

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3911172号

(P3911172)

(45) 発行日 平成19年5月9日(2007.5.9)

(24) 登録日 平成19年2月2日(2007.2.2)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/02 (2006.01)

H O 1 M 8/02 R

H O 1 M 8/10 (2006.01)

H O 1 M 8/02 E

H O 1 M 8/24 (2006.01)

H O 1 M 8/02 S

H O 1 M 8/02 Y

H O 1 M 8/10

請求項の数 20 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-41288 (P2002-41288)
 (22) 出願日 平成14年2月19日(2002.2.19)
 (65) 公開番号 特開2002-260690 (P2002-260690A)
 (43) 公開日 平成14年9月13日(2002.9.13)
 審査請求日 平成14年2月19日(2002.2.19)
 (31) 優先権主張番号 09/791528
 (32) 優先日 平成13年2月23日(2001.2.23)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 590001407
 ゼネラル・モーターズ・コーポレーション
 GENERAL MOTORS CORP
 ORATION
 アメリカ合衆国ミシガン州48265-3
 000, デトロイト, ピー・オー・ボックス
 ス 300, ルネッサンス・センター 3
 00, メール・コード 482-シー23
 -ビー21

(74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠武
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 P E M燃料電池スタック用の打ち抜きされた二極プレート

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

P E M 燃料電池用二極プレート組立体であって、
 二極プレートの第1の面の曲がりくねった流れフィールドと前記二極プレートの第2の面の互いに組み合った流れフィールドとを画定するために前記二極プレートに形成された複数のランド部と、二極プレートを貫通した第1のヘッダー開口を有するプレート縁と、前記第1のヘッダー開口と前記曲がりくねった流れフィールドとの間で二極プレートを貫通した第1のポートと、二極プレートを貫通した第2のヘッダー開口と、前記第2のヘッダー開口と前記互いに組み合った流れフィールドとの間で二極プレートを貫通した第2のポートとを有する前記二極プレートと、
 前記第1のヘッダー開口と前記第1のポートとの間に第1の流体連通路を画定するために第1のシールに形成された第1の通路と、前記第2のポートと前記曲がりくねった流れフィールドとの間に第2の流体連通路を画定するために第1のシールに形成された第2の通路とを有すると共に、前記二極プレートの前記第1の面に配置された第1のシールと、前記第2のヘッダー開口から前記第2のポートまでの第3の流体連通路を画定するために第2のシールに形成された第3の通路と、前記第1のポートから前記互いに組み合った流れフィールドまでの第4の流体連通路を画定するために第2のシールに形成された第4の通路とを有すると共に、前記二極プレートの前記第2の面に配置された第2のシールとを備えていることを特徴とする二極プレート組立体。

【請求項2】

請求項 1 に記載の二極プレート組立体において、
前記第 1 のシールの前記第 1 の通路は、前記第 1 のヘッダー開口と前記第 1 のポートとを制限し、前記第 2 のシールの前記第 3 の通路は、前記第 2 のヘッダー開口と前記第 2 のポートとを制限することを特徴とする二極プレート組立体。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の二極プレート組立体において、
前記第 1 のシールは、前記第 1 の通路と前記曲がりくねった流れフィールドとの間で流体密封を提供し、前記第 2 のシールは、前記第 2 のヘッダー開口と前記第 2 の通路との間で流体密封を提供することを特徴とする二極プレート組立体。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の二極プレート組立体において、
前記二極プレートは、前記二極プレートの前記第 1 の面に形成された複数の全体が平行な曲がりくねった流れ溝と、前記二極プレートの前記第 2 の面に形成された複数の全体が平行な互いに組み合った流れ溝とを備えていることを特徴とする二極プレート組立体。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の二極プレート組立体において、
前記二極プレートは、前記第 2 の通路と一組の隣接した曲がりくねった流れ溝との間に流体連通を提供するために二極プレートに形成された曲がりくねった入口通路を有していることを特徴とする二極プレート組立体。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の二極プレート組立体において、
前記曲がりくねった流れフィールドは、第 1 の曲がりくねった流路を画定する複数の第 1 の中央区間と、第 2 の曲がりくねった流路を画定する複数の第 2 の中央区間とを備え、
前記第 1 の曲がりくねった流路と前記第 2 の曲がりくねった流路は、流れ方向に関し端と端とをつなぐ形状で配置され、かつ、第 1 のクロスオーバー区間を通して流体が流れるように連結されていることを特徴とする二極プレート組立体。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の二極プレート組立体において、
前記曲がりくねった流れフィールドは、前記第 1 の曲がりくねった流路に隣接した第 3 の曲がりくねった流路を画定する複数の第 3 の中央区間と、前記第 2 の曲がりくねった流路に隣接した第 4 の曲がりくねった流路を画定する複数の第 4 の中央区間とを備え、
前記第 3 の曲がりくねった流路と前記第 4 の曲がりくねった流路は、前記流れ方向に関し端と端とをつなぐ形状で配置され、かつ、第 2 のクロスオーバー区間を通して流動的に連結されていることを特徴とする二極プレート組立体。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の二極プレート組立体において、
前記二極プレートは、前記第 2 の通路と前記第 1 の曲がりくねった流路との間、及び前記第 2 の通路と前記第 3 の曲がりくねった流路との間に流体連通を提供するために二極プレートに形成された曲がりくねった入口区間通路を有していることを特徴とする二極プレート組立体。

【請求項 9】

P E M 燃料電池であって、
二極プレートの第 1 の面の曲がりくねった流れフィールドと前記二極プレートの第 2 の面の互いに組み合った流れフィールドとを画定するために前記二極プレートに形成された複数のランド部と、二極プレートを貫通した第 1 のヘッダー開口を有するプレート縁と、前記第 1 のヘッダー開口と前記曲がりくねった流れフィールドとの間で二極プレートを貫通した第 1 のポートと、二極プレートを貫通した第 2 のヘッダー開口と、前記第 2 のヘッダー開口と前記互いに組み合った流れフィールドとの間で二極プレートを貫通した第 2 のポートとを有する前記二極プレートと、
前記第 1 のヘッダー開口と前記第 1 のポートとの間に第 1 の流体連通路を画定するために

