

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-207556
(P2016-207556A)

(43) 公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1M 8/0202 (2016.01)	HO 1M 8/02 B	5HO26
HO 1M 8/10 (2016.01)	HO 1M 8/10	5H127
HO 1M 8/02 (2016.01)	HO 1M 8/02 Z	
HO 1M 8/04 (2016.01)	HO 1M 8/04 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 29 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-90104 (P2015-90104)
(22) 出願日 平成27年4月27日 (2015. 4. 27)

特許法第30条第2項適用申請有り (1) WALD RONS MITH Management 発行予稿集 ▲12th▼ International Conference on X-Ray Microscopy 第287ページ2014年10月26日発行、に発表 (2) 12▲th▼ International Conference on X-Ray Microscopy Melbourne Convention and Exhibition Centre (メルボルン市、オーストラリア) にて平成26年10月30日発表

(71) 出願人 504133110
国立大学法人電気通信大学
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
(71) 出願人 504139662
国立大学法人名古屋大学
愛知県名古屋市千種区不老町1番
(74) 代理人 100083806
弁理士 三好 秀和
(74) 代理人 100101247
弁理士 高橋 俊一
(72) 発明者 関澤 央輝
東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

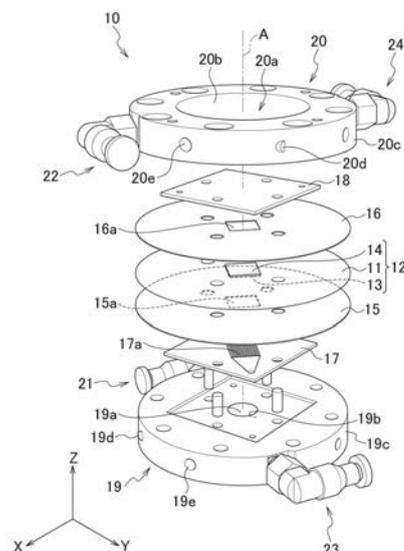
(54) 【発明の名称】 固体高分子形燃料電池及びケーブル供給機構

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 固体高分子形燃料電池をX線ラミノグラフィーにより計測する方法の提供。

【解決手段】 膜/電極膜接合体12と、膜/電極膜接合体12の第1の側に設けられた第1の流路板17と、膜/電極膜接合体12の第2の側に設けられた第2の流路板18と、第1の流路板17の第1の側に設けられ、第1の透過窓19aを有する第1のセパレーター19と、第2の流路板18の第2の側に設けられ、第2の透過窓20aを有する第2のセパレーター20とを含み、第1及び第2の透過窓19a、20aは、その一方を通過して入射されたX線であって、膜/電極膜接合体12の主面に対して所定角度以上を有するものについて、膜/電極膜接合体12及び第1及び第2の流路板17、18を介してその他方を通して出射させるように構成されている固体高分子形燃料電池。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X線ラミノグラフィ法による計測を可能とする固体高分子形燃料電池であって、
膜 / 電極膜接合体と、
前記膜 / 電極膜接合体の第 1 の側に設けられた第 1 の流路板と、
前記膜 / 電極膜接合体の第 2 の側に設けられた第 2 の流路板と、
前記第 1 の流路板の第 1 の側に設けられ、第 1 の透過窓を有する第 1 のセパレーターと

、
前記第 2 の流路板の第 2 の側に設けられ、第 2 の透過窓を有する第 2 のセパレーターと
を含み、

10

前記第 1 及び第 2 の透過窓は、その一方を通して入射された X 線であって、前記膜 / 電極膜接合体の主面に対して所定角度以上を有するものについて、前記膜 / 電極膜接合体及び前記第 1 及び第 2 の流路板を介してその他方を通して出射させるように構成された固体高分子形燃料電池。

【請求項 2】

前記第 1 及び第 2 の透過窓は、これら第 1 及び第 2 の透過窓を通り、前記膜 / 電極膜接合体の主面に垂直な一つの軸について、前記一つの軸を対称軸とし、前記膜 / 電極膜接合体の主面と前記所定角度をなす母線を有する円錐により形成された傾斜面を有する請求項 1 に記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 3】

前記第 1 及び第 2 の流路板は、非晶質な素材を含む請求項 2 に記載の固体高分子形燃料電池。

20

【請求項 4】

前記素材は、放射線耐性を有する請求項 3 に記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 5】

前記素材は、ガラス状炭素を含む請求項 3 又は 4 に記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 6】

前記第 1 及び第 2 のセパレーターは、軽量かつ耐食性に優れた素材を含む請求項 2 から 5 のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 のセパレーターは、金メッキ処理アルミニウムを含む請求項 6 に記載の固体高分子形燃料電池。

30

【請求項 8】

前記膜 / 電極膜接合体と前記第 1 の流路板との間に設けられた第 1 のガスケットと、前記膜 / 電極膜接合体と前記第 2 の流路板との間に設けられた第 2 のガスケットとをさらに含む請求項 2 から 7 のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 9】

前記膜 / 電極膜接合体に熱風を供給する加熱する熱風ヒーターをさらに含む請求項 2 から 7 のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 10】

前記第 1 及び第 2 の透過窓を通して前記膜 / 電極膜接合体に赤外線を照射して加熱するハロゲンヒーターをさらに含む請求項 2 から 9 のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。

40

【請求項 11】

前記第 1 及び第 2 のセパレーターは、前記一つの軸について略回転対称な外周部を有する請求項 2 から 10 のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 12】

前記膜 / 電極膜接合体並びに前記第 1 及び第 2 の流路板は、前記略回転対称な外周部から内側にある請求項 11 に記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 13】

50

前記第 1 及び第 2 のセパレーターは、前記略回転対称な外周部にケーブルの接続部位を有する請求項 1 1 又は 1 2 に記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 1 4】

前記ケーブルは、電線及びガス配管を含む請求項 1 3 に記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 1 5】

所定の光軸に沿って入射した X 線が前記第 1 及び第 2 の透過窓を透過するように、前記固体高分子形燃料電池を前記一つの軸について回転可能に支持する支持台を含み、

前記支持台において、前記 X 線の光路上に位置することがある部材は、非晶質な素材を含む請求項 1 1 から 1 4 のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 1 6】

前記素材は、放射線耐性を有する請求項 1 5 に記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 1 7】

前記素材は、ポリエーテルエーテルケトン樹脂を含む請求項 1 5 又は 1 6 に記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 1 8】

前記支持台は、前記一つの軸について 360° 回転することができる請求項 1 5 から 1 7 のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 1 9】

前記支持台を回転駆動するモータをさらに含む請求項 1 6 から 1 8 のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。

【請求項 2 0】

請求項 1 5 から 1 9 のいずれかに記載の前記固体高分子形燃料電池にケーブルを接続するケーブル供給機構であって、

前記略回転対称な外周部の周囲に、前記略回転対称な外周部に対向して設けられ、前記固体高分子形燃料電池の回転に連動して前記ケーブルを巻回して保持することができるケーブル巻回部をさらに含む記載のケーブル供給機構。

