

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5363335号
(P5363335)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 M 8/02 (2006.01)

H O 1 M 8/02 E

H O 1 M 4/86 (2006.01)

H O 1 M 8/02 S

H O 1 M 8/10 (2006.01)

H O 1 M 4/86 M

H O 1 M 8/10

H O 1 M 8/02 P

請求項の数 1 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2009-541457 (P2009-541457)
 (86) (22) 出願日 平成19年11月20日(2007.11.20)
 (65) 公表番号 特表2010-514100 (P2010-514100A)
 (43) 公表日 平成22年4月30日(2010.4.30)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/085159
 (87) 国際公開番号 W02008/073680
 (87) 国際公開日 平成20年6月19日(2008.6.19)
 審査請求日 平成22年11月12日(2010.11.12)
 (31) 優先権主張番号 11/611,553
 (32) 優先日 平成18年12月15日(2006.12.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 505005049
 スリーエム イノベイティブ プロパティ
 ズ カンパニー
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133
 -3427, セント ポール, ポスト オ
 フィス ボックス 33427, スリーエ
 ム センター
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100128495
 弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスケットを組み込んだガス拡散層

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス拡散層 (G D L) と、

前記 G D L に接合されたガスケットであって、

第 1 のガスケット層、

前記第 1 のガスケット層及び前記 G D L と接触するガスケット材料を含む第 2 のガス
 ケット層であって、前記ガスケット材料が、前記第 1 のガスケット層に前記 G D L を接合
 する第 2 のガスケット層、及び

前記第 1 のガスケット層の表面上に設けられた接着剤層

を備えるガスケットと

を備える、燃料電池の膜電極アセンブリ (M E A) 用のサブアセンブリであって、前記
 第 2 のガスケット層が、前記第 1 のガスケット層の反対側の表面上にミクロ構造形状を有
 する、燃料電池の膜電極アセンブリ (M E A) 用のサブアセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般には燃料電池に関し、より具体的には、膜電極アセンブリ用のガスケット
 付きガス拡散層に関する。

【背景技術】

【0002】

典型的な燃料電池電力システムは電力セクションを有し、その電力セクション内に、燃料電池の1つ以上のスタックが設けられる。燃料電池電力システムの効率は、主として、個々の燃料電池内の、及びスタックの隣接する燃料電池間の様々な接触及び封止境界面の結合性に依存する。

【0003】

いくつかの実現形態に必要な電力を達成するために、燃料電池スタックは、多数の膜電極アセンブリ(MEA)、流れ場プレート、及びシールガスケットを有することができる。スタックのこれらの及び他の構成要素は、綿密に位置合わせされ組み立てられなければならない。たとえ少数の構成要素でも誤って位置合わせすると、ガス漏れ、水素クロスオーバー、及び性能/耐久性の劣化につながる可能性がある。

10

【0004】

長期にわたる動作の間の燃料電池膜の耐久性は、多くの場合、燃料電池が費用効果的に使用され得るか否かを決定する。MEAは多数の形で故障することがあるが、1つの典型的な故障メカニズムは、湿度サイクルに伴う膜の膨張及び収縮が原因で、活性領域の縁部において膜が破損すること又は物理的変形が繰り返されることによって生じる余剰ガスクロスオーバーである。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

耐久性及び寿命を改善したMEAが必要とされている。本発明はこれら及び他の必要性を満たす。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、ガスケットを組み込んだガス拡散層(GIG)、GIGを使用したアセンブリ、並びに、GIG及びGIGを組み込んだ膜電極アセンブリ(MEA)を製作するためのプロセスに関する。

【0007】

一実施形態において、MEA用のGIGサブアセンブリは、ガス拡散層(GDL)と、そのGDLに接合されたガスケットとを有する。ガスケットは、第1のガスケット層と第2のガスケット層とを有する。第2のガスケット層は、第1のガスケット層の縁部及び/又は表面の少なくとも一部分、並びにGDLの縁部及び/又は表面の少なくとも一部分と接触するガスケット材料で形成される。第2のガスケット層のガスケット材料は、GDLを第1のガスケット層に接合する。接着剤層、及び所望による接着剤ライナーが、第1のガスケット層の、第2のガスケット層から反対側の表面上に設けられる。GDLは、第1のガスケット層内の開口部内に設けられてもよく、また、第1のガスケット層に重なってもよい。

30

【0008】

いくつかの実現形態において、第2のガスケット層は、GDLの表面の少なくとも一部分の上に設けられる。第2のガスケット層のガスケット材料は、GDLの縁部及び/又は表面でGDLに侵入してもよい。第2のガスケット層のガスケット材料は、第1のガスケット層の表面及び/又は縁部に侵入してもよい。

40

【0009】

第1及び/又は第2のガスケット層は、いくつかの構成において、ガスケットの封止性を向上させるために、ミクロ構造形状を有してもよい。他の構成において、第1及び/又は第2のガスケット層の封止面は、実質的に平坦であってもよい。

【0010】

第1のガスケット層は、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリイミド、又は、十分に薄く、十分に強く、燃料電池環境に十分に適合する他の硬質な高分子材料などのポリマーを含んでもよい。第2のガスケット層のガスケット材料は、例えば、シリコン、ゴム、フルオロポリマー、又は様々な熱硬化性の

50

軟質なポリマーを含んでもよい。

【0011】

本発明の別の実施形態は、膜電極アセンブリ(MEA)に関する。このMEAは、電解質膜と、触媒層と、GIGとを有する。触媒層は、触媒被覆膜(CCM)を形成する電解質膜上に設けられてもよく、膜に面するGDLの表面上に設けられてもよい。様々な構成において、電解質膜は、ミクロ構造形状を備えてもよく、並びに/又は、第1及び第2の触媒層の一方若しくは双方が、ナノ構造薄膜(NSTF)触媒を備える。例えば、NSTF触媒は、針状のナノ構造支持ウスカ上に配置された触媒粒子を含んでもよい。

【0012】

本発明の別の実施形態は、燃料電池スタックを含む。この燃料電池スタックは、流れ場プレート間に設けられた、ガasketを組み込んだGDL(GIG)を2つ有し、それらの流れ場プレートは、圧縮力下でGIGのガasketと接触する。MEAは、電解質膜と、触媒層と、第1及び第2のサブアセンブリとを有し、各サブアセンブリは、GDLと、そのGDLに接合されたガasketとを備える。ガasketは第1のガasket層を有し、その第1のガasket層は、一方の表面上に設けられた接着剤層を有する。ガasketはまた、第2のガasket層を有し、その第2のガasket層は、第1のガasket層とGDLの少なくとも一方の表面と接触するガasket材料を含む。

【0013】

本発明の更なる別の実施形態は、膜電極アセンブリ用のサブアセンブリを製作する方法に関する。サブアセンブリ構成要素は、第1のガasket層に対してガ拡散層(GDL)を配置し、第1のガasket層の一方の表面上に流動可能な又は変形可能なガasket材料を置くことによって用意される。感圧性接着剤及び取り外し可能な接着剤ライナーが、第1のガasket層の反対側の表面上に設けられてもよい。サブアセンブリ構成要素は成形されて、第1のガasket層とGDLとの間の接合部をなし、その接合部は、ガasket材料によって形成される。

【0014】

サブアセンブリ構成要素の用意は、第1のガasket層内に開口部を切断することと、その開口部内にガ拡散層を配置することとを含んでもよい。一実現形態において、流動可能なガasket材料のビードが、成形に先立って、第1のガasket層上に及び/又は金型板上に置かれてもよい。成形の後、流動可能なガasket材料を硬化させてもよい。成形に使用される金型板はミクロ構造形状を有してもよく、その結果、第2のガasket層は、流動可能なガasket材料内にエンボス加工されたミクロ構造形状を有するように形成することができる。この成形プロセスで、サブアセンブリ構成要素の所定の厚さを容易に達成することができる。

【0015】

別の実現形態によれば、本願において加熱/加圧処理可能な材料と呼ばれる、熱と圧力の一方又は両方によって処理可能な材料のプレカットフレームが、GDL及び第1のガasket層に近接して置かれる。例えば、加熱/加圧処理可能な材料は、GDLの縁部の上に、また第1のガasket層の縁部の上に置かれてよい。GDL、プレカットフレーム、及び第1のガasket層がホットプレスされ、第2のガasket層が、GDLを第1のガasket層に接合する加熱/加圧処理可能な材料から形成される。加熱/加圧処理可能な材料は、第1のガasket層とGDLとの間の接合部の形成をなすように、熱と圧力の一方又は両方の下で十分に流動可能又は変形可能である。

【0016】

本発明の別の実施形態は、膜電極アセンブリ(MEA)を製作する方法に関する。第1及び第2のGIGが形成される。各GIGは、少なくとも第1のガasket層を備えるガasket内に開口部を切断することによって形成される。GDLが、開口部の中又は上に配置される。加熱/加圧処理可能なガasket材料が、第1のガasket層の上若しくは近くに、及び/又は金型板の上に置かれる。第1のガasket層、GDL、及び加熱/加圧処理可能なガasket材料は成形されて、加熱/加圧処理可能なガasket材料によっ

10

20

30

40

50

て形成された、第1のガスケット層とGDLとの間の接合部をなす。電解質膜及び触媒層が、第1のガスケット付きGDLサブアセンブリと第2のガスケット付きGDLサブアセンブリとの間に配置される。本発明の一態様によれば、電解質膜は触媒層を上 に 設けられて、触媒被覆膜(CCM)を形成する。別の態様によれば、触媒層は、第1及び第2のGIGのGDL上に設けられる。

【0017】

本発明の一態様によれば、CCMは、第1のGIGと第2のGIGとの間に配置される。例えば、CCMは第1のGIG上に置かれ、第2のGIGはCCM上に置かれ、その結果、CCMは第1のGIGと第2のGIGとの間に挟まれる。GIGの一方又は両方のガスケットは、取り外し可能な接着剤ライナーを有する感圧性接着剤層を有してもよい。接着剤ライナーを使用する場合、第2のGIGをCCM上に置くのに先立って、接着剤ライナーを第2のGIGから取り外すと、第2のGIGの接着剤層が露出する。圧力を与えて、感圧性接着剤層を介して第2のGIGをCCM及び/又は第1のGIGに取り付ける。

10

【0018】

上記の本発明の概要は、本発明の各実施形態又はすべての実現形態を説明することを意図したものではない。本発明の利点及び成果は、本発明のより完全な理解と共に、添付の図面に関連してなされた以下の詳細な説明及び特許請求の範囲を参照することによって明らかになり、また理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0019】