10

20

30

40

50

第 1 のシールに形成された第 1 の通路と、前記第 2 のポートと前記曲がりくねった流れフィールドとの間に第 2 の流体連通路を画定するために第 1 のシールに形成された第 2 の通路とを有すると共に、前記二極プレートの前記第 1 の面に配置された第 1 のシールと、前記第 2 のヘッダー開口から前記第 2 のポートまでの第 3 の流体連通路を画定するために第 2 のシールに形成された第 3 の通路と、前記第 1 のポートから前記互いに組み合った流れフィールドまでの第 4 の流体連通路を画定するために第 2 のシールに形成された第 4 の通路とを有すると共に、前記二極プレートの前記第 2 の面に配置された第 2 のシールと、第 1 の面と前記第 1 の面と対向する第 2 の面とを有する第 1 の陽子変換膜と、前記第 1 の面と結合している第 1 の電流コレクターとを有し、前記第 1 の電流コレクターが前記曲がりくねった流れフィールドと接触するように前記第 1 のシールに支持されている第 1 の電極膜組立体と、
第 2 の面を有する第 2 の陽子変換膜と、前記第 2 の面と結合している第 2 の電流コレクターとを有し、前記第 2 の電流コレクターが前記互いに組み合った流れフィールドと接触するように前記第 2 のシールに支持されている第 2 の電極膜組立体とを備えていることを特徴とする P E M 燃料電池。

10

【請求項 1 0】

請求項 9 に記載の P E M 燃料電池において、
前記第 1 のシールの前記第 1 の通路は、前記第 1 のヘッダー開口と前記第 1 のポートとを制限し、前記第 2 のシールの前記第 3 の通路は、前記第 2 のヘッダー開口と前記第 2 のポートとを制限することを特徴とする P E M 燃料電池。

20

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の P E M 燃料電池において、
前記第 1 のシールは、前記第 1 の通路と前記曲がりくねった流れフィールドとの間で流体密封を提供し、前記第 2 のシールは、前記第 2 のヘッダー開口と前記第 2 の通路との間で流体密封を提供することを特徴とする P E M 燃料電池。

【請求項 1 2】

請求項 9 に記載の P E M 燃料電池において、
前記二極プレートは、前記二極プレートの前記第 1 の面に形成された複数の全体が平行な曲がりくねった流れ溝と、前記二極プレートの前記第 2 の面に形成された複数の全体が平行な互いに組み合った流れ溝とを備えていることを特徴とする P E M 燃料電池。

30

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の P E M 燃料電池において、
前記二極プレートは、前記第 2 の通路と一組の隣接した曲がりくねった流れ溝との間に流体連通を提供するために二極プレートに形成された曲がりくねった入口区間を有していることを特徴とする P E M 燃料電池。

【請求項 1 4】

請求項 9 に記載の P E M 燃料電池において、
前記曲がりくねった流れフィールドは、第 1 の曲がりくねった流路を画定する複数の第 1 の中央区間と、第 2 の曲がりくねった流路を画定する複数の第 2 の中央区間とを備え、前記第 1 の曲がりくねった流路と前記第 2 の曲がりくねった流路は、流れ方向に関し端と端とをつなぐ形状で配置され、かつ、第 1 のクロスオーバー区間を通して流体が流れるように連結されていることを特徴とする P E M 燃料電池。

40

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の P E M 燃料電池において、
前記曲がりくねった流れフィールドは、前記第 1 の曲がりくねった流路に隣接した第 3 の曲がりくねった流路を画定する複数の第 3 の中央区間と、前記第 2 の曲がりくねった流路に隣接した第 4 の曲がりくねった流路を画定する複数の第 4 の中央区間とを備え、前記第 3 の曲がりくねった流路と前記第 4 の曲がりくねった流路は、前記流れ方向に関し端と端とをつなぐ形状で配置され、かつ、第 2 のクロスオーバー区間を通して流体が流れるように連結されていることを特徴とする P E M 燃料電池。

50

【請求項 16】

請求項 15 に記載の P E M 燃料電池において、
前記二極プレートは、前記第 2 の通路と前記第 1 の曲がりくねった流路との間、及び前記第 2 の通路と前記第 3 の曲がりくねった流路との間に流体連通を提供するために二極プレートに形成された曲がりくねった入口区間を有していることを特徴とする P E M 燃料電池。

【請求項 17】

請求項 9 に記載の P E M 燃料電池において、
前記第 1 の電極膜組立体の前記第 1 の面はアノード面であり、前記第 2 の電極膜組立体の前記第 2 の面はカソード面であることを特徴とする P E M 燃料電池。

10

【請求項 18】

P E M 燃料電池であって、
第 1 の二極プレート組立体と、第 2 の二極プレート組立体とを備え、
前記第 1 の二極プレート組立体は、
第 1 のプレート部材の上面の第 1 の曲がりくねった流れフィールドと前記第 1 のプレート部材の底面の第 2 の互いに組み合った流れフィールドとを画定するために第 1 のプレート部材に形成された複数のランド部と、第 1 のプレート部材を貫通した第 1 のヘッダー開口を有するプレート縁と、前記第 1 のヘッダー開口と前記曲がりくねった流れフィールドとの間で第 1 のプレート部材を貫通した第 1 のポートと、第 1 のプレート部材を貫通した第 2 のヘッダー開口と、前記第 2 のヘッダー開口と前記互いに組み合った流れフィールドとの間で第 1 のプレート部材を貫通した第 2 のポートとを有する第 1 のプレート部材と、
前記第 1 のヘッダー開口と前記第 1 のポートとの間に第 1 の流体連通路を画定するために第 1 のシールに形成された第 1 の通路と、前記第 2 のポートと前記第 1 の曲がりくねった流れフィールドとの間に第 2 の流体連通路を画定するために第 1 のシールに形成された第 2 の通路とを有すると共に、前記第 1 のプレート部材の前記上面に配置された第 1 のシールと、
前記第 2 のヘッダー開口から前記第 2 のポートまでの第 3 の流体連通路を画定するために第 2 のシールに形成された第 3 の通路と、前記第 1 のポートから前記第 1 の互いに組み合った流れフィールドまでの第 4 の流体連通路を画定するために第 2 のシールに形成された第 4 の通路とを有すると共に、前記第 1 のプレート部材の前記底面に配置された第 2 のシールとを有し、
前記第 2 の二極プレート組立体は、
第 2 のプレート部材の上面の第 2 の曲がりくねった流れフィールドと前記第 2 のプレート部材の底面の第 2 の互いに組み合った流れフィールドとを画定するために第 2 のプレート部材に形成された複数のランド部と、第 2 のプレート部材を貫通した第 3 のヘッダー開口を有する第 2 のプレート縁と、前記第 3 のヘッダー開口と前記第 2 の曲がりくねった流れフィールドとの間で第 2 のプレート部材を貫通した第 3 のポートと、第 2 のプレート部材を貫通した第 4 のヘッダー開口と、前記第 4 のヘッダー開口と前記第 2 の互いに組み合った流れフィールドとの間で第 2 のプレート部材を貫通した第 4 のポートとを有する第 2 のプレート部材と、
前記第 3 のヘッダー開口と前記第 3 のポートとの間に第 5 の流体連通路を画定するために第 3 のシールに形成された第 5 の通路と、前記第 4 のポートと前記第 2 の曲がりくねった流れフィールドとの間に第 6 の流体連通路を画定するために第 3 のシールに形成された第 6 の通路とを有すると共に、前記第 2 のプレート部材の前記上面に配置された第 3 のシールと、
前記第 4 のヘッダー開口から前記第 4 のポートまでの第 7 の流体連通路を画定するために第 4 のシールに形成された第 7 の通路と、前記第 3 のポートから前記第 2 の互いに組み合った流れフィールドまでの第 8 の流体連通路を画定するために第 4 のシールに形成された第 8 の通路とを有すると共に、前記第 2 のプレート部材の前記底面に配置された第 4 のシールと、