【請求項 2 1】

前記ケーブル巻回部は、前記固体高分子形燃料電池とともに前記支持台によって回転可能に支持された請求項 2 0 に記載のケーブル供給機構。

【請求項 2 2】

前記ケーブル巻回部は、軽量の素材を含む請求項 2 0 又は 2 1 に記載のケーブル供給機構。

【請求項 2 3】

前記素材は、ポリプロピレンを含む請求項 2 2 に記載のケーブル供給機構。

【請求項 2 4】

前記固体高分子形燃料電池の回転に連動し、所定方向にケーブルを送るケーブルスライダーを含む請求項 2 1 から 2 3 のいずれかに記載のケーブル供給機構。

【請求項 2 5】

前記ケーブルスライダーは、前記ケーブルを保持する可動柱と、前記可動柱を所定方向に移動可能に支持するボールねじと、前記ボールねじを回転駆動して前記可動柱の位置を制御するモータとを含む請求項 2 4 に記載のケーブル供給機構。

【請求項 2 6】

前記ケーブル巻回部と前記ケーブルスライダーとの間であって、前記固体高分子形燃料電池の回転に連動し、前記ケーブルスライダーから供給されたケーブルを巻回してから前記ケーブル巻回部に供給する緩衝部をさらに含む請求項 2 4 又は 2 5 に記載のケーブル供給機構。

【請求項 2 7】

前記緩衝部は、前記ケーブルを一周にわたり巻回する巻回部と、前記巻回部を回転駆動して前記巻回部の回転角度を制御するモータとを含む請求項 2 6 に記載のケーブル供給機構。

10

20

30

40

50

【請求項 28】

前記緩衝部は、軽量の素材を含む請求項 26 又は 27 に記載のケーブル供給機構。

【請求項 29】

前記素材は、ポリプロピレンを含む請求項 28 に記載のケーブル供給機構。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、固体高分子形燃料電池及びこの固体高分子形燃料電池にケーブルを送るケーブル供給機構に関し、詳しくは、発電状態下でその場 3 次元イメージ計測を行うことが可能な固体高分子形燃料電池及びケーブル供給機構に関する。 10

【背景技術】

【0002】

固体高分子形燃料電池 (P F F C : Polymer Electrolyte Fuel Cell) の基本単位である単セルは、空気極 (正極)、燃料極 (負極)、固体高分子電解質膜およびガス拡散層 (G D L : Gas Diffusion Layer) からなる膜 / 電極膜接合体 (M E A : Membrane Electrode Assembly) とセパレーターから構成される。空気極および燃料極には一般にカーボンブラックなどの担体に触媒を担持したものが用いられる。ガス拡散層には一般に黒鉛繊維による多孔質基材が用いられる。セパレーターにはガスに対して不透過な導電材料が用いられ、表面に反応ガスを流す細かい溝が形成されている。また、固体高分子形燃料電池の単セルには、ガスを供給あるいは排出する配管、発電された電流を取り出す電線、温度計およびヒーターに接続する電線が接続されることがある。 20

【0003】

図 1 は、先行技術に属する固体電解質燃料電池である一般財団法人日本自動車研究所が開発した J A R I (J A R I : Japan Automobile Research Institute) 標準セルを示す分解図である (非特許文献 1)。水平面内に X Y 軸、鉛直方向に Z 軸を設定すると、この固体高分子形燃料電池は、固体高分子電解質膜 1 1 1 を挟んで Y 軸の正と負の方向に、順に、第 1 及び第 2 の電極触媒 / ガス拡散層 1 1 3、1 1 4、第 1 及び第 2 のガスカート 1 1 5、1 1 6、第 1 及び第 2 の流路板 1 1 7、1 1 8、第 1 及び第 2 の集電板 1 2 1、1 2 2、第 1 及び第 2 の絶縁シート 1 2 3、1 2 4、第 1 及び第 2 のセパレーター 1 2 5、1 2 6、第 1 及び第 2 のラバーヒーター 1 2 7、1 2 8 を備えている。固体高分子電解質膜 1 1 1 と第 1 及び第 2 の電極触媒 / ガス拡散層 1 1 3、1 1 4 は、膜 / 電極膜接合体 1 2 0 を構成している。 30

【0004】

固体高分子形燃料電池の発電能力や耐久性などの性能向上を図る上で必要な情報を得るために、固体高分子形燃料電池の内部にある膜 / 電極膜接合体の内部構造を発電状態下で非破壊 3 次元可視化することが求められており、それに対する計測技術の開発が行われてきている。膜 / 電極膜接合体のような撮像視野よりも大きな板形状の試料に対する 3 次元イメージを、ガス雰囲気・試料温度などについてその場環境で計測できる最も有効な手法は、透過性の高い X 線を用いた 3 次元イメージング技術の一つ、X 線ラミノグラフィ法である (非特許文献 2)。 40

【0005】

X 線ラミノグラフィ法では、試料を試料板面に垂直な回転軸の周りに 3 6 0 ° 回転し、色々な回転角度で計測した 2 次元 X 線透過画像群をもとに、計算機によって 3 次元イメージを再構成する。その際、試料回転軸は X 線に対して、2 0 ° から 4 0 ° 程度傾斜させる。X 線ラミノグラフィ法により高解像度の 3 次元イメージを得るには、十分な強度を持つ X 線が X 線イメージ検出器に入射し、散乱によるバックグラウンドの少ない高画質な 2 次元 X 線透過画像群を計測する必要がある。また、アーティファクトの少ない 3 次元イメージを再構成するには、試料回転時に回転軸の振れを最小限に抑える必要がある。従来の固体高分子形燃料電池に対する X 線ラミノグラフィ計測は、固体高分子形燃料電池の単 50

セルから取り外した膜 / 電極膜接合体単体に対する計測がされている（非特許文献 3）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献 1】 “Study of fuel cell structure and heating method: Development of JARI's standard single cell”, Y. Hashimasa, T. Numata, K. Moriya, S. Watanabe, J. Power Sources, 155 (2006) 182-189.

【非特許文献 2】 “X-ray computed laminography: an approach of computed tomography for applications with limited access”, S. Gondrom, J. Zhou, M. Maisl, H. Reiter, M. Kroning, W. Arnol, Nucl. Eng. Des., 190, (1999) 141.