20

【図1】燃料電池の動作。

【図2A】本発明の一実施形態による、ガスケットを組み込んだガス拡散層(GIG)。

【図2B】本発明の一実施形態による、ガスケットを組み込んだガス拡散層(GIG)。

【図2C】本発明の一実施形態による、ガスケットを組み込んだガス拡散層(GIG)。

【図2D】本発明の一実施形態による、ガスケットを組み込んだガス拡散層(GIG)。

【図3A】本発明の実施形態による、触媒被覆膜(CCM)とGIGとを組み込んだ膜電極接合体(MEA)の展開図。

【図3B】本発明の実施形態による、触媒被覆膜(CCM)とGIGとを組み込んだ膜電極接合体(MEA)の圧縮された図(compressed view)。

【図3C】本発明の実施形態による、溝を有する流れ場プレートに対する封止を促進するためにGIGが実質的に平坦な表面を有する単燃料電池アセンブリ。

30

【図3D】本発明の実施形態による、GDL上に設けられた触媒層をGIGが有する単燃料電池アセンブリ。

【図3E】本発明の実施形態による、各単電池がGIGを組み込んだ複数の単電池を有する燃料電池。

【図4A】本発明の実施形態に従って構成された、ガスケットを組み込んだガス拡散層(GIG)の横断面図。

【図4B】本発明の実施形態に従って構成された、ガスケットを組み込んだガス拡散層(GIG)の平面図。

【図4C】本発明の実施形態による触媒被覆GDLを有するGIGの横断面図。

40

【図4D】本発明の実施形態による、第1のガスケット層がGDLの下方に設けられたGIGの横断面図。

【図4E】本発明の実施形態による、第1のガスケット層がGDLの下方に設けられたGIGの横断面図。

【図4F】本発明の実施形態による、第2のガスケット層に使用される加熱/加圧処理可能な材料の一部分が第1のガスケット層とGDLとの間に設けられたGIGの横断面図。

【図5A】一実施形態に従って形成された、第1のキャリアウェブと第2のキャリアウェブとの間に挟まれた複数のGIGを備えるGIGサブアセンブリウェブの横断面図。

【図5B】第2のキャリアウェブのない図5AのGIGサブアセンブリウェブの平面図。

【図5C】一実施形態による、第1のキャリアウェブと第2のキャリアウェブとの間に挟

50

まれた複数のG I Gを備え、G D Lが第1のガスケット層に重なるG I Gサブアセンブリウェブの横断面図。

【図6A】本発明の実施形態による、触媒被覆電解質膜(C C M)の第1及び第2の表面上に設けられたG I Gを有する膜電極アセンブリ(M E A)。

【図6B】本発明の実施形態による、触媒層のない電解質膜上に触媒被覆G D Lを設けられたG I Gを有するM E A。

【図6C】本発明の実施形態による、G D LがG I Gの第1のガスケット層に重なるG I Gを有する膜電極アセンブリ(M E A)。

【図7】本発明の実施形態に従って形成されたM E Aウェブの横断面図。

【図8】本発明の実施形態による、G I Gを組み込んだM E Aを有する単燃料電池。

【図9A】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す流れ図。

【図9B】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す流れ図。

【図10A】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図10B】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図10C】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図10D】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図10E】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図10F】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図10G】本発明の実施形態によるG I Gを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図11A】本発明の実施形態によるG I Gを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図11B】本発明の実施形態によるG I Gを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図11C】本発明の実施形態によるG I Gを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図11D】本発明の実施形態によるG I Gを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図11E】本発明の実施形態によるG I Gを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図11F】本発明の実施形態によるG I Gを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図11G】本発明の実施形態によるG I Gを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図11H】本発明の実施形態によるG I Gを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスを示す一連の略図の1つ。

【図12】一実施形態による、本明細書で説明するG I Gを組み込むことができる燃料電池システム。

【図13】一実施形態による、本明細書で説明するG I Gを組み込むことができる燃料電池システム。

【図14】一実施形態による、本明細書で説明するG I Gを組み込むことができる燃料電池システム。

【図15】一実施形態による、本明細書で説明するG I Gを組み込むことができる燃料電池システム。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 0 】

本発明は様々な修正及び代替の形態に容易に応じるが、その細部を、一例として図面に示してあり、また詳しく説明することにする。しかしながら、その意図は、説明する特定の実施形態に本発明を限定することではないことは理解されよう。逆に、その意図は、添付の特許請求の範囲で定義される本発明の範囲に含まれるすべての修正物、等価物、及び代替物を網羅することである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

例示する実施形態を以下に説明するにあたり、添付の図面を参照するが、その図面は本願の一部をなすものであり、また、本発明が実施され得る様々な実施形態を実例として示すものである。本発明の範囲から逸脱することなく、これらの実施形態が利用されることができ、また、構造的な変更がなされ得ることが理解されよう。

10

【 0 0 2 2 】

本発明の実施形態は、本願において、ガスケットを組み込んだガス拡散層（G I G）又はG I Gサブアセンブリと呼ばれる、ガスケットに接合されたガス拡散層（G D L）に関する。従来のガスケット法では、ガスケット層が、触媒被覆膜（C C M）に良好に接合することが要求される。接合が不十分であると、M E Aが動作条件下に置かれたときに漏れを生じる結果となる。また、接合が不十分であると、ガスケットが接着できず電解質膜から外れた場合、製造及びスタックの組み立てプロセスの間にサブアセンブリを取り扱うことが困難となる。本明細書において説明するガスケット法は、G D L / C C M境界面における接合を増強するものであり、また、ナノ構造薄膜触媒層と共に用いられると特に有利となるものである。

20

【 0 0 2 3 】

膜電極アセンブリ（M E A）は、本明細書で説明する実施形態による1つ以上のG I Gを組み込むことができる。本発明のいくつかの実施形態は、G I Gサブアセンブリを製作するためのプロセス、及びG I Gサブアセンブリを組み込んだM E Aを製作するためのプロセスに関する。本明細書で説明するいくつかの実施形態において、M E Aの第1及び第2のG I Gのガスケットは互いに接合され、G D LをC C Mにしっかりと接合する必要性が排除される。いくつかの実施形態において、G I Gサブアセンブリ及び/又はG I Gを組み込んだM E Aは、ロール品として作製されてもよい。

30

【 0 0 2 4 】

本発明のG I Gは、高分子電解質膜（P E M）燃料電池の用途において特に有用である。典型的な燃料電池の構成が、図1に示されている。図1に示す燃料電池110は、第1のG I G 114に隣接する第1の流体流れプレート112を有している。G I G 114には、電解質膜116と触媒層115、113とを備える触媒被膜電解質膜（C C M）120が隣接している。第2のG I G 118がC C M 120に隣接して位置し、第2の流体流れプレート119が、第2のG I G 118に隣接して位置している。

【 0 0 2 5 】

動作の際、水素燃料が、燃料電池110のアノード部分の中に導入され、第1の流体流れプレート112を越えて第1のG I G 114のG D L部分を通過する。触媒115の表面上における第1のG I G 114のG D LとC C M 120との境界面で、水素燃料は水素イオン（ H^+ ）と電子（ e^- ）とに分離する。

40

【 0 0 2 6 】

C C M 120の電解質膜116は、水素イオンつまり陽子のみを、電解質膜116を通して燃料電池110のカソード触媒113へと通過させる。電子は、電解質膜116を通過することはできないが、その代わりに、外部電気回路を電流の形で流れることができる。この電流は、電動モーターなどの電気負荷117に給電することができ、また、充電式電池などのエネルギー蓄積装置に案内されることもできる。

【 0 0 2 7 】

酸素は、第2の流体流れプレート119を介して、燃料電池110のカソード側の第2

50

の G I G 118 の G D L を通じて流れる。カソード触媒 113 の表面上で、酸素と、陽子と、電子とが結合して、水と熱を発生する。

【0028】

図1に示す燃料電池などの個々の燃料電池は、多数の他の燃料電池と結合されて燃料電池スタックを形成することができる。スタック内の燃料電池の数によってスタックの総電圧が決まり、電池の活性領域の表面積によって総電流が決まる。所与の燃料電池スタックによって生成される総電力は、総スタック電圧を総電流で乗算することによって決定されることができる。

【0029】

図2A及び2Bはそれぞれ、一実施形態による G I G の横断面図及び平面図を示している。G I G は、ガスケット 210 と、ガス拡散層 (G D L) 205 とを有している。G D L 205 は、反応ガスを通過させる一方で電極から電流を集めることが可能な任意の材料、典型的には織布又は不織布の炭素繊維紙又は炭素繊維布から作ることができる。

【0030】

ガスケット 210 は、G D L 205 に対して配置された第1のガスケット層 211 を有する層構造である。一実施形態において、図2Aに最も良く示されているように、G D L 205 は、第1のガスケット層 211 内の開口部よりもわずかに小さい。G D L 205 は、第1のガスケット層 211 の開口部内に配置されている。第1のガスケット層 211 は、ポリイミド、ポリエチレンナフタレート (P E N)、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、及び / 又は、十分に薄く、十分に強く、燃料電池の環境、すなわち、水、水素、若しくは酸素への暴露を伴う 80 ~ 100 の温度に十分に適合し、接着剤層並びに第2のガスケット層 214 への接着を促進する表面を提供する硬質なポリマー材料などの他の材料のような、様々な種類の高分子材料を含んでよい。

【0031】

ガスケット 210 は、接着剤層 212 と、所望による接着剤ライナー 213 とを有しており、この接着剤ライナー 213 は、第1のガスケット層 211 の一方の表面上に設けられている。接着剤層 212 は、感圧性接着剤 (P S A) 又は加熱活性化接着剤を含んでもよい。例えば、接着剤層 212 は、アクリル系 P S A、ゴム系接着剤、エチレン無水マレイン酸共重合体、1 - オクテンとエチレン又はプロピレンとの共重合体などのオレフィン系接着剤、ニトリル系接着剤、エポキシ系接着剤、及びウレタン系接着剤のいずれかを含んでよい。いくつかの実施形態において、接着剤層 212 は、サーモボンド (Thermobond) 845 (マレイン酸ポリエチレン系) 又はサーモボンド 583 (ニトリルゴム系) などの加熱活性化接着剤を含んでもよい。

【0032】

ガスケット 210 は、第1のガスケット層 211 及び G D L 205 と接触する第2のガスケット層 214 を有している。第2のガスケット層 214 は、図2Aに示すように実質的に平坦であってもよく、また表面形状を有してもよい。例えば、封止をなすための適切な隆起を有する燃料電池スタックセパレータプレート又は流れ場プレートに対する封止を促進するために、実質的に平坦なガスケット表面が使用されてもよい。この構成において、平坦なガスケットは、セパレータ又は流れ場プレートに対して変形して封止をなす。以下で説明するミクロ構造形状を有するガスケット表面は、例えば、実質的に平坦な流れ場プレートに対する封止を増強するために有用となり得る。

【0033】

第2のガスケット層 214 を形成する材料は、第1のガスケット層 211 を G D L 205 に接合する。ある構成において、第2のガスケット層 214 を形成する材料は、シリコン材料を含む。他の実施形態において、第2のガスケット層 214 は、例えば、ゴム、フルオロポリマー、又は他の変形可能で、流動可能で、並びに / 又は硬化可能な材料から形成されてもよい。様々な実施形態において、第2のガスケット層は、本願において加熱 / 加圧処理可能な材料と呼ばれる、熱と圧力の一方又は双方の作用下で流動するか又は変形する材料を含む。加熱 / 加圧処理可能な材料は、第1のガスケット層と G D L との間

10

20

30

40

50

の接合部を形成するように、加熱及び／又は加圧下で十分に流動可能又は変形可能である。

【 0 0 3 4 】

熱可塑性材料及び硬化性材料などの、任意の好適なガスケット材料が第2のガスケット層に使用されてよい。また、熱可塑性エラストマー及びエラストマー系接着剤がガスケット材料として使用されてもよい。エラストマーのガスケットは、典型的には導電性ではない。ガスケット材料は、エチレンプロピレンジエンモノマーゴム（EPDMゴム）若しくはブチルゴムなどのゴム、又はシリコンから選択されてよい。硬化性材料は、実質的に硬化したときに、実質的に凝固する。実質的に硬化したとは、典型的には、ガスケット材料が外力の非存在下で安定な形状を維持する程度に硬化したことを意味する。付加的な更なる硬化工程が続いてもよい。熱可塑性材料は、そのガラス転移温度（ T_g ）未満に冷却されたとき、実質的に凝固する。

10

【 0 0 3 5 】

図2Cは、別の実施形態によるGIGの構成を示している。このGIGは、GDL 205に接合されたガスケット220を有している。この構成において、第2のガスケット層215の一方の表面は、ミクロ構造形状216を有している。いくつかの実施形態において、ミクロ構造形状216は、GIGの封止特性を向上させる。図2C～2Dに示すミクロ構造形状216は、三角形の山部と谷部として示されているが、他の実施形態において、ミクロ構造形状は、様々な他のいかなる形状をなしてもよい。例えば、一実施形態において、ミクロ構造形状は、最密な六角形（closely packed hexagon）を含んでもよい。ミクロ構造形状は、第1のガスケット層と第2のガスケット層の一方又は双方に存在してよい。