20

30

40

50

第1の面と前記第1の面と対向する第2の面とを有する陽子交換膜と、前記第1の面と結合している第1の電流コレクターと、前記第2の面と結合している第2の電流コレクターとを有し、前記第1の電流コレクターが前記第1の互いに組み合った流れフィールドと接触し、前記第2の電流コレクターが前記第2の曲がりくねった流れフィールドと接触するように前記第2のシールと前記第3のシールとの間に支持されている電極膜組立体とを有していることを特徴とするPEM燃料電池。

【請求項19】

請求項18に記載のPEM燃料電池において、陽子交換部材等の前記第1の面はカソード面であり、前記陽子交換部材の第2の面等はアノード面であることを特徴とするPEM燃料電池。

10

【請求項20】

請求項18に記載のPEM燃料電池において、第3のプレート部材と、冷却剤の通路を画定するために前記第2のプレート部材の前記底面と前記第3のプレート部材の前記上面との間に配置されたスペーサとを備え、前記第3のプレート部材は、第3のプレート縁を貫通した冷却剤ヘッダーを有する第3のプレート縁を有し、前記冷却剤の通路と流体連通していることを特徴とするPEM燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、PEM燃料電池に関するものであり、特に、燃料電池スタックの隣接した燃料電池を分離するための二極プレートに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池は、多くの用途に対して電力源として提案されている。そのような燃料電池の一つとして、陽子交換膜すなわちPEM燃料電池がある。PEM燃料電池は、当業者に周知であり、PEM燃料電池の各電池の中に、いわゆる電極膜組立体、すなわち、一方の面に形成されたアノード電極膜と他方の面に形成されたカソード電極膜とを有する薄くて陽子伝導性のある高分子電極膜を有するMEAを有している。そのような電極膜は、当業者に周知であり、米国特許第5,272,017号や米国特許第3,134,697号などに記載されており、同じく、電力源の雑誌の29巻(1990年)の367頁から387頁に特に記載されている。

30

【0003】

一般に、このような電極膜は、イオン交換樹脂で作られており、E. I. Du Pont de Nemours & Co. から入手することができるNAFION₃等のパーフルオロネイトスルホン酸ポリマー(perfluorinated sulfonic acid polymer)を典型的に備えている。これに対して、アノード膜及びカソード膜は、(1)微細に分配された炭素粒子と、炭素粒子の内面及び外面に支持された非常に微細に分配された触媒粒子と、触媒粒子及び炭素粒子と混合されたNAFION₃等の陽子伝導性物質とを備えているか、あるいは、(2)炭素をなくして、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)バインダーによって分散された触媒粒子を備えている。このようなMEA及び燃料電池は、1993年12月21日に発行された米国特許第5,272,017号に記載されており、本発明の譲受人に譲渡されている。

40

【0004】

MEAのアノード面及びカソード面に対して押圧し、(1)アノード面及びカソード面に対する一次電流コレクターとして機能し、及び(2)MEAに対する機械的支持として機能する、電導性金属のガス透過性のある多孔質のシートの間にMEAは挟まれている。当業者に周知のように、適当な一次電流コレクターシートは、カーボン紙あるいはカーボン布あるいはグラファイト紙あるいはグラファイト布と、微格子貴金属スクリーンなどを備

50

えている。この組立体は、本明細書中において、M E A / 一次電流コレクター組立体として参照される。

【 0 0 0 5 】

M E A / 一次電流コレクター組立体は、一組の非多孔質導電性プレートあるいは金属シートの間で押圧されている。この一組の非多孔質導電性プレートあるいは金属シートは、一次電流コレクターから電流を集めると共に、隣接する燃料電池間の電流をスタックの内部（すなわち、二極プレートのケース内）に導き、燃料電池の端部の電流をスタックの外部（すなわち、単極プレートの外部）に導くための二次電流コレクターとして機能する。二次電流集電プレートは、ガス反応物（例えば、水素及び酸素／空気）をアノード面及びカソード面上に分配する流れフィールドを有している。これらの流れフィールドは、概ね、一次電流コレクターと結合すると共に、複数のランド部間で複数の流れ溝を画定する複数のランド部を有している。複数の流れ溝を通して、流れ溝の一端にある供給ヘッダーと流れ溝の他端にある排気ヘッダーとの間にガス反応物が流れる。

10

【 0 0 0 6 】

【 発明が解決しようとする課題 】

従来では、これらの金属プレートは、流れ溝の特別な幾何学形状を画定する単一の機能的な流れフィールドを有している。一般的に知られている流れフィールドは、曲がりくねった流れ溝を画定している。この流れ溝は、ヘアピンカーブとスイッチバックを作った後、供給ヘッダー及び排気ヘッダーを接続する。従って、曲がりくねった流れ溝は、曲がりくねった流路であるが隣接した流路を画定する。他の一般的に知られている流れフィールドは、互いに組み合った流れ溝を画定している。この流れ溝の中には、供給ヘッダーから排気ヘッダーの方へ伸びているが終端部で閉じている複数の流れ溝が、排気ヘッダーから供給ヘッダーの方へ伸びているが終端部で閉じている複数の流れ溝の間で互いに組み合わせられている。曲がりくねった流れ溝と比較すると、これらの互いに組み合った流れ溝は、ガス反応物が多孔質一次電流コレクターを通して隣接する流れ溝間のランド部を通ると供給ヘッダーと排気ヘッダーとの間の流路が通るように、非接触路を画定する。

