

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7486435号
(P7486435)

(45)発行日 令和6年5月17日(2024.5.17)

(24)登録日 令和6年5月9日(2024.5.9)

(51)国際特許分類		F I		
C 2 5 B	9/00 (2021.01)	C 2 5 B	9/00	A
C 2 5 B	9/23 (2021.01)	C 2 5 B	9/23	
C 2 5 B	9/77 (2021.01)	C 2 5 B	9/77	
請求項の数 41 (全40頁)				
(21)出願番号	特願2020-564179(P2020-564179)	(73)特許権者	513000894	
(86)(22)出願日	令和1年5月17日(2019.5.17)		ガイナー, インク.	
(65)公表番号	特表2021-523981(P2021-523981 A)		アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 0 2 4 6 6, ニュートン, ラムフォード アベニュー 8 9	
(43)公表日	令和3年9月9日(2021.9.9)	(74)代理人	110000659	
(86)国際出願番号	PCT/US2019/032990		弁理士法人広江アソシエイツ特許事務所	
(87)国際公開番号	WO2019/222704	(72)発明者	シュウエンク, メリッサ, エヌ.	
(87)国際公開日	令和1年11月21日(2019.11.21)		アメリカ合衆国 0 2 4 5 3 マサチューセッツ州, ウォルサム, ウォールナツストリート 2 3, アpartment 1 フロア	
審査請求日	令和4年5月13日(2022.5.13)	(72)発明者	ストーン, サイモン, ジー.	
(31)優先権主張番号	62/672,784		アメリカ合衆国 0 2 4 7 4 マサチューセッツ州, アーリントン, レンジリー	
(32)優先日	平成30年5月17日(2018.5.17)		最終頁に続く	
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)			

(54)【発明の名称】 リードターミナルとガスポートターミナルとを組み合わせた電解ガス発生装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

反応物を電気分解して少なくとも第1のガスを発生させるための電解ガス発生装置であって、前記電解ガス発生装置は、

- (a) 対向する第1の面及び第2の面を有するポリマー電解質膜と、
 - (b) 前記ポリマー電解質膜の第1の面に電氣的に結合されている第1の電極と、
 - (c) 前記ポリマー電解質膜の第2の面に電氣的に結合されている第2の電極と、
 - (d) 前記第1の電極に電氣的に結合されており、導電性リードを取り付ける際に使用するための第1の電気伝導性延長部を備え、前記第1の電極で発生したガスを側方方向に運ぶためのガス導管をさらに備える第1の集電体と、
 - (e) 前記第2の電極に電氣的に結合されている第2の集電体と、
 - (f) 電流源と、
 - (g) 前記第1の集電体を前記電流源に電氣的に結合する第1の導電性リードであって、前記第1の電気伝導性延長部に固定された第1の端部を備える第1の導電性リードと、
 - (h) 前記第2の集電体を前記電流源に電氣的に結合する第2の導電性リードと、
- を備える、電解ガス発生装置。

【請求項2】

前記電解ガス発生装置は水電解槽である、請求項1に記載の電解ガス発生装置。

【請求項3】

前記ガス導管の少なくとも一部は、前記第1の電気伝導性延長部の少なくとも一部を通

過する、請求項 1 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 4】

前記ガス導管の少なくとも一部は、前記第 1 の電気伝導性延長部の全体を通過する、請求項 3 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 5】

前記第 1 の集電体は、上部部材と下部部材とを備え、前記上部部材と前記下部部材とは、互いに結合され、前記ガス導管を共に画定する、請求項 1 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 6】

前記第 1 の集電体は、上部部材と下部部材とを備え、前記上部部材と前記下部部材とは、互いに結合され、前記ガス導管及び前記第 1 の電気伝導性延長部を共に画定する、請求項 1 に記載の電解ガス発生装置。

10

【請求項 7】

前記ガス導管は、前記上部部材及び前記下部部材のうちの少なくとも一方における 1 つ以上のエッチングによって形成される、請求項 5 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 8】

前記ガス導管は、前記上部部材及び前記下部部材の双方における 1 つ以上のエッチングによって形成される、請求項 7 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 9】

前記ガス導管は、前記下部部材の貫通孔と前記上部部材上の細長い凹部とによって形成され、前記細長い凹部は、前記下部部材の貫通孔と整合した第 1 の端部と、前記上部部材の周囲の第 2 の端部とを有する、請求項 7 に記載の電解ガス発生装置。

20

【請求項 10】

前記上部部材及び前記下部部材の双方は電気伝導性である、請求項 5 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 11】

前記下部部材は電気伝導性であり、前記上部部材は非電気伝導性である、請求項 5 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 12】

前記第 1 の集電体は、導電性リードを取り付ける際に用いるための第 2 の電気伝導性延長部をさらに備える、請求項 1 に記載の電解ガス発生装置。

30

【請求項 13】

前記第 1 の電気伝導性延長部と前記第 2 の電気伝導性延長部とは、互いに約 180 度離隔されている、請求項 12 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 14】

前記第 1 の電気伝導性延長部は、近位部分と、前記近位部分の幅よりも小さい幅を有する遠位部分とを有する、請求項 1 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 15】

前記第 1 の電気伝導性延長部は、略均一な幅を有する、請求項 1 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 16】

前記第 2 の集電体は、導電性リードを取り付ける際に用いるための第 1 の電気伝導性延長部を備え、前記第 2 の集電体は、前記第 2 の電極で発生したガスを側方方向に運ぶためのガス導管をさらに備える、請求項 1 に記載の電解ガス発生装置。

40

【請求項 17】

前記第 2 の集電体のガス導管の少なくとも一部は、前記第 2 の集電体の第 1 の電気伝導性延長部の少なくとも一部を通過する、請求項 16 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 18】

前記第 2 の集電体は、上部部材と下部部材とを備え、前記上部部材と前記下部部材とは、互いに結合され、前記第 2 の集電体のガス導管を共に画定する、請求項 16 に記載の電解ガス発生装置。

50

【請求項 19】

前記第2の集電体は、上部部材と下部部材とを備え、前記上部部材と前記下部部材とは、互いに結合され、前記第2の集電体のガス導管及び前記第2の集電体の第1の電気伝導性延長部を共に画定する、請求項16に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 20】

前記第1の電極と前記第1の集電体との間に挿入されたダイアフラムをさらに備え、前記ダイアフラムは、電気伝導性であり、前記ダイアフラムが平面でかつ前記第1の集電体を前記第1の電極に電氣的に結合する第1の状態と、前記第1の集電体が前記第1の電極から少なくとも部分的に切断されるように前記ダイアフラムが前記第1の電極から離れるよう膨張する第2の状態との間で可逆的に変形可能である、請求項1に記載の電解ガス発生装置。

10

【請求項 21】

前記ダイアフラムは、前記第1の電極で発生したガスを通過させるための開口を有する、請求項20に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 22】

反応物を電気分解して少なくとも第1のガスを発生させるための電解ガス発生装置であって、前記電解ガス発生装置は、

- (a) 対向する第1の面及び第2の面を有するポリマー電解質膜と、
- (b) 前記ポリマー電解質膜の第1の面に電氣的に結合されている第1の電極と、
- (c) 前記ポリマー電解質膜の第2の面に電氣的に結合されている第2の電極と、
- (d) 第1の集電体アセンブリであって、

20

導電性リードを取り付ける際に使用するための第1の電気伝導性延長部を備え、前記第1の電極で発生したガスを側方方向に運ぶためのガス導管をさらに備える第1の集電体と、

非電気伝導性であるフレームと、

ダイアフラムであって、前記第1の集電体と前記フレームとの間に固定され、電気伝導性であり、前記ダイアフラムが平面でかつ前記第1の集電体が前記第1の電極に電氣的に結合されている第1の状態と、前記第1の集電体が前記第1の電極から少なくとも部分的に電氣的に切断されるように前記ダイアフラムが前記第1の電極から離れるよう膨張する第2の状態との間で可逆的に変形可能である、ダイアフラムと、

30

を備える第1の集電体アセンブリと、

- (e) 電気伝導性であり、前記第2の電極に電氣的に結合されている第2の集電体と、
- (f) 電流源と、

(g) 前記第1の集電体を前記電流源に電氣的に結合する第1の導電性リードであって、前記第1の電気伝導性延長部に固定された第1の端部を備える第1の導電性リードと、

- (h) 前記第2の集電体を前記電流源に電氣的に結合する、第2の導電性リードと、
- を備える電解ガス発生装置。

【請求項 23】

前記ダイアフラムは、前記第1の電極で発生したガスを通過させるための開口を有する、請求項22に記載の電解ガス発生装置。

40

【請求項 24】

前記第1の集電体は環状部分をさらに備え、前記第1の電気伝導性延長部は前記環状部分から半径方向外方に延在する、請求項23に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 25】

前記第1の集電体の環状部分は、その下面の環状凹部を備え、前記環状凹部内には前記ガス導管への入口が配置されており、前記ダイアフラムの開口は、前記第1の集電体の環状凹部と整合されている、請求項24に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 26】

前記フレームは環状であり、前記フレームはその上面に環状凹部を備え、前記フレームは開口を有し、前記フレームの開口は前記フレームの環状凹部内に配置されており、前記

50

フレームの環状凹部は、前記ダイヤフラムの開口と整合されている、請求項 25 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 27】

前記第 1 の集電体は、上部部材と下部部材とを備え、前記上部部材と前記下部部材とは、互いに結合され、前記ガス導管を共に画定する、請求項 26 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 28】

前記第 1 の集電体は、上部部材と下部部材とを備え、前記上部部材と前記下部部材とは、互いに結合され、前記ガス導管及び前記第 1 の電気伝導性延長部を共に画定する、請求項 26 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 29】

前記第 1 の集電体アセンブリと係合して、前記ダイヤフラムを前記ダイヤフラムが平面である前記第 1 の状態に向けて付勢する弾性圧縮可能部材をさらに備える、請求項 22 に記載の電解ガス発生装置。

【請求項 30】

電解ガス発生装置で用いるための集電体であって、前記集電体は、

(a) 電気伝導性である本体と、

(b) 前記本体から側方方向に延在し、前記本体に電氣的に結合された電気伝導性の表面を備える延長部と、
を備え、

(c) 前記本体と前記延長部とは、前記本体に第 1 の端部を有し、前記延長部に第 2 の端部を有するガス導管を共に画定する、
集電体。

【請求項 31】

前記本体は円盤状であり、前記延長部は前記本体から半径方向に延在する、請求項 30 に記載の集電体。

【請求項 32】

前記ガス導管の第 1 の端部は、前記本体を貫通する貫通孔で終了する、請求項 30 に記載の集電体。

【請求項 33】

前記ガス導管の第 1 の端部は、前記本体の表面の開口部で終了する、請求項 30 に記載の集電体。

【請求項 34】

前記ガス導管の第 2 の端部は、前記延長部の遠位端に配置されている、請求項 31 に記載の集電体。

【請求項 35】

前記ガス導管の第 2 の端部は、前記延長部の遠位端から近位方向に一定距離離隔されている、請求項 31 に記載の集電体。

【請求項 36】

前記本体は環状であり、前記延長部は前記本体から半径方向に延在する、請求項 30 に記載の集電体。

【請求項 37】

前記本体及び前記延長部は、上部部材と下部部材とを接合することによって形成され、前記上部部材と前記下部部材とは、互いに結合され、前記ガス導管を共に画定する、請求項 30 に記載の集電体。

【請求項 38】

前記本体及び前記延長部は、前記上部部材と前記下部部材とを接合することによって形成され、前記上部部材と前記下部部材とは、互いに結合され、前記ガス導管及び前記延長部を共に画定する、請求項 30 に記載の集電体。

【請求項 39】

前記ガス導管は、前記上部部材及び前記下部部材のうちの少なくとも一方における 1 つ

10

20

30

40

50

以上のエッチングによって形成される、請求項 38 に記載の集電体。

【請求項 40】

前記ガス導管は、前記上部部材及び前記下部部材の双方における 1 つ以上のエッチングによって形成される、請求項 39 に記載の集電体。

【請求項 41】

前記本体は、水蒸気を通過させるための 1 つ以上の細孔をさらに含む、請求項 30 に記載の集電体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

関連出願の相互参照

本願は、米国特許法第 119 条 (e) 項に基づき、2018 年 5 月 17 日出願の発明者 Melissa N. Schwenk らの米国仮特許出願第 62/672,784 号の優先権を主張するものであり、この仮出願の開示は参照により全体として本明細書に組み込まれる。

【0002】

連邦政府が後援する研究又は開発

本発明は、国立衛生研究所によって授与された R44 DK100999 及び R43 DK113536 の下で政府の支援を受けてなされたものである。政府は本発明に一定の権利を有する。

20

【0003】

本発明は、概して電解ガス発生装置に関するものであり、より具体的には、新規な電解ガス発生装置、並びに電解ガス発生装置に用いるための電気リードターミナル（電気リード端部）及びガスポートターミナル（ガスポート端部）の組み合わせに関する。

【背景技術】

【0004】

使用場所において 1 種以上のガスを制御して発生させることは、多くの産業及び医療用途にとって重要である。電気分解は、このようなガスを発生させるための一般的な手法であり、通常、電流を用いて原料（多くの場合、低コストで安定した反応物）を有用な商品（多くの場合、高コスト又は不安定な生成物）に変換することを伴う。電気分解は、その高いプロセス効率、その生成物選択性、及び印加電流を制御することによって生成速度を制御するその固有の能力により、生成技術として好まれている。電気分解を用いて 1 種以上のガスを発生するように設計された装置は、電解ガス発生装置と呼ばれることもある。例えば、水素生成用の電解ガス発生装置は、分析実験室において、ガスクロマトグラフのキャリアガス及び検出器ガスとして用いるための高純度水素をオンデマンドで供給するために頻繁に用いられている。酸素生成用の電解ガス発生装置は、例えば、皮膚の傷に *in situ* で酸素を生成して、重度の火傷や糖尿病性潰瘍の治癒過程を改善するために用いられてきた。このような電解ガス発生装置は、通常、性能及び安全性を管理するためにいくつかの基本的なシステムの構成要素を必要とし、これらの基本的なシステムの構成要素には、一般に、電流制御（例えば、発生速度及び電圧効率を維持するための直流（DC）電源）、下流圧力及びガス純度の監視（例えば、プロセス及び環境の安全性のためのもの）、及び流体管理（例えば、水反応物供給ポンプ及び気液分離ユニット）が含まれる。しかしながら、理解できるように、このような構成要素は、システム全体のサイズ、コスト、及び複雑さを増大させ、システム全体の維持をより困難にする可能性がある。また、水素及び酸素は電解ガス発生装置によって生成されるより一般的なガスのうちの 2 つであるが、電解ガス発生装置は、二酸化炭素、塩素、オゾン、過酸化水素、二酸化塩素、酸化窒素、二酸化硫黄、硫化水素、一酸化炭素、アンモニア、塩化水素、臭化水素、及びシアン化水素などの、しかしこれらに限定されない他のガスを生成するために用いることもできる。

30

40

【0005】

50

*in situ*でのガス発生の新たな医療用途は、皮膚の下に位置するか、又は皮下インプラント装置の一部として含まれる細胞及び／又は組織へのガス状酸素の供給におけるものである。皮下インプラント装置は、様々な疾患、障害、及び／又は症状の治療のために、治療薬を必要とする患者への治療薬の *in situ*での発生及び散布のための有用な器具である。典型的には、そのようなインプラント装置は、適切なインプラント可能な容器内にカプセル化された細胞及び／又は組織を含む。インプラント可能な容器は、典型的には、細胞及び／又は組織が所望の治療薬を生成できるようにし、同時に免疫反応を抑えながら、生成された治療薬を患者に散布することができるように設計されている。理解できるように、必須ガス（例えば、酸素）及び栄養素のインプラント装置への送達は、インプラント装置内に含まれている細胞及び／又は組織の生存性及び機能にとって重要である。

10

【0006】

2002年4月9日に発行され、参照により全体として本明細書に組み込まれる、発明者Coltonらの特許文献1には、水を電気分解することによって細胞に酸素を送達する方法が開示されている。特許文献1によれば、水を酸素と水素に電気分解する酸素発生装置で酸素を生成することによって、酸素は、インビトロ又はインビボで細胞に供給される。アノード層とカソード層とによって挟まれたプロトン交換膜を有する多層電解装置シート(multilayer electrolyzer sheet)を用いて、実質的に遊離水素を発生することなく、酸素を発生させることができる。酸素発生装置は、培養プレート、培養フラスコ、マイクロタイタプレート又は体外回路によって含まれている細胞、又は選択した構成要素のチャンバへの出入りを可能にする半透過性バリア層で囲まれた免疫隔離チャンバなどの体内にインプラントするためのカプセル化チャンバ内の細胞に酸素を供給するために用いることができる。それらの細胞と共に生物活性分子が存在する場合がある。腹腔内空間の細胞含有マイクロカプセルの近くに酸素発生装置をインプラントすることによって、又は細胞を含む免疫隔離チャンバの近くに酸素発生装置を含むシステムをインプラントすることによって、酸素を体内の細胞に *in situ*で送達することができる。酸素発生装置は、電流制御回路及び電源に接続され得る。