10

【非特許文献 3】 “4D Visualization of a Cathode Catalyst Layer in a Polymer Electrolyte Fuel Cell by 3D Laminography-XAFS”, T. Saida, O. Sekizawa, N. Ishiguro, M. Hoshino, K. Uesugi, T. Uruga, S. Ohkoshi, T. Yokoyama, M. Tada, Angew. Chem. Int. Ed., 51, (2012) 10311.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来の X 線計測用の固体高分子形燃料電池の単セルは、前記 J A R I 標準セルのセパレーターおよび集電板に対して、X 線が垂直に透過する位置に X 線透過窓が設けられているため、回転軸を X 線に対して傾斜した配置では X 線が固体高分子形燃料電池の単セルを透過することは困難であった。

20

【0008】

また従来のセパレーターの材質は、樹脂を含浸した黒鉛や金属が用いられており、これによる X 線の散乱や吸収が大きく、高画質な 2 次元 X 線透過画像を得ることが困難であった。

【0009】

また従来の固体高分子形燃料電池の単セルは、ガス供給・排出用の配管が据え付け板の上流側および下流側の側面上に接続されていたため、回転軸を X 線に対して傾斜した配置で、これらの配管類が X 線光路を遮ることなく固体高分子形燃料電池の単セルを 360° 回転することが困難であった。

30

【0010】

また従来の固体高分子形燃料電池の単セルはステンレス製据え付け板などから構成される高重量物であり、また配管・ケーブル類の振動や重量負荷のため、固体高分子形燃料電池の単セルを 360° 回転する際に回転軸の振れを抑え高精度に行うことが困難であった。

【0011】

この発明は上記の課題を解決すべく、発電状態下でその場 3 次元イメージ計測を行うことが可能な固体高分子形燃料電池とこの固体高分子形燃料電池にケーブルを供給するケーブル供給機構を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0012】

上述の課題を解決するために、この出願に係る固体高分子形燃料電池は、X 線ラミノグラフィ法による計測を可能とする固体高分子形燃料電池であって、膜 / 電極膜接合体と、前記膜 / 電極膜接合体の第 1 の側に設けられた第 1 の流路板と、前記膜 / 電極膜接合体の第 2 の側に設けられた第 2 の流路板と、前記第 1 の流路板の第 1 の側に設けられ、第 1 の透過窓を有する第 1 のセパレーターと、前記第 2 の流路板の第 2 の側に設けられ、第 2 の透過窓を有する第 2 のセパレーターとを含み、前記第 1 及び第 2 の透過窓は、その一方を通過して入射された X 線であって、前記膜 / 電極膜接合体の主面に対して所定角度以上を有するものについて、前記膜 / 電極膜接合体及び前記第 1 及び第 2 の流路板を介してその他方を通過して出射させるように構成されたものである。

50

【0013】

前記第1及び第2の透過窓は、これら第1及び第2の透過窓を通り、前記膜/電極膜接合体の主面に垂直な一つの軸について、前記一つの軸を対称軸とし、前記膜/電極膜接合体の主面と前記所定角度をなす母線を有する円錐により形成された傾斜面を有してもよい。

【0014】

前記第1及び第2の流路板は、非晶質な素材を含んでもよい。前記素材は、放射線耐性を有してもよい。前記素材は、ガラス状炭素を含んでもよい。

【0015】

前記第1及び第2のセパレーターは、軽量かつ耐食性に優れた素材を含んでもよい。前記第1及び第2のセパレーターは、金メッキ処理アルミニウムを含んでもよい。

10

【0016】

前記膜/電極膜接合体と前記第1の流路板との間に設けられた第1のガスケットと、前記膜/電極膜接合体と前記第2の流路板との間に設けられた第2のガスケットとをさらに含んでもよい。前記膜/電極膜接合体に熱風を供給する加熱する熱風ヒーターをさらに含んでもよい。前記第1及び第2の透過窓を通して前記膜/電極膜接合体に赤外線を照射して加熱するハロゲンヒーターをさらに含んでもよい。

【0017】

前記第1及び第2のセパレーターは、前記一つの軸について略回転対称な外周部を有してもよい。前記膜/電極膜接合体並びに前記第1及び第2の流路板は、前記略回転対称な外周部から内側にあってもよい。前記第1及び第2のセパレーターは、前記略回転対称な外周部にケーブルの接続部位を有してもよい。前記ケーブルは、電線及びガス配管を含んでもよい。

20

【0018】

所定の光軸に沿って入射したX線が前記第1及び第2の透過窓を透過するように、前記固体高分子形燃料電池を前記一つの軸について回転可能に支持する支持台を含み、前記支持台において、前記X線の光路上に位置することがある部材は、非晶質な素材を含んでもよい。

【0019】

前記素材は、放射線耐性を有してもよい。前記素材は、ポリエーテルエーテルケトン樹脂を含んでもよい。前記支持台は、前記一つの軸について360°回転することができる請求項15から17のいずれかに記載の固体高分子形燃料電池。前記支持台を回転駆動するモータをさらに含んでもよい。

30

【0020】

この出願に係るケーブル供給機構は、前記固体高分子形燃料電池にケーブルを接続するケーブル供給機構であって、前記略回転対称な外周部の周囲に、前記略回転対称な外周部に対向して設けられ、前記固体高分子形燃料電池の回転に連動して前記ケーブルを巻回して保持することができるケーブル巻回部をさらに含むものである。

【0021】

前記ケーブル巻回部は、前記固体高分子形燃料電池とともに前記支持台によって回転可能に支持されてもよい。前記ケーブル巻回部は、軽量の素材を含んでもよい。前記素材は、ポリプロピレンを含んでもよい。

40

【0022】

前記固体高分子形燃料電池の回転に連動し、所定方向にケーブルを送るケーブルスライダーを含んでもよい。前記ケーブルスライダーは、前記ケーブルを保持する可動柱と、前記可動柱を所定方向に移動可能に支持するボールねじと、前記ボールねじを回転駆動して前記保持部の位置を制御するモータとを含んでもよい。

【0023】

前記ケーブル巻回部と前記ケーブルスライダーとの間にあって、前記固体高分子形燃料電池の回転に連動し、前記ケーブルスライダーから供給されたケーブルを巻回してから前

50

記ケーブル巻回部に供給する緩衝部をさらに含んでもよい。前記緩衝部は、前記ケーブルを一周にわたり巻回する巻回部と、前記巻回部を回転駆動して前記巻回部の回転角度を制御するモータとを含んでもよい。前記緩衝部は、軽量の素材を含んでもよい。前記素材は、ポリプロピレンを含んでもよい。

【発明の効果】

【0024】

この発明によると、X線ラミノグラフィ法により発電状態下にある固体高分子形燃料電池のその場3次元イメージ計測をすることができる。また、セパレーターや流路板によるX線の散乱や吸収が小さく、X線の光路が配管類で遮られることなく、重量を低減して回転を高精度で行うことができ、ひいては高画質のX線透過画像を得ることができる。さらに、また、ケーブル供給装置によって、固体高分子形燃料電池にケーブルを送る際の振動及び負荷変動を低減し、X線ラミノグラフィ法により固体高分子形燃料電池を計測させることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】先行技術の固体高分子形燃料電池の概略的な構成を示す分解図である。

【図2】固体高分子形燃料電池の概略的な構成を示す分解図である。

【図3】流路板のX線透過像である。

【図4】固体高分子形燃料電池をX線の光路上に配置した図である。

【図5】図4の固体高分子形燃料電池を軸Aの上側から見た図である。

20

【図6】固体高分子形燃料電池及びケーブル供給機構の全体の構成を撮影した写真である。

【図7】ケーブル供給機構の動作を説明する図である。

【図8】ケーブルスライダーの概略的な構成を示す正面図である。

【図9】膜/電極膜接合体の立体図である。

【図10】膜/電極膜接合体の水平断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、この発明に係る固体高分子形燃料電池及びケーブル供給機構について、図面を参照して詳細に説明する。

30

【0027】

図2は、固体高分子形燃料電池の概略的な構成を示す分解図である。図2において、水平面内にXY軸、鉛直方向にZ軸を設定し、Z軸の正方向と負方向の側をそれぞれ第1の側1の側と第2の側、又は上と下と称することにする。