20

【 0 0 3 6 】

いくつかの実現形態において、ミクロ構造形状の高さは、ガスケットの封止面が流れ場の頂部と同一平面上にある流れ場プレートに適合するように選択されてもよい。他の実現形態において、ガスケットの封止面は、流れ場の頂部からある程度くぼんでいてもよい。このくぼんだ実現形態では、ミクロ構造形状をより高いものにすることができ、プレート厚さの不均一性の存在下で封止の許容度を向上させることができる。

【 0 0 3 7 】

第2のガスケット層215の材料は、第1のガスケット層211及びGDL 205と接触し、第1のガスケット層211とGDL 205との間の接合部を形成する。第2のガスケット層215は、第1のガスケット層211の、接着剤層212から反対側の表面219上に設けられており、GDLの縁部領域201においてGDL 205と隣接している。いくつかの実施形態において、図2Cに示すように、第2のガスケット層215の材料は、GDL 205の縁部201と接触してもよく、また、このガスケット材料は、第2のガスケット層215をGDL 205に接合するのを支援するために、GDL縁部201に一定の深さ204まで侵入してもよい。

30

【 0 0 3 8 】

図2Dは、別の実施形態によるGIGを示している。この実施形態において、GIGの第2のガスケット層217は、ミクロ構造表面形状216を有している。第2のガスケット層217の材料は、GDLの縁部201と接触しており、また、GDL 205の表面202の、縁部201付近の部分とも接触している。第2のガスケット層217の材料は、一定の深さ204までGDL 205表面202及び／又は縁部201に侵入してもよい。侵入の深さは、取扱い及びMEAの組み立ての使用目的でGDLとガスケットを互いに保持するのに十分であるべきであるが、MEAの活性領域を著しく減じるほどには大きくすべきではない。例えば、様々な実施形態において、侵入の深さは、約0.1mm～約5mmの範囲、約0.5mm～約3mmの範囲、約0.5mm～約2mmの範囲、又は約0.5mm～約1mmの範囲を含んでよい。

40

【 0 0 3 9 】

ここで図3A及び3Bを参照すると、本発明の実施形態による燃料電池スタックの単電

50

池アセンブリが示されている。図 3 A は、単燃料電池アセンブリの展開図を示している。図 3 B は、圧縮後の単燃料電池アセンブリの横断面図を示している。図 3 A 及び 3 B において、燃料電池スタックは、上で説明したように 2 つの G I G 3 5 1 を流体流れプレート 3 6 0、3 6 1 の間に組み込んだ五層 M E A 3 5 0 を備えている。図 3 B に示すように、M E A 3 5 0 は、アノード触媒層 3 5 3 とカソード触媒層 3 5 9 との間の電解質膜 3 5 2 を有している。いくつかの構成において、アノード触媒層 3 5 3 とカソード触媒層 3 5 4 の一方又は双方は、触媒被覆膜 (C C M) 3 5 5 を形成する電解質膜 3 5 2 の表面に設けられてもよい。他の構成において、触媒層 3 5 3、3 5 9 は、G D L 3 0 5 の表面上に設けられてもよい。更なる他の構成において、触媒層 3 5 3、3 5 9 は、一部分は電解質膜 3 5 2 上に、一部分は G D L 3 0 5 上に設けられてもよい。

10

【 0 0 4 0 】

各 G I G 3 5 1 は、G D L 3 0 5 と、第 1 のガスケット層 3 1 1 と、接着剤層 3 1 2 と、第 1 のガスケット層 3 1 1 を G D L 3 0 5 に接合する第 2 のガスケット層 3 1 5 とを有している。ガスケット付き M E A 3 5 0 の組み立て前に、G I G 3 5 1 は、M E A 3 5 0 の組み立ての間に除去される接着剤ライナーを有していてもよい。G I G 3 5 1 の接着剤層 3 1 2 は、C C M 3 5 5 の表面に、そして互いに接着して、ガスケット付き M E A 3 5 0 を形成する。

【 0 0 4 1 】

図 3 A 及び 3 B に示した例において、各 G I G 3 5 1 の第 2 のガスケット層 3 1 5 は、G I G 3 5 1 と燃料流れプレート 3 6 0、3 6 1 との間の封止を促進するために、所望によるミクロ構造形状 3 1 6 を有している。流体流れプレート 3 6 0、3 6 1 の各々は、水素及び酸素燃料が通過するガス流れチャンネル 3 4 3 及びポートの領域を有している。図 3 A 及び 3 B に示す構成において、流れ場プレート 3 6 0、3 6 1 は、単極の流れ場プレートとして構成されている。他の構成において、流れ場プレート 3 6 0、3 6 1 は、多数の M E A を積み重ねて所望の電圧を燃料電池スタック全体にわたって達成するために、二極の流れプレートを備えてもよい。図 3 C に示す例において、第 2 のガスケット層 3 1 8 の表面は、実質的に平坦である。第 2 のガスケット層 3 1 8 は、隆起部 3 4 5 を有する燃料流れプレート 3 6 2、3 6 3 の間で圧縮されている。

20

【 0 0 4 2 】

図 3 D は、M E A 3 7 5 が、C C M ではなく、触媒層のない電解質膜 3 7 2 を有することを除いて、図 3 B のアセンブリと類似した単電池アセンブリを示している。G I G 3 7 6 は、触媒層 3 7 3、3 7 9 が上に設けられた G D L 3 7 0 を有している。図 3 E は、複数の電池 3 8 0 を組み込んだ燃料電池スタックを示している。

30

【 0 0 4 3 】

図 4 A 及び 4 B はそれぞれ、一実施形態による G I G 4 0 0 の横断面図及び平面図を示している。G I G 4 0 0 は、ガスケット 4 1 0 と、ガス拡散層 (G D L) 4 0 5 とを有している。

【 0 0 4 4 】

ガスケット 4 1 0 は、G D L 4 0 5 に対して配置された第 1 のガスケット層 4 1 1 を有する層構造である。一実施形態において、図 4 A に最も良く示されているように、G D L 4 0 5 は、第 1 のガスケット層 4 1 1 内の開口部 4 9 0 よりもわずかに小さい。この実施形態において、G D L 4 0 5 は、第 1 のガスケット層 4 1 1 の開口部 4 9 0 内に配置されている。先に議論したように、第 1 のガスケット層 4 1 1 は、ポリイミド、ポリエチレンナフタレート (P E N)、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、並びに / 又は、十分に薄く、十分に強く、燃料電池の環境、すなわち、水、水素、及び / 若しくは酸素の存在下での 8 0 ~ 1 0 0 の温度に十分に適合する硬質なポリマー材料などの他の類似の材料のような、様々な種類の高分子材料を含んでよい。

40

【 0 0 4 5 】

ガスケット 4 1 0 は、第 1 のガスケット層 4 1 1 の一方の表面上に設けられた接着剤層 4 1 2 を有し、また所望により、接着剤ライナー 4 1 3 を有する。第 1 のガスケット層及

50

び接着剤層 4 1 2 の材料は、接着剤層 4 1 2 が第 1 のガスケット層 4 1 1 に良好に接着するように選択される。接着剤層 4 1 2 は、感圧性接着剤 (P S A) 又は加熱活性化接着剤を含んでもよい。

【 0 0 4 6 】

ガスケット 4 1 0 は、G D L 4 0 5 と第 1 のガスケット層 4 1 1 とを互いに接合する第 2 のガスケット層 4 1 4 を有している。本明細書で議論する様々な実施形態において、第 2 のガスケット層 4 1 4 は、室温で固体である材料であって、熱及び / 又は圧力で加工されて G D L 4 0 5 と第 1 のガスケット層 4 1 1 との間の接合部を形成する材料から形成されてよい。熱及び / 又は圧力を材料に作用させると、材料は、G D L 4 0 5 と第 1 のガスケット層 4 1 1 との間の接合部を形成するように、十分に流動するか又は変形する。第 2 のガスケット層 4 1 4 を形成するために使用される材料は、本明細書において、加熱 / 加圧処理可能な材料と呼ばれる。第 2 のガスケット層の形成に好適な材料には、例えば、加熱処理可能なポリマー又は熱可塑性封止材料が挙げられる。熱可塑性材料は、T H V (テトラフルオロエチレンとヘキサフルオロエチレンとニフッ化ビニリデンとのターポリマー) のようなフッ素樹脂、ポリエチレン、エチレンとアクリル酸のコポリマーなどのポリエチレンのコポリマー、サーモ - ボンド (Thermo-Bond) 8 4 5 (スリーエム社 (3M) 製造の、例えばポリエチレン無水マレイン酸コポリマー) 及びサーモ - ボンド 6 6 8 (スリーエム社 (3M) 製造の、例えばポリエステル) であることができる。また、これらの材料のブレンド、又はこれらにカーボン、ガラス、セラミックなどの充填剤を加えた複合材料が、熱可塑性樹脂として使用されてもよい。溶融温度は、5 0 ~ 1 8 0 、例えば 1 0 0 ~ 1 5 0 となり得る。

【 0 0 4 7 】

一実施形態において、第 1 のガスケット層 4 1 1 及び / 又は第 2 のガスケット層 4 1 4 の表面は、ミクロ構造形状 4 1 6 などの表面形状を有してもよい。いくつかの実施形態において、ミクロ構造形状 4 1 6 は、G I G の封止特性を向上させる。ミクロ構造形状 4 1 6 は、最密な六角形又は他の任意の形状などを含めた多様な形状で形成されてよい。先に議論したように、特定の実施形態において、ミクロ構造形状 4 1 6 の高さは、G I G の封止面が流れ場の頂部と同一平面上にあるか、又は封止面がある程度くぼんでいるセパレータ流れ場プレートに適合するように選択することができる。このくぼんだ変型形態では、ミクロ構造形状 4 1 6 をより高いものにすることができ、プレート厚さの不均一性の存在下で封止の許容度を向上させることができる。場合によっては、第 1 及び / 又は第 2 のガスケット層 4 1 1 、4 1 4 の好ましい表面形状 4 1 6 は、封止をなすのに適切な隆起部を有する燃料電池流れ場プレートへの接合を促進するために、実質的に平坦である。

【 0 0 4 8 】

いくつかの実施形態において、第 2 のガスケット層 4 1 4 を形成するために使用される加熱 / 加圧処理可能な材料が、開口部を有するフレームへと切断され、G D L 4 0 5 の外縁部 4 0 6 (図 4 B) 及び第 1 のガスケット層 4 1 1 の内縁部 4 1 7 の上に置かれる。置かれた後、熱及び / 又は圧力がサブアセンブリに与えられ、加熱 / 加圧処理可能な材料の一部が、G D L 4 0 5 の隣接する縁部及び / 又は表面に、そして第 1 のガスケット層 4 1 1 の隣接する縁部及び / 又は表面に流れ込む。熱及び / 又は圧力を与えると、第 2 のガスケット層 4 1 4 は第 1 のガスケット層 4 1 1 と G D L 4 0 5 の双方に接着し、これにより、第 1 のガスケット層 4 1 1 が G D L 4 0 5 に取り付けられる。ホットプレスに使用される圧縮工具の表面は、第 1 及び / 又は第 2 のガスケット層 4 1 1 、4 1 4 の表面上にミクロ構造形状を生じさせるために、ミクロ構造形状を (凹凸を逆にして) 有してもよい。いくつかの実施形態において、G I G 4 0 1 の G D L 4 0 5 は、図 4 C に示すように、一方の表面上に設けられた触媒層 4 1 5 を更に有してもよい。

【 0 0 4 9 】

図 4 D 及び 4 E は、G I G 4 0 2 、4 0 3 の実施形態を示しており、接着剤層 4 2 2 と所望による接着剤ライナー 4 2 3 とを有する第 1 のガスケット層 4 2 1 が、G D L 4 2 5 の下に配置されている。図 4 D 及び 4 E に示す実施形態において、第 2 のガスケット

層 4 2 4、4 2 7 は、G D L 4 2 5 に隣接する第 1 のガスケット層 4 2 1 上に設けられている。いくつかの実現形態において、第 2 のガスケット層 4 2 4、4 2 7 の材料は、G D L 4 2 5 の上面に重なってもよい。第 2 のガスケット層 4 2 4、4 2 7 は、ミクロ構造形状 4 2 6 (図 4 D) を有しても、実質的に平坦な封止面 4 2 8 (図 4 E) を有してもよい。