20

【0007】

2019年3月19日に発行され、参照により全体として本明細書に組み込まれる、発明者Templemanらの特許文献2には、細胞インプラントのガス処理のためのシステムが開示されている。特許文献2によれば、このシステムは、ヒト向け又は動物向けの薬物に用いるための細胞インプラント、特に細胞密度の高い細胞インプラントの生存性及び機能を強化する。このシステムは、インプラント全体のサイズを最小に抑えながら、インプラント可能な免疫隔離された細胞収容サブシステム内の細胞に酸素及び／又は水素を継続的に供給して、高い細胞密度での細胞の生存性及び機能を助ける小型の電気化学ガス発生装置サブシステムを使用している。細胞収容サブシステムは、インプラント可能な細胞収容サブシステム内において多孔質管又はガスのみを透過可能な内部ガスコンパートメントを介したガスの送達を可能にする機能を装備している。さらに、ガス発生装置サブシステムは、インプラントされたときに電気分解のための水へのアクセスを可能にし、それによりガス発生装置サブシステムを長期にわたるインプラント性を促す構成要素を含む。このシステムの用途は、バイオ人工臓器と見なされる、I型糖尿病(T1D)治療用の膵島(又は膵島類似体)インプラントである。

30

40

【0008】

皮下インプラント装置で従来使用されている種類の電解ガス発生装置に関して本発明者によって特定された1つの不都合は、多くのそのような電解ガス発生装置が、発生したガスを軸方向に、すなわち電解ガス発生装置の長手軸に沿って運ぶように構成されていることである。この種類の構造は、皮下インプラント装置全体の厚さを増大させる可能性があるため、不利になる可能性がある。容易に理解できるように、多くの場合において、皮下インプラント装置の厚さを最小化することが望ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【0009】

【文献】米国特許第6,368,592B1号

【文献】米国特許第10,231,817B2号

【発明の概要】

【0010】

本発明の目的は、新規な電解ガス発生装置を提供することにある。

【0011】

本発明の一態様によれば、反応物を電気分解して少なくとも第1のガスを発生させるための電解ガス発生装置が提供される。電解ガス発生装置は、(a)対向する第1の面及び第2の面を有するポリマー電解質膜と、(b)ポリマー電解質膜の第1の面に電氣的に結合されている第1の電極と、(c)ポリマー電解質膜の第2の面に電氣的に結合されている第2の電極と、(d)第1の電極に電氣的に結合されており、導電性リードを取り付ける際に使用するための第1の電気伝導性延長部を備え、第1の電極で発生したガスを側方向に運ぶためのガス導管をさらに備える第1の集電体と、(e)第2の電極に電氣的に結合されている第2の集電体と、(f)電流源と、(g)第1の集電体を電流源に電氣的に結合する第1の導電性リードであって、第1の電気伝導性延長部に固定された第1の端部を備える第1の導電性リードと、(h)第2の集電体を電流源に電氣的に結合する第2の導電性リードと、を備える。

10

【0012】

本発明のより詳細な特徴において、電解ガス発生装置は、水電解槽であってもよい。

20

【0013】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管の少なくとも一部は、第1の電気伝導性延長部の少なくとも一部を通過し得る。

【0014】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管の少なくとも一部は、第1の電気伝導性延長部の全体を通過し得る。

【0015】

本発明のより詳細な特徴において、第1の集電体は上部部材と下部部材とを備え、上部部材と下部部材とは、互いに結合され、ガス導管を共に画定し得る。

【0016】

本発明のより詳細な特徴において、第1の集電体は上部部材と下部部材とを備え、上部部材と下部部材とは、互いに結合され、ガス導管及び第1の電気伝導性延長部を共に画定し得る。

30

【0017】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管は、上部部材及び下部部材の少なくとも一方における1つ以上のエッチングによって形成され得る。

【0018】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管は、上部部材及び下部部材の双方における1つ以上のエッチングによって形成され得る。

【0019】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管は、下部部材の貫通孔と上部部材上の細長い凹部とによって形成され得、細長い凹部は、下部部材の貫通孔と整合した第1の端部と、上部部材の周囲の第2の端部とを有し得る。

40

【0020】

本発明のより詳細な特徴において、上部部材及び下部部材の双方が電気伝導性であってもよい。

【0021】

本発明のより詳細な特徴において、下部部材は電気伝導性であってもよく、上部部材は非電気伝導性であってもよい。

【0022】

50

本発明のより詳細な特徴において、第1の集電体は、導電性リードを取り付ける際に用いるための第2の電気伝導性延長部をさらに備え得る。

【0023】

本発明のより詳細な特徴において、第1の電気伝導性延長部と第2の電気伝導性延長部とは、互いに約180度離隔され得る。

【0024】

本発明のより詳細な特徴において、第1の電気伝導性延長部は、比較的幅の広い近位部分と比較的幅の狭い遠位部分とを有し得る。

【0025】

本発明のより詳細な特徴において、第1の電気伝導性延長部は、略均一な幅を有し得る。

【0026】

本発明のより詳細な特徴において、第2の集電体は、導電性リードを取り付ける際に用いるための第1の電気伝導性延長部を備え、第2の集電体は、第2の電極で発生したガスを側方方向に運ぶためのガス導管をさらに備え得る。

【0027】

本発明のより詳細な特徴において、第2の集電体のガス導管の少なくとも一部は、第2の集電体の第2の電気伝導性延長部の少なくとも一部を通過し得る。

【0028】

本発明のより詳細な特徴において、第2の集電体は上部部材と下部部材とを備え、上部部材と下部部材とは、互いに結合され、第2の集電体のガス導管を共に画定し得る。

【0029】

本発明のより詳細な特徴において、第2の集電体は上部部材と下部部材とを備え、上部部材と下部部材とは、互いに結合され、第2の集電体のガス導管及び第2の集電体の第1の電気伝導性延長部を共に画定し得る。

【0030】

本発明のより詳細な特徴において、電解ガス発生装置は、第1の電極と第1の集電体との間に挿入されたダイアフラムをさらに備えることができ、ダイアフラムは、電気伝導性であり、ダイアフラムが第1の集電体を第1の電極に電氣的に結合する第1の状態と、第1の集電体が第1の電極から少なくとも部分的に切断される第2の状態との間で可逆的に変形可能であり得る。

【0031】

本発明のより詳細な特徴において、ダイアフラムは、第1の電極で発生したガスを通過させるための開口を有することができ、開口は第1の電極と電氣的に接触しない位置でダイアフラムの周囲に近接して配置され得る。

【0032】

本発明の別の態様によれば、反応物を電気分解して少なくとも第1のガスを発生させるための電解ガス発生装置が提供される。電解ガス発生装置は、(a)対向する第1の面及び第2の面を有するポリマー電解質膜と、(b)ポリマー電解質膜の第1の面に電氣的に結合されている第1の電極と、(c)ポリマー電解質膜の第2の面に電氣的に結合されている第2の電極と、(d)第1の集電体アセンブリであって、(i)導電性リードを取り付ける際に使用するための第1の電気伝導性延長部を備え、第1の電極で発生したガスを側方方向に運ぶためのガス導管をさらに備える第1の集電体と、(ii)非電気伝導性であるフレームと、(iii)第1の集電体とフレームとの間に固定され、電気伝導性であり、第1の集電体が第1の電極に電氣的に結合されている第1の状態と、第1の集電体が第1の電極から少なくとも部分的に電氣的に切断されている第2の状態との間で可逆的に変形可能であるダイアフラムと、を備える第1の集電体アセンブリと、(e)電気伝導性であり、第2の電極に電氣的に結合されている第2の集電体と、(f)電流源と、(g)第1の集電体を電流源に電氣的に結合する第1の導電性リードであって、第1の電気伝導性延長部に固定された第1の端部を備える第1の導電性リードと、(h)第2の集電体を電流源に電氣的に結合する第2の導電性リードと、を備える。

10

20

30

40

50

【0033】

本発明のより詳細な特徴において、ダイヤフラムは、第1の電極で発生したガスを通過させるための開口を有することができ、開口は第1の電極と電氣的に接触しない位置でダイヤフラムの周囲に近接して配置され得る。

【0034】

本発明のより詳細な特徴において、第1の集電体は環状部分をさらに備えることができ、第1の電気伝導性延長部は、環状部分から半径方向外方に延在し得る。

【0035】

本発明のより詳細な特徴において、第1の集電体の環状部分は、その下面の環状凹部を備えることができ、環状凹部内にはガス導管への入口が配置され得、ダイヤフラムの開口は、第1の集電体の環状凹部と整合され得る。

10

【0036】

本発明のより詳細な特徴において、フレイムは環状であり、フレイムはその上面に環状凹部を備え得、フレイムは開口を有することができ、フレイムの開口はフレイムの環状凹部内に配置され得、フレイムの環状凹部は、ダイヤフラムの開口と整合され得る。

【0037】

本発明のより詳細な特徴において、第1の集電体は上部部材と下部部材とを備え、上部部材と下部部材とは、互いに結合され、ガス導管を共に画定し得る。

【0038】

本発明のより詳細な特徴において、第1の集電体は上部部材と下部部材とを備え、上部部材と下部部材とは、互いに結合され、ガス導管及び第1の電気伝導性延長部を共に画定し得る。

20

【0039】

本発明のより詳細な特徴において、電解ガス発生装置は、第1の集電体と係合して、第1の集電体を第1の状態に向けて付勢する弾性圧縮可能部材をさらに備え得る。

【0040】

本発明の別の目的は新規な集電体を提供することにある。

【0041】

本発明の一態様によれば、電解ガス発生装置で用いるための集電体が提供され、集電体は、(a) 電気伝導性の本体と、(b) 本体から側方方向に延在し、本体に電氣的に結合された電気伝導性の表面を備える延長部と、を備え、(c) 本体と延長部とが、本体内に第1の端部を有し、かつ延長部内に第2の端部を有するガス導管を共に画定する。

30

【0042】

本発明のより詳細な特徴において、本体は円盤状とすることができ、延長部は本体から半径方向に延在し得る。

【0043】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管の第1の端部は、本体の貫通孔で終了し得る。

【0044】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管の第1の端部は、本体の下面の開口部で終了し得る。

40

【0045】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管の第2の端部は、延長部の遠位端に配置され得る。

【0046】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管の第2の端部は、延長部の遠位端から近位方向に一定距離離隔されていてもよい。

【0047】

本発明のより詳細な特徴において、本体は環状とすることができ、延長部は本体から半径方向に延在し得る。

50

【0048】

本発明のより詳細な特徴において、本体及び延長部は、上部部材と下部部材とを接合することによって形成され得、上部部材と下部部材とは、互いに結合され、ガス導管を共に画定し得る。

【0049】

本発明のより詳細な特徴において、本体及び延長部は、上部部材と下部部材とを接合することによって形成され得、上部部材と下部部材とは、互いに結合され、ガス導管及び延長部を共に画定し得る。

【0050】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管は、上部部材及び下部部材の少なくとも一方における1つ以上のエッチングによって形成され得る。

【0051】

本発明のより詳細な特徴において、ガス導管は、上部部材及び下部部材の双方における1つ以上のエッチングによって形成され得る。

【0052】

本発明のより詳細な特徴において、本体は、1つ以上の細孔をさらに含み得る。

【0053】

本明細書及び特許請求の範囲では、本発明を所定の向きに配置したか、又は所定の向きから見た場合の当該発明を説明するために、「上」、「下」、「近位」、「遠位」、「上側」、「下側」、「前」、及び「後」などの様々な関係語を用いることがある。本発明の向きを変えることにより、それに応じて特定の関係語を調整する必要がある可能性があることを理解されたい。

【0054】

本発明の追加の目的、並びに態様、特徴及び利点は、一部は以下の説明に記載されており、また一部は説明から明らかであるか、又は本発明の実施によって学習され得る。説明では、その一部をなし、本発明を実施するための様々な実施形態が例示として示されている添付図面が参照される。実施形態は、当業者が本発明を実施可能なように十分に詳細に説明され、また他の実施形態を用いてもよく、本発明の範囲から逸脱することなく、構造上の変更を行うことができることを理解されたい。したがって、以下の詳細な説明は、限定的な意味で解釈されるべきではなく、本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲によって最もよく定義される。

【図面の簡単な説明】

【0055】

本明細書に組み込まれ、本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の様々な実施形態を示し、説明と共に、本発明の原理を説明するのに役立つ。これらの図面は必ずしも一定の縮尺で描かれているわけではなく、説明のために、特定の構成要素の寸法が過度に小さかったり大きかったりする可能性がある。図面では、同様の符号は同様の部品を表す。

【0056】

【図1】本発明の教示に従って構成された電解ガス発生装置の第1の実施形態の上面斜視図である。

【図2】図1の電解ガス発生装置の下面斜視図である。

【図3】図1の電解ガス発生装置の部分分解斜視図であり、他の場合には見えないアノード集電体及びカソード集電体の特定の特徴が想像線で示されている。

【図4(a)】図3に示す膜電極アセンブリの上面斜視図である。

【図4(b)】図3に示す膜電極アセンブリの下面斜視図である。

【図5(a)】図1に示すアノード集電体アセンブリの上面斜視図である。

【図5(b)】図1に示すアノード集電体アセンブリの下面斜視図である。

【図6(a)】図5(a)に示すアノード集電体の拡大下面斜視図である。

【図6(b)】図5(a)に示すアノード集電体の断面図である。

【図7】図6(a)に示すアノード集電体の上部部材の下面斜視図である。

10

20

30

40

50

- 【図 8】図 6 (a) に示すアノード集電体の下部部材の上面斜視図である。
- 【図 9 (a)】図 1 に示すカソード集電体アセンブリの上面斜視図である。
- 【図 9 (b)】図 1 に示すカソード集電体アセンブリの下面斜視図である。
- 【図 10 (a)】図 9 (a) に示すカソード集電体の拡大上面斜視図である。
- 【図 10 (b)】図 9 (a) に示すカソード集電体の断面図である。
- 【図 11】図 10 (a) に示すカソード集電体の上部部材の下面斜視図である。
- 【図 12】図 10 (a) に示すカソード集電体の下部部材の上面斜視図である。
- 【図 13 (a)】図 6 (a) に示すアノード集電体とは別のアノード集電体の実施形態の上面斜視図である。
- 【図 13 (b)】図 6 (a) に示すアノード集電体とは別のアノード集電体の実施形態の下面斜視図である。
- 【図 14】図 13 (a) に示すアノード集電体の下部部材の上面図である。
- 【図 15】図 13 (a) に示すアノード集電体の上部部材の下面図である。
- 【図 16 (a)】図 10 (a) に示すカソード集電体とは別のカソード集電体の実施形態の上面斜視図である。
- 【図 16 (b)】図 10 (a) に示すカソード集電体とは別のカソード集電体の実施形態の下面斜視図である。
- 【図 17】図 16 (a) に示すカソード集電体の下部部材の上面図である。
- 【図 18】図 16 (a) に示すカソード集電体の上部部材の上面図である。
- 【図 19】本発明の教示に従って構成された電解ガス発生装置の第 2 の実施形態の上面斜視図である。
- 【図 20】図 19 の電解ガス発生装置の下面斜視図である。
- 【図 21】図 19 の電解ガス発生装置の部分分解斜視図であり、他の場合には見えないアノード集電体及びカソード集電体の特定の特徴が想像線で示されている。
- 【図 22】図 21 に示すアノード支持アセンブリの拡大斜視図である。
- 【図 23】線 2 2 - 2 2 に沿って得られた図 2 2 のアノード支持アセンブリの断面図である。
- 【図 24】図 21 に示すアノード集電体アセンブリの上面斜視図である。
- 【図 25】線 2 4 - 2 4 に沿って得られた図 2 4 のアノード集電体アセンブリの断面図である。
- 【図 26 (a)】図 24 に示すアノード集電体アセンブリの部分分解上面斜視図である。
- 【図 26 (b)】図 24 に示すアノード集電体アセンブリの部分分解下面斜視図である。
- 【図 27 (a)】図 24 に示すアノード集電体の上面斜視図である。
- 【図 27 (b)】図 24 に示すアノード集電体の下面斜視図である。
- 【図 27 (c)】図 24 に示すアノード集電体の断面図である。
- 【図 28】図 24 に示すアノード集電体の上部部材の下面斜視図である。
- 【図 29 (a)】図 24 に示すアノード集電体の下部部材の上面斜視図である。
- 【図 29 (b)】図 24 に示すアノード集電体の下部部材の下面斜視図である。
- 【図 30】図 24 に示すアノード集電体のフレームの上面斜視図である。
- 【図 31 (a)】図 21 に示すカソード集電体の上面斜視図である。
- 【図 31 (b)】図 21 に示すカソード集電体の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0057】

本発明は、一部では新規の電解ガス発生装置に関し、また一部では電解ガス発生装置に用いるための電気リードターミナルとガスポートターミナルとの組み合わせに関する。

【0058】

一実施形態によれば、本発明は、エンドプレート上のねじ込み継手の必要性を排除する薄型の電解ガス発生装置のインプラントを可能にする。本発明の好ましい態様によれば、ガスを捕捉し、そのガスを内側空間を通して側方方向に送るターミナルが提供され、ターミナルは、目的地に直接接続されるか、又はガスを他の場所に送るためにターミナルに取