【0028】

本実施の形態の固体高分子形燃料電池10は、固体高分子電解質膜を構成する固体高分子電解質膜11を含んでいる。固体高分子電解質膜11の第1の側には、固体高分子電解質膜11の表面における略矩形状の所定の領域に電極触媒層及びガス拡散層が順に積層された第1の電極触媒/ガス拡散層13が形成されている。また、固体高分子電解質膜11の第2の側には、第1の電極触媒/ガス拡散層13と同様に、第2の電極触媒/ガス拡散層14が形成されている。これら固体高分子電解質膜11、第1の電極触媒/ガス拡散層13及び第2の電極触媒/ガス拡散層14は、膜/電極膜接合体12を構成している。

40

【0029】

また、固体高分子形燃料電池10は、固体高分子電解質膜11の第1の側に設けられた第1の流路板17と、固体高分子電解質膜11の第2の側に設けられた第2の流路板18とを含んでいる。これら第1の流路板17及び第2の流路板18は、ガラス状炭素(グラッシーカーボン)を素材として、対向する固体高分子電解質膜11において第1の電極触媒/ガス拡散層13及び第2の電極触媒/ガス拡散層14が形成された領域にそれぞれ対応する略矩形の領域に流路が形成されている。例えば、第1の流路板17においては略矩形の第1の領域17aに流路が形成されている。

50

【0030】

図3(a)は、第1の流路板17及び第2の流路板18のX線透過像である。第1の流路板17及び第2の流路板18の素材であるガラス状炭素は、構造及び組成が均一な非晶質であり、X線の散乱及び吸収が少なく、耐放射線性能が高いという性質を有している。このため、第1の流路板17及び第2の流路板18のX線透過像に特定の回折像は現れていない。比較のため、図3(b)には、従来の流路板に使用されている成形黒鉛によるX線透過像を示すが、黒鉛の結晶構造に由来する回折像が見られる。

【0031】

なお、第1の流路板17及び第2の流路板18の素材はガラス状炭素に限られない。X線の散乱及び吸収が少なく、放射線耐性能が高く、構造及び組成が均質な性質を有する適切な性質を有する他の素材を使用することもできる。

10

【0032】

固体高分子電解質膜11と第1の流路板17の間には、第1のガスケット15が設けられている。第1のガスケット15には、第1の電極触媒/ガス拡散層13に対応する略矩形の第1の開口15aが形成されている。また、固体高分子電解質膜11と第2の流路板18の間には、第2のガスケット16が設けられている。第2のガスケット16には、第2の電極触媒/ガス拡散層14に対応する略矩形の第2の開口16aが形成されている。第1のガスケット15と第2のガスケット16は、第1の流路板17と第2の流路板18の間に膜/電極膜接合体12を封止している。

【0033】

20

固体高分子形燃料電池10は、第1の流路板17の第1の側に設けられた第1のセパレーター19と、第2の流路板18の第2の側に設けられた第2のセパレーター20とを含んでいる。第1のセパレーター19及び第2のセパレーター20は、軽量で耐食性に優れた金メッキ処理アルミニウムで作成され、第1の透過窓19a及び第2の透過窓20aがそれぞれ設けられている。なお、第1のセパレーター19及び第2のセパレーター20は、金メッキ処理アルミニウムに限られない。軽量で耐食性に優れた他の素材を使用してもよい。

【0034】

第1のセパレーター19及び第2のセパレーター20は、膜/電極膜接合体12に含まれる電極膜から電気を収集する集電板を兼ねている。第1のセパレーター19及び第2のセパレーター20の極性は、膜/電極膜接合体12に含まれる電極膜の極性に対応して、いずれか一方がカソードに、他方がアノードに定められる。

30

【0035】

第1の透過窓19a及び第2の透過窓20aは、この固体高分子形燃料電池10に第1の透過窓19a及び第2の透過窓20aの一方を通して入射したX線であって、膜/電極膜接合体12の主面となす角度が30°以上のものが、第1の流路板17、膜/電極膜接合体12及び第2の流路板18を介して、第1の透過窓19a及び第2の透過窓20aの他方を通して出射するように形成されている。ここで、膜/電極膜接合体12の主面とは、膜/電極膜接合体12においてXY面に平行に形成された主要な面であり、上側であっても下側であってもよい。なお、X線の角度は、膜/電極膜接合体12の主面に限らず、

40

【0036】

第1の透過窓19aは、膜/電極膜接合体12等の主面に垂直なZ軸方向に延びる一つの軸Aについて、この軸Aを対称軸とし、膜/電極膜接合体12の主面と30°の角度をなす母線を有し、下向きの頂点を有する円錐によって形成された第1の傾斜面19bを有している。第2の透過窓20aは、上向きの頂角を有する同様の円錐によって形成された第2の傾斜面20bを有している。第1の傾斜面19b及び第2の傾斜面20bは、膜/電極膜接合体12の主面に対して30°の傾斜角をなし、第1の透過窓19a及び第2の透過窓20aは、それぞれ120°の開口角を有している。

50

【0037】

なお、第1の傾斜面19b及び第2の傾斜面20bの傾斜角は30°に限られず、例えば20°から40°の範囲にある他の角度としてもよい。この場合、第1の透過窓19a及び第2の透過窓20aの開口角は、それぞれ第1の傾斜面19b及び第2の傾斜面20bの傾斜角に対応したものになる。

【0038】

第1のセパレーター19及び第2のセパレーター20は、それぞれ軸Aについて略回転対称な第1の外周部19c及び第2の外周部20cを有している。第1の外周部19c及び第2の外周部20cには、それぞれケーブルの接続部位が設けられている。ケーブルは、固体高分子形燃料電池10への複数のガス配管、電線などを含んでいる。固体高分子形燃料電池10に接続する複数のガス配管、電線などは、一本のケーブルに束ねられて後述するケーブル供給機構から供給されている。図中には、ガス配管の接続部位として、第1の外周部19cに設けられた第1のガス入口21及び第2のガス出口23、第2の外周部20cに設けられたガス入口22及びガス出口24が示されている。

10

【0039】

第1の外周部19c及び第2の外周部20cには、それぞれヒーターを挿入するための第1のヒーター挿入口19d及び第2のヒーター挿入口20dが設けられている。また、それぞれ所定のセンサーを取り付ける第1のセンサー取り付けネジ穴19e及び第2のセンサー取り付けネジ穴20eが設けられている。

20

【0040】

第1のセパレーター19及び第2のセパレーター20に挟んで固定される固体高分子電解質膜11、第1のガスケット15及び第2のガスケット16、第1の流路板17及び第2の流路板18は、第1の外周部19c及び第2の外周部20cの内側にあり、第1の外周部19c及び第2の外周部20cから突き出すことはない。固体高分子電解質膜11、第1のガスケット15及び第2のガスケット16、第1の流路板17及び第2の流路板18は、第1のセパレーター19及び第2のセパレーター20と同じ径を有していてもよい。