20

【 0 0 0 7 】

従来では、機能的な流れフィールドが二極プレート組立体の各面に形成されるように、二極プレートは、一組の金属シートを組み立てることによって形成されている。多くの場合、スペーサが複数の金属シート間に配置され、冷却剤が二極プレート組立体を通して流れるのを許容する内部容積を画定している。このような二極プレート組立体は、1998年7月7日に発行された米国特許第5,776,624号に記載されており、本発明の譲受人に譲渡されている。

30

【 0 0 0 8 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明は、相対する面に機能的な流れフィールドを画定する単一の金属プレートを有する打ち抜きされた二極プレートに関するものである。金属シートは、ガスの燃料の流れをプレートの一面に導き、ガスの酸化剤の流れをプレートの他面に導く波形シール形状と結合されるポート構成を含む。

【 0 0 0 9 】

本発明は、プレートの一面に曲がりくねった流れフィールドを有し、プレートの対向面に互いに組み合った流れフィールドを有する単一の金属シートから形成された二極プレートを有している。形成された金属シートは、単一のシートから非冷却二極プレートを生産するために概ね均等な壁の厚さを保有している。一組の二極プレートは、それらの間のスペーサと共に積層されていて、内部冷却溝を有する二極プレートをつくる。

40

【 0 0 1 0 】

本発明の流れフィールドの幾何学的な形状は、プレートが多孔質一次電流コレクターと接する最大領域の全域で圧力差が発生し、従来の二極プレート組立体よりも高性能を生み出すものである。

【 0 0 1 1 】

50

本発明は、シールの荷重を支えるための付加的な部品あるいは構成要素を必要としないで、特別なポートが各電池にガスの反応物を幾何学的に連通することに関連する波形シール形状を含む。

【0012】

本発明は、各々の図面に関して与えられた実施態様の以下の詳細な説明を正しく熟考することによってより理解されるであろう。

【0013】

【発明の実施の形態】

図1には、PEM燃料電池スタックの一部を示しており、このPEM燃料電池スタックは、非多孔質導電性二極プレート12によって互いに分離した一組の電極膜組立体(MEA)8, 10を有している。電極膜組立体8は、カソード面8cとアノード面8aとを有しており、電極膜組立体10は、カソード面10cとアノード面10aとを有している。電極膜組立体8, 10及び非多孔質導電性二極プレート12は、非多孔質導電性液体冷却二極プレート14と非多孔質導電性液体冷却二極プレート16との間で互いに積み重ねられている。非多孔質導電性二極プレート12は流れフィールド20を有し、非多孔質導電性液体冷却二極プレート14は流れフィールド18を有し、非多孔質導電性液体冷却二極プレート16は流れフィールド22を有している。流れフィールド18, 20, 22は、燃料及び酸化ガス(すなわち、水素及び酸素)を電極膜組立体8, 10の反応面に配送するための、各プレートの面に形成された複数の流れ溝を有している。非導電性ガスケットすなわちシール部材26, 28, 30, 32は、PEM燃料電池スタックのそれぞれのプレートの間にシール及び電気絶縁を提供する。多孔質ガス透過導電性シート34, 36, 38, 40は、電極膜組立体8, 10の電極面に対して押圧しており、電極面用一次電流コレクターとして機能する。また、一次電流コレクター34, 36, 38, 40は、特に、電極膜組立体が流れフィールドに支持されていない位置で、電極膜組立体8, 10に機械的支持を提供する。適当な一次電流コレクターは、カーボン/グラファイト紙/布と、微格子貴金属スクリーンと、開放蓄電池貴金属フォームと、ガスを通過させる間、電極から電流を導くようなものとを有している。

【0014】

二極プレート14は、電極膜組立体8のカソード面8c上の一次電流コレクター34に対して押圧し、二極プレート16は、電極膜組立体10のアノード面10a上の一次電流コレクター40に対して押圧している。一方、二極プレート12は、電極膜組立体8のアノード面8a上の一次電流コレクター36に対して押圧していると共に、電極膜組立体10のカソード面10c上の一次電流コレクター38に対して押圧している。酸素あるいは空気などの酸化ガスが、貯蔵タンク46から適当な供給配管42を介してPEM燃料電池スタックのカソード面に供給されている。同様に、水素等の燃料が、貯蔵タンク48から適当な供給配管44を介してPEM燃料電池スタックのアノード側に供給されている。好適実施態様では、酸素タンク46を設けずに空気を周囲からカソード面に供給するようにしてもよい。同様に、水素タンク48を設けずにメタノールあるいは液化炭化水素(例えば、ガソリン)から水素を接触反応で発生させる改質装置からアノード側に供給するようにしてもよい。また、電極膜組立体の水素側及び酸素/空気側の両方に対して排気配管(図示せず)が、アノード流れフィールドからの消耗したアノードガスである水素と、カソード流れフィールドからの消耗したカソードガスである酸素とを排出するために設けられている。冷却配管50, 52は、必要とされる場合に液体冷却剤を非多孔質導電性液体冷却二極プレート14と非多孔質導電性液体冷却二極プレート16とに供給及び排出するために設けられている。

【0015】

図2には、燃料電池において積層関係に配置された、非多孔質導電性二極プレート12と、一次電流コレクター38と、電極膜組立体10と、一次電流コレクター40の分解図を示している。二極プレート16は、(図1に示すように)第2の一次電流コレクター40の下に位置して燃料電池を形成する。一次電流コレクター34, 36と、電極膜組立体8

10

20

30

40

50

と、二極プレート 14 とからなる他の一組は、(図 1 に示すように)二極プレート 12 の上に位置して他の燃料電池を形成する。

【0016】

二極プレート 12 は、できるだけ薄く(例えば、略 0.002 - 0.02 インチ(略 0.051 mm - 0.51 mm)の厚さ)作られた流れフィールド 20 を有している単一のプレート部材である。本実施態様として好ましくは、二極プレート 12, 14, 16 は、打ち抜きによってあるいは写真エッチング(すなわち、写真平板面を通して)によって、あるいは、シート金属を成型するための慣習的な他のプロセスによって形成された金属シートであり、ステンレス鋼が好ましい。他の適当な物質や製造プロセスを二極プレートに用いることができるということを当業者は理解できるであろう。