10

20

30

40

50

り付けられた管を有することができる。本発明は、インプラント可能な装置に限定されるものではなく、水平方向の空間が限られているか、又はシステムの簡素化が望まれる任意のシステムに適用することができる。

【0059】

本発明の1つの特徴によれば、ガスを運び、電流を流すための装置が提供される。装置は、電気伝導性材料の内側空間を通るガスの流路を備える。電気伝導性材料は、用途に応じて、様々な形状にエッチングされるか、又は他の方法で形成されることが可能であり、内側空間の形状は、所望の末端に応じて変更され得る。

【0060】

ここで図1～図3を参照すると、電解ガス発生装置の第1の実施形態の様々な図が示されている。電解ガス発生装置は、本発明の教示に従って構築されており、全体を符号11によって表されている。本出願の他の箇所でも議論されているか、又は本発明の理解に重要ではない電解ガス発生装置11の詳細は、図1～図3の1つ以上から、若しくは本明細書の付随する説明から省略されたり、又は簡略化された形で、図1～図3の1つ以上を示されたり、かつ／若しくは本明細書に記載されたりする場合がある。例えば、電解ガス発生装置11を動作させるために用いることができるバッテリーなどの電流源は、図1～図3には示されていない。

【0061】

電解ガス発生装置11は、水電解槽の形態であってもよく、特にインプラント可能な水電解槽の形態であってもよい。電解ガス発生装置11は、膜電極アセンブリ(membrane electrode assembly: MEA) 13、アノード支持体15、カソード支持体17、アノード集電体アセンブリ19、及びカソード集電体アセンブリ21を備え得る。

【0062】

図4(a)及び図4(b)にも個別に示した膜電極アセンブリ13は、固体ポリマー電解質膜(PEM) 23を備え得る。ポリマー電解質膜23は、好ましくは、非多孔質であり、イオン伝導性であり、非電気伝導性であり、液体透過性であり、かつ実質的にガス不透過性の膜である。ポリマー電解質膜23は、均質なパーフルオロスルホン酸(perfluorosulfonic acid: PFSA) ポリマーからなるか、又はそれを含み得る。当該PFSAポリマーは、テトラフルオロエチレンとパーフルオロビニルエーテルスルホン酸との共重合によって形成され得る。例えば、1966年11月1日に発行された発明者Connollyらの米国特許第3,282,875号、1984年9月11日に発行された発明者Ezzellらの米国特許第4,470,889号、1984年10月23日に発行された発明者Ezzellらの米国特許第4,478,695号、及び2002年12月10日に発行された発明者Cisarの米国特許第6,492,431号を参照されたい。これらの特許文献は、参照により全体として本明細書に組み込まれる。PFSAポリマー電解質膜の商業的实施形態は、The Chemours Company FC, LLC(ノースカロライナ州ファイエットビル)によって、NAFION(商標)押出キャストPFSAポリマー膜として製造されている。

【0063】

ポリマー電解質膜23は、連続したフィルム又はシートの形態である略平面の単一構造とすることができる。本実施形態では、上又は下から見た場合、ポリマー電解質膜23は、略円形を有し得る。また、電解ガス発生装置11の全体形状は、上又は下から見た場合、ポリマー電解質膜23の形状に略一致し得る。しかしながら、ポリマー電解質膜23、及び電解ガス発生装置11は、全体として、略円形に限定されるものではなく、略矩形又は他の適切な形状を有してもよいことが理解されるべきである。

【0064】

膜電極アセンブリ13は、アノード電極触媒層25及びカソード電極触媒層27をさらに備え得る。アノード電極触媒層25は、ポリマー電解質膜23と直接接触させて配置することができる。本実施形態では、ポリマー電解質膜23の上面の一部に対して中心に、か

10

20

30

40

50

つ真上に、接触して配置されるように示されている。アノード電極触媒層 25 は、電解ガス発生装置 11 のアノードの電気化学的に活性な領域を画定し、好ましくは、高反応率の表面酸化反応を維持するのに十分に、多孔質であり、電気伝導性であり、イオン伝導性である。アノード電極触媒層 25 は、PEMベースの水電解槽で従来用いられている種類のアノード電極触媒層であってもよく、高反応率の電気化学反応を維持することができる、微粉化された耐食性で電気伝導性（かつ場合によりイオン伝導性）の材料（例えば、金属粉末）の形態にある電極触媒粒子を含み得る。機械的な固着を提供するために、電極触媒粒子を、好ましくはイオン伝導性であるバインダーと共に、アノード電極触媒層 25 内に分散させることができる。

【0065】

カソード電極触媒層 27 は、ポリマー電解質膜 23 と直接接触させて配置することができる、本実施形態では、ポリマー電解質膜 23 の下面の一部に対して中心に、かつ真下に、接触して配置されるように示されている。カソード電極触媒層 27 は、電解ガス発生装置 11 のカソードの電気化学的に活性な領域を画定し、好ましくは、高反応率の表面還元反応を維持するのに十分に多孔性であり、電気伝導性であり、イオン伝導性である。カソード電極触媒層 27 は、PEMベースの水電解槽で従来用いられている種類のカソード電極触媒層であってもよく、高反応率の電気化学反応を維持することができる微粉化された耐食性で電気伝導性（かつ場合によりイオン伝導性）の材料（例えば、金属粉末）の形態にある電極触媒粒子を含み得る。機械的な固着を提供するために、電極触媒粒子を、好ましくはイオン伝導性であるバインダーと共に、カソード電極触媒層 27 内に分散させることができる。

【0066】

アノード支持体 15 は、PEMベースの水電解槽で従来使用されている種類のアノード支持体であってもよく、例えば、多孔質チタン（又は類似の適切な多孔質で、耐食性であり、電気伝導性の材料）のフィルム又はシートとすることができ、アノード電極触媒層 25 の上に直接接触して配置され得る。好ましくは、アノード支持体 15 は、ガスがアノード支持体 15 を通って容易に拡散するのに十分に多孔質である。この目的のために、アノード支持体 15 は、例えば、約 0.0005 ~ 0.5 mm のオーダーの細孔サイズを有し得る。アノード支持体 15 はまた、ガス拡散をさらに支援するために、例えば、0.1 ~ 10 mm のオーダーの巨視的なチャンネル構造（channel features）を備えてもよい。さらに、アノード支持体 15 は、アノード電極触媒層 25 と以下で議論するアノード側集電体との間の電氣的接続性を提供するために電気伝導性であり、アノード支持体 15 はまた、好ましくは非イオン伝導性である。アノード支持体 15 は、アノード電極触媒層 25 と直接接触させて配置することができ、本実施形態では、アノード電極触媒層 25 がポリマー電解質膜 23 とアノード支持体 15 との間に挟まれて、ポリマー電解質膜 23 及びアノード支持体 15 と接触し得るように、アノード電極触媒層 25 の上に直接に配置されるように示されている。アノード支持体 15 は、アノード電極触媒層 25 を全体的に覆うような寸法に形成されてよく、アノード支持体 15 は、好ましくは、アノード電極触媒層 25 のフットプリントに略一致するような寸法に形成されている。これにより、アノード支持体 15 及びアノード電極触媒層 25 は、電解ガス発生装置 11 のアノードとして一体的に機能し得る。支持ガスケット 29 は、ゴム、軟質プラスチック、又は例えば VITON（登録商標）合成ゴム材料（The Chemours Company FC, LLC、ノースカロライナ州ファイエットビル）などのフッ素エラストマーゴム材料といった、可撓性でコンプライアントな（規格に準拠した）非多孔質材料で作製されてもよい。支持ガスケット 29 は、アノード支持体 15 の周囲を取り囲み、アノード支持体 15 を流体的に封止し、電氣的に絶縁することができる。好ましくは、支持ガスケット 29 は、その周囲がポリマー交換膜 23 の周囲と略一致するような寸法に形成されている。

【0067】

カソード支持体 17 は、PEMベースの水電解槽で従来使用されている種類のカソード支持体であってもよく、例えば、多孔質炭素（又は類似の適切な多孔質で、耐食性の電気

10

20

30

40

50

伝導性材料)のフィルム又はシートとすることができ、カソード電極触媒層27の下に直接接触して配置され得る。好ましくは、カソード支持体17は、ガスがカソード支持体17を通して容易に拡散するのに十分に多孔質である。この目的のために、カソード支持体17は、例えば、約0.005~0.5mmのオーダーの細孔サイズを有し得る。カソード支持体17はまた、ガス拡散をさらに支援するために、例えば、0.1~10mmのオーダーの巨視的なチャンネル構造を備えてもよい。さらに、カソード支持体17は、カソード電極触媒層27と以下で議論するカソード側集電体との間の電氣的接続性を提供するために電気伝導性であり、カソード支持体17はまた、好ましくは非イオン伝導性である。カソード支持体17は、カソード電極触媒層27と直接接触させて配置することができ、本実施形態では、カソード電極触媒層27がポリマー電解質膜23とカソード支持体17との間に挟まれて、ポリマー電解質膜23及びカソード支持体17と接触し得るように、カソード電極触媒層27の真下にカソード電極触媒層27と接触して配置されるように示されている。カソード支持体17は、カソード電極触媒層27を全体的に覆うような寸法に形成されてよく、カソード支持体17は、好ましくは、カソード電極触媒層27のフットプリントに略一致するような寸法に形成されている。これにより、カソード支持体17及びカソード電極触媒層27は、電解ガス発生装置11のカソードとして一体的に機能し得る。支持ガスケット31は、ゴム、軟質プラスチック、又は例えばフッ素エラストマーゴム材料などの可撓性でコンプライアントな非多孔質材料で作製されてもよく、カソード支持体17の周囲を取り囲み、カソード支持体17を流体的に封止し、電氣的に絶縁することができる。好ましくは、支持ガスケット31は、その周囲がポリマー交換膜23の周囲と略一致するような寸法に形成されている。

【0068】

図5(a)及び図5(b)にも個別に示したアノード集電体アセンブリ19は、アノード集電体41と、一定長さの管43とを備え得る。

【0069】

図6(a)及び図6(b)にも個別に示したアノード集電体41は、アノード支持体15及び支持ガスケット29の上に直接接触して配置され得る。

【0070】

以下でさらに議論するように、アノード集電体41は、2つの異なる機能を果たすように、すなわち、(1)アノード支持体15からアノード集電体41に(例えば、はんだ付けにより)導電的に取り付けられた電気導電性リード45(図5(a)に想像線で図示)に電流を伝導し、(2)アノード電極触媒層25で発生され、アノード支持体15を通過するガス(例えば、 O_2)を管43に沿って案内するように構築され得る。

【0071】

本実施形態では、アノード集電体41は、円盤部分47を含むような形状に形成され得る。円盤部分47は、アノード支持体15及び支持ガスケット29が組み合わされたフットプリントに略一致するような寸法に形成され得、入口49を含むような形状に形成され得る。電解ガス発生装置11のアノードで発生したガス(例えば、 O_2)を受け入れるために用いられ得る入口49には、円盤部分47の下面からアクセスすることができる。本実施形態では、入口49は、円盤部分47の中央に位置するものとして示されているが、入口49は、中央に配置される必要はなく、アノード支持体15のある部分に配置されているだけでよい。

【0072】

アノード集電体41は、さらに第1の延長部53を含むような形状に形成され得る。第1の延長部53は、円盤部分47から半径方向外方に一定距離にわたって延在し得る。本実施形態では、第1の延長部53は、比較的幅の広い近位部分55と、比較的幅の狭い遠位部分57とを含むような形状に形成され得る。これにより、管43は、第1の延長部53の遠位部分57上に同軸的に取り付けることができ、バッテリー又はそれに類似の適切な電流源に電氣的に結合され得る導電性リード45は、第1の延長部53の近位部分55に取り付けることができる。換言すると、第1の延長部53の遠位部分57は、管43を受

け入れるための継手として機能することができ、第１の延長部５３の近位部分５５は、導電性リード４５のための接触面として機能することができる。必要に応じて、導電性リード４５は、管４３とほぼ平行の向きで近位部分５５に取り付けることができるが、このような平行な配向は必須ではない。また、第１の延長部５３は、幅が異なる部分を有する必要はなく、代わりに、その全長にわたって一定の幅を有してもよいことを理解されたい。

【００７３】

内側空間５９が、アノード集電体４１内に設けられ、入口４９から第１の延長部５３の遠位端６１まで連続的に延在することができ、内側空間５９は、遠位端６１で出口６３において終了する。これにより、以下でさらに説明するように、電解ガス発生装置１１のアノードで発生する酸素などのガスは、入口４９を通してアノード集電体４１に進入し、内側空間５９を通して移動し、出口６３から出ることができる。したがって、入口４９から出口６３に及ぶ流体経路は、アノード集電体４１を介してガスを側方方向に運ぶためのガス導管として機能する。

【００７４】

アノード集電体４１は、さらに第２の延長部６５を含むような形状に形成され得る。第２の延長部６５は、円盤部分４７から半径方向外方に一定距離にわたって延在することができ、導電性リード４５を取り付けるための代わりの場所として機能し得る。本実施形態では、第１の延長部５３と第２の延長部６５とは、円盤部分４７の周囲で約１８０度の角度で互いに離隔され得る。このように離隔させることは、例えば、アノード集電体アセンブリ１９とカソード集電体アセンブリ２１とを互いに対して１８０度の角度に向け、それでも導電性リードは実質的に同じ方向に延在させたい場合に望ましい可能性がある。このように離隔させることは、本実施形態の場合のように、アノード集電体アセンブリ１９及びカソード集電体アセンブリ２１を実質的に同じ方向に向けたいが、導電性リードは反対方向に延ばしたい場合にも望ましいことがある。理解できるように、そのような機能が望まれない場合には、第２の延長部６５は省略されてもよい。

【００７５】

本実施形態では、アノード集電体４１は、上部部材７１と下部部材７３との接合によって形成することができ、上部部材７１と下部部材７３とは、略一致するフットプリントを有する（しかしながら、代わりに、アノード集電体４１を単一の材料片から作ることも可能である）。図７にも個別に示した上部部材７１は、円形の第１の凹部７７を有する下面７５を含むような形状に形成され得る。図８にも個別に示した下部部材７３は、対応する寸法に形成され配置された貫通孔７９を含むような形状に形成され得る。これにより、整合された凹部７７と貫通孔７９とが、入口４９を共に画定し得る。上部部材７１の下面７５は、さらに凹部７７からタブ８５の遠位端８３まで延在する径方向溝又は径方向凹部８１を含むような形状に形成され得、溝８１と下部部材７３とが、内側空間５９を共に画定し得る。本実施形態では、上部部材７１は溝８１を含み、下部部材７３は溝８１と同様の構造を含まないが、上部部材７１及び下部部材７３のいずれか一方又は双方が、内側空間を形成する際に用いるために、溝８１と同様の構造を含んでもよいことを理解されたい。

【００７６】

本実施形態では、上部部材７１及び下部部材７３のそれぞれを硬質の電気伝導性プレートとすることができる。上部部材７１及び／又は下部部材７３としての使用に適した材料の例には、チタン、ニオブ、及びジルコニウムなどの様々な導電性かつ耐食性の金属が含まれ得る。他の例には、電気伝導性ポリマー又は電気伝導性粒子を分散させたポリマーが含まれ得る。上部部材７１及び下部部材７３がチタン又は類似の導電性かつ耐食性の材料で形成されている場合、上部部材７１と下部部材７３とは、拡散接合又は他の任意の適切な技術によって接合され得る。さらに、上部部材７１及び下部部材７３がチタン又は類似の導電性かつ耐食性の材料で形成されている場合、凹部７７、貫通孔７９及び溝８１は、エッチング（例えば、フォトリソグラフィエッチング、化学エッチング）又は任意の他の適切な技術によって形成され得る。好ましくは、上部部材７１及び下部部材７３のそれぞれは、非多孔性かつ実質的にガス不透過性である材料で作製されている。これにより、アノード集電体

４１を通過して案内される実質的にすべてのガスは、入口４９を通過して進入し、内側空間５９を通過して移動し、出口６３を通過して出ることができる。

【００７７】

上部部材７１及び下部部材７３の双方が電気伝導性であってもよいが、電気伝導性材料から下部部材７３を作製し、非電気伝導性材料から上部部材７１を作製することもできる。しかしながら、このような場合には、導電性リード４５は下部部材７３に取り付けなければならない。

【００７８】

管４３は、ポリエーテルエーテルケトン（ＰEEK）などのポリマー、又は好ましくはガス不透過性であるか、若しくは非常に限られたガス透過性である任意の他の適切な材料で作製された円筒管を含み得る。本実施形態では、管４３は延長部５３上に取り付けられているが、管４３を内側空間５９内に挿入することもできることを理解されたい。

