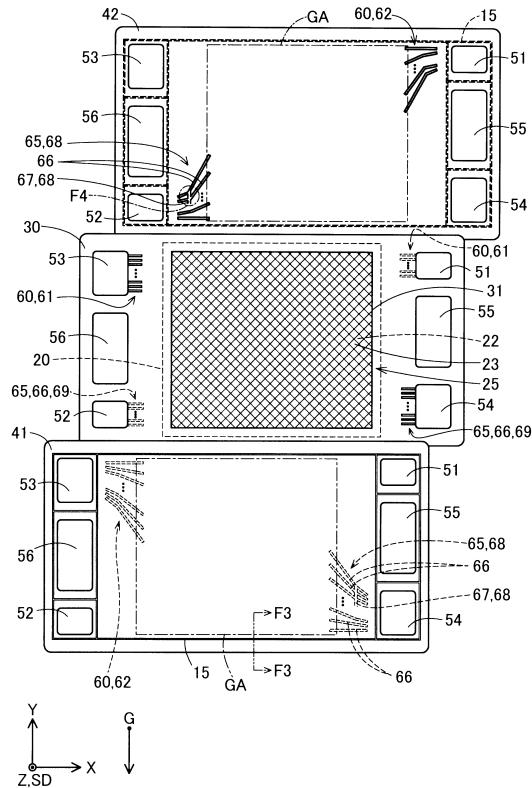
【 叴面 】

【 义 1 】



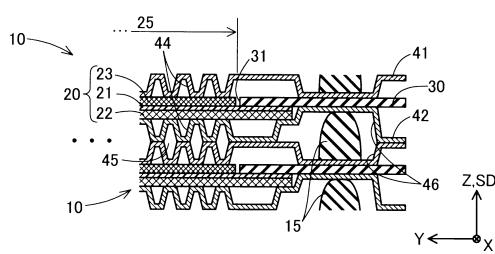
【 四 2 】

Fig.2



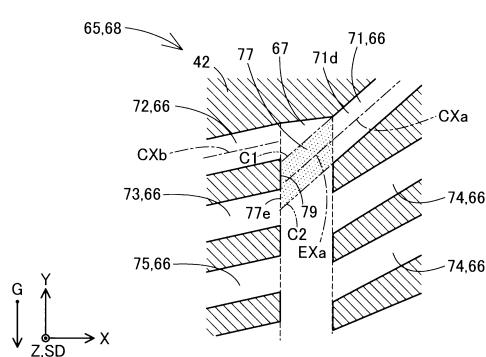
【 図 3 】

Fig.3

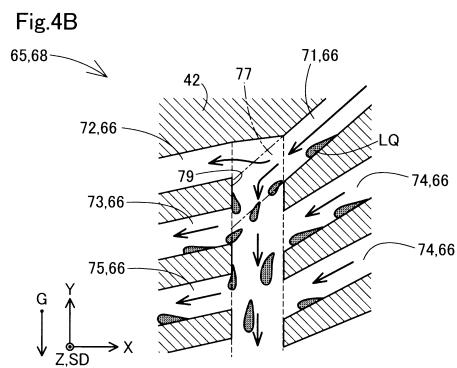


【図4A】

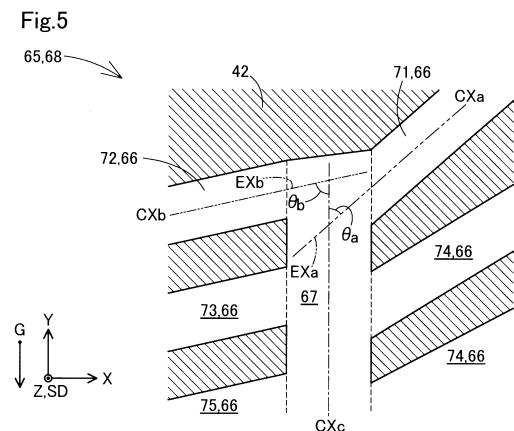
Fig.4A



【図 4 B】

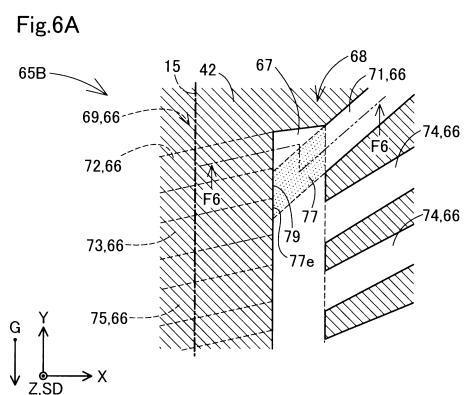


【図 5】

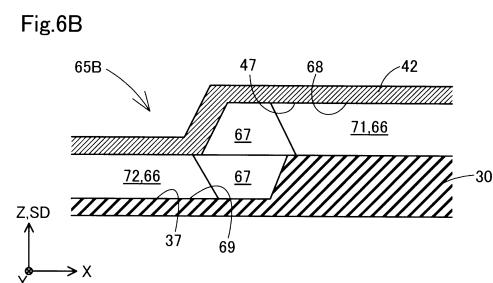


10

【図 6 A】



【図 6 B】



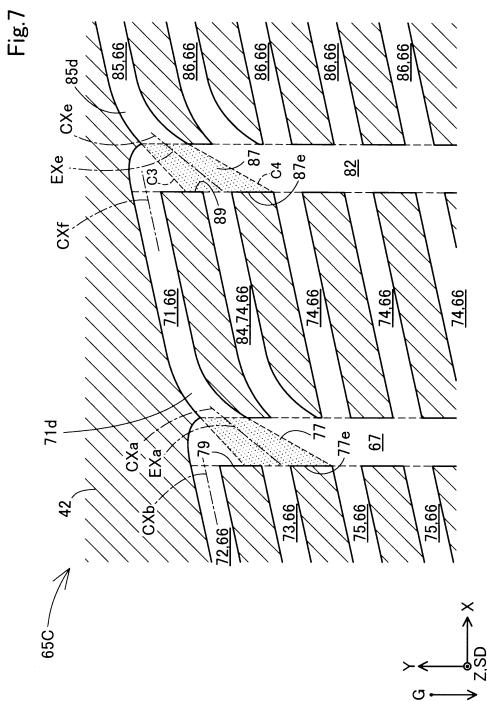
20

30

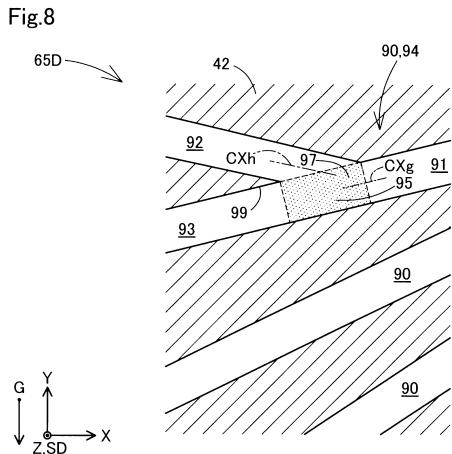