【 0 0 5 0 】

いくつかの実現形態において、G I G は、G D L を第 1 のガスケット層上に配置するのに先立って、第 2 のガスケット層を形成するために使用される加熱 / 加圧処理可能なガスケット材料を第 1 のガスケット層上に置くか又は蒸着させることによって組み立てられる。例えば、加熱 / 加圧処理可能なガスケット材料は、第 1 のガスケット層の表面上にスクリーン印刷されるか又は別の方法で蒸着されてよい。次いで、G D L は、第 1 のガスケット層の上に配置される。いくつかの実現形態において、第 2 のガスケット層のガスケット材料の一部分は、G D L と第 1 のガスケット層との間に設けられてもよい。G D L を置いた後、熱及び / 又は圧力がサブアセンブリに与えられ、加熱 / 加圧処理可能な材料の一部が、G D L の隣接する縁部及び / 又は表面に、そして第 1 のガスケット層の隣接する縁部及び / 又は表面に流れ込む。

【 0 0 5 1 】

図 4 F は、上述のプロセスに従って形成され得る G I G 4 0 4 を示している。この実現形態において、第 2 のガスケット層の加熱 / 加圧処理可能な材料 4 8 5 の一部が、G D L 4 8 0 と第 1 のガスケット層 4 8 1 との間に設けられる。第 1 のガスケット層 4 8 1 は、接着剤層 4 8 2 と所望による接着剤ライナー 4 8 3 とを有している。第 2 のガスケット層 4 8 4 は、ミクロ構造形状を有してもよく、また、図 4 F に示すように実質的に平坦であってもよい。

【 0 0 5 2 】

図 4 A ~ 4 F に示す G I G などの複数の G I G を備えるウェブが、G I G サブアセンブリウェブとしてロールツーロールプロセスで作製されてもよい。図 5 A は、図 4 A ~ 4 C に示す G I G と類似した複数の G I G 5 1 0 を備える G I G ウェブ 5 0 0 の横断面図を示している。G I G サブアセンブリ構成要素の取扱い及び搬送を容易にするために、第 2 のガスケット層 5 1 4 を形成する加熱 / 加圧処理可能な材料が、第 1 のキャリアウェブ 5 3 1 上に設けられてもよく、また、第 1 のガスケット層が、作製プロセスの間に第 2 のキャリアウェブ 5 3 2 上に設けられてもよい。

【 0 0 5 3 】

作製の間、第 2 のガスケット層 5 1 4 を形成する加熱 / 加圧処理可能な材料が、第 1 及び第 2 のキャリアウェブ 5 3 1、5 3 2 の動作によって、一对の接合ローラーなどの圧縮装置において、第 1 のガスケット材料 5 1 1 及び G D L 5 0 5 と近づけられる。接合ローラーにおいて、熱及び / 又は圧力が、加熱 / 加圧処理可能な材料に与えられて、材料が流動するか又は変形し、第 1 のガスケット材料 5 1 1 を G D L 5 0 5 に接合する第 2 のガスケット層 5 1 4 が形成される。各 G I G は、ミクロ構造形状 5 1 6 を有していても有していなくてもよい。接着剤層 5 1 2 及び所望による接着剤ライナー 5 1 3 が、第 1 のガスケット層 5 1 1 上に設けられている。図 5 B は、第 2 のキャリアウェブ 5 3 2 を有し図 5 A に示す第 1 のキャリアウェブ 5 3 1 のない G I G サブアセンブリウェブの平面図 (正確な縮尺ではない) を示している。

【 0 0 5 4 】

図 4 D ~ 4 E に示す G I G などの複数の G I G を備えるウェブが、図 5 C に示されている。図 5 C は、一実施形態による複数の G I G 5 2 0 を備える G I G ウェブ 5 0 2 の横断面図を示している。G I G サブアセンブリ構成要素の取扱い及び搬送を容易にするために、第 2 のガスケット層 5 2 4 を形成する加熱 / 加圧処理可能な材料が、第 1 のキャリアウェブ 5 3 1 上に設けられてもよく、また、第 1 のガスケット層が、接合に先立って作製プロセスの間に第 2 のキャリアウェブ 5 3 2 上に設けられてもよい。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

作製の間、第2のガスケット層524を形成する加熱/加圧処理可能な材料が、第1及び第2のキャリアウェブ531、532の動作によって、一対の接合ローラーなどの圧縮装置において、第1のガスケット材料521及びGDL 525と近づけられる。接合ローラーにおいて、熱及び/又は圧力が、加熱/加圧処理可能な材料に与えられて、材料が流動するか又は変形し、第1のガスケット材料521をGDL 525に接合する第2のガスケット層524が形成される。接着剤層522及び所望による接着剤ライナー523が、第1のガスケット層521上に設けられている。

【0056】

特定の実施形態において、上で説明し図4A~5Cに示したプロセスに従って作製されたGIG及び/又はGIGサブアセンブリウェブは、後のプロセスにおいてMEA又はMEAサブアセンブリウェブを形成するために使用されてもよい。図6A及び6Bは、触媒被覆電解質膜の第1及び第2の表面上に設けられたGIGを使用して作製されたMEAを示している。図6Aは、触媒被覆電解質膜(CCM)630の第1及び第2の表面上に設けられたGIG 610、620を示している。各GIG 610、620は、第1のガスケット層611、621を有しており、これら第1のガスケット層611、621は、ミクロ構造形状616、626を含んでもよい。接着剤層612、622が、第1のガスケット層611、621の各々の上に設けられている。GIG 610、620の第1のガスケット層611、621の各々は開口部を有しており、GDL 605、606がその開口部内に配置されている。

【0057】

図6Aに示すGDL 605、606は、GDL 605、606が第1のガスケット層611、621の開口部に嵌合するように、第1のガスケット層611、621の開口部よりもわずかに小さいものとなっている。いくつかの実現形態において、GDL 605、606は、GDL 605、606の外縁部617、627が第1のガスケット層611、621の内縁部618、628と重なるように、第1のガスケット層611、621の開口部よりもわずかに大きくてもよい。各GIGは、加熱/加圧処理可能な材料から形成された第2のガスケット層614、624を有している。

【0058】

熱及び/又は圧力を与えられた後、加熱/加圧処理可能な材料は、第1のガスケット層611、621とGDL 605、606とを接合する第2のガスケット層614、624を形成するように流動する。接合プロセスの間、GIG 601の封止性を向上させるために、ミクロ構造形状が、第2のガスケット層614及び/又は第1のガスケット層611に付与されてもよい。

【0059】

図6Bは、図6BのGIG 650、660がGDL 607、608の表面上に触媒層633、634を有することを除いて、図6Aに示すMEAと類似したMEA 601を示している。この実施形態において、電解質膜636は、触媒層を有していても有していなくてもよい。

【0060】

図6Cは、膜635と触媒層631、632とを有する触媒被覆電解質膜(CCM)630の第1及び第2の表面上に設けられたGIG 680、690を示している。各GIG 680、690は、第1のガスケット層641、651を有している。接着剤層642、652が、第1のガスケット層641、651の各々の上に設けられている。この実施形態において、GDL 603、609は、第1のガスケット層641、651に重なっている。各GIG 680、690は、加熱/加圧処理可能な材料から形成された第2のガスケット層644、654を有している。この実施形態において、第2のガスケット層644、654は、ミクロ構造形状626、656を有している。

【0061】

図7は、一実施形態による、ロールツーロール製造プロセスによって作製され得る複数のMEAを備えるMEAサブアセンブリウェブ700の横断面図を示している。MEAサ

10

20

30

40

50

ブアセンブリウェブ700は、各GIGサブアセンブリから第2のキャリアウェブが除去された後に、図5Aに示すような2つのGIGサブアセンブリウェブを使用して作製されてもよい。第2のキャリアウェブが除去された後、また使用されている場合は接着ライナーも除去された後、一方のGIGサブアセンブリ701は、第1のガスケット層711の接着剤層712を介してCCM 730の一方の表面に接着剤で接合される。もう一方のGIGサブアセンブリ702は、MEAサブアセンブリウェブ700を形成するように、CCM 730の反対側の表面に接着剤で接合される。このプロセスでは、GIGサブアセンブリウェブ701、702の各々の第1のキャリアウェブ731は元のままに残され、それによって、後の処理工程におけるMEAサブアセンブリウェブ700の取扱いを容易にすることができる。

10

【0062】

ここで図8を参照すると、本発明の実施形態による燃料電池スタック800の単電池アセンブリの横断面図が示されている。燃料電池スタックは、上述のように流体流れプレート860、861の間に挟まれた2つのGIG 851、855を組み込んだ五層MEA 850を備えている。

【0063】

MEAと流れ場プレートとを有する燃料電池の作製は、ロールツーロールプロセスによって達成されてもよい。ロールツーロールプロセスに好適な流れ場セパレータプレートなどの、ロールツーロールによる燃料電池の作製に有用な方法及び装置が、参照によって本願にすべてが組み込まれる同一所有者の米国特許公開第20060141328号に記載されている。

20

【0064】

燃料電池800のMEA 850は、アノード触媒層853とカソード触媒層854との間に電解質膜852を有している。いくつかの構成において、アノード触媒層853とカソード触媒層854の一方又は双方が、触媒被覆膜(CCM)を形成する電解質膜852の表面上に設けられてもよい。他の構成において、先に図6Bに示したように、触媒層853、854は、GDL 805、825の表面上に設けられてもよい。更なる他の構成において、触媒層853、854は、一部分は電解質膜852上に、一部分はGDL 805、825上に設けられてもよい。

【0065】

30

アノード触媒層853及びカソード触媒層854は、本明細書で説明するように構成された電解質膜852とGIG 851、855との間に設けられている。各GIG 851、855は、GDL 805、825と、第1のガスケット層811、821と、接着剤層812、822と、第1のガスケット層811、821をGDL 805、825に接合する第2のガスケット層814、824とを有している。ガスケット付きMEA 850の組み立て前に、GIG 851、855は、MEA 850の組み立ての間に取り外される接着剤ライナーを所望により有している。接着剤ライナーの除去後、GIG 851、855の接着剤層812、822は、CCMの表面に、及び/又は、いくつかの構成においては互いに接着して、ガスケット付きMEA 850を形成する。

【0066】

40

図8に示す例において、GIG 851、855の第1のガスケット層811、821及び/又は第2のガスケット層814、824は、GIG 851、855と燃料流れプレート860、861との間の封止を促進するために、所望によるミクロ構造形状816、826を有している。流れ場プレート860、861の各々は、水素及び酸素燃料が通過するガス流れチャネル843及びポートの領域を有している。図8に示す構成において、流れ場プレート860、861は、単極の流れ場プレートとして構成されている。他の構成において、流れ場プレート860、861は、多数のMEAを積み重ねて所望の電圧を燃料電池スタック全体にわたって達成するために、二極の流れ場プレートを備えてもよい。

【0067】

50

いかなる好適な電解質膜も、本発明の実施において使用されてよい。有効な P E M 厚さは、約 200 μ m と約 15 μ m との間の範囲に及ぶ。テトラフルオロエチレン (T F E) と、式 : $\text{F S O}_2 - \text{C F}_2 - \text{C F}_2 - \text{O} - \text{C F}(\text{C F}_3) - \text{C F}_2 - \text{O} - \text{C F} = \text{C F}_2$ に従うコモノマーとのコポリマーは既知であり、スルホン酸の形態で、すなわち、 F S O_2 - 末端基を H S O_3 - に加水分解して、デラウェア州ウィルミントン (Wilmington) のデュポンケミカル社 (DuPont Chemical Company) によって N A F I O N (登録商標) の商標名で販売されている。N A F I O N (登録商標) は、燃料電池に使用するための高分子電解質膜の製作に広く使用されている。また、テトラフルオロエチレン (T F E) と、式 : $\text{F S O}_2 - \text{C F}_2 - \text{C F}_2 - \text{O} - \text{C F} = \text{C F}_2$ に従うコモノマーとのコポリマーは既知であり、スルホン酸の形態で、すなわち、 F S O_2 - 末端基を H S O_3 - に加水分解して、燃料電池に使用するための高分子電解質膜の製作に使用されている。最も好ましいのは、 F S O_2 - 末端基を H S O_3 - に加水分解した、テトラフルオロエチレン (T F E) と $\text{F S O}_2 - \text{C F}_2 \text{C F}_2 \text{C F}_2 \text{C F}_2 - \text{O} - \text{C F} = \text{C F}_2$ とのコポリマーである。P E M 構造に好適な他の材料が、参照によって本願に組み込まれる、2005年9月13日出願の同一所有者の米国特許出願第 11 / 225690 号に記載されている。