【００７９】

図９（ａ）及び図９（ｂ）にも個別に示したカソード集電体アセンブリ２１は、カソード集電体９１と、一定長さの管９３とを備え得る。

【００８０】

図１０（ａ）及び図１０（ｂ）にも個別に示したカソード集電体９１は、カソード支持体１７及び支持ガスケット３１の下に直接接触して配置され得る。以下でさらに議論するように、カソード集電体９１は、２つの異なる機能を果たすように、すなわち、（１）カソード支持体１７からカソード集電体９１に（例えば、はんだ付けにより）導電的に取り付けられた電気導電性リード９５（図９（ａ）に想像線で図示）に電流を伝導し、（２）カソード電極触媒層２７で発生し、カソード支持体１７を通過するガス（例えば、 H_2 ）を管９３に沿って案内するように構築され得る。

【００８１】

本実施形態では、カソード集電体９１は、多くの点でアノード集電体４１と類似し得る。したがって、カソード集電体９１は、円盤部分９７を含むような形状に形成され得る。円盤部分９７は、カソード支持体１７と支持ガスケット３１との組み合わせられたフットプリントに略一致するような寸法に形成され得る。円盤部分９７は、入口９９を含むような形状に形成され得る。入口９９は、電解ガス発生装置１１のカソードで発生したガスを受け入れるために用いられ得る。本実施形態では、入口９９は、円盤部分４７の厚さ全体に延在する貫通孔として示されているが、入口９９は、貫通孔である必要はなく、代わりに、円盤部分９７の上面から円盤部分９７の厚さの一部のみを通過して延在する開口部であってもよいことを理解されたい。また、本実施形態では、入口９９は、円盤部分９７の中央に位置するものとして示されているが、入口９９は、中央に配置される必要はなく、カソード支持体１７のある部分の上に配置されているだけでよい。

【００８２】

円盤部分９７はまた、円盤部分９７の厚さ全体に延在する複数の細孔１００を含むような形状に形成され得る。細孔１００を用いて、水蒸気を上方に通過させ、MEA１３に送達して、水蒸気が電気分解されるようにすることができる。

【００８３】

カソード集電体９１は、さらに第１の延長部１０３を含むような形状に形成され得る。第１の延長部１０３は、円盤部分９７から半径方向外方に一定距離にわたって延在し得る。本実施形態では、第１の延長部１０３は、比較的幅の広い近位部分１０５と、比較的幅の狭い遠位部分１０７とを含むような形状に形成され得る。これにより、以下で明らかとなる目的のために、管９３を第１の延長部１０３の遠位部分１０７上に同軸的に取り付けることができ、バッテリー（導電性リード４５が電氣的に結合されているのと同じバッテリーの反対側のターミナルなど）又は別の類似の適切な電流源に電氣的に結合され得る導電性リード９５を第１の延長部１０３の近位部分１０５に取り付けることができる。換言すると、第１の延長部１０３の遠位部分１０７は、管９３を受け入れるための継手として機能することができ、第１の延長部１０３の近位部分１０５は、導電性リード９５のための接

10

20

30

40

50

触面として機能することができる。必要に応じて、導電性リード95は、管93とほぼ平行の向きで近位部分105上に取り付けることができるが、このように平行な配向は必須ではない。また、第1の延長部103は、幅が異なる部分を有する必要はなく、代わりに、その全長にわたって一定の幅を有してもよいことを理解されたい。

【0084】

内側空間109が、カソード集電体91内に設けられ、入口99から第1の延長部103の遠位端111まで連続的に延在することができ、内側空間109は、遠位端111で出口113において終了する。これにより、以下でさらに説明するように、電解ガス発生装置11のカソードで発生する水素などのガスは、入口99を通してカソード集電体91に進入し、内側空間109を通して移動し、出口113から出ることができる。したがって、入口99から出口113に及ぶ流体経路は、カソード集電体91を介してガスを側方方向に運ぶためのガス導管として機能する。

【0085】

カソード集電体91は、さらに第2の延長部115を含むような形状に形成され得る。第2の延長部は、円盤部分97から半径方向外方に一定距離にわたって延在することができ、導電性リード95を取り付けるための代わりの場所として機能し得る。本実施形態では、第1の延長部103及び第2の延長部115は、円盤部分97の周囲で約180度の角度で互いに離隔され得る。このように離隔させることは、例えば、カソード集電体アセンブリ21及びアノード集電体アセンブリ19を互いに対して180度の角度に向け、それでも導電性リードは実質的に同じ方向に延ばしたい場合に望ましい可能性がある。このように離隔させることは、本実施形態の場合のように、カソード集電体アセンブリ21及びアノード集電体アセンブリ19を実質的に同じ方向に向けたいが、導電性リードは反対方向に延ばしたい場合にも望ましい可能性がある。理解できるように、そのような機能が望まれない場合には、第2の延長部115は省略されてもよい。

【0086】

本実施形態では、カソード集電体91は、上部部材121と下部部材123との接合によって形成することができ、上部部材121と下部部材123とが略一致するフットプリントを有する（しかしながら、代わりに、カソード集電体91を単一の材料片から作ることも可能である）。図11にも個別に示した上部部材121は、大きな貫通孔127と、一連の小さな貫通孔128とを含むような形状に形成することができ、図12にも個別に示した下部部材123は、大きな貫通孔129と、一連の小さな貫通孔130とを含むような形状に形成することができる。これにより、整合された貫通孔127と貫通孔129とが、入口99を共に画定することができ、また整合された小さな貫通孔128と小さな貫通孔130とが、細孔100を共に画定することができる。上部部材121の下面132は、さらに貫通孔127からタブ135の遠位端134まで延在する径方向溝又は径方向凹部133を含むような形状に形成することができ、溝133と下部部材123とが、内側空間109を共に画定する。本実施形態では、上部部材121は溝133を含み、下部部材123は溝133と同様の構造を含まないが、上部部材121及び下部部材123のいずれか一方又は双方が、内側空間を形成する際に用いるために、溝133と同様の構造を含んでもよいことを理解されたい。

【0087】

本実施形態では、上部部材121及び下部部材123のそれぞれを硬質の電気伝導性プレートとすることができる。上部部材121及び／又は下部部材123としての使用に適した材料の例には、チタン、ニオブ、及びジルコニウムなどの様々な導電性かつ耐食性の金属が含まれ得る。他の例には、電気伝導性ポリマー又は電気伝導性粒子を分散させたポリマーが含まれ得る。上部部材121及び下部部材123がチタン又は類似の導電性かつ耐食性の材料で形成されている場合、上部部材121と下部部材123とは、拡散接合又は他の任意の適切な技術によって接合され得る。さらに、上部部材121及び下部部材123がチタン又は類似の導電性かつ耐食性の材料で形成されている場合、貫通孔127、128、129、及び130、並びに溝133は、エッチング（例えば、フォトリソグラフィ）によって形成され得る。

グ、化学エッチング）又は他の適切な技術によって形成され得る。好ましくは、上部部材 121 及び下部部材 123 のそれぞれは、非多孔性かつ実質的にガス不透過性である材料で作製されている。これにより、カソード集電体 91 を通って案内される実質的にすべてのガスは、入口 99 を通って進入し、内側空間 99 を通って移動し、出口 113 を通って出ることができる。

【0088】

上部部材 121 及び下部部材 123 の双方が電気伝導性であってもよいが、上部部材 121 を電気伝導性材料から作製し、下部部材 123 を非電気伝導性材料から作製することもできる。しかしながら、そのような場合には、導電性リード 95 は、上部部材 121 に取り付けられなければならない。

【0089】

管 93 は、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）などのポリマー、又は好ましくはガス不透過性であるか、若しくは非常に限られたガス透過性である任意の他の適切な材料で作製された円筒管を含み得る。本実施形態では、管 93 は延長部 103 上に取り付けられているが、管 93 を内側空間 109 内に挿入することができることを理解されたい。

【0090】

電解ガス発生装置 11 は、ハウジングベース 151 及びハウジングカバー 153 をさらに備えることができ、ハウジングベース 151 とハウジングカバー 153 とは、電解ガス発生装置 11 の他の構成要素の多くを保持するために用いられ得るハウジングを共に画定する。硬質で耐久性のある材料で作製された単一構造とすることができるハウジングベース 151 は、下壁 155、側壁 157、及び開放した上部を含むような形状に形成され得る。下壁 155 は、液体の水などの流体がハウジングの内部に進入することができるように設計された 1 つ以上の開口部 159 を含むような形状に形成され得る。側壁 157 は、延長部 53 及び 103 が通過できるように設計された第 1 の開口部 161 を含むような形状に形成され、また延長部 65 及び 115 が通過できるように設計された第 2 の開口部 163 を含むような形状に形成され得る。硬質で耐久性のある材料で作製された単一構造とすることができるハウジングカバー 153 は、上部部分 165 及び下部部分 167 を含むような形状に形成され得る。上部部分 165 は、ハウジングベース 151 のフットプリントに略一致するような形状に形成され、側壁 157 の上面の上に直接着座するように設計された下面を有し得る。下部部分 167 は、ハウジングベース 151 の内径に略一致するフットプリントを有するような形状に形成され、ハウジング内に積み重ねられた構成要素を圧縮するのに助けるために用いられ得る。これにより、ハウジングベース 151 及びハウジングカバー 153 は、電解ガス発生装置 11 の構成要素のためのハウジングを提供するように機能するだけでなく、エンドプレートとしても機能する。

【0091】

ハウジングベース 151 は、好ましくは、非電気伝導性材料で作製されている。ハウジングカバー 153 は、電気伝導性材料で作製されていてもよいし、又は非電気伝導性材料で作製されていてもよい。本実施形態のように、ハウジングカバー 153 が電気伝導性材料で作製されている場合には、電解ガス発生装置 11 は、ハウジングカバー 153 をアノード集電体アセンブリ 19 から電氣的に絶縁するための電気絶縁体 171 を追加で備え得る。

【0092】

電解ガス発生装置 11 は、水制御膜 181 及び 182 をさらに備え得る。水制御膜 181 及び 182 は、カソード集電体アセンブリ 21 とハウジングベース 151 の下壁 155 との間に配置され得る。本実施形態では、水制御膜 181 は、安定で首尾一貫した水蒸気源を促進するために生物付着を防止する生体適合性膜とすることができる。水制御膜 181 として用いるのに適し得る材料の例は、少なくともいくつかの細孔が直径 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上であり、好ましい厚さの範囲が $30\sim 50\text{ }\mu\text{m}$ である延伸 PTFE である。水制御膜 181 の直上に配置され得る水制御膜 182 は、蒸気輸送膜の形態であってもよい。水制御膜 182 としての使用に適した材料の例には、ZITEX（登録商標）多孔質ポリテトラフル

10

20

30

40

50

オロエチレン、GORE-TEX（登録商標）延伸ポリテトラフルオロエチレン、シリコーンゴム、PTFE、及びTEFLON（登録商標）ポリテトラフルオロエチレンが含まれ得るが、これらに限定されるものではない。リング１８３は、水制御膜１８１とハウジング１５１の下壁１５５との間に配置され得る。

【００９３】

電解ガス発生装置１１は、ガス拡散層１９１をさらに備え得る。ガス拡散層１９１は、炭素紙又は類似の材料で作製することができ、水制御膜１８２とカソード集電体アセンブリ２１との間に配置することができる。ガスケット１９３は、ゴム又は軟質プラスチックなどの可撓性でコンプライアントな非多孔質材料で作製され得る。ガスケット１９３は、ガス拡散層１９１の周囲を取り囲み、ガス拡散層１９１を流体的に封止し、電氣的に絶縁することができる。

10

【００９４】

使用中、電解ガス発生装置１１は、水が存在する環境（ヒト又は非ヒト動物の体内の適切な場所などであるが、これに限定されない）に配置することができ、導電性リード４５及び９５は、バッテリー又は類似の電流源（これもヒト又は非ヒト動物の体内に存在し得るが、そうである必要はない）に結合され得る。水は開口部１５９を通過してハウジングに進入することができ、そのような水が液体の形態にある限り、そのような水は水蒸気として水制御膜１８１及び１８２を通過することができる。水蒸気は、次にガス拡散層１９１を通過し、次に細孔１００（及び入口９９）を通過し、次に膜電極アセンブリ１３に到達することができる。すると水蒸気は電気分解されて、アノード電極触媒層２５で酸素ガスを生成し、カソード電極触媒層２７で水素ガスを生成し得る。アノード電極触媒層２５で生成された酸素ガスは、アノード支持体１５を通過し、次いで入口４９を通過してアノード集電体４１の内側空間５９に進入し得る。酸素ガスは、次に出口６３を通過して内側空間５９から出て、管４３を使用して案内され得る。これにより、例えば、管４３の遠位端が、インプラントされた細胞カプセルなどに結合されている場合、酸素ガスが細胞カプセルに供給され得る。カソード電極触媒層２７で生成された水素ガスは、カソード支持体１７を通過し、次いで入口９９を通過してカソード集電体９１の内側空間１０９に進入することができる（いくらかの水素ガスが、カソード集電体９１の厚さを完全に通過し得る限り、細孔１００を介するか、入口９９を介するか、又はそれらの双方を介するかは、重要ではない）。水素ガスは、次に、出口１１３を通過してカソード集電体９１の内側空間１０９から出て、管９３を使用して案内され得る。管９３の遠位端は、水素ガスが息の吐き出し中に放出され得るようにネイティブな脈管構造の近くに配置されてもよいし、又は２０１８年１１月８日に公開された発明者Ferranteらの米国特許出願公開第２０１８／０３１８５６６Ａ１号及び２０１８年５月１７日に公開された発明者Ferranteらの米国特許出願公開第２０１８／０１３３３８３Ａ１号に開示されている種類のガス拡散装置に結合されてもよく、水素は上記特許文献の教示に従って放出され得る。上記特許文献は双方とも、参照により全体として本明細書に組み込まれる。

20

30

【００９５】

理解できるように、電解ガス発生装置１１の１つの利点は、従来のガス発生装置と比較して、その薄型設計にあり、これは、一つには、発生したガスが軸方向に導出されるのではなく半径方向に導出され得ることに起因し、一つには、リード線を結合するため、及びガスを案内するための別個の構成要素が排除され得ることに起因する。また、電解ガス発生装置１１は、発生したガスを運ぶための複雑なマニホールドシステムを必要としない。さらに、電解ガス発生装置１１は、その集電体に導電性リードの容易な結合を可能にする。

40

【００９６】

ここで図１３（a）及び図１３（b）を参照すると、アノード集電体４１とは別のアノード集電体の実施形態の様々な図が示されている。別のアノード集電体は、本発明の教示に従って構築されており、全体を符号２０１によって表されている。

【００９７】

アノード集電体２０１は、多くの点でアノード集電体４１と類似し得る。アノード集電

50

体 2 0 1 とアノード集電体 4 1 との相違の 1 つは、アノード集電体 4 1 が第 1 の延長部 5 3 を備えることができるのに対して、アノード集電体 2 0 1 は、代わりに第 1 の延長部 2 0 3 を備えることができることであり得る。第 1 の延長部 2 0 3 は、多くの点で第 1 の延長部 5 3 と類似し得る。しかしながら、第 1 の延長部 2 0 3 と第 1 の延長部 5 3 との相違の 1 つは、第 1 の延長部 2 0 3 が近位部分 2 0 7 に凹部 2 0 5 を備えることができることであり得る。凹部 2 0 5 は、導電性リード又はワイヤの一端を受け入れ、導電性リード又はワイヤの近位部分 2 0 7 へのはんだ付け又は他の固定を容易にするために用いられ得る。第 1 の延長部 2 0 3 と第 1 の延長部 5 3 との間の別の相違は、第 1 の延長部 5 3 が、均一の形状で且つ出口 6 3 で終了し得る遠位部分 5 7 を備えることができるのに対して、第 1 の延長部 2 0 3 は、その遠位端 2 1 3 から近位方向にわずかな距離離隔された円盤状部分 2 1 1 を含み得る遠位部分 2 0 9 を備えることができ、遠位端 2 1 3 は開放されていても閉鎖されていてもよいことであり得る。円盤状部分 2 1 1 は、上方に向いた出口 2 1 5 を含むような形状に形成することができ、出口 2 1 5 は、入口 2 1 9 から通じている内側空間 2 1 7 と流体連通することができる。したがって、出口 2 1 5 のまわりの円盤状部分 2 1 1 上には、Oリング（図示せず）又は他の類似の封止装置を取り付けてもよく、そのような封止装置は、圧縮の影響を受けて、管継手又はマニホールド（いずれも図示せず）などの隣接する流体要素への流体連通に対する封止をもたらすことができる。これに代わって、ガス透過性が非常に限られているか、又はガス透過性が全くない、一定長さの L 字状の管などの一定長さの管（図示せず）を、相補的な出口 2 1 5 に挿入するか、又は当該遠位端 2 1 3 が開放している場合には遠位端 2 1 3 上に同軸的に取り付けてもよい。

10

20

【0098】

アノード集電体 4 1 と同様に、アノード集電体 2 0 1 は、2 つの部材を共に接合することによって形成され得る。ここで図 1 4 及び 1 5 を参照すると、アノード集電体 2 0 1 を形成するために用いることができる下部部材 2 2 1 の上面図及び上部部材 2 2 3 の下面図がそれぞれ示されている。