10

【0017】

図 2 乃至図 7 を参照すると、流れフィールド 20 の幾何学的な形状が、流れフィールド 20 の第 1 の面に機能的に曲がりくねった流れフィールド 20s を形成すると共に、流れフィールド 20 の反対の面に機能的に流れフィールド 20s の形状と互いに組み合った流れフィールド 20i を形成するように、二極プレート 12 が形成されている。より具体的に述べると、複数の流れ溝 56s、56i を画定する複数のランド部 54s、54i によって特徴づけられた反応ガス流れフィールドを提供するように、二極プレート 12 は形成されている。複数のランド部 54s、54i を通って、反応ガスが、二極プレート 12 の吸気口プレート縁 58 から二極プレート 12 の排気プレート縁 60 に流れる。二極プレート 12 を横切る流れ方向は、概ね、流れフィールド 20 を通って吸気口プレート縁 58 から排気口プレート縁 60 までである。複数の供給ヘッダー開口 62 が吸気口プレート縁 58 の外縁の近傍に形成されている。複数の吸気ポート 64 が、供給ヘッダー開口 62 と流れフィールド 20 との間で吸気口プレート縁 58 に形成されている。同様に、複数の排気ヘッダー開口 66 が、排気口プレート縁 60 の外縁の近傍に形成され、複数の排気ポート 68 が、排気ヘッダー開口 66 と流れフィールド 20 との間で排気口プレート縁 60 に形成されている。供給ヘッダー開口 62 と排気ヘッダー開口 66 と吸気ポート 64 と排気ポート 68 とは、概ね説明されているが、当業者は、そのような開口及びポートの各々が、燃料や酸化剤や冷却剤などの特定の流体を、燃料スタックを通して通ずることが難しいということを手で理解できるであろう。燃料電池が完全に組み立てられると、ランド部 54s は一次電流コレクター 38 に対して押圧し、ランド部 54i は一次電流コレクター 40 に対して押圧し、次ぎに、一次電流コレクター 38, 40 は、電極膜組立体 10 に対して押圧する。動作中では、電極膜組立体によって発生した電流は、ランド部 54s、54i を通って一次電流コレクター 38, 40 から流れ、そして、そこから燃料電池スタックを通して流れる。反応ガスは、供給ヘッダー開口 62 から吸気ポート 64 を介して流れ溝 56s、56i に供給され、この溝 56 を通り、排気ポート 68 を介して排気ヘッダー開口 66 に排気する。

20

30

【0018】

次に、図 3、図 4、及び図 7 を参照して、曲がりくねった流れフィールド 20s についてさらに詳細に説明する。この曲がりくねった流れフィールド 20s は、流れ溝 56s への流体の伝達を提供する入口供給部 70 を有している。流れ溝 56s は、排気供給部 72 まで二極プレート 12 の幅を蛇行している。流れ溝 56s は、第 1 の曲がりくねった通路 74 と第 2 の曲がりくねった通路 78 とによって画定されている。第 1 の曲がりくねった通路 74 は、二極プレート 12 上で横切って伸びている複数の中央区間 76 を有している。第 2 の曲がりくねった通路 78 は、二極プレート 12 上で横切って伸びている複数の中央区間 80 を有している。第 1 の曲がりくねった通路 74 と第 2 の曲がりくねった通路 78 は、それぞれ二極プレート 12 の略半分の幅を横切っており、クロスオーバー区間 82 によって流動的に連結されている。図 4 に最もよく示すように、内側近傍にある流れ溝 56s は、共通の入口供給部 70 とによって供給され、共通の排気供給部 72 にも分岐している。従って、内側近傍にある流れ溝の入口区間は、入口供給部 70 で互いに接触し、内側近傍にある流れ溝の排気区間は、排気供給部 72 で互いに接触している。各流れ溝は、隣

40

50

の内側近傍にある流れ溝の鏡像である方が有効である。また、曲がりくねった流れ溝 56s に流れる反応ガスは、図 7 に示されているように、一次電流コレクター 36 を通って内側近傍にある流れ溝 56s まで流れてもよい。

【0019】

次に、図 5 乃至図 7 を参照して、互いに組み合った流れフィールド 20i を説明する。二極プレート 12 の曲がりくねったフィールド面 20s 上に形成された流れ溝 56s は、反対の面のランド部 54i を画定し、同様に、二極プレート 12 の曲がりくねったフィールド面 20s のランド部 54s は、その反対側の流れ溝 56i を画定する。図 6 に最もよく示しているように、互いに組み合った流れフィールド 20i は、流れ溝 56i への流体の伝達を提供する入口供給部 84 を有している。流れ溝 56i は、排気供給部 86 まで二極プレート 12 の幅を蛇行している。曲がりくねった流れ溝 56s と同様に、互いに組み合った流れ溝 56i は、第 1 の曲がりくねった流路 88 と第 2 の曲がりくねった流路 94 とに区分されている。第 1 の曲がりくねった流路 88 は、入口供給部 84 と流体連通している複数の中央区間 90 と、排気供給部 86 と流体連通している複数の中央区間 92 とを有しており、二極プレート 12 の前半部分を横切っている。第 2 の曲がりくねった流路 94 は、入口供給部 84 と流体連通している複数の中央区間 96 と、排気供給部 86 と流体連通している複数の中央区間 98 とを有しており、二極プレート 12 の後半部分を横切っている。図 7 に最も良く示すように、入口供給部 84 から曲がりくねった流路 88, 94 に流れる反応ガスは、排気供給部 86 を通って排気されるように、一次電流コレクター 40 を通ってランド部 54i を横切らなければならない。

【0020】

図 8 を参照すると、非冷却燃料電池 102u と冷却燃料電池 102c とを有している PEM 燃料電池スタック 100 の部分分解投影図が示されている。非冷却燃料電池 102u は、積層関係に配置された、MEA / 一次電流コレクター組立体 106 と、シール 108 と、二極プレート 110 と、シール 112 とを有している。冷却燃料電池 102c は、MEA / 電流コンダクター組立体 114 と、シール 116 と、二極プレート 118 と、スペーサ 120 と、二極プレート 122 と、シール 124 とを有している。PEM 燃料電池スタック 100 は、一つの非冷却燃料電池 102u と一つの冷却燃料電池 102c とを有しているように示されているが、PEM 燃料電池スタック 100 内で冷却せずに電池を冷却する電池比率は、特有のスタックの作動によって変化することができるということを当業者はすでに理解できるであろう。このように、あらゆる比率（例えば、1, 1/2, ..., 1/4, ...）は、本発明によって熟考される。さらに、冷却するために反応空気を用いる空気冷却スタック（すなわち、比率を有している）も、本発明によって熟考される。