【0068】

いくつかの実施形態において、触媒層は、塩化白金酸の還元などの湿式化学法によってより大きな炭素粒子にコーティングされた P t 又は P t 合金を含んでもよい。この形態の触媒は、アイオノマー結合剤、溶媒、また多くの場合、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) 粒子と共に分散されて、膜又は G D L のいずれかに塗布されるインク、ペースト、又はディスパージョンを形成する。

【0069】

いくつかの実施形態において、触媒層は、触媒材料の粒子又はナノ構造薄膜 (N S T F) を支えるナノ構造支持要素を備えてもよい。ナノ構造触媒層は、支持体としての炭素粒子を含有しておらず、したがって、触媒粒子の高密度分布を形成する電解質膜の極薄表面層の中に組み込まれてもよい。N S T F 触媒層を使用することで、触媒利用率を、分散法によって形成された触媒層と比べて非常に高くすることができ、また、炭素支持体が存在しないことで、高電圧及び高温での浸食に対する更なる耐性がもたらされる。いくつかの実現形態において、C C M の触媒表面積は、ミクロ構造形状を電解質膜の上にエンボス加工することによって、更に拡張されてもよい。N S T F 触媒は、ミクロ構造触媒転写基材の上にコーティングされ、このミクロ構造触媒転写基材は、加熱及び加圧下で触媒を電解質膜に積層転写すると、電解質膜の表面をミクロ複製させる (micro-replicated)。ミクロ構造触媒転写基材に関する方法及びシステムが、参照によって本願に組み込まれる同一所有者の米国特許第 6, 136, 412 号に記載されている。ミクロ構造電解質膜及び N S T F 触媒層を製作するための様々な方法が、参照によって本願に組み込まれる同一所有者の特許文書 : 米国特許第 4, 812, 352 号及び同第 5, 879, 827 号、2005年9月13日出願の米国特許出願番号第 11 / 225, 690 号、並びに、2005年9月13日出願の米国特許出願番号第 11 / 224, 879 号に記載されている。

【0070】

N S T F 触媒層は、針状のナノ構造支持体の上に触媒材料を真空蒸着させることによって形成され得る、細長いナノスケール粒子を含んでいる。本発明における使用に好適なナノ構造支持体は、C . I . ピグメントレッド (C.I. PIGMENT RED) 149 (ペリレン赤) などの有機顔料のウイスカを含んでもよい。結晶性ウイスカは、実質的に均一であるが同一ではない横断面、及び長さと幅との大きな比を有する。ナノ構造支持体ウイスカは、触媒作用に好適なコーティング材料でコーティングされ、それによって、複数の触媒部位として作用することが可能な、微細なナノスケールの表面構造がウイスカに加えられる。

【0071】

特定の実現形態において、ナノ構造支持要素は、継続的な螺旋転位の成長によって拡張されてもよい。ナノ構造支持要素の長さの延長及び密度の増加によって、触媒作用のための表面積を増加させることができる。ナノ構造支持要素の長さを延長するためのプロセス

が、先に組み込まれた米国特許出願第 11 / 225 , 690 号に記載されている。それに加えて又はそれに代わって、ナノ構造支持要素の複数の層がまた、表面積の増加をもたらす。ナノ構造支持要素の複数の層を製造するためのプロセスが、先に組み込まれた米国特許出願第 11 / 224 , 879 号に記載されている。そのナノ構造支持体要素は、触媒材料でコーティングされてナノ構造薄膜触媒層を形成する。一実現形態によれば、触媒材料は、白金族金属などの金属を含む。一実施形態において、触媒被覆ナノ構造支持要素は、触媒被覆膜を形成するために、電解質膜の表面に転写されてもよい。別の実施形態において、触媒被覆ナノ構造支持要素は、GDL 表面上に形成されてもよい。

【0072】

GDL は、反応ガスを通過させる一方で電極から電流を集めることが可能な任意の材料、典型的には織布又は不織布の炭素繊維紙又は炭素繊維布であることができる。GDL は、ガス状の反応物質及び水蒸気を触媒及び膜へと多孔性によって出入りさせ、また、外部負荷に電力供給するために、触媒層内で生成された電子電流を集める。

【0073】

GDL は、炭素繊維構造体（例えば、織布及び不織布カーボン繊維構造体）など、任意の好適な導電性多孔性基材であってよい。市販されている炭素繊維組織の例には、マサチューセッツ州ローウェル（Lowell）のバラードマテリアルプロダクツ社（Ballard Material Products）による商標表記「Avcarb P50」の炭素繊維紙、マサチューセッツ州ウォバーン（Woburn）のエレクトロケム社（ElectroChem, Inc.）から入手できる「Toray」炭素紙、マサチューセッツ州ローレンス（Lawrence）のスペクトラコープ社（Spectracorp）による「Spectracarb」炭素紙、マサチューセッツ州イーストウォールポール（East Walpole）のホリングスワース&ヴォース社（Hollingsworth & Vose Company）による「AFN」不織布炭素布、ミズーリ州セントルイス（St. Louis）のゾルテック社（Zoltek Companies, Inc.）による「Zoltek」炭素布、及び、日本国東京都の三菱レイヨン社（Mitsubishi Rayon Co.）による「U-105」炭素布が挙げられる。また、GDL は、疎水性を増すように又は付与するように処理されてもよい。例えば、GDL は、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）及びフッ素化エチレンプロピレン（FEP）など、高度にフッ素化されたポリマーで処理されてもよい。

【0074】

図 9 A は、本発明の実施形態による GIG を製作するためのプロセスを示している。このプロセスは、個々の GIG に対して、又はロール品として形成された複数の GIG に対して実施されてよい。加熱／加圧処理可能な材料が、接着剤層と所望による接着剤ライナーとを有する第 1 のガスケット層上に置かれるか又は蒸着される（902）。例えば、加熱／加圧処理可能な材料は、1 つ以上の開口部が第 1 のガスケット層の中に切断される前又は切断された後に、第 1 のガスケット層の表面上に、シルクスクリーン印刷されるか又は他の方法で蒸着されてもよい。加熱／加圧処理可能な材料の蒸着は、加熱／加圧処理可能な材料が第 1 のガスケット層の表面全体にわたって傾斜する厚さを有するように実施されてもよい。GDL は、GDL が第 1 のガスケット層の開口部の縁部に重なりと共に加熱／加圧処理可能な材料が第 1 のガスケット層と GDL との間に設けられるように、第 1 のガスケット層に対して配置される（904）。GDL の下方の加熱／加圧処理可能な材料の厚さは、例えば、第 1 のガスケット層上の他の場所における加熱／加圧処理可能な材料の厚さよりも薄いものであってもよい。GDL と、第 1 のガスケット層と、加熱／加圧処理可能な材料とを有するサブアセンブリは、接合ステーションにおいて成形される（906）。加熱／加圧処理可能な材料は、第 1 のガスケット層を GDL に接合する第 2 のガスケット層を形成するように、変形するか又は流動する。

【0075】

図 9 B は、別の実施形態による GIG を製作するためのプロセスを示す流れ図である。GDL が、第 1 のガスケット層の縁部に対して配置される（910）。例えば、GDL は、第 1 のガスケット層内に開口部を形作る、第 1 のガスケット層の内縁部に対して配置されてもよい。第 1 のガスケット層は、接着剤層を一方の表面上に、また所望により接着剤

10

20

30

40

50

ライナーを有する。熱及び／又は圧力によって流動するか又は変形するガスケット材料が、第１のガスケット層の、接着剤層及び／又は金型板から反対側の表面上に置かれる（９２０）。ＧＤＬ、第１のガスケット層、及びガスケット材料が、金型内に置かれ成形される（９３０）。この成形プロセスにより、ガスケット材料から第２のガスケット層が形成され、ＧＤＬと第１のガスケット層とが接合される。いくつかの構成において、ガスケット材料は、ＧＤＬ及び第１のガスケット層の隣接する縁部の上にかぶさるようにダイカットされた加熱／加圧処理可能なポリマーを備える。いくつかの構成において、ミクロ構造形状が、成形プロセスの間に、第２のガスケット層及び／又は第１のガスケット層の表面上にエンボス加工される。

【００７６】

10

ここで図１０Ａ～１０Ｇに目を向けると、本発明の実施形態による、ＧＩＧが構成材料の層から構成される様々な処理段階を表す多数の図が示されている。図１０Ａの横断面図に示すように、第１のガスケット層１０１１は、ＧＤＬの寸法よりわずかに大きい開口部１０６０を有するようにダイカットされている。第１のガスケット層１０１１は、ＰＥＮ、ＰＥＴ、ポリイミド、又は他の好適なポリマーを含んでよい。第１のガスケット層１０１１は、接着剤層１０１２と所望による接着剤ライナー１０１３とを有している。例えば、一実現形態において、第１のガスケット層は約０．１２５ｍｍの厚さを有してもよく、接着剤層は約０．０１２５ｍｍ未満の厚さを有してもよく、また接着剤ライナーは、約０．０２５ｍｍの厚さを有してもよい。

【００７７】

20

ダイカットされた第１のガスケット層／接着剤層／接着剤ライナー１０１１～１０１３は、ＧＤＬ及び第２のガスケット層の材料、例えばシリコンが接着することのない剥離コーティング又はライナーを有するフラットプレート１０９０の上に、接着剤ライナー１０１３側を下にして置かれている（図１０Ｂ）。ＧＤＬ１００５が、図１０Ｃに示すように、第１のガスケット層の開口部の中に取り付けられる。ある構成において、シリコンなど、流動可能で硬化可能なガスケット材料のビード１０１８が、第１のガスケット層１０１１の自由表面上に置かれる（図１０Ｄ）。金型板１０９５が、上記のサブアセンブリの上部に取り付けられる（図１０Ｅ）。金型板１０９５は、流動可能なガスケット材料の物質が接着するのを防止する剥離コーティングを有している。金型板１０９５は、第１のガスケット層１０１１の領域に対応するミクロ構造パターン表面１０９６を組み込んで

30

【００７８】

上記のサブアセンブリは、プレス機の中に導入され、例えば約６０～約１５０で約２５トン～約３０トンの加熱及び加圧下で、約２分間～約１０分間にわたって成形されて（図１０Ｆ）、シリコンを流動させ、ＧＩＧを所望の厚さに到達させることができる。そのシリコンは硬化されて、第２のガスケット層１０１５を形成する。図１０Ｇは、プレス機１０６０から取り出された後のＧＩＧを示している。説明した工程は、任意の好適な順序で実施されてよい。

【００７９】

40

図１１Ａ～１１Ｈは、本発明の実施形態によるＧＩＧを組み込んだＭＥＡを製作するためのプロセスを示す多数の略図を示している。図１１Ａは、真空テーブル１１９０上に置かれた第１のＧＩＧ１１８０を示しており、この真空テーブル１１９０は、多層ＭＥＡの様々な層の位置決めを促進するように構成された位置合わせピン１１９１を有している。第１のＧＩＧ１１８０の微孔性層は、上向きに面している。真空にされて、第１のＧＩＧ１１８０が定位置に保持される。接着剤ライナー１１１３は、図１１Ｂに示すように、第１のＧＩＧ１１８０から取り外される。