【0099】

図 1 6 (a) 及び図 1 6 (b) を参照すると、カソード集電体 9 1 とは別のカソード集電体の実施形態の様々な図が示されている。別のカソード集電体は、本発明の教示に従って構築されており、全体を符号 2 5 1 によって表されている。

【0100】

カソード集電体 2 5 1 は、多くの点でカソード集電体 9 1 と類似し得る。カソード集電体 2 5 1 とカソード集電体 9 1 との間の相違の 1 つは、カソード集電体 9 1 が第 1 の延長部 1 0 3 を備えることができるのに対して、カソード集電体 2 5 1 は代わりに第 1 の延長部 2 5 3 を備えることができることであり得る。第 1 の延長部 2 5 3 は、多くの点で第 1 の延長部 1 0 3 と類似し得る。しかしながら、第 1 の延長部 2 5 3 と第 1 の延長部 1 0 3 との間の相違の 1 つは、第 1 の延長部 2 5 3 が近位部分 2 5 7 に凹部 2 5 5 を備えることができることであり得る。凹部 2 5 5 は、導電性リード又はワイヤの一端を受け入れ、導電性リード又はワイヤの近位部分 2 5 7 へのはんだ付け又は他の固定を容易にするために用いられ得る。第 1 の延長部 2 5 3 と第 1 の延長部 1 0 3 との間の別の相違は、第 1 の延長部 1 0 3 が、均一の形状で且つ出口 1 1 3 で終了し得る遠位部分 1 0 7 を備えることができるのに対して、第 1 の延長部 2 5 3 は、その遠位端 2 6 3 から近位方向にわずかな距離離隔された円盤状部分 2 6 1 を含み得る遠位部分 2 5 9 を備えることができ、遠位端 2 6 3 は開放されていても閉鎖されていてもよいことである。円盤状部分 2 6 1 は、上方に向いた出口 2 6 5 を含むような形状に形成することができ、出口 2 6 5 は、入口 2 6 9 から通じている内側空間 2 6 7 と流体連通することができる。したがって、出口 2 6 5 のまわりの円盤状部分 2 6 1 上には Oリング（図示せず）又は他の類似の封止装置を取り付けてもよく、そのような封止装置は、圧縮の影響を受けて、管継手又はマニホールド（いずれも図示せず）などの隣接する流体要素への流体連通に対する封止をもたらすことができる。これに代わって、ガス透過性が非常に限られているか、又はガス透過性が全くない、一定長さの L 字状の管などの一定長さの管（図示せず）を、相補的な出口 2 6 5 に挿入す

30

40

50

るか、又は当該遠位端 2 6 3 が開放している場合には遠位端 2 6 3 上に同軸的に取り付けてもよい。

【0101】

カソード集電体 9 1 と同様に、カソード集電体 2 5 1 は、2 つの部材を共に接合することによって形成され得る。ここで図 1 7 及び図 1 8 を参照すると、カソード集電体 2 5 1 を形成するために用いることができる下部部材 2 7 1 の上面図及び上部部材 2 7 3 の下面図がそれぞれ示されている。

【0102】

図 1 9 ～図 2 1 を参照すると、電解ガス発生装置の第 2 の実施形態の様々な図が示されている。電解ガス発生装置は、本発明の教示に従って構築されており、全体を符号 3 1 1 によって表されている。本出願の他の場所で議論されているか、又は本発明の理解に重要ではない電解ガス発生装置 3 1 1 の詳細は、図 1 9 ～図 2 1 の 1 つ以上、若しくは本明細書の付随する説明から省略される場合もあるし、又は簡略化された形で、図 1 9 ～図 2 1 の 1 つ以上に示されたり、かつ／若しくは本明細書に記載されたりする場合もある。例えば、図 1 9 ～図 2 1 には、アノード集電体及びカソード集電体からガスを案内するための一定長さの管は示されておらず、電解ガス発生装置 3 1 1 を動作させるために用いられる導電性リード及び電流源も示されていない。

【0103】

電解ガス発生装置 3 1 1 は、水電解槽の形態であってもよく、特に、インプラント可能な水電解槽の形態であってもよい。電解ガス発生装置 3 1 1 は、膜電極アセンブリ (MEA) 3 1 3 を備え得る。

【0104】

膜電極アセンブリ 3 1 3 は、電解ガス発生装置 1 1 の膜電極アセンブリ 1 3 と同一であってもよく、ポリマー電解質膜 3 2 3 と、ポリマー電解質膜 3 2 3 の一方の面上のアノード電極触媒層 3 2 5 と、ポリマー電解質膜 3 2 3 の反対側の面上のカソード電極触媒層 (図示せず) とを備え得る。本実施形態では、上又は下から見た場合、ポリマー電解質膜 3 2 3 は、略円形を有し得る。また、電解ガス発生装置 3 1 1 の全体形状は、上又は下から見た場合、ポリマー電解質膜 3 2 3 の形状に略一致し得る。しかしながら、ポリマー電解質膜 3 2 3 及び電解ガス発生装置 3 1 1 は、全体として、略円形に限定されるものではなく、略矩形又は他の適切な形状を有してもよいことが理解されるべきである。

【0105】

電解ガス発生装置 3 1 1 はまた、膜電極アセンブリ 3 1 3 の真上に膜電極アセンブリ 3 1 3 と接触して配置され得るアノード支持アセンブリ 3 3 1 も備え得る。図 2 2 及び図 2 3 にも個別に示したアノード支持アセンブリ 3 3 1 は、アノード支持ガasket 3 3 3 及びアノード支持体 3 3 5 を備え得る。アノード支持ガasket 3 3 3 は、電解ガス発生装置 1 1 の支持ガasket 2 9 と類似の構成であってもよく、支持ガasket 2 9 の形状と概ね類似する環形を有し得る。アノード支持体 3 3 5 は、電解ガス発生装置 1 1 のアノード支持体 1 5 と類似の構成であってもよいが、アノード支持ガasket 3 3 3 の下に配置される下側部分 3 3 7 と、アノード支持ガasket 3 3 3 の上に配置される上側部分 3 3 9 と、支持ガasket 2 9 の開口を通して延在する中間部分 3 4 1 とを含むボタン形状を有し得る。ゴム又は軟質プラスチックなどの可撓性でコンプライアントな非多孔質材料から構成されたガasket 3 4 3 は、アノード支持体 3 3 5 の周囲を取り囲み、アノード支持体 3 3 5 を流体的に封止し、電氣的に絶縁することができる。ガasket 3 4 3 は、膜電極アセンブリ 3 1 3 の外径と略一致する外径を有するような寸法に形成され得る。

【0106】

電解ガス発生装置 3 1 1 はまた、膜電極アセンブリ 3 1 3 の真下に膜電極アセンブリ 3 1 3 と接触して配置され得るカソード支持体 3 4 5 も備え得る。カソード支持体 3 4 5 は、電解ガス発生装置 1 1 のカソード支持体 1 7 と類似し得る。電解ガス発生装置 1 1 の支持ガasket 3 1 と類似し得る支持ガasket 3 4 7 は、カソード支持体 3 4 5 の周囲を取り囲み、カソード支持体 3 4 5 を流体的に封止し、電氣的に絶縁し得る。

【0107】

電解ガス発生装置311は、アノード集電体アセンブリ351をさらに備え得る。図24、図25、図26(a)及び図26(b)にも個別に示したアノード集電体アセンブリ351は、アノード支持体335及びガスカート343の上に直接接触して配置され得る。以下でさらに議論するように、アノード集電体アセンブリ351は、3つの異なる機能を果たすように、すなわち、(1)アノード支持体335から、アノード集電体アセンブリ351の構成要素に(例えば、はんだ付けにより)導電的に取り付けられた電気導電性リードに電流を伝導し、(2)アノード電極触媒層325で発生し、アノード支持体335を通過するガス(例えば、 O_2)をアノード集電体351に結合され得る一定長さの管に沿って案内し、(3)膜電極アセンブリ313のアノード側のガス圧が大きくなりすぎると、電解ガス発生装置311の電気分解機能を低下させるか、又は完全に停止させるように構築され得る。

10

【0108】

本実施形態では、アノード集電体アセンブリ351は、アノード集電体353、ダイアフラム355、及びフレーム357を備え得る。ダイアフラム355は、集電体353とフレーム357との間に直接積み重ねられる。図27(a)～図27(c)にも個別に示したアノード集電体353は、開口363の周囲を囲む環状部分361を含むような形状に形成され得る。環状部分361は、ガスカート343の外径と略一致する外径を有するような寸法に形成され得る。環状部分361は、環状部分361の下面に設けられた環状溝365を含むような形状に形成され得、さらに環状溝内365内に配置された入口367を含むような形状に形成され得る。以下でさらに議論するように、入口367は、電解ガス発生装置311のアノードで発生したガス(例えば、 O_2)を受け入れるために用いられ得る。

20

【0109】

アノード集電体353は、さらに第1の延長部369を含むような形状に形成され得る。第1の延長部369は、一定距離にわたって環状部分361から半径方向外方に延在し得る。これにより、以下で明らかとなる目的のために、一定長さの流体案内管を第1の延長部369上に同軸的に取り付けることができる。加えて、バッテリー又は他の適切な電流源に電氣的に結合され得る導電性リードを第1の延長部369に取り付けることができる。換言すると、第1の延長部369は、流体案内管を受け入れるための継手と、導電性リードのための接触面との双方として機能し得る。必要に応じて、流体案内管及び導電性リードを、第1の延長部369の異なる部分に取り付けてもよい。第1の延長部369は、その長さに沿って均一な幅を有するものとして本実施形態に示されているが、第1の延長部369は、電解ガス発生装置11の第1の延長部53のような形状に形成することもできる。

30

【0110】

内側空間371がアノード集電体353内に設けられ、入口367から第1の延長部369の遠位端373まで連続的に延在することができ、内側空間371は、遠位端373で出口375において終了する。これにより、以下でさらに説明するように、電解ガス発生装置311のアノードで発生する酸素などのガスは、入口367を通過してアノード集電体353に進入し、内側空間371を通過して移動し、出口375から出ることができる。

40

【0111】

本実施形態では、アノード集電体353は、上部部材381と下部部材383との接合によって形成され得る。上部部材381と下部部材383とは、略一致する輪郭を有する(しかし、代わりに、アノード集電体353を単一の材料片から作ることも可能である)。図28にも個別に示した上部部材381は、凹部387を有する下面385を含むような形状に形成され得る。図29(a)及び図29(b)にも個別に示した下部部材383は、貫通孔391を含むような形状に形成され得る。これにより、整合された上部部材381の凹部387と下部部材383の貫通孔391とが、入口367を共に画定することができる。上部部材381の下面385は、さらに、凹部387からタブ397の遠位端

50

３９５まで延在する径方向溝又は径方向凹部３９３を含むような形状に形成され得る。下部部材３８３の上面３９９は、貫通孔３９１からタブ４０５の遠位端４０３まで延在する径方向溝４０１を含むような形状に形成され得る。これにより、上部部材３８１の溝３９３と下部部材３８３の溝４０１とが、内側空間３７１を共に画定することができる。本実施形態では、上部部材３８１は溝３９３を含み、下部部材３８３は溝４０１を含むが、上部部材３８１及び下部部材３８３のうち的一方のみにおける溝によって内側空間３７１を形成することもできる。

【０１１２】

本実施形態では、上部部材３８１及び下部部材３８３のそれぞれを硬質の電気伝導性プレートとすることができる。上部部材３８１及び／又は下部部材３８３としての使用に適した材料の例には、チタン、ニオブ、及びジルコニウムなどの様々な導電性かつ耐食性の金属が含まれ得る。他の例には、電気伝導性ポリマー又は電気伝導性粒子を分散させたポリマーが含まれ得る。上部部材３８１及び下部部材３８３がチタン又は類似の導電性かつ耐食性の材料で形成されている場合、上部部材３８１及び下部部材３８３は、拡散接合又は他の任意の適切な技術によって接合され得る。さらに、上部部材３８１及び下部部材３８３がチタン又は類似の材料で形成される場合、凹部３８７、貫通孔３９１、溝３９３及び４０１は、エッチング（例えば、フォトエッチング、化学エッチング）又は他の任意の適切な技術によって形成され得る。好ましくは、上部部材３８１及び下部部材３８３のそれぞれは、非多孔性かつ実質的にガス不透過性である材料で作製されている。これにより、アノード集電体３５３を通して案内される実質的にすべてのガスは、入口３６７を通して進入し、内側空間３７１を通して移動し、出口３７５を通して出ることができる。

【０１１３】

上部部材３８１及び下部部材３８３の双方が電気伝導性であってもよいが、下部部材３８３を電気伝導性材料から作製し、上部部材３８１を非電気伝導性材料から作製することもできる。しかしながら、そのような場合には、導電性リードは、下部部材３８３に取り付けられなければならない。

【０１１４】

ダイアフラム３５５は、（例えば、ガス圧を受けたときに）略平面状態から膨らんだ状態又は膨張状態に可逆的に変形することができる連続したフィルム又はシートの形態にある電気伝導性で可撓性の単一構造体とすることができる。ダイアフラム３５５は、その周囲がアノード集電体３５３の環状部分３６１の外周と略一致するような寸法に形成され得る。

【０１１５】

本実施形態では、以下に具体的に規定されている範囲を除いて、ダイアフラム３５５は非多孔性である。さらに、本実施形態では、ダイアフラム３５５は、好ましくは弾性であるが、弾性である必要はない。一実施形態によれば、ダイアフラム３５５はまた、実質的にガス不透過性であってもよい。これに代わって、別の実施形態によれば、ダイアフラム３５５は、ガス透過性であってもよい。ダイアフラム３５５としての使用に適し得る材料の例には、金属（例えば、銀）又は他の電気伝導性粒子が内部に分散された非多孔質シリコンフィルム又はシート、Ch o - S e a l １２１５エラストマー（シリコンバインダー中の銀メッキされた銅フィルムで作製された導電性材料、マサチューセッツ州ウォブムのP a r k e r C h o m e r i c s の製品）、２０１７年３月１４日に発行され、参照により全体として本明細書に組み込まれる、発明者M i t t e l s t e a d tらの米国特許第９，５９５，７２７Ｂ２号に開示されている種類の、非多孔質の、電気伝導性で、液体透過性であり、実質的にガス不透過性の膜が含まれるが、これらに限定されるものではない。

【０１１６】

より具体的には、前述の特許（以下「７２７特許」と記載）によれば、そのような非多孔質の、電気伝導性で、液体透過性であり、実質的にガス不透過性の膜は、例えば、電気伝導性材料が内部に分散された固体ポリマー電解質を含み得る。固体ポリマー電解質とし

での使用に適した材料の例には、(i) 金属塩を含有するポリマー組成物、(ii) 電解質を含有するポリマーゲル、及び(iii) イオン交換樹脂が含まれ得る。より具体的には、固体ポリマー電解質は、例えば、カチオン交換基を $-\text{SO}_3^-$ 、 $-\text{SO}_2\text{NH}^+$ 、 $-\text{PO}_3^{2-}$ 、又は $-\text{CO}_2^-$ とすることができるが、これらに限定されないカチオン交換アイオノマー膜であってもよいし、又は例えば、アニオン交換基を $-\text{NH}_2^+$ とすることができるが、これに限定されないアニオン交換アイオノマー膜であってもよい。固体ポリマー電解質として用いるための好ましい材料は、The Chemours Company FC, LLC (ノースカロライナ州ファイエットビル) によってNAFION (商標) 押出キャストPFSAポリマー膜として製造されているようなパーフルオロスルホン酸 (PFSA) 膜であることがある。NAFION (商標) PFSAの代わりに使用できる他の材料の例は、2011年5月24日に発行された発明者Mittelsteadtらの米国特許第7,947,405B2号に開示されており、この特許文献は参照により全体として本明細書に組み込まれる。

【0117】

上記の膜の分散された電気伝導性材料としての使用に適し得る材料の例には、カーボンナノチューブ、カーボンナノファイバー、金属ナノワイヤー又はそれらの組み合わせなどの、アスペクト比が高く電気伝導性の非粒子材料が含まれ得る。膜での使用に適し得るカーボンナノチューブは、約0.20nm~約100nmの直径を有し、約0.50μm~約200μmの長さを有し、約5~約1,000,000の範囲にあるアスペクト比(すなわち、長さ/直径)を有し得る。加えて、膜での使用に適し得るカーボンナノチューブは、官能化されていなくてもよいし、又は $-\text{COOH}$ 、 $-\text{PO}_4^-$ 、 $-\text{SO}_3\text{H}$ 、 $-\text{SH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、第三級アミン、第四級アミン、 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{NO}_2$ 、及び $-\text{PO}_3^{2-}$ などの、しかしこれらに限定されない1つ以上の官能基を含んでいてもよい。また、膜での使用に適し得るカーボンナノチューブには、単層カーボンナノチューブ、二層カーボンナノチューブ、多層カーボンナノチューブ、又はそれらの組み合わせが含まれ得る。