【0021】

二極プレート 110, 118, 122 は、それらの上面に形成された曲がりくねった流れ溝と、それらの下面に形成された、上面に形成された該流れ溝の形状と互いに組み合った流れ溝とを画定している流れフィールド 126 を有している。配管 42（酸化剤）、配管 44（燃料）、配管 50（冷却剤）のそれぞれから燃料スタックを通してガス反応物（すなわち、酸化剤及び燃料）及び冷却剤を連通するために、一連の矩形供給ヘッダー開口 128（酸化剤）、矩形供給ヘッダー開口 130（燃料）、矩形供給ヘッダー開口 132（冷却剤）が、二極プレート 110, 118, 122 にそれぞれ形成されている。これに關し、二極プレート 110, 118, 122 は、矩形供給ヘッダー開口 128, 130, 132 が燃料スタックを軸線上に通って流体供給路を形成するように整合された積層関係に配置されている。また、二極プレート 110, 118, 122 は、それらに形成されたポート 134, 136, 138 を有している。このポート 134, 136, 138 は、ガス反応物及び冷却剤を、供給ヘッダー開口 128, 130, 132 から適当な流れフィールド 126 まで導くためのものである。

【0022】

本発明は、ヘッダー開口からポートを通して流れフィールドまでの流体連通路を形成する波形シール配列を用いている。特に、シール 108, 112, 116, 124 の形状は、

10

20

30

40

50

スペーサ 120 と同様に、そのような流体流れによる流体連通路を画定する。

【0023】

次に、図 8 乃至図 14 を参照すると、本発明の波形シール形状がさらに詳細に説明されている。燃料が冷却燃料電池 102c を通って流れる場合には、反応ガスは、二極プレート 118 の下方にある供給ヘッダー開口 130 から二極プレート 118 の上方にあるアノードポート 136 を通り、段階状のシール形状を通して MEA 114 のアノード面に連通される。より具体的に述べると、スペーサ 120 は、スペーサ 120 に形成された開口 140 を有しており、この開口 140 は二極プレート 118 に形成されたアノードポート 136 を制限している流体連通路 142 を有している。スペーサ 120 から見て二極プレート 118 の反対の面に配置されているシール 116 は、流体連通路 144 を有している。この流体連通路 144 も二極プレート 118 に形成されたアノードポート 136 を制限しており、この流体連通路 144 は、入口区間 146 まで伸びている。シール 112 が二極プレート 110 に形成されたアノードポート 136 を制限するように、シール 112 に形成された開口 148 が開口 148 から伸びている流体連通路 150 を有する状態で、同様の流体連通路が非冷却燃料電池 102u に設けられている。二極プレート 110 の反対の面に配置されたシール 108 は、流体連通路 152 を有している。この流体連通路 152 は、シール 108 の内部外縁から入口区間 154 まで伸びていて、二極プレート 110 に形成されたアノードポート 136 を制限している。

10

【0024】

次に、図 10 を参照すると、MEA 114 へのアノード流体流路が示されている。燃料は、供給ヘッダー開口 130 を通って、二極プレート 118 とスペーサ 120 と二極プレート 122 とによって画定された流体連通路 142 に沿って流れ、アノードポート 136 を通って、MEA 114 とシール 116 と二極プレート 118 とによって画定された流体連通路 144 に沿って流れる。同様に、図 11 を参照すると、MEA 106 へのアノード流体流路が示されている。燃料は、供給ヘッダー開口 136 を通って、二極プレート 110 とシール 112、116 と二極プレート 118 とによって画定された流体連通路 150 に沿って流れ、二極プレート 110 に形成されたアノードポート 136 を通って、それから、MEA 106 とシール 108 と二極プレート 110 とによって画定された流体連通路 152 に沿って流れる。これらの場合では、アノード流体流路は、燃料供給部から MEA 106 のアノード面及び MEA 114 のアノード面に燃料を導く。

20

30

【0025】

酸化剤が冷却燃料電池 102c を通って流れる場合には、反応ガスは、二極プレート 110 の上方にある供給ヘッダー開口 128 から二極プレート 110 の下方にあるカソードポート 134 を通り、段階状のシール形状を通して MEA 114 のカソード面に連通される。より具体的に述べると、シール 105、108 は、これらに形成された開口 156 を有しており、この開口 156 は、二極プレート 110 に形成されたカソードポート 134 を制限している流体連通路 158 を有している。シール 108 から見て二極プレート 110 の反対の面に配置されているシール 112 は、流体連通路 160 を有している。この流体連通路 160 も二極プレート 110 に形成されたカソードポート 134 を制限しており、この流体連通路 160 は、入口区間 154 まで伸びている。同様の流体連通路が、冷却燃料電池 102c に設けられていて、波形シール形状によって画定されている。

40

【0026】

次に、図 12 を参照すると、MEA 114 へのカソード流体流路が示されている。酸化剤は、供給ヘッダー開口 128 を通って、二極プレート 104 とシール 105、108 と二極プレート 110 とによって画定された流体連通路 158 に沿って流れ、カソードポート 134 を通って、それから、二極プレート 110 とシール 112 と MEA 114 とによって画定された流体連通路 160 に沿って流れる。同様に図 13 を参照すると、酸化剤は、二極プレート 104 の上方にある供給ヘッダー開口 128 を通り、カソードポート 134 を通って、二極プレート 104 とシール 105 と MEA 106 とによって画定された流体連通路 162 に沿って流れる。

50

【0027】

冷却剤が冷却燃料電池102cを流れて流れる場合には、冷却剤は、二極プレート110と二極プレート118との間の供給ヘッダー開口132から二極プレート118の下方にある冷却ポート138を通り、段階状のシール形状を通して連通されている。より具体的に述べると、シール112, 116は、これらに形成された開口164を有しており、この開口164は、二極プレート118に形成された冷却ポート138を制限している流体連通路160を有している。二極プレート118の反対の面に配置されているスペーサ120は、流体連通路168を有している。この流体連通路168も二極プレート118に形成された冷却ポート138を制限しており、この流体連通路168は、冷却ボリューム170まで伸びている。

10

【0028】

次に、図14を参照すると、冷却燃料電池102cへの冷却燃料流路が示されている。冷却剤は、供給ヘッダー開口128を通して、二極プレート110とシール112, 116と二極プレート118とによって画定された流体連通路166に沿って流れ、冷却ポート138を通して、それから、二極プレート118とスペーサ120と二極プレート122とによって画定された流体連通路168に沿って流れ、二極プレート118に形成された流れフィールドと二極プレート122に形成された流れフィールドとの間に画定された内部冷却ボリューム170内へ流れる。