【0041】

固体高分子形燃料電池10は、第1の外周部19c及び第2の外周部20cを含む略回転対称な外周部を有している。したがって、固体高分子形燃料電池10を軸Aについて回転させることにより、第1の外周部19c及び第2の外周部20cを接続部位として固体高分子形燃料電池10に接続されたケーブルを外周部に供給して周囲に円滑に巻回することができる。

30

【0042】

固体高分子形燃料電池10は、この固体高分子形燃料電池10の特に膜/電極膜接合体12に熱風を供給することにより加熱して所定の温度に維持するようにする熱風ヒーターを含んでもよい。また、第1の透過窓19a及び第2の透過窓20aを通して赤外線を照射することにより膜/電極膜接合体12を加熱するハロゲンヒーターを含んでもよい。熱風ヒーター及びハロゲンヒーターは、第1の透過窓19a及び第2の透過窓20aを通じた放熱にもかかわらず、膜/電極膜接合体12の温度を一定に保つことを可能にしている。

40

【0043】

図4は、固体高分子形燃料電池をX線の光路上に配置した図である。図5は、図4の固体高分子形燃料電池を軸Aの上側から見た図である。

【0044】

固体高分子形燃料電池10は、この固体高分子形燃料電池10を軸Aについて回転可能に支持する支持台30をさらに含んでいる。支持台30は、底板31と、底板31に固定される基部32と、基部32から立ち上がり所定の高さを確保する第1の支持部33と、第1の支持部33の内周側に第1のセパレーター19を固定する第2の支持部34とを含んでいる。また、支持台30は、底板31から立ち上がり後述するケーブル巻回部50を

50

支持するケーブル巻回部支持部 35 も含んでいる。

【0045】

支持台 30 は、これらの各部材によって、固体高分子形燃料電池 10 に所定の光軸に沿った第 1 の光路 L1 により略水平に入射される入射 X 線が第 1 のセパレーター 19 の第 1 の透過窓 19a を通って膜 / 電極膜接合体 12 に入射し、膜 / 電極膜接合体 12 を透過した透過 X 線が第 2 のセパレーター 20 の第 2 の透過窓 20a を通り、第 1 の光路 L1 の延長上にある第 2 の光路 L2 に進み、X 線検出器 90 に向けて出射されるように固体高分子形燃料電池 10 を軸 A について回転可能に位置合わせしている。

【0046】

詳しくは、第 1 の光路 L1 は第 1 の透過窓 19a を通って膜 / 電極膜接合体 12 の主面に対して 30° の角度をなし、第 2 の光路 L2 は膜 / 電極膜接合体 12 の主面に対して 30° の角度をなして第 2 の透過窓 20a を通っている。第 1 の透過窓 19a 及び第 2 の透過窓 20a の開口角はいずれも 120° であり、図中に示す軸 A と第 2 の光路 L2 のなす角は開口角の半分の 60° である。なお、この角は 60° に限られず第 1 の透過窓 19a 及び第 2 の透過窓 20a の開口角に適合するような適切な角度に設定することができる。

10

【0047】

支持台 30 において、第 1 の光路 L1 上にある第 1 の支持部 33 及びケーブル巻回部支持部 35 は、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK) 樹脂によって作成されている。PEEK 樹脂は、耐放射線性能が高く、構造及び組成が均質な非晶質の素材であり、第 1 の光路 L1 に沿って入射する入射 X 線の散乱及び吸収を低減している。なお、第 1 の支持部 33 及びケーブル巻回部支持部 35 には、PEEK 樹脂に限られず、X 線の散乱及び吸収が少なく、耐放射線性質が高く、構造及び組成が均質な性質を有する適切な性質を有する他の素材を使用することもできる。

20

【0048】

また、支持台 30 において、第 1 の光路 L1 上にない底板 31、基部 32 及び第 2 の支持部 34 は、軽量のアルミニウムで作成されている。なお、これらの部材は、アルミニウムに限られず、軽量の他の素材で構成するようにしてもよい。第 2 の支持部 34 には、第 1 の光路 L1 を妨げないように第 1 の光路 L1 に沿った切り欠けが設けられている。

【0049】

第 1 のセパレーター 19 及び第 2 のセパレーター 20 において、第 1 のガス入口 21 及び第 2 のガス出口 23 を含むケーブルの接続部位は、第 1 の外周部 19c 及び第 2 の外周部 20c を含む外周部に設けられているため、第 1 の光路 L1 及び第 2 の光路 L2 を遮ることがない。外周部を囲んで対向するように設けられた後述するケーブル巻回部 50 についても同様である。

30

【0050】

固体高分子形燃料電池 10 は、支持台 30 の底板 31 に結合され、軸 A について支持台 30 を回転駆動するモータ 40 をさらに含んでいる。モータ 40 は、軸 A と同軸上に設けられ、支持台 30 の回転角度を制御している。モータ 40 は、膜 / 電極膜接合体 12 をラミネグラフィ法により計測する際には、支持台 30 を軸 A について所定の向きに 360° 回転させる。

40

【0051】

図 6 は、固体高分子形燃料電池及びケーブル供給機構の全体の構成を撮影した写真である。図 7 は、ケーブル供給機構の動作を説明する図である。

【0052】

図 6 において、下左にある固体高分子形燃料電池 10 には、実線の矢印で示すように、第 1 の光路 L1 に沿って入射 X 線が入射し、第 2 の光路 L2 に沿って透過 X 線が出射している。固体高分子形燃料電池 10 の膜 / 電極膜接合体 12 をラミネグラフィ法による計測する際には、固体高分子形燃料電池 10 は図示しない軸 A について 360° にわたり回転される。このとき、ケーブル供給機構によって、図中の破線で示す経路に沿って、固体

50

高分子形燃料電池 10 に接続する一本のケーブル 80 が、固体高分子形燃料電池 10 の回転に連動して、固体高分子形燃料電池 10 に振動を与えたり重量負荷を変動させたりしないように供給される。

【0053】

図 7 (b) の模式図に示すように、ケーブル供給機構は、固体高分子形燃料電池 10 にケーブル 80 を送り、固体高分子形燃料電池 10 の周囲に設けられ、固体高分子形燃料電池 10 とともに回転してケーブル 80 を巻き取るケーブル巻回部 50 と、ケーブル 80 を一回巻きしてからケーブル巻回部 50 に送る緩衝部 60 と、ケーブルが並進するように緩衝部 60 に送るケーブルスライダ 70 とを含んでいる。

【0054】

図 7 (a) に示すように、ケーブル巻回部 50 は、ポリプロピレンを素材として作成され、固体高分子形燃料電池 10 の周囲に、固体高分子形燃料電池 10 に所定距離おいて対向するように、支持台 30 によって支持されている。図 4 に示すように、ケーブル巻回部 50 は、略円筒状の底部 51 と、底部 51 の一端近くから立ち上がる第 1 のフランジ 52 と、底部 51 の他端から立ち上がる第 2 のフランジ 53 とを含み、これら底部 51、第 1 のフランジ 52 及び第 2 のフランジ 53 によって形成されるくぼみにケーブル 80 を一周以下にわたり巻回して収容できるように、軸 A について略回転対称な略ボビン形状を有している。なお、ケーブル巻回部 50 の素材はポリプロピレンに限られず、軽量な他の適切な素材で作成することもできる。