【0118】

膜での使用に適し得るカーボンナノファイバーは、官能化されていなくてもよいし、又は $-\text{COOH}$ 、 $-\text{PO}_4^-$ 、 $-\text{SO}_3\text{H}$ 、 $-\text{SH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、第三級アミン、第四級アミン、 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{NO}_2$ 、及び $-\text{PO}_3^{2-}$ などの、しかしこれらに限定されない1つ以上の官能基を含んでいてもよい。分散された非粒子状の電気伝導性材料を含むことに加えて、又はそのような材料の代わりに、膜は、カーボンブラック、金属粒子(例えば、ニオブ粒子、プラチナ粒子、チタン粒子、又はそれらの組み合わせ)、担持金属粒子、又はそれらの組み合わせなどの分散された電気伝導性の耐食性粒子を含んでいてもよい。

【0119】

上述した膜は、アイオノマーが懸濁液の形態にある間に、アイオノマーに電気伝導性の耐食性材料を添加し、次いで懸濁液を乾燥させることによって調製することができる。

【0120】

ダイアフラム355は、その周囲に近接する貫通孔407を備え得る。以下でさらに説明するように、貫通孔407は、酸素などのアノードで発生したガスがダイアフラム355を上方に通過するのを可能にし、それによりガスはアノード集電体353の入口367に進入することができる。この目的のために、貫通孔407は、好ましくは、アノード集電体353の環状溝365と整合される。

【0121】

図30にも個別に示したフレーム357は、適切なプラスチックなどの硬質の非電気伝導性材料で作製された環状構造体とすることができる。フレーム357は、好ましくは、アノード集電体353の内径及び外径と略一致する内径及び外径を有し、好ましくは、アノード集電体353の開口363の直径と略一致する開口410を有する。フレーム357の上面413上には環状溝411を形成することができ、環状溝411内には貫通孔415が配置され得る。フレーム357の環状溝411は、好ましくは、ダイアフラム355の貫通孔407と整合される。これにより、アノードで発生したガスは、貫通孔415

を介してフレーム 357 を上方に通過することができる。次に、そのようなガスは、ダイアフラム 355 の貫通孔 407 に到達するまで、フレーム 357 の環状溝 411 の周りを移動することによって、ダイアフラム 355 を通過することができる。貫通孔 407 を移動した後、そのようなガスは、次に、入口 367 に到達するまで、アノード集電体 353 の環状溝 365 の周りを移動することができる（ダイアフラム 355 がフレーム 357 の開口 410 を完全に覆うため、ガスがフレーム 357 からアノード集電体 353 まで取ることができる唯一の経路は、開口 410 に対して半径方向外方に位置するダイアフラム 355 の貫通孔 407 を通過することによるものである）。

【0122】

例えば、炭素繊維紙などであってよいスペーサ 421 は、フレーム 357 の貫通孔 415 の近くの（しかし貫通孔 415 を覆わない）位置で、フレーム 357 とガスケット 343 との間に配置されて、アノードで発生したガスが貫通孔 415 に到達できるようにすることができる。

【0123】

アノード支持体 335 は、好ましくは、ダイアフラムが平面状態にあるときにダイアフラム 355 と接触するように、フレーム 357 の開口 410 を通って延在するような寸法に形成されている。ダイアフラム 355 が、アノード支持体 335 とアノード集電体 353 との間の唯一の電氣的接続を提供するため、ダイアフラム 355 を用いて、電解ガス発生装置 311 の動作を調節することができる。より具体的には、ダイアフラム 355 が平面状態にあるとき、電解ガス発生装置 311 は、閉電気回路を形成し、電気分解のための動作（すなわち「オン」）状態にある。水が電気分解されている場合、アノードでは酸素ガスが発生し、カソードでは水素ガスが発生する。このように発生した酸素ガスは、次に、出口 375 を通って電解ガス発生装置 311 を出ることができる。酸素ガスが電解ガス発生装置 311 を出ることができる速度が、電解ガス発生装置 311 によって酸素ガスが発生する速度を上回るか、又はそのような速度とほぼ等しい場合には、アノード支持体 335 とダイアフラム 355 との間に蓄積する酸素ガスは、あるとしてもごくわずかである可能性があり、ダイアフラム 355 に加えられる上向きのガス圧は、ダイアフラム 355 に加えられる下向きの機械的圧力よりも小さくなり得る。結果として、ダイアフラム 355 とアノード支持体 335 との間の電氣的接触を維持することができ、ガスの発生が継続され得る。

【0124】

一方で、酸素ガスが電解ガス発生装置 311 を出ることができる速度が、電解ガス発生装置 311 によって酸素ガスが発生する速度を下回る場合には、酸素ガスは、アノード支持体 335 とダイアフラム 355 との間に蓄積する可能性があり、最終的には、ダイアフラム 355 に加えられる上向きのガス圧は、ダイアフラム 355 に加えられる下向きの機械的圧力よりも大きくなり得る。結果として、ダイアフラム 355 は、アノード集電体 353 の開口 363 を通ってアノード支持体 335 から離れるように屈曲又は膨張し、それにより、アノード支持体 335 とダイアフラム 355 との間の電氣的接触が遮断されるか、又は減少させられ得る。結果として、電解ガス発生装置 311 は、この装置の水の電気分解を低減するか、又はこの装置の水の電気分解を完全に停止させることができる。その後、アノード支持体 335 とダイアフラムとの間に蓄積した酸素ガスの少なくとも一部は、ダイアフラム 355 がアノード支持体 335 と接触した状態に戻るのに十分なほどアノード支持体 335 とダイアフラム 355 との間のガス圧が低下するまで、出口 375 を通って電解ガス発生装置 311 から出ることができ、それにより電気分解を再開させたり、又は全能力に戻したりすることができる。

【0125】

理解できるように、前述のシナリオは、電解ガス発生装置 311 によって生成された酸素が、管によって、インプラントされた細胞及び／又は組織を保持する密閉容器へ案内される細胞移植システムの状態において行われ得る。インプラントされた細胞及び／又は組織が、細胞及び／又は組織に送達される酸素を、発生した酸素が送達される速度を超える

か、又はそのような速度に略等しい速度で消費できない場合、又は出口 375 の下流に流れるのに何らかの制限がある場合には、酸素が上述したように電解ガス発生装置 311 内に蓄積する可能性がある。電解ガス発生装置 311 内に蓄積する酸素の量が、所定の閾値を超える圧力を生じるのに十分である場合には、電解ガス発生装置 311 は、酸素の発生を停止するか、又は酸素の産出量を低下させる。これにより、電解ガス発生装置 311 は、自己調節式であると見なすことができる。理解できるように、そのような自己調節式電解ガス発生装置は、少なくとも装置が外部センサ又はフィードバック機構を必要としないという理由で有利である。この種類の自己調節式動作に関するさらなる情報は、2018 年 5 月 17 日に公開され、参照により全体として本明細書に組み込まれる、発明者 Stone らの米国特許出願公開第 US 2018/0135948 A1 号に見られる。

10

【0126】

電解ガス発生装置 311 は、弾性圧縮可能部材 431 をさらに備え得る。弾性圧縮可能部材 431 は、ダイアフラム 355 とアノード支持体 335 との間のガス圧が特定の閾値ガス圧を超えたときには、ダイアフラム 355 がアノード支持体 335 との接触から離れるようにアノード支持体 335 から上方に変形又は膨張できるようにし、ダイアフラム 355 とアノード支持体 335 との間のガス圧が特定の閾値ガス圧未満に低下したときには、ダイアフラム 355 をアノード支持体 335 と接触した状態に戻るよう平坦化させるか若しくは下方に収縮させるか、又はそのように付勢するように設計された構造体とすることができる。弾性圧縮可能部材 431 がダイアフラム 355 をアノード支持体 335 から離れるように屈曲できるようにし得る閾値ガス圧力と、弾性圧縮可能部材 431 がダイアフラム 355 をアノード支持体 335 と接触した状態に戻るよう屈曲させ得る閾値ガス圧力とは、同一であってもよいし、異なってもよい。場合によっては、弾性圧縮可能部材 431 がダイアフラム 355 をアノード支持体 335 から離れるように屈曲させる閾値ガス圧力が、弾性圧縮可能部材 431 がダイアフラム 355 をアノード支持体 335 と接触した状態に戻るよう屈曲させる閾値ガス圧力よりも有意に大きいことが有利であることがある。したがって、そのような場合には、電解ガス発生装置 311 の動作がいったん停止すると、ダイアフラム 355 とアノード支持体 335 との間のガス圧が有意に低下するまで、電解ガス発生装置 311 は再開しないであろう。これにより、電解ガス発生装置 311 が、その動作状態とオフ状態との間での、望ましくない繰り返しの切り替わり (stuttering back and forth) を防ぐことができる。

20

30

【0127】

本実施形態では、弾性圧縮可能部材 431 は、発泡体などの電気絶縁材料のブロック又は円盤を備え得る。そのような発泡体は、独立気泡発泡体であってもよいし、連続気泡発泡体であってもよい。適切な発泡体の例には、ポリウレタン発泡体、及び連続気泡シリコンゴム発泡体などのシリコンゴム発泡体が含まれ得るが、これらに限定されるものではない。本実施形態では、弾性圧縮可能部材 431 は発泡体のブロックとすることができるが、弾性圧縮可能部材 431 は、それに限定されるものではなく、コイルばね、皿ばね、密閉型ガスポケット、外部から参照可能なガス充填ポートを備えたガスポケット、又はこれらの組み合わせなどの、しかしこれらに限定されない任意の種類の弾性圧縮性構造体であってもよい。

40

【0128】

電解ガス発生装置 311 は、封止スペーサ 433 をさらに備え得る。封止スペーサ 433 は、凹状中央部分を有した可撓性部材とすることができ、弾性圧縮可能部材 431 とアノード集電体 353 との間に配置され得る。封止スペーサ 433 は、アノード集電体 353 とハウジングとの間に必要とされ得る付加的な空間を補うために用いることができる。これは、例えば、弾性圧縮可能部材 431 が予想よりも厚く、ハウジング内に追加の空間を作る必要がある場合に当てはまる可能性がある。

【0129】

電解ガス発生装置 311 は、カソード集電体 441 をさらに備え得る。図 31 (a) 及び図 31 (b) に個別に示したカソード集電体 441 は、電解ガス発生装置 11 のカソー

50

ド集電体 9 1 と多くの点で類似し得る。カソード集電体 4 4 1 とカソード集電体 9 1 との相違の 1 つは、カソード集電体 9 1 が、比較的幅の広い近位部分 1 0 5 及び比較的幅の狭い遠位部分 1 0 7 を有する第 1 の延長部 1 0 3 を含むことができるのに対して、カソード集電体 4 4 1 は、略均一な幅を有する第 1 の延長部 4 4 3 を含むことができることであり得る。カソード集電体 4 4 1 とカソード集電体 9 1 との間の別の相違は、カソード集電体 9 1 が第 2 の延長部 1 1 5 を有することができるのに対し、カソード集電体 4 4 1 は第 2 の延長部を省略してもよいことであり得る。カソード集電体 4 4 1 とカソード集電体 9 1 との間のさらに別の相違は、カソード集電体 9 1 がより大きな直径の中央貫通孔 9 9 とより小さな直径の多数の細孔 1 0 0 とを有することができるのに対し、カソード集電体 4 4 1 は、中央貫通孔 4 4 5 と少数の細孔 4 4 7 とを備えることができ、貫通孔 4 4 5 及び細孔 4 4 7 は略同じ直径を有することができることであり得る。

10

【0 1 3 0】

カソード集電体 9 1 に類似して、カソード集電体 4 4 1 は、延長部 4 4 3 の遠位端において出口 4 4 9 を有し、貫通孔 4 4 5 から出口 4 4 9 まで延在する内側空間 4 5 1 を有し得る。カソード集電体 4 4 1 は、カソード集電体 9 1 に類似して機能し得る。この目的のために、カソード集電体 4 4 1 は、好ましくは、カソード集電体 4 4 1 を通って案内される実質的にすべてのガスが入口 4 4 5 を通って進入し、内側空間 4 5 1 を通って移動し、出口 4 4 9 を通って出ることができるように、十分に非多孔性でガス不透過性である材料で作製されている。

【0 1 3 1】

20

電解ガス発生装置 3 1 1 は、ハウジングベース 4 5 1 及びハウジングカバー 4 5 3 をさらに備えることができ、ハウジングベース 4 5 1 とハウジングカバー 4 5 3 とが、電解ガス発生装置 3 1 1 の他の構成要素の多くを保持するために用いられ得るハウジングを共に画定する。硬質で耐久性のある非電気伝導性材料で作製された単一構造とすることができるハウジングベース 4 5 1 は、下壁 4 5 5、側壁 4 5 7、及び開放した上部を含むような形状に形成され得る。下壁 4 5 5 は、液体の水などの流体がハウジングの内部に進入することができるように設計された 1 つ以上の開口部 4 5 9 を含むような形状に形成され得る。側壁 4 5 7 は、延長部 3 6 9 及び 4 4 3 が通過できるように設計された第 1 の開口部 4 6 1 を含むような形状に形成され得る。硬質で耐久性のある非電気伝導性材料で作製された単一構造とすることができるハウジングカバー 4 5 3 は、上部部分 4 6 5 及び下部部分 4 6 7 を含むような形状に形成され得る。複数の貫通孔 4 6 8 は、上部部分 4 6 5 及び下部部分 4 6 7 を通って延在することができる。貫通孔 4 6 8 は、外部（すなわち、ハウジングに対する）周囲圧力を電解ガス発生装置 3 1 1 の基準圧力として利用できるようにするために用いられ得る。換言すると、電解ガス発生装置 3 1 1 が体内にインプラントされる場合には、身体の圧力は、ダイアフラム 3 5 5 を押し付ける基準圧力として利用されるであろう。上部部分 4 6 5 は、ハウジングベース 4 5 1 のフットプリントに略一致するような形状に形成され、側壁 4 5 7 の上面の上に直接着座するように設計された下面を有し得る。下部部分 4 6 7 は、ハウジングベース 4 5 1 の内径に略一致するフットプリントを有するような形状に形成され、ハウジング内に積み重ねられた構成要素を圧縮するのを助けるために用いられ得る。これにより、ハウジングベース 4 5 1 及びハウジングカバー 4 5 3 は、電解ガス発生装置 3 1 1 の構成要素のためのハウジングを提供するように機能するだけでなく、エンドプレートとしても機能する。

30

40

【0 1 3 2】

電解ガス発生装置 3 1 1 は、水制御膜 4 8 1 及び 4 8 2 をさらに備え得る。水制御膜 4 8 1 及び 4 8 2 は、カソード集電体アセンブリ 4 4 1 とハウジングベース 4 5 1 の下壁 4 5 5 との間に配置され得る。本実施形態では、水制御膜 4 8 1 は、安定で首尾一貫した水蒸気源を促進するために生物付着を防止する生体適合性膜とすることができる。水制御膜 4 8 1 としての使用に適し得る材料の例は、少なくともいくつかの細孔が直径 3 μm 以上であり、好ましい厚さ範囲が 3 0 ~ 5 0 μm である延伸 P T F E である。水制御膜 4 8 2 は、蒸気輸送膜の形態であってもよい。水制御膜 4 8 2 としての使用に適した材料の例に

50

は、Z I T E X（登録商標）多孔質ポリテトラフルオロエチレン、G O R E - T E X（登録商標）延伸ポリテトラフルオロエチレン、シリコーンゴム、P T F E、及びT E F L O N（登録商標）ポリテトラフルオロエチレンが含まれ得るが、これらに限定されるものではない。

【 0 1 3 3 】

電解ガス発生装置 3 1 1 は、上述した方法で用いることができる。

【 0 1 3 4 】

上記の本発明の実施形態は、単に例示であることが意図されており、当業者は、本発明の精神から逸脱することなく、本発明の実施形態に多くの変形及び修正をなすことができるものとする。そのようなすべての変形及び修正は、添付の特許請求の範囲で定義される本発明の範囲内にあることが意図されている。