【0029】

燃料スタック100内への流体の供給すなわち吸気流れは、詳細な説明で上述されている。本発明の波形シール形状が、燃料スタック100の排気側に、燃料スタック100からガス反応物や冷却材を排気するための同様の波形シール形状を有しているということを当業者はすでに理解できるであろう。従って、上述した段階状シール配置を用いることによって、本発明は、ガス反応物や冷却物を燃料スタック100の供給から排気まで有効に運送することができる。

20

【0030】

本発明は、MEAの両面に配置されたシール（すなわち、一組のシール）の利用を通じて開示されているが、本発明の精神及び範囲から外れないで単一のシールをこの装置に代用することができるということを当業者はすでに理解できるであろう。さらに、本発明は、燃料電池のアノード面のための曲がりくねった流れフィールドと、燃料電池のカソード面のための互いに組み合った流れフィールドとを使用するとして説明されているが、特別な応用によって画定されたように、互いに組み合った流れフィールドは燃料電池のアノード面での使用に有用であり、同様に、曲がりくねった流れフィールドは燃料電池のカソード面での使用に有用であるということを当業者はすでに理解することができるであろう。従って、本発明は、種々の好適実施態様によって開示されているが、本発明は、特許請求の範囲の記載範囲にだけ限定され、該実施態様によっては限定されない。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、等間隔に分解されたPEM燃料電池の概略図である。

【図2】図2は、MEAと燃料電池スタックの二極プレートの等分解図である。

【図3】図3は、曲がりくねった流れフィールドを有する図2に示された二極プレートの上面の一部分を示す等大図である。

40

【図4】図4は、図2に示された二極プレートの上面図である。

【図5】図5は、図2に示された互いに組み合った流れフィールドを有する図2に示された二極プレートの底面の一部分を示す等大図である。

【図6】図6は、図2に示された二極プレートの底面図である。

【図7】図7は、反応ガスの流れの方向が示された燃料電池スタックの二極プレートと多孔質一次電流コレクターの横断面図である。

【図8】図8は、燃料スタックの非冷却電池と冷却電池とを有する一組の燃料電池の等分解図である。

【図9】図9は、図8に示された燃料電池スタックの図である。

50

【図 1 0】図 1 0 は、アノードポートを示す図 9 の線 X - X で切った断面図である。

【図 1 1】図 1 1 は、アノードポートを示す図 9 の線 X I - X I で切った断面図である。

【図 1 2】図 1 2 は、カソードポートを示す図 9 の線 X II - X II で切った断面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、カソードポートを示す図 9 の線 X III - X III で切った断面図である。

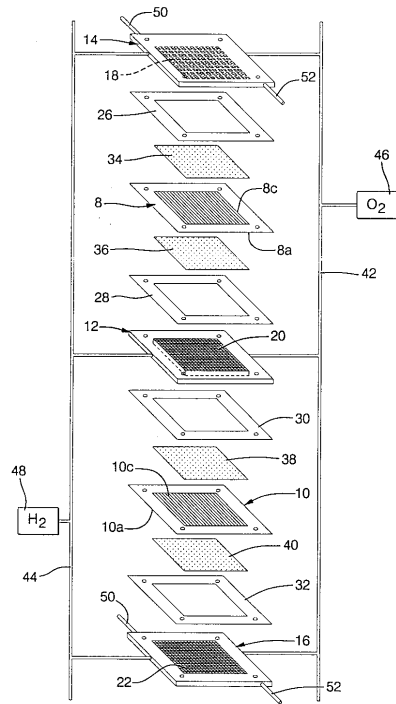
。

【図 1 4】図 1 4 は、冷却剤ポートを示す図 9 の線 X IV - X IV で切った断面図である。

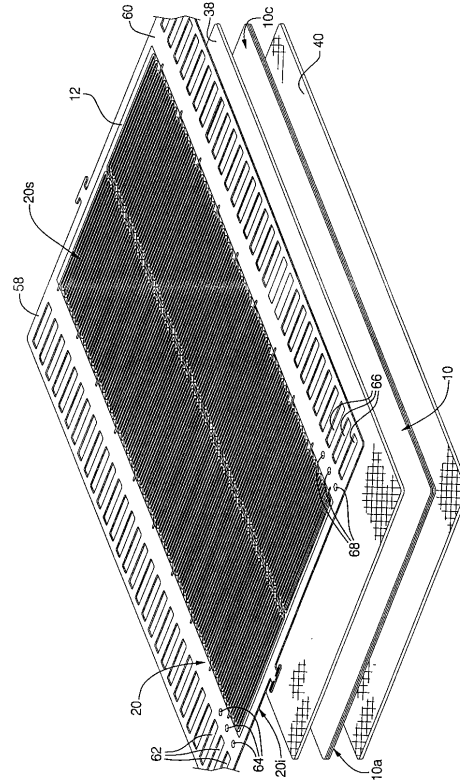
【符号の説明】

8	電極膜組立体 (M E A)	
8 a	アノード面	
8 c	カソード面	10
1 0	電極膜組立体 (M E A)	
1 0 a	アノード面	
1 0 c	カソード面	
1 2	二極プレート	
1 4	二極プレート	
1 6	二極プレート	
1 8	流れフィールド	
2 0	流れフィールド	
2 2	流れフィールド	
2 6	シール部材	20
2 8	シール部材	
3 0	シール部材	
3 2	シール部材	
3 4	一次電流コレクター	
3 6	一次電流コレクター	
3 8	一次電流コレクター	
4 0	一次電流コレクター	
4 2	供給配管	
4 4	供給配管	
4 6	酸素タンク	30
4 8	水素タンク	
5 0	冷却配管	
5 2	冷却配管	