【0055】

ケーブル巻回部 50 の底部 51 は、一部で開口し、ケーブル 80 がこの開口を通じて固体高分子形燃料電池 10 の接続部位に接続できるようにしている。開口を通ったケーブルは複数のガス配管及び電線に分岐して第 1 のセパレーター 19 及び第 2 のセパレーター 20 の所定の部位に接続されている。

【0056】

図 5 に示すように、固体高分子形燃料電池 10 が軸 A について回転されると、ケーブル巻回部 50 は、固体高分子形燃料電池 10 の支持台 30 によって、固体高分子形燃料電池 10 と同じ角度にわたって回転される。これに応じて、ケーブル巻回部 50 には、緩衝部 60 から供給されたケーブル 80 が次第に巻回されて収容され、固体高分子形燃料電池 10 が 360° にわたり回転されると一周分のケーブル 80 が巻き付けられる。ケーブル巻回部 50 においてケーブル 80 を巻回する底部 51 の径が例えば 150 mm であると、ケーブル 80 は例えば 500 mm 程度巻き付けられる。

【0057】

図 6 及び図 7 (a) に示すようにケーブル供給機構の緩衝部 60 は、ポリプロピレンを素材として作成され、ケーブル巻回部 50 に隣接して、それぞれの回転軸が略平行になるように設置されている。緩衝部 60 は、ケーブル 80 の振動等が固体高分子形燃料電池 10 に直接伝播しないように、個別の支持台によって支えられている。緩衝部 60 は、ケーブルスライダ 70 から送られたケーブル 80 に由来する振動及び負荷変動を低減し、このケーブルをケーブル巻回部 50 にさらに送っている。

【0058】

緩衝部 60 は、底部と、底部の両端から立ち上がる対向するフランジを有し、これら底部及びフランジで形成されるくぼみにケーブルを巻回して収容できるように、ケーブル巻回部 50 と同様に略回転対称な略ボビン形状の巻回部を含んでいる。また、緩衝部 60 は、巻回部を回転駆動する図示しないモータを含んでいる。

【0059】

緩衝部 60 は、巻回部の所定の範囲の角度にわたってフランジを欠き、このフランジを欠いた部分を通じて、緩衝部 60 に送られたケーブル 80 が収容され、巻回部に一回巻き付いた後でこの部分を通じて外部に送られるようにしている。巻回部は、図示しないモータによって、固体高分子形燃料電池 10 の回転に連動して、ケーブル 80 の移動に対応する角度だけ回転するように制御されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

なお、緩衝部 60 の巻回部の径は、ケーブル巻回部 50 の径よりも大きくても小さくてもよいが、ケーブル巻回部 50 の径より大きくしてもよい。緩衝部 60 の巻回部が大径であると、ケーブル 80 の振動や負荷変動を低減することができる。また、緩衝部 60 の巻回部の素材はポリプロピレンに限られず、他の適切な軽量な素材で作成することもできる。

【 0 0 6 1 】

図 6 及び図 8 に示すように、ケーブル供給機構のケーブルスライダー 70 は、ステンレス鋼を素材として作成され、緩衝部 60 に隣接して設置されている。ケーブルスライダー 70 は、ケーブル 80 の延びる方向を長手方向とし、第 1 の脚部 71 及び第 2 の脚部 72 によって支持された基板 73 を有している。基板 73 は、その一端にケーブル 80 をローラーで移動可能に支持する第 1 の固定柱 74 を備え、その他端にケーブル 80 を固定して保持する第 2 の固定柱 75 を備えている。基板 73 の第 1 の固定柱 74 と第 2 の固定柱 75 との間には、ケーブル 80 を固定して保持し、ケーブル 80 とともに長手方向に移動可能な可動柱 76 が設けられている。可動柱 76 は、ケーブル 80 の移動距離である例えば 500 mm にわたって移動することができる。

10

【 0 0 6 2 】

可動柱 76 は、水平に伸びるねじ軸 77 およびねじ軸に沿って設けられたナット 78 によって構成されたボールねじによって支持され、モータ 79 によって長手方向の位置の移動を制御されている。第 1 の固定柱 74、第 2 の固定柱 75 及び可動柱 76 によって支持されたケーブル 80 は、可動柱 76 と第 2 の固定柱 75 との間において、固体高分子形燃料電池 10 の 360° の回転に相当する長さのケーブル 80 が緩んだ状態で格納されている格納領域 81 を有している。

20

【 0 0 6 3 】

ケーブルスライダー 70 において、可動柱 76 は、固体高分子形燃料電池 10 の回転に連動して移動し、ケーブル 80 の移動に対応する位置にあるように制御されている。このとき、可動柱 76 と第 2 の固定柱 75 との間では、格納領域 81 に緩んだ状態で格納されているケーブル 80 が可動柱 76 の移動とともに引き出されて伸長され、第 1 の固定柱 74 と可動柱 76 との間のケーブル 80 が、第 1 の固定柱 74 のローラーを介して並進されて送られる。可動柱 76 は、固体高分子形燃料電池 10 が 360° 回転すると、固体高分子形燃料電池 10 の 360° の回転に相当する例えば 500 mm の長さにわたり移動する。

30

【 0 0 6 4 】

ケーブルスライダー 70 は、ケーブル 80 を並進させて送り、予め緩んだ状態で格納領域 81 に格納されたケーブル 80 を伸長させているので、振動や負荷変動を低減することができる。なお、ケーブルスライダー 70 の素材はステンレス鋼に限られず、金属など適切な強度を有する他の素材を使用することもできる。

【 0 0 6 5 】

図 9 は、膜 / 電極膜接合体 12 の立体図である。図 9 (a) には、本実施の形態の固体高分子形燃料電池 10 及びケーブル供給機構を使用して得られた X 線ラミノグラフィによる画像を示している。この画像は、図 4 に示すように、固体高分子形燃料電池 10 を軸 A について 360° にわたり所定の回転速度で回転させるとともに、固体高分子形燃料電池 10 の膜 / 電極膜接合体 12 を透過した X 線を X 線検出器 90 にて測定し、図示しない処理装置によってこの測定結果を再構成して得られたものである。

40

【 0 0 6 6 】

試料の膜 / 電極膜接合体 12 は、15000 回の A D T (Accelerated Durability Test) サイクルにわたって劣化させたものである。観察領域の深さは Z 軸方向に 250 μ m であり、上側がカソードであり、下側がアノードである。アノード及びカソードには、温度が 32 °C の水素及び空気をそれぞれ供給した。

【 0 0 6 7 】

50

図9(a)に示した膜/電極膜接合体12の立体画像において、図9(b)に示すように、固体高分子電解質膜11の下側に第1の電極触媒/ガス拡散層13が形成され、上側に第2の電極触媒/ガス拡散層14が形成されている。第1の電極触媒/ガス拡散層13においては、厚さ約50 μm の固体高分子電解質膜11に約30 μm の第1の電極触媒層13aが隣接し、第1の電極触媒層13aの下側に約170 μm の第1のガス拡散層13bが形成されている。第2の電極触媒/ガス拡散層14においては、固体高分子電解質膜11に約30 μm の第2の電極触媒層14aがカソード触媒層として隣接し、第2の電極触媒層14aの上側には約30 μm の微多孔質層14bが形成され、微多孔質層14bの上側には約170 μm の第2のガス拡散層14cが形成されている。