10

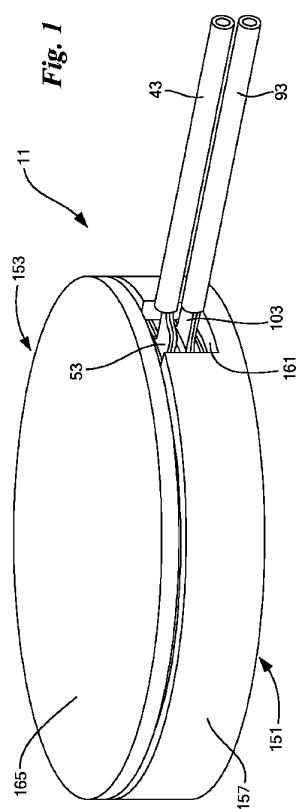
20

30

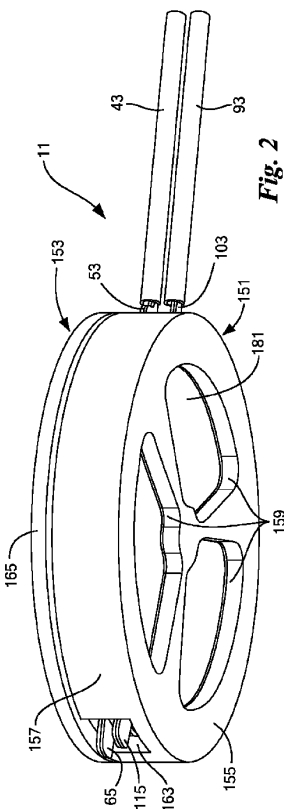
40

50

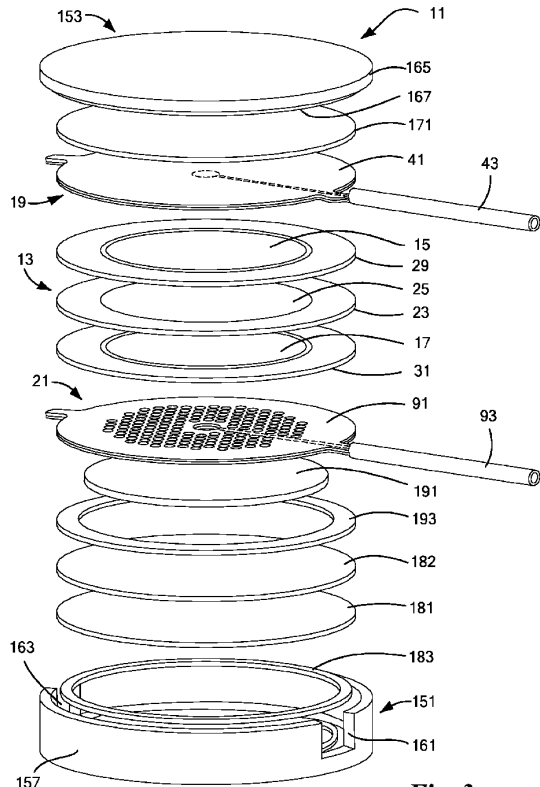
【図面】
【図 1】



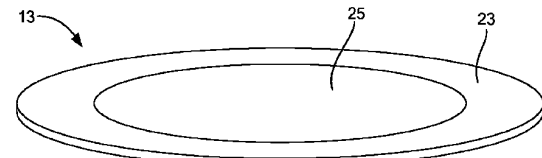
【図 2】



【図 3】



【図 4 (a)】



10

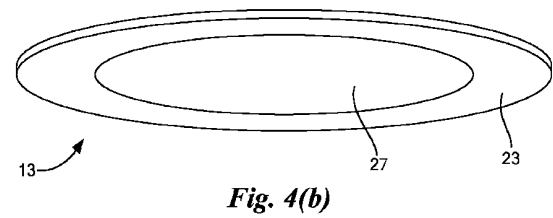
20

30

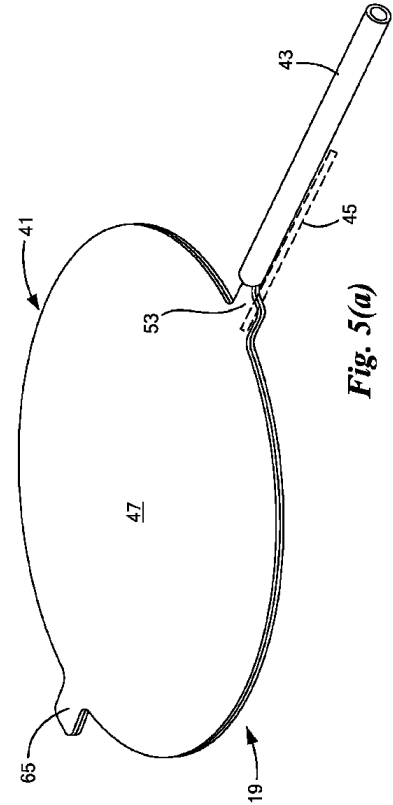
40

50

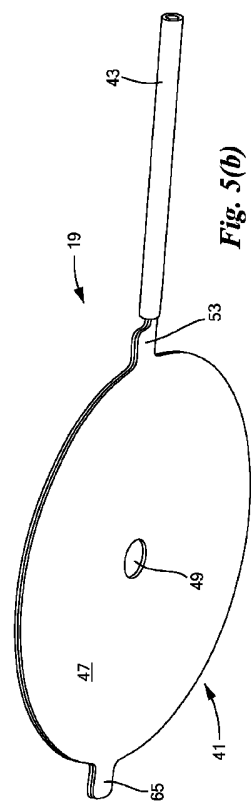
【図 4 (b) 】



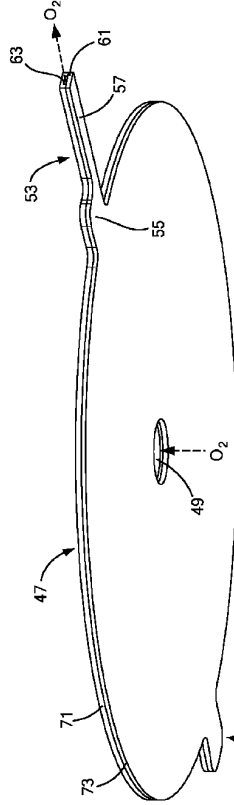
【図 5 (a) 】



【図 5 (b) 】



【図 6 (a) 】



10

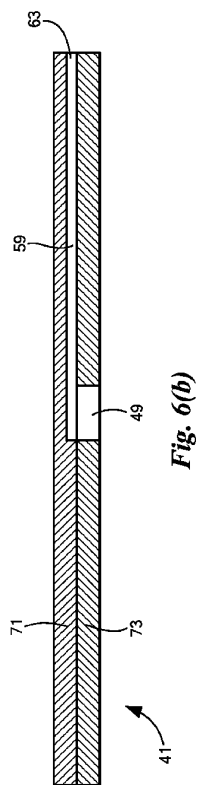
20

30

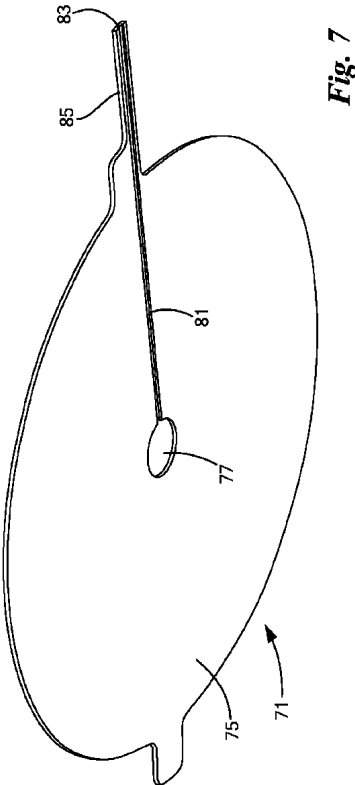
40

50

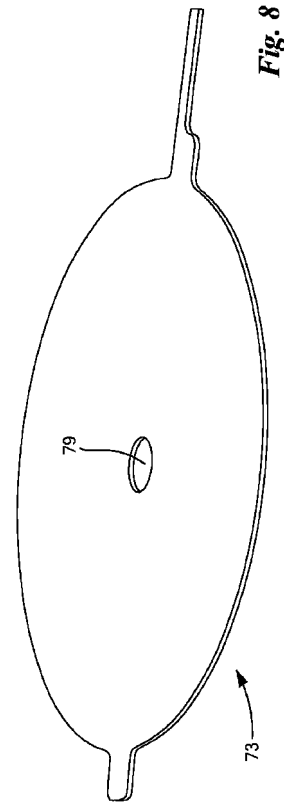
【図 6 (b)】



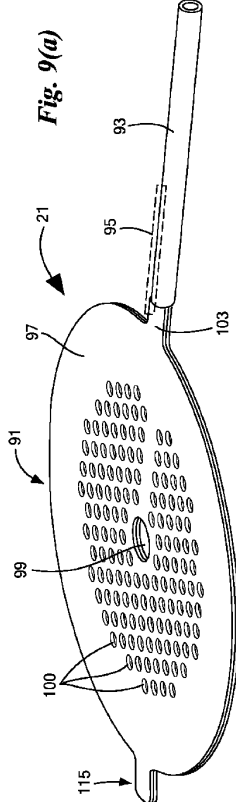
【図 7】



【図 8】



【図 9 (a)】



10

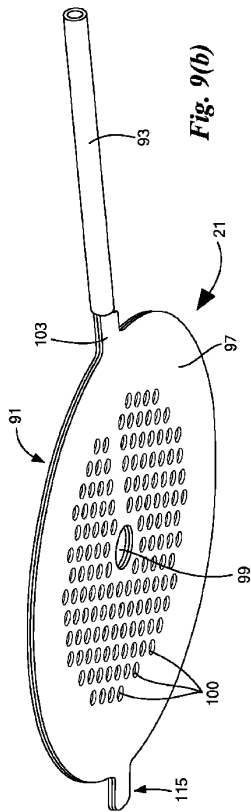
20

30

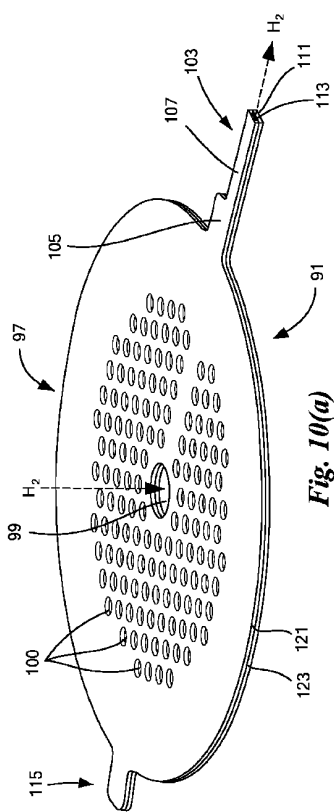
40

50

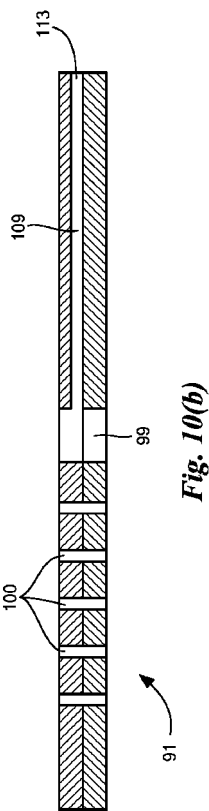
【図 9 (b)】



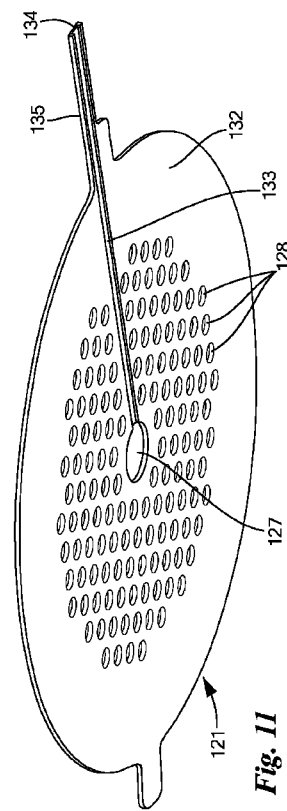
【図 10 (a)】



【図 10 (b)】



【図 11】



10

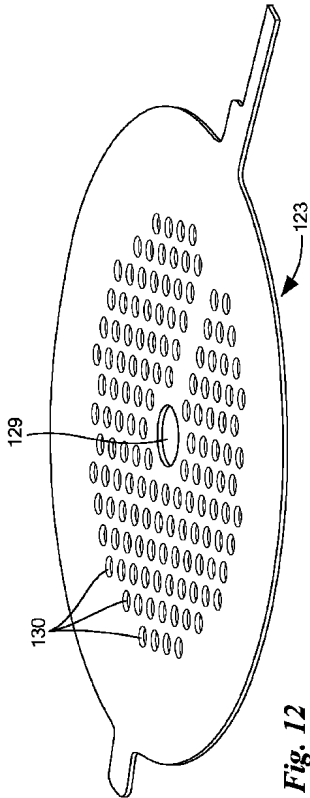
20

30

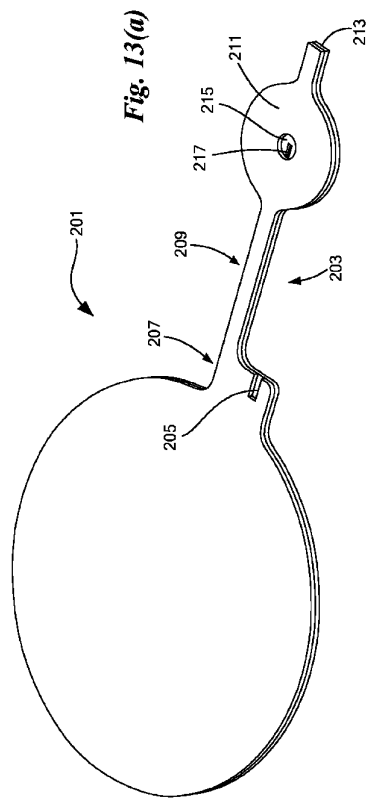
40

50

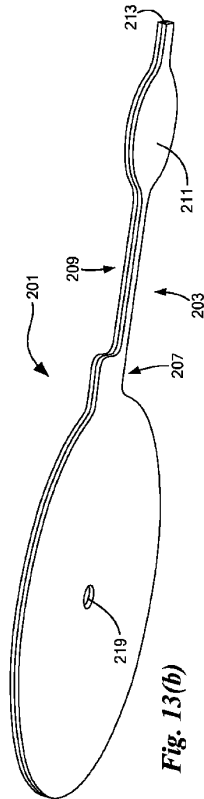
【図 1 2】



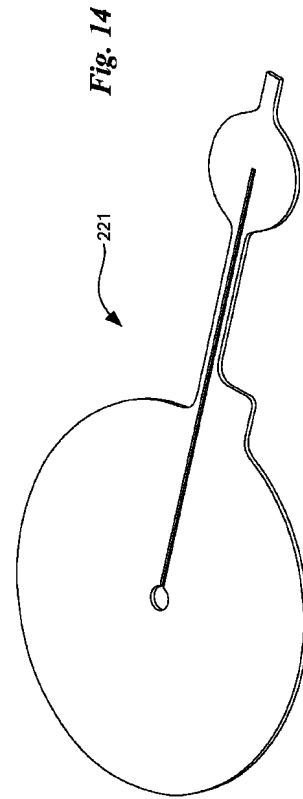
【図 1 3 (a)】



【図 1 3 (b)】



【図 1 4】



10

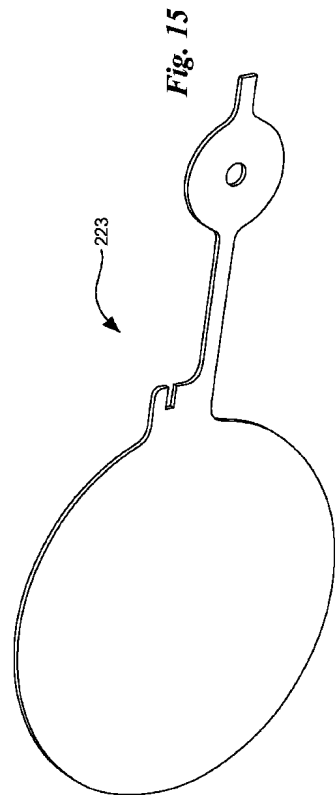
20

30

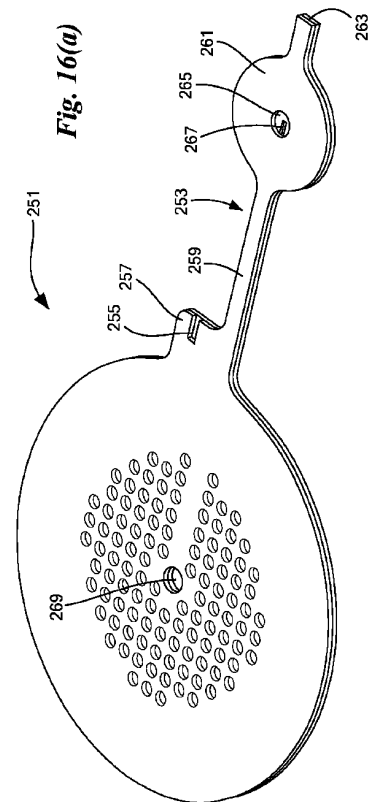
40

50

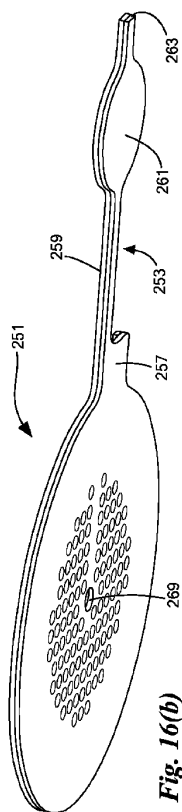
【図 15】



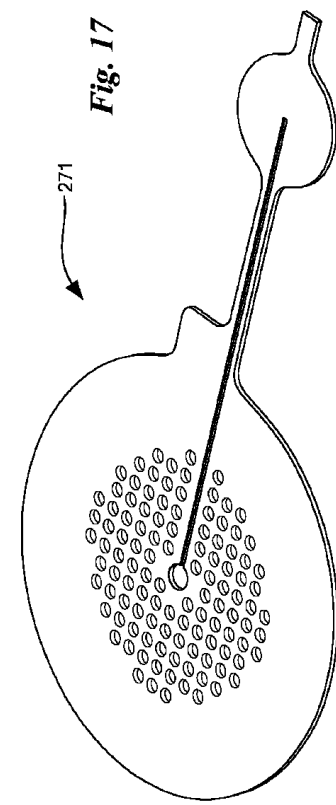
【図 16 (a)】



【図 16 (b)】



【図 17】



10

20

30

40

50

【図 18】

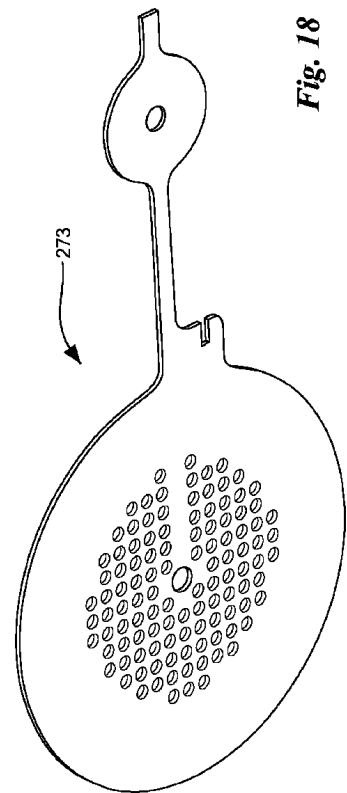


Fig. 18