【００８０】

図１１Ｃは、真空プレート１１９３の上に置かれたＣＣＭ１１８５を示しており、この真空プレート１１９３は、真空テーブル１１９０のピン１１９１と係合するための適切

50

な位置合わせ形状 1 1 9 4 を有している。真空プレート 1 1 9 3 が真空にされて、CCM 1 1 8 5 が定位置に保持される。図 1 1 D に示すように、CCM 1 1 8 5 を保持する真空プレート 1 1 9 3 は、第 1 の G I G 1 1 8 0 と CCM 1 1 8 5 の層が正確に組み合わせられるようにピン 1 1 9 1 と形状 1 1 9 4 とを位置合わせして、真空テーブル 1 1 9 0 / 第 1 の G I G 1 1 8 0 の上部に置かれる。真空プレート 1 1 9 3 が真空を解除され、真空プレート 1 1 9 3 が取り外されて、CCM 1 1 8 5 は第 1 の G I G 1 1 8 0 に接着剤によって貼り付けられたままとなる。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 E に示すように、第 2 の G I G 1 1 8 1 が、微孔性層側を上にして、真空プレート 1 1 9 3 内に置かれる。真空にされて、第 2 の G I G 1 1 8 1 が定位置に保持される。接着剤ライナー 1 1 1 4 は、第 2 の G I G 1 1 8 1 から取り外される。図 1 1 G に示すように、真空プレート 1 1 9 3 / 第 2 の G I G 1 1 8 1 は、真空テーブル 1 1 9 0 上の CCM 1 1 8 5 / 第 1 の G I G 1 1 8 0 アセンブリの上部に置かれる。図 1 1 H に示すように、真空プレート 1 1 9 3 が真空を解除され、プレート 1 1 9 3 が取り外されて、第 2 の G I G 1 1 8 1 / CCM 1 1 8 5 / 第 1 の G I G 1 1 8 0 M E A アセンブリが残される。M E A は、真空テーブル 1 1 9 0 から取り外され、また、その部品の外のり寸法を調整するためにダイカットされてもよい。

【 0 0 8 2 】

いくつかの実施形態において、本明細書で説明する実施形態に従って構成された G I G は、代理人整理番号第 6 2 5 9 1 U S 0 0 2 で識別される、同一所有者の米国特許出願に記載されている連続プロセス及び / 又はロールツーロールプロセスを通じて製作されてもよく、その米国特許出願は、本願と同時に出版され、引用によって本願に組み込まれる。

【 0 0 8 3 】

本明細書に提示した実施形態に従って構成された G I G は、従来のガスケット法に勝る多数の利点をもたらす。従来のプロセスでは、ガスケットの形成に、あるいは、燃料電池構成要素の接合（例えば、CCM への G D L の接合、又は電解質膜への触媒被覆 G D L の接合）に必要な望ましい温度及び圧力を超える温度及び圧力に、M E A 及び G D L をさらすことが必要である。製造プロセスの間に高温及び高圧にさらされることは、CCM を通じた G D L の電気短絡の原因となることがある。本明細書において説明する G I G は、CCM によって許容される温度を上回る温度を用いて製造されてもよい。本発明の G I G を使用すると、CCM はこれらの過大温度にさらされることがなく、したがって、緩慢なガスケット製作手順において、場合によってはサイクル時間を短縮することが可能となる。硬化手順の速度は、使用される特定の材料に依存する。加えて、シリコンなどのガスケット材料が硬化すると、CCM に有害な化学種が放たれることがある。本明細書で説明する G I G を使用すると、CCM がガスケット硬化プロセスにさらされることがない。

【 0 0 8 4 】

本明細書で説明する G I G は、製造プロセスの間の CCM のスクラップ化を最小にするために使用されてもよい。まず G I G を形成し、次いでそれらを CCM に貼り付けることは、ガスケット製作プロセスでいかなる失敗が生じても、より高価な CCM の浪費にはつながらないことを意味する。

【 0 0 8 5 】

従来のガスケット法は、ガスケット層、例えば P E N、P E T、又は他のポリマーが、CCM に良好に接合することを必要とする。接合が不十分であると、M E A を動作条件下に置いたときに漏れを生じる結果となる。また、接合が不十分であると、ガスケットが接着できず電解質膜から外れた場合に、製造及びスタックの組み立てプロセスの間にサブアセンブリを取り扱うことが困難となる。本明細書において説明しているガスケット法は、G I G / CCM 境界面における接合を増強するものであり、ナノ構造薄膜触媒層が用いられるとき特に有利となるものである。

【 0 0 8 6 】

加えて、一部の従来のガスケット法は、封止面積を適切にし、ガスケットと CCM との

10

20

30

40

50

接合面積を十分にするために、ガスケット付きＣＣＭを部品の最終的な外のリ寸法と同じ寸法に切断することを必要とする。本発明の手法では、ＣＣＭをＧＤＬよりもわずかに大きく、一方の電極からその領域内のもう一方の電極へ反応物質がクロスオーバーするのを防止するのに十分な大きさで切断することが可能となる。本明細書で説明する手法では、好都合にも、必要となる高価な触媒被覆膜の量が減じられる。

【００８７】

接合されたＧＤＬを有していないＭＥＡを燃料電池スタックの中に組み込むための従来の手法は、要求される位置合わせ許容誤差が厳しいがために困難を呈する。本明細書で説明する手法は、ＧＤＬの接合が不可能であるか又は望ましくないＭＥＡの組み立てをより容易にする。

10

【００８８】

図１２～１５は、本明細書で説明する燃料電池アセンブリを組み込み、燃料電池スタックを発電用に使用することができる様々な燃料電池システムを示している。図１２に示す燃料電池システム１２００は、本明細書で実施形態によって説明したような燃料電池アセンブリが利用され得るシステムについて考えられるもののうちの１つを示している。

【００８９】

燃料電池システム１２００は、燃料プロセッサ１２０４と、電力セクション１２０６と、電力コンディショナ１２０８とを有している。燃料プロセッサ１２０４は、燃料改質器を有するものであり、天然ガスなどの原燃料１２０１を受容し、その原燃料１２０１を処理して、水素リッチ燃料１２０２を発生させる。水素リッチ燃料１２０２は、電力セクション１２０６に供給される。電力セクション１２０６内で、水素リッチ燃料１２０２は、電力セクション１２０６内に収容された燃料電池スタックのＭＥＡのスタックの中に導入される。また、空気１２０３が、電力セクション１２０６に供給され、それによって、燃料電池のスタックのための酸素源が与えられる。

20

【００９０】

電力セクション１２０６の燃料電池スタックは、直流電力１２１０と、熱１２１２と、清浄水１２１３とを発生させる。高分子電解質膜燃料電池システムは、生成水１２１３を燃料プロセッサ１２０４に再供給してもよく、この燃料プロセッサ１２０４は、水素の大部分を水から、残りを膜又は他の燃料１２０１から作る。電力セクション１２０６によって産出された直流電力１２１０は、電力コンディショナ１２０８に送られ、この電力コンディショナ１２０８は、後の利用のために直流電力１２１０を交流電力１２１１に変換する。交流電力変換が、直流出力電力を提供するシステムに含められる必要がないことは理解されよう。

30

【００９１】

図１３は、燃料供給ユニット１３０５と、燃料電池電力セクション１３０６と、電力コンディショナ１３０８とを有する燃料電池電力供給部１３００を示している。燃料供給ユニット１３０５は、燃料電池電力セクション１３０６に供給される水素燃料を含んだりザーバを有している。電力セクション１３０６内で、水素燃料は、電力セクション１３０６内に収容された燃料電池スタックのＭＥＡの中に、空気又は酸素と共に導入される。

【００９２】

40

燃料電池電力供給システム１３００の電力セクション１３０６は、直流電力と、使用可能な熱と、清浄水とを発生させる。電力セクション１３０６によって産出された直流電力は、所望により交流電力に変換するために、電力コンディショナ１３０８に送られてもよい。図１３に示す燃料電池電力供給システム１３００は、例えば、据置き式又は可搬式の交流又は直流電力発生器として実現されてよい。

【００９３】

図１４に示す実現形態において、燃料電池システム１４００は、燃料電池電力供給部によって産出された電力を使用して、コンピュータを動作させるための電力を供給する。図８と関連して説明したように、燃料電池電力供給システムは、燃料供給ユニット１４０５と、燃料電池電力セクション１４０６とを有している。燃料供給ユニット１４０５は、燃

50

料電池電力セクション 1 4 0 6 に水素燃料を供給する。電力セクション 1 4 0 6 の燃料電池スタックは、デスクトップ又はラップトップコンピュータなどの、コンピュータ 1 4 1 0 を動作させるために使用される電力を発生させる。

【 0 0 9 4 】

別の実現形態において、図 1 5 に示すように、燃料電池システム 1 5 0 0 は、燃料電池電力供給部からの電力を使用して自動車を動作させる。この構成において、燃料供給ユニット 1 5 0 5 は、燃料電池電力セクション 1 5 0 6 に水素燃料を供給する。電力セクション 1 5 0 6 の燃料電池スタックは、自動車 1 5 1 0 の駆動機構に連結されたモーター 1 5 0 8 を動作させるために使用される電力を発生させる。

【 0 0 9 5 】

本発明の様々な実施形態の上述の説明は、例示及び説明を目的として提示されたものである。網羅的なものにすること、又は、本発明を、開示した厳密な形に限定することは意図されていない。以上の教示を考慮すれば、多数の修正及び変形が可能である。本発明の範囲は、この詳細な説明によってではなく、むしろ本明細書に添付された特許請求の範囲によって限定されることが意図されている。本発明の実施態様の一部を以下の項目 1 ~ 3 7 に記載する。

[1]

ガス拡散層 (G D L) と、

前記 G D L に接合されたガスケットであって、

第 1 のガスケット層、

前記第 1 のガスケット層及び前記 G D L と接触するガスケット材料を含む第 2 のガスケット層であって、前記ガスケット材料が、前記第 1 のガスケット層に前記 G D L を接合する第 2 のガスケット層、及び

前記第 1 のガスケット層の表面上に設けられた接着剤層

を備えるガスケットと

を備える、燃料電池の膜電極アセンブリ (M E A) 用のサブアセンブリ。

[2]

前記第 2 のガスケット層の前記ガスケット材料が、前記 G D L に侵入する、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[3]

前記第 2 のガスケット層が、前記 G D L の表面の一部分の上に設けられる、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[4]

前記第 2 のガスケット層が、前記第 1 のガスケット層の反対側の表面上にマイクロ構造形状を有する、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[5]

前記第 1 のガスケット層がポリマーを含む、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[6]

前記第 1 のガスケット層が、P E N、P E T、又はポリイミドを含む、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[7]

前記ガスケット材料が、シリコーン、ゴム、又はフルオロポリマーを含む、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[8]

前記ガスケット材料が、熱と圧力の少なくとも一方の作用下で流動可能又は変形可能である材料を含む、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[9]

前記 G D L が、前記第 1 のガスケット層の開口部内に設けられる、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[1 0]

前記 G D L が、前記第 1 のガスケット層に重なる、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[1 1]

前記接着剤層が、取り外し可能な接着剤ライナーを有する、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[1 2]

複数の類似したサブアセンブリを備えるロール品の構成要素である、項目 1 に記載のサブアセンブリ。

[1 3]

第 1 及び第 2 のサブアセンブリであって、各々が、

ガス拡散層 (G D L) と、

前記 G D L に接合されたガスケットであって、

第 1 のガスケット層、

前記第 1 のガスケット層及び前記 G D L と接触するガスケット材料を含む第 2 のガスケット層であって、前記ガスケット材料が、前記 G D L に前記第 1 のガスケット層を接合する第 2 のガスケット層、及び