【0068】

10

図10は、膜/電極膜接合体12の水平断面図である。図10(a)~図10(c)に示す断面図は、図9(a)に示した膜/電極膜接合体12を水平な面で切断したものであり、厚さは0.3125 μm である。具体的に、図10(a)は、図9(b)の第2のガス拡散層14cで切断したものである。同様に、図(b)は微多孔質層14b、図10(c)は第2の電極触媒層14aで切断したものである。なお、便宜上、画像は円形の視野に形成した。

【0069】

以上のように、本実施の形態の固体高分子形燃料電池10は、膜/電極膜接合体12の主面に対し所定の角度以上で入射したX線を透過させ、固体高分子形燃料電池10の稼働中におけるX線ラミノグラフィ法の3次元イメージ計測によるその場(in-situ)での観察を可能にしている。したがって、運転状態にある固体高分子形燃料電池10の内部の動作に伴い時々刻々と変化する内部構造や、膜/電極膜接合体12の劣化過程などを、非破壊その場での観察により、3次元可視化することが可能になる。

20

【0070】

また、固体高分子形燃料電池10の流路板やセパレーターによる散乱や吸収を低減することにより、高画質な透過X線画像を得ることを可能にしている。さらに、X線の光路を遮ることなく、固体高分子形燃料電池10を所定軸について360°回転させることを可能にしている。固体高分子形燃料電池10の部材は軽量であり、回転軸の揺れを抑えて回転を高精度に制御することができる。

【0071】

30

本実施の形態のケーブル供給機構は、振動や負荷変動を低減したケーブルを送ることにより、固体高分子形燃料電池の回転軸ぶれを抑えて高精度の回転させることにより、高画質な3次元イメージ計測を可能にしている。

【産業上の利用可能性】

【0072】

本発明は、自動車に搭載される固体高分子形燃料電池の研究や開発に利用することができる。

【符号の説明】

【0073】

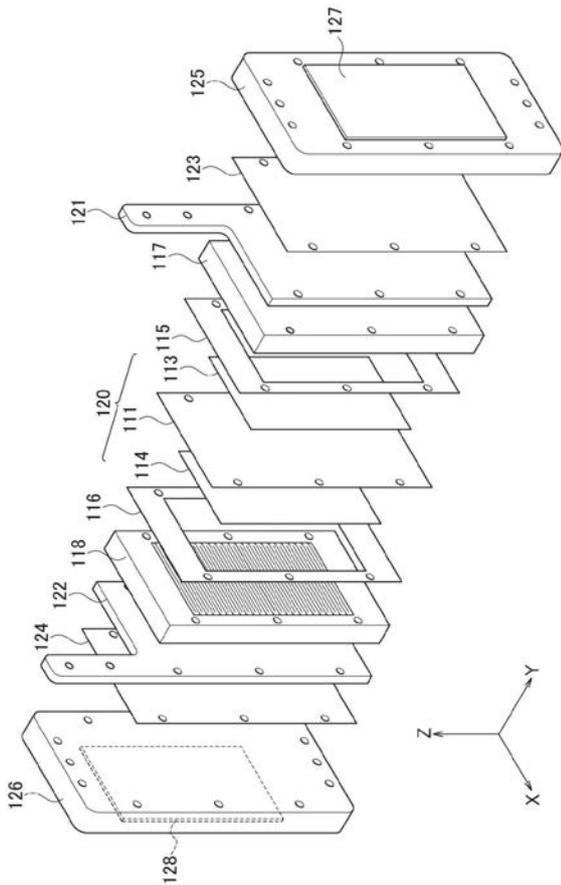
- 10 固体高分子形燃料電池
- 11 固体高分子電解質膜
- 12 膜/電極膜接合体
- 13 第1の電極触媒/ガス拡散層
- 14 第2の電極触媒/ガス拡散層
- 17 第1の流路板
- 18 第2の流路板
- 19 第1のセパレーター
- 19a 第1の透過窓
- 20 第2のセパレーター
- 20a 第2の透過窓

40

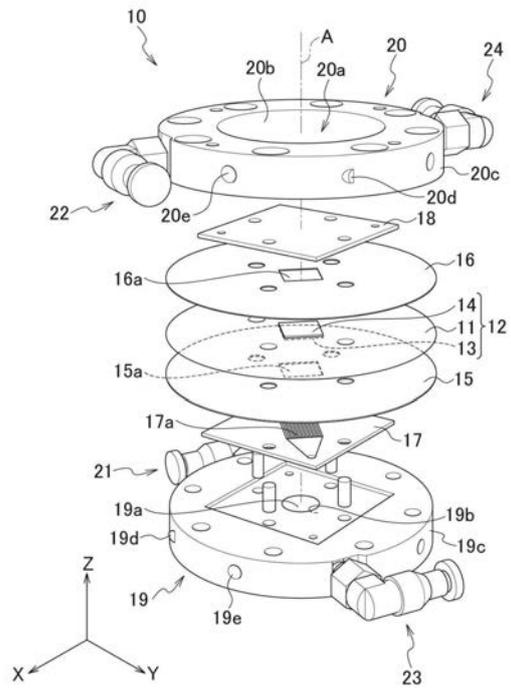
50

- 30 支持台
- 40 モータ
- 50 ケーブル巻回部
- 60 緩衝部
- 70 ケーブルスライダー
- 80 ケーブル
- 90 X線検出器

【図1】

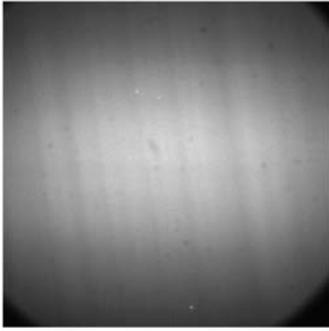


【図2】

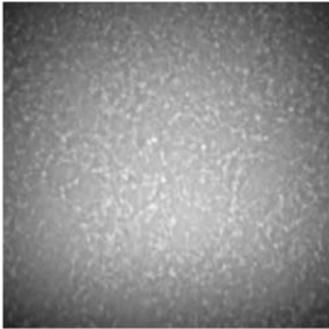


【 図 3 】

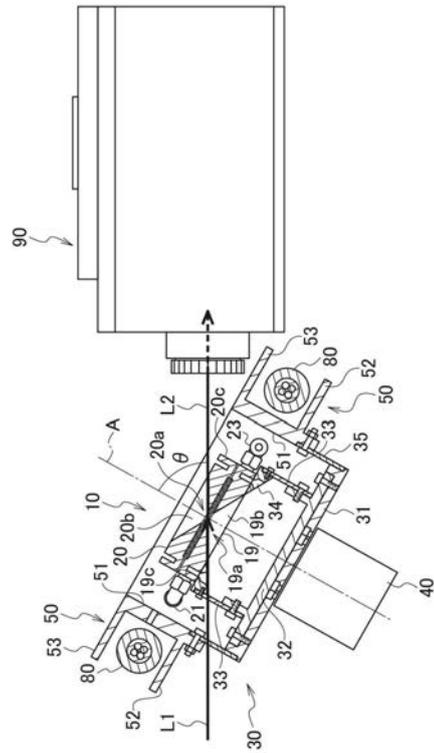
(a)