40

50

【 図 7 】



【 四 8 】

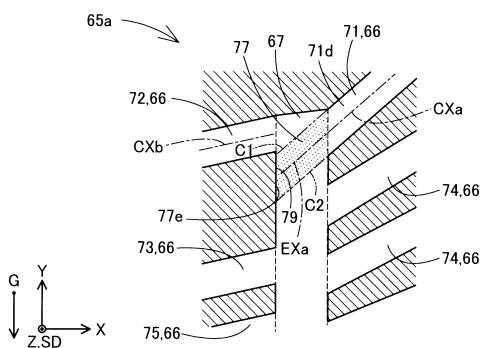


10

20

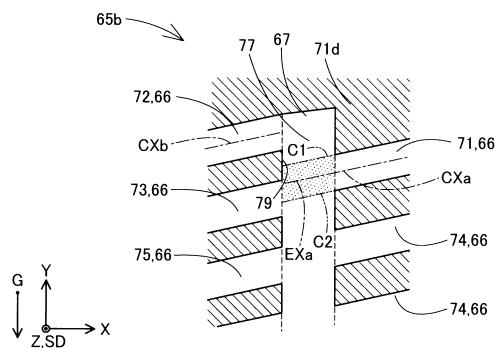
【図9A】

Fig.9A



【図9B】

Fig.9B



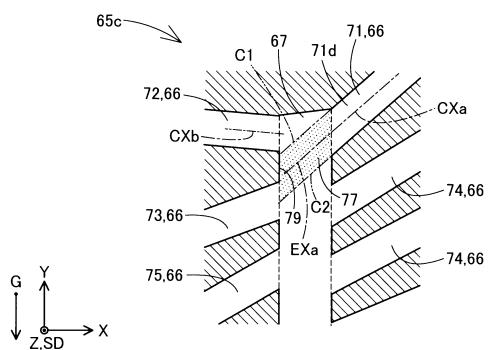
30

40

50

【図 9 C】

Fig.9C



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-225709(JP,A)
 特開2006-012466(JP,A)
 特開2016-119177(JP,A)
 特開2014-175237(JP,A)
 特開2010-182515(JP,A)
 米国特許出願公開第2002/0064702(US,A1)
 韓国公開特許第10-2018-0034787(KR,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H01M 8/02