前記第 1 のガスケット層の反対側の表面上に設けられた接着剤層

を備えるガスケットと

を備える第 1 及び第 2 のサブアセンブリと、

前記第 1 のサブアセンブリと第 2 のサブアセンブリとの間に配置された電解質膜と、

前記第 1 のサブアセンブリと前記膜との間の第 1 の触媒層と、

前記第 2 のサブアセンブリと前記膜との間の第 2 の触媒層と

を備える、膜電極アセンブリ (M E A) 。

[1 4]

前記第 1 及び第 2 の触媒層が、針状のナノ構造支持体上に形成された触媒材料のナノスケール粒子を有するナノ構造薄膜触媒層を含む、項目 1 3 に記載の M E A 。

[1 5]

前記膜、前記第 1 の触媒層、及び前記第 2 の触媒層が、触媒被覆膜を形成する、項目 1 3 に記載の M E A 。

[1 6]

前記第 2 のガスケット層の前記ガスケット材料が、前記 G D L に侵入する、項目 1 3 に記載の M E A 。

[1 7]

前記第 2 のガスケット層が、前記 G D L の表面の一部分の上に設けられる、項目 1 3 に記載の M E A 。

[1 8]

前記第 1 のガスケット層と前記第 2 のガスケット層の少なくとも一方が、ミクロ構造形状を有する、項目 1 3 に記載の M E A 。

[1 9]

前記第 1 のガスケット層と前記第 2 のガスケット層の少なくとも一方が、実質的に平坦である、項目 1 3 に記載の M E A 。

[2 0]

複数の M E A を備えるロール品の構成要素である、項目 1 3 に記載の M E A 。

[2 1]

第 1 及び第 2 のサブアセンブリを備える膜電極アセンブリであって、第 1 及び第 2 のサブアセンブリの各々が、

ガス拡散層 (G D L) と、

前記 G D L に接合されたガスケットであって、

第 1 のガスケット層、

前記第 1 のガスケット層及び前記 G D L と接触するガスケット材料を含む第 2 のガスケット層であって、前記ガスケット材料が、前記 G D L に前記第 1 のガスケット層を接

10

20

30

40

50

合する第 2 のガスケット層、及び

前記第 1 のガスケット層の反対側の表面上に設けられた接着剤層

を備えるガスケットと、

前記第 1 のサブアセンブリと第 2 のサブアセンブリとの間の触媒被覆膜と

を備える、膜電極アセンブリと、

各々が流路の配列を有する第 1 及び第 2 の流れ場プレートであって、圧縮力下で前記第 1 及び前記第 2 のサブアセンブリの前記ガスケットと接触する第 1 及び第 2 の流れ場プレートと

を備える燃料電池スタック。

[2 2]

10

前記触媒被覆膜が、ナノ構造薄膜触媒層を備える、項目 2 1 に記載の燃料電池スタック。

[2 3]

前記第 2 のガスケット層の前記ガスケット材料が、前記 G D L に侵入する、項目 2 1 に記載の燃料電池スタック。

[2 4]

前記第 2 のガスケット層が、前記 G D L の表面の一部分の上に設けられる、項目 2 1 に記載の燃料電池スタック。

[2 5]

前記ガスケット層のうちの少なくとも 1 つが、エンボス加工されたマイクロ構造形状を有する、項目 2 1 に記載の燃料電池スタック。

20

[2 6]

膜電極アセンブリ用のサブアセンブリを製作する方法であって、

サブアセンブリ構成要素を用意する工程であって、

接着剤層を上 に 設けた第 1 のガスケット層に対してガス拡散層 (G D L) を配置することと、

前記第 1 のガスケット層上にガスケット材料を置くことと

を含む工程と、

前記サブアセンブリ構成要素を成形して、前記第 1 のガスケット層と前記 G D L との間の接合部をなす工程であって、前記接合部が、前記ガスケット材料によって形成される工程と

30

を含む方法。

[2 7]

前記サブアセンブリ構成要素を用意する工程が、前記第 1 のガスケット層内に開口部を切断することを更に含む、

前記第 1 のガスケット層に対して前記 G D L を配置することが、前記 G D L を前記開口部内に配置することを含む、項目 2 6 に記載の方法。

[2 8]

前記ガスケット材料を硬化させる工程を更に含む、項目 2 6 に記載の方法。

[2 9]

40

前記サブアセンブリ構成要素を成形する工程が、マイクロ構造形状を有する第 2 のガスケット層を前記ガスケット材料から形成することを含む、項目 2 6 に記載の方法。

[3 0]

前記サブアセンブリ構成要素を成形する工程が、エンボス加工された形状を有する第 2 のガスケット層を前記ガスケット材料から形成することを含む、項目 2 6 に記載の方法。

[3 1]

前記サブアセンブリ構成要素を成形する工程が、前記サブアセンブリ構成要素の所定の厚さを達成するように前記サブアセンブリ構成要素を成形することを含む、項目 2 6 に記載の方法。

[3 2]

50

前記サブアセンブリ構成要素を成形する工程が、ミクロ構造パターンを有する金型板を使用して前記サブアセンブリ構成要素を成形することを含む、項目 26 に記載の方法。

[33]

前記接着剤層が、取り外し可能なライナーを有する感圧性接着剤層を含む、項目 26 に記載の方法。

[34]

膜電極アセンブリを製作する方法であって、

第 1 及び第 2 のガスケット付きガス拡散層 (G D L) サブアセンブリを形成する工程であって、各サブアセンブリの形成が、

接着剤層を上にも有する少なくとも第 1 のガスケット層を備えるガスケット内に開口部を切断することと、

前記開口部の上にガス拡散層を配置することと、

前記第 1 のガスケット層上にガスケット材料を置くことと、

前記第 1 のガスケット層、 G D L、及び前記流動可能なガスケット材料を成形して、前記第 1 のガスケット層と前記 G D L との間の接合部をなすことであって、前記接合部が前記ガスケット材料によって形成されることと

を含む工程と、

前記第 1 のガスケット付き G D L サブアセンブリと第 2 のガスケット付き G D L サブアセンブリとの間に触媒被覆電解質膜を配置する工程と

を含む方法。

[35]

前記触媒被覆膜を配置する工程が、

前記第 1 のガスケット付き G D L サブアセンブリ上に前記触媒被覆膜を置くことと、

前記触媒被覆膜及び前記第 1 のガスケット付き G D L サブアセンブリ上に前記第 2 の G D L サブアセンブリを置くことと

を含む、項目 34 に記載の方法。

[36]

前記第 1 のガスケット付き G D L サブアセンブリの前記接着剤層が、取り外し可能な接着剤ライナーを有する感圧性接着剤層を有し、

前記第 1 のガスケット付き G D L サブアセンブリと第 2 のガスケット付き G D L サブアセンブリとの間に前記触媒被覆膜を配置する前に、前記接着剤ライナーを取り外す工程と

、

圧力を与えて、前記感圧性接着剤層を介して前記第 1 のガスケット付き G D L サブアセンブリを前記第 2 のガスケット付き G D L サブアセンブリに接合する工程と

を更に含む、項目 34 に記載の方法。

[37]