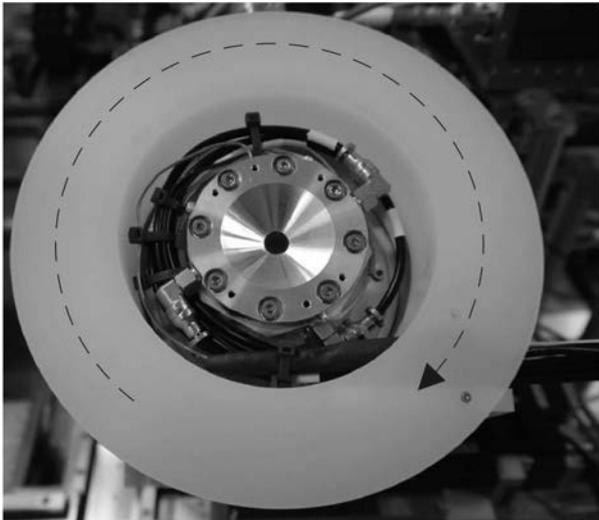
(b)



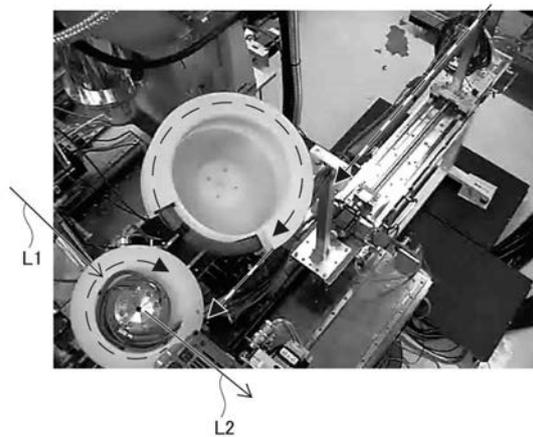
【 図 4 】



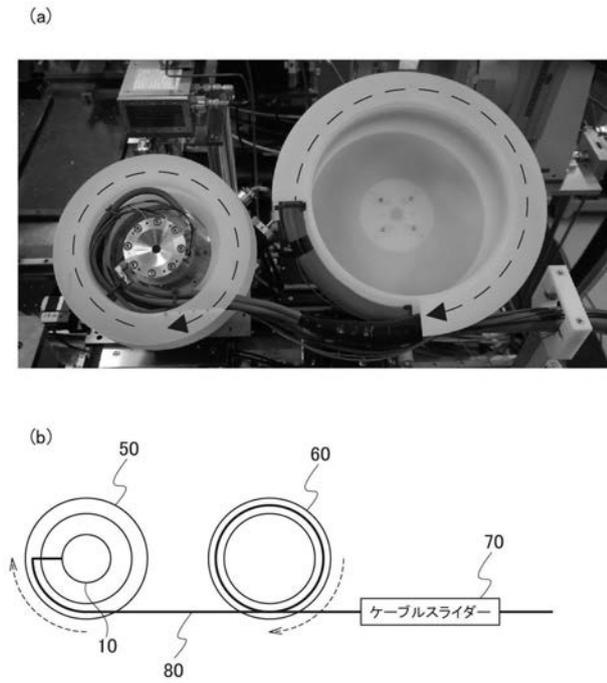
【 図 5 】



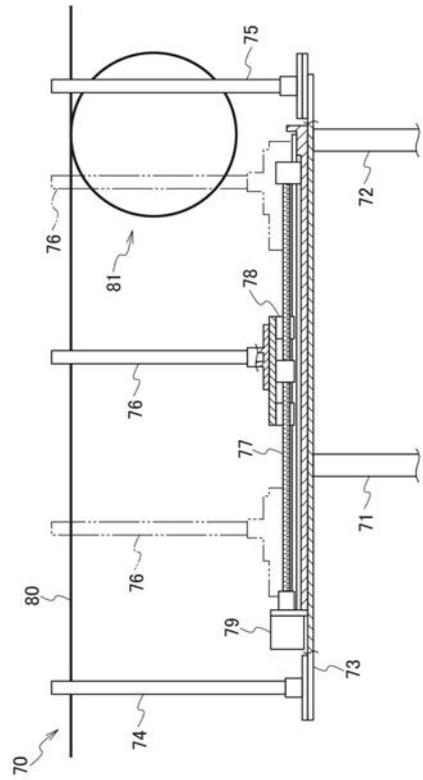
【 図 6 】



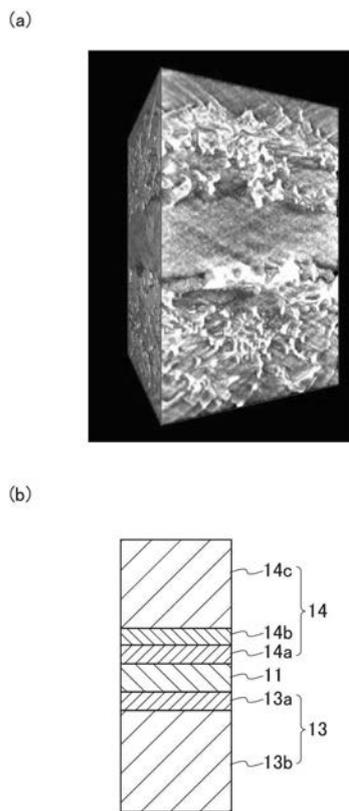
【 図 7 】



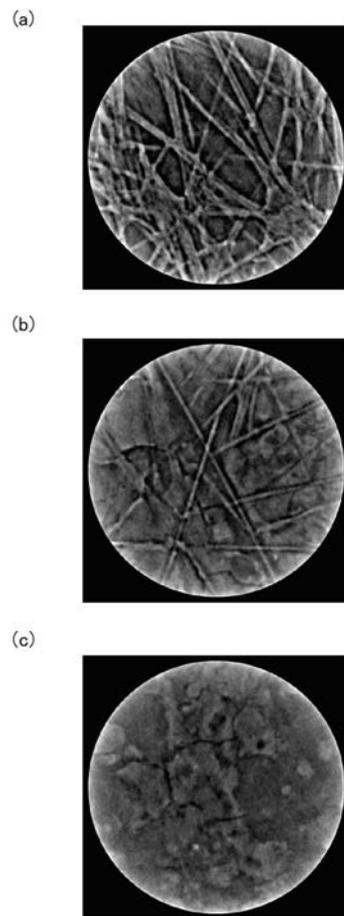
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(出願人による申告)平成22年度、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、「固体高分子形燃料電池実用化推進技術開発/基盤技術開発/MEA材料の構造・反応・物質移動解析」、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(72)発明者 宇留賀 朋哉

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

(72)発明者 唯 美津木

愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内

(72)発明者 岩澤 康裕

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

Fターム(参考) 5H026 AA06 BB04 EE02 EE05

5H127 AA06 AC13 BA02 BB02 CC11 CC19 EE26 EE27