【図 19】

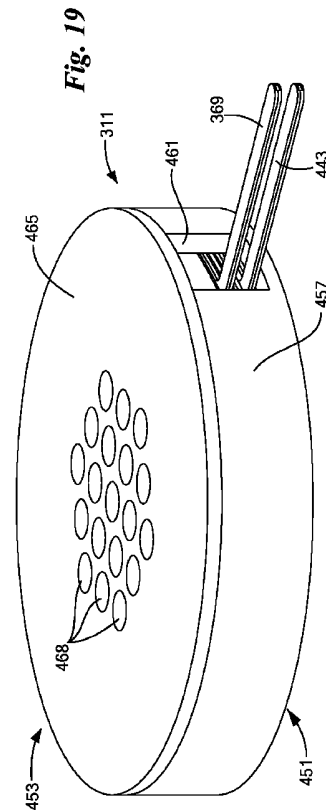


Fig. 19

【図 20】

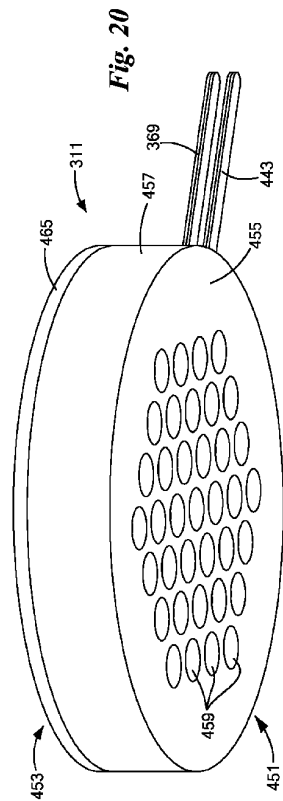


Fig. 20

【図 21】

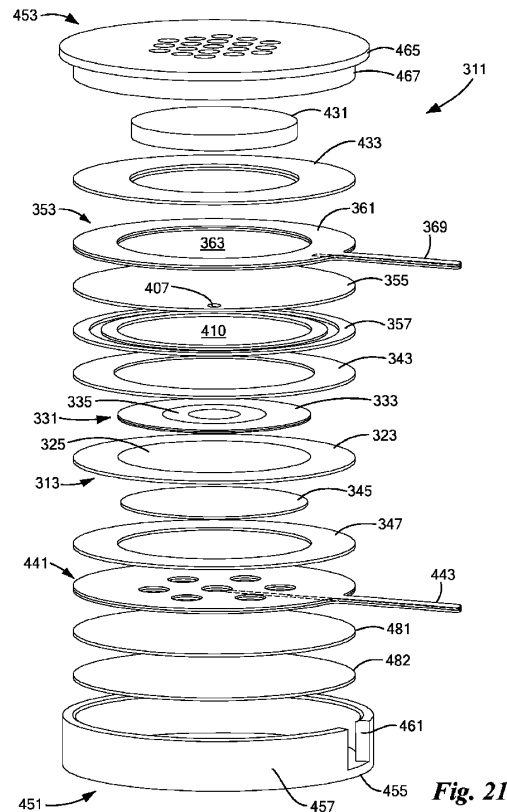


Fig. 21

10

20

30

40

50

【図 2 2】

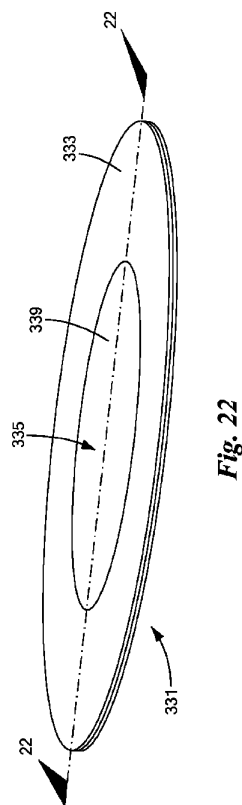


Fig. 22

【図 2 3】

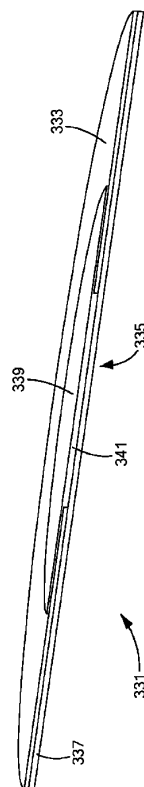


Fig. 23

【図 2 4】

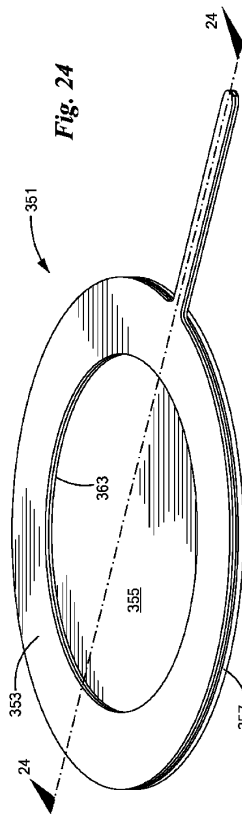


Fig. 24

【図 2 5】

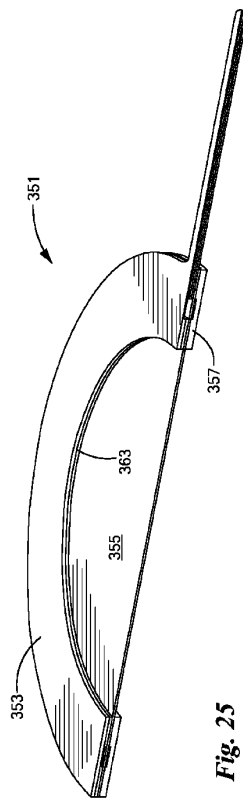


Fig. 25

10

20

30

40

50

【図 26 (a)】

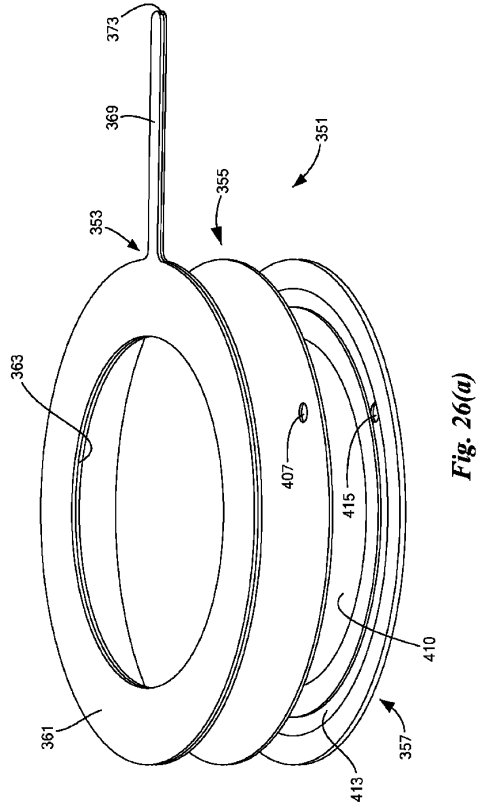


Fig. 26(a)

【図 26 (b)】

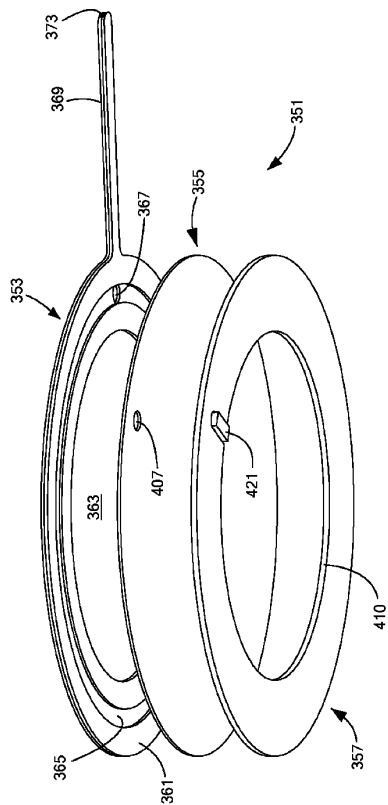


Fig. 26(b)

【図 27 (a)】

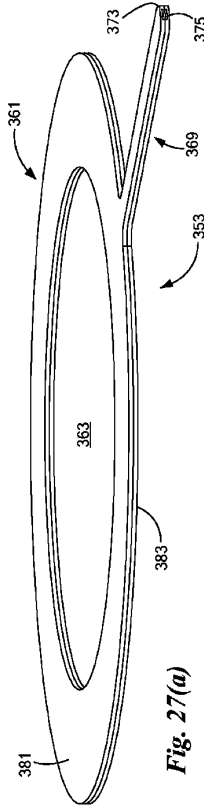


Fig. 27(a)

【図 27 (b)】

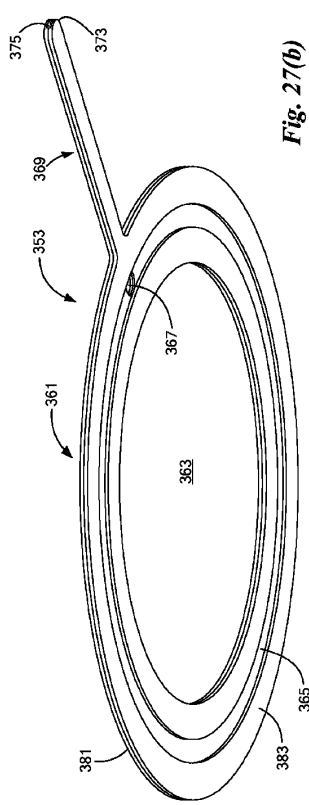


Fig. 27(b)

10

20

30

40

50

【図 27 (c)】

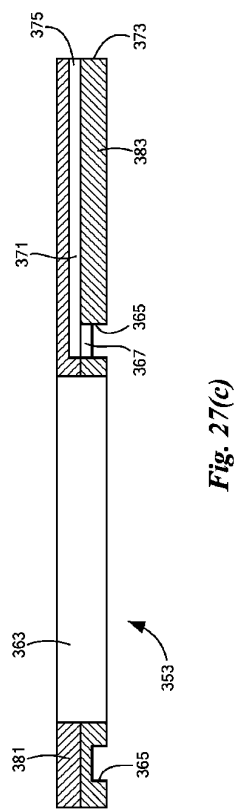


Fig. 27(c)

【図 28】

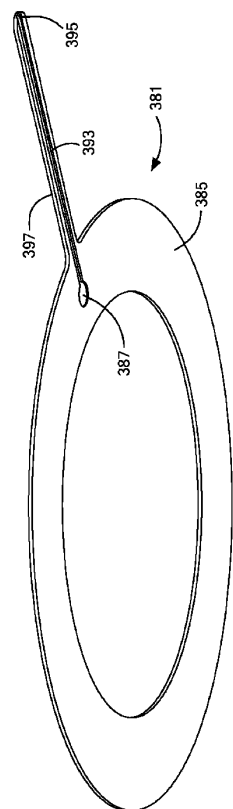


Fig. 28

【図 29 (a)】

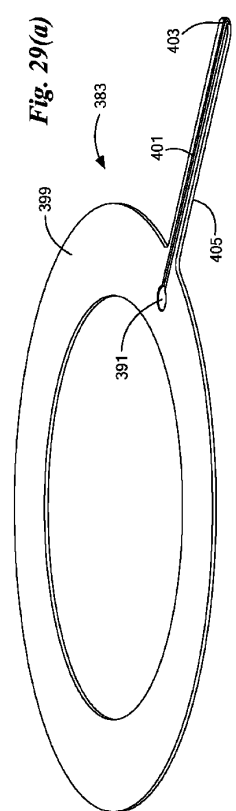


Fig. 29(a)

【図 29 (b)】

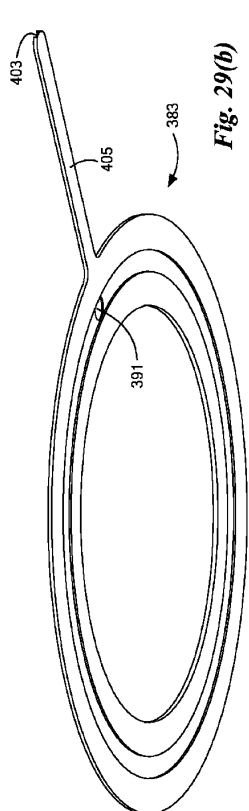


Fig. 29(b)

10

20

30

40

50

【図 30】

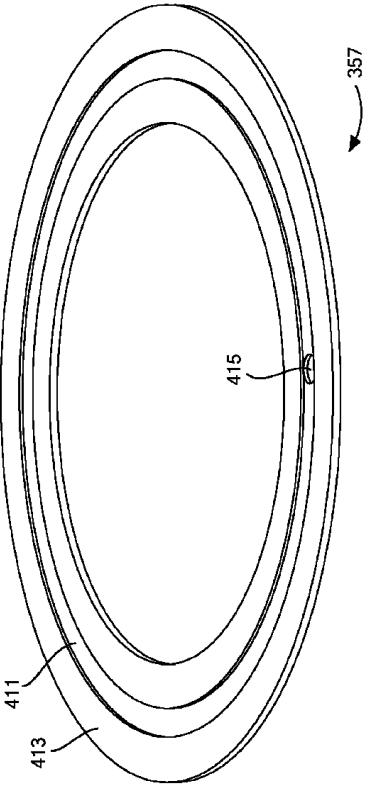


Fig. 30

【図 31 (a)】

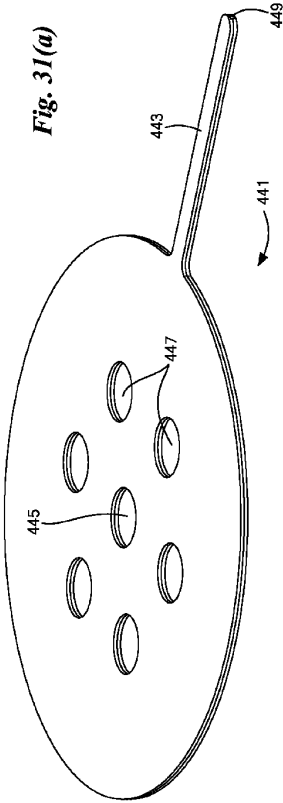


Fig. 31(a)

【図 31 (b)】

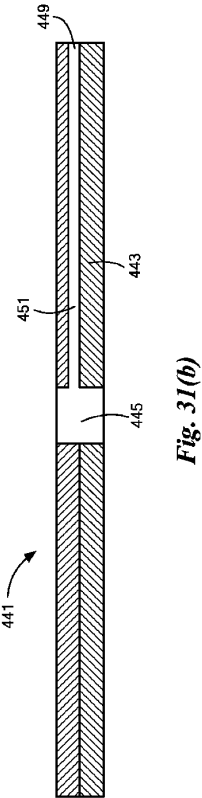


Fig. 31(b)

10

20

30

40

50

フロントページの続き

ロード 23

審査官 池ノ谷 秀行

- (56)参考文献 特開2001-011680 (JP, A)
特開平11-036092 (JP, A)
米国特許出願公開第2007/0015015 (US, A1)
米国特許出願公開第2013/0040223 (US, A1)
国際公開第2008/044429 (WO, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C25B 1/00-15/08