前記 G D L が、前記第 2 のガスケット層に重なる、項目 10 に記載のサブアセンブリ。

10

20

30

【図 1】

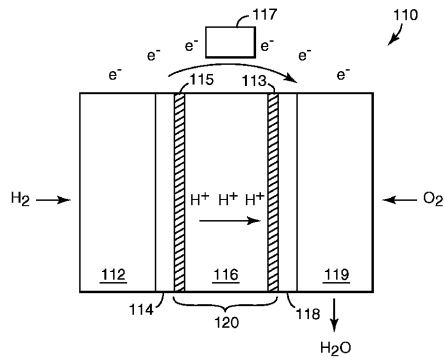


Figure 1

【図 2 A】

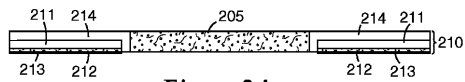


Figure 2A

【図 2 B】

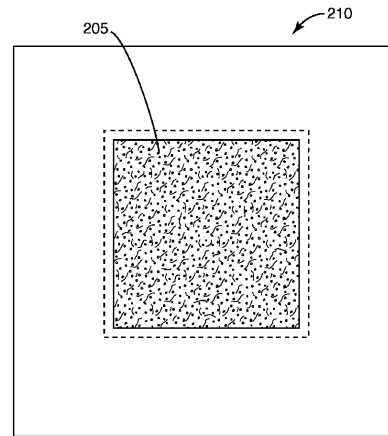


Figure 2B

【図 2 C】

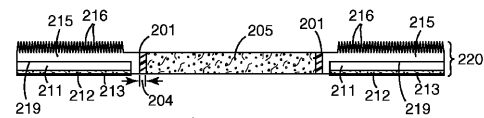


Figure 2C

【図 2 D】

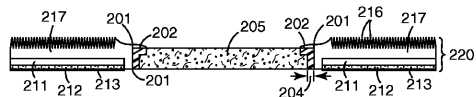


Figure 2D

【図 3 C】

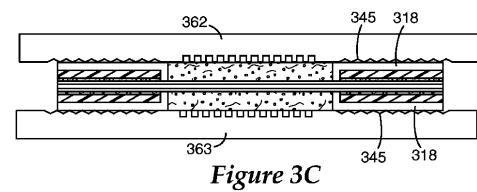


Figure 3C

【図 3 A】

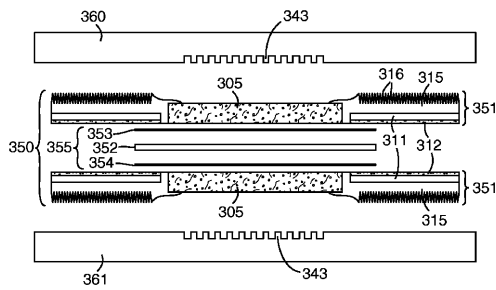


Figure 3A

【図 3 D】

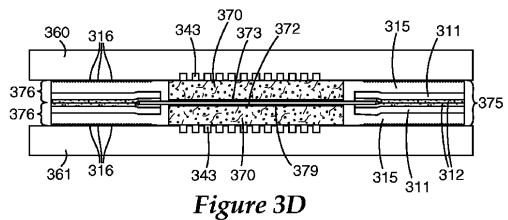


Figure 3D

【図 3 B】

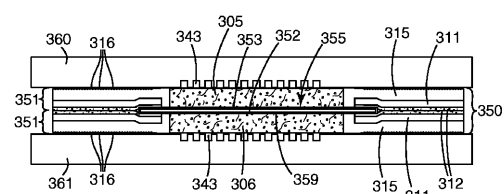


Figure 3B

【図 3 E】

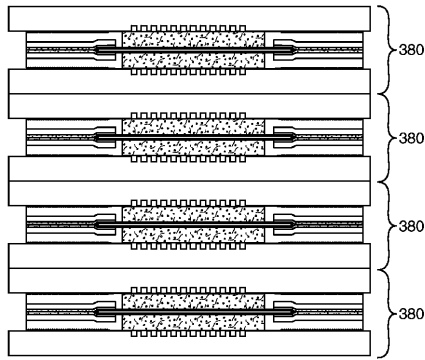


Figure 3E

【図 4 B】

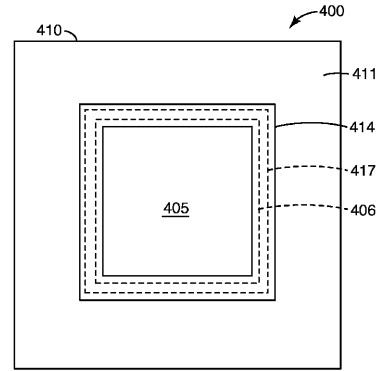


Figure 4B

【図 4 A】

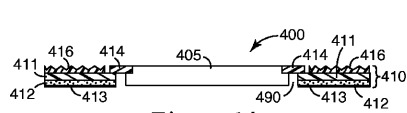


Figure 4A

【図 4 C】

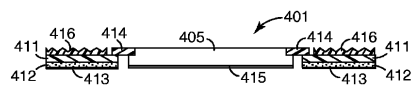


Figure 4C

【図 4 D】

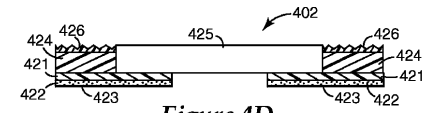


Figure 4D

【図 4 E】

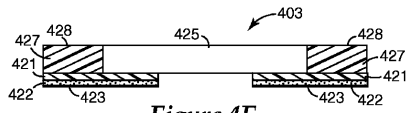


Figure 4E

【図 4 F】

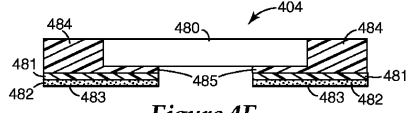


Figure 4F

【図 5 A】

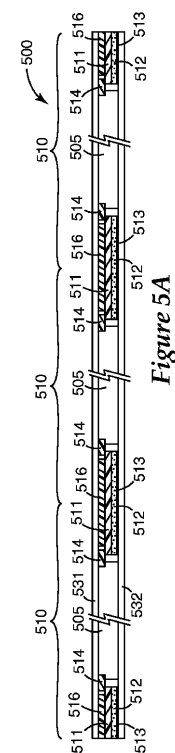


Figure 5A

【図 5 B】

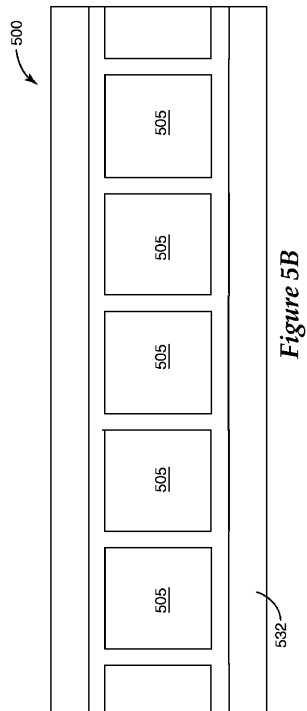


Figure 5B

【図 5 C】

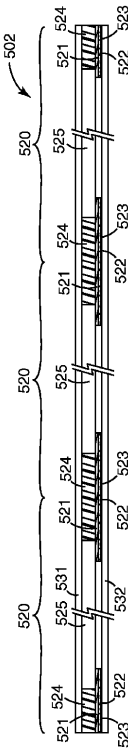


Figure 5C

【図 6 A】

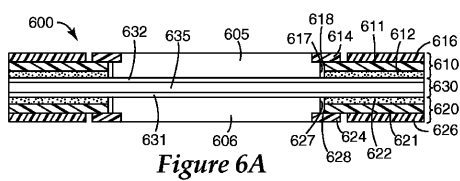


Figure 6A

【図 6 B】

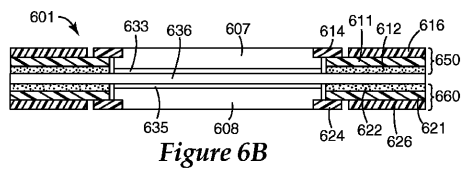


Figure 6B

【図 6 C】

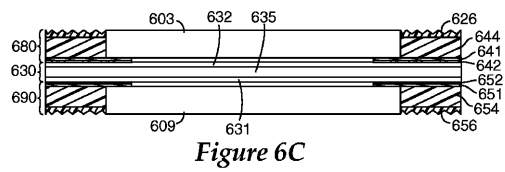


Figure 6C

【図 7】

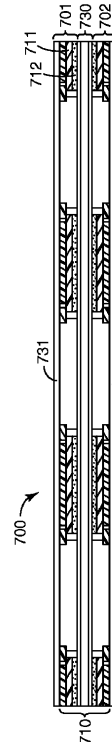


Figure 7

【図 8】

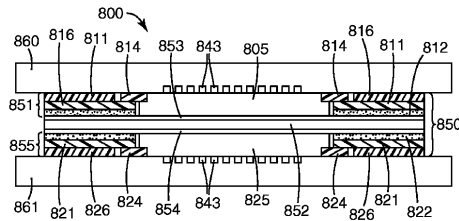


Figure 8

【図 9 A】

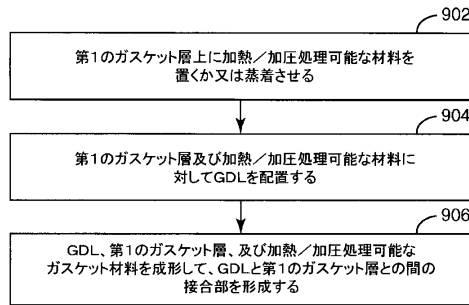


Figure 9A

【図 9 B】

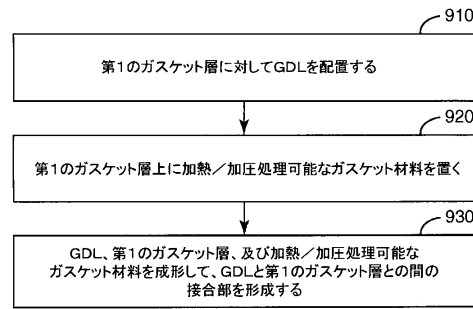


Figure 9B

【図 10 A】

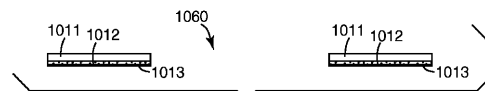


Figure 10A

【図 10 B】

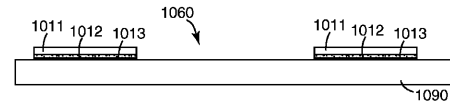


Figure 10B

【図 10 C】

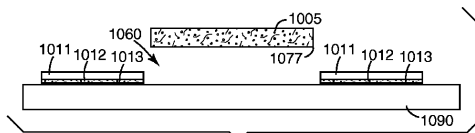


Figure 10C

【図 10 D】

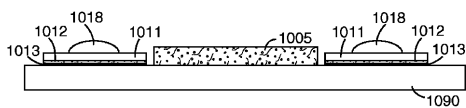


Figure 10D

【図 10 E】

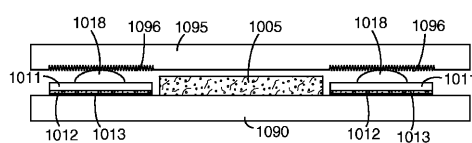


Figure 10E

【図 10 F】

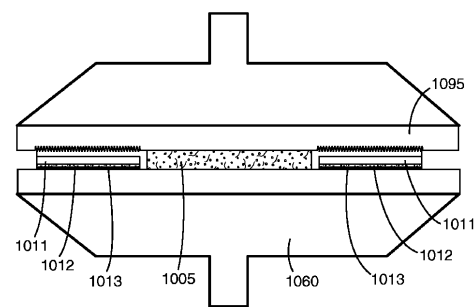


Figure 10F

【図 10 G】

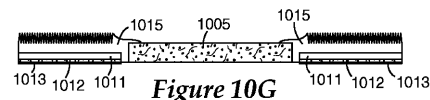


Figure 10G

【図 1 1 A】

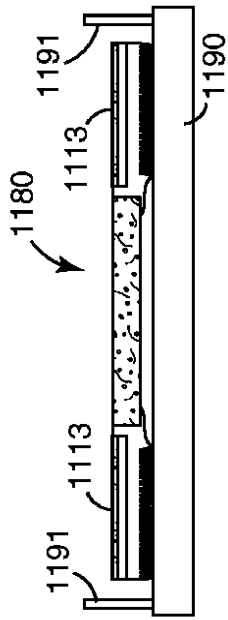


Figure 11A

【図 1 1 B】

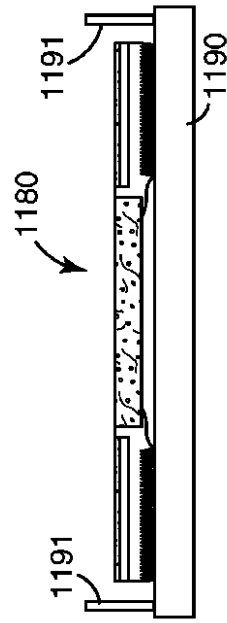


Figure 11B

【図 1 1 C】

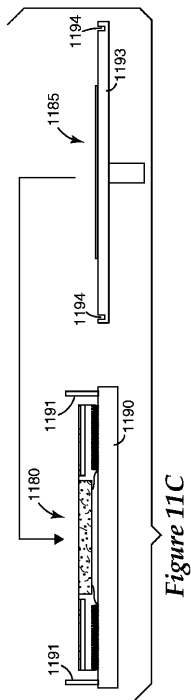


Figure 11C

【図 1 1 D】

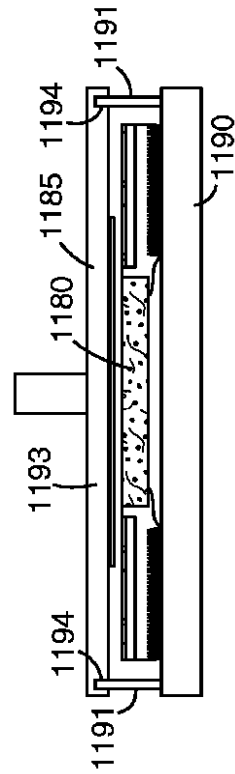
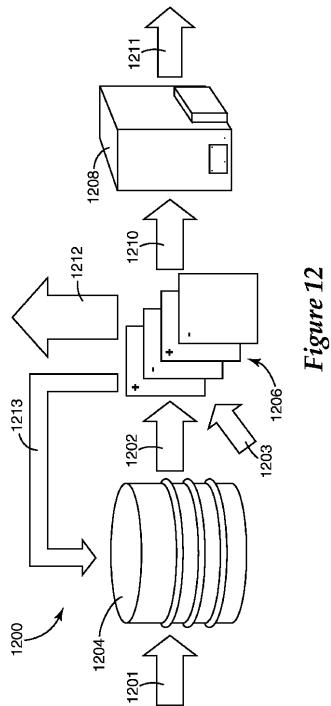
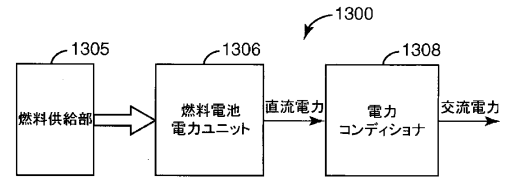


Figure 11D

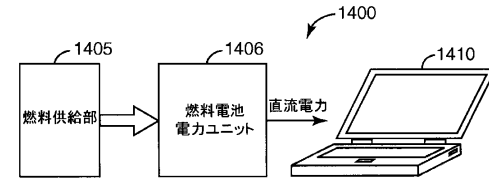
【図 12】



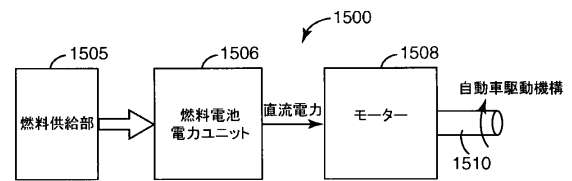
【図 13】



【図 14】



【図 15】



 フロントページの続き

- (74)代理人 100093665
弁理士 蛭谷 厚志
- (74)代理人 100146466
弁理士 高橋 正俊
- (72)発明者 ステインバック, アンドリュー ジェイ.エル.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 デーブ, マーク ケー.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 リ, ジミー エム.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 オブラドピチ, ステイブン ジェイ.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター
- (72)発明者 アイバーソン, エリック ジェイ.
アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリーエム センター

審査官 小森 重樹

- (56)参考文献 特開2003-007328(JP, A)
特開2003-068332(JP, A)
特開2007-042347(JP, A)
特表2010-510624(JP, A)
特表2005-525681(JP, A)
国際公開第02/089240(WO, A1)
特開2006-210234(JP, A)
特開2006-236957(JP, A)
特表2008-512828(JP, A)
特表2008-508691(JP, A)
米国特許出願公開第2003/0221311(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/02
H01M 4/86
H01M 8/10