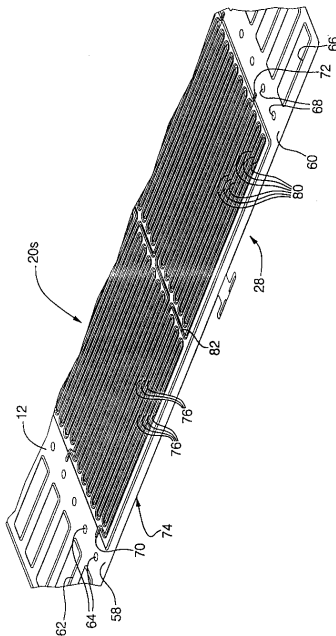
【図 1】



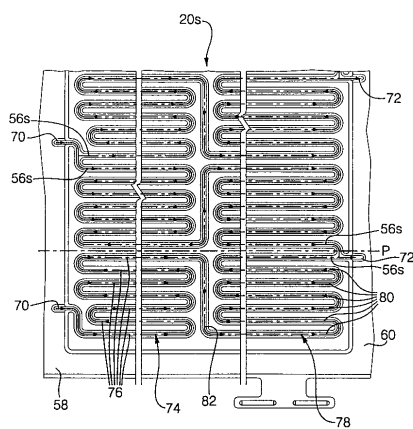
【図 2】



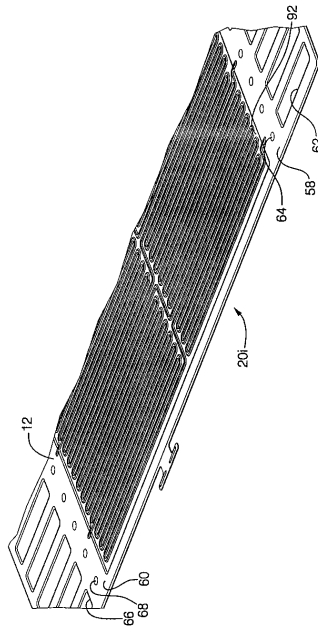
【図 3】



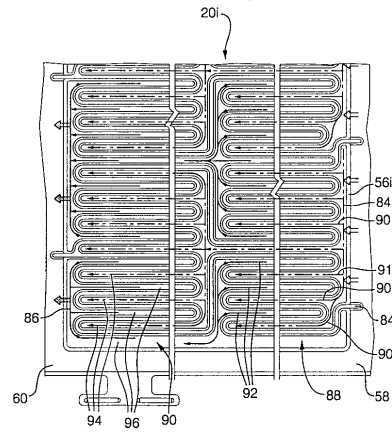
【図 4】



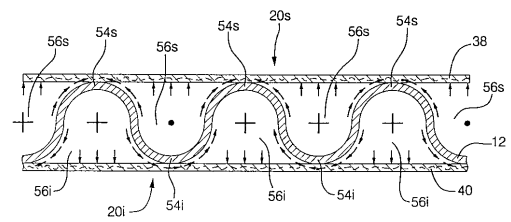
【図 5】



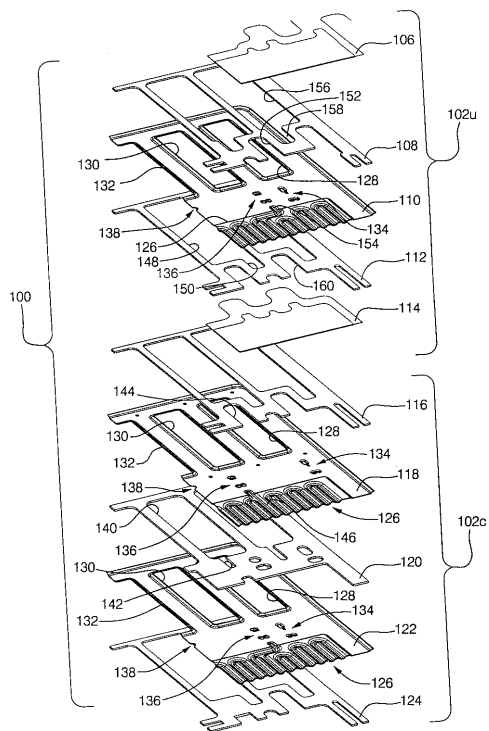
【図 6】



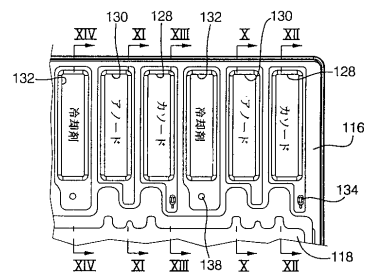
【図 7】



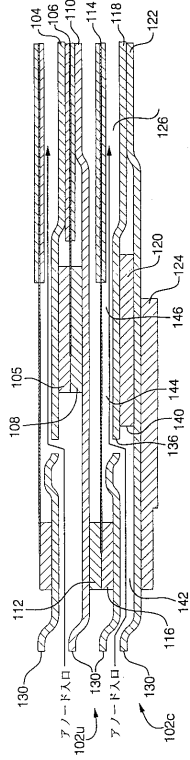
【図 8】



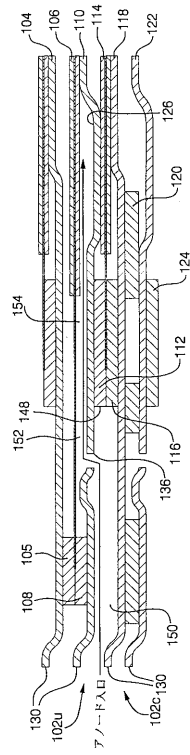
【図 9】



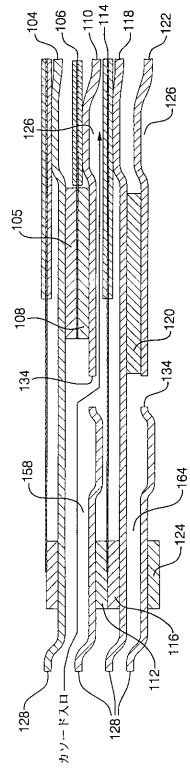
【 図 1 0 】



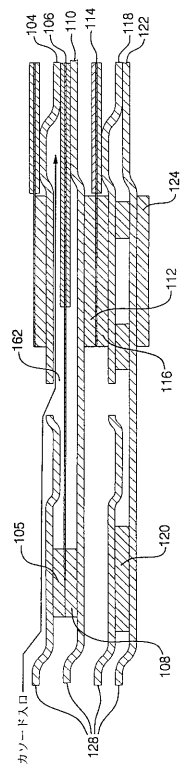
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/24 R

(74)代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男

(74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行

(74)代理人 100101373
弁理士 竹内 茂雄

(72)発明者 ジェフリー・エイ・ロック
アメリカ合衆国ニューヨーク州 1 4 6 2 5 , ペンフィールド , ペンフィールド・ロード 7 9 6

審査官 小川 進

(56)参考文献 米国特許第 5 7 7 6 6 2 4 (U S , A)
特開平 8 - 2 8 7 9 2 8 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 3 3 2 2 0 (J P , A)
特表平 1 0 - 5 0 7 5 7 3 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 2 3 1 3 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 2 3 1 4 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H01M 8/02

H01M 8/10

H01M 8/24